



Sergejus SOSUNOVAS

**VARTOTOJŲ SUDAROMI ŠABLONAI VERSLO
TAISYKLĖMS SPECIFIKUOTI IR
TRANSFORMUOTI**

**Daktaro disertacijos santrauka
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)**

1548-M

Vilnius  **2008**

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Sergejus SOSUNOVAS

**VARTOTOJŲ SUDAROMI ŠABLONAI VERSLO
TAISYKLĖMS SPECIFIKUOTI IR
TRANSFORMUOTI**

Daktaro disertacijos santrauka
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)

Disertacija rengta 2004–2008 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.
Mokslinis vadovas

prof. dr. Olegas VASILECAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Disertacija ginama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Informatikos inžinerijos mokslo krypties taryboje:

Pirmininkas

prof. habil. dr. Romualdas BAUŠYS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, informatikos inžinerija – 07T).

Nariai:

prof. dr. Romas BARONAS (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, informatika – 09P),

prof. dr. Dalius NAVAKAUSKAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

doc. dr. Algis SAULIS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

prof. habil. dr. Rimantas ŠEINAUSKAS (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Oponentai:

doc. dr. Rimantas BUTLERIS (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),

prof. dr. Albertas ČAPLINSKAS (Matematikos ir informatikos institutas, fiziniai mokslai, informatika – 09P).

Disertacija bus ginama viešame Informatikos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2008 m. gruodžio 5 d. 9 val. Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel.: (8 5) 274 4952, (8 5) 274 4956; faksas (8 5) 270 0112;

el. paštas doktor@adm.vgtu.lt

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2008 m. lapkričio 4 d.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva) ir Matematikos ir informatikos instituto bibliotekoje (Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lietuva).

VGTU leidyklos „Technika“ 1548-M mokslo literatūros knyga.

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Sergejus SOSUNOVAS

**USER DEFINED TEMPLATES FOR THE
SPECIFICATION AND TRANSFORMATION OF
BUSINESS RULES**

Summary of Doctoral Dissertation
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2004–2008.

Scientific Supervisor

Prof Dr Olegas VASILECAS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

The dissertation is being defended at the Council of Scientific Field of Informatics Engineering at Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman

Prof Dr Habil Romualdas BAUŠYS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

Members:

Prof Dr Romas BARONAS (Vilnius University, Physical Sciences, Informatics – 09P),

Prof Dr Dalius NAVAKAUSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

Assoc Prof Dr Algis SAULIS (Vilnius Gediminas Technical University, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

Prof Dr Habil Rimantas ŠEINAUSKAS (Kaunas University of Technology, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T).

Opponents:

Assoc Prof Dr Rimantas BUTLERIS (Kaunas University of Technology, Technological Sciences, Informatics Engineering – 07T),

Prof Dr Albertas ČAPLINSKAS (Institute of Mathematics and Informatics, Physical Sciences, Informatics – 09P).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Council of Scientific Field of Informatics Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at 9 a. m. on 5 December 2008.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4952, +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112;

e-mail: doktor@adm.vgtu.lt

The summary of the doctoral dissertation was distributed on 4 November 2008.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania) and at the Library of Institute of Mathematics and Informatics (Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lithuania).

© Sergejus Sosunovas, 2008

IVADAS

Mokslo problemos aktualumas

Informacinių sistemų požiūriu verslo taisyklės yra teiginiai, kurie nusako ar apriboja kurį nors verslo aspektą, deklaruoja verslo struktūrą, kontroliuoja arba kitaip turi įtakos verslo procesams. Verslo taisyklių esmė nepriklauso nuo jos išraiškos būdo (vartojamų terminų ar sintaksės). Paprastai verslo taisyklės yra įvardijamos tais terminais, kuriuos vartoja verslo dalyviai, ir ta sintakse, kuri jiems patogi, nes verslo taisyklių savininkai ir yra verslo dalyviai.

Tyrimais įrodyta, kad verslo taisyklių savininkams patogiausia pateikti verslo taisyklės natūralia kalba. Tačiau taip pateiktos verslo taisyklės negali būti automatizuotai apdorotos ir pritaikytos informacinėse sistemose. Be to, taisyklės natūralia kalba nėra išsamios, korektiškos, patikimos. Formalios kalbos panaikina išvardintus natūralia kalba pateiktų taisyklių trūkumus. Deja, formalios kalbos gali būti vartojamos tik nedidelėje informacinės sistemos dalyje. Viską apimantis formalus informacinės sistemos aprašymas yra labai sudėtingas ir brangus. Be to, formalios kalbos reikalauja papildomų dalyko srities atstovų mokymų, kurie dažnai yra neefektyvūs.

Todėl aktualu pateikti taisyklės natūralios kalbos poaibiu – šablonais. Šablonai yra suprantami dalykinės srities atstovams ir gali būti automatizuotai apdorojami. Jie jau demonstravo savo privalumus specifikuojant ontologijų aksiomas ir išgaunant informaciją. Nepaisant to, kad egzistuoja šablonų rinkiniai, padedantys specifikuoti taisyklės, šablonų, skirtų tam tikrai dalykinei sričiai, sudarymo metodai nėra pakankamai ištirti. Be to, nėra išspręstos verslo taisyklių, specifikuotų panaudojant šablonus, tolimesnio transformavimo problemos.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Pagrindinis darbo tikslas yra išplėtoti verslo taisyklių, pateiktų kontroliuojama natūralia kalba, įvedimo į saugyklą metodus ir pasiūlyti verslo taisyklių šablonų specifikuojimo būdą, tinkamą naudoti pasitelkus standartizuotus kalbų transformavimo įrankius. Svarbiausias tokiems būdams keliamas reikalavimas yra galimybė dalykinės srities specialistams savarankiškai pritaikyti informacinės sistemas prie besikeičiančios verslo aplinkos.

