

3. Кушлик-Дивульська О. І., Кушлик Б. Р. Основи теорії прийняття рішень : Київ, 2014. 94 с.

4. Радейко Р. І. Теоретико-правові аспекти вирішення проблеми формалізації права. *Право і суспільство*. 2013. Вип. 6(2). С. 42–46.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-046-9-3>

**МЕТОДИ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПЛАНУВАННЯ
ПОВЕДІНКИ АГЕНТІВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ
ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Волков І. Д.

*кандидат військових наук,
заступник начальника науково-дослідного центру з наукової роботи
Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії
м. Суми, Україна*

Дяченко С. А.

*ад'юнкт
Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
м. Київ, Україна*

Сова О. Я.

*доктор технічних наук, старший науковий співробітник,
начальник кафедри автоматизованих систем управління
Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
імені Героїв Крут
м. Київ, Україна*

Вступ. Необхідність проектування інтелектуальних систем прийняття/підтримки прийняття рішень (СППР) при управлінні складними об'єктами і процесами різної природи обумовлюється безперервним зростанням їх складності з одночасним скороченням часу, що відводиться людині, яка приймає рішення (ЛПР) на аналіз проблемної ситуації, ідентифікацію виниклого відхилення від нормального (штатного) режиму функціонування об'єкту, пошук можливих коригувальних рішень по впливу на об'єкт (процес), оцінку наслідків при-

йнятих рішень і, нарешті, видачу команд на відпрацювання необхідних впливів.

Реалізувати СППР у повному обсязі можна лише з використанням сучасних технологій проектування інтелектуальних систем, заснованих на концепціях розподіленого штучного інтелекту, мультиагентності, динамічних баз знань, нейронних мереж, хмарних обчислень. Мультиагентні системи (МАС) мають великий теоретичний і практичний потенціал по створенню інтелектуальних агентів, у тому числі по створенню моделей, заснованих на реактивній поведінці, на основі планування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз існуючих методів планування дозволяє класифікувати підходи, що використовуються, за способами взаємодії із середовищем [1-3]:

а) автономне планування – агент отримує інформацію про стан системи в деякий момент часу і на цій основі будує план, тобто весь етап планування завершується до початку виконання плану;

б) інтерактивне планування – агент використовує інформацію про поточний стан середовища в процесі складання плану, тобто можливе чергування планування і виконання плану.

Також розрізняють [3-5]: а) відкрите планування – агент не використовує інформацію про стан середовища у процесі виконання плану; б) закрите планування – у процесі виконання використовується інформація про стан середовища.

По відношенню до підцілей: а) лінійне планування – при незалежності підцілей; б) нелінійне планування – якщо між підцілями існує деяка залежність.

Існування залежностей у нелінійному плануванні приводить до необхідності організації чергування дій, спрямованих на досягнення різних підцілей. Існують наступні способи рішення даної задачі: а) відкладене підтвердження – упорядкування дій відкладається до виникнення конфлікту цілей; б) лінеаризація – перетворення цілей для досягнення лінійності; в) розподіленість – виконання плану декількома агентами.

Крім того, використовується поділ на: а) неієрархічне планування – пошук ланцюжка дій для досягнення мети (основна проблема полягає в тому, що підцілі не розрізняються по важливості – планувальник може витратити ресурси на досягнення другорядних цілей); б) ієрархічне планування – має на увазі створення планувальником ієрархії абстракцій (підцілей). Це спрощує процедуру планування – спочатку створюється план загалом, потім виконується деталізація –

спуск по ієрархії. Виділяють два способи створення ієрархій – у просторі задач (розщеплення плану) і в просторі станів (виділення станів у класи еквівалентності). План поведінки інтелектуального агенту може бути формалізовано за допомогою графу, у якому в якості зв'язків (дуг) між вершинами виступають відношення типу «ціль – підціль», «мета – дія», «дія – результат». Шлях у графі, що веде від вершини, яка відповідає поточній ситуації, у кожному з цільових вершин, визначає план дій.

Усі задачі побудови плану дій можна розділити на два типи, яким відповідають різні методи: а) планування в просторі станів (SS-проблема); б) планування в просторі задач (PR-проблема).

Опис ситуацій включає стан зовнішнього світу і стан середовища СППР, що характеризується множиною параметрів. Ситуації утворюють деякі узагальнені стани, а дії в СППР або зміни в зовнішньому середовищі призводять до зміни актуалізованих у даний момент станів. Серед узагальнених станів виділені початкові стани (як правило один) і кінцеві (цільові) стани. SS-проблема складається в пошуку шляху, що веде з початкового стану в один з кінцевих. Початковий стан – початковий рівень компетенцій. Узагальненими станами можлива послідовність розвитку компетенцій.

