
МУЛЬТИАГЕНТНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ КЕРІВНИКОМ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ

Олексій Волошин, Богдан Мисник, Віталій Снитюк

Abstract: *Мультиагентна технологія застосовується до розв'язання задачі оптимізації діяльності підприємств галузі з однорідною продукцією в умовах конкуренції. Побудовано моделі функціонування виробничих агентів і мультиагентної системи та фрагментарну модель ринку галузі.*

Keywords: *підприємство, взаємодія, моделі, мультиагентна технологія.*

Вступ

Основними агентами розвиненої ринкової економіки є малі і середні підприємства. Процес виникнення, існування та зникнення агентів малого і середнього бізнесу в умовах конкурентного середовища є швидкопливним, малопередбачуваним та слабкопрогнозованим. Так, в США щоденно банкрутують (і відповідно з'являються) порядки тисячі фірм (10% щороку). Сучасні економічні реалії України, коли на ринку переважають природні та штучні великі монополії, характеризуються хоч і повільним, але неперервним розвитком малих і середніх підприємств. Перед підприємцями виникає проблема відкриття, ліквідації, розвитку або скорочення виробництва. І особливо актуальною вона є для підприємств галузей, що випускають однорідну продукцію. Із реалій сьогодення це виробництво дверей, металопластикових вікон, надання послуг із ремонту будівель і споруд, їх будівництво тощо.

Аналіз останніх досліджень та результатів

Історія використання мультиагентних систем (МАС) не нараховує ще і 20-ти років. В основі мультиагентних технологій (МАТ) лежать принципи самоорганізації та еволюції, характерні для поведінки живих систем таких, як колоній мурах та роїв бджіл [Dorigo, 1996]. Основною ідеєю, базисом функціонування МАС, є реалізація автономних програмних агентів, які здатні сприймати ситуацію, приймати рішення і взаємодіяти з собі подібними. При цьому розв'язок будь-якої складної задачі формується еволюційним шляхом за рахунок агентів, які неперервно конкурують та кооперуються один з одним.

Мультиагентні технології впроваджені у багатьох галузях та фірмах для управління танкерним флотом, парком корпоративних таксі, парком вантажних авто, при вирішенні задач, пов'язаних з: аерокосмічними дослідженнями, інтелектуальним транспортом, роботою залізниці та логістикою [Иващенко, 2011].

Автори [Маслобоев, 2011] вважають, що мультиагентні технології здатні до розв'язання задач планування і оптимізації ресурсів, розпізнавання образів тощо за схемою: ініціалізація системи → завантаження моделі → моніторинг поточної ситуації → аналіз проблемної ситуації → уточнення параметрів → розподіл ресурсів → контроль виконання планів → очікуваний результат.

На відміну від класичних систем МАС є великими мережами малих агентів, операції виконуються паралельно, має місце еволюція та створюються умови для розвитку [Гуревич, 2005]. Важливо відзначити

складність і динаміку процесів прийняття рішень при управлінні виробництвом у реальному часі. І саме у таких задачах мультиагентні технології можуть зарекомендувати себе найкращим чином [Снитюк, 2010].

На думку авторів, застосування мультиагентних технологій до моделювання ринкової економіки дозволяє, в певному сенсі, обґрунтувати гіпотезу Адама Сміта («Багатство народів», 1776 р.) про «невидиму руку ринку» [Волошин, 2013]: «Кожен індивідуум прагне використовувати свій капітал з найбільшою вигодою. Він, зазвичай, не дбає про благо суспільства, але «невидима рука» приводить його до результату, ніяк не пов'язаного з його намірами. Переслідуючи власні інтереси, він часто таким чином краще сприяє реалізації суспільних цілей, ніж у тому випадку, коли він дійсно ставить перед собою таке завдання».

Формалізована постановка задачі та аспекти її розв'язання

Оскільки такі підприємства виробляють однакову продукцію, то розглядаються два випадки:

- 1) виробляється продукція тривалого використання, внаслідок чого відбувається насичення ринку;
- 2) виробляється продукція, яка має обмежений термін використання, вимагає заміни, а ринок потребує постійної з незначними флуктуаціями кількості товарів в часі.

Задача полягає у максимізації ефективності функціонування підприємства галузі, яка визначається спектром розв'язуваних задач, структурою виробництва та стратегією управління у розподілі ресурсів.

Розглянемо особливості першого випадку виробництва продукції. Нехай для моменту часу t кількість необхідної продукції P , яка має вперше поставитись споживачу, дорівнює $N(t)$ ($N(t)$ є монотонно незростаючою функцією часу), кількість продукції для насичення ринку складає $N(t) + \delta(t)$ ($\delta(t)$ монотонно не спадає). Припустимо, що продукцію P виробляють M підприємств. Кожне з них можна представити агентом, який діє за певною програмою. Результатом функціонування програми є рекомендації для особи, що приймає рішення (ОПР), або безпосередньо рішення. Розіб'ємо часовий інтервал функціонування підприємств на проміжки, тобто $T = \{t_0 < t_1 < \dots < t_k < \dots\}$. Кожне підприємство представимо як деяку систему S . Функціонування системи є неперервно-дискретним процесом, що задається вектор-функцією $F(t) = \{f_k(t), t \in [t_{k-1}, t_k]\}$, де функції $f_i(t)$ визначають показники ефективності функціонування системи: прибуток, собівартість продукції, енергоємність, фондоозброєність тощо. Переходи $f_i(t) \rightarrow f_{i+1}(t)$ відбуваються внаслідок прийнятих рішень в моменти часу t_i . Визначимо, які фактори впливають на появу таких значень t_i . Для цього розглянемо систему S як частину системи більш високого рівня ієрархії, що взаємодіє з нею, та здійснює вплив. Позначимо Ω – система вищого рівня ієрархії. Між S і Ω відбувається взаємодія, яка виражається у надходженні в S матеріальних потоків (H), енергії (E), інформації (I), фінансів (U), кадрових ресурсів (R) та у виробництві продукції (P) і даних (D), які надходять в Ω з S . Має місце відображення: $\Omega \rightarrow S_j = S_j^{in}(H_j, E_j, I_j, U_j, R_j)$, де $S_j^{in}(\ast)$ – вхідні потоки системи S_j . Системою S_j здійснюється перетворення $S_j^{in}(\ast) \rightarrow S_j^{out}(P_j, D_j)$ і його результат виводиться в систему Ω . Таким чином, має місце ланцюжок відображень

$$\Omega \rightarrow S_j^{in}(H_j, E_j, I_j, U_j, R_j) \rightarrow S_j^{out}(P_j, D_j) \rightarrow \Omega, \forall j = \overline{1, M}. \quad (1)$$

Але реалізація перетворень (1) потребує певного часу і за цей час змінюється система Ω . Крім того, перетворення (1) є замкненим, що формально можна подати таким чином:

$$\begin{aligned} \Omega_{in}^i &\rightarrow \Omega_{out}^i, \\ \Omega_{in}^{i+1} &= V(\Omega_{out}^i) = V((P_j, D_j), \forall j = \overline{1, M}). \end{aligned} \quad (2)$$

Вирази (2) вказують на те, що система Ω постійно змінюється, причому основний вплив на неї здійснюють результати функціонування S_j в комплексі. Найчастіше в результаті відображення V одержують фінанси або нову інформацію. А це, у свою чергу, визначатиме показники відображення (1). Розглядаючи (1) і (2), можна зробити висновок про те, що здійснюється взаємовплив системи Ω з кожною з S_j , а також систем S_j між собою. В його результаті відбуваються зміни у вхідних потоках наступного(-их) періоду(-ів) часу систем S_j . Тому вважатимемо, що настає момент часу t_i , якщо $\exists S_j$, в яку надходить $H_j \vee E_j \vee I_j \vee U_j \vee R_j$, або з якої одержують $P_j \vee D_j$, причому цей час $t_i > t_{i-1}$ і він є мінімальним $\forall S_j, j = \overline{1, M}$. Таким чином, МАС буде враховувати інформацію ззовні у моменти часу $t_i, i = \overline{0, L}$, що дозволить її елементам здійснювати коригування програм виробництва.

На рис. 1 також показано, як змінюються функції $f_i(t)$ на різних проміжках часу. Зокрема, можна вважати такою характеристикою кількість виробленої продукції, що підтверджується монотонністю зображених функцій.

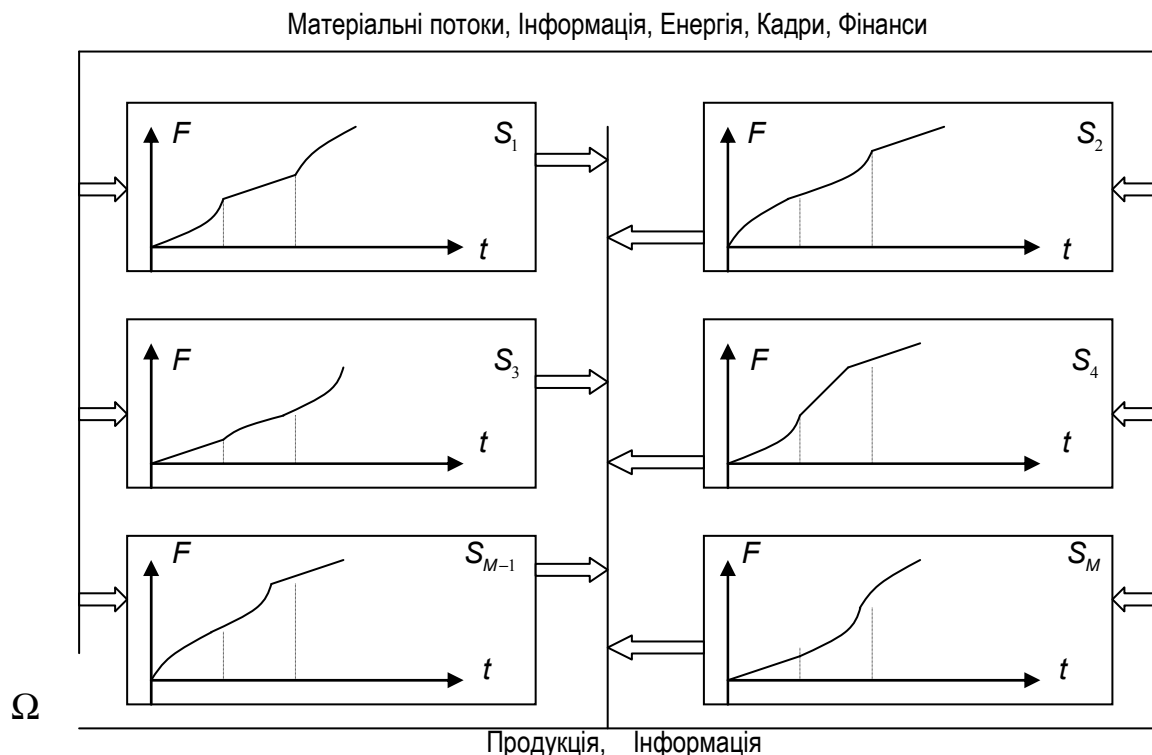


Рис. 1. Взаємодія підприємств як мультиагентна технологія

Особливості функціонування мультиагентної системи

Вважатимемо, що підприємства галузі на ринку функціонують тривалий час. Початковий час моделювання та аналізу реальної ситуації відомий і є t_0 . Для моменту t_0 виконується ініціалізація МАС. Практично це означає задання значень станів як системи Ω , так і систем S_j , які вже розглядаються як агенти. Основними показниками систем S_j є такі: кількість сировини, яка є на складі; кількість одиниць продукції, яка може бути виготовленою з цієї сировини; час, який за усіх інших незмінних умов потрібен для

виготовлення одиниці продукції, чи певної кількості одиниць при паралельному виробництві; вартість основних фондів; кількість працюючих; собівартість продукції тощо.

Для системи Ω основними характеристиками є: потреба ринку у певній кількості продукції; законодавчі обмеження; фінансове становище підприємства (кількість грошей на рахунку); зобов'язання кредиторського та дебіторського характеру тощо.

Після ініціалізації значень основних показників відбувається процес моделювання, для чого здійснюється завантаження моделей (агентів). Такі моделі відображають показники ефективності функціонування систем S_j , причому кожен показник ефективності є критерієм виконання системою S_j однієї із своїх функцій. Побудова таких функцій здійснюється на основі ретроспективних даних. Крім оцінки реального стану такі функції дозволяють здійснювати аналіз ситуацій типу « якщо А, то... » у майбутньому.

На наступному етапі, після ініціалізації стану підприємств потрібно здійснити завантаження моделі їх функціонування. Припустимо, що всі моделі, які визначають поведінку агента, сформовані. Структурна та параметрична ідентифікація моделей здійснена на основі бази даних (DB) актуальної для даного моменту часу, банку математичних моделей (ВМо) та множини методів ідентифікації (ВМе). Таким чином, агент на етапі формування подається як сукупність

$$A = \langle DB, ВМо, ВМе \rangle. \quad (3)$$

На наступному етапі застосування мультиагентної технології пропонується така послідовність кроків функціонування мультиагентної системи: 1) Виконати ініціалізацію мультиагентної системи; 2) Здійснювати моніторинг навколишнього середовища; 3) Якщо у навколишньому середовищі відбулась хоча б одна зміна, то $i = i + 1, t = t_j$. Здійснити запис в DB ; 4) Якщо змін не відбулось, але закінчився період моніторингу, то здійснити запис значень характеристик підприємств у DB ; 5) Якщо серед значень внутрішніх параметрів однієї із систем відбулись зміни, викликані зміною спектру задач, стратегії управління або структури виробництва, що не впливають на зміни у навколишньому середовищі, то здійснити відповідні записи в $DB, i = i + 1$; 6) Виконати структурну та параметричну ідентифікацію моделей з урахуванням одержаних даних; 7) Якщо одержана інформація та використання моделей дозволяють зробити висновок про можливість критичних режимів роботи, то попередити ОПР.

Фрагментарна модель ринку галузі

Фрагментарною моделлю ринку галузі є багатовимірний $(M+1)$ прямокутний гіперпаралелепіпед, який ілюструє траєкторію функціонування підприємства у просторі його внутрішніх і зовнішніх характеристик. Кожна із комірок моделі відповідає певному проміжку часу, на якому не змінювались значення характеристик підприємства. Якщо хоча б для одного підприємства вони змінились, то $t_k \rightarrow t_{k+1}$ і в моделі з'являється ще одна смуга, яка відповідатиме новому часовому проміжку.

Фрагментарна модель є основою для попереднього аналізу загального стану на ринку. Її практичне застосування пов'язане із використанням технологій OLAP (online analytical processing), виконанням зрізів моделі, приведення її до меншої розмірності. Такі операції дозволять визначити спектр характеристик, які є інформативними та здійснюють вплив на загальну ефективність функціонування. Рішення, які прийматиме ОПР, стосуватимуться не лише оптимізації функціонування підприємства, але і коригування параметрів моделей та контролю процесів планування на підприємстві.

Висновки і перспективи

В основі функціонування природних систем лежать принципи самоорганізації. Значна їх частина може бути використаною для оптимізації діяльності і штучних систем, зокрема виробничих підприємств. Запропонована у статті мультиагентна технологія відповідає як природним механізмам, так і елементам функціонування підприємств галузі. Необхідність дотримуватись ринкових принципів існування економіки приводить до необхідності прийняття рішень на кожному окремому підприємстві у відповідності до результатів діяльності інших підприємств та умов зовнішнього середовища.

З використанням запропонованої технології та розроблених моделей проводилось експериментальне моделювання для підприємств-виробників металопластикових вікон. Його результати дозволили надати інформаційно-консультативну підтримку керівникам при прийнятті рішень та розробити стратегію розвитку підприємств.

Бібліографія

- [Dorigo, 1996] M. Dorigo Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents / Dorigo M., Maniezzo V., Colomi A. // IEEE Trans. Syst., Man. and Cybern. – 1996. – Vol. 26, № 2. – P. 29–41.
- [Иващенко, 2011] А.В. Иващенко. Мультиагентные технологии для управления производством в реальном времени. Режим доступа: www.smartsolutions-123.ru.
- [Маслобоев, 2011] А.В. Маслобоев, В.В. Быстров, А.В. Горохов. Мультиагентная информационная технология поддержки управления качеством высшего образования // Вестник МГТУ. – 2011. – Том 14, № 4. – С. 854-859.
- [Гуревич, 2005] Л. Гуревич, А. Вахитов. Мультиагентные системы // Введение в Computer Science, 2005. – С.116-139.
- [Снитюк, 2010] В.Е. Снитюк, Б.В. Мыслик. Адаптация концепции «искусственной жизни» к моделированию процессов функционирования производственных предприятий // Журнал передовых технологий.–2010. – № 4/4(46). – С. 4-8.
- [Волошин, 2013] А.Ф. Волошин, М.В. Коробова, Т.В. Колянова. Математическая экономика. – Киев, 2013. – 224с.

Інформація про авторів

Олексій Волошин – Київ, Київський національний університет Тараса Шевченка, факультет кібернетики, д.т.н., професор, Україна; e-mail: olvoloshyn@ukr.net; **Віталій Снитюк** – Київ, Київський національний університет Тараса Шевченка, факультет інформаційних технологій, д.т.н., професор, Україна; e-mail: Snytyuk@gmail.com; **Богдан Мисник** – Черкаси, Черкаський державний технологічний університет, асистент, Україна; e-mail: setne@list.ru.

РОЗРОБКА ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИМОГ КОРИСТУВАЧІВ ДО ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Галина Гайворонська, Олег Домаскін, Світлана Сахарова

Анотація: Робота присвячена розробці експертної системи, результатом роботи якої є вирішення задачі прогнозування, яка полягає в прийнятті рішення про належність до того чи іншого класу розвитку мережі на основі накопиченої статистики.

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, експертна система, прогнозування, розвиток мережі.