

взаємодії моделі з відповідним образом книги, який також формується в рамках окремої моделі. Дані про різні образи психологічних, чи психофізіологічних особливостей різних класів потенціальних споживачів існують в спеціальній літературі, що стосується висвітлення результатів наукових досліджень в психіатрії та психофізіології. Тому, в рамках відповідних моделей розв'язуються задачі встановлення взаємозв'язків між тими, чи іншими параметрами психофізіологічного образу потенціального читача, чи користувача книги та параметрами образу книги, який проектується. Слід підкреслити, що в даному випадку, мова йде також про певну психофізіологічну взаємодію інформаційного наповнення з книги з потенціальним читачем. Останнє є виключно задачею автора інформаційної частини. Звичайно, можуть мати місце ситуації, коли образ книги є основним, а інформаційне наповнення є другорядним. Прикладом такої ситуації можуть служити книги для дітей молодшого віку та інші.

1. *Падучева Е.В.* О семантике синтаксиса. М.: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2009.
2. *Дмитрук Ж.В.* Дослідження технологій обробки текстової інформації із застосуванням компютерних видавничих систем. Наукова робота, УАД. Львів, 2002.
3. *Бауэр Ф.Л., Гооз Г.* Информатика. Вводный курс. М.: Мир, 1990, ч1.
4. *Гавенко С., Кулік Л., Мартінюк М.* Конструкція книги. Львів, НВТІ Мета, 1998.
5. Каталог фірми Типографія «Принт». М., 2002.

*Поступила 10.03.2011р.*

УДК 681.5

О.Ю. Пермяков, д.т.н., проф., НУОУ, м. Київ  
Ю.В. Кравченко, д.т.н., проф. НУОУ, м. Київ  
В.А. Савченко, к.т.н., с.н.с., НУОУ, м. Київ

## **ИНТЕЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ МЕРЕЖЕВИХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

The article highlights the intelligent agent model for operational management geoinformation system on the basis of deliberative and reactive approaches with dynamic and variable goals of functioning process

*Key words:* multiagent system, intelligent agent, geoinformation system

**Вступ.** Широке використання геоінформаційних технологій в різноманітних системах управління обумовлюється тим фактом, що значна кількість інформації, з якою працюють органи оперативного управління

(МНС, МВС, військові та ін.), має просторово-часову прив'язку. Різноманітні геоінформаційні системи (ГІС) все частіше починають застосовуватися для вирішення завдань оперативного оцінювання ситуацій, прийняття рішень та моделювання процесів управління, що дозволяє говорити про появу нового класу ГІС – інтелектуальних геоінформаційних систем. Проте, при розробці і використанні таких систем, особливо призначених для роботи в розподіленому середовищі АСУ, неминує виникати низка проблем, успадкованих від традиційних топологічно-орієнтованих і об'єктно-орієнтованих підходів до побудови ГІС.

**Постанова проблеми.** У загальному вигляді проблема побудови інтелектуальних ГІС полягає у тому, що “топологічні” ГІС слабо підтримують або зовсім не підтримують об'єктно-орієнтовані моделі предметної області, а в “об'єктних” ГІС топологічні відносини між об'єктами зазвичай представлені в дуже обмеженому вигляді.

У якості одного з напрямків інтелектуалізації інформаційних систем різноманітного призначення останнім часом дедалі частіше застосовуються інтелектуальні агенти та мультиагентні технології.

**Аналіз публікацій.** Для впровадження мультиагентних технологій до прикладних інформаційних систем провідними компаніями світу вже розроблено велику кількість програмних середовищ, які дозволяють розробляти, підтримувати та оперувати різноманітними агентами. При цьому велика кількість відомих агентних платформ, таких як JACK [1] та ZEUS [2], надають серйозну підтримку інтелектуальній поведінці агентів. Метою даних агентних платформ є розробка інтелектуальних агентів, які можуть проявляти складну поведінку як самі, так і у складі агентної системи. Інші платформи (такі як JADE [3] та LEAP [4]) фокусуються на суворій реалізації специфікацій стандарту FIPA, які надають можливість взаємодії між різноманітними агентними платформами. У таких платформах вся увага зосереджена на реалізації взаємодії всередині агентної системи і вони можуть бути використані для створення співтовариств агентів, у яких велику роль відіграє взаємодія один з одним. Існує і третій напрямок у розробці агентних платформ, у якому агенти розглядаються як технологія програмування, яка сприяє розробці складних розподілених додатків. Даний тип платформ найкраще описується у поняттях специфікацій OMG MASIF [5] (як приклад Grasshopper [6]).

