

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

Informacinių technologijų katedra

Žilvinas Gasiūnas

**Sprendimo priėmimo projektavimo metodo,
grindžiamo kontekstu, sudarymas ir tyrimas**

Magistro baigiamasis darbas

Vadovė doc. A. Slotkienė

Šiauliai, 2013

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

Informacinių technologijų katedra

TVIRTINU

IT katedros vedėjas doc. dr. M. Bernotas
2013-05-30

Sprendimo priėmimo projektavimo metodo, grindžiamo kontekstu, sudarymas ir tyrimas

Informatikos inžinerijos magistro baigiamasis darbas

Vadovas

IT katedros docentė
2013 m. gegužės

d.

dr. A. Slotkienė

Recenzantai

IT katedros docentas
2013 m. gegužės

d.

dr. E. Paliulis

IT katedros lektorė
2013 m. gegužės

d.

dr. S. Ramanauskaitė

Atliko

IM-11 gr. studentas
2013 m. gegužės 28 d.

Ž. Gasiūnas

Šiauliai, 2013

SANTRAUKA

Analizės objektas yra konteksto pritaikymas sprendimo priėmimo sistemose. Naudojant siūloma metodą, sprendimų priėmimas gali būti projektuojamas kontekstinių grafų pagalba ir sėkmingai integruojamas į informacines sistemas. Metodas suteikia galimybę kurti, redaguoti ir perkelti sumodeliuota sprendimą tiesiogiai. Taip pat metodas gali būti naudojamas žmonių neturinčių žinių programavime. Tai leidžia sumažinti sprendimų priėmimo sistemos sukūrimo, redagavimo ir administravimo kaštus.

Darbą sudaro keturios dalys: įvadas, analizė, metodo aprašymas ir eksperimentas. Įvade įvardijama problema, suformuluojamas tikslas ir uždaviniai, aprašomas mokslinis darbo naujumas.

Analitinėje dalyje nagrinėjama konteksto įtaka informacinėse sistemose. Taip pat pateikiama palyginamoji konteksto modeliavimo įrankių lentelėje, ir suformuluojamos išvados.

Metodo aprašyme pateikiamas konteksto integravimo į informacines sistemas detalus aprašymas. Šiam tikslui pasirenkamas kontekstinių grafų metodas. Jį išnaudojant sprendimai modeliuojami kontekstinių grafų pagalba, kurie gali būti verčiami verslo taisyklėmis ir integruojami į informacines sistemas.

Eksperimente aprašomas metodo pritaikymas elektroninės parduotuvės nuolaidų sistemoje. Šioje dalyje lyginami ekspertų ir metodo rezultatai atliekant tas pačias užduotis.

Išvados pateikiamos darbo pabaigoje. Analizuojant eksperimentą pastebėta, jog metodas yra tinkamas didelėse informacinėse sistemose, tačiau gali būti nevertas laiko reikalingo įsisavinti metodą, jei sistema nėra didelė ar sprendimo priėmimas yra nesudėtingas.

SUMMARY

The object of this study is the use of context in decision support systems. With the use of the method proposed for modeling, models may be integrated into information systems with the help of contextual graph. This method is suitable when the use of other methods of integration is either impossible or not cost-efficient. The method allows to create, edit and install decision patterns centrally. Moreover, a potential to change and manage the rules is intended not only for programmers, but also for business people. This allows to reduce costs of creation, editing and administration of decision support systems. Also, this method ensures a better system agility.

This study consists of three parts: introduction, analysis, method description and experiment. The introduction substantiates the topicality of the problem, formulates the main objective and tasks of the research, describes the scientific novelty of the study, presents the reports by the author, and the structure of the paper.

The first chapter presents the analysis of use and meaning of context in information systems. A comparative analysis of context modeling techniques is presented, followed by the general conclusions on the analysis.

The second chapter describes the method for integration of context in information systems. Contextual graphs is selected for modeling decisions allowing realization of the proposed method. Business rules are analyzed together with possibilities to transform contextual graphs into them. The chapter provides the description of requirements, design and the realization of the system being created.

The third chapter is intended to test the proposed method of integration of context to information systems. For the experiment an e-shop discount management system is selected. There is a comparison of experts and proposed method solving same tasks.

The main results of the work is presented in last part of the paper. Method is effective in large information systems, but it may be not worth the time integrating in small systems.

TURINYS

ĮVADAS.....	7
Tyrimo objektas	7
Darbo tikslas ir uždaviniai	7
Darbo mokslinis ir praktinis naujumas	7
Tyrimo metodika.....	7
Darbo rezultatai.....	7
Darbo struktūra	8
Darbo aprobacija.....	8
1. SPRENDIMŲ PRIĖMIMAS, GRINDŽIAMAS ŽINIOMIS IR KONTEKSTU	9
1.1 Sprendimų priėmimo aktualija.....	9
1.2 Sprendimo priėmimo sistemos	9
1.3 Analitinio apdorojimo tinkle įrankiai.....	11
1.4 Taisyklėmis ir atvejais paremtos sistemos	12
1.5 Kontekstas.....	12
1.6 Konteksto įtaka sprendimų priėmime	12
1.7 Sprendimo priėmimo modeliavimas panaudojant į kontekstą	14
2. VERSLO TAISYKLIŲ PANAUDOJIMAS KONTEKSTO MODELIAVIMUI	20
2.1 BPMN verslo taisyklių notacija	20
2.2 PRR verslo taisyklių modeliavimas	21
2.3 SWRL verslo taisyklių kalba	21
2.4 R2ML verslo taisyklių kalba.....	22
2.5 rBPMN verslo taisyklių notacija.....	22
2.6 Verslo taisyklių palyginimas.....	23
3. SPRENDIMŲ PRIĖMIMŲ METODAS, GRINDŽIAMAS KONTEKSTU	25
3.1 Konteksto pritaikymas sprendimo priėmime	25
3.2 Sprendimo priėmimas taikant verslo taisyklės logiką.....	28
3.3 Verslo taisyklių formavimas	29
3.4 Sprendimo priėmimo atvaizdavimas.....	31
3.5 Prototipo aprašymas	31
3.6 Funkciniai reikalavimai.....	32
3.7 Prototipo sprendimo priėmimo modelio sudarymas	35
4. METODO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS	38
4.1 Eksperimento aplinka.....	38
4.2 Probleminės srities pasirinkimas.....	38
4.3 Dalykinės srities verslo taisyklės	38
4.4 Metodo eksperimentinė analizė.....	39
4.5 Eksperimentas metodo tikslumui nustatyti	40
4.6 Eksperimentas metodo taikymo optimalumui nustatyti	42
IŠVADOS	45
LITERATŪRA.....	46
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNĖLIS.....	49

PRIEDAI.....	50
1 priedas. Kompaktinis diskas	50
2 priedas. Prototipo naudojimo ekrano nuotraukos	50

ĮVADAS

Sprendimo priėmimo sistemos – interaktyvios kompiuterinės sistemos, skirtos išnaudoti turimas technologijas, duomenis, dokumentus, žinias, informaciją, palengvinti sprendimo priėmimą, užbaigti procesą, ar priimti sprendimą. Sprendimo automatizavimo idėja yra klaidinančiai paprasta, tačiau sudėtinga. Siaurąja prasme sprendimo priėmimas yra pasirinkimas tarp iš anksto numatytų veiksmų sekų. Tačiau priimant sprendimą naudojantis sistema tenka surinkti informaciją, nustatyti ir pasirinkti situaciją geriausiai atitinkantį sprendimą ir jį pritaikyti. Dėl šios priežasties, sprendimų priėmimo algoritmai dažniausiai naudojamos aiškiai aprašytose ir struktūrizuotose informacinėse sistemose.

Sprendimų priėmimas gali būti analizuojamas dviem skirtingais aspektais: dirbtinio intelekto ir informacinių sistemų. Šiame darbe aprašomas sprendimo priėmimo metodas pritaikomas informacinėse sistemose, kai priimamus sprendimus projektuoja vartotojas, o ne algoritmas.

Tyrimo objektas

Sprendimų priėmimo būdai panaudojant kontekstinę informaciją informacinėse sistemose.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – sukurti sprendimo priėmimo projektavimo metodą, grindžiamą kontekstu ir ištirti jo taikymo ypatumus.

Tikslui pasiekti keliami uždaviniai:

1. Išanalizuoti sprendimo priėmimo metodus, grindžiamus žiniomis arba kontekstu.
2. Išnagrinėti ir palyginti sprendimų atvaizdavimo būdus, jų sudarymo algoritmus.
3. Išanalizuoti verslo taisyklių sudarymo algoritmus ir taikymo ypatumus.
4. Sudaryti sprendimo priėmimo metodą, grindžiama kontekstu.
5. Įgyvendinti sprendimo priėmimo projektavimo metodo prototipą.
6. Sudaryti ir ištirti sukurto metodo taikymo ypatumus.

Darbo mokslinis ir praktinis naujumas

Darbe siūlomas sprendimo priėmimo projektavimo metodas, panaudojantis kontekstinę informaciją, verslo taisyklės logiką ir sprendimo kelių atvaizdavimą informacinėse sistemose.

Tyrimo metodika

Tyrimas atliktas naudojant literatūros apžvalgos, lyginamosios analizės, sisteminės analizės ir eksperimentinės analizės metodus.

Darbo rezultatai

Pagrindiniai darbo rezultatai:

1. Nustatytas esminis sprendimų priėmimo sistemų trūkumas. Sistemos įvertina žinias, tačiau neatsižvelgia į kontekstinę informaciją. Rezultatas gautas išanalizavus naudojamas sprendimų priėmimo sistemas, bei apžvelgus jų trūkumus ir privalumus.

2. Nustatyta praktinė kontekstinės informacijos nauda priimant sprendimą. Kontekstinė informacija suteikia galimybę įvertinti ne tik duomenis, tačiau ir žinias. Rezultatas gautas atlikus kontekstinės informacijos įtakos analizę.

3. Kontekstinės informacijos modeliavimui pasirinktas kontekstinių grafų metodas.
4. Sudaryta verslo taisyklių projektavimo kalbų palyginamoji lentelė.

5. Sukurta priemonė leidžianti projektuoti verslo taisykles atsižvelgiant į kontekstinę informaciją, o taisykles panaudoti sprendimų priėmimo;

Darbo struktūra

Darbą sudaro įvadas, analitinė ir praktinė dalys, išvados ir literatūros sąrašas. Analitinėje dalyje analizuojama sprendimų priėmimų aktualija. Nagrinėjamos sprendimų priėmimo sistemos. Atsižvelgiama į kontekstinės informacijos svarbą sprendimų priėmimo, bei analizuojami jos modeliavimo būdai. Įvertinamos verslo taisyklių projektavimo kalbos, priemonės ir būdai.

Praktinėje dalyje pateikiamas įrankio, suteikiančio vartotojui galimybę projektuoti verslo taisykles atsižvelgiant į kontekstinę informaciją ir jas pritaikyti sprendimų priėmimo, aprašymas. Taip pat pateikiamas eksperimentų aprašymas, kurių metu buvo tiriamas metodo tikslumas ir praktinis pritaikymas.

Darbo aprobacija

2013 m. Šiaulių universiteto Technologijos fakulteto 8-oji konferencija "Studentų moksliniai darbai";

2012 m. Šiaulių universiteto Technologijos fakulteto 7-oji konferencija "Studentų moksliniai darbai";

1. SPRENDIMŲ PRIĖMIMAS, GRINDŽIAMAS ŽINIOMIS IR KONTEKSTU

Šiame skyriuje analizuojamas sprendimų priėmimo informacinėse sistemoje aktualumas. Aprašoma sprendimų priėmimo sistemų raida. Nagrinėjama konteksto ir žinių sąveika. Analizuojamas konteksto vaidmuo sprendimų priėmimo, bei galimi būdai modeliuoti sprendimo priėmimą atsižvelgiant į kontekstinę informaciją.

Plačiau nagrinėjamas kontekstinių grafų metodas sprendimų priėmimo modeliavime. Aprašomi metodo privalumai ir trūkumai.

Skyriaus pabaigoje pateikiama sprendimo priėmimo modeliavimo metodų analizės lentelė ir suformuluojamos išvados.

1.1 Sprendimų priėmimo aktualija

C. Pappis teigimu sprendimų priėmimas egzistuoja visose šiuolaikinėse organizacijose ir apima tris pagrindinius etapus:

- Analizės;
- Projektavimo;
- Pasirinkimo.

Analizuojant nustatoma problema arba galimybės reikalaujančios sprendimo. Projektuojant sudaromas veiksmų planas. Galiausiai pasirenkamas vienas iš galimų veiksmų [28].

D. McLaughlin minėjo, kad „sėkmingos organizacijos pranoksta savo konkurentus sprendimų priėmimo mažiausiai trim būdais: jos priima geresnius sprendimus, jos priima sprendimus greičiau, jos pritaiko daugiau sprendimų“ [30]. Sprendimų kokybė, greitis ir pritaikymas gali būti pagerinti tik suteikus informaciją žmonėms tinkamu laiku ir priimtina forma. Tačiau moksliniu požiūriu, sprendimų priėmimas yra sudėtingas uždavinys, kuriam įtaką daro:

- Nepakankamas arba per didelis informacijos kiekis. Informacijos trūkumas arba jos perteklius uždelsia sprendimo priėmimą, kadangi informaciją reikia surasti arba išgryninti. Nepriklausomai nuo sistemos naudingumo, atsako laikas visuomet svarbus kriterijus. Be to turimos informacijos kiekis įtakoja priimamo sprendimo teisingumą.

- Nuomonių nesutapimas. Įprasta sprendimai priimami derybų ir diskusijų būdu žmonių grupėse, kuriose susidaro interesų konfliktai ir būtina rasti kompromisą.

- Nepastovumas. Sprendimai gali būti atšaukiami, o ateityje įgyjama informacija gali keisti priimtą sprendimą.

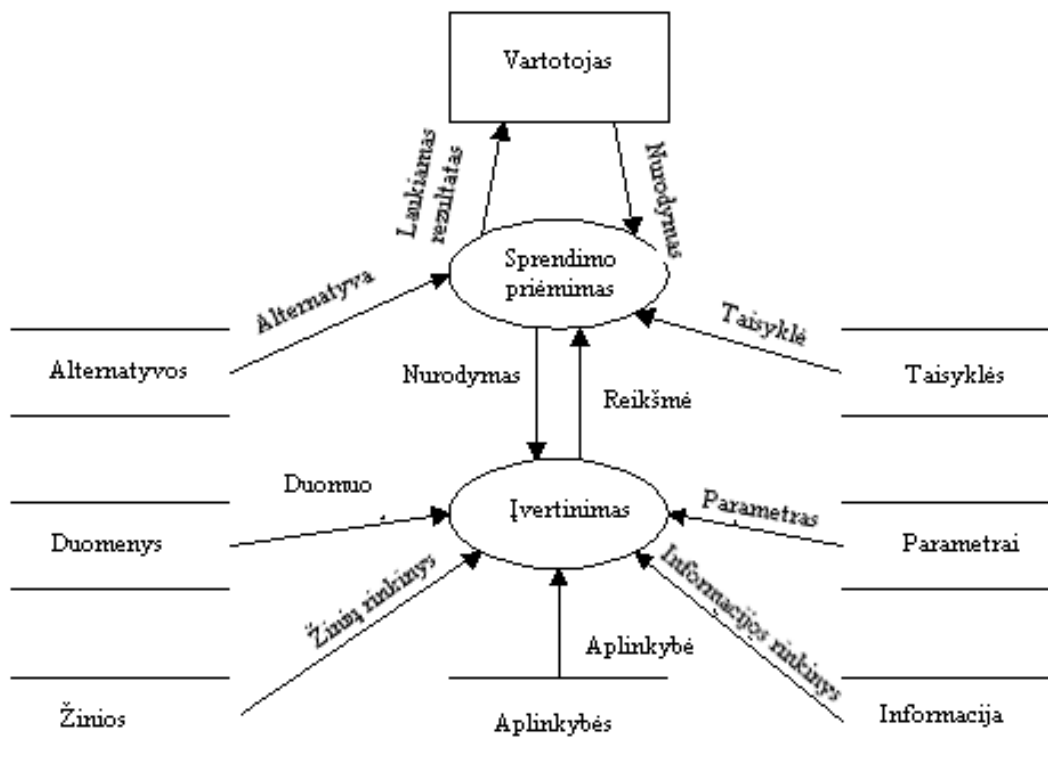
- Faktinės žinios, kurios ne visada yra pakankamos priimant sprendimą. Būtina atsižvelgti į kontekstą, asmenybės tipą, pažinimą, aplinkybes, sprendimo stilių, pareigas ir tikslus darbovietėje [36].

Dėl šių priežasčių buvo pradėta vystyti sprendimo priėmimo sistemas, kurios suteikia galimybę gerinti priimamų sprendimų kokybę, greitį ir pritaikymą.

1.2 Sprendimo priėmimo sistemos

G. Gorry ir M. Scott Morton apibrėžė sprendimo priėmimo sistemas, toliau – DSS (angl. Decisions Support systems) kaip „interaktyvias kompiuterines sistemas, leidžiančias išnagrinėti duomenis ir modelius sprendžiant nestruktūrizuotas problemas“ [21]. Per paskutinius dešimtmečius buvo siekiama sukurti sistemas leidžiančias valdyti duomenų bazes, naudoti vidinę ir išorinę informaciją bei duomenis, atlikti modeliavimus. Pagrindinis tikslas buvo sukurti kaip įmanomą paprastesnę vartotojo sąsają, kuri leistų pateikti interaktyvias užklausas, generuotų ataskaitas bei diagramas [40].

Paveiksle (žr. 1 pav.) atvaizduota įvestis ir išvestis vartotojui priimant sprendimą. Idealiu atveju vartotojas visuomet įvertina reikalingus duomenis, turimą informaciją ir žinias, pateikiamus parametrus, bei esamas aplinkybes, o priimdamas sprendimą vadovaujasi galiojančiomis taisyklėmis bei galimomis alternatyvomis.



1 pav. Įvestis ir išvestis priimant sprendimą

Sistemos skirtos sprendimų priėmimui įprastai sudarytos iš keturių komponentų [41]:

1. Duomenys;
2. Modeliai;
3. Žinios;
4. Vartotojo sąsaja.

Šių komponentų derinys nusako DSS galimybes ir funkcionalumą. Duomenų valdymo posisteme atlieka vidinių ir išorinių duomenų gavybos, tvarkymo ir archyvavimo funkcijas. Šiai posistemei būtina išvystyti: duomenų bazę, duomenų bazės valdymo sistemą, duomenų žodyną, užklausų valdymo įrankį. Modelių valdymo posisteme DSS leidžia analizuoti priimamus sprendimus. Žinių valdymo posisteme charakterizuoja pažangesnes DSS ir suteikia reikiamas žinias bei gebėjimus sprendžiant nestruktūrizuotas problemas. Vartotojo sąsajos posisteme užtikrina tinkamą duomenų įvestį ir išvestį tarp vartotojo ir DSS.

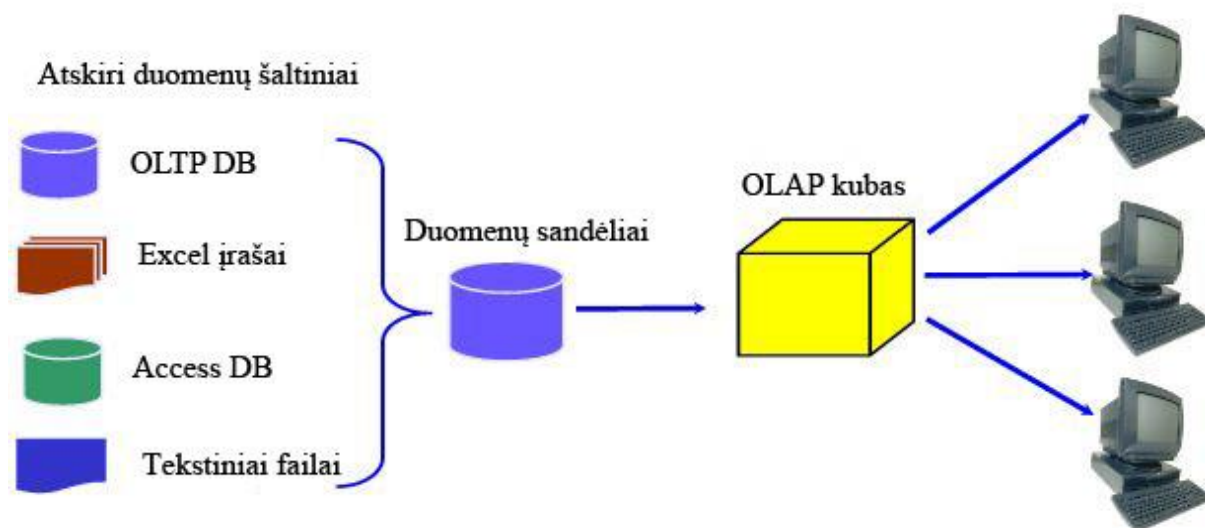
Pirmosios sistemos koncentravosi į modelio vystymą ir problemos analizę, o per paskutinius du dešimtmečius sistemos plėtėsi ir išsivystė [40]:

- Grupinio sprendimo priėmimo sistemos – GDSS (angl. group decision support systems), kurių tikslas buvo lyginti smegenų šturmo idėjas kartu palengvinant vartotojų bendravimą.
- Vykdomosios informacinės sistemos – EIS (angl. executive informatikon systems), kurios DSS sritis praplėtė nuo žmogaus ar mažos grupės iki organizacijos lygmens.
- Žiniomis grįstos DSS (angl. Knowledge-based DSS), kurios siekė supaprastinti sprendimų priėmimą išnaudojant dirbtinio intelekto – AI (angl. Artificial intelligence) technikas.

Duomenų sandėliai, analitinis duomenų apdorojimas tinkle, duomenų gavyba ir internetinių puslapių pagrindų veikiančios DSS yra pagrindinės technologijos, kurios yra naudojamos tobulinant esamas ir būsimas DSS. Duomenų sandėliai yra infrastruktūros pagrindas, leidžiantis verslui išgauti, gryninti ir išsaugoti didžiulius kiekius bendros informacijos, kuri leidžia priimti sprendimus vadovaujantis vien faktais. Tačiau kaip teigia H. Nemati, to neužtenka, būtina sukurti naujos kartos sistemas, kurios leistų išsaugoti, analizuoti, organizuoti ir panaudoti ne tik informaciją bet ir žinias [32]. J. Courtney nuomone DSS plėtojams pasiūlė apimti išsamesnį organizacijos sprendimų priėmimo kontekstą ir plėtoti sistemas, kurios gali išnaudoti kontekstinę informaciją ir atsižvelgti į sprendimus priimančius žmones kaip į asmenybes, bei jų gebėjimus ir žinių supratimą [18].

1.3 Analitinio apdorojimo tinkle įrankiai

Duomenys saugomi duomenų sandėliuose dažniausiai analizuojami naudojant analitinio apdorojimo tinkle, toliau – OLAP (angl. on-line analytical processing) įrankius. OLAP buvo apibrėžtas kaip kategorija programinės įrangos, kuri analitikams, vadovams ir direktoriams greitai ir interaktyviai suteikia prieigą prie duomenų juos interpretuojant ir pateikiant vartotojui suprantama forma (žr. 2 pav.) [38]. OLAP įrankiai naudojami duomenų sandėliais, kurie apima įvairias duomenų bazes ir informacinius failus, o gautus rezultatus suformuoja ir pateikia kubo pavidalu.



