

АВТОНОМНЫЕ ИИ–АГЕНТЫ В МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМАХ И МЕТАВСЕЛЕННЫХ

В.И. Куницын, В.С. Лучников, Е.С. Ильин, А.О. Карташов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. С развитием технологий виртуальной и дополненной реальности, а также распределённых вычислительных платформ, возникла потребность в создании цифровых сущностей, способных действовать самостоятельно и взаимодействовать с другими участниками виртуальной среды. Такими сущностями стали автономные ИИ-агенты – программные компоненты, обладающие возможностью принимать решения, адаптироваться к изменениям и сотрудничать в рамках многоагентных систем (MAS).

В контексте метавселенных роль таких агентов выходит за рамки сервисных функций. Они могут выступать в роли NPC (неигровых персонажей), помощников, торговых посредников, обучающих систем или модераторов, а также действовать как независимые субъекты с долгосрочными целями.

Цель данной статьи – рассмотреть архитектуру, механизмы работы и перспективы применения автономных ИИ-агентов в условиях многопользовательских виртуальных миров, а также предложить визуальные схемы, поясняющие ключевые концепции.

Ключевые слова: автономные ИИ-агенты, многоагентные системы, MAS, метавселенная, искусственный интеллект, распределённые системы, взаимодействие агентов, виртуальные миры.

AUTONOMOUS AI AGENTS IN MULTI-AGENT SYSTEMS AND THE METAVERSE

V.I. Kunitsyn, V.S. Luchnikov, E.S. Ilyin, A.O. Kartashov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. With the advancement of virtual and augmented reality technologies, as well as distributed computing platforms, there has emerged a need for the creation of digital entities capable of operating independently and interacting with other participants in a virtual environment. These entities are known as autonomous AI agents – software components capable of making decisions, adapting to changes, and collaborating within the framework of multi-agent systems (MAS).

In the context of the metaverse, the role of such agents goes beyond purely service-oriented functions. They can act as NPCs (non-playable characters), assistants, trading intermediaries, educational systems, or moderators, as well as operate as independent entities with long-term objectives.

The purpose of this article is to examine the architecture, operational mechanisms, and prospects for the use of autonomous AI agents in multi-user virtual worlds, as well as to present visual diagrams illustrating key concepts.

Keywords: autonomous AI agents, multi-agent systems, MAS, metaverse, artificial intelligence, distributed systems, agent interaction, virtual worlds.

Архитектура автономного ИИ–агента

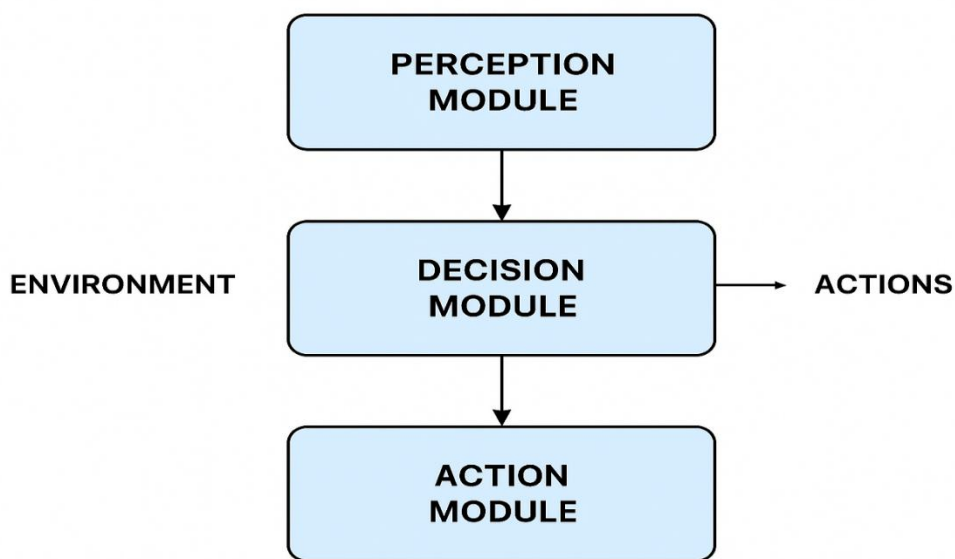


Рисунок 1 –Базовая архитектура автономного ИИ–агента

Всё начинается с того, что внешний мир генерирует события, сигналы или изменения, которые агент может заметить. Это могут быть перемещения объектов, звуковые сигналы, визуальные образы, изменения состояния системы или команды от пользователя. Агент улавливает эти изменения с помощью встроенных средств восприятия – они преобразуют поток данных из реальной

или виртуальной среды в структурированную информацию, с которой можно работать дальше [1].

После этапа восприятия наступает момент анализа и выбора стратегии. Агент сопоставляет полученные сведения с тем, что он уже знает или ожидает увидеть, оценивает возможные сценарии развития ситуации и выбирает наилучший способ реагирования. Этот выбор может опираться как на заранее заданные правила, так и на накопленный опыт, в том числе результат обучения на предыдущих взаимодействиях [2].

Далее решение переходит в фазу исполнения. Агент преобразует выбранную стратегию в конкретные команды – будь то физическое движение, изменение параметров в виртуальном мире, передача сообщения другому агенту или взаимодействие с объектом. Эти действия напрямую воздействуют на окружающую среду, вызывая в ней новые изменения [3].

