

# Multiagentné systémy príčinou vyššej konkurencieschopnosti výrobných a logistických podnikových procesov (3)

## 3. Konkrétne príklady použitia multiagentných systémov pri monitorovaní a riadení podnikových procesov

**3.3 Rozvrhovací model výroby pracíh práškov  
a dodávateľského reťazca od spol. MAGENTA TECHNOLOGY**  
MAS prestávajú byť doménou aplikácií výskumných úloh univerzít či výskumných pracovísk v oblasti riadenia a plánovania výroby podniku, logistiky vnútorných a vonkajších potrieb podniku, ale stávajú sa nástrojom zvýšenia konkurencieschopnosti podniku, a to využitím opakovateľných komerčných riešení aplikácií MAS pre výrobné a logistické procesy. Spoločnosť Magenta Technology uviedla na trh v roku 2004 komerčne použiteľné nástroje Network Designer a Network Scheduler na vytváranie a modelovanie multiagentných systémov v dodávateľských reťazcoch podnikovej praxe [9], [10]. Vývojová a prevádzkovaná platforma nástrojov spol. Magenta Technology je založená na J2EE (Java 2 Platform, Enterprise Edition) a Java štandardoch.

Nástroj Network Scheduler v2.0 dovoľuje plánovanie/replánovanie požiadaviek zdrojov (business resources) v reálnom čase a v rámci nikdy nekončiaceho procesu. Pre každého agenta reprezentujúceho požiadavky, alebo zdroje sú definované preferencie, obmedzujúce podmienky a stratégie rozhodovania, aby mohol rozvrhovať prácu v časových úsekoch a súbežne sledovať a riešiť prípadné konfliktné situácie od konkurenčných zdrojov, príp. ďalšie požiadavky. Kľúčové komponenty, nástroje Network Scheduler v2.0 sa týkajú rýchleho prispôbenia sa požiadavkám zdrojov a dodávok generovaním plánu a reštrukturalizáciou, zasielaním správ mobilným zariadením a použitím

J2ME (Java 2 Platform, Micro Edition) Gateway, možnosti zhromažďovania dát do kociek (cube) a zobrazovaním v nástrojoch typu Excel, Crystal Reports a i.

Nástroj Network Designer poskytuje možný výhľad na konflikty pri rozvrhovaní. Dovoľuje používateľovi odpovedať na veľa „what-if“ otázok. Poskytuje možnosť nastavenia radu externých faktorov a generovanie prídavných dátových tokov tak, že používateľ si môže rýchle zobrazíť budúci vplyv na sieť. Táto schopnosť umožňuje tiež spoločnosti pochopiť, ako by sa mohla zmeniť z tradičnej, statickej, hierarchickej, uzavretej organizácie na dynamickú, otvorenú, samoorganizujúcu sa organizáciu.

Multiagentný systém používa štruktúrovanú znalostnú bázu operácií nazývanú „Ontology“. Táto znalostná báza umožňuje porozumieť dátovému toku vstupujúcemu do podniku a vystupujúcemu z neho. Plánovanie v reálnom čase používa znalosti v databáze „Ontology“ a vyjednávajúcich agentov, ktoré okamžite reagujú na reálne zmeny. Znalostná báza využíva databázové servery MS SQL Server a Oracle9i, Oracle10g Database Server.

Spoločnosť Magenta Technology aplikovala MAS na riadenie a rozvrhovanie výroby pracíh práškov a siete dodávateľských reťazcov spoločnosti, ktoré sa rozprestierajú od výrobných jednotiek na Novom Zélande cez distribučné centrá výrobkov v Austrálii. Z dvoch tretín spoločnosť svoju výrobu predáva v Austrálii a z jednej tretiny na Novom Zélande. Viac ako 2 000 kontajnerov sa prepravuje loďami cez more z výroby na Novom Zélande do Austrálie. Spoločnosť vyrábajúca a distribuujúca pracíe prášky konvergovala k použitiu dvoch modelových stratégií.



