

Informacijos mokslai

ISSN 1392-0561

VILNIUS UNIVERSITY

INFORMATION SCIENCES

2003
Vol. 26

Research papers

Published since 1994

Vilnius University Publishing House
2003

VILNIAUS UNIVERSITETAS

INFORMACIJOS MOKSLAI

**2003
26 tomas**

Mokslo darbai

Leidžiami nuo 1994 metų

Vilniaus universiteto leidykla
2003

Redaktorių kolegija

Editorial board

Vyriausiasis redaktorius (*Editor-in-Chief*)

prof. dr. *Renaldas Gudauskas*

- Vilniaus universitetas (Socialiniai mokslai 06 S)
Vilnius University (Social Sciences 06 S)

Atsakingoji redaktorė (*Executive Editor*)

doc. dr. *Ala Sabina Miežinienė*

- Vilniaus universitetas (Humanitariniai mokslai 06 H)
Vilnius University (Humanities 06 H)

Nariai (*Editors*):

doc. dr. *Arūnas Augustinaitis*

- Lietuvos teisės universitetas (Socialiniai mokslai 06 S)
Law University of Lithuania (Social Sciences 06 S)

prof. dr. *Peter Blumendorf*

- Hanoverio aukštoji mokykla, Vokietija (Technikos mokslai)
Fachhochschule Hanover, Germany (Technical sciences)

prof. dr. *Jan J. van Cuilenburg*

- Amsterdamo universitetas, Olandija (Socialiniai mokslai 06 S)
University of Amsterdam, the Netherlands (Social Sciences 06 S)

doc. dr. *Vilija Gudonienė*

- Vilniaus universitetas (Socialiniai mokslai 06 S)
Vilnius University (Social Sciences 06 S)

akad. prof. habil. dr. *Vytautas Kaminskas*

- Vytauto Didžiojo universitetas (Fiziniai mokslai,
Informatika 09 P)
Vytautas Magnus University (Physical sciences, Informatics 09 P)

prof. habil. dr. *Aira Lepik*

- Talino pedagoginis universitetas, Estija (Socialiniai mokslai 06 S)
Tallinn Pedagogical University, Estonia (Social Sciences 06 S)

doc. dr. *Marius Lukošius*

- Vilniaus universitetas (Humanitariniai mokslai 06 H)
Vilnius University (Humanities 06 H)

doc. dr. *Marija Prokopčik*

- Europos Tarybos Informacijos biuras (Edukologija 07 S)
Information Office of the Council of Europe (Educology 07 S)

akad. prof. habil. dr. *Laimutis Telksnys*

- Matematikos ir informatikos institutas (Fiziniai mokslai,
Informatika 09 P)
Institute of Mathematics and Informatics (Physical Sciences, Informatics 09 P)

Redakcijos adresas (*Address*):

Vilniaus universiteto Tarptautinis žinių ekonomikos ir žinių vadybos centras

(*Vilnius University, International Centre of Knowledge Economy & Management*)

Saulėtekio al. 9, 1 korp., Vilnius, Lietuva

El. p. (e-mail): renaldas.gudauskas@tzc.vu.lt,

alami@takas.lt

Tel. (*Phone*) +(370 5) 236 6107

Elektroninio leidinio „Informacijos mokslai“ (ISSN 1392–1487) adresas internete:

(*Electronic journal „Information sciences“ (ISSN 1392–1487) on the Internet*)

http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/inf-mok/inf_mok.html

© Vilniaus universiteto leidykla, 2003

© Vilnius University Publishing House, 2003

TURINYS

<i>Renaldas Gudauskas, Alfredas Otas. Pratarinė</i>	9
---	---

ŠVIETIMAS ŽINIŲ VISUOMENĖJE

<i>Beatričė Andziulienė. Loginės sąvokų schemos perteikiant informatikos žinias</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Eugenijus Bagdonas, Irena Patašienė, Vytautas Skvernys. Kompleksinis kompiuterinių priemonių rinkinys verslo pagrindų mokymui</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Jonas Blonskis, Valentina Dagienė. Programavimo pagrindų mokymo vidurinėje ir aukštojoje mokyklose lyginamoji analizė</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Vaino Brazdeikis. Pedagogų kompetencija, informacinių ir komunikacinių technologijų diegimas švietime</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Renata Burbaitė, Genadijus Kulvietis, Sigita Turskienė. Duomenų gavybos technologijų taikymas švietime</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Aldona Čiūtienė, Daiva Rimkuvienė, Linas Stabingis. Skaitmeninio mokymosi plėtros galimybės ir poreikis</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Alina Dėmenienė. Šaltiniais grįsto mokymo strateginės nuostatos</i> ..	Error! Bookmark not defined.
<i>Alfredas Otas, Eugenijus Telešius. Technologinio ir profesinio kompiuterinio raštingumo ugdymo problemos</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Rimantas Petrauskas, Tatjana Bilevičienė. Studentų darbo kompiuteriu patirtis ir galimybės kaip žinių visuomenės plėtros dalis</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Diana Šaparnienė, Gintaras Šaparnis. Studentų kompiuterinis raštingumas ir mokymosi strategijos</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Sigita Turskienė. Kompiuterinių matematikos sistemų taikymas fizikos mokymui</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Antanas Vidžiūnas. Informatikos specialistų mokymo programų modernizavimo Lietuvos universitetuose problemos</i>	Error! Bookmark not defined.

INFORMACIJA IR TEISĖ

<i>Darius Štītis. Neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimas</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Algimantas Venčkauskas, Antanas Mikuckas, Irena Mikuckienė. Įmonės informacinės saugos efektyvumo vertinimas</i>	Error! Bookmark not defined.

INFORMACIJOS SISTEMOS. MODELIAVIMAS

<i>Donatas Čiukšys, Albertas Čaplinskas. Ontologijų naudojimo ypatumai kuriant moderniasias informacines sistemas</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Dalė Dzemydienė. Komponentinės žinių valdymo sistemos architektūrinių sprendimų analizė</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Jelena Gasperovič, Albertas Čaplinskas. Informacinių sistemų specifikuojamų kalbų lyginamosios analizės metodai</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Raimundas Jasinevičius, Vytautas Petrauskas. Miglotieji pažintiniai planai: teorija ir praktika</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Egidijus Kazanavičius, Antanas Mikuckas, Irena Mikuckienė, Algimantas Venčkauskas. M sekų parinkimas nedestruktyvioms testavimo sistemoms</i> ...	Error! Bookmark not defined.
<i>Mindaugas Kiauleikis, Valentinas Kiauleikis. Informacinių sistemų integravimas elektroninių paslaugų sistemoje</i>	Error! Bookmark not defined.
<i>Nerutė Kligienė, Viktoras Paliulionis. Lokalizuotosios paslaugos ir geografinės informacijos sistemos</i>	Error! Bookmark not defined.

<i>Juozas Laučius, Evaldas Lebedys, Olegas Vasilecas.</i> Įvykis–sąlyga–veiksmas taisyklių realizavimas naudojant aktyvių duomenų bazių valdymo sistemų trigerius	Error! Bookmark not defined.
<i>Audrius Lopata, Saulius Gudas.</i> Vartotojo poreikių modelio generavimas veiklos modelio pagrindu	Error! Bookmark not defined.
<i>Audronė Lupeikienė, Olegas Vasilecas.</i> Žinių valdymas integruotoje verslo, informacinėje ir programų sistemoje	Error! Bookmark not defined.
<i>Lina Markauskaitė.</i> Europos Sąjungos universaliųjų telekomunikacijų paslaugų politika: iššūkiai Lietuvai	Error! Bookmark not defined.
<i>Saulius Maskeliūnas.</i> Ontologijų naudojimas interneto technologijomis grindžiamoms paslaugoms intelektualizuoti	Error! Bookmark not defined.
<i>Alfonsas Misevičius.</i> Intelektualieji optimizavimo metodai	Error! Bookmark not defined.
<i>Irmantas Naujikas.</i> Testavimo brandos modeliavimas	Error! Bookmark not defined.
<i>Saulius Norvaišas.</i> Įtinklintų organizacijų žinių modeliai	Error! Bookmark not defined.
<i>Laima Paliulionienė.</i> Ontologijos teisinių dokumentų rengimo ir analizės sistemose	Error! Bookmark not defined.
<i>Darius Plikynas.</i> Dirbtinio neuroninio tinklo sprendimus grindžiančių taisyklių kūrimas: finansinio kapitalo rinkų atvejis	Error! Bookmark not defined.
<i>Mindaugas Plukas, Romas Baronas.</i> Duomenų paieškos ilgalaikiame kompiuteriniame dokumentų archyve architektūriniai sprendimai	Error! Bookmark not defined.
<i>Romanas Tumasonis, Gintautas Dzemyda.</i> Atminties problema ieškant dažnų sekų didelės apimties tekstuose	Error! Bookmark not defined.
<i>Tomas Skersys, Saulius Gudas.</i> Klasikų modelio generavimas veiklos modelio pagrindu	Error! Bookmark not defined.
<i>Olegas Vasilecas, Algis Saulis.</i> Aktyvių metodų naudojimas MOCURIS projekto dokumentų pateikties modelyje	Error! Bookmark not defined.
<i>Diana Žobakienė.</i> Procesų metamodelio naudojimas objektiniam informacinių sistemų projektavimui	Error! Bookmark not defined.

KALBOS ANALIZĖ

<i>Irmantas Kandratavičius, Marija Žintelytė.</i> Automatizuotas kalbos atpažinimas frikatyvų specifinėms savybėms tirti	Error! Bookmark not defined.
--	-------------------------------------

KOMPIUTERIS IR SVEIKATA

<i>Pranas Kanapeckas, Stasys Maciulevičius, Alfredas Otas, Vytautas Petrauskas, Algis Valys.</i> Elektromagnetinių laukų kompiuterizuotose darbo vietose įtaka sveikatai	Error! Bookmark not defined.
--	-------------------------------------

PROGRAMAVIMAS IR PROGRAMINĖ ĮRANGA

<i>Valentina Dagienė, Viktoras Dagys.</i> Antivirusinės programos „Dr.Web“ lokalizavimas ir naudojimas mokyklose	Error! Bookmark not defined.
<i>Gintautas Dzemyda, Olga Kurasova, Virginijus Marcinkevičius.</i> MPI programų paketo taikymas lygiagrečiam vizualizavimui	Error! Bookmark not defined.
<i>Rimgaudas Laučius, Valentina Dagienė.</i> Raštinės programinės įrangos „OpenOffice.org“ adaptavimas lokalės normoms	Error! Bookmark not defined.
<i>Vaidas Giedrimas.</i> Komponento modelis struktūrinės programų sintezės kontekste	Error! Bookmark not defined.
<i>Gintautas Grigas.</i> Programinės įrangos vertimo į lietuvių kalbą dabartinė situacija, problemos ir jų sprendimai	Error! Bookmark not defined.

CONTENTS

<i>Renaldas Gudauskas, Alfredas Otas</i> . Editorial	10
--	----

EDUCATION IN KNOWLEDGE SOCIETY

<i>Beatričė Andziulienė</i> . Conceptions' System for Informatics Knowledge Creation	Error! Bookmark not defined.
<i>Eugenijus Bagdonas, Irena Patašienė, Vytautas Skvernys</i> . Set of Software Products for Teaching Business Basics	Error! Bookmark not defined.
<i>Jonas Blonskis, Valentina Dagienė</i> . The Problems of Teaching Basic Elements of Programming in Secondary and Higher Schools.....	Error! Bookmark not defined.
<i>Vaino Brazdeikis</i> . Educator's Competence and Implementation of Information and Communication Technology	Error! Bookmark not defined.
<i>Renata Burbaitė, Genadijus Kulvietis, Sigita Turskienė</i> . Applications of Data Mining Technologies in Education	Error! Bookmark not defined.
<i>Aldona Čiūtienė, Daiva Rimkuvienė, Linas Stabingis</i> . The Possibilities and Interests of E-learning.....	Error! Bookmark not defined.
<i>Alina Dėmenienė</i> . Strategic Provision of Teaching Based on Sources	Error! Bookmark not defined.
<i>Alfredas Otas, Eugenijus Telešius</i> . Problems of Training Technological and Professional Computer Literacy.....	Error! Bookmark not defined.
<i>Rimantas Petrauskas, Tatjana Bilevičienė</i> . The Student's Computer Skills and Work with Computer Conditions as a Part of Information Society Development	Error! Bookmark not defined.
<i>Diana Šaparnienė, Gintaras Šaparnis</i> . Students' Learning Strategies in the Context of Computer Literacy.....	Error! Bookmark not defined.
<i>Sigita Turskienė</i> . Computer Mathematics Systems in the Process of Teaching Physics	Error! Bookmark not defined.
<i>Antanas Vidžiūnas</i> . Problems of Modernization of Computer Science Curriculum in Lithuanian Universities	Error! Bookmark not defined.

INFORMATION AND LAW

<i>Darius Štītis</i> . Criminalization of Illegal Access to Computer Information	Error! Bookmark not defined.
<i>Algimantas Venčkauskas, Antanas Mikuckas, Irena Mikuckienė</i> . Evaluation of Companies' Information System Security	Error! Bookmark not defined.

INFORMATION SYSTEMS. MODELLING

<i>Donatas Čiukšys, Albertas Čaplinskas</i> . Overview of Ontology-Based Approach to Domain Engineering	Error! Bookmark not defined.
<i>Dalė Dzemydienė</i> . Architecture Analysis of a Component - Based Knowledge Management System	Error! Bookmark not defined.
<i>Jelena Gasperovič, Albertas Čaplinskas</i> . Information Systems Specification Languages Comparative Analysis Methods	Error! Bookmark not defined.
<i>Raimundas Jasinevičius, Vytautas Petrauskas</i> . Fuzzy Cognitive Maps: Theory and Practice	Error! Bookmark not defined.
<i>Egidijus Kazanavičius, Antanas Mikuckas, Irena Mikuckienė, Algimantas Venčkauskas</i> . The Optimal M-sequences in Ultrasonic Nondestructive Testing Systems	Error! Bookmark not defined.
<i>Mindaugas Kiauleikis, Valentinas Kiauleikis</i> . Information Systems Integration in E-service System	Error! Bookmark not defined.
<i>Nerutė Kligienė, Viktoras Paliulionis</i> . Location-Based Services and GIS	Error! Bookmark not defined.

Juozas Laučius, Evaldas Lebedys, Olegas Vasilecas. Realization of ECA Rules by ADBVS Triggers **Error! Bookmark not defined.**

Audrius Lopata, Saulius Gudas. Enterprise Model Based Generation of the Use Case Model **Error! Bookmark not defined.**

Audronė Lupeikienė, Olegas Vasilecas. Knowledge Management System as Component of Business System, Information System and Supporting Software **Error! Bookmark not defined.**

Lina Markauskaitė. Universal Telecommunications Service Policy in the European Union and its Challenges to Lithuania **Error! Bookmark not defined.**

Saulius Maskeliūnas. Usage of Ontologies for Intellectualisation of Web Services **Error! Bookmark not defined.**

Alfonsas Misevičius. Intelligent Optimization Techniques **Error! Bookmark not defined.**

Irmantas Naujikas. Modeling of Testing Process Maturity **Error! Bookmark not defined.**

Saulius Norvaišas. Knowledge Models for Networked Organizations **Error! Bookmark not defined.**

Laima Paliulionienė. Ontologies in Legal Drafting and Analysis Systems **Error! Bookmark not defined.**

Darius Plikynas. Artificial Neural Network Decisions Reasoning by Rules Production: Financial Capital Market Case **Error! Bookmark not defined.**

Mindaugas Plukas, Romas Baronas. Architectural Solutions for Data Retrieval in Long-term Computer Based Document Archive **Error! Bookmark not defined.**

Romanas Tumasonis, Gintautas Dzemyda. Memory Problems Seeking Frequent Sequences in Large Texts **Error! Bookmark not defined.**

Tomas Skersys, Saulius Gudas. Enterprise Model Based Class Model Generation **Error! Bookmark not defined.**

Olegas Vasilecas, Algis Saulis. Applying Active Methods for the MOCURIS Project Documents Presentation **Error! Bookmark not defined.**

Diana Žobakienė. Object-oriented Process Modeling Using a Process Meta-model **Error! Bookmark not defined.**

NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Irmantas Kandratavičius, Marija Žintelytė. Fricative Consonants' Specific Features Research Using Automatic Speech Recognition **Error! Bookmark not defined.**

COMPUTER AND HEALTH

Pranas Kanapeckas, Stasys Maciulevičius, Alfredas Otas, Vytautas Petrauskas, Algis Valys. Electromagnetic Fields Influence Over Health of Individuals Working on Computerized Workplaces **Error! Bookmark not defined.**

PROGRAMMING AND SOFTWARE

Valentina Dagienė, Viktoras Dagys. Localization of the Antiviral Program "Dr. Web" and its Use in School Education **Error! Bookmark not defined.**

Gintautas Dzemyda, Olga Kurasova, Virginijus Marcinkevičius. Application of MPI Software Package in Parallel Visualization **Error! Bookmark not defined.**

Rimgaudas Laucius, Valentina Dagienė. Adaptation of Software "OpenOffice.org" to Locale Conventions **Error! Bookmark not defined.**

Vaidas Giedrimas. Component Model in Structural Synthesis Context **Error! Bookmark not defined.**

Gintautas Grigas. Translation of Software into Lithuanian: Situation, Problems and Their Solution **Error! Bookmark not defined.**

Pratarmė

Informacinės visuomenės kūrimo Lietuvoje tempai spartėja. Pastaraisiais metais buvo įkurtos ir pakankamai sėkmingai veikia už informacinės visuomenės plėtrą Lietuvoje atsakingos institucijos Lietuvos Respublikos Seime, Vyriausybėje, kai kuriose ministerijose. Realizuojamos Lietuvos nacionalinės informacinės visuomenės plėtros koncepcijos nuostatos, įtvirtintos Lietuvos informacinės visuomenės plėtros strateginiame plane.

Lietuvos kompiuterininkų sąjunga (LIKS) buvo viena pirmųjų šalyje, įvertinusi informacinės visuomenės kūrimo svarbą ne tik profesine siaura prasme. Visa LIKS pastarųjų metų veikla nukreipta į informacinės visuomenės plėtros procesų spartinimą. Galima pasidžiaugti, kad vis gerėja informacinės visuomenės kūrimo Lietuvoje rodikliai – gausėja kompiuterių namų ūkiuose, daugėja interneto vartotojų, spartėja mokyklų kompiuterizavimas. LIKS nemažai nuveikė realizuojant Europos kompiuterinio raštingumo programos ECDL idėjas ir kuriant atitinkamą infrastruktūrą, aktyviai dalyvauja rengiant informacinės visuomenės strateginius dokumentus bei realizuojant savo iškeltą šūkį „Informacinė visuomenė – visuomenė be periferijos“.

2002 „metais LIKS tapo Tarptautinės informacijos apdorojimo federacijos (IFIP) nare ir šiemet kartu su IFIP rengia Pasaulinį informacinių technologijų forumą (WITFOR). Tuo pačiu metu Vilniuje rengiamas eilinis LIKS renginys „Kompiuterininkų dienos 2003“. Jis apima vienuoliktąją mokslinę kompiuterininkų

konferenciją ir šeštąją mokyklinės informatikos konferenciją. Numatytas ir bendras posėdis su IFIP atstovais, kuriame bus svarstomi aktualūs informacinės visuomenės kūrimo uždaviniai ir siekiai mažinti visame pasaulyje skaitmeninės atskirties pavojų.

Leidinio „Informacijos mokslai“ redaktorių kolegija, vertindama LIKS veiklą informacinės visuomenės plėtros srityje, nutarė pratęsti prieš dvejus metus pradėtą bendradarbiavimą ir skirti atskirą žurnalo numerį šių metų renginiui. Leidinyje spausdinami recenzuoti konferencijų mokslo darbai. Jų temos apima platų informacinės visuomenės darbų spektrą. Straipsnių autoriai dirba įvairiuose universitetuose, moksliniuose institutuose, mokyklose. Vieni jų – mokslininkai turintys ilgametę patirtį, kiti – dar tik pradeda savo mokslinį kelią.

Primename, kad redakcija laukia Jūsų straipsnių šiais informacijos ir komunikacijos klausimais:

- Informacijos ir komunikacijos istorija, teorija, politika, mokymas;
- Informacijos ir žinių visuomenės politika ir strategija;
- Informacijos visuomenės technologijos;
- Žinių ekonomika;
- Žiniasklaidos tyrimai;
- Ryšiai su visuomene;
- Tarptautinė ir tarpkultūrinė komunikacija;
- Informacijos ir žinių vadyba.

Renaldas Gudauskas, Alfredas Otas

Editorial

The speed of Information Society development in Lithuania continuously accelerates. During the last year, several institutions under the authorities of Lithuanian Parliament, Lithuanian Government and several ministries were established and charged with the responsibilities of Information Society development. They function successfully. Provisions of "The Concept of Lithuanian National Information Society Development" laid down in "The Strategic Plan for Lithuanian Information Society Development" are under implementation.

Lithuanian Computer Society (LCS) was among the first in the country to realize the significance of ongoing processes of Information Society development not only in professional domains, but also in overall social life of the country.

In these latter years, all activities of the LCS were targeted at the acceleration of processes of Information Society development. It is gratifying to say that the indicators of Information Society development continue to improve, in Lithuania: computer penetration in households grows up; the circle of Internet users widens; the computerization of schools speeds up. These indicators reflect the performance of the LCS, too: the LCS did a lot of work in disseminating the ideas of ECDL computer literacy program and in establishing appropriate infrastructure; it participates actively in the elaboration of strategic documents for the Information Society; implements its motto "Information Society is the society without the provinces".

In 2002, the LCS became a member of the International Federation for Information Processing (IFIP); and this year in cooperation with IFIP, it organizes the World Information Technology Forum (WITFOR). Simultaneously, in Vilnius, the LCS organizes its traditional

event „Computer Days 2003". It includes the 11th scientific conference of computer science and the 6th conference of school informatics. One joint session with IFIP representatives is scheduled. The members of the LCS and the leaders of the international organization will discuss burden challenges of Information Society development and the goal to reduce the risk of the "digital divide" across the world.

Editorial Board of the journal „Information Sciences" wishing to acknowledge the LCS contribution into the development of Information Society decided to continue its collaboration that started two years ago and to publish a special issue dedicated to the event of this year.

Reviewed scientific papers of the conferences are published in this issue. The themes of the papers cover a wide spectrum of the aspects of Information Society. The authors of the papers work at different universities, scientific institutes, and schools. Some of them are experienced scientists, while others just start their scientific careers.

We would like inviting you to send us new articles on different aspects of information and communication, such as:

- Information and communication history, theory, policy, studies;
- Information society policies and strategies;
- Information society technologies;
- Knowledge economy;
- Mass communication research;
- Public relations;
- International and intercultural communication;
- Information and knowledge management.

Renaldas Gudauskas, Alfredas Otas

„Informacijos mokslų“ 26-ojo tomo sudarytojai

prof., habil. dr. **Vaidotas Blažiejus Abraitis**
doc. dr. **Albertas Čaplinskas**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Alfredas Otas**, Kauno technologijos universitetas
dr. **Saulius Maskeliūnas**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Ala Miežinienė**, Vilniaus universitetas

Recenzentai

dr. **Romas Baronas**, Vilniaus universitetas
prof., habil. dr. **Romas Baušys**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Jonas Blonskis**, Kauno technologijos universitetas
prof., habil. dr. **Zenonas Brazaitis**, Vilniaus universitetas
dr. **Rita Butkienė**, Kauno technologijos universitetas
doc. dr. **Vytautas Čyras**, Vilniaus universitetas
doc. dr. **Valentina Dagienė**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Vitalijus Denisovas**, Klaipėdos universitetas
prof., habil. dr. **Gintautas Dzemyda**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Dalė Dzemydienė**, Matematikos ir informatikos institutas
Olga Kurasova, Matematikos ir informatikos institutas
prof., habil. dr. **Genadijus Kulvietis**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
dr. **Kristina Lapin**, Vilniaus universitetas
doc. dr. **Juozas Laučius**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
dr. **Antanas Lipeika**, Matematikos ir informatikos institutas
dr. **Joana Lipeikienė**, Matematikos ir informatikos institutas
dr. **Audronė Lupeikienė**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Daiva Makutėnienė**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Jelena Mamčenko, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Regina Misevičienė**, Kauno technologijos universitetas
doc. dr. **Bronius Paradauskas**, Kauno technologijos universitetas
doc. habil. dr. **Regimantas Pliuškevičius**, Matematikos ir informatikos institutas
Irma Šileikienė, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Olegas Vasilecas**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Antanas Vidžiūnas**, Vytauto Didžiojo universitetas
dr. **Daiva Vitkutė-Adžgauskienė**, Vytauto Didžiojo universitetas

Lietuvos mokslo tarybos 1999 m. sausio 11 d. nutarimu Nr. III-64 mokslo darbų leidinys „Informacijos mokslai“ (steigėjas – Vilniaus universitetas) įrašytas į daktaro disertacijai ir habilitacijai (socialiniai mokslai) pripažįstamų Lietuvos periodinių ir tęstinių leidinių sąrašą.

Atmena autoriams

Straipsnyje turi būti mokslo darbams būdingos dalys: įvadas, nurodomas tyrimo tikslas, aptartas nagrinėjamos problemos ištirtumo laipsnis, objektas, metodai, gauti rezultatai, išvados arba apibendrinimas, naudotos literatūros sąrašas.

Straipsnio pradžioje – santrauka lietuvių, straipsnio pabaigoje – užsienio kalba. Straipsnis gali būti parašytas užsienio kalba. Prie straipsnio lietuvių kalba turi būti ne trumpesnė kaip 600 spaudos ženklų santrauka bent viena iš pagrindinių pasaulio mokslo kalbų (anglų, prancūzų, rusų, vokiečių), prie straipsnio užsienio kalba – ne trumpesnė kaip 600 spaudos ženklų lietuviška santrauka. Prie santraukos (Summary) rašomos autorių pavardės.

Šaltinių ir literatūros sąrašas pateikiamas straipsnio pabaigoje prieš santrauką abėcėlės tvarka pagal bibliografinių nuorodų standartus (ISO 690 ir LST ISO 690-2). Aprašai kirilica netransliteruojami ir netranskribuojami.

Straipsniai, kurių nuorodos prastos kokybės, nepriimami. Bibliografinių nuorodų metodika ir pavyzdžiai pateikiami „Informacijos mokslų“ interneto svetainėje adresu: http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/infmok/inf_mok.html

Nuorodos į šaltinius ir literatūrą tekste pateikiamos lenktiniuose skliaustuose, nurodant autoriaus pavardę ir leidimo metus, pavyzdžiui, (Jarvelin, 1994).

Straipsnį autorius pasirašo ir pateikia žinių apie save lietuvių ir anglų kalbomis (vardas, pavardė, mokslo vardas ir laipsnis, darbo vieta, pareigos, adresas, telefonas, faksas, kompiuterių pašto adresas, interneto tinklalapis).

Rankraštis pateikiamas popieriuje (2 egzemplioriai spausdinama per du intervalus) ir kompiuterio diskelyje.

Straipsnių rankraščiai negrąžinami. Straipsniai recenzuojami ir redaguojami.

Straipsniai įteikiami šiuo adresu:

„Informacijos mokslų“ redaktorių kolegija,
Vilniaus universiteto Tarptautinis žinių
ekonomikos ir žinių vadybos centras
Saulėtekio al. 9, I rūmai, 503 kab.
Tel.: (370 5) 236 61 07
EI. paštas: renaldas.gudauskas@tzc.vu.lt
alami@takas.lt

Siunčiant paštu nurodyti tokį adresą:

„Informacijos mokslų“ redaktorių kolegija
Vilniaus universiteto Tarptautinis žinių
ekonomikos ir žinių vadybos centras
Universiteto g. 3
LT-2734 Vilnius

By the decision No.III-64, dated January 11, 1999 of Science Council of Lithuania, the research papers journal „Information Sciences“ (founder – Vilnius University) is included into the list of Lithuanian serials, which publishes works recognized in doctoral and doctoral habil. (Social sciences) dissertations.

Reminder for Authors

Submitted articles should be in following structure: introduction, objectives, methodology and methods, results, conclusions, references.

Manuscript submission: two printed copies of the manuscript typed with 2 spacing on one side of the A4 paper, including pictures, tables, notes and references. Article should also be supplied on an IBM-compatible diskette.

Requirements:

1. Manuscripts can be in one of those languages: Lithuanian, English, German, French, and Russian.

2. English, German and French manuscripts should be prepared for publication – submitted manuscripts should be high quality camera-read. Lithuanian or Russian manuscripts can be edited.

3. The length of articles should not exceed 25–30 thousands symbols. Other cases should be discussed with the Editor.

4. The manuscript should begin with short abstract.

5. The pictures and tables should be placed in text.

6. References should be in following style: (Knox, 1988; Martin, 1995). The list of references is presented in alphabetic order. Refer-

ences in "Information Sciences" from the volume 27 should meet the requirements of the international standard ISO 690: 1987 (*E*) *Documents. Bibliographic references. Contents, format, and structure* and Lithuanian standard LST ISO 690-2:1999. The Cyrillic bibliographic descriptions are not transliterated or transcribed. The main requirements of preparing bibliographic references and some examples of references are on the Internet site of "Information sciences": http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/infmok/inf_mok.html

7. The references should be followed by Summary. If the manuscript is in Lithuanian the Summary should be English, German or French, in other cases the Summary should be in Lithuania. The length of Summary not less than 600 symbols.

8. Information about all authors in English and Lithuanian should include the following: full name, highest earned academic degree and title, affiliation, position, full mailing address, telephone and fax, e-mail address.

All submitted articles are to be reviewed. Only those in Lithuanian language are edited. The manuscripts are not returned.

Visiting address:

Editing board of "Information Sciences"
Vilnius University, International Centre of
Knowledge Economy & Management
Saulėtekio al., building 1, room 503, Lithuania
Tel.: +(370 5) 236 61 07
E-mail: renaldas.gudauskas@tzc.vu.lt
alami@takas.lt

Mailing address:

Editing board of "Information Sciences"
Vilnius University, International Centre of
Knowledge Economy & Management
Vilnius University
Universiteto 3,
LT-2734 Vilnius
Lithuania

INFORMACIJOS MOKSLAI 2003 26
Mokslo darbai

Redaktorė *Jolanta Storpirštienė*
Viršelio dailininkas *Gediminas Markauskas*

16,5 leidyb. apsk. l., 18,5 aut. l. Tiražas 560 egz.

Išleido Vilniaus universiteto leidykla
Spaudai parengė Lietuvos kompiuterininkų sąjunga
Spausdino IĮ „Petro ofsteas“, Žalgirio g. 90, Vilnius
Užsakymas Nr.

Kaina sutartinė

Pratarmė

Informacinės visuomenės kūrimo Lietuvoje tempai spartėja. Pastaraisiais metais buvo įkurtos ir pakankamai sėkmingai veikia už informacinės visuomenės plėtrą Lietuvoje atsakingos institucijos Lietuvos Respublikos Seime, Vyriausybėje, kai kuriose ministerijose. Realizuojamos Lietuvos nacionalinės informacinės visuomenės plėtros koncepcijos nuostatos, įtvirtintos Lietuvos informacinės visuomenės plėtros strateginiame plane.

Lietuvos kompiuterininkų sąjunga (LIKS) buvo viena pirmųjų šalyje, įvertinusi informacinės visuomenės kūrimo svarbą ne tik profesine siaura prasme. Visa LIKS pastarųjų metų veikla nukreipta į informacinės visuomenės plėtros procesų spartinimą. Galima pasidžiaugti, kad vis gerėja informacinės visuomenės kūrimo Lietuvoje rodikliai – gausėja kompiuterių namų ūkiuose, daugėja interneto vartotojų, spartėja mokyklų kompiuterizavimas. LIKS nemažai nuveikė realizuojant Europos kompiuterinio raštingumo programos ECDL idėjas ir kuriant atitinkamą infrastruktūrą, aktyviai dalyvauja rengiant informacinės visuomenės strateginius dokumentus bei realizuojant savo iškeltą šūkį „Informacinė visuomenė – visuomenė be periferijos“.

2002 „metais LIKS tapo Tarptautinės informacijos apdorojimo federacijos (IFIP) nare ir šiemet kartu su IFIP rengia Pasaulinį informacinių technologijų forumą (WITFOR). Tuo pačiu metu Vilniuje rengiamas eilinis LIKS renginys „Kompiuterininkų dienos 2003“. Jis apima vienuoliktąją mokslinę kompiuterininkų

konferenciją ir šeštąją mokyklinės informatikos konferenciją. Numatytas ir bendras posėdis su IFIP atstovais, kuriame bus svarstomi aktualūs informacinės visuomenės kūrimo uždaviniai ir siekiai mažinti visame pasaulyje skaitmeninės atskirties pavojų.

Leidinio „Informacijos mokslai“ redaktorių kolegija, vertindama LIKS veiklą informacinės visuomenės plėtros srityje, nutarė pratęsti prieš dvejus metus pradėtą bendradarbiavimą ir skirti atskirą žurnalo numerį šių metų renginiui. Leidinyje spausdinami recenzuoti konferencijų mokslo darbai. Jų temos apima platų informacinės visuomenės darbų spektrą. Straipsnių autoriai dirba įvairiuose universitetuose, moksliniuose institutuose, mokyklose. Vieni jų – mokslininkai turintys ilgametę patirtį, kiti – dar tik pradeda savo mokslinį kelią.

Primename, kad redakcija laukia Jūsų straipsnių šiais informacijos ir komunikacijos klausimais:

- Informacijos ir komunikacijos istorija, teorija, politika, mokymas;
- Informacijos ir žinių visuomenės politika ir strategija;
- Informacijos visuomenės technologijos;
- Žinių ekonomika;
- Žiniasklaidos tyrimai;
- Ryšiai su visuomene;
- Tarptautinė ir tarpkultūrinė komunikacija;
- Informacijos ir žinių vadyba.

Renaldas Gudauskas, Alfredas Otas

Editorial

The speed of Information Society development in Lithuania continuously accelerates. During the last year, several institutions under the authorities of Lithuanian Parliament, Lithuanian Government and several ministries were established and charged with the responsibilities of Information Society development. They function successfully. Provisions of "The Concept of Lithuanian National Information Society Development" laid down in "The Strategic Plan for Lithuanian Information Society Development" are under implementation.

Lithuanian Computer Society (LCS) was among the first in the country to realize the significance of ongoing processes of Information Society development not only in professional domains, but also in overall social life of the country.

In these latter years, all activities of the LCS were targeted at the acceleration of processes of Information Society development. It is gratifying to say that the indicators of Information Society development continue to improve, in Lithuania: computer penetration in households grows up; the circle of Internet users widens; the computerization of schools speeds up. These indicators reflect the performance of the LCS, too: the LCS did a lot of work in disseminating the ideas of ECDL computer literacy program and in establishing appropriate infrastructure; it participates actively in the elaboration of strategic documents for the Information Society; implements its motto "Information Society is the society without the provinces".

In 2002, the LCS became a member of the International Federation for Information Processing (IFIP); and this year in cooperation with IFIP, it organizes the World Information Technology Forum (WITFOR). Simultaneously, in Vilnius, the LCS organizes its traditional

event „Computer Days 2003". It includes the 11th scientific conference of computer science and the 6th conference of school informatics. One joint session with IFIP representatives is scheduled. The members of the LCS and the leaders of the international organization will discuss burden challenges of Information Society development and the goal to reduce the risk of the "digital divide" across the world.

Editorial Board of the journal „Information Sciences" wishing to acknowledge the LCS contribution into the development of Information Society decided to continue its collaboration that started two years ago and to publish a special issue dedicated to the event of this year.

Reviewed scientific papers of the conferences are published in this issue. The themes of the papers cover a wide spectrum of the aspects of Information Society. The authors of the papers work at different universities, scientific institutes, and schools. Some of them are experienced scientists, while others just start their scientific careers.

We would like inviting you to send us new articles on different aspects of information and communication, such as:

- Information and communication history, theory, policy, studies;
- Information society policies and strategies;
- Information society technologies;
- Knowledge economy;
- Mass communication research;
- Public relations;
- International and intercultural communication;
- Information and knowledge management.

Renaldas Gudauskas, Alfredas Otas

ŠVIETIMAS ŽINIŲ VISUOMENĖJE

Loginės sąvokų schemos perteikiant informatikos žinias

Beatričė Andziulienė

Klaipėdos universiteto Gamtos mokslų ir matematikos fakulteto Informatikos katedros docentė, gamtos mokslų daktarė
Klaipėda University Natural Sciences and Mathematics Faculty Computer Science Department, Assoc. prof., PhD
Baltijos pr. 107–37, LT–5800 Klaipėda
Tel. +(370) 698 04 691
El. paštas: beata@ik.ku.lt

Darbe nagrinėjamas sąvokų sistemos formavimas remiantis semantinių tinklų metodologija. Pateikiami metodiniai siūlymai, kaip formuoti informatikos sąvokų sistemą ir organizuoti informatikos mokymą pagal teminius sąvokų žemėlapius. Analizuojami konkretūs loginių schemų sudarymo pavyzdžiai, pravartūs dėstant įvairias informatikos temas. Parodomas informatikos sąvokų sistemos formavimo aktualumas, ugdant moksleivio sisteminių informacinių pasaulio suvokimą.

Pastaraisiais metais mokyklinis informatikos kursas įžengęs į naują raidos etapą. Pokyčių priežastis – informacinės technologijos, kompiuteris mokykloje. Susimąstykime, kokia informatikos paskirtis mokykloje, kokias informatikos žinias, kokių lygiu įgyja mokyklos abiturientai.

Perteikti mokiniams mokomąją informaciją labai svarbu, tačiau dar svarbiau – mokyti mokinius suvokti gautą informaciją ir ją apmąstyti. Vienas iš pagrindinių ugdymo tikslų šiuolaikinėje mokykloje – išmokyti mokyti, t. y. kaupti, sisteminti gautas žinias, sujungti jas į visumą, ugdyti sisteminių pasaulio pažinimą (Bendrosios programos, 2000). Mokytojai žino, kad bet kurio dalyko sąvokos yra pagrindiniai mąstymo, ypač aukštesnio lygio, elementai. Tačiau ar tam skiriama pakankamai dėmesio, ar diegiami nauji šiuolaikiniai metodai, technologijos? Šiame darbe aptariamas sąvokų mokymas ir tai, kaip mokytojai gali padėti moki-

niams suvokti ir plėtoti pagrindines sąvokas, „auginti“ individualią sąvokų sistemą, ugdyti sisteminių informacinių pasaulio pažinimą.

Šio tyrimo objektas – informatikos mokymas. Darbo tikslas – pateikti metodinius siūlymus, kaip formuoti informatikos sąvokų sistemą, sisteminti informatikos žinias. Sąvokų sistemos formavimui rengiant grafinius sąvokų žemėlapius taikoma semantinių tinklų metodologija (Davis, 1993).

Sąvokų sistemos formavimo aktualumas

Galimi du informatikos dėstymo mokykloje būdai:

- pirmasis – išmokyti naudotis kompiuteriu, rinkti, kaupti, saugoti, apdoroti informaciją, taikant lavinančius, vis sunkesnius, įvairesnius uždavinius,

kuriuos turi išmokti spręsti šiuolaikiniai mokiniai. Tokio požiūrio rezultatas – realių ryšių su pasauliu praradimas, pasaulio vientisumo suvokimo, intelektualinio ir etinio mokinių potencialo nusukdinimas;

- antrasis būdas grindžiamas prarastų „informacijos elementų“ tarpusavio ryšių paieška, suvokimu ir suderinimu, žinių sistemos ryšių su realiu pasauliu suderinimu, intelektualaus ir etinio mokinių potencialo ugdymu. Tai šiuolaikinis metodinis informatikos mokymo pagrindas.

Sisteminis informacinis pasaulio suvokimas gali būti formuojamas informatikos pamokose perkeltant idėją iš vienos žinių srities į kitą (ypač euristinio pobūdžio); tam padeda mokslo kalbos universalumas, bendros mokslo formos ir pažinimo būdai, filosofinių ir nefilosofinių žinių abipusis ryšys (Augustinaitis, 1994). Mokinių mokslinė pasaulėžiūra formuojama tam tikros srities sąvokų sistemos žinojimu. Mokiniai turi gerai suvokti ir aktyviai vartoti informatikos sąvokas (informacija, algoritmas, sistema, modelis, objektas, schema, atmintis ir t. t.), kurios išreiškia realius dalykus ir reiškinius, nes sąvokų supratimas – tai galingas įrankis sistemingai kaupti žinias (Andziulienė, 2000).

Tyrimas rodo, kad darbas su sąvokomis informatikos pamokose yra ne pagalbinis, o esminis būdas formuoti mokinių pasaulėžiūrą. Ugdant mokinių gebėjimą dirbti su sąvokomis ir aiškintis jų prasmę, didinamas ne tik informatikos pamokų, bet ir viso ugdymo proceso efektyvumas (Andziulienė, 2001).

Tarpusavyje susietų sąvokų sistema – tai objektų ir jų santykių išraiška, ji sudaro sisteminio informacinio požiūrio pagrindą, kuris leidžia įžvelgti daug bendrų įvairių sričių žinių bruožų. Šia prasme informatika panaši į filosofiją, o daugelis šios koncepcijos dalykų turi didelę pažintinę vertę mokslui (Augustinaitis, 1994).

Informatikos intelektualizacija vyksta visame pasaulyje. Jau dabar aišku, kad išmokti naudotis kompiuteriu gana paprasta, ne tam reikalinga informatikos disciplina. Tačiau dirbti su informacija, suvokti informacinių procesų esmę, mokėti kompiuteryje sumodeliuoti šiuos

procesus, spręsti išskylančius uždavinius daug sudėtingiau – tam reikalingos informatikos žinios. Informatika suteikia priemonių ir įgūdžių suvokti ir tyrinėti informacijos pasaulį remiantis informacinių sąvokų sistema.

Sąvokų sistemos formavimo etapai

Nuosekliam sąvokų sistemos formavimui reikia efektyvių ugdymo metodų. Tam naudojami tokie loginiai principai kaip analizė, sintezė, apibendrinimas, užtikrinantys proceso efektyvumą, sąvokų susietumą ir parodantys, kad intuityvus suvokimas nėra pakankamas. Galima išskirti tokius informatikos sąvokų sistemos formavimo etapus:

- *motyvuoto pažinimo etapas.* Šiuo etapu vyksta netiesioginės mokinių pasaulėžiūros, intuityvaus žinojimo aiškinimasis bei tikslingas įgūdžių ugdymas. Dėmesys kreipiamas nuo reiškinių (t. y. nuo išorinės apraiškos) prie jo esmės, po to prie teksto, t. y. to reiškinio pavadinimo, ir galimos teksto interpretacijos;
- *pagrindinių informatikos sąvokų formavimo etapas.* Formuojamos pagrindinės sąvokos: „informacija“, „modelis“, „sistema“, „struktūra“, „grafas“, „algoritmas“, „modeliavimas“, „interpretacija“, kartu vyksta laipsniškas intuityvios pasaulėžiūros nevalingos būsenos keitimas valinga būseną. Mokinio sąmonėje formuojama mokslinė informacinė sistema;
- *pažinimo metodų etapas.* Šiuo etapu mokiniams svarbu parodyti, kad jie nuo vaikystės naudojami tokiais metodais kaip stebėjimas, sisteminė analizė, apibendrinimas ir t. t., bet nežino, kad būtent taip jie vadinami. Šio etapo užduotis – išaiškinti kiekvienam mokiniui tokius asmeninės patirties epizodus, kuriuos galima pavadinti stebėjimu, analize, apibendrinimu, palyginimu, formavimu, modeliavimu;
- *sąvokos „požiūris“ įtvirtinimas,* t. y. žmogaus ir pasaulio, žmogaus ir kom-

piuterio, poreikių ir interesų, poreikių ir pasaulėžiūros, formos ir turinio, žodžio ir jo prasmės ryšio suvokimas. Šis etapas turi auklėjamąjį pobūdį, nes vyksta akivaizdus ir neakivaizdus „mokyklos vertybių“ formavimas, aiškinama pasaulio ir „mokyklos vertybių“ sąsaja, mokyklos ir žmogaus gyvenimo kelio pasirinkimo abipusis priklausymas;

- *įvairios prigimties sistemos bendrumo etapas.* Šiuo etapu mokinių dėmesys atkreipiamas į tai, kad informaciniuose įvairių reiškinių ir objektų modeliuose galima aptikti tas pačias sąvokas: „sistema“, „elementas“, „energija“, „grafas“, „informacija“, „struktūra“, „modelis“, „kalba“ ir t. t. Būtent per šias sąvokas, kurios yra lyg bendros gamtinėms, socialinėms ir techninėms sistemoms, mokiniai suvokia įvairios prigimties sistemų informacinių procesų dėsningumą;
- *mokslinis informacinės sistemos pasaulio sąmoningo suvokimo formavimo etapas,* įtraukiantis į aktyvų mokinių žodyną žodžius „pasaulėžiūra“, „informacinė visuomenė“, „informacinis sisteminis pasaulio suvokimas“, „informacinė sistema“ ir t. t. Remiantis informatikos sąvokų sistema sąmoninga formuojama pasaulėžiūra.

Sąvokų žemėlapių taikymas informatikos pamokose

Žinių sistemos pagrindas – mokomojo dalyko sąvokų sistema. Jai sudaryti pedagogai turi skirti daugiausia dėmesio (Arends, 1998). Pastarųjų metų psichologiniai bei pedagoginiai tyrimai (Gagne, 1985) vis labiau patvirtina suformuluotą ir paskelbtą idėją apie tai, kad mokymo procese prioritetinę vietą užima ypatingų pažintinių struktūrų formavimas – mąstymo schemų apibendrinimas. Prioritetinę reikšmę nulemia tai, kad šios sistemos padeda ne tik adekvačiai suvokti informaciją (pedagogo aiškinimą, praktinių ir laboratorinių darbų rezultatus), kaupti praktinį ir pažintinį patyrimą, bet ir mąstyti,

spręsti problemas. Pagrindinis mokymo uždavinys – gerai organizuotų ir sutvarkytų vidinių psichologinių konjunktūrinių struktūrų formavimas, nes tik tokia žinių pateikimo sistema gali užtikrinti mąstymo lankstumą. Tai viena iš didaktikos užduočių, nagrinėjanti pagalbos moksleiviui metodų kūrimą aiškinantis sąvokos struktūrą dalykinėje srityje. Sąvokų aparato įvaldymas lemia mokomosios medžiagos suvokimą ir jos naudojimą atliekant užduotis.

Loginės sąvokų schemos perduoda informaciją žmogui. Čia prasminis sąvokos turinys papildomas ne tik išvardijamais sąvokos požymiais, bet ir jos ryšiais su kitomis sąvokomis. Sąvokos įtraukimas į tarpusavio ryšių visumą padeda atsirasti papildomoms asociacijoms, įtvirtinti sąvokai individo mąstymo schemose, perkelti žinių sąvoką iš vienos mokslo srities į kitas. Pirmiausia kiekviena nauja sąvoka turi būti aiškiai apibrėžta (intuityvus moksleivių suvokimas negali būti objektyvus, ypač taip greitai kintant informatikos disciplinai), ji reikalinga mokomojo reiškinio esmei aiškinti. Atsižvelgiant į didelį moksleivių informacinį krūvį, turi būti pateikti ir konkrečios sąvokos ryšiai su kitomis moksleiviams jau žinomomis ir dar nežinomomis sąvokomis.

Formuojant informatikos sąvokas būtina atsižvelgti į tai, kad jos yra abstraktaus pobūdžio (pvz., informacinio modelio, informacijos sąvokos). Pedagoginė psichologija rekomenduoja – juo sąvoka abstraktesnė, tuo daugiau konkrečių objektų turi būti išanalizuota siekiant išsiaiškinti jos būdingiausius bruožus. Tik nagrinėjant konkrečius objektus ir sąvokų vartoseną, atsiskleidžia visos jos esminės savybės. Kitu atveju sąvokos supratimas turi žodinį, knyginį pobūdį, ji nesukelia moksleiviams jokios asociacijos.

Grafinė sąvokų sistemos struktūra yra vaizdingesnė. Tyrimai rodo, kad paprastas aprašymas ar lentelė turi mažesnę didaktinę vertę. Sąvokos sistemos struktūrą galime pavaizduoti kaip medį, pynučius su vertikaliais ir horizontaliais ryšiais arba voratinklį. Grafinė struktūra turi tenkinti šiuos reikalavimus:

- sudaryta schema turi atskleisti nagrinėjamo reiškinio (objekto) esmines charakteristikas, ryšių esmę;
- siekiant palengvinti suvokimą, ji turi būti lengvai skaitoma, nedaugiažodė;

- kuriant diagramą rekomenduojama riboti kiekvieno lygio elementų skaičių, o kad būtų lengviau juos išiminti, jų turi būti nuo penkių iki devynių.

Sąvoka, kurią reikia suprasti, viena vertus, yra struktūra, t. y. bet kuri sąvoka yra būdingų savybių aibė su tarpusavio ryšiais, kita vertus – tai suvokiamos informacijos esminis žodis. Kiekvienos sąvokos esminį žodį galima pradėti nagrinėti nuo bet kurios vietos, bet kurio lygio priklausomai nuo informacijos suvokimo ypatybių, nuo moksleivių individualaus pažinimo būdų. Kadangi nagrinėjimas gali būti pradėtas nuo bet kurio schemos lygio, kiekvienas esminis žodis priklausomai nuo individo pažintinių poreikių vienu metu gali būti ir visuma, ir tos visumos dalis. Taigi moksleiviams duodama galimybė susisteminti pateiktą mokomąją informaciją, siekiant ją įkomponuoti į subjektyvų žinių modelį.

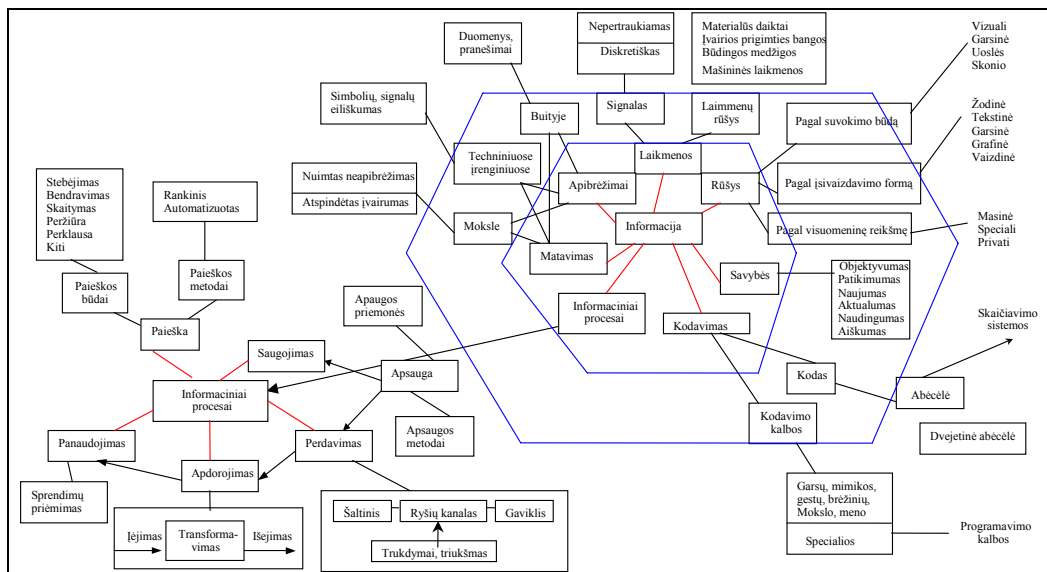
Sąvokų „informacija“ ir „informaciniai procesai“ formavimas

Išnagrinėjime temos „Informacija ir informaciniai procesai“ loginių sąvokų schemos sandarą ir galimą šios metodikos taikymą orga-

nizuojant pamokas. Esminė čia yra informacijos sąvoka. Svarbu, kad moksleiviai mokėtų sistemškai suvokti informaciją. Ji mums duota kaip objektyvi realybė, todėl priklausomai nuo žinių srities egzistuoja įvairūs priėjimai prie jos. Kartu informaciją mes gauname per informacinius procesus; tai yra subjektyvioji informacija – žinios. Informaciniai procesai susiję su informacijos ieškojimu, saugojimu, apsauga, perdavimu, apdorojimu ir naudojimu.

Bet kuri esminį žodį, pavyzdžiui, pirmojo lygio esminį žodį „informacija“ su moksleiviais turime nagrinėti kaip logiškai nedalomą informacijos vienetą. Kita vertus, esminis žodis turi savo parametrus. Kartu kiekvienas iš parametrų yra antrojo lygio esminis žodis. Informacijos esminio žodžio parametrai yra esminiai žodžiai „apibrėžimas“, „požymiai“, „rūšys“, „informaciniai procesai“ ir t. t. Kiekvienas parametras turi charakteristikas, kurios yra trečiojo lygio esminiai žodžiai. Esminius žodžius „informaciniai procesai“ apibūdina esminiai žodžiai „paieška“, „saugojimas“, „apsauga“ ir t. t. (žr. pav.).

Prieš sudarant schemą ir jos paaiškinimą būtina tiksliai nustatyti, kas bus pateikta kaip apibrėžimas ir paaiškinimas, parinkti būtinus pavyzdžius. Schemoje neturėtų būti daug teksto, nes tai



Pav. Temos „Informacija ir informaciniai procesai“ pagrindinių loginių sąvokų schema

nera vadovėlio paragrafas, skirtas skaityti, būtina sąvoką paaiškinti ryškiais ir apgalvotais pavyzdžiais, įtvirtinimo užduotimis, probleminiais klausimais ar lavinamaisiais žaidimais.

Loginių sąvokų schemų taikymo informatikos pamokose praktika patvirtino teiginį, kad juo daugiau protinių pastangų mes skiriame informacijos vientisumo organizacijai, tuo lengviau ji atsimenama. Įsimenamos medžiagos organizacija į panašaus tipo struktūras skatina jos geresnį atgaminimą todėl, kad labai palengvina tolesnę jos paiešką. Loginių sąvokų schemų pateikimas moksleiviams, remiantis logiškai nedalomais informacijos elementais, yra naujos medžiagos struktūrinis išdėstymas visiems suprantama kalba. Tai neleidžia mokiniams pažintinėje veikloje išvengti susipažinimo su nauja medžiaga. Tai viena iš priemonių sudaryti pamokose sėkmės situacijas, organizuoti pažintinę veiklą. Pedagoginė praktika parodė, kad toks mokomosios medžiagos pateikimas skatina moksleivius apmąstyti gaunamą informaciją ir kartu geriau suvokti loginius dėsningumus, mokomosios temos pagrindinių sąvokų ryšius. Informacijos sisteminimas turi būti taikomas tiek aiškinant naują medžiagą, tiek organizuojant efektyvesnę praktinį darbą kompiuteriu, aktyvinant savarankišką moksleivių darbą.

Tikslinga, kad grafinis sąvokų sistemos pateikimas lydetų pažintinį procesą nuo mokomosios temos pradžios iki įskaitinio užsiėmimo. Tokiu atveju moksleiviai, analizuojantys naują temą, gauna vaizdines schemas, kurios susiformuoja jų sąmonėje. Grafiniai simboliai įgauna prasmę, naują turinį, jie sukonkretinami, kyla naujos asociacijos, kurios žinių pavidalu įsitvirtina sąmonėje. Labai įdomus moksleivių darbas egzistuojančioje struktūroje „ieškant vietos“ naujai sąvokai. Tokioje veikloje moksleiviai turi analizuoti savo pačių žinių struktūrą, o tai jiems padeda įtraukti naujas žinias į jau turimų žinių struktūrą ir vaizdinį. Jeigu išdėsčius visą temą moksleiviams būtų pasiūloma patiems sudaryti išmoktos medžiagos struktūrinę schemą, skirtingą nuo tos, kuri buvo naudojama mokantis, tai rezultatai galėtų būti netikėti. Tai puiki grįžtamoji informacija, teikianti supratimą apie tai, kaip konkretus moksleivis suprato ir įsisąmonino nagrinėjamą temą.

Savarankiškas informacinių loginių schemų sudarymas pagal neužpildytas (tuščias) schemas-voratinklius ar savo schemų sukūrimas skatina moksleivių kūrybiškumą, smalsumą, didina pažinimo motyvą, teikia informacijos apie individualų moksleivio pažinimo lygį. Mokėjimas sisteminti žinias ir pateikti jas įvairia forma turi didelę reikšmę mokinių mąstymo raidai, sisteminio požiūrio į objektus ir supančio pasaulio reiškinius formavimuisi.

Temos „Skaiciavimo sistemos“ sąvokos

Panašios schemos gali būti naudojamos mokantis bet kurią informatikos kurso temą, netgi tokią matematizuotą kaip „Kompiuterio aritmetiniai pagrindai. Skaiciavimo sistemos“. Mokytojas, dėstydamas šią temą, susiduria su tokio mis problemomis:

- moksleiviai nesupranta mokomosios temos pagrindinių sąvokų – „skaiciavimo sistema“, „skaiciavimo sistemos pagrindas“, „skaiciaus reikšmė“, „skaiciaus žymėjimas“, „pozicinis principas“ reikšmės;
- sudėtingas matematinis aparatas, kurio analizei reikia daug laiko. Tam turėtų būti skiriama 2–3 kartus daugiau laiko;
- mokiniai nesupranta, kur galės pritaikyti įgytas žinias.

Norint padaryti nagrinėjamą temą įdomią kiekvienam moksleiviui, reikia taip organizuoti informacijos perdavimą ir įsisąmoninimą, kad moksleiviai įvertintų praktinę rezultatų vertę, pajustų, kad darbas bus įdomus ir pagal jų jėgas. Kaip parodė pedagoginė praktika, toks žinių pateikimas sužadina moksleivių smalsumą, sukelia teigiamas emocijas, norą kuo greičiau išspręsti užduotis.

Praktika parodė, kad pagrindiniai sunkumai dėstant šią temą kyla dėl to, kad moksleiviai nesupranta „skaiciaus“ sąvokos. Jeigu šią sąvoką jie įsisąmonina, tai nesunkiai susitvarko su pateiktomis užduotimis. Diskusijos metu išsiaiškinama, kokias asociacijas ir kokią požiūrį moksleiviams sukelia konkreti sąvoka. Tuo remiantis formuojamas sąvokos „skaiciaus“ modelis, kuris labai svarbus aiškinant temą. Šiuo eta-

pu moksleiviams pateikiama problema. Pažintinė, informacinė ar mokslinė problemos dalis susijusi su klausimų sandara: Kaip manote, ką reiškia žodžių junginys „skaičiavimo sistema“? Ar skiriasi sąvokos „skaičius“ ir „kiekis“? Kiek skaičiuje 1997 ženklų? Ar galima užrašyti šį skaičių naudojant tik vieną ženklą ir kaip tai padaryti? Atsakymai į šiuos klausimus padeda aktyvinti moksleivius ir nė vienas nelieta abejingas, nes laikosi tam tikros pozicijos ar pareiškia savo nuomonę. Dialogo rezultatas yra moksleivių išanalizuota pagrindinių sąvokų loginė schema.

Išvados

Sisteminio dalykinių žinių kaupimo bei sisteminio informacinio pasaulio pažinimo formavimo pagrindas yra gera, logiškai pagrįsta mokytojo dalyko sąvokų sistema. Darbe apžvelgti sąvokų sistemos formavimo etapai leidžia siekti nuoseklaus, sąmoningo žinių formavimo ugdant sisteminių pasaulio suvokimą. Loginių sąvokų

schemų sudarymo metodika, vaizdus jų grafines pateikimas dalykinių temų sąvokų žemėlapiams suteikia galimybių į sąvokų sistemos kūrimo procesą aktyviai įtraukti mokinius. Ši metodika:

- lavina mokinių kūrybiškumą;
- padeda įtraukti pagrindines sąvokas į aktyvų žodyną ir sąmoningai jas taikyti;
- formuoja subjektyvią žinių sistemą, kuri atitinka mokinių individualius gebėjimus;
- kuria kūrybiškumo ir sėkmės situaciją pamokose;
- lengvina mokomosios medžiagos suvokimą ir jos tolesnę paiešką;
- skatina įtvirtinti skirtingų temų ir dalykų sąvokų ryšius, susistemina gautas žinias;
- ugdo gebėjimą analizuoti, sintezuoti, apibendrinti, daryti išvadas, siekti naujų žinių.

Loginės sąvokų schemos – tai ir būdas patikrinti moksleivių žinias, išsiaiškinti jų informacinio pažinimo lygį.

LITERATŪRA

- Andziulienė B., Valionienė E. (2000) Informacinio požiūrio ugdymas informatikos mokyme // Tiltai. Besikeičiantis švietimas besikeičiančioje visuomenėje, Nr.2, p.34–41.
- Andziulienė B., Valionienė E. (2001) Kompiuterinių technologijų integracijos į ugdymo procesą tyrimas // Informacijos mokslai, t. 2, p. 18–24.
- Arends R.I. (1998) Mokomės mokyti. Vilnius.
- Augustinaitis A. (1994) Informacinė mokslo integracija // Informacijos mokslai. T. 2, p. 9–21.
- Bendrosios informatikos programos (2000) / LR Švietimo ir mokslo ministerija. Vilnius: Švietimo aprūpinimo centras.
- Davis R., Shrobe H., Szolovits P. (1993) What is a Knowledge Representation? // AI Magazine, vol. 14 (1), p. 17–33 [interaktyvus]. Prieiga per internetą. <http://medg.lcs.mit.edu/ftp/pszk/k-rep.html> [žiūrėta 2003–04–29].
- Gagne R. M. (1985) The conditions of learning and theory on instruction. 4th ed. New York: Reinhardt & Winston.
- Magazinčik V.D. (1997) Struktuirovaniye informatsii chelovekom pri priyatiji resheniy // Psichologicheskij zhurnal, Nr. 1, p. 132–139.

CONCEPTIONS' SYSTEM FOR INFORMATICS KNOWLEDGE CREATION

Beatričė Andziulienė

S u m m a r y

The well-sough-out conceptions' system is the base of effective creation of knowledge system about informational world. In this paper the main attention is paid on informatics conceptions' system creation using semantic nets methodology. All stages of conceptions' system creation are widely discussed. The author describes creation of conceptions' logical schemes, and visual graphic schemes of concep-

tions' maps. A lot of methodical suggestions for informatics teaching using conceptions' system and thematic maps are presented here. The author analyses some examples of subject's logical schemes. The importance of informatics subjects' system in creation of children knowledge system about informational world is discussed.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Kompleksinis kompiuterinių priemonių rinkinys verslo pagrindų mokymui

Eugenijus Bagdonas

Kauno technologijos universiteto profesorius
Kaunas University of Technology, Professor
Tel. +370 7 300 123; Faks. +370 7 300 102
El. paštas: Eugenijus.Bagdonas@ktu.lt

Vytautas Skvernys

Kauno technologijos universitetas
Kaunas University of Technology
Tel. +370 7 300 125; Faks. +370 7 300 102
El. paštas: Vytautas.Skvernys@ktu.lt

Irena Patašienė

Kauno technologijos universitetas
Kaunas University of Technology
Tel. +370 7 300 125; Faks. +370 7 300 102
El. paštas: Irena.Patasiene@ktu.lt
<http://personalas.ktu.lt/~irpat>

Integracijos ir globalizacijos procesai didina poreikį per minimalų laiką įgyti būtiną laikmečiui žinių kiekį. Į šį iššūkį privalo reaguoti dėstytojas, besirūpinantis studento gebėjimu išlikti produktyviu darbuotoju. Mokymosi visą gyvenimą idėja dar labiau verčia ieškoti visoms studentų grupėms priimtinių mokymosi priemonių. Dėstant verslo pagrindus įvairioms klausytojų grupėms, buvo pastebėta, kad lengvai išmokstami atskiri dalykai, bet sunkiai sekasi integruotai, globaliai suvokti įmonėje vykstančius procesus ir kartu taip įgytas žinias pritaikyti praktinėje veikloje. Buvo sukurtas tarpusavyje susijusių priemonių kompleksas, leidžiantis lengviau suprasti įmonės veiklą ir naudoti programines priemones, palengvinančias priimti racionalius verslo sprendimus. Atlikta apklausa patvirtino verslo pagrindų mokymo organizavimo tobulinimo kryptis.

Darbe nagrinėjamas kompleksinis požiūris į kompiuterinį verslo žaidimą (VŽ), papildytą priedais, pavyzdžiui, įmonės duomenų bazės fragmentu ar e. parduotuvės modeliu. Verslo pagrindų modulio kuratoriai gali kelti sau tikslą išmokyti studentą suvokti visuminius tarpusavyje susijusius procesus, pasitelkdami šiuolaikines kompiuterines priemones. Mokymo procesą organizuojančių institucijų pareiga – sudaryti sąlygas studentui per užsiėmimus susipažinti su šiomis priemonėmis. Lietuvos Respublikos Vyriausybė dar 2001 m. nutarimu patvirtino informacinės visuomenės plėtros koncepciją. Nutarime atkreipiamas dėmesys į informuotumo ir kompetencijos vaidmenį. Mokyklų kompiuteri-

zavimo trečiuoju etapu numatoma į mokymo planus diegti integruotas disciplinas (Otas, 2001). Dėstant verslo pagrindų modulį, verslo organizavimo proceso neįmanoma išsivaizduoti be veiklą charakterizuojančių duomenų rinkimo, kaupimo, analizės. Darbe pateikiamas kompiuterinių priemonių rinkinys padės suvokti ne tik tai, ko reikia norint pradėti verslą, bet ir sudarys sąlygas susipažinti su administravimu, prognozavimu ir planavimu, sprendimų priėmimo principais.

VŽ „Kietas riešutas“ buvo sukurtas 1994 metais (Bagdonas, 2000). Jis, kaip ir kitos panašios priemonės, padeda geriau suprasti ryšį tarp studijuojamo dalyko turinio ir konteksto

(Klabbers, 2001). „Kietas riešutas“ – mokomoji priemonė, skirta geriau suprasti įmonės valdymo esmę. VŽ tikslas – parodyti ryšį tarp skirtingų verslo funkcijų – gamybos, finansų, marketingo, intelekto išteklių vadybos ir kitų. VŽ gali būti taikomas įvairaus lygio mokymo institucijose, nes modulio organizatorius (kuratorius, vadovas) gali nesunkiai keisti parametrų skaičių. Paprastai konkurencija vyksta tarp 4–6 komandų, po kiekvienų finansinių metų VŽ vadovas organizuoja aptarimą, o dalyviai diskutuodami turi galimybę dar geriau suprasti įmonės valdymo finansinių rodiklių esmę (Bagdonas, 2000). Aptarimų metu studentai naudoja įvairią programinę įrangą (pvz., „MS Excel“, „MS Access“, „Internet Explorer“). Persikėlus VŽ sugeneruotus finansinius rezultatus, geriau suvokiamas informacinių srautų judėjimas įmonėje. Studentai nedidelėmis pastangomis įvairių užklausų būdu gali apibendrinti informaciją arba, atlikę elementarius skaičiavimus, gali pagrįsti sprendimo lapuose pasirenkamų kintamųjų reikšmes. Mokant vadybos dalykų, būtina atkreipti dėmesį į galimybę kuo plačiau naudoti informacines technologijas (Cox, 1998). Literatūroje aprašyta atvejų, kai vadybos mokymui bandoma taikyti kompleksines priemones. Organizacijoje (universitete) vykstančių procesų kompleksinis modeliavimas naudojant universiteto informacinę sistemą pateiktas Suomijos autorių darbuose (Tuomi, 2001), o e. komercijos modeliavimo galimybės aprašytos S. Jiwa darbuose (Jiwa, 2003). Abiem atvejais modeliavimui pasirinkta specializuota aplinka, o daugybė pasaulyje žinomų VŽ yra skirti konkrečių dalykų mokymui siaurąja prasme (Bagdonas, 2000). Universalus integruoto programinio produkto, kuriuo būtų galima modeliuoti mažos ar vidutinės įmonės veiklą, nepasitaikė.

Darbo tikslas – sudaryti verslo pagrindų mokymui skirtą programinių įrankių kompleksą, kurį naudodamas studentas per minimalų laiką sugebėtų įsisąmoninti šiuolaikinėmis sąlygomis būtiną žinių kiekį, o dėstytojas, atsižvelgdamas į studentų lokalizaciją ir jų pasirengimo lygį, galėtų lengvai jį adaptuoti.

Problemai spręsti darbe pateikiamas tarpusavyje susijusių mokomųjų priemonių kompleksas, kurį sudaro šios dalys:

- VŽ „Kietas riešutas“ (yra integruotas į WEB CT aplinką; bet galima dirbti ir lokaliai);
- „MS Access“ aplinkoje sukurta DB, skirta VŽ dalyvaujančių įmonių finansinės veiklos duomenų kaupimui ir analizei;
- „MS Excel“ aplinkoje sudaryta priemonė, skirta finansinės veiklos duomenų analizei;
- E. parduotuvė, skirta susipažinti su e. verslo pagrindais.

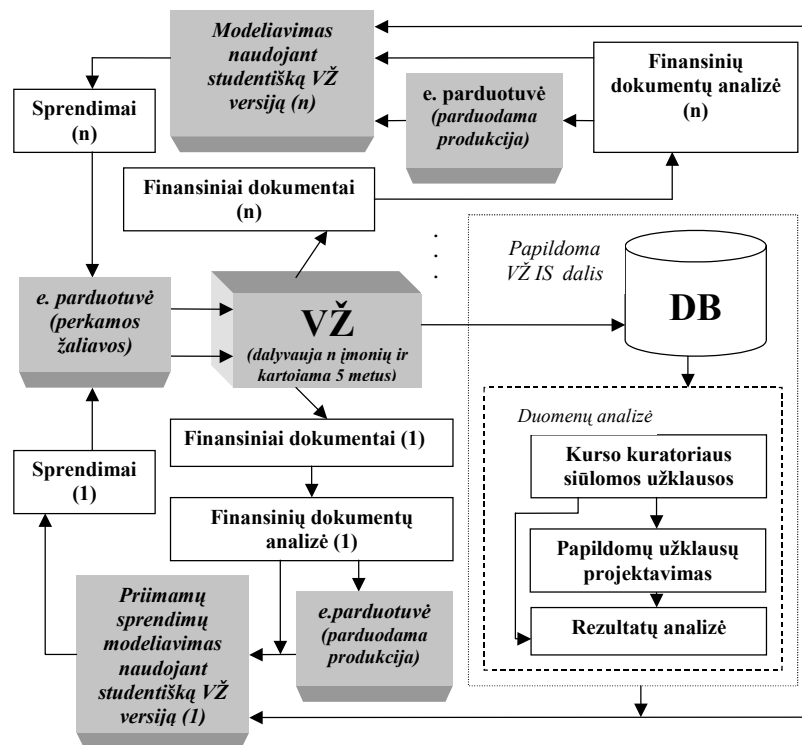
Vartotojų poreikiai buvo išsiaiškinti atliekant apklausų statistinę analizę.

Verslo pagrindų mokymui skirtų kompleksinių priemonių rinkinio struktūra

Šiuolaikinės įmonės veikla sunkiai įsivaizduojama be efektyviai funkcionuojančios IS, o kiekvienas informacinės visuomenės narys privalo išmokti organizuoti informaciją (Drucker, 2001). Labai svarbu suprasti, kad IS kūrimas yra ne vien informatikų reikalas, nes ja naudojasi įmonėje dirbantys žmonės, o dažnai ir klientai. Gera IS turi atspindėti įmonės veiklą, o geriausiai ją supranta įmonės darbuotojai. Taigi ypač įmonės vadovai turi gebėti suvokti IS kūrimo niuansus ir mokėti įmonėje vykstančius veiklos procesus perkelti į IS ir taip sukurti įrankį, kuris padėtų ne tik atsakyti į išskylančius klausimus, bet ir formuluoti klausimus. Problemos aktualumas aprašytas D. Saunderso ir G. Pencono darbuose (Saunders, 1999; Pencon, 2000). Vadinasi, tikslinga pasiūlyti įrankį, kuris padėtų išugdyti specialistus, atitinkančius keliamus laiko reikalavimus.

Vis daugiau įmonių, kurios dalį savo produkcijos sėkmingai parduoda e. parduotuvėse. Išankstinės apklausos parodė, kad nors nė vienas respondentas nesinaudojo realiai egzistuojančia e. parduotuve, bet dauguma norėtų pabandyti dirbti e. parduotuvę imituojančioje aplinkoje. Bendra mokomųjų priemonių komplekso schema parodyta paveiksle.

Centrinę komplekso dalį užima kompiuterinis verslo žaidimas (Bagdonas, 2000), kurį žai-



Pav. Kompleksinių programinių priemonių taikymo verslo pagrindų mokymui schema

džia n komandų, imituojančių skirtingų įmonių valdybas. Rekomenduojama VŽ kartoti penkerius finansinius metus. Paprastai komandos, studentiškoji VŽ versija įvertinusios praėjusių metų finansinius dokumentus, modeliuoja įmonės veiklą ir priima kitų metų veiklos sprendimus. Surinkęs visų komandų sprendimus, dėstytojas skaičiuoja kitų finansinių metų rezultatus pagal imitacinį rinkos modelį. Jei studijoms skirta pakankamai laiko ir jei studentų kompiuterinis pasirengimas pakankamas dirbti su DBVS „MS Access“, žaidėjams siūloma naudoti papildomą VŽ IS dalį. Sudaryta įranga perkelia duomenis iš VŽ uždaro DB aplinkos į „MS Access“ aplinką. Iš pradžių studentai supažindinami su DB struktūra, pateikiamas DB sąsajos su gaunamais finansiniais dokumentais aprašymas. Sudaryta keletas reglamentuotų užklausų, kurias studentai gali vykdyti be specialaus pasirengimo, tačiau palikta galimybė savarankiškai sudaryti užklausas, kurios žaidėjams atrodytų naudingos įgyvendinant priimtus sprendimus.

Tikimasi, kad į VŽ integruoti IS kūrimo elementai pagelbės studentams geriau suvokti šiuolaikinės įmonės funkcionavimą. Konkurencinėje kovoje sėkmės garantas yra gebėjimas analizuoti duomenis. Darbe daug dėmesio skiriama užklausų sudarymui. Tam buvo pasiūlyta užklausų klasifikacija: pagal vykdymo laiką (reglamentuotos, nereglamentuotos); pagal tikslą (tiesioginiams vartotojo poreikiams tenkinti, DB patikimumui palaikyti); pagal klausimų tipus (Kas...<sąlyga>? Kiek...<sąlyga>? Koks pasiskirstymas...?); pagal rezultato pateikimo pobūdį (parodant, formuojant naują lentelę, atliekant operacijas su įrašais); pagal atsakymui gauti reikalingų etapų skaičių.

Pateikus tokią užklausų klasifikavimo struktūrą studentams lengviau parinkti naudingas projektuoti užklausas tiek žaidimo rezultatams pagerinti, tiek įmonėje vykstantiems visuminiams procesams suprasti. Darbas su studentais parodė, kad ypač pravarti klasifikacija pagal klausimų tipus. Žaidėjai greitai suvokia vieno rodiklio reikšmių

pasiskirstymo įmonėse pagal kitų rodiklių reikšmes naudingumą. Tai leidžia geriau suprasti vadybinių parametrų tarpusavio priklausomybę ir išmokyti dirbti su „MS Access“.

Detalesnei duomenų analizei užklaustos rezultatus naudinga perkelti į „MS Excel“ aplinką ir pavaizduoti juos grafiškai ar statistinės analizės būdu. Taip studentai išmokomi greitai analizuoti duomenis, o tai padeda pagrįstai priimti racionalesnius sprendimus.

E. parduotuve galima pasinaudoti perkant žaliavas ir parduodant produkciją. Studentams svarbu suvokti visas pagrindines procedūras, reikalingas sukurti e. parduotuvės veiklos modelį. Žaidėjai susipažįsta su e. parduotuvės duomenų bazės struktūra ir vartotojui siūlomais veiksmais, pavyzdžiui, procedūromis, susijusiomis su vartotojo registracija, prekių registracija ar parduotuvės valdymu. Į struktūrą įeina duomenys apie vartotojus, parduotuves (pavadinimas, įmonės kodas), įmones (pavadinimas, įmonės kodas, banko rekvizitai), prekes (pavadinimas, kodas, kaina, kiekis), žaliavų sandėlį (prekę, kiekis, priėmimo data).

E. parduotuvės modelis sudarytas PHP aplinkoje. Jos adresas <http://jkm.ktu.lt/ebiz>.

integruoto mokymo priemonių taikymo studijoms naudingumo tyrimas

Po bandomojo įdiegimo buvo atliktas naudingumo tyrimas. Pagal sudarytą klausimyną apklausti Jaunųjų kompiuterininkų mokyklos prie KTU 38 moksleiviai. Žinant, kad monoto-

niškas VŽ taikymas nėra maksimaliai efektyvus studijų procesui (Geurts, 1999), buvo nutarta ištirti moksleivių požiūrį į įvairius programinio komplekso komponentus. Net 89% respondentų teigiamai įvertino galimybę VŽ rezultatų analizei naudoti DBVS ir 81% – e. parduotuvės integravimą į bendrą programų kompleksą. 95% respondentų pageidauja vidutinio arba kuo tikslesnio įmonės veiklos atspindėjimo, prioritetą teikdami vidutinio sudėtingumo ar labai sudėtingoms mokomosioms priemonėms.

Išvados

Verslo pagrindų mokymui skirtu programinių produktų kompleksu, kurio pagrindą sudaro VŽ, sudedamosios dalys turi būti lengvai integruojamos ir eliminuojamos priklausomai nuo klausytojų pasirengimo lygmens, nuo moduliui skirtu laiko. Modulis turėtų būti lengvai adaptuojamas įvairioms mokymo formoms. Programinių produktų kompleksas, kaip situacijos modeliavimo priemonė, galėtų praversti ir savarankiškomis verslininkų studijoms.

Sudaryta priemonė leidžia kūrybiškai ir įvairiapusiškai pasinaudoti jau veikiančia e. parduotuve ir IS, o ateityje žaidėjui reikėtų sudaryti sąlygas dalyvauti net ir pradiniam IS kūrimo etape.

Atliktas tyrimas rodo, kad nereikia bijoti kurti sudėtingų žaidimų, nes globalizacijos, integracijos ir kompiuterizacijos sąlygomis vartotojo (studento) poreikiai ir galimybės vis didėja.

LITERATŪRA

- Bagdonas E., Patasiene I., Skvernys V. (2000) Business game application in different educational institutions // The International Simulation and Gaming Yearbook. Vol. 8. London: Kogan Page, p. 168–175.
- Cox B., Saunders P. (1998) Simulation – game design as a communication process // The International Simulation and Gaming Yearbook. Vol. 6. London: Kogan Page, p. 161–173.
- Drucker P. F. (2001) Management Challenges for the 21st Century. HarperBusiness.
- Geurts J. (1999) The use and effectiveness of gaming/simulation for strategic culture change // The International Simulation and Gaming Yearbook, Vol. 7. London: Kogan Page, p. 156–168.
- Jiwa S., Lavelle D., Rose A. (2003) Entrepreneur: simulating e-start up // The International Simulation and Gaming Yearbook. Vol. 11. Edinburgh: Napier University, p. 120–126.
- Klabbers Jan H.G. (2001) Bridging Information & Knowledge Society: Potentials of gaming //

- Rahnu Leen (ed.). Bridging the Information and Knowledge. Tartu: Tartu University, p. 27–64.
- Otas A. (2001) Informacinės visuomenės iššūkiai mokyklai ir universitetui // Informacijos mokslai, t.18, p. 11–17.
 - Poncon G. (2000) Le management du système d'information hospitalier. Rennes: ENSP.
 - Saunders D., Richards (1999) Strategic planning in higher education institutions: the role and development of information strategies // The International Simulation and Gaming Yearbook. Vol. 7. London: Kogan Page, p. 1–15.
 - Tuomi V., Tauriainen K. (2001) Simulation as a Method to Improve Processes and Quality – Some Experiences of the Simulation Processes at the University of Vaasa // Rahnu Leen (ed.). Bridging the Information and Knowledge. Tartu: Tartu University, p. 170–180.

SET OF SOFTWARE PRODUCTS FOR TEACHING BUSINESS BASICS

Eugenijus Bagdonas, Irena Patašienė, Vytautas Skvernys

S u m m a r y

As globalisation and integration processes go on, in Lithuania there appears ever-greater demand for adjusting work and learning. Teacher, who cares about the ability of his students to stay productive workers, must react to this challenge of these times. The idea of learning all the life forces searching of instructional aids those are acceptable for all groups of students. While teaching business basics for various categories of students it was found out that they master

individual matters easily, but have problems with understanding processes, happening in the enterprise, globally and integrating the knowledge into praxis. The complex of tools, that makes understanding of the activities of the enterprise and using program tools easier was suggested. Survey of students confirmed directions of improving of learning process of business basics.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Programavimo pagrindų mokymo vidurinėje ir aukštojoje mokyklose lyginamoji analizė

Jonas Blonskis

Kauno technologijos universiteto docentas,
daktaras
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof., PhD
Sukilėlių g. 112–34, LT–3043 Kaunas, 72 05 16
El. paštas: jonasb@soften.ktu.lt

Valentina Dagienė

Matematikos ir informatikos instituto docentė,
daktarė
Institute of Mathematics and Informatics,
Head of Department, Assoc. Prof., PhD
Akademijos g. 4–601, LT–2600 Vilnius.
El. paštas: dagiene@kti.mii.lt

Mokydamiesi bet kurio kurso remiamės anksčiau įgytomis žiniomis ir ypač turimais įgūdžiais. Tai gali būti kodifikuotos (dalyko) arba situacinės (besimokančiojo patirties) žinios. Dalyko turinį ir apimtį lemia ne tik visuomenės žinių poreikiai, bet ir vieta mokymo ir studijų programose. Formuojant konkretaus dalyko modulio turinį, būtina atsižvelgti į žmogaus turimas žinias ir pasiruošimą tą modulį priimti. Straipsnyje nagrinėjama programavimo pagrindų kurso vieta, lyginamos vidurinės ir aukštosios mokyklų programos, atsižvelgiama į užsienio šalių patirtį, pateikiami programavimo žinių reikalavimai, aptariamas siektinas tokio kurso turinys.

Švietimo sistemos pagrindas – žinių perimamumas, koncentriškumas, laipsniškas įgūdžių lavinimas, pradedant paprastesniais ir pereinant prie sudėtingesnių. Tai atitinka apskritai žmogaus prigimtį.

Viena vertus, mokymo programų turinį veikia visuomenės technologiniai ir kultūriniai pokyčiai. Dalykų turinio kaitą lemia poreikiai žinių, kurias, kita vertus, generuoja nauji technologiniai sprendimai. Tad labai svarbu kuo operatyviau atnaujinti mokymo bei studijų programas, atskirų modulių turinius, kad jaunas žmogus, baigdamas studijas, įgytų būtinų tam laikotarpiui teorinių žinių ir praktinių įgūdžių.

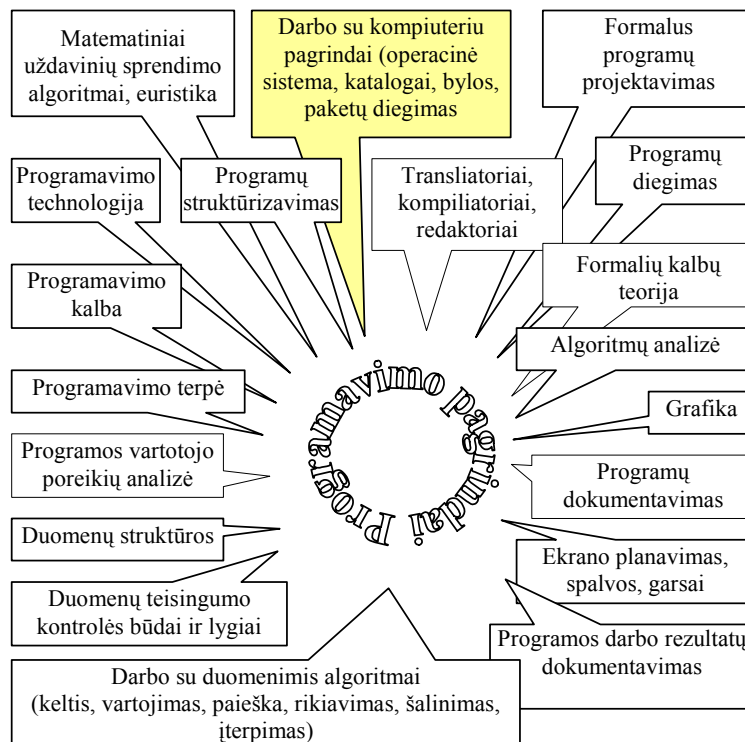
Dabartiniu metu labiausiai dinamiški yra informatikos žinių srities moduliai. Universitetai stengiasi teikti apibendrintas teorines žinias. Tobulinti praktinius įgūdžius studentui paliekama individualiai. Daugelyje šalių įprasta, kad būsimo specialisto rengimą užbaigia firmos pagal savo poreikius. Tam universitetuose sudaromi užsakomieji nedidelės apimties tiksliniai moduliai, orientuoti į konkrečias žinias. Šiuos

modulius studentai renka savo nuožiūra arba būsimo darbdavio pageidavimu.

Remiantis tarptautiniais dokumentais informatikos studijas aukštojoje mokykloje sudaro šie pagrindiniai kursai: įvadiniai (programavimo pradmenys ir jiems analogiški dalykai), atraminiai (matematika, inžinerija, techninis raštingumas, ekonomika, projektų vadyba, oratorika ir pan.), kompiuterių (nedidelės apimties moduliai apie kompiuterius, kompiliatorius, operacines sistemas, internetą ir pan.) ir profesionaliosios praktikos kursai (Computing..., 2001).

Programavimo pradmenų ir pagrindų kurso esminiai aspektai

Informatikos studijų aptarimas ir reikalavimai suformuluoti JAV universitetų paruoštame dokumente (Computing..., 2001). Jame pirmiausia pabrėžiama didelė programavimo žinių ir gebėjimų svarba rengiant informatikos specialistą. Tyrimai rodo, kad tai labai reikalinga jo tolesnei darbinei veiklai.



Pav. Programavimo pagrindų skeistinė

Įvairiose šalyse įvadiniai programavimo kursai yra skirtingi, nevienodas žinių teikimo eiliškumas, tačiau visi jie apima programavimo įvadą, duomenų struktūras ir klasikinius algoritmus, programavimo pagrindus, abstrakčias duomenų struktūras. Kiekvieną kursą sudaro keletas modulių, kurių pavadinimai ne visuomet atspindi teikiamas žinias ir jų apimtį. Vartojami pavadinimai dažnai yra konservatyvūs, ne visada atitinka esmę.

Apskritai su informacinėmis technologijomis susijusios sąvokos labai greitai kinta, įgauna naujų bruožų, perteikia kitonišką turinį. Pavyzdžiui, programuotoju paprastai apibūdinamas žmogus, kuris rašo programas; tačiau šis apibūdinimas buvo tikslus prieš keliolika metų, kai programų rašymui toks žmogus skirdavo 80–90% savo laiko; dabar tam skiriama ne daugiau kaip 10–15%, o kitą laiką yra kuriami algoritmai, projektuojamos bei modeliuojamos programinės sistemos, aprašoma dokumentacija ir pan.

Remdamiesi šiuolaikinėmis sampratomis ir terminais pabandysime nusakyti, kas yra programavimo pagrindai (žr. pav.) ir kuo remiasi kursą nusakantys moduliai.

Bendrojo lavinimo mokyklų XI–XII klasėse yra pasirenkamas modulis „Programavimo pagrindai“ (68 val.) (Lietuvos..., 2002). KTU Informatikos fakulteto studijų planuose I semestre yra modulis „Programavimo pagrindai“ (4 kreditai, 160 val.), II semestre – „Programų kūrimas ir objektinio programavimo įvadas“ (4 kreditai, 160 val.), III semestre – „Duomenų struktūros ir objektinė programavimo technologija“ (4 kreditai, 160 val.). Analogiški kursai, tik vėl kitokiais pavadinimais yra Vilniaus universitete: „Programavimo pagrindai“, „Algoritmavimo ir kombinatorinių uždavinių sprendimas“, „Objektinis programavimas“, „Programavimo kalbų teorija“.

Patyrinėję keletą aukštųjų mokyklų programavimo mokymo modulių galime teigti, kad modulių pavadinimai neapibrėžia teikiamų ži-

nių apimtį ir nenusako konkretaus turinio. Studijų programose (ir literatūroje) paprastai programavimo mokymas išreiškiamas šiais modulių pavadinimais: programavimo samprata, programavimo pradmenys, programavimo pagrindai, programavimo įvadas, programavimo praktikumas, programų kūrimas, programavimas ir pan. Kas slypi po tais pavadinimais? Kokias žinias apibrėžia autoriai tais pavadinimais? Valandų skaičius, skiriamas modulio medžiagai išmokti, daug ką sako, tačiau nei pavadinimas, nei valandos neapibrėžia žinių srities, numatomos modulio autoriaus. Vienodai pavadinti moduliai su vienodu valandų skaičiumi labai skiriasi turiniu. Tai suprantama, nes kiek autorių, tiek skirtingų nuomonių, kaip reikia mokyti programuoti, kokias pagrindines žinias turi gauti būsimas programuotojas.

Taigi ne pavadinimas lemia žinias, tačiau bendraujant pavadinimai turi didelę prasmę. Pabandykime pažvelgti, kokias žinių sritis paliečia programuotojo pamatinių žinių bagažas. Kokios žinios turi būti teikiamos būsimam programuotojui? Paveiksle parodytos galimos žinių sritys. Kas ir kaip turi būti atspindima programavimo pagrinduose?

Programavimo modulio turinio struktūrą nusakoma trys dedamosios (Dagienė, Blonskis 2002):

- 1) pasiruošimas,
- 2) pagrindinės žinios,
- 3) programų kūrimas.

Kiekvienos jų apimtį lemia modulio klausytojo pasiruošimas. Pavyzdžiui, pasirušimui būtinos darbo su kompiuteriu žinios ir įgūdžiai: darbo su operacine sistema pradmenys, gebėjimas dirbti su katalogais ir bylomis, tekstų rengykle, darbo su technika (ekranu, klaviatūra, spausdintuvu, diskeliais ir pan.) įgūdžiai. Tos žinios nevienodos penktoko, vienuoliktoko ar pirmakursio. Universitetų pirmakursiai nemokomi dirbti su kompiuteriu, nes tas žinias ir įgūdžius jie gauna mokykloje. Laisva modulio vieta skiriama tikslinėms žinioms.

Atmeskime bendrojo lavinimo dalykus (tiek humanitarinius, tiek tiksliuosius, be kurių žinių programuotoju taip pat netapsi), atmeskime specialius matematikos skyrius, reikalingus konkrečios profesijos specialistams. Supranta-

me, kad rengiant programuotoją atskirai nagrinėti programavimo kalbos konstrukcijas, algoritmus, duomenų struktūras, programavimo terpes ir kt. netikslinga ir neefektyvu. Tam skirti moduliai gali būti tik tikslinėse profesinėse studijose. Pradedančiajam programuotojui žinios turi būti teikiamos kompleksiskai.

Programavimo pagrindai nevienodi rengiant informatikos specialistus, matematikos ar mechanikos. Juk vieni kurs programas, kiti tik naudosis modifikuodami turimas, dar kiti, pavyzdžiui, „Excel“ vartotojai, pasirašys ciklo ar sąlygos sakinius. Kiekvienas šiuolaikinis programinis paketas leidžia rašyti daugiau ar mažiau sudėtingas programas. Tik mėgėjas tenkinasi paketo mygtukais nusakomais veiksmams. Profesionalus vartotojas visuomet pasinaudos programavimo galimybe. Pavyzdžiui, bet kuris specialistas, savo darbinėje veikloje vartojantis „Excel“, neatsisakys galimybės rašyti „Visual Basic“ programas, internetinių puslapių kūrėjai pasinaudos „Java Script“. Visiems reikalingas supratimas, kaip rašomos programos, kas yra algoritmai.

Bendrojo lavinimo mokyklų X klasės informatikos kurse programavimo sampratai yra skirta 17 val. (Lietuvos..., 1997). Čia supažindinama su programavimo kalbos konstrukcijomis (priskyrimas, sąlygos sakiny, ciklas, programos struktūra, įvesties ir išvesties procedūros, kintamieji), duomenų pagrindinėmis struktūromis (realieji ir sveikieji skaičiai, loginės reikšmės), algoritmo sąvoka, programavimo terpe, kompiliatoriaus, transliatoriaus, redaktoriaus sąvokomis, skaičiavimo sistemomis, kaip gaunama programa, kurią vykdo kompiuteris, ir t. t. Tai įvairių sričių žinių kruopelės.

Įprasta, kad aukštojoje mokykloje nėra kartojama tai, kas buvo bendrojo lavinimo mokykloje. Tai būdinga ne tik tradiciniams mokslams, bet ir informatikai, programavimui. Visi baigiantys mokyklą turi supratimą, kas yra programavimas, tačiau nedaug kas moka rašyti nedideles programas, vienetai – pakankamai tobulas programas.

Programavimo pagrindų turinio vidurinėje mokykloje ir universitete palyginimas

Palyginkime „Programavimo pagrindų“ modulio temas (žr. lentelę). KTU modulis dengia mokyklinį modulį kitu nuoseklumu ir gerokai plačiau. Pirmasis modulio variantas skirtas tiems, kurie neklausė mokyklinio modulio. Antroji KTU modulio versija skirta mokiniams, jau mokantiems programuoti. Jiems teikiamos papildomos žinios, nagrinėjami sudėtingesni algoritmai. Skirtingų aukštųjų mokyklų moduliai teikia tas pačias esmines žinias. Konkretus temų rinkinys priklauso nuo jau turimų žinių ir mokymo programose esančių kitų modulių, kuriems reikia papildomų žinių.

Mokyklinis modulis pagrįstas procedūrinio programavimo technologija ir DOS programavimo terpe „Turbo Paskaliu“. Tai keistina, nes ne tik KTU pereita prie šiuolaikinių programavimo technologijų, taikant objektinio programavimo technologiją. Galimi įvairūs mokymo būdai. Vienas jų yra įprasti naudoti jau esamus objektus, papildyti jau turimas klases naujais kintamaisiais ir metodais, tik paskui pradėti kurti savo klases ir objektus.

Atsižvelgiant į informatikos mokytojų pasirengimą, lengviausia ir paprasčiausia mokyklose pereiti prie objektinio programavimo naudojant „Delphi“ paketą su „Object Pascal“ programavimo kalba. Pirmą, „Object Pascal“ kalbą mažai skiriasi nuo „Paskalio“, antra, „Delphi“ darbo terpė yra tapati „C++Builder“ terpei (ir kitoms analogiškomis). Tai leidžia lengvai pereiti prie kitų programavimo kalbų. Terpė nesudėtinga, leidžia komponuoti „Windows“ tipo programas. Parašytas naujas vadovėlis (Blonskis ir kt., 2003) teikia objektinio programavimo įvaizdį: programos kuriamos papildant programos objekto (*Form1*) klasę (*TForm1*) naujais kintamaisiais ir metodais. Mokyklose siekiant pereiti prie objektinio programavimo pagrindų mokymo, reikia pakeisti modulio turinį.

Programavimo pagrindų mokymo esmė

Programavimo pagrindai nėra kursas, kurį išmokus tampama profesionaliu programuoto-

ju. Tai greičiau kursas, kurio žinios sukuria programavimo sampratą, jis teikia įvadinę specialią kursą žinias. Parenkant programavimo pagrindų kurso vietą mokymo programoje atsižvelgiama, kokias kitų kursų žinias klausytojas jau turi, kokias gretimų kursų žinias reikia teikti, kad būtų galima pasiekti keliamus tikslus. Mokykliniame programavimo pagrindų kurse (paveikslė patamsintos žinių sritys) išskiriamos trys dalys (Dagienė, Blonskis 2002): pasiruošimas mokymui (darbas su kompiuteriu, pažintis su programavimo terpe, programavimo kalbos elementai), pagrindinės žinios (duomenų struktūros, algoritmai, matematiniai uždavinių sprendimo būdai) ir programų kūrimas (duomenų struktūrų projektavimas, algoritmų modifikacija ir kūrimas, sprendimų realizacijų ypatumai). Dalį būtinų žinių ir darbo įgūdžių XI klasėje mokiniai jau turi, dalį būtina teikti šiame kurse. Mokiniam, kuris jau moka programuoti, pirmosios dvi dalys užima labai nedidelę dalį, todėl programų kūrimui galima skirti nemažai dėmesio, daugiau, nei reikalaujama pagal programą. Mokytojui reikia pasiruošti dar vieną modulio variantą.

KTU Informatikos fakulteto studentams parngtos dvi skirtingos modulio formos: tiems, kurie mokyklos XI–XII klasėse nebuvo pasirinkę programavimo pagrindų modulio, ir tiems, kurie tą modulį išklaušę.

Išvados

1. Dalyko turinį lemia visuomenės technologiniai laimėjimai, kultūriniai pokyčiai ir specialiųjų žinių poreikis.

2. Modulių, realizuojančių dalyko turinį, skaičius ir apimtis priklauso nuo mokymo ir studijų apimties.

3. Modulio turinį apibrėžia modulio vieta mokymo ir studijų planuose. Jis priklauso nuo klausytojų pasiruošimo, kitų dalykų teikiamų žinių.

4. Detalizuojant modulio turinį temomis, itin svarbu atsižvelgti į tai, kokių žinių trūksta modulio medžiagai suprasti. Tam būtina atidžiai išnagrinėti gretimų dalykui modulių darbinės programas.

Lentelė. Programavimo pagrindų temos

Temos	VM	KTU 01 02	KUL	TRI	CC
1. Pagrindinės sąvokos. Programinės ir techninės įrangos klasifikacija	+			+	
2. Objektinio programavimo sąvokos, komponentinis programavimas		++		+	
3. Programavimo kalbos ir transliatoriai. Programavimo terpės	+				
4. Programos struktūra. Paprasčiausia programa	+	++	+	+	+
5. Pagrindiniai duomenų tipai	+	++	+	+	+
6. Pagrindinės valdymo struktūros. Programos rašymo stilius, programavimo kultūra. Programos struktūrinimas	+	++	+	+	+
7. Procedūros ir funkcijos. Parametrai	+	++	+	+	+
8. Masyvas. Simbolių eilutės. Veiksmų su duomenimis masyve algoritmai: keltis, paieška, paprasčiausi skaičiavimai, rikiavimas	+	++	+	+	+
9. Daugiamačiai masyvai. Matriciniai skaičiavimai		++	+	+	+
10. Dinaminiai masyvai		++			
11. Teksto analizė ir redagavimas		++			
12. Įrašas (struktūra). Veiksmai su įrašo tipo duomenimis	+	++	+	+	+
13. Tekstinės bylos. Rašyti, skaityti duomenis	+	++	+	+	+
14. Tipizuotos bylos (failai)			+	+	
15. Programavimo technologija. Programos sudarymo etapai: rašymas, derinimas, kompiliavimas, testavimas, tobulinimas. Programos teisingumo supratimas. Programos patikimumas. Programos ir vartotojo ryšys. Dokumentavimas	+	++	+	+	+
16. Informacijos apdorojimo veiksmi. Paieška, rikiavimas, suliejimas. Algoritmai ir jų palyginimas		++	+	+	+
17. Programų projektavimo samprata. Duomenų ir rezultatų formos parinkimas ir jos įtaka programos struktūrai. Modulinės struktūros padengimas funkcijomis. Realizacija		++		+	+
18. Rekursija			+	+	+
19. Aibės ir bitinė aritmetika			+	+	+
20. Dinaminė atmintis. Dinaminiai komponentai		+		+	
21. Grafika		++		+	
22. Tiesiškos dinamiškos duomenų struktūros		++	+	+	
23. Žiediniai ir lizdiniai sąrašai		+			
24. Medžiai		+		+	
25. Darbo su duomenų bazėmis pagrindai		+		+	
26. Programinės įrangos kūrimo pagrindai				+	

VM – vidurinėje mokykloje 68 val.;

KTU Informatikos fakulteto I ir II semestruose po 4 kreditus (po 160 val.): 01 forma – pradedantiesiems, 02 forma – klausiusiems programavimo pagrindų mokykloje;

KUL – Komerijos universitetas Liuvne (Belgija), 1–2 sem.;

TRI – Transporto ir ryšių institutas, Ryga (1–2 sem.; 144 aud. val.);

CC – Computing Curricula, programavimo pagrindai JAV universitetuose.

5. Mokyklos ir universiteto moduliai turi būti suderinti tęstinumo principu. Dažnai tai neįmanoma (jei studentų skaičius nedidelis). Mokyklos XI–XII klasėse mokymas yra modulinis profilinis. Priimant į universitetus neatsižvelgiama, kokius modulius moksleivis mokykloje išklause ir kokių neišklausė (pa-

vyzdžiui, priimant į informatikos studijas reikėtų reikalauti, kad būsimieji studentai būtų išklause mokykloje programavimo pagrindų modulį).

6. Universitetiniuose programavimo pagrindų moduliuose turi būti žinių išlyginamosios temos.

LITERATŪRA

- A curriculum for schools and programme of teacher development (2002) // Information and communication technologies in education / ed. P. Resta. UNESCO.
- Computing Curricula. (2001) Computer Science. Steelman draft, August 1, USA.
- Blonskis J., Bukšnaitis V., Dagienė V., Jusas V., Marcinkevičius R. (2003) Programavimo pagrindai Delphi XI–XII klasėms: Vadovėlis. Vilnius: TEV.
- Dagienė V. (1997a) Informatikos mokymo vidurinėje mokykloje nuostatų formavimasis // Informacijos mokslai, t. 4, p. 40–55.
- Dagienė V. (1997b) Socialinė ir etinė kryptis informatikos mokymo kurse // Švietimo reforma ir mokytojų rengimas: IV tarptautinės mokslinės konferencijos medžiaga. Vilnius: VPU, p. 94–99.
- Dagienė V., Blonskis J. (2002) Programavimo mokymas išplėstiniame informatikos kurse // Lietuvos matematikos rinkinys, t. 42, specialusis numeris, p. 229–234.
- Fiošin M. (2001) Programirovanie na jazyke Object Pascal v srede Delphi. Riga: Institut transporta i sviazi.
- Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir išsilavinimo standartai XI–XII klasėms. (2002) Vilnius: Švietimo aprūpinimo centras.
- Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos. (1997) I–X klasės / Lietuvos Respublikos Švietimo ir mokslo ministerija. Vilnius: Leidybos centras, p. 281–287.

THE PROBLEMS OF TEACHING BASIC ELEMENTS OF PROGRAMMING IN SECONDARY AND HIGHER SCHOOLS

Jonas Blonskis, Valentina Dagienė

S u m m a r y

Introduction to some main elements of algorithms is included in the compulsory school curriculum. A special programming module has been developed for the optional extended secondary school curriculum. All technical higher schools start to teach programming at the first year. The paper discusses the main issues of teaching programming in secondary and

higher schools and describes difficulties in instructing theoretical and practical aspects. Main attention is paid to analyzing the content of the modules for programming. Some principles of compatibility for teaching programming between secondary and higher schools are presented, too.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Pedagogo kompetencija, informacinių ir komunikacinių technologijų diegimas švietime

Vaino Brazdeikis

Švietimo informacinių technologijų centras
Center of Information Technology for Education
Suvalkų g. 1, LT-2009 Vilnius
Tel. 235 61 50, faks. 235 61 55
El.paštas: vainas@ipc.lt

Naujas ugdymo turinys, nauji metodai siejami su informacinėmis ir komunikacinėmis technologijomis (toliau – IKT). Sutariama, kad jų veiksmingas naudojimas priklauso nuo pedagogo veiklos. Tam būtina didelė pedagogo IKT kompetencija. Tačiau ši tema mažai nagrinėta mokslinėje literatūroje. Šiame straipsnyje pagrindžiama pedagogo IKT kompetencijos ir IKT diegimo švietime sąsaja. Hierarchinio kompetencijos lygių modelio ir IKT diegimo švietime etapų sutapimas leidžia teigti, kad pedagogo IKT kompetencija yra keturių lygių.

Modernus ugdymo turinys tiesiogiai siejasi su naujausiomis informacinėmis technologijomis, o šios vis labiau lemia ugdymo metodus ir priemones. Daugelis tyrėjų iš esmės sutaria, kad naujos IKT daro teigiamą įtaką ugdymui, kad IKT diegimas tiesiogiai siejamas su moksleiviais, su jų mokymosi ir mokymo rezultatų gerinimu, profesiniu tobulėjimu, švietimo modernizavimu ir kaita. Pabrėžiama, kad geresnių rezultatų pasiekia tie moksleiviai, kuriuos moko geriau informacines technologijas išmanantys ir daugiau savo profesiniu pasirengimu besirūpinantys mokytojai (Andresen, 2002; Markauskaitė, 2000; Coughlin, 1999). Atsiranda būtinybė pedagogui įgyti informacijos ir komunikacijos naudojimo bei taikymo kompetenciją (toliau – pedagogo IKT kompetencija). Tačiau pedagogo IKT kompetencijos samprata nėra plačiai nagrinėta. Ji dažniausia suprantama statistiškai, tai yra nepriklausomai nuo esamos situacijos. Šio straipsnio tikslas – pagrįsti pedagogo IKT kompetencijos sampratą, jos kaitą.

Straipsnyje remiamasi kompetencijos lygių modeliu (Jucevičienė, Lepaitė, 2001). Analizuojama mokslinė literatūra ir dokumentai, api-

būdinantys šiuolaikinės kompetencijos sampratą, IKT diegimo ypatumus.

Šiuolaikinės kompetencijos sampratos esmė

Nagrinėjant kompetenciją pirmiausia svarbu susitarti dėl jos sampratos, nes dažnai ši sąvoka tapatinama su kvalifikacija. Kembridžo tarptautiniame žodyne (Cambridge..., 1995) kompetencija apibūdinama kaip gebėjimas ką nors atlikti priimtiniu lygiu. Mokslinėje literatūroje galima rasti išplėtotų kompetencijos sąvokos apibrėžimų:

- Kompetencija yra įgūdžiai, gebėjimai ir charakteristikos, išryškėjantys žmonių veikloje siekiant sėkmingo rezultato, kai jie atlieka tam tikras užduotis ir veikia tam tikromis aplinkybėmis (Trotter, Ellison, 1997).
- Kompetencija – žmogaus raiška arba gebėjimas veikti, sąlygotas individo žinių, mokėjimų, įgūdžių, požiūrių, asmenybės savybių bei vertybių (Jucevičienė, Lepaitė, 2001).

Kompetencija apima dvi iš esmės skirtingas reikšmes. Pasak D. Lepaitės (2001), tyrinėtojai

kalba apie dvejopą kompetencijos fenomeno prasmę. Viena vertus, tai yra elgsena, kurią suskaidžius į atskiras dalis (fragmentuota kompetencija) galima stebėti ir įvertinti darbo vietoje. Kita vertus, tai yra holistinė kompetencija – gebėjimas įvertinti naują situaciją, pasirinkti tinkamus veiklos metodus ir nuolat integruoti dalykines bei profesines žinias. Kompetencijos holistinis požiūris pabrėžia žmogaus savybes ir vertybes, požiūrį į save kaip į profesionalą, tai yra leidžia žmogui veikti neapibrėžtoje veiklos situacijoje.

A. Trotter ir B. Ellison (1997) redukuotą kompetenciją (angl. *reductionist competence*) nusako kaip gebėjimą atlikti užduotį ir pasiekti rezultatą pagal reikalaujamą minimalų standartą. Holistinė kompetencija (*competency*) pabrėžia indėlį (sąnaudas) siekiant kuo geriau atlikti darbą. Holistinė kompetencija yra svarbiausia skiriamoji ypatybė, leidžianti geriau atlikti darbą daugeliu aplinkybių, dar dažniau pasiekiant geresnių rezultatų. Aiškesnis skirtingų sąvokų aiškinimas pateikiamas 1 lentelėje.

Jeigu esminiu pedagogo veiklos tikslu laikytume gerus moksleivio pasiekimus, bendriausia prasme pedagogo kompetencija būtų gebėjimas veikti siekiant geresnių moksleivio rezultatų. Pe-

dagogo IKT kompetencija gali būti kaip dalis redukuotos pedagogo kompetencijos. Tačiau pedagogas, siekdamas geresnių mokymo ir mokymosi rezultatų, kurdamas naujus ar keisdamas dabartinius ugdymo metodus, IKT gali taikyti įvairiomis situacijomis. Tai leidžia teigti, kad ji gali būti ir atskira holistinė kompetencija.

Norėdami vertinti pedagogo IKT kompetenciją, turime ją klasifikuoti. Tai atskleidžia P. Jucevičienės ir D. Lepaitės (2001) pateikiamas kompetencijos, kaip hierarchinio struktūrinio darinio, kuriame skirtingas veiklos hierarchinis lygis reikalauja skirtingo lygio kompetencijos, modelis. Kompetencijos lygiai skirstomi pagal veiklos bruožus (2 lentelė).

Taigi vertinant pedagogo IKT kompetenciją įvairiais veiklos lygiais, ji turėtų būti skirtinga ir priklausyti nuo veiklos lygiui reikalingos kompetencijos.

IKT diegimas švietime

Kadangi darbe daugeliu atveju analizuojama pedagogo IKT kompetencija, tikslinga nagrinėti IKT diegimo procesus, kurie daro įtaką ir pedagogo IKT kompetencijai.

1 lentelė. *Redukuotos ir holistinės kompetencijos skirtumai (Trotter ir Ellison, 1997)*

Redukuota kompetencija	Holistinė kompetencija
1. Rezultatas pagal minimalius standartus	1. Pastangos geriau atlikti darbą
2. Rūpinimasis, ko reikalauja darbas	2. Rūpinimasis, kaip žmonės pasirengia darbui
3. Sociologinis požiūris	3. Psichologinis požiūris
4. Redukcionizmas	4. Holistika

2 lentelė. *Kompetencijos lygiai veiklos lygių kontekste (Jucevičienė, Lepaitė, 2001)*

Kompetencijos lygiai	Bruožai	Veiklos lygis
Elgsenos	Elementari elgsena pagal darbo vietos reikalavimus	Darbo operacinis atlikimas
Pridedamasis	Elgesys ir žinojimas (interpretuojamas kaip pridedamoji vertė)	Darbo tobulinimas
Integruotasis	Žinojimo integracija = kūrybinė veikla	Darbo vidaus ir išorės sąlygų keitimas
Holistinis	Holistinė kompetencija	Naujo darbo sukūrimas Kvalifikacijos perkėlimas į naują veiklos situaciją

R. Petrauskas (1990) pateikia penkis mokyklų kompiuterizavimo etapus:

1. Pradinis, kuriam būdingi atsitiktiniai mėginimai.

2. Eksperimentinis, kai tam tikrose bazinėse mokyklose intensyviai diegiami kompiuteriai, atliekami pedagoginiai eksperimentai.

3. Planingo diegimo pradžia – kuriami kompiuterizavimo centrai, plečiama mokyklų, turinčių kompiuterius, geografija, pradedama tirti informacinė mokymo technologija.

4. Paplitimas, kai kompiuteriai įrengiami daugumoje mokyklų, planingai kuriami ir naudojami programų paketai įvairioms disciplinoms, kompiuteriai taikomi organizuojant mokymo procesą.

5. Harmoningas taikymas, kai kompiuteriai tampa įprastu ir būtinu mokymo proceso elementu. Peržiūrimas mokymo turinys, metodai ir formos tų disciplinų, kurias dėstant, kaip parodė pedagoginiai eksperimentai, tikslinga taikyti naujas informacines mokymo technologijas.

Šie etapai labiau orientuoti į tam tikrų priemonių technologinį-organizacinį diegimą ir neapima pedagoginės paradigmos kaitos.

B. Andresen (2002) pateikia keturis mokymosi scenarijus:

1. Turinio pateikimas linijine daugialype terpe (multimedija).

2. Turinio pateikimas nelinijine (pvz., hiper tekstu) daugialype terpe (multimedija).

3. Turinio pateikimas per taikomas programas, nukreiptas į mokymą.

4. Moksleivio mokymas rengti savo daugialypės terpės (multimedijos) produktą.

Šis skaidymas labiau taikytinas pedagoginės sistemos elementui – metodams. Scenarijuose matoma metodų kaita nuo mokytojo prie mokinio kaip svarbiausio veikėjo. Galima priartinti, kad metodų kaita daro stiprią įtaką pedagogo IKT kompetencijai, tačiau reikėtų pabrėžti, kad ji neapima visumos.

D. Urbonaitė (2000) skirsto mokyklas į tipus pagal kompiuterių turėjimą ir jų taikymą, kai ištekliai riboti:

- neturi kompiuterių, informatikos moko pagal patvirtintą programą;
- turi 5–6 kompiuterius, informatikos moko pagal patvirtintą programą;

- turi nelabai galingų kompiuterių klasę, informatikos moko pagal sustiprintą programą;

- turi 6–12 galingesnių kompiuterių su daugialypės terpės aplinkos įranga, informatikos mokoma pagal patvirtintą programą;

- turi 10–20 kompiuterių ir galimybę naudotis internetu, profiliuotas atskirų dalykų mokymas.

Kompiuterių skaičius turi didelę įtaką IKT diegimo mokykloje pradiniais etapais, tačiau dėl sparčios technologijų raidos toks skirstymas gali fiksuoti tik tos dienos situaciją.

M. Fullan (1996), pabrėždamas kaitos procesus, atkreipia dėmesį, kad pirmiausia atsiranda nauja medžiaga, vėliau formuojasi elgesys bei praktika, dar vėliau atsiranda įsitikinimai. Be kita ko, M. Fullan pateikia ir kitą trijų I modelį (inicijavimas, įgyvendinimas, institucionalizavimas). Šie modeliai rodo vadybinius ir organizacinius pedagoginio proceso elementus.

P. Jucevičienė (2002), nagrinėdama įvairių autorių darbus (Loveless ir kt., 2001), pateikia keturių IKT diegimo etapų struktūrą:

1. Mokytojų ir mokinių priėjimas prie kompiuterių. Kompiuterizavimo metu mokyklos aprūpinamos kompiuteriais, kompiuterinio raštingumo mokymas suteikia galimybių turėti užtektino lygio informacines technologijas. Edukologai rūpinasi kompiuterinio raštingumo didaktika ir informatikos mokytojų rengimu.

2. Tradicinio edukacinio proceso įvairinimas ir veiksmingumo stiprinimas. Skatinama kurti naujas edukacines informacines technologijas, įterpti jas į tradicinį pedagoginį procesą. Informatikai ir edukologai stengiasi dirbti kartu, siekdami pagrįsti IKT įtraukimą į tradicinį pedagoginį procesą.

3. Mokymosi bei mokymo galimybių išplėtimas naudojant tinklalapius, internetą, intranetą. Moksleivis vis labiau išsitraukia į interaktyvią sąveiką su edukacinėmis informacinėmis technologijomis. Vienodos ir lengvos galimybės visiems prieiti prie informacijos. Vis labiau įsigali nuotolinis mokymas naudojant IT, kuriamos interaktyvios mokymosi aplinkos.

4. Mokymosi bei mokymo transformavimas. Keičiasi ir su tuo susiję įvairūs procesai:

pedagoginė sistema, dalykai ir jų supratimas, mokyklos organizacija ir jos kultūra. Kuriasi mokymosi tinklai, į juos įsitraukia mokyklos bendruomenės nariai. Šiuo etapu mokytojai rengiami būti mokymo konsultantais. Šalia kintančių pedagoginės sistemos elementų (mokinių, mokytojų, tikslų, turinio, formų, metodų, priemonių) į pedagoginę sistemą įtraukiamas dar vienas elementas – ekspertas (ekspertinė sistema). Pedagoginė sistema pereina nuo mokymo tikslo „įsiminti, kiek įmanoma“ prie „žinoti, ką reikia, žinoti, kur rasti reikalingą informaciją“ ir kaip kaupti žinias. Informacinės, komunikacinės bei edukacinės-informacinės technologijos išplečia klases, dalyko pedagoginę sistemą iki mokyklos organizacijos, sujungia ją su išorėje esančiomis kitų mokyklų bei šalių pedagoginėmis sistemomis.

J. Anderson ir kt. (2002) straipsnyje pateikiami du modeliai: IKT diegimo ištiesiniu būdu ir IKT diegimo per mokymą ir mokymąsi. Pirmojo, ištiesinio modelio išskiriami šie etapai (ypatybės):

- Susipažinimo etapas (pradžią, inicijavimo etapas, susipažinimas su galimybėmis, tradicinis mokymas, kurio centrinė figūra – mokytojas).
- Taikymo etapas (plėtojami tam tikri taikymo pavyzdžiai, IKT mėginama naudoti dėstant turinį, IKT taikoma vadyboje, mokymo aplinkose vyrauja mokytojas).
- Įtraukimo etapas (IKT integruojama į visą turinį, dažniausiai kaip jungiantis dalykas, kuriasi IKT naudojančios laboratorijos, mokytojai randa naujų būdų, keičiančių jų asmeninio darbo produktyvumą ir praktiką).
- Transformavimas (organizacinė kaita, mokykla kaip besimokanti bendruomenė, moksleivis – mokymosi centre; IKT, kaip atskiras dalykas, profesionaliu lygiu įterpiamas į visas profesines veiklas).

Antrasis skirstymas nukreiptas į mokymą ir mokymąsi naudojant IKT:

- IKT priemonių atradimas (atitinka susipažinimo etapą; IKT raštingumo siekimas, aprūpinimas IKT, asmeninių ir profesinių užduočių atlikimas, pavyzdžiui, pamokos medžiagos rengimas).

- Mokymasis, kaip naudoti IKT kaip priemonę (atitinka taikymo etapą; taikymas įvairiems dalykams, mokymosi aplinkos praturtinimas, mokymasis naudotis specializuotomis mokymosi priemonėmis, savo profesinės veiklos tobulinimas).
- Supratimas, kaip ir kada naudoti IKT priemones siekiant konkrečių tikslų (atitinka įtraukimo ir transformavimo etapus, įtraukiamas kaip integratorius, projektinis mokymas, mokymas taikant mokymosi stilius, mokytojų bendradarbiavimas, inovacinių mokymo metodų inicijavimas).
- Specializavimas, kaip IKT naudojamos kaip priemonė (mokytojams reikalingi specialūs kursai).

Šiems modeliams iš esmės pritaria V. Dagienė (2003) pateikdama IKT taikymo švietime stadijas: pradinę, taikymo, įsiliejimo, kaitos.

Šie įvairių autorių pateikimai IKT diegimo švietime etapai apima skirtingus aspektus. Vieni autoriai diegimo etapus nagrinėja per pedagoginės sistemos elementų kaitą (metodai, turinys, priemonės), kiti – per organizacinius diegimo etapus, treči – per vadybinius modelius. Aišku, kad tiek pedagogika, tiek vadyba, tiek organizaciniai aspektai yra svarbūs diegimui, o kartu atsispindi ir pedagogų IKT kompetencijoje.

P. Jucevičienės (2002), J. Anderson ir kt. (2002), V. Dagienės (2003) siūlymai labiausiai apibendrina visas anksčiau pateiktas rekomendacijas. Taigi galima išskirti keturis etapus, iš kurių antras ir trečias iš esmės apima elgesio ir naujo proceso užtikrinimą siekiant veiksmingumo ir įvairumo:

1. **Įvedimas.** Naujo turinio (kompiuterinio raštingumo) diegimas, priėjimas prie kompiuterių. Ypatybės: mokytojų ir mokinių priėjimas prie kompiuterių, kompiuterinio raštingumo mokymas, linijinis turinio pateikimas naudojant multimediją, nedidelis kompiuterių skaičius, dėmesys bibliotekai, būdingi atsistatymo mėginimai, iniciatyva, asmeninės pedagogo IKT naudojimas.

2. **Taikymas.** Tradicinio edukacinio proceso įvairinimas ir veiksmingumo didinimas. Ypatybės: pedagogų mokymasis naudoti IKT prie-

monės, nelinijinis turinio pateikimas per multimediją (pvz., hipertekstas), kompiuterių skaičiaus didėjimas, kaip mokomoji priemonė IT naudojamos įvairiuose dalykuose, eksperimentavimas.

3. **Integracija.** Mokymo ir mokymosi galimybių plėtra (komunikacijos kaita) naudojant internetą. Ypatybės: pedagogo supratimas, kaip ir kada naudoti priemones, turinio pateikimas per taikomas programas, nukreiptas į mokymą ir mokymąsi, IKT integravimas su ugdymo turiniu, IT įrengimas daugumoje mokyklų, platus programinės įrangos naudojimas, užtikrinta interneto prieiga, švietimo tinklų plėtra, didinanti interneto naudojimą mokymuisi, platesni informacinės mokymo technologijos tyrinėjimai, planingas įgyvendinimas.

4. **Transformacija.** Edukacinių elementų transformavimas, edukacinės sistemos paradigmatis virsmas. Ypatybės: pedagogų specializavimasis profesinėje veikloje, moksleivių multimedijos produktų rengimas, neribota prieiga prie IKT, kompiuterių tampimas įprastu ir būtinu mokymo proceso elementu, mokymo turinio, metodų ir formų peržiūrėjimas, IT naudojimas bendriesiems mąstymo gebėjimams ugdyti, harmoningas taikymas, institucionalizavimas.

IKT diegimas švietime ir pedagogo IKT kompetencija

Sugretinę 1 lentelėje pateiktus hierarchinius kompetencijos lygius ir IKT diegimo etapus,

matome aiškius sutapimo požymius:

- darbo operacinis atlikimas iš esmės atitinka kompiuterinio raštingumo reikalavimus;
- darbo tobulinimas susijęs su proceso įvairinimu;
- sąlygų keitimas atitinka interneto plėtrą, komunikacijos kaitą;
- edukacinės sistemos kaita sutampa su naujo darbo sukūrimu.

Tai akivaizdžiai rodo (3 lentelė) kompetencijos lygių ir IKT diegimo etapų atitikti. Taigi galima daryti išvadą, kad skirtingais IKT diegimo etapais būtinas skirtingas IKT kompetencijos lygis.

Išvados

Straipsnyje pagrįsta pedagogo IKT kompetencijos ir IKT diegimo atitiktis atskleidžiama šiomis nuostatomis:

- Pedagogo IKT kompetencija – dalis redukuotos pedagogo kompetencijos arba atskira holistinė kompetencija. Ši kompetencija užtikrina pedagogo gebėjimus veiksmingai naudoti IKT moksleivių laimėjimams skatinti.
- Diegiant IKT esminės pedagogo kompetencijos išlieka aktualios, tačiau atsirandančios naujos edukacinės technologijos praplečia pedagogo kompetencijas. IKT diegimo procesas daro

3 lentelė. *Kompetencijos lygiai ir etapai*

Lygiai	I	II	III	IV
Kompetencijos lygiai	Elgsenos Elementari elgsena pagal darbo vietos reikalavimus • Darbo operacinis atlikimas	Priedamasis Elgesys ir žinojimas (interpretuojamas kaip pridedamoji vertė) • Darbo tobulinimas	Integruotasis Žinojimo integracija = kūrybinė veikla • Darbo vidaus ir išorės sąlygų keitimas	Holistinis Holistinė kompetencija • Naujo darbo sukūrimas • Kvalifikacijos perkėlimas į naują veiklos situaciją
Etapai	Įvedimas I. Naujo turinio (kompiuterinio raštingumo) diegimas, priėjimas prie kompiuterių	Taikymas II.1. Tradicinio edukacinio proceso įvairinimas	Integracija II.2. Mokymo ir mokymosi galimybių plėtra naudojant internetą (komunikacijos kaita)	Transformavimas II. Edukacinių elementų transformavimas. Edukacinės sistemos paradigmatis virsmas

tiesioginę įtaką pedagogo IKT kompetencijos kaitai.

Hierarchinio kompetencijos modelio ir IKT diegimo etapų atitiktis leidžia pagrįsti pedagogo IKT kompetencijos keturių lygių struktūrą.

