

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Рекомендаційна система для підбору товарів
спортивного приладдя»

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення

освітньо-професійної програми «Інженерія програмного забезпечення»

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело*

(підпис) Олег ДАНИЛЮК

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПДМ-62
Олег ДАНИЛЮК

Керівник: Світлана ШЕВЧЕНКО
к.пед.н., доцент

Рецензент: _____
науковий ступінь, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
вчене звання

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення

Освітньо-професійна програма «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інженерії програмного забезпечення

_____ Ірина ЗАМРІЙ

«_____» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

_____ Данилюку Олегу Сергійовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Рекомендаційна система для підбору товарів спортивного приладдя»

керівник кваліфікаційної роботи Світлана Шевченко, к.пед.н, доцент

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «15» жовтня 2024 р. №320.

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «17» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література; інформація про особливості товарів спортивного приладдя та їх класифікація; алгоритми та методи для розробки рекомендаційних систем; програмні засоби розробки рекомендаційної системи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

- Провести аналіз існуючих рекомендаційних систем для підбору товарів, зокрема спортивного приладдя.

- Дослідити алгоритми та методи фільтрації, що використовуються в рекомендаційних системах.
- Розробити модель рекомендаційної системи для підбору спортивного приладдя методом контентної фільтрації.
- Провести тестування розробленої моделі вигляді Telegram-бота.

5. Перелік графічного матеріалу: *презентація*

1. Таблиця порівняння аналогів
2. Методи дослідження
3. Механізм рекомендаційного процесу
4. Види рекомендаційних систем на основі методів фільтрації
5. Схема методу генерації рекомендації
6. Діаграма варіантів використання: рекомендаційна система спортивного приладдя
7. Алгоритм використання рекомендаційної системи для підбору спортивного приладдя
8. Програмні засоби реалізації
9. Екранні форми додатку
10. Висновки

6. Дата видачі завдання 16 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	16.10-23.10.24	
2	Написання 1-го розділу	24.10-29.10.24	
3	Написання 2-го розділу	30.10–2.11.24	
4	Написання 3-го розділу	3.11–8.11.24	
5	Написання 4-го розділу	9.11–15.11.24	
6	Підготовка тез і статті до друку	16.11–18.11.24	
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	18.11–21.11.24	
8	Розробка демонстраційних матеріалів	22.11–24.11.24	
9	Попередній захист роботи	25.11–29.11.24	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Олег ДАНИЛЮК

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Світлана ШЕВЧЕНКО

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра: 63 с., 1 табл., 19 рис., 47 джерел.

Мета дослідження: удосконалення процесу вибору спортивного приладдя для користувачів шляхом розробки рекомендаційної системи, яка надає персоналізовані поради щодо придбання спортивного обладнання відповідно до індивідуальних потреб та вподобань користувачів.

Об'єкт дослідження: процес функціонування рекомендаційних систем.

Предмет дослідження: модель рекомендаційної системи для підбору товарів спортивного приладдя.

Методи дослідження: аналіз даних, порівняльний, системно-структурний, методи математичного моделювання, алгоритми рекомендаційних систем, методи програмної інженерії.

Короткий зміст роботи: дослідження присвячене розробці рекомендаційної системи для підбору товарів спортивного приладдя, що враховує індивідуальні потреби користувачів. У роботі розглянуто роль та функції таких систем, проведено аналіз їх моделей на основі алгоритмів і методів фільтрації. Обгрунтовано вибір контентної фільтрації у розробці рекомендацій та косинусіду подібність. Досліджені програмні засоби для реалізації рекомендаційної системи, розроблено та протестовано програмне забезпечення у вигляді Telegram-бота. Практичне значення полягає у покращенні процесу вибору товарів спортивного обладнання для споживачів та підвищенні ефективності продажів для компанії, що сприяє розвитку конкурентоспроможності у сфері спортивного приладдя.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА, АЛГОРИТМИ ФІЛЬТРАЦІЇ, КОНТЕНТНА ФІЛЬТРАЦІЯ, СПОРТИВНЕ ПРИЛАДДЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ABSTRACT

Text part of the qualification work for obtaining a master's degree: 63 p., 1 table, 19 figures, 47 source.

Research objective: improving the process of selecting sports equipment for users by developing a recommendation system that provides personalized advice on purchasing sports equipment, according to the individual needs and preferences of users.

Research object: the process of functioning of recommendation systems.

Research subject: model of a recommendation system for selecting sports equipment.

Research methods: data analysis, comparative, system-structural, mathematical modeling methods, recommendation system algorithms, software engineering methods.

Summary of the work: the study is devoted to the development of a recommendation system for selecting sports equipment products that takes into account the individual needs of users. The paper considers the role and functions of such systems, analyzes their models based on algorithms and filtering methods. The choice of content filtering in the development of recommendations and cosine similarity is justified. Software tools for implementing the recommendation system are studied, software in the form of a Telegram bot is developed and tested. The practical significance lies in improving the process of selecting sports equipment products for consumers and increasing sales efficiency for the company, which contributes to the development of competitiveness in the field of sports equipment.

KEYWORDS: RECOMMENDATION SYSTEM, FILTERING ALGORITHMS, CONTENT FILTERING, SPORTS EQUIPMENT, SOFTWARE

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ	12
1.1 Існуючі аналоги рекомендаційних систем спортивного приладдя	12
1.2. Стадія генерування рекомендацій та стадія навчання моделі рекомендацій	14
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ	27
2.1 Фільтрація на основі вмісту в контексті спортивного приладдя	27
2.2 Спільна фільтрація для користувачів з однаковими спортивними уподобаннями.....	28
2.3 Гібридна фільтрація (комбінація підходів).....	29
3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СПОРТИВНОГО ПРИЛАДДЯ	31
3.1 Постановка завдання та формулювання вимог	31
3.2 Модель користувача та спортивного приладдя	35
3.2.1 Стадія збору даних користувачів та продуктів	35
3.2.2 Модель користувача	44
3.2.3 Модель спортивного спорядження	45
3.2.4 Інтеграція моделей	45
3.3 Вибір метода фільтрації	46
4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	48
4.1 Засоби розробки (програмні інструменти та платформи).....	48
4.2 Архітектура системи	51
4.3 Опис інтерфейсу користувача для генерації рекомендацій	53
4.4 Тестування та впровадження системи	56
ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63
ДОДАТОК А. ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ.....	67
ДОДАТОК Б. ЛІСТИНГИ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ	74

ВСТУП

У сучасному світі, де спортивна активність і здоровий спосіб життя стають невід'ємною частиною повсякденного життя, вибір відповідного спортивного приладдя може суттєво вплинути на ефективність тренувань і досягнення особистих спортивних цілей [1]. З огляду на широкий асортимент спортивного обладнання та безліч брендів на ринку, споживачам часто важко знайти те, що найкраще відповідає їхнім індивідуальним потребам і вподобанням. Це ускладнює процес прийняття рішень і може призвести до фрустрації та розчарування.

Рекомендаційні системи можуть суттєво полегшити цей процес. Вони використовують сучасні технології для аналізу та фільтрації великої кількості інформації про спортивні товари, забезпечуючи користувачів персоналізованими рекомендаціями. Такі системи враховують численні фактори, такі як фізичні характеристики користувача, його спортивні цілі, історія покупок, вподобання та навіть специфічні тренувальні потреби. Це дозволяє надавати користувачам точні і релевантні поради, що істотно спрощує вибір приладдя.

Розробка рекомендаційної системи підбору спортивного приладдя передбачає створення алгоритмів, які здатні обробляти великі обсяги даних про користувачів та продукцію [2]. Система повинна включати в себе модулі для збору та аналізу інформації про фізичні параметри користувача, його тренувальні інтереси, а також його минулі покупки і відгуки. На основі цієї інформації система може формувати персоналізовані рекомендації, що допомагають користувачам знайти оптимальне обладнання, яке найкраще відповідатиме їхнім потребам.

Впровадження таких систем у сферу спортивного приладдя не лише покращує користувацький досвід, але й може суттєво підвищити ефективність продажів для ритейлерів [3]. Персоналізовані рекомендації допомагають компаніям краще розуміти своїх клієнтів, адаптувати свої пропозиції відповідно до їхніх індивідуальних потреб і вподобань, а також покращувати якість

обслуговування. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню рівня задоволеності користувачів і лояльності до бренда.

Таким чином, розробка і впровадження рекомендаційних систем є важливим аспектом для будь-якого бізнесу у сфері спортивного приладдя. Це дозволяє не тільки покращити процес вибору і покупки для споживачів, але й сприяє зростанню конкурентоспроможності компаній на ринку, відповідно до сучасних трендів і технологічних досягнень. [4].

Метою дослідження є удосконалення процесу вибору спортивного приладдя для користувачів шляхом розробки рекомендаційної системи, яка надає персоналізовані поради щодо придбання спортивного обладнання відповідно до індивідуальних потреб та вподобань користувачів.

Для реалізації вказаної мети необхідно реалізувати ряд **завдань**:

- розглянути сутність поняття, роль та функції рекомендаційних систем;
- провести аналіз існуючих рішень для розробки рекомендаційних систем підбору спортивного приладдя;
- розробити алгоритм рекомендаційної системи, який допоможе формулювати оптимальні пропозиції спортивного приладдя для користувачів;
- визначити основні програмні та технічні засоби для реалізації рекомендаційної системи підбору спортивного приладдя;
- здійснити програмну реалізацію рекомендаційної системи підбору спортивного приладдя;
- провести тестування програмного продукту для перевірки його функціональності та продуктивності.

Об'єктом дослідження виступає процес функціонування рекомендаційних систем.

Предметом дослідження є модель рекомендаційної системи для підбору товарів спортивного приладдя.

Для написання роботи використано такі **методи дослідження**: аналіз даних, порівняльний, системно-структурний, методи математичного моделювання, алгоритми рекомендаційних систем, методи програмної інженерії.

Наукова новизна одержаних результатів Запропоновано модель рекомендаційної системи, що ефективно підтримує користувачів у виборі спортивного приладдя, враховуючи їх індивідуальні фізичні характеристики та спортивні цілі.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано реалізацію рекомендаційної системи вибору спортивного приладдя, яка дозволить поліпшити процес вибору спортивного приладдя для користувачів та просування бізнесу ритейлерів спортивного обладнання.

Апробація результатів магістерської роботи.

1. Данилюк О.С., Шевченко С.М. Аналіз та дослідження характеристик алгоритмів у рекомендаційних системах // Вісник Херсонського національного технічного університету» № 4, 2024.
2. Данилюк О.С., Шевченко С.М. Розробка персоналізованої рекомендаційної системи для онлайн-магазину на основі бази даних та знань // Всеукраїнська науково-технічна конференція «Застосування програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних технологіях». Збірник тез. 24.04.2024. – К.: ДУІКТ, 2024. - с. 436-437.
3. Данилюк О.С., Шевченко С.М. Розробка рекомендаційної системи для спортивного приладдя на основі алгоритмів штучного інтелекту // II Всеукраїнська науково-технічна конференція «Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і світу». Збірник тез. 18.11.2024. – К.: ДУІКТ, 2024. - с. 83-84.

1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ

1.1 Існуючі аналоги рекомендаційних систем спортивного приладдя

У контексті стрімкого розвитку електронної комерції рекомендаційні системи набули надзвичайної значущості у формуванні позитивного споживчого досвіду. Вони забезпечують можливість адаптації пропозицій відповідно до індивідуальних потреб та вподобань користувачів, що, у свою чергу, підвищує рівень задоволеності клієнтів та стимулює продажі. В ході проведення дослідження буде проаналізовано підходи до реалізації рекомендаційних систем у чотирьох провідних брендах спортивного приладдя: Nike, Adidas, Decathlon і Reebok. Ця робота спрямована на вивчення ефективності впроваджених технологій та їх впливу на споживчі рішення.

1. Nike Fit Recommendation System.

Nike розробила інноваційну систему Nike Fit, яка використовує технології доповненої реальності для точного сканування стопи користувачів. Система не лише визначає розмір, але й враховує форму стопи та тип спорту. На основі цих даних вона надає рекомендації щодо вибору взуття. Дослідження показують, що використання таких технологій підвищує задоволеність споживачів і знижує кількість повернень товарів [5].

2. Adidas Recommendation Engine.

Adidas реалізує рекомендаційну систему, яка аналізує дані про поведінку користувачів на своєму веб-сайті та в мобільному додатку. Система враховує не лише історію покупок, але й взаємодію з продуктами, що дозволяє створювати індивідуальні пропозиції. Згідно з дослідженням [6], Adidas активно використовує алгоритми машинного навчання для підбору продукції на основі переваг і активності користувачів.

