

УДК 331.45

CREATING INTELLIGENT AGENT MODEL FOR INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS OF POWER FACILITIES IN FOOD INDUSTRY ENTERPRISES

O. Yevtushenko, A. Siryk

National University of Food Technologies

Key words:

*Intelligent agent
Power facilities
Information
management system
Multi-agent technology
Food industry*

Article history:

Received 07.07.2016
Received in revised form
24.07.2016
Accepted 18.08.2016

Corresponding author:

O. Yevtushenko
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The paper proposes an intelligent agent model in the structure of an information management system of power facilities in food industry enterprises, which is different due to the way the information space of intelligent agents is formed, the availability of a model for behavior selection mechanism and the contents of intelligent agent's goal definition model, which allows to determine the dynamics of development of multi-agent environment, complicated hierarchy of goals in the information management system of power facilities at enterprises and form various operation strategies for intelligent agents.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

О.В. Євтушенко, А.О. Сірик

Національний університет харчових технологій

У статті запропоновано модель інтелектуального агента в структурі інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості, що відрізняється способом формування інформаційного простору інтелектуальних агентів, наявністю моделі механізму вибору поведінки і змістом моделі цільовизначення інтелектуального агента, що надає можливість враховувати динаміку розвитку мультиагентного оточення, складну ієрархію цілей в інформаційно-керуючій системі енергетичного господарства підприємств і формувати різні стратегії функціонування інтелектуальних агентів.

Ключові слова: *інтелектуальний агент, енергетичне господарство, інформаційно-керуюча система, мультиагентна технологія, харчова промисловість.*

Постановка проблеми. На сучасних підприємствах харчової промисловості, зокрема і в енергетичному господарстві таких підприємств, широко використовуються інформаційно-керуючі системи. За допомогою таких систем керівник енергетичного господарства спілкується з диспетчерами, черговими енергетиками, дільничними підрозділами та іншими. Крім того, такі системи можуть бути використані для пошуку рішення щодо вибору сукупності заходів для підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема забезпечення стійкості функціонування складних інтелектуальних інформаційно-керуючих систем, до яких можна віднести енергетичне господарство підприємств харчової промисловості, вперше була порушена в праці О.А. Машкова [1]. Ключові положення теорії функціональної стійкості були розвинені в дослідженнях О.В. Барабаша [2] та інших. Питання верифікації елементів бази знань інформаційно-керуючих систем розглядалися в [3—5].

Метою статті є побудова моделі інтелектуального агента для інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості.

Викладення основних результатів дослідження. Завдання підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості найбільш доцільно вирішити шляхом запровадження в інформаційно-керуючу систему компонентів — інформаційних об'єктів та інтелектуальних агентів. На сьогодні можна виділити три базові класи архітектури агентних систем і відповідних їм моделей інтелектуальних агентів: деліберативні, реактивні та гібридні [6—7].

Деліберативну архітектуру прийнято визначати як архітектуру агентів, що містять точну символічну модель світу і приймають рішення на основі логічного виведення. Реактивна модель базується на тому припущенні, що у реальному світі інтелект не є експертною системою або машиною логічного виводу, а інтелектуальна поведінка виникає як результат взаємодії агента з середовищем. Гібридні моделі, як правило, є комбінацією двох попередніх підходів.

До основних недоліків відмічених класів моделей слід віднести:

- мета агента визначається переважно логічними засобами;
- не розглядається поняття мультиагентного оточення (МА-оточення), тобто сукупності інших агентів, що виконують завдання в інтересах взаємодіючих підрозділів і служб, які входять в енергетичне господарство підприємств харчової промисловості; не визначається з ким і як взаємодіє агент;
- не враховується динаміка розвитку мультиагентного оточення;
- відсутня ієрархія інтелектуальних агентів (ІА).