В результате снова формируются новые входные данные, и весь процесс повторяется. Такой непрерывный цикл восприятия, принятия решений и действий позволяет агенту адаптироваться к динамичной среде, поддерживать взаимодействие с другими участниками системы и достигать поставленных целей без постоянного внешнего контроля.

Взаимодействие в системе начинается с пользователя, находящегося в реальном, материальном окружении. Его мир обозначается как Physicalworld. Именно здесь человек использует технические средства, позволяющие связать физическую реальность с виртуальной средой: это могут быть VR- или AR-шлемы, сенсорные контроллеры, камеры для отслеживания движений и другие интерфейсы [4].

Далее действие переносится в виртуальное пространство (Virtual world). Это цифровая среда, где формируются трёхмерные сцены, объекты и динамические сценарии. В этой среде человек может не только перемещаться, но и активно взаимодействовать с элементами окружения и другими участниками, а также инициировать определённые процессы.

Завершающее звено цепочки – это агенты искусственного интеллекта (AI agents). Они встроены в виртуальную среду и выполняют разные роли: реагируют на действия пользователя, помогают выполнять задачи, могут выступать в роли наставников, управлять элементами цифрового мира или имитировать поведение других персонажей [5].

Таким образом, рисунок иллюстрирует путь данных и взаимодействия: человек из физического мира через интерфейс попадает в виртуальное

пространство, где его действия пересекаются с работой искусственных агентов, создавая интегрированный опыт, характерный для метавселенной.

METaverse

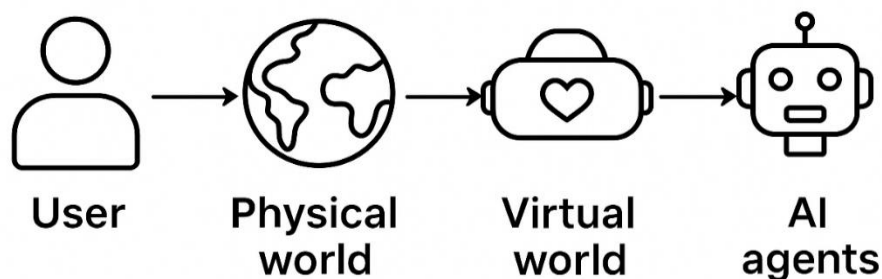


Рисунок 2—Модель экосистемы агентов в метавселенной

Автономные ИИ–агенты являются важным элементом будущих цифровых экосистем. В многоагентных системах и метавселенных они позволяют создать более живой, адаптивный и интерактивный опыт, а развитие их архитектур и механизмов взаимодействия откроет новые горизонты для бизнеса, образования и развлечений.

Список литературы

1. Wooldridge, M. An Introduction to MultiAgent Systems / M. Wooldridge. – 2nd ed. – Hoboken: Wiley, 2023. – 484 p. – ISBN 978-0-470-51946-2. – EDN ZQPLMJ.
2. Jennings, N. R.; Sycara, K.; Wooldridge, M. A roadmap of agent research and development / N. R. Jennings, K. Sycara, M. Wooldridge // Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. – 2023. – Vol. 1, № 1. – P. 7–38. – DOI 10.1023/A:1010090405266. – EDN PQXLMW.
3. Franklin, S.; Graesser, A. Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents / S. Franklin, A. Graesser // Intelligent Agents

III. – Berlin: Springer, 2024. – P. 21–35. – ISBN 978-3-540-62507-0. – EDN QMWRTZ.

4. Schmid, K.; Lindemann, G.; Sary, C. Intelligent virtual agents in virtual worlds / K. Schmid, G. Lindemann, C. Sary // Journal of Universal Computer Science. – 2023. – Vol. 16, № 9. – P. 1249–1269. – ISSN 0948-695X. – EDN LZQTXR.

5. Mystakidis, S. Metaverse / S. Mystakidis // Encyclopedia. – 2022. – Vol. 2, № 1. – P. 486–497. – DOI 10.3390/encyclopedia2010031. – EDN MZWRQT.

References

1. Wooldridge, M. An Introduction to MultiAgent Systems / M. Wooldridge. – 2nd ed. – Hoboken: Wiley, 2023. – 484 p. – ISBN 978-0-470-51946-2. – EDN ZQPLMJ.

2. Jennings, N. R.; Sycara, K.; Wooldridge, M. A roadmap of agent research and development / N. R. Jennings, K. Sycara, M. Wooldridge // Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. – 2023. – Vol. 1, № 1. – P. 7–38. – DOI 10.1023/A:1010090405266. – EDN PQXLMW.

3. Franklin, S.; Graesser, A. Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents / S. Franklin, A. Graesser // Intelligent Agents III. – Berlin: Springer, 2024. – P. 21–35. – ISBN 978-3-540-62507-0. – EDN QMWRTZ.

4. Schmid, K.; Lindemann, G.; Sary, C. Intelligent virtual agents in virtual worlds / K. Schmid, G. Lindemann, C. Sary // Journal of Universal Computer Science. – 2023. – Vol. 16, № 9. – P. 1249–1269. – ISSN 0948-695X. – EDN LZQTXR.

5. Mystakidis, S. Metaverse / S. Mystakidis // Encyclopedia. – 2022. – Vol. 2, № 1. – P. 486–497. – DOI 10.3390/encyclopedia2010031. – EDN MZWRQT.