

УДК 004.896+681.5.017

В.П. Квасніков¹, В.В. Немченко²¹ Національний авіаційний університет, Київ² Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси

ПІДСИСТЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В СТРУКТУРІ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

В роботі представлена підсистема обробки інформації в структурі мобільного робота для визначення напрямку руху в умовах впливу факторів зовнішнього середовища та наявності складних перешкод. Запропонована її структура, побудована на основі багаторівневої системи перетворення інформації. Координація елементів такої системи відбувається за методом висхідного синтезу елементів.

Ключові слова: інтелектуальний робот, система обробки інформації, багаторівнева система перетворення інформації, координація.

Вступ

Останнім часом все більшого розповсюдження знаходять мобільні роботи, які замінюють людину в умовах, небезпечних для її здоров'я, при виконанні монотонних, утомливих робіт, виступають як ігрові партнери.

Найважливішою складовою частиною усіх сучасних роботів є система чуттєвості, у завдання якої входить сприйняття інформації про стан зовнішнього середовища та її обробка, що забезпечує розпізнавання роботом об'єктів та перешкод, оцінку параметрів та властивості об'єктів і середовища.

На даний час існує багато методів обробки інформації на основі добре сформульованих моделей та алгоритмів, що забезпечують впевнене функціонування мобільних роботів відносно знайомих і добре структурованих робочих просторів. При роботі в незнайомому динамічному оточенні мобільний робот повинен вміти адаптуватися до змін у навколишньому середовищі, реагувати на непередбачувані ситуації і діяти на підставі попереднього досвіду. Таким чином, актуальною є проблема створення такої системи обробки інформації в структурі мобільного робота з елементами штучного інтелекту, яка б змогла забезпечити прийняття рішення у конкретних ситуаціях та достатню автономність для виконання поставлених завдань.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні, вченими було розглянуто та описано велику кількість методів, що застосовуються для обробки даних при керуванні мобільними роботами, а саме: штучні нейронні мережі [1 – 3], нечітка логіка [4], генетичні алгоритми [5] та інші.

Головним недоліком існуючих систем обробки інформації є високий рівень затрат на їх розробку. В більшості випадків такі системи доводиться розробляти заново, враховуючи індивідуальні характерис-

тики виконуваних робіт, що безперечно призводить до підвищення їх рівня вартості.

У зв'язку з цим, постає нагальна потреба у пошуку нових підходів до організації таких систем, які б не тільки гарантували необхідну якість обробки інформації при виконанні роботом своєї технологічної місії в умовах неформалізованого зовнішнього середовища, але й забезпечували максимально ефективне використання його конструктивних особливостей.

Постановка задачі. Розробити систему обробки інформації в структурі мобільного робота, що базується на засобах штучного інтелекту в багаторівневих ієрархічних системах.

Розв'язання задачі

Розробка мобільного робота значною мірою залежить від умов його використання, задач, які перед ним стоять, та виглядом самого робота.

Дані про об'єкт отримують за допомогою зовнішніх сенсорів, якими оснащений робот, з подальшим їх аналізом за рахунок існуючих методів: нейронних мереж, генетичних алгоритмів, індуктивних моделей та їх комбінації.

Основна частина системи обробки інформації – це підсистема обробки інформації (ПОІ) (рис. 1). Вона відіграє роль «містка» між сенсорами та підсистемою прийняття рішень.

Пропонується будувати підсистему обробки інформації на основі багаторівневої системи перетворення інформації [6, 7]. Прикладами застосувань таких систем можуть слугувати системи, описані в роботах [7 – 9].

Багаторівневі системи є досить потужним інструментом для організації обробки інформації в робототехніці.

В якості ілюстрації можна навести задачу переміщення робота. Питання переміщення по заданій траєкторії вже розглядалося не раз і є добре

відомим. Але у випадку зміни оточуючого середовища, чи наявності складних перешкод, де пе-

ресування робота є ускладненим, задача з переміщення робота постає у новому світлі.



Рис. 1. Структурна схема системи обробки інформації при управлінні мобільним роботом, де l, h, w – геометричні параметри об’єкта; $\{P\}$ – множина параметрів об’єкта; $\{I\}$ – множина оцінок оточуючих предметів; $\{C\}$ – координати пункту призначення

Пропонована підсистема складається з двох страт (рис. 2), в якій остання страта визначає напрям

Отриманий напрям передається до підсистеми прийняття рішень, де вже відбувається остаточне вирішення подальшого руху робота.