3. Decathlon's Personalized Gear Recommendation.

Decathlon впровадив систему персоналізованих рекомендацій, яка орієнтується на тип спортивної активності, рівень підготовки та відгуки інших користувачів. Система аналізує велику кількість даних для того, щоб забезпечити максимально точні рекомендації. Дослідження вказують на те, що така персоналізація позитивно впливає на продажі та лояльність споживачів [7].

4. Reebok's Personalized Shopping Experience.

Reebok також використовує рекомендаційні системи для покращення досвіду покупців. Компанія реалізувала інструмент, який аналізує історію покупок і вподобання користувачів, щоб надавати рекомендації, які відповідають їхнім потребам. Це включає вибір одягу та взуття для конкретних видів спорту. Згідно з дослідженням [8], Reebok приділяє особливу увагу адаптації рекомендацій під інтереси своїх споживачів.

Отже, рекомендаційні системи, розроблені брендами Nike, Adidas, Decathlon та Reebok, демонструють ефективність у підборі спортивного приладдя, враховуючи індивідуальні потреби споживачів. Ці технології не лише підвищують рівень задоволеності клієнтів, але й сприяють зростанню продажів у конкурентному середовищі. Порівняльна характеристика рекомендаційних систем даних компаній представлена на рис.1.1.

Таблиця 1.1

Порівняння існуючих програм-аналогів

Функціональність	Nike Fit Recommendation System	Adidas Recommendation Engine	Reebok's Personalized Shopping Experience	Система рекомендацій спортивного приладдя
Типи рекомендацій	Підбір взуття за розміром та метою використання	Підбір товарів за метою використання	Підбір взуття та одягу для тренувань або повсякденного використання.	Покроковий вибір приладдя для різних видів спорту.
Використовувані технології(метод фільтрації)	Алгоритми аналізу даних, 3D-сканування стопи через мобільний додаток.	Коллаборативна фільтрація, аналіз даних про попередні покупки користувачів.	Коллаборативна фільтрація, інтерактивні інструменти (вебсайт, додаток).	Контентна фільтрація, за правилами, інтерактивні кнопки.
Індивідуалізація рекомендацій	Враховує форму стопи, анатомічні особливості, стиль взуття.	Враховує цілі тренувань, стиль активності, попередні покупки	Враховує стиль життя, цілі тренувань, попередні покупки.	Враховує вид спорту, бюджет користувача.активність.
Рекомендації щодо приладдя	Взуття для спорту (біг, тренування), повсякденного носіння.	Взуття, спортивний одяг, аксесуари.	Спортивний одяг, взуття, аксесуари.	Одяг, взуття, спортивне обладнання для різних видів спорту.
Переваги	Висока точність підбору розміру, простота використання через мобільний додаток.	Персоналізовані рекомендації з урахуванням індивідуальних параметрів	Простий інтерфейс, якісна персоналізація.	Покрокова навігація. Висока точність підбору за цільовими характеристиками (мета тренувань, вид спорту). Рекомендоване не тільки , а й тренажери
Недоліки	Потрібен доступ до смартфона з камерою.	Інколи рекомендації залежать від наявності товару в базі.Рекомендація лише товарів adidas	Потрібен стабільний доступ до інтернету, можливі труднощі з точністю рекомендацій для нових користувачів.Рекомендація лише товарів Reebok's	Необхідність стабільного доступу до інтернету.

1.2. Стадія генерування рекомендацій та стадія навчання моделі рекомендацій

У сучасних системах рекомендацій, які використовуються в електронній комерції, соціальних мережах та багатьох інших сферах, є два ключові етапи— генерування рекомендацій та навчання моделі. Вони грають критичну роль у досягненні ефективності та релевантності рекомендацій. [9]

Стадія навчання моделі рекомендацій передбачає застосування алгоритмів машинного навчання для виявлення закономірностей у даних, що дозволяє створити основу для прогнозування вподобань користувачів. [10], [11]. Цей етап є важливим, оскільки якість навченої моделі безпосередньо впливає на точність рекомендацій, які система зможе запропонувати.

Після навчання моделі настає стадія генерування рекомендацій, де алгоритми використовують отримані знання для формування персоналізованих рекомендацій на основі поведінки користувачів і характеристик продуктів. Цей процес вимагає врахування різноманітних підходів від фільтрації за контентом до колаборативної фільтрації з метою забезпечення релевантності та цінності рекомендацій для кожного окремого користувача.

1. Колаборативна фільтрація — це метод пошуку інформації, який рекомендує користувачам елементи на основі того, як інші користувачі з подібними уподобаннями та поведінкою взаємодіяли з цим елементом [12]. Іншими словами, алгоритми спільної фільтрації групують користувачів на основі поведінки та використовують загальні характеристики групи, щоб рекомендувати елементи цільовому користувачеві [13]. Спільні рекомендаційні системи працюють за принципом, що подібні користувачі (з точки зору поведінки) мають схожі інтереси та схожі смаки.

Колаборативна фільтрація використовує матрицю, що відображає поведінку користувачів для кожного елемента в системі. Потім система витягує значення з цієї матриці і відображає їх у вигляді точок даних у векторному просторі. Потім

різні метрики вимірюють відстань між точками, щоб обчислити схожість між користувачами та об'єктами.

У стандартному налаштуванні спільної фільтрації маємо набір з n користувачів і набір з x елементів. Індивідуальні переваги кожного користувача щодо кожного елемента відображаються в матриці користувацьких елементів (іноді її називають матрицею оцінок користувачів) [14]. Тут користувачі представлені в рядках, а елементи в стовпцях. У матриці R_{ij} задане значення представляє поведінку користувача u щодо елемента i . Ці значення можуть бути безперервними числами, які надають користувачі (наприклад, оцінки), або двійковими значеннями, які вказують на те, чи переглядав або купував даний користувач товар. На рис. 1.1 представлено приклад матриці часу користувача для веб-сайта книжкового магазину.

	Northanger Abby	Wuthering Heights	Oroonoko	Bondswoman's Narrative
Alex	5	4	3	4
Loren	1	2	4	5
Taylor	1	2	3	<i>null</i>
Ainsley	<i>null</i>	4	3	1

Рис 1.1 Приклад матриці елементів

Ця матриця відображає оцінки користувачів для різних доступних книг. Алгоритм спільної фільтрації порівнює оцінки, надані користувачем для кожної книги. Визначаючи подібних користувачів або предмети на основі цих оцінок, він передбачає оцінки для книг, які цільовий користувач не бачив (представлено нулем у матриці), і рекомендує (чи не рекомендує) ці книги

цільовому користувачеві відповідно. Приклад матриці, використаний тут, є повним, оскільки він обмежений чотирма користувачами та чотирма елементами. Однак у сценаріях реального світу відомі переваги користувачів щодо елементів часто обмежені, залишаючи матрицю елементів користувача розрідженою. У алгоритмах спільних фільтрацій схожість між різними користувачами визначається через близькість у векторному просторі. Однак існують різні специфічні метрики, які використовуються для визначення цієї схожості. Наприклад, косинусоїдальна схожість та коефіцієнт кореляції Пірсона.

Косинусна подібність означає вимірювання кута між двома векторами. Порівнювані вектори містять підмножину оцінок для певного користувача чи елемента. Коефіцієнт косинусної подібності може бути будь-яким значенням від -1 до 1. [15]. Чим вищий показник косинуса, тим більш схожими вважаються два елементи. Деякі дані свідчать про те, що ця метрика підходить для просторів ознак високої розмірності. При спільній фільтрації точки вектора витягуються безпосередньо з матриці ознак користувача. Косинусна схожість виражається наступним чином (1.1):

$$\text{cosine}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}}, \quad (1.1)$$

де x, y — вектори, які порівнюються,

x_i — i -та компонента вектора x ,

y_i — i -та компонента вектора y ,

$\sum_{i=1}^n x_i y_i$ — скалярний добуток векторів,

$\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}$ — норма вектора x ,

$\sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}$ — норма вектора y ,

Коефіцієнт Кореляції Пірсона (ККП) допомагає виміряти схожість між товарами або користувачами, обчислюючи кореляцію між відповідними оцінками двох користувачів або товарів; ККП варіюється від -1 до 1, що означає від'ємну

кореляцію до ідентичної. На відміну від косинусної подібності, ККП використовує всі оцінки для даного користувача або товару [16]. Коефіцієнт кореляції Пірсона знаходиться за формулою (1.2):

$$KKП = \frac{\sum (r_{ai} - \bar{r}_a)(r_{bi} - \bar{r}_b)}{\sqrt{\sum (r_{ai} - \bar{r}_a)^2} \sqrt{\sum (r_{bi} - \bar{r}_b)^2}}, \quad (1.2)$$

r_{ai}, r_{bi} — оцінки або значення для об'єкта i і двома різними користувачами a і b ,

$\bar{r}_a, \bar{r}_b$ — середні оцінки користувачів a і b ,

в чисельнику — добуток відхилень від середніх оцінок,

в знаменнику — добуток квадратних коренів сум квадратів відхилень.

Типи колаборативних рекомендаційних систем:

1. На основі пам'яті. Системи рекомендацій на основі пам'яті або системи на основі сусідів є розширеннями класифікаторів k -найближчих сусідів, оскільки вони намагаються передбачити поведінку цільового користувача щодо певного елемента на основі подібних користувачів або набору елементів. Системи на основі пам'яті можна розділити на два підтипи:

- фільтрація на основі користувачів: рекомендує товари цільовим користувачам на основі їхніх поведінкових вподобань. Алгоритм рекомендацій порівнює минулу поведінку цільового користувача з поведінкою інших користувачів. Зокрема, система присвоює кожному користувачеві вагу, яка вказує на його схожість з цільовим користувачем. Потім вона обирає n користувачів з найбільшою вагою і обчислює прогноз поведінки цільового користувача (наприклад, рейтинг фільму, купівля, неприязнь) на основі середньозваженого значення поведінки обраних сусідніх користувачів. Потім система рекомендує цільовому користувачеві товари на основі цього прогнозу [17]. Принцип полягає в тому, що якщо цільовий користувач поведився подібно до цієї групи в минулому, він поводитиметься так само з невидимими елементами. Функції подібності на основі користувача обчислюються між рядками в матриці елементів користувача.

- фільтрація на основі елементів: пропонує нові елементи цільовому користувачеві на основі поведінки користувача з подібними елементами. Зауважте, однак, що при порівнянні елементів система співпраці порівнює те, як користувач взаємодіє з цими елементами, а не їхні атрибути (як у фільтрації на основі вмісту) [18]. Наприклад, у системі рекомендацій фільмів алгоритм може ідентифікувати подібні фільми на основі кореляції між усіма оцінками користувачів для кожного фільму (з поправкою на середню оцінку кожного користувача). Потім система рекомендуватиме новий фільм цільовому користувачеві на основі відповідних рейтингів. Тобто, якщо цільовий користувач високо оцінив фільми a і b , але не дивився фільм c , а інші користувачі, які поставили перші два високо, також високо оцінили фільм c , система порекомендує фільм c цільовому користувачеві. Таким чином, фільтрація на основі елементів обчислює схожість елементів через поведінку користувача. Функції подібності на основі елементів обчислюються між стовпцями в матриці елементів користувача._

2. На основі моделі. Підхід на основі моделей створює прогнозну модель інтелектуального аналізу даних. Модель використовує поточні значення матриці товарів користувача як навчальний набір даних і використовує отриману модель для прогнозування відсутніх значень. Таким чином, методи, засновані на моделях, використовують методи науки про дані та алгоритми машинного навчання, такі як дерева рішень, байєсівські класифікатори та нейронні мережі, щоб рекомендувати товари користувачам.

Матрична факторизація - це широко обговорювана техніка спільної фільтрації, яку часто класифікують як різновид латентної факторної моделі. Як і модель латентних факторів, матрична факторизація передбачає, що схожість між користувачами або об'єктами визначається за допомогою вибраної кількості ознак [19]. Наприклад, оцінку книги користувача можна передбачити, використовуючи лише жанр книги та вік або стать користувача. Таким чином, це представлення нижчого виміру має на меті пояснити, наприклад, рейтинги книг, характеризуючи предмети та користувачів відповідно до кількох вибраних характеристик,

отриманих із даних відгуків користувачів. Оскільки вона зменшує характеристики даного векторного простору, матрична факторізація також служить методом зменшення розмірності.

- Переваги спільної фільтрації.

Порівняно з системами, заснованими на вмісті, спільна фільтрація більш ефективна для надання користувачам нових рекомендацій. Методи, засновані на співпраці, отримують рекомендації від групи користувачів, які мають спільні інтереси з одним цільовим користувачем. Якщо група користувачів обрала ті ж елементи, що й цільовий користувач, але додатково ще один, про який цільовий користувач не знає, то система спільної фільтрації може запропонувати цей новий елемент як потенційно цікавий. Спільна фільтрація може рекомендувати елементи, які цільовий користувач, можливо, не розглядав, але які, тим не менш, подобаються його типу користувачів.

