

POSLOVNA PRAVILA V VEČAGENTNIH SISTEMIH

Dejan Lavbič, Rok Rupnik, Marko Bajec, Marjan Krisper

Laboratorij za informatiko

Fakulteta za računalništvo in informatiko

Univerza v Ljubljani

Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija

Tel: +386 1 476 83 67; fax: +386 1 476 87 04

e-mail: Dejan.Lavbic@fri.uni-lj.si

ABSTRACT

The paper presents the incorporation of business rules into multi-agent systems. Agent-Oriented Software Engineering is a new paradigm in developing information systems, targeted especially at distributed systems. With business rules we would like to propose a new layer of abstraction, where business users could manage the rules, despite of their lack of knowledge of programming languages. For that reason a metamodel for the use of rules at different aspects in multi-agent systems is presented.

1 UVOD

Agentna usmerjenost je nova paradigma na področju programske opreme in informacijskih sistemov. Večagentni sistemi predvsem veliko obetajo na področju porazdeljenih informacijskih sistemov. Poslovne procese obvladujejo in usmerjajo akterji (ljudje ali agenti), ki morajo upoštevati socialno dinamiko pri komunikaciji med posamezniki in ustanovami. V okviru poslovnih procesov govorimo o poslovnih pravilih, ki temeljijo na politiki poslovanja. Prispevek predstavlja integracijo poslovnih pravil in sistemov za izvajanje pravil v okolje večagentnih sistemov. Raziskava omenjene integracije je pokazala, da gre za zahtevno področje, predvsem zaradi različnih idej, ki se pri obeh področjih pojavljajo. Smiselnost integracije lahko upravičimo z vedno večjo vlogo sistemov za izvajanje pravil. Zaradi vedno večje dinamike na področju večagentnih sistemov, je uporaba pravil v okviru teh sistemov glede na rezultate raziskave zelo primerna. Spremembe lahko tako učinkovito obvladujemo v okviru poslovnih pravil oz. sistema za izvajanje poslovnih pravil, ki jih ustrezno ločimo od ostalega izvajalnega dela.

Prispevek v razdelku 2 predstavlja inteligentne agente, osnovne koncepte inteligentnih agentov in delovanje v večagentnih sistemih. V nadaljevanju razdelek 3 opisuje področje poslovnih pravil, kjer so opredeljena na ravni poslovne domene in operativni ravni informacijskega sistema. Osrednji del prispevka, v razdelku 4, opredeljuje možna področja integracije pravil oz. sistemov za izvajanje pravil v večagentne sisteme. Na metamodelu uporabe pravil so prikazani osnovni koncepti in

opredelitev uporabe pravil za predstavitev znanja, obvladovanje medsebojnega sodelovanja in upravljanja z agenti.

2 AGENTI IN VEČAGENTNI SISTEMI

Pri agentno usmerjenem pristopu razvoja informacijskih sistemov se pojavljajo naslednji osnovni pojmi: **agent**, **vzajemno sodelovanje** in **organizacija večagentnega sistema**, ki bodo predstavljeni v nadaljevanju pričujočega razdelka.

2.1 Agenti

Ker se agenti uporabljajo na številnih področjih, trenutno ne obstaja enotne opredelitve pojma agent. Obstaja splošno prepričanje, da je **avtonomija** ključna lastnost agenta, medtem ko ostale lastnosti niso tako enotno opredeljene, saj so na različnih področjih uporabe pomembne različne lastnosti.



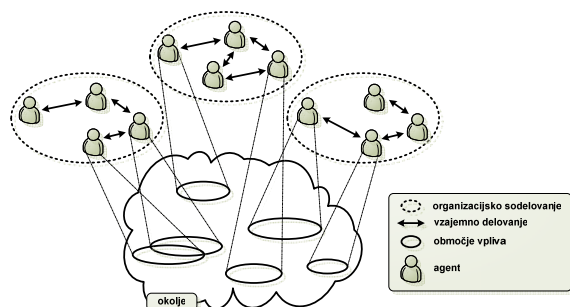
Slika 1: Agent v svojem okolju.