LITERATŪRA

- Anderson J., Weert T. et al. (eds.) (2002) *Information and Communication Technology in Education*. Paris: UNESCO.
- Andresen B. B., Brink K. (2002) *Multimedia in education: Specialised training course*. Moscow: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- Andresen B.B. (2002) *Multimedia in education // Information technologies at school: conference materials (5–8)*. Vilnius: Švietimo informacinių technologijų centras.
- Cambridge International Dictionary of English. (1995) Cambridge: Cambridge University Press.
- Coughlin E. (1999). *Professional Competencies for the Digital Age Classroom*. Adresas internete: <http://www.iste.org/L&L/archive/vol27/no3/features/coughlin/index.html> [žiūrėta 2003–04–22].
- Dagienė V. (2003) Informacinių technologijų taikymo švietime konceptualusis pagrindimas // *Informacijos mokslai*, t. 25, p. 127–133.
- Fullan M. (1996) *Managing Change: Soros Conference Materials*. Budapest: OSI.
- Haefneris K. (1998) Nevėluokime į kompiuterinės informacijos amžių // *Mokykla*, Nr. 6, p. 29.
- Jucevičienė P., Lepaitė D. (2000) Kompetencijos sampratos erdvė // *Socialiniai mokslai*, t. 22, p. 44–50.
- Jucevičienė P. (2002) *Edukologijos mokslas ir studijos mokyklos informacinių technologijų pažangai // Informacijos technologija mokykloje: tarptautinės konferencijos medžiaga*. Adresas internete: <http://www.emokykla.lt/mokymas/mokymopr/konferar/2002–04/PJ.zip> [žiūrėta 2003-04-22].
- Markauskaitė L. (2000) Informacijos ir komunikacijos technologijos integravimo į ugdymą krypties analizė // *Informatika*, t. 2, p. 59–83.
- Urbonaitė D. (2000) Mokinių informacinės kultūros ugdymo pedagoginės sistemos raiškos tipai (sąlygoti kompiuterių taikymo esant ribotiems ištekliams): daktaro disertacija. Kauno technologijos universitetas.
- Knierzinger A., Rosvik S., Schmidt E. (Eds.) (2002). *Elementary ICT curriculum for teacher training*. Moscow: UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- Petrauskas R. (1990). Švietimo kompiuterizavimas: Valstybinio informatikos vystymo kompiuterizavimo pagrindų koncepcija. Švietimo kompiuterizavimas, specialistų rengimas ir kvalifikacijos kėlimas: Projektas. Vilnius: Lietuvos informacijos institutas (LII) prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės.
- Schacter J. (1999) *The Impact of Education Technology on Student Achievement: What the Most Current Research Has to Say*. Adresas internete: <http://www.mff.org/pubs/ME161.pdf> [žiūrėta 2003-04-22].

EDUCATOR'S COMPETENCE AND IMPLEMENTATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

Vaino Brazdeikis

S u m m a r y

Modern educational curriculum is related to the newest ICT. It is commonly agreed, that ICT provide positive impact on education. While it is emphasized, that this positive impact relies on abilities of the educator to work effectively. For this reason it is necessary for her/him to develop its competence on use and application of information and communication technologies (hereafter – Educator's ICT Competen-

ce). However, concept of the Educator's ICT Competence has not yet been generally studied.

Purpose of this work is to provide the ground for Educator's ICT Competence. The article provides analyses of research literature and documents that describe concept of the competence, ways of ICT implementation. Educator's ICT Competence is characterized by the following attitudes and structure:

- Educator's ICT Competence is part of general teacher's competence or a particular holistic competence;
- Process of implementation of ICT, makes a direct impact on shifts in the structure of Educa-

tor's ICT Competence. As the four-level hierarchical Competence model and the four stages of ICT implementation mach each other, this enables to justify a four-level structure of the Educator's ICT Competence.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Duomenų gavybos technologijų taikymas švietime

Renata Burbaitė

Šiaulių universiteto doktorantė
Šiauliai University, Doctoral Student
Tel. (8-41) 59 57 23,
El. paštas: burbaite@delfi.lt

Sigita Turskienė

Šiaulių universiteto docentė, daktarė
Šiauliai University, Assoc. Prof., PhD
Tel. (370) 59 57 23,
El. paštas: sigita@fm.su.lt

Genadijus Kulvietis

Šiaulių universiteto profesorius, habilituotas
daktaras
Šiauliai University, Professor, Habil. Dr.
Tel. (8-41) 59 57 23
El. paštas: Genadijus_Kulvietis@gama.vtu.lt

Duomenų gavybos technologijos plačiai naudojamos daugelyje stambiausių pasaulio telekomunikacijų, draudimo, medicinos bendrovių, finansų kompanijose, bankuose. Kalbant apie duomenų gavybos technologijų taikymą Lietuvoje reikia pasakyti, kad kol kas tai daugiau teoriniai samprotavimai apie sprendimų paramos sistemų plėtrą, socialinių ir ekonominių veiksmų realizavimo erdvę, laiką, pobūdį, rinkos taikinio charakteristikas, kokybės supratimą. Straipsnyje pateikiama duomenų gavybos technologijų taikymo analizė, pagrindiniai gavybos modelių kūrimo etapai. Analizuojami sistemosi Wizwhy, Xpertrule Miner, Statgraphics Ir Intelligent Miner parengti modeliai Šiaulių universiteto Jaunųjų kompiuterininkų mokyklos veiklai tirti. Pateikiama atlikto tyrimo rezultatų analizė.

Šiuolaikiniame pasaulyje svarbus veiksnys, lemiantis sėkmingą įmonių ir organizacijų veiklą, yra sprendimų priėmimo laikas. Sprendimus priimančias asmenys privalo turėti galimybę realiu laiku naudoti duomenis, juos apdoroti ir išgauti iš duomenų informaciją sprendimui priimti.

Matematinė statistika ilgą laiką buvo bene vienintelis duomenų analizės instrumentas. Tačiau matematinės statistikos metodai sėkmingai taikomi tik iš anksto suformuluotoms hipotezėms tikrinti. Be to, dauguma specializuotų statistikos programų remiasi tradicine statistine paradigma, kurioje pagrindinis dėmesys skiriamas vidutinėms imties charakteristikų vertėms. To nepakanka norint visapusiškai išanalizuoti situaciją ir priimti argumentuotus sprendimus.

Šiai problemai spręsti sukurtos naujos duomenų gavybos technologijos. Duomenų gavybos

tikslas – atrasti ryšius duomenų masyvuose, kuriuose saugoma įvairiarūšė informacija. Duomenų gavybos technologijos patvirtina empirinius stebėjimus, leidžia grupuoti, apdoroti ir modeliuoti didelius duomenų kiekius, išskiriant duomenyse esančias nežinomas schemas ir jas naudojant konkrečioje veikloje (Rotman, 1995).

Švietimas yra sudėtinga ir labai brangi žmogaus veiklos sritis, kuriai turi įtakos daug veiksnių. Ne visus juos įmanoma įvertinti naudojant statistinės analizės metodus. Dauguma duomenų gavybos technologijų kūrėjų pažymi sėkmingą programinių produktų taikymą švietimo sferoje, neįvardydami konkrečių sprendimų. Bene vienintelis bandymas panaudoti duomenų gavybos technologijas Lietuvos švietimo sistemos analizei – mokytojų kvalifikacijos, amžiaus kaitos bei jų skaičiaus dinamikos tyri-

mas taikant dirbtinius neuroninius tinklus (Dzemyda, Kurasova, 2002).

Šio darbo tikslas – išanalizuoti sėkmingus duomenų gavybos technologijų taikymus, suformuluoti pagrindinius duomenų gavybos modelių kūrimo etapus, keliais programiniais produktais parengti duomenų gavybos modelius Šiaulių universiteto Jaunųjų kompiuterininkų mokyklos (ŠU JKM) veiklos analizei.

Duomenų gavybos technologijų taikymo sritys

Šiuo metu duomenų gavybos programų rinka yra gausi ir įvairi (suskaiciuojama daugiau kaip 1000 programinių produktų). Produkto pasirinkimas priklauso nuo sprendžiamo uždavinio, duomenų apimties, vartotojų kvalifikacijos, turimos įrangos.

Duomenų gavybos technologijos jau plačiai naudojamos daugelyje stambiausių pasaulio bendrovių: telekomunikacijų, draudimo, medicinos, finansų kompanijose, bankuose. Pavyzdžiui, internete yra informacijos apie šių technologijų naudojimą profesionaliame sporte: NBA treneriams skirtas IBM firmos produktas „Advanced Scout“, padedantis tinkamai organizuoti komandos veiklą ir pasirinkti geriausius sprendimus; firmos „Megaputer“ produktas „PolyAnalyst“ naudojamas Indianos universite-

te efektyviam bendravimui ir paslaugų teikimui užtikrinti.

Duomenų gavybos technologijų kūrėjai reklamuodami produktus pažymi, kokie sprendimai įdiegti praktikoje.

Išanalizavus duomenų gavybos technologijų kūrėjų svetainėse pateiktą informaciją, sudaryta 1 lentelė, kurioje pateikiami sėkmingi gavybos technologijų taikymai naudojant įvairių firmų produktus. Dauguma duomenų gavybos technologijų kūrėjų nurodo tik sritis, kuriose gali būti taikomi jų produktai, neįvardydami konkrečių sprendimų. Pirmoje lentelėje atspindi tik ta dalis taikymų, kuriuos firmos įvardijo kaip pavykusius sprendimus.

Lietuvoje duomenų gavybos technologijų taikymas kol kas tėra teoriniai samprotavimai apie sprendimų paramos sistemų plėtrą (Zalieckaitė, Brazaitis, 2002), socialinių ir ekonominių veiksmų realizavimo erdvę, laiką, pobūdį, kokybės supratimą.

Pripažįstama tai, kad Švietimo ir mokslo ministerijai svarbu žinoti, kaip kis moksleivių skaičius įvairiose klasėse, kiek ir kokių mokytojų reikės, didinti ar mažinti įvairių specialybių pedagogų rengimą (Dzemyda, Šaltenis, Tiešis, 2001), todėl buvo atliktas mokytojų kvalifikacijos, amžiaus kaitos bei jų skaičiaus dinamikos tyrimas taikant dirbtinius neuroninius tinklus.

1 lentelė. *Duomenų gavybos technologijų taikymas*

Kompanija	Naudojimo sfera, įdiegtų sprendimų skaičius								
	Prekyba	Bankų veikla, finansai	Draudimas	Telekomunikacijos	Medicina, farmacija	Transportas	Gamybinė veikla	Valdymas	Švietimas
Megaputer	2	2	1	1	4	1	1	2	1
Attar		2					4		
Bissantz Küppers & Co	14	2	1	1	5	2			
Business Objects	3	1				1	2		
Cognos	16	5	4				22		
MIT GmbH	1	1					4		
Neuralware Inc.	6	6	1		6			1	
O'PIN Systems Inc.	2				1				
IBM	5	4	1	2	2		1	2	1
Iš viso:	49	23	8	4	18	4	34	5	2

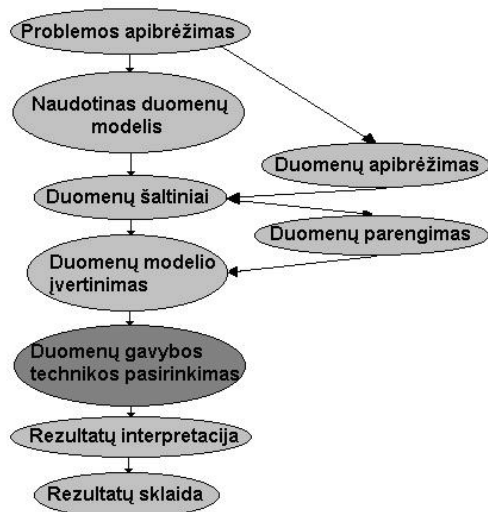
2 lentelė. Duomenų gavybos modeliams naudoti programiniai produktai ir tyrimų metodai

Programinis produktas Tyrimas	Statgraphics Plus 5.0	Wizwhy 3.0	Xpertrule Miner 1.47	Intelligent Miner For Data V. 8.1
Moksleivių bendrasis pasirengimas	Aprašomoji statistika, daugialypė regresinė analizė, grupės vidurkio metodu atlikta klasterizacija	IF–THEN taisyklės	Sprendimų medis	Aprašomoji statistika, demografinė klasterizacija, neuroninė klasterizacija, sprendimų medis
Moksleivių lūkesčiai	–	IF–THEN taisyklės	Sprendimų medis, asociacijų taisyklės ir klasterinė analizė	Aprašomoji statistika, demografinė klasterizacija, neuroninė klasterizacija, sprendimų medis

ŠU JKM veiklos tyrimas

Didelė metodų, algoritmų ir sistemų įvairovė rodo ir duomenų gavybos sudėtingumą, ir galimybę šią technologiją sėkmingai taikyti. Sėkmingas duomenų gavybos taikymas nesibaigia parinkus teisingą algoritmą. Pagrindiniai duomenų gavybos modelio kūrimo etapai, lemiantys sprendimų kokybę, parodyti 1 paveiksle.

JKM veiklai tirti panaudoti programiniai produktai ir tyrimų metodai pateikiami 2 lentelėje.



1 pav. Duomenų gavybos modelio kūrimo pagrindiniai etapai

Duomenų gavybos modeliai, sukurti sistemos „Intelligent Miner“ MINER demografinės klasterizacijos funkcija, patvirtina tradiciniais statistiniais metodais gautus rezultatus, sutrumpina analizės laiką. Modeliuose rezultatai pateikiami įvairiomis formomis: grafiškai, tekstine (3 lentelė) ir detaliaja forma. Tokių plačių galimybių statistinės programos neturi.

3 lentelė. Duomenų gavybos modelis: demografinė klasterizacija

[1] 0	38,71%	specializacija is predominantly algoritmavimas, lytis is predominantly vaikinai, [programų pristatymas] happens to be medium, [word2] happens to be medium, [archyvavimas] happens to be high, [windows] happens to be high, [word1] happens to be medium and [Norton Commander] happens to be medium.
[4] 3	35,48%	lytis is predominantly mergina, [programų pristatymas] happens to be medium, [word2] happens to be medium, specializacija is predominantly raštvedyba, [windows] happens to be low, [archyvavimas] happens to be medium, [Norton Commander] happens to be medium and [word1] happens to be medium.
[3] 2	22,58%	[word2] happens to be low, lytis is predominantly vaikinai, specializacija is predominantly multimedia, [programų pristatymas] happens to be medium, [Norton Commander] happens to be low, [word1] happens to be low, [windows] happens to be medium and [archyvavimas] happens to be low.
[2] 1	3,23%	lytis is predominantly mergina, [archyvavimas] happens to be medium, specializacija is predominantly algoritmavimas, [word1] happens to be low, [programų pristatymas] happens to be medium, [word2] happens to be medium, [Norton Commander] happens to be high and [windows] happens to be high.

Duomenų gavybos modelius, sukurtus sprendimų medžio gavybos funkcija, lengva interpretuoti, jie patvirtina ir papildo klasterizacijos modelius. Šiuose modeliuose realizuotas duomenų vizualizavimas supaprastina analizę. Kadangi imtis nedidelė, tai negalima sukurti prognozės modelių, nes konstruojant tokius modelius reikalingos didelės mokymo imtys.

Sistemos „Xpertrule Miner“ sugeneruoti atributų klasteriai pateikiami 2 paveiksle.

„Xpertrule Miner“ 1.47 modelių rezultatai patvirtina „Xpertrule Miner“ gautus rezultatus.

Sistema „Wizwhy“ išskiria visas IF–THEN taisykles, skaičiuoja kiekvienos taisyklės klaidos tikimybę, prognozuoja kiekvieną požymį ir apibrėžia prognozės paklaidas, išskiria duomenyse slypinčius ryšius.

Taisyklės konstruojamos rankiniu būdu, kiekvieną kartą pasirenkant ir pažymint priklausomą kintamąjį. Sugeneruotos taisyklės pateikiamos tekstiniu sąrašu. Daug laiko užima sugeneruotų taisyklių analizė. Tai didelis sistemos „Wizwhy“ trūkumas. Taisyklės patvirtina ir papildo „Intelligent Miner“ sukurtų modelių rezultatus. Tai rodo, kad rezultatai patikimi.

Reikia pasakyti, kad programoje „Statgraphics“ silpnai realizuotos darbo su kategori-

niais duomenimis galimybės. Šis sistemos trūkumas labai sunkina modelių kūrimą. Kiekvienam kintamajam tenka atskirai konstruoti pasiskirstymus. Tai ilgina analizės laiką.

Atlikus ŠU JKM analizę, išryškintos mokyklos veiklos tendencijos ir parengtos rekomendacijos mokyklos darbuotojams.

Išvados

1. Atlikta duomenų gavybos technologijų taikymo analizė rodo, kad gavybos metodus sėkmingiausiai naudoja prekybos, gamybos, medicinos ir farmacijos, bankų ir draudimo kompanijos.

2. ŠU JKM veiklai tirti naudoti keli programiniai produktai. Jais gautų rezultatų analizė rodo, kad išsamiausi duomenų gavybos ir tyrimų rezultatai gaunami sistema „Intelligent Miner“ for Data.

3. ŠU JKM veiklos tyrimas naudingas mokyklos darbuotojams, tyrimo rezultatai padės tobulinti mokyklos veiklos stilių, įvertinti stojančiųjų į JKM bendrąjį ir specialųjį pasirengimą, moksleivių informacinius išgūdžius, leis koreguoti esamas ir pateikti naujas mokymo programas.

	Associations	Frequency	Confidence	Surprise
1	(Lytis=v). (Algoritmvimas=taip)	26		1,21
2	(Lytis=v). (Raštvedyba=ne)	24		1,11
3	(Lytis=v). (Kur naudosite žinias=studijos)	24		1,04
4	(Rajonas=Šiaulių). (Ekonomika=ne)	19		1,29
5	(Rajonas=Šiaulių). (Daugiaterpė aplinka=ne)	21		1,32
6	(Algoritmvimas=taip). (Raštvedyba=ne)	27		1,17
7	(Algoritmvimas=taip). (Ekonomika=ne)	21		1,09
8	(Algoritmvimas=taip). (Daugiaterpė aplinka=ne)	20		0,96
9	(Algoritmvimas=taip). (Kur naudosite žinias=studijos)	24		0,98
10	(Raštvedyba=ne). (Ekonomika=ne)	20		1,04
11	(Raštvedyba=ne). (Daugiaterpė aplinka=ne)	21		1,01

2 pav. Sistemos XPERTRULE MINER sugeneruoti atributų klasteriai

4. Darbą galima panaudoti atliekant kitų Lietuvos mokyklų veiklos tyrimą. Tai būtų naudinga analizuojant profilinį mokymą, moks-

leivių motyvaciją, rengiant mokomųjų dalykų programas.

LITERATŪRA

- Dzemyda G., Kurasova O. (2002) Dirbtinių neuro-ninių tinklų taikymas bendrojo lavinimo mokykloms palyginti // Informacijos mokslai, t. 22.
- Dzemyda G., Šaltenis V., Tiešis V. (2001) Žvilgsnis į priekį // Veidrodis, birž. 12.
- Lemianti informacijos technologijų infrastruktūros svarba gamybos, prekybos ir paslaugų sektoriams. Adresas internete: <http://www.infovi.vu.lt/temos/svarba.htm>.
- NBA coaches score big with IBM data mining application. IBM, 2001.
- Rotman M. J. (1995) Data Mining – a Pratical Approach to Database Marketing. IBM.
- Zalieckaitė L., Brazaitis Z. (2002) Sprendimų paramos sistemų plėtra: informacinis aspektas // Informacijos mokslai, t. 22.

APPLICATIONS OF DATA MINING TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Renata Burbaitė, Genadijus Kulvietis, Sigita Turskienė,

S u m m a r y

Data mining technologies are very popular in the biggest companies of telecommunications, insurance, medicine and pharmacy, finance, banks. In Lithuania at this time the application of data mining technologies is more theoretical reasonings about decisions support systems development, social and economics activity space, time and character, market's characteristics, quality's understanding. In the paper we

analyse data mining technologies application's domains, principal stages of mining model's creation. We analyse data mining models of Šiauliai university's complementary informatics school, what was made by using WIZWHY, XPERTRULE MINER, STATGRAPHICS, INTELLIGENT MINER systems. In conclusion the possibilities of analysis application in education are presented.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Skaitmeninio mokymosi plėtros galimybės ir poreikis

Aldona Čiūtienė

Lietuvos žemės ūkio universiteto
Informacijos technologijų instituto
Informatikos katedros asistentė
Lithuanian University of Agriculture,
Institute of Information Technologies,
Assistant
Universiteto g. 10, LT–4324 Kauno r.
Tel. (37) 75 23 94
El. paštas: aciut@eko.lzuu.lt

Linas Stabingis

Lietuvos žemės ūkio universitet
Ekonomikos ir vadybos fakulteto Apskaitos ir
finansų katedros lektorius
Lithuanian University of Agriculture, Lecturer
Universiteto g. 10, LT–4324 Kauno r.
Tel. (37) 75 22 49
El. paštas: linas@info.lzuu.lt

Daiva Rimkuvienė

Lietuvos žemės ūkio universiteto
Informacijos technologijų instituto
Informatikos katedros doktorantė
Lithuanian University of Agriculture,
Institute of Information Technologies
Doctoral Student
Universiteto g. 10, LT–4324 Kauno r.
Tel. (37) 75 23 94, el. paštas: daiva@eko.lzuu.lt

Vykstant sparčiai socialinės ir ekonominės aplinkos bei technologijų kaitai, būtina nuolatos mokytis ir atnaujinti žinias. Specialistams neužtenka mokymo įstaigose įgytų žinių, būtina studijuoti ir tobulėti visą gyvenimą. Tiems, kuriems sunku išvykti iš gyvenamosios ar darbo vietos, labai aktualios nuotolinio mokymosi ir kvalifikacijos tobulinimo galimybės. Tokio pobūdžio mokymui didelę įtaką turi informacinių technologijų plėtra. Straipsnyje analizuojamos nuotolinių studijų taikant modernias informacines technologijas (skaitmeninio mokymosi) galimybės ir poreikis Lietuvoje, pateikiami ir apibendrinami šiuo tikslu atliktos anketinės apklausos rezultatai, teikiami pasiūlymai, kaip spartinti nuotolinių studijų internetu plėtrą.

Šiuolaikinės visuomenės nariai privalo būti pasirengę spręsti sudėtingas problemas. Vykstant sparčiai socialinės ir ekonominės aplinkos, gamybos priemonių ir technologijų kaitai, tenka naudotis įvairiapusiška informacija, taigi būtina nuolatos mokytis ir atnaujinti žinias (Balčytienė, 1998). Darbuotojams neužtenka profesinėse mokyklose, kolegijose ar universitetuose įgytų žinių, būtina studijuoti ir tobulėti visą gyvenimą. Nuolat daugėja pageidaujančių mokytis neakivaizdiniu, intensyviuoju būdu ar tobulini-

mosi kursuose. Prognozuojama, jog šalies darbo rinkoje iškilis aprūpinimo kvalifikuota darbo jėga problema, didės kvalifikacijos tobulinimo ir perkvalifikavimo poreikis (Petrauskas, 2002). Tačiau dirbantiems specialistams kartais yra sudėtinga išvykti iš gyvenamosios ar darbo vietos. Todėl labai aktualios nuotolinio mokymosi ir kvalifikacijos tobulinimo galimybės. Pastaruoju metu nuotolinio mokymo organizavimui vis plačiau taikomos informacinės technologijos. Be to, joms tobulėjant keičiasi ir

nuotolinio mokymosi metodai, atsiranda ir sparčiai plečia savo veiklą virtualūs universitetai. Gausėja seminarų, paskaitų ir net studijų ciklų pasiūla internete. Informacinių technologijų naudojimas ir mokymosi procesas tampa neatskiriami vienas nuo kito.

Vienas iš informacinės visuomenės kūrimo problemų sprendimo būdų galėtų būti didesnės investicijos į intelekto išteklių tobulinimą. Daugeliu tyrimų įrodyta, kad investicijos į mokslą ir technologijas duoda konkrečią ekonominę naudą – atsiranda naujos darbo vietos, gerėja gyvenimo kokybė (Daujotytė ir kt., 2003). Todėl aktualu sudaryti sąlygas šalies gyventojams nuolat tobulinti savo kvalifikaciją naudojantis visomis šiuolaikinių mokymo priemonių teikiama galimybėmis.

Problemos ištirimo lygis. Studijų pasitelkiant informacines ir komunikacines technologijas problemos yra nagrinėjamos daugelio užsienio autorių darbuose, o iš lietuvių autorių apie tai yra rašę A. Balčytienė, G. Linkaitytė, D. Rutkauskienė, B. Simonaitienė, A. Targamadžė, V. Targamadžė ir kiti autoriai. Tačiau daugelyje straipsnių dažniau aptariami mokymosi naudojant informacines technologijas pranašumai ir trūkumai. Poreikiai mokytis šiuo būdu yra mažai tyrinėti.

Tyrimo objektas – mokymasis naudojant informacines technologijas.

Tyrimo tikslas – ištirti mokymosi ir kvalifikacijos tobulinimo pasitelkiant informacines technologijas prielaidas ir poreikius.

Tyrimo metodai – literatūros šaltinių ir interneto svetainių analizė, anketinė apklausa, duomenų analizė ir sintezė, loginis apibendrinimas.

Nagrinėdami nuotolinio mokymosi naudojant informacines technologijas problemas, turime atsižvelgti į keletą veiksnių: mokomųjų kursų buvimą ir besimokančiųjų galimybes, gebėjimus bei norą naudotis informacinėmis technologijomis. Nors Lietuvoje kol kas išsamių nuotolinių studijų dalis rinkoje, palyginti su visa mokymosi rinka, yra labai maža, tačiau domėjimasis įvairių mokomųjų kursų kūrimu didėja (Abarius ir kt., 2003). Šiame straipsnyje bus plačiau aptariamas kitas svarbus šiuolaikinio nuotolinio mokymo plėtrai svarbus aspek-

tas – potencialių šios paslaugos vartotojų galimybių ir gebėjimų lygis, poreikis mokytis naudojantis pažangiomis technologijomis.

Rezultatai

Plėtojantis naujoms technologijoms, pamažu kinta ir studijų būdai. Ilgainiui buvo pasitelktos įvairios priemonės – spausdinta mokomoji medžiaga, radijo, televizijos programos, garso ir vaizdo įrašai, konferencijos telefonu. Vėliau, tobulėjanti kompiuterinė technika buvo pradėta taikyti siekiant palengvinti mokymąsi, labiau sudominti ir patraukti. Šios galimybės ypač išsiplėtė atsiradus asmeniniams kompiuteriams, daugialypei terpei ir internetui. Jie leido pasiekti kokybiškai naują informacijos pateikimo lygį – mokymui naudoti ne tik tekstą, vaizdo ir garso įrašus, bet ir animaciją bei įvairių situacijų modeliavimą. Šiuo metu mokomosios programos ir kita mokomoji medžiaga (žinynai, žodynai, paskaitų konspektai, užduotys) gali būti pateikiama įvairia forma – informacijos kaupikliuose bei kompiuterių tinkluose (Rutkauskienė, Cibulskis, 2000). Nuotolinis mokymasis ir televizijos konferencijos padeda sumažinti ne tik mokslo institucijų, bet ir pačių besimokančiųjų mokymosi išlaidas (Balčytienė, 1998). Diegiant naujas mokymosi formas gerėja sąlygos įgyti naujų žinių neišvykstant iš gyvenamosios ar darbo vietos. Tai ypač aktualu asmenims, intensyviai dirbantiems ir gyvenantiems toli nuo didžiųjų miestų ir mokymo centrų.

Pagrindinis nuotolinių studijų ypatumas – studentų ir dėstytojų netiesioginis bendravimas. Ilgą laiką buvo naudojamas paštas gauti ir siųsti užduotis, retkarčiais susitinkama konsultuotis ir laikyti egzaminus.

Ypač didelę įtaką nuotolinių studijų plėtrai turėjo programuoto (kompiuterinio) mokymo darbai ir idėjos. Vis didesnį populiarumą įgaunantis internetas suteikia naujų informacijos paieškos ir mokymosi medžiagos pateikimo galimybių. Internetu publikuojama informacija yra pigesnė (išvengiama spausdinimo išlaidų), greičiau paskelbiama ir išplatinama. Galimos sinchroninės (susitikimai virtualioje erdvėje – televizijos konferencijos, realaus laiko konferencijos naudojantis per IRC serveriais) ir asin-

chroninės (laisvai pasirenkama mokymosi vieta, laikas ir tempas) mokymosi formos. Internetas yra ne tik informacijos perdavimo, bet ir bendravimo priemonė.

Pastaraisiais metais nuotolinės studijos kartu su elektronine vyriausybe, elektronine komercija, elektronine biblioteka tampa svarbiu visuomenės, ekonomikos raidos veiksniais. Europos Komisija nuotolinių studijų (*distance education*) terminą keičia elektroninio arba skaitmeninio mokymosi (*e-learning*) terminu, leidžiančiu apibrėžti platesnę auditoriją ir turinį (Abarius, 2003).

Siekdami detaliau ištirti Lietuvos besimokančiųjų galimybes ir poreikius mokytis naudojant informacines technologijas, 2002 m. rugpjūtį – 2003 m. balandį šio straipsnio autoriai atliko anketinę apklausą. Apklausoje dalyvavo Ūkininkų ūkių buhalterinės apskaitos tvarkymo kursų klausytojai, LŽŪU Ekonomikos ir vadybos fakulteto ir Žemaitijos kolegijos neakivaizdinio skyriaus studentai, parodos „Lietuvos agropanorama 2002“ lankytojai.

Kuriant informacinę visuomenę, tokio pobūdžio studijų plėtra tampa svarbia įvairių šalių politikos dalimi (Targamadzė ir kt., 1999). Naujausios elektroninio mokymo plėtros idėjos atspindi Europos Sąjungos dokumentuose „eEurope 2002“, „eEurope+“, „eEurope 2005“ (http://europa.eu.int/information_society, 2003).

Buvo išdalyta 220 anketų, gautos 209 užpildytos anketos. Respondentų vidutinis amžius –

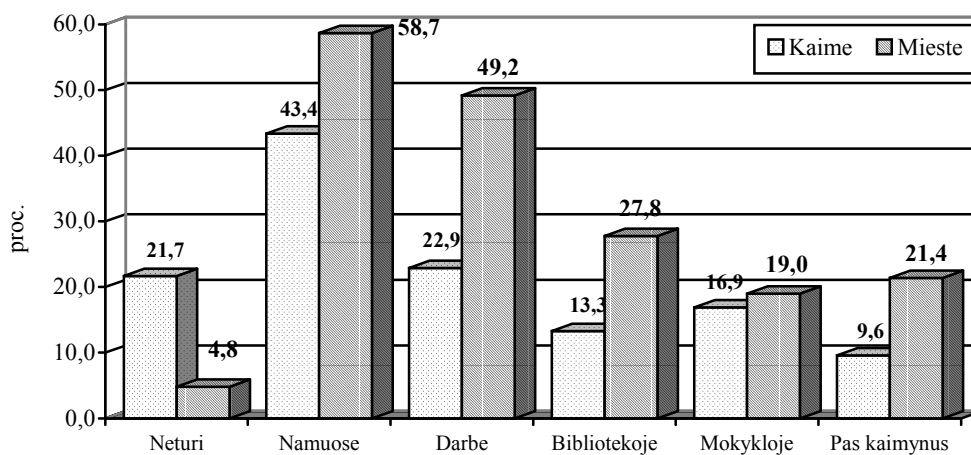
33 metai. Išsilavinimas: nebaigtas vidurinis – 1,0%, vidurinis arba aukštesnysis – 77,5%, aukštasis – 19,6%, neatsakė – 1,9%. Respondentai savo gyvenamąją vietą nurodė: vienkaimius – 6,2%, kaimo gyvenvietę – 18,2%, miestelį – 15,3%, miestą – 59,8%.

Analizuojant duomenis nustatyta, kad jokios galimybės naudotis kompiuteriu neturi 11,5% respondentų. Apie pusę respondentų (52,6%) turi kompiuterių namuose, o 38,8% – darbo vietose. Kompiuterine technika taip pat naudojama greta esančiose mokyklose (18,2%), pas kaimynus (16,7%), bibliotekose (22,0%), kaimo seniūnijose (8,6%), miesto interneto kavinėse, pas draugus, gimines (2,0%).

Iš 1 paveikslė pateiktų duomenų matyti, kad jokios galimybės naudotis kompiuteriu neturi daugiau kaimo nei miesto gyventojų, taip pat kaimo gyventojų darbo vietos ir bibliotekos prasčiau aprūpintos informacinėmis technologijomis. Tačiau respondentų galimybės naudotis kompiuterine technika namuose bei šalia esančiose mokyklose yra panašios.

Respondentai gana kritiškai vertina savo kompiuterinį raštingumą. 6,7% respondentų savo raštingumą įvertino 0 balų, 9,1% į šį klausimą neatsakė. Kiti 84,2% respondentų savo žinias įvertino vidutiniškai 6,6 balo (pagal 10 balų sistemą).

Apklausos rezultatai rodo, kad galimybės tobulinti kompiuterinį raštingumą gyvenamojo-



1 pav. Galimybė naudotis kompiuteriu

je vietovėje yra nedidelės. Į klausimą „Ar jūsų gyvenamojoje vietovėje organizuojami kompiuterinio raštingumo kursai?“, 23,9% atsakė, kad jie neorganizuojami, o 32,5% teigė, kad apie tokius kursus nieko nežino. Net 82,8% respondentų norėtų, kad tokie kursai būtų rengiami.

Į klausimą „Kaip dažnai naudojotės internetu?“ 11,5% respondentų atsakė, kad internetu nesinaudoja, 13,4% – nemoka naudotis. Tai sudaro maždaug ketvirtadalį apklaustųjų. Iš tų, kurie naudoja internetu, 36,5% tai daro kasdien, 10,7% – kartą per savaitę, 19,7% – kelis kartus per savaitę ir 19,7% – kartą per mėnesį ar dar rečiau. Į šį klausimą neatsakė 1,4% respondentų.

Internetu daugiausia naudojamas darbe (56,7%) bei namuose (23,0%). Taip pat respondentai nurodė, kad internetu naudojasi greta esančiose mokyklose (9,0%), bibliotekose (7,9%), pas kaimynus (7,3%), kaimo seniūnijose (1,7%), miesto interneto kavinėse, pas draugus, gimines (11,2%).

Iš atsakymų į klausimą „Kokiu tikslu naudojotės internetu?“ matyti, kad apklaustieji daugiausia internetą naudoja elektroniniam paštui (61,8%), spaudos, publikacijų, elektroninių knygų paieškai ir skaitymui (59,0%). Nuotoliniam mokymui internetu naudojasi tik 9,0% respondentų.

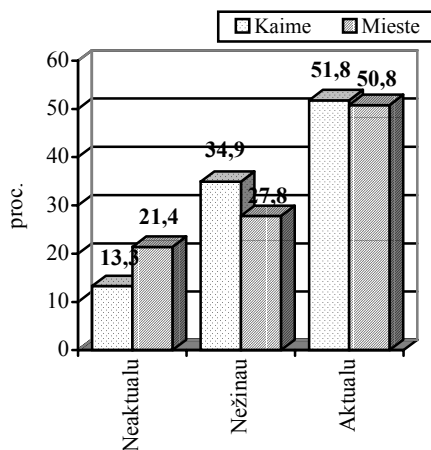
Į klausimą „Ar Jums būtų aktualus nuotolinis mokymas naudojant naujoviškas informacines technologijas?“ teigiamai atsakė apie pusę apklaustųjų. Daugiausia respondentų norėtų mokytis internetu (58,9%), naudodamiesi kompaktinėmis plokštelėmis – 37,4%, specialiose klasėse – 19,6%. Net 18,2% apklaustųjų atsakė, kad tokia mokymosi forma jiems neaktuali, o 30,6% nežino, ar tai jiems aktualu. Labiausiai tikėtina, kad trečdalis respondentų skeptiškas požiūris į skaitmeninio mokymosi aktualumą yra susijęs su nepakankama informacijos apie šios studijų formos pranašumus ir taikymo galimybes sklaida.

Iš 2 paveikslo matyti, kad kaimo gyventojai mažiau žino apie mokymosi naudojant informacines technologijas pranašumus, tačiau tokių, kuriems ši mokymosi forma visiškai neaktuali, yra daug mažiau negu miestiečių.

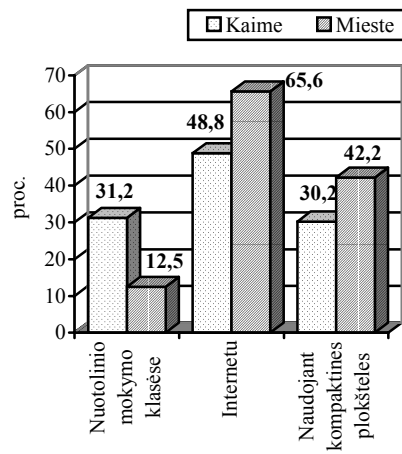
Iš 3 paveiksle pateikiamų duomenų matyti nuotolinio mokymosi būdų patrauklumo kaimo ir miesto gyventojams skirtumai. Abiem respondentų grupėms priimtinausia mokytis internetu, bet kaimo gyventojai mieliau naudotųsi nuotolinėmis mokymo klasėmis.

Kaip rodo tyrimo rezultatai, noras mokytis pasitelkiant informacines technologijas didėja. Vienas iš svarbiausių skaitmeninio mokymosi pranašumų yra tas, kad mokytis galima patogiu laiku, neišvykstant iš gyvenamosios vietovės. Tačiau 11,5% respondentų atsakė, kad savo gyvenamojoje vietovėje neturi jokios galimybės

nes technologijas?“ teigiamai atsakė apie pusę apklaustųjų. Daugiausia respondentų norėtų mokytis internetu (58,9%), naudodamiesi kompaktinėmis plokštelėmis – 37,4%, specialiose klasėse – 19,6%. Net 18,2% apklaustųjų atsakė, kad tokia mokymosi forma jiems neaktuali, o 30,6% nežino, ar tai jiems aktualu. Labiausiai tikėtina, kad trečdalis respondentų skeptiškas požiūris į skaitmeninio mokymosi aktualumą yra susijęs su nepakankama informacijos apie šios studijų formos pranašumus ir taikymo galimybes sklaida.



2 pav. Nuotolinio mokymosi naudojant informacines technologijas aktualumas



3 pav. Nuotolinio mokymosi būdų priimtinumai

naudotis kompiuteriais, ir 23,9% – internetu. Pradedančiam dirbti kompiuteriu labai aktualu gauti konsultacijų, kaip naudotis informacinėmis technologijomis. Tačiau į klausimą „Ar turite galimybių gauti konsultacijų, kaip naudotis kompiuteriu?“ 21,5% respondentų atsakė, kad tokios galimybės neturi, 23,4% teigė, kad apie tokias galimybes nežino. Todėl, autorių nuomone, aktualu steigti viešuosius interneto prieigos centrus. Juose gyventojai galėtų naudotis ne tik kompiuterine ir programine įranga bei internetu, bet ir gauti konsultacijų, susijusių su informacinių technologijų taikymu, sužinoti apie nuotolinio mokymosi galimybes ir jomis pasinaudoti.

Išvados

1. Remiantis atliktos apklausos duomenimis galima teigti, kad dauguma respondentų pakankamai gerai žino informacinių technologijų pranašumus ir norėtų jais pasinaudoti.

2. Mokyti pasitelkiant informacines technologijas pageidautų apie pusė, neapsprendę dėl tokio mokymosi būdo tikslingumo yra trečdalis apklaustųjų. Tikėtina, kad tokį požiūrį lemia tai, kad stinga informacijos apie naujoviškų mokymosi būdų pranašumus.

3. Nepakankamai organizuojami kompiuterinio raštingumo tobulinimo kursai nuo didžiųjų miestų nutolusiose gyvenamosiose vietovėse, nors toks poreikis yra didelis.

4. Respondentams priimtinausias nuotolinio mokymosi būdas yra mokymasis internetu.

5. Tikslinga sparčiau plėsti viešųjų interneto prieigos centrų tinklą. Šiuose centruose gyventojai galėtų susipažinti su informacinių technologijų galimybėmis, tobulinti naudojimosi šiomis technologijomis įgūdžius ir profesinę kvalifikaciją, gauti kitų šių technologijų teikiamų paslaugų.

LITERATŪRA

- Abarius P. ir kt. (2003) Informacinių technologijų naudojimo edukologiniai aspektai. Adresas internete: <http://www.liedm.lt>, [žiūrėta 2003 m.].
- Balčytienė A. (1998) Būdas mokytis kitaip: hipertekstinė mokymo aplinka. Vilnius: Margi raštai. 92 p.
- Daujotytė V., Klimka L., Kriščiūnas K. ir kt. (2002) Mokslas, technologija ir visuomenė: harmoningos raidos paieškos. Kaunas: Technologija. 270 p.
- Petersen T. (2000) Computergestuetztes Lernen als Instrument der betrieblichen Weiterbildung // ZfO, Heft 6, p. 349–533.
- Petrauskas A. (2002) Kam grės nedarbas? // Respublika, vasario 22.
- Rutkauskienė D., Cibulskis G. (2000) Informacijos technologijų taikymas distanciniame mokyme // Informacinės technologijos'2000. Kaunas: Technologija, p. 399–403.
- Targamadžė A., Normantas E., Rutkauskienė D., Vidžiūnas A. (1999) Naujos distancinio švietimo galimybės. Vilnius: Lietuvos neakivaizdinio švietimo centras. 290 p.
- http://europa.eu.int/information_society, [žiūrėta 2003 m.].

THE POSSIBILITIES AND INTERESTS OF E-LEARNING

Aldona Čiūtienė, Daiva Rimkuvienė, Linas Stabingis

S u m m a r y

The rush changes of social environment and technologies in modern society insist on obtaining of new knowledge. The knowledge, ones obtained in University or college, cannot be sufficient. The special-

ists have to improve their qualification all the life. Sometimes those, who are willing to study, deal with difficulties to leave their working or living place. Therefore, it is very important for them to have the

possibility of remote studies. Big influence on the development of this kind of studies has usage of modern information and communication technologies. For evaluation of possibilities and interests of remote studies via Internet authors of this paper provided survey, using specially prepared questionnaire.

Using statistical analysis methods we processed the collected data and using methods of logical analysis, synthesis and generalisation defined directions of activities for acceleration of development of remote studies via Internet.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Šaltiniais grįsto mokymo strateginės nuostatos

Alina Dėmenienė

Kauno technologijos universiteto Panevėžio instituto
 Skaičiavimo centro direktorė,
 Fizinių mokslų katedros lektorė,
 Kaunas University of Technology, Panevėžys Institute,
 Computer Centre Director
 Physical Sciences Department, Lecturer
 Klaipėdos g. 1. LT-5319 Panevėžys
 Tel. (8-25) 46 77 36, el. paštas: alidem@panf.ktu.lt

Straipsnyje apžvelgiami nauji mokymo metodai, pagrindinį dėmesį skiriant šaltiniais grįstam mokymui. Nagrinėjamos kompaktinių plokštelių naudojimo galimybės ir trūkumai.

Problemos esmė

Nuolat akcentuojamas ypač sparčiai augantis žmonijos sukurtos informacijos kiekis. Kartu didėja ir tam tikram išsilavinimo lygiui būtinų žinių kiekis. Nesikeitė mokymo trukmė, mažai keitėsi mokymo metodai, bet moksleiviui, studentui mokymo proceso metu pateikiama vis daugiau informacijos. Toks ekstensyvus mokymo metodas atvedė į tam tikrą aklavietę: faktiškai pasiekta mokinių mechaninio įsiminimo galimybių riba.

Išsivysčiusios šalys jau praeitą dešimtmetį ėmė intensyviai modernizuoti savo švietimo sistemas. Daugelio faktų, žinių ir įgūdžių, kurie anksčiau atrodė būtini konkrečiam bendrojo išsilavinimo lygiui, tolesniame gyvenime neprireikia. Kitaip tariant, reikia peržiūrėti būtinų žinių apimtį. Bandant riboti pateikiamos informacijos kiekį, besimokančiajam tenka nurodyti, kokiuose šaltiniuose ir kaip rasti konkrečią informaciją, pasitelkus naujas informacines technologijas.

Esama situacija skatina iš esmės peržiūrėti naudojamus mokymo metodus bei taikyti naujus. Tačiau, kaip pažymi D.Šaparnienė ir G. Šaparnis (2003), tiek tarptautiniu, tiek Lietuvos lygmeniu pasigendama tyrimų, nagrinėjančių klausimą, ar asmenybės poreikis rinktis

vieną ar kitą mokymosi strategiją gali turėti įtakos kompiuterinio raštingumo raidai. Anot A. F. Gregorc (1979), mokymosi strategija yra akivaizdus elgesys, kuris parodo, kad žmogus apdoroja informaciją. Iš esmės šis apibrėžimas teigia, kad mokymosi strategija turi ryšį su tuo, kaip žmogus apdoroja ir suvokia informaciją mokymosi situacijoje.

Atsiranda šaltiniais grįstas mokymas, kuris tampa ypač aktualus žengiant į informacinę visuomenę. Išryškėja mokslinė problema sieti modernių mokymo priemonių diegimą su naujais ugdymo tikslais, o naujus ugdymo tikslus – su informacinių ir komunikacinių technologijų taikymu.

Lietuvos mokyklų aprūpinimo mokomosiomis kompiuterinėmis priemonėmis strategijoje (Strategija, 2002) pažymima, kad „moderniosios ugdymo priemonės gali pagerinti mokymą ir mokymąsi: informacijos ir komunikacijos technologijos priemonių taikymas ugdymo procese gali turėti reikšmingos teigiamos įtakos moksleivių rezultatams, nuostatoms bei jų bendravimui su mokytojais bei bendraamžiais. Modernių mokymo priemonių diegimas glaudžiai siejasi su naujais bendraisiais ugdymo tikslais, o nauji ugdymo tikslai – su informacijos ir komunikacijos technologijos taikymu“.

Šio straipsnio **tikslas** – įvertinti šaltiniais grįsto mokymo, naudojant kompaktines plokšteles strategiją.

Tyrimo objektas – šaltiniais grįstas mokymas ir jo realizacija naudojant kompaktines plokšteles.

Tyrimo uždaviniai:

1. Pateikti šaltiniais grįsto mokymo sampratą.
2. Atskleisti mokymo proceso prieštaravimus, kylančius dėl mokymo metodų neatitikties modernėjančioje visuomenėje.
3. Įvertinti kompaktinių plokštelių (CD-ROM) taikymo mokymui pranašumus.

Situacijos Lietuvos mokyklose analizė

Mokymo procese informaciniams įgūdžiams ugdyti gali būti pasitelkiami įvairiausi šaltiniai. Vis labiau plintant mokykloje informacinėms technologijoms, būtini papildomi technologijos vartojimo įgūdžiai. Informacinės technologijos suteikia mokiniams naujų galimybių gauti daug ir įvairios informacijos pačiomis įvairiausiomis formomis – tai gali būti tekstine informacija, garsinė bei vaizdinė medžiaga, grafika, fotografija. Šiandien vis daugiau kalbama apie internetą ir kompaktines plokšteles.

Atėjo metas pagalvoti apie informacinių įgūdžių ugdymą naudojant interneto galimybes ir naujus informacijos saugojimo, perteikimo, darbo su ja būdus. Mokyklų aprūpinimo mokomosiomis kompiuterinėmis programomis strategijoje nubrėžiamos mokymo gairės ir perspektyvos. Dabarties uždavinys – pritaikyti naujas technologijas ugdymo procese.

Šiuolaikinių informacinių technologijų diegimą Lietuvos švietimo sistemoje tenka derinti ne vien su naujomis ir perspektyviomis galimybėmis. Reikia pripažinti, kad šalies finansiniai ištekliai yra gana riboti. Kadangi negalima delsti taikant informacines technologijas ugdymo procese, teorinius metodus tenka derinti su realia Lietuvos mokyklų padėtimi. Galima pakankamai optimistiškai vertinti pastarųjų metų situaciją, kai kiekviena šalies mokykla vidutiniškai gavo apie penkis naujus kompiuterius, nuolat tobulinama šalies mokytojų kompiuterinė kvalifikacija, mokyklas

pasiekia vis daugiau kompiuterinių mokomųjų priemonių, į mokyklas įvedamas greitesnis interneto ryšys, tačiau kompleksinis mokyklų aprūpinimas informacinių technologijų priemonėmis atsilieka net nuo „Informacijos ir komunikacijos technologijų diegimo Lietuvos švietime“ nuostatų. Taigi reikia derinti strategines ir taktines mokyklų kompiuterizavimo nuostatas, metodus, būdus.

Spausdinti informacijos šaltiniai mokymui naudojami gana ribotai: paieškai bibliotekoje reikia sugaišti daug laiko, knygos yra brangios, bibliotekų aprūpinimas nepakankamas, vienu metu ta pačia bibliotekos knyga gali pasinaudoti tik vienas žmogus.

Šaltiniais grįsto mokymo samprata ir ypatybės

Situacija iš esmės keičiasi plėtojantis informacinėms technologijoms: informacija perkeliama į kompiuterinę formą, sukurtas globalus informacijos tinklas, vienu metu įvairių tipų šaltiniais gali naudotis praktiškai visi, kas nori. *Dabar šaltiniais grįstas mokymas suprantamas kaip tiesioginis gausių informacijos išteklių naudojimas mokymo procese, taikant naujas informacines technologijas: internetą ir kompaktines plokšteles.* Tokiems informacijos šaltiniams būdinga:

- hipertekstinė forma (angl. *Hypertext*);
- daugiaterpė aplinka (angl. *Multimedia*);
- išvystyta paieška (angl. *Search, Find*).

JAV atlikti tyrimai (2002) parodė, kad kasmet naudojama vis daugiau kompaktinių plokštelių. Pirmoje lentelėje pateikiami duomenys, kaip dažnai ir kur mokytojai naudoja kompaktines plokšteles.

1 lentelė. *Kompaktinių plokštelių naudojimas (JAV)*

Kaip dažnai naudoja		Kur naudoja	
<i>Dažnumas</i>	<i>%</i>	<i>Vieta</i>	<i>%</i>
Kiekvieną dieną	47,9	Klasė	83,6
Kartą per savaitę	29,5	Kompiuterinė klasė	45,3
Kartą per mėnesį	7,4	Biblioteka / Daugiaterpės aplinkos centras	13,5
Nenaudoja	15,2	Niekur	6,4

Kokie įgūdžiai yra stiprinami naudojant kompaktines plokšteles? Apklausoje dalyvavę mokytojai pažymi, kad kompaktines plokšteles pradeda lavinti mokymosi įgūdžius (81,0%), geriau perprasti kompiuterio naudojimo galimybes (77,4%), didinti kūrybinį potencialą (50,8%), dėmesio koncentravimą (42,3%), sprendamas vieną kitą uždavinį moksleivis daugiau ieško, bendradarbiauja su savo bendraamžiais (33,5%).

Amerikiečių mokslininkai (Anderson, 1996; Sheingold, 1994) pažymi, kad kompaktinė plokštelė labai praverstų tiems moksleiviams, kuriems reikia papildomos medžiagos išsamiu vienu ar kitu dalyką.

Kompaktinė plokštelė leidžia individualizuoti užduotis, dėl to galima prisiderinti prie kiekvieno moksleivio mokymosi tempo. Naudojantis įvairiomis priemonėmis, sustiprinami pagrindiniai įgūdžiai (Dwyer, 1994), kompaktinių plokštelių garsas, vaizdas padeda moksleiviui geriau suvokti jį supantį pasaulį (Anderson, 1996). Pavyzdžiui, moksleivis geriau suvoks anatomijos pamokoje perteiktas žinias, apie širdies darbą, pamatęs kompaktinėje plokštelėje įrašytą vaizdą, negu pasižiūrėjęs vadovėlio paveikslėlį.

Didelę reikšmę turi kompaktinės plokštelės, kuriose modeliavimo užduotys pateiktos kūrybinėje aplinkoje. Taip moksleiviai pamokos metu gali bandyti vadovauti gamykloms, miestams, statybinėms organizacijoms.

Amerikos mokslininkai (Sheingold, 1994) siūlo mokykloms sudaryti kompaktinių plokštelių elektroninius krepšelius, kuriuose būtų laikomi moksleivio darbai. Tokiu būdu mokytojai galėtų pateikti tėvams, pačiam moksleiviui darbus, kurie parodytų, kaip jis tobulėjo per mokslo metus.

Mokytojai, dirbdami su kompaktinėmis plokštelėmis, taip pat kelia savo kvalifikaciją, daugiau bendrauja su kolegomis ne tik mokykloje, bet ir vykdydami projektus su kitų šalių mokytojais (U.S., 1995). Toks bendravimas užtikrina grįžtamąjį edukacinį ryšį.

Mokykla, aprūpinta pažangiomis technologijomis, visada gali pasigirti gerais baigiamųjų egzaminų rezultatais, geresniu psichologiniu klimatu, didesniu moksleivių doėjimusi informacinėmis technologijomis, informacijos pateikimo dinamiškumu (Means, 1998; Apple, 1995; National, 1999).

Mokslininkai daro išvadą, kad naudodami kompaktines plokšteles mokytojai gali pajauvinti mokymo procesą, daugiau dėmesio skirti bendram darbui su klase, nuodugniau nagrinėti įvairias temas (Quality Education Data, 2001).

Vokiečių mokslininkai (2002) pateikia keletą kritinių pastabų, susijusių su kompaktinių plokštelių naudojimu mokykloje:

- matydami gamtos vaizdus vaizduoklyje, moksleiviai vis mažiau domisi gyvąja gamta;
- jei mokyklos blogai aprūpintos gera kompiuterine technika, neįmanoma naudoti kompaktinių plokštelių;
- kompaktinių plokštelių gamintojai pateikia gražių vaizdų, bet tekstas būna labai nekokybiškas, pasitaiko nemažai klaidų;
- kompaktinės plokštelės turi tą trūkumą, kad duomenų negalima perduoti į kitą programą ir atvirkščiai;
- trūksta kompaktinių plokštelių, kurios būtų suskirstytos pagal pamokų temas;
- prastas kompaktinių plokštelių įpakavimas.

Reikia pasakyti, kad kompaktinės plokštelės didina moksleivių iniciatyvą (Mandi, 2001), mokytojams jos kartais pakeičia mokyklinę lentą. Tačiau nereikia manyti, jog kompaktinės plokštelės visai „išvays lentą iš mokyklos“, visais atvejais būtina prieiti prie racionalaus sprendimo (Peschke, 2001). Ar reikia naudoti „elektroninę“ medžiagą ir kiek ji naudinga? Atsakymas vienas: jei mokytojas mato, kad medžiaga paruošta korektiškai, be klaidų – ją galima naudoti. Mokiniai, turėdami geresnius darbo su kompiuteriu įgūdžius, savo referatams, namų darbams, laisvalaikio leidimui daug anksčiau pradeda naudoti kompaktines plokšteles. Daugelis iš jų patys jas kuria. Mokytojas, kuris aiškindamas temą pasitelkia pažangias technologijas, įgauna didesnę autoritetą (Meister, 1999).

Šaltiniais grįsto mokymo atsiradimo Lietuvoje prielaidos. Tyrimo rezultatų aptarimas

Pedagogų požiūris į mokymą keičiasi. Vis labiau remiamasi kognityviąja teorija, kuri, kitaip

nei biheviorizmas, akcentuoja vidinius žmogaus žinių įgijimo procesus (Balčytienė, 1998).

Tyrimas atliktas Panevėžyje (2002 m. gruodį). Jam buvo pasirinkti Panevėžio miesto bendrojo lavinimo mokyklų pedagogai. Tyrimo imtis reprezentuoja bendrą Lietuvos situaciją, švietimo sistemoje nagrinėjamus klausimus. Apklausoje dalyvavo 1439 mokytojai, iš kurių 588 (40,88%) teigė, kad moka dirbti kompiuteriu. Antroje lentelėje pateikiami duomenys, kaip dažnai ir kur mokytojai naudoja kompaktines plokšteles.

2 lentelė. *Kompaktinių plokštelių naudojimas*

Kaip dažnai naudoja		Kur naudoja	
<i>Dažnumas</i>	<i>%</i>	<i>Vieta</i>	<i>%</i>
Kiekvieną dieną	0	Klasė	3
Kartą per savaitę	3	Kompiuterinė klasė	15
Kartą per mėnesį	28	Biblioteka	0
Nenaudoja	69	Namai	26
		Niekur	74

Klasėje naudoja kompaktines plokšteles užsienio kalbų, lietuvių kalbos, muzikos mokytojai, užsienio kalbų mokytojai – dažniausiai, t. y. kartą per savaitę.

Apklausa išryškino šiuos trūkumus: mokyklų bibliotekos nepakankamai aprūpinamos naujausia literatūra, mokytojai savo namų bibliotekos negali papildyti reikalinga literatūra, nes knygos brangios. Mokytojų nuomone, daug perspektyvų teikia internetas, kompaktinės plokštelės, tačiau nurodo, kad:

- mokyklose prastas internetinis ryšys;
- nėra pakankamai kompiuterinių laboratorijų;
- kompiuteriai neturi kompaktinių plokštelių nuskaitymo ir įrašymo įrenginių;
- prastas mokytojų pasirengimas dirbti su kompiuterine įranga.

Mokytojai, kurie dirba su kompiuterine įranga ir naudoja kompaktines plokšteles (pamokose, pasirengimui pamokoms), pažymėjo:

- kompaktinės plokštelės, kaip mokymosi priemonė, padeda visiems moksleiviams, padidėja jų pasitikėjimas savimi, nes daugelio žinios technologijų srityje yra išsamesnės negu mokytojo;

- pagerėja ryšys su namais (atsakė tie mokytojai, kurie dalyvavo tarptautiniuose projektuose ir su kolegomis susirašinėjo elektroniniu paštu);
- moksleiviai pradeda kritiškiau mąstyti;
- greičiau randa reikiamą atsakymą;
- geriau įsimena medžiagą, nes jie ne tik girdi, bet ir mato;
- technologijos padeda įvairiapusiškai lavinti mokinį.

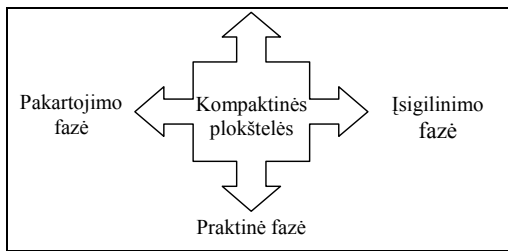
Kompaktinių plokštelių naudojimo galimybės

Knygą vis dažniau išstumia kompaktinė plokštelė, kuriai būdinga hipertekstinė forma, daugiaterpė aplinka, išplėta paieška. A. Balčytienė (1998) pažymi, kad knyga tam tikra prasme yra atsakinga už požiūrio suformavimą, ir tai yra svarbiausias knygos, kaip autoritetingo informacijos šaltinio, trūkumas. Nuoseklus mokomosios medžiagos dėstymas sutelkia mokinio mąstymą tik ties žemo lygio faktine informacija. Mokydamasis konstruktyviai, mokinys pats atsako už mokymosi rezultatus, bet atsimintina, kad įvairiomis priemonėmis reikia padėti mokiniui pasiekti tokį lygį, kad jis pats galėtų rinktis mokymosi greitį, mokymosi tikslus, kelti hipotezes, kritiškai vertinti įvairias situacijas, bendraudamas spręsti įvairius išskylančius uždavinius.

Keičiasi mokymo aplinkos. Atsiranda kompiuterizuoto mokymo aplinka, kurioje mokiniams suteikiama galimybė mokytis savarankiškai (Balčytienė, 1998). Tokioje aplinkoje mokiniui parengiama individuali užduotis. Vienas iš jos sprendimo būdų – naudoti kompaktines plokšteles.

Jose yra daug mokymo procesui reikalingos informacijos: enciklopedijų, žodynų, atlasų, katalogų, metinių laikraščių ir žurnalų komplektų. Kompaktinės plokštelės suteikia galimybę žaisti ir bendrauti. Jas pasitelkus galima sukurti skaitmeninę biblioteką. Ši priemonė gali būti naudojama įvairiems mokymo tikslams – klausymui, matymui, aktyviam darbui (1 pav.).

Mokymąsi naudojant kompaktinę plokštelę galima vadinti atviru mokymusi, kai ir mokytojas,



1 pav. Mokymo proceso taikant kompaktinę plokštelę fazės

ir mokinys modeliuoja savo darbą: gali susidaryti savo darbo planą, savarankiškam darbui pasirinkti įvairias užduotis, kai kurias nesuprantamas vietas peržiūrėti daug kartų (2 pav.).

Kompaktinė plokštelė – informacijos, tikslių tyrinėjimų ir paieškos priemonė.

Joje galima išsaugoti didelius duomenų kiekius (50 000 puslapių yra ne riba). Daugiatėrpi aplinka padidina medžiagos vaizdumą, nes tekstinė informacija papildoma piešiniais, garais, judančiais vaizdais. Informacijos paieška atliekama pagal reikšminius žodžius (angl. *Keywords*), dokumentų pavadinimus (angl. *Titles*), saitus (angl. *Links*) ir t. t. Tokia paieška labai praverčia, kai reikia pakartoti blogai suvoktą medžiagą, grįžti prie patikusios vietos. Šiuo atveju pasiruošimo paskaitoms ir darbų atlikimo forma turėtų būti kitokia.

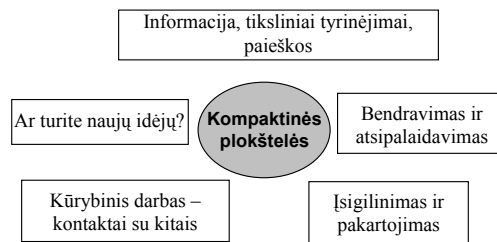
Kompaktinė plokštelė – priemonė įsigilinti ir pakartoti.

Kokybiškam mokymosi procesui užtikrinti reikia trijų fazių: praktinių užduočių, pakartojimo, įsigilinimo. Kompaktinės plokštelės sudaro galimybę teksto, žaidimo ar tikslių klausimų forma pakartoti, įsiminti įgytas žinias, ugdyti naujus gebėjimus.

Kompaktinė plokštelė – priemonė atsipalaiduoti ir bendrauti.

Mokiniai galėtų atsinešti į klasę jiems patinkančias kompaktines muzikos plokšteles.

Galimybė pačiam sukurti kompaktinę plokštelę.



2 pav. Kompaktinių plokštelių taikymo pamokoje formos

Tačiau ši galimybė ne visada gali būti įgyvendinama. Vis dėlto daugelis mokyklų ir jaunimo darbo institucijų turi reikiamą bazę, kad galėtų sukurti savo kompaktinę plokštelę arba WWW puslapį, hipertekstus, garso ir vaizdo medžiagą, žemėlapius ir kita.

Išvados

1. Šaltiniais grįstas mokymas – tiesioginis gausių informacijos išteklių naudojimas mokymo procese pasitelkiant naujas informacines technologijas: internetą ir kompaktines plokšteles.

2. Tradiciniai mokymo metodai ir medžiagos perteikimo šaltiniai (knyga, mokytojas ir mokytojo patirtis) nebepatenkina šiandienos žinių poreikio. Modernėjančioje visuomenėje tai sukelia mokymo proceso prieštaračius.

3. Kompaktinių plokštelių taikymo mokykloje praktika parodė, kad papildomų įrenginių joms nuskaityti nereikia, jei kompiuteriai prijunti prie interneto.

4. Kompaktines plokšteles pamokoje galima naudoti kaip klasikinę mokomąją knygą, kasetę ar videofilmą. Galima taikyti grupinio darbo metodus. Keliose mokyklose tuo pačiu metu pedagogai gali pateikti mokiniams vienos užduoties.

5. Kompaktinės plokštelės gali būti naudojamos mokinių žinioms gilinti už mokyklos ribų (referatams rengti, įvairioms užduotims atlikti). Mokykla šią problemą galėtų spręsti kartu su firmomis, kurios organizuoja kompiuterinius mokymus, turi interneto svetaines.

LITERATŪRA

- Anderson M. (1996) Technology: Today's Computer-Friendly Student Thrive on CD-ROMs and Interactive Learning, But the Hardware Bears a Hefty Price Tag // The Tampa Tribune, December 11, no. 1.
- Apple Computer (1995), Inc., Changing the Conversation About Teaching, Learning and Technology // A Report on Ten Years of ACOT Research. Cupertino, CA.
- Balčytienė A. (1998) Būdas mokytis kitaip: hipertekstinė mokymo aplinka. Vilnius: Margi raštai.
- Barbara Means and Kerry Olson (1998). Restructuring Schools With Technology // Challenges and Strategies. Menlo Park, CA: SRI International.
- Dorothee M. Meister, Uwe Sander (Hrsg.) (1999) Multimedia: Chancen für die Schule. Neuwied; Berlin: Luchterhand.
- Dagienė V. ir kt. (2002) Informacinių technologijų naudojimo edukaciniai aspektai. Pedagogų kompiuterinio raštingumo standarto edukologinė dalis. Vilnius, p. 336.
- EMR Research Corner archives (2002). Adresas internete: http://www.ed-market.com/r_c_archives/
- Gregorc A. F. (1979) Learning/teaching styles: Their nature and effects // J. W. Keefe (Ed.), Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs. Renton, VA: NAASP, p. 19–26.
- Kritische Stimmen zur CD-ROM und ihrem Einsatz in der Schule (2002). Adresas internete: <http://www.baselland.ch/3/natured/007.htm>.
- Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas dėl mokyklų tobulinimo programos patvirtinimo. 2002 m. gegužės 28 d. Nr. 759. Adresas internete: <http://www.smm.lt/pb/n0759.htm>
- Mandi H., Winkler K. (2001) Online-Studium – Neue Formen des Lehrens und Lernens // E-learning – Initiativen und Projekte zum Einsatz der neuen Medien im Bildungsbereich. Hannover, p. 24–30.
- Markauskaitė L. (1999) Informaciniai gebėjimai humanitarinių ir tikslųjų mokslų sanglaudoje // Informacijos mokslai, t. 10, p. 38–51.
- Mokyklų aprūpinimo mokomosiomis kompiuterinėmis priemonėmis strategija. Adresas internete: [http://www.smm.lt/Teisine_informacija/projektai/mp_strategija_2001_12_19%20lentelė\).doc](http://www.smm.lt/Teisine_informacija/projektai/mp_strategija_2001_12_19%20lentelė).doc)
- National Information Infrastructure Advisory Council. January 1999.
- Peschke R. (2001) Lernen mit neuen Medien – Wegw in den schulischen Alltag // E-learning – Initiativen und Projekte zum Einsatz der neuen Medien im Bildungsbereich. Hannover, p. 48–53.
- Quality Education Data (2001), Inc., Technology in Public Schools, 2000. 15th Edition. Denver, CO.
- Sheingold K. and Frederiksen J. R. (1994) Using Technology to Support Innovative Assessment, in Means // Technology and Education Reform: The Reality Behind the Promise. San Francisco, CA: Jossey-Bass, p. 91–108.
- (Strategija 2002) Adresas internete: www.smm.lt/Teisine_informacija [žiūrėta 2003-02-19].
- Šaparnienė D., Šaparnis G. (2003) Studentų mokymosi strategijos ir statistiniai tipai kompiuterinio raštingumo kontekste // Ekonomika ir vadyba: Aktualijos ir perspektyvos 2002: E. Galvanausko mokslinės konferencijos medžiaga. Šiauliai: VŠĮ Šiaulių universiteto leidykla, p. 187–191.
- U.S. Congress (1995). Office of Technology Assessment // Teachers & Technology: Making the Connection. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

STRATEGIC PROVISION OF TEACHING BASED ON SOURCES

Alina Dėmenienė

S u m m a r y

A majority of developed countries have modernized their education systems during the last decade. Analysis performed in those countries showed, that a lot of facts and knowledge, which were required for particular stage and level of education, in further life is unnecessary: it seems to be enough to have information technology skills that allow quick finding of necessary information sources. These

results could serve as an explanatory reason why the education based on sources is so rapidly developing, and facilitating the stepping into information society.

One of such information sources is CD-ROM, which stows a lot of information of various types. Wide usage of them in education will bring not only new benefits, but will also solve a lot of old problems.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Technologinio ir profesinio kompiuterinio raštingumo ugdymo problemos

Alfredas Otas

Kauno technologijos universiteto docentas,
daktaras
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof., PhD
Studentų g. 50, Kaunas
Tel. (8 37) 30 03 87, faks. (8 37) 30 03 90
El. paštas: otas@viesulas.ktu.lt

Eugenijus Telešius

Kauno technologijos universiteto docentas,
daktaras
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof., PhD
S. Daukanto g. 25, Kaunas
Tel. (8 37) 75 01 02, faks. (8 37) 40 73 40
El. paštas: et@ssoft.net

Straipsnyje nagrinėjama kompiuterinio raštingumo ugdymo problema. Pagrindžiamas kompiuterinio raštingumo vienodo vertinimo būtinumas. Išskiriamas technologinis ir profesinis kompiuterinis raštingumas. Aptariama, kokių žinių reikia kompiuterių vartotojui, siekiančiam motyvuoti informacinių technologijų taikymą savo profesinėje veikloje. Pristatomos kompiuterių specialistų profesinių žinių ir įgūdžių vertinimo problemos, galimi jų sprendimo būdai.

Problema

Informacinės visuomenės kūrimo Europoje procesas nuolat spartėja. Vis mažiau pasitaiko skeptikų, kurie be išlygų neigia visuotinės kompiuterizacijos reiškinio svarbą ir įtaką visuomenės raidai. Lietuvos Respublikoje įkurtos informacinės visuomenės kūrimo procesus kuriojančios valstybinės institucijos, priimami atitinkami strateginiai dokumentai ir juridiniai aktai. Vis daugiau šalies piliečių savo tiesioginei darbinei veiklai, būčiai, laisvalaikiui naudoja informacines technologijas.

Per daugiau negu penkiasdešimt sparčios kompiuterių raidos ir plitimo visame pasaulyje metų keitėsi ne vien kompiuteriai. Vis daugėjo ir žmonių, dirbančių kompiuteriais. Pradėjus sparčiai naudoti asmeninius kompiuterius, kartu atsirado ir masinis kompiuterių vartotojas, kuris vis įvairesnę bei galingesnę įrangą taiko savo kasdieniame darbe, švietimo, laisvalaikio, mokslo, kultūros bei kitiems tikslams.

Mokymosi visą gyvenimą memorandumė (Mokymosi..., 2001) apibrėžti nauji pagrindiniai įgūdžiai, reikalingi aktyviam dalyvavimui

informacinės ir žinių visuomenės gyvenime. Sėkmingai darbinei veiklai praktiškai bet kurioje srityje tampa būtinas informacinis, arba kompiuterinis, raštingumas. Kiekvienos organizacijos vadovui labai svarbu, kad priimamas į darbą žmogus turėtų darbo su kompiuteriu įgūdžių, nes tik taip jis galės sėkmingai dalyvauti šiuolaikinės organizacijos veikloje.

Kitas dalykas – kaip įvertinti realius darbuotojo sugebėjimus organizuoti savo veiklą elektroninėje erdvėje. Vidutinio ir vyresnio amžiaus darbuotojai kompiuterinių žinių įgijo savarankiškai dirbdami su vadovėliais ar lankydami kursus, moksleiviai ir studentai tam tikrų žinių įgyja mokykloje, kurių programos yra labai nevienodo lygio. Be to, informacinių technologijų mokslas ir verslas nuolat siūlo įvairias naujoves, kurios būtinos veiklos efektyvumui palaikyti.

Kompiuterinio raštingumo vertinimas

Pradedant dirbti kompiuteriu, pirmiausia susipažįstama su kompiuterio sandara ir palaipsniui įvaldomos pagrindinės bendrojo naudojimo

programos. Šios kompiuterio vartojimo žinios tampa darbo elektroninėje erdvėje pagrindu. Kompiuterio vartotojai mokosi ir dirba nevie-nodoje aplinkoje, skirtingas jų bendras išsilavinimo lygis, todėl neretai sunku apibūdinti, ką realiai moka konkretus kompiuterio vartotojas ir ką iš tikro reiškia kompiuterinio raštingumo terminas.

Kyla kompiuterinės kompetencijos vertinimo problema ir poreikis, siekiant nustatyti as-mens, dirbančio kompiuterio aplinkoje, žinių ir įgūdžių lygį, nes tai šiuolaikinėmis sąlygomis tampa svarbia bendros profesinės kompetenci-jos dalimi. Kartu pageidautina, kad vertinimas būtų atliekamas pagal vienodus kriterijus ir pla-čiai taikomas. Reikalingas vienodas sertifikatas – dokumentas, rodantis, kad asmens gebėjimai atitinka tam tikro standarto reikalavimus.

Šiuo atveju tyrimo objektas – kompiuterinio raštingumo lygis bei jo vertinimo galimybės.

Europos informatikos profesionalų sąjungų taryba CEPIS inicijavo Europos kompiuterinio raštingumo programos kūrimą ir diegimą. Šios programos vienas iš tikslų – diegti vienodą kompiuterio vartotojo sertifikatą ECDL (*European Computer Driving Licence*). ECDL – tai bendras Europos šalių sertifikatas, liudijantis asmens darbo su kompiuteriu įgūdžius. Sertifi-kato įvedimo tikslas – suvienodinti kompiute-rių vartotojams visose Europos valstybėse ke-liamus reikalavimus, kurie rodytų, kad testus išlaikę asmenys yra pasirengę dirbti su infor-macinėmis technologijomis, sugeba savarankiš-kai naudotis kompiuteriu ir pagrindinėmis tai-komosiomis programomis pradinio lygiu. ECDL programa vienoda visų specialybių ir bet kokio amžiaus kompiuterio vartotojams.

ECDL sertifikato gali siekti kiekvienas Eu-ropos gyventojas. ECDL programa buvo sukur-ta orientuojantis į valstybės institucijų ir didelių įmonių darbuotojus. Europos Sąjungos valsty-bių institucijos ECDL sertifikavimo sistemą taiko vertindamos savo darbuotojų kompiuteri-nius įgūdžius. Tai, kad ECDL sertifikatą turi visi organizacijos darbuotojai, tampa prestiži-niu, aukštą įmonės kompiuterizacijos lygį pa-tvirtinančiu rodikliu. Standartas nepriklauso nuo programinės įrangos, jis nustato pačius rei-kalingiausius darbo su kompiuteriu įgūdžius. ECDL programą sudaro septyni moduliai:

1. Pagrindinės informacinių technologijų sąvokos.
2. Kompiuterio naudojimas ir bylų tvar-kymas.
3. Tekstų tvarkymas.
4. Skaičiuoklės.
5. Duomenų bazės.
6. Pateikčių rengimas.
7. Informacija ir komunikacija.

Standartas nepriklauso nuo programinės įrangos, tačiau testavimas vykdomas konkrečia programine įranga, kuriai yra sudaromi testai, įtraukiami į bendrą klausimų ir testų bazę. Ko-kia programine įranga tai daryti, geriausiai žino ir nusprendžia konkrečios šalies kompiuterinin-kų sąjunga, ji organizuoja ir klausimų bei testų vertimą į tos šalies kalbą, leidžia metodinę me-džiagą ir yra atsakinga už visos ECDL progra-mos infrastruktūros palaikymą šalyje.

Lietuvos kompiuterininkų sąjunga įstojo į CEPIS 1998 metais. Pagrindinis įstojimo tiks-las – koordinuoti Lietuvos kompiuterininkų bendrijos pastangas kartu su kitų Europos vals-tybių informatikos profesionalais kuriant infor-macinę visuomenę, skleisti Lietuvoje Europos kompiuterinio raštingumo programą ECDL. Lietuvoje ECDL programą koordinuoja Lietu-vos kompiuterininkų sąjunga ir jos Kaune įkur-ta viešoji įstaiga „Informacinių technologijų institutas“ (ITI). Nuo 2000 metų sausio ITI yra oficiali ECDL programos atstovybė Lietuvoje.

Kompiuterio vartotojų testavimui Lietuvoje sukurta originali automatizuoto testavimo siste-ma, kuri įdiegta paslaugų kompiuteryje adresu: www.ecdl.lt. Testuojamam asmeniui iš kiek-vieno modulio pateikiama 30 klausimų, kuriuos reikiama tvarka generuoja testavimo sistema. Testas laikomas išlaikytu, jeigu per testavimui skirtą laiką teisingai atsakoma į 80% klausimų. Prie lietuviškos testavimo sistemos jungiamasi per internetą. Teisę prie jos jungtis turi tik įga-liotieji ECDL testavimo centrai. Kiekvienas Lietuvos pilietis, atėjęs į ECDL testavimo cen-trą ir pateikęs savo pasą, gali už centro nustaty-tą kainą laukti ECDL modulių testus arba at-rankos (įvadinis) testus. Atrankos testai pade-da įvertinti pasiruošimą tikriesiems testams. Lietuvos kompiuterininkų sąjunga subūrė žino-mus Lietuvos specialistus, parengę ir išspausdi-

no lietuvišką ECDL programos 3.0 versiją bei originalius vadovėlius kiekvienam ECDL moduliui studijuoti. Dabar priimta ir pradama diegti ketvirta ECDL programos versija, prie kurios bus galutinai pereita nuo 2004 metų birželio.

Europos Sąjungos informacinės visuomenės darbo ir socialinių reikalų komitetas (ESDIS) 2001 metų lapkritį rekomendavo Europos Komisijai, kad Europos kompiuterių vartotojo pažymėjimo (ECDL) programos reikalavimai būtų pripažinti pagrindiniu Europos informacinių technologijų įgūdžių standartu (IS/01/18 rev.1, 2001). ESDIS komitetas buvo įpareigotas įvertinti Europoje naudojamas vartotojų sertifikavimo sistemas, ar jos atitinka 2000 metų kovą priimtą e.Europos kūrimo veiksmų planą. Vienas iš svarbių šio plano tikslų – įvesti bendrą Europos pažymėjimą pagrindiniams informacinių technologijų įgūdžiams sertifikuoti. Tai yra logiška tąsa visų su ECDL projektu susijusių plėtros darbų, kadangi jau pačioje ECDL projekto pradžioje finansavimas buvo gautas iš Europos Komisijos. Europos Komisijos direktoratas „DG Enterprise“ finansavo pačios ECDL koncepcijos kūrimo darbus, o „DG Education and Culture“ – klausimyno ir kokybės valdymo sistemos kūrimą. Prieš teikdamas Europos Komisijai ECDL kaip pagrindinį Europos informacinių technologijų įgūdžių standartą, ESDIS komitetas oficialiai apklausė Europos Sąjungos šalių vyriausybes, kad išsiaiškintų jų požiūrį į ECDL ir jo naudojimą valstybės tarnautojams sertifikuoti. Apklausą parodė ne tik programos populiarumą įvairiose Europos šalyse, bet ir daugelio šalių vyriausybės teigiamą požiūrį į ECDL.

2003 metų pradžios duomenimis, į ECDL programą tiesiogiai yra įsitraukusios 36 pasaulio valstybės. Programa pradėta diegti daugelyje kitų žemynų valstybių, ir ECDL tapo pasauline ICDL (*International Computer Driving Licence*) programa. Papildomai 23 valstybėse ECDL programą padeda diegti kitos, daugiausia kaimyninės šalys. Lietuvos kompiuterinių sąjunga yra įgaliota diegti ECDL Baltarusijoje. Dar 30 šalių ECDL yra bendrųjų projektų stadijos. Įvairiose valstybėse ECDL programos plėtra yra gana netolygi, bet pastebima aiški populiarumo didėjimo tendencija. Pirmas milijonas kandidatų į programą įsitraukė per ketve-

rius metus, antras milijonas – jau per šešiolika mėnesių. Dabar sparčiai skaičiuojamas trečias programos dalyvių milijonas ir tikimasi, kad jis susidarys greičiau negu per metus. ECDL plėtros situaciją Europoje ir pasaulyje demonstruoja toliau pateikiama lentelė. Duomenys joje surūšiuoti pagal į programą įsitraukusių šalies gyventojų procentą.

Lietuvos Respublikoje ECDL programos diegimas įgauna tam tikrą tempą: ECDL nuostatos įtvirtintos „Pedagogų kompiuterinio raštingumo standarte“, „Moksleivių visuotinio kompiuterinio raštingumo standarte“, vykdam Lietuvos Respublikos Vyriausybės programą parengtas „Lietuvos Respublikos visuotinio kompiuterinio raštingumo standartas“ bei jo realizavimo programa.

ECDL Lietuvos atstovybė pasiūlė šalies universitetams atestuoti informatikos studijų modulius, suderinant juos su ECDL programa. Tada studentas, sėkmingai ne mažesniu nei aštuonių balų įvertinimu išlaikęs atestuatą modulį pas ECDL testavimo teisę turintį dėstytoją, gali įsigyti ECDL pažymėjimą be papildomo testavimo. Tokia tvarka jau įvesta Kauno technologijos universitete, jai rengiasi kiti šalies universi-

Lentelė. ECDL plėtra Europoje ir pasaulyje

Šalis	ECDL progra- moje dalyvavu- sių ir dalyvau- jančių gyvento- jų skaičius (iki 2003 04 30)	Procentas visų šalies gyventojų atžvilgiu
1. Airija	228 270	5,945
2. Švedija	389 830	4,392
3. Bermudai	2 538	3,997
4. Danija	207 887	3,884
5. Norvegija	129 032	2,865
.....		
13. Kipras	2 163	0,284
14. Estija	4 022	0,283
15. Vokietija	171 279	0,206
16. Lietuva	6 970	0,193
17. Australija	30 314	0,157
18. PAR	63 149	0,145
.....		
26. Latvija	1 168	0,049
27. Lenkija	16 998	0,044
.....		

tetai. KTU įtvirtino dar vieną naują: stojantiejiems, kurie turi ECDL ar ECDL Start pažymėjimus, yra skaičiuojami papildomi balai (nuo pusės iki vieno balo atsižvelgiant į fakultetą).

Kai kurios institucijos, rengdamos darbuotojų atestavimo nuostatus ar priėmimo į darbą reikalavimus, jau įtraukia ECDL pažymėjimo reikalavimą. Čia pirmauja AB „Lietuvos telekomas“, kurio visi darbuotojai mokomi ir testuojami pagal ECDL programą.

Būtina pažymėti esminius ECDL programos pranašumus:

- Tai yra kintanti programa, atitinkanti sparčias informacinių technologijų plėtros tendencijas. Jei tam tikrų kategorijų darbuotojų kvalifikaciniai reikalavimai yra susiejami su ECDL programos reikalavimais, tokių reikalavimų nereikia periodiškai atnaujinti, nes plėtojama ir periodiškai atnaujinama pati ECDL programa.
- Kadangi ECDL programa bendra Europai ir jos plėtra igauna pasaulinį mastą, jos taikymas visiškai atitinka visuotinės globalizacijos bei informacinės visuomenės raidos principus. ECDL pažymėjimą turintis kompiuterio vartotojas gali būti garantuotas, kad jo kompiuterinė kompetencija bus pripažinta Europoje bei kitose į programą įsitraukusiose valstybėse.

Technologinis ir profesinis kompiuterinis raštingumas

ECDL pažymėjimas patvirtina, kad jo pateikėjas yra įvaldęs asmeninį kompiuterį ir labiausiai paplitusią bendrojo naudojimo programinę įrangą vartotojo lygiu. Tokį kompiuterinį raštingumą galima įvardyti kaip **technologinį kompiuterinį raštingumą**, kuris yra būtinas visiems vartotojams, siekiantiems dirbti kompiuteriu.

Technologinis kompiuterinis raštingumas yra darbo su kompiuteriu vartotojo lygiu pagrindas. Vartotojas laisvai dirba interneto aplinkoje, gali pats rengti elektroninius dokumentus ir gana užtikrintai jaustis elektroninėje erdvėje. Technologinis kompiuterinis raštingumas

faktiškai yra pirmoji veiklos kompiuterinėje erdvėje pakopa. Praėjus pirmajai darbo su kompiuteriu euforijai, kompiuterio vartotojui kyla naujų klausimų ir abejonių:

- Kaip pasinaudojant kompiuteriu iš dalies ar, žvelgiant į ateitį, visiškai perkelti savo veiklą į elektroninę erdvę?
- Ką tai duos man kaip konkrečios srities specialistui?
- Ar kompiuterio taikymas mano profesinėje veikloje yra perspektyvus?
- Ar tikrai galiu gauti reikiamas viešąsias paslaugas internetu ir ar jos patikimos, o gal pačiam jas reikia ar teks teikti?

Reikia konstatuoti, kad kompiuterio vartotojo veiklai elektroninėje erdvėje užtikrinti būtinas **profesinis kompiuterinis raštingumas**, kuris konkrečios profesijos kompiuterio vartotojui turi visiškai atsakyti į pirmiau išvardytus klausimus. Trumpai tariant, profesinis kompiuterinis raštingumas turi padėti suformuoti konkrečios profesijos kompiuterio vartotojo aiškią kompiuterio taikymo savo profesinėje veikloje motyvaciją. Kompiuterio vartotojas turi suprasti, kokią naudą ir naujas profesines galimybes suteikia kompiuteris darbo vietoje ir kokių problemų gali iškilti, jei informacinės technologijos bus ignoruojamos.

Profesinio kompiuterinio raštingumo problema formaliai jau buvo įvertinta rengiant „Pedagogų kompiuterinio raštingumo standartą“ (Pedagogų..., 2001), kuriame šalia technologinės dalies, parengtos ECDL pagrindu, numatyta edukologinė dalis.

Edukologinėje dalyje numatyti kvalifikaciniai reikalavimai pagal tokias keturias temas:

- Gebėti naudoti informacines technologijas ugdymo procese.
- Gebėti sistemingai ugdyti savo ir moksleivių informacinę kultūrą.
- Žinoti profesinės kompetencijos tobulinimo naudojant informacines technologijas būdus.
- Žinoti pagrindines edukacinės informacijos kūrimo ir sklaidos internete formas bei šios veiklos svarbą.

Realizuojant edukologines standarto nuostatus, švietimo ir mokslo ministro įsakymu bu-

vo sudaryta darbo grupė, kuri parengė mokomąjį leidinį „Informacinių technologijų naudojimo edukologiniai aspektai“ (Abarius ir kt., 2002). Parengtas nuotolinio mokymo kursas pedagogams, pagal kurį praėjusiais metais kėlė kvalifikaciją apie tūkstantis, o šiemet pradėjo kursus dar keturi tūkstančiai šalies pedagogų. Pedagogai sužino, kaip galima naudoti informacines technologijas pamokose, tačiau pabrėžiama, kad kompiuteris pamokoje nekeičia pagrindinių moksleivių ugdymo uždavinių, jis yra puikus įrankis šių uždavinių realizavimo efektyvumui didinti. Kita vertus, šių žinių įgijimas nuotoliniu būdu, automatizuotas bendravimas su kursų kuratoriumi, individualių užduočių vykdymas ir baigiamasis automatizuotu būdu laikomas testas akivaizdžiai demonstruoja pedagogams įvairiapuses kompiuterio taikymo edukaciniame procese galimybes. Įvairių specialybių pedagogai gauna žinių apie efektyvų informacinių technologijų taikymą savo veikloje. Tai gali būti laikoma pedagogų profesiniu kompiuteriniu raštingumu.

Siekiant efektyviai taikyti informacines technologijas kitose srityse, turi būti ugdomas šių sričių darbuotojų profesinis kompiuterinis raštingumas. Rengiant „Lietuvos Respublikos visuotinio kompiuterinio raštingumo standartą“, taip pat buvo pabrėžiama, kad vien tobulinti technologinius darbo su kompiuteriu įgūdžius nepakanka, turi būti rengiamos profesinio kompiuterinio raštingumo programos. Tokios programos turi būti derinamos su konkrečios institucijos ar įstaigos uždaviniais, veiklos elektroninėje erdvėje tikslais, galimybėmis ir perspektyvomis. Žinios apie informacinių technologijų taikymo konkrečios institucijos veikloje galimybes ir motyvaciją gali būti suteikiamos ir vertinamos pagal tam tikrus specializuotus modulius, kurie sudaromi pagal institucijos poreikį. Buvo parengtos profesinio kompiuterinio raštingumo modulio tipinės tematikos rekomendacijos:

- Institucijos veiklos perkėlimo į elektroninę erdvę galimybės, veiksmingumas ir perspektyvos.
- E. demokratijos, e. valdžios, e. verslo principų diegimas institucijos veikloje.
- Kompiuterių techninės ir programinės įrangos taikymas institucijos veikloje. Specializuotos įrangos naudojimas.

- Profesinės kompetencijos tobulinimas pasitelkiant informacines technologijas.
- Institucijos ar pavienių piliečių veiklą plečiančios ir propaguojančios informacijos kūrimo ir sklaidos formos.
- Informacinių technologijų projektų planavimas, kūrimas ir diegimas savo institucijoje.
- Socialiniai, etiniai, teisiniai informacinių technologijų diegimo konkrečioje institucijoje aspektai.
- Informacijos privatumas ir sauga.

Gerau parengti profesinio kompiuterinio raštingumo mokomąją medžiagą konkrečiai veiklos sričiai nėra paprasta, bet tai yra būtina siekiant iš tikrųjų veiksmingai taikyti informacines technologijas įvairiose institucijose. Universitetuose dėstomi įvairūs dalykai, kuriuose demonstruojamos informacinių technologijų galimybės ir taikymo pavojai. Darbuotojams ši informacija turi būti pateikiama kvalifikacijos kėlimo kursuose ir įtraukiama į atestacinius ar kvalifikacijos kėlimo reikalavimus.

Kalbant apie kompiuterinį raštingumą, būtina vertinti ne tik teigiamus visuotinės kompiuterizacijos aspektus. Kaip ir įvairių kitų šių laikų technikos laimėjimų, kompiuterių taikymas gali turėti neigiamų padarinių ir juos būtina įvardyti. Kadangi neigiamus kompiuterizacijos padarinius gali greičiau pajusti jaunoji karta, „Visuotinio moksleivių kompiuterinio raštingumo standarte“ (Visuotinis..., 2001) akcentuojamos bendriausios vertybinės nuostatos:

- Suprasti mokymosi reikšmę visuomenės gyvenimui ir informacinių technologijų svarbą mokymosi visą gyvenimą principams įgyvendinti.
- Suvokti informacinių technologijų svarbą profesinėje veikloje ir kasdieniame gyvenime, siekiant tapti visateisiais ir visapusiškai aktyviais visuomenės piliečiais.
- Suprasti ne tik informacinių technologijų teikiamus pranašumus, bet ir visuotinės kompiuterizacijos keliamus pavojus.
- Suvokti, kad informacinių technologijų diegimas turi būti grindžiamas pagarba tradicinėms šalies bei žmogaus verty-

bėms, ir talkinti taisyklingam lietuvių kalbos vartojimui elektroninėje erdvėje.

- Gebėti atsakingai naudotis informacinių technologijų teikiama galimybe, suvokti, kaip svarbu laikytis etikos ir bendravimo normų šioje srityje.

Šias moksleivių vertybines nuostatas būtina ugdyti, nes moksleiviai, ypač jaunesnio amžiaus, neretai kompiuterį suvokia kaip žaidimo priemonę, galimybę idomiau praleisti laiką. Dabartiniu metu kompiuteris prieinamas nuo mažumės, o mokymo procese pasirodo gerokai vėliau. Todėl švietimo specialistai turi į tai atsižvelgti ir atitinkamai koreguoti mokymo planus. Tokios vertybinės nuostatos turi tapti ir kiekvieno kompiuterininko profesinio kompiuterinio raštingumo dalimi.

Pirmiau minėtos problemos yra sprendžiamos įvairiomis ECDL programos plėtos kryptimis. Vartotojams, įgijusiems ECDL pažymėjimą ir siekiantiems iki galo įvaldyti tekstų tvarkymo, skaičiuoklių, pateikčių rengimo ar duomenų bazių sistemų galimybes, yra skirti ECDL profesinio arba aukštesniojo lygio (*Advanced level*) moduliai. Visų šių modulių tematika yra patvirtinta ir naudojama kartu su pagrindinės ECDL programos ketvirtąja versija. Į ECDL aukštesniojo lygio programą 2003 metais įsitraukė daugiau kaip 12 000 dalyvių. ECDL programos atstovybė Lietuvoje planuoja diegti aukštesniojo lygio modulių testus savo testavimo sistemoje nuo 2004 metų. Dabar yra išleistos trys šio lygio įgūdžiams skirtos Lietuvos autorių knygos (Šakys, 2002; Vidžiūnas, Juraškienė, 2002; Vidžiūnas, Marčiulynienė, 2002).

Informacinių technologijų naudojimo problemoms, susijusioms su profesinės kompetencijos tobulinimu, spręsti yra specialios ECDL programos. Šiuo metu patvirtinta programa, kuria galima testuoti automatizuoto projektavimo sistemų vartotojų ECDL lygio įgūdžius (ECDL „CAD Syllabus“). Intensyviai dirbama ruošiant profesinio kompiuterinio raštingumo programas pedagogams, ECDL dėstytojams ir testuotojams, smulkių ir vidutinių įmonių IT administratoriams bei interneto svetainių projektuotojams (ECDL „Specialist level“ programos). Lietuvos atstovai aktyviai dalyvauja kuriant pedagogų profesinio kompiuterinio raštingumo programą (ECDL *Teachers module*).

Informatikos specialistų kompetencijos vertinimas

CEPIS iniciatyva kurti ir plėtoti ECDL programą buvo labai teigiamai įvertinta tiek Europos informatikos profesionalų, tiek Europos Komisijos funkcionierių. Europos e. mokymo specialistų susitikime, vykusiam 2001 metų gegužės 10–11 dienomis Briuselyje, buvo konstatuota, kad ECDL programos modelis parodė, kokių gerų rezultatų galima pasiekti koordinuojant akcijas Europos mastu. Susitikimo rekomendacijose buvo nurodytas poreikis pradėti vykdyti ilgalaikę strateginę iniciatyvą, orientuotą ne tik į įvairių lygių kompiuterinį raštingumą, bet ir į „aukštesnio, profesionalaus lygio“ kompiuterinio raštingumo įgūdžius. Nurtarta panaudoti jau sukurtą ECDL vartotojų testavimo infrastruktūrą informatikos specialistų kompetencijai vertinti. Juo labiau kad dėl informatikos ir gretimų sričių specialistų klasifikavimo ir jiems reikalingų įgūdžių vis dar sunkiai sutariama.

Atlikti įvairių informatikos specialistų rinkos ir prognozuojamų poreikių tyrimai (CEPIS, 2002) rodo, kad šios srities specialistų labai trūksta. Netgi nepaisant ekonominio nuosmukio informatikos specialistų poreikis Vakarų Europoje vis dar vertinamas apie 600–700 tūkstančiais darbo vietų. CEPIS iniciatyva nuo 2002 metų buvo pradėta vykdyti EUCIP (*European Certification of Informatics Professional*) programa (www.eucip.com). Esminis šios programos akcentas yra e. mokymas ir testavimas naudojant nuotolinio mokymo paslaugų teikėjų ir automatizuoto testavimo centrų tinklą.

EUCIP programos turinį sudaro du lygiai. Pagrindinis lygis apima kompetencijos sritis, atitinkančias visą IT produkto gyvavimo ciklą, o tai sudaro apie 400 studijų valandų lygio reikalingų žinių visumą. Ją visiškai atitinka EUCIP klausimynas (*EUCIP Syllabus*) ir testų bei klausimų bazė. Antras, pasirenkamasis lygis (*Elective level*) šiuo metu dar tik sudaromas. EUCIP programoje 2003 metų gegužę dalyvavo 10 informatikos profesionalų sąjungų iš aštuonių Europos šalių. Lietuvos kompiuterininkų sąjunga ketina prisidėti prie šios iniciatyvos nuo 2004 metų.

Taigi ECDL programa toliau intensyviai plėtojama, ji suteikia galimybę formalizuoti ir suvienodinti įvairių lygių kompiuterinio vertinimo sistemas ne tik vienoje šalyje, bet ir tarptautiniu mastu.

Išvados

1. Kompiuterinis raštingumas jau tapo svarbiu kiekvieno darbuotojo kompetencijos rodikliu, todėl iškyla šios kompetencijos vertinimo problema. Vienas aiškiausių problemos sprendimų – taikyti vienodą kompiuterinio raštingumo vertinimo standartą.

2. Kad visos informacinės technologijos būtų taikomos konkrečiose veiklos srityse, šalia technologinio kompiuterinio raštingumo būtina ugdyti profesinį kompiuterinį raštingumą, kuris gali suteikti visapusišką informacinių technologijų taikymo motyvaciją.

3. Pastebima aiški kompiuterio vartotojų jaunėjimo tendencija, todėl būtina, kad jaunas pilietis kuo anksčiau susiformuotų aiškią kompiuterio vartotojo motyvaciją ir įtvirtintų atitinkamas vertybines nuostatas.

4. Vienodo kompetencijos standarto ir Europos bendros sertifikavimo sistemos taikymas svarbus ir informatikos specialistams.

LITERATŪRA

- Vidžiūnas A., Marčiulytė R. (2002). Access XP, taikomųjų duomenų bazių projektavimo pagrindai. Kaunas: Smaltija, p. 318.
- Information Technology Practitioner Skills in Europe (2002). CEPIS, p. 150.
- IS/01/18 rev.1 (2001). FINAL Recommendation concerning of the eEurope action line: „Establish a European diploma for basic information technology skills, with decentralized certification procedures“. Adresas internete: http://europa.eu.int/comm/employment_social/soc-dial/info_soc/esdis/is_01_18pdf [žiūrėta 2002-12-13]
- Abarius P., Otas A. ir kt. Informacinių technologijų naudojimo edukologiniai aspektai. Pedagogų kompiuterinio raštingumo standartas. (2002). Edukologinė dalis. Vilnius, p. 335.
- Mokymosi visą gyvenimą Memorandumas (2001). Adresas internete: <http://www.smm.lt>
- Šakys V. (2002). Microsoft Excel 2000 ir 2002. Kaunas: Smaltija, p. 550.
- Vidžiūnas A., Juraškienė G. (2002) MS Word XP. Kaunas: Smaltija, p. 252.
- Visuotinis moksleivių kompiuterinio raštingumo standartas (2001) // Informacinės technologijos mokykloje. Vilnius, 2002, p. 238–240.
- Pedagogų kompiuterinio raštingumo standartas (2001) // Informacinės technologijos mokykloje. Vilnius, 2002, p. 238–240.

PROBLEMS OF TRAINING TECHNOLOGICAL AND PROFESSIONAL COMPUTER LITERACY

Alfredas Otas, Eugenijus Telešius

S u m m a r y

People who want to join the information revolution need to get the digital literacy skills. With the numbers of people using computers at work growing, there is a need for a qualification, designed to provide a standard measure of computer skills across the key areas of computing. The answer is the European Computer Driving Licence (ECDL), the international computer skills qualification. ECDL is designed to cover the key concepts of computing, its

practical applications and their use in the workplace, aiming to raise the level of general competence in using IT. The model of ECDL shows that much can be achieved by European-wide coordinated action. A long-term, strategic need to focus on higher-order digital literacy skills (EUCIP) as well as basic digital literacy competencies are foreseen. The formal definitions of what properly constitutes various forms of digital literacy will take time to emerge.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Studentų darbo kompiuteriu patirtis ir galimybės kaip žinių visuomenės plėtros dalis

Rimantas Petrauskas

Lietuvos teisės universiteto Teisinės
informatikos katedros vedėjas,
Profesorius, daktaras
Lithuania Law University, the Head of Legal
Informatics Department, Professor, PhD
Ateities g. 20, LT-2057 Vilnius
Tel. (8 5) 271 46 84, faks. (8 5) 267 60 00
El.paštas: rperaus@ltu.lt

Tatjana Bilevičienė

Lietuvos teisės universiteto lektorė
Lithuania Law University, Lecturer
Ateities g. 20, LT-2057 Vilnius
Tel. (8 5) 271 45 71, faks. (8 5) 267 60 00
El.paštas: tbilev@ltu.lt

Sėkminga žinių visuomenės plėtra priklauso nuo galimybių naudotis informacinėmis technologijomis, gyventojų kompiuterinio raštingumo ir darbo kompiuteriu patirties. Lietuvos nacionalinėje informacinės visuomenės plėtros koncepcijoje numatyta užtikrinti galimybę įgyti žinių bei įgūdžių naudojant informacinių technologijų priemones. Lietuvos teisės universiteto pirmo kurso studentų kompiuterinio raštingumo lygiui mokslo metų pradžioje nustatyti trejus mokslo metus buvo atliekama anketinė apklausa. Straipsnyje pateikiama apklausos rezultatų analizė, nustatomos galimybės dirbti kompiuteriu, darbo kompiuteriu žinių ir mokėjimų lygio kaitos tendencijos, studentų darbo kompiuteriu stažas skirtingais mokslo metais. Gauti rezultatai susiejami su žinių visuomenės raidos Lietuvoje problemomis. Pabrėžiama, kad apklausos analizės rezultatai patvirtina žinių visuomenės raidos Lietuvoje tendenciją: nuolat didėja kompiuterinis raštingumas, vis daugiau žmonių geba naudotis kompiuterine technika ir informacinėmis technologijomis. Tačiau daroma išvada, kad organizuojant informatikos dėstymą dar negalima atsisakyti pradmenų aiškinimo, nes dalis studentų neturi galimybės dirbti kompiuteriu ir jų kompiuterinio raštingumo lygis nepakankamas.

Lietuvoje, kaip ir visame pasaulyje, sparčiai plėtojasi informacinės technologijos priemonės. Atsiranda naujų bendravimo ir darbo formų, keičiasi išsilavinimo ir įgūdžių tobulinimo poreikiai. Žinios tampa modernios ekonomikos pagrindu, pastebimas perėjimas nuo turto ekonomikos prie žinių ekonomikos. Vis didesnę bendrojo nacionalinio produkto dalį kuria žmonės, kurių veikla susijusi su informacinių technologijų kūrimu, taikymu ir platinimu. Laipsniškai perėinama nuo industrinės į informacinę visuomenę.

Lietuvos informacinės visuomenės plėtros strateginiame plane (LRV nutar. Nr. 984, 2001) konstatuojama, kad informacinė visuomenė – tai žinių visuomenė, atvira, išsilavinusi ir besi-

mokanti visuomenė, kurios nariai gali ir geba visose savo veiklos srityse efektyviai naudotis tiek šalies, tiek pasaulio kompiuterizuotais informacijos ištekliais. Skaitmeninės informacijos pavertimas ekonomine ir socialine vertybe – tai pagrindas naujos ekonomikos, sukuriančios naujas pramonės šakas, keičiančios kitas ir turinčios nepaprastai didelį poveikį piliečių gyvenimui. Vartotojams reikia įgyti įgūdžių, kurie užtikrintų galimybę pasitelkus internetą naudotis reikalinga informacija ir sėkmingai bendrauti. Pilietinėms funkcijoms kompiuterizuoti (e. valdžiai įgyvendinti) ir profesinei kompiuterinei kompetencijai būtinas informacinis raštingumas, t. y. gebėjimas pačiam apibrėžti savo informacinius poreikius, veiksmingai ir efekty-

viai naudotis kompiuteriniais informacijos šaltiniais, pačiam kurti ir tvarkyti savo informacijos šaltinius, naudoti informaciją savo tikslams siekti, suvokti ekonominius, teisinius socialinius bei etinius informacijos gavimo ir naudojimo klausimus.

Sėkminga žinių visuomenės plėtra priklauso ir nuo galimybės naudotis informacinėmis technologijomis, gyventojų kompiuterinio raštingumo ir patirties. Nepakankamas kompiuterinis bei informacinis raštingumas – viena iš problemų siekiant integruotis į Europos Sąjungą. Lietuvos nacionalinėje informacinės visuomenės plėtros koncepcijoje (LRV nutar. Nr. 229, 2001) pabrėžiama, kad nemažai Lietuvos gyventojų negali ir nemoka naudotis informacinių technologijų teikiama galimybe, moderniomis informacijos apdorojimo priemonėmis. Dėl nevienodo aprūpinimo kompiuterine technika ir specialistų stokos Lietuvos mokyklų absolventai yra nevienodo kompiuterinio raštingumo. Didelė dalis vyresnio amžiaus žmonių silpnai moka dirbti kompiuteriais. Įprasta manyti, kad vyresniųjų klasių moksleiviai ir studentai labiausiai domisi naujausiomis informacinėmis technologijomis. Tačiau dauguma stojančiųjų į Lietuvos teisės universitetą pirmenybę teikia humanitariniams mokslams. Todėl labai įdomu ir naudinga ištirti jų kompiuterinio raštingumo lygį, patirtį, darbo kompiuteriu stažą.

Lietuvos teisės universiteto pirmo kurso studentams dėstomas informatikos dalykas. Dalyko tikslas – suteikti informacijos apdorojimo, sisteminimo, informacinės kultūros pagrindus, supažindinti su esminėmis informatikos sąvokomis, informacinių mainų schema, kompiuterio sandara ir parametrais, programine įranga, tipine automatizuota kompiuterine darbo vieta, informatikos taikymo kryptimis ir galimybėmis. Dėstomo dalyko turinys ir forma kasmet koreguojami atsižvelgiant į studentų galimybes. Siekiant pagerinti pirmo kurso studentų bendrąjį kompiuterinį raštingumą, būtina atsižvelgti į studentų informatikos žinias ir įgūdžius.

Šiame straipsnyje nagrinėjama Lietuvos teisės universiteto pirmo kurso dieninio ir neakivaizdinio skyrių teisės, teisės ir valdymo, viešojo administravimo, socialinio darbo, teisės ir

muitinės veiklos, teisės ir policijos veiklos, teisės ir penitencinės veiklos specialybių studentų darbo kompiuteriais patirtis ir galimybės mokslo metų pradžioje.

Tyrimo tikslas, uždaviniai ir apklausos organizavimas

Tyrimo tikslas – atlikti pirmo kurso studentų darbo kompiuteriu patirties, gebėjimų lygio ir kaitos tendencijų analizę, nustatyti šių studentų galimybę naudotis kompiuteriu ir kaip ji kito skirtingais mokslo metais, darbo kompiuteriu stažą ir jo kaitą, išsiaiškinti, kaip pirmo kurso studentai vertina savo darbo kompiuteriu žinių ir mokėjimų lygį ir šio vertinimo kaitos tendenciją. Informacija buvo renkama apklausos būdu. Studentams buvo pasiūlyta įvertinti savo kompiuterinio raštingumo lygį ir atsakyti, ar jie turi galimybę reguliariai naudotis kompiuteriu, koks jų darbo kompiuteriu stažas.

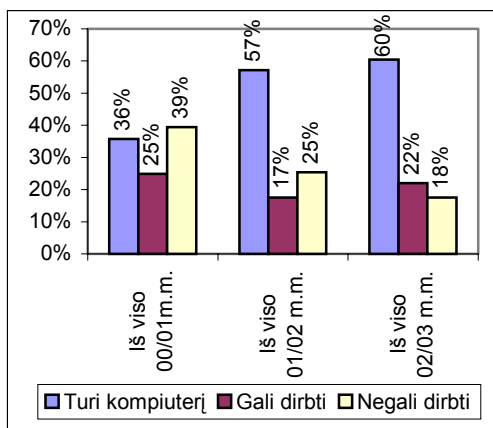
Tiriamieji. 2000/01, 2001/02, 2002/03 mokslo metų pradžioje klausimai buvo pateikti Lietuvos teisės universiteto pirmo kurso studentams. Atsitiktinai parinktos skirtingų specialybių studentų grupės. Buvo apklausti 804 studentai, iš jų: 2000/01 m. m. dieninio skyriaus – 180 studentų, neakivaizdinio – 135 studentai; 2001/02 m. m. dieninio skyriaus – 145 studentai, neakivaizdinio skyriaus – 139 studentai; 2002/03 m. m. dieninio skyriaus – 98 studentai, neakivaizdinio skyriaus – 107 studentai.

Statistinė duomenų analizė. Apklausos rezultatų apdorojimui naudota skaičiuoklė „MS Excel“ ir „Statistikos“ programų paketas. Duomenys pateikti grafikų forma. Turint omenyje, kad kiekvienos anketinės apklausos rezultatų skaičiai nevienodi, lyginimui buvo apskaičiuota procentinė rezultatų išraiška.

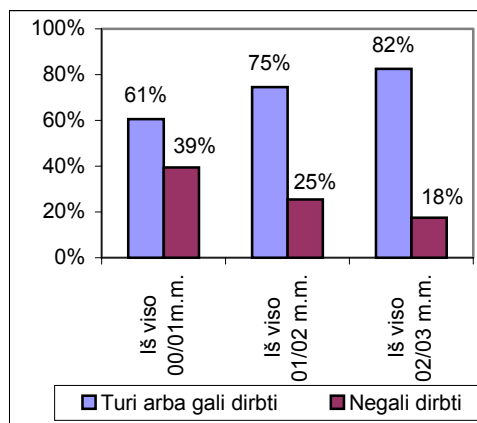
Apklausos rezultatų analizė

Galimybės dirbti kompiuteriu apklausos rezultatų analizės duomenys pateikiami 1–4 paveiksluose.

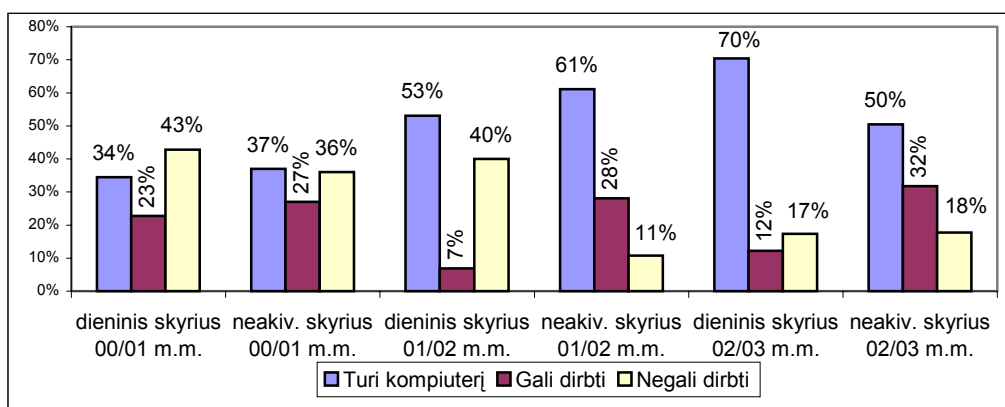
Tyrimai rodo, kad nuolat daugėja studentų, kurie turi kompiuterius arba nuolat gali naudotis kompiuteriu (pvz., darbe arba pas draugus). Visų



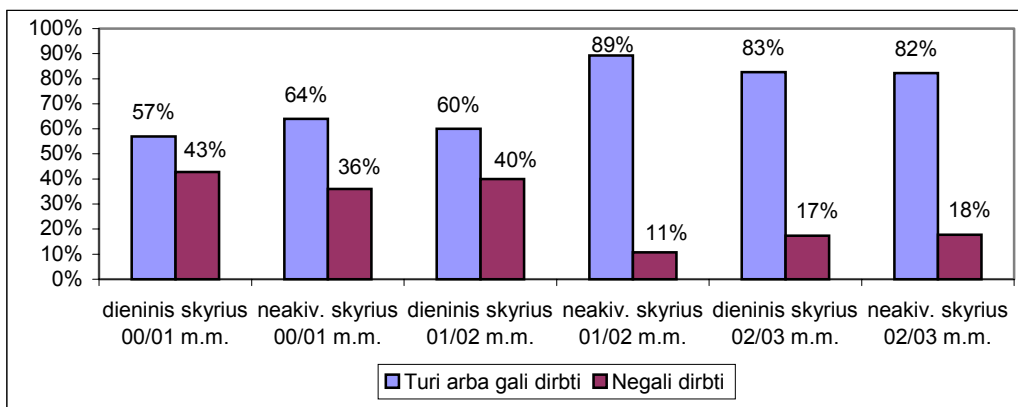
1 pav. Dieninio ir neakivaizdinio skyriaus (bendrai) studentų galimybės dirbti kompiuteriu analizės duomenys



2 pav. Dieninio ir neakivaizdinio skyriaus (bendrai) studentų galimybės dirbti kompiuteriu analizės duomenys



3 pav. Dieninio ir neakivaizdinio skyriaus studentų galimybės dirbti kompiuteriu analizės duomenys



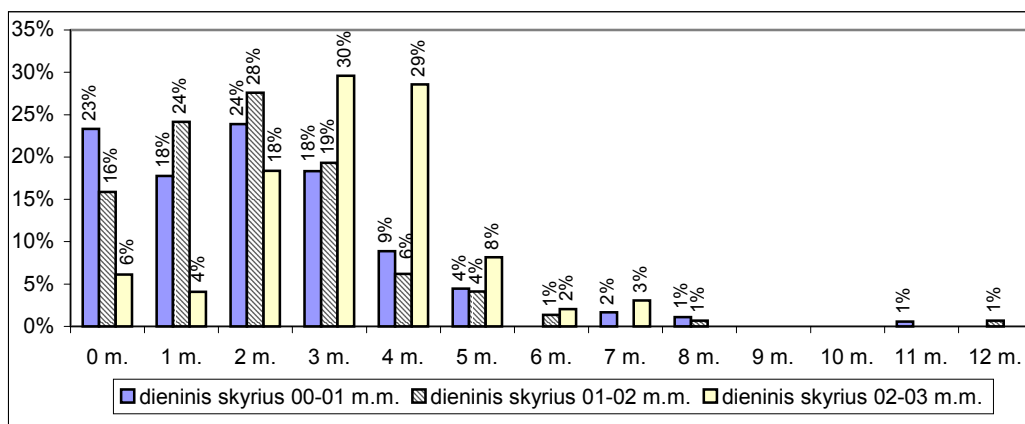
4 pav. Dieninio ir neakivaizdinio skyriaus studentų galimybės dirbti kompiuteriu analizės duomenys

(dieninio ir neakivaizdinio skyriaus) turinčių kompiuterius studentų dalis padidėjo nuo 36% 2000/01 m. m. iki 60% 2002/03 m. m. (1 pav.). Visų studentų, kurie turi kompiuterius arba nuolat gali naudotis kompiuteriu, dalis irgi išaugo nuo 61% 2000/01 m. m. iki 82% 2002/03 m. m. (2 pav.). Tačiau šis teiginys teisingas kalbant apie dieninio skyriaus studentų apklausos rezultatus (turinčių kompiuterius studentų padaugėjo nuo 34% 2000/01 m. m. iki 70% 2002/03 m. m. (3 pav.); studentų, kurie turi kompiuterius arba nuolat gali naudotis kompiuteriu, padaugėjo nuo 57% 2000/01 m. m. iki 83% 2002/03 m. m. (4 pav.).

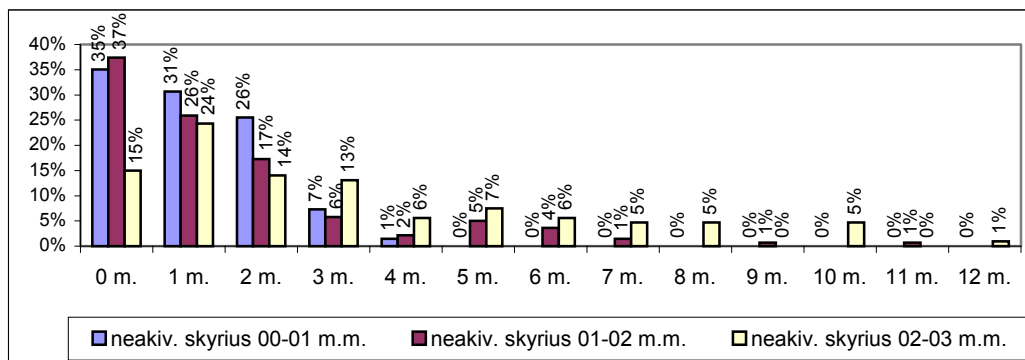
Tai rodo, kad vyresniųjų klasių moksleiviai ir dieninio skyriaus studentai stengiasi įsigyti kompiuterius kaip vieną iš pagrindinių darbo ir moky-

mosi priemonių. Neakivaizdinio skyriaus studentų, turinčių kompiuterį, dalis išaugo nuo 37% 2000/01 m. m. iki 61% 2001/02 m. m. (3 pav.), tačiau 2002/03 m. m. ši dalis šiek tiek sumažėjo (iki 50%). Galima manyti, kad tai lemia neakivaizdinio skyriaus studentų amžius – vyresni studentai nesistengia įsigyti kompiuterio. Neakivaizdinio skyriaus studentų, kurie gali nuolat naudotis kompiuteriu, dalis per trejus metus beveik nepasikeitė (šiek tiek padidėjo nuo 27% 2000/01 m. m. iki 32% 2001/02 m. m. (3 pav.)). Tai susiję su darbo vietų kompiuterizavimo lygiu (neakivaizdinio skyriaus studentai naudoja kompiuteriais darbe).

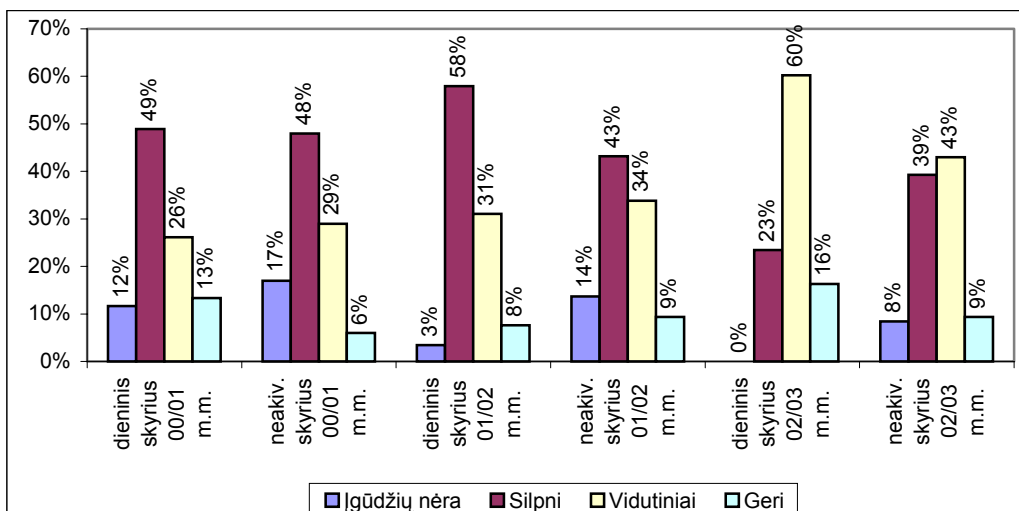
Studentų darbo kompiuteriu stažo ir jo dinamikos apklausos rezultatų analizės duomenys pateikiami 5 ir 6 paveiksluose.



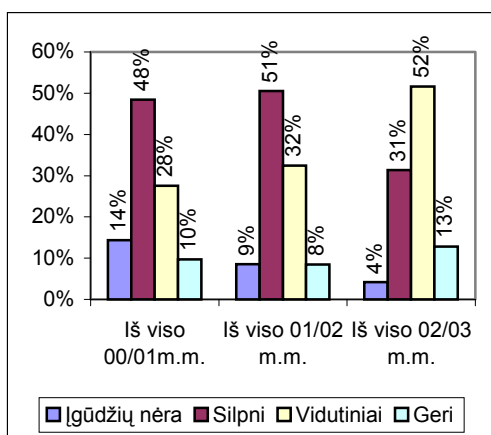
5 pav. Dieninio skyriaus studentų darbo kompiuteriu stažo analizės duomenys



6 pav. Neakivaizdinio skyriaus studentų darbo kompiuteriu stažo analizės duomenys



7 pav. Dieninio ir neakivaizdinio skyriaus studentų kompiuterinio raštingumo lygio įvertinimo ir jo dinamikos analizės duomenys



8 pav. Dieninio ir neakivaizdinio skyriaus studentų kompiuterinio raštingumo lygio įvertinimo ir jo dinamikos analizės duomenys

Tyrimai rodo, kad visų (dieninio ir neakivaizdinio skyriaus) studentų darbo kompiuteriu stažas yra nuo 0 iki 12 metų. Daugumos dieninio skyriaus studentų darbo kompiuteriu stažas 2000/01 m. m. ir 2001/02 m. m. buvo nuo 2 iki 4 metų, tai yra įgytas mokantis mokykloje. Neakivaizdinio skyriaus studentų darbo kompiuteriu stažas 2000/01 m. m. ir 2001/02 m. m. buvo nuo 0 iki 2 metų, 2002/03 m. m. daugumos studentų stažas buvo nuo 0 iki 3 metų, nemažai

studentų (5–7%) turėjo stažą nuo 4 iki 8 metų. Tai rodo, kad dauguma studentų pakankamai ilgai dirba kompiuteriu.

Studentų kompiuterinio raštingumo lygio įvertinimo ir jo dinamikos apklausos rezultatų analizės duomenys pateikiami 7 ir 8 paveiksluose.

Tyrimai rodo, kad savo žinių ir mokėjimų lygio įvertinimas nuolat auga. 2002/03 m. m. pirmą kartą daugiau studentų įvertino savo žinių ir mokėjimų lygį „vidutiniškai“, o ne „silpnai“, kaip 2000/01 m. m. ir 2001/02 m. m. Tačiau „gerai“ savo žinių ir įgūdžių lygį vertina maždaug vienas studentų dalis kiekvienais mokslo metais. Vis mažiau studentų, visiškai neturinčių darbo kompiuteriu žinių ir mokėjimų. Neakivaizdinio skyriaus studentai, visai neturintys tokių žinių, 2002/03 m. m. sudarė tik 8%. Tarp dieninio skyriaus studentų tokių nebuvo.

Išvados

Vis daugiau žmonių gali naudotis kompiuterine technika ir informacinėmis technologijomis, nuolat auga kompiuterinio raštingumo lygis. Daugėja studentų, kurie turi namuose kompiuterį arba gali naudotis kompiuteriu nuolat. 2002/03 m. m. jie jau sudarė 82%. Studentų darbo kompiuteriu stažas yra nuo 0 iki 12 metų,

daugumos stažas 2002/03 m. m. sudarė 3–4 metus. Darbo kompiuteriu žinių ir mokėjimų lygis nuolat kyla, 2002/03 m. m. 65% studentų savo žinių ir mokėjimų lygį įvertino „vidutiniškai“ ir „gerai“.

Anketų analizės rezultatai rodo bendrus žinių visuomenės raidos Lietuvoje procesus. Labai svarbu tinkamai organizuoti studentų savarankišką darbą ir sudaryti sąlygas dirbti kompiuteriu. Kadangi 2002/03 m. m. 31% studentų darbo kompiuteriu įgūdžiai buvo menki, 4% šių žinių

neturėjo, todėl organizuojant informatikos dėstyimą dar negalima atsisakyti pradmenų aiškinimo.

Ateityje pageidautina įstojusių į pirmą kursą studentų informatikos žinias ir darbo kompiuteriu įgūdžius patikrinti ne tik anketinės apklausos būdu, bet ir pagal specialiai parengtus testus ir, atsižvelgiant į testų rezultatus, duoti studentams skirtingas užduotis. Reikia sudaryti sąlygas toliau gilinti informacinių technologijų žinias, kad studijų procesas būtų tolygesnis ir svarbiausia – įdomus pačiam studentui.

LITERATŪRA

- Baskas A. (2001) Elektroninių žinių visuomenė // Informacijos mokslai, t. 18, p. 93–96.
- E. vyriausybės koncepcija (2003). Adresas internete: <http://www3.lrs.lt/owabin/owarepl/inter/owa/U0033310.doc>.
- Informacijos ir komunikacijų technologijos diegimo Lietuvos švietime strategija. LR ŠMM 2000–10–18 įsakymas Nr. 1279.
- Informacinių technologijų diegimo Lietuvos švietime politikos analizė. Galutinė ataskaita. Vilnius, 2002.
- Jucevičienė P. (1997) Lyginamoji edukologija. Kaunas.
- Kiauleikis V., Janavičiūtė A., Kiauleikis M., Morkevičius N. (2002) Technologijos informacinės visuomenės plėtrai // Informacinės technologijos. Kaunas, p.107–112.
- Lietuvos informacinės visuomenės plėtros strateginis planas. LRV 2001–08–10 nutarimas Nr. 984.
- Lietuvos nacionalinė informacinės visuomenės plėtros koncepcija. LRV 2001–02–28 nutarimas Nr. 229.
- Merkys G. (1994).Pedagoginio tyrimo metodologijos pradmenys. Šiauliai.
- Moksleivių visuotinio kompiuterinio raštingumo standartas. LR ŠMM 2002–01–31 įsakymas Nr. 124.
- Petrauskas R. (1998). Šiuolaikinės edukacinės technologijos ir distancinis mokymas // Edukologijos idėjos Lietuvos švietimo modernizavimui. Kaunas.
- Pranešimo apie Komisijos iniciatyvą vertimas į lietuvių kalbą. Elektroninė Europa – informacinė visuomenė visiems. Adresas internete: http://www3.lrs.lt/pls/inter/w3_viewer.ViewDoc?p_int_tekst_id=4104&p_int_tv_id=691&p_org=0, 2003.