- Недоліки.

Проблема холодного запуску є, мабуть, найбільш часто згадуваним недоліком спільних систем фільтрації. Це відбувається, коли в систему входить новий користувач (або навіть новий елемент). Відсутність у цього користувача історії взаємодії з елементами не дозволяє системі оцінити схожість або асоціацію нового користувача з існуючими користувачами. Навпаки, системи, засновані на вмісті, більш вправні в обробці нових елементів, хоча їм також важко отримати рекомендації для нових користувачів.

Розрідженість даних є ще однією головною проблемою, яка може заважати системам рекомендацій для спільної роботи. Як згадувалося, системам рекомендацій зазвичай не вистачає даних про вподобання користувачів для більшості елементів у системі. Це означає, що більша частина простору системних функцій порожня, і ця умова називається розрідженістю даних. Зі збільшенням розрідженості даних векторні точки стають настільки несхожими, що прогностичні моделі стають менш ефективними при виявленні пояснювальних закономірностей.

Це головна причина, чому матрична факторизація — і пов'язані з нею методи латентних факторів, такі як розкладання сингулярного значення —

популярні у спільній фільтрації, оскільки вона зменшує розрідженість даних шляхом зменшення функцій. Інші методи, застосовані для вирішення цієї проблеми, також можуть передбачати оцінку власних користувачів і надання інформації про їхні власні інтереси, яку потім система може використовувати для фільтрації рекомендацій.

2. Фільтрація на основі вмісту - це метод пошуку інформації, який використовує властивості об'єктів для вибору і повернення об'єктів, що відповідають запиту користувача. Цей метод зазвичай також враховує властивості інших об'єктів, до яких користувач виявив зацікавленість. Однак назва «на основі вмісту» дещо вводять в оману [20]. Деякі алгоритми рекомендацій на основі вмісту знаходять елементи на основі описових атрибутів (наприклад, метаданих), прикріплених до елемента, а не на основі фактичного вмісту елемента. Однак деякі методи на основі вмісту, такі як пошук зображень на основі вмісту та програми обробки природної мови, підбирають елементи на основі їхніх внутрішніх атрибутів.

Системи рекомендацій на основі вмісту (CBRS) включають алгоритми машинного навчання та методи науки про дані, щоб рекомендувати нові елементи та відповідати на запити [21].

У механізм рекомендацій по суті порівнює профіль користувача та профіль елемента, щоб передбачити взаємодію користувача з елементом і відповідно рекомендувати елементи.

- Профіль товару — це представлення товару в системі. Він складається з набору функцій елемента, який може бути внутрішніми структурованими характеристиками або описовими метаданими. Наприклад, потоковий сервіс може зберігати фільми за жанром, датою випуску, режисером тощо.
- Профіль користувача - відображає вподобання та поведінку користувача. Він може складатися з представлень тих елементів, до яких користувач раніше виявляв інтерес. Він також складається з даних користувачів про їхню минулу взаємодію із системою (наприклад, оцінки користувачів, оцінки, запити тощо).

Показники подібності між елементами:

1. Косинусна подібність означає вимірювання кута між двома векторами. Він може приймати будь-яке значення від -1 до 1. Чим вище значення косинуса, тим більш схожими вважаються два елементи. Деяка інформація вказує на те, що ця метрика підходить для просторів ознак високої розмірності. Косинусна схожість виражається за допомогою формули (1.1).

2. Евклідова відстань вимірює довжину віртуального відрізка, що з'єднує дві точки вектора. Розрахункова евклідова відстань дорівнює нулю і не має верхньої межі; чим менша евклідова відстань між двома векторними елементами, тим більш схожими вони вважаються. Евклідова відстань [22] обчислюється за формулою (1.3):

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}, \quad (1.3)$$

x_i, y_i — компоненти векторів x і y ,

$\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2$ — сума квадратів різниць відповідних компонент векторів.

3. Скалярний добуток — це косинус кута між двома векторами, помножений на відповідне евклідове значення кожного вектора від початку координат. Іншими словами, це косинус двох векторів, помножений на прогнозовану довжину кожного вектора, де довжина - це зміщення вектора від початку координат (наприклад, (0,0) [23]. Скалярний добуток найкраще використовувати для порівняння елементів із помітно різними величинами — наприклад, подумайте про популярність книг чи фільмів. Це представлено цією формулою (1.4):

$$DotSim(\vec{D}, \vec{Q}) = \sum_{j=1}^n d_j q_j, \quad (1.4)$$

де $d_j q_j$ — компоненти векторів;

$\sum_{j=1}^n d_j q_j$ — сума добутоків відповідних компонент двох векторів.

Розглянемо процес створення прогнозу взаємодії користувача з елементом.

Створюють класифікатор на основі користувача або модель регресії, щоб рекомендувати елементи конкретному користувачеві. Для початку алгоритм бере описи та характеристики тих елементів, до яких певний користувач раніше виявляв інтерес, тобто профіль користувача. Ці елементи складають навчальний набір даних, який використовується для створення моделі класифікації або регресії, специфічної для цього користувача. У цій моделі атрибути предмета є незалежними змінними, причому залежною змінною є поведінка користувача (наприклад, оцінки користувачів, лайки, покупки тощо). Модель, навчена цій минулій поведінці, має на меті передбачити майбутню поведінку користувача щодо можливих елементів і рекомендувати елементи відповідно прогнозу.

- Переваги фільтрації на основі вмісту.

Фільтрація на основі вмісту забезпечує більшу прозорість, пропонуючи можливість пояснити рекомендації. Наприклад, система спортивних рекомендацій може пояснити, чому вона рекомендує той чи інший вид спорту. Наприклад, якщо цей вид спорту відповідає вашим інтересам, рівню фізичної підготовки та попереднім уподобанням. Це дозволяє користувачеві зробити більш усвідомлений вибір щодо рекомендованої спортивної активності.

- Недоліки.

Оскільки фільтрація на основі контенту рекомендує матеріали лише на основі попередньо визначених інтересів користувача, рекомендовані матеріали часто схожі на ті, що подобалися користувачеві в минулому. Іншими словами, CBRS не має методології для виявлення нового і непередбачуваного. Це надмірна спеціалізація. На противагу цьому, спільна методологія отримує рекомендації від групи користувачів зі смаками, схожими на смаки одного користувача, і тому може рекомендувати товари, які користувач, можливо, не розглядав, або товари з іншими характеристиками, ніж ті, що подобалися користувачеві в минулому.

4. Гібридна система рекомендацій — це система, яка об'єднує кілька різних підходів до рекомендацій для підвищення точності та релевантності

пропозицій [24]. Ці системи надають більш персоналізовані рекомендації, використовуючи сильні сторони різних методів, таких як контент-орієнтована, спільна фільтрація та демографічне моделювання, щоб компенсувати недоліки окремих методів. Таким чином, гібридні системи можуть краще враховувати різні аспекти поведінки користувачів, їхні інтереси та характеристики рекомендованого продукту чи послуги.

Типи гібридних систем:

1.Зважена. У зваженій системі рекомендацій використовується кілька моделей, які добре підходять для аналізу даних (рис.1.2). Результати роботи цих моделей об'єднуються, причому кожна модель має свою постійну вагу, яка залишається незмінною як для навчальної групи, так і для тестового набору [25].

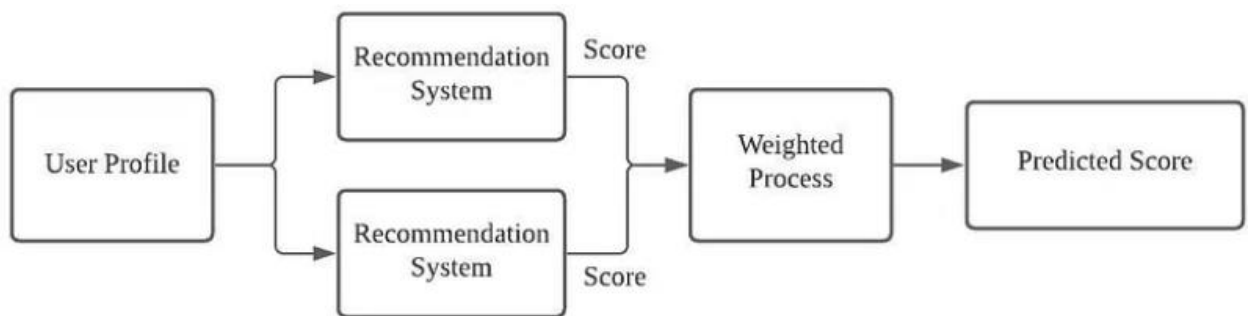


Рис. 1.2 Приклад зваженої системи

2. Перемикання (рис. 1.3). Система перемикається між різними моделями рекомендацій залежно від ситуації. Наприклад, можна визначити критерії вибору моделі на основі профілю користувача чи характеристик елемента, і тоді використовувати ту модель, яка найкраще підходить у даному випадку [26].

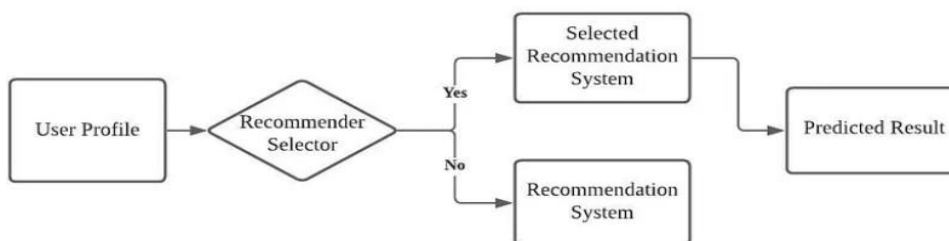


Рис. 1.3 Приклад системи перемикання

3. Змішана (рис.1.4). У цьому випадку система аналізує профіль користувача, генерує кілька варіантів рекомендацій і об'єднує їх у єдиний результат. Таким чином, вона комбінує прогнози різних моделей [27].

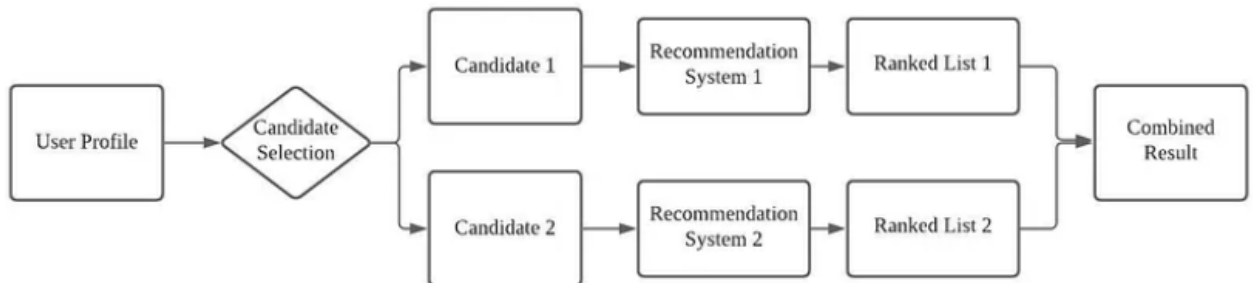


Рис. 1.4 Змішана система

4.Поеднання ознак (рис. 1.5). У такому підході додається додаткова модель, яка працює над удосконаленням характеристик профілю користувача або набору даних. Це допомагає зробити рекомендації точнішими [28].

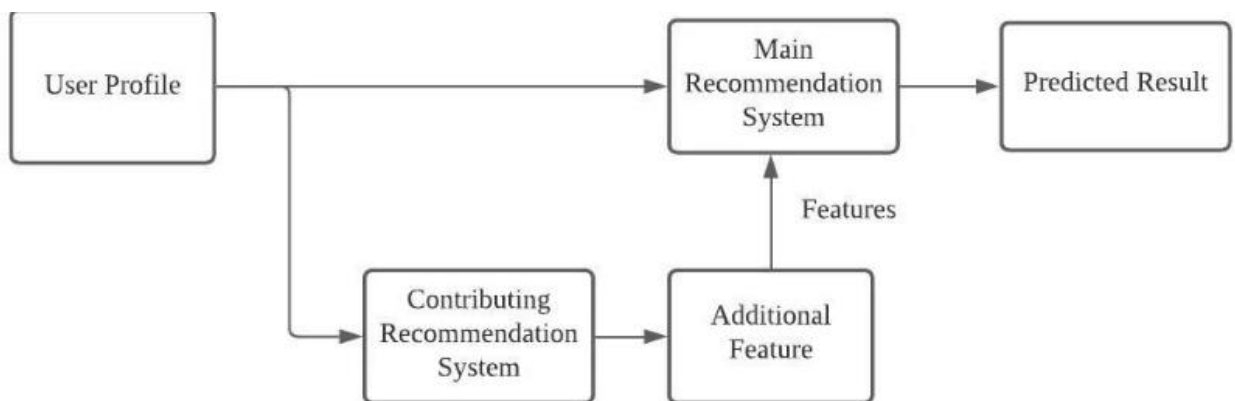


Рис. 1.5 Приклад системи поєднання ознак

5.Розширення функцій. Додаткова модель рекомендацій використовується для створення рейтингу або класифікації профілю користувача чи елемента. Ці результати потім інтегруються в основну систему рекомендацій для формування остаточного прогнозу [29]. Гібридний підхід розширення функцій допомагає підвищити ефективність основної системи, не змінюючи її структуру.