Eno splošnejših opredelitev agenta je podal M. Wooldridge [4], ki pravi, da je **agent računalniški sistem, ki je nameščen v okolje in je sposoben avtonomnih akcij v tem okolju z namenom, da doseže načrtovane cilje.**

2.2 Večagentni sistemi

Slika 2 prikazuje značilno zgradbo večagentnega sistema kot množico agentov, ki s pomočjo komunikacije vzajemno sodelujejo. Agenti se na okolje odzivajo in v njem tudi delujejo, pri tem pa imajo v okolju različna območja vpliva. Med temi območji lahko v nekaterih primerih pride do preseka, kar pripelje do povečane odvisnosti med agenti (npr. dva agenta lahko oba izvedeta določeno dejanje, vendar ne sočasno). Agenti so med seboj povezani z različnimi razmerji; pogosto uporabljano je npr. razmerje moči, s katerim eden od agentov postane ostalim nadrejen.

Večagentni sistemi so zelo uspešni pri podpiranju porazdeljenih procesov za obvladovanje znanja. Agenti za pridobivanje znanja so eni najbolj uspešnih programskih rešitev agentov, še posebej v okolju svetovnega spleta [5], kjer poznamo specializirane agente za zbiranje informacij, ki dostopajo do različnih porazdeljenih informacijskih virov glede na lastnosti in zanimanja uporabnika. Po drugi strani je prav tako pomemben prenos znanja od akterja, ki je znanje ustvaril, do mesta, kjer je to znanje potrebno, kar zopet predstavlja eno od opravil, primernih za podprtje z večagentnimi sistemi.



Slika 2: Organizacija večagentnih sistemov.

Večagentni sistemi so zelo učinkovit način razvoja porazdeljenih sistemov. Raziskave na tem področju so usmerjene predvsem na lažjo in hitrejšo komunikacijo človeka z računalnikom. Agenti so se pokazali kot zelo uporabna orodja pri usklajevanju in načrtovanju v okolju, kjer imamo več akterjev, kateri morajo opravljati določena opravila [4, 13]. Za obvladovanje kompleksnosti in dinamike prispevek v razdelku 4 opisuje uporabo pravil v okviru večagentnih sistemov. V naslednjem razdelku pa bo predstavljeno področje poslovnih pravil.

3 POSLOVNA PRAVILA

Poslovno pravilo lahko opredelimo na ravni poslovne domene ali na operativni ravni informacijskega sistema [12]. Poslovno pravilo na ravni poslovne domene je vsekakor bolj temeljni koncept. V nekaterih primerih ga lahko z določeno stopnjo avtomatizacije implementiramo v informacijskem sistemu v obliki specifikacije izvajanja. Cilj novih tehnologij bi vsekakor moral biti v večji podpori poslovnim pravilom v obliki višjenivojskih specifikacij, ki jih lahko izvajajo tudi računalniki.

Modeliranje poslovnih pravil, ločeno od ostale izvajalne logike, nam prinaša večjo prožnost. Še posebej na področju informacijskih sistemov, kjer poslovni analitik, ki ponavadi poslovna pravila pripravi, nima ustreznega znanja programskih jezikov, da bi pravila naknadno popravil. V praksi pa pride do spreminjanja poslovnih pravil bolj pogosto, kot do spreminjanja programskih rešitev. Izločitev poslovnih pravil iz poslovne logike prav tako vodi do boljše strukturiranosti sistema, kar seveda izboljša in poenostavi vzdrževanje.

3.1 Poslovna pravila na ravni poslovne domene

Na ravni poslovne domene je poslovno pravilo opredeljeno kot:

- trditev o načinu poslovanju, npr. o smernicah in omejitvah glede na stanje in procese v organizaciji [6]
- zakon ali običaj, ki usmerja obnašanje ali akcije akterja, povezanega z organizacijo [7]
- izjava o politiki ali pogojih, ki jih je potrebno izpolniti [8]

Poslovno pravilo temelji na politiki poslovanja. Primer politike poslovanja podjetja za izposajo avtomobilov je "strankam se lahko izposojajo le avtomobili, ki so tehnično ustrezni". Poslovna pravila so deklarativne izjave, saj opisujejo kaj je potrebno narediti ali kaj mora držati in ne kako.

Poslovna pravila so tudi izjave, ki izražajo del politike poslovanja, kot je opredelitev poslovnih izrazov, etičnih dolžnosti (deontic assignments) v obliki pravic, moči in obveznosti ter operacij v deklarativni obliki (brez opisa podrobnosti implementacije).