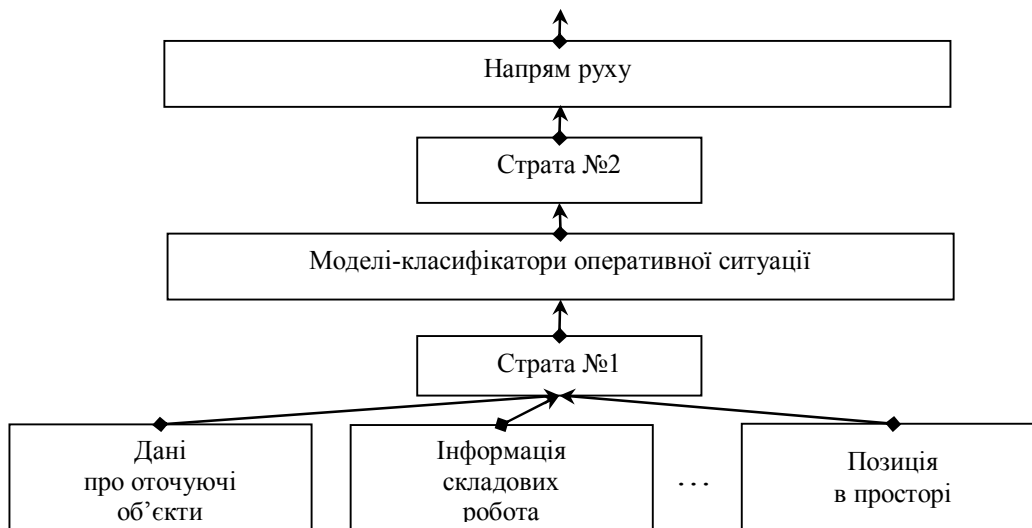


Рис. 2. Структурна схема підсистеми обробки інформації

Основною задачею, яку приходится розв’язувати при створенні багаторівневих систем перетворення інформації, є координація взаємодії елементів їх складної структури [10].

Розглянемо ієрархічну систему з так званою пірамідальною структурою. Прикладом системи з пірамідальною структурою є система, зображена на рис. 3 [10].

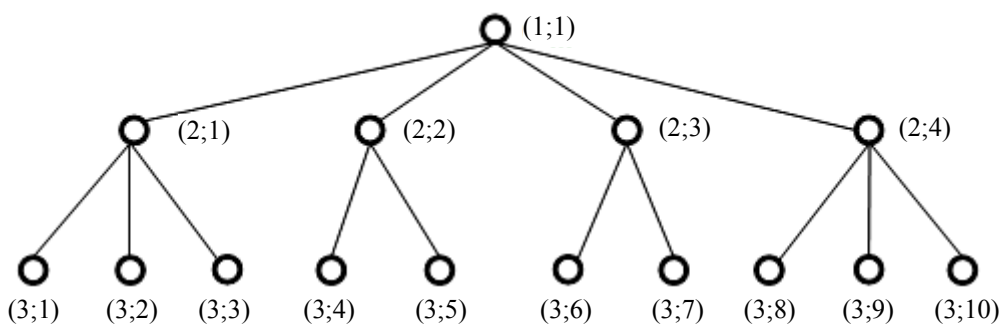


Рис. 3. Приклад системи з пірамідальною структурою

Нехай загальна кількість рівнів у системі дорівнює L (для системи на рис. 4 $L=3$). На l -му рівні, $l \in [1: N]$ наявні N_l елементів, причому на найвищому, першому рівні наявний лише один елемент $N_1 = 1$ (для даного прикладу $N_2 = 4, N_3 = 10$). Позначимо i -й елемент l -го рівня через l, i .

Елементи всіх рівнів, починаючи з другого, належать до одного елемента верхнього рівня.

Отже, для елемента l, i можна ввести множину індексів елементів l -го рівня, що належать до елемента l, i . Позначимо ці множини через $J_{li}, l \in [1: L-1]$.

Множини J_{li} мають такі властивості [10]:

$$\bigcup_{i \in [1: N_l]} J_{li} = [1: N_{l+1}]; J_{li_1} \cap J_{li_2} = \emptyset \text{ при } i_1 \neq i_2$$

(в даному випадку $J_{11} = \{1; 2; 3; 4\}; J_{21} = \{1; 2; 3\}; J_{22} = \{4; 5\}; J_{23} = \{6; 7\}; J_{24} = \{8; 9; 10\}$).

Нехай $x_{li}, l \in [1: L], i \in [1: N_l]$ – вектор, що характеризує стан елемента l, i , $F_{li}(x_{li})$ – вектор показників цього елемента, який передається на верхній рівень, а $\Phi_{li}(x_{li})$ – векторний критерій елемента.

