

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, професора кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки
Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»
доктора технічних наук, професора Фесенка Германа Вікторовича
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
в галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми.

Актуальність теми дисертаційного дослідження В.В. Нарожного полягає у необхідності вирішення важливої науково-прикладної проблеми - розробки ефективних методів та інструментів для семантичної кластеризації даних та організації інтерактивної взаємодії користувачів у системах доповненої реальності. В умовах динамічного розвитку та поширення технологій доповненої реальності у різних сферах застосування, таких як мистецтво, освіта, розваги тощо, виникає гостра потреба в удосконаленні засобів опрацювання даних та забезпечення високоякісного користувацького досвіду. Ефективність та привабливість систем доповненої реальності значною мірою залежить від їх здатності аналізувати та структурувати великі обсяги гетерогенних даних, а також надавати користувачам зручні та цікаві способи взаємодії. Отже, тематика дисертаційного дослідження В.В. Нарожного є актуальною та має суттєве наукове і практичне значення.

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості обробки даних у системах доповненої реальності шляхом розробки та вдосконалення методів і засобів семантичної кластеризації даних, вибору та інтеграції інтерактивних елементів, а також їх практичного застосування, зокрема, у галузі мистецтва та інших сферах.

Дисертаційне дослідження виконано на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ» у 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, проект № 0121U112172), у якій здобувач був виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

На основі аналізу змісту розділів дисертаційної роботи можна зробити висновок про належну обґрунтованість наукових положень дисертаційної роботи. Наукові тези та висновки, викладені в дисертації, мають тверде теоретичне обґрунтування, підкріплене даними з практичного втілення на підприємствах та використання у навчальному процесі. Автор успішно вирішив науково-прикладну задачу розробки методів, алгоритмів і програмних засобів семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів у системах доповненої реальності. Це дозволило отримати низку нових і суттєвих наукових результатів. Слід підкреслити, що дисертаційна робота Нарожного В. В. є завершеним науковим дослідженням.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується результатами відповідних експериментальних досліджень.

Отримані наукові результати застосовані під час експлуатації програмного забезпечення, що реалізує запропоновані методи.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Вперше запропонований комплексний метод семантичної кластеризації, який інтегрує вдосконалений алгоритм латентного розміщення Діріхле (LDA) з алгоритмами пост-оброблення даних з використанням технології двонаправлених енкодерних представлень з трансформаторів (BERT), що дозволяє підвищити ступінь схожості даних та їх згрупованість у кластерах.

2. Удосконалено метод семантичного аналізу даних шляхом 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 лексично складніших наборів даних.

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

Значимість отриманих результатів для практичного використання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в доведенні теоретичних положень дисертації до конкретних алгоритмів, рекомендацій та їх безпосередньому використанні у закладах мистецтв, таких як музеї, галереї та виставки. Зокрема, до практичних результатів слід віднести:

- алгоритм семантичної кластеризації, який може бути інтегрований в системи для аналізу великих наборів даних в різних галузях;
- алгоритм пост-обробки, який покращує результати семантичної кластеризації, забезпечуючи їх більшу стабільність та надійність, який може бути інтегрований в існуючих системах аналітики даних, покращуючи їх здатність до адаптації до змінних умов;
- програмне забезпечення, яке об'єднує функціональність удосконалених алгоритмів та може використовуватись як універсальний сервіс для застосування на різних платформах.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати наукових досліджень відображено в 9 друкованих працях, зокрема в 5 статтях у наукових фахових виданнях України та 4 публікаціях в матеріалах міжнародних наукових конференцій.

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 дисертаційної роботи

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків, її загальний обсяг становить 257 сторінок. За структурою, мовою та стилем викладення дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України.

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. Експериментальна перевірка показала, що запропонований метод дозволяє підвищити точність аналізу даних на 15% у порівнянні з базовими підходами.

Третій розділ присвячено розробці методу інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності з урахуванням різноманітності даних, емоційного стану користувача та аспектів безпеки. Моделювання показало, що запропонований метод забезпечує 25% покращення залученості та задоволеності користувачів порівняно з традиційними підходами.

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».

Таким чином, у дисертаційній роботі наукове завдання було виконано в повному обсязі, і здобувач глибоко осягнув методологію наукових досліджень.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати роботи, не виявлено.

Наукові результати, які винесено здобувачем на захист, отримано самостійно і висвітлено в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використано тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Дисертація в основному фокусується на однокористувацькій взаємодії та досвіді в системах доповненої реальності. Однак багато додатків доповненої реальності передбачають багатокористувацьку співпрацю та спільний досвід. Запропоновані методи та алгоритми семантичної кластеризації та інтерактивної взаємодії можуть бути розширені для розгляду багатокористувацьких сценаріїв, вирішуючи такі проблеми, як синхронізація даних, узгодженість та вирішення конфліктів.

2. Дисертація включає дослідження та оцінки користувачів для оцінки ефективності та користувацького досвіду запропонованих методів. Однак відсутній систематичний підхід до врахування відгуків користувачів та ітеративного вдосконалення методів, заснованих на користувацькому вкладі. Відгуки користувачів мають вирішальне значення для виявлення проблем юзабіліті, розуміння вподобань користувачів та покращення загального користувацького досвіду.

3. Системи доповненої реальності часто передбачають інтеграцію різних апаратних і програмних компонентів від різних постачальників і платформ.

Інтероперабельність і дотримання галузевих стандартів мають вирішальне значення для безперешкодної інтеграції та широкого впровадження технологій доповненої реальності. У дисертації обмежено обговорюються аспекти інтероперабельності запропонованих методів та їх відповідність існуючим стандартам і фреймворкам доповненої реальності.

4. У дисертації обговорюється важливість врахування вподобань та емоційних станів користувача в контексті інтерактивної взаємодії в системах доповненої реальності. Однак недостатньо досліджено методи персоналізації, які можуть адаптувати досвід використання доповненої реальності на основі індивідуальних особливостей та поведінки користувачів. Персоналізація може значно підвищити залученість, задоволеність та загальну ефективність додатків доповненої реальності.

5. Дисертація зосереджена на короткостроковій взаємодії з користувачем та оцінці запропонованих методів. Однак аналіз того, як користувачі адаптуються і змінюють свою поведінку протягом тривалих періодів взаємодії з системою доповненої реальності, є обмеженим. Розуміння довгострокового впливу запропонованих методів на поведінку, навчання та залучення користувачів має вирішальне значення для розробки ефективного та сталого досвіду використання доповненої реальності.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Нарожного Володимира Вікторовича на тему «Методи та алгоритми семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів в системах доповненої реальності» за своїм змістом відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою та розв'язує важливу науково-прикладну задачу розробки методів, алгоритмів і програмних засобів семантичної кластеризації даних та інтерактивної взаємодії користувачів у системах доповненої реальності..

Дисертаційна робота відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 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 КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач, Нарожний Володимир Вікторович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Професор кафедри комп'ютерних систем, мереж
і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»

доктор технічних наук, професор

20.05.2024

Герман ФЕСЕНКО

Підпис Фесенка Германа Вікторовича **засвідчую:**

Учений секретар Національного аерокосмічного
університету ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРЄВА