

УДК 004.89:37.018.43

ТРИРІВНЕВА АРХІТЕКТУРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО TELEGRAM-БОТА ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ

Олексенко І.Р.

e-mail: ivan.oleksenko@nure.ua

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

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІСТ
м. Харків, Україна

The paper addresses the problem of creating a universal intelligent tool for personalized learning in the context of the digital transformation of education. Traditional learning management systems have limitations related to accessibility, adaptability, and integration into the user's everyday digital environment. To address these issues, an adaptive learning system implemented as a Telegram chatbot using large language models is proposed.

The architecture follows a three-layer approach including a user interaction layer, a scenario management layer, and an intelligent content generation layer. The system is implemented using the event-driven aiogram framework, a finite state machine for managing learning scenarios, and a unified API interface for interaction with AI models. The proposed approach enables automatic course structure generation, adaptive content delivery, and monitoring of user learning progress, demonstrating the feasibility of scalable intelligent learning environments integrated into messenger platforms

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти виникає суперечність між зростаючим попитом на персоналізоване, мобільне та безперервне навчання та обмеженими можливостями традиційних систем дистанційного навчання (LMS). Класичні платформи, такі як Moodle або Coursera, попри їх функціональність, потребують окремої реєстрації, мають високий поріг входу та орієнтовані переважно на веб-середовище, що знижує їх доступність.

Месенджери, зокрема Telegram, стали невід'ємною частиною цифрового середовища користувача, однак більшість освітніх ботів використовують фіксовані сценарії, мають низький рівень адаптивності та не здатні автоматично генерувати навчальний контент для різних предметних областей. Це обмежує їх використання як універсального інструменту навчання. Крім того, автономність користувача та відсутність зворотного зв'язку від викладача ускладнюють підтримання уваги та ефективність засвоєння матеріалу. У зв'язку з цим актуальною є розробка інтелектуальних адаптивних навчальних систем на основі чат-ботів, що інтегруються у звичний для користувача цифровий інтерфейс та використовують методи штучного інтелекту для автоматизації педагогічних процесів. У сфері застосування чат-

ботів в освіті існує структурний конфлікт між потребою в універсальності та персоналізації навчання з одного боку, та технічними обмеженнями існуючих рішень з іншого. Це проявляється у відсутності єдиного підходу до створення бота, здатного одночасно забезпечувати автоматичну генерацію структурованого курсу, адаптувати складність матеріалу та відстежувати прогрес користувача, що вимагає ієрархічної декомпозиції цілей на рівні програмної архітектури та логіки взаємодії [1, 2].

Конфлікт у освітніх системах виникає через неспроможність традиційних підходів із фіксованим контентом забезпечити гнучкість, масштабованість і персоналізацію, особливо в умовах розподіленої взаємодії. Основні суперечності: між глибиною матеріалу та швидкістю його генерації, а також між універсальністю системи й якістю контенту. Оптимізація окремих параметрів погіршує загальну ефективність навчання, тому необхідна багаторівнева архітектура, що узгоджує взаємодію, керування та генерацію контенту. Необхідність впровадження багаторівневої архітектури в інтелектуальній системі навчання зумовлена потребою подолання конфлікту між різнорідними завданнями. Така архітектура передбачає три рівні: на стратегічному рівні визначається головна мета – забезпечення ефективного та персоналізованого навчання користувача. На тактичному рівні ця глобальна мета декомпонується на конкретні завдання: автоматичне формування структури курсу на основі введеної теми, адаптація складності матеріалу, контроль знань через практичні завдання, та генерація підсумкового сертифікату. Нарешті, операційний рівень реалізує ці тактичні цілі через конкретні програмні механізми: обробники подій для навігації, кінцевий автомат станів для збереження контексту, та уніфікований API-клієнт для асинхронної взаємодії з AI-моделями. Завдяки такій багаторівневій структурі стає можливим чітке розмежування відповідальності між компонентами системи та динамічне перемикання між різними AI-моделями відповідно до поточних потреб (наприклад, використання швидшої моделі для генерації структури та більш точної – для пояснення складних понять). Декомпозиція складної задачі створення універсального навчального інструменту на ієрархічно підпорядковані підзадачі дозволяє узгодити роботу окремих модулів із глобальною метою – створенням якісного освітнього досвіду, що робить ієрархічний підхід ефективним інструментом проектування таких систем.

Теоретична складність задачі створення адаптивної навчальної системи полягає в необхідності обробки неструктурованих запитів користувачів та генерації зв'язного, дидактично вивіреного контенту в реальному часі. Це завдання ускладнюється через практично безмежну варіативність можливих тем та рівнів підготовки користувачів, що унеможливорює застосування

детермінованих алгоритмів або простих шаблонізаторів і зумовлює необхідність використання евристичних підходів на основі великих мовних моделей (LLM) та методів машинного навчання.

Запропонована архітектура інтелектуальної навчальної системи базується на трьох ключових компонентах, що відповідають рівням ієрархії. Фундаментальний рівень (взаємодії) представлений подієво-орієнтованим фреймворком *aioogram*, який забезпечує асинхронну обробку всіх вхідних подій від користувачів Telegram. Використання *middleware* (наприклад, *UserSequentialProcessingMiddleware*, *DBSessionMiddleware*) гарантує цілісність даних та коректну послідовність обробки запитів. Рівень керування сценарієм (логіки) реалізований через механізм кінцевих автоматів станів, де кожному етапу навчання (очікування назви курсу, виконання завдання тощо) відповідає певний стан. Це дозволяє зберігати контекст діалогу та реалізовувати складну, нелінійну навігацію. Інтелектуальний рівень (генерації контенту) побудований на основі абстрактного базового класу *AI_Base*, що уніфікує роботу з різними AI-моделями. Це дозволяє системі динамічно обирати необхідну модель (наприклад, *stepfun/step-3.5-flash:free*) залежно від типу задачі (генерація структури, пояснення теми, створення завдання). Асинхронний інтерфейс взаємодії з AI-моделями запобігає блокуванню основного потоку обробки повідомлень, забезпечуючи високу масштабованість та швидкодію. Такий підхід дозволяє розв'язати конфлікт між вимогами універсальності та продуктивності через чітке розмежування рівнів архітектури та використання асинхронних патернів програмування.

Проведений аналіз показав, що проблема створення універсального навчального інструменту зумовлена суперечністю між потребою у високій адаптивності та персоналізації навчального контенту і технічними обмеженнями традиційних освітніх систем. Запропонована трирівнева архітектура (рівень взаємодії, рівень логіки, інтелектуальний рівень) забезпечує декомпозицію задачі та чітке розмежування функцій між компонентами системи. Використання подієво-орієнтованого фреймворку *aioogram*, кінцевого автомата станів та уніфікованого API для взаємодії з великими мовними моделями дозволяє створювати масштабовані інтелектуальні навчальні середовища, інтегровані у месенджерні платформи та здатні адаптувати навчальний контент у реальному часі.

Список використаних джерел:

1. Tel-Zur, G. (2025). A GPU-Accelerated RAG-Based Telegram Assistant for Supporting Parallel Processing Students. *arXiv preprint arXiv:2509.11947*.
2. Dukić, O., & Blagojević, M. (2025). Mentora ChatBot as an Intelligent Recommender System in Education. 16th International Conference on eLearning (ELEARNING2025), Serbia, pp 171 - 183