Dovilė VOJEVODINA

E-VERSLO PROCESŲ NUKRYPIMŲ VALDYMO MODELIAVIMAS DARBŲ SEKŲ METODU

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

0000

Vilnius LEIDYKLA TECHNIKA **2006**

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Dovilė VOJEVODINA

E-VERSLO PROCESŲ NUKRYPIMŲ VALDYMO MODELIAVIMAS DARBŲ SEKŲ METODU

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

Vilnius LEIDYKLA TECHNIKA 2006

Disertacija rengta 2002 – 2006 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Mokslinis vadovas
prof. habil. dr. Genadijus KULVIETIS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).

Disertacija ginama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Informatikos inžinerijos mokslo krypties taryboje:
Pirmininkas
prof. habil. dr. Petras Gailutis ADOMĖNAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).
Nariai:
prof. habil. dr. Rimvydas SIMUTIS (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),
prof. habil. dr. Gintautas DZEMYDA (Matematikos ir informatikos institutas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),
dr. Dalius MAŽEIKA (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),
prof. habil. dr. Romualdas BAUŠYS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T).
Oponentai:
prof. habil. dr. Rimantas BARAUSKAS (Kauno technologijos universitetas, technologijos mokslai, informatikos inžinerija – 07T),
prof. habil. dr. Artūras KAKLAUSKAS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, socialiniai mokslai, vadyba ir administravimas – 03S).

Disertacija bus ginama viešame Informatikos inžinerijos mokslo krypties tarybos posėdyje 2006 m. gruodžio 00 d. 00 val. Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.
Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, Lietuva.
Tel. +370 5 274 49 52, +370 5 274 49 56, faksas +370 5 270 01 12,
el. paštas doktor@adm.vtu.lt

Disertacijos santrauka išsiuntinėta 2006 m. gruodžio 00 d.
Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, Vilnius, Lietuva)
VGTU leidyklos „Technika“ 0000 mokslo literatūros knyga

© Dovilė Vojevodina, 2006

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Dovilė VOJEVODINA

MODELLING OF E-BUSINESS EXCEPTION HANDLING USING WORKFLOW METHOD

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

Vilnius LEIDYKLA TECHNIKA 2006

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2002 – 2006

Scientific Supervisor

Prof Dr Habil Genadijus KULVIETIS (Vilnius Gediminas Technical University, Technology Sciences, Informatics Engineering – 07T)

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

Chairman

Prof Dr Habil Petras Gailutis ADOMĖNAS (Vilnius Gediminas Technical University, Technology Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Members:

Prof Dr Habil Rimvydas SIMUTIS (Kaunas University of Technology, Technology Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Doc Dr Algimantas ČEPULKAUSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Technology Sciences, Informatics Engineering – 07T)

Dr Dalius MAŽEIKA (Vilnius Gediminas Technical University, Technology Sciences, Informatics Engineering – 07T)

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

Opponents:

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

Prof Dr Habil Artūras KAKLAUSKAS (Vilnius Gediminas Technical University, Social Sciences, Management and Administration – 03S)

The dissertation will be defended at the public meeting of the Council of Scientific Field of Informatics Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at 0 p. m. on 00 December 2006.

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, Lithuania

Tel. +370 5 274 49 52, +370 5 274 49 56, fax +370 5 270 01 12,

e-mail doktor@adm.vtu.lt

The summary of the doctoral dissertation was distributed on 00 December 2006

A copy of the doctoral dissertation is available for review at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, Vilnius, Lithuania)

© Dovilė Vojevodina, 2006

ĮVADAS

Mokslo problemos aktualumas – Nors e-verslas atsirado nesenai, bet spėjo jau gerokai pažengti į priekį ir šiai dienai yra itin svarbus verslo, vyriausybės ir paprastų žmonių/darbuotojų gyvavimo elementas. Tai įrodo ir plati skale e-verslo šakų, skirtų įvairioms verslo aplinkoms ir atitinkančių skirtingus keliamus tikslus bei metodus, numatytus jiems pasiekti. Vyriausybės ir verslo atstovai pripažįsta, kad e-verslas yra naudingas reiškinys, jei verslo ir vyriausybės procesai yra efektyviai apjungti, piliečiai ir darbuotojai teigia, kad e-verslas yra patraukli ir patogi kasdieninių verslo ar socialinių veiklos reikmių vykdymo terpė.

Šiai dienai jau egzistuoja ne mažas skaičius ne pelno siekiančių organizacijų (WfMC, BPMI.org, BPMG.org, OMG), kurių nariais yra lyderiaujančios kompanijos ir mokslo atstovai, kurie kartu siekia bendro tikslo – sukurti ir pagerinti standartus bei įrankius patikimam ir lanksčiam verslo valdymui. Rinkoje jau galima sutikti virš 200 komercinių verslo procesų valdymo sprendimų (VPS). Ne maža jų dalis neatitinka tokiems sprendimams keliamiems reikalavimams, bet ne maža jų dalis yra orientuoti į aukšto lygio lankstumo ir bendradarbiaujančias savybes išpildančius verslo sprendimus. Visgi išlieka patikimumo ir realaus pasaulio pokyčių atvaizdavimo problema. Tokios situacijos, kurių nebuvo numatę nei verslo atstovai, nei tokių sistemų modeliuotojai, atsitinka dažniau nei norėtųsi. Šios situacijos gali kilti dėl įvairiausių priežasčių: organizacinių, teisinių pokyčių, sparčios technologijų evoliucijos, net dėl nenuspėjamos žmoniškosios mąstysenos. Deja, šiai dienai, neegzistuoja sprendimų, skirtų e-verslo sistemų palaikymui ar instrumentų, kurie padėtų įveikti arba suvaldyti netikėtų ir nenuspėtų įvykių (toliau vadinamų kaip nukrypimas) žalą.

Tokie e-verslo technologijų trūkumai trukdo pilnavertiškai panaudoti ir diegti daugumą e-verslo sprendimų, kurių pagalba žmonės sutaupytų laiko ir lengviau atliktų tam tikras e-paslaugas ar e-procedūras. Kita kliūtis yra nepakankamas naudotojų pasitenkinimas ir pasitikėjimas esamomis e-verslo technologijomis. Tai aiškiai parodo nesenai atliktos apklausos (pateiktos Internete adresu www.klase.lt ir www.elektronika.lt). Rezultatai rodo, kad tik 45% respondentų pasitiki e-verslo technologijomis, o 30% ne, bet yra priversti jomis naudotis, kai 19% respondentų naudoja šias technologijas tik smulkiems pirkiniams/mokėjimams, dėl tų pačių pasitikėjimo priežasčių.