Взаємозв'язок між елементами різних рівнів задається відношенням [10]:

$$x_{li} = \{F_{l+1, j}, j \in J_{li}\}, l \in [1: L-1], i \in [1: N_l] \quad (1)$$

(в даному випадку $x_{11} = \{F_{21}, F_{22}, F_{23}, F_{24}\}, x_{21} = \{F_{31}, F_{32}, F_{33}\}$ і т.д.). Отже, стан елемента l, i визначається спільним вектором показників елементів нижнього, l -го рівня, які належать до елемента l, i .

Тепер зупинимося на обмеженнях, які мають задовольняти вектори x_{li} [10].

Для елементів найнижчого, L -го рівня обмеження записуються у вигляді [10]:

$$x_{Li} \in X_{Li}, i \in [1: N_L], \quad (2)$$

де X_{Li} – деяка множина.

Для $l \in [1: L-1]$ вектори x_{li} повинні задовольняти обмеження [10]:

$$x_{li} \in X_{li} = X_{li}^1 \cap X_{li}^2, \quad (3)$$

де $X_{li}^1 = \{x_{li} = \{F_{l+1, j}, j \in J_{li}\} \mid F_{l+1, j} = F_{l+1, j}(x_{l+1, j})\};$

$$X_{li}^2 = \{x_{li} \mid H_{li}(x_{li}) \geq b_{li}\};$$

$$x_{l+1, j} \in X_{l+1, j};$$

$H_{li}()$ – вектор функції; b_{li} – вектори.

Глобальна цільова функція системи збігається з цільовою функцією елемента першого рівня і має вигляд [10]

$$H_{11}(x_{11}) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Отже, задача координації – це задача (1)–(4) [10].

Окрім описаної вище ієрархічної системи з пірамідальною структурою, існують системи, в структурі яких зв'язки між елементами ідуть одного до кожного. Таким чином усі елементи нижчого рівня з'єднані з усіма елементами вищого рівня.

Система з такою структурою дозволяє враховувати зв'язки між окремими елементами.

Задача координації складної структури підсистеми перетворення інформації може бути вирішена за методом висхідного синтезу елементів структури [9].

Відповідно до даного методу, модель об'єкта певного рівня синтезується за вхідними сигналами на основі отриманої ззовні інформації та з метою забезпечення нормативних значень критерію якості результатів перетворення інформації. Множина сигналів на виході агрегатів нижньої страти визначає структуру алгоритму перетворення інформації (АПП) верхньої страти.

Функція перетворення інформації та функція управління її якістю виконуються окремими підсистемами. Функцією якості АПП є середнє квадратичне відхилення результатів моделювання від дійсних значень вихідної характеристики, отриманої в режимі калібрування системи.

Як розвиток уведеного М.Д. Месаровичем поняття координуючого сигналу [11], для узгодження міжрівневих взаємодій окремих агрегатів автор [9] пропонує ввести поняття координуючого алгоритму.

Означення. Координуючим алгоритмом m^γ є послідовність дій із узгодження взаємодій локальних АПП сусідніх страт шляхом висхідного синтезу їх структур [9].

Означення. Стратегія координації міжрівневих взаємодій γ – це принципи конструювання координуючих алгоритмів [9].

Задачі перетворення інформації, які вирішуються на нижніх стратах, скоординовані відносно глобальної задачі системи шляхом забезпечення виконання умови [9]:

$$(\exists \gamma)(\exists x)[P(x, D_i(\gamma)), \&P(\pi_\Delta(x), D_n)],$$

де γ – стратегія координації взаємодії одношарових моделей мікрострати; x – вхідні сигнали; $D_i(\gamma)$ – множина задач перетворення інформації, які вирішуються локальними АПП відповідно до стратегії γ ; D_n – глобальна задача.

Система багаторівневого перетворення інформації координована [9], якщо існують стратегії координації $\gamma \in \Omega$, які забезпечують висхідний синтез координуючих алгоритмів m^γ як γ – оптимальні локальні рішення $m_i^\gamma = (x_i^\gamma, u_i^\gamma)$, $1 \leq i \leq n$, такі, що керуючий вплив у вигляді зміни властивостей локальних АПП, скоординований відносно глобальної

мети системи, $m^y = (m_1^y, \dots, m_n^y)$ є глобально оптимальним $m^y = \tilde{M}$.

