

П.І. Сагайда¹, Я.А. Плуталов¹
¹ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ ВИКОРИСТАННЯ AI-АГЕНТІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Анотація. У роботі проведено аналіз сучасних підходів до побудови мультиагентних AI-систем в освітньому середовищі, архітектурних й алгоритмічні рішення для реалізації групової взаємодії агентів та їхнього співпрацювання з реальним студентом. На прикладі проєкту, де працюють двоє агентів-студентів (для створення соціальної та педагогічної атмосфери) і один агент-вчитель (пояснення матеріалу реальному студенту), обґрунтовано вибір методів декомпозиції задач, механізмів пам'яті й рефлексії, а також протоколів взаємодії між агентами та людиною.

Ключові слова: AI-агенти, мультиагентні системи, педагогічні агенти, LLM, інтелектуальне освітнє середовище, групове навчання, RAG.

Вступ. Розвиток великих мовних моделей (LLM) та архітектур мультиагентних систем започаткував нові парадигми для освіти, які моделюють групову взаємодію і соціальні ролі в навчанні. Різні підходи до проєктування агентів (модулі контролю, логіки, пам'яті та зовнішніх інтерфейсів) дають змогу комбінувати адаптивне навчання з підтримкою мотивації та емоційного залучення студентів. Останні праці пропонують формальні рамки побудови таких систем і демонструють емпіричні результати в реальних курсах [1,3].

Постановка задачі. Мета дослідження – розробити та дослідити методи й алгоритми, що забезпечують ефективну роботу локального освітнього мультиагентного середовища, яке містить: агента-вчителя з функціями пояснення матеріалу й адаптивних відповідей; двох агентів-студентів, що імітують соціальну взаємодію, створюють атмосферу групової роботи та стимулюють реального студента до участі. Завдання включають: формалізацію ролей агентів, розробку протоколів міжагентної комунікації, механізмів спільної рефлексії і механізмів управління пам'яттю, а також верифікацію впливу таких агентів на увагу, мотивацію й академічні результати студентів. Подібні архітектури описано у сучасних роботах про von Neumann MAS для освіти та дослідженнях LLM-самоорганізації [1,4].

Методологія та використовувані алгоритми. Архітектурна модель агентів. Кожен агент реалізується як модульна сутність із контролером діалогу, логічним шаром для педагогічних рішень, модулем пам'яті та інтерфейсом інструментів. Така структура узгоджена з підходом «чотрьох модулів» у сучасних MAS-фреймворках [1].

LLM як ядро поведінки. Агент-вчитель і агенти-студенти використовують тонко налаштовані LLM для генерації пояснень, запитань і реакцій; додатково

застосовують RAG (retrieval-augmented generation) для підключення доменної бази знань і курс-матеріалів. Рекомендовано розділяти “сприйняття вхідної інформації” та “планування” через зовнішні інструменти (retrieval, calculator, code execution) [1,2,5].

Міжагентна координація. Використовується протокол ролей: вчитель - фасилітатор, студенти-агенти - колаборативні партнери/мотиватори. Синхронні сценарії (живе заняття) керуються через lightweight message bus; асинхронні – через черги подій і спільну пам’ять (knowledge graph / vector DB). Подібні робочі процеси описано у систематичних оглядах LLM-MAS [3].

Рефлексія та адаптація. Застосовується цикл «дія - рефлексія - оновлення пам’яті», де агенти роблять самооцінювання (chain-of-thought + outcome logging) і коригують підходи до пояснень або стилю взаємодії. Цей підхід сприяє підвищенню когнітивної якості пояснень та внутрішнього узгодження поведінки агентів [4].

Узагальнена архітектура розробленої платформи наведено на рис. 1.