Dauguma pasaulinių komercinių ir nepriklausomų organizacijų, tokių kaip Gartner, Capgemini, Forrester, Bruse Silver Associates ir dauguma kitų, kasmet išleidžia ataskaitas ir tyrimus šia tema, įvertindami e-verslo technologijų progresą ir lygindami naujas technologijas. Pasak jų, tik 62% piliečių yra

patenkinti e-paslaugomis, kai vidutiniškai galėtų būti sutaupyta bet 81minutė iš bendro paslaugos vykdymo laiko. Skirtingi rezultatai rodo, kad e-verslo technologijos vis dar turi užpildyti daugybę spragų ir įgyti pasitikėjimą jų panaudojime kritinių verslo operacijų vykdymui ar paprastų žmonių sąskaitų valdymui.

Darbo tikslas ir uždaviniai – Darbo tikslas yra verslo procesų nukrypimų (VPN) valdymas, atsižvelgiant į visą nagrinėjamo objekto informacijos apimtį.

Keliami darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti verslo procesų modeliavimo metodus:
   - Išanalizuoti darbų sekų metodų panaudojimą verslo procesų modeliavime,
   - Atlikti esamų darbų sekų modeliavimo technologijų analizę,
   - Klasifikuoti verslo procesuose aptinkamus nukrypimus,
2. Išanalizuoti esamus verslo procesų nukrypimų valdymo modelius:
   - Išanalizuoti nukrypimų valdymo modelius verslas-klientui aplinkoje,
   - Išanalizuoti nukrypimų valdymo modelius verslas-verslui aplinkoje,
   - Įvertinti darbų sekų metodo panaudojimo galimybes verslo procesų nukrypimų valdyme,
3. Sukurti verslo procesų verslas-klientui nukrypimų valdymo modelį:
   - Pateikti verslas-klientui nukrypimų valdymo algoritmą,
   - Pateikti verslas-klientui nukrypimų valdymo įgyvendinimo modelį,
4. Sukurti verslo procesų verslas-verslui nukrypimų valdymo modelį:
   - Įvertinti egzistuojančias verslas-verslui technologijas,
   - Pateikti verslas-verslui nukrypimų valdymo algoritmą,
   - Pateikti verslas-verslui nukrypimų valdymo realizavimo modelį, panaudojant darbų sekų metodą,
5. Apibendrinti tyrimo rezultatus ir pateikti išvadas.

Mokslinis naujumas

Šio tyrimo metu buvo sukurta nukrypimų taksonomija, kuri išskiria nukrypimų, pokyčių ir trikių šakas. Siekiamo sprendimo lanksčiam išpildymui buvo sukurtos nukrypimų diagnozių ir tvarkiklių taksonomijos. Siekiant geresnio sprendimo rezultato buvo atlikta išsami analizė šiuo metu egzistuojančių technologijų ir metodikų, atlikta jų palyginamoji analizė.

Šiame tyrime pristatyti nukrypimų valdymo metodai, verslas-klientui ir verslas-verslui aplinkoms, apima kai kurias jau egzistuojančių metodų gerąsias savybes bei papildo jas geriausiomis verslo procesų valdymo praktikomis. Tokiu būdu, sukurti sprendimai įgyja panaudojimo ir palaikymo lankstumo,

įgyvendina sistemų bendradarbiavimo savybes, kurios užtikrina nepriklausomybę nuo verslo procesų valdymo platformų.

Tyrimų metodika. Atlikta mokslinės literatūros analizė darbų sekų ir verslo procesų valdymo srityje. Įvykdyta populiariausių komercinių verslo procesų ir darbų sekų valdymo technologijų apžvalga. Atlikta esamų mokslinių darbų sekų ir jų valdymo įrankių analizė. Įvertintas esamas tokių sprendimų verslo ir rinkos poreikis. Pateikti siūlomi sprendimai, koncentruojantis į darbų sekų valdymo lakstumui keliamus poreikius, o sprendimai ištestuoti realioje verslo aplinkoje. Tyrimo rezultatai pateikti įvertinant jų panaudojimo efektyvumo bei naudingumo kriterijus.

Praktinė vertė. Praktiniai pasiekimai yra šie:

1. Verslas-verslui ir vyriausybė-vyriausybei įgyvendinimo galimybių studijos sukūrimas ir nukrypimų valdymo analizės panaudojimas UAB ERP kompanijos vykdomuose projektuose.
2. Verslas-verslui sprendimo, apimančio verslo procesų valdymą panaudojant darbų sekas, įdiegimas didžiausioje Latvijos farmacijos kompanijoje „Grindeks“.
3. Vyriausybė-piliečiui portalo, įgalinančio lankstų e-paslaugų teikimo įgyvendinimą sistemų bendradarbiavimo metodu, diegimas vienoje iš LR ministerijų.

Ginamieji teiginiai

- Teorinės analizės rezultatai, skirti įvertinti tyrimo poreikį bei egzistuojančių sprendimų silpnąsias bei geràsias puses,
- Siūlymas naudoti darbų sekų modeliavimo metodą kartu su pavyzdžiais grįsto nukrypimų valdymo metodo stipriosiomis savybėmis,
- Verslas-klientui nukrypimų valdymo modeliavimo modelis, apjungiantis gerąsias pavyzdžiais grįsto ir intelektualaus problemos sprendimo savybes,
- Verslas-verslui nukrypimų valdymo modelis, praplečiant SOA architektūrą nukrypimų valdymo ir sistemų bendradarbiavimo lygmenimis ir pritaikant darbų sekų modeliavimo metodiką.

Darbo apimtis. Darbą sudaro bendra darbo charakteristika, keturi skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir publikacijų sąrašas. Bendra disertacijos apimtis – 151 puslapiai, 64 iliustracijos ir 17 lentelių.