Literatura v splošnem opredeljuje tri različne skupine poslovnih pravil [12]:

- **omejitve integritete**, ki se imenujejo tudi omejitvena pravila (Primer: Stranka, ki želi izposajo avtomobila, mora biti stara najmanj 25 let)
- **izpeljana pravila** (Primer: Cena izposoje avtomobila je enaka ceni izposoje skupine avtomobila, v katero le ta spada)
- **odzivna pravila** se imenujejo tudi reakcijska ali avtomatizacijska pravila. (Primer: Ko pride zahteva po rezervaciji avtomobila določene skupine, mora podružnica na sedežu podjetja preveriti ali prosilec ni na seznamu slabih strank)

Četrta skupina poslovnih pravil, **etične dolžnosti** (npr. samo ravnatelj podružnice lahko strankam dodeli dodatne popuste), je le delno opredeljena. Predlog [9] pravi, da lahko pooblastitev tudi obravnavamo kot poslovno pravilo.

3.2 Poslovna pravila na ravni informacijskega sistema

V določenih primerih lahko poslovna pravila na ravni poslovne domene enostavno pretvorimo v izvajalno kodo na ravni informacijskega sistema, kot je to povzeto v tabeli 1.

Področja, kamor se poslovna pravila pri implementaciji preslikajo, so večinoma omejena na različne programske jezike, podatkovne baze in ekspertne sisteme. Na tržišču obstajajo tudi določeni produkti, ki nam olajšajo

omenjeno preslikavo z uvedbo dodatni ravni z različnimi stopnjami abstrakcije.

Koncept	Implementacija
omejitev integritete	IF-THEN stavek v programskih jezikih DOMAIN, CHECK in CONSTRAINT stavki v opredelitvi SQL tabele CREATE ASSERTION stavek v opredelitvi SQL podatkovne sheme
izpeljano pravilo	SQL stavek CREATE VIEW deduktivna podatkovna baza pravil (Prolog)
odzivno pravilo	IF-THEN stavek v programskih jezikih CREATE TRIGGER stavek v SQL produkcijsko pravilo v ekspertnih sistemih

Tabela 1: Preslikava poslovnih pravil iz ravni poslovne domene na raven informacijskega sistema, s tehnologijo, ki je trenutno na voljo.

Eden vodilnih na tem področju je ILOG [15], ki ima v svoji ponudbi številna orodja. Eno od njih je tudi ILOG JRules, ki predstavlja celostni sistem za izvajanje in obvladovanje poslovnih pravil ter je primerno za poslovne uporabnike, kot tudi za programerje, ki lahko določene preslikave še bolj eksplicitno določijo [3].

4 UPORABA PRAVIL V VEČAGENTNIH SISTEMIH

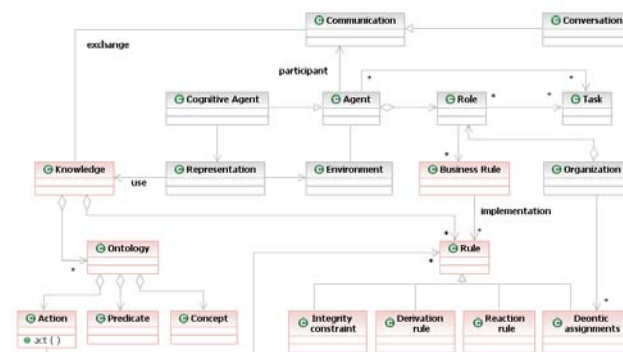
Večagentni sistemi v zadnjem času počasi postajajo vedno bolj uporabljan način razvoja porazdeljenih informacijskih sistemov. Z lastnostmi, ki so predstavljena v razdelku 2, omogočajo bolj prilagodljivo načrtovanje in implementacijo, predvsem porazdeljenih sistemov. Uporaba pravil pri implementaciji informacijskih rešitev pa prinaša boljše prilagodljivost, kot je to omenjeno v razdelku 3. Pri uporabi pravil v večagentnih sistemih se tako odpira več področij uporabe, kjer je integracija smiselna in nam prinaša dodano vrednost. Izločitev pravil iz poslovne logike prav tako vodi do boljše razdeljenosti sistema, kar seveda izboljša in olajša vzdrževanje. Možna področja integracije pravil v večagentne sisteme lahko tako strnemo v:

- **predstavitev znanja**
 - interno delovanje agenta
 - interna predstavitev spomina
 - profil uporabnikov
- **obvladovanje medsebojnega sodelovanja**
 - pogajanje
- **upravljanje z agenti**
 - opredelitev politike delovanja

V nadaljevanju bodo omenjeni predlogi predstavljeni bolj podrobno. Med zgoraj opredeljenimi področji obstajajo preseki, saj je npr. predstavitev znanja za interno

delovanje agenta močno povezana z opredelitvijo politike delovanja, ki je omenjena pri upravljanju z agenti.

Zaradi lažjega razumevanja je na sliki 3 prikazan metamodel uporabe pravil v večagentnih sistemih. Izhodišče pri izgradnji je predlog metamodela večagentnega sistema, skupine AOSE TFG2 [14] v okviru združenja AgentLink.



Slika 3: Metamodel uporabe pravil v večagentnih sistemih.

Del metamodela na sliki 3, ki je označen s sivo barvo, predstavlja združitev številnih predlogov na področju večagentnih sistemov: ADELFE, Gaia, INGENIAS, PASSI, RICA in Tropos. Prispevek predlaga elemente, potrebne za integracijo koncepta pravil v okvir večagentnih sistemov, ki so na metamodelu označeni z rdečo barvo.

Osrednjo vlogo igra **agent**, ki se nahaja v svojem okolju. Za **kognitivnega agenta** velja, da si lahko ustvari tudi svojo **predstavitev okolja**. Agent pa je lahko tudi del okolja ostalih agentov – zato v metamodelu med entitetama agent in okolje ni usmerjene povezave. Agent z ostalimi **komunicira**, z določenim namenom pa lahko uporablja tudi (FIPA) pogovor (pogajanja). Agent lahko opravlja določene **vloge**, nekateri agenti pa lahko izvajajo **naloge** brez vlog. **Organizacija** je sestavljena iz več agentov in tudi vlog, kar je prikazano s povezavo med agentom in organizacijo preko vloge.

V metamodelu uvajamo **znanje** (knowledge), ki se izmenjuje v medsebojni komunikaciji med agenti. Prav tako je znanje osnova za predstavitev okolja kognitivnega agenta. Baza znanja je v splošnem sestavljena iz **ontologij** (Ontology) in **pravil** (Rule). Ontologije predstavljajo eksplicitno predstavitev strukture problemske domene. Ontologijo sestavljajo **koncepti** in kategorije domene, **akcije**, ki se izvajajo v domeni in spreminjajo stanje konceptov ter **predikati** trditev o določeni podmnožici domene (npr. o stanju konceptov). V okviru znanja igrajo pomembno vlogo **pravila**, ki jih v večagentnem sistemu lahko opredelimo kot implementacijo formaliziranih **poslovnih pravil**. V metamodelu na sliki 3 so omenjene vse glavne vrste pravil: **omejitev integritete**, **izpeljana pravila**, **odzivna pravila** in **etične dolžnosti**. Z organizacijo so neposredno

povezane **etične dolžnosti**, saj v obliki moči, pravic in obveznosti opredeljujejo strukturo etike v organizaciji. Kot je že bilo omenjeno, agent opravlja svoje delo v skladu z vlogo, ki mu je dodeljena. Vlogo pa omejujejo poslovna pravila, ki jih je potrebno upoštevati pri delovanju organizacije.

Vsa predlagana področja integracije pravil v večagentne sisteme lahko identificiramo tudi v predstavljenem metamodelu.



Slika 4: Uporaba pravil pri predstavitvi znanja.

Uporaba pravil pri **predstavitvi znanja** predstavlja entiteti znanje (Knowledge) in predstavitev okolja (Representation), kot je prikazano na sliki 4, saj so pri učinkoviti predstavitvi znanja pravila (Rule) nujno potrebna. V percepcijo okolja, uvrščamo tudi profil uporabnikov oz. kontekst, kot širši pojem.



Slika 5: Uporaba pravil pri obvladovanju medsebojnega sodelovanja.

