

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Купріна Олексія Миколайовича

на тему «**Інформаційна технологія рекомендаційної підтримки прийняття рішень**»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Актуальність теми дисертації

Дисертаційна робота вирішує актуальне питання підвищення релевантності формування рекомендацій в системах підтримки прийняття рішень за рахунок аналізу апостеріорної інформації про наявні прецеденти остаточних рішень, які приймалися користувачами. Рекомендаційні системи є різновидом систем підтримки прийняття рішень для надання зважених і аргументованих рекомендацій на основі гнучкої системи критеріїв. Подібні системи знаходять широке використання в системах електронної комерції як для надання персоналізованих комерційних пропозицій клієнтам, так і, наприклад, здійснення багатокритеріального аналізу та визначення ймовірностей повернення позикових коштів на основі закономірностей дій користувача в мережі Internet. Методи рекомендаційної підтримки прийняття рішень дозволяють здійснювати селекцію стратегій прийняття рішень на основі поточної інформативності показників, тим самим забезпечивши зниження часової складності та оперативності прийняття остаточних рішень.

Про актуальність теми дослідження говорить надзвичайна динамічність розвитку подібних систем. Це пов'язано, насамперед, з масовим впровадженням цифрових послуг в мережі Internet, швидким насиченням пропозицій на віртуальному ринку, коли користувачу дедалі важче стає робити однозначний вибір самостійно серед великої кількості альтернатив. Тому розробка моделей, методів та інформаційних технологій для рекомендаційної підтримки прийняття рішень є актуальною науково-технічною задачею.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

До найбільш вагомих наукових результатів, отриманих особисто автором, можна віднести наступні:

1) розроблено модель підтримки прийняття рішень, в якій враховано події користувачів при Internet-серфінгу в якості статистичного розподілу ймовірностей впливу прецедентів на формування рекомендаційного рішення, що дозволяє підвищити релевантність надання персоналізованих рекомендацій;

2) розроблено інформаційну технологію підтримки прийняття рекомендаційних рішень на основі аналізу дій користувачів в мережі інтернет та формування бази прецедентів ухвалених остаточних рішень, що дозволяє забезпечити оперативне ухвалення персоніфікованих рішень за умови наявності великої кількості альтернатив.

Отриманні результати ґрунтуються на загально прийнятих методах математичного аналізу та обробки статистичних даних. Прикладні результати отримані в процесі комп'ютерних експериментів та під час апробації запропонованих технічних рішень в розробленому програмному продукті.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Купріна Олексія Миколайовича відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інформаційні технології.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям інформаційні технології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги та запозичення за допомогою сервісу Unicheck, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Купріна Олексія Миколайовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагиату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело. Всі джерела, представлені в роботі, відповідають її змісту та досліджуваній тематиці.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота представлена грамотною українською мовою, але мають певні неузгоджені словосполучення та друкарські помилки, як на стор. 3, 11, 20, 22 тощо.

При написанні роботи дотримано науковий стиль подання матеріалів. Терміни, що використані в роботі, мають відповідні пояснення. Скорочення та позначення в роботі мають відповідні розшифрування.

Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, додатки, список використаних джерел. Загальний обсяг дисертації – 213 сторінок. Основний текст складає 148 сторінок. Слід зазначити, що дисертаційна робота надмірно перевантажена загальновідомою інформацією, яка на пряму не стосується специфіки задачі, що вирішується.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, розглянуто зв'язок роботи з науковими темами та актуальним напрямком наукових досліджень,

сформульовані мета та задачі дослідження, розкрито наукову новизну та практичну цінність.

У *першому розділі* роботи виконано загальний огляд рекомендаційних систем та їх видів, включаючи аналіз вмісту, колаборативне фільтрування, гібридні та методи на основі популярності. Поглиблено досліджені Content-based алгоритми та алгоритми колаборативної фільтрації. В результаті дослідження було зроблено висновок щодо необхідності розробки алгоритму, який комбінуватиме моделі різних типів в рекомендаційних системах гібридного типу на основі вмісту та колаборативного фільтрування.

В процесі теоретичного дослідження наукових джерел було виявлено проблему нестабільної продуктивності впроваджених моделей рекомендаційних систем. На основі цього було запропоновано варіанти вирішення цієї проблеми шляхом використання певних визначних факторів, що приваблюють користувача при виборі якогось продукту, але при тому можуть не бути визначальними, щоб остаточно здійснити покупку.

Запропоновані варіанти вирішення проблем нестабільної продуктивності та вдосконалення роботи неоднорідних моделей відкрили шляхи для подальших досліджень та розвитку в цій області, а також дозволили обрати та довести методику дослідження, що відповідає поставленим задачам, вибрати підходи, методи та засади для вирішення поставлених у роботі задач.

У *другому розділі* проведено дослідження особливостей структурування процесів рекомендаційної підтримки, що базуються на маркерах користувача. Зокрема: структуровані процеси рекомендаційної підтримки рішень при різних інтересах користувачів, побудована лінійна модель рекомендації за декількома маркерами користувача, розроблені переходи при формуванні вибору за маркерами користувача та наведена методологія розробки алгоритму формування рекомендацій за маркерами користувача.

Розроблена модель та реалізовані алгоритми для побудови переходів при формуванні вибору за маркерами користувача для систем, що знаходяться у стаціонарному стані та таких систем, де рекомендація виступає випадковою подією. В розробці застосований метод Рунге-Кутти для системи зі стаціонарним станом, а також застосовано закон розподілу ймовірності при наданні рекомендації користувачу, як випадкової події при Інтернет-серфінгу.