Простір утвориться в результаті введення на множині задач відношень типу «частина – ціле», «задача – підзадача», «загальний випадок – частковий випадок» і т.п. Іншими словами, простір задач відображає декомпозицію задач на підзадачі (цілі на підцілі). PR-проблема для середовища СППР складається в пошуку декомпозиції вихідної задачі підготовки на підзадачі, що приводить до задач, рішення яких для ЛПР відомо.

Проведемо аналіз основних методів рішення SS – проблем. Представлення задачі в просторі станів допускає задавання ряду моделей: станів, множини операторів і їх впливів на переходи між станами, цільовими станами. Описи станів можуть представляти собою рядки символів, вектори, двомірні масиви, дерева, списки. Оператори переводять один стан в інше. Таким чином, вихідна задача розбивається на впорядковану сукупність підзадач, кожна з яких розв'язується методом планування в просторі станів (рішення SS – проблеми). Слід зауважити, що можливі альтернативи по вибору ключових операторів, так що загальному випадку буде отримано «ТА/АБО» – графа. Проведемо аналіз основних методів рішення PR-проблем.

Планування в просторі задач полягає в послідовному зведенні вихідної задачі до усе більш простих, доти, поки не будуть отримані

тільки елементарні задачі. Частково упорядкована сукупність таких задач складе рішення вихідної задачі. Розчленовування задачі на альтернативні множини підзадач формалізується у вигляді «ТА/АБО» графа. У такому графі усяка вершина, крім кінцевої, має або кон'юнктивно зв'язані дочірні вершини («ТА» – вершина), або диз'юнктивно зв'язані («АБО» – вершина). В окремому випадку, при відсутності «ТА»-вершин, має місце граф простору станів. Кінцеві вершини є або заключними (їм відповідають елементарні задачі), або тупиковими. Початкова вершина (корінь «ТА/АБО» графа) представляє вихідну задачу. Ціль пошуку на «ТА/АБО» – графі показати, що початкова вершина розв'язана.

Розв'язними є заключні вершини («ТА» – вершини), у яких розв'язні всі дочірні вершини, і «АБО» – вершини, у яких розв'язна хоча б одна дочірня вершина. Розв'язний граф, складається з розв'язних вершин і вказує на спосіб можливості розв'язання початкової вершини. Наявність тупикових вершин приводить до нерозв'язних вершин. Нерозв'язними є тупикові «ТА» – вершини, у яких нерозв'язна хоча б одна дочірня вершина, а також «АБО» – вершина, у яких нерозв'язна кожна дочірня вершина.

Висновки. Задачі планування поведінки агентів в середовищі СППР, що характеризується високим динамізмом, вимагають особливої гнучкості методів інтелектуального агента. У таких системах неможливо або недостатньо знайти тільки статичний план, потрібно проводити динамічну адаптацію деякого початкового плану до динамічного середовища і, можливо, динамічної мети безпосередньо по надходженню нової інформації, тобто розвиток вказаних в підрозділі методів лежить в площині побудови методів динамічного та адаптивного планування. Таким чином, досліджено поточний стан методів в області МАС та виділений ряд актуальних задач, що вимагають подальших досліджень, до яких відносять: розробку моделей агентів, що самонавчаються, розробка методів колективного навчання, розробка методів нечіткого виводу в моделях спілкування і поведінки агентів.

Література:

1. Luck M., Gomez-Sanz J. Agent-oriented Software Engineering IX. *9th International Seminar, AOSE 2008, Estoril, Portugal, May 12-13, 2008.* 287 p.
2. DeLoach S.A. Moving multi-agent systems from research to practice. *International Journal Agent Oriented Software Engineering.* 2009. No. 4(3). Pp. 378–382.

3. P. Zuiev, R. Zhyvotovskiy, O. Zvieriev, S. Hatsenko, V. Kuprii, O. Nakonechnyi, M. Adamenko, A. Shyshatskyi, Y. Neroznak, V. Velychko. Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. 2020, Vol. 4, No. 9 (106), Pp. 14–23. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>.

4. A. Shyshatskyi, O. Zvieriev, O. Salnikova, Ye. Demchenko, O. Trotsko, Ye. Neroznak. Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. Vol. 9, No. 4. Pp. 5583–5590 DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-046-9-4>

INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM OF NATURE PROTECTION TERRITORIES MANAGEMENT

Zagorodnya S. A.

*Candidate of Technological Sciences, Senior Research
Institute of Telecommunications and Global Information Space
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

Sheviakina N. A.

*Ph.D., Senior Research
Institute of Telecommunications and Global Information Space
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

Radchuk I. V.

*Ph.D., Senior Research
Institute of Telecommunications and Global Information Space
of the National Academy of Sciences of Ukraine
Kyiv, Ukraine*

One of the key tasks of environmental management is to create national information system for environmental protection. This system should provide access to environmental information, in particular, it will contribute to the creation of a national system of nature reserve areas and their status. The issue of protected areas monitoring is pressing in any part of our planet. To increase and preserve biological and landscape diversity, it is neces-