DARBO TURINYS

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

1 skyrius. Verslo procesų modeliavimo metodų analizė

Šiame skyriuje pristatoma įvairios paskirties verslo procesų analizė, išskiriant jiems keliamus tikslus bei užduotis, įvardinant paplitusius jų apibrėžimų standartus. Kaip pagrindinis verslo procesų modeliavimo metodas pristatomos darbų sekos, kurių panaudojimas šiam tikslui pagrindžiamas jų funkcinėmis savybėmis bei technologinėmis galimybėmis. Pristatoma išsami darbų sekų tipų, jų panaudojimo realiame pasaulyje bei įgyvendinimo galimybės verslas-klientui ir verslas-verslui aplinkoje. Siekiant pagrįsti poreikį bei aktualumą verslo procesų modeliavimo darbų sekomis, pateikiama išsami atitinkamų technologijų analizė, detaliai išskirianti mokslines ir komercines egzistuojančių sprendimų silpnąsias ir stipriąsias savybes. Kaip rezultatas šios analizės, pateikiamos egzistuojančių mokslinės kilmės nukrypimų valdymo įrankių suvestinės bei labiausiai paplitusių komercinių įrankių galimybių palyginimo lentelės.

Siekiant formaliai apibrėžti tyrimo objektą, apibendrinti jau šioje srityje dirbančių autorių pateikti nukrypimų tipai ir jų prigimtinės savybes. Apibendrinimas pateiktas kaip naujas nukrypimų klasifikatorius, išskiriantis tris pagrindines klases: nukrypimus, pokyčius ir trikius, kurie giliau detalizuojami pagal jų prigimtines ir evoliucionavimo savybes. Tolesnei tyrimo eigai palengvinti pateikiamas bazinis nukrypimų specifikavimo metodas.

2 skyrius. Verslo procesų nukrypimų modeliai

Tyrimo analizė rodo, kad verslo procesai yra kombinacija darbų sekų, verslo taisyklių ir organizacinės struktūros komponenčių, todėl ir verslo procesuose aptinkami nukrypimai turėtų būti klasifikuoti pagal šias tris komponentes. Analizė taip pat rodo, kad nukrypimai yra gana kontekstui jautrūs objektai, o jų valdymo įrankiai gali reikalauti tam tikrų technologinių priklausomybių siekiant šį kontekstą įgyvendinti.

Atlikus tyrimą, galima apibendrinti, kad tinkamiausi darbų sekoms ir taip pat jų nukrypimams modeliuoti (kai tikslas yra abejais atvejais panaudoti tos pačios prigimties priemones) yra Petri tinklai, veiklų diagramos ir veiklų grafai. Modeliuojant nukrypimus, taip pat svarbu atsižvelgti į jų prigimtį bei veiklos galimybes darbų sekų kūrimo ir panaudojimo etapuose.

Bet kurios rūšies nukrypimams valdyti egzistuoja trijų žingsnių meta-algoritmas: nukrypimo identifikavimas (kur itin svarbu identifikuoti jo atsiradimo bet ne aptikimo vietą ir surinkti kontekstinę informaciją), nukrypimo diagnozavimas (skirtas surinktos kontekstinės informacijos analizei ir klasifikavimui, siekiant nustatyti nukrypimo atsiradimo priežastis) ir nukrypimo tvarkymas (diagnozės rezultatų įgyvendinimas ir atsiradusių pasekmių šalinimas).

Identifikuojami verslas-klientui nukrypimų modeliai yra skirstomi grupes, priklausomai nuo darbų sekos gyvavimo ciklo stadijos. Tai kūrimo ir panaudojimo etapų nukrypimai. Kūrimo etapo nukrypimai apima dėl proceso konstrukcijos, jo valiavimo ir verifikavimo veiksmų kylančius neplanuotus įvykius. Tai gali būti tikslai orientuoti į tikslus ir prielaidas, bei nukrypimai orientuoti į proceso veiklas. Procesų panaudojimo nukrypimai apima dėl proceso aktyvavimo, valdymo ir apdorojimo (tame tarpe ir stebėjimo bei administravimo) veiksmų kylančius nukrypimus. Šioje grupėje identifikuojami darbų sekų, duomenų, laikini ir išoriniai nukrypimai. Siekiant spręsti verslas-klientui nukrypimus būtina identifikuoti jų išimtinumo, tvarkymo uždelsimo, reikiamo įdėti darbo, organizacinės įtakos , priežasčių ir pasekmių aspektus.

Verslas-verslui aplinkoje, kuri nuo verslas-klientui aplinkos skiriasi kontekstu, dalyviais ir proceso įgyvendinimo ryšiais, nukrypimai taip pat grupuojami pagal procesų kūrimo ir panaudojimo etapus, bet įvertinant platesnę ir sudėtingesnę jų atsiradimo terpę. Kūrimo veiklų verslas-verslui nukrypimai skirstomi į priklausančius nuo proceso choreografijos, dirigavimo bei verslo logikos nukrypimus. Panaudojimo veiklų metu identifikuojami nukrypimai gali būti traktuojami kaip nukrypimai ir kaip trikiai, dėl technologijų ir proceso daugialypiškumo. Patys trikiai dar gali būti skaidomi į darbų sekų variklio, taikomosios sistemos ir infrastruktūros trikius, kurie gali būti nenuspėjami, tačiau nesudėtingai šalinami. Šalinant verslas-verslui pokyčius būtina įvertinti šių pokyčių tikslus, laukiamas pasekmes ir rezultatą, įtakos zonas, pokyčio rūšį bei paties pokyčio atlikimo/įvykdymo momentą, o taip pat nuspręsti, kaip pasielgti su ankstesniais proceso įvykiais.

Kaip tyrimas parodė nukrypimams spręsti šiuo metu egzistuoja keletas metodų. Vienas iš jų yra žiniomis grįstas metodas, kai sistemos koordinatoriaus pagalba yra išrenkamas geriausias egzistuojantis nukrypimo sprendimo modelis, kuris dažniausiai turi būti aktyvuojamas kompensacijos būdu.

Kitas aptariamas metodas yra koordinuotas nukrypimų valdymas, kuris yra šiek tiek panašus į ankstesnį tačiau naudoja efektyvesnį sprendimo modelio išrinkimo algoritmą, paremtą ne tik ankstesnių žinių panaudojimu, bet ir jų lygimu su esama situacija, taip siekiant išrinkti tinkamiausią esama nukrypimui spręsti.

Abu šiuos metodus apjungia ir optimizuoja intelektualaus sprendimo metodas, kuris koncentruojasi į problemą, sprendimą ir pasekmes, išplėsdamas koordinuoto nukrypimų valdymo modelį nukrypimų išrinkimo moduliu, kuriame atliekama detali nukrypimo diagnozė ir sprendimo parinkimas bendradarbiaujant su nukrypimų valdymo žinių saugykla.