Комбінована модель інтелектуального агента інформаційно-керуючої системи. На підставі аналізу характеристик і недоліків відомих моделей ІА пропонується визначати ІА як структуру вигляду

$$IA = \langle NIA, SA, VIA, MVB, VO \rangle,$$

де *NIA* — ім'я інтелектуального агента; *SA* — структура атрибутів, яка визначається аналогічно структурі атрибутів для інформаційних об'єктів (*IO*)

[10]; $VIA = \{IA\}$ — множина вкладених IA ; MVB — механізм вибору моделі функціонування, $VO = \{O\}$ — множина інформаційних об'єктів, що реалізують сценарій роботи IA .

Інтелектуальний агент на підставі критеріїв вибору моделі функціонування, закладених в MVB , приймає рішення про реалізацію в даний момент часу певного сценарію роботи та ініціалізує відповідний IO .

Інтелектуальних агентів, які мають лише ім'я ($IA = \langle NIA, \emptyset, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle$), можна назвати номінальними, за аналогією з номінальними IO . За своїм змістом номінальні IA нічим не відрізняються від номінальних IO . Така ж ситуація характерна і для класу параметричних IA ($IA = \langle NIA, SA, \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle$). За ознакою наявності механізмів поведінки IA поділяються на два класи: активні ($MVB \neq \emptyset \ \& \ VO \neq \emptyset$) і пасивні ($MVB = \emptyset \ \& \ VO = \emptyset$). У класі пасивних IA виділяють підклас пасивних агентів-оболонки, які використовуються для подання і зв'язку об'єктів у системі ($IA = \langle NIA, \emptyset, VIA, \emptyset, \emptyset \rangle$). Власне пасивним IA ($IA = \langle NIA, SA, VIA, \emptyset, \emptyset \rangle$) притаманні атрибути, які мають характер констант і дозволяють створити проміжний рівень ієрархії. У класі активних IA виникає підклас невизначених IA ($IA = \langle NIA, \emptyset, \emptyset, MVB, VO \rangle \cup \langle NIA, \emptyset, VIA, MVB, VO \rangle$), який передбачає маніпуляції з внутрішньою структурою атрибутів. Класифікація IA представлена в табл. 1.1. і 1.2.

Припустимо, що структура атрибутів SA є узагальненим представленням простору знань IA , тобто можна розглядати цю структуру на концептуальному рівні. У більшості відомих праць проводиться функціональне розділення простору знань IA (знання про середовище, знання про себе, знання про інших агентів та ін.), де «-» відповідає порожньому стану змінної (\emptyset), «+» позначає наявність даної змінної в моделі IA .

Таблиця 1.1. Класифікація IA

Клас інтелектуальних агентів	Змінні моделі інтелектуального агента				
	NIA	SA	VIA	MVB	VO
Порожні	-	-	-	-	-
Номінальні	+	-	-	-	-
Параметричні	+	+	-	-	-
Пасивні — оболонки	+	-	+	-	-
Пасивні	+	+	+	-	-
Активні невизначені	+	-	-	+	+
Активні термінальні	+	+	-	+	+
Активні	+	+	+	+	+

Функціональне розділення не є універсальним, оскільки залежить від особливостей енергетичного господарства системи і пов'язане з конкретною науковою областю. Концептуальний же розгляд дозволяє створювати більш загальні моделі інтелектуальних агентів при необхідності специфікуючи і уточнюючи структуру простору знань. IA , що відносяться до даного інтелектуального компонента, утворюють «ближню околицю» простору

наочної області і визначають свою поведінку, використовуючи ті або інші механізми соціальної поведінки в цій локалізованій групі. IA користується механізмом логічного виводу і засобами встановлення несуперечності, розташованими на інтелектуальних компонентах. Інтелектуальний компонент буде стійкішою стаціонарною структурою, «жорстко» локалізованою логічно і просторово. IA мобільніші, вони отримують можливість рухатися в мережевому середовищі. Оскільки IA використовують загальний механізм логічного виводу, то необхідність його дублювання в кожному агентіві зникає, що повинно підвищити швидкодію і скоротити витрати пам'яті.

