

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора, директор інституту комп'ютерних систем

Національного університету «Одеська політехніка»

Антощук Світлани Григорівни

на дисертаційну роботу

Нарожного Володимира Вікторовича

на тему «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації. Дисертаційна робота Нарожного В.В. присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі розроблення ефективних методів та інструментів для семантичної кластеризації даних та організації інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності. Здатність систем доповненої реальності аналізувати та структурувати великі обсяги різномірних даних, а також надавати користувачам зручні та цікаві способи взаємодії, є ключовим фактором їх ефективності та привабливості різноманітних сферах застосування, таких як мистецтво, освіта, розваги тощо. Тому тематика дисертаційного дослідження Нарожного В.В., метою якого є підвищення якості оброблення даних в системах доповненої реальності на підставі розроблення та удосконалення методів та засобів семантичної кластеризації, має вагоме наукове і практичне значення.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ» в рамках науково-дослідних робіт «Наукові основи та методи забезпечення надійності парку БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних та військових об'єктів» Міністерство освіти і науки України, проєкт № 0121U112172). Внесок здобувача полягає у розробленні нових методів, моделі, елементів інформаційної технології та інструментальних засобів, що забезпечують вирішення поставлених у дисертації задач. Автор запропонував варіанти адаптації запропонованих методів для задач надання інформації у кризових центрах з використанням технологій доповненої реальності.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та достовірними. Автором проведено всебічний аналіз сучасного стану досліджень в галузі семантичного аналізу даних та інтерактивних систем доповненої реальності, виявлено основні проблеми та виклики. На основі цього запропоновано нові методи та алгоритми, спрямовані на підвищення якості семантичної кластеризації даних та розширення можливостей інтерактивної взаємодії з користувачем. Це дозволило здобувачу отримати нові наукові результати.

Найсуттєвішим з них є вперше запропонований комплексний метод семантичної кластеризації, який, на відміну від відомих, інтегрує удосконалений алгоритм латентного розміщення Діріхле (LDA) з алгоритмами пост-оброблення даних з використанням технології двонаправлених енкодерних представлень з трансформаторів (BERT), що підвищує ступінь схожості даних та їх згрупованість в кластерах.

Мають чіткі ознаки наукової новизни також такі удосконалені методи:

- метод семантичного аналізу даних за допомогою інтеграції алгоритмів машинного навчання BERT з використанням процедури об'єднання результатів, яка базується на модернізованому алгоритмі LDA, що забезпечує підвищення точності аналізу і можливість опрацювання більш лексично складних наборів даних;

- метод інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності, що враховує різноманітність даних з огляду на опис емоційного стану користувача, а також можливі загрози та вразливості цих систем, що надає змогу більш точно обирати варіанти доповненої реальності та підвищити приватність і конфіденційність даних.

Тобто з формулюванням наукової новизни я погоджуюсь.

Достовірність отриманих результатів підтверджується коректністю використаних математичних моделей, а також результатами експериментальної перевірки запропонованих рішень на практичних задачах.

Аналіз змісту розділів у дисертаційній роботі дозволяє зробити висновок про належну обґрунтованість наукових положень дисертації Нарожного В.В. При цьому наукові положення та висновки, представлені у дисертації, обґрунтовано теоретичним аналізом, результатами практичного впровадження на підприємстві та в навчальному процесі. Можна відзначити, що дисертаційна робота Нарожного В.В. є завершеним науковим дослідженням.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота за своїм змістом, об'єктом та предметом дослідження, використаними методами, отриманими результатами та висновками повністю відповідає стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки третього освітньо-наукового рівня доктор філософії, за галуззю знань 12 Інформаційні технології.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям комп'ютерних наук.

На підставі розгляду звіту про схожість та результатів перевірки дисертації на текстові збіги можна зробити висновок, що дисертація Нарожного Володимира Вікторовича є результатом самостійного дослідження здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату або запозичень. Ідеї та результати з текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Мова та стиль викладення результатів. Дисертаційна робота написана грамотно, з використанням сучасної термінології. Стиль надання матеріалу є доволі якісним, текст логічно структурований і послідовний.

Загальний обсяг дисертації 257 сторінок, вона складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків. Вимоги МОН України до дисертацій щодо структури, мови та стилю виконано.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання роботи, визначено об'єкт, предмет та методи дослідження, розкрито наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану та перспектив розвитку систем доповненої реальності, а також проблем семантичної кластеризації даних та організації інтерактивної взаємодії в таких системах. Автором проведено ґрунтовний огляд існуючих підходів та методів, виявлено їх недоліки та окреслено напрямки подальших досліджень.

У другому розділі запропоновано новий комплексний метод семантичної кластеризації даних, який базується на поєднанні вдосконаленого алгоритму латентного розміщення Діріхле та технології нейронних мереж BERT. Проведено експериментальну перевірку запропонованого методу, яка підтвердила його ефективність у порівнянні з традиційними підходами.

Третій розділ присвячено розробці методу інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності з урахуванням різноманітності даних, емоційного стану користувача та аспектів безпеки. Запропонований метод

дозволяє персоналізувати користувацький досвід та підвищити приватність даних.

У четвертому розділі описано реалізацію розроблених методів та алгоритмів у вигляді програмного забезпечення та інформаційно-технологічної основи для систем доповненої реальності. Наведено результати впровадження отриманих результатів у практичну діяльність ІТ-компанії та навчальний процес.

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

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи. Наукові результати дисертації висвітлені у 5 наукових публікаціях здобувача у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача достатньо високий, де особистий внесок чітко прослідковується у кожній роботі. Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. Перший розділ, на мій погляд, є трохи перевантаженим загальною інформацією.
2. Доцільно було б приділити більше уваги питанням масштабованості та ефективності запропонованих методів при роботі з великими обсягами даних в реальному часі.
3. Дисертація оцінює запропоновані методи та алгоритми, в першу чергу, на одній платформі або пристрої доповненої реальності. Однак масштабованість і продуктивність методів може відрізнятися на різних платформах доповненої реальності, таких як смартфони, смарт-окуляри або дисплеї, що монтуються на голову. Тестування запропонованих методів на різних платформах доповненої реальності з різними апаратними специфікаціями та можливостями дало б змогу зрозуміти їхню масштабованість та адаптивність.
4. Системи доповненої реальності часто покладаються на мережеве з'єднання для передачі даних і синхронізації між пристроями. У дисертації не представлено глибокого аналізу впливу затримок і обмежень пропускну здатності мережі на продуктивність і зручність використання запропонованих методів. Оцінка надійності та швидкості реагування методів семантичної кластеризації та інтерактивної взаємодії в різних мережевих умовах, таких як

висока затримка або обмежена пропускна здатність, надала б цінну інформацію для реальних сценаріїв розгортання.

5. Дисертація не містить глибокого аналізу аспектів культурного та мовного розмаїття запропонованих методів. На досвід застосування доповненої реальності можуть впливати культурні норми, мовні уподобання та регіональні відмінності. Оцінка адаптивності та вимог до локалізації методів семантичної кластеризації та інтерактивної взаємодії для різних культурних і мовних контекстів дала б уявлення про їхню глобальну застосовність.

6. У дисертації не розглядаються аспекти доступності запропонованих методів та їх застосовності до користувачів з різними здібностями та потребами. Системи доповненої реальності повинні бути розроблені таким чином, щоб бути інклюзивними та доступними для широкого кола користувачів, включаючи тих, хто має порушення зору, слуху або опорно-рухового апарату.

Однак, зазначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки роботи та її наукової і практичної значущості.

Висновок про дисертаційну роботу. Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Нарожного Володимира Вікторовича на тему «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання. Дисертаційна робота за актуальністю практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про при судження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р №44. Здобувач Нарожний Володимир Вікторович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

Директор інституту комп'ютерних систем
Національного університету «Одеська політехніка»
доктор технічних наук, професор

Світлана АНТОЩУК