Darbo uždaviniai:

1. Išnagrinėti metodus bei technikas, skirtas verslo taisyklėms specifikuoti natūralia ir kontroliuojama natūralia kalba.
2. Išanalizuoti informacinių sistemų kūrimo, naudojant modeliais grindžiamą architektūrą, metodus.

3. Atsižvelgiant į ankstesnių etapų analizės rezultatus sukurti verslo taisyklių pateikimo būdą, įgalinantį automatizuotai apdoroti verslo taisykles.
4. Specifikuoti verslo taisyklių, pateiktų panaudojant sukurtą būdą automatizuotai transformuoti į formalizuotą kalbą (UML/OCL), algoritmą.
5. Išbandyti pasiūlytą verslo taisyklių pateikimo būdą kuriant verslo informacinių sistemų komponentų prototipus ir realizuojant tipinį pavyzdį.

Mokslinis naujumas

Šioje disertacijoje atskleidžiamas naujas požiūris į verslo taisyklių pateikimą ir jų kūrimą: analizuojama, kaip, panaudojus šablonus, gali būti įvestos verslo taisyklės ir kurios verslo taisyklių šablono dalys yra svarbios transformavimo požiūriu.

Šiame darbe pateikti nauji rezultatai:

1. Pasiūlytas naujas verslo taisyklių specifikuojimo būdas BRTL. Šio būdo išskirtinės savybės:
 - a. BRTL įgyvendinta dalykinei sričiai pritaikomų verslo taisyklių šablonų idėja. Šis būdas įgalina dalykinės srities atstovus kurti nuosavus verslo taisyklių šablonus, modifikuoti esamus ir naudojant šiuos šablonus specifikuoti verslo taisykles.
 - b. Yra išspręsta verslo taisyklių šablonų ir verslo taisyklių integravimo su dalykinės srities faktų modeliu ORM problema.
 - c. Verslo taisyklės, specifikuotos panaudojus BRTL, gali būti transformuojamos pasitelkus standartizuotus modeliais grindžiamos architektūros įrankius.
2. Pasiūlyta formali verslo taisyklių, specifikuotų naudojant BRTL, transformacija į UML/OCL. Kuriant šią transformaciją pagrindinis dėmesys yra skiriamas UML/OCL elementams, įgyvendintiems plačiai naudojamuose įrankiuose.
3. Sukurtas būdas eksperimentu patikrintas, o gauti nauji rezultatai palyginti su pasibaigusiu projektų duomenimis.

Tyrimų metodika. Darbe aprašomam tyrimui vykdyti buvo naudojami šie tyrimo metodai:

1. Lyginamosios analizės ir bibliotekinio tyrimo metodai buvo naudojami analizuojant egzistuojančių verslo taisyklių modeliavimo kalbas, verslo taisyklių realizavimo metodus.
2. Analizės rezultatams apibendrinti ir siūlymams formuluoti buvo naudojami sąvokų apibendrinimo bei loginės indukcijos metodai.
3. Pasiūlytas taisyklių šablonų specifikuojimo būdas buvo įgyvendintas panaudojus konstravimo metodą.
4. Siekiant patikrinti siūlomo būdo veikimą buvo atlikti bandymai pasitelkus eksperimentinės analizės metodą.

Praktinė vertė. Tyrimo rezultatai parodė, kad disertacijoje pasiūlytas būdas ir sukurtas programų sistemos prototipas gali būti naudojami siekiant automatizuoti informacinių sistemų kūrimą verslo taisyklių pagrindu. Verslo taisyklės, pateiktos natūralia kalba, palengvina dalykinės srities atstovų darbą, nereikalauja formalų kalbų žinių. Tai supaprastino verslo taisyklių įvedimą į saugyklą, įgalino jų tolimesnį transformavimą.

Buvo atlikti BRTL būdo taikymo dalykinėje srityje tyrimai siekiant įvertinti jo praktines galimybes. Kelių pilotinių projektų rezultatai apriboti ir publikuoti tarptautinėje konferencijoje.

Disertacijoje nagrinėjama problema atsirado dėl poreikio išreikšti ir transformuoti verslo taisykles natūralia kalba telekomunikacijos ir bankinės srities įmonėse. Atsižvelgus į gautus pilotinių projektų rezultatus prasidėjo pasiūlyto būdo pritaikymo šiose įmonėse paruošiamieji darbai.

Ginamieji teiginiai

1. Pasiūlymas specifiškai verslo taisykles naudojant dalykinei sričiai pritaikomus transformuojamus šablonus bei jų specifikuojimo ir sudarymo būdą BRTL.
2. Transformavimo iš BRTL/ORM į UML/OCL specifikacija.
3. Dalykinės srities verslo taisyklių, specifiškai panaudojus pasiūlytą būdą, transformavimo į vykdomą programų sistemų kodą eksperimento rezultatai palyginti su ankstesnių projektų rezultatais.

Darbo apimtis. Darbą sudaro bendra darbo charakteristika, penki skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir publikacijų sąrašas. Bendra disertacijos apimtis – 150 puslapių, 25 iliustracijos ir 7 lentelės.

DARBO TURINYS

Įvade aprašomas nagrinėjamų klausimų aktualumas, suformuluoti darbo tikslai ir uždaviniai, taip pat pateiktas mokslinis naujumas bei praktinės vertės apžvalga.

1 skyrius. Susiję darbai

Šiame skyriuje apžvelgiami darbai, kontroliuojamos natūralios kalbos naudojimo specifikuojant verslo taisykles tema. Literatūros apžvalga parodė, kad verslo taisyklės turi būti centralizuotai saugomos saugykloje. Tačiau būdai, kaip įvesti verslo taisykles į saugyklą, skiriasi.

Kai kurie autoriai siūlo naudoti formalias kalbas, bet tai riboja verslo taisyklių savininkų galimybes keisti ir valdyti verslo taisykles.

Kitas siūlomas būdas yra saugoti verslo taisykles natūralia kalba arba naudoti labai apibendrintus šablonus. Bet šiuo atveju taisyklės negali būti automatizuotai apdorojamos. Be to, pastebėta, kad naudojami skirtingų būdų siūlomi šablonai nėra tinkami visoms dalykinėms sritims. Taip pat nėra nė vieno būdo, įgalinančio kurti transformuojamus verslo taisyklių šablonus kuria tik nori kalba (ne tik anglų).

2 skyrius. Dalykinei sričiai skirtos kalbos, transformacijos ir įrankiai

Sprendžiant verslo taisyklių įvedimo ir transformavimo naudojant šablonus problemą yra būtina išnagrinėti dalykinei sričiai skirtas kalbas (angl. *domain specific language* DSL) ir šių kalbų transformavimo problemas. Šis skyrius apžvelgia DSL modeliais grindžiamų metodų kontekste.

DSL gali būti traktuojamas kaip dalykinei sričiai sukurtas verslo taisyklių šablonų rinkinys. Tyrimai parodė, jog tam, kad būtų sukurtas DSL, būtinos kalbų kūrimo žinios, kurių verslo taisyklių dalykinės srities atstovai neturi. Be to, nėra tikslinga kurti visavertį DSL, kai norima specifikuoti 2–20 verslo taisyklių šablonų ir toliau juos naudoti įvedant taisykles.

Taigi yra reikalingas būdas, skirtas aprašyti verslo taisyklių šablonus, arba, kitaip tariant, būdas, skirtas kurti DSL kalbas verslo taisyklių taikymo sričiai. Verslo taisyklių šablonų specifikavimo būdai kurti gali būti naudojami DSL kūrimo principai. Skirtingai nuo klasikinių kalbų kūrimo metodų, modeliais grindžiamų (transformuojamų) DSL atveju siūloma atskirti abstrakčią sintaksę, konkrečią sintaksę ir semantiką.

Abstrakti sintaksė – sintaksė, kuri apima kalbos teikiamų sąvokų žodyną ir galimas jų kombinacijas. Abstrakčią sintaksę sudaro sąvokų apibrėžimai, jų tarpusavio ryšiai, taisyklingumo ribojimai. Būtina pabrėžti, kad abstrakti

sintaksė yra nepriklausoma nuo kalbos konkrečios sintaksės ir semantikos. Abstrakti sintaksė aprašo tik sąvokas (angl. *concept*) ir jų struktūras, bet ne šių sąvokų pateikimo būdą arba prasmę.

Kiekviena kalba turi notaciją, kuri apibrėžia, kaip kalbos sąvokos turi būti pateikiamos kuriant modelius ar aprašant kalbos teiginius. Ši notacija yra žinoma kaip kalbos konkreti sintaksė. Galima išskirti dviejų rūšių konkrečią sintaksę: tekstinę ir grafinę.

Abstrakti kalbos sintaksė neaprašo kalbos sąvokų prasmės, todėl reikalinga papildoma informacija. Egzistuoja tokie semantikos aprašymo būdai:

- Vertimo semantika – vienos kalbos sąvokos aprašomos pateikiant jų vertimą į kitą kalbą su žinoma ir tikslią semantika.
- Operacinė semantika – aprašomas kalbos veikimas.
- Išplėtimo semantika – šiuo atveju yra išplečiamos žinomos kalbos sąvokos.
- Denotacinė semantika – aprašomas vaizdavimas į smeigtines sąvokų sritis.

Išanalizavus modeliais grindžiamų kalbų kūrimo metodus ir principus buvo nustatyta, kad yra tikslinga verslo taisyklių šablonų specifikavimo kalbos abstrakčią semantiką pateikti naudojant metamodelių kalbą. Atlikus bandymus su skirtingomis metamodeliavimo kalbomis buvo pasirinkta ECORE, nes šiuo metu ji yra geriausiai įgyvendinta įrankiuose.

Palyginus skirtingus DSL kūrimo metodus buvo nustatyta, kad konkrečią verslo taisyklių šablonų specifikavimo kalbos sintaksę tikslinga aprašyti naudojant klasikinį EBNF būdą. Tuo tarpu konkrečios ir abstrakčios sintaksės susiejimą aprašyti neformaliai ir įgyvendinti programiniame kode.

3 skyrius. BRTL būdas

Skyriuje detalai aprašomas pasiūlytas BRTL verslo taisyklių įvedimo būdas. Pateikiama verslo taisyklių šablonų specifikavimo kalbos abstrakti sintaksė, semantika ir konkreti sintaksė. Taip pat pristatoma verslo taisyklių šablonų sukūrimo technika. Toliau šioje santraukoje bus apžvelgiama konkreti sintaksė ir šablonų sudarymo technika.

