

ВІДГУК

опонента, доктора технічних наук, професора Чалого Сергія Федоровича на дисертаційну роботу Нарожного Володимира Вікторовича «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

Ступінь актуальності теми дисертаційної роботи. Дисертаційна робота присвячена підвищенню якості обробки даних в системах доповненої реальності (AR) шляхом розробки та вдосконалення методів та інструментів семантичної кластеризації даних, відбору та інтеграції інтерактивних елементів. Технологія доповненої реальності інтенсивно розвивається і знаходить застосування у військовій сфері, освіті, медицині, дизайні, мистецтві, а також в музейній справі, наслідком чого є потреба в ефективній та якісній обробці даних для інтерактивної взаємодії з кінцевим користувачем. Здатність обробляти інформацію з великих масивів даних і забезпечувати інтуїтивно зрозумілий користувацький інтерфейс має вирішальне значення для підвищення ефективності взаємодії користувачів з системами доповненої реальності. Таким чином, тема дисертаційної роботи, пов'язана із розвитком методів обробки даних і взаємодії з користувачем у системах доповненої реальності, беззаперечно є актуальною.

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості оброблення даних в системах доповненої реальності на підставі розроблення та удосконалення методів та засобів семантичної кластеризації даних, вибору та інтеграції інтерактивних елементів та їх практичного застосування, зокрема, в галузі мистецтва, музейної справи та інших сферах.

Зв'язок теми дисертаційної роботи з науковими планами, програмами, фундаментальними та прикладними дослідженнями. Дисертаційне дослідження виконувалось на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «ХАІ» в рамках науково-дослідної роботи «Наукові основи та методи забезпечення надійності парку БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних та військових об'єктів» Міністерство освіти і науки України, проєкт № 0121U112172), в якій здобувач був виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Аналіз змісту дисертаційної роботи дає можливість зробити висновок про належну обґрунтованість наукових положень дисертації Нарожного В.В. Наукові положення та висновки, представлені у дисертації, обґрунтовано теоретичним аналізом, результатами практичного впровадження на підприємстві та в навчальному процесі. Дисертаційна робота Нарожного В.В. є завершеним науковим дослідженням.

Достовірність результатів досліджень. Достовірність отриманих наукових та практичних результатів підтверджуються коректним використанням відомих наукових методів, обґрунтованістю допущень, прийнятих при розробці методів.

Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації. Отримані здобувачем наукові результати вирішують науково-прикладну задачу розроблення методів, алгоритмів і програмних засобів семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності. В роботі отримано такі нові наукові результати:

- вперше запропоновано 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;

- удосконалено 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;

- дістав подальшого розвитку 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.

Поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання виконано повністю.

Наукова та практична цінність одержаних результатів. Значимість отриманих наукових результатів полягає в розробці комплексу методів семантичної кластеризації, семантичного аналізу даних та інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності, що дає можливість виконати аналіз та категоризацію різнотипних даних на основі їхнього семантичного змісту.

Практичне значення одержаних результатів полягає в доведенні теоретичних розробок дисертаційної роботи до конкретних алгоритмів та програмних засобів, що були інтегровані в рамках існуючих систем доповненої реальності та дали можливість підвищити точність обробки даних в таких системах.

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих працях. 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 4 наукових фахових конференціях.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві, зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 257 сторінок. Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

Вступ містить огляд проблеми дослідження, цілей і актуальності роботи, наведено зв'язок дисертації з науковими планами та темами, а також інформацію про апробацію дисертаційної роботи і публікації.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану та потенціалу систем доповненої реальності. Виявлено проблеми інтерактивної взаємодії з користувачем, пов'язані із адаптивністю та зв'язком з контекстом у системах доповненої реальності. Показано, що особливу увагу при імплементації таких систем необхідно приділити організації ефективної інтерактивної взаємодії з користувачем в доповненій реальності.

У другому розділі запропоновано комплексний метод семантичної кластеризації, що поєднує вдосконалений алгоритм латентного розподілу Діріхле (LDA) з алгоритмами постобробки, що використовують технологію двонаправленого кодерного представлення з трансформаторів (BERT). Удосконалено метод семантичного аналізу даних шляхом інтеграції алгоритмів машинного навчання BERT з використанням процедури об'єднання результатів на основі модернізованого алгоритму LDA.

У третьому розділі представлено метод інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності, який враховує різноманітність даних з точки зору опису емоційного стану користувача та потенційних загроз і вразливостей. Виконана експериментальна оцінка та порівняльний аналіз запропонованих методів з існуючими підходами підтверджують їх ефективність у аспекті інтерактивної взаємодії з використанням семантичного аналізу для систем доповненої реальності.

Четвертий розділ дисертаційного дослідження присвячений розробці комплексної архітектури та ключових компонентів програмного забезпечення, що реалізують запропоновані методи та алгоритми семантичної кластеризації та інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності. Було представлено інформаційно-технологічну основу для семантичної кластеризації та аналізу даних в системах доповненої реальності, що базується на запропонованих методах та алгоритмах.

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

Академічна доброчесність. Порухень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. У дисертації представлено новий метод інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності, що враховує емоційні стани користувачів та вразливості системи. Однак оцінка цього методу ґрунтується насамперед на технічних показниках і бенчмарках, з обмеженим проведенням користувацьких

досліджень для оцінки ефективності та користувацького досвіду запропонованого підходу до інтерактивної взаємодії. Користувацькі дослідження за участю реальних учасників, які взаємодіють з системою доповненої реальності, дали б цінну інформацію про зручність використання, залучення та загальний вплив запропонованого методу на задоволеність і занурення користувачів.

2. Хоча в дисертації розглядається важливість ефективної обробки даних та інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності, дискусія щодо масштабованості та продуктивності запропонованих методів у реальному часі є обмеженою.

3. Дисертація зосереджена на обробці текстових даних і семантичній кластеризації, але розгляд інтеграції мультимодальних даних в системах доповненої реальності є неможливим.

4. Хоча дисертація надає теоретичне підґрунтя та експериментальну оцінку запропонованих методів, бракує детальних інструкцій з реалізації для практиків та розробників, які прагнуть включити ці методи у свої системи доповненої реальності.

5. Оцінка запропонованих методів зосереджена на короткострокових показниках, таких як точність кластеризації, узгодженість тем і задоволеність користувачів. Однак у дисертації не досліджується довгострокове залучення та утримання користувачів у системах доповненої реальності, які включають запропоновані методи семантичної кластеризації та інтерактивної взаємодії. Довготривалі дослідження або відгуки користувачів протягом тривалих періодів використання могли б дати уявлення про стійку ефективність і прийняття розроблених методів користувачами.

Дані недоліки не є суттєвими, не знижують цінність дисертаційного дослідження, отриманих в роботі наукових і практичних результатів.

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки.

Дисертаційна робота Нарожного Володимира Вікторовича «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії

користувачів в системах доповненої реальності» за своїм змістом відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки. Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливе наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Подана дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. №44 із змінами, а здобувач, Нарожний Володимир Вікторович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Професор кафедри інформаційних управляючих систем
Харківського національного університету радіоелектроніки
доктор технічних наук, професор

С. ЧАЛИЙ

Сергій ЧАЛИЙ

“ 17 ” травня 2024 р.

Професор кафедри ІУС

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ

Заст. Начальник відділу кадрів
17 травня 2024



О. Ю. Сімеоненко