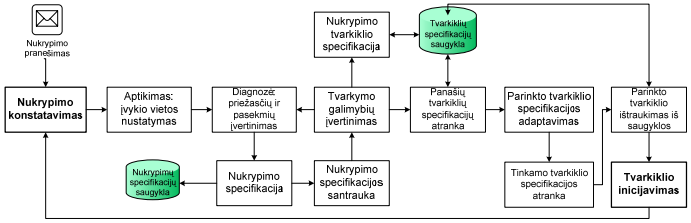
3 skyrius. Verslo procesų verslas-klientui nukrypimų valdymas

Šiame skyriuje aptariamas teorinis ir eksperimentinis verslas-klientui nukrypimų valdymo modeliavimas sąlyginiais sakiniais, sąlyginių sakinių ir nukrypimų valdymo kombinacijomis. Apteikiami šių metodų trūkumai juos taikant realioje verslo aplinkoje. Toliau skyriuje pateikiamas rekomenduojamas verslas-klientui nukrypimų valdymo metodas, apjungiant stipriąsias žinių valdymo ir intelektualaus sprendimo metodų savybes. Šiam sprendimui sukurti ir įdiegti suformuluojami tikslai ir juos įgyvendinančios užduotys, identifikuojamos esminės nukrypimų valdymo technologijų problemos, atitinkamai pasiūlant sprendimą pateikiamame modelyje. Kaip jau pažymėta anksčiau, šio tyrimo tikslas sukurti nukrypimų valdymo mechanizmą darbų sekų metodu, todėl darbe detaliai aprašome tam skirta procedūra ir pateikiama loginė darbų seka bei jos gyvavimo ciklas, kuris remiasi pagrindinėmis stadijomis: nukrypimo aptikimu, diagnoze ir tvarkiklio paskyrimu (žr. Pav. 1.).

Tvarkymo įrenginio išrinkimui šiame modelyje rekomenduojama taikyti JECA taisykles, kurios aprašomas sekančiai:

$$JECA = r(j, e, c, a) \quad (1)$$

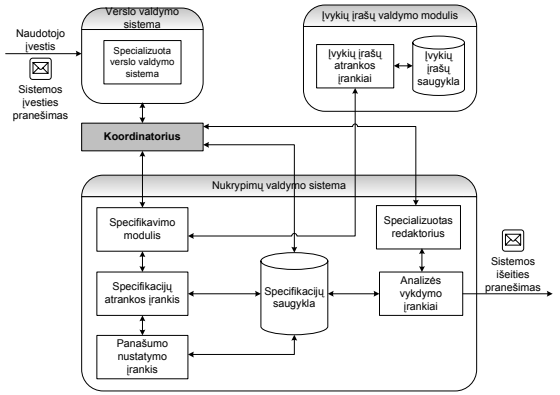
Kur j – yra kontekstas, kuriame yra vertinama taisyklė (kai j rezultatas yra True, taisyklė nevykdoma), e – įvykis, kuriam atsitikus, taisyklė aktyvuojama, c – loginė reikšmė, kuriai turi grąžinti taisyklė, tam, kad taisyklė būtų vykdoma, ***a*** – veiksmai, kurie turi būti atlikti, jei taisyklė vykdoma.



Pav 1. Verslas-klientui nukrypimų valdymo algoritmas.

Taikant šį metodą, svarbi yra koordinatoriaus rolė, kuris yra iš dalies automatizuotas (nukrypimų valdymo variklis) ir turi žmogaus sprendimo priėmimo galimybę. Koordinatorius yra tarpininkas tarp verslo valdymo

sistemos bei nukrypimų valdymo modulio bei gali koordinuoti veiklos įvykių stebėjimo ir registravimo modulį. Koordinatorius yra ta grandis, kuri perduoda nukrypimų valdymą iš vienos gyvavimo būsenos į kitą (aptikimo, diagnozės ir tvarkymo).



Pav 2. Verslas-klientui nukrypimų valdymo architektūra.

Antrame paveiksle pateikta rekomenduojama nukrypimų valdymo architektūra, grįsta trijų lygių architektūros principu, kur sistemos valdymo funkcija atlieka koordinatorius. Architektūra sudaryta iš trijų pagrindinių elementų: specialios paskirties verslas-klientui valdymo sistemos, šios sistemos įvykių registravimo ir analizavimo modulis, turintis sąsajų komunikacijai su koordinatoriumi ir verslo valdymo sistema, bei nukrypimų valdymo modulis. Nukrypimų valdymo modulis, gali būti realizuotas kaip atskira nuo verslo valdymo sistema, kaupianti tik su nukrypimais susijusią informaciją bei turinti specializuotus nukrypimų valdymo įrankius (specifikavimo, adaptavimo, kūrimo, analizės ir kt.).

Siūlomas nukrypimų valdymo sprendimas yra pažangus tuo, kad apjungia esamų sprendimų stipriąsias savybes ir išnaudoja labiausiai paplitusių verslo valdymo principų savybes. Realizuojant nukrypimą atskiru nepriklausomu nuo darbų sekų ir procesų valdymo sistemų moduliu, galima pasiekti pačių procesų palaikymo bei nukrypimų valdymo lankstumo, o taip pat užtikrina galimybę lanksčiai valdyti kontekstinę informaciją.

4 skyrius. Verslo procesų verslas-verslui nukrypimų valdymas

Skyriuje detaliau aptariami pagrindiniai egzistuojantys verslas-verslui procesams modeliuoti skirti metodai. Tai Petri tinklai ir jų pagrindu sudaryti modeliavimo kalba WF-Nets, atkreipiamas dėmesys į SOA architektūros

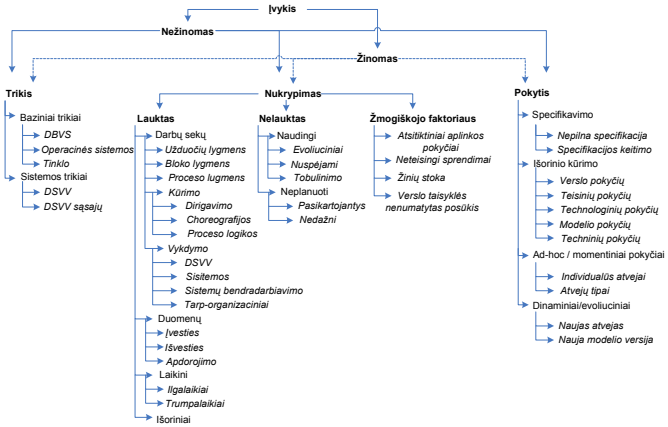
sukūrimo poreikį verslo procesams valdyti bei jos panaudojimo plačias galimybes, pristatomas bazinis SOA modelis. Toliau aptariami pripažinti verslo procesų modeliavimo standartai, išskiriant jų tipus, pagal verslo proceso gyvavimo ciklo stadijų valdymo poreikius. Kaip aktualiausias standartas akcentuojamas BPML4WS, kuris šiai dienai yra pažangiausias ir apima visas pagrindines proceso gyvavimo ciklo aprašymo notacijas. Tai ir architektūrinis modelis, proceso aprašymo, vykdymo, administravimo ir sąveikų bei choreografijos standartai. Skyriuje taip pat akcentuojamas neuroninių tinklų panaudojimo plačios galimybes ir naudingos savybes ir aptariami juodos dėžės veikimo principai; geriausios jų savybės vėliau panaudotos kuriant sprendimą.