Dėl pasirinktos šablonų kalbos struktūros vieną abstrakčią sintaksę galima aprašyti keliomis konkrečiomis, todėl toliau bus pateiktas tik vienas iš šablonų specifikavimo kalbos variantų. Kiekvienas verslo taisyklės šablonas yra kuriamas remiantis aiškiai apibrėžtomis šablonų išraiškomis. Kiekviena jų prasideda pavadinimu, kuris artimas kalbos metamodelyje pateiktos metaklasės pavadinimui. Po pavadinimo seka dvitaškis (pvz., `LiteralExp:` arba `LE:`).

Atskiriami trys šablono išraiškų tipai: atominės, sudėtinės, nuorodos. Atominės išraiškos negali savyje turėti kitų išraiškų. Nuorodos saugo nuorodas į kitus modelis (pvz., ORM). ORM modelio elementai yra nurodomi po šablono išraiškos pavadinimo.

Sudėtinės šablono išraiškos neturi specialaus raktinio žodžio. Vietoj jų yra naudojami skirtingi skliaustai. Lenktiniai skliaustai „(“ ir „)“ yra naudojami, kad išskirtų privalomą šablono išraišką. Laužtiniai skliaustai „[“ ir „]“ žymi neprivalomą šablono išraišką. Po antrų skliaustų einantis numeris reiškia sudėtinio elemento kardinalumą. Vertikali linija „|“ padeda atskirti alternatyvias šablono išraiškas.

Kiekviena šablono išraiška gali būti parametrizuojama. Parametrai yra nurodomi klaustuko simboliu „?“.

Disertacijoje išskiriami trijų detalumo lygių šablonai. Pirmas lygmuo – abstraktūs šablonai – yra aukščiausias abstrakcijos lygmuo, atspindintis tik pagrindinę šablono struktūrą ir nesiejamas su konkrečia dalykine sritimi. Jis sudarytas iš parametrizuotų išraiškų. Antras lygmuo (dalykinės srities lygmuo) jau yra susietas su dalykinės srities faktų modeliu, bet jame dar yra neužpildytos parametrizuotos išraiškos. Galutinis lygmuo – lygmuo, kai šablono parametrai yra visiškai užpildyti ir yra suformuota verslo taisyklė.

Siūlomi šablono sudarymo žingsniai:

1. Identifikuojami pasikartojantys verslo taisyklių elementai ir formuojamas abstraktus šablonas. Abstraktus šablonas gali būti sudaromas ir iš metodikų (pvz., T. Morgan) siūlomų šablonų.

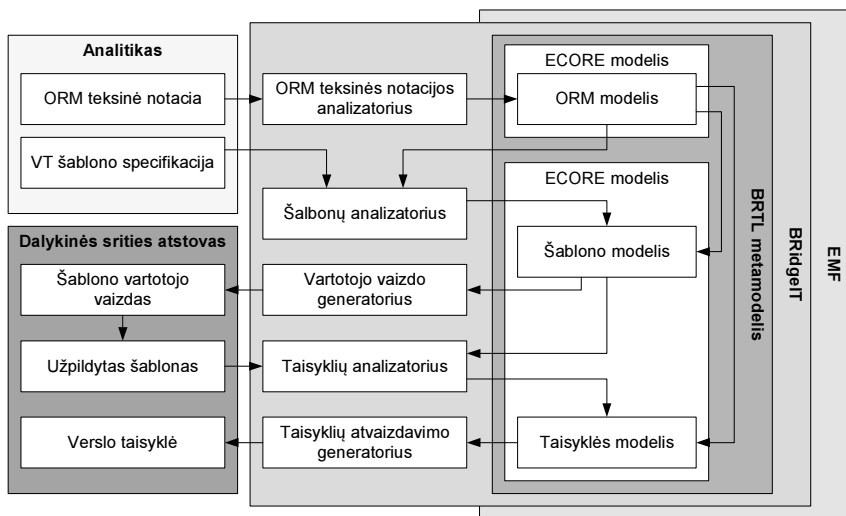
2. Panašūs šablonai yra grupuojami, integruojami ir sukuriamas abstraktus šablonas. Šablono ryšys su dalykine sritimi yra labai silpnas, tad jis gali būti naudojamas įvairiose dalykinėse srityse.

3. Abstraktus šablonas yra adaptuojamas pasirinktaio dalykinei sričiai. Pagrindinė šio žingsnio užduotis – atskirti, kurios šablono dalys yra pastovios, o kurios besikeičiančios, priklausomai nuo šablono paskirties. Tai, kas laikoma pastoviomis ir kas besikeičiančiomis, priklauso nuo specififikavimo tikslų.

Ateities pasikeitimo analizė turi nustatyti preliminarų laiką, kuriam yra skirtas šablonas, intervalą. Tos šablono dalys, kurios pasikeis arba gali pasikeisti per šį laikotarpį, yra parametrizuojamos, o kitos laikomos pastoviomis ir joms yra suteikiamos reikšmės. Po šio žingsnio šablonas dažniausiai yra susietas su dalyko srities modeliu.