THE STUDENT'S COMPUTER SKILLS AND WORK WITH COMPUTER CONDITIONS AS A PART OF INFORMATION SOCIETY DEVELOPMENT

Rimantas Petrauskas, Tatjana Bilevičienė

S u m m a r y

The successful development of information society depends on citizen's opportunities to use information technologies, on work with computers conditions and on computer literacy of citizens. Students of the first course of Lithuania Law University were questioned for purpose to determine their computer skills and opportunities of work with computers. The article analyses knowledge and skills of informatics of the first course students, their experience of work

in different years, and skills of information exchanging. The results of research are deeply connected with Lithuania information society development tendencies: computer literacy constantly increase, the most part of society has more opportunities to use computers and information technologies. In spite of it we can't refuse theoretical background of computer science in learning, because there are some students, who haven't enough skills.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Studentų kompiuterinis raštingumas ir mokymosi strategijos

Diana Šaparnienė

Šiaulių universiteto Socialinių tyrimų mokslinio centro mokslo darbuotoja, daktarė
Šiauliai University, Social Research Center,
Scientific worker, PhD
Tel.: (8 41) 51 42 12, 86 82 46551
El. paštas: diana@osf.su.lt

Gintaras Šaparnis

Šiaulių universiteto Vadybos katedros docentas, daktaras
Šiauliai University, Management Department
Assoc. Prof., PhD
Tel.: (8 41) 51 18 59, 86 98 26289
El. paštas: saparnis@cr.su.lt

Straipsnyje pateikiami studentų kompiuterinio raštingumo diagnostinio tyrimo rezultatai. Tyrimas realizuojamas Lietuvos aukštųjų bei aukštesniųjų mokyklų lygmeniu (N = 1004). Remiantis tyrimo rezultatais straipsnyje siekiama identifikuoti ir apibūdinti faktiškai egzistuojančius studentų statistinius tipus pagal jų mokymosi strategijas, sąsajas su faktiniu kompiuteriniu raštingumu.

Šiandienai visuomenei tampant vis labiau grįstai naujomis technologijomis, vis plačiau kalbama apie kompiuterinį raštingumą. *Kompiuterinis raštingumas šiandieniniam jaunimui yra taip pat svarbus, kaip kadaise tradicinis raštingumas buvo svarbus jų tėvams ir seneliams*, – teigia H. H. Taylor (2000). Kaip ir skaitymas, kurį socializacijos teoretikai kartais visai pelnytai pavadina socializacijos socializacija arba antrine socializacija, kompiuterinis raštingumas tampa esmine žmogaus sėkmingos socializacijos ir profesinės karjeros prielaida. Todėl švietimui, kaip svarbiam visuomenės raidos veiksniai, tenka esminis vaidmuo sprendžiant apskritai raštingumo ir naujojo raštingumo – kompiuterinio raštingumo problemas.

Tad visai neatsitiktinai pasaulyje, kartu ir Lietuvoje, kompiuterinis raštingumas ir jo nagrinėjimas sulaukia vis daugiau dėmesio. Šiame kontekste paminėtini užsienio mokslininkų B. Collis ir R. Anderson (1994), M. Hayden (1999), D. Johnson ir M. Eisenberg (1991), S. McMillan (1996), J. Oderkirk (1996), A. Mitra (1998) ir kt. atliktų tyrimų rezultatai. Atkreiptinas dėmesys į gana nemenką Lietuvos mokslininkų (Dagienė, 2001; Otas, 2000; Petrauskas, 1999; Šaulauskas, 2001; Urbonaitė, 2000; Markauskaitė, 1999; Šaparnienė, 2002 ir

kt.) įdirbį nagrinėjant kompiuterinį raštingumą ar jam giminingus konceptus (informacinę visuomenę, informacinę kultūrą, informacinius gebėjimus, skaitmeninį raštingumą ir pan.).

Dirbant su mokslinės literatūros šaltiniais buvo konstatuota, jog kai kuriais kompiuterinio raštingumo ugdymo klausimais trūksta empirinių tyrimų pagrindu sukauptos mokslo faktų bazės. Turint galvoje socialinių ir edukacinių reiškinių kultūrinį specifiškumą, galima pagrįstai teigti, jog itin trūksta *Lietuvos edukacinės ir kultūrinės realijos atspindinčios faktologijos kompiuterinio ugdymo srityje*. Lietuvoje atliekami tyrimai, projektai, jungiantys įvairių sričių mokslininkus, daugiausia nukreipti į globalinius informacinės visuomenės bei jos plėtros šalyje klausimus. Tiek tarptautiniu lygmeniu, tiek Lietuvoje pasigendama kompiuterinio raštingumo tyrimų, nagrinėjančių, *ar asmenybės poreikis rinktis vieną arba kitą mokymosi strategiją gali turėti įtakos kompiuterinio raštingumo raidai*. Neatsakyta į klausimą, *ar tikslinga ieškoti tiriamųjų statistinių tipų, faktiškai susiklostančių pagal skirtingą kompiuterinio raštingumo ir kitų svarbių požymių raišką*.

Nors žmogaus veiklos sėkmę veikia daug kintamųjų, mokymosi sėkmės hierarchijoje svarbią vietą užima asmenybės *mokymosi stra-*

teigijos. H. Silver ir kt. (1997) lygino intelekto teoriją ir mokymosi strategijas. Jie nustatė, kad mokymosi strategijos yra labiau nukreiptos į mokymosi proceso skirtumus, o intelektas – į mokymo turinį. Autorių nuomone, šių teorijų suartinimas padėtų spręsti nagrinėjamų teorijų ribotumą klausimus.

D. M. Smith ir D. A. Kolb (1996) tvirtina, kad asmenybės mokymosi strategija apibrėžia, kaip žmogus elgiasi įvairiose kasdienėse situacijose, ir kad jis mokosi greičiau, efektyviau ir patogiau tada, kai jo mokymosi patirtis generuoja mokymosi poreikius. Pavyzdžiui, R. Dunn (1986) apibrėžia mokymosi strategiją kaip būdą, kuriuo asmuo priima ir išlaiko informaciją bei įgūdžius. D.A. Kolb (1984) iš esmės sutinka su šiuo apibrėžimu, papildydamas jį informacijos apdorojimo ir suvokimo konceptais. A.F. Gregorc (1979) praplečia D.A. Kolb apibrėžimą teigdamas, kad mokymosi strategija yra akivaizdus stebimas elgesys, kuris parodo, kaip žmogus apdoroja informaciją. G.V. Davidson ir kt. (1992) mokymosi strategiją, apibrėžia kaip informacijos gavimo, apdorojimo ir kaupimo būdą.

Iš esmės šie apibrėžimai teigia, kad mokymosi strategija turi ryšį su tuo, kaip žmogus apdoroja ir suvokia informaciją mokymosi situacijoje. Be to, mokslininkai sutinka, kad mokymosi būdai ir įpročiai yra sąlygiškai pastovus konstruktas, nekintantis įvairiose mokymosi situacijose ir turinyje. Vis dėlto ilgai nei keičiantis patirčiai mokymosi strategijos gali kisti.

Kompiuterių naudojimo tyrimai patvirtina nuomonę, kad mokymosi strategijos iš dalies lemia sėkmę. Pavyzdžiui, R.P. Bostrom ir kt. (1990) nustatė, kad mokydamiis dirbti kompiuteriu konvergencinio mokymosi stiliaus studentai (Kolb taksonomija) pasiekė geresnių rezultatų nei kitų mokymosi stilių studentai. G.V. Davidson ir kt. (1992) taip pat nustatė, kad tam tikras mokymosi strategijas turintys studentai mokosi geriau nei kiti.

Tyrimo objektas – studentų kompiuterinis raštingumas.

Straipsnio tikslas – identifikuoti ir apibūdinti faktiškai egzistuojančius studentų statistinius tipus pagal jų mokymosi strategijas, parodyti jų ryšį su faktiniu kompiuteriniu raštingumu.

Diagnostinio tyrimo imtis. Tyrimo empirinė-eksperimentinė bazė remiasi atlikta serija diagnostinių tyrimų, kurių:

- bendras tiriamųjų skaičius siekia 1004;
- panaudotų diagnostinių instrumentų (testų) skaičius yra 14;
- bendras pavienių matuojamų požymių (diagnostinių kintamųjų) skaičius yra 619.

1004 tiriamieji studentai atstovavo keturiems šalies universitetams (KTU, ŠU, KU, VGTU) ir penkioms aukštesniosioms mokykloms bei kolegijoms. Universitetų studentai imtyje sudarė 84,7%, o aukštesniųjų mokyklų ir kolegijų – 15,3%. Didžiąją imties dalį – 73,1% (N=733) sudarė vadybos ir ekonomikos studijų programų studentai. Greta būsimųjų vadybininkų ir ekonomistų tyrime dalyvavo ir kitoms mokslo (studijų) kryptims atstovaujantys studentai. Jie sudarė 22,9% (N=271). 70,7% tiriamųjų – moterys ir 29,3% – vyrai, amžius svyruoja nuo 18 metų iki 44 (amžiaus vidurkis 21,9 metai), darbo su kompiuteriu stažas svyruoja nuo 0 iki 12 metų (vidurkis 3,8 metai). 45% tiriamųjų turi galimybę naudotis kompiuteriu namuose patogiu jiems laiku. Tyrimas buvo grindžiamas respondentų savanoriškumo ir tyrimo anonimiškumo principais.

Tyrimo metodika. Tyrimui buvo sukonstruotas kompiuterinio raštingumo testas (teorinis ir praktinis) bei dvi uždaro tipo anoniminės anketos „Studentas ir kompiuteris“, „Studentas ir studijos“, *jungiančios visumą kompiuterinį raštingumą ir studijų kontekstą atspindinčių klausimų* (Šaparnienė, 2002). Taip pat panaudoti kitų tyrinėtojų sudaryti ir moksle jau aprobuoti tyrimo instrumentai (testai), skirti respondentų dėmesiui tirti, bendrajam (kurikuliumo) (BIKT), bendrajam terminologiniam (BITT) išprusimui bei verbaliniam ir neverbaliniam intelektui matuoti.

Tyrimo rezultatų aptarimas

Skaitytojui pristatomame straipsnyje pateikiami komentuojamo empirinio tyrimo reikšmingesni rezultatai, parodantys tiriamųjų tipologi-

zavimą pagal jų mokymosi strategijas bei išskirtų statistinių tipų ryšį su faktiniu kompiuteriniu raštingumu. Tuo tikslu nagrinėjami respondentų atsakymai į anketos „Studentas ir studijos“ mokymosi strategijų skalės klausimus bei faktinio kompiuterinio raštingumo testo rezultatai.

Pirminės testo stimulines medžiagos (klausimų ir užduočių) psichometriniam tinkamumui patikrinti ir skalėms bei subskalėms sudaryti buvo naudojama faktorinė analizė. Ši procedūra buvo naudojama vadinamosios faktorinės validacijos (*Factor Validity*) prasme (Merkys, 1999).

Pakankamai prasmingas buvo mokymosi strategijų skalės teiginių faktorizavimas. 81 teiginys, atspindintis pačius įvairiausių mokymosi aspektus ir mokymosi aplinkybes, pradedant specialiomis loginėmis ir psichologinėmis mokymosi technikomis bei taktikomis, baigiant mokymosi laiko vadyba, mokymosi ergonomika ir t. t., pirminės faktorinės analizės metu buvo redukuotas ir apibendrintas 19 faktorių, antrinės – 6 faktorių (subskalių) modeliu (paaiškinančiu 55,6% visų kintamųjų sklaidos). Antrinės faktorinės analizės metu išskirtos subskalės: *metodiškai struktūruotas ir motyvuotas mokymasis; mokymosi reflektyvumas; interaktyvus mokymasis grupėje; mokymosi ergonomika; dėmesingumo stoka; mneminis mokymasis*. Daugumos teiginių statistinis sąryšis su faktoriais ir grupavimasis jų viduje interpretacijos požiūriu yra teoriškai prasmingas. Pažymėtina, jog buvo gautos gana aukštos teiginių įverčių koreliacijos su ekstrahuotais faktoriais. Tai rodo koreliacijos koeficiento reikšmių svyravimo ribos ($0,52 \leq r \leq 0,88$). Faktorių aprašomoji geba (sklaida) svyruoja nuo 15,8% iki 10,7%. Kiek matrica tinka faktorinei analizei, rodo *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) koeficientas, kuris šiuo atveju yra 0,82. Faktorių vidinė konsistencija, įvertinta *Cronbach alpha* koeficientu, neperžengia žemiau 0,5 ribos, todėl visi šeši faktoriai yra pakankamai homogeniški.

Ekspertinės analizės būdu buvo sudarytas dviejų dalių kompiuterinio raštingumo testas (Šaparnienė, 2002). Pirmojoje testo dalyje pateikta 19 teorinių klausimų, įvertinančių respondentų bendrąsias kompiuterijos žinias, antrojoje – 24 praktinės užduotys, apimančios tai-

1 lentelė. Kompiuterinio raštingumo testo skalės patikimumo rodikliai

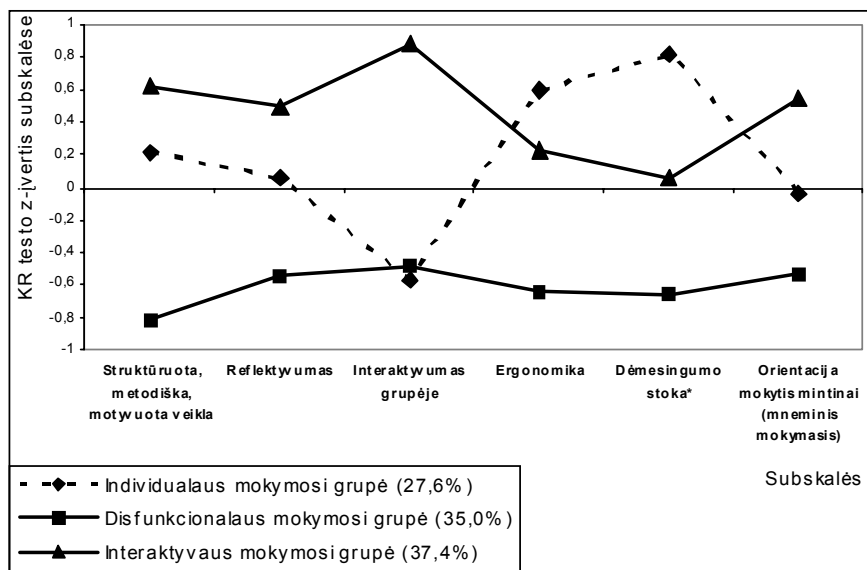
	Koreliacija tarp testo žingsnių			Cronbach α koeficientas	Gutman Split-half koeficientas	Spearman Brown koeficientas
	Vidutinė	Minimali	Maksimali			
Teorinė testo dalis	0,23	0,06	0,45	0,73	0,72	0,72
Praktinė testo dalis	0,30	0,05	0,83	0,90	0,84	0,85

komosios programinės įrangos naudojimo kompetencijos įvertinimą. Standartiniai patikimumo (*reliability*) rodikliai testo kompiuteriniam raštingumui matuoti pateikiami 1 lentelėje. Jie rodo, kad kompiuteriniam raštingumui matuoti sukonstruota skalė yra gana patikima (Anastazi, 2001; Bitinas, 1998; Merkys, 1999).

Siekiant suskirstyti respondentus į grupes pagal mokymosi strategijas, buvo atlikta respondentų statistinė klasifikacija. Klasifikavimui naudota klasterinė analizė (*Cluster Analysis*). Kadangi tiriamųjų ir klasifikuojamų objektų skaičius pakankamai didelis, buvo pasirinkta *k-Means* (*k* – klasterių skaičius) klasterinė analizė. Nustatyta klasterių struktūra buvo atspindėta laužtėmis.

Tiriamųjų tipologizavimas pagal jų mokymosi strategijas buvo prasmingas. Klasifikavimas atliekamas pagal antrinės faktorinės analizės metu gautas nagrinėjamos skalės šešias subskales. Skalės atsakymų formatas keurių pakopų. Atsakymo variantai: „itin retai“, „retokai“, „dažnokai“, „labai dažnai“. Pagal dinamiką labiausiai informatyvus ir geriausiai interpretuotinas respondentų ($N=774$) pasidalijimas į tris klasterius. Grafinė išraiška pateikiama 1 paveiksle.

Į pirmąją grupę pateko 27,6%, į antrąją – 35,0% ir į trečiąją – 37,4% tiriamųjų. Procentinis pasiskirstymas klasteriuose pagal lytį pavaizduotas 2 lentelėje. Pirmame ir trečiame klasteriuose yra santykinai daugiau moterų, antrame – dominuoja vyrai.



1 pav. Mokymosi strategijų tipologija. Trijų klasterių modelis (N = 774)

2 lentelė. Tiriamųjų procentinis pasiskirstymas klasteriuose pagal lytį

	Lytis		Iš viso
	Vyras	Moteris	
1 klasteris	54 23,9%	160 29,2%	214 27,6%
2 klasteris	118 52,2%	153 27,9%	271 35,0%
3 klasteris	54 23,9%	235 42,9%	289 37,4%
Iš viso	226 100,0%	548 100,0%	774 100,0%

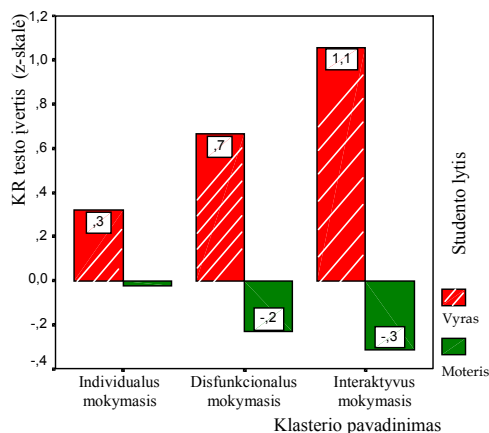
1 klasteris. Šis klasteris jungia dėmesingus, gebančius pakankamai struktūruotai, metodiškai, motyvuotai mokytis studentus. Jiems mažai būdingas reflektyvumas, mneminis mokymasis, tačiau būtinos pakankamai geros ir patogios darbo sąlygos (tinkama ergonomika). Šio klasterio tiriamieji labiau linkę mokytis pavieniui nei interaktyviai, t. y. jiems būdingas individualus mokymasis. Tai sąlygiškai **individualaus (arba funkcionalaus) mokymosi grupė**.

2 klasteris. Šiems studentams specifiniai mokymosi būdai ir įpročiai nėra ypač būdingi. Jie šiek tiek vertina interaktyvų darbą grupėje, kai kada jiems būdingas reflektyvumas, mne-

minis mokymasis, tačiau jie nėra pakankamai dėmesingi, struktūruotai, metodiškai, motyvuotai besimokantieji. Šiems tiriamiesiems labiau būdingas **disfunkcionalus mokymasis**. Iš 2 lentelės matome, kad apskritai į šią grupę pateko didžiausias procentinis skaičius vyrų. Galbūt minėtos savybės iš dalies atitinka vyro stereotipą.

3 klasteris. Tai **funkcionali lyderių grupė**. Jai būdingas **aukštas interaktyvumas grupėje**, motyvuota, metodiška, struktūruota, tačiau ne visada dėmesinga veikla, kai kada mneminis mokymasis. Jiems mokytis nėra svarbios ergonominės sąlygos.

Siekėme atskleisti, kokia yra trijų kintamųjų – lyties, mokymosi strategijų ir faktinio kompiuterinio raštingumo statistinė struktūra. Grafinė forma ši struktūra parodyta 2 paveiksle. Trijų kintamųjų grafikas rodo esant labai stiprius ir labai charakteringus statistinės interakcijos efektus – faktinio kompiuterinio raštingumo ir klasterių pagal mokymosi strategijas santykius. Iš 2 pav. matyti akivaizdūs lytiškumo efektai: 1) *studentų merginų kompiuterinis raštingumas visuose klasteriuose prastesnis nei studentų vaikinų*; 2) *studentėms merginoms mažiau būdingas interaktyvus mokymasis, jos labiau orientuotos į du kitus mokymosi strate-*



2 pav. **Kompiuterinio raštingumo testo įverčiai pagal tiriamųjų mokymosi strategijas bei lytį**

ginius tipus – į disfunkcionalų ir individualų mokymąsi. Taigi vaikinių aukščiausias kompiuterinio raštingumo lygmuo pagrįstai gali būti siejamas su interaktyviu mokymusi grupėje, merginų – su labiau individualiu mokymusi. Pats žmogaus bendravimas su kompiuteriu pagal schemą „žmogus–mašina“ yra ne kas kita, kaip interaktyvus procesas. Iš praktikos žinoma, jog įvaldyti kokią nors nežinomą kompiuterio operaciją yra daug paprasčiau, kai šalia yra patyręs specialistas, kuris čia pat tiesiogiai parodo, ką ir kaip daryti. Šiuo požiūriu „storo“ kompiuterinio žinyno vartymas, ilgas jo paveikslukų studijavimas ir bandymas dirbti klaidų bei bandymų keliu dažnai yra mažiau veiksmingas ir patrauklus.

LITERATŪRA

- Anastazi A., Urbina S. (2001) Psichologiškoje testirovanije. Sankt-Peterburg: Piter.
- Bitinas B. (1998) Ugdymo tyrimų metodologija. Vilnius: Jošara.
- Bostrom R. P., Olfman L., Sein M.K. (1990) The importance of learning style in end-user training // MIS Quarterly, p. 101–119.
- Collis B., Anderson R. (1994) Computer literacy for the 1990s: theoretical issues for an international assessment // Computers in the Schools, vol. 11 (2), p. 55–67.
- Dagienė V. (2001) Bendrojo lavinimo mokyklos informatikos turinio palyginimas su Europos kompiuterių vartotojų standartu // Informacijos mokslai, t. 18, p. 25–30.
- Davidson G. V., Savenye W. C., Orr K. B. (1992) How do learning styles relate to performance in a computer application course? // Journal of Research on Computing in Education, vol. 24(3), p. 349–358.
- Dunn R. (1986) Learning style: State of the science // Theory into Practice, vol. 24(1), p. 10–19.

Išvados

Tyrimo duomenys parodė, jog idėja remiantis klasterinės analizės metodu ieškoti studentų populiacijoje statistinių tipų, faktiškai susiklos-tančių pagal skirtingą kompiuterinį raštingumą ir nuostatas kompiuterio atžvilgiu, visiškai pasiteisino. Tyrimo metu buvo identifiukuoti ir apibūdinti faktiškai egzistuojantys studentų statistiniai tipai pagal jų mokymosi strategijas, t. y. studentai, orientuoti į individualų mokymąsi, disfunkcionalų mokymąsi ir interaktyvų mokymąsi, bei nustatytas jų ryšys su faktiniu kompiuteriniu raštingumu. Geriausias kompiuterinio raštingumo lygmuo pagrįstai gali būti siejamas su interaktyviu mokymusi grupėje.

Tokių pagal požymio raišką „grynų“ statistinių grupių kokybinis apibūdinimas bei šių grupių nuošimčio bendrojoje populiacijoje nustatymas yra esminė informacija, kuria remiantis galėtų ir turėtų būti *optimizuojamas bei efektyvinamas kompiuterinio raštingumo formavimo procesas*. Parenkant esamas ir (arba) kuriant naujas edukacines kompiuterinio ugdymo strategijas ir metodikas, būtų nusitaikoma ne į koki nors abstraktų, beveidį ugdytinį, bet į labai konkrečius ir realiai egzistuojančius ugdytinių tipus. Kitaip tariant, statistinių tipų paieškos technologija atveria galimybę subtiliau ir veiksmingiau taikyti tokias klasikines, visada pasiteisinančias didaktines prieigas, kaip mokymo diferencijavimas ir mokymo individualizavimas.

- Gregorc A.F. (1979) Learning/teaching styles: Their nature and effects // J.W. Keefe (Ed.). Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs. Reston, VA: NAASP, p. 19–26.
- Hayden M. (1999) What is computer literacy? // Bulletin of Science, Technology and Society, vol. 119, p. 220–233.
- Johnson D., Eisenberg M. (1991) Computer literacy and information literacy: A natural combination // Emergency Librarian, vol. 23(5), p. 12–16.
- Kolb D. A. (1984) Experiential Learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Markauskaitė L. (1999) Informaciniai gebėjimai humanitarinių ir tikslųjų mokslų sanglaudoje // Informacijos mokslai, t. 10, p. 38–51.
- McMillan S. (1996) Literacy and computer literacy: definitions and comparisons // Computers and Education, vol. 27.
- Merkys G. (1999) Matematinio-statistinio modeliavimo ypatumai socialiniuose moksluose: metodologinės kultūros aspektas // Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai, t. 12, p. 97–112.
- Mitra A. (1998) Categories of computer use and their relationship with attitudes toward computers // Journal of Research on Computing in Education, vol. 30 (3), p. 281–295.
- Oderkirk J. (1996) Computer literacy – a growing requirement // Education Quarterly Review, vol. 3, p. 9–29.
- Otas A. (2000) Mokykla ir informacinė visuomenė // Mokykla, Nr. 1, p. 21–25.
- Petrauskas R. (1999) Kompiuterinis raštingumas Lietuvos mokykloje. Istorinis aspektas // Informacinės technologijos'99: Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 395–397.
- Silver H., Strong R., Perini, M. (1997) Integrating learning styles and multiple intelligences // Educational Leadership, vol. 55 (1), p. 22–27.
- Smith D.M., Colb D.A. (1996). User's guide for the learning-style inventory. Boston, MA: Hay/McBer Training Resources Group.
- Šaparnienė D. (2002) Studentų kompiuterinis raštingumas: ribotų išteklių visuomenės edukacinis ir psichosocialinis kontekstas: Daktaro disertacija. Šiauliai.
- Šaparnienė D., Merkys, G. (2001) Ribotų išteklių visuomenės socialinis kontekstas ir studentų kompiuterinis raštingumas: pirmieji empirinio tyrimo duomenys // Socialiniai mokslai, t. 1(27), p. 40–47.
- Šaulauskas M. P. (2001) Skaitmeninė Lietuva 2001. Vilnius.
- Taylor H. H. (2000) Technology: A Key to the Future // Head Start Bulletin, no. 66.
- Urbonaitė D. (2000) Mokinių informacinės kultūros ugdymo pedagoginės sistemos raiškos tipai (sąlygoti kompiuterių taikymu esant ribotiems ištekliams): Daktaro disertacija. Kaunas.

STUDENTS' LEARNING STRATEGIES IN THE CONTEXT OF COMPUTER LITERACY

Diana Šaparnienė, Gintaras Šaparnis

S u m m a r y

The results of the diagnostic analysis on students' computer literacy are presented in the article. The study involves students from Lithuanian universities and colleges. Relying on the study results attempts are made to identify and define the existing statistical types of students learning styles as well as to disclose some link with the *factual computer literacy*.

The study data showed that the idea of using cluster analysis trying to identify statistical types in

the student population has been fully justified. The actually existing student types have been identified and described based on the learning styles and actual computer literacy level. It would be important to describe such 'pure' statistical groups by qualitative terms and to identify their percentage in general population, as this information could and should be used for optimising and increasing efficiency of the computer literacy development process.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Kompiuterinių matematikos sistemų taikymas fizikos mokymui

Sigita Turskienė

Šiaulių universiteto Informatikos katedros docentė, daktarė
 Šiauliai University, Department of Informatics, Assoc. Prof, PhD
 Tel. (8-41) 59 57 23
 El. paštas: sigita@fm.Su.lt

Straipsnyje įvairiais aspektais nagrinėjamos Lietuvoje paplitusios kompiuterinės technologijos, kurios tiesiogiai ir nesunkiai gali būti pritaikytos fizikos mokymui. Aprašomos priemonės, padedančios pasirinkti tinkamas kompiuterines technologijas. Aptariamos kompiuterinių matematikos sistemų taikymo fizikos mokymui pagrindinės galimybės. Analizuojami kompiuterinių matematikos sistemų diegimo mokant fizikos veiksniai. Apžvelgiamos efektyvios šių sistemų taikymo sritys.

Informacijos ir komunikacijos technologija padeda sukurti naują, nestokojančią informacijos šaltinių ir bendravimo mokymosi aplinką. Todėl švietimo kaitos specialistai kompiuterines technologijas vertina kaip priemonę, galinčią paspartinti dalykų modernių didaktikų diegimą.

Kompiuterinių technologijų taikymas mokant fizikos leidžia išsamiau tyrinėti fizikinių reiškinių savybes, vaizdžiai stebėti procesų dėsningumus, moksleivių žinias orientuoti ne į atskirus žinių fragmentus, bet į sprendžiamą problemą.

Įvairių fizikos uždavinių sprendimas kompiuterinėmis matematikos sistemomis (KMS) nagrinėjamas daugelyje darbų (adresas, 2003; Adomavičius, 1999; Barila, 2001; Denisovas, 2000; Domarkas, 1998; Domarkas, 2002; Aladjev, 2001; Matrosov, 2001; Pažėra, 1997). Intensyviai tyrimus būtina vykdyti toliau. Pirmą priežastį – nuolatinis KMS tobulėjimas ir naujų atsiradimas. Antra priežastis – Lietuvoje nėra išsamių tyrimų, kurie įvertintų, kaip kompiuterinė technologija veikia įvairias fizikos sritis. Pavienių darbų yra mažai ir jų rezultatus sunku apibendrinti. Kaip rodo tyrimai (Turskienė, 2002), KMS diegimas į mokymo procesą reikalauja tiek mokytojų, tiek mokinių pastangų. Lietuvos mokyklose šia kryptimi pradėjo dirbti

informatikos mokytojai (Burbaitė, 2002), tačiau fizikai didelės iniciatyvos nerodo.

Pagrindinis šio darbo tikslas – atlikti Lietuvoje populiarių kompiuterinių technologijų, tinkančių fizikos mokymui, apžvalgą; panagrinėti KMS taikymo galimybes mokant fizikos vidurinėje mokykloje.

Programinės priemonės pasirinkimas

Kad galėtume mokyti fizikos kompiuteriu, reikia specialios programinės įrangos. Galima išskirti šias Lietuvoje paplitusias programines priemones, kurios gali būti nesunkiai pritaikytos fizikos mokymui: universalios KMS („Maple“, „MathCad“, „Mathematica“), statistinės programos (SPSS), modeliavimo sistemos („Dymos“, „Model Builder“), programavimo terpės („Delphi“, „C++ Builder“, „Visual BASIC“), skaičiuoklės („Excel“), duomenų bazių valdymo sistemos („MS Access“), fizikos mokomosios programos.

Dirbant su programavimo terpėmis reikia programavimo įgūdžių, o jų dažnai neturi nei mokiniai, nei dalykų mokytojai. Be to, šiuo atveju programavimas reikalauja daug laiko są-

naudų. Skaičiuoklės pasižymi paprastumu, lengvai įsisavinamos, turi nemažai funkcijų, tačiau jose matematinės formulės griozdiškos, sunkiai skaitomos ir modifikuojamos, jų skaičiavimo greitis yra nedidelis. Modeliavimo sistemos suteikia galimybę interaktyviai valdyti procesą; taip skatinamas mokinių kūrybiškumas, tačiau matematinių funkcijų pasirinkimas yra ribotas, sunkiau dirbti su duomenų masyvais. Fizikos mokomosios programos yra skirtos konkrečios srities uždaviniams spręsti. KMS turi patogias grafinės vartotojo sąsajas, atlieka skaitinius ir simbolinius skaičiavimus, turi geras grafinių vaizdų, garsų ir dokumentų kūrimo priemones. Jomis gali naudotis vartotojai, nemokantys programavimo kalbų. Bet pagrindinės įvesties komandos užrašomos specialiomis vidinėmis kalbomis.

Išsamus KMS galimybių nagrinėjimas užima daug laiko. Be to, kai kurios sistemų savybės išryškėja tik detaliai su jomis susipažinus. Kad palengvintume KMS įsisavinimą, pateiksim Lietuvoje naudojamų KMS pagrindines galimybes, kurios leidžia šias sistemas taikyti fizikos mokymui:

1. Skaitinių duomenų apdorojimas laisvai pasirinkamam tikslumui.
2. Įvairių lygčių, nelygybių ir jų sistemų sprendimas.
3. Patogūs vektoriniai ir matriciniai skaičiavimai.
4. Duomenų vizualizavimas. Skaičiavimų rezultatų įvairių grafikų brėžimas. Animacijos galimybės.
5. Matavimo vienetų keitimo funkcijos (pvz., sistemos „Mathematica“ paketas „Miscellaneous ‘Units’“).
6. Gana tikslių fizikinių konstantų reikšmių saugojimas (pvz., sistemos „Mathematica“ paketas „Miscellaneous ‘Physical Constants’“).
7. Veiksmai su garsais (pvz., sistemos „Mathematica“ paketai „Miscellaneous ‘Audio’“ ir „Miscellaneous ‘Music’“).
8. Geografinių duomenų saugojimas (pvz., sistemos „Mathematica“ paketai „WorldData“, „WorldPlot“).
9. Cheminių elementų duomenų saugojimas (pvz., sistemos „Mathematica“ paketas „Miscellaneous ‘ChemicalElements’“).

10. Kai kurių fizikinių priklausomybių tyrimas (pvz., sistemos „Mathematica“ paketas „Miscellaneous ‘StandardAtmosphere’“).

11. Įvairių medžiagų absorbcinių spektrų generavimo galimybės (pvz., sistemos „Mathematica“ paketas „Resonance Absorption-Lines“).

12. Statistiniai skaičiavimai ir grafinis jų vaizdavimas.

13. Turi geras priemones vaizdiems elektroniniams dokumentams rengti: matematinių formulų rašymas ir spalvinimas, dokumentų įterpimas OLE būdu, grafinių brėžinių kaip atskirų paveikslėlių įrašymas dažnai naudojamais grafikos formatais (gif, bmp, jpg); hipernuorodų įterpimas. Dokumento išsaugojimas HTML formatu leidžia gautus rezultatus publikuoti internete.

14. Turi vidines aukšto lygio programavimo kalbas, kurios lenkia universaliausias programavimo kalbas palengvinančių matematinių reiškinių užrašymą funkcijų rinkiniu.

15. Turi programinę sąsają su universalioomis programavimo kalbomis C ir FORTRAN, kurias plačiai naudoja fizikai.

Galimybės diegti KMS į fizikos mokymo procesą

KMS naudojimą mokant fizikos lemia keli veiksniai:

- nepakankamas fizikinių reiškinių praktinės reikšmės ir fizikos ryšio su kitais dalykais suvokimas;
- padidėjusios kompiuterių įsigijimo galimybės tiek mokyklose, tiek namuose (mažėja kainos, programinė įranga tampa „draugiška“ vartotojui, kai kurios KMS versijos platinamos internete nemokamai);
- parengti pedagogų ir moksleivių kompiuterinio raštingumo standartai;
- didelis mokinių domėjimasis kompiuterinėmis technologijomis, jiems priimtinas kompiuterizuotas mokymas (Andziulienė, 2001);
- studentų apklausa (Valavičius, 2001) rodo, kad universitetuose reikia dėstyti discipliną „Kompiuteris dalyko pamokoje“;

- studentų ir mokinių apklausa (Pečiuliauskienė, 2001) rodo, kad mokomųjų kompiuterinių programų naudojimas fizikos mokymui padeda geriau suprasti naują temą;
- komplektuojama mokykloms specializuota programinė įranga;
- sprendžiama skaičiavimo klaidų ir laiko problema.

Mokant fizikos KMS gali būti veiksmingos šioms sritims:

1. **Laboratorinių darbų duomenų skaitiniam, statistiniam ir grafiniam apdorojimui.** KMS naudojamos kaip skaičiuotuvas. Tam sistemoje „Maple 6“ yra elektroninės lentelės, panašios į „MS Excel“. Nereikia gaišti laiko techniniams paklaidų skaičiavimams, išvengiama besikartojančių veiksmų, daugiau laiko galima skirti rezultatams nagrinėti, pasiekiamas laboratorinio darbo sparta.

2. **Fizikinių reiškinių modeliavimui.** Specializuotų modeliavimo sistemų taikymai reiškiniams modeliuoti plačiai nagrinėjami (Denisovas, 2000).

3. **Fizikos uždavinių sprendimui.** KMS galingos simbolinių ir skaitinių skaičiavimų priemonės (reiškinių pertvarkiai, diferencijavimas, integravimas) palengvina formulų išvestį.

4. **Uždavinių sprendimo rezultatų, matematikos ir fizikos žinių tikrinimui.**

5. **Užduočių generavimui.** Pvz., KMS (jų programavimo priemonėmis) nesunku generuoti daug įvairių užduočių su grafikais ir jas išspausdinti doc formatu.

6. **Vaizdinių priemonių kūrimui.** Pamokoje aiškinant naujas sąvokas, išimenant teiginius, iliustruojant reiškinius dažnai reikalingos demonstraci-

nės priemonės: uždavinio brėžinys, eksperimento modelis. Animacijos galimybės leidžia iliustruoti jėgų paskirstymo bei veikimo kryptis, demonstruoti prietaisų veikimą. Pvz., taško judėjimas pagal nustatytą trajektoriją keliais laiko momentais sistema „Maple“ vaizduojamas, kaip parodyta paveiksle.

7. **Virtualių laboratorijų kūrimui.** Jeigu mokyklos kabinetuose trūksta įrangos arba ji yra pasenusi, tai laboratoriniai darbai netenka žavesio ir atliekami nekokybiškai. Vienas šios problemos sprendimo būdų – virtualios fizikos laboratorijos kūrimas (Burbaitė, 2002; Burbaitė, 2003). Tokios laboratorijos leidžia greitai keliais būdais apdoroti gautus stebėjimo rezultatus.

Kokios kliūtys Lietuvos mokykloms trukdo diegti KMS fizikos mokymui? Pagrindinės yra šios: stinga kompiuterių, dalykų mokytojams trūksta žinių ir įgūdžių naudoti kompiuterius mokymui, nepakanka mokomosios programinės įrangos, sunku integruoti kompiuterius į mokomąją veiklą klasėje, stinga literatūros lietuvių kalba. Be abejo, veiksmingai taikyti KMS neįmanoma be pagrindinių fizikos, matematikos ir informatikos žinių.

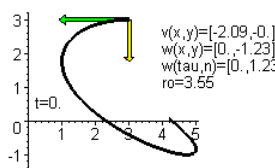
Išvados

1. Straipsnyje pateikta KMS diegimo į fizikos mokymo procesą galimybių analizė rodo, kad KMS taikymas yra tikslingas ir šiuolaikiškas.

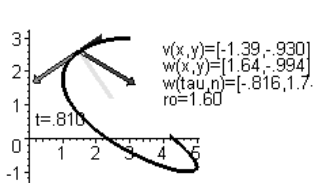
2. KMS į mokyklas reikia diegti laipsniškai ir tik ten, kur yra reikiamos sąlygos: tinkama techninė ir programinė įranga, pasirengę mokytojai, susidomėję mokiniai.

3. Lietuvos vidurinių mokyklų fizikos programos reikia analizuoti efektyvaus KMS naudojimo dėstant fizikos kursą aspektu.

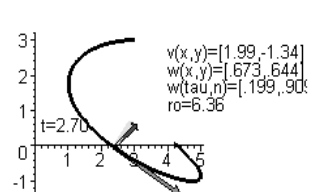
TASKO JUDEJIMO TRAJEKTORIJA



TASKO JUDEJIMO TRAJEKTORIJA



TASKO JUDEJIMO TRAJEKTORIJA



Pav. Taško judėjimo trajektorija

LITERATŪRA

- Adomavičius J., Bareiša E. ir kt. (1999). Informatika 2 (Laboratoriniai darbai MATHCAD aplinkoje). Kaunas: Technologija.
- Aladjev V., Bogdevičius M. (2001). MAPLE 6: Rešenie matematičeskich, statističeskich i fizičko-techničeskich zadač. Moskva.
- Andziulienė B., Valionienė E. (2001). Kompiuterinių technologijų integracijos į ugdymo procesą tyrimas // Informacijos mokslai, t. 18, p. 18–24.
- Barila A., Barilienė L., Jakutavičius, Palevičius R. (2001). Programavimas MATLAB terpėje. Kaunas: Technologija.
- Burbaitė R., Dirsė V. (2002). Garso charakteristikų tyrimas naudojant kompiuterį. Panevėžys.
- Burbaitė R., Daugėla D., Gaidelionis A. (2003). Virtuali mechanikos laboratorija. Panevėžys.
- Denisovas V. (2000). Modeliavimas dalykų dėstyje // Informatika, Nr. 36, p. 5–35.
- Domarkas A. (1998). Matematinės fizikos lygčių sprendimas su MAPLE // Lietuvos matematikų draugijos XXXIX konferencijos pranešimų tezės. Vilnius.
- Domarkas A., Rakauskas R., Pincevičius A. (2002). Kompiuterinė algebra ir jos taikymas // Lietuvos matematikos rinkinys, t. 42 spec. numeris, p. 3–20.
- <http://www.maple4students.com>, 2003.
- Matrosov A. (2001). MAPLE 6. Sank-Peterburg: BVX-Peterburg.
- Pažėra A. (1997). Matematinų ir inžinerinių uždavinių sprendimo, analizės ir modeliavimo programa MATHCAD. Vilnius: VU leidykla.
- Pečiuliauskienė P., Rimeika A. (2001). Mokomųjų kompiuterinių programų panaudojimas mokant fizikos // Pedagogika, Nr. 52, p. 195–202.
- Turskienė S. (2002). Computer Technology and Teaching Mathematics in Secondary Schools // Informatics in Education / Institute of Mathematics and Informatics. Vilnius, vol. 1, p. 149–156.
- Valavičius E. (2001) Informacijos technologijos mokymo pokyčiai VPU // Informacijos mokslai, t. 18, p. 53–58.

COMPUTER MATHEMATICS SYSTEMS IN THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS

Sigita Turskienė

S u m m a r y

The paper analyses different aspects of the most popular computer technologies in Lithuania, which are designed or can be easily adjusted for teaching physics. Means for choosing suitable computer technologies are described. The main possibilities offered by computer mathematics systems allowing to apply

them successfully in the process of teaching physics are discussed. Factors of implementing computer mathematics systems in teaching physics are analyzed. Areas of efficient application of computer mathematics systems are reviewed.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Informatikos specialistų mokymo programų modernizavimo Lietuvos universitetuose problemos

Antanas Vidžiūnas

Vytauto Didžiojo universiteto docentas, daktaras
Vytautas Magnus University, Associated Professor, PhD
Vileikos g. 8, LT-3035 Kaunas,
Tel. (370-7) 45 13 38, faksas (370-7) 45 13 36
El. paštas: iianvi@vdu.lt.

Informatika yra dinamiška ir sparčiai besiplečianti žinių sritis, todėl informatikos specialistus rengiantys universitetai turi nuolat peržiūrėti ir tobulinti savo mokymo programas taip, kad jos atitiktų šios mokslo šakos ir visuomenės reikalavimus. Straipsnyje aptariamos tokių programų atnaujinimo problemos Lietuvoje ir analizuojama, kaip jos gali būti sprendžiamos pagal programos CC2001 rekomendacijas. Pabrėžiama šalies universitetų pagrindinių mokymo programų specializavimo svarba ir aptariamos mokymo intensyvinimo galimybės diegiant integruotą ir sisteminį mokymo metodus.

Informatikos specialistų rengimo programų atnaujinimo problema

Sparti informacinių technologijų raida ir nuolat augantys jų vartotojų poreikiai formuoja griežtus reikalavimus šios srities specialistus rengiantiems universitetams bei kolegijoms, kurie reguliariai turi atnaujinti mokymo programas. Egzistuoja daug įvairių IT specialistų rengimo programų, kurios atspindi įvairių šalių, universitetų poreikius bei tradicijas, todėl aktuali tokių programų pagrindinių tobulinimo tendencijų išskyrimo problema. Šioje srityje intensyviai dirba tarptautinės elektros inžinierių (IEEE) ir kompiuterių mokslo (ACM) asociacijos, kurios maždaug kas 10 metų apibendrina žymiausių universitetų patirtį ir pateikia IT specialistų rengimo programų rekomendacijas.

Iki pastarojo dešimtmečio pagrindinis dėmesys buvo skiriamas fundamentaliojo informatikos (kompiuterių) mokslo sampratos formavimui. Šia samprata grįstose programose daugiausia dėmesio skiriama bendroms kompiuterinio uždavinių sprendimo problemoms bei teoriniams informatikos pagrindams. Ta-

čiau net ir kuriant tokias programas pripažįstama, kad informatikos specialistui nepakanka turėti vien teorinių fundamentaliojo informatikos mokslo žinių. Būtina mokėti taikyti šias žinias sprendžiant aktualias kitų mokslo šakų problemas. Todėl vėliausiai paskelbtoje fundamentaliosios informatikos programoje CC2001 (*Computer Science Curriculum 2001*) universitetams primygtinai rekomenduojama šią programą papildyti pasirenkamaisiais kitų mokslo šakų (vadybos, gamtos, socialinių arba kitų mokslo sričių) moduliais, kurie leistų plėtoti konkrečių taikomojo pobūdžio problemų sprendimo įgūdžius.

Pagrindinės informatikos specialistų rengimo kryptys

Net ir tokie lankstūs informatikos mokymo programos CC2001 formavimo principai netenkina visų IT specialistų rengimo poreikių, nes darbo rinka reikalauja ne tik fundamentaliųjų žinių, bet ir sugebėjimų realizuoti ir kurti konkrečias informacines technologijas, eksploatuo-

ti ir kurti šiuolaikinę IT įrangą. Todėl kalbant apie specialistų rengimą vis dažniau sunkiai apibrėžiamą ir abstrakčią informatikos specialisto sąvoką keičia konkretnė IT specialisto sąvoka.

Be fundamentaliosios informatikos specialistų rengimo programos, egzistuoja daugybė įvairių taikomojo pobūdžio IT mokymo programų, kurios dažniausiai rengiamos atskirų universitetų ir koledžų iniciatyva. Dėl to praėjusiam dešimtmetyje susiformavo ir buvo pripažintos naujos taikomosios informatikos mokslo kryptys su savarankiškais mokymo programomis: kompiuterių inžinerija, programų inžinerija ir informacijos sistemos. Pripažįstant susidariusią faktinę situaciją, asociacijoje ACM 1998–1999 metais įsteigti specialūs šių mokslo krypčių mokymo programų rengimo komitetai, kurie stengiasi apibendrinti įvairiose šalyse sukauptą patirtį. Naujosios IT mokslo kryptys yra glaudžiai susijusios su naujosiomis technologijomis ir jų pokyčiais, todėl parengti tipines jų mokymo programas nėra lengva. Problemos sudėtingumą iliustruoja tai, kad iki šiol šių informatikos mokslo krypčių programų rengimo komitetai nėra pateikę tipinių programų. Yra tiksliai apibrėžiama šių informacijos mokslo krypčių formuojamų žinių sandara, pateikiami rekomenduojamų mokymo dalykų sąrašai ir mokymo programų struktūros rekomendacijos. Todėl mokymo įstaigoms, kurios dalyvauja rengiant IT specialistus, tenka gana sudėtingas uždavinys – pačioms parengti tokias mokymo programas, kad jos kuo geriau atitiktų tiek pačios mokymo įstaigos, tiek besimokančiųjų, tiek visos šalies interesus.

Informatikos specialybių absolventų žinių reikalavimai

Rengiant bet kurią mokymo programą, visų pirma reikia apibrėžti jos tikslus, žinias, kurias turi įgyti sėkmingai programą išstudijavę mokymo įstaigos absolventai. Šie reikalavimai turi reikšti, kad informatika – tai ne uždara žinių sritis, o mokslas apie metodus ir priemones, kurie gali būti taikomi praktiškai visose žmo-

gaus veiklos srityse. Todėl kiekvienas informatikos specialybių absolventas privalo gebėti:

- formuoti sisteminių požiūrį į įvairiose mokslo ir praktinės veiklos srityse sprendžiamas problemas;
- atlikti tiek teorinę problemų analizę, tiek parengti praktinio jų sprendimo metodus;
- laisvai naudotis įvairių informatikos disciplinų kategorijomis ir metodais, taikyti juos kitose žinių srityse;
- pritaikyti savo įgytas žinias sparčiai besikeičiant IT realizavimui vartojamai įrangai ir jos principinėms galimybėms.

Be to, būtina, kad kiekvienas informatikos absolventas turėtų gerus projektų rengimo ir grupinio darbo įgūdžius, nes tokie įgūdžiai yra pagrindinė kiekvieno šios srities specialisto sėkmingos veiklos prielaida.

Tiksliai apibrėžti visas informatikos specialybės absolventams reikalingas žinias dėl nepaprastai sparčios šios mokslo šakos raidos praktiškai neįmanoma. Todėl programoje CC2001 net ir nesistengiama to daryti. Čia apibrėžta 14 susiformavusių pagrindinių informatikos mokslo sričių, išskirtos 63 rekomenduojamos mokymo temos ir pasiūlyta konkreti mokymo programų rengimo strategija.

Informatikos specialistų mokymo programos struktūra

Kiekviena specialistų rengimo programa atspindi ne tik konkrečios mokslo šakos reikalavimus, bet ir mokymo įstaigos tradicijas, joje naudojamus didaktikos metodus ir mokymo strategiją. Pagrindinei informatikos bakalauro mokymo programai tradiciškai siūloma trijų lygių struktūra (žr. pav.). Pradinio lygio dalykų paskirtis yra suteikti pamatinių žinių ir įgūdžių, kurie reikalingi nuoseklioms ir išsamioms kitų lygių dalykų studijoms. Pagrindinėje dalyje formuojamos universalaus pobūdžio žinios, kurios reikalingos arba daugumai šios specialybės absolventų, arba nuodugnesnėms trečiojo lygio dalykų studijoms. Galutinis mokymo programoje numatytų uždavinių sprendimas ir įgū-

Pradinis lygis	Praktinis požiūris	Funkcinis požiūris	Algoritminis požiūris
	Techninis požiūris	Taikomasis požiūris	Objektinis požiūris
Pagrindinis lygis	Tematinės sekos	Integruotas mokymas	Sisteminis požiūris
Specialusis lygis	Dalykai galutiniam programos formavimui		

Pav. Mokymo programos struktūros organizavimo principai

džių formavimas numatomas trečiajame lygyje, kuriame rekomenduojama pasiūlyti studentams kelias alternatyvas, kurios leistų jiems patiems pasirinkti geriausiai jų poreikius tenkinančią specializaciją.

Daugiausia įvairių požiūrių į mokymo programos sudarymo principus yra pradiniam mokymo lygyje, kuris pagal tradiciją skiriamas pradiniam programavimo įgūdžiams formuoti. Požiūrį į šio lygio mokymo programos sudarymo principus lemia mokymo institucijos tradicijos ir visos mokymo programos tikslai. Pavyzdžiui, fundamentalių teorinių informatikos pagrindų mokymo programų pradiniam lygyje pagrindinis dėmesys dažnai skiriamas algoritmų sudarymo ir jų įvertinimo problemoms (algoritminis požiūris). Vadovaujantis tokiu požiūriu, programavimas yra tikrai algoritmų kodavimo būdas, taigi programavimo ir kitoms informacinėms technologijoms skiriamas antraeilis vaidmuo. Todėl taikomojo pobūdžio informatikos specialistų mokymo programose pasirenkamas praktinis požiūris, kuris vyrauja ir Lietuvoje, kai pirmasis lygis skiriamas praktinio programavimo įgūdžiams ugdyti konkrečia programavimo kalba ir kartu supažindinama su algoritmų konstravimo pagrindais. Funkcinis požiūris yra praktinio požiūrio atmaina, kuri skiriasi algoritmų aprašymo instrumentinėmis priemonėmis ir nagrinėjamų problemų seka. Pastaruoju metu sparčiai populiarėja objektinis požiūris, kai IT studijos pradedamos nuo objektinių modelių sudarymo principų apžvalgos. Tokiu atveju sudaromos geresnės sąlygos inten-

syvinti mokymą pagrindiniame lygyje diegiant integruotas ir sisteminius požiūriu pagrįstas mokymo programas. Objektinis požiūris sparčiai populiarėja ir Lietuvoje (Vidžiūnas, 2002).

Technikos universitetuose pradinio lygio mokymas dažnai pradedamas nuo kompiuterių įrangos studijų. Tai techninis požiūris, kuris naudingas rengiant techninės įrangos projektavimo ir eksploatavimo specialistus.

Pagrindinis visų pirmiau aptartų požiūrių trūkumas yra tas, kad studentai, dar neturėdami aiškaus supratimo apie kompleksines informatikos ir IT problemas, staigiai turi įgyti gana siaurai specializuotų žinių, dėl to gali susiformuoti klaidingi požiūriai į platesnio masto problemas. Todėl dar yra siūlomas taikomasis požiūris, kai iš pradžių pateikiama išsami informatikos problemų apžvalga ir tik vėliau pereinama prie nuoseklaus atskirų problemų nagrinėjimo. Tačiau šio požiūrio realizavimas dar neturi gilesnių tradicijų ir dažniausiai apsiribojama mokymo programos papildymu vienu įvadininiu apžvalginio pobūdžio dalyku, kuris praplečia pagal kitus požiūrius parengtas mokymo programas. Tai būdinga ir Lietuvos universitetų mokymo programoms.

Pagrindinio lygio dalykų siūloma mokyti antraisiais ir trečiaisiais studijų metais, kai studentai jau būna susipažinę su pagrindinėmis sąvokomis ir išsamioms studijoms reikalingomis instrumentinėmis priemonėmis. Lietuvos universitetų šio lygio programose vyrauja teminis požiūris. Dėstomų dalykų sekos skiriamos algoritmų analizės, kompiuterių architektūros, programų inžinerijos, informacinių sistemų, dirbtinio intelekto ir kitų informatikos sričių pagrindinėms problemoms. Tačiau informatikos mokslas plėtojasi nepaprastai sparčiai, nuolat formuojasi nauji aktualioms problemoms skirti dalykai, kurių teminės sekos nebepajėgia aprėpti. Todėl rekomenduojama plačiau diegti integruotą mokymą. Pavyzdžiui, integruotai gali būti mokomi grafų teorijos pagrindai ir algoritmų analizės priemonės, objektinio projektavimo ir informacinių sistemų kūrimo metodai. Integrazija yra būdinga ir sisteminiam požiūriui, kai pagrindinis dėmesys skiriamas įvairaus pobūdžio sistemų analizės ir kūrimo problemoms. Toks požiūris yra labai perspektyvus

taikomosios pakraipos IT specialistų rengimo programoms.

Apžvelgus žiniatinklyje pateiktas informatikos specialistus rengiančių pagrindinių Lietuvos universitetų mokymo programas (KU, KTU, VDU, VGTU, VPU ir VU), galima teigti, kad tikrai pusė iš jų (KTU, VU ir VGTU) specializuoja pagrindines studijas pagal konkrečias informatikos mokslo kryptis. Kituose universitetuose vis dar stipri XX a. paskutiniame dešimtmetyje vyravusi tendencija atidėti mokymo programų specializaciją magistrų lygio studijoms, o pagrindines programas skirti fundamentaliosioms studijoms.

Ši tendencija nebeatitinka nei nūdienos poreikių, nei sparčiai kintančios informatikos mokslo sampratos. Todėl aktualios mokymo programų modernizavimo ir Lietuvos universitetų griežtesnio specializavimo pagal tam tikras informatikos mokslo sritis problemos. Jų sprendimui galima pasinaudoti straipsnyje aptartomis CC2001 rekomendacijomis, kurios leidžia

kiekvienai mokymo įstaigai parengti geriausiai jos poreikius atitinkančią mokymo strategiją.

Išvados

Atsižvelgiant į sparčią informatikos mokslo plėtrą galima teigti, kad daugelyje Lietuvos universitetų išlikusi tendencija pagrindines informatikos bakalauro rengimo programas orientuoti į fundamentaliosios informatikos mokslo krypties studijas nebeatitinka šiandienos poreikių. Specializacijos perkėlimas į magistrų lygio programas netenkina nei valstybės, nei studentų poreikių. Todėl Lietuvai aktuali informatikos specialistus rengiančių universitetų griežtesnio specializavimo ir mokymo programų modernizavimo bei intensyvinimo problema. Straipsnyje aptarta, kaip šiai problemai spręsti galima pasinaudoti IEEE ir ACM asociacijų parengtoje programoje CC2001 pateiktomis rekomendacijomis.

LITERATŪRA

- Computing Curricula 2001. Adresas internete: <http://www.acm.org/education/curricula.html>, [žiūrėta 2003 m.]
- Vidžiūnas A. (2002) C++ ir C++ Builder pradžios. Kaunas: Smaltija.

PROBLEMS OF MODERNIZATION OF COMPUTER SCIENCE CURRICULUM IN LITHUANIAN UNIVERSITIES

Antanas Vidžiūnas

S u m m a r y

New computer hardware and software and intensive development of Computer Science (Informatics) have created new requirements for Computer Science teaching curriculum. Therefore all universities must regularly update their curriculums according to new

demands of these changes. This article discusses problems of specialization of Lithuanian universities in different branches of Computer Science using recommendations of CC2001 and implementing integrated and system teaching.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

INFORMACIJA IR TEISĖ

Neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimas

Darius Štitilis

Lietuvos teisės universiteto, Valstybinio valdymo fakulteto
Teisinės informatikos katedros daktaras
Law University of Lithuania, Doctor
Ateities g. 20, LT-2057 Vilnius
Tel.: 271 45 71, 234 75 76;
El. paštas: stitilis@ltu.lt; darius.stitilis@telecom.lt

Šio straipsnio objektas – neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos, dalykas – neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimas. Straipsnio tikslas – išanalizuoti pagrindines neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo problemas ir numatyti baudžiamosios atsakomybės už neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos tobulinimo būdus Lietuvoje. Darbo uždaviniai: pateikti neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos sampratą; atskleisti pagrindines problemas, susijusias su neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos vertinimu; pateikti neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo Lietuvoje galimus variantus.

Straipsnyje naudojamas lyginamosios analizės bei kiti metodai. Analizuojant neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo teisinius aspektus, naudojamosi užsienio valstybių doktrina bei periodinė literatūra. Straipsnio dėstomąją dalį sudaro du skyriai. Pirmajame atskleidžiamos teisinės problemos, susijusios su neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos vertinimu, taip pat analizuojama tokios prieigos kriminalizavimo praktika kai kuriose užsienio valstybėse. Antrajame skyriuje nagrinėjamos tarptautinių (regioninių) dokumentų nuostatos bei Lietuvos Respublikos baudžiamojo kodekso nuostatos dėl neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos. Straipsnio pabaigoje formuluojamos išvados.

Neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos iš kitų nusikaltimų išskiria bei tokios prieigos kriminalizavimo problemas nagrinėja U. Sieber, C. Gringras, N. Nathanson, D. Baibridge ir kiti. Tačiau visų pirma reikia aptarti, kas gi yra ta neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos. D. Baibridge teigia, kad neteisėta yra prieiga prie kompiuterių sistemos be savininko leidimo (Baibridge, 2000, p. 307). Tačiau tokia samprata yra labai nekonkreči, neatskleidžiami prieigos požymiai. U. Sieber nu-

rodo, kad neteisėta prieiga suprantama kaip prasiskverbimas į kompiuterių sistemas, kai tikslas yra ne manipuliacija, sabotžas ar špiوناžas, bet pasitenkinimas, susijęs su kompiuterinės sistemos apsaugos priemonių įveikimu. Šiuo atveju autorius išskiria prieigą kaip neteisėtą veiksmą, kai nekyla jokių pasekmių (išskyrus grėsmę padaryti žalą). Vis dėlto U. Sieber vėliau pažymi, jog neteisėtos prieigos atvejis galima skirstyti taip: 1) prasiskverbis į kompiuterių sistemą, jokia žala nepadaroma,

sukeliamas tikrai pavojus (tačiau tokiais atvejais pažeidžiamas kompiuterių sistemos, kompiuterinės informacijos slaptumas ar su tuo susijęs integralumas); 2) prasiskverbus į kompiuterių sistemą, padaroma žala (pvz., gauti duomenys panaudojami sukčiavimui, pasisavinama kompiuterinė informacija ar pan.) (Sieber, 1998, p. 41).

Paminėtina, jog Elektroninės erdvės nusiakaltimų konvencijos (toliau – Konvencija) aiškinamajame rašte nurodoma, jog neteisėta prieiga apima veikas, kai kompiuterinės informacijos saugumui sukeliamas žalos grėsmė, taip pat veikas, pažeidžiančias kompiuterinės informacijos saugumą, t. y. prieinamumą, konfidencialumą ar vientisumą (Explanatory Memorandum..., p. 44). Šiuo atveju, išskiriama neteisėta prieiga, nesukelianti žalingų pasekmių (kyla tik žalos grėsmė), ir prieiga, sukelianti žalingas pasekmes (pvz., neteisėtai pakeičiama kompiuterinė informacija).

V. Komisarovas nurodo, kad neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos reikėtų laikyti veiksmus, kurių metu asmuo neteisėtai gauna galimybę susipažinti su kompiuterine informacija, arba tokio asmens tam tikrus veiksmus, atliekamus su tokia informacija, neturint savininko leidimo (Komisarov, 1998, p. 14). Taip pat nurodoma, jog neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos būdai skiriasi: tai gali būti svetimo vardo ir (ar) slaptažodžio naudojimas, kompiuterinės sistemos apsaugos priemonių pažeidimas ir t. t.

Taigi nepaisant skirtingų apibūdinimų neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos galima išskirti į dvi rūšis: prieigą, kai žala nepadaroma, bet kyla tokios žalos grėsmė, ir prieigą, kai padaroma reali žala. Vis dėlto autorius, nagrinėdamas neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo aspektus, laikysis pozicijos, jog neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos laikytina tokia neteisėta veika, kurios metu įveikiant apsaugos priemones prieinama prie kompiuterinės informacijos ir pažeidžiamas laikomos informacijos slaptumas bei konfidencialumas, t. y. kyla realios žalos grėsmė (Inter – departmental Working Group..., p. 35), o dėl neteisėtos prieigos vykdomas špionažas, sabotžas, sukčiavi-

mas, neteisėta autorių teisėmis apsaugotų kūrinių kopijavimas, kompiuterinės informacijos pakeitimas ir pan. laikytini savarankiškoms pavojingomis veikomis.

Analizuojant neteisėtos prieigos kriminalizavimą, atkreiptinas dėmesys, jog daugumos užsienio valstybių (pvz., Rusijos, Ukrainos, Lenkijos ir kt.) baudžiamuosiuose įstatymuose dažniausiai kriminalizuojama antroji neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos rūšis, t. y. neteisėta prieiga, sukelianti tam tikras pasekmes. Pavyzdžiui, Rusijos BK 272 straipsnyje nustatyta atsakomybė už tyčinę neteisėtą prieigą prie įstatymo saugomos kompiuterinės informacijos, jei tai sukėlė kompiuterinės informacijos sunaikinimą, blokavimą, modifikavimą ar kopijavimą, taip pat sutrikdė kompiuterinės sistemos darbą (Ugolovnij kodeks Rosijskoj Federaciji, 272 str.). Šią poziciją patvirtina ir Rusijos mokslininkas V. Komisarovas teigdamas, jog dėl neteisėtos prieigos turi kilti žalingos pasekmės (Komisarov, 1998, p. 14). Tačiau neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos, kai nekyla jokių pasekmių, dažnai nelaikoma nusikalstama veika.

Vis dėlto netgi šių valstybių mokslininkai ginčijasi dėl neteisėtos prieigos kriminalizavimo apimtys. Remiantis pirmiau minėtomis Rusijos BK nuostatomis susidaro išpūdis, jog Rusija bent jau kol kas pasirinko neteisėtos prieigos kriminalizavimo kelią, kai nusikalstama veika įvardijama tik tokia veika, dėl kurios kyla nustatytos pasekmės (žala). Kitokios nuomonės yra D. Čepčugovas. Anot šio rusų autoriaus, Rusijos BK 272 str. apima visus neteisėtos prieigos atvejus (Čepčugov, 2001). Tam, kad būtų galima traukti baudžiamojon atsakomybėn, dėl neteisėtos prieigos turi kilti įstatyme nustatytos pasekmės, t. y. informacija turi būti sunaikinta, blokuota, modifikuota ar nukopijuota. D. Čepčugovo nuomone, kai kompiuterinėje sistemoje esantys duomenys pasirodo pažeidėjo kompiuterio ekrane, įvyksta informacijos perkėlimas. Kadangi elektroniniai impulsai per ryšių linijas atsiranda pažeidėjo kompiuteryje ir apdorojami šio kompiuterio procesoriaus bei išvedami į ekraną, tokie veiksmai gali būti laikomi informacijos kopijavimu ir patenka į Rusijos baudžiamajo kodekso 272 str. veikimo sritį (Čepčugov,

2001). Taigi neteisėtos prieigos metu kopijuojant informaciją nebūtinai įsikišimas į šios informacijos apdorojimo procesą, nes tokiu atveju kiltų kita šiame straipsnyje nurodyta pasekmė – informacijos modifikavimas. Tačiau kai kurie kiti Rusijos autoriai nesutinka, jog visi neteisėtos prieigos atvejai Rusijos baudžiamajame kodekse yra kriminalizuoti. Šių autorių nuomone, turint omenyje, kad 272 str. (bei 274 str.) dispozicija reikalauja tam tikrų pasekmių (žalos teisiniams gėriams), kai kurios pavojingos veikos lieka nekriminalizuotos (Otečestvennoje zakonodatelstvo...).

Kaip kitokio neteisėtos prieigos kriminalizavimo pavyzdį galima pateikti Latvijos BK, kurio 241 str. nustatyta atsakomybė už savavališką prieigą prie kompiuterinių sistemų. Šio straipsnio 1 dalyje nurodyta, jog baudžiamojon atsakomybėn traukiamas asmuo, kuris savavališkai prieina prie kompiuterinės sistemos, jei dėl tokių veiksmų atsiranda galimybė pasiekti informaciją, įvestą į šią kompiuterinę sistemą (Criminal Code of Latvia, 241 str.). Straipsnio 2 dalyje nustatyta atsakomybė už tą pačią veiką, jei atliekant neteisėtą prieigą pažeidžiamos kompiuterio programinė įrangą apsaugančios sistemos arba prieinama prie ryšio linijų.

Paminėtinas ir Kroatijos pavyzdys. Kroatijos BK 223 straipsnyje nurodyta, jog nusikaltimas yra neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos ar kompiuterių programų, pažeidžiant apsaugos priemones (Criminal Code of Croatia, 223 str.). Taigi šia norma siekiama apsaugoti kompiuterinę informaciją ir kompiuterių programas. Baudžiamajai atsakomybei kilti užtenka vien neteisėtos prieigos, tačiau kompiuterinė informacija ar kompiuterių programos turi būti apsaugotos specialiomis apsaugos priemonėmis (Croatia: National Report, 1 d. 4 p.).

Panaši neteisėtos prieigos kriminalizavimo praktika yra ir kai kuriose bendrosios teisės tradicijos valstybėse. Pavyzdžiui, Didžiojoje Britanijoje, remiantis 1990 m. Piktnaudžiavimo panaudojant kompiuterius įstatymo 1 skyriumi „Neteisėta prieiga prie duomenų kompiuterine forma“, asmuo pripažįstamas kaltu, jei: a) atlieka veiksmus, siekdamas su kompiuteriu įvykdyti prieigą prie bet kokios kompiuterinės programos ar kompiuterinių duomenų, esančių ki-

tame kompiuteryje; b) prieiga, kurią ketinama atlikti, yra neteisėta; c) asmuo supranta, jog jis atlieka veiksmus, siekdamas įvykdyti neteisėtą prieigą. Reikia paminėti, jog šios normos taikymas veikoms elektroninėje erdvėje gali pasireikšti tuo, kad net nesėkmingas sistemlaužio (ang. *hacker*) bandymas įvykdyti neteisėtą prieigą gali būti įvertintas kaip nusikaltimas (Baibridger, 2000, p. 315). M. Wasik nurodo, jog remiantis straipsnio dispozicija panašu, kad baudžiamajai atsakomybei kilti nereikia įveikti jokių kompiuterinės sistemos apsaugos priemonių – jų gali ir nebūti (Akdeniz ir kt., 2000, p. 275). Tuo šio įstatymo nuostatos skiriasi nuo kai kurių kitų valstybių baudžiamųjų įstatymų nuostatų, kuriomis reikalaujama, kad būtų pažeistos saugumo priemonės. Jungtinės Karalystės teisės komisija yra konstatavusi, jog neteisėtos prieigos kriminalizavimas tik apsaugotos informacijos atžvilgiu būtų prilygintas absurdiškai situacijai, pavyzdžiui, jei neužrakinto automobilio vagystė nebūtų pripažįstama nusikaltimu (Akdeniz ir kt., 2000, p. 277). Tačiau ši nuostata yra ir kritikuojama teigiant, jog neteisėta prieiga kriminalizuota netikslingai, nes neteisėtas įsibrovimas į namus nėra nusikaltimas, o prieigą elektroniniu būdu galima laikyti analogija tokiems veiksams (Wasik, 1992, p. 629). Nepaisant to, autoriaus nuomone, nagrinėjamu atveju baudžiamosios teisės normomis yra apsaugomas privatumas, kompiuterinės sistemos integralumas, todėl tokios normos įvedimas į baudžiamuosius įstatymus yra tikslingas.

Autoriaus nuomone, nagrinėjant neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo klausimą, svarbus ir dar vienas aspektas – neteisėtos prieigos dalykas, jo apimtis. Pavyzdžiui, kai kuriose užsienio valstybėse (Rusijoje ir kt.) neteisėtos prieigos dalykas yra ne visa informacija, o tik įstatymo saugoma informacija (konfidenciali informacija, informacija, sudaranti valstybės paslaptį, ir pan.). Tačiau nemažai valstybių savo baudžiamuosiuose įstatymuose nuo neteisėtos prieigos saugo bet kokią informaciją elektronine forma.

Apibendrinant galima daryti išvadą, jog užsienio valstybėse neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos kriminalizuojama skirtingai: skiriasi nusikaltimo sudėčių rūšys (mate-

riali, formali), dalyko ypatumai (pvz., specialūs dalyko reikalavimai), taip pat kai kurie objektyviosios pusės požymiai (pvz., reikalavimas pažeisti saugumo priemonės).

Analizuojant neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo problemą, svarbu išnagrinėti tarptautinių (regioninių) dokumentų nuostatas. 1983–1985 metais Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (EBPO) valstybėms narėms buvo pateiktas minimalus kriminalizuotinių pavojingų veikų, susijusių su kompiuteriais, sąrašas. Prie tokių veikų buvo priskirta ir neteisėta prieiga, t. y. pateikimas į kompiuterį arba kompiuterio ir (ar) telekomunikacijos sistemos perėmimas be asmens, atsakingo už šią sistemą, leidimo, pažeidžiant apsaugos priemones arba dėl kitų nesažiningų ar žalingų paskatų (Sabaliauskas, 2001, p. 25). Kaip matome, prieigos aprašymas nereikalauja materialių pasekmių, t. y. pati veikla apibrėžiama tik kaip įsilaužimas į kompiuterinę sistemą. Tačiau yra reikalavimas nustatyti objektyviosios pusės požymį – saugumo priemonių pažeidimą.

Užbaigus EBPO ataskaitą, 1989 metais Europos Tarybos (ET) Ministrų kabinetas taip pat priėmė rekomendaciją R 89(9) Europos Sąjungos šalių vyriausybėms. Pasiūlytame minimaliame sąrašė minima ir neteisėta prieiga prie kompiuterinės sistemos: prieiga prie kompiuterinės sistemos ar kompiuterinio tinklo, neturint tam teisės bei pažeidžiant saugumo priemones. Galima teigti, kad nusikalstamų pasekmių atžvilgiu šios neteisėtos prieigos požymių aprašymas yra panašus į pirmiau minėtą neteisėtos prieigos aprašymą.

Neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos aptariama ir Konvencijoje (Convention on Cybercrime, 2001)¹. Konvencijos 2 straipsnyje numatyta, jog „turi būti priimtos įstatymų normos, pagal kurias būtų nustatyti baudžiamosios atsakomybės pagrindai už tyčinę prieigą prie kompiuterinės sistemos, neturint tam teisės“. Šia nuostata siekiama, kad būtų nustatyta

baudžiamoji atsakomybė už veikas, keliančias pavojų kompiuterinių sistemų ir duomenų saugumui (t. y. konfidencialumui, integruotumui ir prieinamumui). Tame pačiame Konvencijos straipsnyje nurodoma, jog nustatant baudžiamosios atsakomybės pagrindus gali būti reikalaujama, jog nusikaltimas būtų padaromas pažeidžiant saugumo priemones, siekiant gauti kompiuterinę informaciją arba turint nesažiningą tikslą, arba kai veika yra susijusi su kompiuterine sistema, kuri sujungta su kita kompiuterine sistema. Pirmiau paminėta formuluotė valstybėms narėms palieka tam tikrą veikimo laisvę nustatant baudžiamosios atsakomybės už neteisėtą prieigą pagrindus. Galima konstatuoti, jog Konvencijoje laikomasi nuostatos, kad tyčinė prieiga prie kompiuterinės sistemos neturint tam teisės (kai nekyla žalingų pasekmių) turi būti įvardijama kaip neteisėta veikla (Mohrenschlager, 2001, p. 3). Paminėtina, jog Konvencijos aiškinamajame rašte nurodoma, jog teisinės apsaugos reikalingumą lemia asmenų interesai valdyti ir kontroliuoti savo informacines sistemas. Neteisėta prieiga (kai nekyla žalingų pasekmių) turėtų būti iš principo neteisėta, kadangi sudaro galimybę pakeisti, sunaikinti vertingą kitiems asmenims priklausančią kompiuterinę informaciją ar vykdyti kitas neteisėtas veikas (Explanatory Memorandum..., p. 44).

2002 m. balandžio 19 d. EB Komisijos siūlyme Tarybai dėl sprendimo apie atakas prieš informacines sistemas buvo konstatuota, jog atakos prieš informacines sistemas kelia grėsmę informacinei visuomenei, saugumui ir teisingumui, ir todėl reikia imtis tam tikrų priemonių ES lygiu (Explanatory Memorandum of Proposal..., 2002). Siūlymo 3 straipsnyje nurodoma, jog valstybės narės turi užtikrinti, kad tyčinė prieiga, neturint tam teisės, prie visos ar dalies informacinės sistemos turi būti laikoma nusikalstama, jei veika yra įvykdyta: a) per bet kokią informacinės sistemos dalį, kuri yra saugoma specialiomis saugumo priemonėmis, ar b) siekiant padaryti žalą fiziniam ar juridiniam asmeniui, ar c) siekiant gauti ekonominę naudą (Proposal of a Council Framework Decision..., 3 str.). Šiomis nuostatomis siekiama nustatyti pagrindus atsakomybės už neteisėtą prieigą prie informacinių sistemų (ang. *hacking*). Ta-

¹ Artimiausiu metu Lietuva rengiasi šią konvenciją ratifikuoti.

čiau šalys narės, įgyvendindamos šias nuostatas savo nacionaliniuose įstatymuose, gali nenustatyti baudžiamosios atsakomybės už nereikšmingus pažeidimus (Criminal Code of Croatia, 3 str.).

Apibendrinant tarptautinių (regioninių) dokumentų nuostatas galima teigti, jog nepaisant to, kad šiuose dokumentuose siūloma kriminalizuoti neteisėtą prieigą (kai kyla žalingų pasekmių), pavojingai veikai priskiriama ir neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos, kai kyla tikrai žalos grėsmė (tačiau ne žalingos pasekmės). Tačiau neteisėtos prieigos požymiai skiriasi (pvz., objektyviosios pusės požymiai ir kt.). Atkreiptinas dėmesys, jog tarptautiniai (regioniniai) dokumentai nenustato specialių dalyko, t. y. kompiuterinės informacijos, reikalavimų – rekomenduojama apsaugoti bet kokią informaciją elektronine forma.

Kokia neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo apimtis Lietuvoje? Baudžiamoji atsakomybė už neteisėtą prieigą (su tam tikromis realiomis pasekmėmis (žala)) gali kilti pagal kelis Lietuvos Respublikos baudžiamojo kodekso (BK) straipsnius. Nustatydamas baudžiamąją atsakomybę už neteisėtą prieigą, Lietuvos įstatymų leidėjas pasirinko tokį veikos elektroninėje erdvėje kriminalizavimo kelią: reikalaujama realios žalos (Petrauskas, Štītis, 2002, p. 83), t. y. kompiuterinės informacijos sunaikinimo, pakeitimo ar sugadinimo (BK 196 str.), kompiuterinės programos sunaikinimo, pakeitimo ar sugadinimo (BK 197 str.) arba kompiuterinės informacijos pasisavinimo (BK 198 str.). Tačiau už neteisėtą prieigą, kai reali žala nepadaroma, baudžiamoji atsakomybė BK nėra nustatyta. Ar tokia veikla iš tikrųjų nėra pavojinga? Paminėtina, jog kėsintis į įstatymo saugomus teisinius gėrius, gali būti ne tik daroma reali žala, bet ir kilti tos žalos grėsmė. Tais atvejais, kai reali žala nepadaroma, o yra tikrai tokios žalos grėsmė, objekte irgi vyksta tam tikri pakeitimai (Ambramavičius, Čepas ir kt., 1998, p. 177). Pavojingumo pobūdį paprastai apibūdina kėsintis objekto vertingumas (Piesliakas, 1996, p. 15).

Nusikaltimo objekto, į kurį kėsiamasi atliekant neteisėtą prieigą, – visuomeninių santykių saugant, apdorojant kompiuterinę informaciją vertingumą yra pabrėžę U. Sieber, D. Baib-

ridge ir kiti. Šio objekto apsaugos baudžiamosiomis normomis praktika (kai nepadaroma realios žalos) yra nustatyta ne vienoje valstybėje¹. Be to, jau minėta, kad kriminalizuoti neteisėtą prieigą, kai nepadaroma realios žalos, rekomenduojama ir tarptautiniuose (regioniniuose) dokumentuose. Tačiau vis dėlto į kokius teisinius gėrius kėsiamasi vykdant neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos (kai nekyla realios žalos)?

Autoriaus manymu, neteisėta prieiga pažeidžiant saugumo priemones sukelia realią grėsmę visuomeniniams santykiams, saugant ir apdorojant informaciją, pažeidžia nukentėjusiųjų slaptumo sritį. Kompiuterinė informacija yra labiau pažeidžiama, jos kopijavimo, susipažinimo su ja mastai yra neribojami, skirtingai nei informacija materialiuose objektuose, todėl ši informacija turi būti labiau saugoma teisės normomis. Autoriaus nuomone, Lietuvos įstatymų leidėjui reikėtų imtis priemonių apsaugoti šiuos visuomeninius santykius baudžiamosios teisės normomis. Ši veikla galėtų būti įvardijama baudžiamuoju nusižengimu, turint omenyje mažesnę jos pavojingumą, palyginti su veikomis, kai padaroma žala. Numatant baudžiamąją atsakomybę už neteisėtą prieigą, kai kyla grėsmė saugomiems teisiniams santykiams, baudžiamąją normą autorius siūlytų formuluoti taip: *Tas, kas pažeisdamas saugumo priemones atliko prieigą prie kompiuterinės informacijos, padarė baudžiamąjį nusižengimą ir <...>*.

Tačiau neatmestina ir šios veikos įvardijimo administraciniu teisės pažeidimu galimybė. Užkertant kelią teisės pažeidimams, plačiai taikomos visų teisinės atsakomybės rūšių priemonės. Čia labai svarbus administracinės atsakomybės vaidmuo (Petkevičius, 1996, p. 7). Deja, tenka konstatuoti, jog šiuo klausimu užsienio teisės literatūros beveik nėra. Tokią padėtį lemia ir tai, jog administracinių teisės pažeidimų kodeksų, kaip atskirai egzistuojančių teisės aktų, nustatančių teisinę atsakomybę už administracinės teisės pažeidimus, daugelyje užsienio valstybių iš viso nėra. Kai kuriose iš tokių valstybių nusižengimai inkorporuoti į šių valstybių

¹ Aut. past.: tačiau reikia pažymėti, jog už šią veiką numatomos sankcijos paprastai yra lengvesnės nei už kitus nusikaltimus elektroninėje erdvėje.

baudžiamuosius įstatymus. Antai Vokietijos BK visas nurodytas veikas skirsto į nusikaltimus ir nusižengimus (Piesliakas, 1996, p. 30). Anglijoje, Skandinavijos šalyse ir JAV nusikaltimais laikomi visi teisės pažeidimai, taigi ir, mūsų supratimu, administraciniai teisės pažeidimai (Piesliakas, 1993, p. 40–41).

Tiesa, pavyzdžių, kas atskirai galioja administracinių teisės pažeidimų kodeksai, yra. Tai pasakytina apie Latviją, Rusiją ir kt. Šių valstybių teisės literatūroje bei praktikoje daug dėmesio skiriama baudžiamosios atsakomybės už nusikaltimus, susijusius su kompiuteriais, nustatymui, tačiau administracinės atsakomybės už mažesnio pavojingumo pažeidimus nustatymo problemos kol kas nesprendžiamos, nors kai kurie mokslininkai jau siūlo tam tikras veikas įvardyti kaip administracinius teisės pažeidimus.

Reikia paminėti, jog administracinė atsakomybė, kaip alternatyva baudžiamosioms sankcijoms, buvo iškelta Kriminalinės policijos tarptautinėje apžvalgoje, susijusioje su kompiuteriniais nusikaltimais. Joje nurodyta, jog kompiuterinė informacija turi būti apsaugota ir administracinės teisės priemonėmis, tačiau pažymėta, jog nuomonės dėl apsaugos skirtingų teisės šakų normomis laipsnio kardinaliai skiriasi (United Nations Manuel..., p. 29). Tokiai nuomonei pritarė ir U. Sieber nurodydamas, jog pavojingos veikos turi būti ne tik kriminalizuotos, bet ir nustatyti administracinės atsakomybės pagrindai (Sieber, 1998, p. 204). Konvencijoje taip pat yra tokios nuostatos, kaip *turi būti nustatyta baudžiamoji atsakomybė arba imtasi kitų teisinių priemonių atsakomybei nustatyti*, iš kurių galima daryti išvadą, jog valstybėms narėms paliekama teisė ne tik nustatyti baudžiamąją atsakomybę už nusikaltimus, susijusius su kompiuteriais, tačiau tam tikras veikas elektroninėje erdvėje įvardyti kaip administracinės teisės pažeidimus.

Kai kuriose užsienio valstybėse šiuo metu neskiriama beveik jokio dėmesio administracinės atsakomybės nustatymui už neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos. Tačiau kaip išimtis paminėtina Latvija, kurioje atsižvelgiant į Konvencijos nuostatas ne tik imasi aktyvių veiksmų keisti baudžiamąjį kodeksą, bet ir parengti atitinkami Latvijos admi-

nistracinių teisės pažeidimų kodekso pakeitimai (Kinis, 2003; The Following Countries...). Apie galimybę administraciniais pažeidimais įvardyti tokias pavojingas veikas kaip neteisėta prieiga užsimena ir Rusijos autoriai (Černišova ir kt.).

Autoriaus nuomone, atsižvelgiant į Lietuvos egzistuojančią teisinę sistemą ir Konvencijos nuostatas, paliekančias tam tikrą laisvę valstybėms pačioms spręsti atsakomybės už neteisėtą prieigą nustatymo klausimus, nagrinėtina administracinės atsakomybės nustatymo galimybė. Administracinės atsakomybės nustatymas galėtų subalansuoti atsakomybės taikymą už neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos (ypač nagrinėjamu atveju, kai įstatymo leidėjas šios prieigos nepripažįsta tokios pavojingos, kad ji turėtų užtraukti baudžiamąją atsakomybę) ir įgyvendintų Konvencijos nuostatas, susijusias su teisinės atsakomybės už neteisėtą prieigą nustatymu. Be to, administracinė atsakomybė taikoma daug operatyviau ir paprasčiau negu baudžiamoji atsakomybė (Petkevičius, 1996, p. 70), todėl kai kuriais atvejais administracinės atsakomybės taikymas padėtų greičiau, efektyviau įvertinti neteisėtą prieigą. Tokios atsakomybės taikymas vietoje baudžiamosios atsakomybės valstybei kainuotų ir mažiau lėšų.

Gali kilti klausimas, kas ir kokiais pagrindais remdamasis sprendžia, kokie teisei priešingi ir visuomenei pavojingi veiksmai turi būti laikomi administraciniais teisės pažeidimais. P. Petkevičius nurodo, jog šį klausimą sprendžia įstatymų leidėjas, atsižvelgdamas į atitinkamas vietas, laiko, politines, socialines, ekonomines sąlygas ir kitas konkrečias aplinkybes. Vis dėlto egzistuoja požymių, kuriais remiantis tam tikras veikas galima priskirti prie nusikaltimų arba administracinių teisės pažeidimų (padariniai, žala; pažeidimo mastas; kaltės forma ir žalos dydis; pakartotinumai; pažeidimo padarymo būdas, įrankiai ir priemonės bei kiti požymiai, kuriuos įvertina įstatymų leidėjas (Petkevičius, 1996, p. 70). Autoriaus šiame darbe išdėstyti samprotavimai pagrįsti užsienio autorių diskusijomis apie veikų kriminalizavimą, kurios rodo tam tikrų veikų mažesnį pavojingumą, bei vidiniu įsitikinimu, pamatuotu išvardytų požymių buvimu.

Taigi, autoriaus nuomone, už mažiau pavojingą veiką – įsilaužimą į kompiuterių sistemą,

kai informacija nepasisavinama, taip pat nėra kitų būtinų kvalifikuojančių požymių, tačiau pažeidžiamos saugumo priemonės, įstatymo leidėjo pasirinktinai gali būti nustatyta ir administracinė atsakomybė (kaip alternatyva baudžiamajai atsakomybei). Toks administracinės atsakomybės pagrindas nustatymas padėtų „subalansuoti“ atsakomybę už neteisėtą prieigą prie kompiuterinės sistemos. Kaip alternatyva baudžiamajai atsakomybei, autoriaus siūlytina ši administracinio teisės pažeidimo sudėtis: *Neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos, pažeidžiant saugumo priemones, užtraukia <...>.*

Aktualūs ir kiti neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos kriminalizavimo aspektai (pvz., saugomos informacijos apimtis), tačiau jie šiame straipsnyje nebus nagrinėjami.

Išvados ir siūlymai

1. Nepaisant to, kad neteisėtos prieigos prie kompiuterinės informacijos sampratos skiriasi, galima išskirti dvi tokios prieigos rūšis: prieigą, kai žala nepadaroma, o kyla tokios žalos grėsmė, ir prieigą, kai padaroma reali žala.

2. Užsienio valstybėse neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos kriminalizuojama skirtingai: skiriasi nusikaltimo sudėčių rūšys (materiali, formali), dalyko ypatumai (pvz., specialūs dalyko reikalavimai), taip pat kai kurie objektyviosios pusės požymiai (pvz., reikalavimas pažeisti saugumo priemones). Dalies užsienio valstybių baudžiamuosiuose įstatymuose neteisėta prieiga prie kompiuterinės informaci-

jos (kai nepadaroma realios žalos) iš viso nėra įvardijama nusikaltimu (nusižengimu).

3. Tarptautiniuose (regioniniuose) dokumentuose neteisėtą prieigą prie kompiuterinės informacijos (kai nekyla žalingų pasekmių) rekomenduojama laikyti pavojinga veika, nes kyla pavojus laikomos kompiuterinės informacijos slaptumui bei konfidencialumui. Tačiau neteisėtos prieigos požymiai skiriasi (pvz., objektyviosios pusės požymiai ir kt.), išskyrus dalyko, t. y. saugomos informacijos, reikalavimus.

4. Naujasis Lietuvos Respublikos baudžiamasis kodeksas iš dalies nenurodo naujų technologijų – elektroninės erdvės panaudojimo keliamos grėsmės baudžiamąjį įstatymo saugomiems interesams ir nekriminalizuoja neteisėtos prieigos (kai nepadaroma žalos), todėl nusi-kaltama veika tikslinga įvardyti neteisėtą prieigą (kai nepadaroma žalos), papildant Lietuvos Respublikos baudžiamąjį kodeksą tokia nusikaltimo sudėtimi: *Tas, kas pažeisdamas saugumo priemones atliko prieigą prie kompiuterinės informacijos, padarė baudžiamąjį nusižengimą ir <...>.*

5. Autorius siūlo papildyti Lietuvos Respublikos administracinių teisės pažeidimų kodeksą, nustatant administracinės atsakomybės už neteisėtą prieigą pagrindus, pažeidimo sudėtį formuluojant taip: *Neteisėta prieiga prie kompiuterinės informacijos, pažeidžiant saugumo priemones, užtraukia <...>* (kaip alternatyva baudžiamajai atsakomybei).

LITERATŪRA

- Abramavičius A., Čepas A. ir kt. (1998). Baudžiamoji teisė: bendroji dalis. Vilnius: Eugrimas.
- Akdeniz Y., Walker C., Wall D. (2000). The Internet, Law and Society. Pearson Education Limited
- Baibridge D. (2000). Introduction to Computer Law. Fourth edition. Pearson Education Limited.
- Convention on Cybercrime (2001). Strasbourg, 19–09–2001. Adresas internete: <http://conventions.coe.int> [žiūrėta 2003-03-01].
- Council of Europe. (1990). Computer-related crime. Recommendation No. R(89)9, adopted by Committee of Ministers of the Council of Europe on 13 September 1989. Strasbourg. Adresas internete: <http://cm.coe.int/ta/rec/1989/89r9.htm> [žiūrėta 2003-03-09].
- Criminal Code of Croatia. Adresas internete: <http://www.law.cornell.edu/world/europe.html#croatia> [žiūrėta 2003-06-20].

- Criminal Code of Latvia // 1961. Adresas internete: <http://www.nais.dati.lv/> [žiūrėta 2003-03-11].
- Croatia: National Report (2001). Conference on Cybercrime. Budapest, 22 November 2001. Adresas internete: <http://www.legal.coe.int> [žiūrėta 2003-04-28].
- Čepčugov D. (2001). MVD Onlain // InterNet Magazine, N. 14. Adresas internete: <http://www.gagin.ru/internet/14/3.htm> [žiūrėta 2003-03-05].
- Černišova V.O. (2003) Internet i prestupnost // Computer Crime Research Center. Adresas internete: <http://www.crime-research.org/library/Chemish1.htm> [žiūrėta: 2003-03-04].
- Explanatory Memorandum of Cyber-Crime Convention. Adresas internete: <http://conventions.coe.int> [žiūrėta 2003-03-11].
- Explanatory Memorandum of Proposal of a Council Framework Decision on attacks against information systems. Brussels, 19-04-2002. COM(2002) 173 final. 202/0086 (CNS). Adresas internete: <http://europa.eu.int> [žiūrėta 2003-04-29].
- Inter-departmental Working Group on Computer Related Crime Report. (2000). Hon Kong, September. Adresas internete: <http://www.info.gov.hk/itbb/english/it/doc/iiac62000.doc> [žiūrėta 2003-03-19].
- Kinis U. (2003). Threats on e-business // The Third International Conference „Infobalt“. Adresas internete: http://www.infobalt.lt/common/pranesimai/D_Kinis.ppt [žiūrėta 2003-02-21].
- Klingys V., Morkūnaitė L., Vaitiekūnas V. (1999). Nusikaltimų, susijusių su interneto panaudojimu, kompiuteriniai tyrimai // Jurisprudencija, t. 14(6).
- Komisarov V. S. (1998) Prestuplenija v sfere kompiuternoj informaciji: poniatije i otvetsvennost // Juridičeskij mir, fevral.
- Mohrenschlager M. (2001). Criminal Offences and Other Substantive Criminal Law Provisions in the Convention // Conference on Cybercrime. Budapest, 22 November 2001. Adresas internete: <http://www.legal.coe.int> [žiūrėta 2003-04-28].
- Otečestvennoje zakonodatelstvo v borbe s kompiuternymi prestuplenijami. Adresas internete: <http://www.russianlaw.net/law/doc/a01.htm> [žiūrėta 2003-03-07].
- Petkevičius P. (1996). Administracinė atsakomybė. Vilnius: Justitia.
- Petrauskas R., Štītis D. (2002). Lietuvos Respublikos baudžiamasis kodeksas Nusikaltimų elektroninėje erdvėje konvencijos kontekste // Jurisprudencija, t. 24(16).
- Piesliakas V. (1993). Mokymas apie nusikaltimą ir nusikaltimo sudėtį. Vilnius: Lietuvos policijos akademija.
- Piesliakas V. (1993). Ekonominiai nusikaltimai Europos valstybių bei JAV teisėje // Lietuvos policijos akademijos mokslo darbai, t. 1.
- Proposal of a Council Framework Decision on attacks against information systems. Brussels, 202/0086 (CNS). Adresas internete: <http://europa.eu.int> [žiūrėta 2002-04-29].
- Sabaliauskas G. (2001). Informacijos saugumas internete: teisininkų ir informatikų problema // Justitia, Nr. 2;
- Sieber U. (1998). Legal Aspects of Computer-Related Crime in the Information Society. Comcrime study, prepared for European Commission 1998. Adresas internete: <http://europa.eu.int/ISPO/legal/en/comcrime/sieber.html> [žiūrėta 2002-03-11].
- The Following Countries are in the Process of developing laws to Prosecute Cyber Crime. Adresas internete: <http://www.mcconnellinternational.com> [žiūrėta 2003-02-21].
- Ugolovnij kodeks Rosijskoj Federaciji. Adresas internete: <http://www.d-sign.com/uk/uk.htm> [žiūrėta 2003-03-12].
- United Nations Manual on Computer-Related Crime. International Review of Criminal Policy Nos. 43/44. Adresas internete: <http://www.uncjin.org/Documents/EighthCongress.html> [žiūrėta 2003-03-03].
- Wasik M. (1992). Computer Crimes and Other Crimes against Information Technology in United Kingdom // International Review of Penal Law: Computer Crimes and Other Crimes Against Information Technology. Wurzburg, Germany.

CRIMINALIZATION OF ILLEGAL ACCESS TO COMPUTER INFORMATION

Darius Šttilis

S u m m a r y

The main purpose of the article – to analyze legal problems related to the criminalisation of illegal access to computer information. The developments of cyberspace have given rise to an unprecedented economic and social changes, but they also have other side: the emergence of new forms of crimes. The present work deals with some legal regulation problems of illegal access to computer information, as one of the forms of computer crimes.

In the first part of the present work legal problems, related to the conception of illegal access to computer information are briefly discussed, also the foreign experience are studied. In the second part the provisions of international (regional) documents and provisions of Criminal code of the Republic of Lithuania related to illegal access to computer information are studied. At the end of the present work the conclusions are presented.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Įmonės informacinės saugos efektyvumo vertinimas

Algimantas Venčkauskas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology,
Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 89
El. paštas: algimantas.venckauskas@ktu.lt

Irena Mikuckienė

Kauno technologijos universiteto docentė
Kaunas University of Technology,
Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 95
El. paštas: irena.mikuckiene@ktu.lt

Antanas Mikuckas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology,
Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 95
El. paštas: antanas.mikuckas@ktu.lt

Straipsnyje nagrinėjamos informacinės saugos vertinimo problemos, aptariama informacinės saugos padėtis Lietuvoje ir informacinės saugos vertinimo metodai, pasiūlytas informacinės saugos efektyvumo vertinimo apibendrintuoju kriterijumi metodas.

Įvairios paskirties kompiuterinių sistemų informacinės saugos užtikrinimas yra viena iš opiausių informacinių technologijų problemų. Galima konstatuoti, kad nepaisant daugelio šioje srityje dirbančių organizacijų pastangų ši problema nėra iki galo išspręsta. Bendrą informacinės saugos būklę parodo Kompiuterių saugos instituto (*Computer Security Institute, CSI*), bendri kompanijos *Ernst&Young* ir žurnalo *Information Week* atlikti tyrimai (Hill, 1999; Edwards, 1998) bei CERT skelbiama informacinės saugos pažeidimų statistika (CERT, 2003). Šių tyrimų duomenimis, informacinės saugos pažeidimų skaičius ir dėl to patiriamų nuostolių dydis kasmet padidėja nuo 50 iki 80 procentų. Tyrimai, atlikti Lietuvoje (Šerpenskis, 2001), parodė, kad įmonių vadovai gana palankiai ir optimistiškai vertina savo įmonių informacinės saugos lygį, nors naudojamos saugos priemonės nėra pakankamos ir negali užtikrinti deklaruojamo saugos lygio. Todėl svarbu įvertinti įmonės informacinės saugos ly-

gį bei efektyvumą ir turėti apibendrintus viena-reikšmiškus ir akivaizdžius vertinimo rodiklius.

Informacinės saugos lygio vertinimo problemos tyrinėjamos jau seniai. Tam yra sukurti nacionaliniai ir tarptautiniai standartai bei įvairios rekomendacijos. 1983 m. JAV gynybos ministerija išleido saugos kriterijų vertinimo rinkinį TCSEC (*Trusted Computer Security Evaluation Criteria*) (Department of Defence, 1985). Jame aiškinama saugios sistemos sąvoka, nusakomi sistemų saugos kriterijai, sistemų saugos klasės. 1991 m. Europoje sukurti savi kriterijai ITSEC (*IT Security Criteria*). Kadangi šie kriterijai tarpusavyje nebuvo suderinti, 1996 m. išleistas naujas saugos vertinimo kriterijų rinkinys CC (*Common Criteria*). Tarptautinė standartų organizacija (ISO) 1998 m. išleido ICC (*International CC*). Šiuo metu galioja CC 2.1 versija (1999) ir ISO 15408:1999 (ISO, 1999). Yra ir daugiau leidinių, skirtų įvertinti informacinę saugą ir aprašyti kriterijus.

Kaip matome, informacinės saugos kriterijai yra plačiai apibrėžti ir reglamentuoti daugė-

lio dokumentų ir standartų. Tačiau kadangi šie kriterijai apima labai įvairius informacinės saugos aspektus, kriterijų skaičius yra labai didelis ir dažniausiai neturi bendros dimensijos, jų taikymas yra sudėtingas ir labai brangus. Sistemos informacinei saugai įvertinti naudojami įvairūs metodai: formalūs teisingumo įrodymo metodai, neuroniniai tinklai, ekspertinės sistemos, anketavimas ir kiti praktiniai bei euristiniai metodai.

JAV nacionalinis kompiuterinio saugumo centras naudoja formalias sistemų verifikavimo priemones: *Gypsy Verification Environment* (GVE), kompanijos *Computation Logic Inc.* ir korporacijos UNISYS – *Formal Development Methodology* (FDM) (Eckmann, 1987).

Tačiau šios priemonės yra sudėtingos, reikalingas formalus tikrinamos sistemos aprašymas ir todėl jos taikomos tik labai didelių kompiuterinių sistemų verifikavimui informacinės saugos požiūriu.

Paplitęs įmonės informacinės saugos vertinimo būdas yra įvairius saugos klausimus apėmiančių anketų pildymas (Šerpenskas, 2001). Šiuo metodu įvertinami atskiri saugos aspektai, tačiau jis nepateikia apibendrinto rezultato, neparodo visos informacinės saugos būklės.

Vykdomi tyrimai ir esama eksperimentinės realizacijos sistemų, kuriose naudojami dirbtinio intelekto metodai (Lane, 1997).

Išnagrinėti informacinės saugos lygio vertinimo metodai turi savo pranašumų ir trūkumų. Iš trūkumų minėtini šie: sudėtingas taikymas; vertinimo rezultatų nevienareikšmiškumas; tik atskirų sistemos komponentų vertinimas, eksperimentinis sistemų pobūdis ir pan.

Mes siūlome vertinti įmonės informacinės saugos efektyvumą apibendrintuoju kriterijumi. Santykinė šio kriterijaus reikšmė leis palyginti keletą informacinės saugos realizavimo variantų ir pasirinkti geriausią. Įmonės informacinės saugos lygis vertinamas daugeliu kriterijų, kurie nusako įvairius aspektus: bendrus duomenis apie įmonės kompiuterių ūkį; galimus grėsmės informacijai šaltinius; duomenis apie naudojamą techninę, programinę saugos priemones; patalpų apsaugą; administracines priemones (Venckauskas, 1999; Šerpenskas, 2001).

Įmonės informacinės saugos efektyvumui vertinti naudosime apibendrintąjį kriterijų E :

$$E = \sum_{i=1}^n V_i \cdot K_i ;$$

čia: V_i – i -ojo kriterijaus svorinis koeficientas;
 K_i – i -ojo kriterijaus santykinis įvertinimas;
 E – apibendrintasis informacinės saugos efektyvumo vertinimo kriterijus;
 n – sistemos informacinės saugos vertinimo kriterijų skaičius.

Apibendrintasis kriterijus apibrėžia sistemos informacinės saugos lygį pagal atskirų kriterijų svarbą ir jų realizavimo laipsnį.

Kad pasirinktume efektyviausią sistemos informacinės saugos realizavimo variantą, reikia apibrėžti vienintelį efektyvumo vertinimo kriterijų. Sistemos informacinės saugos vertinimo modelį galima apibrėžti matrica:

$$E = \begin{bmatrix} S_{11} & \dots & S_{1l} & \dots & S_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{il} & \dots & S_{il} & \dots & S_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{m1} & \dots & S_{ml} & \dots & S_{mn} \end{bmatrix}$$

čia: S_{il} – sistemos informacinės saugos realizacijos M_i varianto l -ojo kriterijaus vertė.

Sistemos informacinės saugos realizacijos M_i variantas efektyvesnis už variantą M_l pagal kriterijų j , jeigu $S_{ij} > S_{lj}$; jeigu $S_{ij} = S_{lj}$, tai variantai M_i ir M_l lygiaverčiai pagal kriterijų j . Tokiu būdu apibrėžtas realizacijos variantų efektyvumo santykis yra tranzityvus: jeigu $M_i \in M_j$ ir $M_j \in M_b$, tai $M_i \in M_b$ (simboliu $\in$ pažymėjome santykį „efektyvesnis“), o tai ir parodo apibendrintojo sistemos informacinės saugos kriterijaus E_i vektoriaus $S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{in}$ prasmę.

Realizacijos variantus M_i galima surikiuoti jų efektyvumo mažėjimo tvarka: $M_1 \in M_2 \in \dots \in M_m$, jei $E_1 > E_2 > \dots > E_m$, ir išrinkti efektyviausią informacinės saugos realizaciją. Vertinant realizacijos variantus reikia atsižvelgti į šiuos apribojimus:

1. E_i išraiška neturi reikšmės parenkant efektyviausią realizacijos variantą, tačiau turi esminę reikšmę vertinant efektyvumo laipsnį.

2. Reikia atsižvelgti į tai, ar kriterijų įvertinimai yra nurodytame intervale. Ar kriterijaus S_{il} įvertinimas neišeina iš nustatytų ribų $[S_{i\min}, S_{i\max}]$ įvertinsime Kronekerio simboliu:

$$\delta_{il} = \begin{cases} 1, & \text{jei } S_{il} \in [S_{i\min}, S_{i\max}] \\ 0, & \text{jei } S_{il} \notin [S_{i\min}, S_{i\max}] \end{cases}, i=1,2,\dots,n;$$

čia: δ_{il} – Kronekerio simbolis;

S_{il} – sistemos informacinės saugos realizacijos l -ojo varianto i -ojo kriterijaus vertė;

$S_{i\min}, S_{i\max}$ – sistemos informacinės saugos realizacijos i -ojo kriterijaus verčių ribos, nurodytos standartuose ar techninėse normose.

Tuomet informacinės saugos efektyvumo vertinimo apibendrintasis kriterijus E bus toks:

$$E = \left[\sum_{i=1}^n V_i \cdot K_i \right] \cdot \prod_{i=1}^n \delta_i.$$

Jei bent vieno sistemos informacinės saugos realizacijos varianto kriterijaus vertė bus ne nurodytose ribose, tai šio realizacijos varianto efektyvumo vertinimo apibendrintasis kriterijus E bus lygus nuliui.

3. Tiesinę sistemos informacinės saugos realizacijos varianto kriterijaus išraišką galima naudoti tik tuo atveju, jei kriterijai yra nepriklausomi.

Vertinant sistemos informacinės saugos efektyvumą pasiūlytu metodu, pagrindinė problema yra sudaryti kriterijų sąrašą ir ypač svarbu nustatyti kriterijų svorinius koeficientus ir santykinius jų įvertinimus. Kriterijų sąrašą galima sudaryti remiantis tarptautiniais reikalavimais ir standartais (Šerpenskasis, 2001). Kriterijų svorinius koeficientus ir santykinius jų įvertinimus galima nustatyti statistiniais metodais arba ekspertų apklausos būdu. Statistiniai metodai tinka tuo atveju, kai yra pakankamai daug sistemos informacinės saugos realizacijos variantų.

Siūlomas įmonės informacinės saugos efektyvumo vertinimo apibendrintuoju kriterijumi metodas remiasi prielaida, kad kiekvieno i -ojo kriterijaus realizacijos variantui l egzistuoja alternatyvus realizacijos variantas l^* , kad:

$$S_{il} \neq S_i^{ET} \text{ ir } S_{il^*} = S_i^{ET};$$

čia: S_i^{ET} – i -ojo kriterijaus realizacijos absoliučios etaloninės reikšmės.

Ši prielaida reiškia, kad pirmiausia bus siekiama optimaliai realizuoti tuos kriterijus, kurie turi didžiausią reikšmę bendram sistemos informacinės saugos efektyvumui. Šiuo atveju vidutinę priartėjimo prie šio rodiklio reikšmę galima laikyti sistemos informacinės saugos kriterijaus S_i svarbos matu. Jei

$$f = \left(\frac{S_i}{S_i^{ET}} \right)$$

– funkcija, parodanti i -ojo kriterijaus realizacijos absoliučios reikšmės S_i priartėjimo prie absoliučios etaloninės reikšmės S_i^{ET} laipsnį, tai i -ojo kriterijaus svorinį koeficientą V_i galima apibrėžti išraiška

$$V_i = F \left[f \left(\frac{S_i}{S_i^{ET}} \right) \right].$$

Reikšmė V_i apibrėžiama kaip aritmetinis vidurkis, apdorojus daug sistemos informacinės saugos realizacijos variantų. Santykiniam efektyvumui įvertinti reikia pereiti prie santykinų reikšmių:

$$K_{il} = \frac{S_{il} - S_{il}^{ET}}{S_i^{ET}}.$$

Turėdami kriterijų svorinius koeficientus V_i ir realizacijų variantų santykinius įvertinimus K_{il} , galime apskaičiuoti įmonės informacinės saugos efektyvumo vertinimo apibendrintąjį kriterijų E .

Išvados

Išanalizuota įmonių informacinės saugos įvertinimo svarba ir problemos. Apžvelgti informacinės saugos vertinimo metodai, jų naudojimo sunkumai.

Pasiūlėme vertinti įmonės informacinės saugos efektyvumą apibendrintuoju kriterijumi. Santykinė šio kriterijaus reikšmė leis palyginti keletą informacinės saugos realizavimo variantų ir pasirinkti geriausią.

Šiuo metodu taip pat galima įvertinti įmonės informacinės saugos lygį pagal suformuluotus kriterijus ir vertinimo skalę, naudojant etaloninę informacinės saugos sistemą. Pasiūlytas įmonės informacinės saugos efektyvumo vertinimo apibendrintuoju kriterijumi metodas yra informatyvus, nes sistemos sauga apibrė-

žiama vienu santykinu dydžiu ir tai palengvina analizuoti įvairius variantus.

Tolesnių tyrimų metu sudarysime įmonės informacinės saugos vertinimo kriterijų aibę ir sukursime etaloninę kriterijų verčių skalę, naudodamiesi ekspertiniais metodais.

LITERATŪRA

- CERT/CC Statistics 1988–2003. Adresas internete: http://www.cert.org/stats/cert_stats.html
- Department of Defence. Trusted Computer System Evaluation Criteria (TCSEC — Orange Book); December 1985, DOD 5200.28-STD, Supersedes CSC-STD-001-83, dtd 15 Aug 83, Library No. S225,711. Adresas internete: www.radium.ncsc.mil/tpep/library/tcsec/
- Eckmann S. T. (Unisys Corporation). Ina Flo: The FDM Flow Tool. 10th National Computer Security Conference: Computer Security – From Principles to Practice; 1987 Sep 21; Gaithersburg, Md. Gaithersburg, Md: NCSC; 1987: pp.175–182. /verification/formal specification/FDM. Adresas internete: http://csrc.nist.gov/publications/secpubs/ncsc_etl.txt
- Edwards M. J. (1998) Internet security with Windows NT. Duke Pres.
- Hill S. (1999) The IT security answers. London: Logic views, issue 4.
- ISO/IEC 15408:1999 Information technology. Security techniques. Evaluation criteria for IT security. Part 1: Introduction and general model; Part 2: Security functional requirements; Part 3: Security assurance requirements. Adresas internete: <http://www.iso.org/iso/en>.
- Lane T., Brodley C. E. (1997) An Application of Machine Learning to Anomaly Detection. 20th Annual National Information Systems Security Conference, vol. 1, p. 366–380.
- Šerpenskas E. (2001) Informacijos apsauga Lietuvoje // Informacijos mokslai, t. 18, p. 110–114.
- Venčkauskas A., Šerpenskas E. (1999) Grupinio darbo sistemų saugumo problemos // Informacinės technologijos'99. Kaunas: Technologija, p. 67–69.

EVALUATION OF COMPANIES' INFORMATION SYSTEM SECURITY

Algimantas Venčkauskas, Antanas Mikuckas, Irena Mikuckienė

S u m m a r y

The evaluation of companies' information security and arising problems are analyzed in this paper. Information security evaluation methods are also discussed; their weak sides in practice are shown. We suggested common criterion for evaluating effectiveness of companies' information security. Relative value of this criterion will let to compare some realization variants of information security and to choose

the best one. Proposed criteria and valuation scale in this method allow evaluating information security level by using the best information security system. Proposed method of evaluation of information security effectiveness using calculated common criterion is very informative, because system security can be presented by one relative value and this makes easier to analyze different variants.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

INFORMACIJOS SISTEMOS. MODELIAVIMAS

Ontologijų naudojimo ypatumai kuriant moderniąsias informacines sistemas

Donatas Čiukšys

Matematikos ir informatikos instituto
doktorantas
Institute of Mathematics and Informatics,
Doctoral student
Akademijos g. 4, LT-2600, Vilnius
Tel. +(370 5) 213 38 98
El. paštas: donatas.ciuksys@maf.vu.lt

Albertas Čaplinskas

Matematikos ir informatikos instituto vyriausiasis
mokslo darbuotojas, docentas, daktaras
Institute of Mathematics and Informatics,
Principal researcher, Assoc. Prof., PhD
Akademijos g. 4, LT-2600, Vilnius
Tel. +(370 5) 262 61 07
El. paštas: alcapl@ktl.mii.lt

Pastaraisiais metais kartotinio naudojamumo technologijoms didelę įtaką daro programų sistemų šeimų koncepcija ir ontologijos. Straipsnyje aptariama ontologijos samprata, apžvelgiami programų sistemų šeimų ir ontologijų harmoningo derinimo pagal vieną metodiką būdai, parodomi jų trūkumai ir siūloma, kokia linkme juos tikslinga tobulinti.

Informacinių sistemų (IS) kokybė ir joms sukurti reikalingos darbo sąnaudos yra bene svarbiausi kriterijai, kuriais vertinami IS inžinerijos metodai ir technologijos. Svarbus vaidmuo čia tenka kartotiniam projektavimo sprendimų bei IS komponentų naudojamumui. Pastaraisiais metais kartotinio naudojamumo technologijoms didelę įtaką daro du veiksniai: programų sistemų šeimos ir ontologijos.

Programų sistemų šeimos koncepcija (angl. *domain engineering*) leidžia taip apibendrinti sistemos komponentus, kad juos būtų galima naudoti visose tos pačios šeimos sistemose. Aišku, apibendrintieji komponentai nėra iki galo baigti, juos reikia pritaikyti konkrečiai sistemai. Tačiau tam darbo sąnaudos yra gerokai mažesnės, negu kuriant originalius komponentus. Geresnė ir apibendrintųjų kom-

ponentų kokybė, nes jie išbandomi daugelyje sistemų. Kita vertus, ontologija įveda tam tikrą kompiuterizuojamos veiklos sampratą grindžiamą sąvokų sistemą ir šitaip palengvina IS standartizavimą bei integravimą. IS tampa vienalytė, nes visi jos komponentai projektuojami ir įgyvendinami vadovaujantis tomis pačiomis ontologinėmis nuostatomis. Kuriant moderniąsias informacines sistemas yra svarbu abu šiuos veiksnius harmoningai suderinti vienos metodikos pagrindu. Kol kas šioje srityje tyrimų atlikta gana nedaug (Guizzardi., Falbo, Filho, 2001; Falbo, Guizzardi, Duarte, 2002; Falbo, Guizzardi, Natali, 2002). Straipsnyje analizuojami mokslinėje literatūroje pateikti siūlymai, parodomi jų trūkumai, rekomenduojama, kokia linkme juos tikslinga tobulinti.

Ontologijos samprata

Terminas „ontologija“ informatikoje vartojamas keliomis prasmėmis. Viena iš jų yra konceptualizacijos specifikacija (Gruber, 1995). Šitaip suprantama ontologija sukuria darnią kategorijų sistemą, vartojamą tam tikrai pasaulio arba kokio nors jo fragmento sampratai išreikšti, terminus, įvardijančius tas sąvokas, ir apibrėžia tų terminų tarpusavio ryšius. IS inžinerijos srityje ontologija aprašo tam tikrą socialinės tikrovės, paprastai kompiuterizuojamos veiklos, fragmentą. Kadangi įvairūs agentai tą pačią tikrovę gali suvokti labai skirtingai, tai ir tą patį socialinės tikrovės fragmentą galima aprašyti skirtingomis ontologijomis. Būtent todėl informacinių sistemų vienos dalys paprastai yra sukuriamos vadovaujantis vienomis ontologinėmis nuostatomis, kitos – kitomis ontologinėmis nuostatomis. Dėl to sistema tampa nevienalytė, jos dalis yra labai sunku, o kartais ir apskritai neįmanoma sujungti į darnią visumą.

Ontologijos gali būti formalios ir neformalios. Formaliosiose ontologijose kategorijų sistemos aprašomos formaliai, vartojant tam tikrą matematinį formalizmą, pavyzdžiui, deskriptyvines logikas. Paprastai pasirenkami apibendrinimo (angl. *is-a*) ir agregavimo (angl. *part-of*) ryšių formalizmai. Ryšių semantika aksiomatizuojama. Darbe (Falbo, Guizzardi, Duarte, 2002) išskirtos epistemologinės (apibrėžiančios struktūrą), darnos ir ontologinės (apibrėžiančios deklaratyvias žinias) aksiomos.

IS inžinerijoje paprastai naudojamos hierarchinės ontologijos. Viršutiniame lygmenyje apibrėžiamos pačios bendriausios sąvokos (esybė, įvykis, laikas, procesas ir pan.), paskui – dalykinės srities sąvokos (dalykinės srities ontologija), šioje srityje vykstančių procesų aprašymo sąvokos (proceso ontologija) ir pagaliau sprendžiamų uždavinių aprašymo sąvokos (problemos ontologija). Šitaip įgyvendinamas N. Guarino pasiūlytas (Guarino, 1997) žinių apie dalykinę sritį ir žinių apie procesus nepriklausomumo principas. Procesai aprašomi vaidmenų terminais ir susiejami su problema priskiriant tiems

vaidmenims vienas ar kitas dalykinės srities esybes.

Ontologijos, kaip ir kiti IS komponentai, gali būti daugkartinio naudojumo, nes tos pačios sąvokos vartojamos skirtingoms dalykinėms sritims konceptualizuoti. Daugkartinio naudojumo esti ir procesų ontologijos, nes skirtingose dalykinėse srityse vykstantys procesai dažnai turi tą pačią struktūrą.

Ontologijų naudojimo kuriant moderniąsias informacines sistemas tobulinimo kryptys

Kaip derinti ontologijas ir IS šeimos koncepciją, nagrinėta daugelyje darbų (Guizzardi., Falbo, Filho, 2001; Falbo, Guizzardi, Duarte, 2002; Falbo, Guizzardi, Natali, 2002). Siūlymų esmė – naudoti formaliąsias dalykinės srities ontologijas kaip koncepcinį dalykinės srities modelį. Tai leidžia automatiškai generuoti objektinius apibendrintųjų sistemų (sistemų šeimų) karkasus. Šiuose darbuose siūloma ontologijas formalizuoti pasitelkiant pirmos eilės predikatų logiką ir aibių teoriją. Juose parodyta, kaip dalykinės srities ontologijos epistemologinio lygmens struktūras susieti su objektinės paradigmos sąvokomis. Darbuose siūloma teorija yra konstruktyvi, t. y. darnos ir ontologinės aksiomos su objektiniais karkasais yra susiejamos tipizuotais projektavimo sprendimais ir transformavimo taisyklėmis. Tai ir sudaro teorines prielaidas kurti automatines karkasų generavimo priemones. Tačiau šie siūlymai turi keletą esminių trūkumų. Pirma, nėra panaudojamos procesų ontologijos, nors formaliai pritariama Guarino žinių apie dalykinę sritį ir žinių apie procesus atskyrimo principui. Antra, jie apskritai nenagrinėja hierarchinių ontologijų naudojimo galimybių. Tai mažina programų sistemų apibendrinimo galimybes arba, kitaip tariant, sunkina formuoti programų sistemas, riboja generatorių lankstumą. Objektinis karkasas, generuojamas vien dalykinės srities ontologijos pagrindu, atspindi tik struktūrinės informacinės sistemos savybes, o kon-

krečių užduočių (uždavinių) realizavimo klausimai paliekami spręsti karkasą naudojančioms programuotojams, kurie turi rašyti atitinkamą kodą rankiniu būdu. Naudojant hierarchines ontologijas, kurių apatiniame lygmenyje yra problemų ontologijos, šiuos trūkumus galima pašalinti.

Dar vienas esminis nagrinėjamų darbų trūkumas tas, kad jie iš esmės nagrinėja tik tam tikrų programų generavimą, palikdami nuošalyje transakcijų architektūros, sistemos apsaugos, tinklų architektūros ir kitus IS inžinerijai labai svarbius klausimus. Šį trūkumą galima pašalinti papildant generavimo ontologijų rinkinį sistemos ontologija, formalizuojančia IS architektūrai aprašyti vartojamas kategorijas. Aišku, kaip ir dalykinės srities atveju, tokia ontologija negali būti vienintelė, nes informacines sistemas galima conceptualizuoti daugeliu skirtingų būdų. Tolesnis šiame straipsnyje aprašomų tyrimų tikslas – išnagrinėti IS ontologijas ir sukurti programinę įrangą, kuri hierarchinių ontologijų, sistemų ontologijų ir sistemų šeimų koncepcijos pagrindu generuotų informacinių sistemų karkasus.

LITERATŪRA

- Falbo R. A., Guizzardi G., Duarte K. C. (2002) An Ontological Approach to Domain Engineering // Proceedings of the XIV International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE-2002), Ischia, Italy.
- Falbo R. A., Guizzardi G., Natali A. C. C. (2002) Towards Semantic Software Engineering Environments // International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE-2002), Ischia, Italy.
- Gruber T. (1995) Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing //

Rezultatai

Šiame straipsnyje buvo nurodyti mokslininkų darbuose pateiktų ontologijų ir IS šeimų koncepcijos derinimo būdų trūkumai, pasiūlyti šių trūkumų šalinimo būdai, apibrėžtos tolesnių tyrimų kryptys.

Išvados

Pastaraisiais metais sukurtos metodikos, kurios derina programų sistemų šeimų inžinerijos ir ontologijų inžinerijos metodus, yra labai perspektyvios. Praktiškai pademonstruota, kad aksiomatizuotos ontologijos gali būti sėkmingai naudojamos objektiniams karkasams generuoti. Tačiau kol kas šie metodai yra eksperimentinio pobūdžio ir turi esminių trūkumų. Straipsnyje parodyta, kad daugelį šių trūkumų galima pašalinti pasitelkiant hierarchines ontologijas ir ontologijų forma conceptualizuojant IS architektūras. Mūsų nuomone, tai labai svarbios informacinių sistemų inžinerijos mokslinių tyrimų kryptys.

International Journal of Human and Computer Studies, vol. 43, no. 5/6, p. 907–928.

- Guarino N. (1997) Understanding, building and using ontologies // Int. Journal Human-Computer Studies, vol. 45, no. 2/3 (Feb/Mar).
- Guizzardi G., Falbo R. A., Filho J. G. P. (2001) Using Objects and Patterns to Implement Domain Ontologies // Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Software Engineering, Rio de Janeiro, Brazil.

OVERVIEW OF ONTOLOGY-BASED APPROACH TO DOMAIN ENGINEERING

Donatas Čiukšys, Albertas Čaplinskas

S u m m a r y

Domain engineering aims to establish system wide software component reuse infrastructure. Ontologies provide means to define domain concepts, their meaning and relations, and strive for system wide unification of terms, coping with software component integration problems due to incompatible conceptualizations. Recently have been proposed ontology-based approaches to domain engineering, using formal application domain ontologies as conceptual applica-

tion domain models and generating from them object-oriented system frameworks. This paper identifies deficiencies of these methods, such as missing process, problem and system ontologies and lacking analysis of their impact to system framework generation process. The paper concludes with indication of directions of pending researches that should improve proposed methods.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Komponentinės žinių valdymo sistemos architektūrinių spendimų analizė

Dalė Dzemydienė

Matematikos ir informatikos instituto vyr. mokslo darbuotoja
Institute of Mathematics and Informatics, Principal researcher
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
Lietuvos teisės universiteto docentė, daktarė
Law University of Lithuania, Assoc. Prof., PhD
Ateities g. 20, LT-2057 Vilnius
El. paštas: daledz@ktl.mii.lt

Straipsnyje apžvelgiami komponentinių žinių valdymo sistemų kūrimo metodai ir priemonės. Šių sistemų plėtra turi įtakos naujų interneto bendravimo formų atsiradimui. Komponentinės žinių valdymo sistemos interaktyvioje interneto aplinkoje integruoja daugelį skirtingų žinių įgijimo, vaizdavimo metodų ir priemonių. Svarbią reikšmę žiniomis grindžiamoms sistemoms turi dalykinės srities ontologijos. Šiame darbe nagrinėjami žinių valdymo sistemų infrastruktūros formavimo klausimai ir pateikiami architektūriniai kūrimo sprendimai.

Žiniomis grindžiamų sistemų kūrimas apima tokius aktualius uždavinius kaip žinių generavimas, vaizdavimas ir realizavimas kuriant interaktyvias sistemas, užtikrinančias bendradarbiavimo aplinką interneto technologijų priemonėmis. Šių sistemų kūrimo technologijos turi pateikti priemones įgyti žinių (t. y. žinojimo, samprotavimo, vertinimo), jas vaizduoti ir užtikrinti samprotavimo sistemoje, pasitelkiant sukaupias duomenų ir žinių bazes, jų valdymo technologijas. Atsiranda naujas duomenų bazių ir dirbtinio intelekto metodų tarpusavio sąveikos realizavimas, kuris leidžia kurti naują informacinių sistemų klasę, t. y. intelektines informacines sistemas.

