

## **ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОАГЕНТНОГО ПІДХОДУ В INTERNET OF THINGS**

Куренко В.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Аксак Н.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТС, тел. (057) 702-02-45

Algorithms of distributed artificial intelligence, including Multi-Agent systems, were defined. The relationship between Multi-Agent Systems and the Internet of Things has been revealed. The definition and areas of application of the Internet of Things are given. The literature is analyzed and examples of the use of Multi-Agent systems and the Internet of Things are given. The advantages and disadvantages of this method were determined. The implementation of an agent approach in the Internet of Things is a promising direction for further research, but for further development it is necessary to solve existing problems.

Дослідження штучного інтелекту (ШІ) активно розвиваються, та розширюється коло завдань, які він здатний вирішувати. Самі ж завдання стають більш складними, що і стало причиною розвитку розподіленого ШІ.

Алгоритми розподіленого ШІ класифікуються на три категорії на основі основних методів, які використовуються для вирішення завдань, а саме: паралельний ШІ, розподілене вирішення проблем і багатоагентні системи (БАС). БАС складаються з автономних сутностей, які називаються агентами. Вони спільно вирішують завдання, та пропонують більшу гнучкість, завдяки здатності навчатися та автономно робити рішення. Агенти взаємодіють з сусідніми агентами або з середовищем, в якому вони перебувають, щоб навчатися. Згодом агенти використовують свої знання, щоб самостійно прийняти рішення та виконати дію в середовищі для вирішення призначеного завдання [1].

Розподілений ШІ, зокрема БАС, можуть бути гармонічно поєднані з концепцією Internet of Things (IoT). IoT це мережа фізичних пристроїв, що взаємодіють з навколишнім середовищем, можуть передавати та приймати дані. IoT зокрема використовується в таких галузях: охорона здоров'я, промисловість, комерційна діяльність, інфраструктура.

Відповідно, вже існують системи IoT, що використовують багатоагентний підхід. У роботі [2] було розроблено IoT автономну систему управління попитом для невеликої сонячної електростанції, яка використовувала багатоагентний підхід. У роботі [3] було досліджено структуру, в якій кожний пристрій IoT був пов'язаний з програмним агентом, що здатен формувати соціальні зв'язки у широкій IoT-мережі різнорідних інтелектуальних пристроїв для формування агентних груп на основі оцінки агента, що базується на технології блокчейн. У роботі [4] було

запропоновано використовувати багатоагентну IoT систему для полегшення пошуку місця для паркування.

Такі властивості агентів, як проактивність, інтелектуальність, здатність спілкуватись, роблять такий підхід перспективним для подальшого розвитку IoT. Така парадигма має переваги, порівняно з об'єктно-орієнтованою, сервісно-орієнтованою, компонентно-орієнтованою парадигмами. Агентний підхід дозволяє моделювати IoT системи різного ступеня деталізації, а також дозволяє моделювати різні варіанти дизайну перед розгортанням. Але варто звернути увагу і на загальні недоліки агентного підходу. Агентний підхід станом на зараз не є достатньо розвинутим. Він з'явився в академічних колах, а не в промисловості. У IoT системах важливою характеристикою є швидкість роботи, а в БАС не передбачені механізми для роботи в режимі реального часу. Ще варто зазначити, що впровадження багатоагентного підходу у IoT потребує більше грошей, порівняно зі централізованими та сервіс-орієнтованими системами. Методології, інструменти та мови, що використовуються в БАС призначені для досвідчених користувачів, тому необхідна розробка простіших інструментів для початківців. Також від розробників необхідне розуміння того, що не завжди вигідно робити з речей агентів, і взагалі не всі задачі вигідно вирішувати агентами [5].

Отже, ускладнення завдань, що вирішуються ШІ на цей час, стало причиною розвитку розподіленого ШІ. БАС можуть бути гармонічно поєднані з концепцією Internet of Things. Впровадження агентного підходу в IoT є перспективним напрямком для подальших досліджень, але для подальшого розвитку необхідне вирішення існуючих проблем.

Список використаних джерел:

1. Dorri, A., Kanhere, S., & Jurdak, R. (2018). Multi-Agent Systems: A Survey. *IEEE Access*, 6, 28573-28593.
2. Raju, L., Gokulakrishnan, S., Muthukumar, P., Jagannathan, S., & Morais, A. (2017). IOT based Autonomous Demand Side Management of a Micro-Grid using Arduino and Multi Agent System. *2017 International Conference on Power and Embedded Drive Control (ICPEDC)*, 44-49.
3. Fortino, G., Messina, F., Rosaci, D., & Sarné, G. (2020). Using Blockchain in a Reputation-Based Model for Grouping Agents in the Internet of Things. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(4), 1231-1243.
4. Belkhala, S., Benhadou, S., Boukhdar, K., & Medromi, H. (2019). Smart Parking Architecture based on Multi Agent System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10, 378-382.
5. Savaglio, C., Fortino, G., Ganzha, M., Paprzycki, M., Badica, C., & Ivanovic, M. (2019). Agent-based Internet of Things: State-of-the-art and research challenges. *Future Generation Computer Systems*, 102.