4. Paskutinio žingsnio metu yra pateikiami šablono parametrai – taigi sukuriami verslo taisyklė.

Pasiūlytas verslo taisyklių įvedimo būdas yra įgyvendintas įrankyje BRidgelT (angl. Business Rules bridge to IT through Templates). Šiuo įrankiu galima sukurti šablonus ir juos naudoti specifikuojant verslo taisykles. Įrankis



1 pav. BRIDGEIT architektūra

yra įgyvendintas kaip Elipse platformos įskiepis. BRIDGEIT architektūra pateikta 1 paveiksle. Visi modeliai (taisyklės ir šablonai, ORM) ir metamodeliai yra saugomi EMF saugykloje.

4 skyrius. Verslo taisyklių transformavimas

Šiame skyriuje yra aprašomas MDA, kaip karkaso, naudojimas transformuojant ORM modelius į UML/OCL modelius. Yra pasiūlyta formali transformacijos taisyklių specifikacija. Transformavimo rezultatai yra prieinami plačiai naudojamiems įrankiams (pvz., Poseidon for UML, Rational Rose, Elipse UML). Skirtingai nuo jau esamų transformacijų, ši papildomai apima ne tik ORM struktūrinių elementų transformavimą, bet ir ORM ribojimus.

Verslo taisyklių, specifikuotų natūralia kalba, transformavimas į OCL gali žymiai palengvinti dalykinės srities atstovų darbo kokybę. Disertacijoje pateiktas metamodelis įgalina MDA transformacijas, naudojant standartizuotus įrankius.

Pasiūlytas būdas yra efektyvus generuojant UML ir OCL. Tai parodyta pavyzdžiuose. Kiekvienas pateiktas OCL ribojimas buvo patikrintas sintaksiškai ir semantiškai, naudojant OCLE įrankį. Tam, kad įrodytume ORM ribojimų transformavimo semantinį teisingumą, kiekvienas OCL ribojimas buvo patikrintas naudojant USE įrankį.

Ši transformacijos specifikacija įgalina programų sistemų inžinierius

susikonscentruoti ties dalykine sritimi ir projektavimo sprendimais be rizikos būti apribotiems įrankiais. MDA užtikrina modelių apsigėitimą tarp įrankių. Tai ypač svarbu, kai koncepciniai modeliai yra teikiami skirtingų komandų ir yra integruojami tarpusavyje kuriant dideles sistemas.

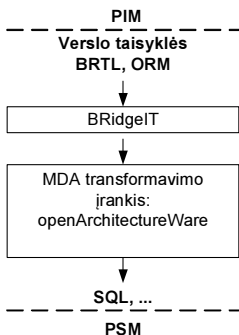
5 skyrius. Būdo įvertinimas

Šiame skyriuje pateikiami eksperimento, skirto įvertinti BRTL būdo taikymo praktinėje dalykinėje finansinės atskaitomybės srityje lygį, rezultatai. Eksperimentas yra susijęs su specifikavimu ir vykdomo programinio kodo fragmento įgyvendinimu.

Pasirinkta įgyvendinimui dalykinė programa yra ataskaitų rinkinys, teikiantis informaciją ne techniniams darbuotojams. Šio eksperimento siekis – atpažinti dažnai besikeičiantį ataskaitos algoritmą, specifiikuotą, panaudojus verslo taisykles, į vykdomą SQL programinį kodą.

Šis taikomųjų programų tipas buvo pasirinktas dėl plataus finansinės atskaitomybės funkcionalumo naudojimo ir dėl to, kad valstybinės institucijos dažnai keičia reikalavimus jai. Tuo pat metu tokių ataskaitų algoritmai turi būti nuolat peržiūrimi, kad užtikrintų pateikiamos informacijos teisingumą ir adekvatumą. Taip pat šie ataskaitų algoritmai yra reguliariai keičiami.

Eksperimento struktūra yra pateikiama 2-ame paveikslėlyje. Verslo taisyklė yra specifiikuojama naudojant šablonus ir pasitelkus pasiūlytą BRTL būdą. Visos verslo taisyklės yra išsaugomos BRidgeIT įrankio pagalba. Taip pat yra aprašomas ORM modelis. Toliau taisyklės yra transformuojamos naudojant MDA įrankius. Eksperimentas buvo atliktas naudojant du transformacijų aprašymo įrankius: openArchitectureWare ir ATL. Gauti rezultatai yra apibendrinti 1-oje lentelėje.



2 pav. Eksperimento struktūra

1. lentelė Eksperimento rezultatų apibendrinimas

Scenarijus Veikla	Be kodo gen.	Saugykla su kodo generavimu			BRTL
		Be interf.	Formos	Univ.	
Įrankio kūrimas	0 v.	160 v.	320 v.	600 v.	3200 v.
Įrankio adaptavimas	0 v.	0 v.	0 v.	50 v.	20 v.
Algoritmo specifikavimas					
- Dalykinės srities profesionalas	80 v.	80 v.	80 v.	80 v.	100 v.
- IT profesionalas	50 v.	50 v.	50 v.	50 v.	20 v.
Algoritmo kodavimas	160 v.	120 v.	120 v.	700 v.	60 v.
- Eilučių kiekis, kad būtų pakrauta saugykla	4000	3000	3000	5500	0
- Eilučių kiekis, kad būtų sugeneruotas kodas	0	3000	3000	6000	1200
Algoritmo keitimas (vienas tipinis pakeitimas)					
- Dalykinės srities profesionalas	0,5 v.				
- IT profesionalas	1 v.	2 v.	0 v.	1 v.	0 v.
Pakeitimo įgyvendinimas gamybinėje aplinkoje	40 v.	40 v.	0 v.	40 v.	0 v.
Algoritmo keitimas (ne tipinis)	20 v.	40 v.	40 v.	80 v.	15 v.