Наприклад, за допомогою правил асоціації можна вдосконалити дані профілю користувача, що покращить результати рекомендацій, зокрема тих, які базуються на аналізі контенту.



Рис. 1.6 Приклад системи розширення функцій

6.Каскад. Каскадний підхід використовує ієрархію моделей: спочатку працює основна система, яка дає попередній результат, а потім вторинна модель уточнює його. Наприклад, вона може вирішити суперечки у рейтингу між кількома елементами [30].

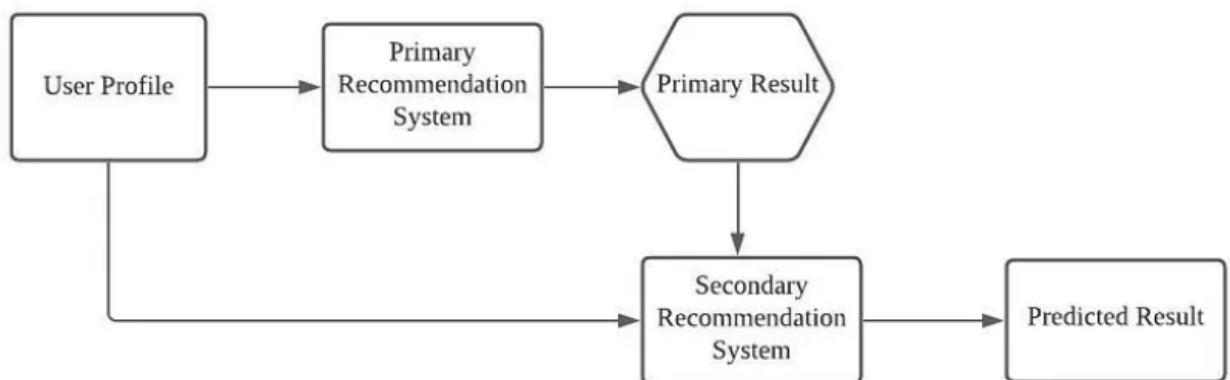


Рис. 1.7 Приклад каскадної системи

Узагальнення видів фільтрації представлено на рисунку 1.8.

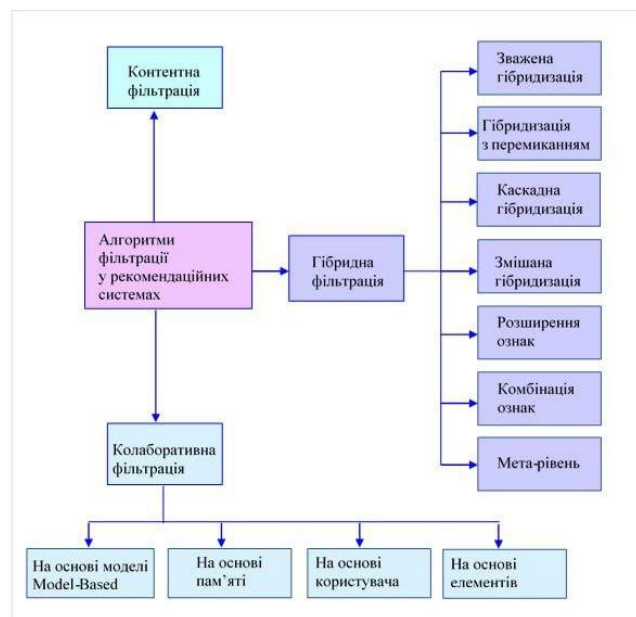


Рис. 1.8 Види алгоритмів фільтрації

Чистка та перетворення даних є критично важливими етапами у створенні рекомендаційної системи. Видалення дублікатів і заповнення пропусків допомагають забезпечити якість даних, що безпосередньо впливає на точність рекомендацій. Нормалізація значень дозволяє привести різноманітні дані до єдиного формату, що спрощує їх подальший аналіз [31].

Правильний розподіл даних на тренувальний, валідаційний та тестовий набори є критично важливим для навчання моделей рекомендацій. Тренувальний набір дозволяє моделі вивчати патерни, валідаційний набір оцінює її ефективність під час навчання, а тестовий набір перевіряє продуктивність на нових даних. Цей підхід забезпечує надійність і точність рекомендацій [32].

Ітеративне вдосконалення є ключовим етапом у процесі розробки моделей рекомендацій. Після початкового навчання моделі важливо аналізувати отримані результати і вносити корективи. Це може включати налаштування параметрів, вибір нових алгоритмів або додавання нових ознак, що дозволяє значно покращити точність і ефективність рекомендацій. Цей процес забезпечує адаптацію моделі до змінюваних умов і потреб користувачів.

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА АЛГОРИТМІВ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ

2.1 Фільтрація на основі вмісту в контексті спортивного приладдя

Фільтрація на основі вмісту є важливою технологією у багатьох сферах і не є винятком для спортивного обладнання. Цей метод дозволяє користувачам отримувати персоналізовані рекомендації або вибирати товари на основі характеристик продукту та уподобань. У сфері спортивного обладнання метод аналізує різні параметри продукції – тип матеріалу, функціональність, ергономіку та інші параметри, які впливають на вибір обладнання.

Аналіз характеристик продукції

Аналіз характеристик продукції є ключовим елементом у розробці ефективних рекомендаційних систем, особливо в контексті спортивного приладдя. Поточний ринок переповнений різноманітними продуктами, які відрізняються за призначенням, матеріалом, брендом, ціною та іншими атрибутами. Ці характеристики, у свою чергу, дозволяють не лише задовольнити потреби користувачів, але й підвищити їх задоволеність та лояльність до бренду. У цьому сенсі аналіз атрибутів відповідних продуктів є актуальним, оскільки дозволяє розробляти індивідуальні рекомендації.

- Тип спорту. Спортивне обладнання може бути розроблене для спеціалізованих видів спорту, включаючи, але не обмежуючись, бігом, футболом, йогою, тенісом тощо. Кожен з цих видів спорту має свої вимоги до обладнання, які, у свою чергу, впливають на типи пропонованих продуктів. Наприклад, у випадку бігу вимоги полягають у використанні легких і добре вентильованих матеріалів, тоді як у випадку футболу акцент робиться більше на захисних та абразивостійких характеристиках.

- Матеріали. Вибір матеріалів є особливо важливим у цьому випадку, оскільки він безпосередньо впливає на якість, довговічність та корисність готового

продукту. Синтетичні матеріали можуть використовуватися для виробництва спортивного одягу, оскільки вони пропонують властивості відведення вологи та дихання, тоді як натуральні матеріали, такі як бавовна, можуть бути комфортними для носіння, але не є ідеальними для активного спорту.

- **Бренд.** Бренд має здатність формувати уподобання споживачів та їхню довіру до продукту. Відомі бренди, такі як Nike, Adidas, Decathlon і Reebok, мають свої характеристики, стиль та цінову політику. Вибір бренду може залежати від асоціацій споживача з якістю, новизною, іміджем та культурними аспектами.

- **Ціна.** Ціновий діапазон продукту також грає важливу роль у виборі. Споживачі зазвичай мають бюджет, в межах якого вони готові здійснити покупку. Висока ціна не завжди є показником якості, тому важливо порівнювати ціни з характеристиками продукції.

- **Розмір та специфікації.** Розмір продукції (наприклад, одягу або взуття) може суттєво впливати на вибір, оскільки комфорт і відповідність розміру є критично важливими для спортивних товарів. Інші специфікації, такі як вага, форма, кольори, типи застібок і технології, також можуть впливати на вибір споживачів.

2.2 Спільна фільтрація для користувачів з однаковими спортивними уподобаннями

Спільна фільтрація (collaborative filtering) є потужним інструментом персоналізації, який допомагає користувачам знаходити товари або послуги, що відповідають їхнім інтересам, на основі вподобань інших людей з подібними смаками. У контексті спортивного приладдя цей метод особливо корисний для рекомендацій спорядження, одягу чи аксесуарів, які вже отримали позитивні відгуки від користувачів з аналогічними спортивними захопленнями. Механізм спільної фільтрації працює на основі аналізу історії покупок або оцінок продуктів різних користувачів, виділяючи групи людей зі схожими вподобаннями. Наприклад, якщо кілька спортсменів, які захоплюються бігом, позитивно оцінили певну модель кросівок, то система рекомендуватиме цей товар іншим бігунам з аналогічними

інтересами. Такий підхід дозволяє не тільки ефективніше задовольняти індивідуальні потреби, але й допомагає відкривати нові спортивні товари, що можуть бути корисними та цікавими для користувачів.

Принципи спільної фільтрації.

1. Збір даних про користувачів: рекомендаційні системи починають з збору інформації про дії користувачів, таких як оцінки, покупки та перегляди. Це допомагає створити профілі, що відображають інтереси кожного користувача [33].
2. Визначення схожості: система визначає користувачів із подібними вподобаннями за допомогою метрик схожості, таких як кореляція Пірсона або косинусна схожість [34]. Це дозволяє ідентифікувати користувачів, чий досвід у спортивному приладді є найбільш релевантним.
3. Генерація рекомендацій: на основі виявленої схожості система рекомендує товари, які сподобались користувачам із аналогічними уподобаннями, але які ще не були переглянуті [35]. Це сприяє відкриттю нових продуктів.
4. Динамічне оновлення: рекомендації постійно оновлюються на основі нових даних про користувачів, що дозволяє системі адаптуватися до змін у вподобаннях.

2.3 Гібридна фільтрація (комбінація підходів)

Гібридна фільтрація поєднує спільну та контентну фільтрації для більш точних рекомендацій. У спортивному приладді це означає підбір товарів на основі характеристик продукції та відгуків користувачів з подібними інтересами [36]. Такий підхід допомагає знайти оптимальне спорядження, враховуючи як персональні потреби, так і досвід інших спортсменів.

Принципи гібридної фільтрації:

1. Поєднання методів: гібридні системи використовують комбінацію спільної фільтрації та фільтрації на основі вмісту. Наприклад, спільна фільтрація може виявити товари, які користувачі з подібними вподобаннями оцінюють високо,

тоді як фільтрація на основі вмісту дозволяє рекомендувати продукти, які відповідають специфічним характеристикам, таким як матеріали, розміри або стиль [37].

2. Зважене об'єднання рекомендацій: гібридні системи можуть використовувати зважене об'єднання, де рекомендації від різних методів комбінуються з урахуванням їхньої точності та релевантності. Це дозволяє створювати більш точні рекомендації, адаптуючи їх під конкретного користувача [38].

3. Контекстуальна інформація: включення контекстуальних факторів, таких як сезонність, місцезнаходження та особисті вподобання, може суттєво підвищити точність рекомендацій. Наприклад, система може рекомендувати зимові спортивні товари користувачам, які перебувають у регіонах з холодним кліматом [39].

4. Динамічне навчання: Гібридні системи можуть навчатися на основі нових даних, що дозволяє їм адаптуватися до змін у поведінці користувачів і нових трендів на ринку. Це важливо для спортивного приладдя, де мода та технології постійно змінюються.

3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СПОРТИВНОГО ПРИБАДДЯ

3.1 Постановка завдання та формулювання вимог

Система рекомендацій спортивного приладдя призначена для полегшення вибору оптимальних товарів на основі індивідуальних потреб користувача. Вона аналізує параметри, такі як вид спорту, фізичні характеристики, бюджет і тренувальні цілі, щоб запропонувати найбільш підходяще обладнання. Метою є створення ефективного інструменту для покращення спортивних досягнень та комфорту під час тренувань.

Постановка завдання

Метою є розробка системи, яка допомагатиме користувачам підбирати оптимальне спортивне приладдя на основі їхніх потреб та індивідуальних характеристик. Система повинна враховувати наступні параметри.