Таблиця 1.2. Класифікація IA

Інтелектуальні агенти			
пасивні <NIA, SA, {IA}, 0, 0>		активні <NIA, SA, {IA}, MVB, 0>	
Пасивні — оболонки <nia, 0, {ia}, 0, 0>	параметричні <nia, sa, 0, 0, 0>	термінальні <nia, sa, 0, mvb, {0}>	активні невизначені <nia, 0, 0, mvb, {0}> u <nia, 0, {ia}, mvb, {0}>
	номінальні <NIA, 0, 0, 0, 0>		
	порожній <0, 0, 0, 0, 0>		

Визначимо інформаційний простір IA_i як сукупність інтелектуальних агентів, що оточують IA_i і взаємодіють з ним; сукупність IO , що оточують IA_i і взаємодіють з ним, і множину атрибутів, які необхідні IA_i для оцінки стану навколишнього середовища:

$$V_{IA_i} = (AR_{IA}^i, AR_{IO}^i),$$

$$AR_{IA}^i = (N_{IA_j}, A_{IA_j}^\xi, \dots, A_{IA_j}^\Psi, N_{IAI}, A_{IAI}^\xi, \dots, A_{IAI}^\Psi),$$

$$AR_{IO}^i = (N_{IO_j}, A_{IO_j}^\xi, \dots, A_{IO_j}^\Psi, N_{IOI}, A_{IOI}^\xi, \dots, A_{IOI}^\Psi).$$

Станом інформаційного простору IA_i назвемо сукупність значень AR_{IA}^i , AR_{IO}^i у момент часу t :

$$SV_{IA_i} = (<A_{IA_j}^\xi>, \dots, <A_{IA_j}^\Psi>, \dots, <A_{IAI}^\xi>, \dots, <A_{IAI}^\Psi>, \\ <A_{IO_j}^\xi>, \dots, <A_{IO_j}^\Psi>, \dots, <A_{IOI}^\xi>, \dots, <A_{IOI}^\Psi>),$$

де $<A\dots>$ — значення атрибута у момент часу t з погляду даного інтелектуального агента. Інформацію про стан інформаційного простору IA_i отримує не одномоментно і не одночасно від усіх точок цього простору, оскільки виникає затримка при обміні інформацією між агентами.

Інформаційний простір агента може формуватися двома способами:

а) статично — AR_{IA}^i , AR_{IO}^i визначені на стадії проектування IA і в процесі роботи інформаційно-керуючої системи (ІКС) не змінюються;

б) динамічно — AR_{IA}^i , AR_{IO}^i можуть змінюватися в процесі функціонування ІКС.

Отже, модель інформаційного простору IA_i визначається як

$$MIS_{IA_i} = (V_{IA_i}(t), SV_{IA_i}(t), FV_{IA_i}(t+1)),$$

де FV — функція формування інформаційного простору.

Модель механізму вибору поведінки IA набуває такого вигляду:

$$MVB = (MIS, MG, MSR, MA),$$

де MG — модель цілевизначення; MSR — модель пошуку рішення (пошуку шляхів досягнення мети); MA — модель активних дій, тобто механізм активізації IO , що впливають на середовище.

Для даного IA модель цілевизначення будується таким чином:

$$MG_{IA_i} = (SS_{IA_i}, FSS_{IA_i}, GS_{IA_i}, G_{IA_i}^{top}, G_{IA_i}^{down}, FG_{IA_i}^D, FG_{IA_i}^S, FAG_{IA_i}, SMA_{IA_i}(t)).$$

Далі нижні індекси опустимо там, де це не викликає різночитань. Тут SS — множина стратегій, що розуміються як методи вибору цілей $SS = (S_i | i=1, \dots, n)$, FSS — функція вибору стратегії; GS — множина статичних цілей, G^{top} — множина цілей, що отримуються даним IA від агентів більш високого рівня ієрархії, G^{down} — множина цілей, які можуть бути передані IA нижніх рівнів; FG^D — функція формування динамічних цілей, FG^S — функція вибору статичних цілей; FAG — функція вибору активних цілей, тобто цілей, прийнятих до реалізації; SMA — стан навколишнього мультиагентного оточення.