2 pav. Duomenų atvaizdavimas naudojantis OLAP

Atsižvelgiant į duomenų sandėlio tipą dažniausiai naudojami šie OLAP įrankiai: multidimensinis OLAP (MOLAP) ir reliacinis OLAP (ROLAP). MOLAP yra tradicinis OLAP analizės tipas, kuriame duomenis saugomi multidimensiniame kube. Šis tipas tinkamas, kai yra pateikiamas didelis užklausų skaičius, ir reikia atlikti skaičiavimus greitai, tačiau dažnai yra ribojamas duomenų kiekis, kurį gali apdoroti. ROLAP atlieka duomenų išsaugotų reliacinėse duomenų bazėse dinaminę analizę, tačiau naudojant tokią duomenų saugojimo formą atsakymo pateikimo greitis sumažėja. Lyginant su MOLAP, ROLAP galima pritaikyti platesnėms vartotojų grupėms, apdoroti didesnius duomenų kiekius ir yra pasirenkamas, kai šios savybės yra esminės. MOLAP ir ROLAP tipai turi privalumų ir trūkumų, todėl buvo sukurtas hibridinis (HOLAP), kuris išnaudoja abiejų privalumus [3].

OLAP įrankių galimybės apdorojant didžiulius kiekius informacijos gali būti papildytos naudojant duomenų gavybos aplikacijas. Šie įrankiai yra sukurti naudojantis dirbtinio intelekto ir statistikos (atvejais parentais sprendimais, duomenų vizualizavimas, neapibrėžta analizė ir neuroniniai tinklai) technikomis siekiant pateikti išsamesnę informacijos analizę [3]. Šiuolaikinės duomenų gavybos aplikacijos gali išnaudoti prieš tai vykusią tyrimų istoriją, taip pat pateikti hipotetines taisykles, kurioms sistema paklūsta. Suformavus tinkamas žinias, jas galima panaudoti DSS suteikiant vadovams priimti tikslesnius sprendimus. Nuolatos augantis informacijos kiekis internete, taip pat gali

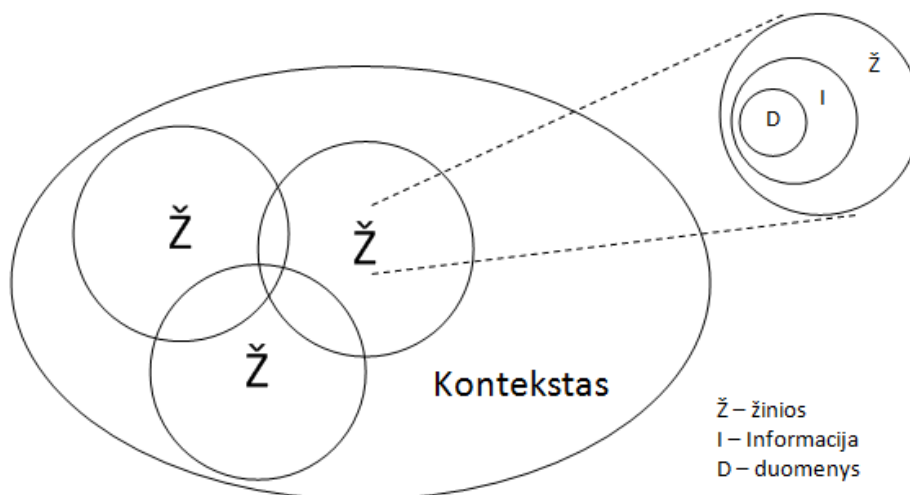
būti išnagrinėtas naudojantis šiomis technologijomis ir pritaikytas priimant sprendimus. J. Han ir K. Chang teigė, jog internetas tai didžiulis, milžiniško potencialo ir precedento neturintis duomenų gavybos šaltinis [23].

1.4 Taisyklėmis ir atvejais paremtos sistemos

Taisyklėmis paremtas sistemas (angl. Rule-based systems) ir atvejais paremtą (angl. Case-based reasoning) mąstymą galime priskirti prie dirbtiniu intelektu paremtų metodų. Taisyklėmis paremtos sistemos neatvaizduoja žinių, jos nustato „jei-taip“ sąlygų rinkinį, kurios numato reikalingus veiksmus, ar sąlygas prieš pradėdant veiksmus. Mąstymas atliekamas iš viršaus į apačią, kada pateikiami faktai, norint atlikti tam tikrus veiksmus, arba iš apačios į viršų, kai sistema stengia įvykdyti užsibrėžtus tikslus ieškant taisyklių, kurias gali tenkinti turimi faktai. Taisyklėmis paremtos sistemos yra tinkamos spręsti uždavinius ir priimti sprendimus, kai visa informacija gali būti išreikšta taisyklėmis ir taikymo sritis nėra plati. Taisyklių skaičiui išaugus ženkliai krenta sistemos našumas. Be to sistemos susiduria su problema, kai reikia spręsti naują, taisyklėmis dar neaprašytą ar anksčiau nenagrinėtą situaciją. [26].

1.5 Kontekstas

P. Brezillon ir J. C. Pomerol [9] apibrėžė kontekstą kaip „kuris kažką riboja be aiškaus įsikišimo“. Šiuo metu tai suvokiame kaip aplinką supančią veikėją. Trys pagrindiniai elementai pagrindžia šį apibrėžimą: kontekstas yra panašus į pagrindinį objektą, pagrindiniam objektui vystantis vystosi ir kontekstas, kontekstas yra visiškai priklausomas nuo objekto. Dėl šios priežasties kontekstas skiriasi kiekvienu atveju ir negali būti aprašytas abstrakčiai. Siekiant paaiškinti konteksto sąvoką pateikiamas paveikslėlis (žr. 3 pav.).



3 pav. Žinių ir konteksto iliustracija

Ši struktūra galioja visose informacinėse sistemose, kaip pavyzdys pateikiamas elektroninės parduotuvės krepšelis:

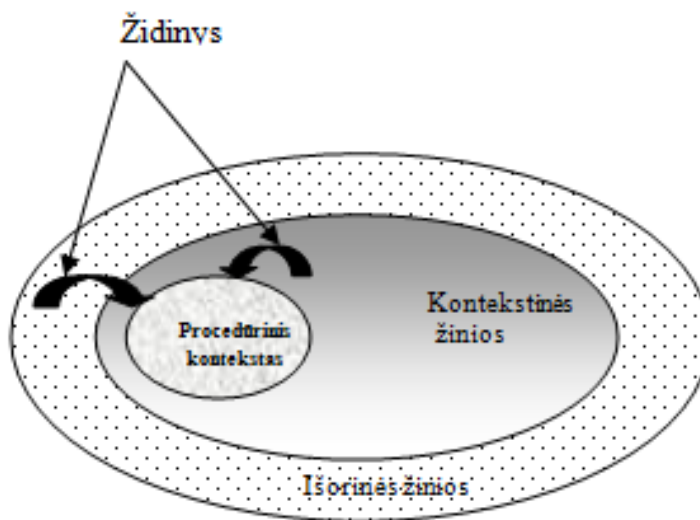
- Duomenys – krepšelio suma;
- Informacija – krepšelio prekių sąrašas;
- Žinios – prekių krepšelio įvertinimas remiantis turima patirtimi, pvz. suma yra didelė ar maža.
- Kontekstas – sąlygos kurios lėmė turimos patirties suformavimą, pvz. prekių kainų statistika.

1.6 Konteksto įtaka sprendimų priėmimo

Anot V. Vieira ir P. Brezillon [6, 7], kontekstas remiasi dviem klasikiniiais principais. Pirmasis teigia, kad kontekstas yra bet kokia informacija, kuri gali būti panaudota esybės (pvz., asmens, vietos,

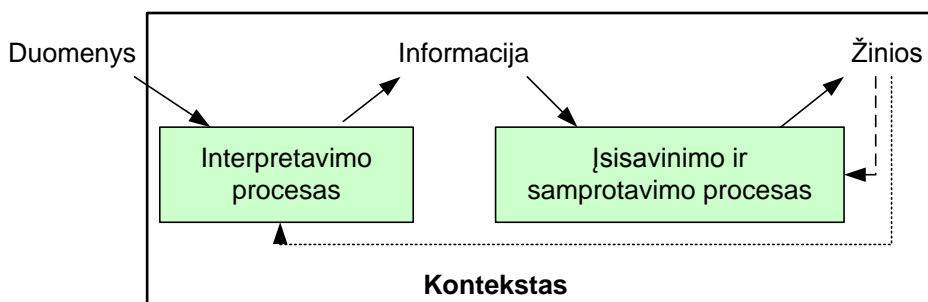
objekto ar aplikacijos) susidariusiai situacijai charakterizuoti. O antrasis teigia, kad kontekstas visada yra susijęs su židiniu, kuris atlieka dėmesio sutelkimo vaidmenį ir suformuoja procedūrinį kontekstą iš išorinių ir kontekstinių žinių. Šie konteksto tipai yra išskiriami pagal jų dalyvavimo laipsnį sprendžiant problemą:

- Procedūrinis kontekstas – tai konteksto dalis, kuri apibūdina problemą ir yra tiesiogiai panaudota ją sprendžiant.
- Kontekstinės žinios – konteksto dalis, kuri nėra aiškiai panaudota, bet daro įtaką problemai išspręsti. Kontekstinės žinios netiesiogiai atriboja sprendimo erdvę. Kontekstinės žinios sukelia užduotis, bet jos nesusitelkia ties užduoties sprendimu ar ties tikslo pasiekimu.
- Išorinės žinios – kontekstas, kuris neturi nieko bendro su sprendimo priėmimu, bet yra daugelio žinomas.



4 pav. Konteksto tipai ir jų kaita

Iš paveikslėlio (žr. 4 pav.) matome, kad procedūrinis kontekstas yra nagrinėjamos srities kontekstinių žinių poaibis. Priklausomai nuo židinio, iš kontekstinių žinių aibės gali būti sudaryti keli procedūriniai kontekstai, kuriuos vartotojai panaudoja esamu laiku sprendami pateiktą problemą. Anot P. Brezillon [5], židinis nusako tikslą, kurio siekiame, arba užduoties ar problemos sprendimo veiksmų žingsnį.



5 pav. Konteksto sąryšis su duomenimis ir informacija

Iš 5 pav. matome, kad kontekstas yra tai, kas duoda reikšmę duomenims ir padeda priimti sprendimus turint informaciją. Apibendrintai galime teigti, kad konteksto sąvoka interpretuojama gana skirtingai, nes skirtingos yra panaudojimo aplinkybės ir kontekstas yra tai, kas lengvina rinktinį ir sutelktą informacijos apdirbimą [27].

Situacijas sprendimų priėmimo modeliuoti sunku, kadangi net vienodos situacijos gali skirtis dėl kontekstinės informacijos ar atliekamų veiksmų tvarkos [13]. P. Brezillon plačiai analizavo metro linijų valdymą pasitelkiant kontekstinę informaciją [12]. Jis analizavo veiksmų sekas, kurias vykdė

operatoriai, kaip charakteristikų rinkinį (pradines sąlygas) atsižvelgdamas į kontekstą ir pasiekiamą rezultatą. Naudojant taisyklių žodyną buvo sudarytas pradinių sąlygų rinkinys, kuris pagal atliekamus veiksmus, pateikdavo būsimą rezultatą. Taip buvo sukurtas metodas skirtas modeliuoti žinias ir jas pakartotinai panaudoti.

L. Hasher [24] inžineriniu požiūriu kontekstą apibrėžė kaip sąlygų ir aplinkos įtaką, kuri situaciją paverčia unikalios. Tačiau vadovaujantis šiuo apibrėžimu tektų atsižvelgti net į informaciją, kuri priimant sprendimą gali būti ignoruojama, ar duomenis, kurių mašina negali surinkti ar atsižvelgti.

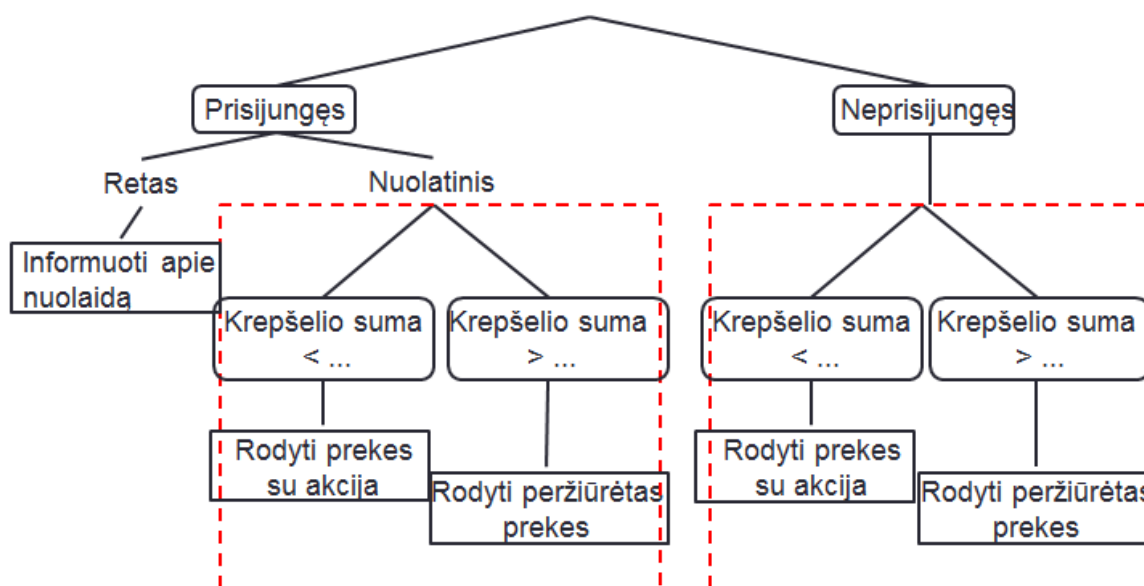
P. Brezillon [12] analizuotame metro linijų valdyme buvo nagrinėjama plati žinių bazė apie traukinius, elektrą, žmonių reakciją ir pan., kuri situaciją paverčia unikalios, tačiau detalesnė informacija apie laiką, dieną, oro sąlygas, gali įtakoti sprendimą. Todėl Brezillon suskirstė kontekstą į pastovų, bei kintantį. Dėl savo pastovumo, šis kontekstas neretai pavadinamas kontekstinėmis žiniomis, šiuo atveju operatorių, kurie atlieka užduotis.

Apibendrinant L. Hasher [24] ir P. Brezillon [11, 12] galime teikti, jog kiekvieną situaciją supa labai plati kontekstinė informacija, kuri priimant sprendimą yra susiaurinama ir galiausiai vertinama tik ta informacija, kuri reikalinga priimti sprendimą.

1.7 Sprendimo priėmimo modeliavimas panaudojant į kontekstą

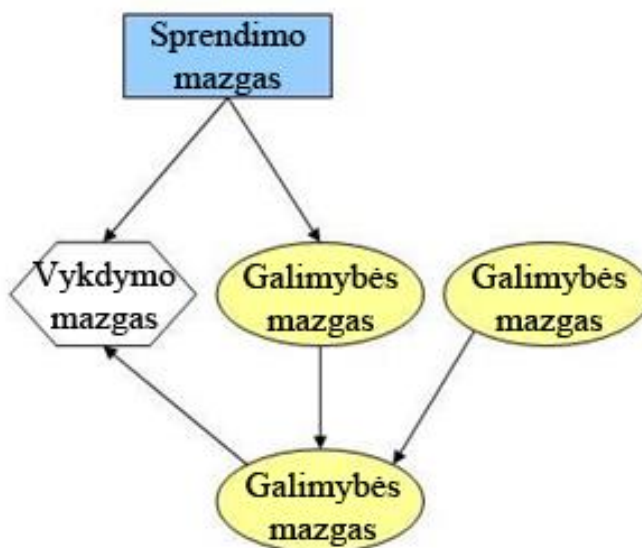
Vystant dirbtinį intelektą buvo tobulinamas ir žinių atvaizdavimas. Pradžioje buvo kuriami taisyklių rinkiniai, kurie buvo sudaryti iš pradinės sąlygos ir rezultato. Tačiau žinių bazė išsiplėtė ir tapo sudėtinga ją atnaujinti, bei tapo sudėtinga naudoti net tos srities ekspertams. Siekiant tobulinti šį metodą taisyklės buvo skaidomos į paketus, kurių kiekvienas buvo sudarytas iš vidinių taisyklių skirtų tarpiniams rezultatams pasiekti. W. J. Clancey [17] pasiūlė į pradinę sąlygą įterpti ir atrankos sąlygą, siekiant taisykles naudoti tik esant tam tikram kontekstui. Tačiau toks metodas nepasitvirtino, kadangi tektų parašyti taisykles visoms įmanomoms sąlygoms, kartu neįvertinant galimos situacijos kitimo bėgant laikui.

Kitas sprendimo priėmimo modeliavimui naudojamas metodas yra sprendimų priėmimo medžiai (žr. 6 pav.), kurių tikslas yra atvaizduoti sprendimų priėmimą žingsnis po žingsnio [22]. Tai atliekama naudojant dviejų tipų mazgus: veiksmų ir sprendimų. Veiksmų mazge visi išeinantys keliai atvaizduoja galimus realizavimo būdus, kurių neįtakoja sprendimo priėmėjas. Sprendimų mazgas atvaizduoja pasirinkimą. Naudojantis šiuo metodu galime atvaizduoti sprendimų priėmimą priklausomai nuo įvykių, tačiau sprendimų priėmimo medis tampa labai didelis, o papildomas kontekstinis elementas jį gali net padvigubinti.



6 pav. Sprendimų priėmimo medis

Sprendimų priėmimą galima modeliuoti ir naudojantis Bayesian tinklais (žr. 7 pav.), kurie yra grafinis tikimybių pasiskirstymo atvaizdas. Jie atvaizduoja pasirinkimo neapibrėžtumą dirbtiniame intelekto. Šie tinklai pasižymi savybėmis: glaustas ir aiškus atvaizdavimas, nesudėtingas papildymas ir aiškios prielaidos. Bayesian tinklai gali būti pritaikyti ekspertinėse sistemose, variklių diagnostikoje ir sprendimų priėmimo sistemose.

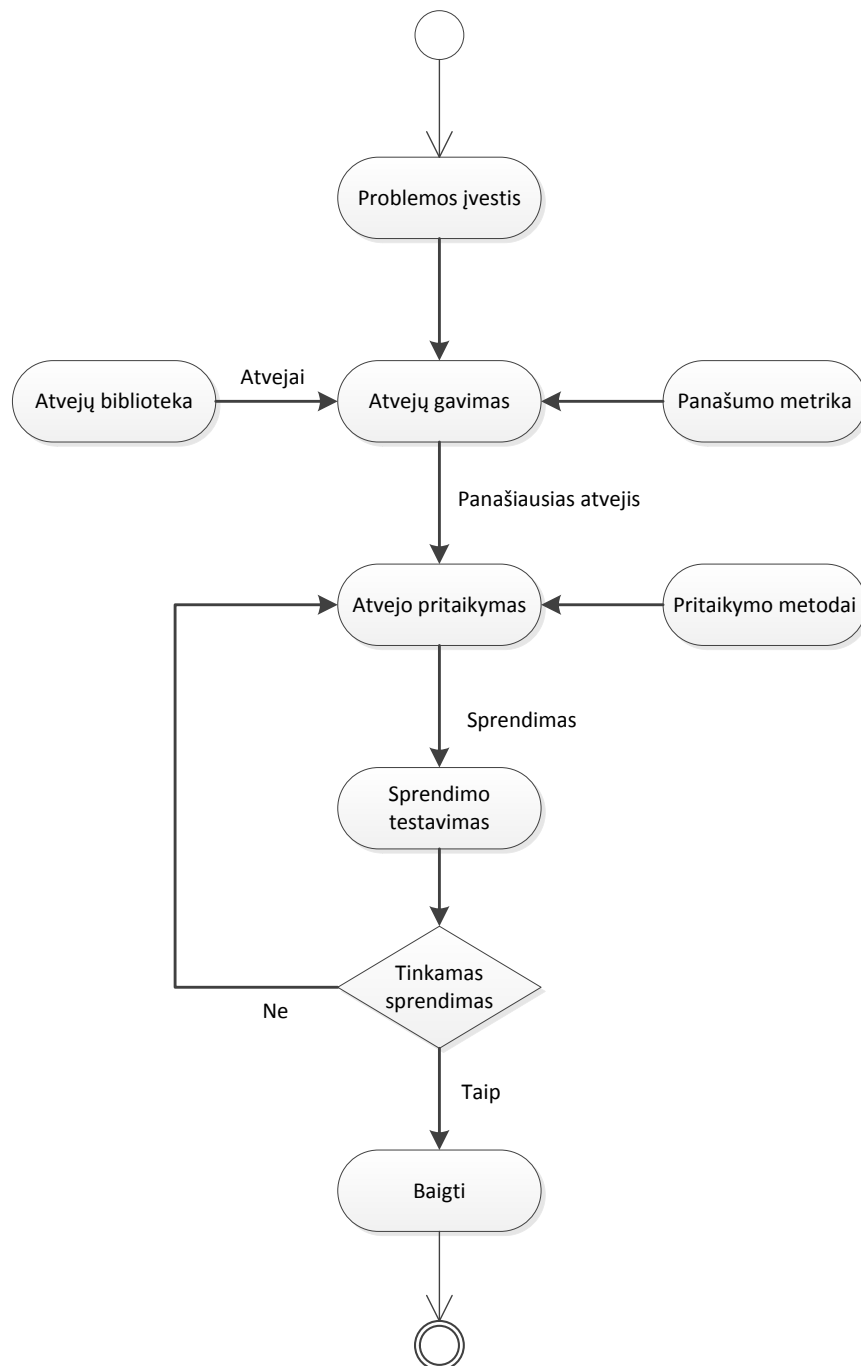


7 pav. Bayesian tinklo notacija

Bayesian tinklai sudaryti iš dviejų elementų. Pirmasis – kryptinis aciklinis grafas, kurio kiekviena viršūnė atitinka atsitiktinį kintamąjį. Šis grafas atspindi sąlyginių nepriklausomybių rinkinio pasiskirstymą. Šis komponentas fiksuoja tikimybių pasiskirstymo struktūrą ir yra naudojamas sprendimų priėmimo. Antras elementas – vietos sąveikos modelių rinkinys, kuris aprašo kiekvieno grafo kintamojo sąlygos tikimybę.

Bayesian tinklo pritaikymas didelėje aplikacijoje gali būti brangus ir sudėtingas procesas. Dėl šios priežasties pastaruosius metus yra tobulinamas metodas, kuris leistu formuoti tinklus remiantis duomenimis. Metodas sėkmingai suformuoja struktūrą ir parametrus iš pilno duomenų rinkinio, tačiau kyla problemų, kai duomenų rinkinys yra neišbaigtas. Šis trukumas sukelia daug problemų, kadangi daugelis realių duomenų turi trūkstamų reikšmių, o jų papildymas gali būti per daug sudėtingas ir ilgas procesas [33]. Kadangi šis metodas yra skirtas įvertinti ir aprašyti galimų įvykių tikimybę, jis nėra pajėgus atsižvelgti į kontekstinę informaciją.

Modeliuojant kontekstą galime naudoti ir atvejais paremtus sprendimus (angl. Case-Based Reasoning, toliau – CBR). Šis metodas sprendžia problemas ieškodamas panašios problemos duomenų bazėje ir pritaikydamas sprendimą. Realizuojant CBR susiduriama su dviem pagrindinėmis problemomis: sudėtinga suformuoti taisykles ir jas nuolat atnaujinti, sistemos negali priimti sprendimų naujose situacijose, kadangi jos negali vadovautis patirtimi įgyta kitų taisyklių sudarymo metu. CBR lyginant su taisyklėmis paremtais sprendimais (angl. Rule-Based Reasoning, toliau – RBR) suteikia galimybę detaliau išanalizuoti žinias ir priimti tikslesnį sprendimą. Taisyklės parodo situacijų panašumą, tačiau tai veda prie griežtai nustatytų sprendimų. Dėl šios priežasties RBR sudėtinga atsižvelgti į išimtis ar naujas situacijas, kurios neturi bendrų panašumų. Kadangi CBR tikslas nėra surasti ir išsaugoti panašumus, o metodas siekia sukaupti prieš tai iškilusių problemų sprendimus, susidūrus su neaprašyta situacija, ji išsprendžiama surandant panašiausią išspręstą problemą ir pritaikant jos sprendimą (žr. 8 pav.).



