

ВІДГУК

опонента, доктора технічних наук, професора Чалого Сергія Федоровича на дисертаційну роботу Кулягіна Андрія Ігоровича «Нейромережні методи створення рекомендаційних систем для інтерактивного мистецтва з використанням 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. Актуальність теми дослідження дисертаційної роботи Кулягіна А. І. зумовлена все більш широким використанням систем доповненої реальності не лише у військовій справі, медицині, але й в мистецтві, в особливості в інтерактивному. При їх використанні виникають проблеми, пов'язані із взаємодією користувачів з системами доповненої реальності: необхідність підвищення імерсивності, пошук нових шляхів для генерації чи вибору творів такого мистецтва. Для вирішення наведених проблем здобувач пропонує комплексний підхід, пов'язаний із використанням рекомендаційних систем для вибору найбільш підходящих творів інтерактивного мистецтва у відповідності до уподобань користувачів. Таким чином, покращується релевантність наданого контенту. Важливо відзначити, що в роботі для побудови рекомендацій використовується аналіз емоцій на відео. В такий спосіб автор робить систему більш чутливою до змін емоцій користувача, що надає перевагу формування більш емоційно-забарвлених результатів.

Дисертаційна робота, що розглядається, спрямована на вдосконалення результатів рекомендаційних систем для інтерактивного мистецтва через застосування нейромережних технологій і доповненої реальності.

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» МОН України, проєкт № 0121U112172), в якій здобувач був виконавцем.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Кулягіна А. І., в достатній мірі обґрунтовані в науковому та технічному плані. Обґрунтованість отриманих у роботі наукових положень, висновків і рекомендацій базується на використанні перевіреного математичного апарату та підтверджується результатами впровадження.

Достовірність результатів досліджень. Достовірність результатів теоретичних досліджень підтверджується коректним використанням відомих наукових методів, логікою отримання нових результатів та результатами відповідних експериментальних досліджень.

Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукова новизна отриманих результатів обумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливого наукового завдання, сутність якого полягає в розробці та удосконаленні нейромережних методів створення рекомендаційних систем арт-композицій для систем доповненої реальності. У дисертаційній роботі отримані такі основні науково обґрунтовані результати:

- вперше розроблено нейромережну модель вибору релевантних арт-композицій для інтерактивного мистецтва з урахуванням характеристик арт-композицій і профілю користувача, що дозволило персоналізувати взаємодію користувачів з інтерактивним мистецтвом, враховуючи різноманітні характеристики арт-композиції та дані уподобання користувача з його профілю;

- вперше розроблено метод аналізу емоційних відгуків користувачів на відео у реальному часі для надання рекомендацій щодо вибору арт-композицій,

який виконує класифікацію рухів на відео з використанням адаптованої просторо-часової конволюційної нейронної мережі, що дозволяє отримувати емоційний фідбек користувача під час взаємодії з інтерактивним мистецтвом в реальному часі;

- дістав подальшого розвитку метод рекомендацій за допомогою інтеграції емоційного фідбеку користувачів для покращення релевантності арт-композицій, що дозволяє збільшити релевантність рекомендованих арт-композицій за рахунок аналізу емоційного фідбеку користувачів та врахування емоційного стану під час вибору арт-композиції.

Такі наукові результати дозволяють розв'язати поставлену науково-прикладну задачу дослідження, а саме – розроблення та практичне застосування нейромережних методів створення рекомендаційних систем для інтерактивного мистецтва з використанням доповненої реальності.

Наукова та практична цінність одержаних результатів. Значимість отриманих результатів для науки полягає в розробці комбінованого підходу до надання рекомендацій щодо вибору арт-композицій на основі їх характеристик та профілю користувача, а також аналізу емоційних відгуків користувачів на відео у реальному часі, що дозволяє враховувати емоційний фідбек користувача під час взаємодії з інтерактивним мистецтвом в реальному часі.

Практичне значення одержаних в роботі теоретичних результатів полягає в розробці алгоритмів та програмного забезпечення на їх базі, що імплементують інформаційну технологію вибору релевантних віртуальних AR арт-композицій, реалізовану на основі гібридної рекомендаційної системи, яка використовує характеристики арт-композиції та дані профілю користувача та може бути використана в існуючих застосунках для інтерактивного мистецтва з доповненою реальністю. Розроблене програмне забезпечення може використовуватись як фреймворк для застосування на різних платформах.

