

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, кандидата економічних наук, доцента, директора Навчально-наукового інституту електронних та інформаційних технологій Національного університету «Чернігівська політехніка» на дисертаційну роботу Хижняка Андрія Васильовича на тему «Моделі, методи та інформаційна технологія персоналізованого навчання з інженерних спеціальностей», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

1. Актуальність теми дисертації

У сучасній інженерній та комп'ютерній освіті при вивченні таких дисциплін як програмування, мережеве адміністрування, кібербезпека ключову роль у формуванні сталих професійних навичок відіграють практичні активності. Водночас під час масового переходу в дистанційний режим навчання виникли суттєві проблеми: послабився контроль за самостійним виконанням завдань, що призвело до стрімкого зростання ризиків академічної недоброчесності та зниження якості підготовки студентів інженерних спеціальностей (як наслідок того, що студент не виконував самостійно завдання із дисципліни).

Одним із найефективніших шляхів подолання цих викликів є впровадження персоналізованого навчання із залученням технологій штучного інтелекту (AI). Використання AI забезпечує динамічну адаптацію матеріалів та генерування унікальних варіантів завдань, що нівелює можливість списування та сприяє глибшому засвоєнню матеріалу. Проте ручне створення персоналізованих інфраструктурних завдань і їх перевірка вимагають від викладачів надмірних витрат ресурсів. З огляду на це, критичною передумовою для масового впровадження персоналізації є масштабована автоматизація процесів генерації, розгортання віртуальних середовищ та оцінювання результатів.

Незважаючи на стрімкий розвиток освітніх інструментів, сьогодні відсутній єдиний узагальнений підхід до формалізації структури практичних завдань. Щоб процеси генерації та перевірки можна було автоматизувати, завдання мають бути чітко структурованими, машиночитаними та параметризованими. Тому розробка нових формальних моделей і спеціалізованої домен-орієнтованої мови (DSL), які б формалізували весь життєвий цикл завдання і дозволили керувати можливостями AI, є надзвичайно актуальним і своєчасним науковим завданням.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Представлена дисертаційна робота запланована та виконана в рамках реалізації міжнародного наукового проєкту “Цифрова трансформація освітнього процесу ЗВО в Україні та Молдові для сталого співробітництва з підприємствами” в рамках програми ERASMUS + “Розвиток потенціалу вищої освіти” Ідентифікатор проєкту: 01127683-DIGITRANS-ERASMUS-EDU-2023-SBHE та на кафедрі Інформаційних та комп’ютерних систем відповідно до плану науково-дослідної роботи НУ «Чернігівська політехніка» (НДР “Цифрове навчальне середовище із віддаленим доступом”, державний реєстраційний номер 0125U000505).

3. Наукова новизна та практичне значення дослідження

Основні результати дослідження та наукова новизна роботи полягають в розробці моделей і методів інформаційного забезпечення процесів персоналізованого навчання, теоретичних та методичних засад автоматизації та створенні на їх основі інформаційної технології комплексного керування життєвим циклом завдання, що дозволяє масштабувати персоналізоване навчання для набуття студентами сталих практичних навичок.

Вперше:

- розроблена функціональна модель персоналізованого практичного інженерного завдання, яка, на відміну від існуючих, визначає повну

послідовність етапів його життєвого циклу від створення до оцінювання результатів з урахуванням контексту та необхідних ресурсів, що формує уніфікований підхід до програмної підтримки практичної підготовки з інженерних спеціальностей в процесі електронного навчання;

- розроблена домен-специфічна мова опису практичних завдань Learning Task Definition Language, граматику якої, на відміну від існуючих, охоплює повний життєвий цикл практичного завдання в одному формальному визначенні, що забезпечує підтримку процесу персоналізованого навчання в автоматичному режимі;

- запропоновано архітектуру інтелектуального асистента, в якій, на відміну від існуючих, задіяна мультиагентна система, що реалізує BDI-парадигму в інтерпретації персоналізованого навчання з урахуванням формального визначення практичного завдання мовою LTDL, що забезпечує підвищення рівня персоналізації за рахунок ітераційної адаптації завдань під індивідуальну траєкторію навчання студента.

Удосконалено:

- методи автоматизації процесів генерації персоналізованих практичних завдань, їх масштабування, розгортання середовищ виконання та перевірки результатів, які, на відміну від відомих, ґрунтуються на інтеграції генеративних можливостей штучного інтелекту з формалізованим описом завдань мовою LTDL, що забезпечує дотримання академічної доброчесності та підвищення ефективності електронного навчання з одночасним скороченням часу набуття студентами сталих практичних навичок.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані наукові результати у своїй сукупності утворюють нову інформаційну технологію персоналізації навчання студентів інженерних спеціальностей, яка комплексно забезпечує масштабовану автоматизовану генерацію персоналізованих практичних інженерних завдань, автоматичне розгортання середовища їх виконання та автоматичну перевірку результатів. Запропонована інформаційна технологія

може бути використана для забезпечення набуття студентами інженерних спеціальностей сталих практичних навичок.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, сформульованих у дисертації

Всі положення дисертації, що захищається, обґрунтовані, що підтверджується експериментами. Обчислювальні дослідження можуть бути відтворені, що забезпечує достовірність отриманих результатів. Наукові результати дисертації були апробовані, доповідались на міжнародних науковопрактичних конференціях та підтверджуються довідками про впровадження. Це загалом підтверджує достатній рівень практичної значимості та обґрунтованості дослідження. Поставлене наукове завдання в дисертаційній роботі виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