8 pav. CBR veikimo algoritmas

Nepaisant paprastos CBR koncepcijos, metodą pritaikyti nėra lengva. Atvejų bazę gali sudaryti šimtai įrašų, o jų išgavimas nėra sudėtingas, tačiau problema kyla atsižvelgiant į duomenų kontekstą. Pavyzdžiui, jei vienas asmuo pirko 5 prekes, o kitas 4, galime daryti prielaidą, jog jis pirks ir penktą prekę. Tačiau, jei vienas pirkėjas pirko 5 prekes, o kitas nepirko nei vienos prekės, tai dar nereiškia, jog jis jų ir nepirks [1]. D. B. Leake siūlė patobulinti šį metodą išsaugant ir panaudojant sprendimo priėmimo kelią, o ne patį rezultatą, taip supaprastinant jo priežiūrą ir struktūrizavimą [29]. Tačiau šis metodas nepateikė informacijos, kodėl sprendimas buvo priimtas.

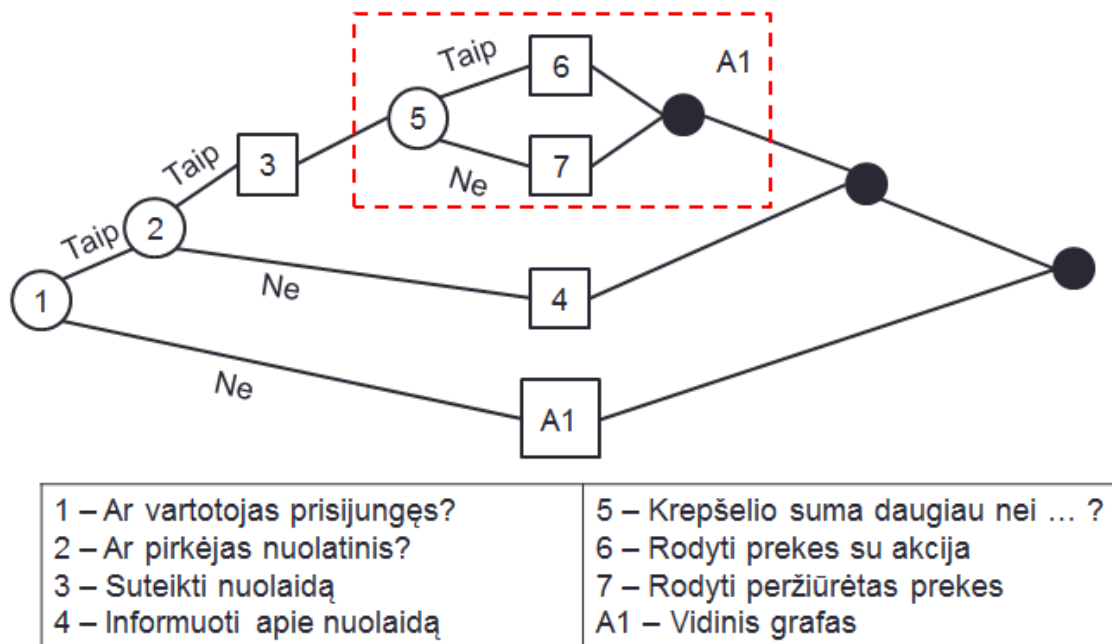
P. Brezillon analizuodamas metro linijų valdymą [12] pastebėjo, jog norint aprašyti operatoriaus sprendimo priėmimą tenką naudoti kelis metodus kartu. Įsigilinus į operatoriaus priimamus sprendimus, buvo pastebėta, jog jiems labai svarbi kontekstinė informacija, o esamą situaciją siekia išnagrinėti kaip įmanoma greičiau naudodami veiksmų sekas. P. Brezillon naudodamasis sprendimų priėmimo medžio notacija siekė sukurti konteksto atvaizdavimo būdą, kuris leistų pateikti atsakymą esant bet kokioms sąlygoms ir galimybėms. Operatoriui svarbu gauti

atsakymą tik išanalizavus situaciją, todėl sistemos tikslas yra analizuoti situaciją priklausomai nuo kontekstinės informacijos pasiekiančios operatorių. Dėl šios priežasties šakomis buvo aprašomos kontekstinės žinios, kurios sekant šaka būdavo tikslinamos ir kartu matomas sekantis veiksmas, kurio reikės imtis. Taip pat šis atvaizdavimo būdas leidžia ignoruoti statistines veiksmų galimybes, svarbiu tampa tik kontekstas, kuris nulemia sprendimą. Pagrindiniai metodo privalumai:

1. Užduotinis atvaizduojamas grafo, o ne medžio pagalba, t.y. tik viena pradžia ir viena pabaiga, o tikslas pasiekiamas bet kokiaje situacijoje.

2. Valdomas struktūros dydis. Pridėjus naują kontekstinį elementą struktūros dydis nekinta drastiškai.

3. Šakos pasikeitus aplinkybėms lengvai gali būti suliejamos arba išskiriamos.



9 pav. Kontekstinis grafas

Siekiant pasirinkti tinkamiausią sprendimų priėmimo modeliavimo metodą, jie yra lyginami pagal skirtingas savybes, o atlikus analizę sudaroma palyginamoji metodų lentelė (žr. 2 lentelė.), kurioje pagal bendrus kriterijus susisteminti metodų trūkumai ir privalumai.

Hierarchinė struktūra – suteikia galimybę detaliai analizuoti priimamą sprendimą, bei nustato aiškią pradžią, tarpinius veiksmus ir pabaigą. Vartotojai gali analizuoti sprendimo priėmimo logiką „iš viršaus į apačią“. Atsižvelgiant šį kriterijų sprendimų priėmimo medžiai ir kontekstiniai grafai yra lygiaverčiai.

Konteksto atvaizdavimas – metodai, kurie turi galimybę grafine forma atvaizduoti kontekstą. Nepaisant sprendimų priėmimo medžių galimybės atvaizduoti kontekstą, kontekstinių grafų metodas yra pranašesnis paprastesne struktūra, kadangi vienas kelias atvaizduoja tik vieną kontekstą, o sprendimų priėmimo medžiai tą patį kontekstą gali atvaizduoti keliose šakose.

Keli vartotojų lygiai – savybė, suteikianti galimybę vadovam apriboti verslo logikos prieinamumą darbuotojams. Ši savybė svarbi informacinėse sistemose, kurios saugo komercines, gamybos paslaptis, ar riboja informacijos pateikimą skirtingiems vartotojams. Kontekstinio grafo ir Bayesian tinklų atveju, kelis mazgus galima apjungti ir vartotojui pateikti kaip vieną nedalomą komponentą.

Aciklinė struktūra – savybė užtikrinanti sprendimo priėmimą, kadangi dėl vartotojo klaidos, neįmanoma sudaryti sąlygų amžinam ciklui. Bayesian tinklai vieninteliai grafiniame atvaizdavime naudoja ciklus.

Veiksmų atvaizdavimas – galimybė sprendimų priėmimo sistemoje grafiškai atvaizduoti atliekamus veiksmus ar iškviečiamas funkcijas. Vartotojas gali analizuoti ne tik verslo logiką, bet ir atliekamus veiksmus atskiruose etapuose.

Nors visų metodų sprendimai, gali būti gretinami su žmonių priimamais sprendimais, tačiau dėl skirtingų priežasčių, kurios skiriasi dėl modelio veikimo principų. Kontekstiniai grafai, kaip ir sprendimų priėmimo medžiai suteikia galimybę priimti sprendimą neįvertinus visų aplinkybių, jei yra aiškus sprendimas. Bayesian tinklai įvertina kiekvieno įvykio tikimybę, tačiau informacinėje sistemoje, kurioje aktualus priimamų sprendimų tikslumas, ši savybė gali būti įvardijama kaip trūkumas. CBR metodo sprendimai yra artimiausi žmonių priimamiems, kadangi metodas atsižvelgia į turimą patirtį, tačiau yra nelankstus naujose situacijose.

Paprastas žinių bazės praplėtimas – savybė užtikrinanti nesudėtinga metodo taikymą ir koregavimą. Kadangi Bayesian tinkluose įtraukiant papildomą mazgą, reikės apskaičiuoti ir įvykių tikimybes, metodas reikalauja papildomų žinių siekiant praplėsti žinių bazę.

Įvesties ir išvesties skaičius akcentuoja esminį kontekstinių grafų privalumą – orientaciją į rezultatą, t.y. metodas bet kuriuo atveju pateikia sprendimą.

2 lentelė. Modeliavimo metodų kontekstinė informacija

	Kontekstiniai grafai	Sprendimų priėmimų medžiai	Bayesian tinklai	CBR
Hierarchinė struktūra	+	+	-	-
Konteksto atvaizdavimas	+	+	-	-
Keli vartotojų lygiai	+	-	+	-
Aciklinė struktūra	+	+	-	+
Tinka sprendimų priėmimui	+	+	+	+
Veiksmų atvaizdavimas	+	+	+	-
Sprendimai artimi „žmogiškiem“	+	+	+	+
Verslo taisyklių integracija	+	+	+	+
Paprastas žinių bazės praplėtimas	+	+	-	+
Įvesčių skaičius	1	1	n	n
Išvesčių skaičius	1	n	n	1
Skirtingų mazgų skaičius	3	2	3	1

Kontekstinių grafų metodas sprendimų priėmimo modeliavime atsižvelgiant į kontekstinę informaciją turi ženklų pranašumą. Skirtingai nei kiti metodai, jis tinka konteksto ir procesų atvaizdavimui, sudaro galimybes suskaidyti verslo logiką, ir užtikrina sprendimo priėmimą bet

kokiomis aplinkybėmis. Suprojektuotą sprendimo priėmimo sistemą realizuoti informacinėje sistemoje galima pasinaudojant verslo taisyklėmis.

2. VERSLO TAISYKLIŲ PANAUDOJIMAS KONTEKSTO MODELIAVIMUI

Verslo taisyklės sąvoka atsirado gana neseniai. Verslo taisyklės dažnai sutapatinamos su vientisumo ribojimais duomenų bazėse, tačiau jos skirtos verslo ypatumams aprašyti. Verslo taisyklė kartais traktuojama kaip išraiška, apibrėžianti arba apribojanti tam tikrus verslo aspektus. Įprastai, verslo taisyklės reglamentuoja veiklos vykdymą. Verslo taisyklės apibrėžiamos įstatymuose, įsakymuose, vidaus tvarkos taisyklės, modeliuose ir t.t. Verslo taisyklės apibrėžia verslo sandarą, kontroliuoja verslo raidą. Verslo taisyklėmis apibrėžiamos visos įmanomos organizacijos veiklos būsenos, vadinasi apibrėžiami visi įmanomi įvykiai, sąlygos ir galimi veiksmai [19].

Pastaraisiais metais pabrėžiama, kad verslo taisyklės yra svarbus daugelio informacinių sistemų elementas. Daugelis verslo procesų yra vykdoma atsižvelgiant į taisykles, kurios aprašo tam tikrą veiksmą arba susieja sąrašą galimų veiksmų. Verslo taisyklės paremtos etiniais, kultūriniais, teisiniais ir organizaciniais įsipareigojimais. Manoma, kad jos gali būti sudarytos remiantis įvykis-sąlyga-veiksmas (angl. event-condition-action) mechanizmu, pasiūlytu nagrinėjant aktyvias duomenų bazes, t.y. nagrinėjant ryšius tarp įvykių, sąlygų ir veiksmų. Įvykis – momentinis atsitikimas įmonėje, kuriam priskiriamas laiko momentas. Sąlyga aprašo, kas turi būti patikrinta įvykus įvykiui. Veiksmai apibrėžia, kas turi būti atlikta įvykus konkrečiam įvykiui [25].

Tiktai maža dalis iš milžiniško skaičiaus verslo taisyklių yra realizuojama informacinėje sistemoje. Verslo atžvilgiu šie vientisumo ribojimai dažnai neatrodo trivialūs ir netgi ne visada galima aiškiai suformuluoti juos reikalavimų lygmenyje. Netrivialių verslo taisyklių turinys gali priklausyti nuo erdvės (skirtingos teisinės sistemos skirtingose valstybėse) ir laiko (teisinė sistema gali keistis laikui bėgant). Todėl taisyklės turi būti palaikomos visą taisyklėmis pagrįstų taikomųjų programų gyvavimo laiką.

Verslo taisyklės, naudojamos informacinėje sistemoje, formuoja pagrindinę taikomosios programos dalį ir tokiu būdu yra atskiros visoje sistemoje. Todėl šios taisyklės gali būti neužbaigtos ir perteklinės, jos gali būti apibrėžtos skirtingais būdais skirtingose taikomose programose ir/arba gali būti įgyvendintos skirtingai. Netgi jei taisyklės įgyvendinamos nuosekliai, tai neužtikrina, kad jos nepasimes nesuderintai palaikant perteklinę kodo dalį. Todėl yra daug argumentų palaikančių neperteklinį, centralizuotą, informacinei sistemai svarbių verslo taisyklių įgyvendinimą duomenų bazėje. Toks požiūris turi papildomų privalumų – taisyklės negali būti neatvaizduotos specialiose DBVS operacijose.

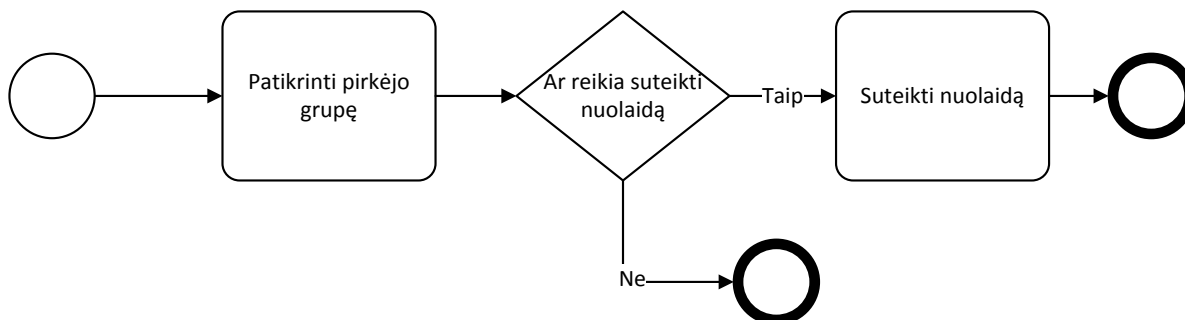
Keletas komercinių DBVS produktų ir tyrimų prototipų pateikia priemones, tokias kaip: trigerių mechanizmai ir saugojimo procedūros, skirtos taisyklių integracijai. Kai kurie vientisumo ribojimų tipai yra apibrėžti SQL2 pakete; nuo SQL3 standarto įdiegta loginė struktūra, apibrėžianti trigerius. Aktyvių DBVS sukūrimas pasiūlė aukštesnį taisyklių gavimo potencialą.

Būsimų ir egzistuojančių komercinių DBVS produktų galios savarankiškumas suteikia keletą privalumų aprašant verslo taisykles koncepciniame lygmenyje. Koncepcinis modelis turi būti vaizduojamas sistemiškai ir realizaciškai nepriklausomas, orientuotas į naudotoją ir pastovus. Keletas koncepcinio modelio tipų yra naudojami sistemų inžinerijoje. Šie modeliai neužtikrina sistemingos verslo taisyklių elgsenos. Nepaisant to, egzistuojančios sistemos siūlo galimybę specifiuoti tam tikrą verslo taisyklių semantiką [25].

2.1 BPMN verslo taisyklių notacija

BPMI (angl. Business Process Management Initiative) sukūrė ir išvystė BPMN (angl. Business Process Modeling Notation), kuri yra skirta verslo procesų modeliavimui. BPMN paremtas IDEF, UML, LOVeM, RosettaNet ir veiksmiais valdomų procesų grandinių veikimo principu [26]. Pagrindinė BPMN kūrimo priežastis, tai atsiradęs verslo procesų modeliavimo notacijos, kuri būtų lengvai suprantama ne tik inžinieriams, bet taip pat ir darbuotojams, kurie neturi techninių žinių,

poreikis. Taip pat kuriant BPMN buvo siekiama, jog ši notacija leistų tiesiogiai vykdyti procesus, t.y. BPMN tiesiogiai susieti su kalbomis, kurios yra sukurtos vykdyti verslo procesus [25].



10 pav. BPMN pavyzdys

Pateiktame paveiksle (žr. 10 pav.) aprašyta nuolaidos suteikimo schema, kai vertinamo kriterijus yra pirkėjo grupė.

2.2 PRR verslo taisyklių modeliavimas

Verslo taisyklių variklių vystytojai (ILOG, Fair Isaac, LibRT, IBM, Pega, Corticon, TIBCO, akademinė bendruomenė (RuleML.org) ir UML įrankių vystytojai) standartizavo PRR (angl. Production Rule Representation). Šiuo metu PRR yra OMG standartas ir formalus taisyklių rašymo modelis. Jis naudoja UML taisyklių atvaizdavimui. PRR naudoja dviejų tipų taisykles: išankstinės grupavimo taisyklės ir nuoseklios procedūrinės taisyklės. Išankstinės grupavimo taisyklės naudojamos nesudėtinguose taisyklių varikliuose, kurios jį padaro nepriklausomu nuo vykdomų taisyklių tipo. Nuoseklios procedūrinės taisyklės yra naudojamos pateikti paprasčiausią verslo logiką nesudėtingų taisyklių pavidalu [25]. PRR skiriamas į dvi dalis: centrinę (angl. PRR Core), kurią sudaro pagrindinis taisyklių modelis, ir PRR OCL struktūrą, kuri leidžia suderinti taisykles su kitomis ne UML standarto kalbomis. Aukščiausio lygio PRR struktūra panaši į R2ML, tačiau PRR neturi sąsajų su Web taisyklių kalbomis [26].

```

ruleset ruleset1(in kinfo : KlientoInformacija) :
    rule r1
    ruleVariable :
        grupe : Set = kinfo.grupe->select(e: Grupe |
e.nuolaida=Nuolaida.dydis);
    action:
        Util.println(grupe.nuolaida());
  
```

11 pav. PRR pavyzdys

Pateiktame paveikslėlyje (žr. 11 pav.) aprašytas analogiškas pavyzdys (žr. 10 pav.), kai nuolaida suteikiama atsižvelgiant į pirkėjo grupę.

2.3 SWRL verslo taisyklių kalba

W3C siekdama sujungti RuleML taisykles bei OWL-DL ir Lite ontologijas sukūrė SWRL (angl. Semantic Web Rule Language) kalbą. Taisyklės SWRL kalboje yra rašomos naudojantis pagrindiniais OWL principais, t.y. priešastis-pasekmė poromis [25]: priešastis yra taisyklės pagrindas, o pasekmė – rezultatas. Tai reiškia, jei pagrindines sąlygos yra tenkinamos, galutinės sąlygos taip pat turi būti tenkinamos. Kiekviena taisyklė gali turėti 0 arba kelias dedamąsias, kurios yra apjungiamos konjunkcijos principu ir gali būti pakeistos atskiromis ir savarankiškoms taisyklėmis. Jei nenurodytos taisyklės priešastinės ar pasekmės sąlygos, ji grąžins teigiama atsakymą visais atvejais [25]. Nors SWRL nėra standartizuota, tai yra plačiai naudojama kalba.

```
<ruleml:imp>
```

```

<ruleml:_rlab ruleml:href="#pvz"/>
<ruleml:_body>
  <swrlx:individualPropertyAtom swrlx:property="pirkoPrekiu">
    <ruleml:var>x1</ruleml:var>
    <ruleml:var>x2</ruleml:var>
  </swrlx:individualPropertyAtom>
  <swrlx:individualPropertyAtom
swrlx:property="nuolaiduGrupe">
    <ruleml:var>x2</ruleml:var>
    <ruleml:var>x3</ruleml:var>
  </swrlx:individualPropertyAtom>
</ruleml:_body>
<ruleml:_head>
  <swrlx:individualPropertyAtom
swrlx:property="pritaikytiNuolaida">
    <ruleml:var>x1</ruleml:var>
    <ruleml:var>x3</ruleml:var>
  </swrlx:individualPropertyAtom>
</ruleml:_head>
</ruleml:imp>

```

12 pav. SWRL pavyzdys

Pateiktas SWRL pavyzdys (žr. 12 pav.) interpretuojamas: Jei pirkėjas x1 pirkoPrekiu už sumą x2, x2 suma priklauso x3 nuolaidų grupei, pirkėjui x1 taikyti x3 dydžio nuolaidą.

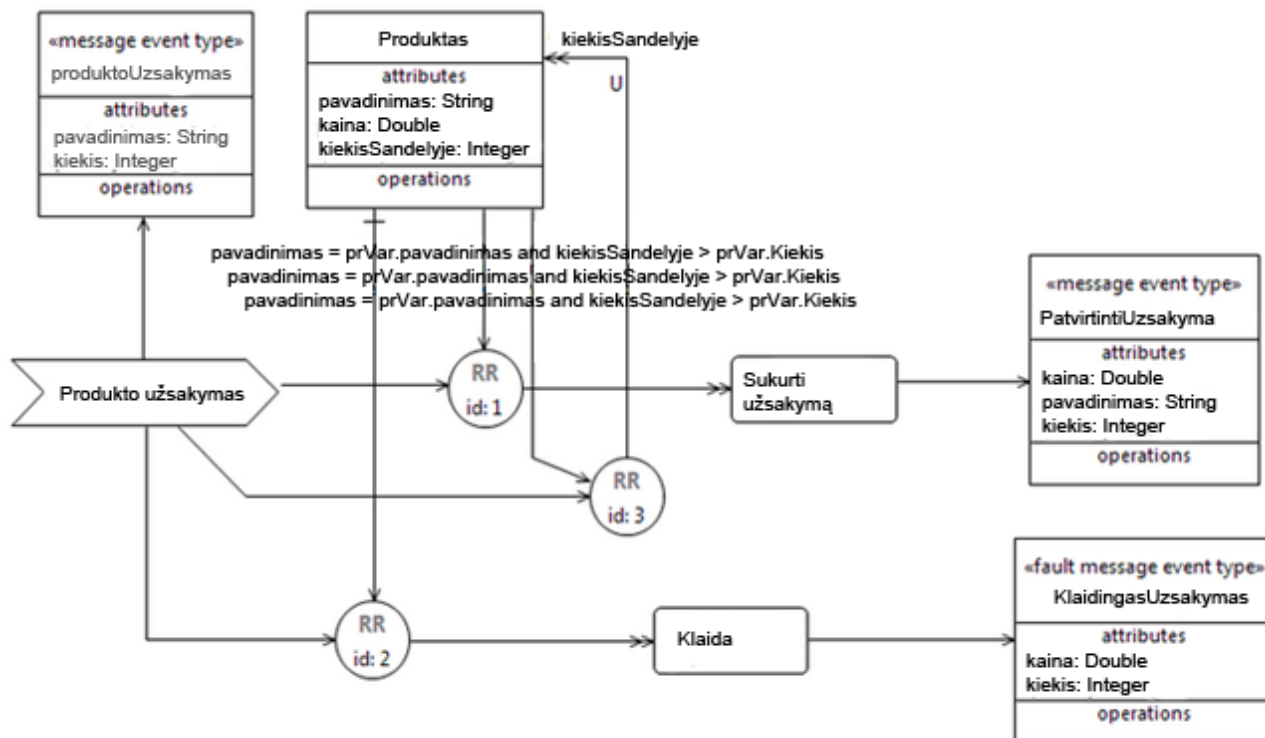
2.4 R2ML verslo taisyklių kalba

Verslo taisyklė yra teiginys, kuris daro įtaką organizacijos veiklai arba informacijai [25]. R2ML (angl. REVERSE II Rule Markup Language) yra bendra taisyklių žymėjimo kalba [25]. Ji sukurta supaprastinti taisyklių apsikeitimą, tačiau gali būti naudojama kaip savarankiškai taisyklių modeliavimo kalba, kuri naudoja UML grafinę sintaksę. Naudojant R2ML galima atvaizduoti keturias taisyklių rūšis: vientisumą, kilnę, reakciją ir produkciją. R2ML yra sukurtas naudojant modeliniu inžineriniu principu, kuris sudarytas iš metamodelio, sintaksės paremtos XML ir grafinės blokinės struktūros (dar vadinamos URML[25]). Visi R2ML taisyklių aprašymai yra paveldėti iš Taisyklių sąvokos (klasė meta-modelyje). Kiekviena taisyklė aprašoma naudojant R2ML žodyną, kuriame elementai naudojami loginėse formulėse ir atsižvelgiant į priežastį ir pasekmę. Svarbu tai, jog R2ML atskiria objektą nuo pradinių sąlygų.