Toliau skyriuje pristatomas sukurtas verslas-verslui procesų nukrypimų valdymo sprendimas, išpildantis lankstumo ir sistemų bendradarbiavimo principus, į kurių sąvokas ir savybes buvo itin gilinamasi. Tam, kad sukurti šį sprendimą buvo sukurta nukrypimų (žr. Pav. 3), diagnozių ir tvarkiklių taksonomijos ir nurodyti jų specifikavimo principai, taip pat sumodeliuota SOA architektūra išplečianti architektūrą bei pateiktas nukrypimų valdymo darbų sekomis algoritmas, aprašant jo vykdymo valdymo principus.

Visoms taksonomijos šakoms yra apibrėžiami svoriai (žr. 1 lentelę), kurie vėliau yra vertinami naudojant (2) formulę ir taip nustatomas aptikto nukrypimo panašumas su taksonomijoje registruotais nukrypimai (tas pats principas galioja diagnozei bei tvarkiklio parinkimui). Nukrypimas vis dar laikomas nežinomu, jei panašumą nustatanti formule grąžina ne nulio rezultatą, kitokiu atveju jis klasifikuojamas kaip žinomas, o jei rezultatas gaunamas nulis, identifikuojamas didžiausias nukrypimų panašumas.

$$S = \sqrt{\sum_{n} wi \times (ai - bi) \times (ai - bi)} \qquad (2)$$

Dviejų nukrypimų panašumo įvertinimo formulėje (žr. formulę (2)):
w_i yra i^{ojo} atributo svoris,
a_i yra i^{asis} atributas a pavyzdyje,
b_i yra i^{asis} atributas b pavyzdyje,
(a_i-b_i) yra a_i ir b_i atributų panašumas.



Pav 3. Verslas-verslui nukrypimų taksonomija.

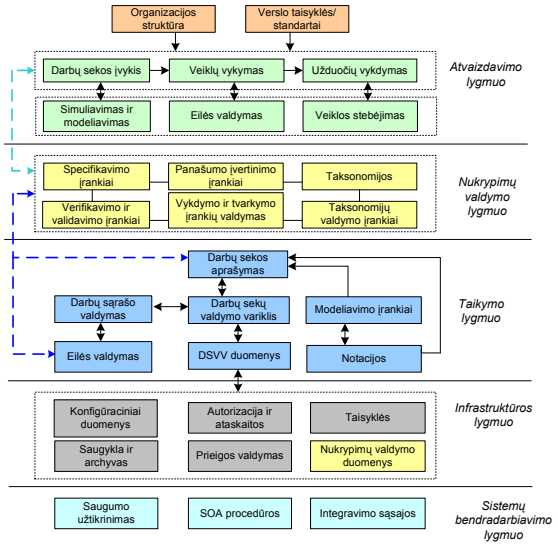
Lentelė 1. Nukrypimų, trikių ir pokyčių atributai ir svoriai.

Nukrypimas		**Trikis**		**Pokytis**	
Atributas	*Svoris*[1]	*Atributas*	*Svoris*	*Atributas*	*Svoris*
Aptinkamumas	5	Trikio vieta	5	Išankstinės sąlygos	9
Nukrypimo vieta	4	Trikio tipas	3	Pokyčio vieta	4
Aptikimo vieta	3	Žala	10	Pokyčio tipas	3
Žinomumas	6	Esama būklė	8	Pokyčio sąlygos	7
Nukrypimo tipas	3	Tvarkymo tipas	3	Keitimo procedūra	3
Sprendžiamumas	8	Tvarkymo rezultatai	7	Įtaka verslo procesui	9
Tvarkymo vieta	9	Veiksmų sąrašas	2	Pokyčio įvykdymo tipas	3
Tvarkiklio tipas	3			Pokyčio įvykdymo vieta	5
Tvarkymo metodas	10			Įvykdymo testų rezultatai	8
Žala	7			Laukiamas rezultatas	10
Diagnozės tipas	3			Įtakos lygmuo verslo procesui	10

Ketvirtame paveiksle pateikta SOA architektūra yra išplėsta papildomais nukrypimų valdymo ir sistemų bendradarbiavimo lygmenimis. Nukrypimų valdymo lygmens įterpimas tarp atvaizdavimo ir taikomojo lygmenų yra naudingas tuo, kad šiuose lygmenyse yra atliekama dauguma verslo valdymo ir interaktyvių funkcijų, kas labiausiai įtakoja nukrypimų atsiradimą. Papildomas nukrypimų valdymo lygmuo galėtų lanksčiau analizuoti procesų vykdymo logiką ir analizuoti jos rezultatus. Papildomai infrastruktūros valdymo

[1] Svoriai kiekvienam atributui nurodomi naudojant skaičius nuo 1 (žemiausias) iki 10 (aukščiausias).

lygmenyje įterpiamas nukrypimų duomenų saugojimo ir jo valdymo modulis. Šis nukrypimų valdymo lygmuo yra sukonstruotas remiantis WfMC darbų sekų variklio meta-modeliu, todėl turi ir nukrypimų specifikavimo, valiavimo ir verifikavimo įrankius, įtraukia panašumo identifikavimo procedūras, kurios glaudžiai bendrauja su taksonomijos valdymo procedūromis ir įrankiais. Šiame lygmenyje taip pat valdomos nukrypimų tvarkiklių inicijavimo procedūros. Tokiu principu sukurtas lygmuo yra lankstus tuo, kad nekeičia esamos SOA architektūros, bet ją papildo, o pats šį lygmenį išpildantis mechanizmas gali būti panaudotas ir kaip savarankiškas ir kaip integruotas verslo valdymo sistemos modulis.