Усі зазначені платформи пропонують лише загальний інструментарій для інтелектуалізації процесів обробки інформації, в тому числі і в ГІС, але не враховують особливості предметної області ГІС, складну поведінку специфічних агентів та мінливість цілей їх функціонування.

**Метою** статті є запропонувати модель інтелектуального агента ГІС, яка б враховувала особливості предметної області, динаміку та мінливість цілей його функціонування.

**Інтелектуальний агент (ІА)** – це програмний або апаратний об'єкт, який автономно функціонує для досягнення цілей, поставлених перед ним

власником або користувачем, володіє певними інтелектуальними здібностями [7].

У загальному вигляді інтелектуального агента ГІС пропонується визначати як структуру вигляду

$$IA = \langle N_{IA}, S_A, V_{IA}, M_{VB} \rangle,$$

де  $N_{IA}$  – ім'я інтелектуального агента;  $S_A$  – структура його атрибутів;  $V_{IA} = \{IA\}$  – множина вкладених IA;  $M_{VB}$  – механізм вибору поведінки агента.

Інтелектуальний агент на підставі критеріїв вибору поведінки, закладених в  $M_{VB}$ , приймає рішення про реалізацію в даний момент часу деякого сценарію поведінки, про що надсилає відповідне повідомлення оператору та іншим агентам ГІС.

Визначимо інформаційне оточення  $IA_i$  як сукупність інтелектуальних агентів  $AR_{IA}^i$ , що оточують і взаємодіють з  $IA_i$  і множини атрибутів, які необхідні  $IA_i$  для оцінки стану навколишнього середовища

$$V_{IA_i} = \{AR_{IA}^i\},$$

$$AR_{IA}^i = \{N_{IA_j}, A_{IA_j}^{\xi}, \dots, A_{IA_j}^{\psi}\}.$$

Станом інформаційного оточення  $IA_i$  назвемо сукупність значень  $AR_{IA}^i$  у момент часу  $t$ :

$$SV_{IA_i}(t) = (\langle A_{IA_j}^{\xi}(t) \rangle, \dots, \langle A_{IA_j}^{\psi}(t) \rangle, \dots, \langle A_{IA_j}^{\xi}(t) \rangle, \dots, \langle A_{IA_j}^{\psi}(t) \rangle),$$

де  $\langle A_{IA_j}^{\xi}(t) \rangle$  – значення атрибута у момент часу  $t$  з погляду даного інтелектуального агента.

Інформацію про стан інформаційного простору  $IA_i$  отримує не одночасно 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 – коли  $AR_{IA}^i$  визначені на стадії проектування IA і в процесі роботи інтелектуальної ГІС не змінюються;
- б) динамічно – коли  $AR_{IA}^i$  можуть змінюватися в процесі функціонування інтелектуальної ГІС.

Отже, модель інформаційного оточення  $IA_i$  визначиться як

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

де  $FV$  – функція формування інформаційного оточення.

Модель механізму вибору поведінки IA приймає наступний вигляд:

$$M_{VB} = (M_{IS}, M_G, M_{SR}, M_A),$$

де  $M_G$  – модель цільовизначення,  $M_{SR}$  – модель процесу пошуку рішення (пошуку шляхів досягнення мети),  $M_A$  – модель активних дій, тобто механізм активізації повідомлень, які впливають на середовище.

Для даного IA модель цільовизначення будуватиметься таким чином

$$MG_{I_{A_i}} = (SS_{I_{A_i}}, FSS_{I_{A_i}}, GS_{I_{A_i}}, G^t_{I_{A_i}}, G^d_{I_{A_i}}, FG^D_{I_{A_i}}, FG^S_{I_{A_i}}, FAG_{I_{A_i}}, SMA_{I_{A_i}}(t)).$$

Далі нижні індекси опустимо там, де це не викликає непорозуміння. 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,  $G^t$  – множина цілей, що отримуються даним ІА від агентів більш високого рівня ієрархії,  $G^d$  – множина цілей, які можуть бути передані ІА 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 мультиагентного оточення більш доцільно визначати з урахуванням динаміки його розвитку, враховуючи як минулу історію, так і очікуване майбутнє. Стан мультиагентного оточення розглядається з позиції даного інтелектуального агента  $I_{A_i}$ , тому

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

Минулий стан мультиагентного оточення є

$$Pa_{I_{A_i}}(t) = \bigcup_0^t (V_{I_{A_i}}(t-1), SV_{I_{A_i}}(t-1)), \text{ тобто об'єднання інформаційного простору}$$

і його станів за сукупністю попередніх моментів часу.

$$\text{Поточний стан мультиагентного оточення } Rt_{I_{A_i}}(t) = (V_{I_{A_i}}(t), SV_{I_{A_i}}(t)).$$

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

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

Якщо позначити статичні цілі як  $g_s$ , цілі отримувані від вищих агентів як  $g_b$ , цілі, які передаються нижчим рівням, як  $g_d$  то відповідні множини запишуться у вигляді:  $GS_{I_{A_i}} = \{g_s^i | i = 1, \dots, m\}$ ,  $G^t_{I_{A_i}} = \{g^t_i | i = 1, \dots, l\}$ ,  $G^d_{I_{A_i}} = \{g^d_i | i = 1, \dots, k\}$ .