2.5 rBPMN verslo taisyklių notacija

rBPMN (angl. Rule-Based BPMN) kalba yra BPMN ir R2ML integracijos rezultatas ir yra aprašyta apjungiant BPMN ir R2ML abstrakčios sintaksės elementus (metamodelius) [25]. Pagrindinis rBPMN kalbos elementas yra taisyklių valdiklis (angl. RuleGateway), kuris buvo įtrauktas į BPMN 2.0 metamodelį ir yra giminingas R2ML taisyklėms. Taip R2ML taisyklė gali veikti kaip valdiklis ir

nesutrikdyti R2ML sintaksės ir semantikos. rBPMN buvo sukurtas siekiant išnaudoti taisyklėmis grįstus ir procesus orientuotus modelius [25].



13 pav. rBPMN pavyzdys

Pateiktame pavyzdyje (žr. 13 pav.) nagrinėjamas prekės užsakymas ir užsakymo formavimas priklausomai nuo prekių likučių sandėlyje.

2.6 Verslo taisyklių palyginimas

Sudarant verslo taisyklių palyginamąją lentelę (žr. 3 lentelė.) buvo atsižvelgiama į atskirus kriterijus:

- Konteksto atvaizdavimas. Buvo analizuojama verslo taisyklių galimybė atvaizduoti kontekstinę informaciją, tačiau jos skirtos tik verslo taisyklių atvaizdavimui.
- Taisyklių formavimas tekstiniu pavidalu. BPMN vienintelė iš nagrinėtų, kuri skirta tik grafiniam verslo taisyklių atvaizdavimui ir neturi griežtai apibrėžto taisyklių užrašymo principo.
- Taisyklių grafinis atvaizdavimas. Buvo analizuota ar užrašytas taisyklės galima atvaizduoti grafiniu pavidalu.
- Suderinamumas su informacinėmis sistemomis. Nagrinėjamos galimybės verslo taisyklės pritaikyti informacinėje sistemoje, t. y. sudaryti galimybes jas interpretuoti ir paversti vykdomu kodu.
- Vienalytė ar sudėtinė. Analizuojama galimybė išskaidyti verslo logiką į atskiras verslo taisykles. BPMN ir rBPMN užrašyta verslo logika gali būti suvokiama kaip bendra visuma, tačiau nesuteikia galimybės išskaidyti į atskiras taisykles.
- Sąlygų šakotumas. Analizuojama galimybė sudaryti sudėtinės sąlygas ir sąlygas sąlygoje.
- Neapriboti duomenų tipai. Nagrinėjama, ar sąlygos galima naudoti visus duomenų tipus.

- Sąlygos mazgas. Analizuojama ar visos verslo taisyklės turi galimybę formuoti sąlygos mazgus.
- Tarpinis veiksmų atlikimas. Analizuojama, ar yra įmanomas tarpinis funkcijų vykdymas, ar funkcijos vykdomos tik taisyklės pabaigoje.

3 lentelė. Lentelė. Verslo taisyklių palyginimo lentelė

	BPMN	PRR	SWRL	R2ML	rBPMN
Atvaizduojamas kontekstas	-	-	-	-	-
Taisyklių formavimas tekstiniu pavidalu	-	+	+	+	+
Taisyklių grafinis atvaizdavimas	+	-	-	+	+
Suderinamumas su informacinėmis sistemomis	-	+	+	+	+
Vienalytė / Sudėtinė	Sudėtinė	Vienalytė	Vienalytė	Vienalytė	Sudėtinė
Sąlygų šakotumas	+	+	+	+	+
Neapriboti duomenų tipai	+	+	+	+	+
Sąlygos mazgas	+	+	+	+	+
Tarpinis veiksmų atlikimas	+	-	-	-	+

Verslo taisyklės yra įrankis skirtas užrašyti ir perduoti verslo logiką pagal nustatytų taisyklių rinkinį. Išanalizavus pasirinktas verslo taisykles, pastebėta, jog jos negali įvertinti kontekstinės informacijos. Tai įrodo, jog būtinas atskiras metodas norint įvertinti kontekstą, o verslo taisyklės gali būti naudojamos suprojektuotos verslo logikos perkėlimui į informacinę sistemą. Atsižvelgiant į analizės rezultatus ir taisyklių sintaksę, pasirenkamas SWRL verslo taisyklių modelis.

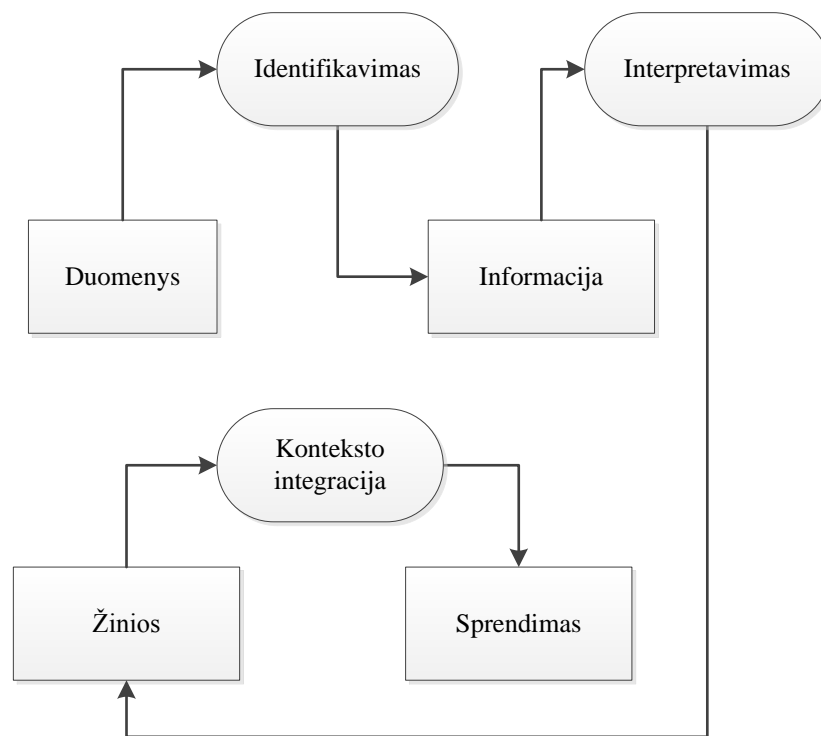
3. SPRENDIMŲ PRIĖMIMŲ METODAS, GRINDŽIAMAS KONTEKSTU

3.1 Konteksto pritaikymas sprendimo priėmimo

Žiniomis paremtose sistemose kontekstas gali daryti didžiulę įtaką žinių valdyme ir taikyme. Inžineriniu požiūriu P. Brezillon kontekstą apibrėžė kaip atitinkamų sąlygų ir aplinkos įtaką, kuri situaciją paverčia unikalia ir suprantama [27]. Šis apibrėžimas nusako potencialią konteksto vertę sistemose. Kontekstas leidžia grupuoti žinias kiekvienoje situacijoje, taip atsiribojant nuo papildomų klausimų konkrečioje situacijoje.

Daugelis sprendimų priėmimo algoritmų informacinėse sistemose realizuota programos kode, o vartotojas turi galimybę pasirinkti tik pagrindinius nustatymus, sąlygų vertes. Tokių sprendimo priėmimo sistemos yra nelanksčios ir nepatogios vartotojui, kadangi norint pakeisti sprendimo priėmimo logiką, būtina koreguoti programos kodą, o gaunama nauda gali būti mažesnė už atliktų darbų kainą. Sprendimas – naudoti sprendimo priėmimo projektavimo įrankį, kuris leistų paprasta ir aiškia forma suprojektuoti sprendimo priėmimo logiką, o esamus lengvai koreguoti ir pritaikyti pagal turimus poreikius. Naudodamasis tokiu įrankiu, darbuotojas neprivalėtų išmanyti programavimo ar sistemų inžinerijos. Esminis sprendimo privalumas, suteikiant vartotojui galimybę laisvai projektuoti sistemos priimamus sprendimus, sudaroma galimybė įvertinti kontekstą.

Konteksto panaudojimas sistemoje priklauso nuo duomenų, informacijos ir žinių. P Brezillon teigia, jog sąsajos tarp duomenų, informacijos ir žinių iliustruoja procesą, kurio metu neapdoroti duomenys interpretuojami ir kartu susiejami su žiniomis taip juos pritaikant sprendimų priėmimo [27, 37]. Tai reiškia, jog duomenys surinkti iš įvairių šaltinių identifikuojami ir paverčiami informacija, o vartotojas interpretuodamas informaciją, ją pritaiko sprendimų priėmimo (žr. 14 pav.).



14 pav. Duomenų modelis

Kaip pavyzdį galime nagrinėti elektroninės parduotuvės nuolaidos suteikimą atsiskaitymo metu, kai vienintelė aplinkybė, kurią įtakoja vartotojas yra bendra krepšelio suma. Elektroninė parduotuvė atsiskaitymo metu turi kliento krepšelio duomenis (bendrą sumą) ir gali juos identifikuoti paversdama informacija (nustatyti valiutą). Šie duomenys toliau interpretuojami ir paverčiami žiniomis (krepšelis priskiriamas klientui). Sekančiame etape elektroninė parduotuvė pagal turimas žinias integruoja kontekstą (aplinkybės, įmonės taisyklės, verslo logika, įstatymai, įsipareigojimai ir pan.), ir tik atsižvelgus į visas aplinkybes yra nustatomas suteikiamos nuolaidos dydis.

P. Brezillon ir A. J. Gonzalez [27, 20] pastebėjo, jog konteksto pritaikymas leidžia sumažinti naudojamų žinių kiekį, o sistemos priimami sprendimai tampa artimesni priimamiems žmonių. Problema gali kilti, kai nėra reikalingų žinių, tačiau tai gali būti išspręsta įtraukiant trūkstamas žinias į kontekstą.

P. Brezillon teigia, jog mazgai sujungti į grafą atvaizduoja funkcinių sprendimų priėmimo modelį [10]. Vykdomasis algoritmas eidamas vienu iš kontekstinio grafo kelių gali nusakyti kontekstą kiekviename mazge. Toks konteksto įvertinimas leidžia pasirinkti vieną iš išsišakojimų. Taip pat analizuodami įvykdytą kelią galime nustatyti ir analizuoti sistemos logiką. Pateiktame pavyzdyje (žr. 15 pav.) išskirtos trys skirtingos situacijos elektroninės parduotuvės krepšelyje. Pirmoje, pažymėtoje geltona juosta, atvaizduojamas nuolatinis klientas, kurio pirminių krepšelio suma viršija nustatytą ribą. Siekiant taupyti jo laiką, sistema suteikia nuolaidą ir nerodo papildomų pranešimų. Antroje, pažymėtoje raudona juosta, vaizduojamas dažnai perkantis klientas, kuriam papildomai rodomos peržiūrėtos prekės, siekiant išprovokuoti pirkti daugiau ir pasinaudoti nuolaida. Trečioje, pažymėtoje pilka juosta, atvaizduojamas naujas pirkėjas, kuris supažindinamas su galimybe gauti nuolaidą, jei pirminių krepšelio suma viršija nustatytą ribą.

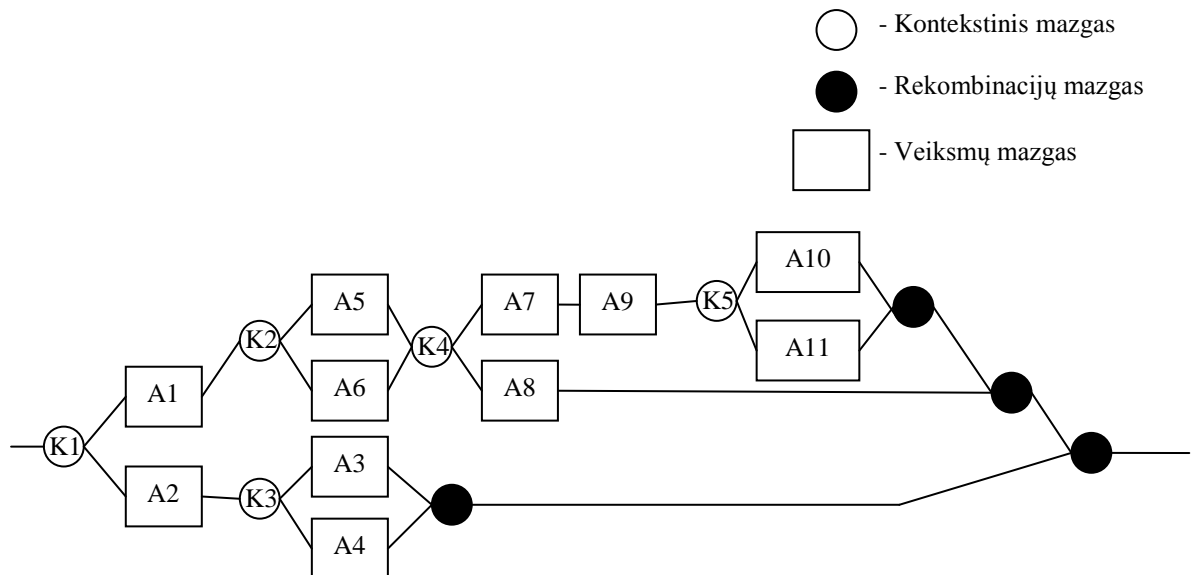
Kadangi sprendimo priėmimo projektavimui būtina užtikrinti baigtines kintamųjų reikšmių ir vykdymų funkcijų aibes, eksperimentui pasirinkta elektroninė parduotuvė ir analizuojama klientui suteikiama nuolaida. Šis sistemos tipas pasirinktas dėl lengvos integracijos ir plačių pritaikymo galimybių. Sprendimas apie suteikiamos nuolaidos dydį, yra individualus kiekvienos elektroninės parduotuvės atveju, būtina pasiūlyti paprastą ir aiškų metodą, kuris leistų projektuoti sprendimo priėmimo logiką.

Atsižvelgiant į analitinėje dalyje nagrinėtus sprendimų priėmimo projektavimo metodus, buvo pasirinktas kontekstinių grafo metodas. Esminis šio metodo privalumas lyginant su analizuotais, galimybė paprasta forma atvaizduoti kontekstą. Vartotojas projektuodamas sprendimo priėmimo logiką įvertina turimus duomenis ir juos interpretuoja pagal turimas žinias ir patirtį. Nesudėtinga ir neperkrauta metodo notacija, kuri suteikia galimybę greitai peržiūrėti sprendimo priėmimo logiką net ir neturint papildomų žinių. Aciklinė grafo forma užtikrina grafo baigtumą ir sprendimo priėmimą, bet kuriuo atveju.

Siekiant atvaizduoti žinias kontekstiniame grafe naudojami įvairūs mazgai ir sąsajos. Grafus (žr. 15 pav.) sudaro trejų tipų mazgai:

- Kontekstiniai.
- Rekombinacijos.
- Veiksmų ir veiklos.

Konteksto, rekombinacijos, veiksmų ir veiklos mazgai simbolizuoja įvairias charakteristikas naudojamas sprendimų priėmimo. Kontekstiniai mazgai skirti sprendimų priėmimų atvaizdavimui. Šiais mazgais aprašomos sąlygos ir kontekstas. Sąlygos žymimos apskritimu, o kontekstas išėinančiomis šakomis. Šie mazgai gali turėti tik vieną įvestį, tačiau kelias skirtingas šakas. Rekombinacijos mazgai žymimi mažesniu apskritimu. Kontekstinio mazgo šakos yra apjungiamos, kai kontekstas nebeturi įtakos. Kontekstinio ir rekombinacijos mazgų pora suformuoja kontekstinį elementą. Veiksmo mazgas žymimas kvadratu. Jis parodo veiksmus, kurie yra įvykdomi. Taip galima perspėti vartotoją ar išvesti informaciją. Veiksmo mazgai dar gali būti vadinami vidiniais grafais, kuri atvaizduojami stačiakampiais. Įprasta veiksmo mazgus sudaro veiksmų sekos arba net vidiniai kontekstiniai grafai.



15 pav. Kontekstinis grafas

4 lentelė. Kontekstinių mazgų detalizavimas

Elementas	Reikšmė
K1	Ar vartotojas prisijungęs? Viršutinė šaka: Taip; Apatinė šaka: Ne;
K2	Prekių krepšelyje yra įtrauktų prekių? Viršutinė šaka: Yra; Apatinė šaka: Nėra;
K3	Vartotojas yra prisiregistravęs ir turi savo paskyrą? Viršutinė šaka: Taip; Apatinė šaka: Ne;
K4	Pirkėjo grupė. Viršutinė šaka: Lojalūs klientai; Apatinė šaka: Standartinė grupė
K5	Apsipirkimų suma per paskutines 30 dienų. Viršutinė šaka: Daugiau nei 500 Lt; Apatinė šaka: Mažiau nei 500 Lt;

5 lentelė. Veiksmų mazgų detalizavimas

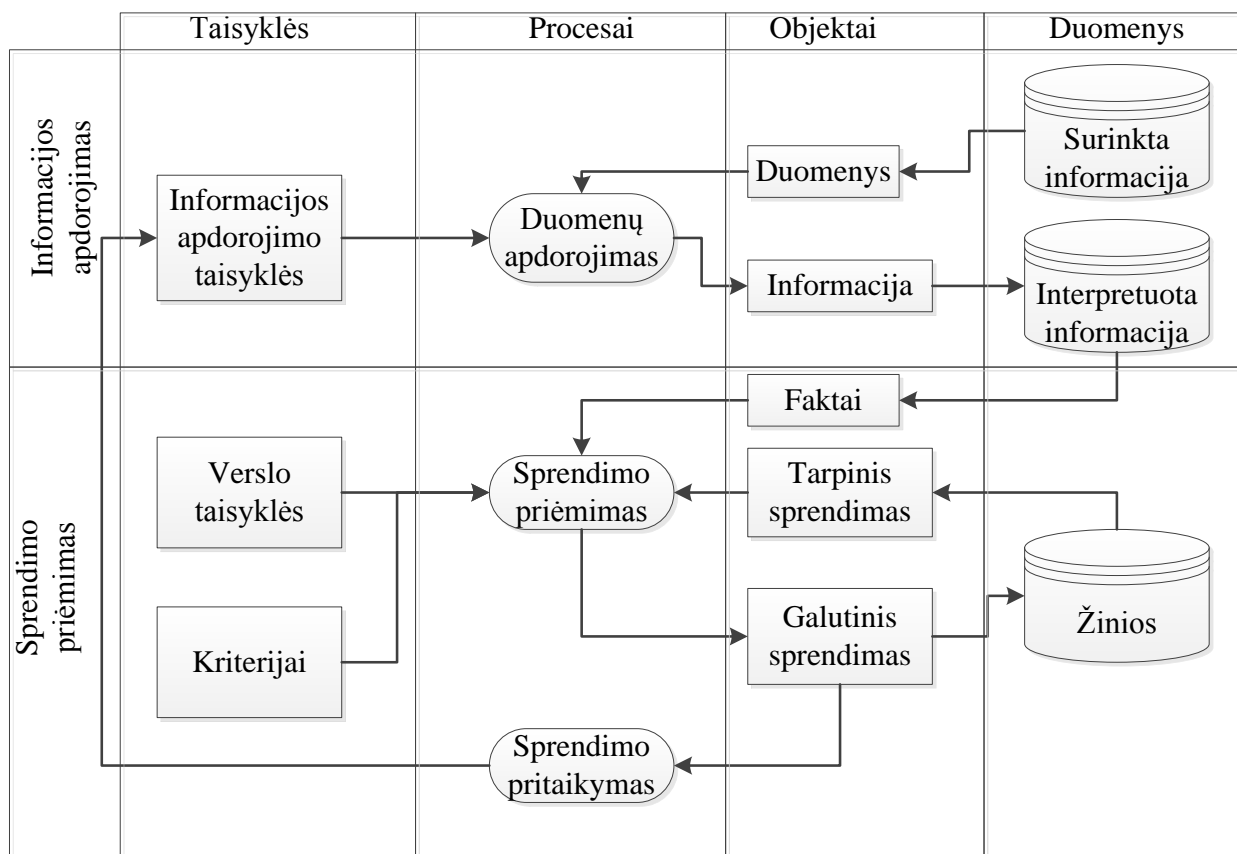
Elementas	Reikšmė
A1	Rodyti naujas prekes.
A2	Rodyti prisijungimo formą.
A3	Siūlyti prisijungti.
A4	Siūlyti registruotis.
A5	Rodyti vartotojų kartu pirktas prekes.
A6	Rodyti peržiūrėtas prekes.
A7	Taikyti nuolaidą.
A8	Informuoti apie galimą nuolaidą.
A9	Pateikti specialius pasiūlymus.
A10	Pritaikyti nemokamą pristatymą.
A11	Rodyti statistiką, kiek trūksta iki nemokamo pristatymo.

Pavyzdyje (žr. 3 lentelė. 15 pav. , 4 lentelė.) atvaizduotas nuolaidos suteikimo etapas elektroninėje parduotuvėje atsiskaitymo metu ir kontekstas susijęs su šiuo sprendimu. Įprastai elektroninės parduotuvės nuolaidos algoritmas aprašomas atskirais parametrais neatsižvelgiant į kontekstą. Šiame pavyzdyje prieš suteikiant klientui nuolaidą (A7), yra tikrinama ar jis prisijungęs

(K1) ir atsižvelgiama į kliento grupę (K5). Be to atsiskaitymo metu yra priimami tarpiniai sprendimai priklausantys nuo konteksto.

3.2 Sprendimo priėmimas taikant verslo taisyklės logiką

Žiūrint iš informacinių sistemų perspektyvos, „verslo taisyklė yra teiginys, kuris apibūdina arba apriboja įvairius verslo aspektus. Taisyklės skirtos įtakoti arba kontroliuoti verslą“ [14]. Verslo taisyklių realizavimas suteikia galimybę pasiekti tikslus nustatytus vadovaujančio personalo ir numatytus įmonės vizijoje. Dėl vidinių ir išorinių veiksnių verslo aplinka nuolat kinta, o į pokyčius būtina reaguoti greitai siekiant išlaikyti konkurencingumą. Tai pagrindinė priežastis dėl kurios būtina greitai analizuoti situaciją, pritaikyti verslo logiką ir koreguoti priimamus sprendimus. Tokie pokyčiai reikalauja pakeitimų informacinėje sistemoje.