Model tlačný (push), ktorý generuje optimálny plán pre 3-týždenný výrobný cyklus, zaisťuje najlepšie využitie zdrojov s minimom strát. Tiež však vyžaduje uschovanie veľkého množstva zásob pre potreby zákazníckeho servisu. V prípade požadovanej zmeny zákazníkom nie je jednoducho možné zasiahnuť do 3-týždenného výrobného cyklu. Model ťažný (pull) však umožňuje skladovať len množstvo podľa krátkodobej predpovede. Ziskom tohto prístupu je, že vyžaduje len minimálne zásoby v skladoch. V tomto prípade však treba urobiť veľké množstvo prechodov z výroby jedného produktu na iný. Výrobné jednotky subdodávateľskej spoločnosti vyrábajú 7 typov báz pracích práškov a trvá niekoľko hodín pri prechode z výroby jednej bázy práškov na inú bázu. Každá zo 4 baliacich liniek môže baliť len jeden typ konečného produktu do jedného typu balenia pre maloobchodníka. Zmenu maloobchodného balenia podľa druhu výroby možno urobiť relatívne ľahko.

Požiadavky zákazníkov sa často menia a možno ich predpovedať s chybou 30 %. Všetky zásobovacie body, resp. distribučné centra sa musia starať o veľké množstvo tzv. SKU (Stock Keeping Unit) jednotiek, ktoré musia uspokojiť potenciálny rast požiadaviek zákazníkov alebo omeškanie v dodávkach z výroby v množstve ako pre 20- až 60-dennú zásobu (stock) pre každú SKU. Výrobné linky vyrobia viac na základe plánu podľa dlhodobej predpovede, než na základe reakcií na okamžité požiadavky, okamžité možnosti využitia výrobných nádob, tankov a ďalších.

Pomocou nástrojov Network Designer spol. Magenta Technology sa optimalizovalo výrobné plánovanie tak, aby bola redukovaná úroveň zásob v skladoch a v požiadavkách na prepravu, dodržali sa požiadavky na servis, dosiahla sa vyššia konkurencieschopnosť a znížili sa straty z predaja, zaisťovalo sa reálne využitie zdrojov a možných prechodov výroby z jednej bázy práškov na inú bázu.

Pomocou nástrojov Demand Planner a Production Scheduler (súčasť uvedených nástrojov spol. Magenta) sa modelovali možné okamžité zmeny v procese dodávateľských reťazcov a výroby: flexibilnejší rozvrh lodnej prepravy kontajnerov, použitie ďalších lodných spojov, dynamické prerozdelenie výroby založené na meniacich sa úrovniach zásob v distribučných centrách napomáhajúci väčšiu flexibilitu z hľadiska zákazníckych požiadaviek. Spoločnosť Magenta navrhla použiť Push-Pull model s použitím multiagentného systému, kde boli agenti reprezentované výrobnými jednotkami pre rôznu bázu pracích práškov, baliacimi linkami, skladmi výrobkov, distribučnými skladmi a iné, s možnosťou vlastného rozhodovania agentov a vyjednávaním s ostatnými jednotkami, resp. agentmi, vytváraním virtuálnych obchodov s cieľom dosiahnutia najlepšieho výsledku pri daných dynamických podmienkach. Tento model opisoval nasledujúci obchodný proces:

- Predpoveď požiadaviek na výrobok a projekcia potrebného množstva výrobkov tak, aby bola pokrytá ďalšia dodávka.
- Otázky agentom reprezentujúcim výrobné jednotky na správne množstvo vyrobených produktov.
- Generovanie radu ponúk agentom reprezentujúcim sklady tovaru (warehouse) na výrobu rovnakého, alebo podobného množstva výrobkov podľa SKU, ktoré môže byť vyrobené s minimom prechodov výroby z jednej bázy na inú (výpočet virtuálnej ceny, zľavy).
- Analýza a vyhodnotenie vyjednávaní agentov z hľadiska využitia skladu a prepravy, zaisťovanie servisu a využitia výrobných zdrojov.

