

УДК 519.816

В.А. Савченко

Національний університет оборони України, Київ

**МОДЕЛЬ РУХУ ПОШУКОВОГО АГЕНТА ПРИ КООРДИНАЦІЇ УПРАВЛІННЯ**

Запропоновано модель руху пошукового агента для системи підтримки прийняття рішень служб пошуково-рятувального забезпечення при наявності координації його функціонування.

**Ключові слова:** система підтримки прийняття рішень, інтелектуальний агент, мультиагентна система.

**Вступ**

Побудова мультиагентних структур для систем підтримки прийняття рішень (СППР) вимагає розробки великого числа моделей поведінки інтелектуальних агентів, діяльність яких повинна бути узгоджена зі змінним середовищем існування. Багаторівневі мультиагентні системи (МАС) передбачають наявність декількох рівнів, агенти яких відповідають за виконання покладених на них завдань.

**Постановка проблеми.** За аналогією з соціальними та технічними системами вищі рівні багаторівневих МАС реалізують функції управління на основі аналізу даних нижчих рівнів і навпаки – агенти нижчих рівнів реалізують стратегії та вказівки, отримані з вищих рівнів.

На сьогоднішній день не існує єдиної моделі поведінки агентів, оскільки функціонування кожного з них у кожному конкретному випадку визначається інформаційним середовищем системи та параметрами залучених обчислювальних ресурсів. Тому, для кожної з систем управління архітектура її інтелектуальних компонентів повинна будуватися суто індивідуально.

**Аналіз публікацій.** На сьогоднішній день сформовано декілька шкіл щодо побудови агентів та їх співтовариств [1 – 4]. Разом з тим для роботи у системах управління пошуково-рятувальним забезпеченням (ПРЗ), середовище яких відрізняється наявністю як визначених так і невизначених факторів та умов, є необхідним розробка моделей взаємодії за багаторівневою схемою, яка б найбільш повно відповідала структурі самої системи управління і, у той же час, була б достатньо легкою у застосуванні.

**Метою** даної статті є розробка моделі поведінки пошукового агента у разі координації його дій агентом вищої ланки, яка б враховувала специфіку предметної області ПРЗ і була придатною до практичної реалізації в системах оперативного управління.

**Загальні визначення.** На рис. 1 показана дво-рівнева мультиагентна СППР реального часу, яка включає рівень керівництва ( $B_0$  – керівник та  $A_0$  – його агент), а також рівень безпосередніх виконавців ( $B_1...B_n$ ) та їх агентів ( $A_1...A_n$ )

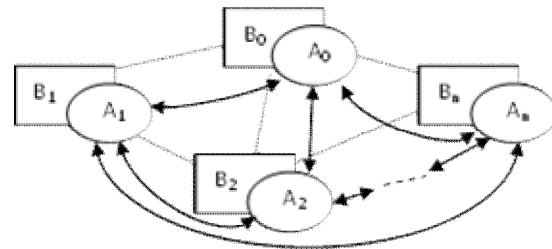


Рис. 1. Мультиагентна система управління:  
 $B_0...B_n$  – виконавці,  $A_0...A_n$  – агенти

Підрозділу визначено район пошуку, який розбито на квадрати загальною кількістю  $n_1 \times n_2$ . Завданням підрозділу є відшукування у визначеному районі деякого об'єкта, при цьому на території пошуку є небезпечні квадрати, потрапляння до яких може призвести до загибелі членів команди. Навколо таких квадратів спостерігаються квадрати з ознаками безпеки. Виконавці нижчого рівня  $B_1...B_n$  досліджують територію, роблячи відповідні позначки на електронній карті, що дає змогу їх агентам  $A_1...A_n$  робити висновок про ступінь небезпеки у даному квадраті та про досягнення чи недосягнення мети пошуку. Загальному вигляді задача пошуку для пошукового агента ставиться наступним чином: визначити координати об'єкта пошуку

$$\{i, j\} = \text{Index}(O_{ij} = O^*), \quad (1)$$

не потрапивши при цьому до небезпечної зони

$$\{i, j\} \neq \text{Index}(Z_{ij} \in \{Z\}),$$

де  $\text{Index}(\bullet)$  – індекси змінних. Координати  $\{i, j\}$  є координатами квадрата, у якому знаходиться об'єкт пошуку чи зона небезпеки.

