

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
Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Актуальність теми дисертації

Рекомендаційні технології є одним з найбільш динамічних напрямків розвитку систем підтримки прийняття рішень, які ґрунтовані на аналізі попередньої поведінки користувача в мережі Інтернет. На сьогодні такі технології застосовуються не лише для пропозиції вибору окремих товарів в Інтернет-магазинах чи соціальних мережах, а й при оцінці фінансової спроможності клієнта або розширення спектру послуг на основі попередніх запитів користувача та пошуку.

Саме тому рекомендаційні системи останнім часом привертають дедалі більшу увагу як науковців, так і комерційний сектор. І керівним питанням розвитку таких систем є всебічне врахування інтересу користувачів. Проте більшість існуючих моделей рекомендацій враховують вхідні дані послідовності поведінки, що отримані лише при натисканні або купівлі, тобто в результаті взаємодії користувача з активним елементом.

Визначення пріоритетів користувача, або певних маркерів, що впливають на кінцевий вибір, що і стають в підсумку основою для створення рекомендації, вказують на необхідність дослідження даної теми. Все зазначене підкреслює актуальність теми дослідження.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Уперше запропонована модель з математичним обґрунтуванням за допомогою методу Рунге-Кутти для системи зі стаціонарним станом та застосуванням закону розподілу ймовірності при наданні рекомендації користувачу, як випадкової події при Інтернет-серфінгу, яка базується на аналізі поведінки користувача в мережі Інтернет, коли користувач переглядає деяку позицію і не обирає її, з проведенням аналогії, коли наслідком перегляду є вибір;

2. Дістала подальший розвиток методологія розробки рекомендаційного алгоритму, в якій вхідними параметрами до створення рекомендації виступають маркери користувача, які можуть бути як позитивними, так і негативними і

мають свою вагу. Це дозволяє при перегляді користувачем занадто великих обсягів інформації коли важко визначити пріоритетність маркерів з аналізом впливу альтернатив, своєчасно виявляти помилки, які можуть призвести до невірної рекомендації;

3. Уперше представлена модель надання рекомендацій з використанням правил комп'ютерної логіки, в якій опрацьовано механізм переходів користувача з метою відбору параметрів для надання рекомендацій за кроками у дискретному середовищі, коли приймається одне з двох рішень— «так» чи «ні»;

4. Уперше запропонована програмна реалізація рекомендаційної підтримки прийняття рішень у вигляді веб-додатку В ньому реалізовані моделі переходів в рекомендаціях в залежності від зміни уподобань за допомогою створення графів переходів за різними вхідними параметрами, що характеризують дії користувача , а також використані еквівалентні стани при формуванні матриць переходів рекомендацій при зміні окремих ознак.

Достовірність та обґрунтованість результатів. Результати роботи є достовірними, оскільки вони отримані та перевірені за допомогою математичного аналізу та обробки статистичних даних, частина результатів отримана в процесі комп'ютерних експериментів та під час практичної апробації створених алгоритмів та розробленого програмного продукту.

Достовірність основних положень та результатів дисертації доведено завдяки використанню апробованих методів математичного аналізу та обробки статистичних даних, відповідністю експериментальних досліджень статистичним результатам, отриманим з перевірених джерел, а також використанням сертифікованих комп'ютерних програм та інтегрованих середовищ розробки.

Наукові положення, висновки та рекомендації обґрунтовані, тому що базуються на науково-обґрунтованих теоремах, законах та апробованих раніше фундаментальних працях. Розроблені алгоритми були протестовані як на статистичних даних, так і в процесі проведення комп'ютерних експериментів.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Купріна Олексія Миколайовича повністю 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, можна зробити висновок, що дисертаційна робота

Купріна Олексія Миколайовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота представлена українською мовою. Дисертація написана з дотриманням вимог наукового стилю.

Дисертаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, додатки, список використаних джерел. Загальний обсяг дисертації – 213 сторінок, обсяг основного тексту – 148 сторінки. Робота містить 37 таблиць, 31 рисунок, додатки на 53 сторінках. Список використаних джерел складається зі 109 найменувань.

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 проведено огляд моделей методів та підходів, що використовуються при розробці інформаційних технологій рекомендаційної підтримки рішень. В процесі теоретичного дослідження наукових джерел було виявлено проблему нестабільної продуктивності впроваджених моделей рекомендаційних систем. На основі цього 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 методика 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. Для виконання задач роботи проведено структурування процесів рекомендаційної системи при різних інтересах користувачів з використанням n -мірних матриць з метою подальшої реалізації алгоритмів за допомогою опенсорсної бібліотеки TensorFlow. Враховано, що алгоритми повинні передбачати реалізацію ситуації за певними маркерами користувача, тобто, ключових ознаках для користувача за якими він приймає рішення, з врахуванням різноманітних змін, обмежень та персональних дій користувача на визначений момент часу. За підсумками викладеного розроблена лінійна модель рекомендацій за декількома маркерами користувача, при якій створено перехід від вирішення задачі за допомогою теорії ігор до алгоритмізації процесів за допомогою оціночної моделі. Проведений розрахунок довів адекватність моделі, побудованої за двома визначеними маркерами користувача.