Slika 5 prikazuje del metamodela, ki predlaga uporabo pravil pri **obvladovanju medsebojnega sodelovanja**, v povezavi s komunikacijo (Communication) in znanjem (Knowledge).



Slika 6: Uporaba pravil pri upravljanju z agenti.

Upravljanje z agenti lahko v metamodelu vidimo v povezavi vloge (Role) s pravili (Rule) preko poslovnih pravil (Business Rule), kot je prikazano na sliki 6. Gre predvsem za opredelitev politike delovanja, kjer mora biti določeno, kdaj se agent začne izvajati, katere elemente iz okolja potrebuje za svoje delovanje itd.

5 ZAKLJUČEK

Poslovna pravila so, kot pravila, v večji meri implementirana kot omejitve in prožilci v kontekstu podatkovnih baz, produkcijska pravila v ekspertnih sistemih in IF-THEN stavki v različnih programskih jezikih. V prispevku to razširimo na področje večagentnih sistemov, kjer je predlagana uporaba pravil za predstavitev znanja, obvladovanje medsebojnega sodelovanja in upravljanje z agenti. V ta namen je bil razvit metamodel uporabe pravil v večagentnih sistemih. Integracija pravil v večagentne sisteme lahko izboljša kakovost in enostavnost razvoja rešitev z uporabo poslovnih pravil. Tako imamo ločeno izvajalno raven in poslovno raven, kjer lahko analitiki, brez potrebe poznavanja programskih jezikov, obvladujejo poslovna pravila. Omenjena integracija postane veliko bolj enostavna, če so poslovna pravila

zapisana in dostopna v enotni obliki. Na področju, ki se ukvarja s takim zapisom, so aktivne številne raziskovalne skupine. Trenutno je najbolj obetajoč predlog zapisa pravil RuleML, ki je pripravljen tudi za področje semantičnega spleta in posledično tudi za večagentne sisteme.

Reference

- [1] W3C World Wide Web Consortium: *Comparing Rule-Based Systems*, <http://www.w3.org/2000/10/swap/doc/rule-systems>, julij, 2005.
- [2] Rosenberg F., Dustdar S.: *Business Rules Integration in BPEL – A Service-Oriented Approach*, 7th International IEEE Conference on E-Commerce Technology (CEC 2005), 19. – 22. julija 2005, München, Nemčija.
- [3] Bajec M.: *Opredelitev izhodišč za celovito obvladovanje poslovnih pravil v organizacijah*, doktorska dizertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2001.
- [4] Wooldridge M.: *An Introduction to Multiagent Systems*, John Wiley & Sons, 2002.
- [5] Mohammadian M.: *Intelligent Agents for Data Mining and Information Retrieval*, Idea Group Publishing, 2004.
- [6] Herbst H.: *Business Rule-Oriented Conceptual Modeling*, Contributions to Management Science, Springer-Verlag, 1997.
- [7] Assche Van, F.: *Information systems development: A Rule-based approach*, Knowledge-Based Systems, 1(4), 227-234, 1998.
- [8] *Object Management Group*: <http://www.omg.org>, september, 2005.
- [9] Hay D., Healy K. A.: *Defining business rules – What are the really?*, Technical report 1.3, The Business Rules Group, http://www.businessrulesgroup.org/first_paper/br01c0.htm, julij 2000.
- [10] Java Community Process: *JSR 94 – Java Rule Engine API*, <http://jcp.org/about/Java/communityprocess/final/jsr094/index.html>, september, 2005.
- [11] *RuleML Initiative*: <http://www.ruleml.org>, september, 2005.
- [12] Taveter K., Wagner G.: *Agent-Oriented Enterprise Modeling Based on Business Rules*, 20th International Conference on Conceptual Modeling (ER2001), Yokohama, Japonska, Springer-Verlag, 2001.
- [13] Lavbič D.: *Uporaba inteligentnih agentov*, diploma, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 2004.
- [14] Cossentino M., Bernon C., Pavòn J.: *Modelling and Meta-modelling Issues in Agent Oriented Software Engineering: The AgentLink AOSE TFG Approach*, AgentLink III – AOSE TFG2, Ljubljana, Slovenija, 2005.

[15] ILOG, <http://www.ilog.com>, september, 2005.