- Вид спорту: система повинна враховувати специфіку різних видів спорту, таких як футбол, біг, теніс або фітнес, для рекомендації відповідного приладдя.
- Фізичні характеристики користувача: параметри, такі як ріст, вага, вік та рівень фізичної підготовки, допомагають адаптувати рекомендації під індивідуальні потреби користувача.
- Цілі тренувань: мета користувача, наприклад, покращення витривалості, нарощування м'язової маси або схуднення, впливає на вибір приладдя.
- Бюджет користувача: система враховує фінансові можливості користувача, пропонуючи приладдя у відповідних цінових категоріях.

Формулювання вимог до системи

Для досягнення цієї мети система повинна відповідати наступним вимогам.

Функціональні вимоги:

- 1) аналіз параметрів користувача.

Одним із основних обов'язків системи є збір і перевірка інформації про користувачів для створення індивідуальних пропозицій. Механізм повинен автоматично збирати дані, що стосуються фізичних атрибутів людини, таких як зріст, маса, інтенсивність тренувань. Крім того, система має враховувати фітнес-цілі користувача: наприклад, зміцнення витривалості, нарощування м'язів або зменшення маси тіла. Він може мати вибір для улюблених брендів, речей, які він купує, які йому подобаються, або типу спортивного спорядження (наприклад, кросівки, велосипеди для тренувань або гіри). Покращена деталізація покращує здатність системи адаптувати пропозиції відповідно до вимог користувача, що підвищує ефективність рекомендацій.

2) формування рекомендацій.

Після збору даних система повинна використовувати алгоритми для формування персоналізованих рекомендацій. На основі введених параметрів користувача, система аналізує доступні варіанти спортивного приладдя та пропонує ті, які найкраще відповідають потребам. Наприклад, якщо користувач шукає кросівки для бігу, система повинна враховувати його стиль бігу (наприклад, біг по асфальту або по пересіченій місцевості), фізичні дані та бюджет. Рекомендації повинні також включати варіанти різних цінових категорій, але всі вони мають відповідати критеріям якості, безпеки та зручності.

3) підтримка зворотного зв'язку.

Система повинна забезпечувати простий і зрозумілий спосіб отримання відгуків від користувачів. Ці огляди допоможуть покращити рекомендації на основі реальних вражень та потреб людей. Наприклад, якщо продукт не відповідає очікуванням, користувач може повідомити про це, і система враховує ці дані під час оновлення алгоритму. Це дозволяє уникнути рекомендації продуктів з негативними рейтингами і замінює їх більш підходящими варіантами (рис.3.1).

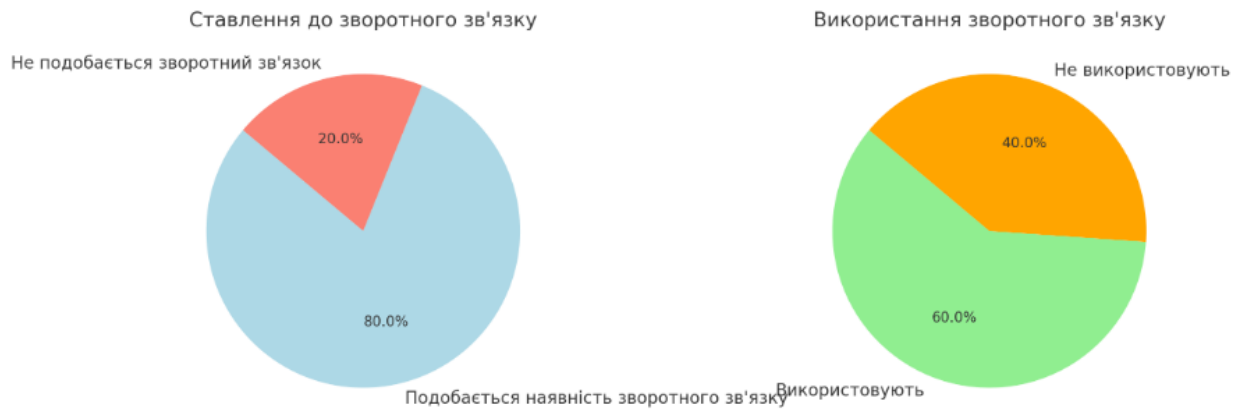


Рис. 3.1 Підтримка зворотного зв'язку

Нефункціональні вимоги:

- 1) швидкість роботи.

Швидкість обробки користувацьких запитів-одна з найважливіших умов комфортної взаємодії з системою (рис.3.2). Рекомендації повинні бути надані негайно, щоб користувач міг без зволікання отримати необхідну інформацію. Це допоможе створити позитивний досвід і довіру до сервісу. Для цього вам необхідно впровадити ефективну систему ке деки, яка використовує сучасні алгоритми пошуку, оптимізує обчислювальний процес, знижує навантаження на сервер і прискорює обробку даних.

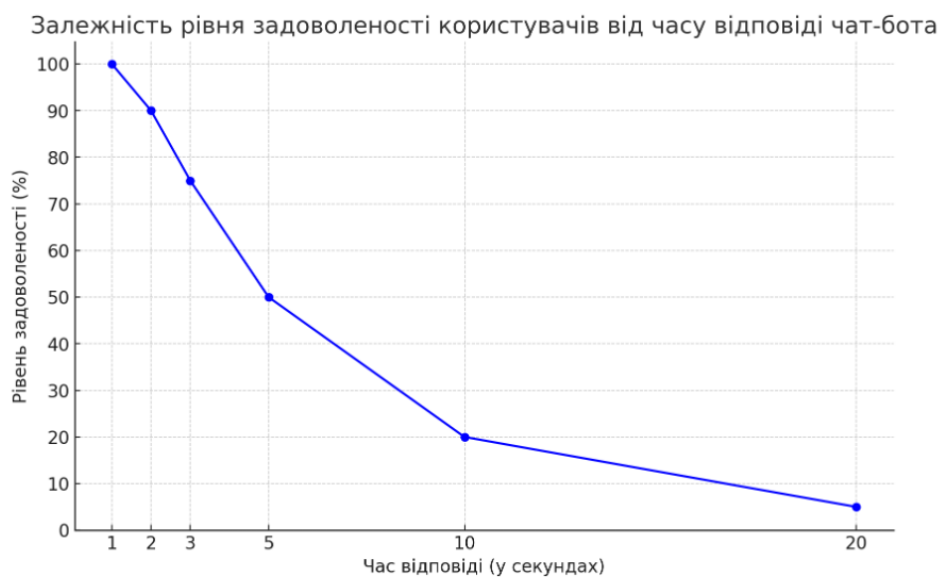


Рис. 3.2 Графік від швидкості роботи чат – бота

2) зручний інтерфейс.

Щодо користування, інтерфейс системи повинен бути інтуїтивно зрозумілим користувачам різним рівнем технічної підготовки (рис.3.3). Тобто простота використання, чітке розміщення елементів управління та доступ до наскрізних функцій системи без зайвих кроків. Крім того, інтерфейс і систему слід здійснити багатоплатформним, на мобільних пристроях та веб-платформах. Тобто доступним як на смартфонах, планшетах, так і на комп'ютерній версії.

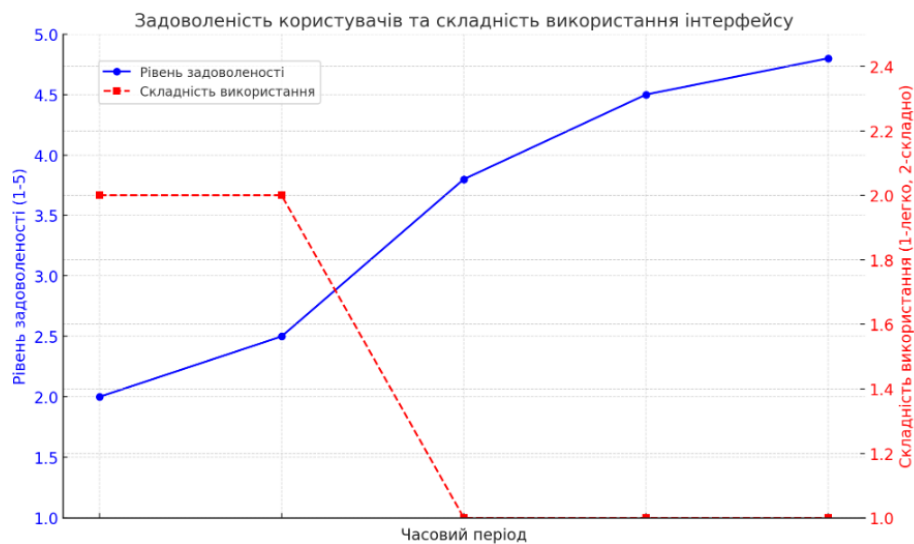


Рис. 3.3 Динаміка задоволеності користувачів та зручності інтерфейсу

3) безпека даних.

Оскільки наша система працює з конфіденційними даними, такими як фізичні характеристики користувача та його тренувальні цілі, хорошою ідеєю було б забезпечити безпеку цих даних. Це означає шифрування даних у процесі передачі та відбереженні, використання сучасних протоколів безпеки, таких як SSL, або HTTPS, та трьохрівневий доступ. Регулярні тести безпеки та аудити теж мають бути використані, аби уникнути можливих витоків даних чи пограбування даних під час експлуатації.

4) масштабованість.

Системі потрібно одночасно керувати численними запитами та користувачами, особливо в періоди підвищеного попиту, наприклад у комерційних акціях або спортивних змаганнях. Масштабованість забезпечує стабільність системи, коли нею користується більше людей. «Це стосується впровадження широко розповсюджених серверних систем, хмарних платформ і переміщення завдань між різними сферами в рамках». Цей метод забезпечить безперебійну роботу, коли ним користується багато людей..

Технічні вимоги.

- Інтеграція з базами даних: система повинна інтегруватися з базами даних спортивного приладдя для отримання інформації про актуальні моделі, їх характеристики та ціни.
- Алгоритми машинного навчання: для покращення рекомендацій пропонується використовувати алгоритми машинного навчання для аналізу попередніх даних про вибір користувачів.
- Модульність: система повинна бути модульною, що дозволить її легко доповнювати новими функціями або змінювати окремі компоненти без значних перебудов.

3.2 Модель користувача та спортивного приладдя

3.2.1 Стадія збору даних користувачів та продуктів

Спортивна індустрія постійно розвивається, відображаючи зміни в суспільстві та інтересах споживачів. Зростаючий інтерес до здорового способу життя, активних фізичних занять і інноваційних технологій спонукає виробників спортивного обладнання до розширення асортименту та вдосконалення продукції. У цьому контексті важливими аспектами є сегментація продукції, яка включає спортивний одяг, взуття, обладнання, аксесуари та фітнес-гаджети, а також аналіз потреб різних груп споживачів.

Завдяки різноманітності сегментів, кожен споживач може знайти те, що відповідає його індивідуальним вимогам та вподобанням. Споживчі тренди, такі як персоналізація, екологічність, інновації та здоров'я, суттєво впливають на формування ринку спортивного обладнання. Важливо дослідити ці тенденції, щоб краще зрозуміти, як вони визначають вибір споживачів, а також конкурентні стратегії основних гравців на ринку, таких як Nike, Adidas та інших. У цьому зв'язку аналіз зосередиться на ключових сегментах продукції, а також на потребах і поведінці споживачів у контексті сучасних ринкових умов.

Розуміння потреб різних груп споживачів є важливим інструментом на ринку спортивного обладнання. Цей підхід дозволяє пристосовувати стратегії маркетингу та продажів до конкретних характеристик кожного сегменту, включаючи спорт, ціновий діапазон і переваги бренду. У цьому дослідженні ми розглянемо, як системи рекомендацій можна пристосувати до індивідуальних потреб користувачів, і зосередимося на сегментах продуктів від таких брендів, як Nike, Adidas, Decathlon і Reebok.

1. Спортивний одяг

- Футболки та топи: включають як короткі, так і довгі рукави, виготовлені з дихаючих матеріалів, що відводять вологу (наприклад, поліестер або нейлон). Спеціальні тканини забезпечують комфорт і підтримку під час тренувань.
- Штани та шорти: спортивні штани можуть бути як облягаючими (тренувальні), так і вільними. Шорти часто використовують для бігу або спортивних ігор. Вони виготовляються з легких, швидко висихаючих матеріалів.
- Термобілизна: це одяг, який підтримує оптимальну температуру тіла, завдяки чому спортсмен може комфортно тренуватися в холодну погоду. Виготовляється з спеціальних терморегулюючих тканин.
- Спортивні костюми: як правило, це комплект з верхньої і нижньої частини, що забезпечує комфорт і мобільність. Може включати куртки, светри, флісові або м'які тканини.