16 pav. Sprendimo priėmimas informacinėje sistemoje [34]

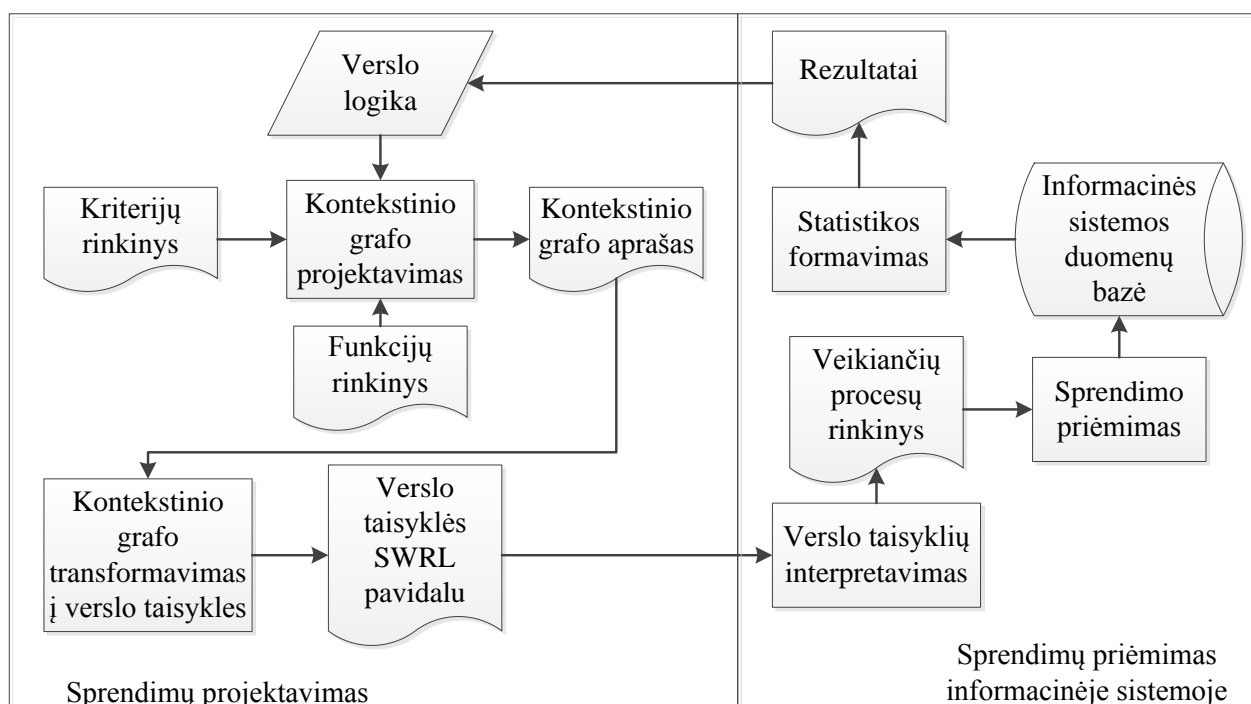
Sprendimo priėmimas informacinėje sistemoje (žr. 16 pav.) gali būti skirstomas į du sluoksnius: informacijos apdorojimą ir sprendimo priėmimą. Informacijos apdorojimo metu surinkti duomenys apdorojami pagal iš anksto numatytas taisykles siekiant atrinkti informaciją reikalingą sprendimo priėmimui. Tai dažniausiai atliekama automatizuotai naudojant reliacines duomenų bazes ir SQL užklausas, tačiau gali būti atliekama ir rankiniu būdu. Antrame sluoksnyje atvaizduojamas sprendimo priėmimas, kuris atliekamas vadovaujantis faktais, verslo taisyklėmis, tarpiniais sprendimais ir pasirinktais kriterijais.

Įprastai informacinėse sistemose veikiančiose verslo taisyklių principu (žr. 16 pav.), administratoriai turi galimybę koreguoti taisykles ar duomenų elementus tiesiogiai naudodami duomenų bazių valdymo sistemas. Tačiau vartotojai negali „matyti“ verslo taisyklių ir verslo logikos, bei patys koreguoti priimamus sprendimus. Žiūrint iš verslo pusės, tokios sistemos turi šiuos trūkumus:

- Inertiškumas – dideli pokyčiai informacinėse sistemose galimi tik perplanavus verslo taisykles, jas realizavus ir ištestavus;

- „Rankiniai“ sprendimai – neįmanoma arba sudėtinga automatizuoti sprendimų priėmimo procesą. Informacinės sistemos administratorius yra atsakingas už sprendimų priėmimą (tinkamą taisyklių projektavimą ir realizavimą);
- Neadekvatūs sprendimai – dėl informacijos perdavimo administratoriui vėlinimo, sistema neprisitaiko prie esamų pakeitimų reikiamu laiku ir priima sprendimus vadovaudamasi sena verslo logika;
- Neapibrėžtumas – žmonės verslo taisyklės gali interpretuoti skirtingai;
- Nenuspėjamumas – dažnai nėra galimybės patikrinti kaip sukurtos verslo taisyklės įtakos sistemos darbą.

Aukščiau išvardintų problemų galima išvengti naudojant metodą, kuris suteiktų galimybę projektuoti ir realizuoti verslo taisyklės vadovams neturintiems žinių verslo taisyklių projektavime. Tai gali būti pasiekta pasinaudojant kontekstinais grafais ir SWRL verslo taisyklėmis. Siūlomas metodas suteikia galimybę projektuoti sprendimo priėmimą lengvai perprantama grafinę kontekstinių grafų forma, kuri gali būti išreikšta verslo taisyklių pavidalu ir integruota į informacinę sistemą.



17 pav. Verslo taisyklių integravimas į informacinę sistemą

Analizuodami verslo taisyklių integravimo į informacinę sistemą schemą (žr. 17 pav.), galime pastebėti, jog sistema sudaryta iš projektavimo įrankio ir verslo taisyklių interpretavimo algoritmo. Tokia atskira architektūra suteikia galimybę sprendimų projektavimo metodą pritaikyti visose informacinėse sistemose, kurios geba interpretuoti ir įvykdyti verslo taisyklės.

3.3 Verslo taisyklių formavimas

Organizacijose verslo taisyklės yra formuojamos natūralia kalba ir deklaratyvia forma slypi įmonės politikoje bei instrukcijose. Be to, yra įprasta verslo taisyklių neišreikšti akivaizdžiai. Jos gali būti pavaizduotos kaip neišreikštos darbuotojų žinios. Formalus verslo taisyklės atitikmuo yra informacinės sistemos apribojimas, kuris apriboja teisinius verslo aspektus, kaip aprašyta [43]. Praktškai verslo taisyklės informacinėje sistemoje turėtų būti išreikštos produkcinės taisyklės arba iš anksto nustatyta forma. Verslo taisyklių forma informacinėje sistemoje didžiąja dalimi priklauso nuo pasirinkto realizavimo metodo. Yra daugybė metodų, taikomų verslo taisyklėms integruoti į

informacines sistemas [16]. Tai gali būti programų serveris, vykdamas verslo taisykles, arba pati verslo taisyklių valdymo sistema, valdanti ir vykdamas verslo politiką, kuri yra aprašyta verslo taisyklėmis.

Pagrindinis verslo taisyklių išraiškos informacinėje sistemoje reikalavimas yra formalumas. Tai grindžiama formaliu produkcinės taisyklės metodu. Produkcinės taisyklės [35], paklūstančios struktūrai *jei... tai...*, yra taikomos aprašyti veiksnių ir euristikų, kuriuos galima aprašyti nepriklausomai nuo jų panaudojimo būdo, rinkiniams. Verslo taisyklėms apdoroti produkcinė taisyklių forma sėkmingai galima panaudoti kontekstinius grafus. Peržvelgus kontekstinio grafo struktūrą, matyti, jog kontekstinių mazgų rinkinys yra lygus produkcinė taisyklių rinkiniui ir šios taisyklės nepersidengia. Šio metodo esmė – kontekstinio grafo, kaip modeliavimo formalizavimo, panaudojimas žinioms ir kontekstui arba bent jų daliai patogiai išreikšti. Kontekstinis grafas veikia kaip tarpinė grandis tarp sprendimo proceso aprašymo ir realaus sprendimo priėmimo veiksmo, su peržiūros ir patikrinimo galimybe veikimo metu.

Vienas iš būdų realizuoti verslo taisyklės informacinėje sistemoje yra aktyvios duomenų bazių valdymo sistemos [2, 42]. Aktyviosios duomenų bazės trigeriai naudoja ECA taisyklių modelį, juos sudaro trys dalys: įvykis, sąlyga ir veiksmas. Įvykis žymi momentą, kai taisyklė įjungiama, sąlyga tikrinama pradėjus veikti taisyklei, ir veiksmas atliekamas, kai taisyklė pradeda veikti ir sąlyga yra teisinga. Jei įvyksta nustatytas įvykis, tikrinama sąlyga: tai galėtų būti įrašytos arba ištrintos informacijos patikrinimas arba duomenų patikrinimas kitose lentelėse ir kt. Priklausomai nuo sąlygos patikrinimo rezultato, tai galėtų būti bet kurio tipo SQL kalbos komanda: transakcijos atšaukimas, informacijos kitimas pagrindinėje arba bet kurioje kitoje lentelėje, pranešimo siuntimas ir kt. Akivaizdu, kad trigerių taikymas gali užtikrinti platų informacinės sistemos funkcionalumą.

Verslo taisyklės apibrėžia verslo procesų ir struktūros veikimo principus, todėl galime teigti, kad verslo taisyklės yra informacinės sistemos funkcinių reikalavimų pagrindas. Modeliuojant informacines sistemas būtina atsižvelgti į verslo taisyklės kaip vieną iš svarbiausių modelio dalių, nes būtent verslo taisyklės aprašo probleminę sritį [4]. Esminis skirtumas yra modeliavimo principas – koku požiūriu vadovaujantis yra kuriamas informacinės sistemos modelis.

Informacinių sistemų modeliavimas verslo taisyklių požiūriu yra vienas iš naujausių informacinių sistemų projektavimo būdų, kuris remiasi verslo taisyklių koncepcija [39]. Šis modeliavimo metodas leidžia išvengti verslo taisyklių kaitos keliamų problemų, kadangi tradiciniais metodais sukurtos informacinės sistemos pakeitimo ar pritaikymo prie pasikeitusios situacijos išlaidos yra pernelyg didelės. Verslo taisyklėmis grįstoje sistemoje taisyklių aprašo keitimas yra atliekamas nedarant įtakos kitiems sistemos komponentams. Be to, egzistuojantys informacinių sistemų specifikuojimo ir projektavimo modeliai blogai išreiškia dalykinėje srityje galiojančias taisykles, jos yra padrikai paskirstytos po visą sistemą. Taikant verslo taisyklių metodą, galima išspręsti šią problemą, nes taisyklių identifikavimas ir automatizavimas yra išreiškiamas formaliais metodais, o pašios taisyklės saugomos atskirai nuo kitų sistemos komponentų [15].

1998 metais ECOOP (European Conference on Object-Oriented Programming) konferencijoje verslo taisyklėms buvo skirta itin daug dėmesio ir vykusio seminaro metu buvo suformuluoti reikalavimai, kuriuos turi tenkinti darbai su verslo taisyklėmis skirtos priemonės ir sistemos. Šie reikalavimai išreiškia ne vieno autoriaus, bet visu seminaro dalyvių nuomone. Seminaro medžiaga paskelbta [31], minėtų reikalavimų priemonėms ir sistemoms suformuluota keliolika.

1. Centralizuota saugykla. Verslo taisyklės turi būti realizuotos vienoje centralizuotoje saugykloje. Saugykla gali būti centralizuota ne fiziniame lygmenyje, bet loginiame – ji centralizuoti būtina. Jei ji atitinka reikalavimą, vienoje saugykloje yra saugomas pilnas taisyklių rinkinys.

2. Prisitaikymo galimybė. Esamas taisyklių rinkinys turi būti lengvai keičiamas – taisyklės modifikuojamos, trinamos ar įrašomos naujos.

3. Konfliktų aptikimas. Turi būti galimybė aptikti konfliktuojančias taisykles.

4. Kodo derinimo vykdymo metu palaikymas. Galimybė surasti vykdymo metu atsirandančias klaidas.

5. Deklaratyvioji kalba. Verslo taisyklės turi būti išreiškiamos deklaratyviaja kalba.
6. Specialus verslo taisyklių peržiūros įrankiai. Tai verslo taisyklių peržiurai skirti įrankiai, kurie taip pat gali riboti priėjimą prie verslo taisyklių priklausomai nuo jų tipo bei prisijungusio vartotojo tipo.
7. Efektyvumas. Tai sunkiai pamatuojamas rodiklis, bet seminaro dalyviai sutarė, kad efektyvumas turėtų neišeiti už „sveiko proto ribų“.
8. Aiški verslo taisyklių išraiška. Šis reikalavimas reiškia, kad verslo taisykles palaikanti sistema ar priemonė verslo taisykles modeliuotų, saugotų, vykdytų ir įvardintų aiškiai kaip verslo taisykles, o ne funkcinius ar duomenų reikalavimus.
9. Formalus pagrindas. Verslo taisyklės turi būti vaizduojamos formaliai. Šis reikalavimas gali būti taikomas ir dviem etapais: pirminiame verslo taisyklių modeliavimo etape gali būti naudojamas ir neformalus būdas, bet vėliau verslo taisyklės turi būti išreikštos aiškiai, formalia kalba.
10. Verslo taisyklių identifikavimas ir ištraukimas iš realaus pasaulio atvaizdavimų. Žinių ištraukimas yra sudėtingas procesas, kurio metu neaiškiai išreikštos žinios, sukauptos kaip žmonių patirtis bei saugomos įvairiais pavidalais (kaip dokumentai, duomenys ir pan.) yra identifikuojamos, įvardijamos ir vaizduojamos išreiškiant aiškiai. Vis dėlto visiškai šio proceso automatizavimas yra labai gražus, bet kol kas nepasiekiamas tikslas.
11. Vientisumo ir nuoseklumo palaikymas. Norint išsaugoti verslo taisyklių rinkinio vientisumą ir nuoseklumą, būtina užtikrinti, kad tik tam skirtomis priemonėmis būtų galima rinkinį peržiūrėti ir modifikuoti. Taip pat reikia užtikrinti, kad verslo taisyklių rinkini pasiektu tik tokias teises turintys vartotojai.
12. Vaizdavimas. Verslo taisyklės gali būti vaizduojamos įvairiai. Pageidautina, kad vaizdavimo būdas priklausytų nuo vartotojo tipo, lygio ar pasirinkimo. Vaizdavimas nebūtinai turi būti formalus. Pavyzdžiui, galima taisykles vaizduoti lentelėmis, grafais ar medžio tipo struktūromis.
13. Atvirumas. Turi būti galimybė įrašyti naujas taisykles bei modifikuoti esamas.
14. Samprotavimo mechanizmas. Turi būti galimybė ne tik saugoti taisykles, bet ir gauti naujus faktus ar taisykles.
15. Skirtingų lygių taisyklių palaikymas. Verslo taisyklės gali būti kelių lygių – priklausomos nuo dalykinės srities, nuo konkrečios informacinės ar programų sistemos ir pan. Tokiam reikalavimui tenkinti turi būti palaikoma verslo taisyklių klasifikavimo ar grupavimo galimybė.
16. Integravimas su jau egzistuojančiomis sistemomis. Svarbu integruoti verslo taisyklėms skirtą priemonę su jau egzistuojančiomis sistemomis, jų kūrimo metodais, technologijomis ir notacijomis.

3.4 Sprendimo priėmimo atvaizdavimas

P. Brezillon teigia, kad kontekstinis grafas buvo skirtas atvaizduoti nusistovėjusias standartines procedūras, tačiau sistemoje, agentai adaptuojasi prie procedūrų, kad pritaikytų kontekstą situacijai formuojant praktiką [10]. Praktika galime laikyti visą kelią, kurį reikėjo pasirinkti konkrečioje situacijoje. Tačiau praktikų skaičius negali būti nustatytas grafo sukūrimo metu. Pažangi žinių įgijimo technika leidžia įtraukti naujas praktikas, kurios dar nebuvo atvaizduotos [8]. Ši technika galima dėl vartotojo ir sistemos sąveikos. Vartotojui išsprendus problemą, veiksmų seką galima perkelti į sistemą. Sistemos ir vartotojo veiksmų sekos neatitikimai gali būti traktuojami kaip nauja praktika, tačiau būtina įsitikinti ar nėra reikalingi nauji kontekstiniai elementai.

3.5 Prototipo aprašymas

Prototipas realizuotas vadovaujantis sudaryta schema (žr. 17 pav.). Pirma dalis skirta kontekstiniam grafui projektuoti. Vartotojas turi galimybę sudaryti, išsaugoti, bei redaguoti esamą kontekstinį grafą. Suprojektuotas kontekstinis grafas paverčiamas verslo taisyklių rinkiniu, kurį reikia perkelti į informacinę sistemą. Išnaudojant verslo taisykles, galima projektuoti nuo informacinės sistemos nepriklausomus kontekstinius grafus. Antra dalis, turi būti įdiegta informacinėje sistemoje, skirta verslo taisyklių interpretavimui ir vykdymui. Algoritmas taisykles verčia sąlygos sakiniams ir funkcijomis, kurias sistema turės įvykdyti.

Išnaudojant kontekstinių grafų modulinę struktūrą, prototipo realizacijai buvo pasirinkta objektiškai orientuota architektūra. Atsižvelgiant į pritaikymo platumą ir kelių platformų palaikymą, buvo pasirinkta Java technologija.

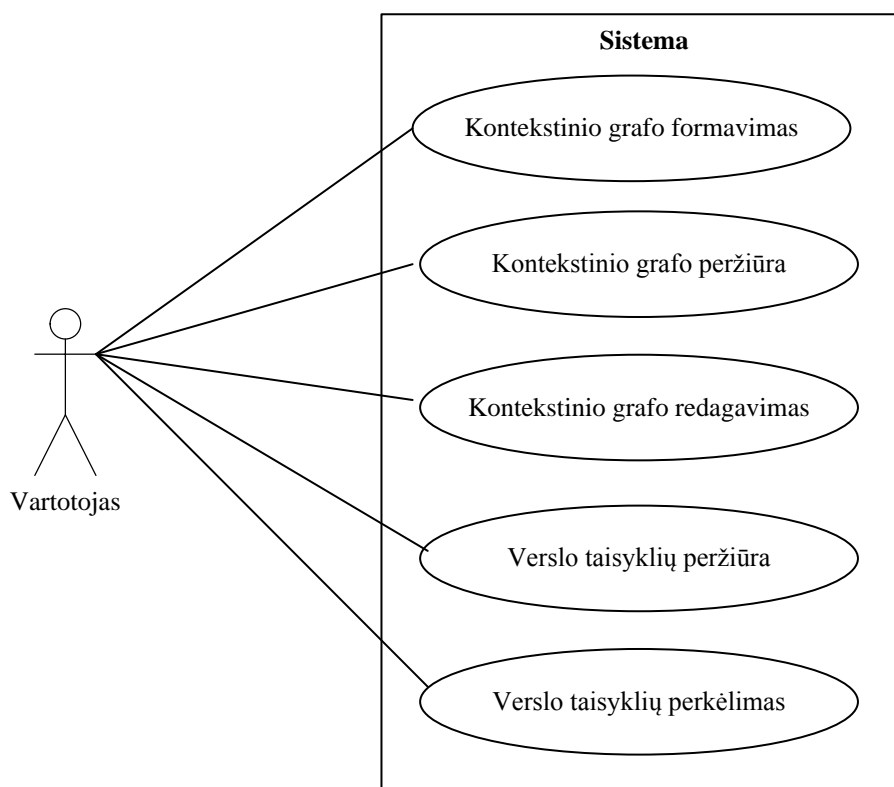
3. 5. 1 Prototipo tikslas

Suformuoti tinkamą metodo eksperimentinę aplinką.

3. 5. 2 Prototipo atliekamos funkcijos

Sėkmingam eksperimento vykdymui nėra būtina atsižvelgti į ne funkcinius ir kokybinius reikalavimus, todėl išvystytos tik reikalingas funkcionalumas. Prototipo funkcinės savybės:

1. Realizuotas veiksmų mazgo, kuris gali vykdyti pasirinktą funkciją, kūrimas.
2. Realizuotas kontekstinio mazgo, kuriame formuojama sąlyga pagal pasirinktas konstantas, kūrimas.
3. Realizuotas rekombinacijų mazgo, kuris apjungia pasirinktus elementus, kūrimas.
4. Realizuotas kontekstinio grafo formavimas ir grafinis atvaizdavimas.
5. Realizuotas taisyklių generavimas atsižvelgiant į kontekstinį grafą.



18 pav. Kuriamos sistemos vartotojų užduočių diagrama

3. 5. 3 Vartotojų charakteristika

Prototipas kuriamas vartotojams, kurie neprivalo turėti verslo taisyklių projektavimo ir programavimo žinių. Būtinai susipažinimas su kontekstinio grafo notacija ir projektavimo principais.

3. 5. 4 Apribojimai

Į prototipą būtina įtraukti naudojamą funkcijas ir parametrus, kurie bus naudojami projektuojant verslo taisykles ir vėliau perkelti į informacinę sistemą.

3. 5. 5 Prielaidos ir priklausomybės

Formuojant reikalavimus kuriamam prototipui, daroma prielaida, jog informacinėje sistemoje įdiegtas SWRL taisyklių interpretavimo modulis

3. 6 Funkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje suformuluoti funkciniai reikalavimai kiekvienai funkcijai, kurią sistemos vartotojai vykdys naudodami sistemą. Visi funkciniai reikalavimai aprašyti nurodant reikalavimo prioritetą, stabilumą, pažeidimo pasekmes, ryšius su kitais reikalavimais, reikalavimo kėlimo motyvą

bei šaltinį, iš kurio kilo reikalavimas. Aprašant funkcinius reikalavimus, kiekvieno reikalavimo prioritetas, stabilumas ir pažeidimo pasekmės bus aprašomos naudojant iš anksto apibrėžtas įverčių skales. Kiekvieno funkcinio reikalavimo prioritetas bus vertinamas skalėje nuo A iki F, kur A ypatingai svarbūs reikalavimai, o F mažiausiai svarbūs reikalavimai. Reikalavimų stabilumas bus vertinamas skalėje nuo 1 iki 5, kur 1 pažymimi mažiausiai linkę keistis reikalavimai, o 5 žymimi patys nepastoviausi reikalavimai.

3. 6. 1 Funkcija „Kontekstinio grafo formavimas“

Apžvalga

1. Atlikimo sąlygos: kontekstinis grafas projektuojamas ir formuojamas vadovaujantis kontekstinio grafo notacija.
2. Paskirtis: realizuoti sprendimo priėmimo algoritmą kontekstiniu grafų pavidalu.
3. Apibendrinti rezultatai: sprendimai priimami vadovaujantis suformuotu kontekstiniu grafu.

6 lentelė. Funkcijos „Kontekstinio grafo formavimas“ veiksmo-atoveiksmio sekos

Veiksmas	Atoveiksmis
Vartotojas inicijuoja mazgo kūrimą	Sistema iškviečia mazgo kūrimo dialogo langą, suteikia galimybę pasirinkti mazgo parametrus.
Vartotojas įtraukia mazgą į kontekstinį grafą	Sistema įtraukia mazgą į kontekstinį grafą atsižvelgiant į nurodytą mazgo vietą.
Vartotojas išsaugo kontekstinį grafą	Sistema išsaugo kontekstinį grafą vidinėje duomenų bazėje

7 lentelė. Funkcijos „Kontekstinio grafo formavimas“ susiję funkciniai reikalavimai

ID: 1	Prioritetas: A	Stabilumas: 1	Pažeidimo pasekmės: sunkios
Reikalavimas:	Tikrinama įterpiamo mazgo padėtis kitų mazgų atžvilgiu		
Motyvas:	Sumažinti galimų klaidų skaičių ir užtikrinti funkcionuojančio grafo sudarymą		
Šaltinis:	Reikalavimų specifikacijos rengėjas		

3. 6. 2 Funkcija „Kontekstinio grafo peržiūra“

Apžvalga

1. Atlikimo sąlygos: kontekstinis grafas atvaizduojamas vadovaujantis kontekstinio grafo notacija.
2. Paskirtis: atvaizduoti kontekstinį grafą pagal galiojančią notaciją.
3. Apibendrinti rezultatai: kontekstinis grafas atvaizduojamas ekrane.

8 lentelė. Funkcijos „Kontekstinio grafo peržiūra“ veiksmo-atoveiksmio sekos

Veiksmas	Atoveiksmis
Vartotojas inicijuoja kontekstinio grafo peržiūrą	Sistema iškviečia kontekstinio grafo atvaizdavimo dialogo langą.