Realus pasaulis kompiuteryje gali būti vaizduojamas modelių priemonėmis. Todėl svarbu mokėti įvertinti ir pateikti šiuos modelius, gebėti tinkamai pasirinkti modeliavimo metodus, grafines notacijos būdus, kurie padeda išreikšti taikomosios srities ypatumus kompiuterinėse sistemose.

Ontologijų kūrimo metodai ir technologijos, jų taikymas įvairioms bendradarbiavimo formoms plėtoti padeda kurti tokias sistemas. Svarbu pasi-

rinkti kuo patogesnę tam tikros tematikos pateikimo būdą, įvesti aktualijų propagavimo ir analizės modulius į kuriamą žinių portalą ir sukurti grįžtamąjį ryšį, atsižvelgiant į demokratiškais pagrindais gaunamų komentarų semantiką. Tačiau gana problemiški yra dinamiško šių procesų valdymo klausimai, kurie ypač aktualūs sprendžiant semantiškai grindžiamos informacijos sklaidos, žinių išsaugojimo ir gavimo uždavinius.

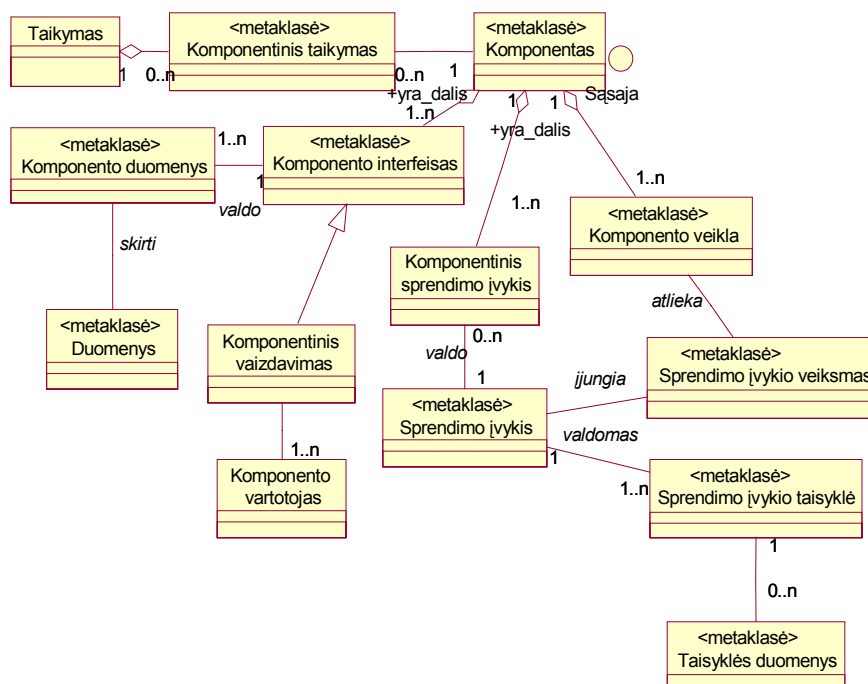
Žiniomis grindžiamų sistemų kūrimas ir diegimas susijęs su internetinių svetainių, žinių portalų kūrimu, intelektualių darbinių žodynų plėtra daugelyje sričių (Corechange, 2001; Finneran, 2002). Svarbiu ištekliumi tampa žmogaus žinios, praktika ir įgūdžiai, jų išsaugojimo metodai ir galimybės skaitmeninėje erdvėje. Žinoma, pirminiai faktai, stebimų reiškinių charakteristikos, įvardijami kaip duomenys apie mus supantį pasaulį, sudaro informacijos turinio pagrindą. Be tikslių duomenų negausime ir apibendrinančių rezultatų, negalėsime priimti reikiamų sprendimų.

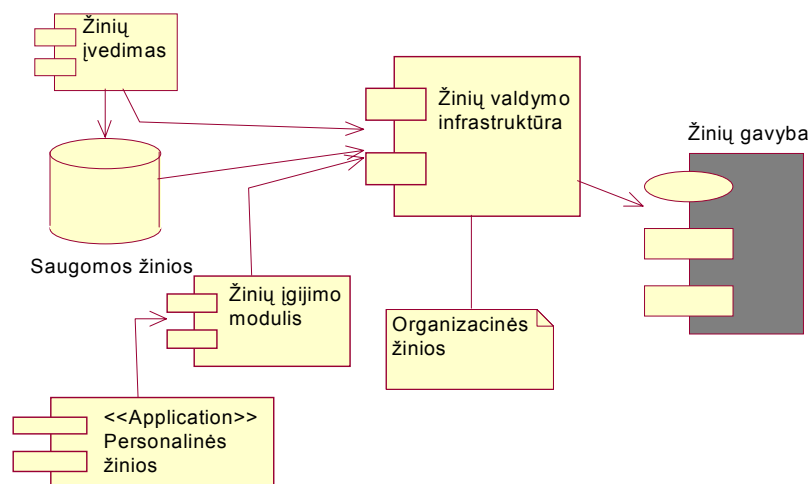
Straipsnyje aptariami pagrindiniai žinių valdymo sistemų kūrimo principai, žinių vaizdavi-

prastai gausias informacijos ir internetinių duomenų saugyklų darbą, naudoti informacijos paieškos būdus ir propagavimą, jos semantinį atpažinimą, naujos informacijos gavimą (Corechange, 2001; Dzemydienė, Rudzkienė, 2002).

Žinių valdymo bendroji konstrukcinių modulių struktūra pateikiama 2 paveiksle. Žinių komponentai gali būti sukurti skirtingais žinių vaizdavimo metodais, formalizmais ir modeliais, tačiau jie yra sudedamoji bendros infrastruktūros dalis ir turi turėti integruojančius į visumą pakiklius, užtikrinti kartotinį naudojamumą, turėti savo sąsają (interfeisą) su žinių portalu, žinių repozitoriumi ir kitais komponentais.

Žinių valdymas padeda skleisti individų ir darbių grupių žinias organizacijoje pažangiaisiais būdais, kurie lemia uždavinių sprendimo efektyvumą. Ypatinę reikšmę įgyja žinios, vaizduojamos virtualioje aplinkoje ir užtikrinančios dalyvių bendradarbiavimą. Ekspertinėms sistemoms svarbūs kompiuterinio mokymosi metodai, kuriais galima gauti žinių iš dalykinės srities specialistų ekspertų. Taip pat minėtinos daugialypių dokumentų semantinio atpažinimo sistemos, programinių agentų sistemos ir jų valdymo technologijos, užtikrinančios intelektualų bendravimą internete. Kartu kuriami metodai, kaip optimaliai organizuoti nepa-





2 pav. Žinių valdymo sistemos pagrindinių modulių komponentinė diagrama UML kalba

Žinių valdymo komponentinę architektūrą sudaro žinių portalai, žinių komponentai ir žinių repozitorijai. Žinių portalo pagrindą sudaro specializuotas internetinis tinklalapis, kuriame žinių visuomenės nariai gali pateikti, išsaugoti ir gauti žinias reikiamoms problemoms spręsti. Žinių portalo paskirtį būtų galima įvardyti taip:

- prieigos prie nagrinėjamo objekto sukūrimas;
- žinių objekto daugiakomponentis vaizdavimas;
- bendradarbiavimo užtikrinimas;
- visų dalių identifikavimo priemonių įdiegimas;

- gautų rezultatų virtualus pristatymas ir grupinė analizė.

Aktualūs yra globalūs virtualių žinių repozitorijai, kuriuos sudaro tarpusavyje susiję globaliai paskirstyti žinių portalai ir komponentai bei jų valdymo repozitorijai, sudarantys bendrą infrastruktūrą. Pagrindiniai tokių sistemų komponentai aprašomi 1 lentelėje.

Žinių repozitorijų dažniausiai sudaro serveriai, kuriuose žinios tvarkomos, vaizduojamos ir saugomos priimtina žmogui žinių artefaktų (žinių modelių, dokumentų, duomenų bazių, planų, grafikos, vaizdo ir garso bylų ir pan.) pavidalu. Todėl aktualus uždavinys yra šių metodų jungimas tai-

1 lentelė

Pavadinimas	Aplinka	Veiklos komponentai
Žinių portalas	Žinių vartotojų sąsajos su žinių portalais ir žinių komponentais	Žinių vartotojai kaupia, klasifikuoja, valdo reikalingas žinias. Žinių portalas sąveikauja su žinių vartotojais nustatydamas bendravimo būdus ir modelius, įkeltus į žinių bazę
Internetinių duomenų bazių vartotojai ir jų bendradarbiavimo palaiškymas per žinių portalus	Serveryje integruotai saugomos duomenų bazės pateikiamos vartotojams per klasifikuotus rubrikatorius ir kitus žinių komponentus, pvz., klasifikuotas tematikas, temų žemėlapius, hierarchines sąvokų struktūras ir konkrečius objektus bei jų komponentus	Vartotojų informacija registruojama, saugoma klasifikuojama ir atrenkama. Aktualijoms komentuoti sukuriami sąsaja ir komentatoriai dažniausiai klasifikuojami pagal komentarų semantinę prasmę. Nustatomi komentarų vertinimo kriterijai. Įdiegiamos ontologijos. Informacija pateikiama semantiškai struktūruota įvairiais pjūviais

kant žiniomis grindžiamas ontologijų technologijas, duomenų gavybos metodus, įvairius programinius agentus, kurie leistų sukurti ir įdiegti savireguliuojantį komentarų atpažinimo mechanizmą, įvairių lygmenų filtrus ir komunikavimo scenarijus.

Žinių gavimo ir įgijimo metodai, taikomi žinių valdymo sistemoms kurti

Žinių gavimo ir įgijimo metodai susiję su mašininio mokymosi metodais ir jų taikymu kuriant komponentines žinių valdymo sistemas. Tačiau iškyla problemų gaunant žinias iš taikomosios srities specialistų ekspertų. Problemų priežastys – konkrečios taikomosios srities žinių specifiškumas, psichologinių aspektų pasireiškimas šiame procese, įvairių koncepcijų, strategijų jungimo ir formalizavimo sunkumai.

Svarbūs yra žinių įgijimo metodai ir priemonės, realizuojančios žinių vaizdavimą kompiuterinėje sistemoje. Dabartinės žinių gavimo ir įgijimo sistemos pasižymi dviem savybėmis: daugiakomponenčiu (tiek giluminių, tiek paviršinių) žinių vaizdavimu ir naudojimu bei automatizuotų (arba pusiau automatizuotų) mokymosi sistemų taikymu.

Informacinių valdymo sistemų kūrimas pasižymi orientacija į modeliais grindžiamus metodus, naudojant pusiau automatizuotas žinių gavimo priemones. Giluminių žinių vaizdavimo forma, išreiškia grafiškai, pavyzdžiui, semantinio modelio priemonėmis, leidžia daug išraiškingiau vaizduoti taikomosios srities žinių semantikos specifiškumą, atskleisti pagrindinius, pirmiausia naudojamus principus ir taisykles, iš kurių lengviau išvedami sprendimų priėmimo mechanizmai. Modeliais grindžiamas žinių įgijimo procesas sumažina daugkartinį modeliavimą, naudojamą gaunant žinias pagal pavyzdžius.

Duomenų gavyba (žinių atskleidimas duomenų saugyklose) yra apibūrinama kaip „netrivialus numatomas, anksčiau nežinomas ir potencialiai naudingos informacijos ir žinių gavimas iš duomenų“. Duomenų gavybos metodai plėtojami integruojant kompiuterinį mokymąsi, vaizdų atpažinimą, statistiką, duomenų saugyklų struktūravimą ir vaizdavimą. Kita vertus, duomenų gavybai naudojami lingvistiniai ir elgesio teorijos metodai. Viena iš pagrindinių

duomenų gavybos taikymo sričių – erdvinių ir laikinių pokyčių atskleidimas ir numatymas. Tam tikslui naudojami įvairūs daugiamačiai statistiniai ir sprendimų teorijos metodai, pavyzdžiui, alternatyvų atrinkimo funkcijos (Chaturvedi, 1994; Dzemydienė, Rudzkienė, 2002). Vartojamos tokios sąvokos kaip samprotavimo priemonės, įrodymo metodai, kurie yra dirbtinio intelekto tyrimo objektai (Caplinskas, 1997). Intelektinės informacinės sistemos pasižymi papildomomis savybėmis, kurios leidžia struktūruoti ir kaupti žinias sistemoje, modeliuoti situacijas, priimti ir paaiškinti sprendimus (Dzemydienė, 1998; Dzemydienė, 1999).

Žinių vaizdavimo metodų parinkimo principai

Žinių vaizdavimo metodai gali būti grindžiami pirmos eilės predikatų logika, neuroniniais tinklais, koncepciniais modeliais, lanksčios logikos mechanizmais, daugiamodaline logika, produkcinių taisyklių sistemomis, semantiniais tinklais ar rėminė struktūra. Dažniausiai vieno formalizmo nepakanka, kad būtų galima išreikšti sudėtingą informacijos ir žinių struktūrą. Tenka ieškoti integruoto šių metodų taikymo galimybių (Barletta, 1991; Caplinskas, 1997; Corechange, 2001; Chaturvedi, 1994). Be to, žinių sistema neturi būti atsiejama nuo informacijos ir duomenų apie dabartinę padėtį, jos retrospektyvios analizės galimybių.

Kuriant kompiuterizuotą darbinį žodyną naudojami metodai, leidžiantys apibrėžti vartojamas sąvokas, ryšius, įvertinti sąvokų darnos lygį ir vienodą jų suprantamumą pagal sukurtą ontologiją (Maskeliūnas, 2000).

Ekspertinėje sistemoje žinių bazės pagrindu vykdoma automatizuota taisyklių, atitinkančių sudarančios situacijos įvertinimą, atranka ir valdymas. Ekspertinės sistemos apvalkalo ir branduolio mechanizmai užtikrina taisyklių pateikimo, rūšiavimo, atrankos funkcijas. Todėl vartotojams pateikiama nesudėtinga sąsaja pirminėms taisyklėms užrašyti gana priimtina forma, pavyzdžiui:

*IF <situacija_i^sąlygos_k>
THEN <situacija_j^išvados_n>*

Ekspertinių sistemų žinių vaizdavimo mechanizmais ir technologinėmis priemonėmis tenka spręsti operatyvaus duomenų fiksavimo ir jų sujungimo su automatizuota situacijų atpažinimo ir valdymo sistema uždavinius. Reikiamų kintamųjų reikšmės yra nuskaitytos tuo tikslu įtaisyta sensorine sistema. Šie duomenys ryšio priemonėmis perduodami į valdymo centrą, kuriame veikia ekspertinė sistema. Ekspertinės sistemos priemonėmis pagal gautą informaciją įvertinami reikiami parametrai, jų pokyčiai, galimi nukrypimai nuo normatyvų. Taip analizuojant susidariusią situaciją, taikomi atpažinimo, klasifikavimo metodai, neuroniniai tinklai. Pagal situacijos įverčius pateikiami sistemos siūlomų sprendimų variantai.

Kuriant sprendimų priėmimo sistemas nustatomi sprendimų lentelių parametrai, sudaromi sprendimų medžiai ir taikomi valdymo metodai. Žinoma, daugeliu atvejų kuriamos intelektinės sistemos, turinčios išplėtotas apvalkalo ir branduolio funkcijas bei sąsajas (interfeisus). Tokiose sistemose taikomi žinių įgijimo metodai pasižymi giluminių žinių vaizdavimo savybėmis. Giluminės žinios atskleidžia priežastinę tiriamos srities objektų struktūrą. Tokios žinios gali būti vaizduojamos, pavyzdžiui, semantinio modelio priemonėmis, ontologijų teminiais žemėlapiais ir pan. Šios priemonės padeda išreikšti pagrindinius informacijos struktūros ir semantikos formavimo principus. Išvedimo mechanizmai grindžiami „žaidimo“ taisyklėmis, o tuo pagrindu išvedami operatyvūs sprendimai. Modelis yra lengviau vizualiai suprantamas negu daugkartinis pavyzdžių išvardijimas. Taikant nuodugnų kokybinį imitacinį modeliavimą, jis gali būti naudojamas automatiškai generuoti įvairaus galimo vyksmo pavyzdžius.

Žinių vaizdavimui dažniausiai taikomi rėminės struktūros, matematinės logikos ir taisyklėmis grindžiami metodai. Dažniausiai naudojami taisyklėmis grindžiami metodai, kai žinios išreiškiamos „*IF-THEN*“ programavimo konstrukcijomis. Taisyklėmis grindžiami žinių vaizdavimo metodai turi daugelį pranašumų: taisyklių modulinė struktūra lengvai suprantama ir lanksti; lengva realizuoti išvedimą ir paaiškinimą. Tačiau ilgiau naudojant taisyklėmis grindžiamą žinių vaizdavimo metodą ekspertinėse sistemose buvo pastebėti

ir kai kurie jų darbo trūkumai, tam tikri ekspertų praktikos išreiškimo ribojimai. Taisyklėmis grindžiamą sistemą yra sunku eksploatuoti, kai žinių bazė didelė. Gana sunkiai išreiškiamos taisyklių naudojimą apibendrinančios jų jungimo taisyklės (t. y. metataisyklės). Egzistuoja ribojimų vaizduoti gilumines žinias. Sudėtinga išreikšti patirtį ir įtraukti išskirtinius atvejus į žinių bazę. Dėl šių priežasčių mėginama ieškoti vaizdavimo metodų, leidžiančių išvengti minėtų trūkumų.

Atvejais grindžiamas samprotavimas yra kompiuterizuotas metodas, kurio pagrindas – išnagrinėti problemas, kurios buvo analogiškos ir spęstos praeityje, ir pagal analogiją asociacijas suteikti žinių dabartinei problemai spręsti. Palyginti su produkcinėmis sistemomis, atvejais grindžiamas samprotavimas (Barletta, 1991) turi keletą pranašumų: šis samprotavimas yra artimesnis faktiniams žmogaus sprendimo procesams. Kai problema pateikiama ekspertui, ji pirmiausia lyginama su praeityje spęstomis problemomis, išskiriamos atskiros panašios dalys. Pagal analogiją sprendžiama nauja problema.

Jei taisyklėmis grindžiama sistema nepasiseka gauti norimo sprendimo, turi būti sukurta naujos taisyklės ir įvestos į žinių bazę. Naujų taisyklių suderinimas su jau egzistuojančia sistema yra gana sudėtingas. Atvejais grindžiamos sistemos šias problemas sprendžia daug lengviau.

Ontologijų technologijų taikymas leidžia susisteminti surinktus statistinius duomenis, įvertinti skleidžiamų žinių struktūrą ir jų kūrimo procesą. Ontologijų terminas pradėtas vartoti ir dirbtinio intelekto srityse, kalbant apie bendrą žinių naudojimą, programinių agentų tarpusavio sąveiką, visuotinai pripažįstamų žinių vaizdavimą, natūralios kalbos apdorojimą ir kt. Ontologija – tai tam tikros srities sąvokų visumos specifیکavimas išreikštu pavidalu. Ontologijų kūrimas yra iteracinis procesas.

Išvados

Straipsnyje nagrinėjami žinių įgijimo ir vaizdavimo metodai leido įvertinti komponentinių žinių valdymo sistemų plėtros tendencijas. Pateiktieji komponentinės žinių valdymo sistemos architektūrinių sprendimų pavyzdžiai padeda įvertinti to-

kių sistemų kūrimo uždavinius ir jų sudėtingumą. Kryptingai siekiama ontologinio šių komponentų vaizdavimo aprašant žinių valdymo sistemos architektūrinius sprendimus, suprantant, kad ontologijų kūrimo priemonės leidžia struktūruoti ir semantiškai vaizduoti informaciją internete, atlikti semantinę analizę ir pagal tai organizuoti darbinio žodyno internetinį kūrimą. Žinių valdymo komponentinę architektūrą sudaro žinių portalai, žinių

komponentai ir žinių repozitorijai. Žinių portalo pagrindą sudaro specializuotas internetinis tinklapis, kuriame žinių visuomenės nariai gali pateikti, išsaugoti ir išgauti žinias reikiamoms problemoms spręsti. Žinių valdymo sistemoje svarbią rolę įgyja daugiakomponentė architektūra, integruojanti daugelį žinių vaizdavimo metodų ir valdomų komponentų, o integracinis vaidmuo tenka ontologiniam modeliui.

LITERATŪRA

- Barletta R. (1991). An introduction to Case-based Reasoning. *AI Expert*, p. 43–49.
- Caplinskas A. (1997). General Introduction to Artificial Intelligence // K. Wang, H. Pranevičius (Eds.) *Lecturer Notes of the Nordic-Baltic Summer School on Applications of AI to Production Engineering*. Kaunas: KTU Press, p. 1–38.
- Corechange (2001). Inc. Portal Solutions for the Enterprise: Linking IT and Business Systems Together. White paper. Harvard Computing Group. Adresas internete: <http://www.portals-community.com/content/display/45F61549-CF9C-4BD9-9515D6BD3A01AC43.pdf>
- Chaturvedi A. R. (1994). Acquiring Implicit Knowledge in a Complex Domain // *Expert Systems with Applications*, vol. 6, no. 1, p. 23–36.
- Dzemydienė D., Rudzkienė V. (2002). Multiple Regression Analysis of Crime Pattern Warehouse for Decision Support // *Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 2453. Database and Expert systems Applications. A. Hameurlain, R. Cicchetti, R. Traummüller (Eds.). Springer Verlag, p. 249–258.
- Dzemydienė D. (1998). Decision Support System for Transport Management // *Proc. of IFORS Special Conference SPC8 „Organisational Structures, Management, Simulation of Business Sectors and Systems“*. H. Pranevičius, B. Rapp (Eds.). Kaunas, p. 188–193.
- Dzemydienė D. (1999). Alternatyvių sprendimų analizė intelektualizuotose informacinėse sistemose // *Konf. „Lietuvos mokslas ir pramonė. Informacinės technologijos’99“* darbai. Kaunas: Technologija.
- Finneran T. (2002). A Component-based Knowledge Management System. CIBER, Inc., Knowledge system Components. Adresas internete: <http://www.tda.com>
- Maskeliunas S. (2000). Ontological Engineering: Common Approaches and Visualisation Capabilities // *Informatika*, vol. 11, no. 1, p. 41–48.

ARCHITECTURE ANALYSIS OF A COMPONENT-BASED KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM

Dalė Dzemydienė

S u m m a r y

Knowledge management helps in spreading of individuals and work groups knowledge into organisations by the most progressive methods that have a direct influence to the efficiency of problems solution. The component-based knowledge management architecture that consists of knowledge portals, knowledge components, and the knowledge repository is considered in this paper. The knowledge that is representing into virtual environment and helps

for the communication has a special importance. Herewith the methods for the optimal organization and use of information in large warehouses, information search, semantic identification, and new information retrieval are in the development. The multi-component knowledge management system architecture spreads over a set of the interrelated components that describe the area of the decision-making necessary for action vision attaining.

Įteikta 2003 m. birželio 26 d.

Informacinių sistemų specifikavimo kalbų lyginamosios analizės metodai

Jelena Gasperovič

Matematikos ir informatikos instituto doktorantė
Institute of Mathematics and Informatics,
Doctoral student
Akademijos g. 4, LT-2600, Vilnius
Tel. +(370 610) 48 409
El. paštas: j.gasperovic@algoritmusistemas.lt

Albertas Čaplinskas

Matematikos ir informatikos instituto
Vyriausiasis mokslo darbuotojas,
Docentas, daktaras
Institute of Mathematics and Informatics,
Assoc. prof., PhD
Akademijos g. 4, LT-2600, Vilnius
Tel. +(370 5) 262 61 07
El. paštas: AlCapl@kti.mii.lt

Straipsnyje aptariami svarbiausi informacinių sistemų specifikavimo kalbų lyginamosios analizės metodai. Parodoma, kad nė vienas iš metodų kol kas nėra pasiekęs tokios brandos, kad jį būtų galima naudoti parenkant konkrečiam projektui tinkamiausią specifikavimo kalbą. Šiam tikslui siūloma derinti kokybinės ir ontologinės analizės metodus.

Pastaraisiais metais sparčiai pereinama prie naujos kartos informacinių sistemų (IS), vadinamųjų modernųjų IS. Moderniosios IS veikia uždaruose organizacijų kompiuterių tinkluose, intensyviai naudoja mobiliąsias ir kitas modernias technologijas, pasižymi daugeliu kitų specifinių ypatumų. Nors ir priskiriamos tai pačiai modernųjų IS klasei, jos yra labai individualizuotos ir todėl kiekvienai specifikuoti reikia parinkti tinkamiausią specifikavimo kalbą. Blogai parinkta specifikavimo kalba gali lemti viso projekto nesėkmę. Tačiau kol kas specifikavimo kalbos parinkimo uždavinys dažnai dar tebesprendžiamas vadovaujantis vien asmenine patirtimi ir kitais subjektyviais kriterijais. Straipsnyje apžvelgiami mokslinėje literatūroje aprašyti metodai, lyginami jų panašumai ir trūkumai, siūloma, kuria linkme juos tikslinga tobulinti.

Lyginamosios analizės metodai

Lyginamoji analizė – vienas iš svarbiausių teorinio tyrimo metodų. Informatikoje dažniau-

siai naudojami šie lyginamosios analizės metodai: tradicinis, normatyvinis, ontologinės analizės ir kokybinės analizės. Trumpai apžvelgsime šių metodų esmę.

Tradicinis lyginamosios analizės metodas neturi vienodos lyginimo schemas. Kitaip tariant, kiekvienas autorius specifikavimo kalbas lygina savaip, išskirdamas tariamus pranašumus bei trūkumus. Objektyvesnis yra D. Jacksono pasiūlytas metodas (Jackson, 1999). Šiame darbe specifikavimo kalboms lyginti rekomenduojama pasirinkti reprezentatyvų socialinės tikrovės fragmentą, specifikuoti jį skirtingų kalbų priemonėmis ir šitaip spręsti apie kalbų pranašumus bei trūkumus. Tačiau šio metodo irgi negalima pripažinti objektyviu, nes nėra objektyvių kriterijų, kaip spręsti apie specifikuojamo tikrovės fragmento reprezentatyvumą, ir neaišku, ko turi būti siekiama specifikuojant tą fragmentą skirtingomis kalbomis.

Normatyvinis lyginamosios analizės metodas analizę iš dalies objektyvizuoja. Jo esmė – parinkti „geriausią“ tikrovės conceptualizavimo būdą, paskelbti jį norma ir visas specifika-

vimo kalbas vertinti lyginant su šia norma. Subjektyvumą bandyta pašalinti įvedant tam tikrą standartą. Yra pasiūlytos dvi normatyvinės ontologijos: Bunge–Wando–Weberio (BWW) modeliai (Wand, Weber, 1989) ir Chisholmo ontologija (Chisholm, 1992).

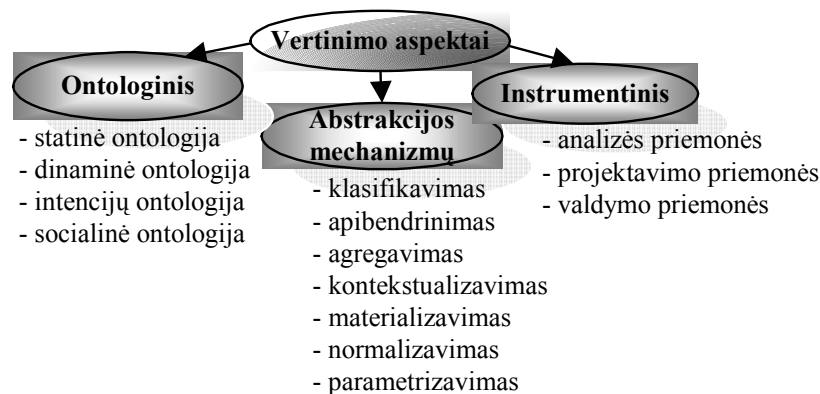
BWW modeliai sukonstruoti naudojantis M. Bunge ontologija (Bunge, 1977). Modeliai pateikia, autorių nuomone, išsamų konstrukcijų rinkinį, tinkamą bet kuriai IS specifikuoti. Lyginant specifikuojamą kalbą su šia norma, reikalaujama, kad kiekvieną BWW vaizdavimo modelio konstrukciją atitiktų bent viena vertinamos kalbos konstrukcija. Tačiau praktiniai eksperimentai parodė, kad ši metodika nėra patikima. Kilo abejonių (Wand, Weber, 1989), ar norma nėra perkrauta bereikalingomis konstrukcijomis, nes atitiktumų šioms konstrukcijoms nebuvo rasta nė vienoje iš analizuotų specifikuojamų kalbų. Kita vertus, kai kurių aiškiai reikalingų konstrukcijų norma neturi. Pavyzdžiui, pasigendama kai kurių verslui specifikuoti būtinų konstrukcijų.

Chisholmo ontologija skiriasi konceptualizavimo priemonių rinkiniu. Ji yra artimesnė vadinamajai „sveikos nuovokos“ pasaulio sampratai. Tačiau svarbesnė negu šie skirtumai yra metodinė prielaida, jog analitikai tam pačiam tikrovės fragmentui gali rašyti nevienodas specifikacijas, nes skiriasi jų tikslai. Jiems gali prireikti ir skirtingų specifikuojamų priemonių. Todėl specifikuojamą kalbą siūloma vertinti ne pagal jų turimas konstrukcijas, bet pagal jomis specifikuojamas situa-

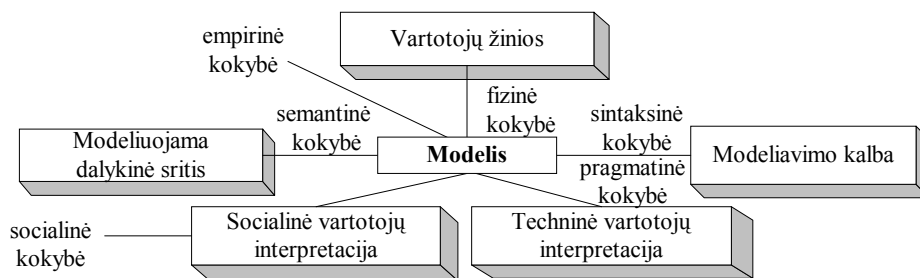
cijas. Palyginti su BWW metodika, šis būdas labiau atsižvelgia į specifinius konkrečios IS specifikuojamą poreikį, bet vis vien siekiama sukonstruoti „patį geriausią“ tikrovės konceptualizavimo būdą. J. Gasperovič ir A. Čaplinskas parodė, kad, deja, šitokio būdo sukonstruoti neįmanoma (Gasperovič, Čaplinskas, 2003).

Ontologinės analizės metodo (Mylopoulos, 1998) pagrindas – analizuoti ontologinius susitarimus, kuriais grindžiamos skirtingos specifikuojamų kalbų. Kalbas siūloma vertinti ontologiniu, abstrakcijos mechanizmu ir instrumentiniu aspektais (1 pav.).

Ontologinis aspektas aprašomas keliomis ontologijomis, kurios apibūdina specifikuojamą socialinę tikrovę. Abstrakcijos mechanizmai nusako leistinus informacijos organizavimo būdus. Instrumentiniu aspektu analizuojamos priemonės padidinti specifikacijas sudarančio asmens darbo našumą. Visi trys aspektai vertinami pagal pasirinktą kokybinę skalę. Bendras įvertis gaunamas aspektų įverčių pagrindu. Pagal kalbos įvertį sprendžiama apie jos tinkamumą konkrečiam projektui. Tačiau lieka neaišku, ar siūlomas ontologijų rinkinys iš tiesų yra pakankamas visiems socialinės tikrovės aspektams specifikuoti. Be to, visos vienos ontologijos kategorijų sistemos laikomos lygiavertėmis, o taip nėra. Vienos jų geriau pritaikytos vieniems tikslams, kitos – kitiems. Įverčiai irgi yra subjektyvūs, gaunami neatliekant kokių nors tikslesnių matavimų.



1 pav. Ontologinės analizės aspektai



2 pav. LSS karkaso schema

Kokybinės analizės metodu specifikuojamos kalbos lyginamos pagal jų kokybės charakteristikas. Pagrindinė idėja – panaudoti lyginimui tam tikrą kokybės charakteristikų hierarchiją (kokybės modelį). Tipiškas kokybinės analizės metodo pavyzdys (2 pav.) yra Lindlando-Sindre-Solvbergo (LSS) karkasas (Lindland, Sindre, Solvberg, 2000).

Jame kokybės modelis turi du lygmenis. Viršutiniame lygmenyje išskiriamos dvi kokybės atributų grupės, aprašančios kalbos konstrukcijas koncepciniu ir vaizdavimo aspektais. Antrojo lygmens atributai apibūdina kalbą dalykinės srities, vartotojų ir technologijos aspektais. LSS karkasas labiausiai priartėja prie tikslo sukurti objektyvią specifikuojamų kalbų vertinimo metodiką. Tačiau pasiūlytas kokybės modelis nėra iki galo baigtas, neaišku, kaip ma-

tuoti ir vertinti kokybės charakteristikas, kaip vertinant kalbos kokybę atsižvelgti į konkretaus projekto poreikius.

Išvados

Nė vienas iš apžvelgtų specifikuojamų kalbų lyginamosios analizės metodų nėra pakankamai objektyvizuotas, neturi tikslios kalbos charakteristikų matavimo skalės. Nė vienas iš jų nėra taip išstbulintas, kad juo būtų galima pasinaudoti vertinant specifikuojamų kalbų tinkamumą konkrečiam projektui. Mūsų nuomone, toks metodas gali būti sukonstruotas derinant ontologinės ir kokybinės analizės metodų ypatumus ir įtraukiant konkretaus projekto konteksto sąvoką.

LITERATŪRA

- Bunge M. (1977) Treatise on Basic Philosophy. Boston: Reidel, vol. 3: Ontology I: The Furniture of the World.
- Chisholm, R.M. (1992). The basic ontological categories // K. Muligan (ed.). Language, Truth, and Ontology. Kluwer Academic Publishers.
- Jackson D. (1999) A Comparison of Object Modelling Notations: Alloy, UML and Z. Adresas internete: <http://geyer.lcs.mit.edu/~dnj/>.
- Lindland O.I, Sindre G., Solvberg A. (1994) Understanding Quality in Conceptual modelling // IEEE Software, no. 2 (11), p. 42–49
- Mylopoulos J. (1998) Characterizing Information Modeling Techniques // P. Bernus, K. Mertins, G. Schmidt (eds.). Handbook on Architectures of Information Systems. Berlin: Springer, p. 17–57
- Wand Y., Weber R. (1989) An Ontological Evaluation of Systems Analysis and Design Methods // Falkenberg E.D., Lindgreen P. (eds.). Information Systems Concepts: An In-depth Analysis. North-Holland, Amsterdam, p. 79–100.

INFORMATION SYSTEMS SPECIFICATION LANGUAGES COMPARATIVE ANALYSIS METHODS

Jelena Gasperovič, Albertas Čaplinskas

S u m m a r y

This paper discusses issues of comparative analysis of IS specification languages. It surveys most important approaches (ad hoc, normative, ontology-based, quality-oriented) to this problem. The paper compares these approaches and analyses their strengths and weaknesses. It demonstrates that currently used approaches are not enough mature to apply them in IS

development practice to evaluate suitability of a specification language for particular project. The main conclusion is that further efforts are needed to improve specification language evaluation methodology and that the most perspective approach in this field is to combine quality-oriented and ontology-based approaches.

Įteikta 2003 balandžio 23 d.

Miglotieji pažintiniai planai: teorija ir praktika

Raimundas Jasinevičius

Kauno technologijos universiteto Informatikos fakulteto profesorius, daktaras
Kaunas University of Technology, Department of Informatics, Professor, PhD
Studentų g. 50 – 204, LT–3031 Kaunas
Tel. 8 37 30 03 90
El. paštas: raimund@ifko.ktu.lt

Vytautas Petrauskas

Kauno technologijos universiteto Informatikos fakulteto docentas, daktaras
Kaunas University of Technology, Department of Informatics, Assoc. Prof., PhD
Studentų g. 50 – 204, LT–3031
Tel. 8 37 30 03 90
El. paštas: vypet@soften.ktu.lt

Straipsnyje pateikiamas praktinis požiūris į gimstantį naują mokslą – kenetiką, nagrinėjančią sąveikos procesus tarp realiųjų ar virtualiųjų agentų ir jų koncepcinių verčių daugiaagentėse sistemose (DAS). Aprašomi DAS miglotieji santykiai (statika) ir miglotųjų sąveika (dinamika). Prieinama sudarytas naujas MPP modeliavimo programų paketas. Siūlomas koncepcijos plėtinys, apimantis intervalo tarp dviejų įvykių ribinės trukmės ir įvykių įverčių tolydumą. Miglotosios logikos požiūris taikomas kuriant augančius MPP, išreiškiančius skirtingus filosofinius ir loginius tinklo auginimo aspektus.

Šių dienų sudėtingas pasaulis reikalauja visiškai naujo požiūrio į žmogaus veiklos procesus ir padarinius. Ankstesnė analizė ir sintezė remdavosi deterministiniu požiūriu ir atitinkamai naudodavo deterministinę matematiką, o pastaruoju metu vis plačiau naudojami metodai, leidžiantys analizuoti procesus ir sintezuoti įvairiausias sistemas, funkcionuojančias neapibrėžtumo sąlygomis. Šie metodai remiasi miglotąja logika, miglotosiomis aibėmis bei miglotaisiais pažintiniais planais (MPP) (Kosko, 1997). Iš tiesų daugumą sudėtingų sistemų ir situacijų galima vaizduoti kaip daugiaagentes sistemas (DAS), kuriose abstraktūs agentai sąveikauja tarpusavyje ir su juos supančia aplinka (Ferber, 1999). Tokių abstrakčių agentų savybes, elgseną ir sąveiką dažniausiai galima aprašyti tik labai miglotai. Ir nors miglotoji logika tampa gana įprastu formalizavimo mechanizmu, tačiau DAS funkcionavimo aprašymui ir tyrimui reikia naujų, vartotojui patogių kompiuterikos priemonių, kad jis galėtų sėkmingai analizuoti, modeliuoti ir sintezuoti DAS.

Apskritai DAS koncepcija pastaruoju metu gimdo ir naują mokslo kryptį – **kenetiką**, gavu-

sią vardą iš graikiško žodžio *koinon*, reiškiančio bendrumą (Ferber, 1999).

Šios publikacijos tikslas trejopas:

1. Pristatyti specialistams kenetiką, pabrėžti miglotosios logikos reikšmę DAS elementų ketininiams santykiams nusakyti (statika) ir miglotųjų pažintinių planų reikšmę agentų sąveikai aprašyti (dinamika);
2. Pristatyti naują programinį paketą miglotiesiems pažintiniams planams modeliuoti;
3. Pateikti autorių siūlomus MPP plėtinius, leidžiančius išsamiau atspindėti DAS savybes (Jasinevičius, 2002).

Kenetika

Kenetika – tai mokslas apie daugiaagentės sistemos (DAS) elementų (agentų) tarpusavio sąveiką. Tokioje sistemoje agentas – fizinė ar virtuali esybė – paprastai pasižymi dideliu vidiniu ir išoriniu aktyvumu (Ferber, 1999).

Svarbiausią vaidmenį aktyvumo realizacijos aprašuose turi agentų tarpusavio sąryšių atspindėjimas. Paprastai statiniai sąryšiai charakteri-

zuojami tam tikru miglotu tikrumo laipsniu $\mu_R(x, y)$; čia R – sąryšis, x ir y – nagrinėjamieji agentai, o $\mu_R(*)$ – tikrumo laipsnis intervale $[0, 1]$.

Geru pavyzdžiu galėtų būti sąryšis R_I , atitinkantis teigtį „labai artima pozicija Irako karo atžvilgiu“, kai sąveikaujantieji agentai iš vienos pusės

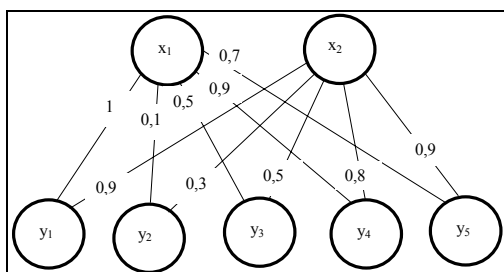
$$X = \{x_1, x_2\} = \{US, EU\},$$

o iš antros –

$$Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\} = \{UK, FR, GE, V10, MT\};$$

$$R_I(X, Y) = \frac{1}{US, UK} + \frac{0,1}{US, FR} + \frac{0,5}{US, GE} + \frac{0,9}{US, V10} + \frac{0,7}{US, MT} + \frac{0,9}{EU, UK} + \frac{0,3}{EU, FR} + \frac{0,5}{EU, GE} + \frac{0,8}{EU, V10} + \frac{0,9}{EU, MT}. \quad (1)$$

Miglotasis grafas, atitinkantis sąryšį R_I , atrodytų taip, kaip parodyta 1 paveiksle.



1 pav. Miglotasis grafas, atitinkantis sąryšį R_I

DAS elementų sąveikos dinamiką, ko gero, geriausiai atspindi miglotieji pažintiniai planai (MPP). Išsamiausią jų aprašą pateikė B. Kosko (1997). MPP sudaromas iš bivalentinių mazgų ($i=1, 2, \dots, j, k, \dots, N$), vaizduojančių sąveikaujančius agentus, kurių vidinę būseną nusako koncepciniai dydžiai C_i iš $[0, 1]$. Mazgai esti susieti priežasties ir pasekmės santykiais. Tokio sąryšio tarp C_i ir C_k stiprumas reiškiamas skaičiumi iš $[-1, 1]$, atitinkančiu tikrumo funkciją $\mu_C(e_{ik})$. Teigiamas skaičius atitinka atvejus, kai tam tikras C_i – agentas, veikėjas, tikslas, tendencija ar koncepcija skatinamai veikia agento C_k būseną, neigiamas – kai veikia slopinamai, ir nulis – kai sąveikos nėra. MPP koncepcija, skirtingai

čia – US atitinka JAV, EU – Europos Sąjungą, UK – Jungtinę Karalystę, FR – Prancūziją, GE – Vokietiją, $V10$ – Vilniaus dešimtuko valstybes ir MT – Viduržemio jūros valstybes.

Pagal pastarųjų dienų žiniasklaidą ir diplomatinius šaltinius, R_I galėtų būti atspindėtas tokia $\mu_R(x_i, y_j)$ lentelė:

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
x_1	1	0,1	0,5	0,9	0,7
x_2	0,9	0,3	0,5	0,8	0,9

Tai formaliai būtų galima užrašyti taip, kaip parodyta 1-oje formulėje.

nuo grafų su tikimybėmis, remiasi ne tikimybiniais, bet galimybiniais sąveikos tikrumo įverčiais.

Priežastinis sąveikos dinamizmas n -ajame sąveikos aprašo žingsnyje nusakomas taip:

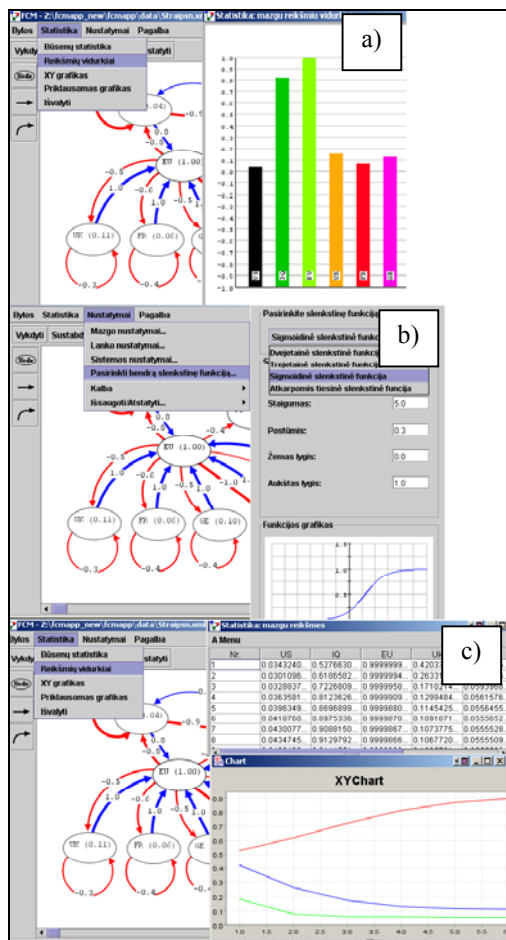
$$C_i[n] = \Psi(\sigma_i[n]), \quad \sigma_i[n] = \sum_{k=1}^N e_{ik} C_k[n-1]; \quad (2)$$

čia $\Psi(\sigma_i)$ – netiesinė transformacija, atliekama binarinės slenkstinės, sigmoidinės, gabalais tiesinės ar trivalentės funkcijos $\Psi()$ su pasirinktinai keičiamais parametrais ir atspindinti DAS elemento vidinę būseną.

Taip sukonstruotas MPP gali parodyti įvairiausius agentų tarpusavio sąveikos aspektus, pasireiškiančius slaptų fiksuotų traukos taškų arba ciklinių ar chaotinių atraktorių buvimu.

Pavyzdžiu galėtų būti 2 pav., a, parodytas MPP, vaizduojantis įvairių valstybių ir jų grupių santykį su Iraku ir atspindintis UK, FR, V10, MT vidinę politinę situaciją (lokalūs neigiamieji ryšiai), tų valstybių santykius su EU, US ir IQ (Irakas).

Čia varomąją jėgą laikomas Irako teroristinis agresyvumas, kuris skatina US bandymą pradėti prevencinį karą. Sąveika tarp dviejų svarbiausių aktorių US ir EU remiasi balansuojančiaisiais ryšiais tarp jų karinio pasirengimo ir kitų šalių nusistatymo kariauti.



2 pav. Konkretaus MPP modeliavimo fragmentai

MPP modeliavimo įrankiai

Kauno technologijos universiteto Kompiuterių katedroje parengtas vienas iš patogiausių MPP modeliavimo programinių paketų – „FCMApp“ (FCMApp[1], 2003). Jis parašytas Java programavimo kalba ir pasižymi dideliu lankstumu, transportabilumu ir plėtimo galimybėmis. Paketas leidžia sukurti MPP grafą, lengvai keisti mazgų koncepcines vertes, modifikuoti ryšių tipus ir stiprumą, sukurti ar panaikinti grafo mazgus, keisti jų padėtį ekrane, formuoti įvairiausias modeliavimo rezultatų bylas ir organizuoti automatinį arba žingsninį sąveikos modeliavimą.

Dalis sukurtojo paketo galimybių demonstruojama 2 pav., a–c.

MPP plėtiniai

Vienas iš natūraliausių MPP plėtinių, adekvačių kenetinėms daugiaagentėms sistemoms – tai prielaida, kad sąveika tarp priežastinės ir pasekmės agentų C_i ir C_k būsenų vyksta nuolat, t. y. (3) formulėje laikotarpis Δt tarp gretimų žingsnių $n\Delta t - (n-1)\Delta t$ yra nykstantai mažas. Tuomet pagal R. Jasinevičiaus metodiką (Jasinevichius, 1992)

$$C_i[n\Delta t] - C_i[(n-1)\Delta t] = \sum_{k=1}^N e_{ik} C_k[(n-1)\Delta t] - C_i[(n-1)\Delta t] \quad (3)$$

$$-1 \leq \sigma_i[n\Delta t] \leq 1.$$

Kadangi

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} (C_i[n\Delta t] - C_i[(n-1)\Delta t]) \rightarrow \frac{dC_i(t)}{dt},$$

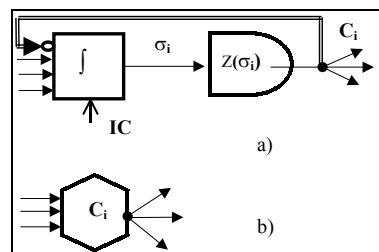
tai

$$C_i(t) = \int \sum_{k=1}^N e_{ik} C_k(t) dt - \int C_i(t) dt \quad (4)$$

ir

$$C_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{kai } \sigma_i(t) > 1, \\ -1, & \text{kai } \sigma_i(t) < -1. \end{cases}$$

Pagal (4) išraišką C_i realizaciją atitiktų 3 pav. a ir jos apibendrinimas b.



3 pav. TTMPP mazgas (a) ir jo ekvivalentas (b)

Tokiu būdu autorių sukurta naujo tipo MPP būtų galima vadinti tolydinio tipo miglotuoju pažintiniu planu (TTMPP), aprašomu aibių šešetu:

$$TTMPP = \{ T, C, E, \sigma(t), Z(\sigma(t)), C(0) \}; \quad (5)$$

čia; $T \subset R$ – laiko momentų aibės, C – aibė agentų, kurių būseną nusakoma tolydinėmis vertėmis, o $C(0)$ vaizduoja jų pradines reikš-

mes, E – agentų sąveikos stiprumo matrica, $\sigma(t)$ ir $Z(\sigma(t))$ – dvi operacijos:

$$\sigma(t) = \int EC dt$$

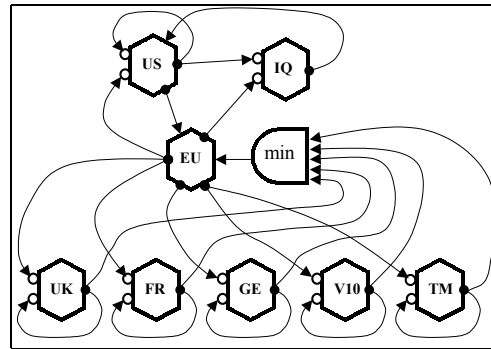
ir

$$Z(\sigma) = \begin{cases} 1, & \sigma > 1 \\ \sigma, & -1 \leq \sigma \leq 1 \\ -1, & \sigma < -1 \end{cases} \quad (6)$$

Tolesnis MPP plėtinys gali būti gautas tuomet, kai agentų sąveika vertinama ne paprastu įtakų sumavimu, o kitokiais išrinkties logikos aspektais, pavyzdžiui, ryšius tarp agentų jungiant $\min$, $\max$ ar $exor$ operacijomis, atitinkančias konsensuso, disidencijos ar konkurencijos sąvokas.

Konsensuą atitinkantis TTMPP, gautas iš MPP (2 pav.), pateikiamas 4 paveiksle.

Sėkmingu ir produktyviu MPP požiūrio plėtimu laikytina galimybė įvairiais loginiais aspektais sujungti keletą MPP (iš jų ir TTMPP) į vieną junginį, leidžiantį modeliuoti ypač sudėtingas situacijas kenetinėse DAS.



4 pav. TTMPP, vertinantis ES ir V10 konsensuso įtaką ES politikai

Apibendrinant galima pasakyti, kad autoriai pasiūlė MPP naudoti DAS dinamiškai modeliuoti, pateikė tokio modeliavimo naują programų paketą, pirmą kartą pasiūlė naujo tipo tolydinius miglotuosius pažintinius planus ir planų jungimo metodiką, pagrįstą išrinkties logikos naudojimu. Rezultatai naudingi labai plataus profilio DAS analitikams.

LITERATŪRA

- FCMApp[1] modeliavimo paketas (2003). Adresas internete: <https://www.ifko.ktu.lt/~raimund/FCMApp.zip> [žiūrėta 2003-05-05].
- Ferber J. (1999). Multi-Agent Systems. An Introduction to Distributed Artificial Intelligence. Addison-Wesley.
- Jasinevichius R. (1992). Neural-type continuous Petri net concept for system modeling and simulation // Computational Systems Analysis 1992. Elsevier Sc. Publishers B.V., p. 331–335.
- Jasinevicius R., Petrauskas V. (2002). Continuous-Type Fuzzy Cognitive Maps Concept // Information Technology and Control. Kaunas: Technologija, no 3(24), p. 21–25.
- Kosko B. (1997). Fuzzy Engineering. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

FUZZY COGNITIVE MAPS: THEORY AND PRACTICE

Raimundas Jasinevičius, Vytautas Petrauskas

Summary

The paper presents a practical approach to newly born science – kenetics covering processes of interaction between real or virtual agents and their causal concept values in multi-agent systems (MAS). Fuzzy relations (statics) and fuzzy interaction (dynamics) in the MAS were described. Newly developed software package for the FCM modeling is presented.

Įteikta 2003 m. birželio 19 d.

An extension of the concept is proposed including the limit generalization of time intervals between two causal events and considering the continuity of any causal event evaluation. Fuzzy logic approach is used for creation of the augmented FCMs, expressing different philosophical and logical aspects of the augmentation.

M sekų parinkimas nedestruktyvioms testavimo sistemoms

Egidijus Kazanavičius

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 86
El. paštas: egidijus.kazanavicius@ktu.lt

Irena Mikuckienė

Kauno technologijos universiteto docentė
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 95
El. paštas: irena.mikuckiene@ktu.lt

Antanas Mikuckas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 95
El. paštas: antanas.mikuckas@ktu.lt

Algimantas Venčkauskas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. Prof.
Tel. (8 37) 30 03 89
El. paštas: algimantas.venckauskas@ktu.lt

Straipsnyje nagrinėjama M sekų įtaka nedestruktyvių testavimo sistemų, naudojančių vilnelių transformaciją pagrįstą triukšmų mažinimą, parametrų. Parodyta Barkerio kodo ilgio ir vienetinio impulso atskaitų skaičiaus įtaka nedestruktyvių testavimo sistemų atsparumui triukšmams. Nustatyta minimali M sekos trukmė ir parodyta, kad realaus laiko sistemose tikslinga naudoti vilnelių transformaciją pagrįstus signalų apdorojimo algoritmus.

Šiuo metu įvairiems technologiniams procesams vis plačiau naudojamos ultragarsinės nedestruktyvaus testavimo sistemos (Sinclair, 1989). Šios sistemos suteikia daug informacijos apie tiriamo objekto medžiagos savybes ir defektus. Tačiau informacijos apie tiriamo objekto savybes signalai dažnai būna užteršti triukšmais, kurie turi būti panaikinti. Tokios sistemos yra projektuojamos iš anksto numatant triukšmų sumažinimą sistemos įvestyje. Šią problemą sprendė daugelis autorių (Fomitchev, 1999; Sallard, 1998; Crawford, 1993; Andrade, 1997). Viena iš tokių sistemų parodyta 1 paveiksle.

Šioje sistemoje siųstuvas ir imtuvas pastatyti fiksuotuose taškuose. Siųstuvas siunčia ultragarso bangas, moduluotas M sekomis (paprastai tai Barkerio kodas (Jianzhong, 1998)), o imtuvas priima atsispindėjusį nuo tiriamo objekto signalą. Taip galima tikrinti kontroliuojamo objekto storį. Ultragarso siųstuvas laiko momentu t_0 siunčia

signalą $x_{ref}(t)$. Sklindančio ultragarsinio signalo $x_{ref}(t)$ viena dalis atsispindi nuo priekinės, o kita – nuo galinės objekto A sienelės:

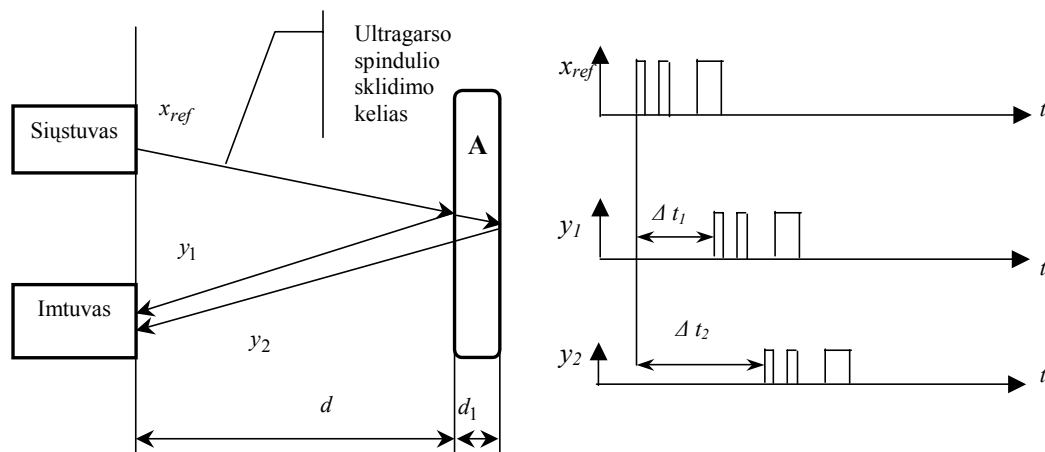
$$\begin{aligned}y_1(t) &= k_1 x_{ref}(t - \Delta t_1), \\ y_2(t) &= k_2 x_{ref}(t - \Delta t_2);\end{aligned}$$

čia: k_1 ir k_2 – koeficientai, priklausantys nuo atstumo iki objekto, taip pat nuo objekto ir aplinkos savybių. Δt_1 ir Δt_2 yra tiesiog proporcingi atstumui iki objekto d ir objekto A storiui:

$$\Delta t_1 = d \cdot c_{env}, \quad \Delta t_2 = d \cdot c_{env} + d_1 \cdot c_{obj};$$

čia c_{env} ir c_{obj} – koeficientai, priklausantys nuo objekto ir aplinkos savybių.

Signalų apdorojimo tikslas – nustatyti laiko momentus Δt_1 ir Δt_2 . Paprastai tai atliekama skaičiuojant siunčiamo ir atsispindėjusio signalų koreliacinę funkciją:



1 pav. Ultragarsinė nedestrukcinio testavimo sistema

$$\psi(\tau) = \int x_{ref}(t + \tau) [x_{ref}(t) * h(t) + \varepsilon(t)] dt;$$

čia: $h(t)$ – ultragarsinės sistemos perdavimo funkcija, $\varepsilon(t)$ – adityvus triukšmas. Laiko momentus Δt_1 ir Δt_2 atitinka koreliacinės funkcijos pikai. Taip būna idealiu atveju. Realiose sistemose dėl triukšmų atsispindėjusio signalo koreliacinėje funkcijoje atsiranda papildomi pikai, sunkinantys identifikuoti laiko momentus Δt_1 ir Δt_2 . Todėl tokiose sistemose naudojamos įvairios triukšmų mažinimo priemonės: slenkantis vidurkinimas, atvirkštinis filtravimas ir pan. (Jianzhong, 1998; Bengt, 1989; Venkantaman, 1996; Izguierdo, 1999). Vienas iš naujausių triukšmų mažinimo metodų yra pagrįstas vilnelių transformacija. Sakykime, turime diskretizuotą sistemos įvesties signalą $z[n]$, kuris yra atsispindėjusio signalo $y[n]$ ir triukšmų $\varepsilon[n]$ suma:

$$z[n] = y[n] + \varepsilon[n], \quad i = 1, \dots, N.$$

Atlikus vilnelių transformaciją $\mathbf{W}$, signalas pavaizduojamas vilnelių koeficientais:

$$\mathbf{v} = \mathbf{W} \cdot \mathbf{y}, \quad \boldsymbol{\omega} = \mathbf{W} \cdot \boldsymbol{\varepsilon}, \quad \mathbf{w} = \mathbf{W} \cdot \mathbf{z} = \mathbf{v} + \boldsymbol{\omega}.$$

Triukšmų sumažinimas naudojant vilnelių transformaciją remiasi prielaida, kad triukšmų energija pasiskirsčiusi vienodai visuose vilnelių koeficientuose, o informacija apie naudingą

signalą sukoncentruota nedaugelyje koeficientų. Todėl siūloma sumažinti mažų koeficientų reikšmes iki nulio, kadangi jie turi mažai informacijos apie naudingą signalą, t. y. naudoti slenksčio funkciją:

$$w_{\delta i} = D_{\delta} \cdot w_i, \quad \text{čia } D_{\delta} = \text{diag}[d_{ii}].$$

Paprastai taikomos dviejų rūšių slenksčio funkcijos – kietojo slenksčio ir minkštojo slenksčio. Naudojant kietąjį slenkstį, matricos D_{δ} elementų reikšmės:

$$d_{ii} = \begin{cases} 0, & \text{kai } |w_i| < \delta, \\ 1, & \text{priešingu atveju.} \end{cases}$$

Naudojant minkštąjį slenkstį, matricos D_{δ} elementų reikšmės:

$$d_{ii} = \begin{cases} 0, & \text{kai } |w_i| < \delta, \\ 1 - \frac{\delta}{|w_i|}, & \text{priešingu atveju.} \end{cases}$$

Atkurto signalo vaizdo kokybė gaunama geresnė naudojant minkštąjį slenkstį (Donoho, 1998; Neumann, 1995). Tačiau sprendžiant signalų identifikavimo uždavinius dažniausiai geresni rezultatai gaunami naudojant kietąjį slenkstį, nors atkurto signalo vaizdo kokybė ir prastesnė. Dėl šių priežasčių ultragarsinėms nedestruktyvaus testavimo sistemoms geriau naudoti kietąjį slenkstį. Viena iš pagrindinių problemų naudo-

jant vilnelių transformaciją triukšmams sumažinti yra slenksčio parinkimas, nes nuo slenksčio lygio labai priklauso triukšmų mažinimo procedūros efektyvumas. Žinomi du pagrindiniai slenksčio nustatymo metodai. Pirmuoju metodu slenksčio lygis nustatomas proporcingas triukšmo lygiui. Antruoju metodu skaičiuojama apibendrinta tarpusavio galiojimo funkcija (GCV – *general cross validation*):

$$GCV(\delta) = \frac{\frac{1}{N} \|\omega_\delta - \omega\|^2}{\left(\frac{N - Tr(D')}{N} \right)^2};$$

čia: ω – vilnelių koeficientų reikšmės po transformacijos, ω_δ – vilnelių koeficiento reikšmė pritaikius slenkstį δ , $Tr(D') = \sum d'_{ii}$.

Matricos D' elementai $d'_{ij} = \frac{\partial \omega_{\delta i}}{\partial \omega_j}$, $d'_{ij} = 0$, kai

$$i \neq j, d'_{ii} = \begin{cases} 0, & |\omega_i| < \delta, \\ 1, & |\omega_i| \geq \delta. \end{cases}$$

Optimali slenksčio reikšmė δ yra tokia, kai apibendrinta tarpusavio galiojimo funkcija $GCV(\delta)$ įgauna minimalią reikšmę. Nustatant optimalų slenkstį pagal $GCV(\delta)$ funkciją, reikia papildomų skaičiavimų, tačiau šis metodas, palyginti su slenksčio lygio nustatymu pagal triukšmų lygį, turi tą pranašumą, kad nereikia jokios išankstinės informacijos apie signalą. Todėl pageidautina naudoti šį metodą, kadangi dauguma metodų, pagrįstų išankstinės informacijos apie signalą žinojimu, tam tikromis situacijomis nepasiteisina (Donoho, 1995; Mallat, 1998). Kita vertus, nėra reikalo funkcijos $GCV(\delta)$ minimumą skaičiuoti labai tiksliai, ir ši funkcija turi vieną ryškų minimumą, todėl skaičiavimų kiekį galima ženkliai sumažinti naudojant dichotomijos principą funkcijos minimui rasti.

Pritaikius slenksčio funkciją gaunami vilnelių koeficientai $\omega_{\delta i}$, o atlikus atvirkštinę vilnelių transformaciją – signalas $z_\delta[n]$, kuris idealiu atveju (kai triukšmų energija yra palyginti nedidelė) sutampa su atsispindėjusiu signalu be triukšmų dedamosios, t. y. $z_\delta[n] = y[n]$. Įrodyta, kad mažinant triukšmus vilnelių transformacijos būdu, visuomet gaunami statistiškai geresni rezultatai nei

taikant Furje transformacija pagrįstus metodus (Daubechies, 1992; Lim, 1988).

Skaičiavimų apimčiai sumažinti ultragarsinės sistemos siunčiamas signalas $x_{ref}[n]$ ir signalas $z_\delta[n]$ (signalas pritaikius slenksčio procedūrą vilnelių koeficientams) yra transformuojami:

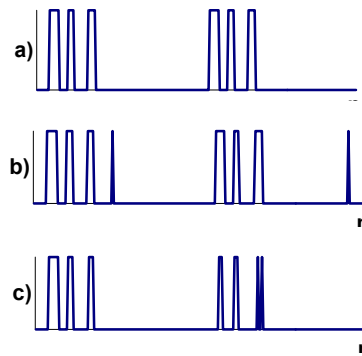
$$\tilde{x}_{ref} = \frac{1 + \text{sgn}(x_{ref} - \delta_1)}{2},$$

$$\tilde{z} = \frac{1 + \text{sgn}(y_\delta - \delta_1)}{2},$$

čia δ_1 – slenksčio reikšmė.

Pritaikius šią transformaciją, gaunami skaitmeniniai signalai $\tilde{x}_{ref}$ ir $\tilde{z}$, įgyjantys loginio nulio ir loginio vieneto lygius. Ši transformacija galima todėl, kad pagrindinę informaciją apie objektą suteikia ne atsispindėjusio signalo amplitudė, o M sekos, kuria moduluojamas išspinduliuojamas signalas, impulsų pločiai.

Šios transformacijos rezultatai priklauso nuo pasirinkto slenksčio δ_1 dydžio, kurio optimali reikšmė priklauso nuo triukšmo lygio ε . Kai slenksčio lygis yra žemas, transformuotame signalu $\tilde{z}$ atsiranda papildomi impulsai (2 pav., b). Kai slenksčio lygis yra aukštas, M sekos impulsų pločiai transformuotame signalu $\tilde{z}$ sutrumpėja ir gali būti iškraipomi (2 pav., c).



2 pav. Transformuotas atsispindėjęs signalas:
a) be triukšmų, b) su triukšmais ir žemu slenksčiu δ_1 ,
c) su triukšmais ir aukštu slenksčiu δ_1

Optimalus slenksčio δ_1 lygis buvo nustatytas skaičiuojant maksimalų koreliacinės funkcijos

$$\psi[n] = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} (\tilde{x}_{ref}[i] \cdot y[n+i] - \tilde{x}_{ref}[i] \oplus y[n+i])$$

dydį esant skirtingoms slenksčio δ_1 reikšmėms; čia M – išspinduliuojamo signalo $x_{ref}(t)$ atskaitų skaičius. Geriausi rezultatai gaunami, kai $\delta_1 = 1,4\delta$, (δ – slenksčio dydis skaičiuojant $GCV(\delta)$ funkciją). Reikia atkreipti dėmesį, kad koreliacinės funkcijos skaičiavimas naudojant transformuotus $x_{ref}[n]$ ir $z_\delta[n]$ signalus nereikalauja jokių slankaus kabelio operacijų ir gali būti realizuojamas aparatiniaiškai. Šie skaičiavimai gali būti dar labiau supaprastinti, kai naudojama fiksuota M seka.

Tokių ultragarsinių sistemų efektyvumas labai priklauso nuo naudojamos M sekos ilgio ir vienetinio M sekos impulso atskaitų skaičiaus. Didinant M sekos vienetinio impulso atskaitų skaičių, didėja ir sistemos atsparumas triukšmams. Trečiame paveiksle pateikiamos koreliacinės funkcijos. Matome, kad didėjant vienetinio M sekos impulso atskaitų skaičiui mažėja triukšmų sukeliama papildomų pikų koreliacinėje funkcijoje skaičius ir amplitudės.

Trečiame paveiksle pateiktos koreliacinės funkcijos buvo skaičiuojamos naudojant formulę

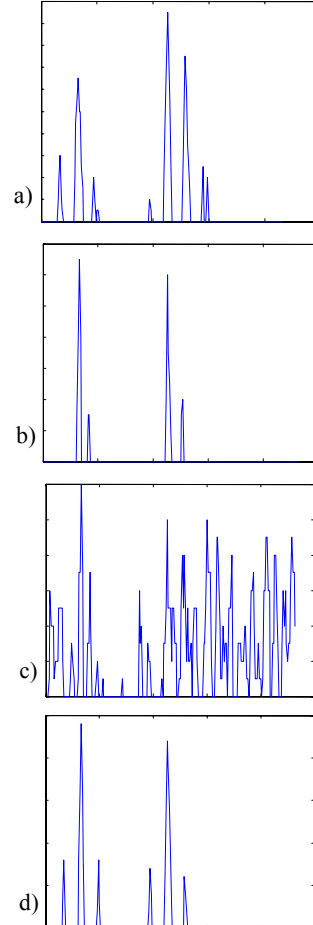
$$\psi[n] = \frac{1}{2M} \left(1 + \operatorname{sgn} \sum_{i=0}^{M-1} (\tilde{x}_{ref}[i] \cdot y[n+i] - \tilde{x}_{ref}[i] \oplus y[n+i]) \right) \times \\ \times \sum_{i=0}^{M-1} (\tilde{x}_{ref}[i] \cdot y[n+i] - \tilde{x}_{ref}[i] \oplus y[n+i]),$$

t. y. atmesta koreliacinės funkcijos neigiamas dalis. Naudojant tokią koreliacinę funkciją sumažėja skaičiavimų jos maksimumams nustatyti, o kartu ir laiko intervalų Δt_1 ir Δt_2 radimo laikas.

Tačiau didėjant atskaitų skaičiui, daugėja ir skaičiavimų, o kartu ilgėja signalo apdorojimo laikas. Tiriant atskaitų skaičiaus įtaką paaiškėjo, kad, didinant sistemos atsparumą triukšmams tikslinga vienetinio impulso atskaitų skaičių m didinti iki $m = 10$.

Toliau didinant impulso atskaitų skaičių m netikslinga, nes geresnių rezultatų galima pasiekti didinant M sekos vienetinių impulsų skaičių k . Skaičiavimų apimtis yra proporcinga siunčiamo signalo atskaitų skaičiui $M = k \cdot m$. Trečiame paveiksle pateikti rezultatai gauti naudojant M seką 10101, t. y. $k = 5$. Atlikus tyrimą nustatyta, kad naudojant tokį kodą

galima nustatyti laiko intervalus Δt_1 ir Δt_2 , kai triukšmų lygis siekia 75% atspindėjusios M sekos impulso amplitudės. Toks rezultatas gautas, kai vienetinio impulso atskaitų skaičius $m = 10$. Toliau didinant vienetinių impulsų atskaitų skaičių, sistemos atsparumas triukšmams negerėja. Tačiau pakeitus Barkerio kodą, kuriuo moduluota M seka, į 110101, sistemos atsparumas triukšmams padidėja 12%.



3 pav. Koreliacinės funkcijos, kai triukšmo lygis 50% (a, b) ir 70% (c, d) ir kai M sekos vienetinis impulsas turi 4 atskaitas (a, c) ir 8 atskaitas (b, d)

Barkerio kodai, kuriais moduluoti ultragarsinių nedestruktyvių testavimo sistemų siunčiami signalai, parodė, kad tikslinga naudoti 8–10 M sekos vienetinių impulsų atskaitų ir ne trumpesnę kaip šešių vienetinių

impulsų trukmės Barkerio kodą. Tokiais atvejais M sekos trukmė yra 48–60 atskaitų. Apskaičiuota, kad M sekos trukmei viršijus 36 atskaitas, vilnelių transformacija pagrįstas

ultragarsinės sistemos signalo apdorojimo algoritmas naudoja mažiau skaičiavimų, taigi jis yra greitesnis ir geriau tinka realaus laiko sistemoms.

LITERATŪRA

- Andrade Lima E. et. al. (1997). Image Processing Techniques to Remove Depth Bias Effects in Magnetic Source Images of Deep Cracks // Review of progress in quantitative nondestructive evaluation. New York: Plenum press, vol. 1, p. 797–803.
- Bengt M. et. al. (1989). Weighted Least Squares Pulse Shaping Filters with Application to Ultrasonic Signals // IEEE Trans. UFFC, vol. 36, p. 109–113.
- Crawford D. C. et. al. (1993). Compensation for the Signal Processing Characteristics of Ultrasound B-mode Scanners in Adaptive Speckle Reduction // Ultrasound Med. Biol. (UK), vol. 19, p. 469–485.
- Daubechies. (1992). Ten Lectures on Wavelets // CBMS-NSF Regional Conf. Series in Appl. Math., vol. 61. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA.
- Donoho D. L., Johnstone I. M. (1995). Adapting to Unknown Smoothness via Wavelet Shrinkage // Journal of American Statistical Association, 1995, p. 1200–1224.
- Donoho D. L., Johnstone I. M. (1998). Minimax Estimation via Wavelet Shrinkage // The Annals of Statistics, vol. 26, p. 879–921.
- Fomitchev M. I. et. al. (1999). Ultrasonic Pulse Shaping with Optimal Lag Filters // Int. J. Imaging Syst. Technol. (USA), vol. 10, p. 397–403.
- Izquierdo M. A. G. et. al. (1999). Multipattern Adaptive Inverse Filter for Real Time Deconvolution of Ultrasonic Signals in Scattering Media // Sensors and Actuators, vol. 76, p. 26–31.
- Jianzhong C. et. al. (1998). Noise Analysis of Digital Ultrasonic System and Elimination of Pulse Noise // Int. J. Pressure Vessels Piping, vol. 75, p. 887–890.
- Lim J. S. et al. (1988). Advanced Topics in Signal Processing. Tokyo: Prentice Hall, p. 1–55.
- Mallat S. (1998). A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The wavelet representation // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 11, p. 674–693.
- Neumann M. H. and von Sachs R. (1995). Wavelet Thresholding: Beyond the Gaussian I.I.D. Situation // Antoniadis A. and Openheim G. Wavelets and Statistics. New York: Springer-Verlag, p. 302–329.
- Sallard J. et. al. (1998). Use of a Priori Information for the Deconvolution of Ultrasonic Signals // Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation, p. 735–742.
- Sinclair A. (1989). An analysis of Ultrasonic Frequency Response for Flaw Detection: a Technique Review // Materials Evaluation, vol. 43, p. 870–883.
- Venkantraman S. et. al. (1996). Combining Pulse Compression and Adaptive Drive Signal Design to Inverse Filter the Transducer System Response and Improve Resolution in Medical Ultrasound // Med. Biomed. Eng & Comp., p. 318–320.

THE OPTIMAL M-SEQUENCES IN ULTRASONIC NONDESTRUCTIVE TESTING SYSTEMS

Egidijus Kazanavičius, Antanas Mikuckas, Irena Mikuckienė, Algimantas Venčkauskas

S u m m a r y

The main problem in ultrasonic nondestructive testing systems is to cancel out effects of the noise from the surroundings. Some measures have to be taken so that the original signal is not prone to mixing with environmental noise at any working condition. Some of these measures are not sufficiently effective, that is why some of these measures are combined in the same system and the amount of calculations (and the same signal processing time) considerably increases. Several (usually the Barker code), modulated by ultrasonic wave are used as the tran-

smitting signal and receiver receives signals reflected from the target. The efficiency of such systems depends on the length of M-sequence. The optimal length of M-sequences is defined. The wavelets transform based signal processing method for ultrasonic nondestructive testing systems is suggested. These methods have statistical optimality properties. It is shown that in the case when the length of M-sequence is optimal the wavelets transform based noise reduction methods require fewer amounts of calculations than classical methods are less.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Informacinių sistemų integravimas elektroninių paslaugų sferoje

Mindaugas Kiauleikis

Kauno technologijos universitetas
Kaunas University of Technology
Studentų g. 50–214a, LT–3031 Kaunas
Tel./faks. (37) 30 03 91
El. paštas: mindaugas@oksl.ktu.lt

Valentinas Kiauleikis

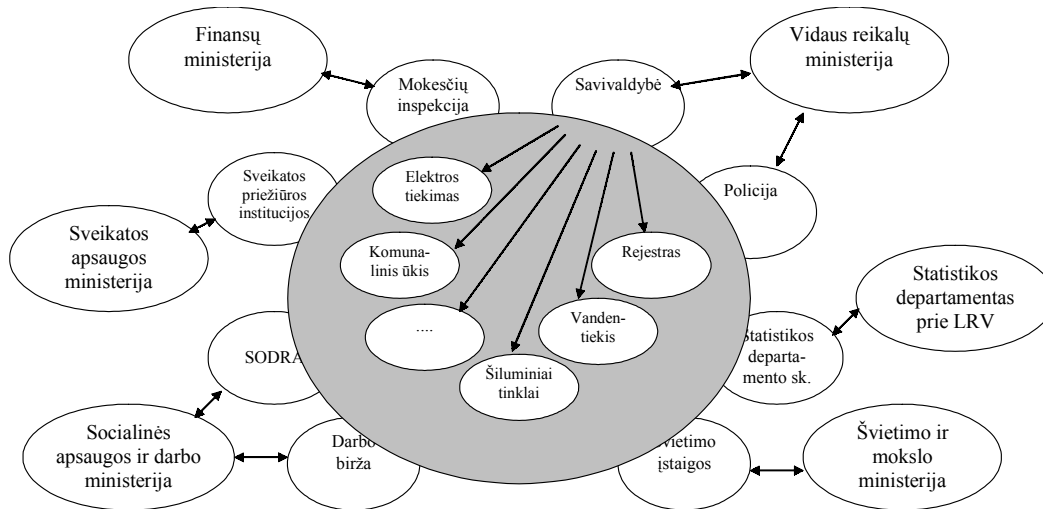
Kauno technologijos universiteto docentas,
daktaras
Kaunas University of Technology
Assoc. Prof., PhD
Studentų g. 50–215, LT–3031 Kaunas
Tel. (37) 30 03 59, faks. (37) 30 03 91
El. paštas: valentinas.kiauleikis@oksl.ktu.lt

Atlikti tyrimai Lietuvos savivaldybėse ir kitose organizacijose parodė, kad jų informacinės sistemos yra sukurtos skirtingomis technologijomis ir sunkiai tarpusavyje derinamos. Norint sukurti elektroninių paslaugų sistemą, reikia sutvarkyti informacinių sistemų ūkį. Pasaulyje ši problema sprendžiama integruojant programas duomenų bazių, programų sąsajų, metodų ir vartotojo sąsajų lygmenyse. Straipsnyje aptariama savivaldybėse susidariusi situacija, nagrinėjami integracijos modeliai ir siūlomi technologiniai sprendimai, priimtini šiuo etapu. Savivaldybės elektroninių paslaugų sistemai realizuoti pasiūlytas integravimo „taškas į tašką“ metodas, o informacijos mainams tarp valstybinių institucijų – tarpininkavimo metodas, kurį galima realizuoti paketu IBM MQSeries.

Informacinės visuomenės plėtra – tai daugiaaspektė problema, apimanti visuomenės švietimą, informacinių technologijų diegimą organizacijose, komunikavimo priemonių tobulinimą ir kita. Viena iš skaudžiausių dabartinių problemų yra elektroninių (e.) paslaugų teikimo sistemos kūrimas. Reikalingos žinios, pažymos iš įstaigų ir darbuotojų, kitokie informaciniai pranešimai vis dar mieliau atiduodami tiesiogiai į rankas, užuot tai atlikus moderniomis priemonėmis, taupant pareiškėjų ir organizacijų darbuotojų laiką. Techninės sąlygos tam yra. Praktiškai visos organizacijos turi kompiuterius, programas, kaupia duomenis savo archyvuose. Elektroninių paslaugų sistemos kūrimas yra valstybinės reikšmės uždavinys, kuris atsispindi tam tikruose sprendimuose ir potvarkiuose. Tačiau e. paslaugų daugėja ne taip greitai, kaip to reikalauja gyvenimo tempai. Šio straipsnio autoriai Lietuvos savivaldybėse ir organizacijose rinko medžiagą apie informacinių technologijų diegimo būklę. Pažymėtina, kad autoriai neturėjo tikslo surinkti statistinę medžiagą, todėl

ji čia nepateikiama. Esama situacija pavaizduota 1 paveiksle. Savivaldybėje veikia visų ministerijų padaliniai, aptarnaujantys piliečius ir organizacijas. Kita dalis aptarnaujančių įstaigų ir įmonių yra savivaldybės kompetencijoje. Šių padalinių ir savivaldybės įmonių tyrimai parodė, kad:

- praktiškai visi ministerijų padaliniai ir savivaldybės kontroliuojamos organizacijos turi kompiuterių techniką, programinę įrangą, duomenų bazes, kuriose sukaupti duomenų archyvai;
- funkcionuoja duomenų siuntimo tinklas;
- kompiuterių ir programinė įranga yra įvairi, išsigyta be centralizuoto koordinavimo, todėl savivaldybės organizacijų naudojamos duomenų apdorojimo technologijos yra skirtingos ir tarpusavyje nesuderintos;
- savivaldybės organizacijų kompiuterių ūkiai plėtojami autonomiškai, ryšio tarp jų duomenų bazių ir taikomųjų programų nėra.



1 pav. Valstybinių institucijų padaliniai, veikiantys savivaldybės teritorijoje

Verslo įmonių tyrimai parodė, kad informacinių technologijų aspektu jas galima suskirstyti į tris kategorijas:

1. Įmonės, turinčios sutvarkytas informacines sistemas (IS), parengtas komunikuoti su kitomis organizacijomis arba piliečiais per organizacijos tinklalapį arba portalą.

2. Įmonės, kurios turi kompiuterizuoto duomenų apdorojimo tradicijas ir pakankamai išplėtotą kompiuterių ūkį, tačiau jame vyrauja technologinis chaosas (Manby, 2002). Dėl šios priežasties įmonių IS nėra parengtos komunikuoti su kitomis organizacijomis, kol nebus atlikta vidinė jų technologijų integracija.

3. Įmonės, kurios nepasiekė kompiuterizuoto duomenų apdorojimo lygio. Nors jos ir turi vieno-kią ar kitokią kompiuterinę ir programinę įrangą, ji naudojama neracionaliai tik mechaninei apskaitai atlikti ir kai kurioms ataskaitoms parengti.

Apibendrinant organizacijų kompiuterinių sistemų lygio tyrimus galima teigti, kad:

- sudėtingos internetinės paslaugos, kurioms reikia informacijos iš kelių ministerijų padalinių ir verslo įmonių duomenų bazių, šiuo metu techniškai neįmanomos;
- dauguma organizacijų tik rengiasi teikti e. paslaugas. Sudėtingai e. paslaugų sistemos sukurti reikalingi IS integracijos teoriniai tyrimai ir modeliai, parodantys,

kaip atlikti šį procesą mažiausiomis laiko ir lėšų sąnaudomis.

Straipsnio tikslas – apžvelgti integracijos problemos traktavimą literatūroje ir pateikti priimtinus informacinės aplinkos integravimo sprendimus, siekiant sukurti savivaldybės e. paslaugų sistemą.

Informacinių sistemų integracija

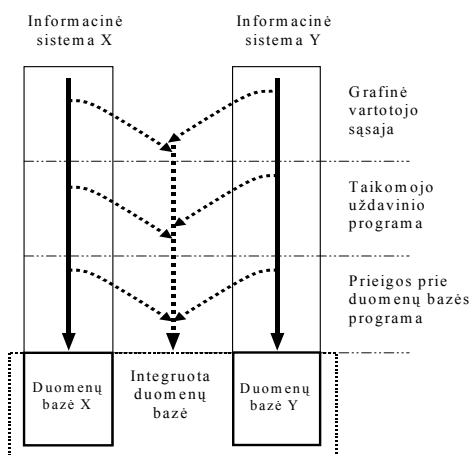
Organizacijų kompiuterinių sistemų integracija apibrėžiama kaip naudojimosi informacijos išteklių, sukauptais sujungtose sistemose, neribotų galimybių įgyvendinimas (Linthicum, 2000). Literatūros šaltiniuose (Schmidt, 2000; Lubinsky, 2001; Linthicum, 1999; Lewis, 2000) nagrinėjami įvairūs integravimo metodai, pradedant tarpininkavimu (*middleware*), baigiant integravimu paketais „SAP“, „PeopleSoft“ ir kitais. Pagrindiniai sistemų integravimo metodai galimi duomenų, programų sąsajų, metodų ir vartotojo sąsajų lygmenyse. Nagrinėjant šiuos metodus matyti, kad jie remiasi šiuolaikinių IS architektūros ypatumais. Internetinių technologijų diegimas lėmė trisluoksnės architektūros atsiradimą. Tai duomenų serverių, taikomųjų uždavinių serverių ir klientų lygmenys. Galima išžvelgti, kad jie yra adekvatūs integravimo duomenų, programų bei vartotojo sąsajų lyg-

menyse technologijoms. Ketvirtasis – integravimas metodų lygmenyje atsirado pradėjus naudoti objektinio programavimo technologijas.

Elektroninių paslaugų sistemai sukurti reikia integruoti organizacijų duomenų bazes arba organizuoti kitokią centralizuotą prieigą prie reikiamų duomenų bazių. Tai gali būti realizuota vienu iš integravimo arba tarpininkavimo metodų. Apibendrinant literatūroje nagrinėjamus integravimo metodus galima daryti tokias išvadas:

1. IS darbą galima aprašyti kaip tris pirmiau minėtus architektūrinius sistemos lygmenis jungiantį procesą. Šio proceso tikslas – vartotojui reikalingos informacijos gavimas iš duomenų bazės, šios duomenų bazės atnaujinimas ir palaikymas.

2. IS integravimas yra šių procesų integravimas. Procesai gali būti integruojami ne tik literatūroje pateiktuose IS architektūriniuose lygmenyse, o bet kuriuose procesų taškuose priklausomai nuo konkretaus atvejo. Antras paveikslas iliustruoja dviejų IS procesų integravimo schemą. Ištisine linija parodyti IS procesai ir jų duomenų bazės, o punktyrine linija – integruojantis procesas ir integruota duomenų bazė. IS procesai gali susilieti bet kuriame taške į integruojantį procesą, kuris baigiasi integruota duomenų baze. Iki susiliejimo taško IS procesai vyksta autonomiškai, tai reiškia, kad vartotojai, jeigu vartotojo sąsaja neintegruota, dirba kiekvienas su savo sąsaja, tačiau duomenų bazės ir (arba) taikomieji uždaviniai po susiliejimo



2 pav. Informacinių sistemų procesų integravimas

mo tampa bendru vartotojo ištekliumi.

3. Atsakyti į klausimą, kuriame procesų taške kurios IS turi būti „sulietos“, gali tik modeliavimo procedūra ir tik konkrečioms programoms. Tam turi būti atlikta IS ir procesų reinžinerija, kol bus sukurta metaduomenų sistema ir apibendrintas verslo modelis. Tokio pobūdžio darbai esti brangūs ir gali būti atlikti tik būtiniais atvejais. Regiono informacinei infrastruktūrai kurti reikalingi mažiau sudėtingi technologiniai sprendimai, kurie pasiūlyti toliau.

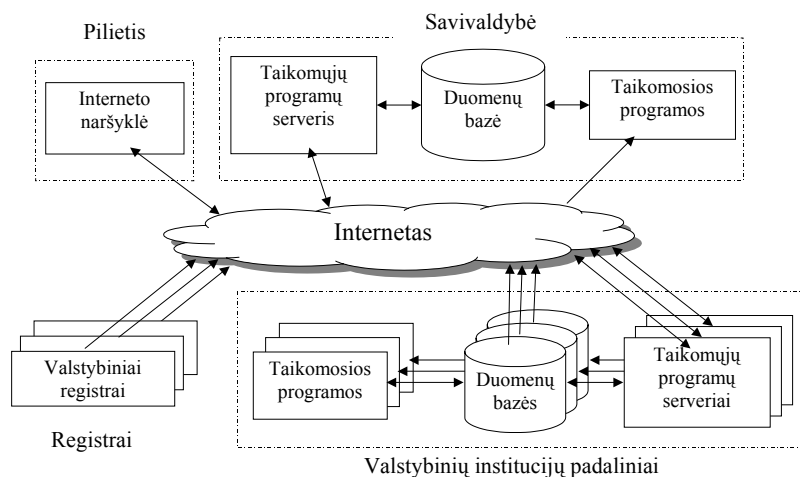
Technologiniai integravimo modeliai

Išanalizavę praktines problemas, jų sprendimų metodikas ir technologijas, siūlome technologinį modelį, mūsų nuomone, leidžiantį sukurti e. paslaugų sistemą priimtinomis šiuo etapu darbo, laiko ir lėšų sąnaudomis. Technologinį modelį sudaro dvi dalys: 1) savivaldybės e. paslaugų teikimo modelis ir 2) pranešimų mainų tarp savivaldybių ir kitų valstybinių institucijų modelis.

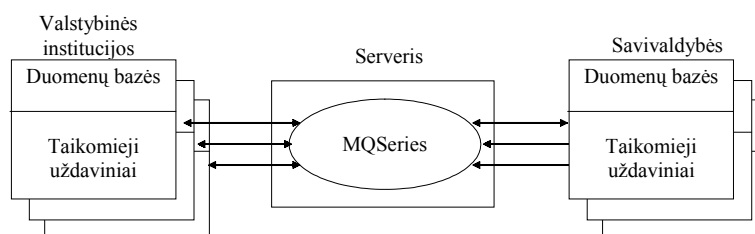
1. Savivaldybėse organizacijų duomenų bazių integravimui siūlome taikyti tarpininkavimo „taškas į tašką“ metodą: duomenų bazės, iš kurių imami paslaugos duomenys, turi turėti specialiai tam sukurtas sąsajas. Sąsajos galėtų būti realizuotos naudojant tokius šiuolaikinius duomenų prieigos standartus kaip XML, JDBC, ODBC, ADO/OLE (Goodson, 2000). Šio modelio įgyvendinimo schema parodyta 3 paveiksle. Modelis leidžia teisę turinčiam vartotojui gauti iš duomenų bazių, įskaitant valstybinius registrus, reikalingus jam duomenis per interneto naršyklę. Modelio realizacijai galima pasitelkti programų autorius, kurie palaiko šias sistemas.

2. Pranešimų mainams tarp savivaldybių ir kitų valstybinių institucijų siūlome naudoti tarpininkavimo paketus, kurie savo funkcionalumu atitinka uždavinio reikalavimus. Ketvirtame paveiksle parodyta modelio techninė realizacija programiniu paketu „IBM MQSeries“, kuri leistų organizacijoms, šio paketo klientėms, keistis įvairiais pranešimais IS lygmenyje.

Kad būtų galima techniškai realizuoti šiuos modelius, reikia sutvarkyti organizacijų IS, t. y. parengti jas teikti reikiamą informaciją ir keistis pranešimais su kitų organizacijų IS.



3 pav. „Taškas į tašką“ integravimo modelio struktūrinė išraiška



4 pav. Pranešimų mainų tarp savivaldybių ir kitų valstybinių institucijų technologinio modelio struktūrinė išraiška

Išvados

Daugiau negu dešimtmetį Lietuvoje kuriamose ir eksploatuojamose organizacijų IS susidarė technologinis chaosas. Siekiant sukurti elektroninių paslaugų gyventojams ir organizacijoms sistemą, reikia integruoti IS, o tai neįmanoma nesutvarkius šių sistemų. Priežastys, dėl kurių šis darbas nepakankamas, yra tokios:

Organizacinės. Tai organizacijų nesugebėjimas arba nenoras tikslingai diegti informacines technologijas. Nors techniniai sprendimai būtų pakankami, organizaciniai sprendimai sunkiai priimami ir lėtai vykdomi dėl biurokratinių užtvarų, išprusimo stokos,

etatų mažinimo baimės, psichologinio barjero ir t. t.

Technologinės. Organizacijos, turinčios su tvarkytas pagal savo poreikius IS, nerengia jų darbui integruotoje informacinių paslaugų teikimo sistemoje, kuri ateityje neišvengiamai turės būti sukurta.

Techninės. Tai techninio atsilikimo padariniai. Deja, esama tokių organizacijų (ir valstybiniame, ir privačiame sektoriuose), kuriose kompiuterių technika pasenusi, programinė įranga primityvi, duomenų bazės, archyvai nekaupiami.

Pasiūlyti technologiniai modeliai leidžia sukurti e. paslaugų sistemą priimtinais šiuo etapu darbo, laiko ir lėšų sąnaudomis.

LITERATŪRA

- Goodson J. (2000). Using XML With Existing Data Access Standarts // EAI Journal, vol. 2, no. 3, p. 44–46.
- Lewis R. (2000). The Achilles Heel of e-Commerce // EAI Journal, vol. 2, no. 2, p. 40–53.
- Linthicum D. S. (1999). The Design Patterns for EAI // EAI Journal, vol. 1, no. 3, p. 26–32.
- Linthicum D. S. (2000). Enterprise Application Integration. Addison-Wesley.
- Lublinsky B. (2001). Achieving the Ultimate EAI Implementation // EAI Journal, vol. 3, no. 2, p. 26–31.
- Manby A. (2002). Data Integration in the Web Services World // EAI Journal, vol. 4, no. 11, p. 38–41.
- Schmidt J. (2000). Enabling Next-Generation Enterprises // EAI Journal, vol. 2, no. 7, p. 74–80.

INFORMATION SYSTEMS INTEGRATION IN E-SERVICE SYSTEM

Mindaugas Kiauleikis, Valentinas Kiauleikis

S u m m a r y

Research in Lithuanian municipalities and other organizations have shown, that their applications are created using different technology and are not always compatible. It is required to set up information systems in region in order to create e-service system. Usually this problem is solved by integrating information systems in database, program interface, met-

hod and user interface levels. Situation in municipalities is shown, integration models are analyzed and technological solutions acceptable in this stage are proposed in this paper. „Point-to-point“ integration method for e-service system implementation in municipality and middleware method for information interchange between state institutions are presented.

Įteikta 2003 m. birželio 20 d.

Lokalizuotosios paslaugos ir geografinės informacijos sistemos

Nerutė Kligienė

Matematikos ir informatikos instituto, vyr.
mokslo darbuotoja, daktarė
Institute of Mathematics and Informatics,
Researcher, PhD
A.Goštauto G. 12–212, LT–2600 Vilnius
Tel. (370–5) 266 03 86
El. paštas: nerute@ktl.mii.lt

Viktoras Paliulionis

Matematikos ir informatikos instituto, mokslo
darbuotojas, daktaras
Institute of Mathematics and Informatics,
researcher, PhD
A.Goštauto 12–412, LT–2600 Vilnius
Tel. (370–5) 266 03 82
El. paštas: vikpal@ktl.mii.lt

Straipsnyje apžvelgiamos lokalizuotųjų paslaugų sistemos, integruojančios geografinės informacijos sistemas (GIS), interneto, mobiliąsias ir vietos nustatymo technologijas. Pateikiama lokalizuotųjų paslaugų klasifikacija, išnagrinėtos vietos nustatymo technologijos, jų pasirinkimo ir naudojimo problemos. Išnagrinėti GIS technologijos ir erdvinių duomenų bazių naudojimo lokalizuotųjų paslaugų sistemose ypatumai, išskirtos pagrindinės GIS funkcijos, reikalingos šioms sistemoms realizuoti. Aprašytas prototipas sistemos, skirtos teikti lokalizuotą informaciją apie Europos kultūros paveldą internetu ir mobiliaisiais įrenginiais.*

Šiuo metu sparčiai tobulėja mobiliosios technologijos, taip pat technologijos, leidžiančios nustatyti mobiliojo objekto vietą. Tai sudaro prielaidas atsirasti *lokalizuotosioms paslaugoms* (angl. *Location-Based Services, LBS*), t. y. paslaugoms, kurios naudoja informaciją apie mobiliojo objekto arba vartotojo buvimo vietą. Šios paslaugos gali būti prieinamos per mobiliąjį internetą, WAP, SMS, MMS, naudojant mobiliuosius telefonus, delninius kompiuterius ir kitus mobiliuosius įrenginius. Lokalizuočių paslaugų naudojimo sričių yra nemažai. Jos apima pagalbos tarnybų paslaugas, mobiliąją komerciją, mobiliąsias naujienas, transporto priemonių stebėjimą, miestų gidus, turizmo informaciją, pramogas ir kt. Lokalizuočių paslaugų sistemos integruoja geografinės informacijos sistemų, interneto, mobiliojo ryšio ir vietos nustatymo technologijas.

Šio straipsnio tikslas – išnagrinėti technologijas, susietas su lokalizuotųjų paslaugų sistemomis, ir tokių sistemų realizavimo ypatumus. Straipsnyje aptariami lokalizuotųjų paslaugų tipai, vietos nustatymo technologijos, GIS technologijų naudojimo lokalizuotųjų paslaugų sistemose ypatumai. Aprašomas lokalizuotųjų paslaugų sistemos prototipas, kuriamas pagal Europos Sąjungos remiamą CHIMER projektą, kurio tikslas – sukurti Europos kultūros paveldo archyvą, prieinamą per internetą ir mobiliuosius terminalus.

Lokalizuočių paslaugų tipai

Lokalizuotosios paslaugos klasifikuojamos skirtingais būdais. Pagal paskirtį šias paslaugas galima suskirstyti į tokias kategorijas:

* Darbas atliktas Matematikos ir informatikos institute pagal planinę temą „Ontologijomis grindžiamų komponentinių programų, informacinių ir verslo sistemų inžinerijos problemos“.

- lokalizuotosios informacinės paslaugos,
- pagalbos tarnybų paslaugos,
- objektų sekimo paslaugos,
- navigacinės paslaugos,
- lokalizuotieji tarifai.

Lokalizuotosios informacinės paslaugos yra skirtos pateikti vartotojui informaciją apie netoli nuo jo buvimo vietos esančius objektus. Vartotojo buvimo vieta nustatoma automatiškai ir jam pateikiama reikiama informacija. Pavyzdžiui, vartotojas gali gauti tos vietos žemėlapi su pažymėta savo padėtimi, susirasti ir užsisaityti artimiausią viešbutį, gauti visų gatvėje, kurioje jis stovi, esančių kultūros objektų sąrašą, sužinoti eismo sąlygas savo kelyje ir pan.

Lokalizuotosios pagalbos tarnybų paslaugos pagreitina pagalbos teikimą. Ekstremalioje situacijoje žmogus ne visada gali tiksliai pasakyti, kur jis yra. JAV federalinė ryšių komisija reikalauja iš mobiliojo ryšio operatorių, kad jie teiktų informaciją gelbėjimo tarnyboms apie skambinančiojo telefonu „911“ buvimo vietą. Taigi gelbėjimo tarnybos, žinodamos skambinančiojo geografinės koordinatas, gali atvykti į reikiamą vietą. Galutinai ši sistema JAV turi būti įdiegta iki 2005 m. pabaigos.

Objektų sekimo paslaugos leidžia stebėti žmonių (vaikų, draugų), gyvūnų, transporto priemonių, krovinių ir kitų objektų judėjimą. Pavyzdžiui, šio tipo paslaugos leidžia atsakyti į tokius klausimus: Kur yra mano vaikas? Kur yra mano draugas? Kur yra mano kroviny? Kur yra mano automobilis? Kur yra artimiausias nuo įvykio vietos pagalbos automobilis? Sekimo paslaugų grupei priskiriamos ir telemetrijos paslaugos, t. y. įvairių objekto parametrų stebėjimas (greičio, judėjimo krypties ir pan.).

Navigacinės paslaugos susijusios su maršrutų planavimu. Jos skirtos padėti mobiliam vartotojui patekti į reikiamą vietą. Pavyzdžiai: Kaip nuvykti iš taško A į tašką B? Koku keliu greičiausiai galima apvažiuoti šią automobilių spūstį? Kada reikia išvykti, kad suspėtų į traukinį?

Lokalizuotieji tarifai yra apmokestinimo už tam tikras paslaugas diferencijavimas priklausomai nuo kliento buvimo vietos. Kai kurie mobiliojo ryšio tiekėjai leidžia savo klientams pasirinkti palankesnio tarifo teritoriją, iš kurios

skambinant bus taikomi itin patrauklūs tarifai (pavyzdžiui, „Namų zona“, „Verslo zona“). Šio tipo paslaugos yra prieinamos ir Lietuvoje.

Pagal paslaugų teikimo modelį lokalizuotąsias paslaugas galima klasifikuoti į *teikiamas pagal užklausą* (pull) ir *teikiamas pagal įvykius* (push) paslaugas (Koeppel, 2000). Pirmuoju atveju vartotojas gauna informaciją arba jam suteikiama paslauga tik tuomet, kai jis pats to užklausia (pavyzdžiui, artimiausio bankomato paieška, taksi užsakymas ir pan.). Antruoju atveju informacija automatiškai siunčiama vartotojui, jam patekus į tam tikrą zoną (pavyzdžiui, mobilioji reklama), kitam objektui patekus į apibrėžtą zoną (pavyzdžiui, vaikas atvyko į mokyklą) arba iš jos išvykus (pavyzdžiui, įvykus automobilio vagystei), pasikeitus eismo sąlygoms kelyje ir pan.

Detalią lokalizuotųjų paslaugų klasifikavimo schemą sudarė H. Niedzwiedekas (Niedzwiedek, 2000). Šios paslaugos nagrinėjamos dviem aspektais: pagal tai, kokiam rinkos segmentui (privatus vartotojas, verslas, viešasis sektorius) jos skirtos, ir pagal naudojamos lokalizuotos informacijos tipą (pavyzdžiui, vietovės, įvykiai, maršrutai, katalogai, transakcijos ir kt.).

Pagal teikimo teritoriją paslauga gali būti skirta veikti mieste, valstybėje, Europoje arba visame pasaulyje. Yra lokalizuotųjų paslaugų sistemų, kurios veikia tik pastate ir aplink jį. Pavyzdžiui, sistema gali žinoti tarnautojo buvimo vietą biure ir panaudoti šią informaciją siunčiant arba blokuojant jam skirtus pranešimus ir priminimus (pavyzdžiui, jeigu tarnautojas yra pasitarimų kambaryje). Sistema realizuojama naudojant delninius kompiuterius ir „bluetooth“ tinklą, o buvimo vieta nustatoma pagal prisijungimo prie tinklo tašką.

Dažnai lokalizuotųjų paslaugų sistema derina kelis paslaugų tipus. Pavyzdžiui, pirmiausia nustatoma draugo buvimo vieta, o paskui – maršrutas iki susitikimo vietos.

Vietos nustatymo technologijos

Pagrindiniai mobiliojo telefono vietos nustatymo būdai yra du: naudojant GPS arba mobiliojo ryšio tinklo infrastruktūrą (Lacy ir kt., 2001).

GPS (*Global Positioning System*) – tai visuotinė padėties nustatymo sistema, sudaryta iš 24 palydovų, besisukančių orbitose aplink Žemę. GPS palydovai nuolat siunčia sinchronizuotus skaitmeninius radijo signalus. Šiuos signalus priima specialus įrenginys – GPS imtuvas, kuris pagal signalų gavimo laiko skirtumus trianguliacijos būdu apskaičiuoja savo geografines koordinatas. Vietos nustatymo tikslumas – iki 10 m atviroje vietovėje. Tačiau įprasto GPS imtuvo įmontavimas į mobiliojo telefono aparatą turi keletą trūkumų. Padidėja mobiliojo telefono dydis ir kaina, sumažėja elemento tinkamumo laikas. Be to, GPS neveikia, kai nėra tiesioginio bent trijų palydovų matomumo (pavyzdžiui, patalpose, tarp pastatų ir pan.).

A–GPS (*Assisted GPS*) – tai hibridinė technologija, kuri naudoja GPS palydovų duomenis ir papildomą informaciją iš tinklo. Tai leidžia padidinti vietos nustatymo tikslumą net esant blogoms palydovų matomumo sąlygoms. Kadangi pagrindiniai skaičiavimai atliekami tinkle, dėl to sumažėja GPS dalis telefone, o kartu ir pats telefonas. Kad būtų galima naudoti šią technologiją, reikia modifikuoti tiek telefono aparatą, tiek bazinių stočių įrangą.

Pagrindinės technologijos, naudojančios tinklo infrastruktūrą, yra šios:

- Artimiausios bazinės stoties metodas (*Cell-ID*);
- Radijo signalo atėjimo laiko metodas (*Time of Arrival – TOA*);
- Signalo atėjimo kampo metodas (*Angle of Arrival – AOA*);
- Laikų skirtumo metodas (*Uplink Time Difference of Arrival – U-TDOA*);
- Pagerintas laikų skirtumo metodas (*Enhanced Observed Time Difference – E-OTD*);
- Radijo atspaudų technologija (*Location Fingerprinting*).

Cell-ID metodas yra paprasčiausias. Šiuo metodu mobiliojo telefono vieta nustatoma pagal artimiausią bazinę stotį. Metodo tikslumas yra nuo kelių šimtų metrų iki keliasdešimties kilometrų priklausomai nuo bazinių stočių tankio. Šio metodo pranašumas tas, kad nereikia modifikuoti nei mobiliojo telefono, nei bazinių stočių. Trūkumas – mažas tikslumas.

AOA metodu nustatomas mobiliojo telefono signalų atėjimo kampas dviejose bazinėse stotyse. Šių pelengų susikirtimo taškas viena-reikšmiškai apibrėžia mobiliojo telefono vietą. Šiam metodui realizuoti visose bazinėse stotyse reikia įrengti labai tikslus pelengatorius. AOA metodas blogai tinka urbanizuotoms vietovėms, kadangi atspindžiai nuo pastatų iškraipo signalus.

Norint naudoti TOA technologiją, reikia tiksliai žinoti signalo iš mobiliojo įrenginio perdavimo momentą ir jo priėmimo laiką. Tuomet galima apskaičiuoti atstumą nuo telefono iki bazinės stoties. Žinant atstumus iki trijų bazinių stočių, trianguliacijos būdu galima nustatyti mobiliojo įrenginio vietą. Tačiau šiam metodui reikia labai tiksliai sinchronizuoti visos sistemos elementus, o tai praktiškai sunkiai įgyvendinama.

E–OTD technologija veikia tuo pačiu principu kaip ir GPS, išskyrus tai, kad signalai siunčiami ne iš palydovų, o iš bazinių stočių. Šiuo atveju reikalingi specialūs mobilieji telefonai, kurie pagal šiuos signalus nustatytų savo buvimo vietą. Metodo tikslumas – nuo 50 iki 125 metrų.

Naudojant U–TDOA metodą, priešingai E–OTD metodui, signalo šaltinis yra mobilusis įrenginys. Speciali bazinių stočių įranga priima signalus ir apskaičiuoja mobiliojo įrenginio vietą. Ši technologija tinka dabartiniams telefono aparatams. Vietos nustatymo šiuo metodu tikslumas – 50–80 metrų. Pastatų viduje tikslumas nesumažėja. U–TDOA technologija dar nėra standartizuota GSM tinklams.

Kompanija „*U.S. Wireless Corp.*“ sukūrė vadinamąją radijo atspaudų technologiją (angl. *Location Fingerprinting*), grindžiamą radijo signalo parametrų analize (Koshima, Hoshen, 2000). Radijo signalas iš telefono į bazinę stotį patenka skirtingais keliais ir iškraipytas dėl atspindžių nuo įvairių kliūčių, todėl iš skirtingų taškų atėjusių radijo signalų charakteristikos skiriasi. Išmatavus priimto radijo signalo parametrus ir juos išanalizavus, nustatomas unikalus kiekvieno vietovės taško signalo šablonas. Kiekvienoje bazinėje stotyje yra kaupiami radijo signalų šablonai, gauti 50 metrų intervalais. Mobiliojo įrenginio vieta nustatoma sutapatinant gauto radijo signalo charakteristikas su duomenų bazėje saugomais šablonais.

Šio metodo pranašumas tas, kad padėčiai apskaičiuoti reikalinga tik viena bazinė stotis. Tačiau tam, kad realizuotume šį metodą, pirmiausia reikia sukaupti atspaudų duomenų bazę.

Vietos nustatymo technologijos pasirinkimą lemia reikiamas tikslumas, kaina, prieinamumas. Šiuo metu visuotinai prieinama yra tik GPS grindžiama vietos nustatymo technologija. Kadangi dar nėra visuotinai priimtose vietos nustatymo technologijos, mobiliojo ryšio operatoriai neskuba investuoti į papildomą tinklo bazinių stočių įrangą. Kita galimybė – steigti privačių vietos nustatymo tinklą, tačiau tam reikia didelių investicijų. Pažymėtina, kad mobiliojo įrenginio vietos nustatymo paslauga yra numatyta trečiosios kartos mobiliojo ryšio tinklų standartuose. Tačiau galimybė nustatyti žmogaus, turinčio mobilųjį telefoną, buvimo vietą neabejotinai iškels privatumo apsaugos problemą (Dao, Rizos, Wang, 2002).

GIS naudojimo ypatumai

GIS – tai vienas iš pagrindinių įrankių, leidžiančių realizuoti specializuotas lokalizuotųjų paslaugų sistemas. GIS paskirtis – tvarkyti erdvinį duomenų bazę, atlikti duomenų paiešką ir analizę, pateikti užklausų rezultatus žemėlapių forma. GIS komponentas, naudojamas lokalizuotųjų paslaugų sistemoje, turi keletą ypatumų, skiriančių jį nuo įprastų GIS. Pirma, jis turi gebėti filtruoti duomenis arba atlikti tam tikrus veiksmus priklausomai nuo vartotojo buvimo vietos. Antra, GIS turi veikti mobiliojo interneto aplinkoje ir pateikti informaciją skirtingais formatais priklausomai nuo mobiliojo įrenginio tipo. Trečia, GIS komponentas neprivalo turėti visų tipinėse GIS naudojamų funkcijų. Pakenka, kad pasižymėtų šiomis galimybėmis:

- geokodavimo,
- atvirkštinio geokodavimo,
- artimiausių objektų paieškos,
- maršrutų planavimo,
- kartografinio vizualizavimo.

Geokodavimas – tai koordinatų nustatymas pagal adresą. Adresas gali būti nurodytas įvairiais būdais: pagal gatvę ir namo numerį, pagal gatvių susikirtimą, pagal pastato pavadinimą,

pagal vietovardį ir pan. (pavyzdžiui, Sodų 22, Vilnius → E25°16'54", N54°14'15").

Atvirkštinis geokodavimas – tai adreso, objekto arba vietovės pavadinimo nustatymas pagal koordinatas. Paprastai šios funkcijos rezultatas yra objektų, atitinkančių nurodytas koordinatas, sąrašas (pavyzdžiui, E25°16'54", N54°14'15" → Sodų 22, Vilnius; Vilniaus autobusų stotis; Vilniaus miestas; Lietuva). Ši funkcija naudojama vartotojo buvimo vietos kontekstui nustatyti.

Artimiausių objektų paieškos paslauga suteikia informaciją apie dominančius objektus (pvz., viešbučius, degalines ir pan., taip pat žmones, įvykius, vietoves), kurie yra netoli vartotojo buvimo vietos. Du objektai laikomi artimais, jeigu atstumas tarp jų neviršija vartotojo nustatyto dydžio. Atstumas skaičiuojamas tiesia linija arba keliu. Užklausoje gali būti pateiktos papildomos sąlygos. Užklausoje pavyzdys: „Rasti trijų žvaigždžių viešbučius vieno kilometro atstumu nuo mano buvimo vietos“.

Maršrutų planavimo funkcijos skirtos generuoti optimalų maršrutą tarp dviejų arba daugiau taškų. Sugeneruotas maršrutas pavaizduojamas žemėlapyje, taip pat pateikiamos judėjimo instrukcijos „nuo posūkio iki posūkio“. Šios instrukcijos gali būti pateiktos tekstu arba balsu. Maršruto planavimo kriterijus gali būti trumpiausias kelias, greičiausias kelias, atsižvelgiant į dinamines eismo sąlygas ir pan. Maršrutas gali būti skirtas eiti pėsčiam, važiuoti automobiliu, autobusu, sunkvežimiu ir pan.

Kartografinio vizualizavimo paslauga skirta iš skirtingo formato žemėlapių duomenų (vektorinių arba rastrinių) dinamiškai generuoti žemėlapius, kuriuos galima pateikti įvairiais įrenginiais, kurių vaizduoklio charakteristikos skirtingos.

Lokalizuočių paslaugų sistemos pasižymi dideliais vartotojo interfeiso reikalavimais. Pavyzdžiui, automobilių kompiuteriuose vairuotojo ir sistemos dialogas galėtų vykti balsu. Pateikiami žemėlapiai turi būti interaktyvūs, lengvai valdomi (didinami, mažinami, perstumiami).

Labai svarbus lokalizuotųjų paslaugų sistemos komponentas yra erdvinio duomenų bazė. Duomenis šioje bazėje galima suskirstyti į dvi kategorijas: tai geografiniai duomenys (bazines

skaitmeninis žemėlapis) ir specializuota lokalizuotoji informacija, susieta su tam tikra padėtimi arba teritorija (pavyzdžiui, įvykiai, maršrutai, įmonių katalogai, vaizdinė ir balsinė informacija apie vietovę). Šie duomenys skiriasi savo prigimtimi ir dažnai gaunami iš skirtingų šaltinių.

CHIMER projektas

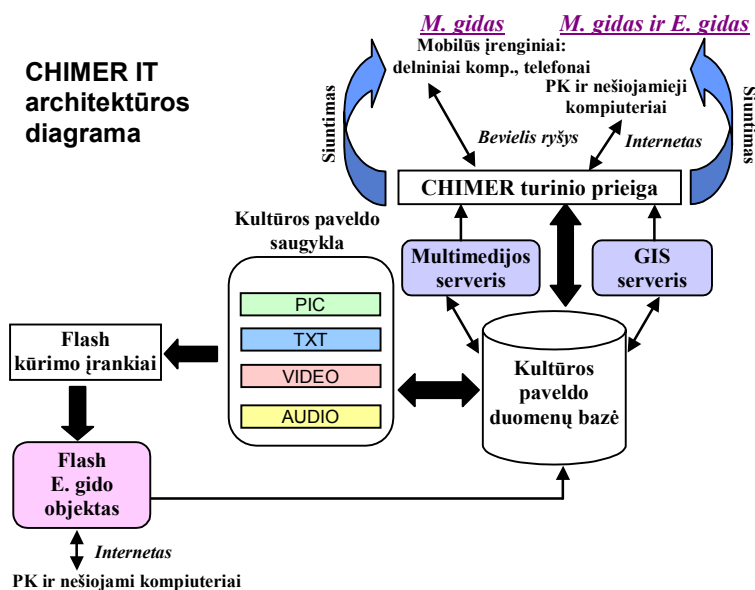
Vienas iš lokalizuotųjų paslaugų naudojimo ir realizavimo vienas iš pavyzdžių yra projektas CHIMER (angl. *Children's Heritage Interactive Models for Evolving Repositories*) (Weiss, 2002). Tai Europos Sąjungos 5-osios bendrosios mokslinių tyrimų, technologijų plėtros ir demonstracinės veiklos programos remiamas projektas, kuriame kartu su kitomis šalimis dalyvauja ir Lietuva. Projekto partneriai – Matematikos ir informatikos institutas bei „Minties“ gimnazija. Projekto tikslas – sukurti šešių projekte dalyvaujančių Europos šalių kultūros paveldo elektroninius žemėlapius ir tarpusavyje susietus skaitmeninio kultūros paveldo katalogus bei kultūros paveldo duomenų bazes. Prieigai prie tų šaltinių bus sukurti elektroniniai gidai (E. gidai) ir mobilieji gidai (M. gidai). Paveiksle pateikiama kuriamos sistemos architektūra.

Šiame projekte visa sukaupta multimedijos informacija (tekstai, vaizdai, garsai, vektoriniai žemėlapiai, paveikslai, kelionių maršrutai) bus pateikiama ne tik interneto portaluose, bet pasiekama ir per mobiliuosius portalus, siūlančius lokalizuotąsias paslaugas. Prieigai prie saugyklų, kuriose bus sukauptas skaitmeninis kultūros paveldas – legendos, dainos, paminklų aprašai, nuotraukos, piešiniai, brėžiniai ir kita, numatoma naudoti 3G įrenginius, delninius ir nešiojamuosius kompiuterius, modernius mobiliuosius telefonus (MMS žinutėms siųsti ir gauti).

Tipinis šios sistemos lokalizuotųjų paslaugų naudojimo pavyzdys: Jūs stovite priešais idomų kultūros paminklą, bet nieko apie jį nežinojote. Savo mobiliuoju telefonu siunčiate užklausą GIS serveriui. Jūsų mobiliojo telefono ekrane greit atsiranda išsami informacija apie objektą kartu su žemėlapiu, kuriame nurodyti keliai į artimiausius panašius objektus.

Išvados

Lokalizuočių paslaugų sistemos yra nauja, sparčiai besiplėtojanti technologija. Ši technologija integruoja GIS, interneto, mobiliąsias ir



Pav. CHIMER IT architektūra

vietos nustatymo technologijas. GIS paskirtis – tvarkyti erdvinį duomenų bazę, atlikti duomenų paiešką ir analizę, pateikti užklausų rezultatus žemėlapių forma. Šiuo metu platesniam lokalizuotųjų tinklo paslaugų, ypač viešųjų, plitimui trukdo tai, kad nėra tikslios ir visuotinai priimtose vietos nustatymo technologijos, duomenų perdavimo greitis yra mažas, o mobiliųjų įrenginių galimybės ribotos. GPS – visuotinai prieinama ir tiksli vietos nustatymo sistema, tačiau ši sistema neveikia patalpose ir kitose vietose, kur nėra tiesioginio palydovų matomumo.

Siekiant įdiegti mobilių vartotojų vietos nustatymo technologijas, reikia modifikuoti arba mobiliuosius telefonus, arba mobiliojo ryšio tinklo įrangą, arba ir viena, ir kita. Daugelį problemų turėtų išspręsti trečiosios kartos mobiliojo ryšio technologija, kuri pasižymės ne tik dideliu duomenų perdavimo greičiu, bet ir tikslios vietos nustatymo galimybėmis, kurios bus standartinės 3G tinklams. Tai spartins viešųjų lokalizuotųjų paslaugų sistemų plitimą, tačiau neabejotinai iškels mobilaus vartotojo privatumo apsaugos problemą.

LITERATŪRA

- Dao D., Rizos C., Wang J. (2002). Location-Based Services: Technical and business issues // GPS Solutions, no. 6(3), p. 169–178.
- Koeppel I. (2001). What are Location Services? – From a GIS Perspective. Adresas internete: <http://www.jlocationsservices.com>.
- Koshima H., Hoshen J. (2000). Personal Locator Services Emerge // IEEE Spectrum, vol. 37, no. 2. Adresas internete: <http://www.asteq.com/telecom/wireless/archives/loca.pdf>.
- Lacy I., Quarles A., Stokes T., Tabuchi L. (2001). Location, Location, Location. Will Location-based Services be the Next Golden Child? Adresas internete: <http://www.ranjaygulati.com/teaching/tv2001/LOCATION.pdf>.
- Niedzwiedek H. (2000). Where's the Value in Location Services? Adresas internete: <http://www.jlocationsservices.com>.
- Weiss D. (2002). CHIMER: Children's Heritage Interactive Model for Evolving Repositories. Adresas internete: <http://www.cultivate-int.org/issue8/chimer>.

LOCATION-BASED SERVICES AND GIS

Nerutė Kligienė, Viktoras Paliulionis

S u m m a r y

The paper discusses issues of using mobile technologies, positioning technologies (GPS- or network-based) and GIS technologies for location-based services (LBS). These services provide with information and functions depending on the location of the user or mobile object. These include location-based information, emergency services, personal or asset trac-

king, „yellow pages“, mobile commerce, route-guidance information, etc. We analyze their properties and implementation problems. We also present our LBS pilot system CHIMER, which aims to deliver fully multimedia information about local cultural heritage both via web portal and via mobile portal offering location-based services.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Įvykis–sąlyga–veiksmas taisyklių realizavimas naudojant aktyvių duomenų bazių valdymo sistemų trigerius

Juozas Laučius

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
docentas, daktaras
Vilnius Gediminas Technical University
Assoc. prof., PhD
El. paštas: juozas@fm.vtu.lt

Olegas Vasilecas

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
docentas, daktaras
Vilnius Gediminas Technical University
Assoc. prof., PhD
El. paštas: olegas@fm.vtu.lt

Evaldas Lebedys

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
doktorantas
Vilnius Gediminas Technical University
Doctoral student
El. paštas: evaldas@isl.vtu.lt

Straipsnyje nagrinėjamos verslo taisyklės, kurios gali būti vaizduojamos informacinėje sistemoje kaip įvykis–sąlyga–veiksmas (angl. Event-Condition-Action, ECA) taisyklės. ECA – tai taisyklės, kurias galima aprašyti naudojant schemą: JEIGU <įvykis> IR <sąlyga> TAI <veiksmas>. Darbe analizuojamas tokių taisyklių klasifikavimas, skirtingų jų klasių vaizdavimas bei realizavimas aktyviose duomenų bazių valdymo sistemose (ADBVS). Siūlomas ECA taisyklių, realizuojamų ADBVS trigeriais, modeliavimo būsenų perėjimo diagramomis būdas ir metodas ADBVS trigeriais gauti iš ECA taisyklių modelio. Pateikiamas sukurtosios pasiūlytą metodą realizuojančios programų sistemos prototipas bei atlikto eksperimento rezultatai.

Dauguma verslo taisyklių gali būti aprašomos ECA tipo taisyklėmis. Dažnai verslo taisyklės sąvoka painiojama su vientisumo ribojimais. Tai nėra tapačios sąvokos, nes verslo taisyklės apima ne tik vientisumo ribojimus, jomis galima aprašyti ir verslo dinamiškumą, t. y. į duomenų bazes (DB) įkelti procedūras, aprašančias konkretaus verslo ypatumus. Šiuo metu DB tyrinėtojai plačiai nagrinėja duomenų bazių valdymo sistemų komponentus, kurie užtikrina jų aktyvumą. Trigeriai aktyviose DBVS (ADBVS) suteikia galimybę automatiškai reaguoti į įvykius (Vasilecas, 2002). Projektuojant informacines sistemas (IS), kurios naudoja ADBVS, dalis koncepciniame lygmenyje aprašomų verslo taisyklių (VT) programų sistemose

(PS) gali būti realizuotos ADBVS trigeriais (Hanson, Widom, 1993). Kadangi ne visos verslo taisyklės PS realizuojamos trigeriais, reikia atlikti taisyklių klasifikavimo analizę ir tolesniam galimam apdorojimui pasirinkti tinkamą jų klasę.

VT modelis susijęs su duomenų modeliu, nes verslo taisyklės, realizuojamos ADBVS trigeriais, tiesiogiai susijusios su duomenų modelio komponentais (Herbst, Myrach, 1997). Modeliavimo priemonėmis, kuriomis galima modeliuoti DB schemą, negalima modeliuoti reliacinių ADBVS trigeriais realizuojamų ECA taisyklių ir automatiškai generuoti ADBVS trigerius iš taisyklių modelio. Tam reikalinga verslo taisyklių modeliavimo kalba ir ją realizuojanti priemonė, kuria būtų galima modeliuoti verslo

taisyklės ir jas realizuoti ADBVS. VT modeliuoti tinka esybių gyvavimo ciklų modeliavimo priemonių diagramos, kadangi jomis galima modeliuoti verslo įvykius bei procesus, kurie keičia verslo objektų būsenas. V. Avdejenkovas (V. Avdejenkov ir kt., 2003) verslo taisyklės siūlo vaizduoti *Rational Rose* veiklų diagramomis, tačiau tokiu atveju išreikštiniu būdu negalima modeliuoti verslo įvykių. Šiame darbe taisyklėms modeliuoti pasirinktos būsenų perėjimo diagramos, nes kalbant apie ECA taisyklių, realizuojamų ADBVS trigeriais, klasę galima teigti, kad visas šios klasės taisyklės galima modeliuoti būsenų perėjimų diagramomis, nes tik šiose diagramose išreikštiniu būdu įmanoma aprašyti taisyklės inicijuojančius įvykius, kurie taisyklės realizavus ADBVS sukelia trigerių vykdymą.

Verslo taisyklių klasifikavimas

Siekiant sukurti išsamų ir detalų verslo sistemos modelį, verslą reikia modeliuoti skirtingais požiūriais (Krogstie, Solvberg, 2000): struktūros, funkcijų, elgsenos, taisyklių, verslo objektų bei jų komunikavimo, vykdytojų ir jų vaidmenų. Modeliavimas taisyklių požiūriu yra svarbus, nes taisyklėmis aprašoma struktūra, apibrėžiama elgsena, nustatomi ryšiai (Herbst, Knolmayer, 1994; Vasilecas, Valatkaitė, 2003).

Ne visos verslo sistemoje egzistuojančios taisyklės yra realizuojamos kompiuterizuotoje informacinėje sistemoje, dalis jų yra specifikuojamos tik modeliuose ir dokumentacijoje. Taip yra dėl to, kad retai IS yra visiškai kompiuterizuotos. Iš dalies kompiuterizuotose IS kai kurie veiksmų ir duomenų apdorojimo procesai vyksta be kompiuterio pagalbos. Pavyzdžiui, kelių policininkas vairuotojo pažymėjimą tikrina pats, o ne nuskaito duomenis ir paveda atlikti tikrinimą kompiuterinei IS.