Практична цінність отриманих результатів підтверджується актами впровадження, наведеними у додатку до дисертаційної роботи.

Повнота викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих працях. Результати досліджень опубліковані у 8 роботах, серед

яких: 4 статті у наукових фахових виданнях України, серед яких одна стаття проіндексована у міжнародній наукометричній базі Scopus, 1 розділ в колективній монографії, 1 публікація у періодичному збірнику конференції у міжнародній наукометричній базі Scopus, 3 тез у матеріалах міжнародних та всеукраїнських 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 дисертації, її завершеності й оформлення. Дисертаційна робота Кулягіна А. І. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 166 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

Перший розділ дисертації присвячений детальному аналізу взаємодії користувачів з мистецтвом доповненої реальності, розвитку інтерактивного мистецтва в доповненій реальності та підвищенню імерсивності користувачів. Висвітлено еволюцію технологій і аналіз неявних фідбеків користувачів в реальному часі. Також описуються сценарії використання рекомендаційних систем в даному напрямку. Акцентується використання емоційного фідбеку для оптимізації рекомендацій.

Другий розділ зосереджений на структуризації нейромережних підходів для рекомендаційних систем, включаючи нейромережну архітектуру колаборативної фільтрації. Обґрунтовано підхід до використання технологій глибокого навчання та аналізу емоцій користувачів відео для покращення

індивідуалізації контенту та виявлення змін настроїв користувачів під час взаємодії з системою.

У третьому розділі дисертації автор реалізує представлений у попередньому розділі підхід. Вперше представлено нейромережну модель для рекомендацій арт-композицій у системах доповненої реальності, що враховує характеристики арт-композиції й дані щодо уподобань користувача, та продемонструвала достатньо високу ефективність. Описано новий метод аналізу емоційних відгуків користувачів на відео в реальному часі для підвищення релевантності арт-рекомендацій. Представлено також метод побудови рекомендацій за допомогою інтеграції емоційного фідбеку, який передбачає врахування емоційного стану користувачів у процесі вибору арт-композиції.

Четвертий розділ включає порівняльний аналіз методологій тестування та оцінки розроблених моделей. Розглядаються результати їх застосування, пропонуються стратегії оптимізації та подальшого розвитку методів і моделей.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Списки використаних джерел, які наведені після кожного розділу, досить повні і включають вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження нормам. Усі положення, винесені на захист, висвітлені в тексті дисертації. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві. Дисертація написана грамотною науковою мовою та оформлена відповідно до існуючих нормативних документів, текст і графічний матеріал виконані акуратно з використанням комп'ютерної техніки.

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

Академічна доброчесність. Поршень 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. Бажано було б більш детально у першому розділі пояснити перехід від використання доповненої реальності та її застосування в мистецтві до використання рекомендаційних систем у мистецьких системах AR.

2. В наведеній на рисунку 1.7 загальній схемі гібридної рекомендаційної системи незрозуміло, які самі особливості надходять на один із входів гібридного компоненту рекомендацій.

3. У підрозділі 2.1 проведений вербальний аналіз нейромережних методів створення рекомендаційних систем арт-композицій для систем AR, який бажано було б розширити проведенням кількісного аналізу за декількома суттєвими характеристиками.

4. У четвертому розділі бажано було б розширити порівняльний аналіз характеристик існуючих нейромережних методів розв'язання поставленої задачі та методів, запропонованих автором. Це б сприяло підвищенню обґрунтованості переваг запропонованих автором підходів.

5. В роботі відсутній розгляд технічних умов для функціонування гібридної рекомендаційної системи, що ускладнює оцінку ефективності її використання.

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

Відповідність дисертації встановленим вимогам і загальні висновки.

Дисертаційна робота Андрія Ігоровича Кулягіна «Нейромережні методи створення рекомендаційних систем для інтерактивного мистецтва з

використанням 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 полягає в розробленні та практичному застосуванні нейромережних методів створення рекомендаційних систем для інтерактивного мистецтва з використанням доповненої реальності.

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, Андрій Ігорович Кулягін, 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

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:

Заєс

Начальник відділу кадрів

17 травня 2024