У *третьому розділі* представлена модель надання рекомендацій з використанням правил комп'ютерної логіки. Зокрема, математично представлені переходи користувача з метою відбору параметрів для надання рекомендацій, наведені моделі переходів в рекомендаціях в залежності від зміни уподобань, наведена автоматизація механізму рекомендацій за ознакою структурної повноти та механізм формування тригерів для створення рекомендацій за зміни маркерів користувача. На цій основі представлено механізм рекомендацій за

ознакою структурної повноти. Розроблено механізм формування тригерів для створення рекомендацій за зміни маркерів користувача. Під тригером у даній роботі прийнято стійкий стан рекомендації до зміни ключових ознак на вході системи – маркерів користувача. За наведеним математичним базисом, за допомогою мови Python розроблено рекомендаційну систему.

У четвертому розділі представлена реалізація інформаційної технології рекомендаційного прийняття рішень на основі аналізу переваг та відмов користувача. Зокрема, реалізовано механізм за булевим базисом «І-Або-Ні» та «Або-Ні», який дозволяє виділяти та враховувати ситуації, коли користувач переглядав якусь позицію продукту але не вибрав остаточно. Представлено підхід до вирішення задач логічної еквівалентності в процесі розробки інформаційної технології рекомендаційної підтримки, а також безпосередньо наведений опис основних функцій розробленого веб-додатку. Наведений лістинг кодів програмної реалізації.

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 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, з них – 1 стаття у журналі категорії А переліку наукових фахових видань України та 1 стаття опублікована у періодичному науковому виданні що індексується в наукометричній базі Scopus та віднесене до першого-третього квантилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Результати дисертаційного дослідження пройшли апробацію на 4-х міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях.

Основні наукові результати, що виносяться на захист, повною мірою висвітлені у наукових публікаціях здобувача з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Робота має явно спрямований прикладний характер, проте формулювання мети роботи як «розробка моделей та методів рекомендаційної підтримки прийняття рішень для збору і обробки інформації із різномірних джерел з метою створення рекомендації на основі вивчення уподобань споживача» вказує більше не на мету, а на шлях її досягнення. В формулюванні мети слід було чітко зазначити який практичний ефект отримується від використання отриманих рішень, що покращиться в аспектах функціонування таких рекомендаційних систем, а також які переваги отримує користувач таких систем.

2. В формулюванні наукової новизни використовується неточне визначення: «Дістала подальшого розвитку методологія розробки...», хоча фактично отримує

розвиток не методологія, а метод, який дозволяє досягти певного технічного результату.

3. Пунктом 4 наукової новизни декларується «уперше створене програмне забезпечення». Слід зазначити, що новизна програмного забезпечення не має наукової основи та обґрунтування і є виключно інженерною задачею, яка не може вважатися науковою новизною.

4. В розділі 1 на стор. 26-48 наводиться загальний аналіз існуючих методів підтримки прийняття рішень. Проте, ця інформація наводиться без обґрунтування доцільності або недоцільності застосування цих методів до об'єкту досліджень.

5. Акцент на використанні саме персоніфікованих даних для визначення трендів і послідовностей дій користувача при виборі потребує додаткової аргументації, так як збільшення інформативних даних (в тому числі саме неперсоніфікованих) дозволить здійснити кластеризацію та селекцію найбільш релевантних стратегій прийняття рішень на основі, наприклад, ймовірнісних або структурних методів.

6. Варіант конкурентного аналізу та пошуку єдиного виграшу у вигляді, представленому залежністю (2.1) не може мати практичного застосування для обраної задачі, так як вирішення оптимізаційної задачі ускладнюється неможливістю визначення чіткого критерію. Тому, для даного випадку, більше притаманно знаходження приватного рішення, яке є раціональним для певних умов, але не обов'язково буде оптимальним (можливо, Парето-оптимальним), особливо, враховуючи можливу наявність конкуруючих умов для прийняття остаточного рішення.

7. Розроблена модель рекомендаційної підтримки прийняття рішень не представлена в явному вигляді. Потребують додаткової аргументації застосовані спрощення. Також відсутнє чітке обґрунтування застосованих критеріїв для множини стратегій, а також критеріїв визначення релевантності визначеного рекомендаційного рішення. Також, потребує обґрунтування підхід, який використаний для визначення адекватності розробленої моделі та точності формування рекомендаційних рішень.

8. При розгляді моделі надання рекомендацій на основі логічного висновку не зазначено як визначається критерій «уподобань користувача», а також яким чином вимірюються показники таких «уподобань».

9. На суб'єктивну думку опонента, модель прийняття рішень доречно було представити у вигляді кортежу, а не кінцевого автомата, формалізувавши цей інформаційний процес та визначивши множину критеріїв формування рекомендаційного рішення. Такий підхід дозволив би спростити задачу врахування можливої різної довжини послідовності маркерів, а також

забезпечити формування ранжованої сукупності альтернатив рішень у випадку наявності конкуруючих критеріїв вибору.

10. Розроблену інформаційну технологію рекомендаційної підтримки прийняття рішень доцільно було представити у вигляді послідовності етапів інформаційних процесів із зазначенням відповідних критеріїв, а також нормування вагових коефіцієнтів для врахування апостеріорної інформації щодо маркерів.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.


Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Купріна Олексія Миколайовича на тему «Інформаційна технологія рекомендаційної підтримки прийняття рішень» 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, що має істотне значення для інформаційних технологій. 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 присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Купрін Олексій Миколайович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».


Офіційний опонент:

д.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри
інформаційних технологій та програмування
Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля, МОН України

 О. І. Захожай

Підпис Захожая Олега Ігоровича засвідчую:

Начальник відділу кадрів СЧУ ім. В. Даля

 О. В. Куртова



«01» лютого 2024 року