Verslo taisyklės samprata skiriasi verslo sistemose ir informacinės sistemose, todėl reikia nustatyti ryšius tarp taisyklių IS ir VS:

- Verslo sistemos požiūriu verslo taisyklės skirtos apibrėžti verslo agentų elgseną verslo sistemoje ir jų sąveiką su sistemos aplinka. Verslo taisyklės gali būti naudojamos apibrėžti įgaliojimus, kompetencijos sferas;

- IS požiūriu verslo taisyklės siejamos su organizacijos veikloje naudojamais duomenimis. Jos taikomos kaip ribojimai, apibrėžiantys duomenų įvedimo, koregavimo bei naikinimo procedūras.

Verslo taisyklės IS gali būti skirstomos į statines (nustatančias struktūrą) ir dinamines (apibrėžiančias vykdomas funkcijas bei nustatančias elgseną). Darbe (Valatkaitė, Vasilecas, 2003) verslo taisyklės skiriamos į darnos ir veikos. Darnos taisyklės skirstomos į aktyvias ir pasyvias.

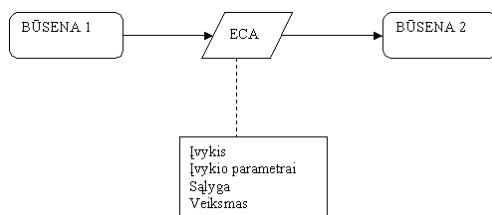
Taisyklės galima skirstyti į klases pagal jų realizaciją kompiuterizuotose informacinėse sistemose. Dalis verslo taisyklių yra realizuojamos dalykinėse programose, dalis – ADBVS. Verslo taisyklės, realizuotos ADBVS, skiriamos duomenų, saugomų duomenų bazėje, darnai užtikrinti, naudojant trigerius ir saugomas procedūras (angl. *stored procedures*). Duomenų darna – tai DB saugomų duomenų ir jų susiejimo korektiškumas ir išsamumas. Užtikrinti duomenų darną galima šiomis ADBVS priemonėmis:

- atributų taisyklėmis – apibrėžus atributo galimų reikšmių aibę;
- nustačius reikšmes, kurias atributas įgyja pagal nutylėjimą;
- priminiaus ir išoriniais raktais;
- trigeriais;
- ADBVS saugomomis procedūromis.

Šiame darbe plačiau analizuojama tik klasė taisyklių, realizuojamų reliacinių ADBVS trigeriais.

Verslo taisyklių vaizdavimo būsenų perėjimo diagramomis būdas

Visos verslo taisyklės gali būti vaizduojamos natūralia kalba. Tačiau ne visada tai yra tinkamiausia. Taisyklės gali būti vaizduojamos diagramomis, iš jų ir UML diagramomis. Būsenų perėjimo diagramos bene labiausiai tinka verslo taisyklėms vaizduoti, kadangi jomis galima pavaizduoti verslo dinamiką, atsižvelgiant į verslo procesus veikiančius įvykius. ECA taisyklės susideda iš trijų dalių: įvykio, sąlygos ir veiksmo. ECA taisyklių vaizdavimo būsenų perėjimo diagramomis būdas naudingas ir tuo, kad taip pavaizduotos verslo taisyklės ir jų sistemos gali būti suprantamos ne tik

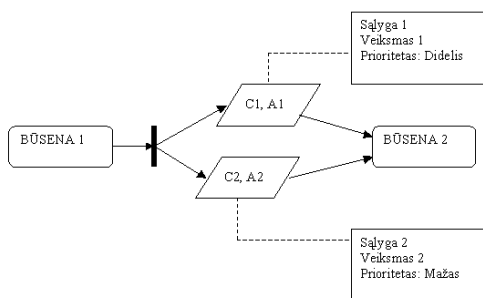


1 pav. UML–A ECA taisyklių vaizdavimo būdas būsenų perėjimo diagramomis

analitikams, bet ir sistemos dalyviams. Būsenų perėjimo diagramos skirtos aprašyti sistemos elgseną. Šiose diagramose nėra specialių konstrukcijų ECA taisyklėms vaizduoti, tačiau diagramomis aprašomi būsenas keičiantys įvykių sukelti veiksmas gali būti naudojami ECA taisyklėms modeliuoti.

Darbe (Calestam, Berndtsson, 2001) aprašomas UML plėtinys UML–A. UML–A skiriasi nuo UML tuo, kad juo galima modeliuoti ir ECA tipo taisykles būsenų perėjimo diagramomis. ECA taisyklės darbo autoriai siūlo modeliuoti modifikuotomis būsenų perėjimo diagramomis (1 pav.).

Darbuose (Zimmer, Unland, 1999; Herbst, Knolmayer, 1994; Berndtsson, Calestam, 2001) siūloma įvykius, inicijuojančius ECA taisykles, skirstyti į elementariusius ir sudėtinius. Elementarieji įvykiai – tai paprasti veiksmas su duomenimis: įterpimas, trynimas, keitimas. Sudėtiniai įvykiai sudaryti iš dviejų ar daugiau elementariųjų

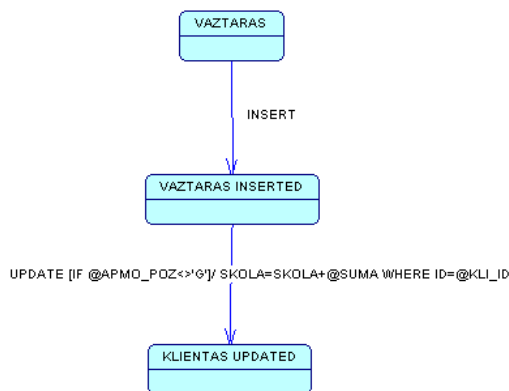


2 pav. Taisyklių vykdymo tvarkos nustatymas suteikiant prioritetus

įvykių, sujungtų loginiais operatoriais. Autoriai siūlo ECA taisyklių vykdymo tvarką nustatyti suteikiant taisyklėms prioritetus (2 pav.).

Norint UML–A sukurtą ECA taisyklių specifikaciją panaudoti ADBVS trigeriams, reikia modeliavimo priemonės, kuria būtų galima modeliuoti ECA taisykles naudojant UML–A. Komerčinėse modeliavimo priemonėse, kuriomis galima modeliuoti UML, nėra darbe (Berndtsson, 2001) siūlomo UML plėtinio UML–A ECA taisyklėms modeliuoti, todėl šias taisykles reikia modeliuoti naudojant UML. M. Berndtsson ir B. Calestam siūlomas įvykių klasifikavimas į elementariusius ir sudėtinius netinka kalbant apie taisykles, realizuojamas ADBSV trigeriais, nes ADBVS trigeriai reaguoja tik į elementariusius įvykius: duomenų įterpimą, trynimą ir keitimą. Autorių siūlomas taisyklių vykdymo tvarkos nustatymas suteikiant taisyklėms prioritetus sunkiai realizuojamas, kai kalbama apie taisykles, realizuojamas ADBSV trigeriais, nes daugelyje ADBVS negalima nustatyti trigerių vykdymo eiliškumo, sudėtinga reguliuoti trigerių sistemos veikimą (Aiken, Widom, 1992; Berndtsson, Lings, 1995).

Šiame darbe ECA taisyklės siūloma vaizduoti UML būsenų perėjimo diagramomis. Viena ECA taisyklė aprašoma trimis objektų būsenomis ir dviem būsenų perėjimais. Trečiame paveiksle pateikiamos „Sybase PowerDesigner“ būsenų perėjimo diagrama aprašytos ECA taisyklės „Kai formuojamas sąskaitos-faktūros įrašas, jeigu S–F iš anksto neapmokėta, kliento skola padidinama są-



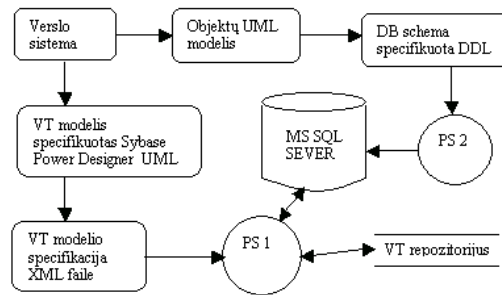
3 pav. ECA taisyklės vaizdavimo būsenų perėjimo diagrama pavyzdys

skaitos-faktūros suma“ pavyzdys. Būsena VAZTARAS aprašoma, kokio dalykinės srities objekto būsena keičiama – su kokia duomenų bazės lentelė susijęs taisyklę realizuojantis triggeris. Būsena VAZTARAS INSERTED aprašoma dalykinės srities objekto būsena po ECA taisyklę inicijuojančio įvykio. Būsenų perėjimu, jungiančiu būsenas VAZTARAS ir VAZTARAS INSERTED, aprašomas įvykis, inicijuojantis ECA taisyklę – ADBVS triggerį. ECA taisyklės paveikto dalykinės srities objekto būsena aprašoma trečiaja būsena KLIENTAS UPDATED. Perėjimu tarp būsenų VAZTARAS INSERTED ir KLIENTAS UPDATED aprašoma ECA taisyklės sąlyga, veiksmas ir perduodami argumentai.

ADBVS triggerių gavimo iš ECA taisyklių specifikacijos metodas

Siūloma ADBVS triggerius generuoti pagal verslo taisyklių, aprašytų būsenų perėjimo diagramomis, modelį. Kad sugeneruotume ADBVS triggerius iš verslo taisyklių modelio, reikia programų sistemos (PS), kuri iš verslo taisyklių modelio sukurtų verslo taisyklių specifikaciją ir perkeltų į taisyklių saugyklą. Verslo taisyklėms modeliuoti siūloma naudoti „Sybase PowerDesigner 9.5“ modeliavimo priemonę. Šia modeliavimo priemone sukurtas verslo taisyklių modelis saugomas XML byloje. Šioje byloje saugoma visa sukurto modelio informacija. Verslo taisyklių specifikacijai perkelti iš taisyklių modelio į taisyklių saugyklą sukurta programų sistema PS1. Ši sistema, apdorojusi XML bylos dalį, kurioje saugoma būsenų perėjimo diagramų informacija, verslo taisyklių specifikaciją perkelia į taisyklių saugyklą. Naudojant programų sistemą galima generuoti triggerius, pavyzdžiui, „MS SQL Server“. Perkėlus sugeneruotus triggerius į „MS SQL Server“ ADBVS, verslo taisyklių sistemos elgsena toliau realizuojama ADBVS.

4 pav. pavaizduota realizuojamos PS prototipo veikimo schema. Programų sistema PS1,



4 pav. Realizuojamos PS prototipo veikimo schema

apdoroja XML bylą, kuriame saugoma taisyklių modelio informacija, ir įkelia verslo taisyklių specifikaciją į taisyklių saugyklą. Naudojant PS1 galima generuoti ADBVS triggerius. Realizuojama programų sistema „PS2“ sukurs DB schemą pasirinktoje DBVS pagal DB schemas specifikaciją.

Išvados

Atlikus verslo taisyklių klasifikavimo analizę nustatyta, kad verslo taisyklės apibrėžia verslo struktūrą, verslo objektų ir vykdytojų ryšius, nustato sistemos elgsenos ribojimus. Parodyta, kad ne visų klasių taisyklės galima pavaizduoti būsenų perėjimo diagramomis. Kadangi siekiama automatizuoti ADBVS triggerių generavimą iš verslo taisyklių modelio, šiame darbe analizei pasirinkome ECA taisyklių, realizuojamų reliacinių ADBVS triggeriais, klasę. Parodyta, kad ši taisyklių klasė gali būti pavaizduota būsenų perėjimo diagramomis ir realizuota ADBVS triggeriais, kad komercinėmis modeliavimo priemonėmis sukurta verslo taisyklių modelį ir šių priemonių pateikiamą modelio specifikaciją galima naudoti ADBVS triggeriams generuoti. Realizuotas programų sistemos prototipas, kuris iš verslo taisyklių modelio, sukurto naudojant „Sybase PowerDesigner“ priemonę, taisyklių specifikaciją perkelia į verslo taisyklių saugyklą ir automatiškai generuoja „MS SQL Server“ triggerius.

LITERATŪRA

- Aiken A., Widom J. et al. (1992). Behavior of Database Production Rules: Termination, Confluence, and Observable Determinism // Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, p. 59–68.
- Avdejenkov V., Valatkaitė I., Vasilecas O. (2003). Verslo taisyklių modeliavimas UML ir realizacija // Konferencijos „Informacinės Technologijos‘2003“ medžiaga. Kaunas: Technologija, XIV, p. 30–40.
- Berndtsson M., Calestam B. (2001). Uniform Approach for Supporting Active Database Features in UML and OMT // Technical Report HS-IDA-TR-01-003, Department of Computer Science, University of Skovde, Sweden, p. 1–11.
- Berndtsson M., Lings B. (1995). Logical Events and ECA Rules // Technical Report HS-IDA-TR-95-004, Department of Computer Science, University of Skovde, p. 1–22.
- Hanson E. N., Widom J. (1993). An overview of production rules in DataBase Systems // Knowledge Engineering Review, vol. 8, no. 2, p. 121–143.
- Herbst H., Knolmayer G. et al. (1994). The Specification Of Business Rules: A Comparison Of Selected Methodologies // Methods and Associated Tools for the Information Systems Life Cycle. Maastricht, The Netherlands, p. 29–46.
- Herbst H., Myrach T. (1997). Repository System for Business Rules // R. Meersman, L. Mark (eds.), Database Application Semantics. London: Chapman & Hall, p. 119–138.
- Kappel G., Rausch-Schott S. et al. (1996). A Transaction Model For Handling Composite Events // Proceedings of the Third International Workshop on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS '96), p. 116–125.
- Krogstie J., Solvberg A. (2000). Information Systems Modeling: Conceptual Modeling in a Quality Perspective / The Norwegian University of Science and Technology, Oslo, p. 24–57.
- Valatkaitė I., Vasilecas O. (2003). Informacinių sistemų modeliavimas dalykinės srities žinių požiūriu // Konferencijos „Informacinės technologijos‘2003“ medžiaga. Kaunas: Technologija, XIV, p. 18–29.
- Vasilecas O. (2002). ECA taisyklių realizacija aktyviose duomenų bazių valdymo sistemose // Konferencijos „Informacinės Technologijos‘2002“ medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 71–77.
- Vasilecas O., Valatkaitė I. (2003). Business rules approach to business information systems development // H. Pranevičius, E. Zavadskas, B. Rapp (eds.). Proc. of the conference „Modelling and Simulation of Business Systems“, Vilnius, Lithuania, May 13–14, p. 339–345.
- Zimmer D., Unland R. (1999). On The Semantics of Complex Events in Active Database Management Systems // Proceedings of the International Conference on Data Engineering (ICDE), Sydney, p. 392–399.

REALIZATION OF ECA RULES BY ADBVS TRIGGERS

Juozas Laučius, Evaldas Lebedys, Olegas Vasilecas

S u m m a r y

The paper deals with the problems of ADBVS triggers generation from business rules model. Ways of ECA rules visualization and a few schemas of rules classification described briefly in the article. Class of ECA rules realized by ADBVS triggers analysed in this document widely. The way of ECA rules visualization using state-transition diagrams described

in this article. The method of ADBVS triggers generation from business rules specification proposed in this document. An article discusses created program system used to generate ADBVS triggers from business rules model created using Sybase PowerDesigner state transition diagrams.

Įteikta 2003 m. birželio 24 d.

Vartotojo poreikių modelio generavimas veiklos modelio pagrindu

Audrius Lopata

Kauno technologijos universiteto Informacijos sistemų katedros doktorantas
Kaunas University of Technology, Information Systems Department, Doctoral student
Studentų g. 50, Kaunas, tel. 30 03 82
El. paštas: audrius.lopata@if.ktu.lt

Saulius Gudas

Kauno technologijos universiteto Informacijos sistemų katedros docentas, daktaras
Kaunas University of Technology, Information Systems Department, Assoc. Prof., PhD
Studentų g. 50, Kaunas, tel. 30 03 82
El. paštas: gudas@soften.ktu.lt

Straipsnyje nagrinėjamos veiklos modelio taikymo informacinių sistemų inžinerijoje galimybės, siekiant sukurti žiniomis grindžiamą inžineriją. Mūsų požiūriu, veiklos srities analizės metu surinkta informacija turi būti sutvarkoma kaip žinių struktūra, leidžianti generuoti IS projektinius modelius. UML teikiamos veiklos modeliavimo priemonės, tokios kaip panaudos atvejų modelis (angl. Use Case Model), veiklos (angl. Activity) modelis, nepakankamos tobulinti informacijos sistemos kūrimą. Įvertinus žinomus veiklos modeliavimo (angl. Enterprise Modeling) standartus, apibūdinama organizacijos veiklos modelio sudėtis, aptariami panaudos atvejų modelių generavimo veiklos žinių pagrindu principai ir generavimo etapai.

Informacinių sistemų (IS) inžinerijos gyvavimo ciklas pradedamas veiklos dalykinės srities analize, vartotojo poreikių analize ir informacinių poreikių specifikacijos sudarymu. Objektiskai orientuotoje IS inžinerijoje veiklos analizei gali būti taikoma veiklos (angl. Activity) diagrama ir panaudos atvejų modelis (angl. Use Case Model), kurį įvairūs autoriai labai skirtingai verčia į lietuvių kalbą (užduočių, taikomųjų uždavinių modelis), todėl toliau šį modelį vadiname UCM (UML 1.4, 2000). Daugelyje CASE priemonių objektinis IS kūrimas pradedamas nuo panaudos atvejų modelio. UCM paprastai sudaro sistemos analitikas, nagrinėdamas kompiuterizuojamąją veiklos sritį bei vartotojo pateiktus funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus kuriamai informacinei sistemai. Taip UCM tampa pagrindine ir veiklos, ir vartotojo poreikių modeliavimo priemone.

Siekiant tobulinti informacijos sistemos kūrimo procesą ir sukurti žiniomis grindžiamą IS inžineriją, šios UML priemonės veiklai mode-

liuoti nepakankamos. Mūsų požiūriu, veiklos analizės metu surinkta informacija turi būti sutvarkoma kaip žinių struktūra, leidžianti generuoti IS projektinius modelius (UCM kaip vartotojo poreikių specifikaciją, klasių modelį ir kt.). Tokią žinių struktūrą vadinsime veiklos modeliu (angl. Enterprise model). Straipsnio tikslas – išnagrinėti veiklos modelio sudėtį ir objektinių IS projekto modelių generavimo galimybes. Pateikiami UCM generavimo veiklos modelio pagrindu principai ir pagrindiniai funkcijų UCM generavimo etapai.

Veiklos žiniomis grindžiama IS inžinerija

Mūsų atveju veiklos modelis yra IS inžinerijai reikalingų žinių sandara. Pasiūlyta veiklos modelio sudėtis grindžiama tarptautiniais standartais CEN ENV 12204 (ENV 12204, 1996), CEN ENV 40003 (Tham K. D., 2001) ir UEML (UEML, 2001). Veiklos modelio sudėties specifikacija yra vadinama veiklos meta-

modeliu (angl. *Enterprise metamodel*). IS inžinerijos tikslams sukurtas veiklos metamodelis detalai aprašytas (Gudas S., Skersys T., Lopata A., 2002). Šiuo metu daugelyje CASE įrankių IS kūrimo gyvavimo ciklo analizės etapu surinkta informacija nenaudojama (arba tik iš dalies naudojama) projektavimo etapo modeliams generuoti. Naudojant veiklos modelį kaip žinių šaltinį, būtų galima generuoti UML apibrėžtus projektinius modelius ir IS taikomųjų uždavinių programinį kodą, sukurti žiniomis grindžiamą IS inžineriją. Veiklos modelio saugykloje kompiuterizuojamosios dalykinės srities žinios gali būti surenkamos taikant modifikuotus darbų sekų modelius (Lopata A. Gudas S., 2002).

Panaudos atvejų modelio formalus aprašymas

Detaliai UCM sudėtis aprašoma UML specifikacijos 1.4 versijoje (UML 1.4, 2000). Šioje specifikacijos versijoje aprašomo UCM metamodelis pateikiamas 1 paveiksle. Šiame paveiksle išsaugoti UML specifikacijoje originalo kalba apibrėžti ryšių pavadinimai. UCM pagrindinės sudedamosios dalys yra *panaudos atvejis* (angl. *Use Case*), *vykdytojas* (angl. *Actor*) ir juos siejanti asociacija (informacijos srautas). Panaudos atvejis suprantamas kaip vartotojo poreikis arba užduotis, kurią reikia kompiuterizuoti. Panaudos atvejai tarpusavyje gali būti siejami „Include“ arba „Extends“ ryšiais. „Include“ ryšys nurodo, kad panaudos atvejis susi-

deda iš dalių – žemesnio lygmens panaudos atvejų. „Extends“ ryšiu prie pagrindinio panaudos atvejo prijungiamas papildomas panaudos atvejis, kurio rezultatu naudojasi pagrindinis panaudos atvejis. *Išplėtimo taškas* (angl. *Extension point*) yra nuoroda į vietą, kur galiojant apibrėžtai sąlygai gali kauptis kiti panaudos atvejai.

Praktiniai UCM taikymo ypatumai

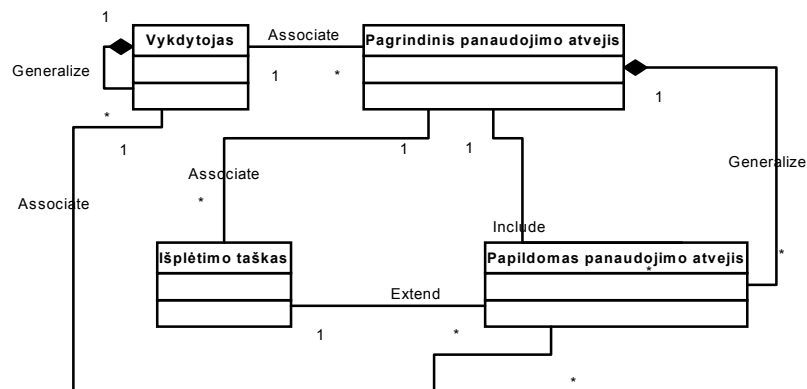
Praktikoje UCM gali būti taikomas dviem tarpusavyje susijusiems tikslams:

1. Analizuojamos veiklos srities modeliui aprašyti – nurodyti svarbiausias veiklos dalyvių sąveikas (materialias ir informacines) su veiklos uždaviniais (gamybiniais, informacijos apdorojimo).

2. Kompiuterizuojamos veiklos srities informaciniais poreikiams specifiškai – modeliuoti tik informacines sąveikas tarp veiklos dalyvių ir kompiuterizuojamų procesų bei funkcijų (t. y. taikomųjų uždavinių).

Pirmuoju atveju UCM vadinsime veiklos uždavinių modeliui. Tai apibendrintas modelis, srautai gali būti materialūs ir informaciniai, neįvardyti, o veiklos uždavinių turinys neaprašytas.

Antruoju atveju UCM vadinsime vartotojo (informacinių) poreikių modeliui, nes visi srautai yra informaciniai ir identifikuoti (įvardyti). Vartotojo (informacinių) poreikių modelis gali būti aprašytas detalai, nurodant informacijos srautų struktūrą, taikomųjų uždavinių formu-



1 pav. UCM metamodelis

lavimus, sprendimo eigos ir rezultatų reikalavimus, jis vadinamas taikomųjų uždavinių modeliu. Tai gana tiksli vartotojo pageidaujamos informacijos sistemos reikalavimų specifikacija.

Veiklos metamodelio aprašymas

Formalus veiklos ir UCM metamodelių aprašas būtinai UCM generavimo algoritmui sudaryti. Formaliai veiklos metamodelį aprašysime abstrakčiosios algebros pagrindu (Malcev, 1970):

$$M = \langle K, R \rangle ;$$

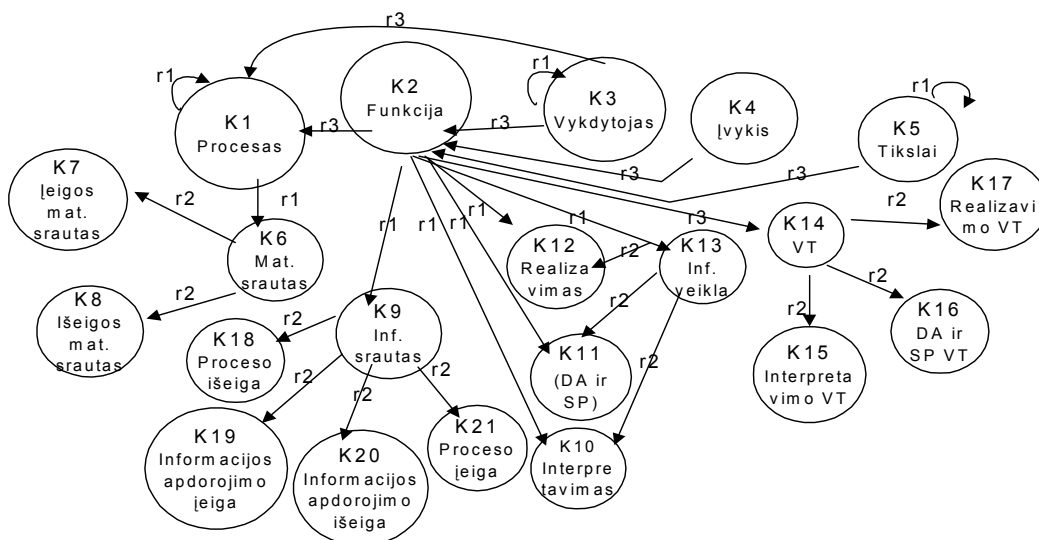
čia M – veiklos metamodelis, K – klasių aibė, R – ryšių aibė ; $K = \{K1, K2, \dots, K21\}$; $R = \{r1, r2, r3\}$.

Tuomet veiklos modelis $M1$ aprašomas taip: $M1 = \langle \{K1, K2, \dots, K21\}, \{r1, r2, r3\} \rangle$; čia $K1$ – klasė „Procesas“, $K2$ – klasė „Funkcija“, $K3$ – klasė „Vykdytojas“, $K4$ – klasė „Įvykis“, $K5$ – klasė „Tikslai“, $K6$ – klasė „Materialus srautas“, $K7$ – klasė „Įėjimo materialus srautas“, $K8$ – klasė „Išėjimo materialus srautas“, $K9$ – klasė „Informacinis srautas“, $K10$ – klasė „Interpretavimas“, $K11$ – klasė „Duomenų apdorojimas ir sprendimų priėmimas“ (DA ir SP), $K12$ – klasė „Realizavimas“, $K13$ – klasė „Informacinė veikla“, $K14$ – klasė „Veiklos taisyklės“ (VT), $K15$ – klasė „Interpretavimo

veiklos taisyklės“, $K16$ – klasė „Duomenų apdorojimo ir sprendimų priėmimo veiklos taisyklės“ (DA ir SP VT), $K17$ – klasė „Realizavimo veiklos taisyklės“, $K18$ – klasė „Proceso išeiga“, $K19$ – klasė „Informacijos apdorojimo išeiga“, $K20$ – klasė „Informacijos apdorojimo išeiga“, $K21$ – klasė „Proceso išeiga“, $r1$ – agregavimo ryšys, $r2$ – apibendrinimo ryšys, $r3$ – asociacija. Veiklos metamodelis pateikiamas 2 paveiksle.

Toliau aprašomi veiklos metamodelio komponentų tarpusavio ryšiai:

- $(K1)r1(K1)$, $(K3)r1(K3)$, $(K5)r1(K5)$ – klasės „Procesas“ ($K1$), „Vykdytojas“ ($K3$) ir „Tikslai“ ($K5$) turi vidinę hierarchinę sudėtį;
- $(K1)r1(K6)$ – klasė „Procesas“ ($K1$) agregavimo ryšiu ($r1$) susieta su klase „Materialus srautas“ ($K6$);
- $(K6)r2(K7)$, $(K6)r2(K8)$ – klasė „Materialus srautas“ ($K6$) apibendrinimo ryšiu ($r2$) susieta su klasėmis „Įėjimo materialus srautas“ ($K7$) ir „Išėjimo materialus srautas“ ($K8$);
- $(K2)r1(K9)$, $(K2)r1(K10)$, $(K2)r1(K11)$, $(K2)r1(K12)$, $(K2)r1(K13)$ – klasė „Funkcija“ ($K2$) agregavimo ryšiu ($r1$) susieta su klasėmis „Informacinis srautas“ ($K9$), „Interpretavimas“ ($K10$), „Duomenų apdorojimo ir sprendimo



2 pav. Veiklos metamodelio grafinė schema

- priėmimas“ (K11), „Realizavimas“ (K12) ir „Informacinė veikla“ (K13);
- (K13)r2(K10), (K13)r2(K11), (K13)r2(K12) – klasė „Informacinė veikla“ (K13) apibendrinimo ryšiu (r2) susieta su klasėmis „Interpretavimas“ (K10), „Duomenų apdorojimas ir sprendimų priėmimas“ (K11) ir „Realizavimas“ (K12);
- (K14)r2(K15), (K14)r2(K16), (K14)r2(K17) – klasė „Veiklos taisyklės“ (K14) apibendrinimo ryšiu (r2) susieta su klasėmis „Interpretavimo veiklos taisyklės“ (K15), „Duomenų apdorojimo ir sprendimo priėmimo veiklos taisyklės“ (K16) ir „Realizavimo veiklos taisyklės“ (K17);
- (K3)r3(K1) – klasė „Vykdotojas“ (K3) asociacija (r3) susieta su klase „Procesas“ (K1);
- (K3)r3(K2) – klasė „Vykdotojas“ (K3) asociacija (r3) susieta su klase „Funkcija“ (K2);
- (K5)r3(K2) – klasė „Tikslai“ (K5) asociacija (r3) susieta su klase „Funkcija“ (K2);
- (K2)r3(K14) – klasė „Funkcija“ (K2) asociacija (r3) susieta su klase „Veiklos taisyklės“ (K14).

UCM generavimo veiklos modelio pagrindu principai

Tradiciniu atveju UCM sudaromas tam tikrai užduočiai (informacijos apdorojimo veiklai) kompiuterizuoti. Naudojant veiklos modelio elementų identifikatorius, iš veiklos modelio galima išrinkti visas su užduotimi susijusias žinias ir atvaizduoti jas pagal UCM sudarymo taisykles.

Teoriškai UCM gali būti generuojami pagal bet kurią veiklos modelio klasę („Procesas“, „Funkcija“, „Vykdotojas“, „Tikslai“ ir t. t.). Jei UCM generuotume klasei „Procesas“, jame atspindėtų dalykinėje srityje egzistuojantys materialūs procesai ir jų vykdytojai. Funkcijos UCM paskirtis – atspindėti funkcijos sudėtį bei jos sudedamųjų dalių (veiklų) vykdytojus. Funkcijos UCM sudedamosios dalys yra veik-

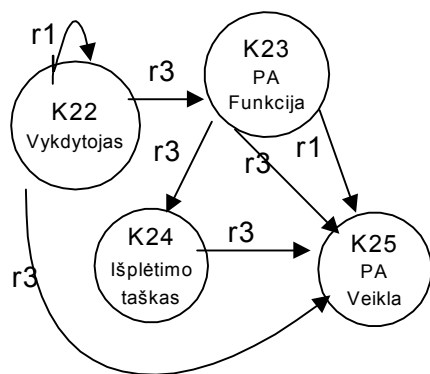
los funkcija, informacinės veiklos ir jas įgyvendinantys vykdytojai. UCM, generuojame klasei „Vykdotojas“, atspindi vykdytojų įgyvendinami materialūs procesai, funkcijos ir informacinės veiklos. UCM, generuojamame klasei „Tikslas“, vaizduojamos su organizacijos tikslais susijusios veiklos funkcijos ir jų sudedamosios dalys (informacinės veiklos). UCM, generuoti klasei „Materialus šaltinis“, „Informacinis šaltinis“, „Informacinė veikla“ ir „Veiklos taisyklė“, teoriškai galimi tačiau šiame straipsnyje detaliau nenagrinėjami.

UCM generavimas pasirinktai funkcijai

Detaliau panagrinėsime konkrečiai veiklos funkcijai skirtą UCM generavimo pagrindinius žingsnius. UCM, skirtą vienai funkcijai, vadiname funkcijos UCM. Funkcijos UCM meta-modelį sudaro klasės „Vykdotojas“, pagrindinis panaudos atvejis „PA (Funkcija)“, papildomas panaudos atvejis „PA (Veikla)“ ir „Išplėtimo taškas“ bei jas siejantys trijų tipų ryšiai „Associate“, „Include“ ir „Generalize“.

Algebrinis funkcijos UCM M2 aprašomas taip:

- $M2 = \langle \{K22, K23, \dots, K25\}, \{r1, r3\} \rangle$.
- M2 – Funkcijos panaudos atvejų modelis, K22 – klasė „Vykdotojas“, K23 – klasė „PA (Funkcija)“, K24 – klasė „Išplėtimo taškas“, K25 – klasė „PA(Veikla)“, r1 – agregavimo ryšys, r3 – asociacija. Apibendrinimo santykis, apibrėžtas veiklos metamodelyje, UCM generavimui nenaudojamas. Šis ryšys tinka kitų UML projektinių modelių (pvz., klasių modelio) generavimui.
- (K22)r1(K22) – klasė „Vykdotojas“ (K22) turi vidinę hierarchinę sudėtį;
- (K22)r3(K23), (K22)r3(K25) – klasė „Vykdotojas“ (K22) asociacija (r3) susieta su klasėmis „PA(Funkcija)“ (K23) ir „PA(Veikla)“ (K25);
- (K23)r3(K24) – klasė „PA(Funkcija)“ asociacija (r3) susieta su klase „Išplėtimo taškas“ (K24);
- (K23)r1(K25) – klasė „PA(Funkcija)“ agregavimo santykiu (r1) susieta su



3 pav. Funkcijos UCM metamodelio grafinė schema

klase „PA(Veikla)“ (K25). Šis ryšys apibrėžia veiklas kaip funkcijos sude-
damosias dalis;

- (K23)r3(K25) – klasė „PA(Funkcija)“ asociacija (r3) susieta su klase „PA(Veikla)“ (K25);
- (K24)r3(K25) – klasė „Išplėtimo taškas“ (K24) ryšiu (r3) susieta su klase „PA(Veikla)“ (K25).

Funkcijos UCM metamodelio grafinė schema pateikiama 3 paveiksle.

Veiklos modelio ir funkcijų UCM sąsaja

Aprašysime veiklos modelio ir UCM loginį ryšį nagrinėdami jų klasių modelius. Funkcijų UCM modelio generavimui būtinos veiklos modelio klasės „Funkcija“ (K2), „Vykdotojas“ (K3), „Informacinė veikla“ (K13) ir „Veiklos taisyklės“ (K14). Generuojant funkcijų UCM modelį šios klasės atvaizduojamos į atitinkamas funkcijų UCM klases „PA(Funkcija)“

(K23), „Vykdotojas“ (K22), „PA(Veikla)“ (K25) ir „Išplėtimo taškas“ (K24). Tai formaliai galima aprašyti aibių atvaizdžiais (Aleksa, 1996): $\varphi_1: K2 \rightarrow K23$; $\varphi_2: K3 \rightarrow K22$; $\varphi_3: K13 \rightarrow K25$; $\varphi_4: K14 \rightarrow K24$ (1 lentelė). Aibių pavadinimai atitinka klasių pavadinimus.

Analizuosime pagrindinių UCM modelio elementų (panaudos atvejo, vykdytojo, ryšių – asociacijos, „Include“, „Extends“) generavimo galimybes, pasinaudodami veiklos modelyje sukauptomis žiniomis. Mūsų tikslas – įrodyti, kad veiklos modelio žinių pakanka šiems UCM elementams sukurti vykdam generavimo algoritmo etapus.

Funkcijų UCM generavimo etapai

Funkcijų UCM generavimą galima skirstyti į šiuos pagrindinius etapus:

1 etapas – funkcijos parinkimas. Veiklos modelio M1 klasės „Funkcija“ (K2) objekto $K2_i$, kuriam bus generuojamas funkcijos UCM M2, parinkimas;

2 etapas – pagrindinio panaudos atvejo „PA (Funkcija)“ generavimas. Parinktąjam klasės „Funkcija“ (K2) objektui $K2_i$ sukuriamas naujas funkcijų UCM klasės „PA(Funkcija)“ (K23) objektas $K23_i$, kuris funkcijos UCM diagramoje vaizduojamas kaip pagrindinis panaudos atvejis. Formalus aprašas: $\varphi_1: K2 \{K2_i\} \rightarrow K23 \{K23_i\}$;

3 etapas – papildomo panaudos atvejo „PA (Veikla)“ generavimas. Su veiklos modelio M1 klasės „Funkcija“ (K2) objektu $K2_i$ susijusių veiklos modelio klasės „Informacinė veikla“ (K13) objektų $K13_i, \dots, K13_j$ išrinkimas ir naujų objektų $K25_i, \dots, K25_j$ funkcijos UCM klasėje „PA (Veikla)“ (K25) sukūrimas. Sukurtieji objektai funkcijos UCM diagramoje grafiškai vaizduojami kaip papildomi panaudos atvejai

Lentelė. Veiklos modelio klasių atvaizdžiai į atitinkamas panaudos atvejų modelio klases

Veiklos modelio klasių aibės	Atvaizdis ($\rightarrow$)	Panaudos atvejų vienai funkcijai modelio klasių aibės	Formalus aprašas
K2 – Funkcija	φ_1	K23 – PA (Funkcija)	$\varphi_1: K2 \rightarrow K23$
K3 – Vykdytojas	φ_2	K22 – Vykdytojas	$\varphi_2: K3 \rightarrow K22$
K13 – Informacinė veikla	φ_3	K25 – PA (Veikla)	$\varphi_3: K13 \rightarrow K25$
K14 – Veiklos taisyklės	φ_4	K24 – Išplėtimo taškas	$\varphi_4: K14 \rightarrow K24$

„PA (Veikla)“. Formalus aprašas: $\varphi_3: K13\{K13_i, \dots, K13_j\} \rightarrow K25\{K25_i, \dots, K25_j\}$;

4 etapas – „Include“ ryšių nustatymas. Ryšio „Include“ tarp UCM M2 klasių „PA (Funkcija)“ (K23) objekto $K23_i$ ir „PA (Veikla)“ (K25) objektų $K25_i, \dots, K25_j$ nustatymas;

5 etapas – vykdytojų generavimas. Su veiklos modelio M1 klasės „Informacinė veikla“ (K13) objektais $K13_i, \dots, K13_j$ susijusių veiklos modelio klasės „Vykdytojas“ (K3) objektų $K3_i, \dots, K3_j$ išrinkimas ir naujų objektų $K22_i, \dots, K22_j$ funkcijos UCM klasėje „Vykdytojas“ (K22) sukūrimas. Šie objektai funkcijos UCM diagramoje vaizduojami kaip vykdytojai. Formalus aprašas: $\varphi_2: K3\{K3_i, \dots, K3_j\} \rightarrow K22\{K22_i, \dots, K22_j\}$;

6 etapas – asociacijos ryšio nustatymas. Funkcijos UCM diagramoje objektai $K22_i, \dots, K22_j$ su atitinkamais objektais $K25_i, \dots, K25_j$ siejami asociacijos ryšiu;

7 etapas – išorinių funkcijų generavimas. Veiklos modelyje M1 atsekamos su klasės „Funkcija“ (K2) objektu $K2_i$ susijusios išorinių funkcijų veiklos, kurios vykdomos po funkcijos $K2_i$ vykdymo arba prieš. Šiems veiklos modelio M2 klasės $K2_i$ objektams funkcijos UCM klasėje „PA (Funkcija)“ K23 sukuriama nauji objektai $K23_k$, kurie funkcijos UCM diagramo-

je vaizduojami kaip „PA (Funkcija)“ (K23) klasės objektai ir su objektu $K23_i$ siejami „Extends“ ryšiu;

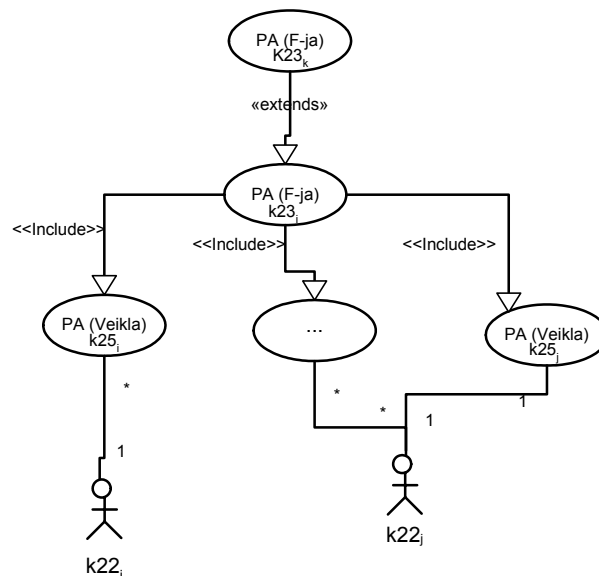
8 etapas – apibendrinimo („Generalize“) santykio nustatymas. Jeigu veiklos modelio klasė „Vykdytojas“ (K3) yra hierarchinės sudėties, atitinkami funkcijos panaudos atvejų modelio M2 klasės „Vykdytojas“ (K22) objektai $K22_i, \dots, K22_j$ siejami „Generalize“ santykiu.

Pagal šias taisykles sugeneruoto UCM pavyzdys pateikiamas 4 paveiksle.

Išvados

Atlikta veiklos modelio sudėties ir UCM modelio analizė. Nustatyta, kad veiklos modelio sudėtis yra tokia, kad jame sukauptų žinių pakanka generuoti UCM elementus. Tai įrodo aprašytas apibendrintasis algoritmas ir pateiktas pavyzdys. UCM gali būti generuojamas pagal įvairias veiklos modelio klases (dažniausiai veiklos proceso, funkcijos, vykdytojo ir tikslo), taigi atspindėti vartotojo poreikius skirtingais aspektais.

Straipsnyje aprašyto veiklos modelio pagrindiniu teoriškai galima generuoti ne tik UCM, bet ir kitus UML notacijos modelius (pavyzdžiui, klasių modelį).



4 pav. Sugeneruoto UCM pavyzdys

Taip intelektualizuojant informacijos sistemos kūrimo procesą veiklos žinių pagrindu, galima sutaupyti IS projektavimo laiko,

gerinti sprendimų kokybę – veiklos modelyje sukauptos jau patikrintos probleminės srities žinios.

LITERATŪRA

- Alekna P. (1996) Aibės, jų galia ir struktūra. Šiauliai: ŠPI.
- ENV 12204 (1996) Advanced Manufacturing Technology – Systems Architecture – Constructs for Enterprise Modelling. Adresas internete: <http://www.omg.org/docs/bom/97-11-19.rtf> [žiūrėta 2003-04-04].
- Gudas S., Skersys T., Lopata A. (2002) Domain Knowledge Integration For Information Systems Engineering // Informacinės technologijos verslui – 2002: konferencijos pranešimų medžiaga / Vilniaus universiteto Kauno humanitarinis fakultetas. Kaunas, p. 56–59.
- Lopata A., Gudas S. (2002). Modifikuotų darbų sekų modelių taikymas dalykinės srities žinioms specifiuoti // Informacinės technologijos, 2003: konferencijos pranešimų medžiaga / Kauno technologijos universitetas. Kaunas.
- Malcev A. (1970). Algebrinės sistemos. Maskva: Nauka, p.392 (rusų k.).
- Tham K. D. (2001). CIM–OSA: Enterprise modeling. – The Enterprise Integration Laboratory, University of Toronto. Adresas internete: www.ie.utoronto.ca/EIL/entmethod/cimosa [žiūrėta 2001-07-15].
- UEMML (2001). Universal Enterprise Modeling Language, IFAC–IFIP Task Force. Adresas internete: <http://www.cit.gu.edu.au/~bernus/taskforce/archive/UEML–TF–IG.ppt> [žiūrėta 2001-10-30].
- UML 1.4 (2000). specification. Adresas internete: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ad/01-02-11> [žiūrėta 2003-05-20].

ENTERPRISE MODEL BASED GENERATION OF THE USE CASE MODEL

Audrius Lopata, Saulius Gudas

S u m m a r y

The paper presents the approach for knowledge-based IS engineering. The Enterprise Model could be used as the source of the knowledge for generation of IS project models. We maintain that the properties of the UML models for problem domain description (Use Case Model, Activity Model) are insufficient

for knowledge-based IS engineering. The structure of the Enterprise model based on the enterprise modeling standards is defined, the principles of knowledge-based generation of the UML models are discussed. The main stages of the Use Case Model generation are described.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Žinių valdymas integruotoje verslo, informacinėje ir programų sistemoje

Audronė Lupeikienė

Matematikos ir informatikos institutas
Institute of Mathematics and Informatics
Tel. (8 5) 266 03 82
El. paštas: audronel@kti.mii.lt

Olegas Vasilecas

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
docentas, daktaras
Vilnius Gediminas Technical University
Assoc. Prof., PhD
El. paštas: olegas@fm.vtu.lt

Šiuolaikinių įmonių lankstumas yra tapatinamas su gebėjimu valdyti, naudoti ir kurti žinias. Straipsnyje parodoma, kad svarbiausias įmonių elementas yra žiniomis grindžiami verslo procesai, o tai reiškia, kad juos palaikanti informacinė sistema kaip sudedamąją dalį turi turėti žinių valdymo sistemą. Žinių valdymo sistema šiame darbe apibrėžiama kaip integruotos verslo, informacinės ir programų sistemos dalis. Parodoma, kad informacinėje sistemoje saugomos išreikštinės žinios ir neišreikštinės žinių metažinios.

Viena iš svarbiausių įmonių savybių – gebėjimas greitai keistis reaguojant į išorės reikalavimus: vartotojų poreikius, globalią konkurenciją ir kitas šiandieninio pasaulio ypatybes. Kitaip tariant, šiuolaikinės įmonės turi turėti lankstumo (angl. *agility*) savybę. Ši savybė buvo apibrėžta darbe (Goldman, Nagel, 1993) kaip įmonės gebėjimas būti konkurentabilia, greitai ir adekvačiai reaguojant į dažnus ir nenuspėjamus pokyčius. Lanksčių įmonių kūrimo paradigma apima visumą sąvokų, principų, pasiteisinančių precedentų, kurie leidžia įgyti įmonei reikiamų savybių. Siekiant užtikrinti įmonių lankstumą turi būti kalbama ne apie veiklos efektyvumą, o verslo procesų rekonfigūruojamumą, ne apie gaminius ar paslaugas, o apie sprendimus, ne apie informacijos elementus, o apie informacinę infrastruktūrą, ne apie įmonėje sukauptas žinias, o apie jų kūrimą ir valdymą. Su lanksčių įmonių kūrimo paradigma paprastai siejamos tokios sąvokos kaip greitis, adaptyvumas, rekonfigūracija, virtualūs padaliniai, žinių naudojimas.

Pripažįstant, kad žinios tampa ekonominio augimo ir produktyvumo didėjimo veiksniais bei pranašesnės veiklos pagrindu, būtina suprasti

žinių valdymą modernioje įmonėje. Tai, kas šiandien sukuriama, vis labiau yra susiję su žiniomis negu su fizine verte. Tai reiškia, kad didėja informacinis produktų turinys, o jiems sukurti reikia vis daugiau ir įvairesnių žinių. Todėl įmonių lankstumas kai kurių autorių yra tapatinamas su gebėjimu valdyti, naudoti ir kurti žinias. Pavyzdžiui, R. Dove (Dove, 1999) teikia pirmenybę tokiai lankstumo apibrėžčiai, kai lankstumas suprantamas kaip gebėjimas efektyviai valdyti ir taikyti žinias. Taigi žinios tampa svarbiu įmonių turtu; tačiau tik tada, kai iš tiesų yra naudojamos. Šiame darbe parodoma, kad žiniomis grindžiamų verslo procesų kūrimas reiškia, kad juos palaikanti informacinė sistema kaip sudedamąją dalį turi turėti žinių valdymo sistemą.

Žiniomis paprastai (pvz., ISO/IEC2382–28, 1994) yra vadinamos duomenų interpretavimo taisyklės. Tam tikrais atvejais, pavyzdžiui, kuriant duomenų bazių ar programų sistemas, šitokios žinių sampratos pakanka. Tačiau tokia samprata bendrojo atveju nėra nei pakankamai išsami, nei pakankamai griežta (Čaplinskas, Lupeikienė, 2001). Šiame darbe žinios yra suprantamos plačiaja prasme, t. y. parodoma,

kaip jos turi būti naudojamos ne tik prasmei duomenims suteikti, bet ir informacijai apdoroti ar panaudoti, naujoms žinioms generuoti, patirčiai kaupti ar naudoti ir pan.

Informacinė sistema (IS) yra verslo sistemos sudedamoji dalis. Tai reiškia, kad IS turi būti kuriama kaip integruotas verslo sistemos posistemis, todėl turi būti taikomi unifikuoti verslo ir informacinių sistemų kūrimo būdai, naudojama bendra instrumentinė kūrimo sistema (Caplinskas, Lupeikiene, Vasilecas, 2002). Tokia instrumentinė sistema gali būti sukurta tik bendros verslo, informacinių ir programų sistemų konceptualizacijos ir atitinkamos ontologijos pagrindu. Šio darbo tikslas – atsižvelgiant į Čaplinsko, Lupeikienės ir Vasileco darbe (Caplinskas, Lupeikiene, Vasilecas, 2002) pateiktą bendrą verslo, informacinių ir programų sistemų konceptualizaciją, nustatyti žinių valdymo sistemos vietą verslo sistemos elementų taksonomijoje.

Įmonės elementų svarbos kitimas

Įmonių raidos istorijoje keitėsi tiek jų pavyzdinė architektūra, tiek architektūros elementų svarba įmonių konkurencinės gebos prasme. Lentelėje pateikiami įmonių konkurencinės gebos veiksniai, nuo kurių priklauso skirtingų elementų reikšmingumas. XVIII amžiaus pabaigoje suprastas darbo pasidalijimo principas lėmė tai, kad darbo organizavimas tapo esminiu, ir išliko bei padidino konkurencinę gebą tik tos įmonės, kurios ėmė taikyti naują darbo organizavimo būdą. Gausėjant dar-

buotojų tampa sunku kontroliuoti jų darbą, užtikrinti veiklos patikimumą. Biurokratijos atsiradimas darosi neišvengiamas. Todėl XIX amžiaus antrojoje pusėje svarbiausiu įmonės elementu tapo organizacinė struktūra. Didelis materialijų vertybių ir paslaugų poreikis po Antrojo pasaulinio karo lėmė kapitalo, veiklos ir rezultatų planavimo reikalingumą, dėl to ėmė didėti organizacinio proceso svarba ir įtaka. Siekdamos išlikti dabartiniame globalios konkurencijos pasaulyje įmonės turi pertvarkyti darbo organizavimą, organizacinę struktūrą. Veiklos organizavimas, grindžiamas ne vertikalių funkcinių padalinių rinkiniu, o horizontalių procesų aibe, lemia įmonių konkurencinę gebą šiandienėmis sąlygomis. Tai patvirtino ne vienos įmonės patirtis. Todėl verslo sistema turi būti nagrinėjama kaip susidedanti iš aibės tarpusavyje sąveikaujančių verslo procesų. Verslo procesą apibrėšime kaip laiko ir erdvės atžvilgiu logiškai susijusių užduočių visumą, kuri gauna pradinį išteklių, jiems suteikia naują būseną, sukurdamą produktą/paslaugą arba, kitaip sakant naują, vertę. Verslo procesas turi pradžią ir pabaigą. Procesai kuriami nustatytam įmonės tikslui pasiekti.

Verslo procesai susiję su išteklių naudojimu. Procesų užduotims vykdyti darbuotojai naudoja laiką, medžiagas, savo žinias ir kt. Šiandienė visuomenė apibūdinama kaip pereinamoji iš industrinės į informacinę visuomenę, kurioje vyrauja žiniomis grindžiama ekonomika. Žinios visada buvo reikalingos ir naudojamos žmonių veikloje, tačiau skirtingose visuomenėse

Lentelė. Įmonių konkurencinės gebos veiksniai ir jų kitimas

Kontekstas	Konkurencinės gebos veiksnys	Rezultatas
Materialijų vertybių ir paslaugų poreikis	Darbo specializacijos principo taikymas	Darbo užduočių pasidalijimas, automatizavimo galimumas
Įmonių augimas, būtinumas užtikrinti veiklos ir rezultatų patikimumą	Igaliojimų suteikimo ir atsiskaitomumo principo taikymas	Darbo procedūrų nustatymas, biurokratijos sukūrimas
Įmonių augimas, daugelio žmonių darbo koordinavimas	Organizacinės struktūros decentralizacija	Decentralizacija, padalinių sukūrimas
Didelis materialijų vertybių ir paslaugų poreikis	Kapitalo detalaus paskirstymo ir būsimų rezultatų planavimas	Efektyvus kapitalo naudojimas
Rinkų globalizacija, globali konkurencija, vartotojų keliami reikalavimai	Žiniomis grindžiamų verslo procesų sukūrimas	Veiklos lankstumas, atsakingojo už galutinį rezultatą buvimas, dėmesys rezultatui

skiriasi žinių statusas (Čaplinskas, Vasilecas, 1998). Dabartinėje aplinkoje žinios yra sėkmės veiksnys, jos tampa vienu iš svarbiausių įmonės išteklių. Žiniomis grindžiamos įmonių teorijos požiūriu, žinių generavimas, kaupimas ir taikymas gali būti pranašesnės veiklos pagrindu. Kad taptų konkurentabilios ar pirmaujančios, įmonės išskyla uždavinys – sukurti lanksčius verslo procesus. Taigi apibendrinant galima tvirtinti, kad svarbiausias įmonių elementas šiandienėmis sąlygomis – žiniomis grindžiami verslo procesai.

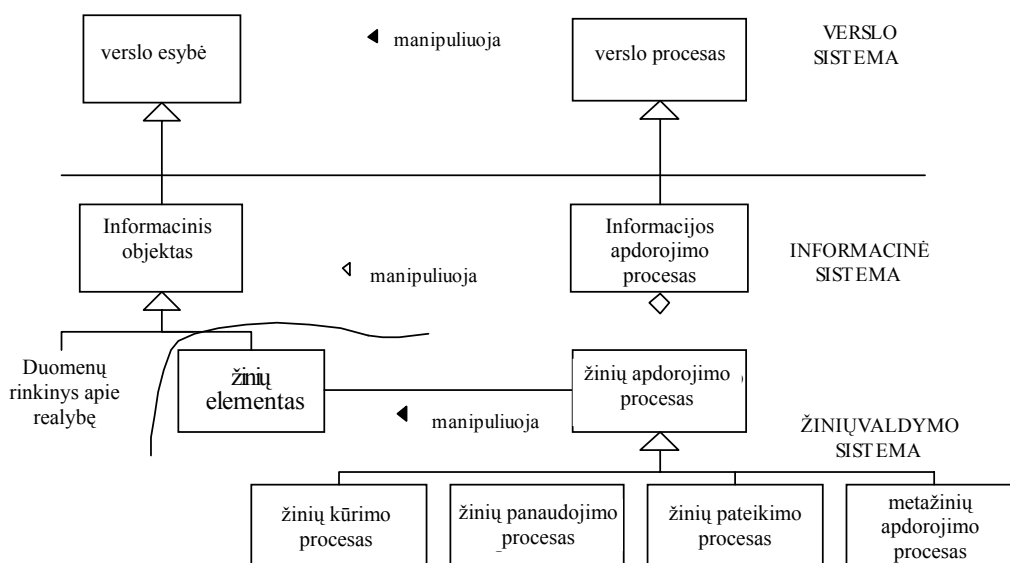
Organizacinės sistemos, informacinės sistemos ir žinių valdymo sąryšis

Egzistuoja daug skirtingų įmonių teorijų (agentinė, transakcijų kainos, sociologinė ir kt.), konceptualizacijų, vartojama skirtinga terminija, todėl pateiksime savo įmonės sampratą. Išsamiai ši samprata aptarta darbe (Čaplinskas, Lupeikienė, Vasilecas, 2002), kuriame parodoma, kad įmonės reikia nagrinėti kaip susidedančias iš dviejų komponentų: organizacinės sistemos ir verslo sistemos. Organizacinę sistemą sudaro organizacinė struktūra (funkcinės esybės: žmonės, įrenginiai ir kt.), sukuriamą ir palaikomą organizacinių procesų, kuriems informacinės paslaugas teikia organizacijos informacinė sistema.

Organizacinė sistema gali užtikrinti vienos arba kelių verslo sistemų (pvz., reklamos, turizmo ir konferencijų organizavimo) veikimą. Verslo sistema yra suprantama kaip visuma susijusių verslo procesų, kurie vykdomi siekiant išskeltų tikslų ir kurių rezultatas – paslaugos ar gaminiai vartotojams. Verslo procesai gali būti pagrindiniai ir pagalbiniai. Informacijos apdorojimo procesai yra viena iš pagalbinių verslo procesų rūšių. Informacinė sistema – tai informacijos apdorojimo procesų, kurie teikia informacinės paslaugas verslo procesams, visuma. Taigi informacinė sistema yra verslo sistemos dalis.

Paprastai žinių valdymas yra apibrėžiamas (pvz., Wiig, 1995; O'Leary, 1998) kaip žinių išteklių valdymas, siekiant užtikrinti šių išteklių naudojimą. Žinių ištekliais čia suprantami rankraščiai, laiškai, naujienos, klientų atsiliepimai ir pan. Tokia žinių valdymo samprata reiškia, kad neskiriamos žinios ir jų šaltiniai, o tai bendru atveju nėra tas pat.

Žinių valdymo sistema turi būti nagrinėjama kaip informacinės sistemos dalis (1 pav.). Informacinėje sistemoje yra manipuluojama (kuriamą, saugoma, naudojama ir pan.) verslo informaciniais objektais, kurie yra viena iš verslo esybių rūšių. Kompiuterizuotoje IS verslo esybės modeliujamos atitinkamais informaci-



1 pav. Žinių valdymo sistema kaip informacinės sistemos dalis

niais objektais. Informacinis objektas suprantamas kaip žinios apie verslo esybę arba duomenys apie verslo esybę, t. y. įrašas sistemoje apie realybę. Taigi informaciniai objektai apima žinių elementus (angl. *item*), kurie gali būti identifikuojami, saugomi ir kuriais manipuluojama informaciniėje sistemoje. Žinių apdorojimo procesus nagrinėsime kaip informacijos apdorojimo procesų dalį (1 pav.). Šie procesai leidžia saugoti, tvarkyti, atnaujinti ir taikyti žinias. Žinių apdorojimo procesas manipuliuoja žinių elementais: tiek elementariais, tiek sudėtiniais. Pažymėsime, kad kai kurie autoriai (Staab et al., 2001) siūlo skirti žinių kūrimą nuo kitokio manipuliavimo žiniomis, tam apibrėždami žinių procesus ir žinių metaprocusus.

Apibrėšime terminus, kurie paaiškina mūsų naudojamą žinių sistemas, kaip unifikuotos verslo, informacinės ir programų sistemos dalies, sampratą.

Žinių apdorojimo procesas yra informacijos apdorojimo procesų dalis. Žinių apdorojimo procesas suprantamas kaip aibė tarpusavyje susijusių užduočių, kurios manipuliuoja (kuria, saugo, perduoda, pateikia ir pan.) žinių elementais. Žinių apdorojimo procesai vykdomi pagal žinių apdorojimo taisykles.

Žinių apdorojimo taisyklė yra direktyva, kuria versle vadovaujamas dirbant su žiniomis. Žinių apdorojimo taisyklės yra viena iš verslo taisyklių rūšių.

Žinių elementas yra verslo žinių dalis, susijusi su verslo esybėmis (daiktais, procesais, įvykiais ir pan.). Žinių elementai yra viena iš verslo informacinių objektų rūšių. Žinių elementai apima verslo taisykles.

Žinių valdymo sistema yra informacinės sistemos sudedamoji dalis. Ją sudaro žinių apdorojimo procesų ir žinių elementų visuma.

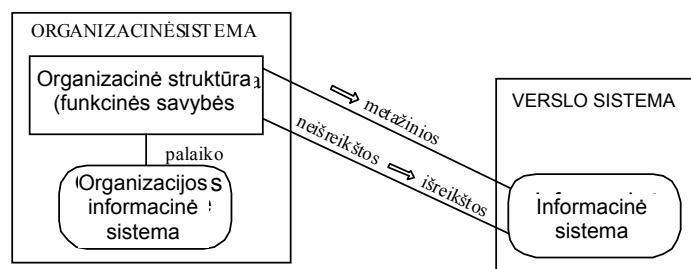
Informacinėje sistemoje saugomų žinių rūšys

Žinios gali būti klasifikuojamos pagal įvairius kriterijus. Žinių rūšys yra išnagrinėtos A. Lupeikienės O. Vasileco darbuose (Lupeikienė, Vasilecas, 1999a; Lupeikienė, Vasilecas, 1999b). Pagal žinių išreikštumą jos gali turėti išreikštą ir neišreikštą pavidalą. Neišreikštinės

žinios paprastai apibrėžiamos kaip tai, kas žinoma, galbūt net nesugebant to žinojimo paaiškinti. Šios žinios lemia žmonių elgseną, mokėjimą ką nors atlikti. Jos apima vadinamąsias „know-how“ žinias. Sakoma, kad neišreikštinės žinios įgyjamos per patirtį. Neišreikštinių žinių šaltiniai yra žmonės. Bendruoju atveju neišreikštinių žinių pateikimas kitiems ar naudojimas verslo sistemoje yra ribotas, nes neišreikštinėmis žiniomis dalijamasi pokalbių metu ar keičiantis patirtimi. Jei žinios neišreikštinės, jos gali būti identifikuojamos tik nuoroda į žinių šaltinį. Taigi neišreikštinių žinių valdymas gali būti tapatinamas su žmonių valdymu. Kitaip tariant, šiuo atveju žinių valdymas suprantamas kaip konkrečios organizacinės struktūros elementų valdymas. Apibendrinant galima sakyti, kad neišreikštinės žinios siejamos su organizacine sistema, kurios funkcionavimą palaiko specialiai tam skirta įmonės informacinė sistema. Nors neišreikštinės žinios yra vienas iš svarbesnių šiuolaikinių įmonių konkurencinės gebos didinimo šaltinių, informaciniėje sistemoje jos nesaugomos ir neapdorojamos.

Informacinėje sistemoje manipuluojama išreikštinėmis žiniomis. Tai reiškia, kad išreikštinės žinios yra saugomos, kuriamos, transformuojamos, pateikiamos, taikomos ir pan., jos gali būti nesiejamos su žinių šaltiniu arba žinių turėtoju. Išreikštinės žinios yra formalios ar formalizuotos, jos interpretuojamos vienareikšmiškai. Pažymėsime, kad kitokia šių žinių interpretacija yra susijusi su naujų žinių kūrimu. Išreikštinės žinios daugelio autorių yra nagrinėjamos kaip svarbiausias verslo procesų rezultatų gavimo veiksnys dabarties sąlygomis.

Neišreikštinės žinios yra būtinos kuriant išreikštinės žinias (2 pav.). Tai reiškia, kad neišreikštinės žinios yra sudedamoji žinių apdorojimo proceso dalis. Informacinėje sistemoje saugomos neišreikštinių žinių metažinios. Tai gali būti neišreikštinių žinių aprašai (gebėjimų, mokėjimų, patirties ir pan. prasme), nuorodos į neišreikštinių žinių šaltinius. Taigi informacinė sistema ir organizacinė sistema tarpusavyje gali būti susijusios. Antrame paveiksle šis ryšys parodytas žinių valdymo kontekste.



2 pav. Informacinės ir organizacinės sistemos ryšys žinių valdymo kontekste

Išvados

Svarbiausias įmonių elementas, iš esmės lemiantis jų veiklos parametrus, šiandienėmis sąlygomis yra lankstūs verslo procesai. Lankstūs verslo procesai reiškia, kad jie tapatinami su žiniomis grindžiamais verslo procesais. Kitaip tariant, verslo procesai vyksta pagal verslo taisykles (žinias), ir dalis jų manipuliuoja žiniomis. Pagal darbe naudojamą įmonės konceptua-

lizaciją, žinių valdymo sistema suprantama kaip informacinės sistemos sudedamoji dalis. Ją sudaro žinių apdorojimo procesų ir žinių elementų visuma. Informacinėje sistemoje manipuluojama išreikštinėmis žiniomis. Neišreikštinės žinios joje nesaugomos ir neapdorojamos. Neišreikštinės žinios yra sudedamoji žinių apdorojimo proceso dalis. Informacinėje sistemoje saugomos neišreikštinių žinių metažinios.

LITERATŪRA

- Čaplinskas A., Lupeikienė A. (2001). Programų, informacinių ir verslo sistemoms kurti naudojamų žinių formalizavimo problemos // Lietuvos matematikos rinkinys, nr. 41, p. 259–266.
- Čaplinskas, Lupeikienė A., Vasilecas O. (2002). Shared Conceptualisation of Business Systems, Information Systems and Supporting Software // H.-M. Haav, A. Kalja (eds.). Databases and Information Systems II. Fifth International Baltic Conference „BalticDB&IS'2002“, Tallinn, Estonia, June 3–6, 2002: Selected Papers, Kluwer Academic Publishers, p. 109–120.
- Čaplinskas A., Vasilecas O. (1998). Informacinė visuomenė ir informatikos studijų integravimo problemos // Informacinės technologijos'98: konferencijos „Lietuvos mokslas ir pramonė“ pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 99–105.
- Dove R. (1999). Knowledge management, response ability, and the agile enterprise // Journal of Knowledge Management, vol. 3, no. 1, p. 18–35.
- Goldman S. L., Nagel R. N. (1993). Management, Technology and Agility: The Emergence of a New Era in Manufacturing // International Journal Technology Management, vol. 8, no. 1/2, p. 18–38.
- ISO/IEC 2382–28. Information technology. Vocabulary. Part 28: Artificial intelligence – Basic concepts and expert systems, 1994.
- Lupeikienė A., Vasilecas O. (1999a). Žinių naudojimo ypatumai valdant organizaciją // Informacinės technologijos'99: konferencijos „Lietuvos mokslas ir pramonė“ pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 99–105.
- Lupeikienė A., Vasilecas O. (1999b). Verslo proceso reinžinerija: informacijos ir žinių naudojimo aspektai // Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai, nr. 9, p. 49–64.
- O'Leary D. E. (1998). Enterprise knowledge management // Computer, vol. 31, no. 3, p. 54–61.
- Staab S., Studer R., Schnurr H.-P., Sure Y. (2001). Knowledge processes and ontologies // IEEE Intelligent Systems, no. 2/3, p. 26–34.
- Wiig K. M. (1995). Knowledge management methods. Practical approach to managing knowledge. Arlington: Schema Press.

**KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM AS COMPONENT OF BUSINESS SYSTEM,
INFORMATION SYSTEM AND SUPPORTING SOFTWARE****Audronė Lupeikienė, Olegas Vasilecas****S u m m a r y**

Enterprise agility implies knowledge management. In other words, agile enterprise system consists of knowledge-based business processes. The paper shows that nowadays knowledge-based business process is the most important component of enterprise system. There are many different conceptualisations of an enterprise. This paper uses uniform conceptualisation of business system, information system and supporting software and defines knowledge

management system as component of business information system. So, knowledge management system consists of knowledge processing processes and knowledge items. The paper shows that business information system processes explicit knowledge. Tacit knowledge is not stored and not processed in this system. Tacit knowledge is analysed as an ingredient to the creation of explicit knowledge in the paper.

Įteikta 2003 m. birželio 20 d.

Europos Sąjungos universaliųjų telekomunikacijų paslaugų politika: iššūkiai Lietuvai

Lina Markauskaitė

Matematikos ir informatikos instituto mokslinė bendradarbė,
fizinių mokslų daktarė
Institute of Mathematics and Informatics, Research fellow, PhD
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
El. paštas: LMark@takas.lt

Straipsnyje aptariamas Europos Sąjungos universaliųjų telekomunikacijų paslaugų režimas. Pirmiausia supažindinama su universaliųjų paslaugų politikos samprata, teorinėmis prielaidomis ir praktinėmis ypatybėmis. Po to nagrinėjamas Europos Sąjungos teisiniuose aktuose nustatytas universaliųjų paslaugų režimas ir galiausiai aptariamos potencialios Lietuvos galimybės įgyvendinti Europos Sąjungos „acquis communautaire“.

Universaliosios paslaugos (UP) – valstybės nustatytas atitinkamos kokybės paslaugų minimumas, kuris nepriklausomai nuo gyvenamosios vietos turi būti prieinamas ir įperkamas visiems šalies gyventojams (Cremer et al., 1998b). Nuo pirmųjų komunikacijų paslaugų atsiradimo UP režimas buvo plačiai taikomas telekomunikacijų tinklų ir paslaugų sektoriaus valdymui. Plėtojantis komunikacijų paslaugoms ir keičiantis gyventojų poreikiams, nuolatos kito ir UP samprata, politikos tikslai bei jos įgyvendinimo būdai (OECD, 1995). Pastarojo dešimtmečio sparti technologijų kaita, komunikacijų rinkos demonopolizavimas bei kiti sektoriaus valdymo pokyčiai reikalauja iš naujo ir iš esmės peržiūrėti visus UP aspektus: jų apimtį, sampratą, politikos tikslus ir įgyvendinimo mechanizmą.

UP politika jau daugelį metų buvo kritikuojama dėl įvairių jos trūkumų: visuomeninio subjektyvumo, socialinio ir ekonominio neefektyvumo, neatsparumo politiniam spaudimui bei kitų (Markauskaitė, 2003). Tačiau komunikacijos paslaugų svarba nulėmė tai, jog ši politika išliko aktuali ir šiuo metu ji tebėra įgyvendinama daugelyje pasaulio šalių (Intven,

2000). Europos Sąjungos (ES) telekomunikacijų įstatymai taip pat reikalauja, jog universaliosios telekomunikacijų paslaugos būtų prieinamos visiems jos gyventojams, ir nustato pagrindinius Bendrijos šalyse narėse įvestų UP režimų reikalavimus (OJ L108, 24–04–02). Remiantis Lietuvos stojimo į ES derybinėmis nuostatomis (Žin., 2000, Nr. 47–1362), mūsų šalis neprašo jokių išimčių devynioliktoje telekomunikacijų ir informacijos technologijų derybiniam skyriuje. Todėl iki 2004 metų Lietuvoje turi būti įvestas ES reikalavimus atitinkantis universaliųjų telekomunikacijų paslaugų režimas. Tačiau šis šalies įsipareigojimas dar nėra įgyvendintas net *de jure* lygiu (EC, 2002b).

Šio straipsnio **objektas** – Europos Sąjungos universaliųjų paslaugų režimas. Jo **tikslas** – apžvelgti pagrindinius ES universaliųjų telekomunikacijų paslaugų politiką reglamentuojančius teisinius dokumentus ir aptarti, ar ES reikalavimai yra pagrįsti ir ar jie gali būti įgyvendinti Lietuvos ekonominėje ir socialinėje sferose. Pagrindiniai **tyrimo metodai** – mokslinės literatūros, ES ir Lietuvos dokumentų bei įvairių statistinių duomenų analizė ir sintezė.

Universaliųjų paslaugų samprata ir įgyvendinimo ypatybės

Universaliųjų paslaugų sąvoka plačiai vartojama įvairiose tinklų infrastruktūra besiremiančiose pramonės ir paslaugų sferose (pvz., vandentiekio, elektros tinklų, pašto, telekomunikacijų) (Cremer et al., 1998). Universaliosios telekomunikacijų paslaugos – tai „nustatytos kokybės telekomunikacijų paslaugų minimumas, kuris, nepaisant geografinės vietos, už prieinamą kainą teikiamas visiems tokias paslaugas užsisakiusiems telekomunikacijų paslaugų gavėjams“ (Žin., 2002, Nr. 75–3215). Pagrindinis UP ir kitų valstybės garantuojamų socialinių paslaugų (pvz., švietimo, sveikatos apsaugos) skirtumas yra tas, jog subsidijos UP dažniausiai yra skiriamos ne iš valstybės biudžeto, o iš tas paslaugas teikiančios ūkio šakos vidinių išteklių.

UP politika paprastai įgyvendinama naudojant specialų finansavimo ir sektoriaus valdymo mechanizmą – įpareigojimą teikti universalias paslaugas (Cremer et al., 1998). Jis įpareigoja komunikacijų rinkos dalyvius teikti nustatytą paslaugų minimumą nurodytomis sąlygomis arba prisidėti prie UP nuostolių kompensavimo.

Dažniausiai UP režimas yra įvedamas dėl trijų pagrindinių priežasčių (Cremer et al., 1998; Scanlan, Neu, 2000):

1. *Ekonominio rinkos neveiksmingumo.* Pavyzdžiui, teigiama, kad telekomunikacijų operatoriai nesugeba pasinaudoti ekonomine ir socialine nauda, gaunama iš tinklo visuotinumą; jie gali nenorėti aptarnauti tų klientų, kuriems paslaugų teikimo savikaina yra didelė, o pelnas mažas.

2. *Visuomenės nuostatos, susijusios su didele paslaugų socialine ir visuomenine verte.* Pavyzdžiui, manoma, jog visuotinės komunikacijų paslaugos yra būtinos demokratijos plėtrai, jos nulemia piliečio galimybes dalyvauti kultūriniame, socialiniame bei visuomeniniame gyvenime.

3. *Siekio įgyvendinti kitus valstybės tikslus persikrstant komunikacijų sektoriaus išteklius.* Pavyzdžiui, valstybė, įpareigodama išplėtoti UP naujose teritorijose, kartu įgyvendina subalansuotos regioninės plėtros politiką.

Įvairių šalių patirtis atskleidžia, jog UP politika neretai nukrypsta nuo šių conceptualių tikslų, ir gana dažnai UP režimas įvedamas dėl

politinio spaudimo ar kitų subjektyvių priežasčių (Laffont, Tirole, 2000).

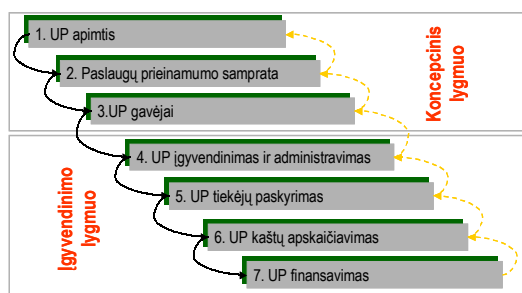
Monopolistinėse rinkose UP režimas gali būti įgyvendinamas gana nesudėtingai. Tam naudojamos dvi politinės ir finansavimo priemonės (Cremer et al., 1998; Intven, 2000): 1) valstybinis monopolininkas ar stipriai valstybės kontroliuojamos privačios monopolistinės kompanijos įstatymais įpareigojamos teikti UP ir kartu 2) šioms įmonėms yra leidžiama kompensuoti dėl šio įpareigojimo patiriamus nuostolius (t. y. UP išlaidas) iš kitų monopolininko gaunamų pajamų.

Susidariusioms UP sąnaudoms kompensuoti monopolistinės bendrovės naudoja du tradicinius lėšų perskirstymo mechanizmus: 1) kryžminį subsidijavimą tarp vartotojų arba 2) kryžminį subsidijavimą tarp paslaugų. Pirmuoju atveju, neatsižvelgiant į tikras paslaugų išlaidas, UP yra teikiamos visiems vartotojams už vienodas vidutines jų kainas, ir taip perskirstomos lėšos tarp įvairių vartotojų grupių (pvz., kaimo ir miesto gyventojų, privačių ir verslo klientų). Antruoju atveju nekomerciniai UP įkainiai yra taikomi visiems paslaugų vartotojams, o UP nuostoliai yra kompensuojami iš papildomo, nepagrįstai didelio pelno, gaunamo už kitas monopolistinės bendrovės teikiamas paslaugas (pvz., abonentinis mokestis ir nuostolingi vietiniai pokalbiai yra kompensuojami iš pelno už tarpmiestinius arba tarptautinius skambučius).

Laisvoje ir sparčiai besiplėtojančioje komunikacijų rinkoje UP politikos įgyvendinimas sukelia keletą rimtų conceptualių ir praktinių problemų. Pirmą, įpareigojimas teikti universalias paslaugas yra politinis kišimasis į laisvą konkurencijos raidą, o tai prieštarauja liberaliosios ekonomikos principams (Cremer et al., 1998; EC, 1996). Antra, neįmanoma užtikrinti sąžiningos ir laisvos konkurencijos neįvedus sąnaudomis pagrįstų paslaugų kainų, todėl liberaliojoje rinkoje kryžminio subsidijavimo mechanizmai negali būti taikomi UP nuostoliams kompensuoti (EC, 1996; Longstaff, 1996; OECD, 1995). Be to, sparčiai visuomenėje plintančios naujos komunikacijų paslaugos (pvz., internetas, judrusis ryšys) skatina papildyti visiems prieinamų paslaugų minimumą vis naujomis paslaugomis. O tam reikia dar labiau išplėsti UP politiką ir dar daugiau reguliuoti bei kišti į laisvą konkurencijos plėtrą (Longstaff, 1996).

ES telekomunikacijų politika ir universaliųjų paslaugų režimas

Europos Sąjungos šalys pasirinko laipsniško komunikacijų sektoriaus liberalizavimo kryptį, bet kartu įsipareigojo išsaugoti universaliąsias telekomunikacijų paslaugas (OJ L192, 24–07–1990). Kertiniai Europos Sąjungos UP režimo aspektai yra išdėstyti 2002 metais patvirtintoje Universaliųjų paslaugų direktyvoje 2002/22/EC (OJ L108, 24–04–02). Šis dokumentas reglamentuoja universaliųjų paslaugų politikos koncepcines nuostatas ir jos įgyvendinimo principus. Pagrindines Europos Sąjungos UP režimo dalis (žr. pav.) aptarsime išsamiau.



Pav. Pagrindinės universaliųjų paslaugų režimo dalys

1. UP apimtis. ES direktyva teigia, jog nustatytas telekomunikacijų paslaugų minimumas turi būti teikiamas visiems vartotojams, pateikusiems argumentuotą prašymą nepriklausomai nuo jų geografinės gyvenamosios vietos ir, atsižvelgiant į nacionalines aplinkybes, už prieinamą kainą¹. Ši direktyva nustato paslaugas, kurios *turi* ir kurios *gali* būti įtrauktos į UP rinkinį.

Privalomos UP apima: 1) kiekvienos namų valdos priėjimą prie viešųjų telekomunikacijų tinklų ir paslaugų fiksuotose vietose (balso dažnių juosta, tinkama vietiniams, tarp miestiniams ir tarptautiniams skambučiams, fakso ir duomenų perdavimui bei prieigai prie interneto) ir 2) priėjimą prie pagalbos tarnybų numerių².

Papildomai į UP rinkinį šalys gali įtraukti ir bet kurias iš šių paslaugų: 1) operatoriaus paslaugas; 2) abonentų katalogus ir informacijos teikimą apie abonentus; 3) taksofonų įrengimą; 4) paslaugų teikimą pagal specialius planus ir nustatytomis sąlygomis; 5) specialių paslaugų ir priemonių teikimą neįgaliesiems bei specialių socialinių poreikių asmenims; 6) negeografinės telekomunikacijų paslaugas; 7) išskirtinių linijų įrengimą³.

Bendrijos narės į UP rinkinį savo nuožiūra gali įtraukti ir dar daugiau paslaugų (pvz., plačiajuostį interneto ryšį), bet ES direktyva draudžia subsidijuoti šių paslaugų teikimą iš vidinių komunikacijų sektoriaus lėšų⁴.

2. Paslaugų prieinamumo samprata. Paslaugų prieinamumas gali būti susijęs su trimis pagrindiniais aspektais: 1) fizinio ryšio buvimu ir techninėmis galimybėmis naudotis paslauga; 2) paslaugos kainos prieinamumu; 3) paslaugos kokybės ir vartotojo poreikių atitikimu (Markuskaitė, 2002). ES direktyva tiesiogiai arba netiesiogiai apibrėžia visus šiuos aspektus. Ja remiantis, vieši telekomunikacijų tinklai ir paslaugos *fiziškai* turi būti prieinami iš kiekvienos nuolatinės gyvenamosios valdos⁵. Santykinai prieinama *kaina* visose šalyse turi būti garantuota vienu iš būdų: įstatymais reglamentuojant didžiausią leistiną paslaugos kainą arba nustatant vienodą kainą visoje geografinėje teritorijoje⁶. Paslaugos kainos prieinamumas taip pat gali būti užtikrintas įpareigojant operatorius nustatytiems vartotojams (pvz., pensininkams) taikyti specialius tarifus bei mokėjimo schemas ar įvesti specialius paslaugų paketus⁷. UP *kokybes* reikalavimai apima: informacijos (pvz., detalių sąskaitų) teikimą vartotojams apie jų telekomunikacijų išlaidas; privalomą papildomų specialių paslaugų (pvz., skambučių uždraudimo, dalinio atjungimo), leidžiančių kontroliuoti šias išlaidas, teikimą; tinkamą techninę paslaugų kokybę, leidžiančią naudotis lygiavertėmis

¹ Universaliųjų paslaugų direktyva 2002/22/EC, 3 str., 4 str. (OJ L108, 24-04-02).

² Ibid., 2 (c) str., 4 str., 8 nut., 11 nut.

³ Ibid., 2 (c) str., 5 str., 6 str., 7 str., 18 str.

⁴ Ibid., 8 nut., 46 nut.

⁵ Ibid., 8 nut.

⁶ Ibid., 9.4 str.

⁷ Ibid., 9.3 str.

paslaugomis ir neigaliesiems¹. Bendrijos narės, atsižvelgdamos į šalies sąlygas, pačios turi nustatyti konkretų kainų dydį ir kitus paslaugų prieinamumo reikalavimus.

3. UP gavėjai (beneficiantai). Kai kuriais UP (pvz., pagalbos tarnybomis, taksofonais) nekomercinėmis sąlygomis gali naudotis visi šių paslaugų vartotojai. Tačiau ES direktyva netiesiogiai apibrėžia, jog pagrindiniai UP politikos beneficiantai yra fiziniai asmenys, kuriems nustatytas UP minimumas nebūtų teikiamas komerciniu pagrindu². Tai: 1) kaimų ir mažai apgyvendintų teritorijų gyventojai, kuriems paslaugų teikimo savikaina yra didelė; 2) specialių socialinių poreikių turintys vartotojai, kurie dėl įvairių priežasčių neįgalėtų atsiskaityti už šias paslaugas rinkos kainomis, ir 3) neįgalieji, kuriems reikia specialios kokybės paslaugų.

4. UP įgyvendinimas ir administravimas. ES įstatymai nustato pagrindinius UP politikos įgyvendinimo principus. Direktyvoje teigiama, jog UP režimas turi remtis objektyvumo, skaidrumo, nediskriminavimo ir proporcingumo principais, minimaliai trukdyti natūraliai rinkos raidai³. Pirmiausia kiekviena šalis turi nustatyti, ar UP savaime nėra teikiamos visiems jų pageidaujantiems vartotojams normaliomis rinkos sąlygomis⁴. Jei dėl kokių nors priežasčių UP nėra visuotinai prieinamos, tuomet šalyje turi būti sukurtas UP įgyvendinimo mechanizmas, o režimo administravimas turi būti pavestas nepriklausomai institucijai⁵.

5. UP teikėjų skyrimas. ES direktyva leidžia įpareigojimą teikti UP paskirti vienam, keliems arba visiems šių paslaugų rinkos dalyviams. UP teikėju gali būti paskirtas bet kuris šias paslaugas siūlantis teikėjas, t. y. nebūtinai buvęs valstybės operatorius. Įstatymas nurodo, jog UP teikėjai turi būti parinkti atsižvelgiant į jų finansinį efektyvumą ir norą teikti šias paslaugas, laikantis technologinio neutralumo principo bei išsaugant viešųjų tinklų vientisu-

mą. UP teikėjai gali būti išrinkti konkurso būdu arba kitais konkurencija grįžtais metodais (pvz., aukciono būdu)⁶.

6. UP išlaidų apskaičiavimas. UP teikėjams turi būti kompensuoti tik tie nuostoliai, kuriuos jie patyrė dėl įpareigojimo teikti UP⁷. Iš sąnaudų turi būti atimtos visos pajamos bei nemateriali nauda, kuri buvo gauta teikiant šias paslaugas (pvz., pajamos iš savireklamos ant taksofono būdelių). UP sąnaudos taip pat dar gali būti pakoreguotos pagal UP teikėjo ekonominį efektyvumą.

7. UP finansavimas. UP nuostoliai gali būti kompensuojami iš dviejų šaltinių: bendrų viešų fondų (pvz., valstybės biudžeto) arba elektroninių komunikacijų tinklų ir paslaugų teikėjų įmokų⁸.

Pastaruoju atveju UP įmokos gali būti renkamos iš visų tinklų ir paslaugų teikėjų arba tik iš tam tikrų paslaugų teikėjų (pvz., tik fiksuoto ryšio)⁹. Pagrindinis mokėtojų parinkimo ir įmokų paskirstymo principas – minimalus poveikis konkurencijos plėtotei. Todėl Sąjungos direktyva siūlo UP išlaidas paskirstyti kuo didesniai teikėjų skaičiui ir parinkti kuo platesnį įmokų mokėjimo pagrindą¹⁰. Tačiau ES įstatymai palieka teisę nuo UP įmokų atleisti labai mažą apyvartą turinčius teikėjus ir draudžia šias išlaidas subsidijuoti iš pajamų, gautų už paslaugų teikiamą kitų šalių teritorijose¹¹.

Europos Sąjungos režimo įgyvendinimas Lietuvoje

ES nustatytas UP režimas gali būti vertinamas prieštaringai. Viena vertus, Universaliųjų paslaugų direktyva 2002/22/EC (OJ L108, 24-04-02) apibrėžia tik pačius bendriausius UP politikos koncepcinius kontūrus ir nustato pagrindinius jos įgyvendinimo mechanizmo rei-

¹ Ibid., 7 str., 10.2 str.

² Ibid., 3 str., 4 str.

³ Ibid., 1.1 str., 3.2 str.

⁴ Ibid., 8.2 str.

⁵ Ibid., 23 nut.

⁶ Ibid., 8.2 str., 14 nut.

⁷ Ibid., 12.1 str.

⁸ Ibid., 13.1 str.

⁹ Ibid., 13.1 str.

¹⁰ Ibid., 23 nut.

¹¹ Ibid., 13.3 str., 13.4 str., 21 nut.

kalavimus. Todėl kiekviena šalis ES nuostatus gali pritaikyti prie savo socialinių, ekonominių ir telekomunikacijų rinkos sąlygų bei vadovaudamasi ES direktyva sukurti jai tinkamą UP režimą. Kita vertus, ES reglamentuotas UP režimas remiasi keliomis prielaidomis (Cullen, 2001a; 2001b). Pirmą, šalyje turi būti išplėtotas fiksuoto ryšio paslaugų tinklas. Antra, UP rinka ir *de jure*, ir *de facto* turi būti liberali. Šalims, kurios netenkina šių reikalavimų, gali būti gana sudėtinga arba neracionalu įgyvendinti Bendrijos nustatytą UP režimą.

Pavyzdžiui, ES direktyva reikalauja, jog kiekvienam vartotojui iš jo nuolatinės gyvenamosios vietos už prieinamą kainą būtų suteiktas priėjimas prie viešųjų fiksuoto ryšio tinklų. Kad patenkintų šią nuostatą, toms šalims, kuriose anksčiau šis tinklas nebuvo iki galo išplėtotas, gali tekti įgyvendinti plataus masto UP politiką. Statistika rodo, jog Lietuvos būstuose fiksuoto ryšio skvarba nesiekia net 70% (EC, 2002a), o kad skvarba sudarytų 100%, reikia didelių kapitalinių investicijų. Tokia brangi UP politika gali būti nepakeliama finansinė našta ne tik komunikacijų sektoriui, bet ir visam valstybės biudžetui.

ES įstatymais apibrėžtas UP įgyvendinimo mechanizmas remiasi laisvos rinkos modeliu. Lietuvoje bei daugelyje ES kandidačių fiksuoto ryšio rinka buvo visiškai *de jure* liberalizuota penkeriais metais vėliau negu Sąjungos valstybėse, tik 2003 metais (Žin., 2002, Nr. 75–3215). Konkurencija fiksuoto ryšio rinkoje dar nėra išsigalėjusi, tad įdiegti šioje rinkoje ES nustatytą UP režimą yra arba neįmanoma, arba neefektyvu (pvz., esant tik vienam paslaugų teikėjui neįmanoma UP įpareigojimo paskirti konkurso būdu). Be to, Lietuvoje, kaip ir daugelyje ES kandidačių, fiksuoto ryšio liberalizavimo reformos dar nebaigtos. Duomenys rodo, jog šių paslaugų tarifai Lietuvoje ir ES šalyse ženkliai skiriasi: abonentinis mokestis ir vietiniai pokalbiai tebėra santykinai pigūs¹, o tarpmiestiniai ir tarptautiniai – brangūs (EC, 2002a). Visiškai subalansavus tarifus ir priarti-

nus juos prie ES įkainių, minimalios fiksuoto ryšio paslaugos labai pabrangs, tad jos gali tapti finansiškai nebe prieinamos daugeliui dabartinių šių paslaugų vartotojų. Tyrimai patvirtina, jog Lietuvos ekonomikos sąlygomis, kitaip nei ES šalyse, praktiškai yra neįmanoma užtikrinti visuotinio šių paslaugų prieinamumo² (Milne, 2000).

Atsižvelgiant į Lietuvos tinklų infrastruktūros plėtros skirtumus, galima kvestionuoti ir Europos Sąjungos UP politikos siekių racionalumą. Anksčiau Lietuvoje fiksuoto ryšio tinklas nebuvo išplėtotas. Dabar daugelio tų gyventojų, kurie neturėjo fiksuoto ryšio, poreikius visiškai patenkino visą teritoriją apimančios komercinės judriojo ryšio paslaugos, ir jiems fiksuoto telefono linija tapo nebereikalinga. Be to, sumažėjus judriojo ryšio paslaugų kainoms iki fiksuoto ryšio tarifų lygio, netgi pastarojo tinklo vartotojai savo noru atsisako šių paslaugų (ELTA, 2003). Tai rodo, jog Lietuvos ekonomikos ir telekomunikacijų rinkos kontekste Europos Sąjungos siekiai yra ne tik sunkiai įgyvendinami, bet ir nepagrįsti.

Išvados

Atlikta analizė rodo, jog universaliosios telekomunikacijų paslaugos neprarado savo aktualumo šiandienėje visuomenėje. Tačiau yra sudėtinga užtikrinti, kad svarbiausios telekomunikacijų paslaugos būtų prieinamos visiems gyventojams, ir kartu liberalizuoti komunikacijų rinką, sumažinti jos reguliavimą. ES siekia suderinti abu šiuos tikslus. Sąjungos direktyvos reglamentuoja tik pačius bendriausius UP politikos aspektus, ir kiekviena šalis, vadovaudamasi ES įstatymais, gali sukurti tokį UP režimą, kuris atitiktų jos sąlygas.

Tačiau ES nustatytos UP režimo gairės remiasi dviem prielaidomis: 1) šalyje dar prieš rinkos liberalizavimą turi būti išplėtotas fiksuoto ryšio tinklas; 2) UP tarifai turi atitikti jų išlaidas ir konkurencija šių paslaugų rinkoje turi jau vykti. Lietuvoje ir beveik visose kitose į ES

¹ Pavyzdžiui, 2002 m. birželio 30 d. Lietuvoje mėnesinis abonentinis mokestis buvo 6,7 EUR, o Europos Sąjungos šalyse – nuo 11,78 EUR iki 19,6 EUR (EC, 2002a).

² 2001 metais Lietuvos bendrasis vidaus produktas vienam gyventojui (3841 EUR) buvo daugiau kaip 6 kartus mažesnis už ES vidurkį (23 411 EUR) (EC, 2002a).

ketinančiose įstoti valstybėse minėtos sąlygos nėra tenkinamos. Todėl šiose šalyse įvesti ES reikalavimus atitinkantį UP režimą gali būti pernelyg sudėtinga ir brangu.

Be to, Sąjungos nustatyti UP politikos siekiai, grindžiami tik fiksuoto ryšio skvarba, yra neracionalūs ES šalių kandidačių telekomunikacijų rinkos sąlygomis, nes šiose šalyse judriojo ryšio tinklai ir paslaugos yra labiau išplėtoti nei fiksuoto. Todėl Lietuva bei kitos šalys

kandidatės neturėtų besąlygiškai siekti įgyvendinti visų Sąjungos „*acquis communautaire*“, neatsižvelgdamos į savo situaciją ir galimus padarinius šalies ekonomikai. ES kandidatės gali pagrįstai derėtis, kad Sąjungos UP politika būtų pritaikyta ir prie jų telekomunikacijų infrastruktūros ypatybių bei ekonomikos lygio. Konkretūs siūlymai, kaip ir su kokiomis išlygomis ES įstatymai galėtų būti įgyvendinti Lietuvoje, yra pateikti kituose darbuose (Markauskaitė, 2002).

LITERATŪRA

- Commission Directive 90/388/EEC of 28 June 1990 on competition in the markets for telecommunications services // Official Journal L192, 24-07-1990, p. 10-16.
- Cremer H., Gasmi F., Grimaud A., Laffont J. J. (1998). The Economics of Universal Service: Theory. World Bank Institute. Adresas internete: <http://www.worldbank.org/wbi/regulation/pubs/theory.htm> [žiūrėta 2002-10-15].
- Cullen (2001a). Study on Universal Service in the Accession Countries. Main Report. Annexes to Main Report. Produced for the European Commission under Study Contract No. 71080. June 30, 2001. Cullen International SA and Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste GmbH.
- Cullen (2001b). Study on Universal Service in the Accession Countries. Country Report. Produced for the European Commission under Study Contract No. 71080. June 30, 2001. Cullen International SA and Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste GmbH.
- ELTA (2003). Lietuvos telekomo pelnas krito 63 proc. // DELFI interneto vartai, 2003-02-19. Adresas internete: <http://www.delfi.lt/archive/index.php?id=1943505> [žiūrėta 2003-02-19].
- Directive 2002/22/EC of the European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services (Universal Service Directive) // Official Journal of European Communities, 24-04-2002, p. L108/51-L108/77.
- EC (1996). Universal Service for Telecommunications in the Perspective of a Fully Liberalized Environment an Essential Element of the Information Society. Communication to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM (96) 73. Brussels, 12 March 1996.
- EC (2002a). Second Report on Monitoring of EU Candidate Countries (Telecommunication Services Sector), 16 December 2002, Version 2.5, ECSC – EC – EAEC, Brussels – Luxembourg.
- EC (2002b). Regular report on Lithuania's progress towards accession COM (2002) 700 final. Brussels, 9.10.2002, SEC (2002) 1406.
- Intven, H. (ed.) (2000). Universal Services // H. Intven, J. Oliver, E. Sepulveda (eds.) Telecommunications Regulation Handbook. Washington DC: The World Bank.
- Laffont J. J., Tirole J. (2000). Competition in the Telecommunications. Cambridge: The MIT Press.
- Lietuvos Respublikos telekomunikacijų įstatymo pakeitimo įstatymas, 2002 m. liepos 5 d, Nr. IX-1053 // Valstybės žinios, 2002, Nr. 75-3215.
- Longstaff P. H. (1996). Telecommunications Competition and Universal Service: The Essential Tradeoffs. Center for Information Policy Research. Cambridge: Harvard University.
- Markauskaitė L. (2002). Universal Service Obligation in the Transitional Period from Monopolistic to Competitive Telecommunications Market. Recommendations for Universal Service Policy Legislation in Lithuania. Unpublished thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the degree of Masters in Communications Management. Glasgow: the University of Strathclyde, December 2002.
- Markauskaitė L. (2003). Merits and Demerits of Universal Service policy in Liberal Telecommu-

nications Market // Informacijos mokslai, t. 25, p. 32–43.

- Milne C. (2000). Affordability of basic telephone service: an income distribution approach // Telecommunications Policy, vol. 24, p. 907–927.
- OECD (1995). Universal Service Obligations in the Competitive Telecommunications Environment. No. 38. Paris: OECD.
- Lietuvos Respublikos Vriausybės 2000 m. birželio 5 d. nutarimas Nr. 649 „Dėl Lietuvos Respublikos derybinių pozicijų derybose dėl narys- tės Europos Sąjungoje“ // Valstybės žinios, 2000, Nr. 47–1362.
- Scanlan M., Neu W. (2000). Study on the Re-examination of the Scope of Universal Service in the Telecommunications Sector of the European Union, in the Context of the 1999 Review. Study for European Commission DG Information Society. April 2000. Bad Honnef: WIK.

UNIVERSAL TELECOMMUNICATIONS SERVICE POLICY IN THE EUROPEAN UNION AND ITS CHALLENGES TO LITHUANIA

Lina Markauskaitė

S u m m a r y

The article discusses the issue of Universal Service (US) policy in the European Union (EU) and investigates the challenges of its implementation in Lithuania. Initially, the paper presents theoretical rationales of the policy and discusses the main peculiarities of its implementation in monopolistic and in liberal telecommunications markets. Then, the article looks at key provisions of Universal Service Directive in the European Union. It investigates the main aspects of Universal Service regime: 1) the scope of US; 2) the concept of service affordability; 3) beneficiaries of US policy; 4) design and administration of US regime; 5) designation of US providers; 6) calculation of US costs; and 7) financing of US provision. The article observes that the legal framework of US regime is quite flexible; and the EU policy could be adjusted to different national conditions of member states. However, in the EU, the definition of the US is ba-

sed on the right to get an individual connection to public telephone network. The article argues that this EU goal is inappropriate for Lithuania. In addition, the design of the US regime is based on two key assumptions: 1) fixed telephony network is quite extensive and almost all individuals already have an access to this infrastructure; 2) the tariffs of basic telephony services are reasonably rebalanced and the competition in the US market already exists. These preconditions do not exist in the EU accession states. Therefore, the implementation of the US regime might require substantial subsidies. This could be too heavy and not economically justifiable burden on the general state budget and communications market. The paper concludes that Lithuania has sound arguments and it should negotiate with the EU the adjustment of the US policy to its national conditions.

Įteikta 2003 m. balandžio 10 d.

Ontologijų naudojimas interneto technologijomis grindžiamoms paslaugoms intelektualizuoti

Saulius Maskeliūnas

Matematikos ir informatikos instituto mokslo darbuotojas, daktaras
Institute of Mathematics and Informatics, Researcher, PhD
Akademijos g. 4, LT-2021 Vilnius
Tel. 266 03 84; faksas: 272 92 09
El. paštas: mask@kti.mii.lt

Interneto technologijomis bei pasaulinio tinklo standartais grindžiamos paslaugos (trumpiau vadinamos pasaulinio tinklo paslaugomis) yra nauja ir šiuo metu viena iš sparčiausiai besiplėtojančių kompiuterijos šakų. Savo svarba pasaulinio tinklo paslaugoms nenusileidžia ontologijos labai plačiai naudojamos intelektualizuojant įvairių rūšių informacines sistemas, realizuojant semantinį pasaulinį tinklą. Šiame straipsnyje aiškinamasi pasaulinio tinklo paslaugų ir ontologijų sankirtos sritis: apžvelgiami ontologijų naudojimo interneto, pasaulinio tinklo technologijomis grindžiamoms paslaugoms intelektualizuoti būdai, metodai, ypatumai, pasiaiškinama, kaip ontologijos gali suteikti pasaulinio tinklo paslaugoms papildomos galios ir plėsti jų, pritaikomumo galimybes.

Ontologijos yra labai plačiai naudojamos įvairių rūšių informacinėms sistemoms intelektualizuoti (Maskeliūnas, 2003; Maskeliūnas, 2001; Maskeliūnas, 2002); be to, jos yra viena svarbiausių semantinio pasaulinio tinklo (SPT)¹ sudedamųjų dalių.

Interneto technologijomis bei pasaulinio tinklo standartais grindžiamos paslaugos, trumpiau vadinamos pasaulinio tinklo paslaugomis (PTP), šiuo metu yra viena iš sparčiausiai besiplėtojančių kompiuterijos šakų. Tačiau daugumoje straipsnių apie realizuojamas pasaulinio tinklo paslaugomis grindžiamas programines sistemas ontologijų terminas paprastai neminimas. Kyla klausimas: ar nebūtų tikslinga ir PTP intelektualizuoti naudojant ontologijas?

Šiame darbe aiškinamasi pasaulinio tinklo paslaugų ir ontologijų sankirtos sritis: apžvelgiami esami ir planuojami ontologijų naudojimo būdai, metodai, ypatumai, susiję su interneto technologijomis grindžiamų paslaugų intelektualizavimu, papildomos galios suteikimu šioms paslaugoms, jų pritaikomumo galimybių išplėtimu.

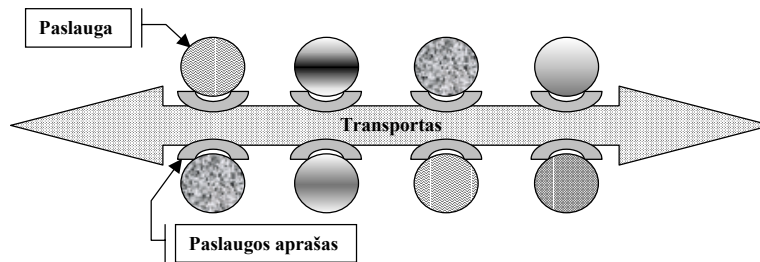
Pasaulinio tinklo paslaugų samprata

Šiuo metu mokslinėje ir techninėje literatūroje, internete yra pateikiama daug įvairiai formuluojamų pasaulinio tinklo paslaugų apibrėžimų (Jeckle, 2003). Priežastis, kodėl dar nėra vieno, daugumai specialistų priimtino PTP apibrėžimo, tikriausiai yra ta, kad pasaulinio tinklo paslaugos – dar tik gimstanti ir sparčiai besiformuojanti šiuolaikinės kompiuterijos šaka.

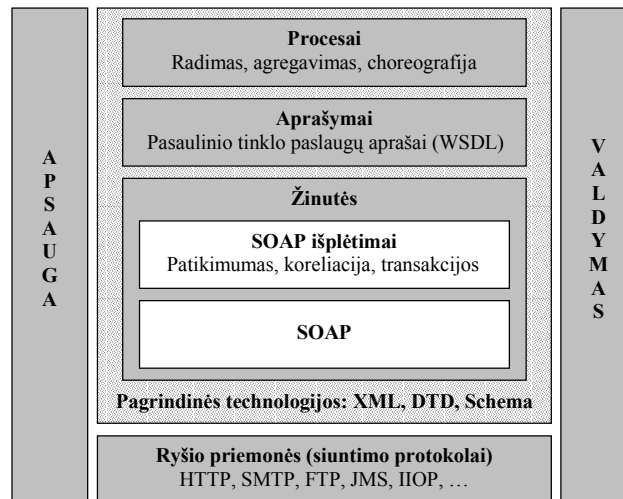
Pasaulinio tinklo paslaugų bendruomenę atstovaujanti WebServices.OrgTM organizacija pateikia tokį PTP apibrėžimą: *Pasaulinio tinklo paslaugos yra įpakuotos laisvai susietos išpareigo-*

* Darbas atliktas pagal Matematikos ir informatikos instituto Programų sistemų inžinerijos skyriaus temą „Ontologijos grindžiamų komponentinių programų, informacinių ir verslo sistemų inžinerijos problemos“.

¹ <http://xml.coverpages.org/xmlAndSemanticWeb.html>, atnaujinta 2003 04 04; <http://www.semanticweb.org/>



1 pav. Bendroji į paslaugas orientuotos architektūros diagrama



2 pav. Pasaulinio tinklo paslaugų architektūros technologijų sluoksnių diagrama

tos funkcijos, pateikiamos standartiniais protokolais¹. „Įpakuotos“ reiškia, kad funkcijų realizacija niekada nematoma iš išorės. „Laisvai susietos“ reiškia, kad pakeitus vienos funkcijos realizaciją nereikia keisti iškviečiančiosios funkcijos. Laisvas susietumas yra įpakuotumo pasekmė. „Įsipa-reigotos“ reiškia, kad funkcijų veikimo, sąveikos su funkcijomis bei jų įeities ir išeities parametrų aprašai yra pateikiami viešai. Paminėtieji standartiniai protokolai (pirmiausia turint omenyje W3C², OASIS³ standartus) yra atviri, plačiai publikuojami ir laisvai prieinami realizuoti visiems, kas tuo suinteresuoti.

¹ <http://webservice.iww.ch/definitionen.htm#WebServices.org>, 2003.

² <http://www.w3c.org>

³ <http://www.oasis-open.org>

Pasaulinio tinklo paslaugų architektūrą nustato Pasaulinio tinklo konsorciūmo (W3C) rengiama PTP architektūros specifikacija (Booth et al., 2003). Šioje specifikacijoje teigiama, kad pasaulinio tinklo paslaugų organizavimo architektūra yra į paslaugas orientuotos architektūros (IPOA; žr. 1 pav.) dalinis atvejis. Savo ruožtu IPOA yra išskirstytų sistemų rūšies. Išskirstytos sistemos susideda iš atskirų programinių agentų (komponentų), kurie veikia kartu realizuodami tam tikrų funkcijų visumą. Išskirstytų sistemų programiniai agentai gali veikti skirtingose programinėse aplinkose ir sąveikauti tarpusavyje naudodami kelių sluoksnių protokolus. Pasaulinio tinklo paslaugų architektūros sluoksnių ir tarpusavyje susietų technologijų diagrama pateikiama 2 paveiksle. Šis PTP architektūros specifikacijos juodraštinis variantas, paskelbtas šių metų gegužės 14 d.,

yra visai naujas, tačiau tiksliai apibūdina vyraujančią požiūrį į privalomas PTP sudedamąsias dalis. Dauguma specialistų pripažįsta, kad net ir paprasčiausios PTP 1) turi remtis SOAP / XML žinučių siuntinėjimu HTTP ar pan. terpėje; 2) paslaugos turi būti aprašytos WSDL kalba ir 3) paslaugoms rasti naudojami UDDI registrai (Systemet, 2002). Galimi pasaulinio tinklo paslaugų architektūros naudojimo scenarijai aprašomi W3C techninėje ataskaitoje (Haas, Orchard, 2003).

Paprastos kreipties į objektus protokolas SOAP suteikia nesudėtingą ir neprieštarinę būdą siųsti XML žinutes tarp lygiaverčių taikomųjų programų (angl. *peer-to-peer communication*). SOAP sudaro keturi komponentai: apvalkalas, transporto susiejimo karkasas, kodavimo taisyklės ir RPC atvaizdas. SOAP buvo sukurtas 1999 m. kaip nutolusių procedūrų iškviatimo (RPC) protokolas, grindžiamas XML ir skirtas „Windows“ aplinkai. Vėliau SOAP išaugo į atvirą išplečiamą ir nepriklausomą nuo realizavimo platformos bei kalbinės aplinkos specifikaciją (SOAP 1.1)¹. Šių metų birželio 24 d. SOAP 1.2 versijos specifikacija paskelbta kaip Pasaulinio tinklo konsorciūmo rekomenduojamas XML protokolas². Šiuo metu yra arti 100 įvairių SOAP realizacijų skirtingomis programavimo kalbomis³; dažniausiai jos atitinka SOAP 1.1 specifikaciją, tačiau netolimoje ateityje svarbiausios iš jų tikriausiai bus priderintos prie SOAP 1.2 versijos (tapusios W3C standartu) reikalavimų.

Pasaulinio tinklo paslaugų apibrėžimo kalbos WSDL dokumentai aprašo pasaulinio tinklo paslaugų suteikiamas funkcijas, kaip jas vykdyti ir kur jos yra. WSDL dokumente apibrėžiami 5 pagrindiniai elementai: *tipai* (apibrėžiantys žinutėms naudojamus duomenų tipus), *žinutės* (apibrėžiančios žinučių formatus), *prievadų tipas* (nurodantis realizuojamų operacijų rinkinį; kiekvienas operacijos įrašas apibrėžia operaciją

ir su ja susietas įvesties ir išvesties žinutes), *susiejimas* (kiekvienam prievadui nurodantis konkretų protokolą ir duomenų formatą; prievadas yra prievadų tipo egzempliorius) ir *paslauga* (apibrėžiama kaip susijusių prievadų rinkinys). WSDL sukūrė IBM ir Microsoft; WSDL 1.1 versija 2001 m. įteikta Pasaulinio tinklo konsorciūmui⁴.

*Universalus aprašymo, atradimo ir integravimo UDDI*⁵ registrai registruoja ir kategorizuoja pasaulinio tinklo paslaugas, nurodydami verslo esybes, verslo paslaugas, susiejimo šablonus ir paslaugų tipus. UDDI registrai patys yra realizuojami kaip pasaulinio tinklo paslaugos. Struktūruotos informacijos standartų kūrimo organizacija OASIS (t. y. e.verslo standartų pasaulinis konsorciūmas) šių metų gegužės 20 d. patvirtino UDDI 2.0 versijos specifikaciją kaip OASIS atvirąjį standartą⁶.

Pasaulinio tinklo paslaugų intelektualizavimas ontologijomis

Kaip minėta, paprasčiausioms pasaulinio tinklo paslaugoms realizuoti pakanka HTTP, XML, SOAP, WSDL ir UDDI standartais pagrįstų technologinių priemonių. Tačiau pasaulinio tinklo paslaugų teikiamas galimybės tikslinga integruoti su ontologijomis grindžiamomis semantinio pasaulinio tinklo galimybėmis (žr. 3 pav.). Ontologijos sujungia du esminius aspektus, kurie padeda išplėtoti pasaulinį tinklą ir pasaulinio tinklo paslaugas iki viso jų pajėgumo: ontologijos apibrėžia 1) informacijos formaliąją semantiką, tapdamos kompiuterizuoto informacijos apdorojimo pagrindu, ir 2) realaus pasaulio semantiką, tuo leisdamas susieti kompiuterizuotai apdorojamą turinį su žmonėms suprantama informacijos prasme, remiantis bendrai sutarta terminija. Dėl to ontologijos suteikia programinių komponentų (iš jų ir pasaulinio tinklo paslaugų) tarpusavio sąveikos galimybę, pateikdamos nuorodas į tą pačią ar susijusią terminiją (Fensel, Bussler, 2002).

¹ <http://www.w3.org/TR/SOAP/>, paskelbta 2000-05-08.

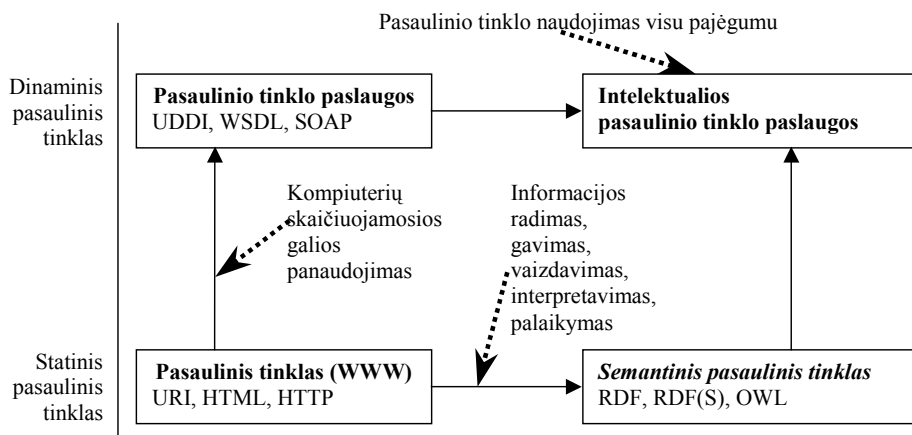
² <http://www.w3.org/TR/> (<http://www.w3.org/TR/soap12-part0/>, <http://www.w3.org/TR/soap12-part1/>, <http://www.w3.org/TR/soap12-part2/>, <http://www.w3.org/TR/soap12-testcollection>), paskelbta 2003-06-24.

³ <http://www.soapware.org/directory/4/implementations>, atnaujinta 2003 01 26.

⁴ <http://www.w3.org/TR/wsdl>, paskelbta 2001 03 15.

⁵ <http://www.uddi.org>

⁶ http://www.oasisopen.org/news/oasis_news_05_20_03.php, paskelbta 2003-05-20.



3 pav. *Pasaulinio tinklo paslaugų intelektualizavimo idėja (Fensel, Bussler, 2003)*

Integruojant skirtingas pasaulinio tinklo paslaugas į darnią visumą, reikia 1) užtikrinti tinkamą jų sąsajų tarpusavio sąveiką ir 2) išspręsti struktūrinio bei semantinio nevienalytiškumo (ar skirtingumo) problemas. *PTP struktūrinis nevienalytiškumas* būna tais atvejais, kai pasaulinio tinklo paslaugų sąsajų parametrų apibrėžti naudojamos skirtingos duomenų struktūros ir klasių hierarchijos. *PTP semantinis nevienalytiškumas* būna tais atvejais, kai PTP sąsajų parametrų priskiriamos tokios žymės, kurios skirtingose pasaulinio tinklo paslaugose išreiškia šiek tiek skirtingą turinį. Šias problemas gali padėti išspręsti ontologijos, kuriomis būtų aprašomos pasaulinio tinklo paslaugos ir jų sąsajos; sąsajų parametrai specifikuojami su atskiromis ontologinėmis sąvokomis (Cardoso et al., 2002).

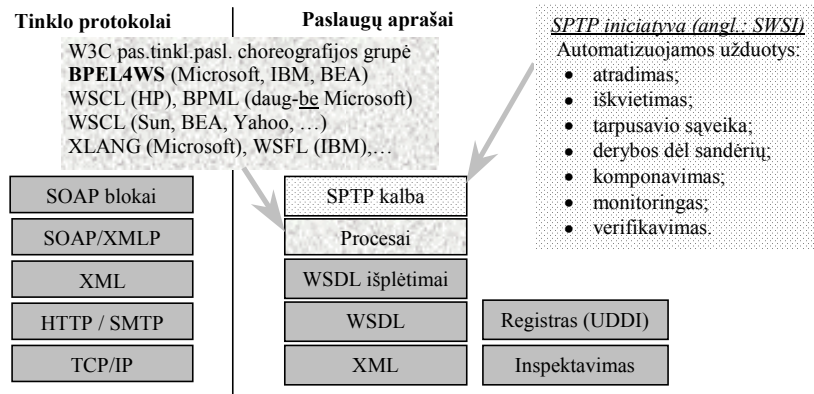
Pasaulinio tinklo išteklių standartizuotos terminijos ontologijos yra naudojamos semantiškai turtinguose paslaugų lygio aprašuose (Preece, Decker, 2002). Tokių aprašų garsiausias pavyzdys yra DAML-S¹, t. y. pasaulinio tinklo paslaugų ontologija (pagrįsta DAML). Ši ontologija numato, kad trys svarbiausios žinių apie pasaulinio tinklo paslaugas rūšys yra paslaugos profilis (ką paslauga daro?), modelis (kaip paslauga veikia?) ir išmokymas (kaip kreiptis į paslaugą?). Naudojant programinius

agentus su DAML-S galima automatizuoti PTP radimą, iškvietimą, komponavimą ir tarpusavio sąveiką, vykdymo priežiūrą. DAML-S yra sukurtas DAML+OIL pagrindu (tiesiog tai yra viena iš galimų DAML+OIL ontologijų); vėlesnės DAML-S versijas numatoma kurti OWL² kalba (DAML Services Coalition, 2003). DAML-S naudojimo PTP semantiniam anotavimui pavyzdys pateikiamas Sivashanmugamo ir kt. (2003) straipsnyje.

Pasaulinio tinklo paslaugų kūrimui, aprašymui ir jų komponavimui į sudėtingas PTP modeliuoti yra kuriamas pasaulinio tinklo paslaugų modeliavimo karkasas WSMF (Fensel, Bussler, 2002; Gomez et al., 2003). WSMF sudaro keturi pagrindiniai elementai: ontologijos (kurios suteikia, apibrėžia kitų elementų vartojamą terminiją), pajėgumų repozitorijai (apibrėžiantys su PTP galimas spręsti problemas, kitaip tariant, tikslus, kuriuos gali turėti į pasaulinio tinklo paslaugas besikreipiantys klientai), pasaulinio tinklo paslaugų aprašai (apibrėžiantys įvairius PTP aspektus) ir tarpininkavimo priemonės (sprendžiančios PTP tarpusavio sąveikos problemas). WSMF suteikia galingas PTP visavertiško koncepcinio modeliavimo priemones e.verslo pasaulinio tinklo paslaugoms kurti ir aprašyti.

¹ <http://www.daml.org/services/>; DAML-S (ir OWL-S) 0.9 beta juodaštinė versija paskelbta 2003-05-01.

² <http://xml.coverpages.org/owl.html>, atnaujinta 2003-04-17.



4 pav. Standartų sluoksnių diagrama semantinio pasaulinio tinklo paslaugoms (Grosz, 2003)

Semantinio pasaulinio tinklo paslaugų (SPTP) norminimą jungiant DAML–S ir WSMF darbų rezultatus atlieka JAV ir Europos mokslininkų bei praktikų konsorciumas „SPTP iniciatyva“¹. Šio konsorciumo SPTP kalbos komitetas² jau yra parengęs orientacinę SPTP standartų sluoksnių diagramą (4 pav.).

Išvados

Apžvelgus prieinamus informacijos šaltinius, galima daryti išvadą, kad ontologijų naudojimas pasaulinio tinklo paslaugoms intelektualizuoti yra neabejotinai perspektyvus, tačiau kol kas šios idėjos yra pačios pradinės stadijos. Labai tikėtina, kad svarbiausius norminamuosius dokumentus, kaip tikslinga naudoti ontologijas PTP

intelektualizuoti, ateityje parengs „Semantinio pasaulinio tinklo paslaugų iniciatyvos“ konsorciumo komitetai „SPTP architektūra“³ ir „SPTP kalba“, savo veiklą pradėję tik prieš kelis mėnesius. Panašiai kaip JAV DAML ir Europos OIL (IST–1999–10132 On-To-Knowledge) bendroje darbo grupėje buvo integruoti į vieną DAML+OIL specifikaciją (vėliau išaugusią į OWL), taip pat tikėtina, kad JAV DAML–S ir Europos WSMF (IST–2002–37134 SWWS) taps pagrindu *semantinio pasaulinio tinklo paslaugų* (besiremiančių taisyklėmis, ontologijomis ir duomenų bazėmis) naujos specifikacijos, kurią ateityje tikriausiai pripažins dauguma SPTP kūrėjų, teikėjų ir naudotojų. Šio tyrimo rezultatus numatoma panaudoti realizuojant informacines sistemas, teikiančias semantinio pasaulinio tinklo paslaugas.

LITERATŪRA

- Booth B., Champion M., Ferris C., McCabe F., Newcomer E., Orchard D., eds. (2003) Web Services Architecture. W3C Working Draft, 14 May 2003. <http://www.w3.org/TR/ws-arch/>
- Cardoso J., Bussler Ch., Sheth A., Fensel D. (2002) Semantic Web Services and Processes: Semantic Composition and Quality of Service. Tutorial // Federated Conferences „On the Move to Meaningful
- Internet Computing and Ubiquitous Computer 2002“, Irvine CA, USA, October 2002, 253 p. <http://lsdis.cs.uga.edu/lib/presentations/SWSP-tutorial-resource.htm>
- The DAML Services Coalition. (2003) DAML–S: Semantic Markup for Web Services (2003). White paper accompanying DAML–S version 0.9. <http://www.daml.org/services/damls/0.9/damls.pdf>

¹ <http://www.swsi.org>

² <http://www.daml.org/services/swsl/>, atnaujinta 2003-05-01.

³ <http://www.daml.org/services/swsa/>, atnaujinta 2003-04-12.

- Fensel D., Bussler Ch. (2002) The Web Service Modeling Framework WSMF // The Semantic Web Services Initiative (SWSI) resources. Adresas internete: <http://nextwebgeneration.com/swsi/resources.html>
- Fensel D., Bussler Ch. (2003) Semantic Web enabled Web Services. Presentation // The Semantic Web Services Initiative (SWSI) resources. Adresas internete: <http://nextwebgeneration.com/swsi/resources.html>
- Gomez J.M., Lara R., Lausen H. (2003) Draft Version of a Web Services Modeling Framework. Deliverable D2.1 of IST-2002-37134 project „SWWS – Semantic Web Enabled Web Services“. Adresas internete: <http://swws.semanticweb.org/deliverables.jsp> [žiūrėta 2003-04-22].
- Grosz B. (2003) Directions in Semantic Web Services. Presentation // Lunch seminar at the Center for Information Systems Research, MIT Sloan School of Management, 57 p. Adresas internete: <http://ebusiness.mit.edu/bgroszof/#SWSDirectionsTalk0503> [žiūrėta 2003-05-05]
- Haas H., Orchard D., eds. (2003) Web Services Architecture Usage Scenarios. W3C Working Draft. Adresas internete: <http://www.w3.org/TR/ws-arch-scenarios/> [žiūrėta 2003-05-14].
- Jeckle M. (2003) Web Services: Begriffsdefinitionen. Adresas internete: <http://www.jeckle.de/webServices/#def>
- Maskeliūnas S. (2001) Ontologijų panaudojimo galimybės, kuriant sudėtingas sistemas // Informacinės technologijos' 2001. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 215–220. adresas internete: http://www.ktu.lt/lt/mokslas/konf03/konf_02/IT2001/IT2001.pdf
- Maskeliūnas S. (2002) Ontologijų panaudojimas projekto repozitorijui intelektualizuoti. // Informacinės technologijos' 2002. Konferencijos pranešimų medžiaga / R. Šeinauskas (sudarytojas). Kaunas: Kauno technologijos universitetas, p. 382–388. Adresas internete: http://www.ktu.lt/lt/mokslas/konf03/konf_02/IT2002/XI_sekcija.pdf
- Maskeliūnas S. (2003) Ontologijų panaudojimas verslo ir informaciniams sistemoms intelektualizuoti (bei straipsnis „Modernių informacinių sistemų ontologijos ir paslaugų reikalavimų formulavimas“) // Informacinės technologijos 2003. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, p. III-9 – III-15 (bei III-1 – III-8). Adresas internete: http://www.ktu.lt/lt/mokslas/konf03/konf_02/IT2003/Sekcija03.pdf
- Preece A., Decker S. (2002) Guest Editors' Introduction: Intelligent Web Services // IEEE Intelligent Systems, Jan./Feb. Vol. 17, No. 1, p. 15–17. Adresas internete: <http://computer.org/intelligent/ex2002/x1toc.htm>
- Sivashanmugam K., Verma K., Sheth A., Miller J. (2003) Adding Semantics to Web Services Standards // International Conference on Web Services (ICWS'03), Las Vegas, USA, June 23–26. Adresas internete: <http://lsdis.cs.uga.edu/lib/download/SVSM03-ICWS-final.pdf>
- Systinet (2002) Introduction to Web Services. White paper. Systinet Corporation. Adresas internete: http://www.systinet.com/resources/white_papers

USAGE OF ONTOLOGIES FOR INTELLECTUALISATION OF WEB SERVICES

Saulius Maskeliūnas

S u m m a r y

Web Services (based on Internet technologies and emerging WWW standards) are one of most swiftly developing new branches of Computer Science. On the other hand, the ontologies have rather similar importance now: they are extensively used intellectualising various information systems, and are indispensable in Semantic Web architectures. This paper presents the notion of Web Services, and investigates

the intersection area of Web Services and ontologies, overlooking the available alternative approaches, methods and peculiarities of ontology application for Web Service intellectualisation, clearing up the question how ontologies can give additional strength to Web Services: expanding their usefulness, the areas of possible applications.

Įteikta 2003 birželio 19 d.