На відміну від існуючих агентних моделей, стан MA -оточення більш доцільно визначати з урахуванням динаміки його розвитку, враховуючи як минулу історію, так і очікуване майбутнє. Стан MA -оточення розглядається з позиції даного інтелектуального агента IA_i , тому

$$SMA_{IA_i}(t) = (Pa_{IA_i}(t), Rt_{IA_i}(t), Fu_{IA_i}(t)).$$

Минуле MA -оточення є $Pa_{IA_i}(t) = \bigcup_0^t (V_{IA_i}(t-1), SV_{IA_i}(t-1))$, тобто об'єднання інформаційного простору і його станів за сукупністю попередніх моментів часу.

Поточний стан MA -оточення $Rt_{IA_i}(t) = (V_{IA_i}(t), SV_{IA_i}(t))$.

Передбачуваний майбутній стан $Fu_{IA_i}(t) = (V_{IA_i}(t+1), SV_{IA_i}(t+1))$ — це оцінка інформаційного простору і його стану, виконана у момент часу $t-1$, тобто на попередньому кроці функціонування IA . Для здійснення цієї оцінки необхідна функція прогнозу майбутнього MA -оточення $FP(Rt_{IA_i}(t), MA)$, результатом дії якої і буде $Fu_{IA_i}(t)$.

Функція вибору стратегії визначає поточну стратегію залежно від попередньої стратегії, стану MA -оточення, множини активних на даний момент цілей. Таким чином $FSS : s(t) \times SMA \times GA \rightarrow s(t)$.

Якщо позначити статичні цілі як gs , цілі, отримувані від вищих агентів, як gt , цілі, що передаються нижчим рівням, як d , то відповідні множини матимуть вигляд: $GS_{IA_i} = \{gs^i | i=1, \dots, m\}$, $G_{IA_i}^{top} = \{gt^i | i=1, \dots, l\}$, $G_{IA_i}^{down} = \{gd^i | i=1, \dots, k\}$.

Функція формування динамічних цілей визначається функціональним перетворенням $h_{I_{A_i}}^D$ над станом МА-оточення, поточною стратегією, множинами $G^{AVT(D)}(t)$, $GA(t)$ і сукупністю формул мовою логіки першого порядку над елементами МА-оточення: $FG_{I_{A_i}}^D = h^D(SMA_{I_{A_i}}(t), s^i(t), G^{AVT(D)}(t), GA(t), U)$, де $U = \{U^j(SMA(t)) | j = 1, \dots, k\}$. Результатом роботи $h_{I_{A_i}}^D$ буде множина $G_{I_{A_i}}^{AVT(D)}(t+1)$.

Функція вибору статичних цілей визначається функціональним перетворенням $h_{I_{A_i}}^S$ над станом МА-оточення, поточною стратегією, множиною сформованих статичних цілей на даний момент — $G^{AVT(D)}(t)$, множиною активних цілей, прийнятих до виконання, і сукупністю формул на мові логіки першого порядку над елементами МА-оточення:

$$FG_{I_{A_i}}^S = h^S(SMA_{I_{A_i}}(t), s^i(t), G^{AVT(S)}(t), GA(t), W),$$

де $W = \{W^j(SMA(t)) | j = 1, \dots, k\}$. Результатом роботи $h_{I_{A_i}}^S$ буде множина $G_{I_{A_i}}^{AVT(S)}(t+1)$.

Висновки

Завдання підвищення рівня безпеки праці в енергетичному господарстві підприємств харчової промисловості найбільш доцільно вирішити шляхом запровадження в інформаційно-керуючу систему компонентів — інформаційних об'єктів та інтелектуальних агентів.

Порівняльний аналіз основних типів агентних моделей за умовами їх застосовності до завдань побудови інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства показав, що до теперішнього часу не розроблена достатньо універсальна модель інтелектуального агента, яка враховувала б ієрархію інтелектуальних агентів у мультиагентній системі, структурну ієрархію цілей і, в той же час, була б направлена на технічну реалізацію в рамках існуючих технічних засобів інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства.

Запропонована модель інтелектуального агента в структурі інформаційно-керуючої системи енергетичного господарства підприємств харчової промисловості відрізняється способом формування інформаційного простору інтелектуальних агентів, наявністю моделі механізму вибору поведінки і змістом моделі цілевизначення інтелектуального агента, що дозволяє враховувати динаміку розвитку мультиагентного оточення, складну ієрархію цілей в інформаційно-керуючій системі енергетичного господарства підприємств і формувати різні стратегії функціонування інтелектуальних агентів.

Література

1. *Машков О.А.* Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам / Л.М. Артюшин, О.А. Машков. — Киев: КВВАИУ, 1991. — 89 с.

2. Барабаш О.В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О.В. Барабаш. — Киев: НАОУ, 2004. — 226 с.
3. Барабаш О.В. Алгоритм самодиагностування технічного стану вузлів комутації інформаційних систем / О.В. Барабаш, Д.М. Обідін, А.П. Мусієнко // Сучасний захист інформації. — Київ, 2014. — № 2. — С. 114—121.
4. Арделян В.В. Обґрунтування математичної моделі тестового діагностування пілотно-навігаційного комплексу повітряного судна / В.В. Арделян, Д.М. Обідін, А.П. Мусієнко // Системи обробки інформації. — Харків: ХУПС, 2016. — № 8(145). — С. 17—20.
5. Барабаш О.В. Модель бази знань інтелектуальної системи управління високошвидкісного рухомого об'єкта на основі її верифікації / О.В. Барабаш, Д.М. Обідін, А.П. Мусієнко // Системи обробки інформації. — Харків: ХУПС, 2014. — № 5 (121). — С. 3 — 6.
6. Тарасов В.Б. Эволюционная семиотика и нечеткие многоагентные системы — основные теоретические подходы к построению интеллектуальных организаций / В.Б. Тарасов // Информационные технологии и вычислительные системы. — 1998. — № 1. — С. 54—68.
7. Райков А.Н. Интеллектуальные информационные технологии / А.Н. Райков. — Москва: МИРЭА, — 2000. — 94 с.
8. Василенко Т. Наилучшие доступные технологии — методологическая основа инновационной энергоэффективности сахарного производства / Т. Василенко, С. Василенко, Ж. Сиднева, В. Шутюк // Ukrainian Food Journal. — V. 3. — I. 1. — P. 122—129.
9. Draganova G. The product innovation as a prerequisite for the development of small and medium sized enterprises in Bulgaria / G. Draganova // Ukrainian Food Journal. — V. 3. — I. 1. — P. 96—104.
10. Валиев М.К. Вероятностные мультиагентные системы: семантика и верификация / М.К. Валиев, М.И. Дехтярь // Вестник Тверского государственного университета, серия «Прикладная математика». — 2008. — № 35(95). — С. 9—22.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.В. Евтушенко, А.О. Сирьк

Национальный университет пищевых технологий

В статье предложена модель интеллектуального агента в структуре информационно-управляющей системы энергетического хозяйства предприятий пищевой промышленности, которая отличается способом формирования информационного пространства интеллектуальных агентов, наличием модели механизма выбора поведения и содержанием модели целеопределения интеллектуального агента. Предложенная модель позволяет учитывать динамику развития мультиагентного окружения, сложную иерархию целей в информационно-управляющей системе энергетического хозяйства предприятий и формировать различные стратегии функционирования интеллектуальных агентов.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, энергетическое хозяйство, информационно-управляющая система, мультиагентная технология, пищевая промышленность.