Bendrosios išvados. Įgyvendinus BRTL būdą ir atlikus eksperimentus prieita prie tokių išvadų:

- Atlikta tyrimų, skirtų verslo taisyklių įvedimui, analizė atskleidė, kad naudojami natūralios kalbos šablonai nėra tinkami daugeliui tikrų verslo taisyklių specifikavimo atvejų. Tam, kad būtų galima naudoti tokius šablonus, būtina perfrazuoti verslo taisykles. Tačiau tuomet verslo taisyklių savininkai nebesupranta taisyklių prasmės. Įrodyta, kad problemą galima išspręsti specifikuojant vartotojo apibrėžiamus šablonus kiekvienu verslo taisyklių įvedimo atveju.
- Verslo taisyklių specifikavimo įrankių analizė parodė, kad dalis jų gali būti naudojami šablonų specifikacijoms kurti. Vis dėlto tokiu būdu specifikuoti šablonai gali būti naudojami tik trivialiems uždaviniams

- spřesti. Be to, darbe analizuoti įrankiai neleidžia įvykdyti verslo taisyklių transformacijos, pagrįstos modeliais, kaip tai yra suprantama OMG. Tokiu būdu naudojant paminėtus įrankius neįmanoma kontroliuoti transformavimo proceso, kreiptis į produkto metamodelį ir specifikuoti arba keisti transformavimo algoritmą.
3. Remiantis darbe atliktų tyrimų rezultatais galima teigti, kad problema yra verslo taisyklių įvedimas ir transformavimas naudojant vartotojo sudaromus šablonus. Parodyta, kad ši problema gali būti sprendžiama pasitelkus šiame darbe pasiūlytą verslo taisyklių įvedimo būdą BRTL.
 4. Verslo taisyklių, specifikuotų dalykinės srities ekspertams panaudojus BRTL, transformavimas į UML/OCL gali palengvinti programų sistemų kūrimą ir pagerinti jų kokybę. Metamodelio, pasiūlyto šiame darbe, naudojimas leidžia įvykdyti šią transformaciją naudojant standartizuotus MDA įrankius. Kadangi kuriant metamodelį, kuris dera su MOF, buvo naudojami tik gerai žinomos UML konstrukcijos, pastarąjį gali suprasti kiekvienas, susipažinęs su šia kalba.
 5. Atliktas mokslinis eksperimentas demonstruoja pasiūlyto BRTL būdo privalumus, jeigu lygintume su įprastai praktikoje naudojamais būdais. Verslo taisyklių specifikuojimas naudojant šablonus ir šių taisyklių tolimesnis transformavimas į vykdomą programų kodą 30 % sumažina verslo taisyklių įgyvendinimo laiką ir leidžia dalykinės srities profesionalams perimti tą laiką iš IT profesionalų.
 6. Pasiūlytas būdas papildomai eliminuoja IT profesionalus iš verslo taisyklių pakeitimų įgyvendinimo darbų stadijos, jeigu tokie pakeitimai yra numatyti šablone. Tuo atveju, jeigu šie pakeitimai nėra numatyti, yra sutaupoma 25 % IT profesionalų darbo laiko. Vieną kartą įgyvendintas toks nenumatytas pakeitimas tampa tipiniu.

Autoriaus publikacijų disertacijos tema sąrašas

Recenzuojamuose periodiniuose mokslo leidiniuose

1. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2008. Practical application of BRTL approach for financial reporting domain, *Information Technologies and Control*, Kaunas: Technologija, 37:(2) 106–113. ISSN 1392-124X. (Thomson ISI Web of Science)
2. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2004. Transformation of business rules models in information systems development process, *Scientific Papers University of Latvia, Database and Information Systems*. Latvian University. 672: 373–384. ISSN 1407-2157. (Thomson ISI Master Journal)

3. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2007. Tool-supported method for the extraction of OCL from ORM models, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, LNCS 4439: 449–463. ISSN 0302-9743. (Thomson ISI Proceedings)
4. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2004. Verslo taisyklių modeliavimas OCL kalba, *Lietuvos matematikos rinkinys*, Vilnius: MII. TEV, 44: 369–376. ISSN 0132-2818.
5. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2005. A model driven approach to business rules model transformations, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, IOS Press, 118: 198–208. ISSN 0922-6389. (Thomson ISI Proceedings)
6. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2005. Principles of business rules transformation in BRMD approach, *Computer Science, Applied Computer Systems*, Riga: RTU Publishing, 22: 49–56. ISSN 1407-7493.