Intelektualieji optimizavimo metodai

Alfonsas Misevičius

Kauno technologijos universiteto
Praktinės informatikos katedros docentas, daktaras
Kaunas University of Technology
Department of Practical Informatics, Assoc. Prof., PhD
Studentų g. 50–400a, LT–3031 Kaunas
Tel. (8 37) 30 03 72, faks. (8 37) 30 03 52
El. paštas: alfonsas.misevicius@ktu.lt

Straipsnyje apžvelgiami intelektualieji (euristiniai) optimizavimo metodai, t. y. metodai, besiremiantys racionaliaisiais žmogaus samprotavimais. Nagrinėjamos esminės tų metodų savybės, ypatybės, skiriamieji požymiai; aptariama universalioji intelektualųjų metodų schema – metaparadigma. Pagrindinis dėmesys skiriamas šiems intelektualiojo optimizavimo metodams: atkaitinimo modeliavimui, tabu paieškai ir genetiniams algoritmams. Akcentuojami tų metodų taikymo sprendžiant kombinatorinio (diskretinio) optimizavimo uždavinius aspektai. Pateikiami eksperimentinio tyrimo rezultatai, gauti sprendžiant vieną iš sudėtingų uždavinių – kvadratinio paskirstymo uždavinį.

Apibūdiant labai trumpai, intelektualieji, arba euristiniai, optimizavimo metodai (IO metodai) – tai metodai, kurių veikimo principai pagrįsti racionaliaisiais induktyviaisiais žmogaus samprotavimais; savo ruožtu pastarieji dažnai pasireiškia kaip mus supančio pasaulio procesų išdava ir bandymas tuos procesus imituoti. Ypač tai pasakytina apie genetinius algoritmus, kuriuos pavadindami gyvosios gamtos evoliucijos virtualiąja kopija nedaug tesuklystume. Euristiniai metodai, kaip induktyviųjų samprotavimų rezultatas, priešinami vadinamiesiems tiksliesiems metodams, kurie labiau asocijuojasi su deduktyviaja intelektine veikla. Euristiniai metodai gali būti traktuojami kaip apytiksliai metodai, kurie – skirtingai negu tikslieji metodai, garantuojantys tam tikro uždavinio išsprendimą, t. y. optimalaus uždavinio sprendinio (globaliojo optimumo) radimą, – neužtikrina sprendinio optimalumo. Paprastai euristiniais metodais galima rasti tik lokaliai optimalius sprendinius, todėl šie metodai labai dažnai vadinami lokaliai optimalių sprendinių paieškos, arba tiesiog lokalsios paieškos (LP), metodais.

Į nagrinėjamus metodus šiame straipsnyje žvelgiama kaip į savotiškus universalius metodus, t. y. metaeuristikas, o ne siaurai orientuotus, specializuotus algoritmus. Metaeuristikos yra suprantamos kaip tam tikros paradigmos, kurios gana abstrakčiai, „aukštesniajame“ lygyje nusako tam tikros klasės algoritmų veikimo būdą nesigilinant į detales. Pagrindinės, toliau apžvelgiamos metaeuristikos yra šios: atkaitinimo modeliavimas, tabu paieška, genetiniai algoritmai.

Prieš pradėdami jas nagrinėti, trumpai aptarkime kombinatorinio optimizavimo uždavinius. Sakykime, turime diskretinių sprendinių $(s_1, s_2, \dots, s_i, \dots)$ aibę S . Galima tarti, kad sprendiniai išreiškiami natūrinių skaičių (pvz., nuo 1 iki n) sukeitimais, t. y. $S = \{s_i \mid s_i = (s_i(1), s_i(2), \dots, s_i(n))\}$; čia n yra uždavinio apimtis. Be to, yra duota vadinamoji tikslo funkcija (TF) f , kurios apibrėžimo sritis – aibė S , o reikšmių aibė – realiųjų skaičių aibė. Tikslas yra minimizuoti funkciją f , t. y. iš visų aibės S sprendinių reikia rasti tokį sprendinį s^* , kuriam tikslo funkcijos f

reikšmė būtų mažiausia. Svarbų vaidmenį atlieka ir vadinamoji aplinkos funkcija $\varphi: S \rightarrow 2^S$ (čia 2^S žymi aibės S visų galimų poaibių aibę), kuri sprendiniui $s \in S$ apibrėžia aibę $\varphi(s) \subseteq S$ – sprendinio s aplinką (aplinkinių sprendinių aibę). Dažnai naudojama porinių sukeitimų funkcija φ_2 ; sukeitimų atveju ji apibrėžiama taip: $\varphi_2(s) = \{s' \mid s' \in S, \rho(s, s') \leq 2\}$; čia s – bet kuris sprendinys iš S , $\rho(s, s')$ – „atstumas“ tarp sukeitimų s ir s' .

Intelektualieji optimizavimo metodai: veikimo principas, požymiai, metaparadigma

Glaustas (ir kiek supaprastintas) intelektualiuju optimizavimo, t. y. lokalsios paieškos, metodų veikimo principo aprašas galėtų būti toks: paieška pradedama nuo tam tikro pradinio sprendinio; toliau paieška vykdoma atsižvelgiant į aplinkos funkciją, t. y. nuosekliai pereinama nuo vieno sprendinio prie kito, tiksliau, nuo esamo sprendinio prie naujo sprendinio iš esamo sprendinio aplinkos; jeigu naujas sprendinys pasirodo esantis geresnis negu iki tol surastas geriausias, tai naujas sprendinys „įsimenamas“; geriausias paieškos metu „įsimintas“ sprendinys laikomas paieškos rezultatu.

Intelektualiuosius metodus galima apibūdinti pasitelkiant principinių požymių lentelę (1 pav.). Dėl galimų skirtingų požymių (pvz., skirtingų sprendinių transformavimo būdų) gaunami labai įvairūs IO metodai; šią įvairovę dar padidina tai, kad kai kurie metodai operuoja ne sprendiniais, o sprendinių grupėmis – „populiacijomis“ (kaip genetiniuose algoritmuose). Ypač didelis pradinio sprendinio suda-

PRINCIPINIAI POŽYMIAI:
pradinis sprendinys
aplinkos funkcija (sprendinių transformavimo principas)
sprendinių nagrinėjimo tvarka
sprendimo (sprendimo priėmimo) taisyklė
baigimo sąlyga

1 pav. IO metodų principinių požymių lentelė

rymo būdų pasirinkimas: pradedant tiesiog atsitiktinių sprendinių generavimu ir baigiant vėlgie euristiniais algoritmais. Pažymėtina, kad net ir tos pačios „šeimos“ metodai gali pasižymėti labai įvairiomis aplinkos funkcijomis, skirtinga aplinkos sprendinių nagrinėjimo tvarka.

Labiau formalizuotas LP pagrįstų IO metodų veikimo principo aprašas, kiek primenantis struktūrogramas (naudojamas programavime), – jis pavadintas metaparadigma – pateiktas 2 paveiksle. (Terminas „metaparadigma“ vartojamas tam, kad atskirtume nuo įprastos paradigmos, kuri skirta konkrečiai metaeuristikai, o ne universaliam principui aprašyti.)

Prieš apžvelgiant IO metodus, labai trumpai galima paminėti galbūt jau klasikine tapusią vadinamąją greičiausio nusileidimo (dar kitaip – godžiosios paieškos) strategiją. Ji yra labai paprasta, bet gana veiksminga; maža to, ji laikytina sudėtingų IO metodų ištaka. Taigi sprendimas, ar pereiti prie naujo sprendinio, yra teigiamas tik tada, kai naujasis sprendinys yra geresnis už esamą (tikslu funkcijos reikšmių naujam ir esamam sprendiniui pokytis yra neigiamas). Yra pereinama prie pirmojo pasitaikusio geresnio

Lokalioji paieška:

- (1) sukonstruoti (sugeneruoti) pradinį sprendinį (arba sprendinių grupę);
- (2) atsižvelgiant į aplinkos funkciją, atlikti vieną ar daugiau esamo sprendinio (ar sprendinių grupės) transformacijų gaunant naują(us) sprendinį(ius);
- (3) atsižvelgiant į TF reikšmę(es) naujam(iems) sprendiniui(ams), padaryti sprendimą;
- (4) jeigu sprendimas yra „teigiamas“, tai:
 - (4a) esamą sprendinį (sprendinių grupę) pakeisti nauju sprendiniu (sprendinių grupe) ir naudoti kaip esamą sprendinį tolesnėse iteracijose,
 - (4b) jeigu naujas (ar vienas iš naujų) sprendinys yra geresnis už iki šiol geriausią rastą, tai „įsiminti“ tą sprendinį kaip geriausią; jeigu sprendimas yra „neigiamas“, tai tęsti paiešką nekeičiant esamo sprendinio;
- (5) jeigu paieškos baigimo sąlyga nepatenkinta, tai kartoti punktus (2)–(5); priešingu atveju – baigti.

2 pav. Lokalsios paieškos metaparadigma

sprendinio iš esamos aplinkos; todėl ši strategija dar žinoma kaip pirmojo pagerėjimo strategija.

Toliau nagrinėjami gerokai rafinuotesni – modernieji euristiniai, t. y. intelektualieji, optimizavimo metodai.

Atkaitinimo modeliavimas

Atkaitinimo modeliavimo (AM) metodo (plačiau žr. (Aarts ir kt., 1997)) ištakos – energetinių procesų, vykstančių sistemose, sudarytose iš didelio skaičiaus dalelių, imitavimas. Šio imitavimo esmė ta, jog iš pradžių sistema perkeliama į didelės energijos būseną, o po to, palaipsniui mažinant energiją, modeliuojamas sistemos perėjimas į mažos energijos lygį – tarsi kūnas būtų įkaitintas iki gana aukštos temperatūros, o paskui jį atkaitinant, t. y. mažinant temperatūrą, būtų savotiškai „užgrūdinamas“. Taikant AM metodą pasinaudojama eksponentinio pasiskirstymo dėsnio apibrėžiant tikimybę, kad sistema, įvykus joje tam tikrai perturbacijai, pereis iš vieno energijos lygio (E_1) į kitą

(E_2). Ta tikimybė lygi 1, kai $\Delta E < 0$, ir $e^{-\Delta E/Ct}$, kai $\Delta E \geq 0$; čia $\Delta E = E_2 - E_1$, C – konstanta, o t – esama temperatūra.

AM metodo veikimo principas yra gana paprastas (Kirkpatrick ir kt., 1983): pradėti nuo atsitiktiniu ar kitu būdu sukonstruoto sprendinio; iš esamo sprendinio s aplinkos parinkti sprendinį s' ir apskaičiuoti TF skirtumą $\Delta f = f(s') - f(s)$. Sprendimo taisyklė yra tokia: jeigu TF reikšmė pagerėja ($\Delta f < 0$), tai sprendinį s pakeisti nauju sprendiniu s' ir naudoti kaip pradinį sprendinį tolesniems bandymams; jeigu $\Delta f \geq 0$, tai pakeitimą daryti su tikimybe $P(\Delta f) = e^{-\Delta f/t}$. Procesas tęsiamas tol, kol patenkinama baigimo sąlyga. Metodo paradigma pateikiama 3 paveiksle.

Formuojant atkaitinimo schemą svarbūs tokie veiksniai: pradinės ir galutinės temperatūros parinkimas, temperatūros mažinimo formulė. Parenkant temperatūrą vadovaujamasi tokiais samprotavimais: jei pradinė temperatūra pernelyg aukšta, tai atkaitinimas gali užtrukti labai ilgai, nereikalingai nagrinėjant daug „blogų“ sprendinių. Kita vertus, per daug žema pradinė temperatūra gali lemti greitą „įkritimą“ į nelabai gero lokaliojo optimumo „duobę“. Praktikoje taikomuose AM algoritmuose plačiausiai naudojamos šios temperatūros mažinimo formulės: geometrinė formulė ($t_k = \alpha t_{k-1}$; t_k – esama temperatūros reikšmė; $k=1, 2, \dots$; $t_0 = \text{const}$; $0,8 \leq \alpha \leq 0,99$) ir Lundy-Mees formulė ($t_k = t_{k-1} / (1 + \beta t_{k-1})$; $k=1, 2, \dots$; $t_0 = \text{const}$; $\beta \ll t_0$). Tiesa, naujausiose AM algoritmų versijose temperatūra greičiau keičiama periodiškai, nei monotoniškai mažinama, t. y. vietoje grynojo atkaitinimo naudojama atkaitinimų ir kaitinimų seka – reatkaitinimas.

Tabu paieška

Tabu paieškos (TP) metodą (plačiau žr. (Glover, Laguna, 1997)) pasiūlė F. Gloveris (Glover, 1989; Glover, 1990). Šis metodas grindžiamas išplėsta lokaliaja paieška. Skirtingai negu įprasti lokalsios paieškos algoritmai, kurie apsiriboja lokaliojo optimumo radimu nagrinėjamo sprendinio aplinkoje, TP pagrįsti algoritmai tęsia paiešką ir

```

procedure atkaitinimo_modeliavimas
  // pradiniai duomenys:  $s^{(0)}$  – pradinis
  sprendinys; rezultatai:  $s^*$  – geriausias rastas
  sprendinys //
  nustatyti pradinę temperatūrą  $t_0$ ,  $t \leftarrow t_0$ ,  $s \leftarrow$ 
   $s^{(0)}$ ,  $s^* \leftarrow s$ 
  repeat // vykdyti pagrindinį atkaitinimo
  modeliavimo ciklą //
    parinkti naują sprendinį  $s'$  iš esamo
    sprendinio  $s$  aplinkos, apskaičiuoti  $\Delta f = f(s') -$ 
     $f(s)$ 
    if  $\Delta f < 0$  then
      begin
         $s \leftarrow s'$  // pakeisti esamą sprendinį nauju //
        if  $f(s) < f(s^*)$ 
          then  $s^* \leftarrow s$  // įsiminti geriausią sprendinį //
        end
      else if  $r < e^{-\Delta f/t}$  then  $s \leftarrow s'$  //  $r$  –
        atsitiktinis skaičius iš intervalo  $[0,1]$  //
        jei reikia, pakeisti esamą temperatūrą  $t$ ,
        atsižvelgiant į atkaitinimo schemą
      until patenkinama baigimo sąlyga
  end // atkaitinimo_modeliavimas //

```

3 pav. Atkaitinimo modeliavimo paradigma

tuo atveju, kai surandamas lokaliai optimalus sprendinys, t. y. nagrinėjamo sprendinio aplinkoje neįmanoma rasti geresnio sprendinio.

Pagrindinė TP idėja yra leidimas atlikti perėjimus net ir tais atvejais, kai naujasis sprendinys iš nagrinėjamo sprendinio aplinkos nėra geresnis už esamą sprendinį. Vis dėlto kai kurie perėjimai turi būti draudžiami, t. y. TP yra pagrįsta draudimų metodologija: draudimai yra reikalingi tam, kad būtų neleista grįžti į tuos pačius, jau nagrinėtus sprendinius ir tokiu būdu išvengta ciklinimosi.

Paieškos procesas pradedamas nuo pradinio, galbūt atsitiktinai sugeneruoto sprendinio s iš aibės S , po to perėjimai iš vieno sprendinio į kitą vykdomi iteraciniu būdu. Vykdamas algoritmą analizuojama esamojo sprendinio s aplinkos sprendinių aibė $\varphi(s)$, ir pereinama į tą sprendinį $s' \in \varphi(s)$, kuriam TF reikšmė yra mažiausia. Perėjimas gali būti atliekamas ir tuo atveju, kai TF pokytis yra teigiamas, t. y. perėjimas pablogina TF reikšmę; taip galima pereiti nuo vieno lokaliai optimalaus sprendinio prie kito. Grįžimas į ankstesnį sprendinį turi būti uždraudžiamas tam tikram laikotarpiui; kad būtų išvengta ciklinimosi. Tokiu būdu nagrinė-

jamieji sprendiniai kai kuriais momentais tampa tabu: jie (arba atitinkamų perėjimų pėdsakai) įtraukiami į specialų tabu sąrašą T . Taigi perėjimas į sprendinį $s' \in \varphi(s)$ yra draudžiamas, jeigu tas sprendinys arba atitinkamas perėjimas konkrečiu metu yra sąrašė T .

Tiesmukiškas perėjimų draudimas gali sumažinti paieškos efektyvumą. Be to, grįžimas į anksčiau nagrinėtus sprendinius, praėjus tam tikram laikui, gali būti labai naudingas. Dėl šių priežasčių kartu su tabu sąrašu naudojamas ir vadinamasis aspiracijos kriterijus. Jis padeda nekreipti dėmesio į esamą tabu būseną, anuliuoti ją susiklosčius tam tikroms palankioms aplinkybėms. Vienas iš aspiracijos kriterijų yra toks: perėjimas iš sprendinio s į sprendinį s' – nors jis ir yra tabu – leidžiamas, jeigu tenkinama sąlyga $f(s') < f(s^*)$, čia s^* yra geriausias iki nagrinėjamo momento rastas sprendinys. Taigi esant tabu paieškai tipinė sprendimo taisyklė apibrėžiama taip: s pakeičiamas s' su sąlyga, kad $f(s') < f(s^*)$ arba $s' = \arg \min_{s' \in \varphi(s)} f(s')$ ir s' nėra tabu.

Metodo schema pateikiama 4 paveiksle.

Genetiniai algoritmai

Genetinių algoritmų (GA) (plačiau žr. (Goldberg, 1989)) ir jų sudarymo principų pradininkas buvo J. H. Hollandas (Holland, 1975). GA veikimas yra pagrįstas gyvosios gamtos evoliucijos, t. y. natūraliosios atrankos, imitavimu. Pagrindinės sąvokos, kurios vartojamos modeliuojant evoliucijos procesus, yra „individas“ ir „populiacija“. Individas yra tam tikras elementarus, neskaidomas vienetas. Didesnė ar mažesnė individų grupė sudaro populiaciją. Labai svarbus dalykas yra vadinamasis individo tinkamumas – savotiška individo vertė. Vertingesis (grynai biologiškai) yra tas individas, kuris sugeba geriausiai prisitaikyti (būti stipresnis už kitus) ir galbūt palikti daugiau palikuonių. Atliekant optimizavimą vietoje sąvokų „individas“, „populiacija“, „individo tinkamumas“ vartojamos įprastos sąvokos: individą atitinka sprendinys, populiaciją – sprendinių aibė, pagaliau individo vertė yra asocijuojama su tikslo funkcijos reikšme konkrečiam sprendiniui.

procedure tabu_paiška

```
// pradiniai duomenys:  $s^{(0)}$  – pradinis
sprendinys; rezultatai:  $s^*$  – geriausias rastas
sprendinys //
inicializuoti tabu sąrašą  $T$ ,  $s \leftarrow s^{(0)}$ ,  $s^* \leftarrow s$ 
repeat // vykdyti pagrindinį tabu paieškos ciklą //
    rasti geriausią sprendinį  $s' \in \varphi(s)$  duotam
    tabu sąrašui  $T$  ir pasirinktam aspiracijos
    kriterijui
     $s \leftarrow s'$  // pakeisti einamąjį sprendinį nauju //
    įtraukti sprendinį  $s$  (arba perėjimo iš  $s$  į  $s'$ 
    „pėdsaką“) į tabu sąrašą  $T$ 
    if  $f(s) < f(s^*)$  then  $s^* \leftarrow s$  // išiminti geriausią
    sprendinį //
    jei reikia, atnaujinti tabu sąrašą  $T$  pagal
    pasirinktą taisyklę
until patenkinta baigimo sąlyga
end // tabu_paiška //
```

4 pav. Tabu paieškos paradigma

Terminas „genetiniai algoritmai“ nusako euristinių algoritmų klasę ir jai būdingas savybės. Pirmą, operuojama sprendinių populiacija – tai vienas iš esminių GA skiriamųjų požymių (tuo GA skiriasi nuo pirmiau aptartų metodų). Antra, iš populiacijos parenkami sprendiniai tolesniam apdorojimui, teikiant pirmenybę tiems sprendiniams, kurie turi geresnes TF reikšmes. Trečia, naudojamas tam tikras mechanizmas naujiems sprendiniams formuoti kryžminant anksčiau gautus sprendinius. Ketvirta, prireikus naudojamas papildomas mechanizmas naujiems sprendiniams generuoti atliekant atsitiktines sprendinių perturbacijas. Penkta, realizavus pirmiau aprašytus veiksmus, populiacija atnaujinama, pašalinant iš jos blogesnius sprendinius bei paliekant geresnius.

Formalizuojant GA aprašą, pirmiau nurodytos savybės, mechanizmai susiejami su atitinkamomis procedūromis. Taip antroji savybė su-

siejama su vadinamąja atrinkimo procedūra, trečiasis mechanizmas tradiciškai vadinamas kryžminimu, ketvirtasis – mutavimu. Bendroji genetinių algoritmų struktūra pateikiama 5 pav. (Reikia pažymėti, kad jeigu po kryžminimo atliekamas papildomas sprendinio optimizavimas, tai gaunamas vadinamasis hibridinis genetinis algoritmas.)

Eksperimento rezultatai

Siekiant palyginti euristinių metodų efektyvumą, buvo atliktas eksperimentas su žinomu kombinatorinio optimizavimo uždaviniu – kvadratinio paskirstymo (KP) uždaviniu. Šis uždavinys formuluojamas taip: duota matricos $A=(a_{ij})_{n \times n}$ ir $B=(b_{kl})_{n \times n}$ bei aibė Π , kurią sudaro visi galimi natūrinių skaičių nuo 1 iki n du keitimai; reikia surasti tokį sukeitimą $\pi=(\pi(1), \pi(2), \dots, \pi(n))$, kuriam esant būtų minimizuota funkcija
$$z(\pi) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} b_{\pi(i)\pi(j)}.$$
 KP uždavinys

priklauso NP sunkių uždavinių klasei ir išsprendžiamas tiksliai tik kai jo apimtis nedidelė ($n \leq 25$). Todėl didesnės apimtys KP uždaviniams spręsti naudojami euristiniai metodai, tarp jų ir pirmiau apžvelgtieji.

Atliekant eksperimentą pasinaudota KP uždavinio bandomaisiais pavyzdžiais iš bibliotekos QAPLIB (Burkard ir kt., 1997). Buvo lyginama: atkaitinimo modeliavimo (AM) algoritmas (Bölte, Thonemann, 1996), tabu paieškos (TP) algoritmas (Taillard, 1991) ir genetinis algoritmas (GA) (Misevičius, 2002). Pasirinkti tokie algoritmų efektyvumo vertinimo kriterijai:

- vidutinis nuokrypis nuo geriausio žinomo (pseudooptimalaus) sprendinio – $\bar{\delta}$ ($\bar{\delta} = 100(\bar{z} - z^*)/z^* [\%]$; čia $\bar{z}$ yra gautų tikslo funkcijos reikšmių vidurkis (apskaičiuotas atlikus 10 algoritmo restartų), o z^* yra geriausiai žinoma (TF) reikšmė (GŽR);
- sprendinių, esančių 1% optimalumo intervale ($\bar{\delta} \leq 1$), kiekis (kai atlikta 10 restartų) – $C_{1\%}$;

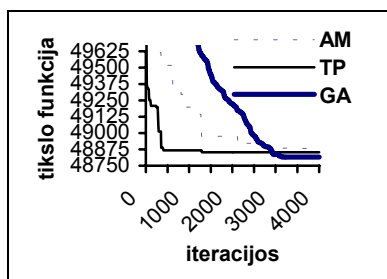
procedure genetinis_algoritmas

```
// pradiniai duomenys:  $\hat{S}$  – sprendinių
„populiacija“; rezultatai:  $s^*$  – geriausias rastas
sprendinys //
 $s^* \leftarrow \arg \min_{s \in \hat{S}} f(s)$  // čia  $\hat{S} \subseteq S$  – pradinė
sugeneruota sprendinių „populiacija“ //
repeat // vykdyti pagrindinį genetinio
algoritmo ciklą //
    parinkti „sprendinius tėvus“  $s', s'' \in \hat{S}$ 
     $s''' \leftarrow \text{krossoveris}(s', s'')$  // „tėvams“ atlikti
    krossoverį (kryžminimą), gaunant „sprendinį
    palikuonį“ //
     $\hat{S} \leftarrow \hat{S} \cup \{s'''\}$  // įtraukti „palikuonį“ į
    „populiaciją“ //
    vykdyti mutacijas parinktiems „populiacijos“
     $\hat{S}$  nariams
    if  $f(s''') < f(s^*)$  then  $s^* \leftarrow s'''$  // įsiminti
    geriausią sprendinį //
    atnaujinti „populiaciją“  $\hat{S}$ 
until patenkinta baigimo sąlyga
end { genetinis_algoritmas }
```

5 pav. Genetinio algoritmo paradigma

Lentelė. Metodų lyginimo rezultatai ($\bar{\delta}$, $C_{1\%}$, C_{opt}) ir vidutinis vykdymo laikas (I).
Laikas nurodytas sekundėmis (naudotas 300 MHz dažnio kompiuteris)

Testinis pavyzdys	n	GŽR	AM		TP		GA		I
			$\bar{\delta}$	$C_{1\%}/C_{opt}$	$\bar{\delta}$	$C_{1\%}/C_{opt}$	$\bar{\delta}$	$C_{1\%}/C_{opt}$	
chr25a	25	3796	29,336	0/0	9,384	1/1	4,236	1/1	1,3
kra30a	30	88900	0,754	5/4	0,821	4/4	0,695	5/5	2,7
nug30	30	6124	0,261	10/1	0,059	10/3	0,020	10/7	2,8
ska42	42	15812	0,140	10/0	0,032	10/5	0,011	10/7	10,7
ste36a	36	9526	8,266	0/0	0,384	10/1	0,283	10/1	5,9
tai50a	50	4941410	2,018	0/0	1,206	2/0	0,765	8/0	41,3
tai50b	50	458821517	0,653	8/0	1,044	5/0	0,030	10/9	20,6
wil50	50	48816	0,085	10/0	0,043	10/1	0,021	10/2	29,4



6 pav. Metodų rezultatų kreivės

- c) (pseudo-) optimalių sprendinių skaičius – C_{opt} . Metodų lyginimo rezultatai pateikiami lentelėje. Tipiškos tirtiems metodams rezultatų kreivės pavaizduotos 6 paveiksle.

Išvados

Šiame straipsnyje apžvelgti modernieji euristiniai, t. y. intelektualieji, metodai kombinatorinio optimizavimo uždaviniams spręsti: at-

kaitinimo modeliavimas, tabu paieška, genetiniai algoritmai. Bandant įvertinti metodų efektyvumą, atliktas eksperimentinis kvadratinio paskirstymo uždavinio tyrimas. Gautieji rezultatai rodo, kad tirtų efektyvumo kriterijų atžvilgiu genetinis algoritmas pranoksta atkaitinimo modeliavimo ir tabu paieškos algoritmus. Savo ruožtu TP algoritmas lenkia AM algoritmą sprendžiant daugumą eksperimentinių pavyzdžių. Aišku, objektyvesniam algoritmų vertinimui reikalingi nuodugnesni eksperimentai; be to, algoritmus reikėtų išbandyti ir sprendžiant kitus uždavinius. Vis dėlto, pagrindinis dėmesys turėtų būti kreipiamas į genetinius algoritmus, o tiksliau – į hibridinius genetinius algoritmus, t. y. tuos, kuriuose pradinė populiacijų generavimui, taip pat daliniam sprendinių optimizavimui sėkmingai naudojami greitai veikiantys lokalsios paieškos algoritmai, pavyzdžiui, tabu paieškos algoritmas.

LITERATŪRA

- Aarts E.H.L., Korst J.H.M., van Laarhoven P.J.M. (1997). Simulated annealing // Aarts E.H.L., Lenstra J.K. (ed.), Local Search in Combinatorial Optimization. Chichester: Wiley, p. 91–120.
- Bölte A., Thonemann U. W. (1996). Optimizing simulated annealing schedules with genetic programming // European Journal of Operational Research, vol. 92, p. 402–416.
- Burkard R.E., Karisch S., Rendl F. (1997). QAPLIB – a quadratic assignment problem library // Journal of Global Optimization, vol. 10, p. 391–403.
- Glover F. (1989). Tabu search: part I // ORSA Journal on Computing, vol. 1, p. 190–206.
- Glover F. (1990). Tabu search: part II // ORSA Journal on Computing, vol. 2, p. 4–32.

- Glover F., Laguna M. (1997). Tabu search. Dordrecht: Kluwer.
- Goldberg D. E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Reading: Addison-Wesley.
- Holland J. H. (1975). Adaptation in Natural and Artificial Systems. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Kirkpatrick S., Gelatt C. D., Vecchi M. P. (1983). Optimization by simulated annealing // Science, vol. 220, p. 671–680.
- Misevičius A. (2002). Genetic algorithm hybridized with ruin and recreate procedure: application to the quadratic assignment problem // Research and Development in Intelligent Systems XIX. Proceedings of 22nd SGAI Int. Conference on Knowledge Based Systems and Applied Artificial Intelligence, London: Springer, p. 163–176.
- Taillard E. (1991). Robust taboo search for the QAP // Parallel Computing, vol. 17, p. 443–455.

INTELLIGENT OPTIMIZATION TECHNIQUES

Alfonsas Misevičius

S u m m a r y

In this paper, intelligent optimization techniques (also known as heuristic methods, i.e. the methods based upon human's intuition) along with their basic characteristics and specific features are discussed. A universal template (entitled as a meta-paradigm) for the intelligent methods is introduced. Namely, the following modern intelligent techniques are analyzed:

simulated annealing, tabu search and genetic algorithms. The aspects regarding the applications of these methods for difficult combinatorial (discrete) optimization problems are concerned, as well. In addition, we present some results of the simulation on the well-known combinatorial optimization problem, the quadratic assignment problem.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Testavimo brandos modeliavimas

Irmantas Naujikas

Vilniaus universiteto, Matematikos ir informatikos fakulteto asistentas
Vilnius University, Faculty of Mathematics and Informatics, Assistant
Naugarduko g. 24, LT–2006 Vilnius
Tel. +370 5 2333922, faks. +370 5 2151585
El. paštas: irmantas.naujikas@maf.vu.lt

Testavimas – vienas iš pagrindinių programų kūrimo procesų. Nebrandus testavimas gali lemti prastos kokybės programinius produktus. Žinomi keli programų kūrimo brandos modeliai (CMM, ISO 15504, ISO 9001), tačiau jie yra bendriniai ir detalieji nenagrinėja konkrečių procesų. Testavimo brandos modelis, pristatytas šiame straipsnyje, nagrinėja tik su testavimu susijusius aspektus, dėl to jį galima taikyti ir organizacijose, nenaudojančiose bendrinių brandos modelių.

Testavimas yra neatsiejama brandaus programų kūrimo proceso dalis. Jis patikrina ar užtikrina kuriamos programinės įrangos kokybę. Paprastai testavimui skiriama ne mažiau išteklių ir laiko negu programinės įrangos kūrimui, tačiau ne visada pasiekiamas užsibrėžtas tikslas – pagaminti kokybišką ir vartotojo poreikius atitinkančią programinę įrangą. Kaip rodo praktika, dažnos problemų priežastys yra ne techninės, o organizacinės – nepasiekta pakankama proceso branda. Šiame darbe aprašyti brandaus testavimo reikalavimai ir pateiktas šio proceso etapis brandos modelis.

Testavimas ir jo brandos modeliai

Šiuo metu yra nemažai modelių (ISO 15504, ISO 9001, CMM, Bootstrap), kurie apibrėžia programų kūrimo procesą, jo brandą. Kyla natūralus klausimas, kam reikalingas dar vienas vardinio proceso brandos modelis. Pagrindinė priežastis ta, kad testavimui kituose modeliuose skiriama nedaug dėmesio, be to, yra nemažai organizacijų, kurioms šis procesas yra kritinis. Tokioms organizacijoms kyla poreikis turėti atskirą modelį, kuris būtų skirtas tik testavimo brandai vertinti ir gerinti.

Testavimo brandos modelio paskirtis

Brandos modelis gali būti naudojamas:

- vertintojų, kad įvertintų testavimo būklę;
- organizacijos vadovų, kurie inicijuoja testavimo gerinimo veiksmus;
- techninių darbuotojų, kad gerintų testavimą;
- vartotojų ir klientų, kad apibrėžtų savo vaidmenį testavimo procese;
- kaip užsakovo ir vykdytojo tarpusavio pasitikėjimo pagrindas.

Brandaus testavimo apibūdinimas

Prieš pristatant testavimo brandos modelį būtina išnagrinėti, kuo turėtų pasižymėti brandus testavimas. Pirmiausia procesas turi būti valdomas (planuojamas, aprūpinamas ištekliais, kontroliuojamas, turėti organizacinius komponentus), matuojamas, prižiūrimas, būti efektyvus. Taip pat kiekvienas brandus procesas turi būti paplitęs organizacijoje, palaikomas organizacijos vadovų ir tapti organizacinės kultūros dalimi. Procesas turi būti gerai suprastas vykdytojų ir turėti galimybių augti ir būti gerinamas. Brandų testavimą turėtų sudaryti tokie komponentai:

- **Apibrėžtos testavimo nuostatos**, kurios būtų paplitusios organizacijoje, palaikomos valdžios bei integruotos į organizacinę kultūrą.
- **Testavimo proceso planavimas**. Testavimas turi būti planuojamas, o planas turėtų nusakyti testavimo tikslus, išteklius, testavimo projektą, testavimo scenarijus, testavimo grafikus, išlaidas ir užduotis. Testavimo planas turi atitikti užsibrėžtą kokybę; pagal tai turi būti skiriami laikas ir ištekliai.
- **Gyvavimo ciklas**. Testavimas turi būti integruotas į programinės įrangos kūrimo procesą, turėti tokias fazes kaip planavimas, testavimo planų peržiūra, testavimo projektavimas, testavimui reikiamos programinės įrangos kūrimas arba įsigijimas, testavimo darbo produktų valdymas.
- **Testavimo grupė**. Organizacijoje turi būti nepriklausoma testavimo grupė, kuri būtų palaikoma vadovų, grupei skiriama pakankamai išteklių ir atliekami reikiami jos mokymai.
- **Testavimo gerinimo grupė**. Organizacijoje turi būti atsakingi (nebūtinai tik tam skirti) darbuotojai, kurie stebėtų testavimą ir priimtų šio proceso gerinimo sprendimus.
- **Metrikos, skirtos testavimui**. Testavimas turi būti matuojamas ir renkami matavimų duomenys, kurie būtų naudojami gerinant procesą.
- **Įrankiai ir įranga**. Reikalingi testavimo įrankiai ir įranga turi būti prieinami testavimo grupei. Grupė, atsakinga už testavimo gerinimą, turėtų priimti sprendimus dėl naujų įrankių bei įrangos įsigijimo ir numatyti, kaip jie būtų integruojami į organizacijos veiklą.
- **Kontrolė ir trasavimas**. Testavimas turi būti stebimas atsakingų darbuotojų, renkami duomenys apie proceso galimybes ir brandą, sprendžiamos iškilusios problemos.
- **Produkto kokybės kontrolė**. Statistiniai metodai turi būti naudojami testavimo rezultatams vertinti. Testavimo

nutraukimo kriterijai turi būti išreikšti skaitiniais dydžiais. Produkto kokybė stebima, klaidos trasuojamos ir atliekama klaidų priežasčių analizė.

Testavimo apibrėžimas

Testavimo tikslas – užtikrinti kokybiškos ir vartotojo poreikius atitinkančios programinės įrangos gamybą. Pateiksime testavimo praktikas ir su jomis susijusius darbo produktus.

Testavimo praktikos:

1. Programinės įrangos komponentų testavimo procedūrų kūrimas.
2. Programinės įrangos komponentų testavimas.
3. Testavimo su grįžimais strategijos apibrėžimas (tikslas – apibrėžti agregatų kartotinio testavimo sąlygas, jei būtų atlikti programinio vieneto keitimai).
4. Testų agregatams sudarymas.
5. Agregatų testavimas.
6. Testų integruotiems programinės įrangos komponentams sudarymas.
7. Integruotų programinės įrangos komponentų testavimas.
8. Testų sistemai sudarymas.
9. Integruotos sistemos testavimas.

Naudojami darbo produktai:

1. Testavimo planas, scenarijus, variantai.
2. Žemo lygmens programinės įrangos projektas.
3. Aukšto lygmens programinės įrangos projektas.
4. Sistemos, programinės įrangos priežiūros reikalavimai.
5. Sistemos projektas/architektūra.
6. Vartotojui skirta sistemos dokumentacija.
7. Programinės įrangos testavimo strategija.
8. Programinės įrangos komponentai ir agregatai.
9. Sistemos integravimo aprašymas.
10. Integruota sistema.
11. Versijų strategija.
12. Pakeitimų valdymo įrašai.
13. Konfigūracijos valdymo sistema.

Gaminami arba modifikuojami darbo produktai:

1. Testavimo planas, scenarijus, variantai.
2. Reikalavimų trasos.
3. Sistemos testavimo planas.
4. Integruotos sistemos testavimo strategija (planas).
5. Integruota sistema.
6. Regresinio testavimo strategija.
7. Produkto konfigūracija.
8. Vartotojui skirta sistemos dokumentacija.

Kiti organizacijos procesai irgi turėtų būti artimai susiję su testavimu. Pavyzdžiui, sudarant sistemos reikalavimus turi būti kartu ruošiami ir testavimo reikalavimai; organizacinius ir palaikymo procesus reikia organizuoti taip, kad būtų numatytas testuotojų mokymas, reikiamos testavimo įrangos bei įrankių įsigijimas; valdymo procesai turėtų numatyti testavimo matavimą ir valdymą.

Testavimo brandos modelis

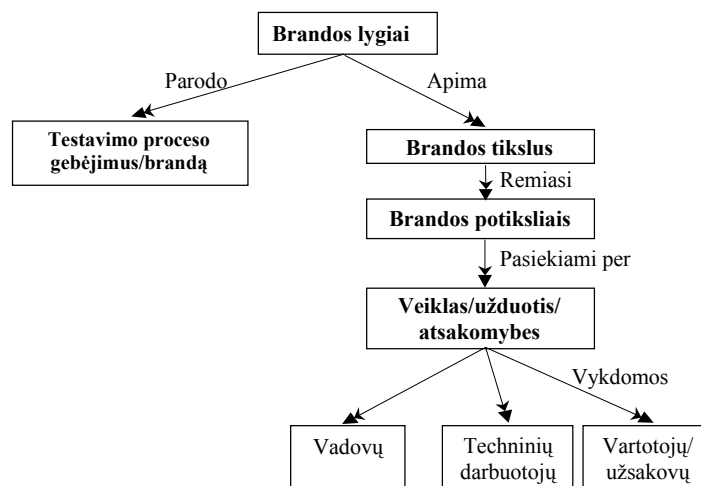
Testavimo brandos modelis apibrėžia penkis brandos lygius:

1. Pradinį;
2. Apibrėžimo;
3. Integravimo;
4. Valdymo;
5. Optimizavimo.

Lygiai parinkti taip, kad sudarytų loginę proceso brandos seką (pereinant į aukštesnį brandos lygį, žemesnio lygio veiklos išlieka). Su kiekvienu brandos lygiu siejami tikslai, potiksliai, veiklos, užduotys ir atsakomybės. Organizacija, kurios procesas yra kuriame nors brandos lygyje, turi būti pasiekusi šio ir žemesnių lygių tikslus. Kiekvienas tikslas išreiškiamas rinkiniu potikšlių, kurie sukonkretina tikslo siekius, užmojus bei ribas. Brandumo potiksliai pasiekiami per veiklas, užduotis, atsakomybes. Veiklos ir užduotys apibrėžia, kas turi būti daroma norint pasiekti konkretaus lygio tikslus. Atsakomybė atlikti veiklas ir užduotis skirstoma trimis grupėms (vaidmenims): vadovams, techniniams darbuotojams, vartotojams arba užsakovams. Vadovai turi turėti galimybes ir būti įsipareigoję atlikti testavimo veiklas ir gerinti testavimą. Techniniai darbuotojai (programuotojai, testuotojai ir pan.) turi atlikti technines veiklas ir užduotis, kurios atitinka konkretaus lygio tikslus. Vartotojai ir užsakovai turi dalyvauti aptariant su kokybe susijusius klausimus, nagrinėjant reikalavimus, sudarant testus ir pan.

Principinė testavimo brandos modelio schema pateikiama paveiksle.

1 lygis: pradinis. Testavimas – chaotiškas procesas. Procesas nėra apibrėžtas ir nėra atskirtas nuo programos derinimo. Testavimas atliekamas iš karto po kodavimo be papildomo pasiruošimo. Testavimas ir programos derini-



Pav. Principinė testavimo brandos modelio schema

mas persidengia ir naudojami programos klaidoms pašalinti. Pagrindinis testavimo tikslas šiame lygyje – parodyti, kad programa veikia. Produktai atiduodami užsakovui be kokybės užtikrinimo. Taip pat labai trūksta išteklių, įrankių ir gerai išmokytų darbuotojų. Jokie brandos tikslai šiame lygyje nėra keliami.

2 lygis: apibrėžimo. Testavimas yra atskirtas nuo programos derinimo, apibrėžtas kaip nepriklausoma fazė, kuri eina iš karto po kodavimo. Pastebimos testavimo planavimo užuomazgos – testavimas planuojamas po kodavimo, atsižvelgiant į sukurtą kodą.

Šiame lygyje pagrindinis tikslas – parodyti, kad programa atitinka specifikaciją. Naudojamos įvairios testavimo technologijos ir metodai, tačiau kokybės problemos apsiriboja tuo, kad testavimo procesas planuojamas gana vėlai ir negali užtikrinti, jog bus pastebėtos projektavimo ar analizės klaidos, nėra jokių peržiūrų. Pagrindinė testavimo veikla – programos veikimo tikrinimas.

3 lygis: integravimo. Šiame lygyje testavimas nėra tik fazė, kuri eina po kodavimo, testavimas integruotas į visą gyvavimo ciklą – jis prasideda reikalavimų sudarymo faze. Testavimo tikslai ir siekiai nustatomi remiantis vartotojų ir užsakovų poreikiais, pagal juos sudaromi ir testavimo scenarijai bei vertinimo kriterijai. Šiame lygyje testavimas suprantamas kaip profesionali veikla ir tam yra specialus organizacinis vienetas. Skiriami reikiami išteklių ir atliekami mokymai, tačiau testavimo procesas nėra matuojamas, peržiūros nedaromos.

4 lygis: valdymo. Testavimo procesas yra matuojamas. Peržiūros gyvavimo ciklo metu suprantamos, kaip testavimo ir kokybės užtikrinimo veiklos. Tikrinami programinių produktų patikimumo, patogumo ir eksploatavimo parametrai. Testavimo scenarijai renkami ir saugomi duomenų bazėje, tai leidžia kartotinai juos panaudoti ar atlikti regresinius testavimus. Registruojami defektai ir jiems suteikiami svarbumo prioritetai. Paprastai šiame lygyje testavimo procesui trūksta defektų prevencijos, automatizuoto su testavimo procesu susijusių duomenų rinkimo (pagal metrikas), analizės.

5 lygis: optimizavimo. Šio lygio testavimas turi numatyti proceso gerinimo mechanizmą. Defektų prevencija ir kokybės užtikrinimas

turi būti svarbūs dalykai. Testavimo procesą reikia keisti atsižvelgiant į statistinius parametrus, organizacinius tikslus, užsibrėžtą patikimumo lygį. Turi būti apibrėžta testavimo įrankių ir įrangos įsigijimo procedūra. Naudojami automatizuoti įrankiai testavimo scenarijams tikrinti, jiems kurti, duomenims rinkti, analizuoti ir saugoti.

Brandos tikslai

1 lygis: pradinis. Šiame lygyje nekeliami jokie brandos tikslai.

2 lygis: apibrėžimo.

1. Suformuluoti testavimo ir derinimo tikslus.
2. Inicijuoti testavimo planavimą.
3. Įtvirtinti pagrindines testavimo technologijas ir metodus.

3 lygis: integravimo.

1. Įsteigti organizacinį vienetą, atsakingą už testavimą.
2. Įsteigti techninių mokymų programas.
3. Integruoti testavimą į programinės įrangos gyvavimo ciklą.
4. Stebėti ir kontroliuoti testavimo procesą.

4 lygis: valdymo.

1. Įtvirtinti organizacijos lygio peržiūrų programą.
2. Matuoti testavimą.
3. Įvertinti programinių produktų kokybę.

5 lygis: optimizavimo.

1. Išvengti defektų.
2. Kontroliuoti kokybę.
3. Optimizuoti testavimą.

Išvados

Testavimas yra kritinė programų kūrimo proceso dalis. Tik gerai organizuotas ir brandus testavimas gali užtikrinti kokybiškos ir vartotojo poreikius tenkinančios programinės įrangos gamybą. Brandos modeliai leidžia daryti išvadas apie procesų brandą, tačiau bendriniuose programų kūrimo brandos modeliuose testavimui skiriama per mažai dėmesio. Testavimo brandos modelis apima

tik su testavimu susijusią veiklą, leidžia vartoti bendrą sąvokų sistemą, kaupti patirtį, dėl to mo-

delio naudotojas gali labiau susitelkti, geriau suprasti testavimo aspektus.

LITERATŪRA

- Burnstein I., Suwannasart T., Carlson C. R. (1996). Developing a Testing Maturity Model: Part I // CrossTalk, August, p. 21–24.
- Burnstein I., Suwannasart T., Carlson C. R. (1996). Developing a Testing Maturity Model: Part II // CrossTalk, September, p. 19–26.
- Norman Hines (2001). The Problem With Testing. // CrossTalk, July, p. 27–29.
- Burnstein I., Homyen A., Grom R., Carlson C. R. (1998). A Model to Assess Testing Process Maturity // CrossTalk, November, p. 26–30.
- Staab T. C. (2002). Using SW–TMM to Improve the Testing Process // CrossTalk, November 2002.
- Suwannasart T., Srichaivattana P. (1999). A set of Measurements to Improve Software Testing Process // The Proceedings of the 3rd National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC'99) December 15–17, 1999. Bangkok, Thailand, p. 373–377.
- ISO/IEC TR 15504 (1998). Information technology – Software process assessment.
- Mitašiūnas A. (1998). Programų kūrimo proceso modeliai. I dalis. Vilnius. 153 p.

MODELING OF TESTING PROCESS MATURITY

Irmantas Naujikas

S u m m a r y

Testing process is one of the main software process parts. Immature testing process can consequence low quality software products. At this moment exist a lot of software process capability models (CMM, ISO 15504, ISO 9001, etc.) but these models do not

include enough details. Testing maturity model, which is presented in this article, allows to focus only on testing process therefore can be used even in organisation which does not use other maturity models.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Įtinklintų organizacijų žinių modeliai

Saulius Norvaišas

Matematikos ir informatikos instituto mokslo darbuotojas
Institute of Mathematics and Informatics, Researcher
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
Tel. 268 56 25, faks. 268 56 28
El. paštas: saunor@kti.mii.lt

Šiuolaikinėje organizacijoje žinios yra vienas iš svarbiausių vertę kuriančių išteklių. Įtinklintos organizacijos savo veikloje susiduria su sudėtingomis problemomis, kurių įveikimas charakterizuoja pačią organizaciją. Problemų sprendimas priklauso nuo gebėjimo efektyviai sudaryti problemų dinamiškus modelius. Mes tvirtiname, jog įtinklintoje organizacijoje geriausiai agreguojamos jos narių žinios ir patirtis tada, kai naudojami sistemų dinamikos metodai. Visi modeliavimo žingsniai gali būti lengvai įdiegiami įtinklintoje organizacijoje naudojant specialią programinę įrangą ir sistemų dinamikos metodus. Pasiūlytas žinių agregavimo proceso dinaminis modelis rodo, jog tam tikro dydžio modelių pasirodymo dažnis atitinka laipsninį dėsnį su nustatytu parametru γ .

Mastelio simetrija, kuria pasižymi daugelis gamtos ir visuomenės reiškinių, yra vienas iš nuostabiausių sudėtingų sistemų fenomenų. Mastelio simetrija apibūdinama vadinamuoju log-log skirstiniu, kai logaritminėse skalėse atvaizduojamas sistemos posistemių pasiskirstymas *tiesiškai* priklauso nuo tų posistemių skaičiaus. Tokios simetrijos buvimas išreiškia ne tik sistemų – dažniausiai sudėtingų – elgseną aprašančių dinamiškus dėsnius algoritminį paprastumą, bet ir neevoliucinę dėsnių prigimtį bei ilgalaikį sistemų stabilumą. Todėl socialinių-ekonominių sistemų atveju tam tikrų jų charakteristikų ir šių mastelio simetrijos dėsnių neatitiktis leidžia sistemas „simetrizuoti“ primant atitinkamus koreguojančius sprendimus.

Šiame darbe aptarsime vieną žinių agregavimo metodą, kuris plėtojantis interneto technologijoms įgyja vis didesnę reikšmę. Visuomenė, visai natūraliai priimdama interneto technologijas ir skatindama jų plėtrą, išnaudoja ne visus jų teikiamus pranašumus. Tai ypač būdinga organizacijoms, sprendžiančioms sudėtingas problemas, kaip panaudoti savo narių žinias darbo organizavimo veiklai. Todėl įtin-

klinto darbo metodų plėtros teorinis pagrindimas turi ypatingą svarbą. Paprastu modeliu parodoma, kad natūraliai žinių generavimo sistemai galioja tie patys dėsningumai, kurie yra būdingi kitoms mastelio simetriją turinčioms sistemoms, todėl šiuo atveju atsiranda papildomi parametrai, veikiantys naujų žinių agregavimo tempus. Be abejo, juo tempai didesni, tuo įtinklinto darbo organizavimo metodus naudojanti organizacija turi daugiau galimybių tapti lydere.

Tyrimo tikslas

Įtinklintų organizacijų žinių agregavimo metodai šiuo metu dar tik kuriami. Žinių agregavimo esmę sudaro atskiros organizacijos ar laikinai suburtos grupės nario turimų žinių ir asmeninės patirties naudojimas sprendžiant bendrus strateginius uždavinius.

Nagrinėjant žinių agregavimo metodus, daugiausia remiamasi socialinės psichologijos teoriniais modeliais ir eksperimentų rezultatais, kurie apibūdina grupės narių sąveikos dinamiką ir nurodo, kokios kliūtys iškyla kryptingoje gru-

pės veikloje kuriant projektus, aptariant problemas, sudarant modelius. Šio darbo tikslas – parodyti, jog kai kurios kliūtys, pasitaikančios standartinėse organizacijose, tinkamai organizuojant veiklą įtinklintose organizacijose išnyksta, o kitos tampa privalumais. Todėl žinių generavimas nors ir paklūsta bendriems sudėtingų sistemų savirangos dėsniams, tačiau jo efektyvumas yra daugiau ar mažiau „valdomas“ procesas.

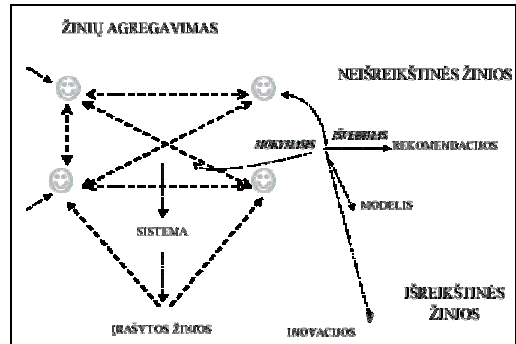
Tyrimo metodai

Žinių agregavimui įtinklintoje organizacijoje siūlome naudoti standartinį sistemų dinamikos metodą, pagrįstą J. Forresterio (Forrester, 1967) ir kitų sistemų dinamikos teoretikų ir praktikų darbais, susijusiais su sistemų modelių sudarymu, kitaip sakant – modeliavimu. Darome prielaidą, kad naujų žinių galutinė išraiška yra nagrinėjamos sistemos *modelis* (pradedant mąstomuoju (mentalinio) ir baigiant matematiniu), kuriame atsispindi tos sistemos charakteristikų dinamika. Be to, tik modelį galima išbandyti, nustatyti jo adekvatumą realiai sistemai. Ir svarbiausias modelio bruožas mūsų nagrinėjamo aspektu yra tas, kad modelis visuose jo sudarymo etapuose yra supaprastinta *schema*, kurią gali aprėpti ir supaprasti grupės nariai.

Svarbiausi pradiniai sistemos (projekto) modelio sudarymo etapai yra problemos (uždavinio) formulavimas, pagrindinių veiksmų nustatymas ir tuos veiksmus jungiančių priežastinių ryšių diagramos sudarymas. Tolesni etapai yra susiję su kompiuterinio modelio sudarymu, tačiau mūsų nagrinėjamos temos aspektu jie nėra svarbūs. Pirmieji žingsniai yra nesunkiai perkelti į įtinklintos organizacijos veiklą, jie suteikia modelio kūrimo procesui nuoseklumo ir kryptingumo.

Tyrimas ir rezultatai

Nagrinėjamos sistemos priežastinių ryšių diagrama, kurią sudaro veiksniai, susieti priežastiniais ryšiais, yra struktūrinė tos sistemos modelio schema (1 pav.). Tokia diagrama agreguoja *žinias*, gaunamas iš skirtingų šaltinių, į vieną integralią struktūrą. Panašūs metodai yra plėto-



1 pav. Bendra žinių agregavimo struktūra (Bair, 1998).

jami duomenų siejimo (*data mining*) (Viaene ir kt., 2002) bei genetinių algoritimų žinių agregavimo (Gondy, 2001) tyrimais.

Šiuolaikinėje visuomenėje ypač išryškėja *integruotų* žinių, arba *modelių* (mentalinio bei kompiuterinio), svarba efektyviai jos veiklai. Tokie modeliai naudojami projektų ir strategijų analizei, organizacijos veiklos planavimui, mokymams. Sudaryto modelio dydis išreiškiamas jame naudojamų faktorių ir jų sąsajų kiekiu K . Psichologų nustatyta, kad vidutinis žmogus mintyse gali sujungti priežastiniais sąryšiais 5–8 veiksmus, o naudojant priežastinių ryšių diagramas tokių faktorių ir priežastinių ryšių gali būti kiek norima daug. Didesnei priežastinių ryšių diagramai sudaryti reikia daugiau žinių, kurios ir yra agreguojamos naudojant grupės narių žinias.

Įtinklintoje organizacijoje žinių agregavimas įgauna naują dimensiją. Klasikiniai veiklos organizavimo metodai turi keistis taip, kad būtų veiksmingai naudojamos informacinės ir telekomunikacijų technologijos.

Socialinės sąveikos teorija (Berger, Luckmann, 1966), išplėtotą J. Homanso ir T. Parsonso, pateikia galimus grupės narių sąveikos scenarijus. Autoriai išskyrė standartinės grupės narių sąveikas ir nurodė, jog grupėje esant daugiau kaip dviem nariams, turintiems skirtingus tikslus, neįmanoma surasti bendro, racionalaus, visiems priimtino sprendimo. Atsiradęs sąveikos netiesiškumas fizikoje yra žinomas kaip trijų kūnų judėjimo uždavinys (Albouy, Chenciner, 1998), kurio sprendinys bendru atveju yra chaotiškas.

Socialinės sąveikos teorijoje yra pateikiami septyni veiksniai, nuo kurių priklauso toks grupės veiklos pobūdis ir atsirandantys neapibrėžtumai. Įtinklintoje organizacijoje šie veiksniai tampa struktūras formuojančiais. Kaip jau minėjome, skirtinga grupės narių patirtis pasireiškia skirtingais nagrinėjamą objektą aprašančiais simboliais, todėl vienas iš veiksmų – bendros patirtį perduodančios kalbos nebuvimas – standartinėje metodikoje tampa didele kliūtimi. Tačiau įtinklintoje grupėje skirtinga patirtis įgyja teigiamą prasmę, nes „nesusikalbėjimas“ eliminuojamas naudojant sistemų dinamikos priemones kaip universalią kalbą individualiai patirčiai perduoti. Antrasis neapibrėžtumų šaltinis yra klasikinės grupės sinchronizacija – įtinklintoje organizacijoje tai vėlgi yra tam tikrų informacinių ir komunikacinių technologijų naudojimo uždavinys. Trečias šaltinis yra prasmų klausimas, nes kalbėdami apie tuos pačius objektus grupės nariai gali jiems suteikti subjektyvius ir prieštaraujančius viena kitai reikšmes. Sistemų dinamikos modeliavimo veiksniai nėra tiksliai apibrėžiami ir jie įeina į diagramas lygia greta su priežastiniais ryšiais, kurie tas subjektyvias prasmes suderina tarpusavyje. Ketvirtoji priežastis yra pavojus, kad grupės nariai ims pretenduoti į tuos pačius visiems svarbius objektus, todėl pritrūks išteklių, penktoji – pastangos vieniems nariams blokuoti kitų veiksmus, šeštoji – elgesio normų standartų neatitiktis ir septintoji – skirtinga arba silpna grupės narių motyvacija. Pastarosios keturios problemos įtinklintoje organizacijoje yra gerokai mažiau aktualios negu standartinėje organizacijoje, nors paskutinioji dažnai iškyla kaip bendra organizacijos problema ir sprendžiama kitais metodais (motyvacijos orientavimas, poreikių patenkinimas, tikėjimasis iš vaidmenų nuostatos, sankcijos, vertinimai ir t. t.).

Taigi įtinklinto darbo organizavimas naudojant sistemų dinamikos modeliavimo metodą suteikia stabilumą išsklaidytų žinių agregavimui į modelius ir kartu padidina šio proceso efektyvumą.

Žinių agregavimo į modelius procesą galima aprašyti nagrinėjant modelių kiekio priklausomybę nuo jų dydžio (faktorių ir ryšių skaičių) (Bair, 1998). Jei N_K yra skaičius mode-

lių, turinčių K elementų, N – bendras modelių kiekis, tai modelių pasirodymo dažnio priklausomybę nuo dydžio galime gauti iš lygčių

$$dN_0/dN = 1 - m \times N_0/N,$$

$$dN_K/dN =$$

$$m \times [(1+p(K-1)) N_{K-1} - (1+pK) N_K]/N, \quad (1)$$

kurios turi nekintamą sprendinį

$$N_0 = N/(m+1); N_K =$$

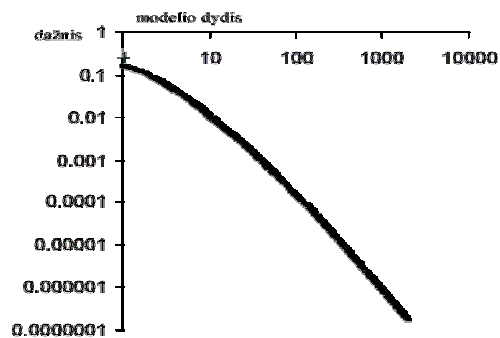
$$[(1+p(K-1))/(1+1/m+pK)]/N_{K-1}. \quad (2)$$

Dideliems K iš (2) išraiškos išplaukia, kad

$$N_K \sim 1/K^\gamma,$$

čia $\gamma = 1 + 1/(m \times p)$. (3)

Vadinasi, modelių pasirodymo dažnio priklausomybė nuo jų dydžio turi eksponentinio dėsnio pavidalą (2 pav.), todėl galima teigti, kad šiam reiškiniai būdinga mastelio simetrija. Parametro γ arba parametru m ir p nustatymas yra atskiras uždavinys, kurį sprendžiant reikia atsižvelgti į realios modelių sistemos duomenis. Kadangi gauti tokius duomenis yra sudėtinga užduotis, turime pasinaudoti kokiais nors euristiciniais samprotavimais, pavyzdžiui, jog visų egzistuojančių modelių sistema yra ekvivalentiška socialinių ir ekonominių organizacijų bei grupių sistemai. Kaip žinoma (Trubnikov, 1993), organizacijų pasiskirstymas pagal jose dirbančių žmonių skaičių tenkina eksponentinį dėsnį. Kita vertus, modeliai, kuriais disponuoja organizacijos, yra kintamo dydžio objektai ir evoliucionuoja didėjimo kryptimi. Todėl organizacijos žinių agre-



2 pav. Modelių pasirodymo dažnio pasiskirstymas pagal dydį, kai $m=3$, $p=1/4$

gavimo efektyvumas tiesiogiai siejasi su parametro γ dinamika. Tokio klausimo nagrinėjimas išeina už šio straipsnio ribų.

Išvados

Šiuolaikinės organizacijos ieško metodų, kurie leistų panaudoti organizacijos narių žinias ir patirtį organizacijos veiklai skatinti. Žinių agregavimo modeliai turi padėti nustatyti svarbiausius veiksnius, kurie turi įtakos efektyviam žinių naudojimui, taip pat žinių agregavimo me-

todus. Sistemų dinamikos metodas yra vienas iš būdų, leidžiančių efektyviai kurti žiniomis grindžiamus modelius. Modelio dydis (susietų faktorių skaičius) yra charakteristika, rodanti žinių agregacijos laipsnį. Todėl ta organizacija efektyviau naudoja žinias, kuri disponuoja didesniais dinaminiais modeliais, sukurtais naudojant, pavyzdžiui, sistemų dinamikos metodus. Pasiūlyto žinių generavimo dinaminio modelio parametras γ kaip tik ir atspindi žinių naudojimo efektyvumą.

LITERATŪRA

- Forrester J. W. (1967). *Urban Dynamics*. Computer Press.
- Vazquez A. (2001). Knowing a Network by Walking on it: Emergence of Scaling // *cond-mat/0006132*; *Europhys. Lett.*, vol. 54, p. 430.
- Bair J. (1998). *Knowledge Management Innovation* // Gartner Group Conference. Miami.
- Page-Shipp R. (2002). *Knowledge Management – an Approach Tailored to Knowledge-based Organizations*. Adresas internete: <http://www.iamot.org/paperarchive/153B.PDF>
- Viaene S., Pieck F., Dedene G. (2002). *Data Mining Beyond the Baseline* // Insurance fraud conference, Newport, Rhode Island, USA.
- Gondy L. (2001). *A Combinatorial Approach to Knowledge Discovery: The Integration of Human and Machine Generated Knowledge* // *Knowledge Discovery: The Integration of Human and Machine Generated Knowledge*.
- Berger P. L., Luckmann T. (1966). *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*. Garden City, New York: Anchor Books.
- Albouy A., Chenciner A. (1998). Le probleme des n corps et les distances mutuelles // *Invent. Math.*, vol. 131, p. 151–184.
- Trubikov B. A. (1993). The distribution law of competition // *Priroda*, Nr. 11.

KNOWLEDGE MODELS FOR NETWORKED ORGANIZATIONS

Saulius Norvaišas

Summary

Knowledge is the most important value generating resources in modern organization. Networked organizations are stressed on complex problems/tasks and can be identified by acquired possibility to cope with them. It depends on how they can effectively build dynamic models. We propose that for the networked organization the best way to aggregate their members knowledge and experience is if the organi-

zation uses system dynamics methods. All modelling steps can be easily implemented in networked organization by special software and system dynamics methods. The dynamic model shows that the appearing frequency of defined size models depends according to power law with specified parameter γ .

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Ontologijos teisinių dokumentų rengimo ir analizės sistemose

Laima Paliulionienė

Matematikos ir informatikos instituto jaunesnioji mokslo darbuotoja
Institute of Mathematics and Informatics, Junior researcher
A. Goštauto g. 12–410, Vilnius, tel. (370–5) 262 61 07
El. paštas: laipal@kti.mii.lt

Straipsnyje aptariamas ontologijų vaidmuo kuriant teisinių dokumentų rengimo ir analizės sistemas. Ontologijai išreikšti siūloma naudoti freimų logikos formalizmą F-logiką, ta pačia kalba užrašant ir visą žinių bazę. Pateikiamas pavyzdys, kaip naudojamas šis formalizmas ir ontologija teisinių dokumentų analizei.

Siekis naudoti informacines technologijas teisėje neišvengiamai veda prie teisės ontologijų konstravimo. Ontologijose išskiriamos, susiejamos ir aksiomatizuojamos dalykinės srities sąvokos. Ontologijos yra semantinis pagrindas kompiuterizuojant įvairius teisės aspektus – ir teisinių dokumentų rengimą, ir jų analizę, įskaitant lyginamąją analizę, ir teisinės informacijos paiešką, ir veiklos optimizavimą remiantis teisės normomis, ir konkrečių gyvenimo situacijų teisinį kvalifikavimą, ir teisinius procesus.

Ontologijų vaidmuo teisinių dokumentų rengimo ir analizės sistemose yra dvejopas. Viena vertus, teisininkams, rengiantiems įstatymą arba kitokį teisinį dokumentą, ontologija pateikia bendrą dalykinės srities schemą. Kita vertus, žinių inžinieriui ji padeda tiksliau formalizuoti rengiamą dokumentą.

Ontologijos gali būti užrašytos įvairiomis priemonėmis – tiek specialiai tam pritaikytomis, tiek tradicinėmis žinių vaizdavimo kalbomis. Mūsų tyrime ontologijai užrašyti naudojamas freimų logikos formalizmas F-logika. Straipsnyje aptarsime ontologijų vaidmenį kompiuterizuotose teisinėse sistemose ir pateiksime pavyzdį, kaip naudojamas F-logikos formalizmas ir ontologija teisinių dokumentų analizei.

Ontologijų vaidmuo

Ontologijos – tai ne tik taksonominės klasių hierarchijos ir klasių apibrėžtys, bet ir aksiomos, kurios riboja apibrėžtų sąvokų interpretavimą. Formaliai žiūrint, ontologija yra loginė teorija (Gruber, 1995), o praktiškai ji aprašo teiginių ir užklausų žodyną. Be to, atsakymus į užklausas tuomet galima pateikti ne tik pagal užklausoje vartojamas sąvokas, bet ir pagal ontologinius jų sąryšius, pavyzdžiui, išplečiant atsakymo paieškos sritį pagal dalinius arba visiškus sinonimus, pagal taksonominę hierarchiją aukštyrą arba žemyn, o daugiareikšmėms sąvokoms naudojant ir daugybinę klasifikaciją. Potenciali praktinė ontologijų nauda yra galimybė jas kartotinai naudoti konstruojant kitas sistemas.

Su ontologija glaudžiai susijęs epistemologinis lygmuo (Breuker, Elhag, Petkov, Winkels, 2002). Epistemologija siejama su samprotavimu, argumentavimu, įrodymu, o ontologija teoriškai turėtų apimti tik conceptualizavimą. Tačiau nėra tikslinga griežtai atskirti ontologiją ir epistemologiją, nes teisės sąvokos dažnai yra neatsiejamos nuo samprotavimo ir įrodymo. Pavyzdžiui, funkcinė teisės ontologija *FOLaw* (*Functional Ontology for Law*) (Valente, Breuker, Brower, 1999) taip pat aprašo priklausos-

mybes tarp skirtingų žinių tipų ir kartu pateikia teisinio samprotavimo struktūrą.

Galima išskirti tris ontologijų lygius: viršutinį, centrinį ir dalykinį (Breuker, Valente, Winkels, 1997). *Viršutinio lygio ontologijos* aprašo bendro pobūdžio sąvokas (agentas, laikas, erdvė ir kt.), kurios yra abstraktaus, filosofinio lygio ir todėl tinka daugeliui dalykinių sričių. *Centrinio lygio ontologijos* nusako žinių kategorijas tam tikroje sferoje, apimančioje giminingas dalykines sritis. *Dalykinio lygio ontologijos* apibrėžia konkrečios dalykinės srities terminiją.

Teisės ypatumas kuriant ontologijas yra tas, kad joje sunku išskirti dalykinės srities sąvokas. Teisė interpretuoja pasaulį, teisės normos skirtos nustatyti tvarką įvairiose socialinio gyvenimo srityse. Todėl beveik bet koks pasaulio daiktas gali būti priskirtas teisės sričiai. Tai reiškia, kad mums tenka vartoti ir bendro pobūdžio sąvokas – agentai, veiksmai, procesai, laikas, erdvė ir kt., t. y. reikia viršutinio lygio ontologijos.

Pagrindiniai ontologijos konstravimo būdai yra du: nuo viršaus žemyn (nuo bendrų dalykų prie atskirų) ir nuo apačios į viršų. Pirmuoju atveju galimi du variantai: ontologija kuriama ekspertų, kurie tiesiogiai specifikuoja dalykinę sritį, arba ontologija kuriama iš egzistuojančios ontologijos ją apibendrinant, sukonkretinant arba kitaip modifikuojant. Konstruojant ontologiją iš apačios į viršų, visi reikiami elementai ištraukiami iš rašytinių dokumentų. Šis metodas gali būti naudojamas, pavyzdžiui, konstruojant ontologiją, skirtą semantinei informacinei paieškai. Be to, sąvokoms išrinkti ir jų sąryšiams nustatyti jis leidžia naudoti kompiuterinius sintaksinius analizatorius, tikimybinus analizatorius ir pan.

Manau, kad tikslinga šiuos būdus suderinti naudojant tiek jau sukurtas teisės ontologijas, tiek išrenkant sąvokas ir sąryšius iš teisinių dokumentų. Teisės ekspertai gali būti kaip konsultantai vertinant kuriamą ontologiją, nes jų tiesioginiam įtraukimui į ontologijos kūrimą reikia daug laiko.

F-logika

Ontologijos gali būti užrašytos įvairiomis priemonėmis – tiek specialiai tam pritaikytomis, tiek tra-

dicinėmis žinių vaizdavimo kalbomis. Mūsų tyrime ontologijai užrašyti naudojamas freimų logikos formalizmas F-logika (Kifer, Lausen, Wu, 1993). Šis formalizmas jungia objektinį žinių vaizdavimo būdą su loginio išvedimo mechanizmu, grindžiamu rezoliucija. Pagrindinis F-logikos, kaip ontologijos užrašymo kalbos, pranašumas yra tas, kad taip išreikštą ontologiją galima tiesiogiai sujungti su teisinių dokumentų žinių baze, užrašyta taip pat F-logikos kalba. F-logikos lokalumo principas leidžia aprašyti sąvokas pažingsniui, o tai yra svarbu išrenkant sąvokas ir sąryšius iš teisinių dokumentų. Tačiau reikia pažymėti, kad F-logika neturi specialių ontologijų kūrimo priemonių pranašumų, pavyzdžiui, darnos tikrinimo galimybės ir indeksavimo galimybės sąvokų paieškai pagreitinti.

F-programą sudaro taisyklės, kurių forma yra *antraštė←kūnas*, kur *antraštė* yra F-molekulė, *kūnas* – F-molekulių konjunkcija. F-molekulėse naudojami sąvokų vardai, atributų vardai, atributų reikšmės, predikatų simboliai. F-molekulė turi vieną iš šių pavidalų:

- $S_1:S$; čia S_1 žymi sąvokos S egzempliorių;
- $S_1::S$; S_1 žymi sąvokos S specializaciją (poklasį);
- $S[K\rightarrow R]$; S žymi konkrečiausią sąvoką (egzempliorių), K – tos sąvokos atributą, R – to atributo reikšmę;
- $S[K\Rightarrow R]$; S žymi apibendrintą sąvoką (klasę), K – tos sąvokos atributą, R – to atributo reikšmių kitimo sritį;
- $S[K*\rightarrow R]$; S žymi apibendrintą sąvoką, K – tos sąvokos atributą, kurio reikšmę galima naudoti sąvokos egzemplioriuose neišreikštiniu būdu, R – to atributo reikšmę, kuri pagal nutylėjimą perduodama sąvokos egzemplioriams;
- f) $P(S_1, \dots, S_n)$; P yra predikato vardas, $S_1, \dots, S_n$ – sąvokos. Sąvokos vardas yra identifikacinis terminas, kuris gali turėti argumentus. Atributai gali būti daugiareikšmiai; tuomet naudojami ženklai $\rightarrow>$, $\Rightarrow>$ ir $*\rightarrow>$.

F-logikos išvedimo mechanizmas leidžia gauti atsakymą į užklausą panašiai kaip Prolo-

ge. Kad galėtume gauti visas konkrečios situacijos išvadas, F-logiką reikia praplėsti formaliu įrodymu, grindžiamu *modelių generavimu* (Paliulionienė, 1999). Pagal modelio generavimo taisyklę į modelį pirmiausia įtraukiami faktai, toliau pagal taisyklių grandinę gaunamos šių faktų išvados.

Pavyzdys

Panagrinėkime pavyzdį, demonstruojantį F-logikos formalizmo naudojimą ontologijai ir teisinių dokumentų žinių bazei užrašyti ir analizei atlikti. Pavyzdyje formalizuojami tokie teiginiai iš teisinių dokumentų:

1. Ištrauka iš „Lietuvos Respublikos moterų ir vyrų lygių galimybių įstatymo“ (trumpumo dėlei išvardytos ne visos išimtys):

„Tiesioginė diskriminacija dėl lyties – pasyvus ar aktyvus elgesys, kuriuo išreiškiamas pažeminimas, paniekinimas, taip pat teisių apribojimas ar privilegijų teikimas dėl asmens lyties, išskyrus:

1) specialią moterų apsaugą nėštumo bei gimdymo ir vaiko žindymo metu;

2) tik vyrams taikomą karinę prievolę;

3) skirtingą moterų ir vyrų pensinį amžių;

.....“

2. Ištrauka iš „Paslaugų, už kurias mokama iš privalomojo sveikatos draudimo fondo biudžeto, klasifikatoriaus“:

„581. Paslaugos motinoms, slaugančioms vaikus (II grupės paslauga)“.

Galima įtarti, kad paslauga 581 yra tiesioginė vyrų (tėvų) diskriminacija dėl lyties, nes ji nepatenka nei į pirmą šios diskriminacijos išimtį (juk vaikus slaugo nebūtinai žindančios motinos), nei į kitas išimtis. Galima manyti, kad tai yra spraga, nes dokumente „Nedarbingumo pažymėjimų bei nėštumo ir gimdymo atostogų pažymėjimų davimo taisyklės“ kaip vaikų slaugytojas minimas ir tėvas:

„Pažymėjimai slaugyti stacionare ... sergantiems vaikams ... gali būti duodami motinai (tėvui), įmotei (įtėviui) ar globėjui...“

Panagrinėkime, kaip F-logikoje užrašyti teiginiai ir ontologija gali padėti atskleisti šią spragą. Paslauga motinoms, slaugančioms vaikus, formalizuojama taip:

p581 :: paslauga [objektas => motina_slauganti_vaikus]

Atkreipkime dėmesį, kad teisiniuose dokumentuose vartojamos sąvokų klasės ir beveik nėra sąvokų egzempliorių. Tai atsispindi ir formalizavime (p581 yra ne paslaugos egzempliorius, o poklasis).

Toliau pateikiamas tiesioginės diskriminacijos dėl lyties apibrėžties formalizavimas:

*E :: tiesioginė_diskriminacija_dėl_lyties ← (E :: elgesys [apibūdinimas *->> {pažeminimas, paniekinimas}]; E :: teisių_apribojimas; E :: privilegijų_teikimas), E [priežastis * → lytis], not E :: speciali_moterų_apsauga_nėštumo_bei_gimdymo_ir_vaiiko_žindymo_metu, not E :: tik_vyrams_taikoma_karinė_prievolė, not E :: skirtingas_moterų_ir_vyrų_pensinis_amžius, not ...*

Taisyklės dešinėje pusėje kabliataškis reiškia loginę jungtį „arba“, kablelis – „ir“. Visų išimčių pavyzdyje neišvardijame. Detaliam formalizuoti išimtis šioje vietoje taip pat nėra reikalo, jų užrašymas išlieka artimas pradinio dokumento tekstui. Tačiau prirėikus jos gali būti formalizuotos vėliau (lokalumo principas).

Toliau pateikiamas ontologijos fragmentas, kuriame formalizuotos vartojamos sąvokos. Reikia pažymėti, kad ne visos sąvokos apibrėžiamos teisiniuose dokumentuose, ryšius tarp jų tenka nustatyti vadovaujantis sveiku protu ir atsižvelgiant į sprendžiamą užduotį.

*motina_slauganti_vaikus :: motina
[apibūdinimas *->> slauganti_vaikus]
motina :: moteris
moteris :: asmuo [lytis * → moteriška]
paslauga :: privilegijų_teikimas*

Norint išvesti, kad paslaugos motinoms yra diskriminacija dėl lyties, reikėtų aprašyti ir ką reiškia, kad privilegijos teikimo priežastis yra lytis (nors įstatyme tai ir neapibūdinta):

*E [priežastis * → lytis] ← E :: privilegijų_teikimas [objektas => moteris], not E [objektas => vyras]
E [priežastis * → lytis] ← E :: privilegijų_teikimas [objektas => vyras], not E [objektas => moteris]*

Pritaikę modelio generavimo taisyklę, tarp modelyje gautų faktų bus ir tokie:

*p581 :: privilegijos_teikimas
p581 [objektas => motina]
p581 :: tiesioginė_diskriminacija_dėl_lyties*

Taigi gavome išvadą, kad paslauga p581 yra tiesioginė diskriminacija dėl lyties.

Išvados

Ontologijos projektavimas yra esminis etapas kuriant teisinių dokumentų rengimo ir analizės sistemą. Ontologijų dėka išreikštiniu būdu aprašomas pasirinktas dalykinės srities konceptualizavimas, o tai yra svarbu projektuojant ir tikrinant sistemą. Nors ontologijos iš principo gali būti naudojamos kartotinai, jas tenka projek-

tuoti ir modifikuoti atsižvelgiant į sprendžiamą uždavinį. Teisinės ontologijas tikslinga jungti su epistemologiniu lygiu, susijusiu su samprotavimu ir argumentavimu.

Šiame darbe kaip ontologijos užrašymo kalbą siūloma naudoti F-logiką. Tai teikia galimybę tiesiogiai sujungti ontologiją su įstatymo žinių baze, užrašyta taip pat F-logikos kalba. F-logikos lokalumo principas leidžia aprašyti sąvokas pažingsniui, o tai yra svarbu išrenkant sąvokas ir sąryšius iš teisinių dokumentų.

LITERATŪRA

- Gruber T. R. (1995). Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // International Journal of Human-Computer Studies, vol. 43, p. 907–928.
- Breuker J., Elhag A., Petkov E., Winkels R. (2002). Ontologies for Legal Information Serving and Knowledge Management // T.J.M. Bench-Capon, A. Daskalopulu and R.G.F. Winkels (eds.). Legal Knowledge and Information Systems. Jurix 2002: The Fifteenth Annual Conference. Amsterdam: IOS Press, p. 73–82.
- Kifer M., Lausen G., Wu J. (1993). Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages. Technical Report 93/06, Department of Computer Science, University SUNY at Stony Brook.
- Breuker J., Valente A., Winkels R. (1997). Legal Ontologies: A Functional View // Proceedings of the First International Workshop on Legal Ontologies, p. 23–36.
- Paliulionienė L. (1999). Kai kurie teisinių žinių bazių lyginamosios analizės aspektai // Lietuvos matematikų draugijos XL konferencijos darbai, Vilnius, 1999 m. birželio 21–22 d. Vilnius, p. 230–235.
- Valente A., Breuker J. A., Brower P. W. (1999). Legal modelling and automated reasoning with ON-LINE // International Journal of Human-Computer Studies, vol. 51, p. 1079–1126.

ONTOLOGIES IN LEGAL DRAFTING AND ANALYSIS SYSTEMS

Laima Paliulionienė

S u m m a r y

The article regards to the role of ontologies in the designing of legal drafting and analysis systems. An ontology consists of a set of concepts, relationships and axioms that describe a domain of interest. Ontology is closely connected to epistemology that is concerned with reasoning and argumentation. As legal concepts are often inseparable from reasoning and argumentation, it is expedient

to include an epistemological layer into ontology. The frame logic formalism F-logic is proposed as the representation language of the ontology. The created ontology can be integrated with a legal knowledge base represented in F-logic as well. An example is presented that demonstrates the use of this approach in the analysis of legal documents and search for possible inconsistencies.

Įteikta 2003 m. birželio 20 d.

Dirbtinio neuroninio tinklo sprendimus grindžiančių taisyklių kūrimas: finansinio kapitalo rinkų atvejis

Darius Plikynas

Vilniaus vadybos kolegijos lektorius, daktaras
Vilnius Management College, Lecturer, PhD
J. Basanavičiaus g. 29a, LT-2009 Vilnius
Tel.: 8 698 29465
El. paštas: d.plikynas@delfi.lt

Pagrindinis darbo tikslas – dirbtinių neuroninių tinklų (DNT) „juodosios dėžės“ problemos sprendimas, kuriuo siekiama rasti natūralų mechanizmą, paaiškinantį DNT priimamų sprendimų loginį pagrįstumą ir galintį generuoti DNT sprendimus paaiškinančių taisyklių rinkinius. Metodas realizuojamas integruotoje MATLA programinės įrangos aplinkoje, naudojant multiperseptroninį (DNT sprendimų erdvės gavimo ir klasifikavimo) ir Kohoneno (įėjimo duomenų erdvės klasteriavimo) tinklą bei neryškios logikos modulį. Siūlomu metodu, naudojant iteracinio priartėjimo algoritmą, galima surasti geriausią įėjimo duomenų erdvės klasterių ir sprendimų erdvės elementų atitiktį, kai sąryšių analizei taikomas neryškios logikos modulis. Šis modulis leidžia suformuoti DNT sprendimus grindžiančių taisyklių rinkinius. Remiantis hipotetiniu finansinio kapitalo rinkų pavyzdžiu, pateikiamas tokių taisyklių rinkinių formavimo algoritmas. Nagrinėjamas metodas pasižymi integruotumu, lankstumu, realaus laiko darbo režimu ir nepriklausomumu nuo DNT vidinių struktūrų. Jis skirtas finansinio kapitalo rinkų elgesio efektyvesnei analizei, kai priimti sprendimai turi būti skaidrūs ir logiškai pagrįsti.

Dirbtinių neuroninių tinklų (DNT) metodai atstovauja netiesinių lygčių sistemoms, kurias charakterizuoja atitinkami parametrai, pavyzdžiui, svoriai (angl. *weights*), nukrypimai (angl. *biases*), topologinė tinklo struktūra ir t. t. DNT priimamų sprendimų pagrindimas slypi šiais parametrais aprašomose struktūrose, kurios nepateikia aiškios sprendimų logikos. Šis trūkumas menkina DNT metodų pranašumas kitų metodų atžvilgiu. Tai dar vadinama „juodosios dėžės“ problema (Craven, Shavlik, 1995). Ji ypač aktuali finansinio kapitalo rinkose, kur sprendimai turi būti motyvuoti aiškiomis logikomis taisyklėmis.

Pastaruoju metu labai išplito įvairių DNT metodų taikymai finansinio kapitalo rinkose (optimizuojant investicijų riziką ir pelną, formuojant investicinį portfelį, analizuojant ir prognozuojant VP indeksų kitimą ir t. t.). Fi-

nansų specialistai ieško skaidrių sprendimų paramos sistemų, kurios pagrįstų savo sprendimus aiškiais argumentais (Freedman, Klein, Lederman, 1995).

DNT sprendimų generavimo taisyklėmis galutiniam vartotojui siekiama paaiškinti, kodėl vienokia ar kitokia vidinė tinklo parametrų konfigūracija lemia skirtingus sprendimus. Lig šiol tam buvo naudojama tradicinė TAIP/NE dvejetainė algebra, besiremianti *if/then/else* sąlygos sakiniiais. Tačiau šiuo metu labai paplito neryškių aibių sistemos ir neryški logika (*fuzzy logic*), kuri leidžia logines taisykles išreikšti naudojant „dalines“ tiesas, pavyzdžiui, *if then might-be-true* arba *if then could-possibly-be-true* (Craven, Shavlik, 1995).

Sukurtų taisyklių kokybė priklauso nuo jų tikslumo, tinkamumo ir suprantamumo (Diederich, 1994). Taisyklių rinkinys yra tikslus, jeigu

jis gali teisingai suklasifikuoti anksčiau nepateiktus pavyzdžius. Taisyklių rinkinys yra tinkamas, jeigu jis atspindi visą DNT sprendimus veikiančią informaciją. Taisyklių rinkinio suprantamumą apibūdina trys atributai: 1) taisyklių, įeinančių į taisyklių rinkinį, skaičius; 2) DNT sprendimų, tenkančių vienai taisyklei, skaičius; 3) taisyklių rinkinio neprieštarinumas.

Jau yra sukurti keli pagrindiniai DNT priimamų sprendimų taisyklių generavimo metodai. Vienas iš tokių metodų vadinamas dekompoziciniu. Juo ieškoma tokių įėjimo duomenų verčių, kurios aktyvina konkretų slapto ar išėjimo sluoksnio neuroną. Tuomet sudaromas specialus taisyklių junginys, kuris įėjimo duomenų konkrečias vertes susieja su konkrečiais neuronais.

Alternatyvius DNT priimamų sprendimų taisyklių generavimo metodus DNT traktuoja kaip „juodąją dėžę“ (Craven, Shavlik, 1995), kai taisyklės generuoja pats išmokytas tinklas. Jis išskiria būdingus įėjimo duomenis, kurie formuoja atitinkamas išėjimo taisykles. Trečiuoju metodu tiesinis programavimas naudojamas tam, kad būtų surasti tinklo įėjimo ir išėjimo neuronų ryšiai. Tai dar kitaip vadinamas tinkamo intervalo analizės algoritmas (*Validity Interval Analysis*). Pirmiau minėti dekompoziciniu ir mokymosi pagrindu veikiančios taisyklių generavimo algoritmai yra dažnai sujungiami. Taip gaunami hibridiniai metodai, pavyzdžiui, DEDEC, kuris veikdamas dekompoziciniu principu papildomai analizuoja išmokyto DNT svorių vektorius.

Šiame kontekste autorius toliau pateikia naują metodą, kuris savo esme panašus į mokymosi pagrindu veikiančią metodą ir priklauso vadinamajai „neuro-fuzzy“ metodų grupei.

Pagrindinės siūlomo metodo prielaidos

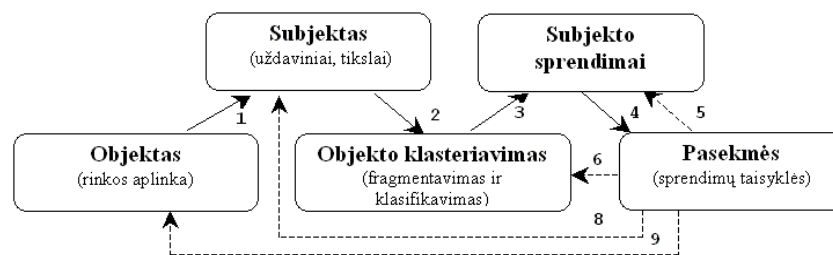
Mūsų mąstymo elementarūs procesai pagrįsti įėjimo duomenų analize, juos klasteriuojant (kategorizuojant ir klasifikuojant; žr. 1 pav.) ir susiejant sukurtus klasterius su patyrimu grįtais sprendimais. Galutinis šio proceso tikslas – kuo tikslesnis ir optimalus sprendimų priėmimas greitai kintančiomis situacijomis. Natūralių sistemų analogas – DNT, kurių sprendimo priėmimo loginis pagrįstumas nėra akivaizdus, todėl iškyla uždavinys, kaip DNT patirtį perteikti adekvačių loginių taisyklių rinkiniu.

Autorius užduoties modeliavimą pradeda nuo poros pagrindinių prielaidų (Trippi, Lee, 1996):

- 1) kuriamas metodas turi remtis natūralių (biologinių) sprendimų pagrindimo principu;
- 2) jis turi būti lankstus, nepriklausyti nuo duomenų struktūrų ir dirbti realaus laiko režimu.

Mokymasis reiškia sprendimo taisyklių generavimą remiantis turima patirtimi. Šį procesą sudaro keli etapai (žr. 1 pav.). Kuriamą sistemą iš savo priimtų sprendimų mokosi ir įgyja patirties (Caudill, ir Butler, 1992): pirma, specifikuojamas analizės objektas ir nustatomi subjekto mokymosi tikslai (ciklai: $\{9 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4\}$ ir $\{8 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4\}$); antra, objektas yra klasteriuojamas, t. y. atliekamas fragmentavimas ir klasifikavimas (ciklas $\{6 \rightarrow 3 \rightarrow 4\}$); trečia, vyksta mokymas, t. y. svoriai ir nukrypimai keičiami tol, kol surandami optimalūs sprendimai (ciklas $\{5 \rightarrow 4\}$).

Mokosi ir patirties įgyja konkretus subjektas, t. y. dirbtinis neuroninis tinklas. Mūsų to-



1 pav. Bendra subjekto mokymosi ir patirties įgijimo schema (autoriaus apibendrinimas)

lesnis tikslas – surasti priemonių, kurios galėtų natūraliu būdu paaiškinti tinklo mokymosi procese atsirandantį tiriamo objekto savybių ir DNT priimtų sprendimų ryšį.

Bendra tyrimo schema

Praktinis metodo konstravimas reikalauja sukurti modelį, kurį sudarytų keli susiję moduliai: pirmasis modulis (2 pav., **I modulis**) – multi-perseptroninis atgalinės grįžties (*backpropagation*) DNT, atsakingas už tinkamos sprendimų erdvės generavimą ir jos fragmentavimą; antrasis modulis (2 pav., **II modulis**) – nekontroliuojamo mokymo (*self-organizing*) Kohoneno DNT (Kohonen, 1997), atsakingas už įėjimo duomenų klasteriavimą; trečiasis modulis (2 pav., **III modulis**) – neryškos logikos modulis (*fuzzy logic*), skirtas generuoti logines taisykles, susiejančias sprendimų erdvės fragmentus su įėjimo duomenų klasteriais.

Tinkamai paruošti duomenys pateikiami į abu DNT. Kohoneno nekontroliuojamo mokymo DNT neturi jokių tikslinio klasteriavimo rezultatų optimizavimo, todėl įėjimo duomenų klasterių sudarymas gali būti prastai suderinamas su sprendimų erdvės fragmentais. Taigi šis metodas yra „aklas“ ir neefektyvus, todėl darbe siūlomas iteracinis ciklas (2 pav.; 4, 5, 6, 7, 9 etapai), kuris atrinka geriausiai sprendimų fragmentus atitinkančią klasterių aibę. Pažiūrėkime, kaip tai atsitinka. Visų pirma nekontroliuojamo mokymo DNT (II modulis) pats sugeba rasti sudėtingus netiesinius skirtingų duomenų taškų sąryšius ir juos sugrupuoti (angl. *mapping*). Visi taškai, patekę į vieną grupę (klasterį), įgauna tą patį klasterio žymeklį (2 pav., 4 etapas). Tokiu būdu n dimensijų pradinė duomenų erdvė tampa $n+1$ dimensijų (2 pav.; 5 etapas) erdve, kur prisideda papildomas kinetamasis – klasterio žymė.

Sužymėtos duomenų erdvės klasteriai nuosekliai pateikiami jau prieš tai išmokytam multi-perseptroniniam tinklui (žr. I modulis, 6 etapas). Šis tinklas kiekvienam klasteriui generuoja sprendinius, kurie pasiskirsto sprendimų erdvėje, o tiksliau – jos atskiruose fragmentuose. Tuomet įvertinama, kuriuos fragmentus labiau-

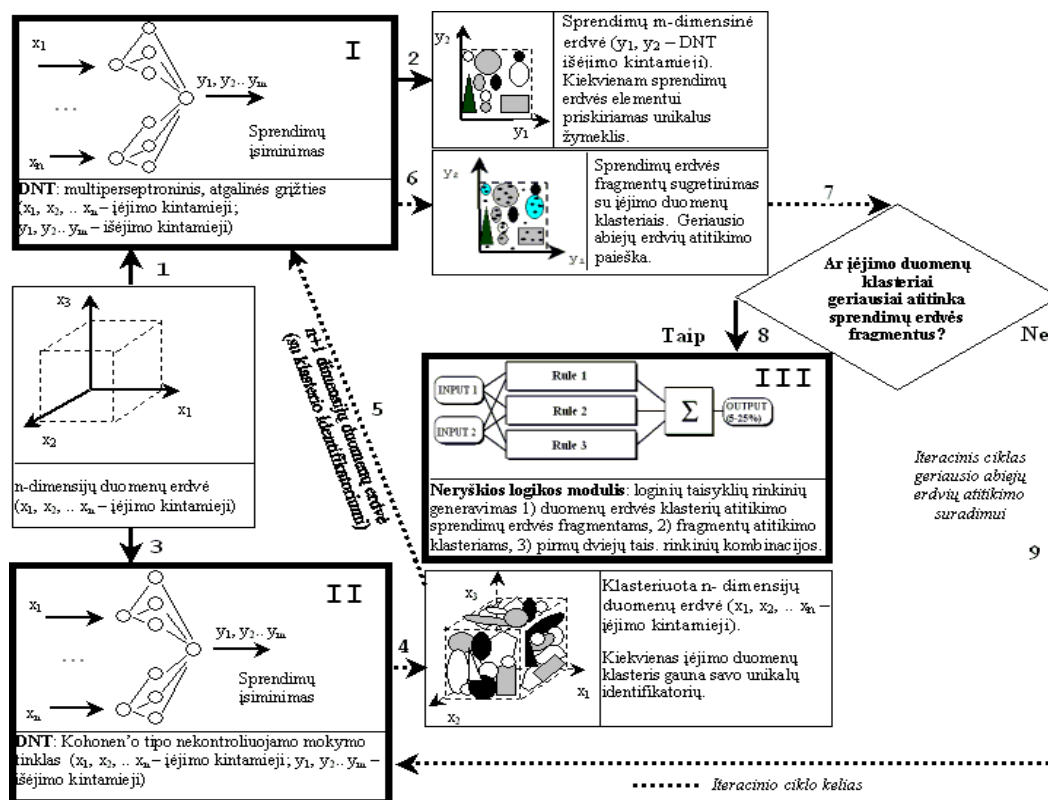
siai veikia konkretūs klasteriai, ir surandamas agreguotas įėjimo duomenų klasterių ir sprendimų erdvės fragmentų atitikties lygio rodiklis, kuris ir naudojamas geriausiai sprendimų erdvės fragmentus atitinkančiai klasterių aibei rasti (7 etapas).

Skaitytojui gali kilti nemažai klausimų, pavyzdžiui, kokie vektoriai yra perduodami į Kohoneno neuroninį tinklą 9-ame etape, kokie parametrai keičiami iteraciniame cikle ir t. t. Dėl ribotos straipsnio apimties pateikti išsamius atsakymus nėra galimybių, todėl čia tepaminėsime, kad iteracinio ciklo 9-ame etape, keičiant atitinkamus Kohoneno tinklo mokymosi algoritmo parametrus (pradines svorių matricos reikšmes, topologijos tipą, mokymosi epochų skaičių, neuronų „kaimynystės“ funkciją ir t. t.), siekiama gauti aibę tinklo žemėlapių (*Self-Organizing Maps*) vektorių ir tuos vektorius atitinkančių duomenų elementų pasiskirstymų (klasterių). Tada nustatomas geriausiai DNT (2 pav., I modulis) sprendimus atitinkantis klasterių pasiskirstymas (6 etapas), ir tolesnei analizei naudojamas tik juos suformavęs nekontroliuojamo mokymo tinklas (atrunkos kriterijai – iš anksto nustatytos taisyklės **G1** ir **G2**; žr. kitą skyrelį).

Be abejo, čia pateiktoje schemoje dar nepaminėti kiti esminiai dalykai, pavyzdžiui, abiejų tinklų atitinkamų mokymosi rezultatų įsiminimas, kad vėliau būtų galima palyginti, ir t. t. Galop ieškomi pasirinkto nekontroliuojamo mokymo tinklo klasterių sąryšiai su DNT sprendimų fragmentais. Tam naudojamas neryškos aibės modulis (žr. kitą skyrelį), kuris yra atsakingas už tolesnį loginių taisyklių generavimą (8 etapas).

DNT sprendimus pagrindžiančių taisyklių generavimas

Siūlomas taisyklių kūrimo būdas, skirtingai nei kiti žinomi metodai, nekelia ypatingų reikalavimų nei tinklo architektūrai, nei jo mokymo metodams. Jis grindžiamas pirmiau aprašytu įėjimo duomenų klasterių sugretinimu su sprendimų fragmentais. Pažiūrėkime, kaip minėtas al-



2 pav. DNT sprendimus paaiškinančių taisyklių generavimo metodo bendra schema

goritmas veikia hipotetiniu finansinio kapitalo rinkų atveju (žr. 3 pav.).

Sakykime, mūsų hipotetinėje finansinio kapitalo rinkoje galioja tokios iš anksto žinomos taisyklės:

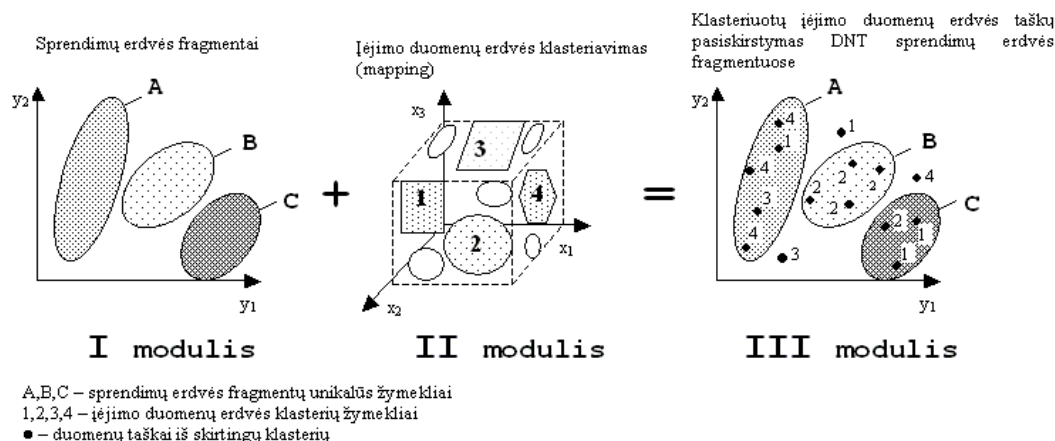
- **iš anksto nustatytų taisyklių rinkinys (G1):** 1) jeigu mažiau nei 20% konkretaus duomenų klasterio taškų patenka į pasirinktą sprendimų fragmentą, tai registruojamas silpnas jų tarpusavio ryšys; 2) jeigu daugiau nei 20%, bet mažiau nei 50% – registruojamas geras jų tarpusavio ryšys; 3) jeigu 50% – registruojamas stiprus jų tarpusavio ryšys;
- **iš anksto nustatytų taisyklių rinkinys (G2):** 1) jeigu mažiau nei 35% visų pasirinkto sprendimų fragmento taškų priklauso konkrečiam duomenų klasteriui, laikoma, kad yra mažas

fragmento užpildymo konkrečiu klasteriu tankis; 2) jeigu nuo 35% iki 65% – šis tankis vidutinis; 3) jeigu daugiau nei 65% – didelis.

Pritaikę šias iš anksto nustatytas hipotetines taisykles, konkretios realizacijos atveju (žr. 3 pav.) gauname abiejų erdvių sąryšio įvertinimo rezultatus (žr. lentelę).

Remiantis lentelėje pateiktais rezultatais ir pasinaudojus neryšios logikos moduliui, galima nustatyti DNT sprendimus paaiškinančias taisykles.

DNT sprendimus paaiškinančių taisyklių rinkinys Nr. 1. Kiekvienam duomenų klasteriui priskiriamas atitinkamas sprendimų fragmentas arba jų kombinacija, t. y. apibrėžiami konkrečių duomenų klasterių formuojami DNT sprendimai. Pavyzdžiui, su 75% tikimybe pirmasis duomenų klasteris (žr. lentelę: pirmas klasteris, G1 stulpelis) veikia C (50% tikimybė,



3 pav. Sprendimų erdvės fragmentų sugretinimas su įėjimo duomenų klasteriais (autorius apibendrinimas)

Lentelė. Įėjimo duomenų klasterių sugretinimo su sprendimų erdvės fragmentais rezultatai

Sprendimų erdvės fragmentai	Duomenų klasteriai							
	1		2		3		4	
	G1(%)	G2(%)	G1(%)	G2(%)	G1(%)	G2(%)	G1(%)	G2(%)
A	25	20	0	0	50	20	75	60
B	0	0	80	100	0	0	0	0
C	50	33	20	33	0	0	0	0

stiprus jų tarpusavio ryšys) ir A (25% tikimybė, geras jų tarpusavio ryšys) DNT sprendimus. Taip surandami ir kitų klasterių veikiami konkretūs DNT sprendimai ar jų kombinacijos ir suformuojamas pirmasis taisyklių rinkinys.

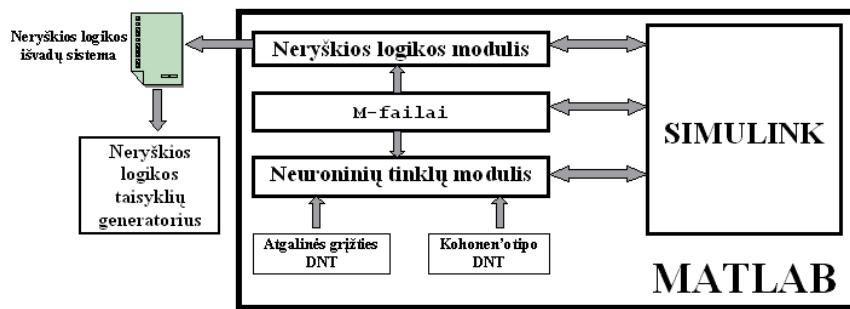
DNT sprendimus paaiškinančių taisyklių rinkinys Nr. 2. Kiekvienam sprendimų fragmentui surandami atitinkami duomenų klasteriai arba jų kombinacijos, t. y. ieškoma klasterių, kurie veikia konkrečius sprendimus. Pavyzdžiui, sprendimų erdvės fragmentas A (žr. lentelę: eilutė A ir atitinkamos reikšmės iš G2 stulpelių) yra 20% užpildytas pirmo klasterio taškais (mažas užpildymo tankis), 20% – trečio klasterio (mažas užpildymo tankis) ir 60% – ketvirto (vidutinis užpildymo tankis). Taip kiekvienam sprendimų fragmentui randami juos veikiantys atitinkami duomenų klasteriai arba jų kombinacijos ir suformuojamas antrasis taisyklių rinkinys.

DNT sprendimus paaiškinančių taisyklių rinkinys Nr. 3. Tai pirmo ir antro taisyklių rinkinio kombinacijos. Pavyzdžiui, sprendimų

fragmentas C turi stiprų ryšį su pirmu duomenų klasteriu, nes 50% klasterio taškų patenka į šį fragmentą, bet sprendimų fragmentas C yra silpnai užpildytas šiuo klasteriu, nes yra mažas fragmento užpildymo konkrečiu klasteriu tankis (žr. lentelę ir taisyklių rinkinius). Toks pirmo ir antro taisyklių rinkinių kombinavimas leidžia sukurti lanksčias taisykles, kurios parodo specifinius abiejų erdvių sąryšius.

Metodo programinio realizavimo priemonės

Kaip jau buvo minėta, metodas pasižymi lankstumu, nepriklausomumu nuo duomenų struktūrų ir realaus laiko darbo režimu. Remiantis šiomis prielaidomis, duomenų surinkimas, apdorojimas ir DNT sprendimų loginių taisyklių generavimas turi vykti sklandžiai ir integruotoje programinėje aplinkoje. Autoriaus nuomone, MATLAB v6.0 programinis paketas šiuo požiūriu yra tinkamas pasirinkimas (žr. 4 pav.),



4 pav. Metodo realizavimas integruotoje programinėje terpėje (autoriaus apibendrinimas)

nes jame yra integruoti reikalingi moduliai: SIMULINK (imitaciniam modeliavimui), DNT modulis (angl. *Neural Network Toolbox*) bei neryšios logikos modulis (angl. *Fuzzy Logic Toolbox*).

Viena iš pagrindinių siūlomo programinio sprendimo dalių – SIMULINK blokas (žr. 4 pav.), esantis MATLAB programinio paketo viduje ir galintis modeliuoti, imituoti ir analizuoti dinamines sistemas, kurių išėjimai ir būsenos keičiasi laiko atžvilgiu. Kitas labai svarbus blokas – neryšios logikos modulis, skirtas darbui su netikslumais ir netiesiškumais, siekiant sukurti DNT sprendimus grindžiančias taisykles.

Pagrindinis nagrinėjamo integruoto programinio sprendimo blokas – neuroninių tinklų modulis. Darbe naudojami du skirtingi neuroniniai tinklai: multiperseptroninis atgalinės grįžties tinklas (*multiperception with error backpropagation method*; Freedman, Klein, Lederman, 1995) ir Kohoneno nekontroliuojamo mokymo tinklas (*Kohonen's type self-organizing map*). Nekontroliuojamo mokymo tinklai patys išmoksta klasteriuoti (kategorizuoti ir klasifikuoti) duomenų įėjimo vektorius, nustatyti jų pasiskirstymą ir pagal tai sudaryti analogišką tinklo neuronų topologiją (be darbe naudojamo MATLAB varianto, šiuo metu yra sukurta daugybė analogiškų programinių sprendimų, pvz., „Viscovery SOMine“, „Nenet“, „Sammono“ žemėlapiai ir kiti).

Siūlomo metodo DNT optimizavimo etapas jau yra atliktas (VP rinkų indeksų analizės ir prognozės pavyzdžiu) ir tarpiniai rezultatai publikuoti tarptautinio lygio leidinyje (Pliky-

nas, Simanauskas, Būda, 2002). Be to, analogiški tyrimai taip pat buvo publikuoti ir kitų autorių (Setiono, Leow, 2000). Lieka išspręsti DNT nekontroliuojamo mokymo optimizavimo ir geriausios DNT sprendimų fragmentų ir įėjimo duomenų klasterių atitikties algoritimizavimo klausimus. Geri tarpiniai tyrimo rezultatai leidžia tikėtis puikių galimybių pritaikyti siūlomą metodą finansinio kapitalo rinkose. Galutiniai tyrimų rezultatai bus pateikiami vėlesnėse publikacijose.

Išvados

Finansinio kapitalo rinkose taikomų DNT metodų pagrindinis trūkumas tas, kad nėra išvadų, pagrįstų loginėmis taisyklėmis. Straipsnyje siūlomas įėjimo duomenų klasterių radimo ir jų susiejimo su atitinkamais DNT sprendimų fragmentais algoritmas. Tam naudojamas multiperseptroninis atgalinės grįžties DNT ir nekontroliuojamo mokymo Kohoneno tinklas, o duomenų klasterių ir DNT sprendimų fragmentų geriausios atitikties paieškai – iteracinis paieškos algoritmas. Atitikties rezultatų analizei pasitelkiamas neryšios logikos modulis, kuris suformuoja tris skirtingus DNT sprendimus paaiškinančių taisyklių rinkinius. Siūlomas metodas realizuojamas integruotoje MATLAB programinio paketo aplinkoje (naudojami SIMULINK, „Fuzzy Logic“ ir „Neural Network“ moduliai). Tai leidžia gauti optimalius spartos ir efektyvumo atžvilgiu sprendimus. Siūlomas metodas pasižymi integruotumu, lankstumu, realaus laiko darbo režimu. Be to,

išvadų generavimo algoritmui būdingas nepriklausomumas nuo duomenų bei DNT struktūrų. Metodas gali būti naudojamas atpažinimo, kla-

sifikavimo, prognozės, optimizavimo ir kitiems finansinio kapitalo rinkose išskylantiems uždaviniais spręsti.

LITERATŪRA

- Craven M. W., Shavlik J. W. (1995). Using sampling and queries to extract rules from trained neural networks // Machine Learning – Proceedings of the Eleventh International Conference, W. W. Cohen & H. Hirsh (Eds.). San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Diederich J. (1994). Explanation and inferencing in structured neural networks, invited paper // World Congress on Expert Systems, Portugal.
- Freedman R.S., Klein A., Lederman J. (1995). AI in the Capital Markets. Chicago: Probus publishing.
- Hiemstra Y. (1999) Linear Regression Versus Backpropagation Networks to Predict Quarterly Excess Returns // The Second international Workshop on NN in the Capital Markets, CalTech, Pasadena.
- Kohonen T. (1997). Self-Organizing Maps, Second edition. Berlin: Springer-Verlag.
- Plikynas D., Simanauskas L., Būda S. (2002). Research of Neural Network Methods for Compound Stock Exchange Indices Analysis // Informatica. Vilnius, Institute of Mathematics and Informatics Lithuanian Academy of Sciences. vol. 13 (4), p. 465–484.
- Setiono R., Leow W.K. (2000). Opening the neural network black box: an algorithm for extracting rules from function approximating artificial neural networks // International Conference on IS: proceedings of the twenty first international conference on Information systems. Brisbane, Queensland, Australia.
- Trippi R.R., Lee J.K. (1996). Artificial intelligence in finance&investing: state-of-the-art technologies for securities selection and portfolio management. Chicago: Irwin.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DECISIONS REASONING BY RULES PRODUCTION: FINANCIAL CAPITAL MARKET CASE

Darius Plikynas

S u m m a t y

The main objective – artificial neural network decisions „Black Box“ problem solution by modeling natural mechanism of the human brain decisions reasoning. The idea is about creating brain like mechanism, which in a natural way would produce logically based artificial neural nets (ANN) decisions rules. The new method is composed by three integrated modules: multiperceptron ANN, Kohonen's ANN and fuzzy logic. Multiperceptron ANN learns from the input data set in order to find solution space. Self-organizing (Kohonen's) ANN makes mapping of the input data space, where special iteration procedure helps to find appropriate data clusterization.

Fuzzy logic module logically combines clusterized input data space vs. solution space. This neuro-fuzzy approach produces logically based rules sets. Integration of all modules in one MATLAB software package makes this method quite attractive for the practical implementation. Main advantages of the method: integration, flexibility, real-time processing and independence from the ANN structures. It might be used for various tasks like recognition, prognoses, optimization etc. It is especially suitable for the financial capital market needs, where logically reasoned decisions have to be taken.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Duomenų paieškos ilgalaikiame kompiuteriniame dokumentų archyve architektūriniai sprendimai

Mindaugas Plukas

Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakulteto jaunesnysis mokslo darbuotojas
Vilnius University, Faculty of Mathematics and Informatics, Research assistant
Naugarduko g. 24, LT-2006 Vilnius
Tel. (370-5) 233 60 35, faks. (370-5) 215 15 85
El. paštas: mindaugas.plukas@maf.vu.lt

Romas Baronas

Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakulteto docentas, daktaras
Vilnius University, Faculty of Mathematics and Informatics, Assoc. Prof., PhD
Naugarduko g. 24, LT-2006 Vilnius
Tel. (370-5) 213 39 22, faks. (370-5) 215 15 85
El. paštas: romas.baronas@maf.vu.lt

Straipsnyje nagrinėjami duomenų paieškos ilgalaikiame kompiuteriniame dokumentų archyve organizavimo būdai. Pateikiami dvisluoksnės ir daugiasluoksnės paieškos sistemų modeliai, analizuojami jų pranašumai ir trūkumai. Aprašomi technologiniai sprendimai, kaip laipsniškai pertvarkyti jau egzistuojančią dvisluoksnę paieškos sistemą į trisluoksnę, užtikrinančią duomenų paiešką internete. Pateiktieji sprendimai buvo sėkmingai pritaikyti bankinių dokumentų tvarkymo sistemai.

Pastarąjį dešimtmetį tiek Lietuvoje, tiek visame pasaulyje sparčiai daugėja valstybinių institucijų, pramonės bei paslaugų sferos įmonių, jau naudojančių, diegiančių ar planuojančių diegti kompiuterizuotas dokumentų valdymo sistemas (Spencer, Wood, 2000). Tokios sistemos aktualesios ten, kur laiku apdoroti dideli dokumentų srautai yra būtina efektyvaus darbo prielaida. Didžioji dauguma dokumentų, pavyzdžiui, mokesčių bei muitinės deklaracijos, socialinio draudimo formos, bankų čekiai, prieš patekdami į kompiuterinę sistemą, pradeda savo egzistavimą popieriuje. Dažniausiai dokumentai įvedami juos nuskaitant. Dokumentų tapatumui nustatyti jie yra indeksuojami. Dokumentų indeksavimą galima automatizuoti naudojant optinių simbolių atpažinimą (Bunke, Wang, 1997). Kompiuterinėse formuliarių apdorojimo sistemose dokumentų indeksavimui taikoma teksto prasminio supratimo technologija (Baronas, Narkevičius, 2000; Casey ir kt., 1992).

Gana dažnai, pavyzdžiui, apdorojant mokesčių deklaracijas, ilgainiui apdorojamieji

dokumentai nepraranda savo vertės. Todėl atlikus pradinį dokumentų apdorojimą tikslinga visus jau esančius kompiuteriuose duomenis (grafinius vaizdus, atpažintus tekstus ir kt.) išsaugoti ilgalaikiame kompiuteriniame archyve. Didelių ilgalaikių archyvų duomenys dažniausiai saugomi optinių plokštelių bibliotekose. Optinės plokštelės pasižymi patvarumu, didele talpa ir santykinai nedidele kaina. Tačiau prieiga prie duomenų, esančių optinėje bibliotekoje, yra gana lėta. Todėl labai svarbu tinkamai tvarkyti duomenų paiešką tokiame archyve.

Šio darbo tikslas – ištirti duomenų paieškos ilgalaikiame archyve sistemų modelius ir pasiūlyti konkrečiomis sąlygomis efektyvų sprendimą. Ypatingas dėmesys skiriamas jau egzistuojančios dvisluoksnės paieškos sistemos pertvarkymui, užtikrinant duomenų paiešką internete. Analizuojamieji sprendimai buvo pritaikyti ir išbandyti bankinių dokumentų tvarkymo sistemoje (Baronas ir kt., 1997; Hammer, 2000).

Ilgalaikis dokumentų archyvas

Ilgalaikiame archyve duomenys dažniausiai saugomi ilgalaikėje duomenų saugykloje (IDS), kurią sudaro informacijos laikmenų biblioteka (pvz., optinė biblioteka) ir bibliotekoje laikomų objektų katalogas. IDS katalogas dažniausiai realizuojamas duomenų bazės pagrindu (Hubel, 2002).

Paprasčiausiuose ilgalaikiuose archyvuose kiekvienas dokumentas yra vienas IDS objektas. Dokumentų paiešką tokiam archyve gali užtikrinti IDS be papildomų komponentų. Tačiau archyvuojant ypač didelius dokumentų kiekius, pavyzdžiui, po kelis šimtus tūkstančių dokumentų kasdien, jau per keletą metų kataloge susikaupia tiek duomenų, kad tampa sudėtinga ne tik užtikrinti efektyvią paiešką, bet ir administruoti patį katalogą. Kita vertus, kasdien daugybę dokumentų apdorojančiose sistemose dokumentai yra nuskaityti ir apdorojami ne pavieniui, bet gana didelėmis partijomis (pluoštais). Taip sumažinama kompiuterių tinklo apkrova ir sparčiau apdorojami duomenys. Tuomet tikslinga į IDS dėti ne atskirus dokumentus, bet vienas jų partijas (Baronas, Narkevičius, 2000). Partijos tapatumui IDS kataloge nustatyti pakanka keleto nesudėtingų atributų, pavyzdžiui, datos, partijos numerio ir jai priklausančių dokumentų rūšies.

Naudojant IDS suindeksuotoms pagal datą dokumentų partijoms saugoti, atsiranda būtinybė sudaryti atskirą dokumentų paieškos atributų reikšmių indeksą. Kiekvieno dokumento visų atributų reikšmės yra konkrečios partijos duomenų dalis ir saugoma IDS. Nebūtina paieškos indekse laikyti duomenis apie visus dokumentus, pakanka visų konkretaus laikotarpio duomenų, nes paieškos indeksą bet kuriuo metu galima atgaminti ar papildyti iš IDS. Kita vertus, paieškos indeksą galima išskirstyti į kelias duomenų bazes ar net kelis serverius ir taip pasiekti, kad jame tilptų ypač daug dokumentų.

Kadangi duomenų ištraukimas iš IDS laikmenų bibliotekos yra santykinai lėtas, todėl paieškos sistemoje tikslinga naudoti spartinančiąją bylų atmintį. IDS dažniausiai jau turi spartinančiąją atmintį, tačiau jos funkcionalumas yra per daug bendras, kad būtų atsižvelgta į speci-

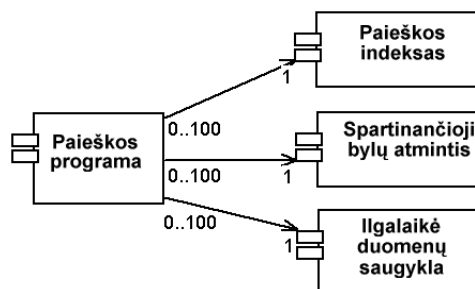
finius, pavyzdžiui, konkrečios dokumentų rūšies, poreikius.

Toliau nagrinėsime ilgalaikį archyvą, kurį sudaro trys pagrindinės dalys: IDS, dokumentų paieškos indeksas ir spartinančioji bylų atmintis. Taip sudarytame archyve galima ieškoti dokumentų pagal įvairius jų atributus. Nustačius, kad ieškomasis dokumentas yra archyve, paieškos sistema užtikrina visų susijusių su dokumentu bylų (grafinio vaizdo ir kt.) ištraukimą iš archyvo ir jų peržiūrą.

Duomenų paieškos sistemos architektūra

Galimi keli paieškos sistemos architektūriniai sprendimai. Sprendimo tinkamumas priklauso nuo papildomų, daugiausia nefunkcinių, reikalavimų, keliamų paieškos sistemai. Aptarsime galimus paieškos sistemos architektūrinius sprendimus ir parodysime, kaip jie evoliucionuoja tenkindami vis naujus reikalavimus.

Visų pirma paieškos sistema gali būti realizuojama dvisluoksnės architektūros pagrindu. Tuomet ją sudaro „sunki“ paieškos programa, kuri atlieka vartotojo sąsajos vaidmenį bei realizuoja paieškos proceso funkcionalumą, tiesiogiai dirbdama su archyvo duomenų posistemiais (duomenų šaltiniais): paieškos indeksu, spartinančiąja bylų atmintimi ir ilgalaikėje duomenų saugykla. Tipinės dvisluoksnės paieškos sistemos modelis pateikiamas 1 paveiksle. Modeliams vaizduoti naudosime UML kalbos plėtinį (Slama ir kt., 1999). Paieškos programa tiesiogiai naudoja DBVS, ilgalaikės duomenų saugyklos, vaizdų apdorojimo ir bylų sistemos programines sąsajas, kurios dažniausiai egzis-



1 pav. Dvisluoksnės paieškos sistemos architektūra

tuoja tik konkrečioms operacinėms sistemoms (OS) bei programavimo sistemoms. Taip paieškos klientas tampa priklausomas nuo OS ir programavimo sistemos.

Pagrindinis tokios architektūros pranašumas yra santykinai paprasta jos realizacija. Paieškos proceso logika yra realizuojama viename komponente, todėl nereikia rūpintis atskirų paieškos sistemos komponentų tarpusavio sąsaja. Tai leidžia susitelkti į būtiną ir pakankamai sudėtingą paieškos funkcionalumą: darbą su duomenų posistemiais, lankstų užklausų parametrizavimą bei autorizavimą, raiškia grafine vartotojo sąsaja.

Tačiau dvisluoksnė paieškos sistema turi keletą reikšmingų trūkumų:

- Duomenys, kurie yra ištraukiami iš ilgalaikės saugyklos ir įkeliami į bylų spartinančiąją atmintį, keliauja per paieškos kompiuterį. Didelių bylų siuntimui toks būdas gali būti neveiksmingas, ypač jei paieškos kliento kompiuterių tinklo jungties segmentas yra lėtas.
- Nėra galimybių tiesiogiai kontroliuoti klientų, vienu metu dirbančių su archyvo duomenų šaltiniais (paieškos indeksu, spartinančiąja bylų atmintimi ir ilgalaikės saugykla), skaičiaus.

Pastarasis trūkumas nulemia dar kelis trūkumus:

- negalima valdyti archyvo duomenų šaltinių apkrovos ir todėl galimybė didinti paieškos klientų skaičių yra labai ribota, t. y. sistemos mastabavimo geba (angl. *scalability*) yra maža;
- negalima sinchronizuoti bylų ištraukimo iš ilgalaikės saugyklos ir jų įkėlimo į spartinančiąją atmintį, kai tai atlieka skirtingi vartotojai.

Reikia pasakyti, kad pastarasis trūkumas nėra labai reikšmingas, nes praktikoje labai retai pasitaiko, kai tuo pačiu metu du klientai ieško ir neranda spartinančiojoje atmintyje tos pačios bylos ir bando ją įkelti iš ilgalaikės saugyklos. Be to, galimos tokiais atvejais klaidos nėra kritinės – pakanka vienam klientui pakartoti bylos paieškos veiksmą.

Nepaisant visų trūkumų, dvisluoksnės architektūros paieškos sistema funkcionuoja pakankamai gerai, kai paieškos klientų kompiuteriai ir archyvo serveriai veikia tame pačiame lokaliajame tinkle, o paieškos klientų skaičius neviršija keleto dešimčių (Baronas ir kt., 1997).

Paieškos sistemos gali būti keliama papildomi nefunkciniai reikalavimai (Hammer, 2000):

- paieškos klientų nepriklausomumas nuo operacinės sistemos;
- archyvo programinės įrangos diegimo, konfigūravimo ir palaikymo klientų stotyse išvengimas;
- galimybė vykdyti paiešką internete.

Šie reikalavimai nulemia galimus architektūrinius sistemos sprendimus. Pasiiekti nepriklausomumą nuo platformos ir išvengti diegimo galima realizuojant klientą Java įskiepiu (angl. *applet*). Tada užtenka turėti bet kurią operacinę sistemą su naršykle, palaikančia Java. Pažymėsime, kad vien naršyklės ir HTML pagrindu realizuotas paieškos klientas nėra tinkamas dėl per skurdžių raiškos priemonių, nepakankamų sudėtingai dokumentų struktūrai vaizduoti, jų peržiūrai keliuose languose, vaizdų animacijai ir pan. Esant reikalavimui vykdyti paiešką internete klientas turi būti „lengvas“ ir negali tiesiogiai siekti archyvo duomenų šaltinių (dėl API nebuvimo ir duomenų saugumo).

Taigi paieškos sistemą reikia realizuoti trisluoksnės architektūros pagrindu: „lengvas“ klientas (Java įskiepis), pateikiantis vartotojo sąsają bei atliekantis vizualizavimui reikalingą duomenų apdorojimą, paieškos serveris, aptarnaujantis paieškos klientus per problemiška orientuotą sąsają bei realizuojantis paieškos proceso logiką sąveikoje su trečiuoju sluoksniu – archyvo duomenų šaltiniais.

Paieškos serverio realizavimo platformos (OS ir programavimo sistemos) pasirinkimas yra ribojamas egzistuojančių sąsajų su archyvo duomenų šaltiniais. Be to, siekiant minimizuoti trisluoksnės sistemos kūrimo sąnaudas, tikslinga antrajame sluoksnyje naudoti jau turimą dvisluoksnės sistemos paieškos proceso realizaciją. Tada paieškos serverio platformos ir realizavimo būdų pasirinkimas tampa dar labiau ribotas. Todėl sąveikai tarp

pirmojo ir antrojo sluoksnių realizuoti gerai tinka CORBA architektūros (The Common..., 2001) tarpinė programinė įranga (angl. *middleware*), kuri užtikrina komponentų sąveiką, nepaisant nei jų platformos, nei jų realizavimo būdų.

Dvisluoksnės paieškos sistemos architektūrai perdaryti į trisluoksnę pakanka:

- IDL kalba suformuluoti paieškos serverio sąsają, skirtą paieškos klientui;
- realizuoti paieškos serverio sąsają – tam reikia naudoti „sunkiosios“ paieškos programos kodą, adaptuojant jo vidines sąsajas naujajai sąsajai;
- sukurti Java klientą – čia pagrindinės sąnaudos yra išplėto vartotojo sąsajos realizavimas, o tai Java platformoje galima atlikti efektyviai.

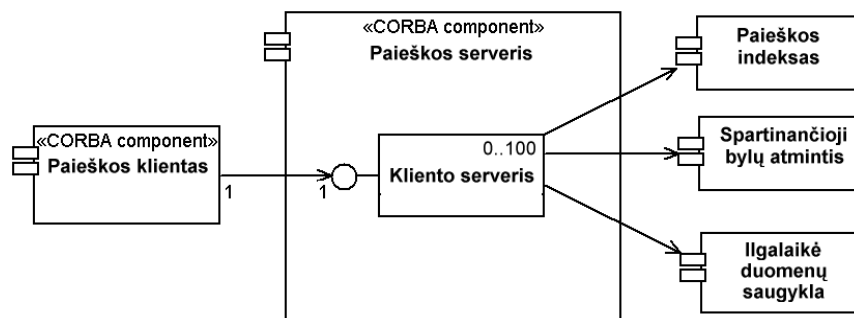
Taip sudarytos trijų sluoksnių paieškos sistemos modelis pavaizduotas 2 paveiksle.