9 lentelė. Funkcijos „Kontekstinio grafo peržiūra“ susiję funkciniai reikalavimai

ID: 2	Prioritetas: C	Stabilumas: 1	Pažeidimo pasekmės: nesunkios
Reikalavimas:	Kontekstinio grafo atvaizdavimo dialogo lange suteikti galimybę koreguoti elementų padėti ekrane, tačiau ne kitų elementų atžvilgiu		
Motyvas:	Sudaryti galimybę koreguoti grafinį kontekstinio grafo vaizdą.		
Šaltinis:	Reikalavimų specifikacijos rengėjas		

3. 6. 3 Funkcija „Kontekstinio grafo redagavimas“

Apžvalga

1. Atlikimo sąlygos: vartotojas gali atidaryti ir redaguoti prieš tai suprojektuotą kontekstinį grafą.

2. Paskirtis: iteratyviai tobulinti suprojektuoją sprendimo priėmimo algoritmą.

3. Apibendrinti rezultatai: išsaugomas pakeistas kontekstinis grafas.

10 lentelė. Funkcijos „Kontekstinio grafo redagavimas“ veiksmo-atoveiksmio sekos

Veiksmas	Atoveiksmis
Vartotojas atidaro kontekstinį grafa	Sistema atnaujina duomenis ekrane atsižvelgdama į atidaromą grafa.
Vartotojas įtraukia naują mazgą	Sistema įtraukia mazgą į kontekstinį grafa atsižvelgiant į nurodytą mazgo vietą.
Vartotojas šalina mazgą	Sistema šalina pasirinktą mazgą.

11 lentelė. Funkcijos „Kontekstinio grafo redagavimas“ susiję funkciniai reikalavimai

ID: 3	Prioritetas: A	Stabilumas: 1	Pažeidimo pasekmės: Sunkios
Reikalavimas:	Šalinant mazgą užtikrinti visų mazgų korekciją atsižvelgiant į šalinamo mazgo tipą ir padėtį		
Motyvas:	Sudaryti galimybę šalinti klaidingai suformuotus ar nereikalingus mazgus		
Šaltinis:	Reikalavimų specifikacijos rengėjas		

3. 6. 4 Funkcija „Verslo taisyklių peržiūra“

Apžvalga

1. Atlikimo sąlygos: vartotojas gali verslo taisykles atitinkančias suprojektuotą kontekstinį grafa.

2. Paskirtis: įvertinti projektuojamų verslo taisyklių struktūrą.

3. Apibendrinti rezultatai: verslo taisyklės atvaizduojamos ekrane vadovaujantis atsižvelgiant į galiojančią notaciją.

12 lentelė. Funkcijos „Verslo taisyklių peržiūra“ veiksmo-atoveiksmio sekos

Veiksmas	Atoveiksmis
Vartotojas inicijuoja verslo taisyklių peržiūrą	Sistema suformuoja verslo taisykles atsižvelgdama į suprojektuotą kontekstinį grafa ir verslo taisyklių notaciją

13 lentelė. Funkcijos „Verslo taisyklių peržiūra“ susiję funkciniai reikalavimai

ID: 4	Prioritetas: A	Stabilumas: 1	Pažeidimo pasekmės: Sunkios
Reikalavimas:	Patikrinti kontekstinio grafo struktūrą		
Motyvas:	Siekiant užtikrinti validžių verslo taisyklių generavimą		
Šaltinis:	Reikalavimų specifikacijos rengėjas		

3. 6. 5 Funkcija „Verslo taisyklių perkėlimas“

Apžvalga

1. Atlikimo sąlygos: vartotojas gali perkelti verslo taisykles į informacinę sistemą.

2. Paskirtis: realizuoti sprendimų priėmimą informacinėje sistemoje pagal suformuotas verslo taisykles.

3. Apibendrinti rezultatai: informacinė sistema priima sprendimus vadovaudamasi sudarytu kontekstiniu grafu.

14 lentelė. Funkcijos „Verslo taisyklių perkėlimas“ veiksmo-atoveiksmio sekos

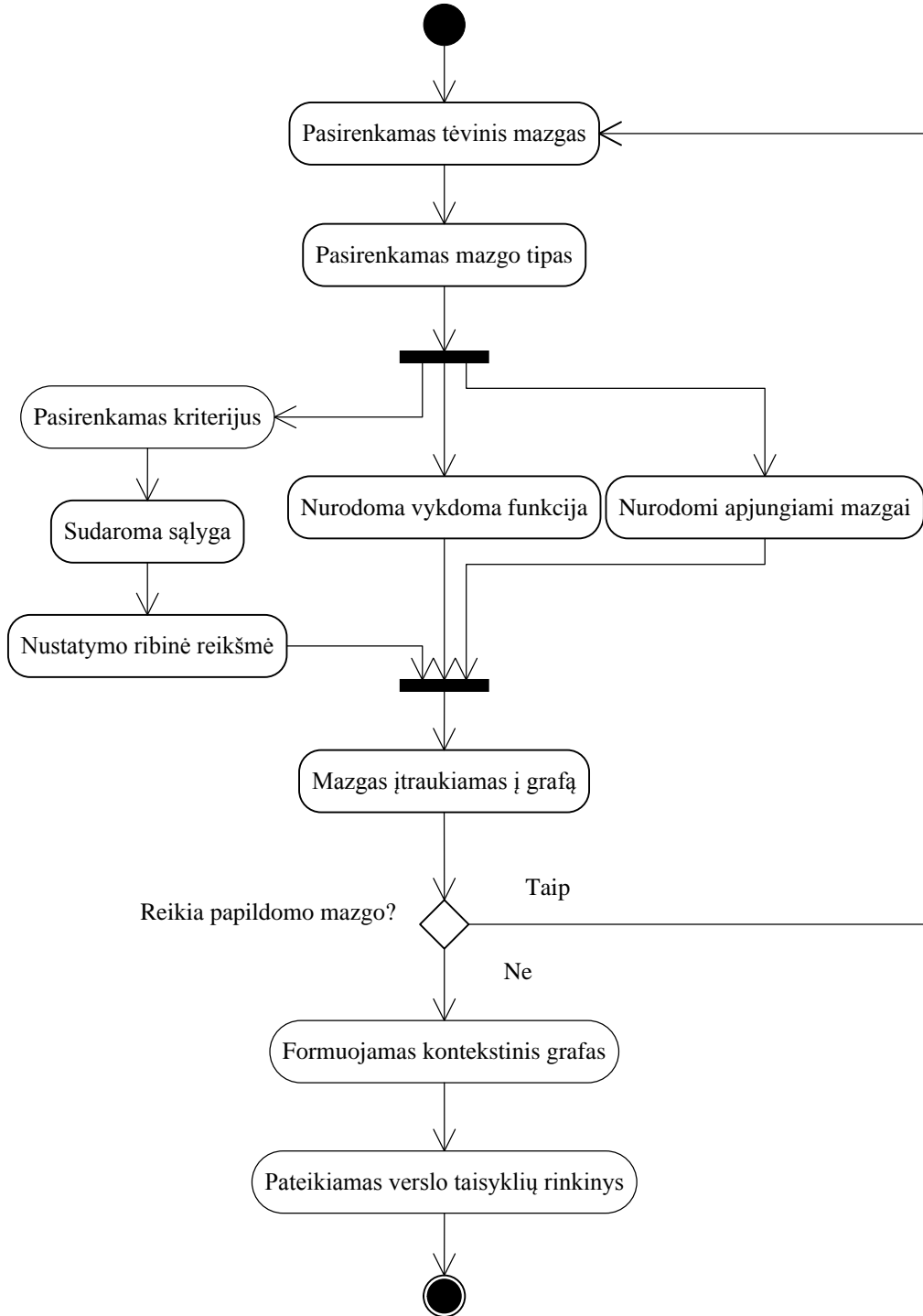
Veiksmas	Atoveiksmis
Vartotojas inicijuoja verslo taisyklių eksportavimą	Sistema pateikia verslo taisykles tekstiniu pavidalu, kurį galima įterpti į informacinę sistemą

15 lentelė. Funkcijos „Verslo taisyklių perkėlimas“ susiję funkciniai reikalavimai

ID: 5	Prioritetas: A	Stabilumas: 1	Pažeidimo pasekmės: Sunkios
Reikalavimas:	Patikrinti verslo taisyklių struktūrą		
Motyvas:	Siekiant užtikrinti korektiškų taisyklių talpinimą į informacinę sistemą		
Šaltinis:	Reikalavimų specifikacijos rengėjas		

3.7 Prototipo sprendimo priėmimo modelio sudarymas

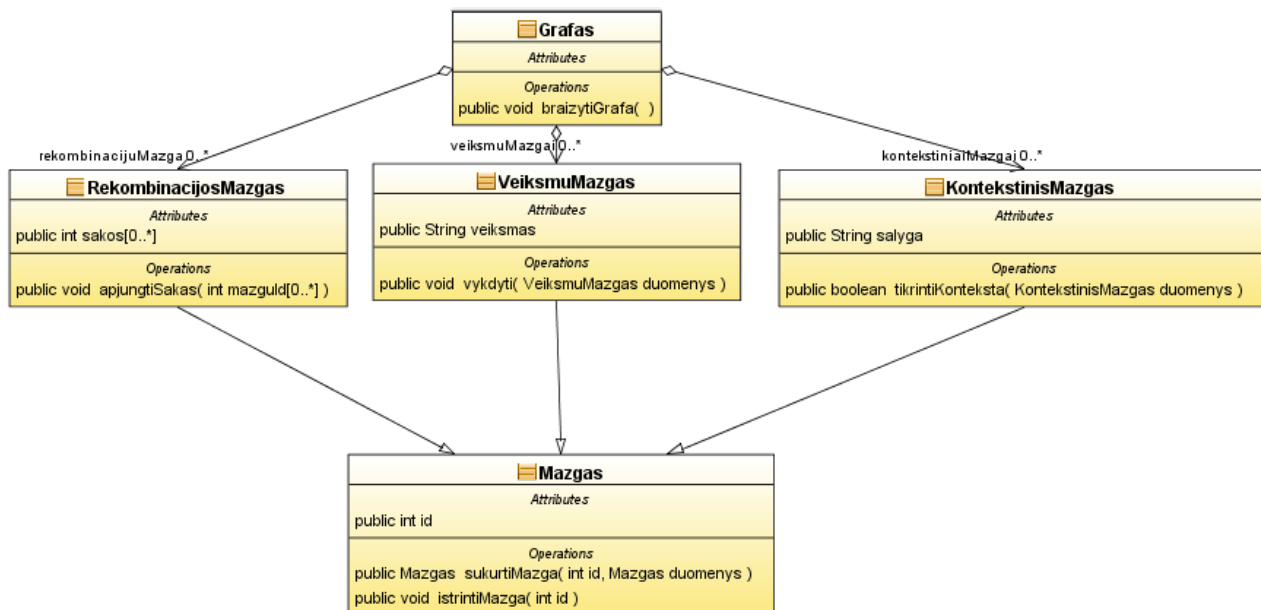
Grafas projektuojamas naudojant grafinį įrankį (žr. 2 priedas.), kuris leidžia pasirinkti kuriamo mazgo tipą ir jo padėti kitų mazgų atžvilgiu. Pasirinkus mazgo tipą atitinkamai gali būti pasirenkamas vertinimo kriterijus, sudaroma sąlyga ir nurodoma ribinė reikšmė, vykdoma funkcija arba apjungiami jau esantys mazgai. Sėkmingai suformavus mazgą, jis įtraukiamas į kontekstinį grafą, o vartotojas turi galimybę formuoti naują mazgą ir jį įtraukti. Suformavus ir išsaugojus visus mazgus, yra atvaizduojamas kontekstinis grafas ir sudaromas atitinkamas verslo taisyklių rinkinys, kurį galima perkelti į informacinę sistemą (žr. 19 pav.). Jungiant mazgus tarpusavyje yra aprašymas kontekstas ir projektuojamas sprendimo priėmimas atsižvelgiant į jį.



19 pav. Kontekstinio grafo projektavimo veiklos diagrama

Kiekvienas mazgas aprašomas atskira klase, kuri susieta paveldėjimo ryšiu su abstrakčia mazgo klase. Tai leidžia sprendimų priėmimo algoritmui atskirti mazgus. Kiekvienas mazgas turi

šąsąją su sekančiu mazgu, išskyrus kontekstinius mazgus, kurie turi sekančių mazgų sąrašą, kuris reprezentuoja šakas (žr. 20 pav.).



20 pav. Metodo duomenų modelis

Detalus metodo duomenų modelio aprašymas pateikiamas lentelėje (žr. 16 lentelė.).

16 lentelė. Metodo duomenų modelio aprašymas

Klasė	Kintamasis/funkcija	Paskirtis ir aprašymas
Grafas	braizytiGrafa()	Klasės Grafas funkcija, kuri skirta sudaryti kontekstinį grafą iš turimų elementų ir jį atvaizduoti vartotojo kompiuterio ekrane.
RekombinacijosMazgas	sakos	Klasės RekombinacijosMazgas kintamasis skirtas masyve išsaugoti rekombinacijos mazgu apjungiamų mazgų indeksus. Indeksai saugomi sveikųjų skaičių formatu.
	apjungtiSakas()	Klasės RekombinacijosMazgas funkcija skirta apjungti grafo mazgus, kurių indeksai pateikiami kaip parametrai sveikųjų skaičių masyvo pavidalu.
VeiksmuMazgas	veiksmas	Klasės VeiksmuMazgas kintamasis skirtas išsaugoti veiksmų mazgo atliekamą funkciją. Funkcija išsaugoma tekstiniu formatu ir privalo sutapti su informacinėje sistemoje naudojama funkcija.
	vykdyti()	Klasės VeiksmuMazgas funkcija skirta inicijuoti numatyto veiksmo vykdymą
KontekstinisMazgas	salyga	Klasės KontekstinisMazgas kintamasis skirtas išsaugoti vartotojo suformuotą sąlygą. Sąlyga išsaugoma tekstiniu formatu ir perkeliama tiesiai į informacinę sistemą.
	tikrintiKonteksta()	Klasės KontekstinisMazgas funkcija skirta patikrinti suformuotos sąlygos atitikimą pagal perduodamus duomenis.
Mazgas	id	Klasės Mazgas kintamasis skirtas išsaugoti kiekvieno mazgo indeksą. Indeksui išsaugoti naudojamas sveikųjų skaičių formatus.
	sukurtiMazga()	Klasės Mazgas funkcija skirta inicijuoti mazgo sukūrimą ir įtraukimą į grafą.
	istrintiMazga()	Klasės Mazgas funkcija skirta ištrinti sukurto mazgo

		duomenis ir pašalinti jį iš grafo.
--	--	------------------------------------

Sukurtas metodas suteikia galimybę lanksčiai projektuoti verslo taisykles atsižvelgiant į kontekstinę informaciją, o sudarytų verslo taisyklių rinkinį perkelti į informacinę sistemą.

4. METODO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

4.1 Eksperimento aplinka

Siekiant išbandyti metodo taikymą informacinėse sistemose buvo pasirinkta elektroninės komercijos platforma –Prestashop, ir dalykinė sistemos sritis – kliento nuolaidos apskaičiavimas. Elektroninės komercijos platformos pasirinkimą lėmė šie kriterijai:

- Nemokama, atviro kodo sistema;
- Lanksti modulių integravimo aplinka;
- Neapribotas modulių integravimas;
- Didelis informacinės sistemos paplitimas;

Pasirinkta sistema yra gerai žinoma pasauliniu mastu, sistema naudojama daugiau nei 150 šalių, sukurta virš 130000 elektroninių parduotuvių. Prestashop duomenų saugojimui naudoja MySQL duomenų bazę.

Eksperimento metu pasitelkiami ekspertai, kuriems keliami šie reikalavimai:

- Patirtis ir žinios informacinių technologijų srityje;
- Verslo taisyklių projektavimo žinios;
- Grafų teorijos pagrindai;
- Analitinis mastymas;
- Gebėjimas skaidyti užduotis į smulkius etapus;
- Patirtis dirbant su duomenų bazėmis;

Siekiant išanalizuoti metodo taikymą, ekspertai turi gebėti analizuoti pateiktus duomenų bazės įrašus, gebėti projektuoti verslo taisyklės ir kontekstinius grafus pagal suformuotą verslo logiką.

4.2 Probleminės srities pasirinkimas

Pasirinkta probleminė sritis - kliento nuolaidos apskaičiavimas. Tokį pasirinkimą lėmė šio pardavimo metodo paplitimas, o aiškus ir tikslus nuolaidų apskaičiavimas suteiktą galimybę tinkamai planuoti išlaidas ir pajamas. Pasirinktoje sistemoje yra įdiegtas nuolaidų valdymo modulis, tačiau jis atsižvelgia tik į duomenis ir nesuteikia galimybės įtraukti kontekstinę informaciją nuolaidos apskaičiavimo metu.

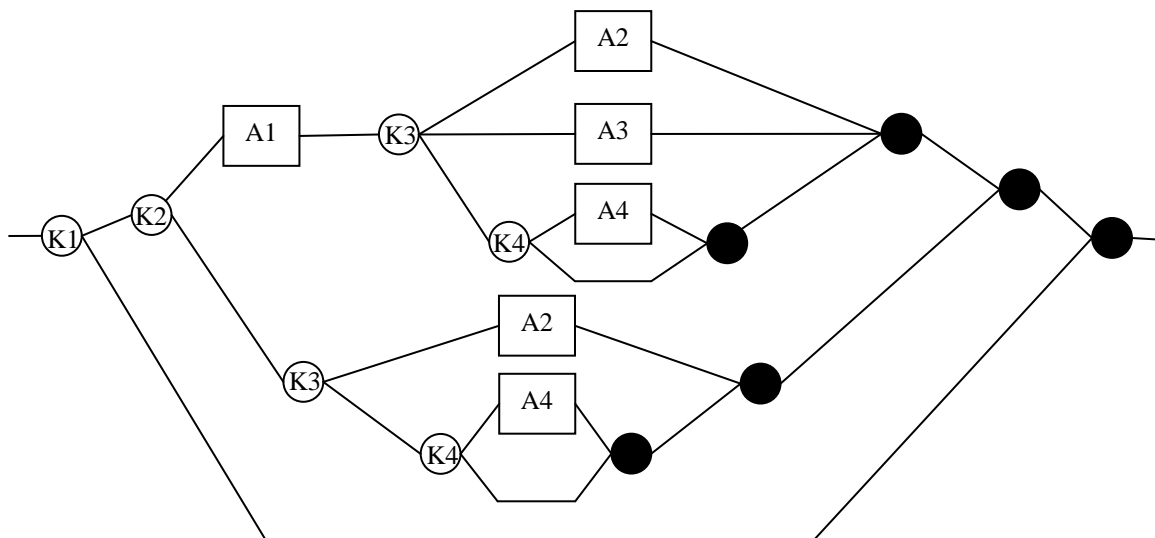
Pardavimai yra pagrindinis elektroninės parduotuvės pajamų šaltinis. Siekiant jas padidinti būtina atsižvelgti į vartotojų poreikius ir prie jų prisitaikyti kaip įmanoma greičiau. Kontekstinė informacija suteikia galimybę pasiūlyti prekę už priimtina kainą vartotojui ir palankią pardavėjui.

4.3 Dalykinės srities verslo taisyklės

Nuolaidos suteikimo taisyklės:

1. Nuolaida suteikiama tik prisijungusiems vartotojams.
2. Suteikti 5% nuolaidą perkantiems daugiau nei už 200,00 Lt.
3. Vartotojams, kurie priklauso „VIP“ grupei, suteikti nemokamą pristatymą.
4. „VIP“ klientams, kurių mėnesinė apyvarta viršija 1000,00 Lt suteikti 7% nuolaidą.
5. Klientams, kurių mėnesinė apyvarta viršija 2000,00 Lt suteikti 10% nuolaidą nepriklausomai nuo kliento grupės. Suformuotos verslo taisyklės taip pat pateikiamos ir kontekstinio grafo pavidalu (žr. 21 pav.).

Veikiančioje elektroninėje parduotuvėje gali būti taikomas ir platesnis verslo taisyklių rinkinys, tačiau šiam eksperimentui taikytos tik šios penkios išvardintos taisyklės. Daroma prielaida, jog rezultatai bus analogiškai naudojant didesnę taisyklių skaičių.



21 pav. Verslo taisyklės kontekstinio grafo pavidalu

17 lentelė. Kontekstinio grafo (žr. 21 pav.) kontekstinių mazgų detalizavimas

Elementas	Reikšmė
K1	Ar vartotojas prisijungęs? Viršutinė šaka: taip; Apatinė šaka: ne;
K2	Ar klientas priklauso grupei „VIP“? Viršutinė šaka: taip; Apatinė šaka: ne;
K3	Kokia mėnesinė kliento apyvarta? Viršutinė šaka: daugiau nei 2000,00 Lt; Vidurinė šaka (šaką turi tik kontekstinis mazgas, kuriame turintis tris šakas): daugiau nei 1000,00 Lt, bet mažiau nei 2000,00 Lt; Apatinė šaka: netenkinamas nei vienas iš esamų kriterijų;
K4	Kokia kliento krepšelio suma. Viršutinė šaka: daugiau nei 200,00 Lt; Apatinė šaka: mažiau nei 200,00 Lt;

18 lentelė. Kontekstinio grafo (žr. 21 pav.) veiksmų mazgų detalizavimas

Elementas	Reikšmė
A1	Suteikti nemokamą pristatymą
A2	Taikyti 10% nuolaidą
A3	Taikyti 7% nuolaidą
A4	Taikyti 5% nuolaidą

4.4 Metodo eksperimentinė analizė

Siekiant iširti siūlomo metodo galimybes projektuoti sprendimo priėmimo algoritmą ir analizuoti pasirinkimo galimybes, atliekamas eksperimentas. Eksperimento metu, ekspertams bus pateikiami elektroninės parduotuvės surenkami duomenys, kurie atspindėtų 100 klientų pirkimo įpročius, ir verslo taisyklės išreikštos tekstinio pavidalu. Ekspertai privalės nustatyti klientų skaičių, kuriems suteikiama nuolaida, ir įvardinti nuolaidos dydį, atsižvelgiant į verslo taisykles. Bus analizuojamas laikas, kurio prirėikė pateikti atsakymą, atsakymo tikslumas priklausomai nuo laiko

skirto analizuoti duomenis, ir atsakymo tikslumas lyginant su metodo pateikiamais skaičiavimais. Eksperimento uždaviniai:

- Naudojantis prototipu suprojektuoti kontekstinį grafą ir jį įdiegti elektroninėje parduotuvėje siekiant įvertinti sprendimų priėmimo modeliavimą, atsižvelgiant į kontekstą;
- Atsižvelgiant į kontekstinį grafą ir surinktą vartotojų elgsenos statistiką išanalizuoti priimtus sprendimus ir įvertinti ar metodas leidžia išskirti dažniausiai pasirenkamus kelius ir juos tobulinti.