Kituose leidiniuose

7. D., Bugaite, O., Vasilecas, S., Sosunovas, 2008. Template-based approach for rules transformation into SQL triggers, in: *Proc. of 8th International IEEE Baltic Conference on Databases and Information Systems, Tallinn, Estonia*. Tallinn University of Technology Press, 253–263. ISBN 978-9985-59-789-7. (Thomson ISI Proceedings)
8. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2008. An experiment in model driven specification and transformation of business rules, in: *14th International Conference on Information and Software Technologies: Information Technologies 2008 (IT 2008), Kaunas, Lithuania*, Technologija, 343–352. ISSN 2029-0020. (Thomson ISI Proceedings)
9. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2006. Precise notation for business rules templates, in: *O. Vasilecas et al. (eds.), Proc. of 7th International IEEE Baltic Conference on Databases and Information Systems, Vilnius, Lithuania*. Technika, 55–60. ISBN: 1-4244-0345-6. (Thomson ISI Proceedings)
10. O., Vasilecas, S., Sosunovas, 2005. Preparing business rules templates and object role modelling for transformations, in: *The Proceedings of CompSysTech'05 International Conference. 16–17 June 2005, Varna, Bulgaria*. II.2-1–II.2-6. ISBN 954-9641-42-2.
11. O., Vasilecas, S., Sosunovas, 2005. Metamodel based integration of ORM and business rules templates, in: *R. Simutis (Eds) Proceedings of the International Conference Information Technologies for Business 2005*. Vilnius University, Kaunas Faculty of Humanities, 77–83. ISBN 9955-09-871-6.

12. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2004. Business rules based model driven approach in information systems development, in: *R. Romansky (Eds) Proceedings of the 18th International Conference on Systems for Automation of Engineering and Research. September 24-26, 2004*, Varna, Bulgaria, 35–40. ISBN 954-438-428-6.
13. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2005. On formalizing the ORM and business rules templates, in: *Proc. of the Fourteenth International Conference on Information Systems Development 2005 (ISD'2005)*, Karlstad, Sweden, 171–182.
14. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2006. On transformation of business rules templates to the OCL, in: *Proceedings of "Informacinės technologijos'2006"* Kaunas: Technologija, 632–638.
15. S., Sosunovas, O., Vasilecas, 2004. Verslo taisyklių modelių transformacija meta-modelių pagrindu, in: *Proceedings of "Informacinės technologijos'2004"* Kaunas: Technologija, 585–592. ISBN 9955-09-588-1.

Trumpos žinios apie autorių

Sergejus Sosunovas gimė 1980 m. spalio 9 d. Vilniuje. Studijas Vilniaus Gedimino technikos universiteto Fundamentinių mokslų fakultete jis pradėjo 1998 m. 2002 m. apgynė informatikos bakalauro baigiamąjį darbą tema „Mokomosios medžiagos Internet pateikties projektavimas ir realizavimas naudojant XML/XSL technologijas“. Sergejus Sosunovas įstojo į magistrantūrą 2002 m. ir 2004 m. apgynė informatikos mokslo magistro baigiamąjį darbą tema „Formaliai specifikuotų verslo taisyklių realizacija aktyviose DBVS“. 2004–2008 m. jis studijavo informatikos inžinerijos mokslo krypties doktorantūroje Vilniaus Gedimino technikos universiteto informacinių sistemų katedroje.

USER DEFINED TEMPLATES FOR THE SPECIFICATION AND TRANSFORMATION OF BUSINESS RULES

Topicality of the problem

Transformations are possible only when the rules are presented in the format understandable for business analyst and what is the most important in the form available for the transformation. Therefore special focus in work is given to the business rules definer block which matches our approach of using custom transformable business rules templates as a mean to capture business rules. Business rules templates does not introduce any new logic to the business rules, it really targets the user interface block. Their forms and creation principles corresponds to MDA requirements as a result making them transformable using standardized tools.

Aim and tasks of the work

The work aims to investigate authoring of business rules using the controlled natural language and to propose the specification approach of business rules templates suitable for the model-driven transformation.

The following tasks have to be implemented to reach the main goal:

1. The methods to capture business rules using templates and controlled natural language should be considered.
2. The requirements for the transformable representation of business rules should be analysed.
3. An approach to capturing business rules should be offered in compliance with the results of the analysis performed.
4. An experiment has to be performed to check the suitability of the proposed approach for transformation of business rules to UML/OCL.
5. An experiment has to be performed to determine if the proposed approach is viable within a practical implementation domain. The results should be compared with the data available from the historical projects.

Scientific novelty

In the present thesis, a fresh look at business rules representation and business rules engineering is provided by discussing how business rules can be entered using templates, and which templates constructs of business rules are important from the transformational point of view.

The following new results are presented in the thesis:

1. A new business rules specification approach BRTL is offered. This approach has the following distinctive features:
 - a. BRTL approach employs an idea of user-defined templates. It enables users to develop their own business rules templates or modify the existing ones for the specification of business rules.
 - b. It suggests the integration of business rules with fact modelling approach ORM. As a result, business rules templates (and business rules) are integrated using one fact model.
 - c. Business rules specified by BRTL are transformable when MDA tools are used. Business rules specified by the approach suggested in the present work can be transformed to the formal languages as well as to the programming languages by applying a standard set of MDA tools from different vendors.
2. A formal transformation definition of business rules specified through BRTL to UML/OCL, with the emphasis placed on practical implementation of UML in widely used modelling tools is suggested. The proposed transformation extends the existing approaches by specifying the transformation of ORM constraints.
3. The experiment results based on BRTL were compared with the data available from the historic software development projects.

Methodology of research

1. The comparative research and library research methods were used while analysing modelling languages of the existing business rules, the methods of business rules implementation in software systems and the methods of template-based representation of knowledge.
2. The results of analysis were summarised and the approach was expounded using the methods of the research generalisation and logical induction.
3. The proposed approach was implemented using the constructive research method.
4. An experiment was performed using the experimental research method.

Practical value. Obtained research results can be used for the specification of business rules and their transformation.

