

Multiagentné systémy príčinou vyššej konkurencieschopnosti výrobných a logistických podnikových procesov (1)

Podnik sa skladá z procesov, z ktorých tri sú jadrové procesy, a to proces vývoja produktu, proces úplného splnenia objednávky-OFP a proces zákazníckeho servisu. Zvýšenie konkurencieschopnosti podniku pri obtiažnej predikovateľných požiadavkách trhu možno realizovať pomocou multiagentného systému (MAS). MAS modelujúci a realizujúci OFP proces obsahuje agenty na ovládanie objednávky, riadenie zásob, výrobné plánovanie, kapacitné plánovanie, materiálové plánovanie, riadenie výroby (shop floor), ovládanie sietí dodávateľských reťazcov a pre výrobu. Opisujeme základné vlastnosti MAS, vyjednávanie agentov s použitím CNP (Contract Net Protocol) protokolu. Príklady použitia MAS sa týkajú riadenia výroby, riadenie dodávateľských reťazcov SCM (Supply Chain Management) potravinárskych podnikov v EÚ. Stručne opisujeme rozvrhovanie výrobných a logistických procesov pomocou MAS od spol. Magenta Technol.

1. Aké sú najdôležitejšie procesy v podniku, čo môže zlepšiť konkurencieschopnosť a prečo používať multiagentné systémy

Podnik sa skladá z procesov a všeobecne podporuje tri jadrové procesy, a to: (1) proces vývoja produktu, (2) proces úplného splnenia objednávky – OFP (the order fulfillment process; od prijatia objednávok od zákazníkov až po dodávku tovaru, služby) a (3) proces zákazníckeho servisu.

Každý podnikový proces vyžaduje za účelom koordinácie a kooperácie rôzne funkčné entity nachádzajúce sa vnútri alebo mimo podniku preto, aby dosiahol zvolené ciele procesu. Podnikový proces je štruktúrovateľná merateľná množina aktivít navrhnutá na dosiahnutie špecifických výstupov pre potreby zákazníkov, resp. trhu. Reengineering úplného splnenia objednávky – OFP zaisťuje zvýšenie konkurencieschopnosti podniku hlavne vtedy, keď je realizovaný pomocou multiagentného systému (MAS).

Stručná charakteristika MAS, vytváranie a koordinácia agentov z komponentov ERP systémov je uvedená v ods. 2. Ciele reengineeringu OFP môžeme definovať ako dosiahnutie agility, resp. rekonfigurovateľnosti procesu, a to termíni efektívnosť (definované ako cyklické zníženie procesného času), flexibilita (definované ako minimalizáciu cien uvažovaných pri vyjednávaní možných zmien v rámci procesu), odolnosť (definované ako sila informačného systému ovládnuť neistoty v procese) a adaptabilita, resp. reakcie na náročné predikovateľné požiadavky trhu, schopnosti včlenenia okamžitých reálnych dát a iné. Agilita môže byť ďalej definovaná ako schopnosť prosperovať a schopnosť byť konkurencieschopný v prostredí spojitých nepredikovateľných zmien trhu.

Vlastnosti agility môžeme dosiahnuť aplikáciami multiagentného systému na monitorovanie, modelovanie, plánovanie a riadenie procesu. Agenty modelujúce a realizujúce OFP proces možno opísať ako: agenta na ovládanie objednávky, agenta na riadenie zásob, agenta na výrobné plánovanie, agenta na kapacitné a materiálové plánovanie, agenta na riadenie výroby (shop floor), výrobného agenta, agenty na ovládanie sietí dodávateľských reťazcov. Riadenie pomocou MAS je možné systémom „bottom up“, t. j. zdola hore a v žiadnom prípade nie systémom „top down“, keď sa na plánovanie a optimalizáciu používajú metódy typu MRP

(Materials Requirement Planning) a APS (Advanced Planning and Scheduling).

Článok stručne zhrňuje vlastnosti multiagentných systémov a uvádza spôsoby ich koordinácie. Na úrovni výrobného procesu (shop floor), kde sa vyskytujú alternatívne zdroje, koordinácia sa realizuje na základe vyjednávania s použitím CNP (Contract Net Protocol) protokolu. Plánovanie a rozvrhovanie procesu prebieha vyjednávaním medzi takzvanými zákazkovými a zdrojovými agentmi, rovnako agentmi logistických modulov a modulov dodávateľských reťazcov vyjednávajúcich pomocou CNP. Článok uvádza konkrétne príklady použitia MAS pri riadení výroby, pri optimalizácii dodávateľského reťazca potravinárskych podnikov v EÚ. MAS tiež prestávajú byť doménou aplikácií výskumných úloh univerzít a stávajú sa nástrojom zvyšovania konkurencieschopnosti podnikov využitím typových riešení aplikácií MAS pre výrobné a logistické procesy. Riešenie výrobných a logistických procesov pomocou MAS ponúka ako štandardné riešenie napr. spol. Magenta Technol.

(<http://www.magenta-technology.com>)

2. Multiagentné systémy v štruktúre podnikových procesov

2.1 Definície a stručný opis agentov

Agent je aktívna, trvalá programová entita, so svojimi vlastnými myšlienkami o tom, ako urobiť úlohy vlastnej agendy. Agenty môžu vnímať, správať sa „rozumne“ voči svojmu okoliu, pôsobiť na nich a môžu komunikovať s inými agentmi. Inteligentný agent má schopnosti: komunikovať každý s každým, pracovať spoločne s ostatnými agentmi, aby dosiahol spoločné ciele, pôsobiť na ostatných z vlastnej iniciatívy a používať lokálne informácie a znalosti, aby ovládal lokálne zdroje a vykonával požiadavky iných agentov.