Tokia paprasta trijų sluoksnių sistemos realizacija leidžia minimaliomis sąnaudomis, tiesiogiai panaudojant dviejų sluoksnių sistemos dalis, turėti paieškos klientą, veikiantį Java pagrindu, ir užtikrinti pagrindinius nefunkcinius reikalavimus (nepriklausomumą nuo platformos ir paiešką internete). Taip sudarytoje sistemoje kiekvieną klientą aptarnauja savas serverio objektas. Šie objektai veikia nepriklausomai vienas nuo kito, tarpusavyje nekoordinuodami veiksmų ir nesidalindami ištekliais. Todėl tokioje trijų sluoksnių architektūros sistemoje išlieka dviejų sluoksnių architektūrai būdingi trūkumai, o mastabavimo geba sumažėja, nes paieškos serveris tampa papildoma „siaura“ vieta.

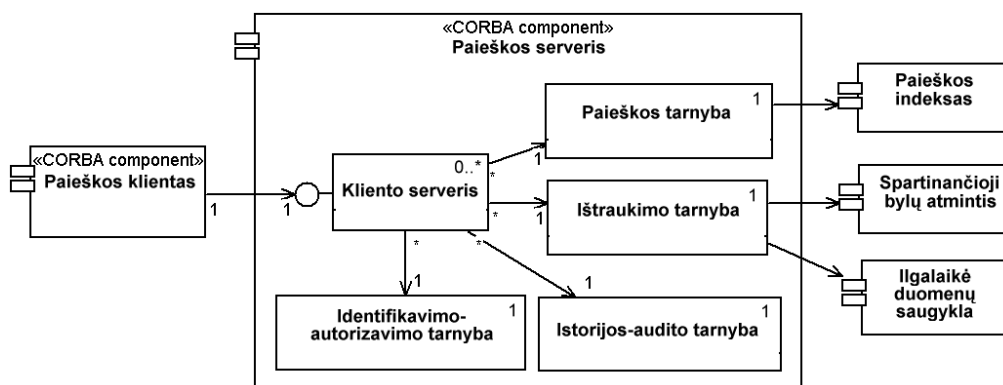
Siekiant pasinaudoti visais trijų sluoksnių architektūros pranašumais (visų pirma didelei sistemos mastabavimo gebai pasiekti), būtina išplėtoti paieškos serverio (antrąjį) sluoksnį, suformuojant jame bendrąsias tarnybas, kurių pagrindu būtų balansuojama sistemos apkrova (Edwards, 1997). Archyvo duomenų šaltiniai ir kiti posistemiai yra uždengiami bendrai naudojamų tarnybų sluoksniu. Šių tarnybų pateikiamos sąsajos yra daug aukštesnio loginio lygio nei archyvo posistemų sąsajos. Bendrosios tarnybos kontroliuoja, kiek klientų vienu metu naudoja archyvo posistemius, ir koordinuoja šį naudojimą. Jos gali laikyti paruoštą bendro naudojimo informaciją (pvz., vartotojų teises) ar inicializuotus išteklius (pvz., jungčių su duomenų baze aibę), taip spartindamos sistemos darbą.

Tarnybomis bendrai naudojasi paieškos klientus aptarnaujantys serverio objektai. Pagrindinė jų funkcija lieka saugoti kliento darbo sesijos kontekstą. Taip išplėtos paieškos sistemos modelis yra pavaizduotas 3 paveiksle.

Tokioje trisluoksnėje paieškos sistemoje klientų skaičiaus augimas tiesiogiai didina tik praktiškai jokių išteklių nereikalaujančių kliento serverio objektų skaičių serverio procese. Todėl paieškos sistema gali aptarnauti labai daug klientų. Sistemos sparta priklauso tik nuo bendro naudojimo tarnybų pralaidumo. Šią architektūrą galima dar labiau išplėtoti. Naudojant CORBA transportą, bendro naudojimo tarnybas galima išskirti kaip atskirus procesus ar kompiuterius ir taip padidinti šių tarnybų pralaidumą.



2 pav. Trisluoksnės paieškos sistemos architektūra, gauta tiesiogiai migruojant iš dvisluoksnės architektūros



Išvados

Architektūru analizē rodo, kad paieškos sistēmā ilgalaikīamē kompiuterinīamē dokumentu archīvē galīma realizuoti tiek dvīeju, tiek triju sluoksniju architektūra. Dvīsluoksne paieškos sistēma veīkia gana veiksmīngai, kai paieškos klientu yra kelīos dešīmtys ir jie yra tamē pačīamē lokālīajamē tīnklē kaip ir archīvvo serverīai.

Siekiant užtikrinti duomenų paiešką internete, būtina trisluoksnė paieškos sistema. Realizuojant antrąjį sluoksnį (paieškos serverį), įmanoma efektyviai naudoti dvisluoksnės sistemos paieškos proceso realizaciją. Pirmojo sluoksnio sąsajai su antruoju realizuoti tikslinga taikyti CORBA architektūros tarpinę programinę įrangą, užtikrinančią paieškos serverio nepriklausomumą.

mumą nuo paieškos kompiuterių architektūros ir juose veikiančių operacinių sistemų.

Pertvarkant dvisluoksnę paieškos sistemą į trisluoksnę, tikslinga iš pradžių formaliai apibrėžti serverio sąsają su paieškos klientu. Tam gerai tinka IDL kalba. Tuomet ankstesnioji vidinė serverio sąsaja yra adaptuojama naujai sąsajai ir Java pagrindu kuriama naujoji paieškos vartotojų sąsaja. Pastaruosius du darbus galima atlikti nepriklausomai vienas nuo kito.

Jau funkcionuojančią trisluoksnię sistemą galima toliau nuosekliai tobulinti diegiant bendrųjų tarnybų, kuriomis naudojasi paieškos klientus aptarnaujantys serverio objektai, sluoksnį. Taip užtikrinamas efektyvus archyvo išteklių naudojimas ir praktiškai neribotas sistemos pralaidumas.

LITERATŪRA

- Baronas R., Plukas M., Svirskas A., Vaicekaskas R. (1997) Daugialypių dokumentų archyvimas ir paieška: sistemos kūrimo patirtis ir perspektyvos // Kompiuterinkų dienos'97, Birštonas, 1997 m. rugsėjo 17–20 d.: 8-osios kompiuterininkų konferencijos darbai. Vilnius: Žara, p. 50–55.
- Baronas R., Narkevičius S. (2000) Resursų poreikio modeliavimas formuliarių įvedimui // Informacinės technologijos: Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 218–222.
- Bunke H., Wang P. (1997) Handbook on Optical Character Recognition and Document Image Analysis. World Scientific.
- Casey R., Ferguson D., Mohiuddin K., Walach E. (1992) Intelligent Forms Processing System // Machine Vision and Applications, vol. 5, no. 3, p. 143–155.
- Edwards J. (1997) 3-Tier Client/Server At Work. New York: John Wiley & Sons.
- Hammer P. (2000) Leonardo – Die Neue Generation von mOnSun/2 // Die DELTA – Gruppe: Bericht ueber das 41 Geschaeftsjahr. Mannheim, p. 22–23.
- Hubel M. (2002) A Quick Guide to Managing Content // DB2 Magazine, vol. 7, no. 1, p. 16–18.

- Slama D., Garbis J., Russell P. (1999) Enterprise CORBA. New York: Prentice Hall.
- Spencer H., Wood D. (2000) Forms Processing and Image Capture Study. – The Association for Work Process Improvement (TAWPI). Boston.
- The Common Object Request Broker: Architecture and Specification, Revision 2.6. – Object Management Group, 2001.

ARCHITECTURAL SOLUTIONS FOR DATA RETRIEVAL IN LONG-TERM COMPUTER BASED DOCUMENT ARCHIVE

Mindaugas Plukas, Romas Baronas

S u m m a r y

The paper investigates ways of organising a data retrieving system of a long-term computer based document archive. Two-tier and multi-tier models of the retrieval system are described and their applicability is analysed. There are provided technical solutions that allow gradual transformation of an existing two-tier retrieval system into three-tier one. In the first phase of the transformation, non-functional require-

ments, such as the platform independent client and a possibility to retrieve documents via Internet, are satisfied. Then the three-tier system is further evolved in order to increase system scalability and performance. The provided solutions have been successfully applied in a large banking document processing system.

Įteikta 2003 m. birželio 19 d.

Klasių modelio generavimas veiklos modelio pagrindu

Tomas Skersys

Kauno technologijos universiteto Informacijos sistemų katedros doktorantas
Kaunas University of Technology, Information Systems Department, Doctoral student
Studentų g. 50, Kaunas. Tel. 30 03 82
El. paštas: skertoma@pit.ktu.lt

Saulius Gudas

Kauno technologijos universiteto Informacijos sistemų katedros docentas, daktaras
Kaunas University of Technology, Information Systems Department, Assoc. Prof., PhD
Studentų g. 50, Kaunas. Tel. 30 03 82
El. paštas: gudas@soften.ktu.lt

Straipsnyje aptariami UML klasių modelio generavimo veiklos žinių pagrindu principai. Pateikiamas klasių modelio generavimo pagal nurodytą valdymo funkciją pavyzdys. Klasių modelio generavimo tikslais siūlomas UML klasių metamodelis, kuris sudarytas įvertinus organizacijos veiklos modelio sudėtį. Parodoma, kad veiklos metamodelio pagrindu sukurtoje žinių bazėje saugomų žinių pakanka klasių modeliui generuoti. CASE įrankio saugykloje įdiegtas veiklos metamodelis praplečia funkcines kompiuterizuotos IS inžinerijos galimybes.

Informacinių sistemų (IS) kūrimo procese visi etapai (probleminės srities analizė, projektavimas, programavimas) yra glaudžiai tarpusavyje susiję. Tačiau tradicinėse kompiuterizuotos IS inžinerijos (CASE) sistemose sukūrus vieną IS projektinį modelį, kiti IS modeliai nėra generuojami, projektuojamas modelius turi kurti analizuodamas anksčiau sudarytus modelius, pasikliaudamas savo sukauptą patirtimi ir probleminės srities žiniomis.

Sio straipsnio tikslas – pasiūlyti ir aprašyti principus metodo, kuris leistų apie probleminę sritį surinktų žinių pagrindu generuoti vieną iš pagrindinių IS projektinių modelių – klasių modelį.

IS projektinių modelių generavimas tampa įmanomas į IS kūrimo procesą įtraukus organizacijos veiklos modelį (VM) (Gudas, Skersys, Lopata, 2002), kuris laikomas CASE sistemos saugykloje ir naudojamas kaip veiklos srities žinių bazė, išplečianti CASE sistemos funkcines galimybes.

Organizacijos veiklos modelio sudėtis

Įvertinus tarptautinius veiklos modeliavimo standartus ENV 12204, ENV 40003, IDEF (ENV 12204, 1996; Tham, 2001; IDEF, 2003), veiklos modeliavimo kalbos projektą UEML

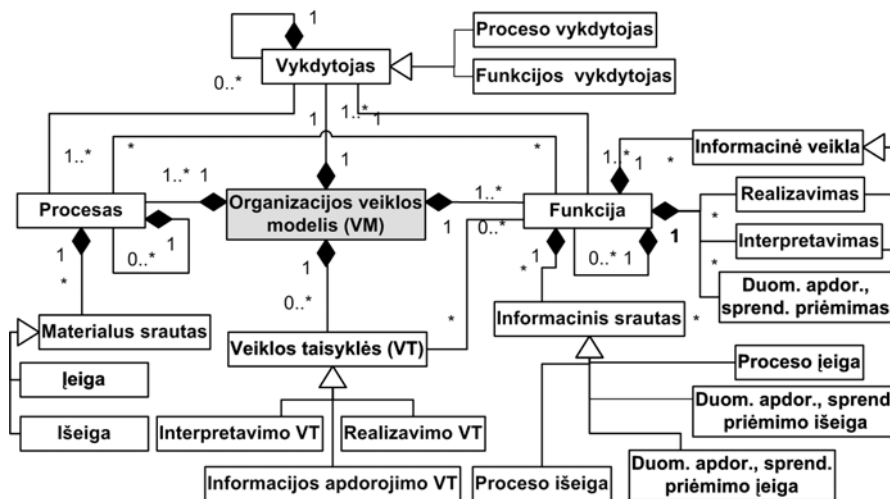
(UEML, 2001) ir papildžius elementariuoju valdymo ciklu (EVC) (Gudas, 1991), buvo sukurtas modifikuotas organizacijos veiklos modelis, kuris aprašytas S. Gudo, T. Skersio ir A. Lopatos 2002 metų darbe. Veiklos modelio (VM) sudėtį apibūdina organizacijos veiklos metamodelis (VMM), kurio fragmentas pateikiamas 1 paveiksle.

Apibrėšime pagrindinius valdymo funkcijos (VMM elementas „Funkcija“) sudėties elementus: informacinis srautas „Proceso išeiga“ yra proceso (VMM elementas „Procesas“) būsenos atributų aibė; informacinis srautas „Proceso įeiga“ yra proceso valdymo atributų, kuriuos suformavo funkcija, aibė; informacinės veiklos (VMM elementas „Informacinė veikla“) yra sudedamosios funkcijos dalys, kurios atlieka veiksmus su proceso būsenos atributais ir grąžina procesui suformuotus valdymo atributus.

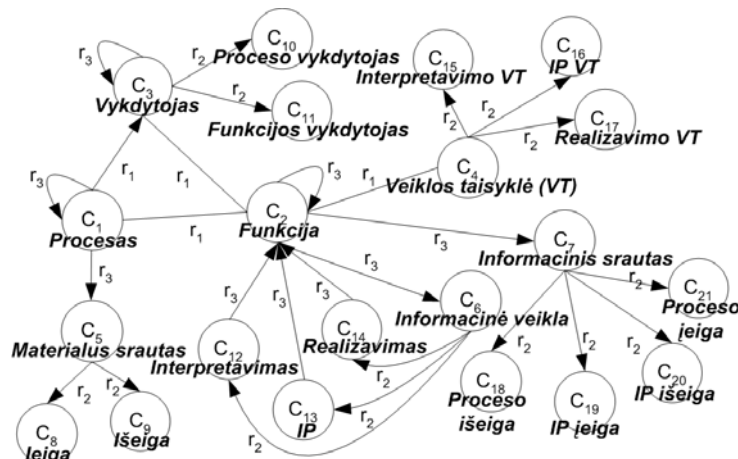
Naudojant abstrakčiąją algebrą, formaliai veiklos metamodelį galima užrašyti taip:

$$MI = \langle CI, R \rangle;$$

čia: $CI = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ – metaklasių aibė, n – klasių skaičius metamodelyje MI ($n=21$), $R = \{r_1, r_2, r_3\}$ – ryšių aibė (r_1 – asociacija, r_2 – apibendrinimo santykis, r_3 – agregavimo santykis).



1 pav. Organizacijos veiklos metamodelio fragmentas



2 pav. Veiklos metamodelio M1 grafinė schema

Veiklos metamodelio *M1* grafinė schema pateikiama 2 paveiksle.

Klasių modelio sudėtis

CASE sistemose klasių modelis yra pagrindinis žinių šaltinis, kuris vėlesniuose IS projektavimo etapuose yra detalai specifikuojamas ir jo pagrindu generuojamas IS prototipas: duomenų bazės specifikacijos, vartotojo sąsajos išeities tekstas.

Klasių modelis yra OMG grupės (OMG, 2003) sudaryto objektinio modeliavimo kalbos

UML dalis, tačiau šis modelis nėra pakankamai detalai aprašytas, nepateiktas klasių metamodelis.

R. Laleau ir F. Polack pateikia savo UML klasių metamodelio interpretaciją, pritaikytą konkrečiai IS projektuoti (Laleau, Polack, 2003). Agregavimo santykiai tarp klasių buvo pakeisti paprastomis asociacijomis, kadangi, pasak autorių, agregavimo santykis UML 1.3 standarte nėra tiksliai apibrėžtas.

Įvertinus organizacijos veiklos modelio sudėtį, UML klasių metamodelį yra tikslinga pa-

pildyti (3 pav.). Aptarsime mūsų pasiūlytus metamodelio papildymus.

Praplėsdami UML klasių metamodelį, mes pasinaudojome ir klasių modelio notacijos teikiamais pranašumais. Manome, kad agregavimo ir apibendrinimo ryšiai klasių modelį daro informatyvesnį nei naudojant paprastas asociacijas (Laleau, Polack, 2003). Prireikus sudėtingesnius ryšius galima papildomai specifiikuoti naudojant formalią kalbą, pavyzdžiui, UML adaptuotą OCL (UML, 2003).

Trečiame paveiksle pateiktame klasių metamodelyje (KMM) elementas „Klasė“ turi keturis tipus (poklasių): „Funkcija“, „Srautas“, „Aktorius“, „Procesas“. „Klasės“ poklasių išskyrimas yra būtinas įvertinus veiklos modelio, kurio pagrindu yra generuojamas klasių modelis (žr. 4 sk.), sudėtį. Be to, toks poklasių išskyrimas modelį daro informatyvesnį. Pagal UML

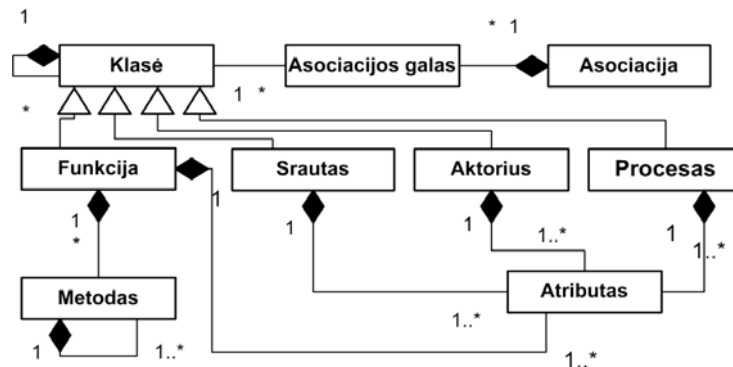
standartą klasių modelio klasės gali turėti atributus („Atributas“) ir metodus („Metodas“). Mūsų pasiūlytame KMM įvestas patikslinimas, kad metodus turi tik „Funkcijos“ tipo klasės. Naudojant veiklos metamodelio pagrindu sukurtą žinių bazę, galima ne tik identifikuoti klasių metodus, bet ir nustatyti jų sudėtį – KMM tai pavaizduota per „Metodo“ agregavimo ryšį.

Klasių metamodelį formaliai galima užrašyti taip:

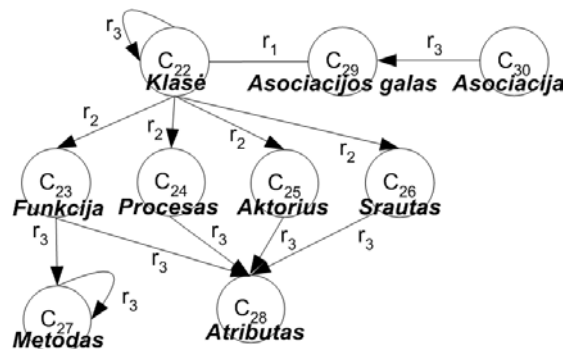
$$M2 = \langle C2, R \rangle;$$

čia $C2 = \{C_{22}, C_{23}, \dots, C_{2l+m}\}$ – metaklasių aibė, m – klasių skaičius metamodelyje $M2$ ($m=9$), $R = \{r_1, r_2, r_3\}$ – ryšių aibė (r_1 – asociacija, r_2 – apibendrinimo santykis, r_3 – agregavimo santykis).

Klasių metamodelio $M2$ grafinė schema pateikiama 4 paveiksle.



3 pav. UML klasių metamodelis



4 pav. Klasių metamodelio M2 grafinė schema

Organizacijos veiklos ir klasių metamodelių sąsaja

Prieš pateikdami bendrus klasių modelio generavimo principus, norime parodyti, kad VMM (3 pav.) pagrindu sukurtoje žinių bazėje saugomų žinių pakanka klasių modeliui generuoti ($\phi: M1 \rightarrow M2$).

Lentelėje parodyta veiklos metamodelio elementų sąsaja su klasių metamodelio elementais.

Atvaizdis „ $\phi1: C_2 \rightarrow C_{23}$ “ reiškia, kad VMM elementas C_2 (klasė „Funkcija“) yra atvaizduojamas į KMM elementą C_{23} (KMM klasė „Funkcija“). Tokiu pačiu principu skaitomi ir kiti atvaizdžiai ($\phi2, \dots, \phi8$).

Klasių modelio generavimo principai

Teoriškai klasių modelį galima sukurti pagal bet kurio VM elemento egzempliorių, tačiau praktinę naudą IS projektavimo atžvilgiu teikia klasių modeliai, sugeneruoti pagal pasirinktą valdymo funkciją (C_2 egzempliorių) arba technologinį procesą (C_1 egzempliorių).

Generavimas pradedamas nurodžius VM elemento egzempliorių (pvz., funkcija „Užsakymo priėmimas“). Tuomet analizuojamas VM ir išrenkami visi su nurodytuoju egzemplioriumi susieti kitų VM elementų egzemplioriai. Generatorius analizuoja išrinktus duomenis ir formuoja klasių modelį – VM elementai yra transformuojami į klasių modelio elementus (klases, atributus, metodus), nustatomi sukurtųjų klasių tarpusavio ryšiai.

Pateiksime klasių modelio generavimo principus pagal pasirinktą funkciją (VM elemento „Funkcija“ egzempliorių).

Klasių modelio sudarymas pagal pasirinktą funkciją

Klasių modelio generavimo algoritmą galima suskirstyti į keturis pagrindinius žingsnius: 1) klasių modelio klasių identifikavimas, 2) identifiкуotų klasių atributų generavimas, 3) klasių metodų generavimas, 4) ryšių tarp klasių sukūrimas.

1) Klasių modelio klasių identifikavimas ir generavimas (duotas VM klasės „Funkcija“ egzempliorius)

1.1. **KM metaklasės „Funkcija“ egzemplioriaus sukūrimas ($\phi1: C_2 \rightarrow C_{23}$).** Sukuriamas klasių modelio (KM) metaklasės „Funkcija“ (C_{23}) egzempliorius (pavadinkime jį „KM_F_Obj“), kurio vardas atitinka nurodytojo VM „Funkcija“ (C_2) egzemplioriaus (pavadinkime jį „VM_F_Obj“) vardą.

1.2. **KM metaklasės „Procesas“ egzemplioriaus sukūrimas ($\phi2: C_1 \rightarrow C_{24}$).** Sukuriamas klasių modelio (KM) metaklasės „Procesas“ (C_{24}) egzempliorius (pavadinkime jį „KM_P_Obj“), kurio vardas atitinka su „VM_F_Obj“ r_1 ryšiu (žr. 2 pav.) susieto VM metaklasės C_1 („Procesas“) egzemplioriaus „VM_P_Obj“ vardą.

1.3. **KM metaklasės „Srautas“ egzemplioriaus sukūrimas ($\phi3: C_5 \rightarrow C_{26}$).** Sukuriami KM metaklasės „Srautas“ (C_{26}) egzemplioriai (pavadinkime juos „KM_MatSr_Obj“). Sukurtųjų „KM_MatSr_Obj“ skaičius atitinka su procesu „VM_P_Obj“ r_3 ryšiu (žr. 2 pav.) susietų materialiujų įeigos ir išeigos srautų (VM metaklasių C_8 ir C_9 egzempliorių) skaičių, o sukurtųjų klasių vardai atitinka išrinktųjų VM C_8 ir C_9 metaklasių egzempliorių vardus.

1.4. **KM metaklasės „Srautas“ egzemplioriaus sukūrimas ($\phi4: C_7 \rightarrow C_{26}$).** Sukuriamas KM metaklasės „Srautas“ (C_{26}) egzempliorius (pavadinkime jį „KM_InfSr_Obj“). Sukurtosios

Lentelė. VMM elementų atvaizdavimas į KMM elementus

VMM elementai	Atvaizdžiai	KMM elementai
VMM klasė „Funkcija“ (C_2)	$\phi1: C_2 \rightarrow C_{23}$	KMM klasė „Funkcija“ (C_{23})
VMM klasė „Procesas“ (C_1)	$\phi2: C_1 \rightarrow C_{24}$	KMM klasė „Procesas“ (C_{24})
VMM klasė „Materialus srautas“ (C_5)	$\phi3: C_5 \rightarrow C_{26}$	KMM klasė „Srautas“ (C_{26})
VMM klasė „Informacinis srautas“ (C_7)	$\phi4: C_7 \rightarrow C_{26}$	KMM klasė „Srautas“ (C_{26})
VMM klasė „Proceso vykdytojas“ (C_{10})	$\phi5: C_3 \rightarrow C_{25}$	KMM klasė „Aktorius“ (C_{25})
VMM klasė „Funkcijos vykdytojas“ (C_{11})	$\phi6: C_3 \rightarrow C_{25}$	KMM klasė „Aktorius“ (C_{25})
VMM klasė „Informacinė veikla“ (C_6)	$\phi7: C_6 \rightarrow C_{27}$	KMM klasė „Metodas“ (C_{27})
VMM klasė „Veiklos taisyklė“ (C_4)	$\phi8: C_4 \rightarrow C_{27}$	KMM klasė „Metodas“ (C_{27})

klasės vardas atitinka informacinio srauto (VM metaklasės C_7 egzemplioriaus), su „VM_F_Obj“ veiklos modelyje susieto r_3 ryšiu, vardą.

- 1.5. **KM metaklasės „Aktorius“ egzemplioriaus sukūrimas** ($\phi 5: C_{10} \rightarrow C_{25}$). Sukuriamas KM metaklasės „Aktorius“ (C_{25}) egzempliorius (pavadinkime jį „KM_PVykd_Obj“). Šios klasės vardas atitinka su procesu „VM_P_Obj“ ryšiu r_1 susieto VM metaklasės „Proceso vykdytojas“ (C_{10}) egzemplioriaus vardą.
- 1.6. **KM metaklasės „Aktorius“ egzemplioriaus sukūrimas** ($\phi 6: C_{11} \rightarrow C_{25}$). Sukuriamas KM metaklasės C_{25} (tipas „Aktorius“) egzempliorius (pavadinkime jį „KM_FVykd_Obj“). Šios klasės vardas atitinka su funkcija „VM_F_Obj“ ryšiu r_1 susieto VM metaklasės „Funkcijos vykdytojas“ (C_{11}) egzemplioriaus vardą.

Apibendrinimas: pirmuoju žingsniu pagal nurodytą funkciją (VM elemento „Funkcija“ egzempliorių) yra identifikuojami su ta funkcija susiję VM elementų egzemplioriai ir sukuriami tų egzempliorių atvaizdžiai klasių modelyje – klasių modelio klasės.

- 2) **Sukurtųjų klasių atributų identifikavimas ir generavimas.** Sukurtoms klasių modelio „Funkcija“, „Procesas“, „Aktorius“, „Srautas“ (C_{23} , C_{24} , C_{25} , C_{26}) tipo klasėms priskiriami atributai iš atitinkamų (atvaizdžiais ϕ susietų) VM metaklasių (C_1 , C_2 , C_8 , C_9 , C_{10} , C_{11}) egzempliorių.

- 3) **Sukurtųjų klasių metodų identifikavimas ir generavimas**

- 3.1. **Klasės metodų identifikavimas ir sukūrimas** ($\phi 7: C_6 \rightarrow C_{27}$). Klasių metaklasės „Funkcija“ egzemplioriui „KM_F_Obj“ sukuriami metodai (C_{27}). Metodų vardai atitinka „VM_F_Obj“ informacinių veiklų RE, IN, IP (metaklasių C_{12} , C_{13} , C_{14} egzempliorių) vardus.

- 3.2. **Klasės metodų specifikuojimas** ($\phi 8: C_4 \rightarrow C_{28}$). Kiekvienas klasės „KM_F_Obj“ metodas aprašomas formaliai užrašytais veiklos taisyklėmis (C_4). Šios formalizuotos VT išraiškos vėliau gali būti transformuojamos į pasirinktos objektinio programavimo kalbos programinį kodą, kuris realizuos metodą.

Apibendrinimas: sukurtajam metaklasės „Funkcija“ (C_{23}) egzemplioriui sukuriami metodai; jie aprašomi formalizuotomis išraiškomis (kodu).

- 4) **Ryšų tarp klasių sukūrimas.** Ryšiai tarp KM klasių nustatomi pagal VM sudėtį. Ryšiai suku-

riami tarp šių klasių: 1) tarp VM metaklasės „Procesas“ egzemplioriaus „KM_P_Obj“ ir VM metaklasės „Proceso vykdytojas“ egzemplioriaus „KM_PVykd_Obj“, ryšio tarp šių klasių tipas – asociacija, o kardinalumas – „1“ su „1“; 2) „KM_F_Obj“ ir „KM_InfSr_Obj“ (ryšio tipas – agregavimas, kardinalumas – „1“ su „*“); 3) „KM_P_Obj“ ir „KM_MatSr_Obj“ (ryšio tipas – agregavimas, kardinalumas – „1“ su „*“); 4) „KM_F_Obj“, ir „KM_FVykd_Obj“ (ryšio tipas – asociacija, kardinalumas – „*“ su „1“); 5) „KM_P_Obj“ ir „KM_InfSr_Obj“ (ryšio tipas – asociacija, kardinalumas – „1“ su „*“).

Apibendrinimas: tarp klasių sukuriami agregavimo ir asociacijos ryšiai, nurodomi kardinalumai.

Pavyzdys: klasių modelio „Užsakymo priėmimas“ generavimas

Iliustruosime ankstesniame skyrelyje pateikto algoritmo žingsnius pavyzdžiu. Tarkime, VMM pagrindu sukurtas veiklos modelis yra užpildytas žiniomis:

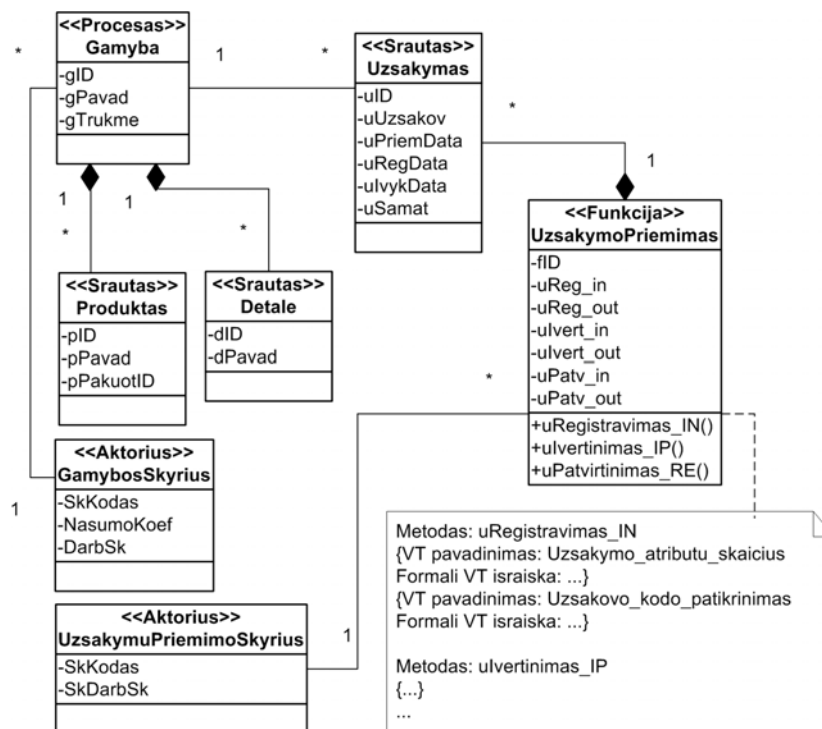
C_1 – „Gamyba“, C_2 – „Užsakymo priėmimas“, C_7 – „Užsakymas“, C_8 – „Detalė“, C_9 – „Produktas“, C_{10} – „Gamybos skyrius“, C_{11} – „Užsakymų priėmimo skyrius“, C_{12} – „Užsakymo registravimas“, C_{13} – „Užsakymo įvertinimas“, C_{14} – „Užsakymo patvirtinimas“, C_{15} – {„Užsakymo atributų skaičius“, „Užsakovo kodo patikrinimas“}, C_{16} – {„Ar užsakymas užregistruotas“, „Šamatos limitas“, „Ar pakanka intelekto išteklių“}, C_{17} – „Ar galima patvirtinti užsakymą“.

Įvykdžius visus algoritmo žingsnius (4.1 skyrius) yra sukuriamas klasių modelis pasirinktai valdymo funkcijai „Užsakymo priėmimas“ (5 pav.).

Išvados

Atlikta organizacijos veiklos modelio (VM) ir UML klasių modelio (KM) sudėties analizė. Įvertinus VM sudėtį, pasiūlytas UML klasių metamodelis (KMM).

Straipsnyje buvo siekiama parodyti, kad VMM pagrindu sukurtoje žinių bazėje sukaupotos informacijos pakanka įvairiems UML modeliams (pavyzdžiui, naudojimo atveju, klasių)



5 pav. *Klasių modelis veiklos funkcijai „Užsakymo priėmimas“*

generuoti. Pasiūlyti klasių modelio generavimo (pagal pasirinktą valdymo funkciją) veiklos modelio pagrindu principai.

Papildžius CASE sistemą VMM pagrindu sudaryta veiklos žinių bazė, galima sukurti ir

naudoti įvairių UML modelių generavimo algoritmus, kurie automatizuotų IS projektinių modelių kūrimą – tai leistų sutrumpinti IS kūrimui skiriamą laiką, pagerinti modelių kokybę.

LITERATŪRA

- ENV 12204 (1996): Advanced Manufacturing Technology – Systems Architecture – Constructs for Enterprise Modelling, CEN TC 310/WG1. Adresas internete: <http://www.omg.org/docs/bom/97-11-19.rtf>.
- Gudas S. (1991) Organisational System as a Hierarchy of Information Processes // Applications of Artificial Intelligence in Engineering (AIENG 91). Computational Mechanics Publications, Boston, p. 1037–1050.
- Gudas S., Skersys T., Lopata A. (2002) Domain Knowledge integration for Information Systems Engineering // Informacinės technologijos verslui – 2002: konferencijos pranešimų medžiaga, Kaunas: Technologija, p. 56–59.
- IDEF (2003) Family of Methods, A structured approach to enterprise modeling and analysis. Adresas internete: <http://www.idef.com> [žiūrėta 2003-05-01].
- Laleau R., Polack F. (2003) Metamodels for Static Conceptual Modelling of Information Systems. Adresas internete: <http://www-ctp.di.fct.unl.pt/~amm/Submissions/LaleauPolack.ps>.
- OMG (2003) Object Management Group. Adresas internete: <http://www.omg.org> [žiūrėta 2003-05-01].

- Tham K. D. (2001) CIM-OSA: Enterprise modelling. Adresas internete: <http://www.ie.utoronto.ca/EIL/entmethod/cimosa> [žiūrėta 2001-07-15].
- UEML (2001) Universal Enterprise Modeling Language, IFAC-IFIP Task Force. Adresas internete: <http://www.cit.gu.edu.au/~bernus/task-force/archive/UEML-TF-IG.ppt> [žiūrėta 2001-10-30].
- UML (2003)1.5 Specification. Chapter 6 – Object Constraint Language Specification. Adresas internete: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/03-03-13> [žiūrėta 2003-05-21].

ENTERPRISE MODEL BASED CLASS MODEL GENERATION

Tomas Skersys, Saulius Gudas

S u m m a r y

Main principles of the Enterprise knowledge-based UML Class model generation steps are presented. The case study for business Function „Order admission“ is presented.

In order to describe the above-mentioned principles, composition of the Enterprise model and traditional UML Class model is analyzed and the Class meta-model for the purposes of the IS engineering is

proposed. Proposed class meta-model extends the scope of the traditional UML class model. Links between the Enterprise meta-model and Class meta-model are shown.

A CASE tool with the Enterprise meta-model core placed in it's repository could extend it's functional scope in the domain of the computer-aided IS engineering.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Atminties problema ieškant dažnų sekų didelės apimties tekstuose

Romanas Tumasonis

Matematikos ir informatikos instituto
doktorantas
Institute of Mathematics and Informatics,
Doctoral student
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
El. paštas: romanas@viko.lt,

Gintautas Dzemyda

Matematikos ir informatikos instituto
profesorius, habil. daktaras
Institute of Mathematics and Informatics,
Professor, Habil. Dr.
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
El paštas: dzemyda@ktl.mii.lt

Straipsnyje nagrinėjamas posekių pasirodymo dažnumas didelės apimties tekstuose. Pagrindinė problema yra ta, kad galima sugeneruoti labai daug ieškomų posekių. Jeigu tikrintume visus tuos posekius, tai užimtų labai daug laiko ir operatyviosios atminties sąnaudų. Todėl reikia nustatyti tik potencialiai naudingus posekius, kurie gali būti dažni, ir tikrinti tik juos. Nagrinėjami algoritmai eliminoja tuos posekius, kurie iš tikrųjų negali būti dažni. Daug dėmesio kreipiamas į atminties taupymo problemą, kadangi reikia maksimaliai sumažinti saugomas nereikalingas sekas. Straipsnyje lyginamas dviejų algoritmų operatyviosios atminties naudojimas.

Labai dažnai tenka nustatyti, kokios simbolių sekos yra dažniausiai pasitaikančios duomenų bazėje. Ši problema yra aktuali daugeliu atvejų. Tarkime, turime populiarių interneto puslapių, kuriame kiekvienas vartotojas privalo užsiregistruoti pateikdamas sistemai tam tikrus duomenis apie save. Tokiu atveju labai pravartu sužinoti, kokios simbolių sekos yra dažniausiai pasikartojančios, kad vėliau puslapį būtų galima padaryti lankstesnį arba automatizuoti tam tikras jo funkcijas, kad taptų patogesnis vartotojui. Kitas pavyzdys – paieška dažniausiai pasikartojančių IP adresų ar adresų grupės, kuriais vartotojai jungiasi prie vieno ar kito internetinio portalo. Tokiu būdu galėtume sužinoti ir analizuoti puslapį aplankančių vartotojų geografią. Be to, tokia sekų paieška yra labai naudinga analizuojant prekių srautus, nustatant tam tikrų prekių rūšių paklausą ar jų perkamumą tam tikru laiko intervalu. Ateityje būtų galima nagrinėti literatūros kūrinius ir pagal dažniausiai pasikartojančius žodžius ar žodžių junginius nustatyti kūrinių autorystę. Ieškant sekų

dažnumo tekste, susiduriama su operatyviosios atminties problema.

Aibių struktūros

Tarkime, $L = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$ yra aibė, sudaryta iš m skirtingų elementų. Ši aibė yra netuščia ir nesutvarkyta. Sutvarkytą elementų visumą $(i_{j_1}, i_{j_2}, \dots, i_{j_k})$, čia $i_{j_m} \in L, m = 1, \dots, k$, vadinsime rinkiniu. Rinkinys, sudarytas iš k elementų, vadinamas k -rinkiniu. Seka A apibrėžiama kaip $(\alpha_1 \rightarrow \alpha_2 \rightarrow \dots \rightarrow \alpha_q)$, čia kiekvienas $\alpha_j, j = 1, \dots, q$, yra rinkinys (Zaki, 2001).

Seka $A = (\alpha_1 \rightarrow \alpha_2 \rightarrow \dots \rightarrow \alpha_n)$ yra posekis kitoje sekoje $B = (\beta_1 \rightarrow \beta_2 \rightarrow \dots \rightarrow \beta_m)$ ir žymima $A \subseteq B$, jei egzistuoja sveikieji skaičiai $l_1 < l_2 < l_3 < \dots < l_n$, tokie, kad $\alpha_j \subseteq \beta_{l_j}$ visiems α_j . Pavyzdžiui, seka $(B \rightarrow AC)$ yra posekis sekoje $(AB \rightarrow E \rightarrow ACD)$, nes $B \subseteq AB$, o $AC \subseteq ACD$. Tačiau seka $(AB \rightarrow C)$ nėra posekis sekoje $(E \rightarrow ABC)$ (Agarwal, Prasad, 2000).

Sakysime, kad seka C turi savyje seką A , jeigu $A \subseteq C$, t. y. jeigu A yra posekis sekoje C . Sekos A pasirodymo dažnumas yra bendras skaičius sekų, kurios turi savyje seką A , ir žymimas $\sigma(A)$. **Minimaliu dažnumu** ($\min_sup$) vadinsime skaičių, nurodantį minimalų sekos pasirodymo kiekį nagrinėjamoje duomenų bazėje (Han, Pei, Yin, 2000).

Tarkime, aibė $L=(A,B)$ sudaryta iš dviejų elementų A ir B . Turime dvi netuščias šių elementų sutvarkytas sekas: AAB ir BAB . Nors elementų kiekis ir patys elementai sutampa, tačiau dėl skirtingo jų išdėstymo sekose turime dvi skirtingas sekas arba skirtingus elementų junginius.

Apibrėžtis. Seka vadinama dažna, jei ji pasikartoja duomenyse (mūsų atveju – tekste) ne mažiau kartų už nustatytą minimalų dažnumą $\min_sup$ (Agarwal, Prasad, 2000; Han, Pei, Yin, 2000; Zaki, 2001). Ši konstanta yra viena iš pradinių paieškos sąlygų. Pavyzdžiui, sakysime, kad seka yra dažna, jei ji pasikartoja ne mažiau kaip šešis kartus. Vadinasi, mūsų minimalus dažnumas $\min_sup = 6$. Sakysime, kad seka yra k ilgio arba k -ojo lygmens, jei ji sudaryta iš k elementų. Pavyzdžiui, seka $ABAA$ turi ilgį 4, vadinasi, yra 4-ojo lygmens.

Panagrinėsime kelis algoritmus, kurie ieško dažnų simbolių sekų didelės apimties tekstuose. Ieškant dažnų sekų, pirmiausia pradedama nuo pirmojo lygmens, t. y. nagrinėjamos sekos, kurių ilgis lygus 1. Pavyzdžiui: A , B , C ir t. t. Imant pirmąją pirmojo lygmens ($l=1$) seką, pereinama per visą duomenų bazę ir nustatomas jos dažnumas. Jei seka yra dažna (jos pasirodymo dažnumas ne mažesnis nei duotas pradinis dažnumas), laikoma, kad šiame lygmenyje yra dažnų sekų, todėl privalu nagrinėti ir kito aukštesnio lygmens sekas. Išnagrinėjus visas esamojo lygmens sekas (jei buvo nors viena dažna seka), pereinama prie kito $(l+1)$ -ojo lygmens. Taip tęsiama, kol surandamas lygmuo, kuriame nėra dažnų sekų.

Paimkime konkretų pavyzdį ir paieškokime dažnų sekų duomenų bazėje. Tarkime, turime tekstą **ABAABBABBABBABBBABB**. Reikia nustatyti dažnas sekas. Pasikartojančios sekos yra šios: $A \rightarrow B \rightarrow AA \rightarrow AB \rightarrow BA \rightarrow$

$BB \rightarrow AAA \rightarrow AAB \rightarrow ABA \rightarrow \dots \rightarrow ABAABBABBABBABBBABB$. Jos pasikartoja: $A - 7$ kartus; $B - 13$, $AA - 1$, $AB - 6$, $BA - 5$, $BB - 7$, $AAA - 0$, $AAB - 1$, $ABA - 1$, ..., $ABAABBABBABBABBBABB - 1$ kartą.

Mūsų atveju pirmojo lygmens sekos yra A ir B , antrojo – AA , AB , BA , BB , trečiojo – AAA , AAB , ABA , ABB , BAA , BAB , BBA , BBB ir t. t. Bendru atveju, jei yra tik du skirtingi elementai (A ir B), l lygmenyje bus 2^l sekų. O iš viso turėsime tikrinti $\sum_{i=1}^l 2^i$ kombi-

nacijas. Bendru atveju, kai elementų bus n , tikrinsime $\sum_{i=1}^l n^i$ kombinacijas. Jeigu nagrinėjamas

tekstas yra pakankamai didelis (o taip ir bus), visų šių sekų peržiūra užims labai daug laiko ir operatyviosios atminties sąnaudų.

GSP (Generate Sequence Pattern) algoritmas

Panagrinėkime plačiausiai žinomą GSP algoritmą. Pagrindinis šio algoritmo uždavinys yra analiziškai nustatyti, kokios sekos bus TIKRAI nedažnos, ir jų net netikrinti.

Pirmiausia pasakytina, kad jeigu seka K yra dažna, tai visi jos galimi posekiai R_i irgi yra dažni ($K = \bigcup R_i$). Pavyzdžiui, jei seka $AABA$ yra dažna, tai visi jos posekiai A , B , AA , AB , BA , AAB , ABA yra dažni. Remiantis šiuo teiginiu galima daryti išvadą, kad jei sekoje yra nors vienas nedažnas posekis, tai seka yra nedažna. Akivaizdu, kad jei seka nedažna, visos kitos iš jos gaunamos naujos, pridėtinės, aukštesnio lygmens sekos bus nedažnos. Pavyzdžiui, jei seka AA nedažna, tai visos naujos aukštesniojo lygmens sekos $AA \rightarrow A$, $AA \rightarrow B$, $AA \rightarrow AA$, $AA \rightarrow AB$ ir t. t. irgi bus nedažnos (Zaki, 2001).

Tarkime, turime aibę $L=\{i_1, i_2, \dots, i_m\}$, sudarytą iš m elementų. Nagrinėjama duomenų bazė yra Q ir ji sudaryta iš įvairių aibės L elementų kombinacijų. Reikia rasti dažnas sekas. Pirmiausia tikriname pirmojo lygmens sekas. Tokių sekų yra m : $(i_1, i_2, \dots, i_m)$. Nustatę jų dažnius, pradedame tikrinti antrojo lygmens sekas. Jų jau bus m^2 : $(i_1i_1, i_1i_2, \dots, i_1i_m, i_2i_1, \dots, i_2i_m, \dots,$

$i_m i_1, \dots, i_m i_m$). Tačiau toliau tikrinsime ne visas šias sekas, o tik tas, į kurias įeina dažnos pirmojo lygmens sekos. Jeigu į antrojo lygmens seką įeina nedažna pirmojo lygmens seka, tai ją galime atmesti netikrinę. Trečiajame lygmenyje bus m^3 sekų, bet ir vėl bus tikrinamos ne visos, o tik tos, kuriose nėra nedažnų antrojo lygmens posekių. Vadinas, galima daryti išvadą, kad tikrinamos ne visos $\sum_{i=1}^m l^i$ sekos, bet $\sum_{i=1}^n (l^i - p_{i-1})$ sekos; čia p_{i-1} yra ankstesnio lygmens nedažnų sekų posekiai.

Panagrinėkime pavyzdį. Tarkime, pateiktas tas pats tekstas: **ABAABBABBABBABBABB**. Sakysime, kad seka yra dažna tada ir tik tada, kai ji pasirodo ne mažiau kaip šešis kartus, t. y. minimalus dažnumas yra šeši. Kaip matome, visos sekos, priklausančios pirmajam lygmeniui, yra dažnos (žr. 1 lentelę). Pagal jas formuojamas antrasis lygmuo (žr. 2 lentelę).

Čia buvo patikrintos visos galimos sekos, kadangi visi jų posekiai buvo dažni.

Algoritmą galima patobulinti negeneruojant iš antrojo lygmens tų sekų, kurios yra nedažnos. Tokiu būdu bus galima sutaupyti operatyviosios atminties. Galima daryti išvadą, kad jeigu seka (prieš tai buvusio lygmens) yra nedažna, tai nagrinėjame lygmenyje neverta iš jos generuoti sekų kandidačių, nes jos vis vien bus nedažnos. Tai gi trečiajame lygmenyje naujos sekos iš nedažnų (AA ir BA) sekų nebegeneruojamos.

Trečiasis lygmuo pateikiamas 3 lentelėje. Kadangi šiame lygmenyje dažnų sekų nebėra, ketvirtojo lygmens neformuosime ir sakysime, kad algoritmas baigtas.

1 lentelė. Pirmasis lygmuo

Lygmuo	Seka	σ (Seka)	Ar dažna?
1	A	7	+
1	B	13	+

2 lentelė. Antrasis lygmuo

Lygmuo	Seka	Ar tikriname?	σ (Seka)	Ar dažna?
2	AA	+	1	–
2	AB	+	6	+
2	BA	+	5	–
2	BB	+	7	+

3 lentelė. Trečiasis lygmuo

Lygmuo	Seka	Ar tikriname?	σ (Seka)	Ar dažna?
3	AAA	–	–	–
3	AAB	–	–	–
3	ABA	–	–	–
3	ABB	+	5	–
3	BAA	–	–	–
3	BAB	–	–	–
3	BBA	–	–	–
3	BBB	+	2	–

Rekursinis algoritmas

Kai operatyviojoje atmintyje saugoma per daug nereikalingų sekų, mažėja algoritmo efektyvumas. Pateiksime rekursinį algoritmą, kuris generuos naujas sekas ne „platyn“, kaip GSP algoritme, bet „gilyn“. Pirmuoju žingsniu imama tuščia seka ir iš jos generuojamos sekos kandidatės $\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$. Iš šių sekų kiekvienos sekos generuojamos antrojo lygmens sekos $\{i_1 i_1, i_1 i_2, \dots, i_1 i_n, i_2 i_1, i_2 i_2, \dots, i_2 i_n, \dots, i_n i_1, i_n i_2, \dots, i_n i_n\}$. Skirtingai nei GSP, sekų generavimas čia vyksta „gilyn“. Nustatomas kiekvienos sugeneruotos sekos dažnumas. Jei seka yra nedažna, tai iš jos daugiau negeneruojame sekų kandidačių. Toliau pateikiamas pseudokodu parašytas rekursinis algoritmas:

```

type sekos=string;
procedure naujos_sekos_generavimas
  (var seka:sekos);
  var simbolis:char;
  daznumas:longint;
  seka_kandidate:string;
begin
  for simbolis:=i1 to in do
    begin
      seka_kandidate:=seka+simbolis;
      ieskomas_daznumas(seka_kandidate,daznumas);
      if daznumas>=Min_daznumas
        then
          begin
            index:=index+1;
            daznos_sekos[index].sekos_daznumas :=
              daznumas;
            daznos_sekos[index].seka :=
              seka_kandidate;
            naujos_sekos_generavimas
              (seka_kandidate);
          end;
        end;
    end;
end;
```


4 lentelė. *Rekursinio algoritmo veikimas*

Žingsnis	Seka	σ (Seka)	Ar dažna?
1	A	7	+
2	AA	1	–
3	AB	6	+
4	ABA	1	–
5	ABB	5	–
6	B	13	+
7	BA	5	–
8	BB	7	+
9	BBA	4	–
10	BBB	2	–

Panagrinėkime ankstesnį pavyzdį: imamas tekstas ABAABBABBABBABBBABB ir minimalus dažnumas, lygus šešiems. Rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

Algoritmų palyginimas

Palyginkime GSP ir rekursinį algoritmą, naudodami specialų pavyzdį. Tarkime, turime

tekstinį failą, sudarytą iš 90 000 A ir B simbolių. Mūsų pagrindinis tikslas – rasti visas dažnas sekas. Lyginimo rezultatai pateikiami 5 lentelėje.

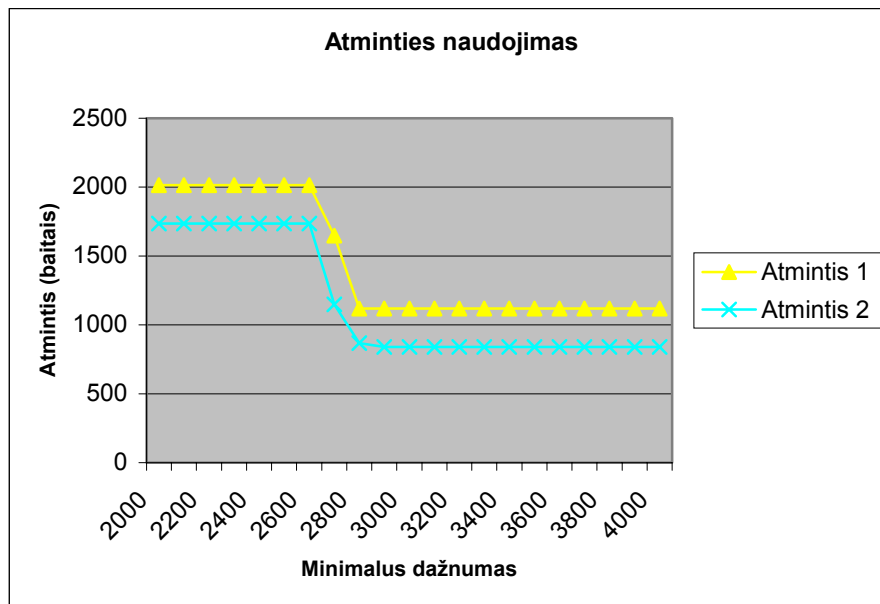
Lentelės laukai yra šie:

- *Minimalus dažnumas* – minimalus sekų pasikartojimo dažnumas;
- *Rasta dažnų sekų* – dažnų sekų kiekis;
- *Laikas 1* – GSP algoritmo laikas sekundėmis;
- *Laikas 2* – rekursinio algoritmo laikas sekundėmis;
- *Maksimalus ilgis* – maksimalus dažnos sekos ilgis;
- *Atmintis 1* – GSP algoritmo atminties panaudojimas baitais;
- *Atmintis 2* – rekursinio algoritmo atminties panaudojimas baitais.

Kaip matyti iš 5 lentelės, algoritmų laiko sąnaudos yra apytiksliai vienodos. Tačiau aki-vaizdžiai skiriasi operatyviosios atminties dydis, skiriamas sekoms saugoti. GSP algoritme privalu saugoti operatyviojoje atmintyje ne tik

5 lentelė. *Algoritmų palyginimas*

Minimalus dažnumas	Rasta dažnų sekų	Laikas 1	Laikas 2	Maksimalus ilgis	Atmintis 1	Atmintis 2
2000	114	40,68	39,72	6	2016	1736
2100	114	41,54	39,54	6	2016	1736
2200	114	41,83	39,83	6	2016	1736
2300	114	42,01	39,60	6	2016	1736
2400	114	40,32	39,32	6	2016	1736
2500	114	40,23	39,28	6	2016	1736
2600	109	40,62	39,60	6	2016	1736
2700	78	24,40	23,40	6	1648	1148
2800	52	15,66	15,66	5	1120	868
2900	52	16,77	14,88	5	1120	840
3000	52	16,07	14,77	5	1120	840
3100	52	16,04	14,94	5	1120	840
3200	52	16,32	14,94	5	1120	840
3300	52	16,81	14,83	5	1120	840
3400	52	16,28	14,83	5	1120	840
3500	52	16,79	14,89	5	1120	840
3600	52	16,36	14,89	5	1120	840
3700	52	16,90	14,88	5	1120	840
3800	52	16,85	14,94	5	1120	840
3900	52	16,74	14,78	5	1120	840
4000	52	16,84	14,94	5	1120	840



Pav. Algoritmų atminties naudojimo palyginimas

dažnas sekas, bet ir dviejų lygmenų sekas kandidates, o rekursiniame algoritme dėl sekų generavimo specifikos operatyviojoje atmintyje saugomos tik dažnos sekos. Algoritmų naudojama atmintis palyginama paveiksle.

Išvados

Straipsnyje išnagrinėti dažnų sekų nustatymo algoritmai bei jų realizacija. Šie algoritmai tarpusavyje yra susiję tuo, kad generuoja potencialias sekas kandidates, kurios gali būti dažnos, t. y. gana dažnai pasikartoti duomenų bazėje. Sekų dažnumas yra nusakomas tam

tikru sveikuoju skaičiumi, kuris vadinamas minimaliu dažnumu. Visos sekos, kurių pasikartojimo skaičius didesnis už minimalų dažnumą, laikomos dažnomis. GSP algoritmas analiziškai eliminuoja nedažnas sekas net jų netikrindamas, tačiau vis tiek jas saugo operatyviojoje atmintyje. Rekursinis sekų generavimo algoritmas rekursiškai generuoja sekas tol, kol jos yra dažnos. Tai leidžia maksimaliai taupyti operatyviąją atmintį. Taigi GSP algoritmą siūloma naudoti tais atvejais, kai nėra didelių atminties ribojimų, o rekursinį algoritmą – kai kitiems programos fragmentams reikia daugiau atminties.

LITERATŪRA

- Agarwal R. C., Prasad V. V. (2000) Depth first generation of long patterns // Knowledge Discovery and Data Mining, p. 108–118.
- Han J., Pei J. Yin Y. (2000) Mining frequent patterns without candidate generation // Proc. 2000 ACM–SIGMOD Int. Conf. Management of Data (SIGMOD'00). Dallas, TX, p. 1–12.
- Zaki M. J. (2001) SPADE: An efficient algorithm for mining frequent sequences // Machine Learning Journal, vol.42(1/2), p. 31.

MEMORY PROBLEMS SEEKING FREQUENT SEQUENCES IN LARGE TEXTS**Romanas Tumasonis, Gintautas Dzemyda****S u m m a r y**

The subject of the paper is to analyze the problem of the frequency of the subsequences in large volume sequences (for example, in the text, databases). The main problem is as follows: it is necessary to define only potentially useful subsequences, check up and prolong them gradually. Two algorithms are analyzed. The algorithms analytically eliminate such sub-

sequences that actually cannot be frequent. Generated-sequence-pattern algorithm (GSP) with economizing memory is investigated. Recursive approach to the sequence mining is suggested. It allows saving memory too. The algorithms are compared and the cases are determined, where one algorithm works better than the other one.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

Aktyvių metodų naudojimas MOCURIS projekto dokumentų pateikties modelyje

Olegas Vasilecas

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
docentas, daktaras
Vilnius Gediminas Technical University, Assoc.
prof., PhD
El. paštas: olegas@fm.vtu.lt

Algis Saulis

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
docentas, daktaras
Vilnius Gediminas Technical University, Assoc.
prof., PhD
El. paštas: asaulis@fm.vtu.lt

*Straipsnyje nagrinėjamos informacinių sistemų mokymo programos, kuriamos pagal tarptautinį MOCURIS projektą, dokumentų pateikties automatizavimo problemos. Analizuojamos aktyvios duomenų valdymo technologijos, grįstos ECA (įvykis–sąlyga–veiksmas) taisyklėmis. Automatizavimui siūloma naudoti aktyvias duomenų bazių valdymo sistemas ir „ActiveWeb“, nes jos tenkina keliamus reikalavimus ir derinasi su hibridiniu projekto duomenų saugojimo modeliu. Aprašyti automati-
zuoto pateikties modelio architektūros reikalavimai ir praktinė prototipo realizacija.*

MOCURIS* – tai tarptautinis SOCRATES/ERASMUS projektas, skirtas sudaryti informacinių sistemų magistrantūros lygio naują mokymo programą. Projektas vykdomas nuo 2000 m., jame dalyvauja aštuonių Europos šalių universitetai, jį koordinuoja Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Sukurta studijų programa bus diegiama projekto dalyvių universitetuose. Nuo 2003 metų rudens programą įvairiu mastu numatoma diegti 22-uose Europos universitetuose.

Europos Sąjungoje šiuo metu stinga aukštos kvalifikacijos informatikos ir ypač informacinių sistemų krypties specialistų. Europos Są-

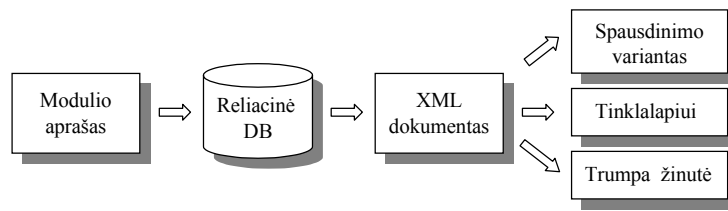
jungos plėtra, studentų ir darbo jėgos mobilumas reikalauja ir bendrai realizuojamų specialistų rengimo programų. Projekte dalyvaujantys universitetai šiuo metu dirba pagal programas, pritaikytas savo regiono poreikiams ir atitinkančias universitetų tradicijas bei realias galimybes. Šios programos kurtos evoliuciniu būdu, pasižymi gana siaura specializacija. Kita vertus, joks universitetas neturi tiek specialistų, kad galėtų imtis projekto vienas. Tik pakankamai didelė projekto rengimo grupė, jungianti įvairių universitetų specialistus, pajėgi įvykdyti keliamus uždavinius.

Informacinės sistemos, kaip akademinė disciplina, anot J. T. Gorgone (1999), apima dvi sritis:

- informacinės technologijos išteklių ir paslaugų gavimą, išdėstymą ir valdymą;
- technologinių infrastruktūrų ir sistemų kūrimą bei plėtojimą naudojant jas verslo procese.

Informacinių sistemų kryptis apima informacijos, verslo ir programų sistemų inžinerijas. Daugumos universitetų, rengiančių informaci-

* MOCURIS (Modern Curriculum in Information Systems at Master Level) – SOCRATES/ERASMUS projektas, Europos Komisijos kontraktas **69077-IC-1-2001-1-LT-ERASMUS-PROG**. Projekto dalyviai: Vilniaus Gedimino technikos universitetas – koordinatorius, Braunšveigo technikos universitetas (Vokietija), Katalonijos technikos universitetas (Ispanija), Klaipėdos universitetas, Rygos technikos universitetas (Latvija), Štralzundo taikomųjų mokslų universitetas (Vokietija), Talino technikos universitetas (Estija), Växjö universitetas (Švedija), Vytauto Didžiojo universitetas.



Pav. Studijų programos kūrimo modelis reliacinės duomenų bazės ir XML technologijų pagrindu

nių sistemų specialistus, programos labiau orientuotos į vadybą ir verslą. MOCURIS projektas labiau akcentuoja inžinerinį aspektą. Projektas nesukurs programos, tinkančios kiekvienam universitetui, bet pateiks detalius bendrus universitetų individualių studijų programų reikalavimus. MOCURIS projekte kuriama studijų programa yra gana lanksti. Ji pritaikyta įvairaus pasirengimo lygio ir siekiantiems skirtingų profesinių tikslų studentams. Numatoma programos keitimo ir tobulinimo galimybė, nes šiuolaikinio verslo reikalavimai kinta labai greitai (Čaplinskas, Vasilecas, 2002b).

Mokymo programa turi hierarchinę struktūrą. Ji susideda iš kursų, kuriuos sudaro moduliai. Modulis – tai tam tikras dėstomas dalykas. Modulio struktūra yra griežtai apibrėžta. Modulio struktūros įvairiuose universitetuose gali skirtis nuo MOCURIS struktūros. Kiekviename kurse yra privalomi ir pasirinktiniai moduliai. Privalomi moduliai sudaro kurso žinių branduolį. Pasirinktiniai moduliai leidžia realizuoti specializacijas ir paplėsti tam tikrų sričių žinias.

MOCURIS projektas kuriamas naudojant mokymo programų inžinerijos metodus (Čaplinskas, 2002). Projekto reikalavimai, architektūra bei diegimo specifiką detalai aprašyta A. Čaplinsko ir O. Vasileco darbuose (Čaplinskas, Vasilecas, 2002a,b). Daug darbo reikalauja modulių kūrimas. Modulio rengėjas privalo derinti veiksmus su darbo grupės ir projekto vadovais, recenzentų ir kitais susijusiais asmenimis. Modulių darbinės versijos yra keliamos į duomenų bazę ir pateikiamos internete. Tarptautiniame projekte, koks yra MOCURIS, tai reiškia nuolatinį bendravimą su asmenimis, dirbančiais įvairių šalių universitetuose. Nuotolinis darbo organizavimas ir koordinavimas tampa ypač svarbus. K. Lapino, A. Saulio ir O. Vasileco (2003), O. Vasileco ir A. Saulio

(2003) darbuose aprašytas praktiškai realizuotas dokumentų pateikties modelis leidžia tai daryti lanksčiai, tačiau dar nepakankamai efektyviai. Modelis pateikia kurso žinių branduolį, leidžia koordinuoti nuotolinį modulių rengimą, keitimą ir recenzavimą. Modulių duomenys yra saugomi reliacinėje duomenų bazėje (žr. pav.), o jų pateikties lankstumą užtikrina naudojamos XML technologijos ir įvairūs pateikties variantai. Tai sudaro galimybes vykdyti užklausas, analizuoti modulių turinį, kontroliuoti modulių rengimo ir recenzavimo terminus.

Šio darbo tikslas yra išplėsti turimą modelį, automatizuojant kai kurias projekto valdymo operacijas. Pavyzdžiui, trumpos SMS žinutės arba el. laiškai gali būti automatiškai siunčiami reikiams asmenims po kiekvienos modulio atnaujinimo operacijos arba numatyto laiku. Modulio turinys gali būti skirtingai pateikiamas įvairiems asmenims, atsižvelgiant į jų funkcijas projekte, buvimo vietą, naudojamą programinę įrangą ir pan. Tai galima padaryti naudojant aktyvias technologijas – aktyvias duomenų bazių valdymo sistemas (ADBVS) ir „ActiveWeb“.

Aktyvios ECA modelio technologijos

Nagrinėjamos aktyvios duomenų valdymo technologijos arba taisyklės yra pagrįstos ECA (*event* – įvykis, *condition* – sąlyga, *action* – veiksmas) modeliu:

Įvykis → *Sąlyga* → *Veiksmas*

Įvykis sąlygoja taisyklės veikimo pradžią. *Sąlyga* tikrinama taisyklės veikimo pradžioje, o *Veiksmas* yra vykdomas, kai įvyksta *Įvykis* ir *Sąlyga* reiškia „tiesą“.

DBVS yra aktyvi, jeigu ji sugeba automatiškai reaguoti į įvykius. ADBVS kai kuriuos

veiksmus vykdo automatiškai, reaguodamos į tam tikrus įvykius arba susidariusias sąlygas. Įvairūs duomenų arba prieigos prie jų apribojimai realizuoti SQL3 standarte (Eisenberg, Melton, 1999) numatytais trigeriais arba dar kitaip vadinamomis aktyviomis taisyklėmis. Trigeriai yra aktyvūs DBVS elementai, kurie aktyvuoja susidarius tam tikroms sąlygoms. Trigeriai turi plačias naudojimo galimybes, apimančias darbos suvaržymų realizaciją, išvestinių duomenų tvarkymą, duomenų saugumo, evoliucijos, priežiūros ir versijų kontrolės užtikrinimą.

ADBVS turi būtinų savybių rinkinį (Vasilecas, 2002), o jų aktyvumas grindžiamas ECA modeliu. SQL3 standarte aprašomi trigeriai sudaryti iš trijų dalių ir turi tokią formą (ISO, 1999):

```
<SQL3-trigger>::=CREATE TRIGGER<trigger-name>
{AFTER|BEFORE}<trigger-event> ON <table-name>
[REFERENCING <references>]
[FOR EACH {ROW|STATEMENT}]
[WHEN <SQL-statement>]
<SQL-procedure-statement>
<trigger-event>::=INSERT|DELETE|UPDATE [OF
<column-names>]
<references>::=OLD [AS] <tuple-name>|NEW [AS]
<tuple-name>|
OLD_TABLE [AS] <table-name>|NEW_TABLE
[AS] <table-name>
```

Trigeris, kuris išsiunčia pranešimą (vykdo procedūrą *send_message*) pakeitus modulio duomenis, atrodo taip:

```
CREATE TRIGGER message
AFTER UPDATE ON module
send_message
```

Trigeriai yra įdiegti daugelyje ADBVS, pavyzdžiui, „Oracle 9i“, „Informix Dynamic Server 9.3“, „MS SQL Server 2000“ ir t. t. Tačiau dar trūksta priemonių aktyvioms taisyklėms projektuoti, tikrinti, derinti, programoms su trigeriais kurti. Praktiniam trigerių naudojimui kuriama speciali programinė įranga ir grafinės priemonės (Lee, Mao, Chu, 2000) dar nepaplitusios.

Aktyvus XML

Duomenų valdymui XML saugyklose naudojamas aktyvus XML. Aktyvios XML taisyklės yra panašios į ADBVS. *Įvykiai* šiuo atveju yra XML dokumento pokyčiai, kurių priežastis gali

būti dokumento sukūrimas, dokumento gavimas el. paštu, tinklalapio publikavimas arba pakeitimas ir pan. *Sąlygos* yra užklausos XML saugyklai. Užklausos rezultatas duoda teigiamas, jei grąžinamas netuščias XML rezultatas. *Veiksmas* kuria naują arba modifikuoja esamą XML dokumentą.

Aktyvių XML taisyklių naudojimo sritis yra labai plati. Tai būtų programos automatinei XML turinio sintezei, susietos informacijos apdorojimui, pateikiamos informacijos personalizacijai, ekrano vaizdų pakeitimui, įvairių apribojimų tikrinimui, dokumentų saugyklos statistikos tvarkymui, elektroninei komercijai. Nepaisant didžiulės paklausos, šiuo metu dar nėra unifikuotų priemonių, o tik daug žadantys įvairių autorių sukurti prototipai. Aktyvios taisyklės įvedamos naudojant modifikuotas XML užklausų kalbas, tokias kaip XSLT, „Lorel“ (Bonifati, 2001), „Xquery“, „Xpath“ (Bailey, 2002). Pastaruoju metu pasirodė pranešimų apie sukurtas universalias aktyvaus XML priemones – AXML („Abiteboul“ ir kt., 2002) ir „Active Xquery“ (Bonifati, 2002), tačiau tik pasirodžius komerciniams produktams galėsime jas praktiškai naudoti.

Specializuotos technologijos

Specializuotos aktyvios technologijos kuriamos tiems uždaviniams, kuriuos spręsti įprastiniais metodais būtų sunku arba net neįmanoma. ARANEUS (Atzeni, Mocca, Merialdo, 1997) sistemoje tinklalapio vaizdas generuojamas pagal vartotojo nuorodas naudojant duomenų bazių technologijas. „ActiveWeb“ sistemoje (Kiyomitsu, Takeuchi, Tanoka, 2001) realizuotas dinaminis tinklalapio perkonfigūravimas. Sistema leidžia įvertinti kiekvieno vartotojo individualius duomenis, peržiūros situaciją ir agreguotą tinklalapio prieigos istorijos informaciją.

„ActiveWeb“ remiasi dinaminėmis perkonfigūravimo taisyklėmis. Dinaminės taisyklės traktuojamos kaip metaduomenys, papildantys tinklalapio duomenis. „ActiveWeb“ sistemoje tinklalapio vaizdas susideda iš dinamiškai generuojamų komponentų – puslapio turinio, hipernuorodų, stiliaus, prieigos taisyklių. Dina-

minės taisyklės gali įvertinti erdvinius ir laiki-
nius vartotojo elgesio aspektus. Taisyklių kom-
ponentuose naudojama ši informacija:

- loginis ir fizinis vartotojo kompiuterio adresas,
- laikinė situacija, vartotojo prieigos istorija,
- agreguota informacija apie vartotojo darbą šiame tinklalapyje.

Dinaminio perkonfigūravimo taisyklės nustato tinklalapio autorius. Jas sudaro trys da-
lys – vartotojo elgesys, istorinė sąlyga ir serverio veiksmas. Taisyklių sintaksė:

vartotojo elgesys :

istorinė sąlyga → *serverio veiksmas*

Taisyklės aprašomos deklaratyviai. Varto-
tojo elgesys gali būti traktuojamas kaip *įvykis*,
istorinė sąlyga – kaip *sąlyga*, serverio veiksmas –
kaip *veiksmas* ECA modelyje.

Vartotojo elgesį aprašo atributai *page* (iš-
kviečiamas tinklalapis), *location* (fizinė arba
loginė vartotojo vieta), *date* (kvietimo laikas),
referrer (prieš tai žiūrėtas tinklalapis).

Istorinę sąlygą sudaro vartotojo prieigos is-
torija ir agreguota informacija apie visą priei-
gos istoriją. Vartotojo prieigos istorijos pagrin-
diniai atributai yra *times* (kiek kartų vartotojas
žiūrėjo šį tinklalapį), *period* (laikas, praėjęs
nuo paskutinės vartotojo kreipties į šį tinklala-
pį), *pages* (tinklalapiai, kuriuos vartotojas taip
pat žiūrėjo), *links* (nuorodos, kuriomis vartoto-
jas naudojosi).

Serverio veiksmas aprašomas kaip vykdo-
mų funkcijų seka. Pavyzdžiui, taisyklė, apra-
šanti „Read Me“ turinio perdavimą į tinklalapį
A ir tinklalapio B aktyvavimą, kai vartotojas iš

Vilniaus jį kviečia pirmą kartą, bet tinklalapį
jau žiūrėjo per 100 kitų vartotojų, atrodytų taip:

A,(location=vilnius):(times=0),(times>100)→activate
(page,B),add(A,Read_Me)

Dinaminio perkonfigūravimo taisyklių apdo-
rojimui sukurtas taisyklių procesorius (Kiyo-
mitsu, 2001) yra pasiekiamas per interneto nar-
šyklę. Procesorius užtikrina interaktyvų taisyk-
lių įvedimą.

Technologijų palyginimas

Pagrindinės aptartų technologijų savybės ir jų nau-
dojimo galimybės parodytos lentelėje. ADBVS pa-
sižymi plačiomis naudojimo galimybėmis keičiant
DB būseną, tačiau jos neindividualizuotos konkre-
čiam vartotojui. Aktyvus XML panašus į ADBVS,
tik jo objektai yra XML dokumentai ir jų saugyk-
los. Ši technologija yra perspektyvi ir turėtų paplisti
unifikavus taisyklių užrašymo būdus ir atsiradus
komercinėms sistemoms.

Specialių technologijų taikymo galimybės
yra ribotos, jų perspektyvas sumažins atsiradu-
sios universalios priemonės. „ActiveWeb“ turi
savo naudojimo sritį dėl efektyvios individuali-
zacijos. Tik ši sistema gali įvertinti vartotojo
buvimo vietą ir prieigos istoriją.

MOCURIS projekto duomenys yra saugomi
reliacinėje duomenų bazėje ir XML dokumentų
saugykloje. Pranešimų, susijusių su duomenų
keitimu arba laiku, siuntimą patogiausia valdyti
ADBVS. Individualizuotam XML dokumento
pateikimui tinkamiausias yra ActiveWeb.

Siūlomoms idėjoms realizuoti projekte pa-
naudota programinė įranga: DBVS – „MS SQL

Lentelė. Aktyvių technologijų savybės

	ADBVS	Aktyvus XML	ActiveWeb
Įvykis	Duomenų keitimas Transakcija, laikas	XML dokumento elementų ar atributų pokytis	Užklauskos gavimas
Sąlyga	Transakcijos pradžia, pabaiga Duomenų apribojimai	XML užklausa	Vartotojo prieigos istorija, agreguota informacija
Veiksmas	Operacijos su duomenimis Išorinė procedūra	Naujų XML dokumentų kūrimas, esamų keitimas	Dokumento aktyvavimas, perkonfigūravimas
Panaudojimo galimybės	Geros. Įdiegta populiariose ADBVS	Neaiškios. Dar neįdiegta komercinėse sistemose	Ribotos. Gali būti panaudota tam tikrais atvejais

Server 2000“, suderinta su SQL3 standartu ir palaikanti aktyvias funkcijas bei XML transformacijas, tinklalapių serveris – „MS Internet Information Server“. Transformavimo scenarijai buvo rašomi naudojant ASP scenarijus (Deitel ir kt., 2001). Transformaciją iš XML į PDF formatą atlieka „Apache“ procesorius, naudojantis XML bei XSL aprašus ir generuojantis dokumentą PDF formatu. „ActiveWeb“ realizacijoje naudota „Microsoft IIS“ ir „ISAPI Filter“.

Išvados

Straipsnyje išanalizuoti informacinių sistemų magistrantūros lygio mokymo programos kūrimo projekte MOCURIS iškilę dokumentų pateikties automatizavimo uždaviniai ir parodyti galimi jų sprendimo būdai. Pateikties automatizavimu siekiama užtikrinti studijų programos darną, gerinti projekto valdymą, projekto rengimo grupės narių bendradarbiavimą, palengvinti

projekto dalyviams ir suinteresuotiems asmenims gauti reikiamą informaciją tinkama forma ir reikiamu laiku. Numatoma automatizuoti pranešimų išsiuntimą pakeitus modulių duomenis, atėjus kontrolės laikui, individualizuoti pateikiamos informacijos turinį ir formą, rūšiuoti ateinančią korespondenciją.

Atlikta aktyvių ECA taisyklių, taikomų duomenų bazėse, XML užklausoje ir „ActiveWeb“, analizė parodė nagrinėtų technologijų pranašumus ir galimas jų taikymo sritis. Paaiškėjo, kad MOCURIS projektui tinkamiausios ADBVS ir „ActiveWeb“, nes jos derinasi su hibridiniu projekto duomenų saugojimo modeliu. Sukurta aktyvaus pateikties modelio realizacijos architektūra, palaikanti XML technologijas ir XSL transformacijas. Darbo rezultatai praktiškai realizuoti veikiančiame sistemos prototipe ir naudojami projekto valdymui.

Aptartos technologijos gali būti taikomos ir kitose aktyviose dokumentų valdymo sistemose.

LITERATŪRA

- Abiteboul S., Benjelloun O., Manolescu I., Milo T., Weber R. (2002) Active XML: Peer-to-Peer Data and Web Services Integration // *Proceedings of the 28th VLDB Conference*. Hong Kong.
- Atzeni P., Mocca G., Merialdo P. (1997) To weave the web // *Proc. of VLDB'97*, p. 206–215.
- Bailey J., Poulovassilis A., Wood P. (2002) An Event-Condition-Action Language for XML // *Proceedings of the 11th International WWW Conference*. Hawaii, USA: ACM Press, p. 486–495.
- Bonifati A., Ceri S., Paraboschi S. (2001) Active Rules for XML: A new paradigm for E-services // *The VLDB Journal*, vol. 10, p. 39–47.
- Bonifati A., Draga D., Campi A., Ceri S. (2002) Active Xquery // *Proceedings of the 18th International Conference on Data Engineering*. San Jose, California: IEEE Computer Society Press.
- Čaplinskas A. (2002) Curricula engineering: application of systems engineering methods to the development of university curricula // *Information technology and control*. Kaunas: Technologija, no. 1(22), p. 10–21.
- Čaplinskas A., Vasilecas O. (2002a) MOCURIS – modern curriculum in information systems at master level // Stanislaw Wrycza (ed.) *Proc. of the 10th European Conference on Information Systems (ECIS 2002)*, Gdansk, Poland, Gdansk, 2002, vol. 1, p. 184–193.
- Čaplinskas A., Vasilecas O. (2002b) Modern curriculum in information systems: A case study // *Information technology and control*. Kaunas: Technologija, no. 1(22), p. 22–27.
- Deitel H.M., Deitel P.J., Nieto T.R., Lin T.M., Sadhu P. (2001) XML How to program. Translated by Binom Publishers. Prentice Hall.
- Eisenberg A., Melton J. (1999) SQL 1999, formerly known as SQL3 // *ACM SIGMOD Record*, no. 28(1), p. 131–138.
- Gorgone J.T., Gray P. (eds.) (1999) MSIS 2000. Model Curriculum and Guidelines for Graduate degree Programs in Information Systems. Association for Computing Machinery.
- ISO/IEC 9075:1999. Information Technology – Database Languages – SQL – part 2: Foundation.

- Kiyomitsu H., Takeuchi A., Tanaka K. (2001) ActiveWeb: XML-based Active Rules for Web View Derivations and Access Control // Proc. of the Workshop on Information Technology for Virtual Enterprises (ITVE 2001), Australian Computer Science Communications. IEEE Press, vol. 23, no. 6, p. 31–39.
- Lapin K., Saulis A., Vasilecas O. (2003) MOCURIS projekto mokymo medžiagos pateikties modelis, naudojantis reliacines ir XML technologijas // Informacinės technologijos 2003: Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: KTU, p. VI–29–VI–35.
- Lee D., Mao W., Chu W. (2000) TBE: Trigger-By-Example // Proceedings of the 19th International Conference on Conceptual Modeling (ER), Springer, vol. 1920 of Lecture Notes in Computer Science, p. 112–125.
- Vasilecas O. (2002) ECA taisyklių realizacija aktyviose duomenų bazių valdymo sistemose // Lietuvos mokslas ir pramonė. Konferencijos „Informacinės technologijos ‘2002“ pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 71–77.
- Vasilecas O., Saulis A. (2003) Dynamic method for the curriculum presentation using database and XML technologies // Information Technology and Control. Kaunas: Technologija, no. 1(26), p. 61–66

APPLYING ACTIVE METHODS FOR THE MOCURIS PROJECT DOCUMENTS PRESENTATION

Olegas Vasilecas, Algis Saulis

S u m m a r y

The paper deals with the problems of documents presentation automatisations arisen in the international project MOCURIS (Modern Curriculum in Information Systems at Master Level) that is being developed. An article discusses specific features of the project, the tasks already performed and solutions to be found. Active technologies, based on ECA

(event-condition-action) rules, have been analysed. Active databases and ActiveWeb technologies satisfy automatisations requirements, conform to hybrid data storage model, and were chosen as the most suitable for project. Architecture of active presentation model, which supports XML technologies and XSL transformation, and its implementation prototype are described.

Įteikta 2003 m. birželio 19 d.

Procesų metamodelio naudojimas objektiniam informacinių sistemų projektavimui

Diana Žobakienė

Kauno technologijos universiteto Informatikos fakulteto
Informacijos sistemų katedros doktorantė
Kaunas University of Technology, Informatics Faculty,
Department of Information Systems, Doctoral student
Studentų 50–309, LT-3028 Kaunas
El. paštas: dianchikas@yahoo.com

Straipsnyje pateikiamas formalizuotas procesų metamodelis, kuris naudojamas informacijos sistemų projektiniams sprendimams modeliuoti. Objektinis procesų metamodelis leidžia tiksliai įvertinti tiek hierarchinius, tiek nehierarchinius informacinės sistemos projekto komponentų ryšius. IS gyvavimo ciklo korekcija, taikant procesų metamodelį IS projektavimo etapu, leidžia ne tik tiksliai apibrėžti probleminės srities procesus, bet ir geriau kontroliuoti IS projektuotojo darbą ir taip pasiekti geresnę IS projektavimo kokybę.

Pastaruoju metu probleminės srities analizei ir jos procesų modeliavimui vis dažniau taikomi objektiniai metodai, tad daugelis CASE priemonių naudoja būtent objektines IS kūrimo metodologijas. Objektiniai metodai leidžia gana tiksliai pavaizduoti probleminės srities objektų tarpusavio santykius, įvertinant paveldimumą, polimorfizmą ir kitas objektiniams modeliams būdingas savybes.

Naudojant formalizuotą struktūrą objektiniam procesų apibrėžimui, galima tiksliau apibūdinti kuriamo IS objektinio modelio apibrėžimo procesą ir patį IS modelį. Taip pasiekama geresnė IS kūrimo kokybė. Elementaraus valdymo ciklo (EVC) metodas – probleminės srities analizės metodas, turintis griežtą vidinę struktūrą. Vienu EVC aprašomas vienas objektas ir konkrečios jo veiklos, o norint aprašyti visą probleminę sritį, kuri susideda iš vieno ar kelių procesų, reikia nagrinėti ne tik pačius objektus, bet ir santykius (ryšius) tarp jų (Gudas, 1991a; Gudas, 1991b; Gudas, Valentinavičiūtė, Žobakas, 1996).

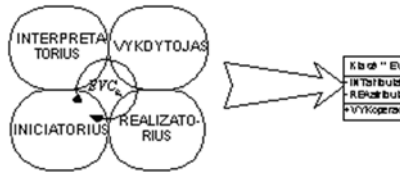
UML metodologijoje objektai ir ryšiai tarp jų nagrinėjami tik klasių diagramoje, o kitose,

dinaminėse, diagramose pagrindinis dėmesys skiriamas objektų veiklų sekai ir atliekamiems veiksmams. Tad šio straipsnio tikslas yra tiksliai apibrėžti hierarchinius ir nehierarchinius ryšius tarp atskirų probleminės srities objektų bei jų tipus, ir sudaryti tikslų objektinį IS metamodelį, kurį bus galima panaudoti objektiškai modeliuojant probleminę sritį.

Pagrindiniai valdymo ciklo principai

Tradicinis EVC yra orientuotas į gamybinę veiklą, bet jį modifikavę galime praplėsti šio metodo taikymo sritį. Tuo tikslu tradicinis EVC buvo modifikuotas kiek pakeičiant procesų pavadinimus ir prasmę bei pačią EVC grafinę notaciją. Toliau straipsnyje modifikuotą EVC vadinsime **valdymo ciklu**, o patį modifikuotą EVC metodą – **objektinio modeliavimo metodu**, kurio pagrindinė dalis yra valdymo ciklas (Žobakienė, 2002; Žobakienė, 2003).

Kaip matome 1 paveiksle, bet kurį valdymo ciklą galima prilyginti klasei (objektinio mode-



1 pav. Principinė valdymo ciklo schema

liavimo elementui), kuri turi kelių tipų atributus ir operacijas. Abstraktus valdymo ciklas yra sudarytas iš keturių pagrindinių elementų, kurių kiekvienas atlieka specifinius veiksmus. Juos aptarkime atskirai.

- **Iniciatorius.** Jis priima informaciją iš išorės (sistemos vartotojo ir/arba kito EVC). Gavęs reikiamą informaciją, iniciatorius perduoda ją interpretatoriui. Įvykdžius EVC, iniciatorius iš realizatoriaus gautą informaciją perduoda į išorę. Taip pat iniciatorius atsižvelgia ir į ryšio tarp kviečiančiojo ir kviečiamojo objektų tipą. Klasėje EVC, iniciatorius nėra vaizduojamas, nes laikoma, kad klasė pradeda egzistuoti, kai iniciatorius gauna informaciją iš išorės.
- **Interpretatorius.** Tai taisyklė arba taisyklių rinkinys, skirtas pertvarkyti iš iniciatoriaus gaunamą informaciją į vykdytojo vykdomos veiklos kvietimo parametrus. Klasėje EVC interpretatorius yra vaizduojamas kaip atributų grupė, kuri yra operacijos įėjimo parametrai.
- **Vykdytojas.** Tai objekto, kurį atvaizduoja nagrinėjamas valdymo ciklas, veikla. Veiklos rezultatas yra realizatoriui perduodami parametrai. Klasėje EVC vykdytojas yra vaizduojamas kaip operacija ar kelių operacijų seka.
- **Realizatorius.** Tai taisyklė ar jų rinkinys, skirtas pertvarkyti iš vykdytojo (arba objekto veiklos) gaunamą rezultatą. Klasėje EVC realizatorius yra vaizduojamas kaip atributų grupė, kuri yra operacijos išėjimo parametrai.

Formalizuokime abstraktų valdymo ciklą kategorijų teorijos terminais (Barr, Wells, 1990). EVC laikykime kategorija, kuri turi keturis skirtingus objektus, t. y.

$$EVC(O) = \{INC, INT, VYK, REA\},$$

čia $EVC(O) \neq \emptyset$. Kiekvienas objektas viename EVC pasitaiko tik vieną kartą ir turi po du atributus – įeigą ir išeigą:

- EVC kategorija turi tik vieną objektą „Iniciatorius“, t. y. $INC = \{INC_I\}$, kuris turi du veikimo scenarijus:

- Objektas INC gauna informaciją iš išorės ir perduoda ją interpretatoriui.

- Objekto INC įeiga yra *Informacija*, t. y. $INC(\text{įeiga}) = \text{Informacija}$. *Informacija* yra laikoma parametų rinkiniu, kurių gali nebūti, būti vienas ir daugiau:

$$\text{Informacija} \in \{\emptyset, INCPI\};$$

$$\text{čia } INCPI = \{INCPI_1, \dots, INCPI_{INCPIN}\}$$

ir $INCPIN > 0$. Tuo atveju, kai iniciatoriui nėra perduodami jokie parametrai, t. y. $\text{Informacija} = \emptyset$, tada kreipimasis į iniciatorių yra tiesiog stimulus pradėti veiklą.

- Iniciatoriaus (objekto INC) išeiga laikomas įeigos parametų ir vartotojo įvestų parametų aibių sąjunga, t. y.

$$INC(\text{išeiga}) = INC(\text{įeiga}) \cup \{VPI_{VPIN}\};$$

$$\text{čia } VPI = \{VPI_1, \dots, VPI_{VPIN}\} \text{ ir}$$

$$VPIN > 0, \text{ o } INC(\text{įeiga}) \subset INC(\text{išeiga}).$$

- Objektas INC gauna informaciją iš realizatoriaus ir perduoda ją į išorę.

- Objekto INC įeiga yra laikoma realizatoriaus (objekto REA) išeiga, t. y. $INC(\text{įeiga}^*) = REA(\text{išeiga})$.

- Objekto INC išeiga *Informacija**, t. y. $INC(\text{išeiga}^*) = \text{Informacija}^*$. *Informacija** yra laikoma parametų rinkiniu, kuriems priskiriama objekto INC įeiga $\text{Informacija}^* = INC(\text{įeiga})$. Parametų gali nebūti, būti vienas ir daugiau, t. y.

$$\text{Informacija}^* \in \{\emptyset, INCPO\}, \text{ kur}$$

$$INCPO = \{INCPO_1, \dots, INCPO_{INCPON}\}$$

$$\text{ir } INCPON > 0.$$

- *EVC* kategorija turi tik vieną objektą „Interpretatorius“, t. y. $INT = \{INT_I\}$.
 - Objekto *INT* įeiga yra laikoma objekto *INC* išeiga, t. y.
 $INT(I\text{eiga}) = INC(I\text{šeiga})$.
 - Objektas *INT* turi pradinę informaciją, t. y. atributus, kuriems bus priskiriami įeigos parametrai – $INT(Atributai) \in \{\emptyset, INTA\}$; čia $INTA = \{INTA_1, \dots, INTA_{INTAN}\}$ ir $INTAN > 0$.
 - Objekte *INT* atliekami veiksmai, gautos informacijos apdorojimas ir priskyrimas atributams yra aprašomi OCL kalba, t. y.
 $INT(Atributai) = OCL(INT(I\text{eiga}))$.
 - Objekto *INT* išeiga yra kreipimasis į vykdytoją perduodant atributus, kuriems jau yra priskirtos reikšmės, objektui „Vykdytojas“, t. y.
 $INT(I\text{šeiga}) = INT(Atributai)$.
- *EVC* kategorija turi tik vieną objektą „Vykdytojas“, t. y. $VYK = \{VYK_I\}$.
 - Objekto *VYK* įeiga yra laikoma objekto *INT* išeiga, t. y.
 $VYK(I\text{eiga}) = INT(I\text{šeiga})$.
 - Objekte *VYK* atliekami veiksmai yra aprašomi OCL kalba, o jų rezultatas yra vykdytojo išeiga, t. y.
 $VYK(I\text{šeiga}) = OCL(VYK(I\text{eiga}))$.
- *EVC* kategorija turi tik vieną objektą „Realizatorius“, t. y. $REA = \{REA_I\}$.
 - Objekto *REA* įeiga yra laikoma objekto *VYK* išeiga, t. y.
 $REA(I\text{eiga}) = VYK(I\text{šeiga})$.
 - Objektas *REA* turi pradinę informaciją, t. y. atributus, kurie savyje turi konkrečią informaciją, kurie ir yra objekto *REA* įeiga – $REA(Atributai) \in \{\emptyset, REAA\}$; čia $REAA = \{REAA_1, \dots, REAA_{REAAAN}\}$ ir $REAAAN > 0$.
 - Objekte *REA* atliekami veiksmai, informacijos iš atributų gavimas ir apdorojimas yra aprašomi OCL kalba, o rezultatas yra *REA* išeiga, t. y.
 $REA(I\text{šeiga}) = OCL(REA(Atributai))$.

Kiekvienas *EVC* yra laikomas atskiru probleminės srities atvaizdu ir gali aprašyti skirtingas to paties objekto veiklas, t. y. kiekvieną EVC_{EVCN} galima laikyti konkrečiomis operacijomis – $EVC_{EVCN}(Veiklos) = \{Veikla_1, \dots, Veikla_{VN}\}$; čia $EVCN > 0$ ir $VN > 0$.

Kategorijos *EVC* rodyklės yra vienkryptės rodyklės tarp gretimų *EVC* objektų, t. y. $EVC_{EVCN}(R) = \{INC_INT, INT_VYK, VYK_REA, REA_INC\}$; $EVC_{EVCN}(R) \neq \emptyset$. Laikoma, kad kiekviena vienkryptė rodyklė perkelia informaciją iš vieno *EVC* objekto (subjekto) į kitą (objektą).

- Yra viena rodyklė iš iniciatoriaus į interpretatorių – $INC_INT = \{INC_INT_I\}$.
- Yra viena rodyklė iš interpretatoriaus į vykdytoją – $INT_VYK = \{INT_VYK_I\}$.
- Yra viena rodyklė iš vykdytojo į realizatorių – $VYK_REA = \{VYK_REA_I\}$.
- Yra viena rodyklė iš realizatoriaus į iniciatorių – $REA_INC = \{REA_INC_I\}$.

Šiame poskyryje formaliai apibrėžėme valdymo ciklo (kategorijos *EVC*) elementus bei jų gaunamą, apdorojamą ir kitam ciklo elementui perduodamą informaciją. Apibrėžę patį valdymo ciklą, apibrėžkime ir valdymo ciklą tarpusavio ryšius bei jų ypatybes.

Valdymo ciklų ryšiai – objektinės IS modelio hierarchijos pagrindas

Modeliuodami probleminę sritį ir kurdami informacinės sistemos modelį laikysime, kad kuriamas IS modelis yra superkategorija *Modelis*. Jos objektai yra kategorijos *Procesai*, kurių gali būti nuo vieno iki daug, t. y.

$$Modelis = \{Procesas_1, \dots, Procesas_{PN}\} \text{ ir } PN > 0.$$

Taip pat yra laikoma, kad probleminės srities elementai suformuoja atskirą *EVC* kategoriją, kurios objektai yra EVC_{EVCN} valdymo ciklai, t. y. $EVC = \{EVC_1, \dots, EVC_{EVCN}\}$ ir $EVCN > 0$.

Tarkime, kad $Procesas_{PN}$ yra kategorija, kurios objektai yra kategorijos *EVC* objektų konkrečios veiklos, t. y. $Procesas_{PN} = \{PEVC(PVeiklos)\}$, kur $PEVC = \{PEVC_1, \dots, PEVC_{PEVCN}\}$, $PEVC \subset EVC$ ir

$PEVCN > 0$ bei $PVeiklos = \{PVeikla_1, \dots, PVeikla_{PVN}\}$, $PVeiklos \subset Veiklos$ ir $PVN > 0$. Kiekviena veikla $EVC_{EVCN}(Veikla_{PVN})$ viename procese gali būti apibrėžta tik vieną kartą, t. y.

$$Procesas_{PN} - \left\{ \sum_{k=1}^{PEVCN} EVC_k \left(\sum_{l=1}^{PVN} Veikla_l \right) \right\} = \emptyset.$$

Rodyklėmis tarp kategorijos EVC objektų arba vieno EVC_{EVCN} objekto veiklų $EVC_{EVCN}(Veikla_{PVN})$ yra laikomi hierarchiniai ir nehierarchiniai ryšiai. Identifikavome tokių ryšių tipus: apibendrinimo, sujungimo, binarinį, kartotinį ir iteracinį. Taigi kiekviena kategorijos $Procesas$ rodyklė yra iš apibrėžtos aibės:

$$Procesas(R) \in \{AG, GE, Bin, Iter, Kart\};$$

čia $R = \{R_1, \dots, R_{RN}\}$ ir $RN > 0$. Apibrėžkime minėtos rodyklių aibės elementus.

Hierarchinis ryšys yra rodyklė R_{RN} , kuri turi keturis atributus, t. y.:

- subjektą – objekto EVC_X , kuris yra iš kategorijos EVC , t. y. $EVC_X \in EVC$, vykdytoją, t. y.

$$R_{RN}(Subjektas) = EVC_X(VYK),$$

čia $X \in \{1, \dots, EVCN\}$;

- objektą – objekto EVC_Y , kuris yra iš kategorijos EVC , t. y. $EVC_Y \in EVC$, iniciatorių, t. y.

$$R_{RN}(Objektas) = EVC_Y(INC),$$

čia $Y \in \{1, \dots, EVCN\}$.

- „tėvą“, arba aukštesnio hierarchinio lygio objektą, kuris gali būti tiek subjektas, tiek objektas, t. y.

$$R_{RN}(Tėvas) \in \{R_{RN}(Subjektas), R_{RN}(Objektas)\};$$

- „vaiką“, arba žemesnio hierarchinio lygio objektą, kuris taip pat gali būti tiek subjektas, tiek objektas, t. y.

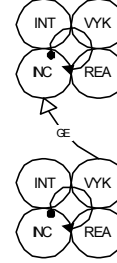
$$R_{RN}(Vaikas) \in \{R_{RN}(Subjektas), R_{RN}(Objektas)\}.$$

Taip pat rodyklės subjektas ir objektas negali būti tas pats objektas, t. y.

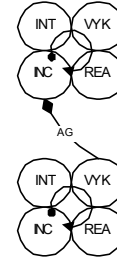
$$R_{RN}(Subjektas) \neq R_{RN}(Objektas)$$

arba, kitaip tariant, $EVC_X \neq EVC_Y$.

Apibendrinimo ryšys yra tarp skirtingų valdymo ciklų, kurie yra skirtinguose hierarchijos lygiuose. Ryšys yra tarp kviečiančiojo valdymo ciklo elemento *Vykdytojas* ir kviečiamojo valdymo ciklo elemento *Iniciatorius*. Hierarchinis apibendrinimo ryšys yra rodyklė $R_{RN} = GE$:



Sujungimo ryšys yra tarp skirtingų valdymo ciklų, kurie yra skirtinguose hierarchijos lygiuose. Ryšys yra tarp kviečiančiojo valdymo ciklo elemento *Vykdytojas* ir kviečiamojo valdymo ciklo elemento *Iniciatorius*. Hierarchinis sujungimo ryšys yra rodyklė $R_{RN} = AG$:



Nehierarchinis ryšys yra rodyklė R_{RN} , turinti du atributus:

- subjektą – objekto EVC_X , kuris yra iš kategorijos EVC , t. y. $EVC_X \in EVC$, iniciatorių, t. y.

$$R_{RN}(Subjektas) = EVC_X(INC),$$

čia $X \in \{1, \dots, EVCN\}$.

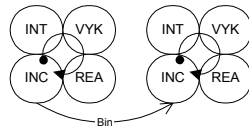
- objektą – objekto EVC_Y , kuris yra iš kategorijos EVC , t. y. $EVC_Y \in EVC$, iniciatorių, t. y.

$$R_{RN}(Objektas) = EVC_Y(INC),$$

čia $Y \in \{1, \dots, EVCN\}$.

Binarinis ryšys yra tarp skirtingų objektų valdymo ciklų, kurie yra viename hierarchijos

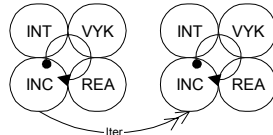
lygyje. Ryšys yra tarp kviečiančiojo valdymo ciklo elemento *Iniciatorius* ir kviečiamojo valdymo ciklo elemento *Iniciatorius*. Nehierarchinis binarinis ryšys yra rodyklė, t. y. $R_{RN} = Bin$, bei $EVC_X \neq EVC_Y$:



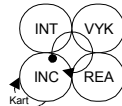
Iteracinis ryšys yra tarp to paties objekto skirtingų valdymo ciklų. Ryšys yra tarp kviečiančiojo valdymo ciklo elemento *Iniciatorius* ir kviečiamojo valdymo ciklo elemento *Iniciatorius*. Nehierarchinio iteracinio ryšio atveju rodyklė $R_{RN} = Iter$ bei $EVC_X = EVC_Y$ ir

$$EVC_X(Veikla_{VX}) \neq EVC_Y(Veikla_{VY});$$

čia $VX \in \{1, \dots, VN\}$ ir $VY \in \{1, \dots, VN\}$:



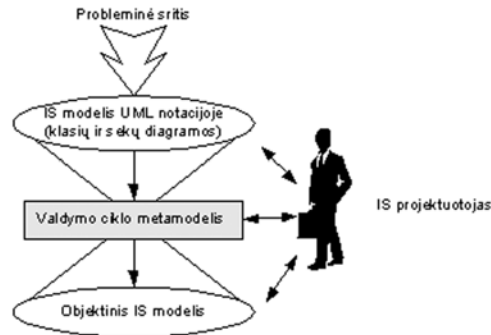
Kartotinis ryšys yra kartotinis to paties valdymo ciklo vykdymas. Ryšys atvaizduojamas pradedant ir baigiant ryšio rodyklę valdymo ciklo elemento *Iniciatorius* išorinėje pusėje. Nehierarchinio kartotinio ryšio atveju rodyklė $R_{RN} = Kart$, bei $EVC_X = EVC_Y$ ir $EVC_X(Veikla_{VX}) = EVC_Y(Veikla_{VY})$:



Šiame poskyryje aprašytų ryšių įvairovė leidžia IS projektuotojui tiksliau pavaizduoti nagrinėjamas probleminės srities procesus ir jų veiklas, nes tikslesnis santykių tarp logiškai susijusių objektų apibrėžimas padeda sukurti tikslesnį IS modelį.

Objektinis IS modeliavimas remiantis valdymo ciklo meta modeliu

MDA modeliavimo architektūra (angl. *model driven architecture*) remiasi tuo, kad kuriant IS modelį į nagrinėjamą probleminę sritį yra žvel-



2 pav. **Principinė objektinio IS modeliavimo remiantis valdymo ciklo meta modeliu schema**

giama per griežtos struktūros (metamodelio) prizmę, nepriklausančią nuo konkrečios IS techninės-programinės realizacijos (OMG, 2003). Šiuo atveju metamodeliu yra laikomas pirmiau aprašytas valdymo ciklas ir hierarchiniai bei nehierarchiniai jo ryšiai.

Kaip matome 2 paveiksle, probleminę sritį apibrėžus UML grafine notacija (tam naudojamos klasių ir sekų diagramos), gautas IS modelis, panaudojus valdymo ciklo metamodelį, gali būti transformuojamas į valdymo ciklo objektinį IS modelį. Metamodelis leidžia pažvelgti į probleminę sritį ir (arba) jau sukurtą IS modelį (UML notacijoje) kiek kitu požiūriu, kai nagrinėjami ne tik probleminės srities objektai, jų atributai ir operacijos bei procesų sekos, bet ir tiksliai apibrėžiami ryšiai tarp objektų bei patys probleminės srities procesai „įstatomi“ į griežtus rėmus – valdymo ciklą.

Išvados

Valdymo ciklo metamodelio naudojimas apibrėžiant objektinius procesus leidžia įvertinti UML grafine notacija neapibrėžiamus arba netiksliai apibrėžiamus objektinius santykius tarp probleminės srities elementų:

1. Griežta valdymo ciklo struktūra lemia probleminės srities analizės trūkumų išryškinimą ir struktūriškai vienodą objektų veiklų veikimo scenarijų.
2. Tikslus objektų hierarchinių ir nehierarchinių ryšių apibrėžimas leidžia tiksliai pavaizduoti santykius tarp objektų.

Metamodelio naudojimas analizuojant probleminę sritį ar UML notacija sukurtą IS modelį leidžia gauti kokybišką (struktūriškai išsamų) IS

modelį. Modifikuotas EVC metodas ateityje galėtų tapti naujos CASE priemonės, skirtos objektiškai modeliuoti informacines sistemas, pagrindu.

LITERATŪRA

- Barr M., Wells C. (1990). Category Theory for Computing Science. Prentice Hall (UK) Ltd.
- Gudas S. (1991a). Organisational System as a Hierarchy of Information Processes, Applications of Artificial Intelligence in Engineering VI (AIENG 91). Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston, p. 1037–1050.
- Gudas S. (1991b). A Framework for Research of Information Processing Hierarchy in Enterprise, Mathematics and Computers in Simulation, no. 33, p. 281–285.
- Gudas S., Valentinavičiūtė D., Žobakas T. (1996). Mokesčių administravimo procesų atvaizdavimas EVC pagalba // Informacinės technologijos.
- OMG Model Driven Architecture (2003). Adresas internete: <http://www.omg.org/mda/specifications.htm>.
- Žobakienė D. (2002). EVC metodo notacijos modifikavimas // Informacinės technologijos verslui-2002. Kaunas.
- Žobakienė D. (2003) Objektinis procesų specifikavimas IS inžinerijoje naudojant formalizuotą struktūrą // Informacinės technologijos verslui-2003. Kaunas.

OBJECT-ORIENTED PROCESS MODELING USING A PROCESS META-MODEL

Diana Žobakienė

S u m m a r y

This article deals with object-oriented specification of process using a meta-model based on EMC (elementary management cycle) method, which plays a role of a formal structure. While examining EMC hierarchy two types of relationships (hierarchical and non-hierarchical) were identified and described. Hierarchical relationships are generalization and aggregation. Non-hie-

rarchical relationships are binary, iteration and repeatable relationships.

EMC hierarchy also has two types – abstract and detailed. In this article the formal description of both types of hierarchies is presented. Object-oriented IS engineering using modified EMC method can allow IS developer to create a more detailed and precise process model.

Įteikta 2003 m. birželio 24 d.

KALBOS ANALIZĖ

Automatizuotas kalbos atpažinimas frikatyvų specifinėms savybėms tirti

Irmantas Kandravičius

Kauno technologijos universiteto daktaras
Kaunas University of Technology, PhD
El. paštas: irmantas.kandravicius@mail.lt,

Marija Žintelytė

Kauno technologijos universiteto daktarė
Kaunas University of Technology, PhD
El. paštas: marija.zintelyte@mail.lt.

*Vienas iš sudėtingesnių sintezės uždavinių – nebalsingųjų priebalsių sintezė. Skirtingų frikatyvų alofonų įtakai kalbos supratimui tirti yra taikomas ekspertinis vertinimas. Tai pakankamai tikslus metodas, tačiau turintis subjektyvumo elementų, kuriuos lemia skirtingą asmeninę patirtį ir savybes turintys ekspertai. Ekspertinio vertinimo metodui papildyti nuspręsta pasitelkti automatizuoto kalbos atpažinimo sistemą. Buvo siekiama eksperimentiškai patvirtinti, kad automatizuotas kalbos atpažinimas tinka vertinti nebalsingųjų priebalsių alofonų panašumą ir nustatyti skirtingų *ch* alofonų įtaką kalbos supratimui, naudojant ekspertinį bei automatizuotą kalbos atpažinimo pagrįstą vertinimą. Atliktų eksperimentų išvados patvirtino, kad: a) automatizuotas kalbos atpažinimas gali būti naudojamas nebalsingojo priebalsio *ch* alofonų panašumų ir skirtumų tyrimui; b) *ch* alofonai skiriasi priklausomai nuo juos supančių balsių.*

Pastaraisiais metais sparčiai plintant kompiuteriams, didėja efektyvių kalbos sintezės ir atpažinimo technologijų poreikis.

Vienas iš pagrindinių visų sintezuojamų kalbų tikslų – prozodijos ir bendro sintezuojamo balso kokybė. Kad užtikrintume reikiamą kalbos sintezės sistemos kokybę, reikia įvertinti sintezuojamos kalbos specifiką, jos fonetinių vienetų ypatumus.

Siekiant atlikti aukštos kokybės lietuvių kalbos sintezę susiduriama su informacijos apie priebalsių akustinius požymius stygiumi (Girdenis A., 1981; Pakerys A., 1995). Vienas iš sudėtingesnių sintezės uždavinių – nebalsingųjų priebalsių sintezė. Atlikus nebalsingųjų priebalsių fonetinę analizę paaiškėjo, kad juos veikia prieš ir po esantys fonetiniai elementai (Žintelytė, 2001a).

Skirtingų alofonų įtakai kalbos supratimui tirti naudojamas ekspertinis vertinimas. Tai pakankamai tikslus metodas, tačiau turintis subjektyvumo elementų, kuriuos lemia skirtingą

asmeninę patirtį ir savybes turintys ekspertai. Ekspertinio vertinimo metodui papildyti nuspręsta pasitelkti automatizuoto kalbos atpažinimo sistemą (Žintelytė, 2001c).

Šiame straipsnyje aprašomais eksperimentais buvo siekiama patvirtinti, kad automatizuotas kalbos atpažinimas tinka vertinti nebalsingojo priebalsio *ch* (toliau žymėsime *x*) alofonų panašumą, ir nustatyti skirtingų *x* alofonų įtaką kalbos supratimui, naudojant ekspertinį bei automatizuotą kalbos atpažinimo pagrįstą vertinimą.

Formalioji gramatika

Automatizuotam kalbos sintezės klausimų sprendimui tikslinga turėti formalią sistemą (Žintelytė, 2001a; Žintelytė, 2001c), nusakančią alofonų tarpusavio santykius galimose jų sekose natūralioje kalboje. Kalbos alfabetą žy-

mėsime $A = \{\alpha\}$; čia $\alpha_i \in A$ gali būti kalbos alfabeto raidė arba raidžių derinys. Toliau α_i apibendrintai vadinsime alfabeto A elementu. Vektoriumi ω_j^i žymėsime konkretų alofoną. Kalboje vartojamos alofonų sekos laiko atžvilgiu. Jei naudosime diskretinę laiko ašį $t = 1, 2, \dots, \lambda$, kur λ yra baigtinis dydis, ir kiekvieną laiko ašies nagrinėjamą tašką sutapatinsime su alofono ištariu ir pažymėsime $\omega(t)$, tai turėsime alofonų seką laiko ašyje, nusakančią kalbos fragmentą: $\omega(1), \omega(2), \dots, \omega(t-1), \omega(t), \omega(t+1), \dots$.

Automatizuotam kokybiškos kalbos sintezės realizavimui svarbu žinoti alofonų priklausomybę nuo konteksto, t. y. $\omega(t) = f(\omega(t-1), \omega(t+1))$, kur $\omega(t-1)$ ir $\omega(t+1)$ jungia prieš ir po $\omega(t)$ esančias alofonų sekų įtakas, t. y. apima istoriją ir ateitį.

Alofoną ω^x nagrinėsime lietuvių kalbos balsių kontekste. Balsių įtaka analizuojama atsižvelgiant į lietuvių kalbos balsių tembro aukštį. Balsių, surūšiuotų pagal tembro aukštį, seka: $u, o, a, e, \acute{e}, i$. Toliau laikysime, kad šios sekos balsiai skiriasi vienas nuo kito viena pozicine eile pagal tembro aukštį (toliau – pozicine eile). Žemo ir aukšto tembro balsių skiriamoji riba eina tarp a ir e .

Nagrinėjami junginiai $(\omega^m(t-1), \omega^x(t), \omega^n(t+1))$, kuriuose $\omega^m(t-1)$ ir $\omega^n(t+1)$ – balsių alofonai, kai $\omega^m(t-1)$ ir $\omega^n(t+1)$ gali būti ir to paties balsio alofonai. Tokiu būdu gaunami 36 skirtingi junginiai ir 36 skirtingi ω^x . Šiuose 36 junginiuose ω^x fonetinis vienetas gali būti suskaidytas į dvi dalis, priklausančias nuo $\omega^m(t-1)$ ir $\omega^n(t+1)$. Šias dalis galima traktuoti kaip atskirus ω^x fonetinius vienetus. Tokiu būdu gaunami 6 skirtingi ω^x fonetiniai vienetai, kuriais remiantis gali būti sudaryti pirmiau minėti 36 junginiai:

$$(\omega^m(t-1), \omega^{x'}(t), \omega^{x''}(t), \omega^n(t+1)),$$

čia $(\omega^{x'}(t), \omega^{x''}(t)) = \omega^x(t)$, o $\omega^{x'}(t)$ ir $\omega^{x''}(t)$ gali būti ir tie patys ω^x fonetiniai vienetai. Šiame straipsnyje aprašyti eksperimentais bus nagrinėjama 6 ir 36 ω^x alofonų gramatika.

Vertinimas automatizuotu kalbos atpažinimu

Automatizuoto kalbos atpažinimo eksperimentų metu fonetinių vienetų ω^x panašumas buvo vertintas pasitelkiant automatinio kalbos atpažinimo sistemos, naudojančios paslėptąsias Markovo grandines, modelį. Atskirų fonetinių vienetų ω^x tarpusavio panašumas buvo vertintas analizuojant atpažinimo sistemos klaidų priežastis, atrenkant dažniausiai tarpusavyje painiojamus ω^x .

Eksperimentų metu buvo sudarytas automatinio kalbos atpažinimo sistemos modelis ir fiksuojami šio modelio kalbos atpažinimo tikslumo įverčiai. Toliau pateikiama eksperimentus aprašanti informacija.

Atpažinimo sistema buvo sumodeliuota naudojant *Entropic HTK v.2.2* programų paketą.

Eksperimentams atlikti sudarytas fonetinių vienetų junginių $(\omega^m(t-1), \omega^x(t), \omega^n(t+1))$ garsynas. Jį sudaro 10 diktorių ištartų 180 frazių, o kiekvieną frazę – 12 fonetinių vienetų junginių (Žintelytė, 2001b).

Garsyno signalai diskretizuoti 16 kHz dažniu. Signalų paruošimo etapu buvo atliekamas pradinis filtravimas (*preemphasis*; koef. = 0,97). Naudota 25 ms pločio Hemingo (*Hamming*) lango funkcija ir 10 ms postūmis (Kandratavičius, 2001a).

Atpažinimo sistemos analizei buvo parinkti $MFCC+0+delta+delta-0+delta-delta+delta-delta+0$ (melų dažnio kepstro ir laiko išvestinės koeficientai $MFCC_0_D_A_Z$ – iš viso 39) parametrų vektoriai, atsižvelgiant į rezultatus ankstesnių eksperimentų, kurių metu buvo analizuojama parametrų įtaka kalbos atpažinimo sistemos atsparumui triukšmams (Kandratavičius, 2000; Kandratavičius, 2001b). Ankstesnė analizė ir eksperimentų rezultatai parodė, kad melų dažnio kepstro koeficientai yra atsparesni triukšmams, juos naudojant gaunami geriausi atpažinimo rezultatai (Kandratavičius, 2000).

Paruoštų melų dažnio kepstro parametrų vektorių atsparumas triukšmams buvo didinamas *CMS* normalizavimo metodu (Kandratavičius, 1999). Šis metodas parinktas pagal triukšmų įtakos kompensavimo metodų eksperimentinių taikymų rezultatus (Kandratavičius, 1999; Kandratavičius, 2001b). Pagrindinis šio metodo

pranašumas – efektyvumas, t. y. atliekant nesudėtingus skaičiavimus labai padidėja nerealaus laiko kalbos atpažinimo sistemos darbo tikslumas.

Fonetinei atpažinimo sistemai buvo parinkti penki būsenų nuo konteksto nepriklausantys paslėptųjų Markovo grandinių (*Hidden Markov Models* – HMM) modeliai, vienodi visiems fonetiniams vienetams, aprašyti vienu Gauso pasiskirstymo mišiniu (Rabiner, Juang, 1993).

Atpažinimo sistemos darbo analizei (mokymui, atpažinimui, rezultatų analizei) buvo naudojama dviejų tipų gramatika:

- kai $(\omega^m(t-1), \omega^x(t), \omega^n(t+1))$ – 36 skirtingi fonetiniai vienetai ($36\omega^x$);
- kai $(\omega^m(t-1), \omega^{x'}(t), \omega^{x''}(t), \omega^n(t+1))$ – 6 skirtingi fonetiniai vienetai ($6\omega^x$).

Mokymui naudoti du skirtingi metodai (Rabiner, Juang, 1993): *Baum-Welch* algoritmas (atpažinimo rezultatai fiksuoti atlikus 7 mokymo iteracijas) ir *Viterbi* algoritmas, mokymo metu analizuojantis izoliuotus fonetinius vienetus, gautus segmentavimo būdu (Kandratavičius, 2001a; Žintelytė, 2001b).

Siekiant maksimaliai padidinti atpažinimo sistemos darbo tikslumą, buvo testuojami visi sistemos mokymui naudoti fonetinių vienetų junginiai.

Atpažinimo sistemos darbo tikslumo įvertis (*Atp.Tikslumas%*) procentais skaičiuojamas pasitelkiant formulę:

$$\text{Atp.Tikslumas}\% = \frac{N-K}{N} \cdot 100\%;$$

čia N – bendras testavimui naudotose frazėse ištartų žodžių skaičius; K – klaidų (neteisingai atpažintų fonetinių junginių) skaičius.

Eksperimentų rezultatai, gauti analizuojant atpažinimo sistemos darbą skirtingomis gramatikomis ir skirtingais mokymo scenarijais, pateikiami lentelėje.

Nagrinėjant atpažinimo sistemos darbo rezultatus, buvo atlikta atpažinimo klaidų analizė. Rezultatams palyginti visi $36\omega^x$ fonetinių vienetų atpažinimo tikslumo įverčiai buvo transformuoti į $6\omega^x$ gramatiką ir skaičiuojamas aritmetinis *Atp.Tikslumas%* vidurkis. Apibendrinti automatizuoto atpažinimo eksperimentų rezultatai pateikiami 1 pav. (čia, pvz., *uxu* žymi ω^x , paimtą iš $(\omega^u(t-1), \omega^x(t), \omega^u(t+1))$).

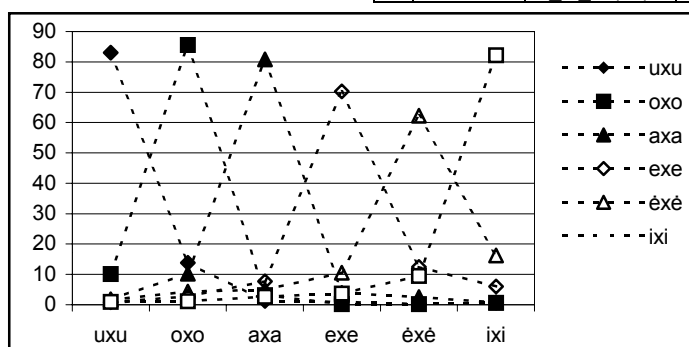
Apibendrinus visų šio tipo eksperimentų rezultatus buvo padarytos šios išvados:

Analizuojant ω_k^x ir ω_l^x alofonus, kai $|k-l|=1$, gauta 8,2% klaidų, kai $|k-l|=2$, – 2,9% klaidų, kai $|k-l|>2$, – 1,2% klaidų; čia k ir l – pozicinės eilės indeksai.

Pozicinėje eilėje gretimi alofonai ω^x yra dažniausiai atpažįstami klaidingai, t. y. jie labiausiai panašūs.

Lentelė. Atpažinimo rezultatai

	Gramatika	Parametrų vektoriai (ilgis)	Baum-Welch Atp. Tikslumas %	Viterbi Atp. Tikslumas %
1	$36\omega^x$	MFCC_0_D A_Z (39)	78	77
2	$6\omega^x$	MFCC_0_D A_Z (39)	80	75



1 pav. Apibendrinti automatizuoto atpažinimo eksperimentų rezultatai (procentais)

Ekspertinis vertinimas

Eksperinio vertinimo eksperimentai buvo atliekami su realiais arba dirbtinai sukurtais naujadarais daugiaskiemieniais žodžiais, kuriuose yra trijų garsų (ω^x balsių kontekste) junginiai. Šiuose žodžiuose diktorių ištartų fonetinių vienetų ω^x tarpusavio panašumo analizė buvo atlikta remiantis ekspertiniu klausytojų vertinimu.

Eksperimentuose dalyvavo 10 klausytojų, kurie klausė 108 (3 eksperimentai po 36 daugiaskiemenius žodžius) įrašus. Vieną įrašą sudaro pirminio ir antrinio žodžių pora. Žodžiai turėjo pirmiau minėtus trijų garsų junginius. Pirminiai žodžiai eksperimente laikomi žodžio tarimo etalonais. Antrinio žodžio ω^x , (toliau – keičiamas ω^x) pakeistas ω^x , perkeltu iš specialiai parinkto žodžio (toliau – perkeliamas ω^x), kurio ω^x kontekstas atitinka keliamus reikalavimus. Pateiksime įrašo pavyzdį: $\text{ša}\omega_1^x \text{ as}$, $\text{ša}\omega_2^x \text{ as}$; kur perkeliamas ω_2^x paimtas iš žodžio $\text{psi}\omega_2^x \text{ ika}$. Čia keičiamas ω_1^x žodžio šachas etaloninis priebalsis.

Klausytojai klausė ir lygino pirminius ir antrinius žodžius, kai pastarieji yra pirminiai žodžiai po pakeitimo (pirminiai žodžiai su iš kito konteksto perkeltu priebalsio ω^x). Išvados gautos apibendrinus klausytojų nuomones.

Buvo vertinama, kaip pasikeitė antriniame žodyje tariamas ω^x , lyginant su etalonu – pirminiu žodžiu, atlikus ω^x pakeitimą. Klausytojai savo nuomonę pateikė užpildydami anketą.

Antrinio žodžio priebalsio ω^x ir pirminio žodžio priebalsio ω^x atitiktį jie vertino penkiais balais: puikiai (1); gerai (2); patenkinamai (3); blogai (4); labai blogai (5).

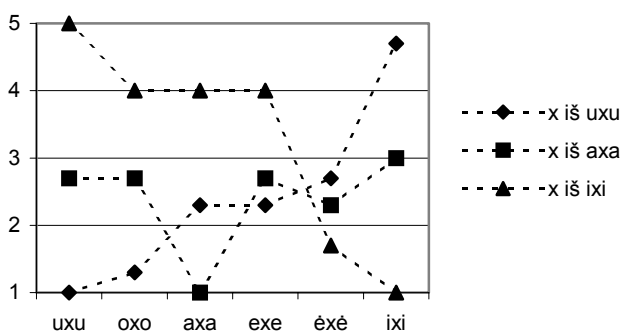
Eksperimento metu buvo siekiama nustatyti, kaip klausytojas reaguoja į perkeliama ω^x , paimtą iš galimų kraštinių variantų – aukščiausio ir žemiausio tembro balsių konteksto, ir paimtą iš pozicinės eilės pagal tembro aukštį viduryje esančio a balsio ($\omega^a(t-1)$, $\omega^a(t+1)$) konteksto. Dalis rezultatų (parodyti tik tie atvejai, kai keičiamo ω^x prieš ir po esantys balsiai yra tapatūs) pateikiami 2 paveiksle.

Apibendrinus visų šio tipo eksperimentų rezultatus buvo padarytos šios išvados:

Kai perkeliamas ω^x paimamas iš aukšto tembro balsių konteksto, klausytojas, klausydamas antrinį žodį, jaučia labiau nekokybišką tarimą, nei kai perkeliamas ω^x paimamas iš žemo tembro balsių konteksto. Klausytojų įvertinimai:

- perkeliamas ω^x iš konteksto ($\omega^u(t-1)$, $\omega^x(t)$, $\omega^u(t+1)$) – 42% įrašų ≤ 2 ;
- perkeliamas ω^x iš konteksto ($\omega^i(t-1)$, $\omega^x(t)$, $\omega^i(t+1)$) – 11% įrašų ≤ 2 ;
- perkeliamas ω^x iš konteksto ($\omega^a(t-1)$, $\omega^x(t)$, $\omega^a(t+1)$) – 44% įrašų ≤ 2 .

Klausytojai palankiausiai vertino perkeliama ω^x , paimto iš ($\omega^a(t-1)$, $\omega^x(t)$, $\omega^a(t+1)$) konteksto, antrinius žodžius. Šiuo atveju suminis vertinimas (visų 36 antrinių žodžių tarimų



2 pav. Ekspertinio vertinimo rezultatai

vertinimų aritmetinis vidurkis) mažiausias, t. y. antrinių žodžių tarimai artimiausi (panašiausi) etaloninių žodžių tarimams.

Ekspertinių įverčių pasiskirstymas atitinka automatizuoto kalbos atpažinimo sistemos darbo tikslumo įverčių pasiskirstymą. Automatizuoto kalbos atpažinimo sistemos darbo tikslumo įvertis, kaip ir ekspertiniai įverčiai, rodo analizuojamų alofonų panašumą (žr. 1 ir 2 pav.). Tai rodo, kad ekspertinio vertinimo ir automatizuoto kalbos atpažinimo eksperimento rezultatai yra susiję.