Výsledkom bola redukcia skladových zásob z 24-dennej potreby na 12-dennú na Novom Zélande, zo 60-dennej na 29-dennú v Austrálii, použiteľnosť skladby dvojdenných zásob na 99,04 % a dodržanie uspokojenia požiadaviek na zákaznícky servis.

Tato práca bola vypracovaná za podpory programu č. MSM 6046137306 MŠMT ČR.

## Literatúra

[1] AgentTool 1.8.3 User's manual, Graduate school of Engr. and Management Air Force Inst. of Technology Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA, June 2001, <http://en.afit.edu/ai/software/agentTool%20User%20Manual.pdf>. (2006).

[2] BURIAN, P.: Multiagentní systémy a řízení výroby ve společnosti. Systems Integration 2004, 12<sup>th</sup> Internat. Conference, Prague, Czech Republic, June 14-15, 2004, ISBN 80-245-0701-3.

[3] BURIAN, P.: Multiagentní systémy a řízení výroby. Automatizace. 48, číslo 7-8, 2005, ISSN 0005-125X.

[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. 12<sup>th</sup> Midwest Artif. Int. And Cognit. Science Conf. (MAICS 2001), Miami Univ., Oxford, Ohio April 2001, <http://llen.afit.af.mil/ai.publications/conference/MaSE-maics2001.pdf>, (2006).

[7] FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents): <http://www.fipa.org>, (2005).

[8] HEINRICH, S., DURR, H. HANELL, T., LASSIG, J.: An Agent-based Manufact. Management System for Production and Logistics within Cross-Company Regional and National Production Networks. International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol 2., Num. 1 (2005), pp. 007-014, ISSN 1729-8806.

<http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0511/05111068.pdf> (2006).

[9] HIMOFF, J.: Magenta Technology: Taking Multi-Agent Systems to Enterprises. AgentLink News 16, December 2004, <http://www.magenta-technology.com/resources/articles/>, (2006)

[10] Magenta: <http://www.magenta-technology.com>, (2006).

[11] MANGINA, E., VLACHOS, I. P.: The changing role of information technology in food and beverage logistics management: beverage network optimization using intelligent agent technology. Univ. College of Dublin – Ireland., Agricultural Univ. of Athens – Greece, Journal of Food Engineering, 2004, <http://www.cse.iitd.ernet.in/~csa03027/beverage>, (2006).

[12] MAŘÍK, B., ŠTĚPÁNKOVÁ, O., LAŽANSKÝ, J. a kol.: Umělá inteligence (3). Academia Praha, 2001.

[13] NIMIS, J., STOCKHEIM, T.: The Agent.Enterprise Multi-Multi-Agent system. Inst. for Program Structures and Data Organization, Univ. Karlsruhe, Germany. Proc. of the Conf. on Agent Technol. in Business Applications (ATeBA 2004), part of the Multi-Conf. on Business Inf. Systems (MKW2004). <http://www.ipd.uka.de/~nimis/publications/ATeBA04.pdf> (2006).

[14] Multiagent Systems: Tools for building MASs [http://www.multiagent.com/Software/Tools\\_for\\_building\\_MASs/](http://www.multiagent.com/Software/Tools_for_building_MASs/), (2006).

[15] PABADIS (Plant Automation Based on Distributed Systems): The PABADIS Consortium, IST-1999-60016, 2003, <http://www.pabadis.org>, (2006).

[16] WODRICH, M., BILCHEV, G.: Cooperative distributed search: the ants' way. Control Cybernetics 1997, 26 (3), 413-445.

[17] WOOLDRIDGE, M., JENNINGS, N., KINNY, D.: The GAIA Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design. Journal of Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, Vol. 3(3), 2000.

Ing. Pavel Burian, CSc.

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

35