

Науковий керівник:

Хилько І.І.,

*старший викладач кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Миколаївський національний аграрний університет*

УДК 004.4:631.95

Рекомендаційні алгоритми у цифрових платформах аграрних знань

Рильов Нікіта,

здобувач вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Миколаївський національний аграрний університет,

м. Миколаїв, Україна

Анотація: У роботі досліджено застосування алгоритмів колаборативної фільтрації для створення рекомендаційних систем у цифрових платформах аграрних знань. Проведено порівняльний аналіз дев'яти методів: від базових (глобальне середнє, *baseline* оцінки) до складних методів матричної факторизації (*SVD*, *SVD++*, *NMF*). Виконано оптимізацію гіперпараметрів *SVD* через *grid search* з п'ятикратною крос-валідацією на датасеті *MovieLens 100K*. Найкращий результат показав оптимізований *SVD* з *RMSE* 0.8952 та *MAE* 0.7041, що на 20.5% краще за *baseline* метод. Обґрунтовано можливість адаптації розробленої системи для персоналізації освітнього контенту та аграрних рекомендацій.

Ключові слова: рекомендаційні системи, колаборативна фільтрація, матрична факторизація, *SVD*, машинне навчання, персоналізація, цифрові платформи, аграрні знання, освітні технології, штучний інтелект.

У сучасному аграрному секторі цифровізація стає ключовим фактором підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Цифрові платформи аграрних знань акумулюють великі обсяги інформації про агротехнології, практики землеробства, досвід фермерів та наукові дослідження. Проте зростаючий обсяг контенту ускладнює пошук релевантної інформації для конкретного користувача [1]. Рекомендаційні системи здатні автоматизувати процес добору персоналізованого контенту, враховуючи індивідуальні потреби та інтереси аграріїв.

Колаборативна фільтрація є одним із найефективніших підходів до побудови рекомендаційних систем, оскільки не потребує детального аналізу контенту та здатна виявляти приховані патерни поведінки користувачів [2]. Методи матричної факторизації, зокрема сингулярний розклад матриці (*SVD*), демонструють високу точність прогнозування користувацьких переваг навіть

при розрідженості даних, що є типовим для аграрних платформ з обмеженою початковою активністю користувачів [3].

Метою дослідження є розробка та порівняльний аналіз методів колаборативної фільтрації для створення ефективної системи рекомендацій контенту у цифрових платформах аграрних знань. Для експериментального дослідження використано датасет MovieLens 100K (100000 оцінок від 943 користувачів для 1,682 елементів), який за структурою та щільністю даних (6,3%) подібний до очікуваних параметрів аграрної освітньої платформи.

Досліджено три категорії методів колаборативної фільтрації. Базові методи включають Global Mean (прогноз на основі глобального середнього) та Baseline (моделювання систематичних відхилень користувачів та елементів). Методи на основі околу представлені User-based KNN (пошук схожих користувачів), Item-based KNN (пошук схожих елементів) та KNN Baseline (комбінований підхід). Методи матричної факторизації охоплюють SVD (сингулярний розклад), SVD++ (розширена версія з неявним зворотним зв'язком) та NMF (невід'ємна матрична факторизація) [4].

Таблиця 1 Порівняльні результати методів колаборативної фільтрації

Метод	RMSE	MAE	Precision@10	Recall@10	Час (с)
Global Mean	1,1256	0,9421	–	–	<1
Baseline	0,9436	0,7485	–	–	4
KNN Baseline	0,9428	0,7442	0,6134	0,5589	143
SVD (базова)	0,9012	0,7098	0,6189	0,5712	487
SVD (оптимізована)	0,8952	0,7041	0,6247	0,5834	413
SVD++	0,8864	0,6982	0,6389	0,5967	1255

Результати експериментів підтверджують перевагу методів матричної факторизації над методами на основі околу. Систематична оптимізація гіперпараметрів SVD через grid search (144 комбінації параметрів) дозволила досягти RMSE 0,8952 та MAE 0.7041, що становить покращення на 20,5% порівняно з baseline методом. Оптимальна конфігурація: 100 латентних факторів, 30 епох навчання, швидкість навчання 0,005, регуляризація 0,02.

Для аграрних платформ знань розроблена система може застосовуватися для персоналізації освітнього контенту, рекомендацій агротехнологій, добору релевантних наукових публікацій та формування індивідуальних траєкторій навчання фермерів. Модульна архітектура системи дозволяє адаптувати алгоритми під специфіку аграрного контенту з мінімальними змінами [5]. Інтеграція з існуючими цифровими платформами можлива через RESTful API, що забезпечує сумісність з різними технологічними стеками.