Pav 4. Verslas-verslui nukrypimų valdymo architektūra.

Sistemų komunikacijos užtikrinimas nukrypimų valdyme yra itin kritinis reikalavimas, nes verslas-verslui sprendimai yra itin kompleksiniai ir dažnai sudaryti iš įvairių tam tikras funkcijas realizuojančių sistemų. Taigi siekiant lankstaus ir savalaikio nukrypimų valdymo, būtinas patikimas šių sistemų komunikavimas. Papildomas sistemų komunikavimo lygmuo reglamentuoja šių sistemų komunikavimo standartus, procedūrų šablonus bei tam reikalingas panaudoti sąsajas.

Pačių darbų sekų panaudojimas nukrypimų valdymo procedūros išpildyme naudojant darbų sekas, yra itin naudingas, patogus ir lankstus, nes darbų sekos turi rekurentinių savybių išpildymo galimybes bei deklaratyvią ir struktūrinę informaciją gebančią valdyti terpę. Tokiu būdu, nukrypimų valdymo darbų

seka, gali lengvai tapti proceso darbų sekos dalimi (t.y. sub - procesu) jos iš esmės neįtakodama. Darbų sekos yra taipogi itin tinkamos nustatant nukrypimo atsiradimo vietą, palyginant ją su aptikimo vieta, bei identifikuojant nukrypimo tvarkiklio inicijavimo vietą. Tai pasiekiama itin lanksčiai, nes darbų sekoms gali būti taikomi įvairūs simuliacijos (sekos pakartojimo iš dalies arba pilnai) metodai. Pateiktas verslas-verslui nukrypimų valdymo modelis pasižymi lankstumu, žinių valdymo savybėmis bei leidžia efektyviai spręsti verslo logikos, organizacinio pobūdžio ir žmogiškojo faktoriaus nukrypimus.

Bendrosios išvados. Atlikus e-verslo nukrypimų valdymo darbų sekomis tyrimą, seka šios išvados:

1. Atlikta verslo procesų modeliavimo analizė parodė, kad egzistuojantys metodai (Petri tinklai, veiklų diagramos ir veiklų grafai) ateityje turės būti papildyti naujomis notacijomis, siekiant sukurti lanksčias ir realaus pasaulio įvykių darbų sekų valdymo sistemas atvaizduojančius standartus. Šiuo metu egzistuojančios verslo valdymo technologijos jau pamažu yra pritaikomos prie nukrypimų valdymo poreikių ir kuriami atitinkami įrankiai. Nukrypimus jau tampa įmanoma iš dalies aprašyti darbų sekų valdymo aplinkoje, tačiau vis dar stokoja daugumos lankstaus nukrypimų valdymo savybių ir funkcijų, o taip sąsajos tarp verslo valdymo sistemų, nukrypimų žinių valdymo bei žmogaus sprendimų interpretavimo.
2. Šiuo metu turimi nukrypimų valdymo modeliai yra informatyvūs ir iš dalies inovatyvūs, bet nesuderinami su verslo valdymo kūrimo technologijomis. Siekiant sukurti komercinio pobūdžio pritaikomą nukrypimų valdymo modelį, esamos technologijos turi būti papildytos lankstumą ir sistemų bendradarbiavimą įgyvendinančiomis savybėmis ir funkcijomis (kurias apibrėžia esami architektūros kūrimo ir procesų kūrimo bei valdymo standartai).
3. Panaudojant antrame skyriuje atliktos analizės išvadas, buvo sukurtas verslas-klientui procesų nukrypimų valdymo modelis, apjungiantis žinių valdymo ir intelektualaus sprendimo modelius. Naujas modelis buvo sukurtas analizuojant jam keliamus tikslus ir išskiriant reikiamus įvykdyti uždavinius, o vėliau išpildant šiuos reikalavimus pasirinktomis tinkamiausiomis technologijomis ir metodais. Nukrypimų specifikavimui buvo pasirinktas JECA taisyklių modelis, dėl savo konteksto vertinimo savybių. Tyrimo rezultatai buvo išbandyti ir taikomi praktikoje, gamybos bei telekomunikacijų srityse, išpildant darbų sekų valdymo sistemų palaikymą
4. Verslas-verslui nukrypimų valdymo modelis buvo sukurtas remiantis darbų sekų metodu, apjungiant stipriąsias WfMC darbų sekų valdymo

bazinio modelio ir SOA architektūros savybes. Tam buvo į architektūrą įterpti nukrypimų valdymo ir sistemų komunikavimo tiksliniai lygmenys. Sukurtos nukrypimų, jų diagnozių ir tvarkiklių taksonomijos ir apibrėžti jų specifikavimo principai. Rekomenduojamas nukrypimų valdymo modelis yra pilnai grįstas darbų sekų principus, išnaudojant rekurentines ir įterptinių darbų sekų savybes. Tyrimo rezultatai yra taikomi rengiant e-verslo ir e-vyriausybės galimybių studijas.

Publikuoti darbai disertacijos tema

Tarptautinių duomenų bazėse referuojamuose periodiniuose leidiniuose

1. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Towards e-Business Application Flexibility: Avoiding Human Factor Exceptions. WSEAS Transactions on Systems, Issue 11, Volume 5, ISSN: 1109-2777, 2006, pp. 2554-2562.
2. D. Vojevodina, G. Kulvietis. From Critical Exceptions to Reliable Process Cases in E-business Models. WSEAS Transaction on Systems, Issue 1, Volume 5, ISSN: 1109-2777, 2005, pp. 248-256.
3. D. Vojevodina, G. Kulvietis, Change and Exception in Business Processes: Handling Differences, WSEAS Transactions on Systems, Issue 10, Volume 4, ISSN-1109-2777, 2005, pp. 1658-1668.
4. D. Vojevodina, G. Kulvietis. The Differences of B2B and B2C Workflow Exception Handling. Lithuanian mathematics fellowship. Lithuanian mathematics collection, Volume 45, Special Issue, ISSN: 0132-2818, 2005, pp. 180-190.
5. D. Vojevodina. Business Process Exception Handling Using Workflow Methods. Lithuanian Mathematics Collection, ISSN: 0132-2818, Volume 43, Special Issue, p.310-315, 2003.