Defended propositions

1. Templates-based business rules specification approach BRTL.
2. Specification of model-based BRTL/ORM transformation to the UML/OCL.
3. Evaluation of BRTL approach supplemented with a case study from the financial reporting domain.

Scope of the work. The thesis consists of nine chapters including the conclusion.

Chapter 1 contains an introduction to the problem and describes its topicality. The main aims and tasks of the work, its novelty and the methods used, as well as publications of the author and structure of the thesis are presented.

Chapter 2 presents the analysis of publications related to the problems considered in the thesis. General methods for capturing business rules using natural and controlled natural languages are described. This chapter also includes an overview of the business rule dedicated tools. Each tool is analysed from the perspective of easy application and adoption of natural language. Special attention is also given to the ability of the approach to seamlessly propagate business rules to implementation.

Chapter 3 deals with the methods of specification and transformation of domain specific languages within the context of model-driven engineering. The available development methods of the domain specific languages are analysed. The aim is to prepare the background for the development of domain specific business rules templates.

Chapter 4 is the main chapter of the thesis which presents the approach suggested by the author in specifying business rules templates. BRTL approach designated to the specification of templates and the appropriate templates' design technique are described there.

The suggested approach is evaluated through transformation of business rules to semi-formal language. Chapter 5 presents transformation details and design solutions. Transformation is implemented in two steps. First, ORM model and the constraints are transformed to UML/OCL. The second step involves the transformation of a couple of business rules templates to OCL.

Chapter 7 documents the findings of the experiment aimed at determining the extent to which business rules specified by using BRTL can be employed within the model-driven development of the financial reporting systems. The results of the experiment are compared with the data available from four historical projects of the same domain.

General conclusions

The development of the BRTL approach, BR specification based on user-defined templates, as well as transformation of BR to semi-formal language, conduction of an experiment and its verification, checking in practice and a comparative analysis of the historical data, allowed the author to draw the following conclusions having scientific and practical value:

1. The performed analysis of recent investigations aimed at capturing BRs reveals that the existing natural language templates are not suitable for the real cases of BR specification. In order to use the existing BR templates, it is necessary to rephrase the BR under consideration, and, then, the meaning of the BR vanishes for the BR owners. The suggested solution to the problem is to specify user-defined BR templates for each particular case of BR capturing.
2. The analysis of the existing BR specification approaches implemented in the tools shows that some of them have particular facilities to specify custom BR templates. However, the BR templates specified by these tools are quite trivial. Furthermore, the considered tools do not provide functionality for the model-driven transformation of BRs specified by means of suggested user-defined BR templates, as it is understood by OMG. In particular, it is not possible to manage the transformation process, to access metamodels used by tools and to specify particular transformation rules.
3. Based on the research performed, we have concluded that the problem of employing user-defined templates for BR specification and further transformation of these BR can be solved by the BRTL approach suggested in the thesis.
4. Transformation of BRs, specified by BRTL into UML/OCL, can improve the quality of BR design and facilitate the development of applications using BRs authored by the domain experts. The use of the integrated ORM/BRTL metamodel suggested in the thesis for the transformation of business rules enables us to use standard model-driven tools. Since only well-known modelling concepts of UML, which are compliant with Meta Object Facility (MOF), have been used, the BRTL metamodel suggested in the thesis can be understood by everybody familiar with UML.
5. The experiment conducted and described in the thesis showed the advantages of the proposed approach in comparison with other commonly used approaches. Specification of BRs using templates and their further transformation to the implementation platform

- decrease the time of BR development up to 30 %, allowing us to reallocate this time from IT professionals to domain professionals.
6. In addition, the proposed approach eliminates the participation of IT professionals in the propagation of BR changes to the implementation platform if these changes are anticipated in the template. In the case, when the template is not designed for these changes, it saves up to 25 % of IT development time. Once implemented, the changes which were not designed become typical, with all beneficial outcome.

About the author

Sergejus Sosunovas was born in Vilnius, on 9th October 1980. Sergejus Sosunovas started studying in the Faculty of Fundamental Sciences of Vilnius Gediminas Technical University in 1998. In 2002 he defended bachelor's thesis "Development And Realisation Of A Generic Web Presentation For A Given XML/XSL – Based Exercise Framework" in Informatics. In 2004 Sergejus Sosunovas finished master's studies and defended thesis "Implementing formally specified business rules in active DBMS" in Informatics. He started doctoral studies in 2004 in the Information Systems Department.

Sergejus Sosunovas was participating in the seminars held in Information Sciences Laboratory during the course of doctoral studies. He presented the results of research in the seminars and publications.

Sergejus Sosunovas was PhD student of Vilnius Gediminas Technical University in 2004–2008.

Sergejus Sosunovas

**VARTOTOJŲ SUDAROMI ŠABLONAI VERSLO TAISYKLĖMS
SPECIFIKUOTI IR TRANSFORMUOTI**

**Daktaro disertacijos santrauka
Technologijos mokslai, informatikos inžinerija (07T)**

Sergejus Sosunovas

**USER DEFINED TEMPLATES FOR THE SPECIFICATION AND
TRANSFORMATION OF BUSINESS RULES**

**Summary of Doctoral Dissertation
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)**

2008 10 28. 1,5 sp. l. Tiražas 100 egz.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto

leidykla „Technika“, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, <http://leidykla.vgtu.lt>

Spausdino UAB „Baltijos kopija“,

Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius

<http://www.kopija.lt>