Розроблена система рекомендацій демонструє високу ефективність прогнозування користувацьких переваг та забезпечує оптимальний баланс між точністю і швидкістю навчання. Оптимізований метод SVD є оптимальним

вибором для практичного застосування у цифрових платформах аграрних знань. Перспективи подальших досліджень включають розробку гібридних підходів (комбінація колаборативної та контентної фільтрації) для вирішення проблеми холодного старту, впровадження методів глибокого навчання для підвищення якості рекомендацій та адаптацію системи під специфічні потреби аграрних користувачів з урахуванням сезонності, географічних факторів та рівня цифрової грамотності [6].

Список використаних джерел:

1. Ходзіцький Д. А. Інтелектуальна рекомендаційна система на основі методів машинного навчання: дипломна робота. ЧНУ ім. Петра Могили, 2022. URL: <https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2686/1/Ходзіцький.pdf>
2. Методи розробки рекомендаційних систем. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. ВНТУ. URL: <https://itce.vntu.edu.ua/index.php/itce/article/download/831/547>
3. Kornienko O. et al. Дослідження матричних факторизаційних моделей рекомендаційних систем. Системи управління, навігації та зв'язку. 2019. DOI: 10.26906/SUNZ.2019.6.058.
4. Гінзул І. А. Рекомендаційна система онлайн-книгарні: дипломна робота. ЧНУ, 2024. URL: https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3272/1/КРМ_Гінзул_608м_2024.pdf
5. Область застосування та види рекомендаційних систем. Матеріали конференції. ЖТДУ, 2021. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/01/41-2.pdf>
6. Реалізація алгоритмів рекомендаційних систем: наукова робота. НаУКМА. URL: <https://ezp.ukma.edu.ua/bitstreams/9fcfcc7b-9078-449d-886d-be4e9b2a9676/download>

Abstract: *The paper investigates the application of collaborative filtering algorithms for creating recommendation systems in digital agricultural knowledge platforms. A comparative analysis of nine methods was conducted: from basic approaches (global mean, baseline estimates) to complex matrix factorization methods (SVD, SVD++, NMF). SVD hyperparameters were optimized through grid search with five-fold cross-validation on the MovieLens 100K dataset. The best result was achieved by optimized SVD with RMSE 0.8952 and MAE 0.7041, representing a 20.5% improvement over the baseline method. The possibility of adapting the developed system for personalization of educational content and agricultural recommendations is substantiated.*

Keywords: *recommendation systems, collaborative filtering, matrix factorization, SVD, machine learning, personalization, digital platforms, agricultural knowledge, educational technologies, artificial intelligence.*

Науковий керівник:

Крайній В.О.,

*к.е.н., старший викладач кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Миколаївський національний аграрний університет*

УДК 631:004

Автоматизація процесів у сільському господарстві за допомогою ІТ

Селютіна Анна,

здобувач вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Миколаївський національний аграрний університет,

м. Миколаїв, Україна

Анотація: *У роботі досліджуються особливості використання інформаційних технологій для автоматизації виробничих процесів у сільському господарстві. Розглянуто основні напрями впровадження цифрових рішень у аграрній галузі, серед яких технології точного землеробства, системи моніторингу стану посівів, автоматизоване керування технікою та програмне забезпечення для управління аграрними підприємствами. Окреслено переваги впровадження ІТ-технологій, зокрема підвищення ефективності виробничих процесів, раціоналізація використання ресурсів, зменшення витрат та зміцнення конкурентоспроможності аграрного сектору.*

Ключові слова: *інформаційні технології, автоматизація, сільське господарство, точне землеробство, цифровізація, аграрні системи управління.*

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей економіки України. Воно забезпечує продовольчу безпеку країни і вносить значний вклад у експорт. У сучасному світі, коли світ стає все ближчим і технології розвиваються швидко, особливо важливо використовувати нові технології у сільському господарстві. Одним із основних напрямків розвитку є автоматизація виробництва за допомогою інформаційних технологій [1].

Автоматизація процесів у сільському господарстві означає використання сучасних програмних та технічних засобів для покращення виробничих робіт. Це допомагає зменшити помилки, зробити процеси більш точними, а також ефективніше використовувати ресурси. Таке впровадження дозволяє аграрним підприємствам значно збільшити виробництво та стати більш конкурентоспроможними[2].

Один із ключових напрямів автоматизації – це використання технологій точного землеробства. Ці технології включають GPS-навігацію, геоінформаційні системи, датчики та спеціалізоване програмне забезпечення. За їх допомогою фермери отримують точну інформацію про стан ґрунту, рівень вологості,