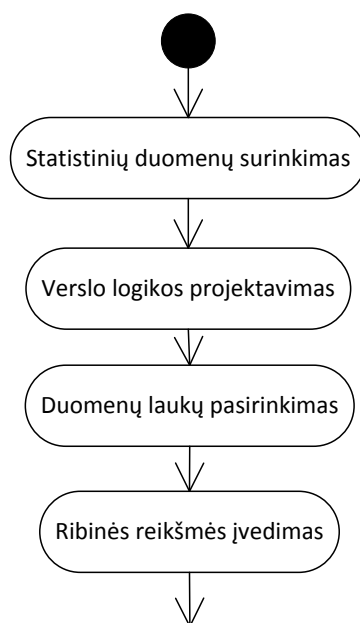
4.5 Eksperimentas metodo tikslumui nustatyti

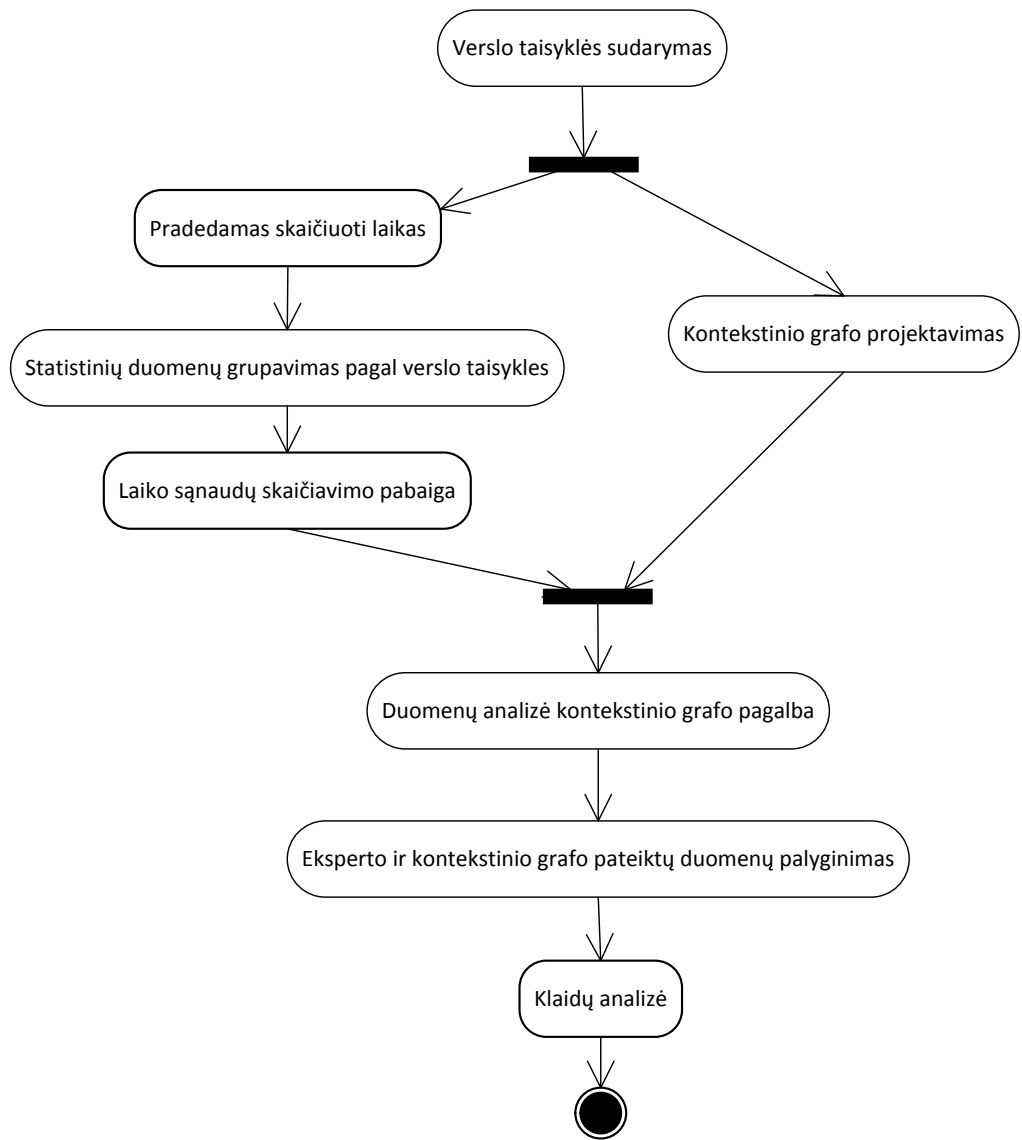
Elektroninės komercijos platformos turi galimybę kaupti šiuos duomenis ir statistiką:

- Peržiūrėtų prekių sąrašus.
- Fiksuoti peržiūros laiką ir trukmę.
- Fiksuoti atidaromų puslapių seką elektroninėje parduotuvėje, ir puslapį kuri vartotojas buvo atidaręs prieš atidarydamas elektroninę parduotuvę.
- Registruoti formuojamus, tačiau nepatvirtintus krepšelius.
- Identifikuoti vartotojus pagal IP adresą ir nustatyti šalį.

Eksperimentas (žr. 22 pav.) pradedamas nuo pasirinktos elektroninės komercijos platformos kaupiamų ir sukauptų statistinių duomenų analizės. Išanalizavus duomenis yra projektuojama verslo logika. Tai atliekama atsižvelgiant į elektroninės parduotuvės veikimo principus, galiojančią marketingo strategiją ir į vidines taisykles. Pagal surinktą statistiką yra nustatomi kriterijai, kurie turi įtakos sprendimų priėmimui, t.y. duomenų laukai, kurie suteikia galimybę priimti sprendimą. Pagal sudarytą verslo logiką yra pasirenkamos parametrų ribinės reikšmės. Sujungiant verslo logiką, nustatytus kriterijus ir ribines reikšmes, suformuojamos verslo taisyklės, kuriomis vadovaujasi eksperimento metu.

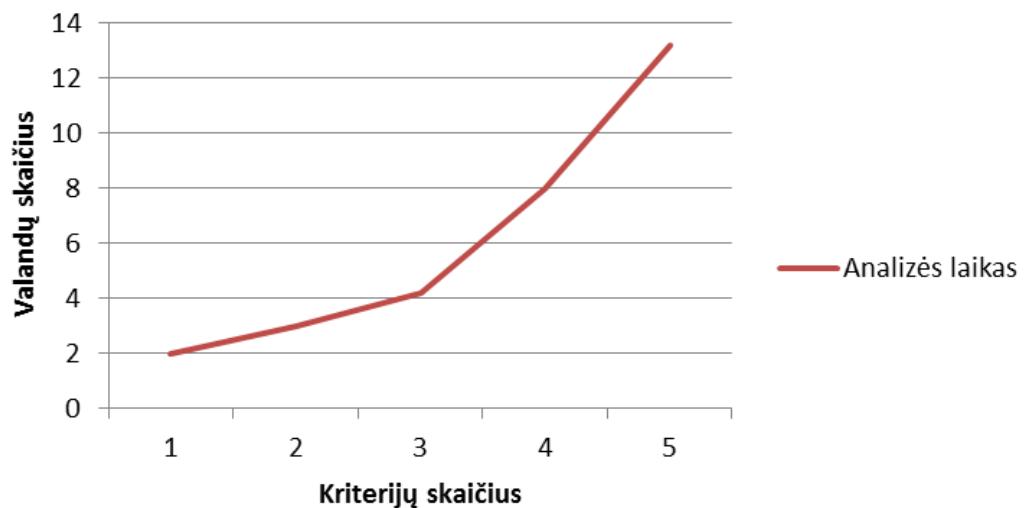
Siekiant patikrinti prototipu realizuotų verslo taisyklių tikslumą, pasitelkiami ekspertai, kurie analizuoja surinktą statistiką, bei grupuoja duomenis pagal verslo taisykles. Atlikus darbus yra vertinamas laikas, kurio prireikė grupavimui atlikti. Lygiagrečiai ekspertų darbui pagal sudarytus kriterijus ir sąlygas projektuojamas kontekstinis grafas, kuris pateikiamas grafiniu ir verslo taisyklių pavidalu. Išnaudojant surinktą statistiką ir verslo taisykles galima patikrinti, kokius veiksmus elektroninės komercijos platforma būtų atlikusi, šiuo atveju apskaičiuoti, kurios vartotojų grupės gavo nuolaidas, ir jų dydžius.





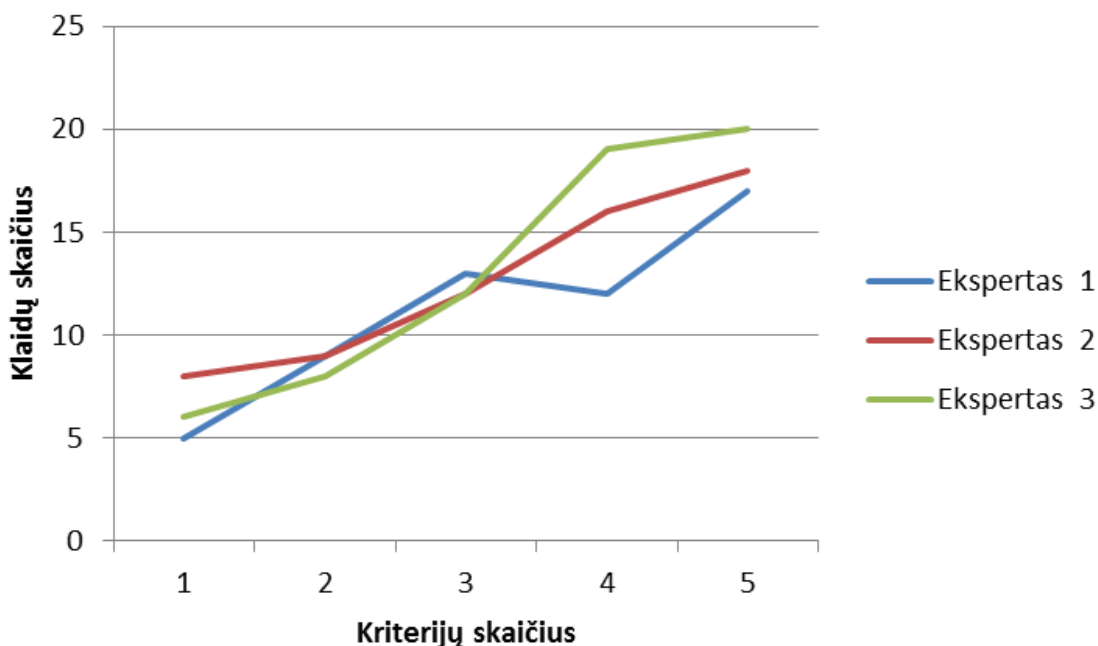
22 pav. I eksperimento eigos sekų diagrama

Eksperimento metu pastebėta, kad ekspertai tiksliai grupuoja duomenis pagal verslo taisykles, nepriklausomai nuo kriterijų skaičiaus, o klientams suteiktų nuolaidų skaičius ir jų dydis sutampa su informacija gaunama pasinaudojus kontekstiniu grafu. Didinant kriterijų skaičių, ekspertų duomenų analizės laikas auga geometrine progresija žr. 23 pav.



23 pav. Analizės laiko priklausomybė nuo kriterijų skaičiaus

Idealiu atveju, kai ekspertas duomenų peržiūrai ir grupavimui gali skirti neribotą laiko intervalą, rezultatai sutampa su metodo pateikiamais duomenimis, o klaidų skaičius artimas nuliui. Tačiau vykdant tyrimą pastebėta, jog apribojus duomenų analizės trukmę, ekspertas privalo daryti prielaidą pateikdamas atsakymą. Dėl šios priežasties eksperto analizę įgauna paklaidą, o klaidų skaičius didėja priklausomai nuo kriterijų skaičiaus žr. 24 pav.



24 pav. Klaidų skaičiaus priklausomybė nuo kriterijų skaičiaus

Atlikus eksperimentą, ir nustatius, kad ekspertų ir metodų skaičiavimai grupuojant duomenis sutampa, galime teigti, jog suprojektavus kontekstinį grafą, pagal esamas verslo taisykles, ir pritaikius šį metodą informacinėje sistemoje, galima analizuoti sprendimų priėmimo statistiką ir vystyti, bei iteratyviai tobulinti verslo taisykles, o sistema priima sprendimus atsižvelgdama į kontekstinę informaciją.

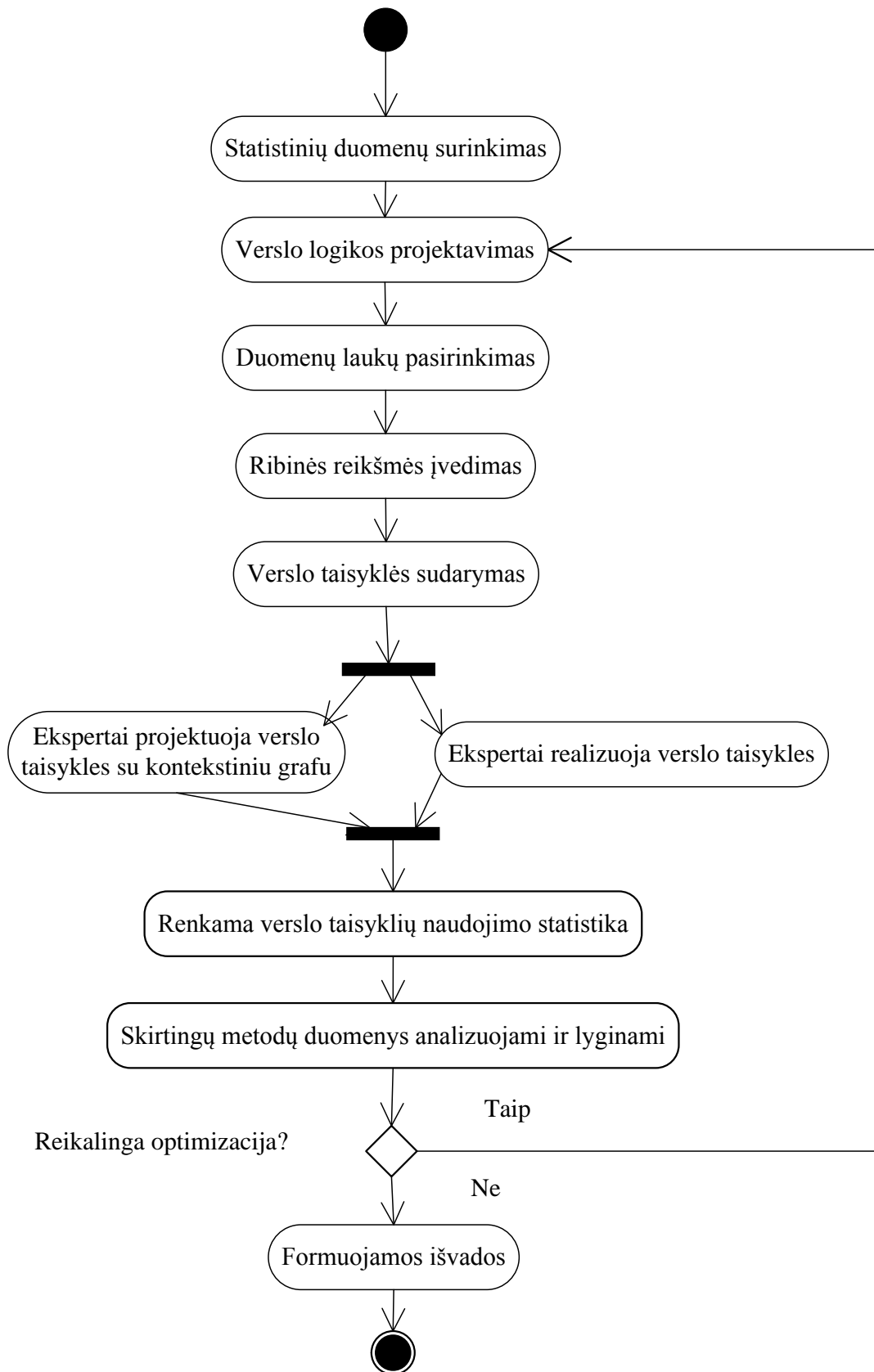
Eksperimento metu kontekstinis grafas buvo sėkmingai koreguojamas ir pildomas naujais kriterijais, todėl galime teigti, jog metodas įdiegtas informacinėje sistemoje suteiktą galimybę operatyviai prisitaikyti ir priimamus sprendimus koreguoti atsižvelgiant į nuolatos kintančią kontekstinę informaciją.

4.6 Eksperimentas metodo taikymo optimalumui nustatyti

Antras eksperimentas (žr. 25 pav.) pradedamas analogiškai, nuo pasirinktos elektroninės komercijos platformos kaupiamų ir sukaupytų statistinių duomenų analizės. Išnagrinėjus duomenis, sudaromas galimų kintamųjų ir sprendimo priėmimui tinkamų duomenų, kurie bus naudojami aprašant sąlygas, sąrašas. Sekančiame etape yra sudaromas sąlygų ir kriterijų, kuriais vadovaujamosi vykdant veiklą, rinkinys.

Siekiant patikrinti metodo naudą, ekspertams duodama užduotis, realizuoti verslo taisykles naudojantis kontekstinio grafo metodu ir rašyti jas SWRL kalba. Būtina pažymėti, jog ekspertus reikia supažindinti su kontekstinio grafo metodu ir verslo taisyklių projektavimu. Šis laikas yra įtraukiamas į rezultatus, ir į jį atsižvelgiama išvadose.

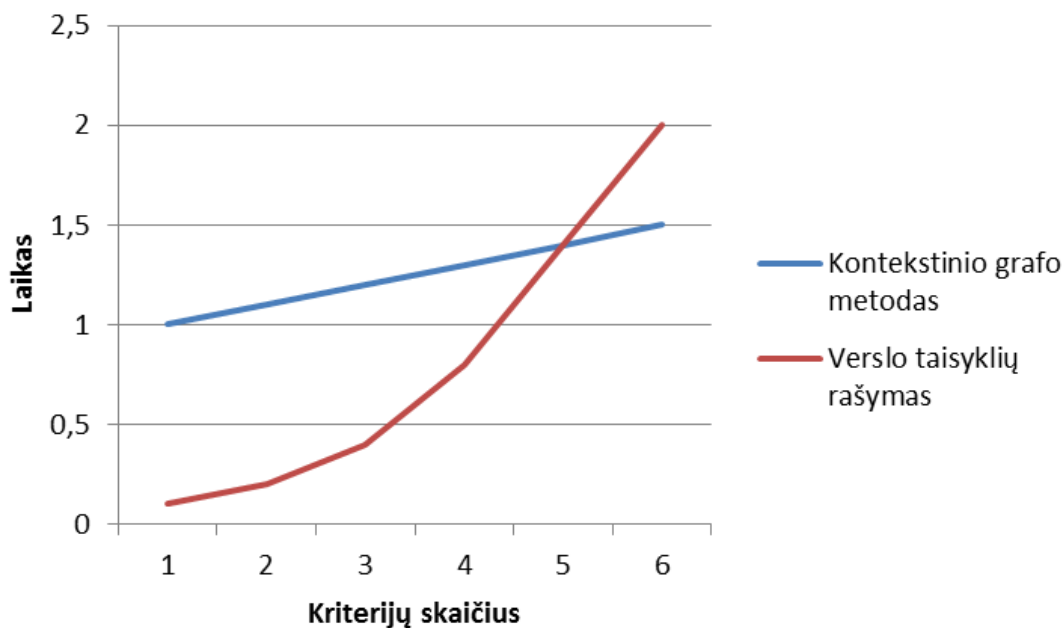
Realizavus verslo taisykles yra renkama verslo taisyklių naudojimo statistika, bei analizuojami skirtingi metodai ir lyginami jų pateikiami duomenys. Išanalizavus duomenis, galima optimizuoti verslo taisykles ir kartoti procesą iš naujo.



25 pav. II eksperimento sekų diagrama

Analizuodami pateiktą grafiką (žr. 26 pav.) matome, jog metodas nepasiteisina, kai realizuojamos tik kelios verslo taisyklės, kadangi reikia atsižvelgti į pradiniam apmokymui reikalingą laiką. Tačiau realizuojant verslo taisykles kontekstinio grafo pagalba, laiko sąnaudos proporcingai didėja priklausomai nuo kriterijų skaičiaus, o rašant verslo taisykles – auga geometrine progresija.

Kadangi verslo taisyklių atvaizdavimo forma vizualiai nepatogi, ekspertas negali greitai įvertinti verslo taisyklių pažiūrėjęs į struktūrą, jis turi skirti laiko algoritmo analizei.



26 pav. Laiko sąnaudos realizuojant verslo taisykles skirtingais metodais

Atlikus eksperimentą nustatyta, kad kontekstinių grafų metodas neefektyvus nesudėtingose sprendimų priėmimo sistemose, tačiau realizuojant sudėtingas ir šakotas verslo taisykles, leidžia efektyviai išnaudoti laiką. Tai įrodo metodo naudą ir potencialą realizuojant sudėtingus sprendimo priėmimo algoritmus informacinėse sistemose.

IŠVADOS

Išanalizavus sprendimo priėmimo metodus, nustatyta, jog daugelis metodų vadovaujami turimų žinių arba taisyklių baze, tačiau neįvertina kontekstinės informacijos. Įvertinus konteksto svarbą sprendimų priėmime, galime teigti, jog projektuojant sprendimų priėmimo sistemas, būtina atsižvelgti į kontekstinę informaciją.

Išanalizavus ir palyginus sprendimų atvaizdavimo būdus ir jų sudarymo algoritmus, ir sudarius palyginamąją metodų lentelę (žr. 2 lentelė.), nustatytas kontekstinių grafių pranašumas lyginant su kitais metodais. Tai įrodo metodo tinkamumą konteksto ir procesų atvaizdavimui, sudaro galimybes suskaidyti verslo logiką, ir užtikrina sprendimo priėmimą bet kokiomis aplinkybėmis.

Išanalizavus verslo taisyklių sudarymo algoritmus ir taikymo ypatumus sudaryta metodų palyginamoji lentelė (žr. 3 lentelė.). Analizės metu pastebėta, jog taisyklės negali įvertinti kontekstinės informacijos. Tai įrodo, jog būtinas atskiras metodas norint įvertinti kontekstą, o verslo taisyklės gali būti naudojamos suprojektuotos verslo logikos perkėlimui į informacinę sistemą. Atsižvelgiant į analizės rezultatus ir taisyklių sintaksę, pasirenkamas SWRL verslo taisyklių modelis.

Atlikus eksperimentą metodo tikslumui nustatyti ir pastebėjus, jog metodo skaičiavimai sutampa su ekspertų, galima teigti, kad siūlomas metodas tinkamas sprendimų priėmimo projektavimui. Suprojektuotas sprendimas atvaizduojamas kontekstinio grafo pavidalu, kuris suteikia galimybę įvertinti kontekstinę informaciją. Metodą galima diegti informacinėje sistemoje ir sėkmingai modeliuoti sprendimo priėmimą atsižvelgiant į kontekstinę informaciją.

Atlikus eksperimentą metodo optimalumui nustatyti nustatyti pastebėtas metodo trūkumas. Jis nėra efektyvus realizuojant nesudėtingas sprendimų priėmimų sistemas, kadangi papildomai reikia apmokyti personalą. Tačiau laiko sąnaudų augimas atsižvelgiant į kriterijų skaičių (žr. 26 pav.) įrodo, jog metodas sėkmingai pritaikomas realizuojant sudėtingas sprendimų priėmimų sistemas.

LITERATŪRA

1. Albert A. Angehrn, Soumitra Duna Integrating Case-Based Reasoning in Multi-Criteria Decision Support Systems
2. Badawy, M.; Richta, K. Deriving triggers from UML/OCL specification, In Marite Kirikova (eds.) Information Systems Development Advances in Methodologies, Components and Management, Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002.
3. Berson A, Smith S (1997) Data Warehousing, Data Mining, and OLAP. McGraw-Hill, New York.
4. Booch, G. Object-Oriented Analysis and Design with Applications. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 2nd edition, 1994.
5. Brezillon P. Contextualizations in social networks [interaktyvus] 2002. Prieiga per internetą: https://www-desir.lip6.fr/publications/pub_346_1_RIA-PB.pdf, [žiūrėta 2013-02-12]
6. Brezillon P. Task-realization models in Contextual Graphs [interaktyvus] 2005. Prieiga per internetą: <http://www-sysdef.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/CXT05-35540055.pdf>, [žiūrėta 2013-01-10]
7. Brézillon, J. ir Brézillon, P. Context modeling: Context as a dressing of a focus [interaktyvus] 2007. Prieiga per internetą: <http://www-ia.lip6.fr/~contexte/articles/CTX07-JB-PB.pdf> [žiūrėta 2013-01-10]
8. Brezillon, P. Context-based Modeling of Operators' Practices by Contextual Graphs [interaktyvus] 2003. Prieiga per internetą: <http://www-poleia.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/HCP-03.pdf> [žiūrėta 2013-02-12]
9. Brézillon, P. ir Pomerol, J.-Ch. Contextual knowledge sharing and cooperation in intelligent assistant systems [interaktyvus] 1999. Prieiga per internetą: <http://www-poleia.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/TH-99.pdf> [žiūrėta 2013-02-10]
10. Brezillon, P. Representation of Procedures and Practices in Contextual Graphs [interaktyvus] 2003. Prieiga per internetą: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=974907> [žiūrėta 2013-02-10]
11. Brezillon, P. Using Context for Supporting Users Efficiently [interaktyvus] 2003. Prieiga per internetą: http://pdf.aminer.org/000/243/725/using_context_for_supporting_users_efficiently.pdf [žiūrėta 2013-01-10]
12. Brézillon, P., Pomerol, J.-C., and Saker, I. Contextual and contextualized knowledge [interaktyvus] 1998. Prieiga per internetą: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=289162> [žiūrėta 2013-01-14]
13. Brown, J.S., and Duguid, P. Organizational learning and communities of practice : towards a unified view of working, learning and and organization [interaktyvus] 1999. Prieiga per internetą: <http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/ese/brown-duguid91.pdf> [žiūrėta 2013-02-12]
14. Business Rules Group. Defining Business Rules: What are they Really? 3rd ed., [interaktyvus] 2002, Prieiga per internetą: <http://www.BusinessRulesGroup.org> [žiūrėta 2013-01-14]
15. Butleris, R.; Kapocius, K. The Business Rules Repository for Information Systems Development, in Yannis Manololoulos, Pavol Navrat (eds.): ADBIS 2002, Vol. 2: Research Communications, Bratislava: Slovakijos Technikos Universitetas, p. 64–77.
16. Cibran, M. A. Using Aspect-Oriented Programming for Connecting and Configuring Decoupled Business Rules in Object-Oriented Applications. Vrije Universiteit Brussel – Belgiuk Faculty of Sciences In Collaboration with Ecole des Mines de Nantes, France, 2001.