2. Спортивне взуття

- Кросівки: допомагають збільшити терморегуляцію стопи, тому забезпечують вентиляцію, тим самим гарантуючи захист від перегріву. Тому в них зручно завжди, незважаючи на погоду.
- Бутси: основна мета бутс – не дати послизнутися та впасти гравцю. У сучасному спорті бутси використовують у найрізноманітніших видах змагань – футбол, гольф, хокей на траві тощо.
- Бігові черевики: важкі трекінгові черевики — взуття для професійного гірського туризму, що має найбільш жорстку підошву максимальної висоти. Черевики пристосовані до складного рельєфу та розраховані на спортивні переходи тривалістю 6 та більше днів.
- Взуття для тренажерного залу: силові тренування в спортзалі передбачають використання додаткової ваги, тому потрібне спеціальне взуття, яке полегшуватиме навантаження.

3. Спортивне обладнання

- Гантелі та гири: ідеально підходять для більшості базових рухів. З ними ви можете виконувати жим лежачи, жим сидячи, потяг до грудей у нахилі, присідання з підйомом гантелі на плечі.
- Тренажери: є спеціальні тренувальні пристрої, здатні імітувати навантаження і призначені для виконання різних вправ.
- Спортивні велосипеди: Гірський велосипед ідеально підходить для швидких підйомів і спусків на схилах. ВМХ зручний для трюків і стрибків на рампах: він має одну передачу, легку раму, міцні колеса і компактний розмір. Шосейний велосипед створений для високошвидкісної їзди по рівному асфальту.
- Фітнес-обладнання: застосування таких виробів спрямоване безпосередньо на розвиток м'язової маси, зміцнення суглобів та й загалом на поліпшення стану тіла.

4. Спортивні аксесуари

- М'ячі: спортивний снаряд сферичної форми, як правило, що володіє властивостями пружної деформації. В основному використовується в іграх та спортивних іграх.
- Ракетки: тренувальні палиці та лапи ракетки для боксу - підходяще спорядження не тільки для грамотного розбору технічних прийомів, але і розвитку фізичної витривалості
- Палиці для гольфу: для удару з піщаних перешкод слугує ключка Вона має обтяжену підошву та спеціальну форму, щоб не застрягати в піску, а як би проходити через нього – адже м'яч завжди вибивається з піском. Останнім ударом гравець котить м'яч по траві, щоб потрапити до лунки. Для цього служить ключка putter.
- Шоломи та захист: включають шоломи для велоспорту, скейтбордингу, захист для колін, ліктів і зап'ясть для екстремальних видів спорту.

5. Фітнес-гаджети

- Фітнес-трекери: це той самий наручний пристрій, але в нього більш вузькі можливості. Гаджет призначений для того, щоб відстежувати фізичну активність власника та стан його здоров'я. Іноді він оснащується додатковими опціями: GPS-навігацією, отриманням повідомлень про дзвінки та рядом інших корисних функцій.
- Смарт-годинники: відстеження стану здоров'я та фізичної активності (пульс, лічильник кроків та калорій, моніторинг сну та серцевого ритму);
- Пульсометри: спеціальний прилад, призначений визначення частоти серцевих скорочень. Використовується для вибору потрібної інтенсивності фізичних навантажень, і навіть контролю за роботою серця.

Ці сегменти продукції часто переплітаються, і кожен з них може мати вплив на інші в залежності від потреб споживачів і тенденцій на ринку.

Стандарти якості, інновацій та стилю встановлюють такі бренди, як Nike, Adidas, Decathlon і Reebok, які пропонують широкий асортимент продукції. Ці

компанії розробляють адаптивні рішення, що відповідають потребам різних груп споживачів.

1. Великі бренди

Nike

- **Опис:** Nike - американська транснаціональна компанія, що спеціалізується на спортивному одязі та взутті. Штаб-квартира - у місті Бівертон[40].
- **Продукція:** Спортивний одяг, взуття для різних видів спорту, тренажери, аксесуари.

Adidas

- **Опис:** Німецька транснаціональна компанія з виробництва спортивного одягу, взуття та аксесуарів. Це найбільший виробник спортивного одягу в Європі та другий за величиною у світі після Nike. Це холдингова компанія Adidas Group, яка включає Runtastic. «Бренд із трьома смужками» є однією з найбільших спортивних компаній в історії. [41].
- **Продукція:** Спортивний одяг, взуття, тренажери, аксесуари, фітнес-гаджети.

Puma

- **Опис:** Промислова компанія Німеччини, що спеціалізується на випуску спортивного взуття, одягу та інвентарю під торговою маркою Puma.[42].
- **Продукція:** Спортивний одяг, взуття, гольф-обладнання, аксесуари.

Споживачі

Споживачі визначають тенденції та стратегії брендів на ринку спортивного обладнання. Попит на товари, що відповідають різному рівню підготовки, стилю життя та фінансовим можливостям, створюється різноманітністю споживачів.

Експерт

- **Опис:** Спортсмен, який займається спортом на професійному рівні. Їхнє спортивне спорядження часто потребує високої якості та спеціалізованих технологій, щоб допомогти їм досягти максимальних результатів.
- **Потреба:** Високоякісне інноваційне обладнання, яке відповідає професійним спортивним стандартам. Спеціальні види спорту часто потребують персоналізованих продуктів.

Амбітний спортсмен

- Опис: Люди, які активно займаються спортом, але не є професіоналами. Беруть участь у змаганнях та тренуваннях аматорського рівня.

- Потреби: Надійне та функціональне обладнання, що забезпечує комфорт і підтримку під час тренувань. Потрібен продукт із хорошим співвідношенням ціна/якість.

2. Фітнес-ентузіаст

Людина, яка регулярно відвідує спортзал

- Опис: Людина, яка регулярно відвідує тренажерний зал для підтримки фізичної сили та здоров'я.

- Потреби: Обладнання для силових та аеробних тренувань, спортивний одяг та аксесуари для комфорту та ефективності тренувань.

Домашній користувач

- Опис: Люди, які вважають за краще займатися вдома. Шукає обладнання для використання вдома, наприклад, килимки для фітнесу, гантелі та тренажери.

- Потреба: Компактний і функціональний тренажер, фітнес-пристрій для моніторингу активності та мотиваційної підтримки.

3. Для початківців

Новачки в спорті

- Опис: Люди, які тільки починають займатися спортом і фітнесом. Вони можуть бути мотивовані бажанням покращити свою фізичну форму або досягти певної мети.

- Потреби: Базовий спортивний інвентар, проста та зрозуміла інструкція, доступна ціна. Вони шукають продукцію, яка не складна у використанні і не вимагає великих фінансових вкладень.

Зміна способу життя

- Опис: Люди, які вирішили змінити свій спосіб життя, щоб стати більш активними, можливо, як частину загальної зміни звичок здоров'я.

- Потреби: Набори для початку тренувань, мотиваційна підтримка фітнес-додатками та новий спортивний одяг.

4. Споживачі з особливими потребами

Люди з фізичними обмеженнями

- **Опис:** Споживачі, яким потрібне спеціальне обладнання для фізичних вправ або спорту через фізичні обмеження.
- **Потреби:** Включає обладнання, придатне для використання людьми з особливими потребами. Це можуть бути тренажери, спеціальне обладнання для реабілітації, спортивний одяг тощо.

Пенсіонер

- **Опис:** Люди похилого віку займаються фізичною активністю, щоб зберегти здоров'я та покращити якість життя.
- **Потреба:** Простий у використанні пристрій, який не створює непотрібного навантаження на суглоби. Тренажери для контролю за станом здоров'я та прості тренажери для підтримки фізичної активності.

5. Сім'я і діти

Батьки займаються спортом зі своїми дітьми

- **Опис:** Батьки, які бажають залучити дітей до занять спортом або шукають обладнання для активних сімейних ігор.
- **Потреби:** Спортивний інвентар та одяг для дітей, тренажери для сімейного використання, рухливі ігри.

Діти та молодь

- **Опис:** молоді споживачі, які займаються спортом для вдосконалення фізичних навичок, фізичних вправ або просто для розваги.
- **Потреби:** спортивний одяг та взуття відповідно до віку, інвентар для різних видів спорту, захист та безпека під час активних змагань.

6. Професійні тренери і клуби

Тренери і фітнес-інструктори

- **Опис:** Професіонали, які використовують спортивне обладнання для проведення тренувань та надання рекомендацій своїм клієнтам.

- Потреби: Надійне і якісне обладнання, яке можна використовувати в тренажерних залах або під час персональних тренувань, а також продукти для моніторингу прогресу клієнтів.

Спортивні клуби та організації

- Опис: Клуби, які забезпечують своїх членів обладнанням для тренувань, змагань і організації спортивних подій.
- Потреби: Великий обсяг обладнання, яке відповідає стандартам спортивних заходів, спеціалізоване спортивне приладдя для тренувань і змагань.

Фізична активність і здоров'я

Фізична активність — це будь-який рух, як-от прогулянка, їзда на велосипеді, спорт чи активні ігри. Її можуть виконувати всі, незалежно від рівня навичок, для задоволення та покращення здоров'я.

Спортивні досягнення

Спортивні досягнення зазвичай вимірюються результатами: перемога над суперником, час, дистанція, точність або якість виконання рухів, які оцінюють судді.

Визначення основних критеріїв вибору товарів.

1. Якість та ефективність.

- Матеріали: високоякісні матеріали забезпечують довговічність і функціональність. Особливо, коли мова йде про одяг і взуття, споживачі звертають увагу на матеріали спортивного інвентарю.
- Технологія: інноваційні технології (такі як амортизація, відведення вологи та антимікробні властивості) можуть бути важливими факторами ефективності продукту.

2. Ціна.

Бюджет: ціна продукту є важливим фактором для багатьох споживачів. Вони шукають продукцію за співвідношенням ціни та якості, яка відповідає їх бюджету.

- Акції та знижки: наявність акцій, знижок і спеціальних пропозицій може вплинути на ваші рішення про покупку.

3. Комфорт і зручність.

- Підгонка: споживачі шукають продукти, які добре підходять за розміром і формою. Наприклад, спортивний одяг і взуття повинні бути зручними і не приносити дискомфорту.
- Функціональність: коли йдеться про тренажери та спортивне обладнання, важливі простота використання, простота налаштування та ефективність тренувань.

4. Бренд і репутація.

- Довіра до бренду: відомі бренди з гарною репутацією, як правило, користуються довірою споживачів. Брендіві товари часто асоціюються з високою якістю та надійністю.
- Відгуки та оцінки: споживачі часто перевіряють відгуки та оцінки продуктів від інших користувачів, щоб дізнатися про досвід інших людей щодо продукту.

5. Дизайн і стиль

- Естетика: дизайн і стиль продукту важливі, особливо в спортивному одязі та аксесуарах. Споживачі часто вибирають товари, які відповідають їх особистому стилю.
- Функціональність дизайну: дизайн також повинен враховувати такі функціональні аспекти, як повітропроникність, опора та мобільність.

6. Спеціалізовані особливості

- Налаштування: для спортивного обладнання та тренажерів важливі такі функції, як підключення до програм, моніторинг серцевого ритму та відстеження прогресу.
- Універсальність: продукти, які можна використовувати для кількох видів спорту чи діяльності, можуть бути більш привабливими для споживачів.

7. Гарантія та сервісне обслуговування

- Гарантії. Гарантії на продукти надають споживачам додатковий рівень захисту і, отже, можуть впливати на їхні рішення про покупку.

- Післяпродажне обслуговування: хороше обслуговування клієнтів і можливість повернути або обміняти продукти є важливими факторами для багатьох споживачів.

8. Доступність

- Доставка. Швидкість і вартість доставки можуть вплинути на ваше рішення про покупку, особливо під час покупок онлайн.
- Наявність у магазинах: наявність товару в найближчих магазинах і міні-маркетах також є важливим фактором для покупців.

3.2.2 Модель користувача

Вирішальним компонентом систем рекомендацій для спортивного обладнання є модель користувача. Ця модель охоплює індивідуальні риси, поведінку та соціальні впливи, що дозволяє краще зрозуміти потреби та вподобання користувачів. Завдяки розумінням, отриманим за допомогою цієї моделі, системи можуть генерувати індивідуальні рекомендації, які підвищують задоволеність користувачів і підвищують лояльність до бренду.

1. Індивідуальні риси:

Ця інформація включає вік, стать, рівень фізичної підготовки та спосіб життя користувача. Ці дані допомагають визначити, які види спортивного обладнання можуть бути найбільш придатними.

2. Поведінка користувачів:

Вивчення історію даних про покупки, перегляди та взаємодію з продуктами дозволяє визначити інтереси та вподобання користувачів.