Kituose tarptautiniuose ir Lietuvos periodiniuose leidiniuose

6. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Business Process Unpredictable Exception Handling Using Workflow Method. ISD‘2004 Doctoral Consortium. Scientific Proceedings of Riga Technical University, Series 5, Vol. 22, ISSN 1407-7493, 2005, pp. 68-75.
7. D. Vojevodina, G. Kulvietis. E-business workflow: requirements and realization. Scientific Proceedings of Riga Technical University in Series 7, Volume 4, ISSN: 1407-8880, 2003, p. 25-28.
8. D. Vojevodina. Workflow Exception Handling. Collective Works of XIX Reunion , Book III, Lithuanian Catholics Scientific Academy, ISSN 1392-0499, 2003, pp. 1191-1197.

Kituose leidiniuose

9. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Butterfly Effect in Exception Management: Preventing Cause and Stopping Reaction. Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Applied Informatics and Communications (AIC’06), ISBN: 960-8457-51-3, ISSN: 1790-5117, 2006, pp.200-207.
10. D. Vojevodina, G. Kulvietis. B2B and B2C Process Nature Influence in Their Exception Handling. Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Dynamical Systems and Control (CONRTOL’05), ISBN: 960-8457-37-8, 2005, pp.97-102.
11. D. Vojevodina, G. Kulvietis, P. Bindokas. The Method for E-Business Exception Handling. IEEE Computer Press, ISDA’05, ISBN: 0-7695-2286-6, 2005, pp. 203-208
12. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Business Process Unpredictable Exception Handling using Workflow Based Method. Proceedings of the WSEAS International Conference: 5th international Conference on Simulation, Modelling and Optimisation (SMO’05), Issue 1, Volume 5, ISSN: 1109-2777, 2005, pp. 248-256.
13. D. Vojevodina. Exception Handling Automation in E-business Workflow Processes. Proceedings of CAiSE’05 Doctoral Consortium, 2005, pp. 42-54.
14. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Office Activity Procedure Exception Handling Realization Difficulties. Proceedings of CAiSE’04 Workshops, Vol. 2, 2004, pp.194-201.
15. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Computer Decomposed workflow method for run-time office activity procedure exception handling. Proceedings of Conference on Information Technologies’2004, Technology, UDK 004(474.5)(06) Li 301, 2004, p. 400-405.
16. D. Vojevodina, G. Kulvietis. The Algorithm and logic architecture for exception handling in the workflow processes. Proceedings of Conference on Information Technologies for business’ 2004, Technology, ISBN 9955-09-649-7, 2004, pp. 237-243.
17. D. Vojevodina, G. Kulvietis. Groupware for Intelligent Business Model Implementation. Proceedings of Conference on Information Technologies for Business’ 2003, Technology, ISBN 9955-09-649-7, 2003.
18. D. Vojevodina. Groupware technologies and workflow usage. Scientific Conference on Information Technologies: Theory, Practices and Innovations, Alytus, 2003, p.124-128.

Trumpos žinios apie autorių

2000 m. įgijo informatikos mokslo bakalauro laipsnį Kauno technologijos universitete, Informatikos fakultete, apgynusi bakalauro baigiamąjį darbą tema „Ledų įmonės kompiuterinė sistema“. 2001 m. įgijo Certified Lotus

Professional sertifikatą. 2002 m. įgijo informatikos inžinerijos mokslo magistro laipsnį Vilniaus Gedimino technikos universitete, Fundamentinių mokslų fakultete, apgynusi magistro tezes tema „Gamybos įmonės nukrypimų valdymas darbų sekų metodu“. Dovilės Vojevodinos baigiamasis magistro darbas 2002 m. LIKS ir IBM konkurse laimėjo geriausio magistranto darbo vardą. 2002 – 2006 Dovilė Vojevodina tęsė studijas informatikos inžinerijos doktorantūroje ir rengė disertaciją.

Įgytas žinias Dovilė Vojevodina taiko kuriant informacines sistemas bei jų koncepcijas (dokumentų bei projektų valdymo, portalo, e-paslaugų ir kt.), o taip pat konsultuoja įmones pasirenkant veiklos valdymo sistemas ir rengiantis jų diegimui.

MODELLING OF E-BUSINESS PROCESS EXCEPTION HANDLING USING WORKFLOW METHOD

Topicality of the problem – Through e-business has emerged not that long time; it has already evolved very much and to this day is a key element in business, government and citizen or employee life. This proves the number of branches of e-business which are dedicated for various business environments and held goals and methods dedicated to reach them. Government and business societies agrees that e-business has its uses in effectively combining connected business and government processes, citizens and employees agrees that e-business is a very attractive and convenient form of performing regular task as of social, as of business area.

To this day already exists quite a number of non-profit societies (WfMC, BPMI.org, BPMG.org, OMG), which mostly are created from leading commercial and scientific representatives working in the same goal to create and improve the standards for reliable and flexible business management environments and supporting tools. To this day, already exist more than 200 of commercially available BPM solutions. While quite an amount of them do not correspond to high requirements held for such solutions to this day, still big part of them are dedicated to high level flexible and inter-operability features realising business solution implementation. What is still a problem with e-business solutions and its tools is the lack of reliability and ability to reflect real world changes. The situations of which nor the business representatives, nor e-business applications were aware occur more often than expected. These situations cause can be of most unimaginable nature: organisational, legislation changes, fast evolution of leading technologies, even human mind. Regretfully, to this day, there does exist any e-business supporting application or instrument

which would help to deal or at least manage the damage of such unexpected and unpredicted situations, which further will be addressed as exceptions.

Such lacks of e-business technologies impede with usage and implementation of many e-business solutions, which would save people's time and minimise the effort needed to fulfil particular procedures. The other obstacle is the lack of user satisfaction and trust to existing e-business technologies. This clearly shows recently performed questionings (performed by widely used Internet pages: www.klase.lt and www.elektronika.lt). The results shows that only 45% of respondents trust e-business technologies and 30% does not trust, but are forced to use them, while 19% uses these technologies only for managing small deals because of the same trust reasons.

Many world wide commercial and independent organisations, such as Gartner, Capgemini, Forrester, Bruse Silver Associates and many others, makes the annual reports and surveys on this matter, evaluating the progress of improves of e-business technologies and evaluating current commercial products. And only 62% of citizens are satisfied with e-government services, while average time saved for performing e-services could save up to 81% of person's minutes. Various results show that there are still many spaces for improves of e-business technologies and gaining trust in using them while performing critical business operations and managing simple user accounts.