Функція формування динамічних цілей визначається функціональним перетворенням  $h^D_{I_{A_i}}$  над станом мультиагентного оточення, поточною стратегією, множинами  $G^{AT(D)}(t)$ ,  $GA(t)$  і сукупністю формул в мові логіки першого порядку над елементами мультиагентного 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 мультиагентного 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 мультиагентного 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.** Таким чином, на основі теоретико-множинного підходу запропоновано модель інтелектуального агента для геоінформаційної системи, яка поєднує основні концепції деліберативного і реактивного підходів, а також спосіб формування інформаційного простору інтелектуального агента та модель механізму вибору поведінки агента, що дозволяє враховувати динаміку розвитку мультиагентного світу, складну ієрархію цілей обробки інформації ГІС і формувати різні стратегії поведінки інтелектуальних агентів.

Напрямок подальших досліджень у галузі інтелектуалізації геоінформаційних систем може бути детальне наповнення компонентів запропонованої моделі з використанням сучасних засобів логічного та об'єктного програмування, а також подальше удосконалення моделей інтелектуальних агентів системи.

1. *Hodgson A.* Specification of Coordinated Agents Behavior (The Simple Team Approach). Agent-Oriented Software / A. Hodgson, R. Roenquist, P. Busetta // Pty., Ltd, Melbourne, Australia. Mode of access: <http://www.agent-software.com>
2. *Collis J.* ZEUS Technical Manual. Intelligent Systems Research Group. BT Labs. / J. Collis, D. Ndumu // British Telecommunications. 1999. – 33 p.
3. *Bellifemine F.* Developing multi-agent systems with a FIPA-compliant agent framework / F. Bellifemine, A. Poggi, G. Rimassa // Software - Practice And Experience. – 2001, № 31(2) – P. 103 – 128.
4. *LEAP* // Mode of access: <http://leap.crm-paris.com>
5. *OMG* Mobile Agent Facility Specification / Mode of access: [http://www.omg.org/technology/documents/formal/mobile\\_agent\\_facility.htm](http://www.omg.org/technology/documents/formal/mobile_agent_facility.htm)
6. *Grasshopper* // Mode of access: <http://www.grasshopper.de>
7. *Швецов А.Н.* Применение агентно-ориентированных технологий в проектировании информационных систем организационного управления / А.Н.

*Поступила 17.03.2011р.*

УДК 004.722

С.М. Неділько, к.т.н., ДЛАУ, м. Кіровоград

### **МАТЕМАТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ**

Different determinations of stability for dynamic objects and complex technical systems are investigated in the article: stability by Lyapunov and Lagrange, asymptotic, exponential, harmonic et al. The difference of functional stability from the traditional system stability concept is shown as a new property of the technical systems

**Вступ.** Розробка нових і вдосконалення існуючих інформаційних керуючих систем вимагає ретельного дослідження питань забезпечення їх стійкого функціонування. Особливої важливості питання забезпечення стійкості набувають при проектуванні автоматизованих систем керування повітряним рухом (АСУПР), де ціна відмов або збоїв зазвичай буває дуже високою. Тому розробка високоєфективних методів і моделей забезпечення стійкості є актуальним завданням.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Математична формалізація функціональної стійкості АСУПР є першим науково-обґрунтованим кроком створення методологічних основ забезпечення функціональної стійкості АСУПР. Для наукового обґрунтування та математичної формалізації функціональної стійкості необхідно дослідити формалізацію стійкості взагалі. Для динамічних систем, що описуються системою звичайних диференціальних рівнянь, існує багато різних визначень стійкості, що відображають ті або інші особливості поведінки траєкторій руху та потребують різних бажаних властивостей рішень або цілих сукупностей рішень. Різні формулювання стійкості, їх взаємозв'язки один з одним та індивідуальними особливостями викладені в роботах [1–7]. Більше перспективним щодо цього є підхід до розгляду стійкості, що використовує внутрішні резерви системи на основі існуючої апаратної, програмної, часової та інформаційної надмірності. Саме на цьому підході й базується поняття функціональної стійкості інформаційних керуючих систем, викладений в роботі [8].