Spoločnosť agentov potrebuje komunikačné prostriedky, aby mohla kooperovať, vyjednávať, spolupracovať.

Jazyk na komunikáciu medzi agentmi ACL (Agent Communication Language) sa obvykle nazýva jazyk vyššej úrovne, ktorého prvky, štruktúry a výrazové konštrukcie sú určené na výmenu informácií (dát a znalostí) nutných na vzájomné dorozumievanie, vyjednávanie, kooperáciu, koordináciu a spoluprácu medzi agentmi. Jazyk ACL je všeobecný jazyk tvoriaci rámec na prenášanie vlastných informácií jednotlivých agentov. Definuje identifikáciu odosielateľa a príjemcu správy, jazyk zapísanej správy, identifikátor správy. Ide napr. o jazyky KQML (Knowledge Query Manipulation Language), FIPA-ACL (Foundation for Intelligent Physical Agents-ACL) [7]. FIPA-ACL v porovnaní s jazykom KQML poskytuje viac možností. Pre úroveň obsahu správy v rámci jazyka ACL možno použiť jazyky XML (eXtensible Markup Language), HTML, FIPA-SL (FIPA-Semantic Language), Lisp, Prolog, SQL, C++, Java a iné.

2.2 Vytváranie a koordinácia agentov z komponentov ERP systémov

Agentovo založené výrobné systémy môžu byť vytvárané hlavne na základe funkčnej alebo fyzickej dekompozície [4]. Pri funkčnej



dekompozícií sú agenty odvodené z funkcií modulov (aplikácií), komponentov, ako sú zber objednávok (zákazky, ktoré treba vyrobiť), plánovanie, rozvrhovanie, riadenie dopravy, presun materiálu, logistiky, dodávateľských reťazcov a iné. V tomto prípade nie je priamy vzťah medzi agentom a jeho fyzickým zdrojom. Pri fyzickej dekompozícii agenty reprezentujú entity ako stroj, nástroj, výrobok, operácie, stroje, reaktory, montážne dielne, miesiče, zásobníky, transportné zariadenia, personál a iné. Koordinácia na úrovni jednotlivých agentov priradených strojom, výrobným bunkám a ďalším fyzickým entitám obvykle závisí od jednoduchých pravidiel v súvislosti s ich možným zhlukovaním, hierarchiou a prostredím. Na úrovni výrobného procesu (shop floor), kde sa vyskytujú alternatívne zdroje, môže byť koordinácia vytvorená na základe vyjednávania s použitím CNP (Contract Net Protokol) protokolu. Podrobné plánovanie a rozvrhovanie procesu prebieha v spolupráci medzi zákazkovými a zdrojovými agentmi, z ďalších komponentov systému ERP môže byť koordinácia na základe vyjednávania s využitím princípu CNP protokolu použitá napr. v logistických moduloch a v moduloch dodávateľských reťazcov. MAS budú určovať architektúru a štruktúru nielen výrobných modulov, ale plánovacích, logistických, obchodných, servisných, dopravných, dodávateľských reťazcov a iných. Pri vyjednávaní v rámci obchodného procesu sa využíva tiež CNP protokol, jeden z agentov je tzv. koordinačný (broker – burzový agent), vyjednáva sa ako na burze.

V architektúre MAS je pre štruktúru ERP systému dôležitá koordinácia agentov. Koordinácia, resp. koordinačný model definuje, ako agenty interagujú a ako ich interakcie môžu byť riadené. Koordinácia je vlastnosť interakcií medzi agentmi danej množiny agentov uskutočňujúcich spoločné aktivity. Koordinačný model koordinuje jednotlivé aktivity do jedného celku. Je opísaný programovou architektúrou multiagentného systému a jeho aktivitami, napr. v rozšírenom jazyku UML (Unified Modeling Language) či v Petriho sieťach. Rozhoduje, akú programovú architektúru môžu agenty využiť (databázovú; tabule – „blackboard“, keď agenty komunikujú prostredníctvom spoločnej databázy; rovný s rovným – peer-to-peer; klient – server; využívané repository a ďalšie) a ako agenty interagujú so svojim prostredím [5].

Literatúra

(vybrané tituly)

- [4] CAMARINHA-MATOS, L. M., AFSARMANESH, H.: Designing the Information Technology Subsystem for Enterprise Integration. In Handbook Enterprise Architecture, Springer 2003, 617-680, ISBN 3-540-00343-6, <http://www.uninova.pt/~thinkcreative/ITS.PDF>, (2006).
- [5] CIANCARINI, P.: Multiagent coordination: A Computer Science perspective. MAAMAW, Annecy, May 2001, <http://www.unibo.it/~cianca>, (2006).
- [6] DELOACH, S. A.: Analysis and Design using MaSE and AgentTool. 12th Midwest Artif. Int. And Cognit. Science Conf. (MAICS 2001), Miami Univ., Oxford, Ohio April 2001, <http://llen.afil.afit.af.mil/ai.publications/conference/MaSE-maics2001.pdf>, (2006).
- [7] FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents), <http://www.fipa.org>, (2005).

Pokračovanie v budúcom čísle.

Ing. Pavel Burian, CSc.

43

**VŠCHT v Prahe
Fakulta chemicko-inžinierska
Ústav počítačovej a riadiacej techniky
Technická 5, 166 28 Praha 6, ČR
e-mail: burianp@vscht.cz**