Aim and tasks of the work – The object of the research is business process exceptions (BPE). Tasks held for this research achievement are:

- To analyse business process modelling methods:
  - To evaluate workflow method usage for business process modelling,
  - To perform the analysis of workflow modelling technologies,
  - To classify exceptions detected in business processes,
- To analyse existing business process exception handling models:
  - To analyse exception handling models in B2C environment,
  - To analyse exception handling models in B2B environment,
  - To evaluate workflow method usage in business process exception handling,
- To present business process B2C exception handling model:
  - To present B2C exception handling algorithm,
  - To present B2C exception handling realisation schemes,
- To present business process B2B exception handling model:
  - To evaluate existing B2B technologies,
  - To present B2B exception handling algorithms,

- To present B2B exception handling realisation schemes using workflow method,

- To summarise research results and to present the conclusions and further research tasks and objects.

Scientific novelty

Regardless the great possibilities of BPM technologies, they still lack the true exception, which are totally unpredicted and unknown to implemented business process, handling instruments. The demand for such instruments is great, as the same nature of business process is totally unpredictable, and having in mind that human decisions are not always interpretable by machines, exceptions are situations, which can raise critical consequences to consumer, business process and its managing company.

Still there are only several solutions created to solve B2C branch of e-business exceptions in an intelligent way, while B2B has still none. The already created solutions and instruments are still of scientific nature and can not be widely used, because of their complexity and flexibility lack. The other such nature solutions are developed for particular cause and only for selected instruments and working environment.

During this research the classification and taxonomy of exceptions were created, which basically separate them into three separately manageable branches: exception, change and failure. For solution support, the taxonomies of exception diagnosis and handler were also created and discussed. And finally, for intention of creating the better result of selected solution, the deep analysis of currently available technologies and methodologies were performed, which resulted in comparable study.

The methods of exception handling presented in this research, for B2C and B2B environments combine some of already invented methods for exception handling and integrate the best practices of managing business processes. In such a way the created solutions gains flexibility of their usage and support, possess features of inter-operability, which insures independence from BPM platforms and can be implemented as integrated or totally self-standing collaborative solution. The results of research can also be used in e-government solution realisation.

Methodology of research includes:

- Analysis of scientific technical literature on workflow and business process exceptions,
- Analysis of several most popular commercial business process management and workflow management technologies/software,

- Analysis of most existing scientific workflow and exception management tools,
- Analysis of current business demand and market in business process as workflow management area,
- Definition of assumptions for flexible workflow exception management and their testing in several commercial software environment,
- Definition of achieved results and their effectiveness and also usefulness evaluation.

Practical value. The achievements are following:

- The G2G and G2B realisation feasibility study and exception handling issue discussion was performed at UAB ERP company's projects. Such like Lithuanian e-government platform creation feasibility study and requirement analysis for e-services realisation.
- The B2B solution implementation in the biggest Latvian pharmaceutical company Grindeks. The solution is totally based on business process management using workflow.
- The G2C portal implementation in Lithuanian Ministry of Finance, based on flexible platform realises e-services delivery possibilities using workflows.

The scope of the scientific work. The scientific work consists of the general characteristic of the dissertation, four chapters, and conclusions, list of literature and list of publications. The total scope of the dissertation – 151 pages, 64 pictures and 17 tables.

3. Conclusions

After finishing the research on e-business exception handling using workflow methods, the following conclusions are made:

1. The performed analysis of business process modelling leads to the assumption, that currently existing methods (like Petri-nets, flowcharts and activity diagrams) will be improved with an aim to create more efficient workflow management systems and notations, reflecting real world situations. Existing BPM technologies is already adapting to evolving process notations and BPM demands, and enhance them with exception management instruments. The exceptions itself can be described and stored in quite informative way (even to this day) and leaves space for their definitions' additions. Unfortunately, current BPM technologies and

exception descriptions lack communication interface with each other (also including a human involvement).

2. Currently available exception management models are informative and in some way innovative, but are not that compatible with existing BPM technologies creations trends, as it would be needed. Therefore, seeking to create commercially adaptable exception handling models, currently existing technologies must be enhanced with flexibility and inter-operability features realisations possibility. In some cases, the combinations of several models would bring even more value (like combining CBP and intelligent problem solving model).
3. Using the results of the conclusion three, the combined method for solving B2C exception was composed. The method was achieved by identifying raised goals to exception handling and completion of the projection of these goals on selected technologies and methods. The exception specification model was described using JECA rules, while exception handling model was created combining CBR and intelligent problem solving methods. The results of achievement were implemented in practice, in the production and telecommunication companies for workflow based system support.
4. The method for B2B exception handling using workflow method was created. The method was achieved combining the strongest sides of WfMC reference model and SOA architecture. The created architecture supplements the existing SOA architecture with two additional layers for exception handling and inter-operability realisation. The full classification of e-business exceptions was created and transformed into exception taxonomy. For better flexibility achievement in performing detection, diagnosis and handling phases, the taxonomies on diagnosis and handlers were also performed. The presented method fully performs exception handling using workflow, which also has supportive workflow for repetitive tasks. Introduced method results are already being used in creation of e-business and e-government realisation strategies, addressing selective issues.

About the author

Dovilė Vojevodina was born in Mažeikiai, on 15 of November 1977.

First degree was gained in Informatics Science, Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology, 2000, after defending the bachelor work "The computer system of ice-cream factory". In the year of 2001, she gained the Certified Lotus Professional certificate. Master of Science in Informatics Engineering, Faculty of Fundamental Sciences, Vilnius Gediminas Technical

University, 2002, was received after defending the master theses on "Workflow exception handling using workflow method in production factory". Her master thesis won the contest of the 2002 year LIKS and IBM best master research. During 2002–2006 year – PhD student of Vilnius Gediminas Technical University.

Dovilė Vojevodina is using her gained knowledge and experience in creation of information systems and their conceptions (document and project management, portal, e-services and etc.), also consulting the commercial companies in choosing information system and on the preparation process of their implementation.

Dovilė Vojevodina

E-VERSLO PROCESŲ NUKRYPIMŲ VALDYMO MODELIAVIMAS DARBŲ SEKŲ METODU

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

Dovilė Vojevodina

MODELLING OF E-BUSINESS PROCESS EXCEPTION HANDLING USING WORKFLOW METHOD

Summary of doctoral dissertation
Technological Sciences, Informatics Engineering (07T)

SL 136. 2005 00 00. 1,75 apsk. leid. l. Tiražas 100 egz.
Leido Vilniaus Gedimino technikos universiteto
leidykla „Technika“, Saulėtekio al. 11, LT–10223 Vilnius-40
Spausdino UAB „Sapnų sala“, S. Moniuškos g. 21–10, LT–08121 Vilnius