3. Фактори, пов'язані з суспільством:

Аналізує, як друзі, родина та спортивні організації впливають на вибір користувачів. Соціальні мережі дозволяють людям розповідати іншим про те, що їм подобається, що допомагає їм вибирати продукти.

3.2.3 Модель спортивного спорядження

Важливим елементом рекомендаційних систем є модель спортивного спорядження, яка вивчає властивості та характеристики різних продуктів. Ця модель враховує продукти, технічні деталі, ціни та те, наскільки вони подобаються клієнтам. Система може чудово визначити, що подобається людям, і поєднати це з потрібним продуктом. Таким чином, це підвищує ймовірність покупки речей і робить клієнтів щасливими.

1. Особливості продукту:

Оцінка категорії, технічних якостей, цінового діапазону та інформації про бренд. Тобто це дозволяє системі сортувати продукти відповідно до потреб клієнтів.

2. Тенденції та популярність:

Оцінка включає рейтинги, відгуки та дані про продажі. Ця інформація є ключовою для визначення того, наскільки людям подобаються різні речі

3. Призначення продукції:

Відмінні продукти як для професійного, так і для аматорського застосування, а також їх технічні характеристики для різних видів спорту (біг, футбол, йога).

3.2.4 Інтеграція моделей

Інтеграція обох моделей дозволяє створювати персоналізовані рекомендації, використовуючи:

- **Фільтрацію на основі контенту:** Рекомендації засновані на подібності між характеристиками користувача та продуктами.
- **Колаборативну фільтрацію:** Використання даних від інших користувачів для формування рекомендацій на основі схожості вподобань.
- **Гібридні системи:** Поєднання обох підходів для підвищення точності рекомендацій.

3.3 Вибір метода фільтрації

Контентна фільтрація була обрана для створення ефективної системи рекомендацій щодо спортивного обладнання. Основними причинами вибору цього підходу є його здатність забезпечити персоналізовані рекомендації, орієнтуючись на конкретні характеристики користувача.[43] Методи контентної фільтрації аналізують властивості обраного обладнання та зіставляють їх із потребами користувача, на основі таких параметрів, як рівень навичок, вид спорту та вподобання (наприклад, марка та тип обладнання). Оскільки користувачі мають різні рівні підготовки та потреби, цей метод дозволяє створити індивідуальні рекомендації, що відповідають їхнім вимогам. Однак важливо зазначити, що цей підхід може не враховувати всі потенційні переваги кожного користувача, але він значно покращує загальний досвід. Через динамічну природу спортивного обладнання та різні потреби користувачів фільтрація на основі вмісту залишається актуальним методом у системах рекомендацій.

Переваги методу фільтрації на основі правил:

1. **Простота та зрозумілість:** рекомендації легко зрозумілі, оскільки вони використовують властиві властивості обладнання та конкретні параметри користувача. Це робить систему інтуїтивно зрозумілою навіть для тих, хто не має глибоких технічних знань. Проте деяким спочатку це може здатися складним. Незважаючи на те, що дизайн зручний для користувача, він все одно вимагає базового розуміння основних концепцій.
2. **Контрольованість:** Розробники можуть налаштовувати важливість різних параметрів, таких як рівень навичок або тип навчання, щоб зробити рекомендації більш точними та відповідними потребам користувачів. Це спрощує контроль результатів і дозволяє точніше передбачати, що саме отримає користувач.
3. **Відсутність необхідності у великих обсягах даних:** Контентно-орієнтована фільтрація ефективно працює навіть за умови відсутності великої кількості

даних про користувача, оскільки вона базується на характеристиках самого обладнання.

4. **Гнучкість налаштувань:** Критерії фільтрації можна швидко оновлювати, адаптуючи систему до значних змін у типах обладнання або вподобаннях користувачів.
5. **Адаптивність:** Легко оновлювати та змінювати властивості контенту, наприклад, асортимент, щоб покращити рекомендації та налаштувати критерії під нові основні об'єкти та параметри користувачів.

Завдяки вищезазначеним перевагам, метод фільтрації на основі правил є оптимальним вибором для першого етапу реалізації системи рекомендацій спортивного обладнання.

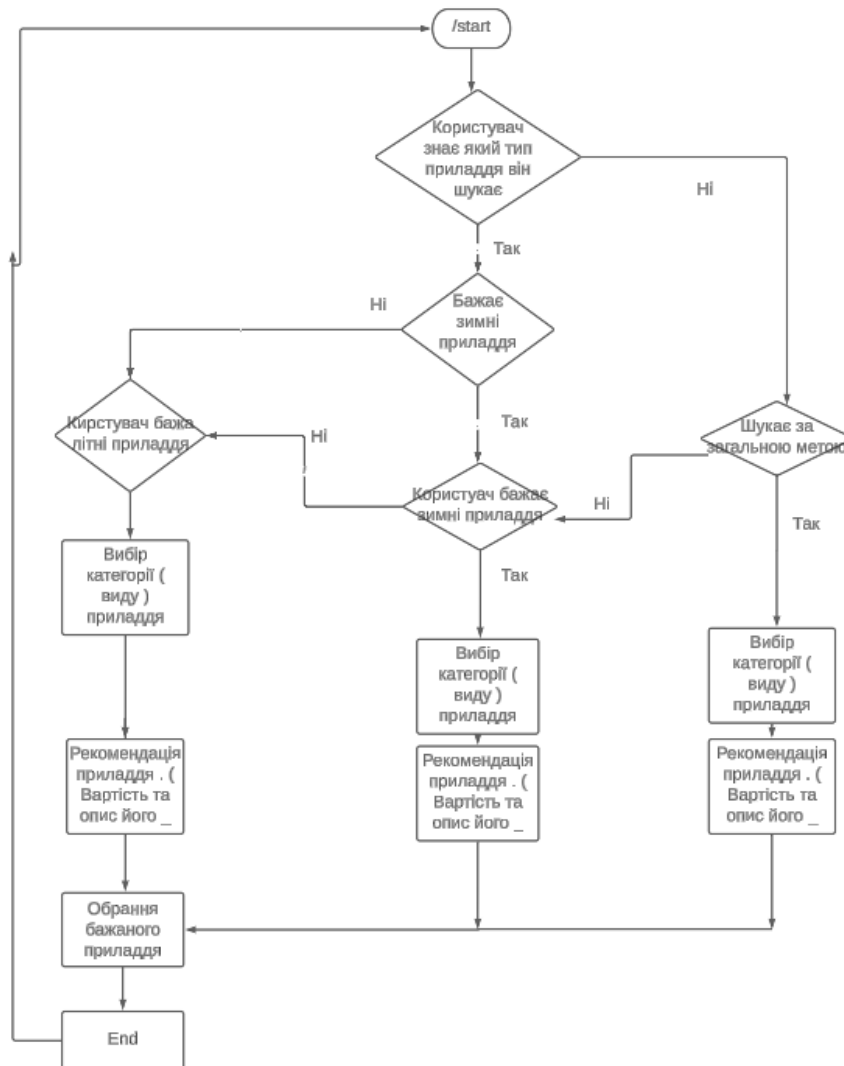


Рис. 3.4 алгоритм підбору рекомендацій методом фільтрації на основі

4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Засоби розробки (програмні інструменти та платформи)

У сучасному світі тренажери стають все дешевшими і дешевшими, але вибір правильного обладнання все ще залишається складним завданням для багатьох користувачів. У цьому відношенні системи рекомендацій відіграють важливу роль, допомагаючи споживачам вибрати найкращий пристрій відповідно до їхніх потреб і вимог. Ця стаття стосується створення системи рекомендацій спортивного обладнання для чат-бота Telegram із використанням фільтрації на основі правил. Для реалізації системи було обрано ряд програмних засобів і платформ, що забезпечують її ефективність і зручність використання.

Python - одна з найпопулярніших мов програмування у світі (рис.4.1) через свою легкість використання та зрозумілість і широкий спектр застосувань Python має потужний екосистема бібліотек і фреймворків, який робить його ідеальним для розробки як простих, так і складних програмних продуктів.[44] Рекомендаційна система для спортивного обладнання, створена у рамках цього дипломного проекту, Python мають для користувачів кілька переваг.

Python пропонує такі переваги:

- **Легка інтеграція з іншими системами:** Python може легко інтегруватися з іншими системами через розширену підтримку API, яка дозволяють сполучатися з різними сервісами такими як Telegram.
- **Багатофункціональні бібліотеки:** Велика кількість доступних бібліотек для машинного навчання, обробки даних та створення рекомендаційних систем робить Python ідеальним варіантом для реалізації інтелектуальних функцій.
- **Гнучкість і масштабованість:** Python дає можливість легко оновлювати систему та додавати нові функціональні можливості без впливу на щоденну продуктивність.

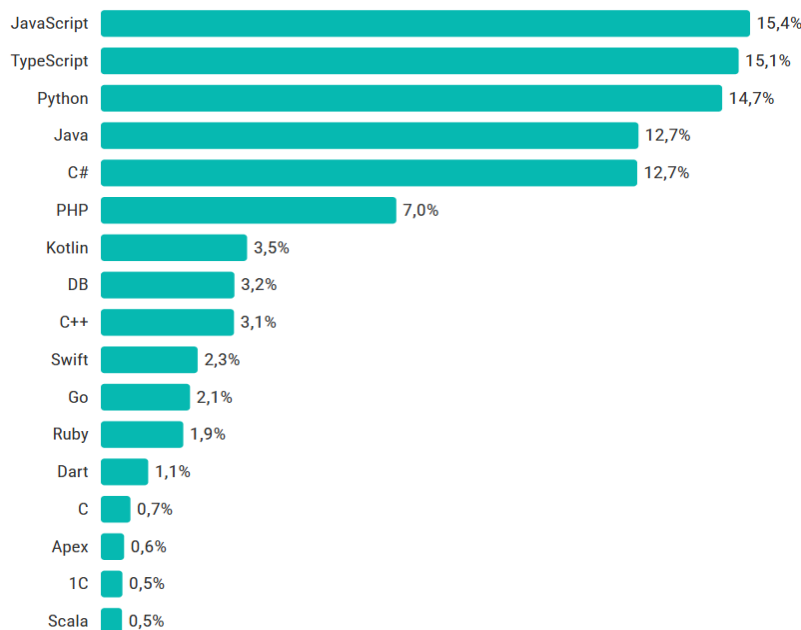


Рис. 4.1 Графік рейтинг мов програмування

Telegram є одним із найбільш популярних способів спілкування у світі, що робить його гарною платформою для вставки чат-ботів. Telegram API дає розробникам сильні інструменти для створення ботів для автоматизації різних процесів і взаємодії з користувачами [45]. У цьому проекті для зв'язку між чат-ботом та сервером використовується Telegram API, а бібліотека pyTelegramBotAPI полегшує виконання наступних функцій:

Обробка повідомлень користувачів: Бібліотека дає змогу швидко брати та обробляти повідомлення від юзерів, зокрема команди текстові послання та кнопки.

- Надсилення відповідей: За допомогою pyTelegramBotAPI робиться відправка людям текстових відповідей і порад, а також медійного контенту, наприклад, картинок з обладнання чи відео з інструкціями.
- Взаємодія з іншими API: Telegram API також дозволяє інтегрувати сторонні API для покращення функціональності бота, такі як сервіси з додатковою інформацією про спортивне обладнання.

PostgreSQL-це потужна система управління реляційними базами даних (рис. 4.2) з відкритим кодом, що забезпечує високу продуктивність, надійність та масштабованість. PostgreSQL був обраний для зберігання даних про користувачів та спортивні товари в цій системі. Вона має такі ключові переваги:[46]

- Підтримка складних запитів: PostgreSQL надає можливість виконувати складні SQL-запити для аналізу даних, що важливо для отримання точних і швидких рекомендацій.
- Надійність: PostgreSQL відрізняється стабільністю і високою продуктивністю, що робить його ідеальним для систем з великими обсягами запитів і даних.
- Масштабованість: База даних може легко адаптуватися до змін кількості користувачів і обсягу даних, а система може бути розроблена спільно з спільнотою користувачів.

Jan 2024	Dec 2023	Jan 2023	DBMS	Jan 2024	Dec 2023	Jan 2023
1.	1.	1.	Oracle +	1247.49	-9.92	+2.33
2.	2.	2.	MySQL +	1123.46	-3.18	-88.50
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server +	876.60	-27.23	-42.79
4.	4.	4.	PostgreSQL +	648.96	-1.94	+34.11
5.	5.	5.	MongoDB +	417.48	-1.67	-37.70
6.	6.	6.	Redis +	159.38	+1.03	-18.17
7.	7.	↑ 8.	Elasticsearch	136.07	-1.68	-5.09
8.	8.	↓ 7.	IBM Db2	132.41	-2.19	-11.16
9.	↑ 10.	↑ 11.	Snowflake +	125.92	+6.04	+8.66
10.	↓ 9.	↓ 9.	Microsoft Access	117.67	-4.08	-15.69

Рис. 4.2 Графік рейтинг баз даних

Python бібліотеки для роботи з правилами (pyknow) було обрано підхід, заснований на фільтрації за правилами, для реалізації базової логіки системи. Використовуючи бібліотеки, такі як Pyknow, ми можемо створювати та застосовувати правила для аналізу параметрів користувача, таких як вік, вага, зріст та рівень кваліфікації, а також характеристики спортивного спорядження.