Це означає, що структура системи перетворення інформації буде координуючою тоді і тільки тоді, коли існує оптимальна координуюча стратегія [9]. В якості оптимальної координуючої стратегії запропоновано використати процес висхідного синтезу локальних АПІ за допомогою нейронних мереж. Зміна властивостей локального АПІ реалізується шляхом синтезу нової моделі, характеристики якої відповідають нормативним. При зміні властивостей локального АПІ нижньої страти відбувається синтез нових АПІ для вищих страт [9].

Таким чином забезпечується координація структури системи.

Висновок

В даній статті запропоновано систему обробки інформації в структурі мобільного робота для визначення напрямку його подальшого руху за рахунок використання засобів штучного інтелекту в багаторівневих ієрархічних системах.

Підсистема обробки інформації будується за рахунок формування ієрархічної структури з двох страт, яка складається з моделей, побудованих за рахунок нейронних мереж.

Описаний принцип побудови системи обробки інформації при керуванні мобільним роботом дозволяє поглянути на неї з точки зору теорії ієрархічних систем, в яких глобальна задача обробки розкладається на множу локальних підзадач, вирішення яких не викликає труднощів.

Такий підхід є досить новим, тому заслуговує на більш детальний розгляд і подальше дослідження.

Список літератури

1. Годич О. Індуктивні методи моделювання навігації агента / О. Годич, А. Накрійко, Ю. Щербина // Вісник Львів. ун-ту. – 2009. – № 15. – С. 291-312.

2. Adamiv O. Predetermined Movement of Mobile Robot Using Neural Networks / O. Adamiv, V. Koval, I. Turchenko // Комп'ютинг. – 2003. – Т.2, Випуск 2. – С. 64-68.

3. Міхнева Г.П. Модель адаптивного керування точністю процесу вимірювання та обробки інформації на координатно-вимірювальній машині / Г.П. Міхнева // Збірник наукових праць ВІКНУ. – 2011. – № 33. – С. 90-95.

4. Цюй Дуньюэ. Управление мобильным роботом на основе нечётких моделей / Цюй Дуньюэ // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2007. – № 6. – С. 115-121.

5. Заєць Н.А. Використання генетичних алгоритмів для розрахунку оптимальних налаштувань функціонування робототехнічного комплексу / Н.А. Заєць, С.А. Шворов, В.М. Штена, В.О. Осипа // Збірник наукових праць ВІКНУ. – 2012. – № 38. – С. 41-45.

6. Немченко В.В. Багаторівневі системи прийняття рішення в робототехніці / В.В. Немченко // «Обработка сигналов и негаусовских процессов»: научно-практическая конференция: тезисы доп. – Ч.: ЧДТУ, 2011. – С. 211-212.

7. Голуб С.В. Формування дублюючих рівнів в ієрархічних структурах автоматизованих систем багаторівневого перетворення інформації / С.В. Голуб, В.В. Немченко, В.Ю. Нечипоренко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2011. – №9. – С. 294-297.

8. Голуб С.В. Інформаційна технологія соціогієнічного моніторингу / С.В. Голуб, Н.В. Сисоєнко, В.Ю. Немченко // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи). – 2011 – С. 297.

9. Голуб С.В. Координація взаємодії локальних агрегатів в структурі систем багаторівневого перетворення моніторингової інформації / С.В. Голуб // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2009. – № 6(136). – Ч. 1. – С. 325-329.

10. Алиев Р.А. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Р.А. Алиев, М.И. Либерзон. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.

11. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахага. – М.: Мир, 1973. – 344 с.

Надійшла до редколегії 2.02.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Рудницький, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси.

ПОДСИСТЕМА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СТРУКТУРЕ МОБИЛЬНОГО РАБОТА

В.П. Квасников, В.В. Немченко

В работе представлена подсистема обработки информации в структуре мобильного робота для определения направления движения в условиях воздействия факторов внешней среды и наличия сложных препятствий. Предложена ее структура, построенная на основе многоуровневой системы преобразования информации. Координация элементов такой системы происходит по методу восходящего синтеза элементов.

Ключевые слова: интеллектуальный робот, система обработки информации, многоуровневая система преобразования информации, координация.

INFORMATION PROCESSING SUBSYSTEM IN THE MOBILE ROBOT STRUCTURE

V.P. Kvasnikov, V.V. Nemchenko

The paper presents data processing subsystem in the structure of the mobile robot to determine the direction of motion under the influence of environmental factors and the presence of difficult obstacles. The proposed its structure is based on multi-level conversion information. Coordination elements of such a system is the method of synthesis of the rising elements.

Keywords: intelligent robot information processing system, multi-system transformation of information, coordination.