17. Clancey, W.J. Tutoring rules for guiding a case method dialogue [interaktyvus] 1983. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020737379800048> [žiūrėta 2013-02-12]
18. Courtney J Decision Making and Knowledge Management in Inquiring Organizations: Toward a New Decision Making Paradigm for DSS [interaktyvus] 2003. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016792360001172> [žiūrėta 2013-01-10]
19. G. Kappel, S. Rausch-Schott ir kiti. From Rules To Rule Patterns. Proceedings of the Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'96), 1996, p. 99–115.
20. Gonzalez, A. J., Ahlers, R. H. Context-Based Representation of Intelligent Behavior in Training Simulations. [interaktyvus] 1998. Prieiga per internetą: <http://www.isl.ucf.edu/publication/papers/CxBR/TSCS-1998-CxBR.PDF> [žiūrėta 2013-01-10]
21. Gorry GA, Scott Morton M A Framework for Management Information Systems [interaktyvus] 1971. Prieiga per internetą: http://cpe.njit.edu/dlnotes/MIS645/Frame_Management_Info.pdf [žiūrėta 2013-02-18]
22. Hammer, M. and J. Champy Reengineering the corporation : a manifesto for business revolution. [interaktyvu] 1993. Prieiga per internetą: http://www.imamu.edu.sa/Scientific_selections/abstracts/Documents/Reengineering%20The%20Corporation.pdf [žiūrėta 2013-02-18]
23. Han J, Chang KC-C Data Mining for Web Intelligence [interaktyvus] 2002. Prieiga per internetą: <http://www.cs.uiuc.edu/~hanj/pdf/computer02.pdf> [žiūrėta 2013-01-10]
24. Hasher, L., and Zacks, R.T. Automatic processing of fundamental information : the case of frequency of occurrence [interaktyvus] 1984. Prieiga per internetą: <http://psycnet.apa.org/index.cfm?fa=buy.optionToBuy&id=1985-27168-001> [žiūrėta 2013-02-18]
25. Herbst H., Knolmayer G., Myrach T. ir Schlesinger M. The Specification of Business Rules: A Comparison of Selected Methodologies [interaktyvus]. 1994. Prieiga per internetą <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.22.353&rep=rep1&type=pdf> [žiūrėta 2013-02-10]
26. Ignizio J Introduction to Expert Systems: The Development and Implementation of Rule-Based Expert Systems [interaktyvus] 1991. Prieiga per internetą: <http://www.goodreads.com/book/show/6545484-introduction-to-expert-systems> [žiūrėta 2013-02-12]
27. J.-Ch. POMEROL and P. BRÉZILLON About some relationships between Knowledge and Context [interaktyvus] 2001. Prieiga per internetą: <http://www-poleia.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/CXT01/JCP-PB.pdf> [žiūrėta 2013-01-10]
28. Karacapilidis N, Pappis C A framework for Group Decision Support Systems: Combining AI tools and OR techniques [interaktyvus] 1997. Prieiga per internetą: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.47.5072> [žiūrėta 2013-01-10]
29. Leake, D.B. Case-based reasoning: Experiences, lessons, and future directions In CBR [interaktyvus] 1996. Prieiga per internetą: <http://www.cs.indiana.edu/ftp/leake/a-96-book.html> [žiūrėta 2013-01-14]
30. McLaughlin DI Strengthening Executive Decision Making [interaktyvus] 1995. Prieiga per internetą: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hrm.3930340307/abstract> [žiūrėta 2013-01-14]
31. Mens, K.; Wuyts, R.; Bontridder, D.; Grijseels, A. ECOOP'98 Workshop Report: Tools and Environments for Business Rules, ECOOP'98 Workshop Reader, Springer, 1998.

32. Nemati H, Steiger D, Iyer L, Herschel R Knowledge Warehouse: an Architectural Integration of Knowledge Management, Decision Support, Artificial Intelligence and Data Warehousing [interaktyvus] 2002. Prieiga per internetą: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.6.3372> [žiūrėta 2013-01-10]
33. Nir Friedman Learning Belief Networks in the Presence of Missing Values and Hidden Variables [interaktyvus] 1997. Prieiga per internetą: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.29.9821> [žiūrėta 2013-01-14]
34. O. Vasilecas, A. Smaizys. Business rule based data analysis for decision support and automatio., [interaktyvus] 2006, Prieiga per internetą: <http://ecet.ecs.ru.acad.bg/cst06/Docs/cp/SII/II.9.pdf> [žiūrėta 2013-01-18]
35. Open Rules - Open Source Business Rules Management System (prieiga per internetą <http://openrules.com>)
36. Pearl, J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems [interaktyvus] 1988. Prieiga per internetą: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=52121> žiūrėtas [2013-01-18]
37. Pomerol, J.-Ch., Brézillon, P. ir Pasquier, L. Operational knowledge representation for practical decision making [interaktyvus] 2002. Prieiga per internetą: <http://www.sysdef.lip6.fr/~brezil/Pages2/Publications/PBP2002.pdf> [žiūrėta 2013-02-10]
38. Power DJ Decision Support Systems Glossary [interaktyvus] 1999. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923605000953> [žiūrėta 2013-01-14]
39. Ross, R. The Business Rule Book: Classifying, Defining and Modeling Rules. Business Rule Solutions Inc., Huston, Texas, 1997.
40. Shim JP, Warkentin M, Courtney JF, Power DJ, Sharda R, Carlsson C Past, Present and Future of Decision Support Technology [interaktyvus] 2002. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923601001397> [žiūrėta 2013-02-10].
41. Turban E, Aronson JE Decision Support Systems and Intelligent Systems (6th edition) [interaktyvus] 2002, Prieiga per internetą: http://sutlib2.sut.ac.th/sut_contents/H86360.pdf [žiūrėta 2013-01-14]
42. Valatkaite, I.; Vasilecas, O. Verslo taisyklių modeliavimas koncepciniais grafais ir ju realizavimas naudojant aktyviu duomenų bazių trigerius. Lietuvos matematikos rinkinys, T. 42, spec. nr., p. 289–293.
43. Wand, Y.; Weber, R. An ontological model of an information system. volume 16, p. 1282–1292, 1990.

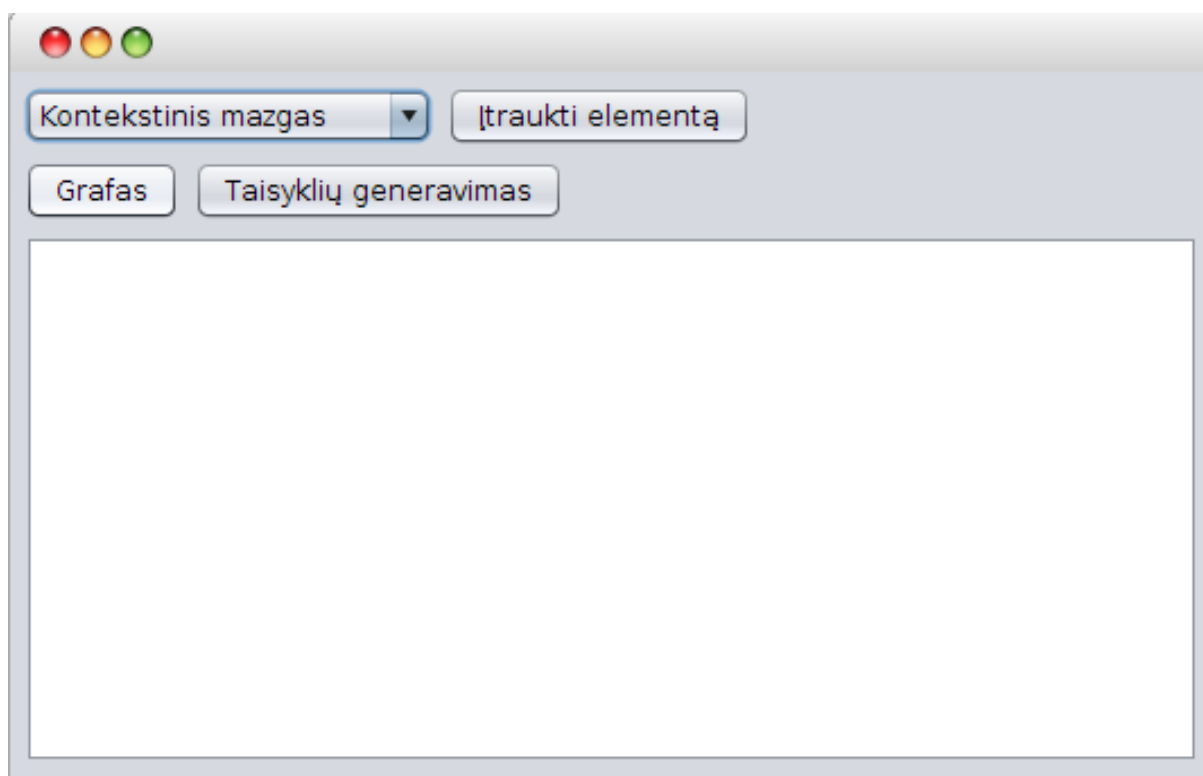
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNĖLIS

- DSS** Sprendimų priėmimo sistema
- GDSS** Grupinė sprendimų priėmimo sistema
- EIS** Vykdomoji informacinė sistema
- AI** Dirbtinis intelektas
- OLAP** Analitinio apdorojimo tinkle įrankis
- RBS** Taisyklėmis grįstos sistemos
- CBR** Atvejais grįstos sistemos
- DBVS** Duomenų bazių valdymo sistemos

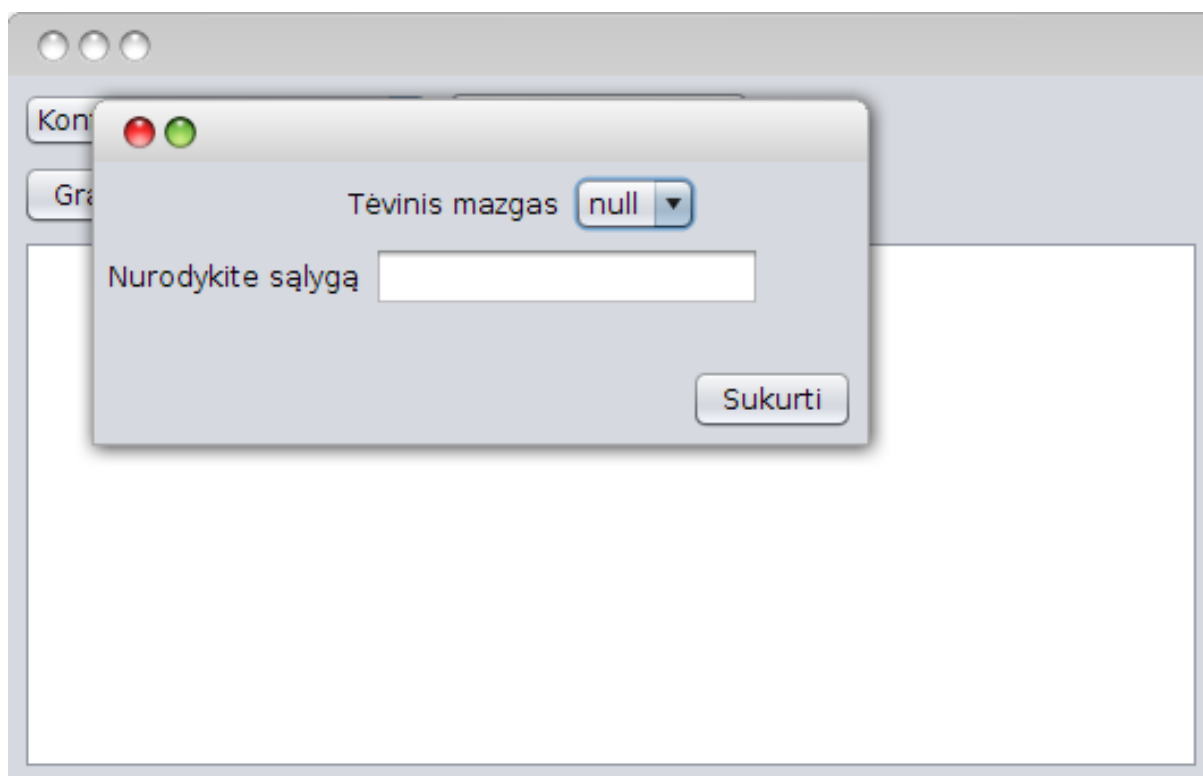
PRIEDAI

1 priedas. Kompaktinis diskas

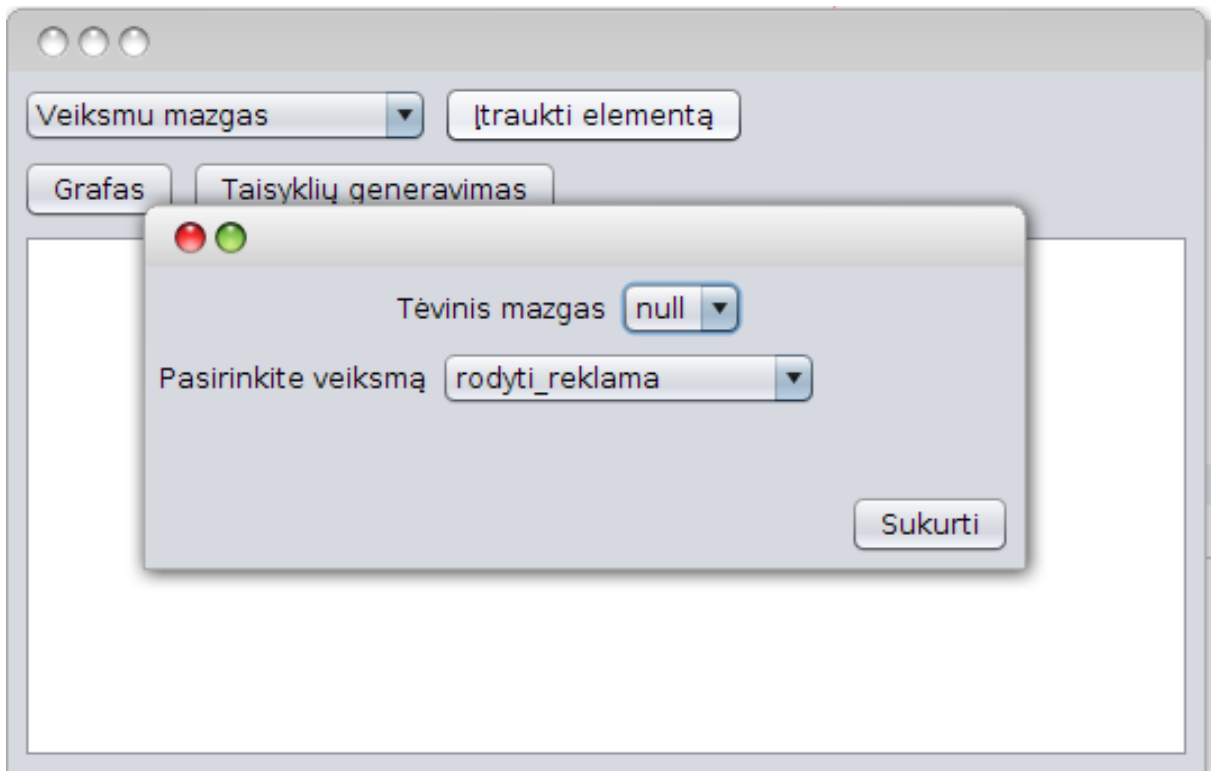
2 priedas. Prototipo naudojimo ekrano nuotraukos



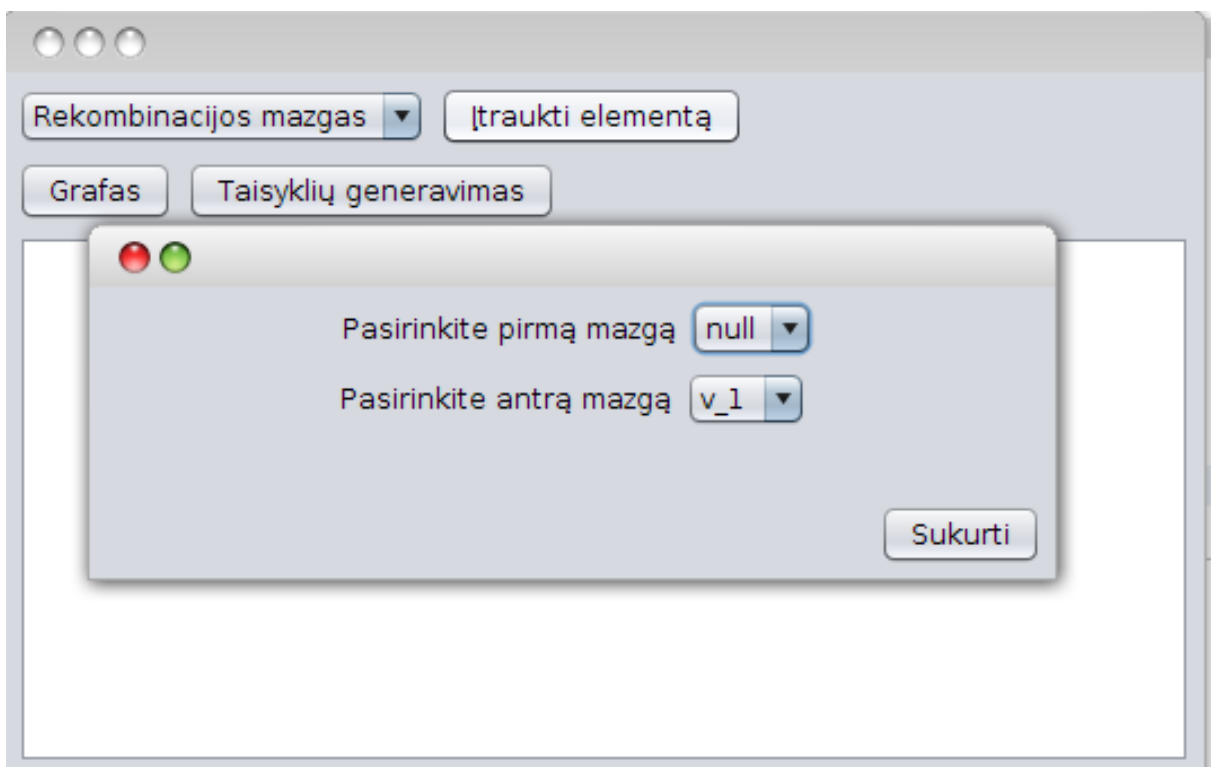
27 pav. Pradinis prototipo langas



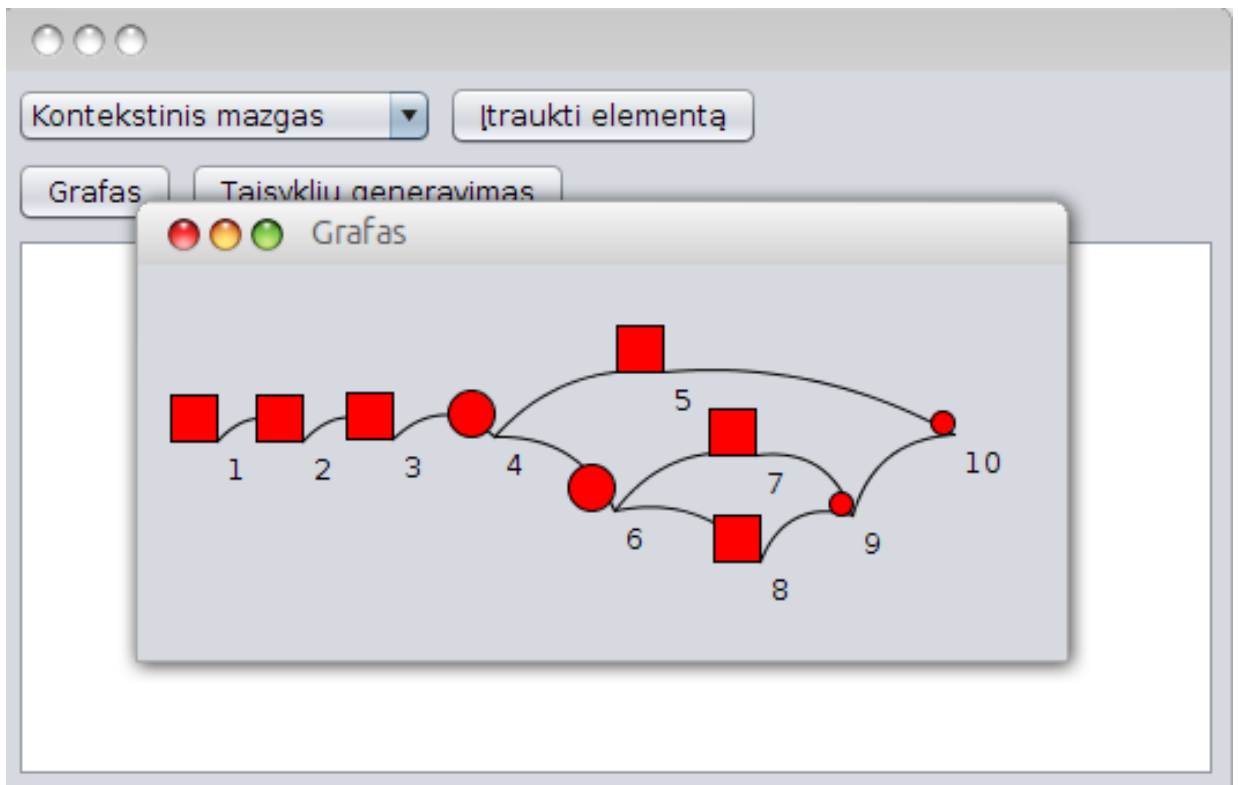
28 pav. Kontekstinio mazgo formavimas



29 pav. Veiksmų mazgo formavimas



30 pav. Rekombinacijų mazgo formavimas



31 pav. Kontekstinio grafo atvaizdavimas naudojant prototipą

```

tikrintiKlientuGrupe();
rodytiReklama();
issaugotiStatistika();
if($klientoGrupe == 1){
    suteiktiNuolaidaProcentais(5);
} else {
    if($krepselioSuma >=300){
        suteiktiNuolaidaProcentais(3);
    } else {
        informuotiApieNuolaida();
    }
}

```

32 pav. Taisykliu generavimas įterpiamo php kodo pavidalu