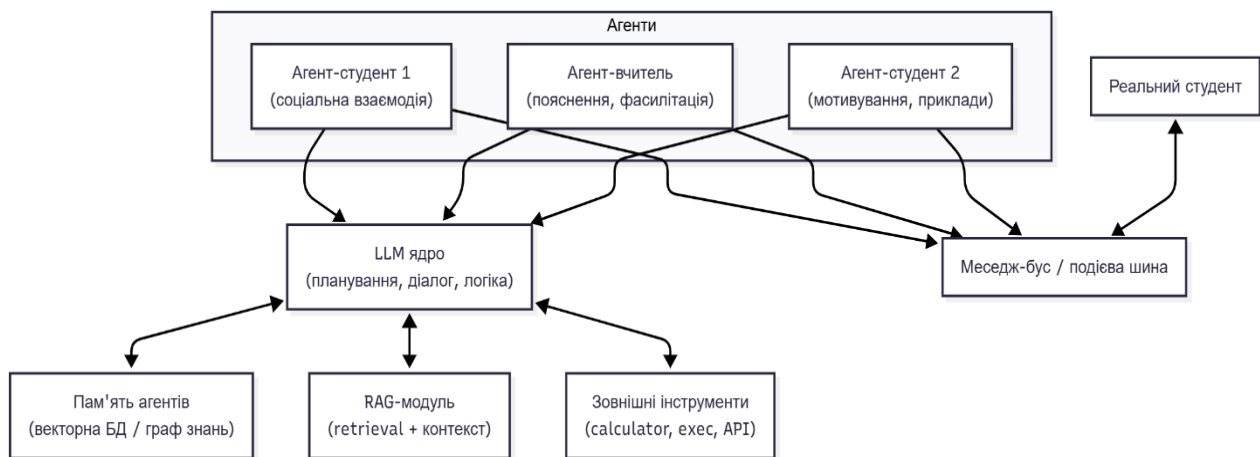


Рис. 1. Узагальнена архітектура розробленої платформи

Очікувані результати від впровадження:

- Покращення залученості студентів завдяки соціальним сигналам від агентів-студентів (збільшення часу взаємодії та кількості запитань).
- Зменшення когнітивного навантаження під час опанування нових тем при коректно налаштованому агенті-вчителі (попередні огляди показують помірний вплив педагогічних агентів на когнітивне навантаження [4]).
- Технічна стійкість архітектури: архітектура modular LLM + retrieval + metagou дозволяє масштабувати сценарії від одного курсу до цілого освітнього модуля [4].

Наукова новизна роботи полягає в наступному.

1. Поєднання невеликого “соціального шару” (двоє агентів-студентів) із повнофункціональним агентом-вчителем для відтворення групової динаміки у синхронних сесіях.

2. Інтеграція циклу внутрішньої еволюції агентів зі зворотним зв'язком від реальних студентів – підхід, що підсилює “колективний інтелект” агентів і їхню педагогічну корисність.

3. Практичне застосування гібридних протоколів (RAG + multi-agent coordination [5]) для адаптивного пояснення і мотиваційної взаємодії.

Висновки. Реалізація мультиагентного освітнього середовища з ролями «вчитель - студенти - реальний студент» є перспективним напрямом, що поєднує переваги LLM-технологій, архітектур MAS та педагогічних практик. Подальші кроки: емпіричне дослідження впливу таких систем у навчальних експериментах, тонке налаштування персон і системних промптів агентів, а також розробка етичних і приватнісних політик для захисту студентських даних. Сучасні літературні джерела підкреслюють необхідність систематичного підходу до дизайну й оцінки педагогічних агентів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Jiang Y.-H., Li R., Zhou Y., Qi C., Hu H., Wei Y., Jiang B., Wu Y. AI Agent for Education: von Neumann Multi-Agent System Framework. *arXiv.org e-Print archive*. URL: <https://arxiv.org/html/2501.00083v1>
2. Hao Z. Student-AI Interaction in an LLM-Empowered Learning Environment. *arXiv.org e-Print archive*. URL: <https://arxiv.org/html/2503.01694v3>
3. Li X., Wang S., Zeng S., Wu Y., Yang Y. A Survey on LLM-based Multi-Agent Systems: workflow, infrastructure and challenges. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44336-024-00009-2>
4. Chu Z., Wang Sh., Xie J., Zhu T., Yan Y., Ye J., Zhong A., Hu X., Liang J., Yu S. Ph., Wen Q. LLM Agents for Education: Advances and Applications. URL: <https://arxiv.org/html/2503.11733v1>
5. Aquino G. A., Azevedo N., Okimoto L., Camelo L., Bragnaca H., Fernandes R., Printes A., Cardoso F., Claudio R., Torne I. From RAG to Multi-Agent Systems: A Survey of Modern Retrieval and MAS Techniques. URL: https://www.researchgate.net/publication/388773274_From_RAG_to_Multi-Agent_Systems_A_Survey_of_Modern_Approaches_in_LLM_Development