

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента Перової Ірини Геннадіївни,
доктора технічних наук, професора,
професора кафедри комп'ютерного моделювання та інтелектуальних технологій
Харківського національного університету радіоелектроніки
на дисертаційну роботу Гребенюка Микити Олександровича на тему
«Дослідження та розробка методів рекомендаційної системи з використанням
алгоритмів нечіткої логіки та генетичного алгоритму»,
що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 – «Інформаційні технології»
за спеціальністю 122 – «Комп'ютерні науки»

1. Актуальність та обґрунтування вибору теми дослідження

Сучасні медіасервіси, маркетплейси та освітні платформи використовують рекомендаційні системи як основний механізм персоналізації контенту в умовах постійного зростання обсягів каталогів. Однак практична реалізація колаборативної фільтрації пов'язана з рядом обмежень унаслідок критичної розрідженості матриці оцінок, проблеми холодного старту для нових користувачів та статичності експертно заданих параметрів моделей, що суттєво знижує якість рекомендацій для нетипових профілів. Альтернативний підхід полягає у використанні гібридних моделей користувача, які поєднують поведінкові, демографічні та категорійні атрибути у нечіткому поданні. Проте такі моделі мають забезпечити адаптацію своїх структурних та параметричних характеристик до індивідуальних особливостей користувача, що потребує розробки методів еволюційної оптимізації. Отже, вважаю, що тема дисертаційної роботи Гребенюка М. О. є актуальною.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому та оформлення

Дисертація має наступну структуру: анотація, вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг роботи становить

196 сторінок, у тому числі 156 сторінок основного тексту; робота містить 44 рисунки, 33 таблиці, список використаних джерел із 136 найменувань.

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність розробки нових методів гібридної рекомендації в умовах розрідженості даних та холодного старту. Визначено мету дослідження, об'єкт та предмет дослідження, представлено нові наукові результати.

У першому розділі виконано аналіз стану проблеми персоналізованої рекомендації. Виконано аналіз об'єкта дослідження, порівняльний аналіз методів колаборативної фільтрації та мір подібності, аналіз гібридних архітектур, зокрема концепції компактної гібридної моделі користувача, а також переваг нечіткої логіки та еволюційних обчислень для задач рекомендації. Сформульовано проблему дослідження.

Другий розділ дослідження присвячено розробці компонентів гібридної моделі користувача. Удосконалений індикатор зацікавленості категорією враховує негативний досвід користувача через штрафний коефіцієнт, що усуває неоднозначність між байдужістю та антипатією. Фазифікація демографічних і категорійних атрибутів виконується трикутними функціями належності. Удосконалена метрика нечіткої відстані використовує нормалізуючий коефіцієнт замість масштабно-залежного множника, що забезпечує масштабну інваріантність; доведено виконання аксіом коректності метрики.

Третій розділ присвячено розробці методів еволюційного налаштування моделі. Метод оптимізації вагових коефіцієнтів використовує композитну функцію придатності, що поєднує точність прогнозу та якість ранжування з регуляризаційним штрафом. Коеволюційний генетичний алгоритм оперує гетерогенною хромосомою, яка об'єднує вагові коефіцієнти та параметри функцій належності; вузлове кодування семантичного сегмента та механізми топологічного контролю мутації гарантують збереження семантичної цілісності нечітких множин на кожній ітерації.

Четвертий розділ дослідження присвячено експериментальній перевірці розроблених методів на наборі даних MovieLens 100K. Виконано п'ятикратну крос-валідацію Монте-Карло порівняння нечіткої відстані з косинусною мірою та кореляцією Пірсона, оцінено внесок кожного з алгоритмів оптимізації, проведено багатокористувацьке порівняння з індустріальними алгоритмами SVD, KNN Baseline та SlopeOne і перевірку в режимі холодного старту. Перевірка підтвердила статистично значущу перевагу розроблених методів за якістю ранжування, що верифіковано критерієм Вілкоксона.

У підсумку, дисертація є завершеною науковою працею, що оформлена відповідно до вимог «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», який затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та «Вимог до оформлення дисертації», які затверджено Наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі комп'ютерного моделювання та інтелектуальних технологій Харківського національного університету радіоелектроніки відповідно до плану науково-дослідних робіт університету за період з 2022 р. по 2026 р.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації

Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, представлених у дисертаційній роботі, підтверджуються коректним використанням методів теорії нечітких множин, еволюційних обчислень та колаборативної фільтрації в рамках вирішення задачі персоналізованої рекомендації за умов розрідженості даних, а також результатами експериментальної перевірки на стандартному наборі даних із застосуванням

процедури багаторазової валідації, ізольованої тестової вибірки та статистичної верифікації непараметричним критерієм. Отримані в дисертаційному дослідженні нові наукові положення, висновки та рекомендації були представлені й обговорені на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях.