5. Повнота викладення основних результатів дисертації в опублікованих працях

Наукові результати дисертації висвітлені у 24 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 9 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України, серед яких є 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus. Також результати дисертації були апробовані на 13 наукових фахових конференціях. У наведених публікаціях достатньо повно представлено результати дисертаційної роботи. Порухення академічної доброчесності в них не виявлено. Особистий внесок здобувача у публікаціях, зазначений у дисертації, свідчить про його авторство в цих роботах. Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Хижняка А.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Комп'ютерні науки». Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Комп'ютерні науки». Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Хижняка Андрія Васильовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Виявлений відсоток співпадінь пояснюється наведенням у дисертації фрагментів з опублікованих статей автора (на які вказане посилання) та використанням загальноприйнятої наукової термінології. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

7. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою, в науковому стилі, автор використовує загальноприйнятую термінологію і скорочення. Текст дисертації викладений логічно та послідовно, його оформлення відповідає чинним вимогам, прийнятим у науковому середовищі.

8. Зміст дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів із висновками, загальних висновків, переліку умовних скорочень, переліку посилань зі 176 джерел та 10 додатків. Загальний обсяг роботи становить 234 сторінки, з яких зміст на 2 сторінках, вступ на 11 сторінках, перелік умовних скорочень на 1 сторінці, основний текст на 176 сторінках, список використаних джерел із 176

найменувань на 20 сторінках, 10 додатків на 38 сторінках. Робота містить 47 рисунки та 28 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовані мета, задачі, методи дослідження та відображено зв'язок дослідження з науковими програмами кафедри, наведено наукову новизну і практичне значення результатів дисертаційної роботи.

У першому розділі виконаний аналіз персоналізованих практичних завдань в навчанні студентів інженерних спеціальностей, проведено аналіз методів персоналізованого навчання, виявлено та систематизовано їх основні недоліки, визначено перспективні методи персоналізації, досліджено можливості AI для цілей персоналізації та проаналізовано підходи до формалізації завдань в інженерній освіті, обґрунтовано необхідність створення функціональної та формальних моделей, придатних для автоматизованої генерації, параметризації, автоматичного розгортання та перевірки. Сформульовано вимоги до віртуальних навчальних середовищ. Наведено актуальність дослідження, сформульовані наукові лакуни і поставлені задачі дослідження.

У другому розділі сформовано формальний базис дослідження, в межах якого реалізовано підхід централізованої формалізації ключових елементів персоналізованого навчання. Зокрема, вперше розроблено функціональну модель персоналізованого практичного інженерного завдання, яка формалізує послідовність його етапів (життєвий цикл) і забезпечує наскрізний зв'язок між ними, та формальну модель, яка визначає його структуру, основні компоненти та взаємозв'язки між ними. Вперше розроблено домен-специфічну мову опису навчальних завдань Learning Task Definition Language (LTDL), яка виступає уніфікованим засобом формального опису практичних завдань, їх параметрів, умов виконання, середовища, критеріїв оцінювання.

У третьому розділі вперше запропоновано архітектуру інтелектуального асистента і формалізовано процеси підтримки навчання, генерації контенту та адаптації до індивідуальних особливостей студента. Архітектура

інтелектуального асистента базується на мультиагентній системі оркестрації AI-агентів і інтегрується з розробленою домен-специфічною мовою опису практичного завдання LTDL. Удосконалено 4 взаємопов'язані методи автоматизації персоналізованих практичних інженерних завдань. Обґрунтовано використання даних методів для побудови комплексної інформаційної технології.

У четвертому розділі представлено результати, що стосуються розробки нової інформаційної технології персоналізації навчання студентів інженерних спеціальностей. Наведено архітектуру підсистеми та опис модулів. Також проведено оцінку ефективності запропонованих моделей, методів та інформаційної технології шляхом проведення експериментів за участю студентів із використанням реальних завдань та різних AI-моделей.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. Деякі елементи, які є важливими для розуміння суті розробленої мови LTDL, подані в додатках, наприклад, графічні зображення символів алфавіту мови LTDL. Короткі ілюстративні приклади коду та графічних символів варто було б розмістити в основному тексті для кращого сприйняття матеріалу.
2. Є зауваження до оформлення рисунків. На рисунках 3.4, 3.5, 3.9, 4.14 шрифт мілкий, при наявності пустот варто було б збільшити розмір шрифту. В розділі 4.4.2 на рисунку 4.17 погано видно назви осей та позначки на горизонтальній осі.
3. Натурний експеримент, що підтверджує апробацію наукових результатів, проведений лише на дисциплінах із галузі комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій. Це зумовлює необхідність подальшої

апробації інформаційної технології та її елементів на інших інженерних спеціальностях.

4. Висока якість генерації, продемонстрована у проведених в роботі експериментах, досягається завдяки пропрієтарним LLM, натомість локальні open-source моделі показують гірші результати. Це може створити фінансову та інфраструктурну залежність академічних установ від постачальника сервісу генеративного ШІ.

Зазначені вище недоліки не зменшують ступінь наукової новизни та практичного значення одержаних в дисертації наукових результатів і, відповідно, загалом позитивну оцінку роботи.

10. Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Хижняка Андрія Васильовича на тему «Моделі, методи та інформаційна технологія персоналізованого навчання з інженерних спеціальностей» є повністю завершеним науковим дослідженням, що виконане на високому професійному рівні. Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 р. № 502).

Вважаю, що Хижняк Андрій Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Офіційний рецензент:

Володимир Базилевич

кандидат економічних наук,

доцент, директор

Навчально-наукового інституту

електронних та інформаційних



технологій

Національного університету

«Чернігівська політехніка».