Пошуковий агент може пересуватися від квадрата до квадрата в усіх можливих напрямках роблячи щоразу лише один крок. Агент може сприйняти обстановку в квадраті лише тоді, коли він до нього потрапить. Агент частково бачить обстановку, визначену іншими агентами. З міркувань економії часу агент не повинен ходити по квадратах, які для нього вже є розвіданими. При наявності альтернатив наступного ходу у разі відсутності вказівок зверху, пошуковий агент робить випадковий вибір такого кроку. Проте така тактика поведінки є не завжди

раціональною, оскільки пошукові агенти можуть проводити тривалий час у явно безперспективних секторах, у той час, як сектори з ознаками небезпеки тривалий час можуть залишатися неоглянутими.

Агент-керівник спостерігає за діями пошукових агентів і періодично координує їх діяльність шляхом визначення для кожного агента  $ag$  координат квадрата  $\{iy_{[ag]}, jx_{[ag]}\}$ , у напрямку якого необхідно дослідити район огляду.

### Модель поведінки пошукового агента у разі отримання завдання

У разі отримання завдання (координати  $\{iy, jx\}$  для агента визначені) пошуковий агент у своєму полі зору (квадрати, які оточують квадрат поточного перебування агента – матриця Obs) визначає відстані від неоглянутих квадратів до квадратів, які вже оглянуто і мають код “чисто”.

$$\text{Dist} = \text{Table}[\text{Position}[\text{Obs}, \text{“чисто”}]_{[id]} - \text{Position}[\text{Obs}, \text{“не досліджено”}]_{[jd]}, \text{id} = 1 \dots \text{Length}[\text{Position}[\text{Obs}, \text{“чисто”}]], \text{jd} = 1 \dots \text{Length}[\text{Position}[\text{Obs}, \text{“не досліджено”}]]],$$

де  $\text{Table}[\bullet, i = \dots, j = \dots]$  – оператор формування таблиць за розміром змінних  $i$  та  $j$ ;  $\text{Position}[\zeta, \xi]$  – оператор визначення індексів матриці  $\zeta$ , елементами якої є  $\xi$ ;  $\text{Length}[\bullet]$  – оператор визначення довжини списка.

Після цього відстані визначаються у метричній шкалі:

$$\text{Dist1} = \text{Table}[\sqrt{(\text{Dist}_{[id, jd, 1]})^2 + (\text{Dist}_{[id, jd, 2]})^2}, \text{id} = 1 \dots \text{Length}[\text{Position}[\text{Obs}, \text{“чисто”}]], \text{jd} = 1 \dots \text{Length}[\text{Position}[\text{Obs}, \text{“не досліджено”}]]],$$

Визначаються координати недосліджених точок, найближчих до “чистих”

$$\text{Clos} = \text{Table}[\text{Position}[\text{Obs}, \text{“не досліджено”}]_{\text{Position}[\text{Dist1}, \text{Min}[\text{Dist1}]]_{[jd]}}, \text{jd} = 1 \dots \text{Length}[\text{Position}[\text{Dist1}, \text{Min}[\text{Dist1}]]],$$

Визначаються відстані від центра сектору призначення (квадрат  $\{iy, jx\}$ ) до точок Clos:

$$\text{Centzone} = \text{Table}[\{iy, jx\} - (\{i, j\} - \{k, k\} + \text{Clos}_{[id]}), \text{id} = 1 \dots \text{Length}[\text{Clos}],$$

де  $\{iy, jx\}$  – координати квадрата призначення;  $\{i, j\}$  – поточні координати пошукового агента;  $k$  – радіус зони огляду агента.