5. Основні наукові результати, отримані автором, та їхня новизна

Матеріали дисертації достатньо повно представлені у 10 наукових працях за темою дисертаційного дослідження, зокрема 3 статтях у наукових фахових виданнях України категорії «Б», 2 статтях у збірниках матеріалів міжнародних конференцій, що індексуються у наукометричних базах Scopus / Web of Science, та 5 доповідях у матеріалах міжнародних і всеукраїнських наукових конференцій.

За результатами проведених досліджень отримано такі нові наукові результати.

1. Вперше запропоновано метод коеволюційного налаштування гетерогенної хромосоми для одночасної спільної оптимізації вагових коефіцієнтів ознак та параметрів функцій належності нечітких множин у компактній гібридній моделі користувача, що забезпечує перехід від одновимірної вагової оптимізації до двовимірної структурно-параметричної адаптації моделі до індивідуального когнітивного профілю користувача.

2. Удосконалено показник зацікавленості категорією шляхом введення штрафного коефіцієнта негативного досвіду, що усуває семантичну неоднозначність між станами «байдужість» та «антипатія» при формуванні категорійного профілю користувача.

3. Удосконалено метрику нечіткої відстані між гібридними профілями шляхом заміни масштабно-залежного множника нормалізуючим коефіцієнтом, що забезпечує масштабну інваріантність та можливість формування множини сусідів за повної відсутності спільно оцінених об'єктів.

4. Удосконалено метод оптимізації вагових коефіцієнтів на основі генетичного алгоритму шляхом розроблення композитної функції придатності з

регуляризацією, яка включає метрику ранжування безпосередньо до цільового функціоналу оптимізації.

6. Практичне значення отриманих результатів

Теоретичні результати дисертаційної роботи реалізовано у вигляді програмного модуля мовою Python, який забезпечує незалежну оптимізацію профілю для кожного користувача та можливість паралельного виконання обчислень. Дана розробка призначена для побудови рекомендаційних підсистем, стійких до розрідженості даних і холодного старту, з підтримкою інтерпретованості рекомендацій. Результати дослідження впроваджено у виробничу практику компанії EFISCO Sp. z o.o. (Республіка Польща) у клієнтських розгортаннях для платформ електронної комерції та сервісів рекомендації контенту.

7. Дотримання вимог академічної доброчесності

За результатами аналізу тексту дисертації та публікацій автора за темою дисертації встановлено відсутність плагіату і запозичень; ідеї інших авторів супроводжуються коректними посиланнями, а базова модель, обрана як відправна точка удосконалень, явно зазначена. Таким чином, порушення академічної доброчесності в дисертаційній роботі відсутні.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації

Дисертація містить нові теоретичні та практичні результати, але не позбавлена деяких недоліків. До недоліків дисертації слід віднести такі.

1. Етапи формування рекомендації описано у різних підрозділах розділів 2 і 3; сприйняття роботи полегшила б єдина покрокова схема – від запиту користувача до готового списку рекомендацій.

2. У четвертому розділі доцільно було б навести відсоткове покращення розробленого методу відносно базових алгоритмів для всіх експериментів, а не лише для частини з них.

3. Доцільно було б зазначити у тексті, що запропоновані моделі не прив'язані до предметної області кінофільмів і можуть застосовуватися в інших галузях.

4. Вибір кількості сусідів $N = 30$ обґрунтовано за похибкою прогнозу; доцільно було б перевірити його також за метриками ранжування.

5. Доцільно було б докладніше пояснити, що означає неповне покриття каталогу для користувача системи.

Апробацію запропонованого підходу на наборах даних інших предметних областей доцільно розглядати як перспективний напрям подальших досліджень.

Проте вважаю, що зазначені зауваження не впливають на високу оцінку дисертаційної роботи і отриманих автором результатів.

9. Загальні висновки щодо дисертації

Вважаю, що дисертаційна робота Гребенюка Микити Олександровича на тему «Дослідження та розробка методів рекомендаційної системи з використанням алгоритмів нечіткої логіки та генетичного алгоритму», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки в галузі знань 12 – «Інформаційні технології» є завершеним науковим дослідженням. Дисертація містить логічно та послідовно викладені нові наукові і практичні результати, які у сукупності вирішують наукову задачу розробки моделей та методів гібридної рекомендаційної системи на основі нечіткої логіки та коеволюційної оптимізації структурно-параметричних характеристик гібридного профілю користувача в умовах розрідженості матриці оцінок та холодного старту.

Дисертаційна робота Гребенюка Микити Олександровича на тему «Дослідження та розробка методів рекомендаційної системи з використанням алгоритмів нечіткої логіки та генетичного алгоритму» повністю відповідає пунктам 6, 7, 8, 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44.

Здобувач Гребенюк Микита Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютерного моделювання
та інтелектуальних технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки



Ірина ПЕРОВА