В роботі була досліджена система із стаціонарним станом – технічна систему великих торговельних майданчиків на Інтернет-платформах (Розетка, Prom, OLX; книжкові магазини: Книгарня «Є», YAKABOO, КСД та інші). Особливістю цих торговельних майданчиків є те, що за умови реєстрації або ID користувача формується база попередніх переглядів, на основі чого рекомендуються аналогічні або супутні товари. У цьому випадку за матрицею інтенсивності переходів користувача формується вибірка за ключовими ознаками стосовно товару, який цікавив користувача раніше. Тобто, у даному випадку, технічна система має n можливих станів, що реалізуються за матрицею інтенсивностей переходів користувача. Було поставлене завдання знаходження значення деяких змінних, які характеризуватимуть стан системи у певному проміжку часу. На практиці це може проявлятися рекомендацією відвідувачу системи щодо пропозицій товарів та послуг, аналогічних переглянутим раніше. Подібну задачу вирішено методом Рунге-Кутти 4-го порядку для систем диференціальних рівнянь, у яких права частина не залежить від часу. На цій основі була створена 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. Також була представлена методологія розробки алгоритму формування рекомендацій за маркерами користувача, у випадку, коли користувач переглядає занадто великі обсяги інформації і важко визначити пріоритетність маркерів. У такому випадку виникає велика кількість альтернатив, що у підсумку може призвести до помилки. Запропонований підхід до мінімізації такої помилки.

У третьому розділі роботи наведені розроблені моделі надання рекомендацій за допомогою правил комп'ютерної логіки. Запропоновано розглядати поведінку користувача через матрицю, тобто, навести множини продуктів, що будуть суміжними з кожним користувачем та множину користувачів, що суміжні з якимось конкретним продуктом. У цьому випадку поведінку користувача можна розглядати через множини вхідних сигналів, станів, з врахуванням початкового стану та функції переходів між станами, і виходів, які надають результат. Іншими словами, функція переходів δ показує, що автомат S , перебуваючи в деякому стані $a_j \in A$, при появі вхідного сигналу $x_j \in X$ переходить у якийсь стан $a_p \in A$. На цьому базисі розроблено механізм представлення переходів користувача з метою відбору параметрів для надання рекомендацій. Деталізовано моделі переходів в рекомендаціях в залежності від зміни уподобань за допомогою створення графів переходів за різними вхідними параметрами, що характеризують дії користувача та використання еквівалентних станів уподобань при формуванні матриць переходів рекомендацій за зміни окремих ознак. За наведеним математичним базисом, за допомогою мови Python розроблено рекомендаційну систему.

У четвертому розділі роботи представлено опис розробленої інформаційної технології з комбінування методів для побудови рекомендації на основі переваг та відмов користувача. Особливість підходу, що пропонується в роботі, полягає у реалізації такого механізму, який дозволяє вичленовувати та аналізувати маркери споживача навіть у тих випадках, коли користувач переглядав якусь позицію продукту але не вибрав остаточно.

Представлене вирішення задачі логічної еквівалентності в процесі розробки інформаційної технології рекомендаційної підтримки за допомогою підходів, використовуваних в комп'ютерній логіці. Запропонований підхід до мінімізації числа станів. Таке рішення допомагає більш спрощено представити дискретну систему за окремими перевіреними кроками, з контролем щодо виявлення можливих помилок на кожному кроці реалізації у якості вебсервісу.

В роботі наведена розроблена реалізована інформаційна технологія рекомендаційної підтримки прийняття рішень у вигляді веб-додатку, яка дозволяє автоматизувати збір, обробку й завантаження даних з відкритих і конфіденційних джерел (за умови надання дозволу General Data Protection Regulation (EU GDPR)); виявити реальні або потенційні рекомендації користувачу; формувати внутрішні звіти за результатами аналізу інформації.

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 на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України, з них – 1 стаття у журналі категорії А переліку наукових фахових видань України; 1 стаття опублікована у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у Scopus та віднесених до першого – третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 4-х наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі зустрічаються поодинокі граматичні помилки та поодинокі описки у формулах.
2. Цікавим є рішення застосування абстрактних автоматів для реалізації задач роботи. Проте, з роботи не зрозуміло, чого саме використана комп'ютерна логіка для вирішення поставленої задачі, а

також не представлені докази з вибору інших можливих методів для вирішення поставленої задачі.

3. Результати тестування представлені дуже скорочено. Звичайно, є акти про впровадження отриманих моделей та застосування алгоритмів на практиці. Однак хотілося б почути більш змістовно про отримані результати під час тестування, виявлені проблеми, шляхи їх можливого вирішення.

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 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Офіційний опонент:

к.т.н., доцент, професор
кафедри комп'ютерних інформаційних
технологій Національного авіаційного
університету, МОН

Підпис гр. *Харченко О.Г.*

Харченко О.Г.

з а с в і д ч у ю

Міський секретар
Національного авіаційного університету

М. Лещинський

«___» _____ 20__ року