Після цього відстані визначаються у метричній шкалі:

$$\text{Centzone1} = \text{Table}[\sqrt{(\text{Centzone}_{[jd, 1]})^2 + (\text{Centzone}_{[jd, 2]})^2}, \text{jd} = 1 \dots \text{Length}[\text{Centzone}],$$

Далі визначаються координати недосліджених точок, які є найближчими до квадрата призначення

$$\text{Closag} = \text{Table}[\text{Clos}_{\text{Position}[\text{Centzone1}, \text{Min}[\text{Centzone1}]]_{[jd]}}],$$

Якщо таких точок декілька, то робиться випадковий вибір подальшого кроку

$$\text{Rpoint} = \text{Closag}[\text{Random}[\text{Position}[\text{Closag}]]],$$

Координати наступного кроку пошукового агента у системі координат району пошуку визначаються як:

$$i = i - k + \text{Rpoint}_{[1]}, \quad j = j - k + \text{Rpoint}_{[2]}.$$

Таким чином визначається, що пошуковий агент у разі отримання завдання щодо обстеження певного сектору буде просуватись у напрямку зазначеного сектору, допоки не натрапить на квадрат з ознаками небезпеки, квадрат з ціллю пошуку або буде перенацілений у інший сектор. У разі ж потрапляння у квадрат з ознаками небезпеки, агент діє відповідно до внутрішнього алгоритму роботи, метою якого є не допустити потрапляння у небезпечну зону. Прибувши у район квадрата призначення, агент звітує агенту-керівнику, який його відправив.

Моделювання роботи МАС при вирішенні завдань ПРЗ свідчить про перспективність розробок у даному напрямку, а простота запропонованого алгоритму – про можливість його реалізації на малопотужних платформах, в т.ч. і мобільних, що є вкрай важливим для розробки систем реального часу.

### Висновки

Поєднання тактики “виваженої” поведінки агента з різними стратегіями пошуку при застосуванні запропонованого методу управління “згори” дозволяє автоматизовано керувати роботою різних розосереджених об’єктів, не позбавляючи їх ініціативи у прийнятті безпосередніх рішень в умовах, які складаються.

Напрямок подальших досліджень у сфері побудови мультиагентних систем підтримки прийняття рішень для пошуково-рятувальних служб в рамках загальної ідеї інтелектуалізації процесу управління є розробка різних стратегій керівництва пошуком та залучення до аналізу обстановки агентами більшого числа чинників впливу.

### Список літератури

1. Поспелов Д.А. Многоагентные системы – настоящее и будущее / Д.А. Поспелов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С. 14-21.
2. Wooldridge M. Introduction to Multi-Agent Systems / M. Wooldridge. – Wiley, 2002. – 270 p.
3. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Вильямс, 2007. – 386 с.
4. Швецов А.Н. Мультиагентные системы: от формальных моделей к промышленным приложениям / А.Н. Швецов. – Вологда: ВГТУ, 2008. – 101 с.

Надійшла до редколегії 5.04.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.В. Барабаш, Національний авіаційний університет, Київ.

**МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ПОИСКОВОГО АГЕНТА ПРИ КООРДИНАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ**

В.А. Савченко

*Предложена модель движения поискового агента для системы поддержки принятия решений служб поисково-спасательного обеспечения при наличии координации его функционирования.*

**Ключевые слова:** *система поддержки принятия решений, интеллектуальный агент, мультиагентная система.*

**THE MODEL OF MOTION FOR SEARCHING AGENT IN THE CASE OF MANAGEMENT COORDINATION**

V.A. Savchenko

*The article highlights the model of motion for searching agent of the decision support system for the searching-rescue services in the case of management coordination of it functioning.*

**Keywords:** *decision support system, intelligent agent, multiagent system.*