Šios išvados patvirtino prielaidą, kad automatizuotas kalbos atpažinimas gali būti naudojamas friktyvų alofonų panašumams ir skirtumams tirti.

Išvados

Įvertintas automatizuoto kalbos atpažinimo tinkamumas nebalsingojo priebalsio *ch* alofonų panašumui nustatyti ir skirtingų *ch* alofonų įta-

ka kalbos supratimui. Tam buvo naudoti du skirtingi metodai: automatizuoto kalbos atpažinimo ir ekspertinio vertinimo.

Atliktų eksperimentų išvados atskleidžia, kad ekspertinio vertinimo ir automatizuoto kalbos atpažinimo eksperimento rezultatai yra susiję. Tiek ekspertinio vertinimo, tiek automatizuoto kalbos atpažinimo eksperimento rezultatai patvirtino, kad *ch* alofonai skiriasi priklausomai nuo konteksto, t. y. nuo juos supančių balsių. Automatizuoto kalbos atpažinimo rezultatai rodo, kad pozicinėje eilėje greta esantys *ch* alofonai yra labiausiai panašūs. Šiuos rezultatus patvirtino ekspertinio vertinimo išvados: skirtingi *ch* alofonai skiriasi tuo labiau, kuo labiau skiriasi jų konteksto balsių tembro aukštis. Ekspertiniu vertinimu nustatyta, kad *ch* skirtumai turi įtakos kalbos suprantamumui.

Šios išvados patvirtino prielaidą, kad automatizuotas kalbos atpažinimas gali būti naudojamas tiriant nebalsingojo priebalsio *ch* alofonų panašumus ir skirtumus.

LITERATŪRA

- Girdenis A. (1981). Fonologija. Vilnius: Mokslo.
- Kandravičius I. (1999). Kalbos atpažinimas kompiuterinėje telefonijoje // Informacinės technologijos'99. Kaunas: Technologija, p. 221–225.
- Kandravičius I. (2000). Kalbos signalų parametrų sekos ir jų atsparumas triukšmams // Informacinės technologijos'2000. Kaunas: Technologija, p. 162–166.
- Kandravičius I. (2001a). Lietuvių šnekamosios kalbos garsynas *LTDIGITS*: paruošimas, atpažinimo rezultatai // Informacinės technologijos'2001. Kaunas: Technologija.
- Kandravičius I. (2001b). Telefono kanalo įtakos kompensavimas realaus laiko kalbos atpažinimo sistemose // Informacijos mokslai, t. 18, Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Pakerys A. (1995). Lietuvių kalbos fonetika. Vilnius: Žara.
- Rabiner L., Juang B.-H. (1993). Fundamentals of Speech Recognition. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Žintelytė M. (2001a). Fonetinės specifikos įtaka aukštos kokybės kalbos sintezei // Informacinės technologijos'2001. Kaunas: Technologija.
- Žintelytė M. (2001b). Analysis Methods of Lithuanian Fricatives Phonetic Characteristics // Informacinės technologijos ir valdymas, Nr. 3 (20), p. 56–60.
- Žintelytė M., Kandravičius I. (2001c). Synthesized Fricative *ch* Specific Features and Influence on Speech Quality Analysis // Informatica, vol. 12, no. 3.

FRICATIVE CONSONANTS' SPECIFIC FEATURES RESEARCH USING AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION

Irmantas Kandratavičius, Marija Žintelytė

S u m m a r y

One of the main speech synthesis problems is synthesis of unvoiced fricatives. Expert evaluation method can be used for analysis of different allophones influence to speech understanding. This method gives correct results but has the subjective elements that depend on experts' personal characteristics and experience. Automatic speech recognition was used to improve expert evaluation method.

The experiments, which were done in order to approve that automatic speech recognition is suitable for allophones resemblance analysis and to evaluate the re-

semblance between two different *x* allophones, are described. For this reason the experiments based on expert evaluation and automatic speech recognition were carried out.

Experiment's results corroborated that a) automatic speech recognition can be used for fricative *ch* allophones resemblance evaluation; b) *ch* allophones differ and depend from the context, i.e. from neighbouring vowels, different *ch* allophones have influence on speech intelligibility.

Įteikta 2003 m. birželio 25 d.

KOMPIUTERIS IR SVEIKATA

Elektromagnetinių laukų kompiuterizuotose darbo vietose įtaka sveikatai

Pranas Kanapeckas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. prof.
Tel. (8 37) 30 03 86, faks. (8 37) 30 03 90
El. paštas: pranas.kanapeckas@ktu.lt

Vytautas Petrauskas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. prof.
Tel. (8 37) 30 03 90, faks. (8 37) 30 03 90
El. paštas: vypet@soften.ktu.lt

Stasys Maciulevičius

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. prof.
Tel. (8 37) 30 03 96, faks. (8 37) 30 03 90
El. paštas: stasys.maciulevicius@ktu.lt

Algis Valys

Kauno technologijos universiteto lektorius
Kaunas University of Technology, Lecturer
Tel. (8 37) 30 03 86, faks. (8 37) 30 03 90
El. paštas: algis.valys@ktu.lt

Alfredas Otas

Kauno technologijos universiteto docentas
Kaunas University of Technology, Assoc. prof.
Tel. (8 37) 30 03 87, faks. (8 37) 30 03 90
El. paštas: otas@viesulas.ktu.lt

Straipsnyje nagrinėjama kompiuterizuotoje darbo vietoje susidaranti elektromagnetinė spinduliuotė ir aptariamus galimas neigiamas jos poveikis žmogaus sveikatai. Net palyginti nedidelė elektromagnetinė spinduliuotė gali tapti rimtu rizikos veiksniu sveikatai, jei nuolat būnama kompiuterių aplinkoje.

Problema

Darbo kompiuterių aplinkoje problemos tampa vis aktualesnės. Daugėja kompiuterizuotų darbo vietų, atsiranda naujos kompiuterių klasės mokyklose, vis daugiau ekonominių, valdymo, projektavimo, mokymo, kūrybos uždavinių padeda spręsti intelektualaus darbo įrankis – kompiuteris. Plinta namų ūkiuose naudojami kompiuteriai, kompiuterių aplinkoje vis daugiau laiko leidžia jaunieji piliečiai – pastebima aiški kompiuterių vartotojų jaunėjimo tendencija.

Vis dažniau masinis kompiuterio vartotojas kelia klausimus apie kompiuterizuotos darbo vietos įtaką sveikatai. Medicinos, ergonomikos, darbo higienos specialistų publikacijos rodo, kad kompiuteris darbo vietoje – tai potencialus rizikos veiksnys sveikatai. Būtina atsižvelgti į tai, kad kompiuterinės įrangos poveikis visą dieną kompiuterio aplinkoje praleidžiančio darbuotojo sveikatai yra nuolatinis ir ilgalaikis. Tai parodo labiausiai kompiuterizuotos pasaulio valstybės JAV situacija, kai pablogėjo daugelio kompiuterių aplinkoje dirbančių žmonių

sveikata. Darbo ministerijos duomenimis, vien kompensacijoms už vadinamuosius „pasikartojančius traumuojančius poveikius prie kompiuterio“ kasmet skiriama 100 milijardų dolerių (Afanasjev, 2002). Taigi problema iš tiesų labai rimta.

Vienas iš rizikos veiksnių dirbančio kompiuterizuotoje darbo vietoje asmens sveikatai – elektromagnetinė spinduliuotė (Spinduliuotė, 2001).

Elektrosmogas kompiuterizuotoje darbo vietoje

Kompiuterinės įrangos gamintojams keliama gana griežti reikalavimai, susiję su elektromagnetine spinduliuote, todėl darbo vietoje kompiuterinės įrangos skleidžiami elektromagnetiniai laukai turėtų būti silpni ir neviršyti rekomenduojamo lygio. Pastaruoju metu atkreiptas dėmesys į pašalinių elektromagnetinių laukų, ypač pramoninio dažnio, kenksmingumą. Elektromagnetinių laukų kompiuterizuotose darbo vietose tyrimais, nustatyti pagrindiniai elektromagnetinių laukų šaltiniai. Šie šaltiniai ir jų kuriamų laukų intensyvumas pateikiami 1 lentelėje (Champs, 1999).

Iš lentelės duomenų matyti, kad darbo vietose bendrajame elektromagnetinio lauko intensyvumui didelę įtaką turi pastatų metalinės

1 lentelė. Pagrindiniai žemojo dažnio elektromagnetinių laukų šaltiniai

Spinduliavimo šaltiniai	Jų pasiskirstymas darbo vietose (%)	Magnetinio lauko (50 Hz) srauto tankis (μT)
Kabelinės linijos	47,4	53,3
Skirstomieji įrenginiai	22,8	33,6
Pastatų metalinės konstrukcijos	15,6	15,2
Transformatoriai	8,4	8,8
Elektros perdavimo oro linijos	3,5	1,2
Pastovaus maitinimo šaltiniai	1,3	3,0

konstrukcijos (armatūra, metaliniai vamzdžiai ir t. t.), kuriose indukuotos elektros srovės sukuria magnetinį lauką. Į tai būtina atkreipti dėmesį projektuojant ir įrengiant darbui skirtas patalpas. Statistiškai nustatyta, kad dauguma patalpų patenka į 0,2–0,4 μT intensyvumo zoną (Champs, 1999).

Pasaulio sveikatos organizacija (PSO) 2001 m. spalį informaciniame pranešime („Electromagnetic fields and public health. Extremely low frequency fields and cancer“) teigia, kad ilgą laiką veikiantys pramoninio dažnio magnetiniai laukai, kurių magnetinio lauko tankis viršija 0,3–0,4 μT , gali tapti aplinkos konkerogeniniu veiksniu (Pramoninio, 2001). PSO paskelbtoje tarptautinėje programoje (1996–2005) teigiama: „Manoma, kad vėžio plitimas, elgesio pokyčiai, atminties praradimas, Parkinsono ir Alzheimerio ligos, ŽIV, sveiko kūdikio staigios mirties atvejų ir savižudybių daugėjimas netai yra elektromagnetinių laukų poveikio rezultatas“. Todėl PSO rekomenduoja visomis įmanomomis priemonėmis sumažinti pramoninio dažnio magnetinių laukų poveikį žmogaus organizmui.

Tyrimai, publikacijos

Daugelyje šalių atliekami ilgalaikiai tyrimai, kurių rezultatai yra labai įvairūs ir nevienareikšmiai. Beveik visi mokslininkai konstatavo, kad pramoninio dažnio elektromagnetinių laukų lygis susijęs su galimybe susirgti vėžiu vaikams. 2001 metais pasirodžiusioje publikacijoje (PSO) teigiama, kad padvigubėja tikimybė vaikams susirgti leukemija, kai juos nuolat veikia pramoninio dažnio magnetinis laukas, kurio srauto tankis yra nuo 0,3 iki 0,4 μT .

Šaltinyje (Champs, 1999) nurodomi tokie magnetinių laukų sukelti rizikos veiksniai vaikų sveikatai:

- kai magnetinis laukas nuo 1 iki 10 mA/m^2 , pasireiškia biologinė reakcija mažamečiams;
- kai magnetinis laukas nuo 10 iki 100 mA/m^2 , gali sutrikti rega ir nervų sistema;

- kai magnetinis laukas nuo 100 iki 1000 mA/m², gali atsirasti audinių ląstelių pažeidimų;
- kai magnetinis laukas daugiau 1000 mA/m², pasireiškia didelis pavojus sveikatai.

Ispėjimas dėl pramoninio dažnio magnetinių laukų pavojingumo buvo suformuluotas ir dokumente ADI 478, kurį parengė Švedijos nacionalinis apsaugos nuo spinduliavimo institutas, Nacionalinė statybų ir planavimo taryba, Nacionalinė sveikatos ir socialinio aprūpinimo taryba. Jame rekomenduojama, kad normalus kintamojo magnetinio lauko srauto tankis turi būti ne didesnis kaip 0,2 μT.

Pagal kenksmingumą žmogaus sveikatai darbo aplinkos veiksmų klasifikacijoje nurodyti tik elektrostatinio ir elektrinio pramoninio dažnio (50 Hz) laukų lygiai. Daugelio valstybių ir tarptautinių organizacijų priimtose normose elektromagnetinio spinduliavimo leidžiamos reikšmės nurodomos darbo vietoms, o nuolat būnantiems tokioje aplinkoje gyventojams tokios reikšmės nenurodomos arba nurodomos artimos reikšmės darbo vietose. Remiantis

įvairių šaltinių (Champs, 1999; Lietuvos, 2001) informacija 2 lentelėje pateikiamos pramoninio dažnio elektromagnetinio spinduliavimo leidžiamos normos.

Lietuvoje priimtoje kenksmingų darbo aplinkos veiksmų klasifikacijoje (Higieninė, 1999) pramoninio dažnio elektriniams laukams nustatytos reikšmės nuo 6,0 iki 9,0 kV/m (tai labai didelės normos), o magnetinis laukas net neįtrauktas į kenksmingų veiksmų sąrašą.

Tarptautinė nejonizuojančiojo spinduliavimo komisija (*International Commission on Non-Ionizing Radiation*) parengė buvimo elektromagnetinių laukų aplinkoje nuostatas (Guidelines, 1998), kurios apibrėžia apsaugą nuo žinomų neigiamų poveikių sveikatai.

Leidžiami elektrinių ir magnetinių laukų stipriai nustatyti remiantis kai kurių dažnių laboratorinių bandymų rezultatais bei matematinio modeliavimo ir ekstrapoliavimo metodais – kitoms dažnių reikšmėms. Magnetinio lauko modelyje kūnas pasižymi homogenišku ir izotropiniu laidumu, o įvairiuose organuose ir kūno srityse indukuotų srovių stipriui apskaičiuoti naudojami žiediniai laidumo kontūrų modeliai.

2 lentelė. *Pramoninio dažnio elektromagnetinių laukų leidžiamos normos*

Valstybės ar organizacijos	Gyvenamosiose patalpose		Darbo vietose	
	Elektr. l., kV/m	Magn. l., μT	Elektr. l., kV/m	Magn. l., μT
ICNIRP ¹ (1998)	4,16	0,0833	6,33	0,4166
ACGIH ² (1996)			25,0	1,0
CENELEC ³ (1995)	8,333	0,533	25,0	1,333
NRPB ⁴ (1993)	10,0	1,333	10,0	1,333
NH&MRC ⁵ (1989)	5,0	0,1	10,0	0,5
Vokietija (1989)	20,6	5,0	20,6	5,0
Rusija (1975) (1985)			5,0	1,76
Lenkija (1980)			15,0	
Lietuva (2001)			25–5,3*	0,7–4,0*

¹ ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

² ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienist

³ CENELEC – Committee European de Normalization ELECTrotechnique

⁴ NRPB – National Radiological Protection Board

⁵ NH&MRC – National Health & Medical Research Council (Sante nationale et Conseil de recherches medicales)

* Priklauso nuo darbo toje aplinkoje trukmės

Srovės tankis J gaunamas iš Faradėjaus indukcijos dėsnio:

$$J = \pi R f \sigma B;$$

čia: B – magnetinio srauto tankis, R – indukuojamos srovės kilpos spindulys, f – lauko dažnis, σ – medžiagos laidumas. Sudėtingesniuose modeliuose naudojamas elipsinis metodas, siekiant tinkamai pavaizduoti liemenį ar visą kūną indukuojamų srovių paviršiniams tankiams įvertinti. Jeigu paprastumo dėlei laikytume, kad homogeninis laidumas lygus 0,2 S/m, tai 50 Hz magnetinis srautas, kurio tankis 100 μT , kūno paviršiuje sukels 0,2–2 mA/m^2 tankio srovės.

Elektrinio lauko modelyje reikia įvertinti, kad paviršiaus krūvio tankis gali smarkiai kisti priklausomai nuo kūno didumo, formos bei padėties lauko atžvilgiu. Sinusoidės formos elektriniams laukams, kai dažnis neviršija 10 MHz, indukuotos srovės tankio amplitudė didėja didėjant dažniui. Srovės tankis įvairiai pasiskirstęs kūne ir santykinai didžiausias kaklo ir kulkšnių srityje – 5 kV/m laukas blogiausiu atveju indukuoja 2 mA/m^2 srovės kaklo ir liemens srityje, jei elektrinio lauko vektorius lygiagretus su kūno ašimi. Leidžiamų elektrinių ir magnetinių laukų stipriai bendruoju atveju gauti atsižvelgiant į įvairius veiksniai:

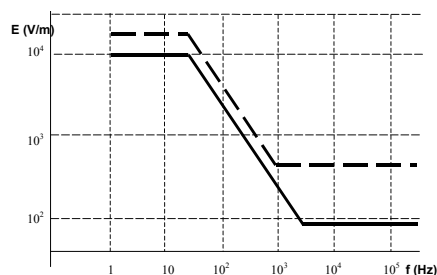
- 1 kHz neviršijančių dažnių srityje bendrą atvejį atitinkančios elektrinių ir magnetinių laukų stiprių reikšmės sudaro pusę profesiniam atvejui nustatytų reikšmių. 10 kV/m reikšmė 50 Hz dažniui (arba 8,3 kV/m reikšmė 60 Hz dažniui) profesiniu atveju turi pakankamą atsargą, kad bet kuriuo atveju būtų išvengta stimuliacijos efektų, kylančių dėl kontaktinių srovių. Todėl 5 kV/m reikšmė 50 Hz dažniui (arba 4,2 kV/m reikšmė 60 Hz dažniui) bendruoju atveju patikimai apsaugo nuo neigiamų netiesioginių poveikių 90% asmenų.
- Žemųjų dažnių srityje (iki 100 kHz) bendrą atvejį atitinkančios elektrinių ir magnetinių laukų stiprių reikšmės sudaro penktadalį profesiniam atvejui nustatytų reikšmių.

Leidžiamų stiprių reikšmės, apibendrintos spinduliavimo veikiamam visam asmens kūnui, pateikiamos 1 ir 2 paveiksluose.

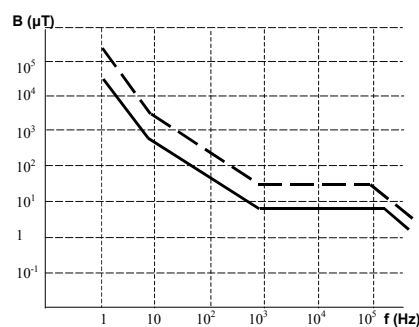
Žinoma, kad vaizduokliai su elektroniniais vamzdeliais (kineskopais) yra jautrūs išoriniams magnetiniams laukams (Afanasjev, 2002.). Kai pramoninio dažnio magnetinio lauko fonas padidėjęs, tokių vaizduoklių ekrane matomi erdviniai vaizdo nestabilumai (vaizdas virpa ar laike periodiškai iškraipomas). Tai magnetinio lauko poveikis vaizduoklio ergonominiams parametrams ir netiesioginis poveikis žmogaus sveikatai, dėl kurio sumažėja darbingumas, nukenčia rega.

Nustatyta, kad vaizduoklių vaizdas virpa esant 500 μT ir didesniems magnetiniams laukams.

Todėl 110:2001 HN Lietuvos higienos normoje pramoninio dažnio elektromagnetiniam laukui darbo vietose nurodytos leidžiamos vertės netinka kompiuterizuotoms darbo vietoms. Vis dėlto remiantis šiomis normomis projektuojamos patalpos, kuriose įrengiamos kompiuterizuotos darbo vietos. Sertifikuojant vaizduoklius jautrumas



1 pav. Leidžiami elektrinių laukų stipriai (išsistinė linija – bendrieji, punktyrinė – profesiniai)



2 pav. Leidžiami magnetinių laukų stipriai (išsistinė linija – bendrieji, punktyrinė – profesiniai)

išoriniams magnetiniams laukams netikrinamas. Šiuo atveju nepažeidžiamas nė vienas iš galiojančių normatyvinių dokumentų ir nėra kam pateikti pretenzijų. Tenka pripažinti, kad per mažai dėmesio skiriama elektromagnetinės spinduliuotės kompiuterizuotoje darbo vietoje pavojingumui nustatyti ir jam sumažinti. Dažniausiai šia problema susirūpinama tik elektromagnetinės spinduliuotės lygiui pasiekus ribą, kai jau iškraipomas vaizdas ekrane. Aišku, jei spinduliuotės stipris veikia vaizdo stabilumą, jis veikia ir darbuotojo organizmą. Dar mažiau dėmesio kompiuterizuotų darbo vietų įrengimui skiriama instaliuojant namų kompiuterius. Čia susidaro dvejopa problema: apsidžiaugiama kompiuteriu, o jo keliamo pavojaus sveikatai lygis nežinomas, todėl patariama nepamiršti elektros mogo kompiuterizuotoje darbo vietoje problemos, darbe ar namų aplinkoje instaliuojant kompiuterius. Plačiau apie tai interneto svetainėje: www.kompirsveikata.lt.

Išvados

Kompiuterizuotose darbo vietose žmogaus sveikatai didesnę įtaką daro ne kompiuterių ir

kompiuterinės įrangos skleidžiami elektromagnetiniai laukai, o išoriniai, ypač pramoninio dažnio, elektromagnetiniai laukai. Tyrimai parodė, kad stipriausi elektromagnetinio spinduliuotės šaltiniai yra pastatų elektros tiekimo sistemos, turinčios nuotėkio sroves, todėl seną elektros tinklo instaliaciją būtina pakeisti nauja.

Biologinis poveikis pasireiškia veikiant ilgą laiką 200 μ T ir stipresniems pramoninio dažnio magnetiniams laukams. Tokie laukai būdingi daugumai darbo vietų.

Tarptautinės sveikatos organizacijos rekomenduoja pramoninio dažnio elektromagnetinių laukų atžvilgiu vykdyti išpėjamąją politiką: juos kontroliuoti ir analizuoti elektromagnetinę spinduliuotę darbo vietose.

Siekiant apsaugoti nuo pramoninio dažnio magnetinių laukų darbus, reikia kompleksiskai nustatyti elektromagnetinę spinduliuotę įvairiu darbo laiku, analizuoti pramoninio dažnio elektromagnetinių laukų šaltinių darbo režimus, parengti apsaugos priemones.

Būtina užtikrinti nekenksmingus elektromagnetinių laukų lygius namų aplinkoje, kompiuterių klasėse, kuriose daug dirba vaikai.

LITERATŪRA

- Afanasjev A., Kricevskij V. I. (2002). Vaizduoklių elektromagnetinio jautrumo pramoninio dažnio 50 Hz magnetiniams laukams tyrimas (rusų k.). Adresas internete: <http://www.ciklon.ru/computer/publik/p4.htm> [žiūrėta 2003-05-23].
- Champs (1999). Champs electriques et magnetiques de frequence extremement basses (50/60Hz). Adresas internete: <http://www.hcsc.gc.ca/francais/vsv/environnement/magnetique.html> [žiūrėta 2003-05-23].
- Genys E., Petrauskas V. (2002). Kompiuterizuotų darbo vietų higieninis įvertinimas Kauno apskrityje // Informacinės technologijos'2002: konf. pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 431-437.
- Guidelines (1998). Guidelines for Limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz) // Health Phys., vol. 75(4), p. 442. Adresas internete: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>.
- Higieninė (1999). Higieninė kenksmingų darbo aplinkos veiksmų klasifikacija // Valstybės žinios, 1999, nr. 3-78.
- Lietuvos (2001). Lietuvos higienos normos HN 110:2001. „Pramoninio dažnio (50Hz) elektromagnetinis laukas darbo vietose. Parametrų leidžiamos skaitinės vertės ir matavimo reikalavimai“ // Valstybės žinios, 2001, nr. 660/147.
- Kompiuterių (2001). Kompiuterių kenksmingumas ir kaip jį sumažinti (rusų k.). Adresas internete: www.hpage.nm.ru/zdorov/comp.htm [žiūrėta 2003-05-23].
- Pramoninio (2001). Pramoninio dažnio magnetiniai laukai profesionalaus darbo sąlygomis: patirtis, kontrolė ir apsauga. (rus.k.). Adresas internete: <http://www.tesla.ru/elfield.shtml> [žiūrėta 2003-05-23].

EXAMINING OF ELECTROMAGNETIC FIELDS HAVING INFLUENCE OVER HEALTH OF INDIVIDUALS WORKING ON COMPUTERIZED WORKPLACES

Pranas Kanapeckas, Stasys Maciulevičius, Alfredas Otas, Vytautas Petrauskas, Algis Valys

S u m m a r y

Some aspects of electromagnetic radiation in computerized workplaces are examined in this paper. Negative influence over user's health is shown. Even relative small levels of electromagnetic radia-

tion can form a serious risk factor over individuals health because of long-term exposure in electromagnetic fields.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

PROGRAMAVIMAS IR PROGRAMINĖ ĮRANGA

Antivirusinės programos „Dr.Web“ lokalizavimas ir naudojimas mokyklose

Valentina Dagienė

Matematikos ir informatikos instituto docentė,
matematikos mokslų daktarė
Institute of Mathematics and Informatics Assoc.
prof., PhD
Akademijos g. 4, LT–2600 Vilnius
Tel. (370–5) 210 9732, faks. (370–5) 272 9209
El. paštas: dagiene@ktl.mii.lt

Viktoras Dagys

Matematikos ir informatikos instituto vyresn.
inžinierius
Institute of Mathematics and Informatics, Senior
engineer
Akademijos g. 4, LT–2600 Vilnius
Tel. (370–5) 210 9320, faks. (370–5) 272 9209
El. paštas: dagys@ktl.mii.lt

Straipsnyje nagrinėjami antivirusinės programos „Dr.Web“ lokalizavimo ir naudojimo bendrojo lavinimo mokyklose klausimai. Trumpai aptariama „Dr.Web“ paketo sandara ir pagrindinės savybės, reikšmingos švietimui, apžvelgiamos programos nuostatos bei parinktys. Pateikiamos rekomendacijos į informacinių technologijų kursą įtraukti konkrečias temas, skirtas informacijos apsaugai.

Tarptautinės kompiuterių saugumo asociacijos (ICSA – <http://www.icsalabs.com/>) duomenimis, nuo 1997 m. kompiuteriai kasmet užkrečiami dvigubai didesniu virusų skaičiumi. Didžiausią pavojų kelia virusai, plintantys internetu – jie sudaro daugiau nei pusę visų užkrėtimų.

Kovai su kompiuterių virusais vartojamos antivirusinės programos. Jų yra daugybė, gebančių atlikti įvairias funkcijas. Darbas kompiuteriu jau neįsivaizduojamas be apsaugos nuo virusų. Vadinasi, su kompiuterių virusų ir antivirusinių programų sąvokomis turi būti supažindinama bendrojo lavinimo mokykloje – šios srities žinios tampa elementaraus kompiuterinio išprusimo dalimi.

Turint tai omenyje kompiuterių virusų ir antivirusinių priemonių tema buvo įtraukta į pagrindinės ir vidurinės mokyklos informacinių technologijų išsilavinimo standartus (Lietuvos..., 1997; Lietuvos..., 2002). Pagrindinėje mokykloje siūloma aptarti bendrąsias sąvokas:

kas yra kompiuterių virusai, kaip jie atsirado, kokią žalą jie turi, taip pat apžvelgti antivirusinių programų funkcijas (Dagienė, 2001). Vidurinėje mokykloje pagrindinis dėmesys skiriamas informacijos apsaugai nuo pažeidimų, mokoma naudotis antivirusinių programų galimybėmis (Dagienė, 1997; Dagienė, 2002).

Informacijos ir duomenų apsauga – aktuali mokomoji tema informacinėje visuomenėje, ji nagrinėjama mokyklos informacinių technologijų kurse, todėl būtina turėti mokymui tinkamas kompiuterines priemones – antivirusinę programą.

Atsižvelgus į bendruosius mokomųjų programų kriterijus (Mokyklų..., 2002) buvo pasirinktas antivirusinių programų kompleksas „Dr.Web“, sudarytas iš keturių programų:

1. *Dr. Web for Windows 95/98/Me/NT/2000/XP* su grafine sąsaja;
2. *Dr. Web for Windows 95/98/Me/NT/2000/XP* su komandinės eilutės sąsaja;

3. *Dr. Web for DOS/386* su komandinės eilutės sąsaja;
4. *SpIDer Guard for Windows 95/98/Me/NT/2000/XP*.

Matematikos ir informatikos institutas sudarė sutartį su bendrove „DialogueScience“ (<http://www.dials.ru/english/>), įgijo teisę lokalizuoti ir nemokamai platinti „Dr.Web“ programos komplektą visoms Lietuvos valstybinėms mokyimo įstaigoms. 2002 metais „Dr.Web“ programų komplektas buvo lokalizuotas, testuotas ir pradėtas platinti šalies mokykloms. Lokalizavimo darbai atlikti remiantis pagrindiniais programinės įrangos lokalizavimo principais (Hall, 1997).

Apžvelgsime lokalizavimo ir mokymo požiūriu svarbesnes komplekto „Dr.Web“ savybes ir jomis remdamiesi suformuluosime keletą informacinių technologijų dalyko mokymo temų.

„Dr.Web“ programos sandara ir mokymui svarbios savybės

Antivirusinės programos „Dr.Web“ komplektą sudaro keturios dalys. Jos leidžia demonstruoti tris darbo su šia antivirusine programa galimybes: 1) dirbant DOS operacijų sistema; 2) naudojantis „Windows“ operacijų sistemos komandine eilute, 3) naudojantis grafine „Windows“ operacijų sistemos sąsaja. Be to, galima parodyti „Dr.Web“ veikimą „Linux“ operacijų sistemoje, o tai itin aktualu mokant labiau besidominčius moksleivius.

Bendrajame informacinių technologijų kurse visiškai pakanka nagrinėti „Windows“ grafinei sąsajai skirtos antivirusinės programos „Dr.Web“ savybes (Dagys, 2003). Kitos galimybės rekomenduotinos išplėstiniam informacinių technologijų kursui.

„Windows“ operacijų sistemoje įdiegtą „Dr.Web“ programą su grafine sąsaja sudaro keturios dalys: 1) antivirusinė peržvalgos programa; 2) rezidentinė budinti programa „SpIDer Guard“; 3) rezidentinė budinti elektroninio pašto peržvalgos programa; 4) virusų aprašų duomenų bazės atnaujinimo planuoklė.

Visų svarbiausių kovos su kompiuterių virusais priemonių integravimas į vieną progra-

mų paketą sudaro palankias sąlygas jį taikyti mokymui, kadangi naudojantis viena programa galima lengviau suvokti antivirusinių programų esmę ir įvairias funkcijas. Analogiška situacija buvo nagrinėjama anksčiau – naudotis viena programa įvairiems darbo su duomenimis aspektams mokyti (Dagys, 2000).

Kita svarbi „Dr.Web“ programos savybė, dėl kurios verta nagrinėti šią programą mokykloje, yra jos sulietuvinimas (lokalizavimas). Programos sulietuvinimo darbai gali būti suskirstyti į dvi pagrindines dalis: 1) meniu, dialogo langų ir programos pranešimų vertimas, 2) hipertekstinių žinytų vertimas.

Pirmosios dalies svarba mokymui akivaizdi: mokiniai susipažįsta su lietuviška kompiuterių terminija – programa nėra didelė, todėl galima nesunkiai išsiaiškinti daugumą meniu ir dialogo langų užrašų. Remiantis šia ir kitomis sulietuvintomis programomis galima per pamokas aptarti dalį bendresnių ir aktualesnių terminų.

Antroji dalis – elektroninio žinyto studijavimas. Nors „Dr.Web“ programa gana nedidelė, tačiau žinytai (jų yra du, atskirai peržvalgos ir rezidentinės programos) labai išsamūs, parengti tarytum vadovėliai, iliustruoti paveikslais – programos langais, kuriuose numatytos jautriosios sritys. Tokio pobūdžio žinytai labai tinka savarankiškomis studijoms. Tik reikia apgalvoti ir tinkamai organizuoti mokymosi procesą.

„Dr.Web“ programą galima parsisiųsti iš šiai programai skirtos interneto svetainės (<http://aldona.mii.lt/pms/lok/drweb>). Parsisiųsta ir įdiegta programa atliks tik minimalias funkcijas: ieškos kompiuterių virusų ir praneš, jei aptiks, tačiau negydys. Kad veiktų visos šios programos funkcijos, reikia kreiptis į „Dr.Web“ paslaugų teikėją, užpildyti paraišką – tuomet gaunamas unikalus raktas, kuris įjungiamas į jau įdiegtą programą (valstybinėms mokyimo įstaigoms programos licencija teikiama nemokamai).

Rakto teikimo procesas taip pat aktualus mokymui – mokiniai gali būti realiai supažindinami su kompiuterinių programų kūrėjų autorių teisėmis, licencijomis, programinės įrangos platinimo problemomis. Tai svarbios mokomosios temos, jos įtrauktos į informacinių technologijų kursą.

Programos nuostatos ir virusų paieška

Antivirusinė programa „Dr.Web“ lengvai valdoma, draugiška vartotojui – tai labai svarbi mokymo požiūriu savybė (Virus..., 1999).

Antivirusinė programa „Dr.Web“, skirta „Windows“ sistemai, – tai antivirusinės peržvalgos programos „Doctor Web“, rezidentinės budinčios programos „SpIDer Guard“ ir budinčios elektroninio pašto tikrinimo programos kombinacija, kuri įdiegta integruojasi į operacinių sistemą.

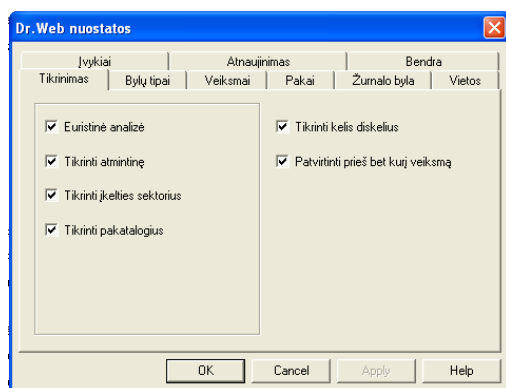
Paleista peržvalgos programa iš karto patikrina kompiuterio atmintinę. Tuomet galima patikrinti visą standųjį diską, tačiau galima pasirinkti jo dalį – konkretų katalogą. Tikrinimo nuostatų lango vienos iš kortelių turinys parodytas 1 paveiksle.

Budinti programa „SpIDer Guard“ perima kreipinius į bylas bei diskų sisteminės srities ir tikrina, ar nėra virusų pavojaus. Programa randa ir nukenksmina visų tipų virusus (kelties, bylų, makrokomandų, HTML ir kt.), tikrina pakuotąsias (suglaudintas) bylas, taip pat pagrindinę (operatyviąją) atmintinę.

Kita budinti programa tikrina parsisiunčiamus elektroninio pašto paketus ir, radusi laiške priedą su jame slypinčiu virusu, priedą bei laiško tekstą pašalina ir apie tai informuoja laiško gavėją.

Skirtingai nuo peržvalgos programos „Doctor Web“, abi budinčios programos savo darbą atlieka automatiškai, t. y. be vartotojo atskiro nurodymo.

„Dr.Web“ programa su grafine sąsaja turi specialią programėlę, vadinamą „Dr.Web“



1 pav. Nuostatų formavimo langas

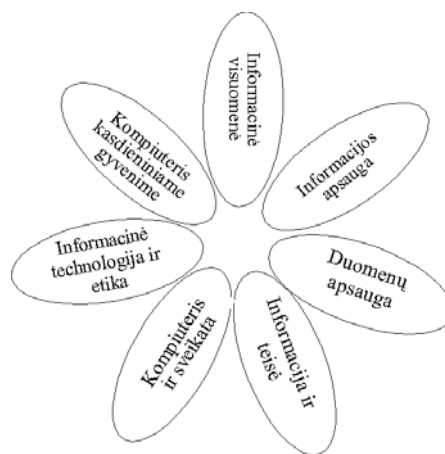
planuokliu. Tai nesudėtingas kalendorius, leidžiantis suplanuoti, kada automatiškai paleisti bei atnaujinti antivirusinę programą. „Dr.Web“ planuokliu galima tvarkyti vadinamąsias užduotis (kiekviena užduotimi aprašoma kada, kaip ir kurią programą paleisti). Galima peržiūrėti užduočių sąrašą, kurti bei šalinti užduotis, keisti užduoties aprašą ir leisti arba neleisti atlikti aprašytas užduotis, laikinai sustabdyti kurią nors užduotį.

Kadangi „Dr.Web“ programa sulietuvinta, ji gali praversti supažindinant moksleivius ne tik su apsaugos nuo virusų bei kitų kenkėjiškų programų priemonėmis, bet ir su elektroninio kalendoriaus tvarkymo principais.

Virusai, antivirusinės programos ir mokymo temos

Socialiniams, etiniams, teisiniams informacinių technologijų taikymo aspektams reikia vis daugiau visuomenės dėmesio. Tam skiriamos net atskiros konferencijos (pvz., 2002 m. Vokietijoje, Dortmunde, vyko IFIP konferencija „Informatikos ir informacinių technologijų socialiniai, etiniai ir pažintiniai aspektai“), publikuojama daugybė straipsnių, knygų. Šios temos nagrinėjamos ir vidurinės mokyklos informacinių technologijų kurse (žr. 2 pav.).

Kompiuterių virusų bei kitų kenkėjiškų programų ir antivirusinių programų samprata šioje



2 pav. Socialinių, etinių ir teisinių aspektų temos mokykliniame informacinių technologijų kurse

srityje užima ganėtinai svarią vietą, ypač mokyimo procese akcentuojant tvarkingą, saugų darbą su informacija. Mokiniai turėtų suprasti kenkėjiškų programų daromą žalą, turi gebėti naudotis reikiamomis saugumo priemonėmis dirbdami su duomenimis bei svarbia informacija. Tam reikia apgalvoti temas, kuriomis būtų galima diskutuoti, ieškoti medžiagos, rengti referatus ir pan.

Pagrindinis uždavinys – išskirti bent keletą svarbiausių temų, susijusių su informacijos apsauga, kompiuterių virusais bei kitomis kenkėjiškomis programomis ir antivirusinėmis programomis. Išnagrinėję bendrojo lavinimo mokyklos informacinių technologijų išsilavinimo standartus, atsižvelgę į mokyklų poreikius, moksleivių psichologinius ypatumus bei antivirusinių programų galimybes, sudarėme mokomųjų temų rinkinį. Pateikiame keletą svarbiausių temų.

1. Kompiuterių virusų bei kitų kenkėjiškų programų samprata ir įtaka darbui kompiuteriu.
2. Antivirusinių programų klasifikacija ir pagrindinės jų funkcijos.
3. Antivirusinės programos „Dr.Web“ sudedamųjų dalių apžvalga ir svarbiausios galimybės.
4. Antivirusinės programos „Dr.Web“ pagrindinės nuostatos ir parinktys.
5. Duomenų ir informacijos apsauga kompiuteryje: ką ir kiek gali antivirusinė programa?
6. Teisiniai informacijos apsaugos aspektai, susiję su kompiuterių virusais.
7. Kompiuterių virusų aprašų duomenų bazės, jų nuolatinis atnaujinimas (arba kam reikalinga planuoklės programa).

8. Kaip veikia elektroninio pašto virusai (vadinamieji pašto kirminai)?

9. Rezidentinės antivirusinės programos veikimo principai.

Šį sąrašą būtų galima pratęsti, skaidyti į smulkesnes potemes, papildyti nuolat atsirandančiomis naujomis antivirusinių programų galimybėmis (pvz., nauja „Dr.Web“ dalis – rezidentinė budinti elektroninio pašto programa – atsirado 2003 m.). Temas galima įvairiai interpretuoti, naudoti jas pokalbiams, grupiniams ir individualiems darbams ir pan.

Išvados

Aptarti kompiuterių informacijos apsaugos temos pagrindiniai aspektai ir jų vieta bendrojo lavinimo mokyklos informacinių technologijų kurse. Nutarus, kad mokyklose būtina turėti lokalizuotą, patogią antivirusinę programą, buvo parengtas projektas ir sumanymas įgyvendintas.

Antivirusinės programos komplektas „Dr.Web“ sulietuvintas ir pateikiamas visoms valstybinėms Lietuvos mokykloms. Atlikus šios programos naudojimo mokykloje analizę matyti, kad ji tinka mokant socialinių, teisinių ir etinių informacinių technologijų kurso aspektų.

Išsamus antivirusinės programos žinynas gali būti gera elektroninė savarankiško mokymosi priemonė.

Apgalvotas ir straipsnyje pateiktas mokomųjų temų rinkinys turėtų padėti mokytojams nagrinėti informacinių technologijų teisinius, socialinius ir etinius aspektus.

LITERATŪRA

- Dagienė V. (1997) Informatikos mokymo vidurinėje mokykloje nuostatų formavimasis // Informacijos mokslai, Nr. 4, p. 40–55.
- Dagienė V. (2001) Informatikos pradžios: Kompiuteriai, II d. Vilnius: TEV.
- Dagienė V., Žandaris A. (2002) Informacijos technologija, II d. Eksperimentinis leidinys. Vilnius: TEV.
- Dagys V., Grigas G. (2000) Įvadas į darbą su duomenimis // Informacijos technologijos mokykloje: Konferencijos medžiaga. Vilnius, p. 37–39.
- Dagys V., Simanavičienė R. (2003) Antivirusinė programa „Dr.Web“ Lietuvos mokykloms // Alfa plus omega, Nr. 1 (17), p. 93–99.
- „Dr.Web“ Lietuvoje (2003). Adresas internete: <http://aldona.mii.lt/pms/lok/drweb/> [žiūrėta 2003-03-12].

- Hall V., Hudson R. (1997) Software without frontiers. Willey & Sons.
- Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos: I–X klasės (1997) / Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija. Vilnius: Leidybos centras, p. 281–287.
- Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos ir išsilavinimo standartai XI–XII klasėms (2002). Vilnius: Švietimo aprūpinimo centras, p. 367–382.
- Mokyklų aprūpinimo mokomosiomis kompiuterinėmis priemonėmis strategija (2002) // Informacinės technologijos mokykloje: Konferencijos medžiaga. Vilnius: Švietimo informacinių technologijų centras, p. 207–226.
- Virus Bulletin (1999). The Pentagon, Abington, June 1999.

LOCALIZATION OF THE ANTIVIRAL PROGRAM “DR.WEB“ AND ITS USE IN SCHOOL EDUCATION

Valentina Dagienė, Viktoras Dagys

S u m m a r y

The paper deals with problems of localization of the antiviral package “Dr.Web“ and its use for education purposes. First of all, the structure of “Dr.Web“ and main properties, especially important for education, are described. Also, it is convenient to analyse the main settings and options of the package. Secondly,

some recommendations for integrating topics of information protection are proposed and a few themes are presented. The package “Dr.Web“, a powerful combination of antiviral scanner and memory resident monitor, is suitable tool for teaching some social and ethical issues of information technology.

Įteikta 2003 m. birželio 27 d.

MPI programų paketo taikymas lygiagrečiajam vizualizavimui

Gintautas Dzemyda

Matematikos ir informatikos instituto prof., habil. dr.
Institute of Mathematics and Informatics
Professor, Habil. Doctor
Akademijos g. 4, Vilnius
Tel. (8–5) 262 37 24, faks. (8 5) 272 92 09
El. paštas: Dzemyda@ktl.mii.lt

Virginijus Marcinkevičius

Matematikos ir informatikos instituto inž. progr.
Institute of Mathematics and Informatics,
software engineer
Akademijos g. 4, Vilnius
Tel. (8–5) 266 03 96, faks. (8 5) 272 92 09
El. paštas: VirgisM@ktl.mii.lt

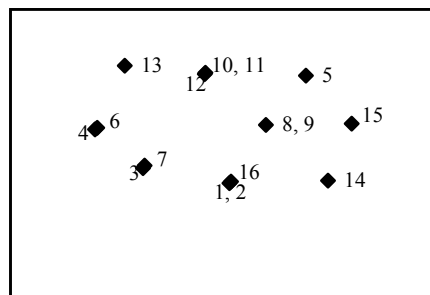
Olga Kurasova

Matematikos ir informatikos instituto doktorantė
Institute of Mathematics and Informatics,
Doctoral student
Akademijos g. 4, Vilnius
Tel. (8–5) 266 03 96, faks. (8 5) 272 92 09
El. paštas: Kurasova@ktl.mii.lt

Straipsnyje analizuojamas lygiagretusis algoritmas daugiamatiams duomenims vizualizuoti jungiant savireguliuojantį neuroninį tinklą (SOM) su Sammono algoritmu. Naudojami du homogeniški kompiuteriai, sujungti MPI programų paketu. Analizuojamos MPI paketo savybės bei nagrinėjamos lygiagrečiojo algoritmo ypatybės, jį realizuojant šiuo paketu. Kad lygiagretusis algoritmas būtų efektyvesnis, ištirta ir suderinta jo realizacijoje keletas svarbių veiksnių. Siūloma, kaip parinkti lygiagrečiojo algoritmo parametrus, kad jis būtų efektyvus.

Sudėtingų skaičiavimų poreikis didėja greičiau negu naujų procesorių greitis. Lygiagretieji algoritmai yra vienas iš būdų ilgai trunkantiems sudėtingiems skaičiavimams pagreitinti. Tačiau kyla problemų, kaip užduotį išskaidyti į nepriklausomas dalis, kiek procesorių naudoti skaičiavimams, kaip tolygiau paskirstyti užduotis procesoriams. Be to, atsiranda ir techninių lygiagrečiojo algoritmo realizavimo problemų. Šiame darbe analizuojamas daugiamatinių duomenų vizualizavimo *SOM*Sammon lygiagretusis algoritmas, kai daugiamatiai duomenys yra vizualizuojami pagal Sammono algoritmą įvertinant savireguliuojančių neuroninių tinklų mokymosi eigą. Darbuose (Dzemyda 2002, 2003) pateiktas toks nuoseklus algoritmas ir atlikta jo analizė. 1 pav. parodytas

16-os 16-mačių vektorių vizualizavimo pavyzdys, kai naudojamas nuoseklusis algoritmas (smulkiau žr. Dzemyda, 2003).



1 pav. Daugiamatinių duomenų vizualizavimo pavyzdys

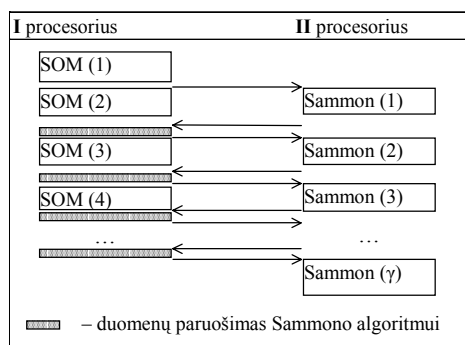
***SOMSammon* algoritmas**

Savireguliuojantis neuroninis tinklas (SOM) yra vektorių (neuronų) masyvas, išdėstytų dvimačio žemėlapijo (tinklelio) mazguose. Kiekvieną žemėlapijo elementą atitinka n -matis vektorius. Neuroninis tinklas apmokomas jam daug kartų pateikiant skirtingus apmokymo aibės objektus, nusakomus n -mačiais vektoriais. Mokymo metu perskaičiuojami žemėlapijo neuronai. Kiekvienas apmokymo aibės vektorius susiejamas su arčiausiu neuronu. Neuronai, susiję su įėjimo vektoriais, yra vadinami neurotais nugalėtojais.

Po SOM apmokymo gautus neuronus nugulėtojus galima analizuoti Sammono algoritmu. Sammono projekcija (Sammon, 1969) yra netiesinis daugelio kintamųjų objektų atvaizdavimo žemesnio matavimo erdvėje metodas. Darbuose (Dzemyda, 2002, 2003) pateiktas SOM ir Sammono algoritmų jungimo būdas, kai daugiausiai duomenys analizuojami Sammono algoritmu atsižvelgiant į SOM mokymosi eigą. SOM mokymo procesas suskaidomas į pasirinktą skaičių γ blokų; po kiekvieno q -ojo ($q = 1, \dots, \gamma$) bloko gauti neuronai nugulėtojai analizuojami Sammono algoritmu; jame pradinės dvimačių vektorių koordinatės imamos atsižvelgiant į prieš tai gautas dvi matės koordinatės. Nustatyta, kad juo blokų skaičius γ didės, tuo gautama mažesnė projekcijos paklaida, tačiau tokiems skaičiavimams reikia nemažai laiko. Skaičiavimams pagreitinti tikslinga naudoti lygiagrečiuosius algoritmus.

Sudarydami lygiagretųjį algoritmą turime išskirti nepriklausomas užduotis, kurias skirtingi procesoriai gali spręsti vienu metu. Naudosime du vienodų parametrų kompiuterius, sujungtus į vietinį tinklą: pirmasis procesorius skirtas SOM algoritmui vykdyti bei duomenims kitam procesoriui ruošti; antrasis – Sammono algoritmui vykdyti.

Lygiagrečiojo *SOMS*Sammon algoritmo schema pateikiama 2 paveiksle. Darbą pradeda pirmasis procesorius. Atlikęs pirmąjį SOM mokymo bloką (SOM(1)), gautus neuronus nugalėtojus jis siunčia antrajam procesoriui. Antrasis procesorius, gavęs šiuos duomenis, pradeda



2 pav. **Lygiagrečiojo algoritmo schema**

juos analizuoti Sammono algoritmu (Sammon(1)). Tuo metu pirmasis procesorius vykdo antrąjį SOM mokymo bloką (SOM(2)). Jį baigęs gauna iš antrojo procesoriaus dvimačius vektorius, paruošia pradines dvimačių vektorių koordinates kitam Sammono atvaizdavimui. Kai tik duomenys paruošti, jie siunčiami antrajam procesoriui. Pirmasis procesorius tęsia SOM mokymą, antrasis – vykdo Sammono algoritmą. Taip procesas tęsiamas toliau. Kai pirmasis procesorius baigia paskutinį SOM mokymo bloką (SOM(γ)), nusiunčia gautus neuronus nugalėtojus antrajam procesoriui ir baigia darbą. Paskui antrasis procesorius paskutinį kartą įvykdo Sammono algoritmą (Sammon(γ)).

Lygiagretusis algoritmas yra realizuotas *MS Visual C++* programavimo kalba naudojantis *MPI* paketo bibliotekų funkcijomis (Čiegis, 2001; *MPI*, 2003). Naudota *MPI* standarto programinė įranga *MPICH.NT.1.2.4*, kuri leidžia kompiliuoti programas su *MS Visual C++ 6.x*. Šiame pakete yra dinaminės bibliotekos, turinčios *MPI* funkcijas, kuriomis gali naudotis programos, sukompiliuotos su *C* arba *Fortran*. Lygiagrečiąją programą galima įvykdyti naudojantis *MPICH.NT.1.2.4* pakete esančiomis programomis *guiMPIRun.exe* arba *MPIRun.exe*. Pirmoji yra *Windows* aplinkos programa, turinti patogią vartotojui formą, antroji – *DOS* aplinkos programa, patogiai tuo, kad galima konfigūruoti pasirinktos programos įvykdymą. Būtinai lygiagrečių skaičiavimų veikimo sąlyga: visuose kompiuteriuose turi veikti *MPI* palaikantis servisas *MPD*. Patogiausia sukompiliuotą pro-

gramą laikyti tinklo išteklių dalijimosi kataloge, prieinamame *MPD* servisui.

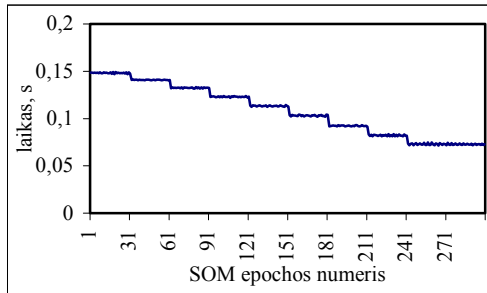
Mūsų atveju naudotos šios pagrindinės funkcijos: *MPI_Init* inicijuoja lygiagrečiojo algoritmo darbo pradžią; *MPI_Comm_size* nustato, kiek procesorių bus naudojama; *MPI_Comm_rank* kiekvienam procesoriui priskiria unikalų numerį; *MPI_Finalize* paskelbia lygiagrečiojo algoritmo pabaigą. Duomenų siuntimui naudojama funkcija *MPI_Send*, gavimui – *MPI_Recv*. Šios funkcijos įvykdomos tada, kai vienas procesorius siunčia duomenis (*MPI_Send*), o kitas pasiruošęs juos priimti (*MPI_Recv*), t. y. tuo metu nevykdo jokių kitų veiksmų.

Jeigu SOM atskiro mokymo bloko ir Sammono algoritmo skaičiavimo trukmės nepriklausytų nuo bloko numerio q ir būtų vienodos tarpusavyje, tai nekiltų didelių lygiagretinimo problemų. Mokant SOM vienos epochos metu perskaičiuojamų neuronų skaičius mažėja, todėl SOM algoritmas atlikdamas mažiau skai-

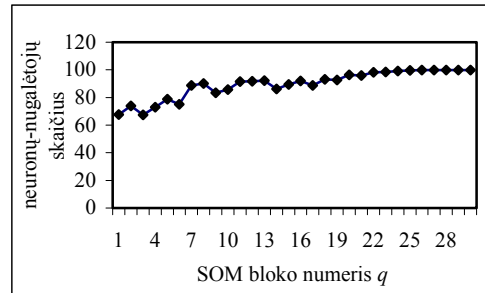
čiavimų sugaišta mažiau laiko (3 pav.) (viena epocha – tai mokymo proceso dalis, kai visus vizualizavimui skirtus apmokymo aibės vektorius pateikiame tinklui po vieną kartą). Analizuoti 1000 20-mačių vektorių, atlikta 100 eksperimentų, kurių metu generuotos vis kitos neuronų pradinės koordinatės.

Nustatyta, kad didėjant vykdomo bloko numeriui q , neuronų nugalėtojų skaičius SOM žemėlapyje didėja, todėl kiekviename *SOMSammon* algoritmo bloke Sammono algoritmu turime analizuoti vis daugiau daugiamačių vektorių (4 pav.). Reikia parinkti optimalius SOM mokymo epochų e , mokymo blokų γ bei Sammono algoritmo iteracijų *Sammon_iter* skaičius, kad kompiuterių pajėgumas būtų išnaudotas kuo efektyviau.

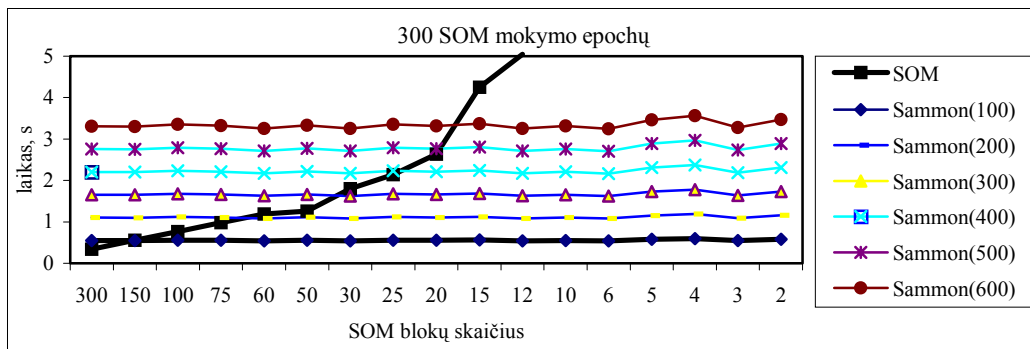
Vidutinės vieno SOM bloko ir Sammono algoritmo vykdymo trukmės toje *SOMSammon* proceso dalyje, kurios metu skaičiavimus atlieka abu procesoriai, pavaizduotos 5 paveiksle.



3 pav. SOM vienos epochos trukmės priklausomybė nuo vykdomos epochos numerio



4 pav. Neuronų nugalėtojų vidutinio skaičiaus priklausomybė nuo vykdomo bloko numerio q



5 pav. Skaičiavimo trukmės priklausomybė nuo SOM mokymo blokų skaičiaus ir Sammono algoritmo iteracijų skaičiaus

Mažinant SOM blokų skaičių γ , SOM vieno bloko vidutinis skaičiavimo laikas didėja greičiau nei Sammono algoritmo, analizuojančio vieno SOM bloko rezultatus, veikimo laikas.

Naudojantis 5 pav. pateikto tyrimo duomenimis eksperimentiškai nustatyta, kad norint tolygiau paskirstyti užduotis dviem procesoriams, t. y. suvienodinti vidutinę vieno SOM bloko ir Sammono algoritmo skaičiavimo trukmę, parametrus reikia parinkti pagal formulę

$$Sammon_iter \approx 35 \cdot \frac{e}{\gamma}.$$

Tyrimo rezultatai

Kiekvieną lygiagretųjį algoritmą apibūdina keli parametrai: spartinimo koeficientas $S_p = \frac{T_0}{T_p}$,

įvertinantis pagreitinimą, kurį pasiekiamo sprendami uždavinį lygiagrečiuoju algoritmu, naudodami p procesorių (T_0 – greičiausio nuosekliojo algoritmo vykdymo laikas, T_p – lygiagrečiojo algoritmo naudojant p procesorius (mūsų atveju procesorių skaičius $p = 2$) vykdymo laikas);

efektyvumo koeficientas $E_p = \frac{S_p}{p}$, parodantis,

kokią dalį procesorių pajėgumo pasitelkėme sprendami uždavinį lygiagrečiuoju algoritmu.

Lentelėje pateiktas nuosekliojo (NA) ir lygiagrečiojo (LA) algoritmų vykdymo laikas, lygiagrečiojo algoritmo spartinimo ir efektyvumo koeficientai, Sammono projekcijos paklaidos. Matome, kad jeigu parametrai parinkti pagal pasiūlytą formulę (žr. viršutinę lentelės dalį), tai lygiagrečiojo algoritmo efektyvumas $E_p \geq 0,8$, priešingu atveju (žr. apatinę lentelės dalį) kompiuteriai dirba neefektyviai.

Išvados

Lygiagretieji skaičiavimai, naudojami jungiant savireguliuojantį neuroninį tinklą su daugiamatį duomenų vizualizavimo Sammono algoritmu, leidžia labai sumažinti skaičiavimų trukmę. Lygiagretusis algoritmas analizuotas naudojant du procesorius. Ištirtos lygiagrečiojo algoritmo, realizuoto programų paketu *MPI*, savybės. Pasiūlyta, kaip parinkti lygiagrečiojo algoritmo parametrus, kad jo efektyvumas E_p būtų ne mažesnis kaip 0,8.

1 lentelė. Lygiagrečiojo algoritmo spartinimo ir efektyvumo koeficientai

SOM epochų skaičius e	SOM blokų skaičius γ	SOM bloko dydis e/γ	Sammono alg. iter. sk. <i>Sammon_iter</i>	NA, s	LA, s	S_p	E_p	Sammono projekcijos paklaida
300	30	10	350	67	41	1,63	0,82	0,122
300	15	20	700	66	41	1,61	0,81	0,118
300	25	12	400	66	40	1,65	0,83	0,116
300	25	12	420	67	40	1,68	0,84	0,117
400	20	20	700	86	53	1,62	0,81	0,114
400	40	10	350	88	54	1,63	0,82	0,116
400	80	5	175	91	54	1,67	0,84	0,113
300	10	30	100	37	34	1,09	0,54	0,119
300	50	6	600	128	93	1,38	0,69	0,117
400	20	20	200	57	46	1,24	0,62	0,113
400	10	40	300	54	46	1,17	0,59	0,114

LITERATŪRA

- Čiegis R. (2001). Lygiagretieji algoritmai. Vilnius: Technika.
- Dzemyda G., Kurasova O. (2002). Daugiamatčių duomenų vizualizavimas įvertinant savireguliuojančių neuroninių tinklų mokymo eigą // Lietuvos matematikų rinkinys, t. 42, spec. nr.
- Dzemyda G., Kurasova O. (2003). Visualization of multidimensional data taking into account the learning flow of the self organizing neural network // Journal of WSCG, vol. 11, no.1, p. 117–124. Adresas internete: http://wscg.zcu.cz/wscg2003/Papers_2003/c11.pdf
- Kohonen T. (2001). Self-organizing Maps. 3rd ed., Springer Series in Information Sciences, 30. Springer-Verlag.
- The Message Passing Interface (MPI) Standard. (2003). Adresas internete: <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpl/>
- Sammon J. W. (1969). A nonlinear mapping for data structure analysis, IEEE Transactions on Computers, C–18, p. 401–409.

APPLICATION OF *MPI* SOFTWARE PACKAGE IN PARALLEL VISUALIZATION

Gintautas Dzemyda, Olga Kurasova, Virginijus Marcinkevičius

S u m m a r y

The paper deals with the parallel algorithm for visualization of multidimensional data. It combines the self-organizing neural network and Sammon's mapping. The algorithm uses two computers controlled by the *MPI* software package. The peculiarities of *MPI* software package are discussed. To ensure the high efficiency of the parallel algorithm, the method of selection of several essential parameters values is suggested. It guarantees the efficiency greater than 0.8.

Įteikta 2003 m. birželio 20 d.

Komponento modelis struktūrinės programų sintezės kontekste

Vaidas Giedrimas

Matematikos ir informatikos instituto doktorantas
Institute of Mathematics and Informatics, Doctoral student
Akademijos g. 4, Vilnius
Tel. (8–650) 72042
El. paštas: vaigie@fm.su.lt

Struktūrinė sintezė plačiai naudojama programoms iš modulių generuoti. Tačiau šiuo metu programų sistemos kuriamos iš sudėtingesnių struktūrinių dalių – komponentų. Straipsnyje apibrėžiamas komponento modelis struktūrinės programų sintezės kontekste. Atsižvelgiama į tai, kad komponentas turi teikiančiąsias paslaugą ir paslaugos reikalaujančiąsias sąsajas, aiškiai deklaruojamą realizavimo būdą ir kitas savybes. Aptariamos ir komponentinei programų sistemų sintezei naudojami specialūs komponentus jungiantys elementai.

Struktūrinė sintezė – vienas iš programų sintezės metodų. Ji grindžiama dedukcijos principu, t. y. programai kurti naudojamas uždavinio sprendinio egzistavimo teoremos įrodymas. Iš užduoties

$$(M; x_1, \dots, x_n \rightarrow y_1, \dots, y_m),$$

kur M – užduoties aprašymas, $x_1, \dots, x_n$ – argumentai, o $y_1, \dots, y_m$ – rezultatai, suformuojama sprendinio egzistavimo teorema:

$$\forall x(P(x) \Rightarrow \exists y R(x,y));$$

čia $P(x)$ – pradinės sąlygos, $R(x,y)$ – galinės sąlygos (norimi rezultatai), $x = (x_1, \dots, x_n)$, $y = (y_1, \dots, y_m)$.

Vėliau remiantis pirmos eilės predikatų logikos aksiomomis ir naujų reiškinių išvedimo taisyklėmis įrodoma, kad teorema yra teisinga arba klaidinga. Jei įrodoma, kad teorema teisinga, logikos kalba užrašytas įrodymas transformuojamas į programą.

Toks programų sintezės metodas buvo sukurta programoms sintezuoti iš modulių, vėliau tirtos jo taikymo galimybės objektinėje aplinkoje. Tačiau šiuo metu pasaulyje vis daugiau kalbama apie kitą – komponentinio programavimo paradigmą.

Būtina tiksliai apibrėžti komponento modelį, nustatyti jo ir modulio skirtumus struktūrinės sintezės kontekste, pritaikyti jau naudojamą struktūrinės sintezės metodą komponentų atvejui.

Šio tyrimo tikslas – apibrėžti komponento modelį struktūrinės programų sintezės kontekste. Tyrimo objektas – komponento modelis.

Komponento modelio problema

Objektinio programavimo paradigmai pakeitus procedūrinio programavimo paradigmą, programų surinkimo iš modulių uždavinį pakeitė programų surinkimo naudojant objektus uždavinys. Šis uždavinys gana plačiai nagrinėjamas įvairiuose darbuose (Matskin, Haave 1996; Tyugu 1998). Tačiau struktūrinės sintezės galimybės komponentinėms programų sistemoms kurti dar iki galo neištirtos.

Kol kas nėra nusakyta ir komponento modelis struktūrinės programų sintezės kontekste. Egzistuoja keletas komponento modelių sampratų. Dažniausiai, kalbant apie komponento modelį, turima galvoje COM (angl. *Component-Object Model*), CORBA (angl. *Common*

Object Request Broker Architecture) arba EJB (angl. *Enterprise Java Beans*) modeliai. Tačiau tai atskiri komponento, kaip abstrakčios programos dalies, atvejai. T. Teschke ir J. Ritter (2001) pabandė apibendrinti pasiūlytus komponento modelius. Modeliui aprašyti jie vartojo komponento aprašymo kalbą – CDL (angl. *Component Description Language*) (Kiniry, 1999). Tačiau toks komponento modelis struktūrinės sintezės kontekste nėra ištirtas.

Komponento ir kitų struktūrinių programos elementų palyginimas

Vienodos termino „komponentas“ apibrėžties nėra. Egzistuoja keletas įvairaus abstrakcijos lygmens komponento apibrėžčių ir modelių. Paprasčiausiai komponentas nusakomas kaip sudėtinis komponentinio karkaso (angl. *component framework*) elementas (Lumpe ir kt., 1997) arba kaip statinė abstrakcija, turinti jungtis (Nierstras, Dami, 1995). Savaip komponentas traktuojamas įvairiose architektūros aprašymo kalbose (AAK), išskirstytose programų sistemose.

Tačiau, kaip pastebėta (Kiziltan ir kt. 1998), tokios apibrėžtys gali būti per daug bendros (komponento apibrėžtį tenkina ir bet koks modulis) arba pernelyg griežtos (komponentas negali būti sudarytas iš mažesnių komponentų). Galima diskutuoti ar galima bandyti apibrėžti komponento sąvoką išsamiai (Čaplinskas, 1998), aptariant visus ar beveik visus jo funkcionalumo aspektus, ar geriau pateikti atskirų, tam tikrame lygmenyje galiojančių apibrėžčių. Prieš apibrėžiant komponento sąvoką, reikia ištirti, kuo jis skiriasi nuo kitų struktūrinių programos elementų – modulių ar objektų.

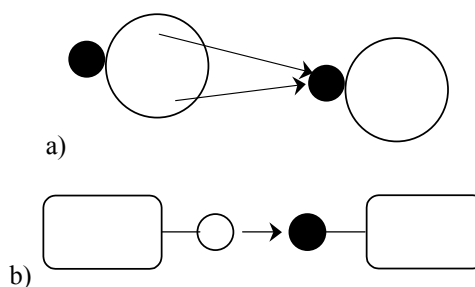
Modulį, be jo užduoties (kurią dažniausiai atspindi modulio pavadinimas), dar charakterizuoja konkrečiai užduočiai atlikti reikalingi pradiniai duomenys (argumentai) ir tos užduoties vykdymo rezultatai. Struktūrinės sintezės kontekste toks modulis aprašomas pirmos eilės predikatu. Pvz., skaičiaus kvadratinę šaknį skaičiuojantį modulį pirmos eilės predikatu logikoje galima aprašyti taip:

Šaknis (x, y);

čia x – skaičius, iš kurio traukiama kvadratinė šaknis, o y – rezultatas

Egzistuojančių komponento modelių neatšiejama dalis – *sąsaja*. Kai kuriose ADL (Aesop, ACME, SADL) vartojama ir kita analogiškos prasmės sąvoka – *portas* (Baleko 2002). Tam tikruose komponento modeliuose visoms sąsajoms suteikiama analogiška prasmė – jos nusako, kokią paslaugą teikia komponentas, ir sudaro sąlygas ja pasinaudoti. Tačiau Kiziltano ir kt. (1998), Baleko (2002) ir kituose šaltiniuose kalbama apie du sąsajų tipus: teikiamų paslaugų (angl. *provide*) ir reikalaujamų paslaugų (angl. *require*). Pirmasis tipas sutampa su anksčiau aprašytu. Reikalaujamų paslaugų sąsajos nusako, kokių paslaugų iš kitų komponentų reikia nagrinėjamam komponentui, kad jis galėtų atlikti teikiamų paslaugų sąsajose aprašytas paslaugas (1 pav., b).

Nusakant objektą deklaruojamos tik jo teikiamos paslaugos (metodai). Objektai taip pat naudojami kitų objektų paslaugomis, tačiau kreipiniai į kitus objektus matomi tik programos tekste. Objekto aprašyme jie nėra deklaruojami (1 pav., a).



1 pav. Objektų ir komponentų reikalavimų atlikti paslaugą skirtumai

Sąsajų skirstymas į du tipus struktūrinės sintezės prasme priartina komponentus prie modulių. Tai reiškia, kad komponentą struktūrinės programų sintezės kontekste galima aprašyti predikatu, kuris turi vieną ar daugiau kintamųjų, aprašančių sąsajas:

$$K(i_1, \dots, i_k, j_1, \dots, j_l);$$

čia $i_1, \dots, i_k$ – komponento teikiamų paslaugų sąsajos, $j_1, \dots, j_l$ – komponento reikalaujamų pa-

slaugų sąsajos. Nenulinio kintamųjų (sąsajų) skaičiaus reikalavimas čia nulemtas ne vien matematinės logikos, bet ir komponento vaidmens programų sistemoje. Jei predikatas neturėtų nė vieno kintamojo, matematinėje logikoje jis būtų traktuojamas kaip teiginys. Tačiau programų sistemos kūrimo atžvilgiu nėra prasmės į sistemą įtraukti neteikiantį ir nereikalaujantį paslaugų komponentą.

Komponento modelis

Minėtas komponento modelis yra neišsamus. Tiek pats komponentas, tiek jo sąsajos gali būti priklausomos nuo išorinių ar vidinių veiksnių.

Kaip jau minėta, sąsajos gali būti dviejų tipų. Tai reiškia, kad sąsają, struktūrinės sintezės kontekste galime interpretuoti kaip predikatą:

$$I(t);$$

čia t – kintamasis, nusakantis sąsajos tipą

Be to, kaip teigia M. Lumpe (1999), skirtingų būsenų komponentas gali naudoti skirtingas sąsajas. Charakterizuojant sąsają galima nurodyti, kad ji būtų „pasiekiamą“ tik komponentui esant tam tikros būsenos, pvz.: vykdymo (angl. *run-time*) arba programos kūrimo (angl. *design time*). Tai reiškia, kad būtina apibrėžti ne mažiau kaip du sąsają nusakančius kintamuosius:

$$I(t_1, \dots, t_n);$$

čia $t_1, \dots, t_n$ – kintamieji, nusakantys sąsajos tipą.

Atsižvelgiant į tai, komponentą struktūrinės sintezės kontekste galima aprašyti kaip jo sąsajas nusakančių predikatų junginį:

$$K = \{K_{I_1}(t_{11}, \dots, t_{n1}) \wedge K_{I_2}(t_{12}, \dots, t_{n2}) \wedge \dots \wedge K_{I_m}(t_{1m}, \dots, t_{nm})\};$$

čia $I_j(t_1, \dots, t_n)$ – sąsaja, $t_{11}, \dots, t_{n1}$ – kintamieji, nusakantys sąsajų tipus.

Tačiau šis komponento modelis taip pat yra neišsamus. Moduliai tarpusavyje sujungiami paprastai: vieno ar kelių modulių rezultatai pateikiami kitiems moduliams kaip argumentai. Tačiau panašus komponentų jungimas ne visada galimas. Kaip jau buvo minėta, sąsajos tik nusako, kokią paslaugą komponentas teikia arba kokios paslaugos „tikisi“ iš kito komponento. Tačiau tai nereiškia, kad dviejų komponentų

sąsajos tenkina tuos pačius reikalavimus. Bendru atveju komponentų sąsajos gali atitikti vieną kitą tik iš dalies. Ši nesuderinamumo problema sprendžiama naudojant komponentus jungiančius elementus – jungtis (angl. *connectors*) (Kiziltan ir kt. 1998; Kalibera, Tuma, 2002), scenarijus (angl. *scripts*) ar „klijus“ (angl. *glue*) (Schneider, Nierstrasz, 1999). Komponentus jungiančius elementus pagal paskirtį galima skirstyti į dvi grupes. Pirmosios grupės jungiantieji elementai atlieka trivialias užduotis, t. y. tiesiog persiunčia duomenis iš vieno komponento kitam. Tokiu atveju struktūrinės sintezės kontekste daroma prielaida, kad komponentai jungiami tiesiogiai, be tarpinių jungčių. Jei reikia, kad jungtys atliktų kokius nors papildomus veiksmus, pavyzdžiui, pakeistų siunčiamų duomenų formatą į komponentui-adresatui suprantamą, tai jos aprašomos kaip atskiri komponentai. Tokiu atveju struktūrinės sintezės kontekste sakoma, kad pirmasis komponentas tiesiogiai jungiamas prie komponento-jungties, o komponentas-jungtis – prie antrojo komponento.

Komponentą apibūdina ne vien jo sąsajos, reikia nusakyti ir kitas jo savybes. J. R. Kiniry (2002) siūlo kiekvieną komponentą aprašyti taip, kad būtų aiški jo semantinė prasmė. Kiekvienam komponentui suteikiami reikšminiai žodžiai, kuriais galima nustatyti, kuriems tipams komponentas priklauso. Pavyzdžiui, komponentas *Žodynas* pažymimas raktažodžiais *Popierinė knyga* ir *Lietuviškas dokumentas*. Struktūrinės sintezės kontekste toks komponentų aprašymas yra svarbus, nes gali paspartinti sprendinio paiešką. Tokiu atveju reikiamas komponentas būtų parenkamas tik iš tam tikros aibės, kurios elementų skaičius daug mažesnis nei visų turimų komponentų aibės.

Programų sistemos specifikacijoje (pradinėje sąlygoje) gali būti pateikti būsimo programinio produkto spartos reikalavimai. Norint atsižvelgti į šiuos reikalavimus, komponento apraše turi būti pateikta informacija apie jo dydį bei jo versijos numeris. Sąvoka „komponento dydis“ gali būti suprantama kaip:

- komponento dydis baitais;
- komponento sudėtingumas (angl. *granularity*).

Antruoju atveju komponentas bus laikomas sudėtingu, jei jis bus sudarytas iš kitų komponentų.

Paskutinis programos kūrimo etapas – transformacija *logika-programa* – lemia būtinybę aiškiai deklaruoti komponento realizavimo būdą. Tai reiškia, kad kiekvieno komponento apraše turi būti nurodyta, ar tai CORBA, ar COM, ar kokios nors kitos architektūros komponentas.

Galima teigti, kad struktūrinėje programų sintezėje komponento modelį sudaro atributų rinkinys:

$$\langle BI, R, T, V, D \rangle,$$

čia, BI – porų aibė $\{(B_1, IA_1), \dots, (B_n, IA_n)\}$, kurioje B_j reiškia komponento būseną, o IA_i – sąsajų, kurias turi tos būsenos komponentas, aibė: $\{K_{I_1}(t_{11}, \dots, t_{1n}), K_{I_2}(t_{21}, \dots, t_{2n}), \dots, K_{I_m}(t_{m1}, \dots, t_{mn})\}$.

Komponento modelyje R žymi raktažodžių aibė $\{r_1, \dots, r_k\}$, T – komponento tipą, V – versijos numerį, D – komponento dydį nusakančias konstantas.

Atsižvelgus į šiuos komponento modelio pakeitimus, galima pateikti tokį komponento apibrėžimą:

Komponentas – tai programų sistemos dalis, turinti priklausančius nuo komponento būsenos prieigos taškus (sąsajas).

Išvados

Apibendrinant galima daryti tokias išvadas:

- Struktūrinės sintezės kontekste komponentas yra programų sistemos dalis, turinti priklausančius nuo komponento būsenos prieigos taškus (sąsajas).
- Komponento sąsajos skirstomos į teikiančias paslaugą ir paslaugos reikalaujančias.
- Komponentinės programų sistemos sintezės kontekste ir komponentai, ir specialūs juos jungiantys elementai interpretuojami kaip komponentai.
- Struktūrinės programų sintezės komponento modelį sudaro atributų rinkinys:

$$\langle BI, R, T, V, D \rangle.$$

LITERATŪRA

- Balek D. (2002) Connectors in Software Architectures. Adresas internete: <http://nema.ms.m.cuni.cz>.
- Čaplinskas A. (1998) Programų sistemų inžinerijos pagrindai, II dalis. Vilnius: MII.
- Kalibera T., Tuma P. (2002) Distributed Component System Based on Architecture Description: The SOFA Experience // DOA 2002. Springer-Verlag.
- Kiniry J.R. (1999) CDL: A Component Description Language // Workshop of the 5th USENIX Conference on Object-Oriented Technologies and Systems (COOTS'99), March.
- Kiniry J.R. (2002) Semantic component composition // Workshop of the GCSE/SAIG'02. Pittsburgh.
- Kiziltan Z., Jonsson T., Hnich B. (1998) On the Definition of Concepts in Component Based Software Development. Adresas internete: <http://www.dis.uu.se/~zeykiz/Papers/CBSEreport.pdf>
- Lumpe M. (1999) A pi-Calculus Based Approach for Software Composition. Universitat Bern.
- Lumpe M., Schneider J.G., Nierstrasz O., Achermann F., (1997). Towards a formal composition language // Proceedings of ESEC '97 Workshop on Foundations of Component-Based Systems. Zurich.
- Matskin M., Haave H.M. (1996) A deductive object-oriented approach to the Information system modeling // Advances in Databases and Information Systems – ADBIS'95, Workshops in computing series. Springer, p. 459–478,
- Nierstrasz O., Dami L. (1995) Component-Oriented Software Technology // Object-Oriented Software Composition. Prentice Hall.
- Schneider J.G., Nierstrasz O. (1999) Components, Scripts and Glue // Software Architectures – Advances and Applications. Springer, p. 13–25.
- Teschke T., Ritter J. (2001) Towards a foundation of component-oriented software reference models // Lecture Notes in Computer Science 2177, p. 70–85.
- Tyugu E. (1998) On the border between functional programming and program synthesis // Proceedings of Estonian Academy of Sciences. Engineering, vol. 4, p.119–129.

COMPONENT MODEL IN STRUCTURAL SYNTHESIS CONTEXT

Vaidas Giedrimas

S u m m a r y

One of software synthesis methods – structural synthesis. Commonly this method is used to assemble programs from simple units – modules. However, nowadays exist more complex software units: objects and components. In this article we try to define component model in structural synthesis context. We

consider that each component has two kinds of interface: provided and required and that is necessary to explicitly declare component realisation technology and other properties. Also we discuss about ways to interconnect components.

Įteikta 2003 m. birželio 19 d.

Programinės įrangos vertimo į lietuvių kalbą dabartinė situacija, problemos ir jų sprendimai

Gintautas Grigas

Matematikos ir informatikos instituto vyr. mokslo darbuotojas, docentas
Institute of Mathematics and Informatics, Assoc. Professor, PhD
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
Tel. +(370 5) 2109344
El. paštas: Grigas@ktl.mii.lt

Nagrinėjamos kompiuterio ekrane matomų sąsajos tekstų vertimo į lietuvių kalbą problemos. Apibūdinama dabartinė situacija lyginant su kitomis Europos valstybėmis. Aptariami eilučių vertimo užbaigtumo klausimai iš naudotojo pozicijų, pateikiama statistinė medžiaga, iš kurios daroma išvada, kad lėčiausiai verčiamos ir daugiausia sąnaudų reikalauja paskutinės meniu bei dialogo langų eilutės. Aptariama dvejopa elektroninio žinyno vertimo svarba: tiesioginė – kaip paties produkto sukūrimas, ir netiesioginė – kaip sąsajos eilučių vertimo testavimo priemonė. Pateikiama keletas rekomendacijų vertėjams.

Programinės įrangos lituanizavimo darbus galima suskirstyti į dvi dalis: 1) programos adaptavimą lietuvių kalbos lokalei ir kultūrinei terpei (Grigas, 1998); 2) kompiuterio ekrane matomų sąsajos tekstų vertimą į lietuvių kalbą. Straipsnyje aptarsime antrosios dalies problemas. Duomenis situacijos analizei imsime iš internete esančių bendrovės „Microsoft“ ir „Linux“ duomenų bazių. Naudosimės bendromis programinės įrangos internacionalizavimo ir lokalizavimo nuostatomis (IBM, 1987; IBM, 1990; Kano, 1995; Uren, Howard, Perinotti, 1993) ir praktine interneto programų lokalizavimo patirtimi (Grigas, Jevsikova, 2002; Grigas, 2003) ją apibendrindami programinei įrangai nepriklausomai nuo jos paskirties.

Dabartinė situacija

Lietuvoje labiausiai paplitusi operacinių sistemų „Windows“ šeima. Į lietuvių kalbą yra iš dalies išversta operacinė sistema „Windows XP Professional“, bendroji raštinės paketo dalis, teks-

tų rengyklė „Word XP“, programa „Outlook“. Dabar verčiamos kitos „MS Office“ programos. Palyginimui pateikiame bendrovės „Microsoft“ programų vertimus į kitas Vakarų ir Vidurio Europos šalių kalbas. Pirmoje lentelėje pateikiami išverstų frazių, matomų meniu, dialogo langų ir kituose užrašuose, kiekiai, išreikšti pakuoto teksto megabaitais. Duomenys paimti iš „Microsoft“ duomenų bazės (<ftp://ftp.microsoft.com/developr/MSDN/NewUp/Glossary/>).

Lietuvių kalba arti sąrašo pabaigos. Pirmauja didesnių valstybių kalbos. Tai natūralu: didesnės tautos gali daugiau sau leisti. Norėdami realistiškiau įvertinti situaciją, vertimų kiekį pavaizduosime grafiškai priklausomai nuo valstybių, kuriose ta kalba yra pagrindinė, gyventojų skaičiaus (žr. 1 pav.). Nors taškai grafike gerokai išsibarstę, tačiau aiškiai matoma vertimų kiekio priklausomybė nuo gyventojų skaičiaus. Pirmą liniją, einanti išsibarsčiusių taškų viduriu per estų (ee), graikų (el) ir italų (it) kalbas, apytikriai išreiškia vidutinį lygį. Lietuvių kalbos vertimų lygis yra maždaug keturis kartus žemiau vidurkio. Antrą liniją, ei-

1 lentelė. Bendrovės „Microsoft“ programų vertimai į Vakarų ir Vidurio Europos kalbas

Eil. Nr.	Kalba	Kalbos kodas	Išversta frazių MB	Eil. Nr.	Kalba	Kalbos kodas	Išversta frazių MB
1	Prancūzų	fr	29,4	13	Suomių	fi	11,4
2	Ispanų	es	25,2	14	Olandų	nl	10,0
3	Italų	it	20,5	15	Portugalų	pt	8,3
4	Vokiečių	de	17,6	16	Slovakų	sk	7,9
5	Švedų	se	16,1	17	Slovėnų	sl	7,1
6	Lenkų	pl	15,0	18	Rumunų	ro	2,5
7	Norvegų	no	14,5	19	Estų	ee	2,0
8	Vengrų	hu	14,2	20	Latvių	lv	1,7
9	Turkų	tr	14,1	21	Lietuvių	lt	1,7
10	Čekų	cs	12,5	22	Bulgarų	bg	1,6
11	Danų	dk	12,2	23	Baskų	eu	1,4
12	Graikų	el	11,5				

nančių per baskų (eu), estų (ee) ir turkų (tr) kalbas, galima laikyti minimaliu lygiu. Lietuvių kalba nuo minimalaus lygio atsilieka maždaug tris kartus.

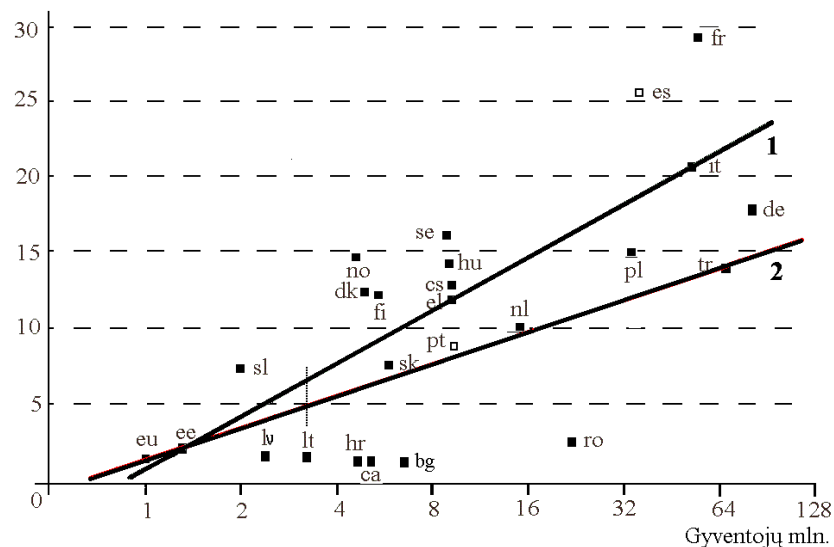
Kita Lietuvai svarbi operacinė sistema yra „Linux“. Ji pradėta versti į lietuvių kalbą. Antroje lentelėje pateikiami duomenys apie sistemos „Li-

nux“ ir kitų stambesnių programų vertimus.

Iš turimų duomenų galima daryti išvadą, kad programų lituanizavimas tik prasidėjęs, vertimo problemos ir jų sprendimai tebėra aktualūs.

Daugelio programų, ypač atvirojo kodo, platinami neužbaigti vertimai: išverstos ne visos meniu, dialogo langų ir pranešimų eilutės,

Frazių vertimų M baitų



1 pav. Bendrovės „Microsoft“ programų vertimai į Vakarų ir Vidurio Europos kalbas pagal toms kalbomis kalbančiųjų skaičių

2 lentelė. *Stambesnių programų vertimai į lietuvių kalbą*

Eil. Nr.	Programos pavadinimas	Eilučių skaičius (tūkst.)	Ar išversti žinynai	Pastabos
1	Windows XP Professional	30	taip	Tik pagrindinė sistemos dalis
2	MS Office (bendroji paketo dalis)	16	taip	
3	Outlook	12	taip	
4	Word XP	10	taip	
5	Mozilla	10	taip	
6	Linux, KDE	22	ne	Išversta 43% eilučių
7	Open Office	22	ne	
8	Linux Gnome 1.4	13	ne	Išversta 34% eilučių
9	Linux Gnome 2.2	5	ne	Išversta 43% eilučių
10	Linux Gnome 2.4	9	ne	Išversta 18% eilučių
11	Linux Debian	9	ne	Išversta ~5% eilučių

neišversti žinynai. Apie šias problemas pakalbėsime toliau.

Eilučių vertimų užbaigtumas

Sistema „Linux“ ir kitos atvirojo kodo programos verčiamos į daugelį kalbų. Tačiau užbaigtų vertimų nėra daug. 2003 m. gegužės mėn. duomenimis, pagal žiniatinklio svetainėse (The GNOME, 2003; KDE, 2003; Central Debian, 2003) pateiktą medžiagą, kalbų, į kurias verčiama (pradėta versti arba išversta) ir į kurias jau išverstos visos (100%) sąsajos eilutės, skaičiai buvo tokie:

Sistema	Verčiama	Išversta
Gnome 1.4	60	0
Gnome 2.2	65	16
Gnome 2.4	71	0
KDE	76	1
Debian	134	0

Minėtose svetainėse nurodomi atskirų operacinės sistemos komponentų išverstų eilučių skaičiai bei procentai. Todėl juos analizuojant galima susidaryti vaizdą apie vertimo eigą. Natūralu, kad išibėgėjus ir tolygiai vykstant vertimo procesui bendras išverstų eilučių skaičius augtų tolygiai ir procentiniai atskirų komponentų išverstų eilučių skaičiai būtų pasiskirstę taip pat tolygiai. Tačiau taip iš tikrųjų nėra. Trečiojoje lentelėje pateikiamas sistemos „Debian“ komponentų pasiskirstymas pagal išvers-

tų į vokiečių, prancūzų ir ispanų kalbas eilučių procentinį kiekį. Šią sistemą ir šias kalbas pasirinkome dėl analizės patikimumo – sistema iš anksčiau minėtų turi daugiausia komponentų ir į šias tris kalbas verčiama intensyviausiai (į vokiečių kalbą išversta 126 tūkst. eil., prancūzų – 124, ispanų – 104).

Iš lentelės matyti, kad juo didesnis išverstų eilučių procentas, tuo daugiau nebaigtų versti komponentų. Jų skaičius pradeda pastebimai didėti nuo 70% ir ypač didėja artėjant prie 100%. Dėl to 90–99% intervalo skaičiai dešinėje lentelės pusėje pateikti išskleistai, kas procentą. Atkreipiame dėmesį ir į tai, kad visų trijų kalbų vertimuose pasiskirstymo tendencija panaši.

Kodėl artėjant prie pabaigos vertimo procesas lėtėja? Kas kliudo išversti programą iki galo?

Svarbiausia priežastis – vertėjas pirmiausia išverčia tai, ką geriausia žino. Po to lieka vis sunkesni tekstai. Galima sakyti, kad sunkiausia įveikti paskutinį procentą – išversti paskutines eilutes. Dėl to negalima tvirtinti, kad jei išversta 90% eilučių, tai padaryta 90% darbo. Kaip matyti iš 3 lentelės (90–99%), dar lieka apie pusę nebaigtų programų, t. y. padaryta tik apie pusę darbo.

Platinant nebaigtą versti programą, kyla nemažų sunkumų jos naudotojui. Jeigu eilutės prasmė nebuvo aiški vertėjui, tai vargu ar ji bus aiški programos naudotojui, kurio kvalifikacija dažniausiai neprilygsta vertėjo kvalifikacijai.

3 lentelė. Sistemos „Debian“ į vokiečių, prancūzų ir ispanų kalbas išverstų eilučių pasiskirstymas pagal išverstų eilučių procentus

%	Vokiečių	Prancūzų	Ispanų	Iš viso	Nuo pradžios	%	Vokiečių	Prancūzų	Ispanų	Iš viso	Nuo pradžios
Iki 10	3	5	2	10	10	90	4	5	5	14	329
10–19	5	5	2	12	22	91	3	2	6	11	340
20–29	6	9	5	20	42	92	5	8	7	20	360
30–39	14	4	7	25	67	93	13	6	4	23	383
40–49	8	6	5	19	86	94	12	10	9	31	414
50–59	8	13	5	26	112	95	8	10	8	26	440
60–69	10	16	9	35	147	96	14	11	7	32	472
70–79	25	23	19	67	214	97	16	10	10	36	508
80–89	33	32	36	101	315	98	21	19	16	46	554
90–99	130	111	93	324	639	99	34	30	21	85	639

Kartu menkinamas programos ir jos vertėjo prestižas. Palyginkime, ką galėtume pasakyti apie verstinę knygą su originalo kalba palikto mis frazėmis, kurių vertėjui nepavyko įveikti.

Žinytų vertimas

Žinyto tekstas yra matomas kompiuterio ekrane ir skiriamas programos naudotojui. Todėl privalu jį išversti. Jeigu išversti tik meniu bei dialogo langų užrašai, o žinytas pateikiamas kita kalba, tai programos naudotojui susidaro papildomų sunkumų, susijusių su skirtingų kalbų terminija.

Žinyto vertimas panašus į įprastų tekstų vertimą. Tačiau verčiant žinytą kartu atliekamas ir programos testavimas – dirbama su veikiančia programa ir tikrinama, ar viskas, kas išversta, yra teisinga. Čia testuojami bei koreguojami ir frazių vertimai, kadangi verčiant ir nuodugniai nagrinėjant žinytą išryškėja programos taikymo ir veiksmų kombinacijos, kurios galėjo būti nenumatytos verčiant frazes. Testavimo sąnaudos esti gerokai didesnės už patį vertimą. Galima teigti, kad tik išvertus žinytą (arba parašius originalų) bus užbaigtas ir visas programos lokalizavimas. Be to, žinyto tekstą reikia adaptuoti (dažniausiai papildyti) turint omeny, kad programa veiks konkrečioje kalbinėje ir kultūrinėje terpėje.

Kol kas į lietuvių kalbą verčiamos tik pačios populiariausios (daugiausia naudojamos) programos, kurios jau išverstos į kitas kalbas. Todėl yra proga pasinaudoti kitų kalbų vertimais. Pasisemti naudos iš kitų kalbų vertimų galima tik esant šioms sąlygoms:

- vertimas į tą, kitą, kalbą turi būti pakankamai geras;
- vertėjas į lietuvių kalbą turi pakankamai gerai mokėti tą kalbą.

Reikia pasakyti, kad vertimų į kitas kalbas kokybė, ypač atvirosio teksto, labai įvairuoja: nuo mėgėjiškų, tiesiog neraštingų, iki puikios kokybės profesionalių vertimų. Yra vertimų, aiškumu ir minčių dėstymo sklandumu pralenkiančių originalus. Ir tai nenuostabu. Programų žinytai nėra meno ar filosofijos kūriniai, kuriuos verčiant nevalia nukrypti nuo autoriaus minčių. Dokumentaciją, ypač atvirosio teksto programų, galima visokeriopai tobulinti. Jeigu visi tą patį tekstą perrašytų kitomis kalbomis nepagerindami jo, tai nebūtų pažangos.

Savaime aišku, kad visi į žinyto iliustracijas įpiešti tekstai turi būti pakeisti tais, kurie iš tikrųjų matomi lokalizuotoje programoje. Taigi reikia išversti ne tik aprašymus, bet ir iliustracijas.

Žinynuose būna nuorodų į tinklalapius, kuriuose galima rasti papildomos informacijos, patarimų. Tokius tinklalapius taip pat derėtų išversti į lietuvių kalbą.

Žinyno, o ir visi kiti rišlūs tekstai turi būti sklandūs, taisyklingi. Todėl jie redaguojami. Programinės įrangos tekstų kokybė ir geras redagavimas dažnai gali būti svarbesni už knygų, juo labiau laikraščių arba žurnalų, redagavimą, kadangi daugelis žmonių ta pačia programa naudojami nuolat. Todėl programos atidavimas viešam naudojimui turėtų būti ne mažiau atsakingas negu leidinio atidavimas spaudai.

Išvados

1. Programų lituanizacija dar tik pradeda. Nuo Vakarų ir Rytų Europos valstybių atsiliekame maždaug 3–4 kartus.

2. Visavertėmis galima laikyti tik užbaigtas lituanizuoti programas, t. y. su išverstomis visomis meniu, dialogo langų ir pranešimų eilutėmis bei elektroniniais žinytais.

3. Pasirinktinai išversti iki 70% programos sąsajos eilučių nėra sunkus darbas. Ypač daug sąnaudų reikia paskutinių neaiškių eilučių vertimui, t. y. programos išvertimui iki galo.

4. Vien sąsajos frazių vertimas be žinyno vertimo ir testavimo sudaro tik nedidelę visų lokalizavimo sąnaudų dalį. Dėl to čia jis laikytinas juodraštiniu vertimu.

5. Lokalizavimą galima laikyti baigtu ir programą rekomenduoti platinti tik tada, kai išverstas jos elektroninis žinytas, sąsajos frazių vertimai pakankamai testuoti ir visi tekstai redaguoti.

6. Lokalizautojo(-ų) kvalifikacija turi būti pakankamai aukšta ir visapusiška: jis turi labai gerai mokėti lietuvių kalbą, gerai – originalo (dažniausiai anglų) kalbą, būti susipažinęs su dar viena kita kalba, į kurią yra išversta programa, turėti darbo su lokalizuojama programa arba kita tokios pat paskirties programa patirties.

LITERATŪRA

- Central Debian translation statistics (2003). Adresas internete : <http://www.debian.org/international/110n/> [žiūrėta 2003-05-26].
- Grigas G. (1998) Lietuviškų rašmenų panaudojimo kompiuteriuose ir jų tinkluose problemos // Lituanistika pasaulyje šiandien: darbai ir problemos, Vilnius: Baltos lankos, t. 3, p. 65–72.
- Grigas G., Jevsikova T. (2002) Interneto programų paketo „Mozilla“ lokalizavimas ir naudojimas mokykloje // Lietuvos matematikos rinkinys, t. 42, spec. Nr., p. 241–248.
- Grigas G. (2003) Interneto programų lietuvinimo patirtis // Informacinės technologijos 2003: Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, p. 15–21.
- IBM. National language information and design guide. (1987) Vol. 1. Designing enabled products rules and information guide. IBM Canada Ltd.
- IBM. National language information and design guide. (1990) Vol. 2. National language support referente manual. IBM Canada Ltd.
- Kano N. (1995) Developing international software for Windows 95 and Windows NT. Microsoft Press.
- KDE internationalization. (2003). Adresas internete: <http://i18n.kde.org/stats/gui/HEAD/index.php> [žiūrėta 2003-05-26].
- The GNOME translation. (2003). Adresas internete: <http://developer.gnome.org/projects/gtp/> [žiūrėta 2003-05-26].
- Uren E., Howard R., Perinotti T. (1993) Software internationalization and localization. An Introduction. Van Nostrand Reinhold.

TRANSLATION OF SOFTWARE INTO LITHUANIAN: SITUATION, PROBLEMS AND THEIR SOLUTION

Gintautas Grigas

S u m m a r y

The article deals with the translation of texts visible on computer screen by software user. Situation with translation into Lithuanian are compared with that into other West and Central European languages. The importance of full (100 %) translation of string is discussed from the user point of view. The conclusion that tran-

slation of the last strings is the most difficult task is made. The twofold role of help file translation is discussed: explicit – as the help itself, and implicit – as the means of exhaustive test of dialogue string translation in parallel with help file translation. There are given some recommendations for translators.

Įteikta 2003 birželio 23 d.

Raštinės programinės įrangos „OpenOffice.org“ adaptavimas lokalės normoms

Rimgaudas Laucius

Matematikos ir informatikos instituto
doktorantas
Institute of Mathematics and Informatics,
Doctoral student
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
Tel. (370-5) 2109 732
Faks. (370-2) 72 92 09
El. paštas: rimga@kti.mii.lt

Valentina Dagienė

Matematikos ir informatikos instituto docentė,
matematikos mokslų daktarė
Institute of Mathematics and Informatics, Assoc.
prof., PhD
Akademijos g. 4, LT-2600 Vilnius
Tel. (370-5) 2109 732
Faks. (370-2) 72 92 09
El. paštas: dagiene@kti.mii.lt

Straipsnyje aptariami raštinės biuro atvirojo teksto programų paketo „OpenOffice.org“ adaptavimo lokalei savitumai ir galimybės. Pagrindinis dėmesys skiriamas „OpenOffice.org“ internacionalizacijos modeliui tirti: siekiama išsiaiškinti jo pranašumus ir trūkumus. Straipsnis parašytas jau įpusėjus „OpenOffice.org“ lokalizavimo darbams, todėl jame pateikiama lokalizavimo problemų analizė grindžiama ne tik teorinėmis išvadomis, bet ir praktiniais tyrimais.

Globalizacijos ir kultūrų asimiliacijos kontekste mažoms valstybėms itin aktuali nacionalinės kalbos ir kultūros puoselėjimo problema. Lietuvos informacinės visuomenės plėtros strateginiame plane vienas iš keturių prioritetų yra „lietuvių kalbos ir kultūros paveldo puoselėjimas panaudojant informacines technologijas ir telekomunikacijas“ (IVPK, 2001). Šiam tikslui įgyvendinti vienas iš svarbiausių šiandienos darbų yra būtiniausios visuomenei programinės įrangos lokalizavimas.

2001 metais Lietuvos informacinės visuomenės plėtros komiteto užsakymu buvo atliktas Europos valstybių atvirojo teksto programų naudojimo valstybės ir viešajame sektoriuje tyrimas. Tyrimo rezultatai parodė, kad atvirojo teksto programinės įrangos populiarinimas gali teigiamai veikti nacionalinio ūkio plėtrą ir sumažinti nelegaliai naudojamos programinės įrangos procentą.

Siekiant rasti alternatyvą komerciniam „Microsoft Office“ programų paketui buvo atlikta analogiškų atvirojo teksto programų paketų lyginamoji analizė. Pagrindiniai lyginimo kriterijai buvo šie: 1) tinkamas galimybių asortimentas ir darbo patogumas, 2) dokumentų suderinamumas, 3) lokalizavimo prieinamumas. Nustatyta, kad šiuos kriterijus geriausiai tenkina „OpenOffice.org“ programų paketas (IVPK, 2002; Gamerdinger, 2003). Todėl jis ir buvo pasirinktas lokalizuoti.

Pagrindiniai lokalizavimo darbai

Lokalizuojant raštinės paketą „OpenOffice.org“ buvo išskirti trys pagrindiniai darbai: 1) adaptavimas lokalei, 2) sąsajos teksto (menu punktų, dialogų langų, pranešimų) vertimas, 3) hipertekstinių žinytų vertimas (1 pav.).

* „OpenOffice.org“, „Solaris“ yra registruotieji „Sun Microsystems“ bendrovės prekiniai ženklai, „Microsoft Office“, „Microsoft Windows“ yra registruotieji „Microsoft“ bendrovės prekiniai ženklai



1 pav. Pagrindiniai „OpenOffice.org“ lokalizavimo darbai

Lokalizavimo darbų pagrindą sudaro „OpenOffice.org“ adaptavimas lokalės normoms. Tai nėra didelis, tačiau vienas svarbiausių ir atsakingiausių lokalizavimo darbų. ISO/IEC 15897 standarte sakoma, kad lokalė – tai „naudotojo aplinkos poaibio, priklausančio nuo kalbos ir kultūros normų, apibrėžimas“.

Bendru atveju lokalę galima apibūdinti dviem pagrindiniais elementais: kalba ir šalimi. Lokalizuojant programinę įrangą kalboms ir šalims identifikuoti naudojami kodai, apibrėžti standartais ISO 639 ir ISO 3166. Pagal šiuos standartus lietuvių kalba identifikuojama kodu „lt“, o šalis „LT“.

Lokalizuojamą programinę įrangą bendru atveju pirmiausia reikia pritaikyti lokalės normoms ir tik tada atlikti sąsajos bei žinyių vertimą. Mat lokalės normoms neadaptuota programinė įranga gali nepalaikyti lokalės ženklų ir neteisingai rodyti išverstą tekstą. „OpenOffice.org“ pradinis paketas parengtas taip, kad įvairių lokalių ženklai jau yra iš karto įdiegti naudojant Unikodo ženklų kodavimą. Todėl taupant laiką visus tris pirmiau išvardytus lokalizavimo darbus galima atlikti lygiagrečiai.

Svarbiausi lokalės elementai – „i18n“ sistemos sandara

Tarptautinei rinkai skirta programinė įranga turėtų būti internacionalizuota, t. y. sudarytos sąlygos ją adaptuoti bet kuriai lokalei. Programų internacionalizavimo klausimais iš esmės susidomėta vos prieš keletą metų, todėl jie dar mažai išnagrinėti, nėra sukurta vieningų programinės įrangos internacionalizavimo standartų bei

specifikacijų. Kita vertus, šiuolaikinės programinės įrangos kūrimo priemonės dar nėra pakankamai pritaikytos internacionalizuotoms programoms kurti. Todėl programinės įrangos adaptavimas lokalės normoms dažnai būna problemiškas (Hall, 1997).

„OpenOffice.org“ adaptavimas lokalės normoms atliekamas jo pradinio kodo lygyje. Toks metodas yra sudėtingesnis ir reikalauja daugiau investicijų nei įprasti metodai, tačiau jis turi ir pranašumų, nes su lokale susijusius trūkumus gali pašalinti patys lokalizuotojai. Šis metodas ypač būdingas atvirojo teksto programoms.

Internationalizuojant „OpenOffice.org“ buvo pasirinktas naujoviškas ir perspektyvus metodas. Visi su lokale susiję elementai sukaupti „i18n“ sistemoje, kuri realizuota naudojant komponentinio programavimo technologiją. Šios sistemos elementai yra realizuoti atskirais UNO (*Universal Network Objects*) komponentais, tačiau darniai integruoti pasinaudojant šių komponentų sąsajų galimybėmis. Pagrindinis sistemos komponentas neatlieka jokių su lokale susijusių operacijų, o tik suranda, įkelia ir susieja atskirus, nuo lokalės priklausomus komponentus. Tokia sistema gali būti lengvai papildoma naujais, nuo lokalės priklausančiais elementais, be to, esamus elementus nesunku pakeisti naujais. Pažymėsime, kad šioms operacijoms nereikia perkompiliuoti visos „OpenOffice.org“ programos – tai taip pat yra didelis pranašumas (Loeschky and Senthil, 2001a, 2001b).

Pagrindiniai „i18n“ sistemos komponentai:

1. Lokalės duomenys. Nuo lokalės priklausomi duomenys: datos, laiko, skaičių, valiutos formatai, kalendoriaus informacija ir pan.
2. Ženklų klasifikatorius. Realizuoja didžiųjų bei mažųjų raidžių keitimą, teksto skyrybos taisykles ir kt.
3. Kalendorius. Realizuoja įvairių kalendorių palaikymo galimybę.
4. Gretintuvas. Realizuoja rikiavimą ir indeksavimą.
5. Skaidytuvas. Realizuoja žymeklio nustatymą, žodžių kėlimą ir eilučių laužymą.

Dalis šių elementų (ženklų klasifikatorius, gretintuvas, skaidytuvas) pradinėje versijoje yra realizuoti naudojantis Unikodo standartu. Šiuo standartu pagrįstos realizacijos tinkamos

Rezervuoti žodžiai. Nustatomi „OpenOffice.org“ terpėje specialią prasmę turintys žodžiai (pvz., žodžiai, reiškiantys teisingą ir neteisingą rezultatą).

Sąrašų (ženklintųjų pastraipų) stilius. Pa renkamos su sąrašais (ženklintosiomis pastraipomis) susijusios nuostatos, būtent, numeravimas, išdėstymas, atitraukimas nuo lapo krašto, žymės, sufiksai ir prefiksai.

Ženklų klasifikatorius

„OpenOffice.org“ programa gali veikti keliuose operacinėse sistemose – „Solaris“, „Microsoft Windows“ (32 bitų), „Linux“. Ji parašyta C++ kalba, kuri leidžia išlaikyti suderinimą šiose sistemose. Įvairių grupių šnekamosioms kalboms (europiečių, azijatų, arabų ir kt.) palaikyti „OpenOffice.org“ naudoja Unikodo ženklų kodavimo standartą. Šitaip gali būti koduojamas daugiakalbis tekstas (ISO 10646).

„OpenOffice.org“ pakete yra integruotas „TrueType“ šriftas, turintis daugumos ženklų, apibrėžtų Unikodo 2.0 standarte, piktogramas, todėl daugiakalbiškumas gali būti palaikomas nepriklausomai nuo operacinės sistemos lokalės ir sąajos.

Pasinaudodamas Unikodo teikiamomis galimybėmis „OpenOffice.org“ palaiko daugiakalbio įvedimo ir išvedimo bei spausdinimo funkcijas. Deja, šias galimybes palaiko ne visos operacinės sistemos. Tačiau tokiu atveju, kai kuri nors iš šių galimybių operacinės sistemos nepalaikoma, yra naudojamos papildomos į „OpenOffice.org“ įdiegtos priemonės (Loeschky and Senthil, 2001b).

Ženklų klasifikavimo funkcijos atliekamos taikant Unikodo standartą ir tinka daugumai lokalių. Yra galimybė iš naujo įdiegti ženklų klasifikavimo algoritmą. Paprasčiausias būdas tai padaryti yra iš klasės „Class_Unicode“ išvesti naują klasę ir taip sukurti naują ženklų klasifikatoriaus komponentą.

Lietuviškos lokalės ženklų klasifikavimas atitinka Unikodo standarte apibrėžtas ženklų klasifikavimo taisykles, todėl pakanka „OpenOffice.org“ numatytojo klasifikavimo algoritmo. Norint dirbti su sukirčiuotais teksta, reikės apibrėžti algoritmą, kuris apimtų kirčiuotų raidžių klasifikavimo taisykles.

Skaidytuvas

Šis komponentas lemia teksto skaidymą į eilutes, žodžius, skiemenis ir ženklus. Unikodo standartas apibrėžia, kad ženklai gali būti sudaryti sujungiant kelis ženklus į vieną, todėl pagal Unikodą koduoto teksto skaidymas ženklais yra sudėtingesnis nei teksto, koduoto 8 bitų kodų lentelėmis.

Teksto skaidymas į eilutes priklauso nuo lokalės. Teksto rengimo programose skaidymo algoritmas turi tikti tekstui skiemenimis skaidyti, – kad būtų galima rasti vietą, nuo kurios galima perkelti tekstą į kitą eilutę. Skaidydamas tekstą skiemenimis algoritmas taip pat turi atsižvelgti, kad kai kuriose lokalėse yra ženklų, kurie negali būti rašomi eilutės pradžioje arba pabaigoje.

„OpenOffice.org“ pradinėje versijoje naudojami trys komponentai: 1) „BreakIterator_Unicode“, 2) „BreakIterator_CTL“ (Complex Text Layout) ir 3) „BreakIterator_CJK“ (Chinese, Japanese and Korean). Paprasčiausias būdas įdiegti naują skaidymo algoritmą yra iš vienos šių klasių išvesti naują klasę ir taip sukurti naują skaidytuvo komponentą.

Lietuvių kalbos žodžiai į kitą (tolesnę) teksto eilutę keliama skiemenimis, todėl tekstas visuomet gali būti perkeltas ten, kur eina skiemenų riba. Tačiau žodžių kėlimo taisyklės apskritai yra laisvesnės už skiemenų ribų nustatymo taisykles.

Teksto kėlimo taisyklės gali būti labai svarbios leidybinėse sistemose, o raštinės programose paprastai tenkinamasi paprastesniais algoritmais, todėl lokalizuojant „OpenOffice.org“ buvo paliktas pradinis Unikodo algoritmas.

Papildomi lokalės elementai

Programų vaizdavimas kompiuteriuose – spalvos, paveikslėliai, šriftai, garsai ir pan. – taip pat priklauso nuo šalies kultūrinės terpės (pavyzdžiui, balta spalva vienos kultūrose reiškia džiaugsmą, kitose – liūdesį). Tokių aspektų yra gana daug ir formaliai juos visus aprašyti gana sunku, todėl šios srities elementai adaptuojami atskirai, atsižvelgiant į konkrečią lokalę. Dalis tokių elementų lokalizavimo galimybių įgyvendinta „OpenOffice.org“ modulyje „Extras“.

Paveikslėliai. „OpenOffice.org“ turi daug paveikslėlių, kurie naudojami sąrašams, mygtukams, piktogramoms žymėti. Kai kurie paveikslėliai turi atskiroms lokalėms specifinių elementų (pvz., rašmenų arba rankų gestų), todėl lokalizuojant gali tekti juos pakeisti (pavyzdžiui, originalioje versijoje „Bold“ mygtukas turi paveikslėlį su raide „F“, tačiau daugelyje lokalių, iš jų ir lietuvių, įprasta, kad jis būtų žymimas raide „B“).

Šablonai. Skirtingose lokalėse yra naudojami skirtingi dokumentų šablonai. „OpenOffice.org“ šablonai pateikiami modulio „Extras“ pakatalogyje „Templates“. Skirtingų lokalių šablonai talpinami skirtinguose jo pakatalogiuose, pažymėtuose jų kodais. Lietuvoje dokumentų šablonai sudaromi remiantis Lietuvos archyvų departamento patvirtintomis dokumentų rengimo ir įforminimo taisyklėmis (Lietuvos..., 2001).

Automatinis tekstas. „OpenOffice.org“ turi automatinio teksto funkciją, kuria iš anksto numatytas tekstas gali būti įdedamas į dokumentą sukurtais šaukiniais. Šį tekstą pagal individualius poreikius gali keisti ir papildyti bet kuris „OpenOffice.org“ vartotojas. Su pradine programa pateikiama tik maža, pagrindinė šio teksto dalis (pradinio kodo katalogo „Extras“ pakatalogyje „AutoText“) – šią dalį būtina lokalizuoti.

Kai kurie „OpenOffice.org“ internacionalizavimo trūkumai

Lokalizuojant ir analizuojant „OpenOffice.org“ paketą buvo pastebėta keletas trūkumų, susijusių su nepakankamu programinės įrangos internacionalizotu.

Žodžių gramatinės formos. Žodžių gramatinės formos derinimas su skaitvardžiais „OpenOffice.org“ nėra numatytas. Pavyzdžiui, užrašas

„X minutes“ nesikeičia priklausomai nuo įvedamo skaičiaus „X“, nors anglų kalba turi dvi skirtingus skaitvardžius atitinkančias žodžio formas: „minute“ ir „minutes“. Lietuvių kalboje tokių formų yra net trys – pavyzdžiui, „1 minutė“, „2 minutės“, „10 minučių“.

Laiko sistemos nesuderinamumas. Daugelyje užsienio šalių laikas užrašomas 12 valandų sistema papildomai pridėdant santrumpas, žyminčias „priešpie“ arba „popiet“. Lietuvoje dažniau naudojama 24 valandų sistema, o jei laikas užrašomas 12 valandų sistema, tai šalia pridėdamos santrumpos, žyminčios nakties, ryto, dienos arba vakaro laiką. Galimybė taip pakeisti laiko santrumpas „OpenOffice.org“ nėra numatyta.

Išvados

Daugiausia laiko lokalizuojant raštinės biuro paketą „OpenOffice.org“ sugaištama sąsajos teksto ir žinytų vertimams, tačiau esminę lokalizavimo darbų dalį sudaro jo adaptavimas lokalės normoms.

Pasirinktas „OpenOffice.org“ internacionalizavimo modelis turi daug pranašumų. Jis leidžia nesudėtingai ir lanksčiai adaptuoti „OpenOffice.org“ bet kurios lokalės normoms. Taisant Unikodo ženklų kodavimą „OpenOffice.org“ įdiegtas daugiakalbiškumo palaikymas, o integruotas šriftas ir savi lokalių duomenys daro jį nepriklausomą nuo operacinės sistemos lokalės.

„OpenOffice.org“ lokalizavimo pradinio kodo lygyje metodas reikalauja šiek tiek daugiau investicijų, tačiau, palyginti su komerciniais paketais, jis turi tą pranašumą, kad su lokalizavimu susijusius trūkumus gali pašalinti patys lokalizuotojai (arba atvirojo kodo bendrija).

LITERATŪRA

- Gamerding, F. (2003) Migrating from Microsoft Office to OpenOffice.org/StarOffice. Adresas internete: <http://marketing.openoffice.org/conference/presentations-pdf/thu1230/Migration.pdf> [žiūrėta 2003-04]
- Hall V., Hudson R., (1997) Software without frontiers. Willey & Sons, 1997.
- ISO 639 Code for the representation of names of languages.
- ISO/IEC 10646 Information technology — Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS).
- ISO 3166 Codes for the representation of names of countries and their subdivisions.

- ISO/IEC 15897 Information technology – Procedures for registration of cultural elements.
- IVPK (2001) 2002–2004 metų strateginis veiklos planas. Adresas internete: // http://www.ivpk.lt/teises/strateginis_planas02_04.pdf [žiūrėta 2003-05].
- IVPK (2002) Atvirojo teksto programinės įrangos lokalizavimo galimybių analizė. Adresas internete: http://www.likit.lt/all/atv_teks.htm [žiūrėta 2003-05].
- Laucius R. (2003) Lokalės, jų sandara ir ypatumai // Informacinės technologijos: Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: KTU.
- Lietuvos archyvų departamentas (2001). Dokumentų rengimo ir įforminimo taisyklės // Valstybės žinios, Nr. 30–1009.
- Loeschky D., Senthil S., (2001a) StarOffice 6.0 A Multi-lingual Office Suite. Sun Microsystems, Inc.
- Loeschky D., Senthil S., (2001b) Universal I18n Framework for Office Applications. Sun Microsystems, Inc.

ADAPTATION OF SOFTWARE „OPENOFFICE.ORG“ TO LOCALE CONVENTIONS

Rimgaudas Laucius, Valentina Dagienė

S u m m a r y

In the strategic plan of development of the Lithuanian information society, one of the four priorities is “nurturance of the Lithuanian language and culture heritage, by using information technology and telecommunications“. To realize this aim, one of the most important works today is localization of the software, most indispensable for the society.

The paper discusses singularities and capabilities of adapting “OpenOffice.org“ program package to

locale norms. The main attention is paid to the investigation of the “OpenOffice.org“ internationalization model, – we seek to find out its merits and demerits. The paper has been written after doing a half of the “OpenOffice.org“ localization work, therefore the analysis of localization problems presented in it, is based not only on theoretical inferences, but also on investigations in practice.

Įteikta 2003 m. birželio 23 d.

„Informacijos mokslų“ 26-ojo tomo sudarytojai

prof., habil. dr. **Vaidotas Blažiejus Abraitis**
doc. dr. **Albertas Čaplinskis**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Alfredas Otas**, Kauno technologijos universitetas
dr. **Saulius Maskeliūnas**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Ala Miežinienė**, Vilniaus universitetas

Recenzentai

dr. **Romas Baronas**, Vilniaus universitetas
prof., habil. dr. **Romas Baušys**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Jonas Blonskis**, Kauno technologijos universitetas
prof., habil. dr. **Zenonas Brazaitis**, Vilniaus universitetas
dr. **Rita Butkienė**, Kauno technologijos universitetas
doc. dr. **Vytautas Čyras**, Vilniaus universitetas
doc. dr. **Valentina Dagienė**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Vitalijus Denisovas**, Klaipėdos universitetas
prof., habil. dr. **Gintautas Dzemyda**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Dalė Dzemydienė**, Matematikos ir informatikos institutas
Olga Kurasova, Matematikos ir informatikos institutas
prof., habil. dr. **Genadijus Kulvietis**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
dr. **Kristina Lapin**, Vilniaus universitetas
doc. dr. **Juozas Laučius**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
dr. **Antanas Lipeika**, Matematikos ir informatikos institutas
dr. **Joana Lipeikienė**, Matematikos ir informatikos institutas
dr. **Audronė Lupeikienė**, Matematikos ir informatikos institutas
doc. dr. **Daiva Makutėnienė**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Jelena Mamčenko, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Regina Misevičienė**, Kauno technologijos universitetas
doc. dr. **Bronius Paradauskas**, Kauno technologijos universitetas
doc. habil. dr. **Regimantas Pliuškevičius**, Matematikos ir informatikos institutas
Irma Šileikienė, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Olegas Vasilecas**, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
doc. dr. **Antanas Vidžiūnas**, Vytauto Didžiojo universitetas
dr. **Daiva Vitkutė-Adžgauskienė**, Vytauto Didžiojo universitetas

Lietuvos mokslo tarybos 1999 m. sausio 11 d. nutarimu Nr. III-64 mokslo darbų leidinys „Informacijos mokslai“ (steigėjas – Vilniaus universitetas) įrašytas į daktaro disertacijai ir habilitacijai (socialiniai mokslai) pripažįstamų Lietuvos periodinių ir tęstinių leidinių sąrašą.

Atmena autoriams

Straipsnyje turi būti mokslo darbams būdingos dalys: įvadas, nurodomas tyrimo tikslas, aptartas nagrinėjamos problemos ištirtumo laipsnis, objektas, metodai, gauti rezultatai, išvados arba apibendrinimas, naudotos literatūros sąrašas.

Straipsnio pradžioje – santrauka lietuvių, straipsnio pabaigoje – užsienio kalba. Straipsnis gali būti parašytas užsienio kalba. Prie straipsnio lietuvių kalba turi būti ne trumpesnė kaip 600 spaudos ženklų santrauka bent viena iš pagrindinių pasaulio mokslo kalbų (anglų, prancūzų, rusų, vokiečių), prie straipsnio užsienio kalba – ne trumpesnė kaip 600 spaudos ženklų lietuviška santrauka. Prie santraukos (Summary) rašomos autorių pavardės.

Šaltinių ir literatūros sąrašas pateikiamas straipsnio pabaigoje prieš santrauką abėcėlės tvarka pagal bibliografinių nuorodų standartus (ISO 690 ir LST ISO 690-2). Aprašai kirilica netransliteruojami ir netranskribuojami.

Straipsniai, kurių nuorodos prastos kokybės, nepriimami. Bibliografinių nuorodų metodika ir pavyzdžiai pateikiami „Informacijos mokslų“ interneto svetainėje adresu: http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/infmok/inf_mok.html

Nuorodos į šaltinius ir literatūrą tekste pateikiamos lenktiniuose skliaustuose, nurodant autoriaus pavardę ir leidimo metus, pavyzdžiui, (Jarvelin, 1994).

Straipsnį autorius pasirašo ir pateikia žinių apie save lietuvių ir anglų kalbomis (vardas, pavardė, mokslo vardas ir laipsnis, darbo vieta, pareigos, adresas, telefonas, faksas, kompiuterių pašto adresas, interneto tinklalapis).

Rankraštis pateikiamas popieriuje (2 egzemplioriai spausdinama per du intervalus) ir kompiuterio diskelyje.

Straipsnių rankraščiai negrąžinami. Straipsniai recenzuojami ir redaguojami.

Straipsniai įteikiami šiuo adresu:

„Informacijos mokslų“ redaktorių kolegija,
Vilniaus universiteto Tarptautinis žinių
ekonomikos ir žinių vadybos centras
Saulėtekio al. 9, I rūmai, 503 kab.
Tel.: (370 5) 236 61 07
EI. paštas: renaldas.gudauskas@tzc.vu.lt
alami@takas.lt

Siunčiant paštu nurodyti tokį adresą:

„Informacijos mokslų“ redaktorių kolegija
Vilniaus universiteto Tarptautinis žinių
ekonomikos ir žinių vadybos centras
Universiteto g. 3
LT-2734 Vilnius

By the decision No.III-64, dated January 11, 1999 of Science Council of Lithuania, the research papers journal „Information Sciences“ (founder – Vilnius University) is included into the list of Lithuanian serials, which publishes works recognized in doctoral and doctoral habil. (Social sciences) dissertations.

Reminder for Authors

Submitted articles should be in following structure: introduction, objectives, methodology and methods, results, conclusions, references.

Manuscript submission: two printed copies of the manuscript typed with 2 spacing on one side of the A4 paper, including pictures, tables, notes and references. Article should also be supplied on an IBM-compatible diskette.

Requirements:

1. Manuscripts can be in one of those languages: Lithuanian, English, German, French, and Russian.

2. English, German and French manuscripts should be prepared for publication – submitted manuscripts should be high quality camera-read. Lithuanian or Russian manuscripts can be edited.

3. The length of articles should not exceed 25–30 thousands symbols. Other cases should be discussed with the Editor.

4. The manuscript should begin with short abstract.

5. The pictures and tables should be placed in text.

6. References should be in following style: (Knox, 1988; Martin, 1995). The list of references is presented in alphabetic order. Refer-

ences in "Information Sciences" from the volume 27 should meet the requirements of the international standard ISO 690: 1987 (*E*)*Documents. Bibliographic references. Contents, format, and structure* and Lithuanian standard LST ISO 690-2:1999. The Cyrillic bibliographic descriptions are not transliterated or transcribed. The main requirements of preparing bibliographic references and some examples of references are on the Internet site of "Information sciences": http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/infmok/inf_mok.html

7. The references should be followed by Summary. If the manuscript is in Lithuanian the Summary should be English, German or French, in other cases the Summary should be in Lithuania The length of Summary not less than 600 symbols.

8. Information about all authors in English and Lithuanian should include the following: full name, highest earned academic degree and title, affiliation, position, full mailing address, telephone and fax, e-mail address.

All submitted articles are to be reviewed. Only those in Lithuanian language are edited. The manuscripts are not returned.

Visiting address:

Editing board of "Information Sciences"
Vilnius University, International Centre of
Knowledge Economy & Management
Saulėtekio al., building 1, room 503, Lithuania
Tel.: +(370 5) 236 61 07
E-mail: renaldas.gudauskas@tzc.vu.lt
alami@takas.lt

Mailing address:

Editing board of "Information Sciences"
Vilnius University, International Centre of
Knowledge Economy & Management
Vilnius University
Universiteto 3,
LT-2734 Vilnius
Lithuania

INFORMACIJOS MOKSLAI 2003 26
Mokslo darbai

Redaktorė *Jolanta Storpirštienė*
Viršelio dailininkas *Gediminas Markauskas*

16,5 leidyb. apsk. l., 18,5 aut. l. Tiražas 560 egz.

Išleido Vilniaus universiteto leidykla
Spaudai parengė Lietuvos kompiuterininkų sąjunga
Spausdino IĮ „Petro ofsteas“, Žalgirio g. 90, Vilnius
Užsakymas Nr.

Kaina sutartinė