

АНОТАЦІЯ

Омельченко І.В. Методи та моделі керування ієрархічними інтелектуальними агентами на основі великих мовних моделей у задачах планування та навігації. — Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки (Галузь знань 12 Інформаційні технології). — Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, Харків, 2026.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі сучасної галузі штучного інтелекту — забезпечення автономної навігації та взаємодії агентів із динамічними середовищами. У роботі розроблено інформаційну технологію для проєктування та навчання автономних ієрархічних агентів, які базуються на великих мовних моделях (LLM).

У роботі представлено архітектуру ієрархічного агента, яка включає модуль планування на основі великої мовної моделі та рефлексивну пам'ять. Запропоновано метод рефлексивної адаптації агента, який базується на автоматичному виявленні помилок планування в історії епізодів та генерації коригувальних правил природною мовою. Проаналізовано вплив мовних інструкцій на показники ефективності агента у двовимірному середовищі Minigrid. Покращено процес планування дій агента шляхом використання методу декодування з обмеженням граматики.

У дисертаційній роботі представлено результати, які містять наукову новизну та мають прикладну цінність для проєктування та розробки автономних інтелектуальних систем управління, які функціонують у процедурно-генерованих середовищах і можуть бути використані для керування робототехнічними системами.

Зміст дисертації. Вступ присвячено обґрунтуванню актуальності обраної теми, визначенню мети та основних завдань дослідження. У розділі також висвітлено наукову новизну та практичне значення дослідження.

У розділі 1 проаналізовано актуальні наукові джерела, присвячені моделям та методам створення агентів, починаючи від методів навчання з підкріпленням і до сучасних агентів на основі великих мовних моделей (LLM), проблемам

надійності та галюцинацій у великих мовних моделях, зокрема у задачах планування, моделям пам'яті LLM-агентів та методам керування пам'яттю. На основі аналізу джерел сформульовано завдання дослідження.

Розділ 2 присвячено методам керування агентами на основі великих мовних моделей за допомогою мовних інструкцій. Розглянуто інструментарій для створення процедурно-генерованих середовищ Minigrid. Проведено експериментальні дослідження з оцінки впливу методів формування мовних інструкцій на показники ефективності агента. Обґрунтовано вибір методу розробки мовних інструкцій для автономних ієрархічних агентів в задачі навігації.

У **розділі 3** розглянуто проблему синтаксичних галюцинацій великих мовних моделей в задачі планування дій ієрархічних агентів. Запропоновано використання методу декодування з обмеженням граматики до процесу планування високрівневих дій LLM-агентом, що дозволяє вирішити проблему синтаксичних галюцинацій LLM. Виконано експериментальні дослідження з виявлення впливу декодування з обмеженням граматики на показники якості планування дій агента.

У **розділі 4** запропоновано модель структурованої рефлексивної пам'яті та архітектуру ієрархічного агента з розробленою рефлексивною пам'яттю. Проведено експериментальні дослідження та порівняльний аналіз показників ефективності агента з різними моделями пам'яті, як з рефлексивною пам'яттю, так і з простішими моделями пам'яті.

У **висновках** відображено головні ідеї та результати дисертаційної роботи.

Ключові слова: штучний інтелект, глибоке навчання, нейронні мережі, машинне навчання, стохастична градієнтна оптимізація, навчання з підкріпленням, обробка природної мови, велика мовна модель, transformer, промпт, інтерпретованість, прийняття рішень, агент, віртуальне середовище, Minigrid.

ABSTRACT

Omelchenko I.V. Methods and models for controlling hierarchical intelligent agents based on large language models in planning and navigation tasks. — Qualification scientific work with the manuscript copyright.

Dissertation for a Doctor of Philosophy Degree by specialty 122 Computer science (Field of knowledge 12 Information Technologies). — V. N. Karazin Kharkiv National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2026.

The dissertation is dedicated to solving an important scientific and applied problem in artificial intelligence field: ensuring autonomous navigation and agent interaction within dynamic environments. The work develops an information technology (framework) for the design and training of autonomous hierarchical agents based on Large Language Models (LLMs).

The dissertation presents a hierarchical agent architecture that includes an LLM-based planning module and reflective memory. A method for reflective agent adaptation is proposed, based on the automatic detection of planning errors within the episode history and the subsequent generation of corrective rules in natural language. The influence of linguistic instructions on agent performance metrics is analyzed within the 2D Minigrid environment. The agent's action planning process is enhanced through the integration of grammar-constrained decoding.

The dissertation presents results characterized by scientific novelty and applied value for the design and development of autonomous intelligent control systems. These systems function in procedurally generated environments and might be applicable to the control of robotic systems.

Dissertation Content. The **introduction** justifies the relevance of the chosen topic, defines the research goals and primary objectives, and highlights the scientific novelty and practical significance of the study.

Chapter 1 provides an analysis of current scientific literature regarding models and methods for agent development, ranging from Reinforcement Learning to modern LLM-based agents. It examines issues of reliability and hallucinations in LLMs, as well as memory models and memory management techniques for LLM agents. Based on this analysis, the specific research objectives are formulated.

Chapter 2 is dedicated to methods of controlling LLM-based agents via linguistic

instructions. Framework for creating procedurally generated Minigrid environments is reviewed. Experimental studies are conducted to evaluate the influence of instruction-forming methods on agent efficiency. The selection of a linguistic instruction development method for autonomous hierarchical agents in navigation tasks is substantiated.

Chapter 3 addresses the problem of syntactic LLM hallucinations in action planning for hierarchical agents. The use of grammar-constrained decoding is proposed for the high-level action planning process, which effectively resolves the issue of syntactic hallucinations. Experimental studies show the impact of grammar-constrained decoding on action-planning quality metrics.

Chapter 4 proposes a structured reflective memory model and a hierarchical agent architecture incorporating this memory mechanism. Experimental research and a comparative analysis of performance metrics are conducted, both for the agent with reflective memory and simplified memory models.

The **Conclusions** section summarizes the key ideas and results of the dissertation.

Keywords: artificial intelligence, deep learning, neural networks, machine learning, stochastic gradient optimization, reinforcement learning, natural language processing, large language model, transformer, prompt, interpretability, decision making, agent, virtual environment, Minigrid.