- Створення рекомендаційних систем: Створення рекомендаційна системи: pyknow створює систему правил, яка працює подібно до експертної системи, надаючи інструменти для обробки кожного правила на основі введених даних.

- **Гнучкість:** Правила налаштовуються та оновлюються, що дозволяє легко адаптувати систему до нових вимог та змін у спортивній індустрії.
- **Масштабованість:** Дозволяє масштабувати систему без серйозних змін архітектури та забезпечує швидке виконання правил навіть для великої кількості користувачів.

Для ефективної розробки, тестування та налагодження системи було обрано середовище розробки PyCharm, яке є одним з найбільш популярних інтегрованих середовищ розробки (IDE) для Python [47.]PyCharm пропонує безліч функцій, що роблять процес розробки зручним та продуктивним:

- **Автоматичне завершення коду:** PyCharm надає інтелектуальну систему автозавершення коду, що значно прискорює процес написання програм.
- **Підтримка контролю версій:** Вбудована підтримка систем контролю версій (наприклад, Git) дозволяє відслідковувати зміни у проекті та працювати у команді.
- **Інтеграція з базами даних:** PyCharm забезпечує легкий доступ до баз даних, таких як PostgreSQL, що дозволяє розробникам швидко виконувати запити та аналізувати дані безпосередньо у середовищі розробки.

Використання цих програмних засобів забезпечує стабільну та ефективну роботу рекомендаційної системи та дозволяє створювати зручний і функціональний Telegram чат-бот для користувачів.

4.2 Архітектура системи

Архітектура системи рекомендацій щодо спортивних товарів, реалізованої в чат-боті Telegram, заснована на моделі клієнт-сервер. Таким чином, система дозволяє ефективно налагодити обмін інформацією між Користувачем і сервером. Основними елементами цієї архітектури є клієнт, сервер та база даних.

1. Клієнт

Клієнтська частина відображається у вигляді бота Telegram, який взаємодіє з користувачем через зручний інтерфейс месенджера. Користувач просто вводить

команду боту або запитує і, бот відповідно, дає рекомендації щодо вибору спортивного спорядження. Інтерфейс спеціально розроблений, щоб бути максимально зрозумілим і простим у використанні, щоб зробити процес діалогу зручним і простим

2. Сервер

Серверна частина реалізує бізнес-логіку системи. Основні функції сервера включають:

- **Обробка запитів:** Сервер приймає команди та запити від користувачів через Telegram API, обробляє їх і формує відповідь.
- **Генерація рекомендацій:** На основі отриманих параметрів користувачів (мета вибору спортивного приладдя) сервер виконує правила, визначені в системі, для формування рекомендацій щодо спортивного обладнання.
- **Взаємодія з базою даних:** Сервер взаємодіє з базою даних для зберігання, оновлення та отримання інформації про користувачів та спортивне обладнання.

3. База даних

База даних (PostgreSQL) зберігає всю інформацію, необхідну для роботи системи.

Основні таблиці включають:

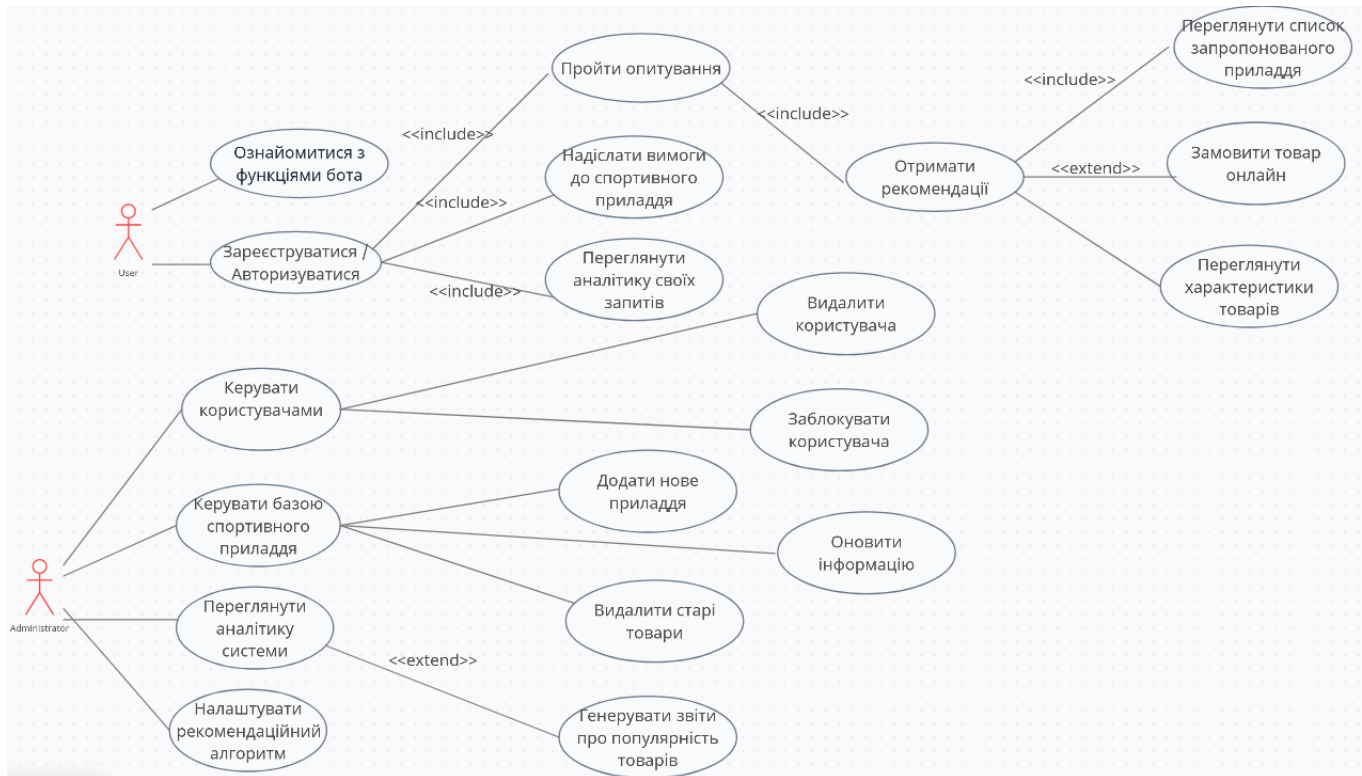
- **Таблиця користувачів:** Зберігає дані про користувачів, такі як вік, вага, зріст, рівень майстерності та історія взаємодій з ботом.
- **Таблиця спортивного обладнання:** Зберігає характеристики та параметри різного спортивного приладдя (бренди, типи обладнання, специфікації тощо).
- **Таблиця правил:** Зберігає правила фільтрації, що визначають, які рекомендації надавати на основі параметрів користувача.

4. API

Взаємодія між клієнтом та сервером відбувається через Telegram API, що забезпечує обмін повідомленнями між ботом і користувачем. Сервер може також задіяти REST API для доступу до даних з бази, якщо передбачається інтеграція з

іншими сервісами чи системами в майбутньому. Таким чином, архітектура системи підтримує ефективну обробку запитів, генерування рекомендацій і зберігання інформації, роблячи систему адаптивною та зручною для користувачів.

На рис. 4.3 представлена діаграма варіантів використання даного застосунку



4.3 Рисунок - Діаграма варіантів використання

4.3 Опис інтерфейсу користувача для генерації рекомендацій

Інтерфейс користувача, зображений на знімку екрана (4.3), демонструє взаємодію в мобільному додатку месенджера Telegram з ботом, який спеціалізується на наданні рекомендацій щодо спортивного приладдя. Цей інтерфейс реалізує концепцію діалогової системи, використовуючи кнопковий набір для зручної навігації та взаємодії.

Основні компоненти інтерфейсу:

Шапка інтерфейсу:

- На головному екрані бота знаходиться інформаційний блок під назвою "recommendations_bot", в якому чітко відображаються рекомендації, які є основною метою системи. Такий підхід допомагає користувачам швидко зрозуміти, для чого призначений бот, і полегшує ініціювання належної взаємодії з ботом.

Зона повідомлень:

- Відображення текстових повідомлень: Бот послідовно виводить інформацію для користувача у вигляді текстових повідомлень, які містять інструкції або запитують вибір певних параметрів.
- Важливою характеристикою є чіткий, зрозумілий текст, що сприяє легкій навігації користувача. Наприклад, повідомлення «Оберіть приладдя для активних занять літніми видами спорту» інформує користувача про подальший вибір категорій спорядження.

Кнопковий інтерфейс для вибору:

- Основним інтерактивним елементом є набір кнопок, які дозволяють користувачам швидко обрати потрібну категорію або тип спортивного спорядження. Кнопки мають чіткі, контрастні кольори, що робить їх легкими для сприйняття і натискання.
- Кожна кнопка містить лаконічний і зрозумілий текст, який позначає певну категорію, наприклад, «Пляжні види спорту», «Водні види спорту», «Повернення до попереднього блоку». Така організація сприяє зручності та швидкості вибору потрібного варіанту користувачем. Кнопки згруповані за функціональними блоками, що полегшує розуміння того, на якому етапі вибору знаходиться користувач.

Навігація та структура:

- Інтерфейс має чітку структуру з елементами зворотного зв'язку. Після кожного вибору користувач може повернутися до попереднього етапу,

натиснувши на кнопку «Повернутися до попереднього блоку». Це забезпечує гнучкість у взаємодії і дає змогу змінити вибір на будь-якому етапі.

- Важливим аспектом є покрокова логіка: користувач послідовно переходить від одного етапу вибору до іншого, де кожен крок визначає параметри майбутньої рекомендації спортивного приладдя. Це підтримує когнітивний процес вибору, зменшуючи ймовірність помилок.

Інтерфейс:

Система використовує простий і зрозумілий інтерфейс, створений так, щоб бути зручним і приємним для кожного. У нижній частині екрана знаходиться текстова панель, де ви можете легко вводити свої повідомлення, команди або запити. Тут також є кнопка, яка відкриває доступ до налаштувань і додаткових можливостей, наприклад, надсилання файлів чи зображень. Інтерфейс створено, щоб взаємодія з ботом була максимально легкою і приємною.



Рис. 4.4 Інтерфейс користувача Telegram-бота для вибору спортивного приладдя.

Інтерфейс бота в Telegram для вибору спортивного приладдя є простим і зручним для користувача. Завдяки інтерактивним кнопкам, користувач швидко та легко знаходить потрібне спорядження. Покрокова навігація і можливість повернутися до попередніх етапів роблять взаємодію гнучкою та комфортною. Такий інтерфейс забезпечує швидкий і ефективний вибір, відповідаючи на індивідуальні потреби користувача.

4.4 Тестування та впровадження системи

Тестування рекомендаційної системи для спортивного приладдя, заснованої на фільтрації за правилами, є важливим кроком у визначенні її ефективності та точності. Цей метод використовує заздалегідь визначені критерії та логічні умови для створення рекомендацій, враховуючи такі фактори, як вид спорту, рівень досвіду користувача, сезонність або особливі вимоги до спортивного обладнання. Основна мета тестування полягає в оцінці здатності системи надавати товари, що відповідають потребам користувачів, а також у перевірці її адаптивності до змін умов і фільтрів. Результати допоможуть виявити можливі недоліки та вдосконалити систему для покращення взаємодії з користувачами

Тестування

1. Скріншот рекомендаційної системи спортивного обладнання (Рис. 4.5) показує інтерфейс чат-бота, створеного на платформі Telegram. Цей бот реалізує рекомендаційну систему, що допомагає користувачам обирати оптимальне спортивне спорядження відповідно до їхніх побажань. На скріншоті зображено привітальне повідомлення, яке автоматично з'являється після активації системи за командою /start. У текстовому повідомленні зазначено, що бот допомагає підбирати спортивне обладнання з урахуванням індивідуальних параметрів користувача, таких як вид спорту, мета використання та інші аспекти. Також вказано, що система рекомендує товари відомих спортивних брендів, такими як Nike, Adidas, Decathlon та Reebok, що підвищує її надійність і актуальність.

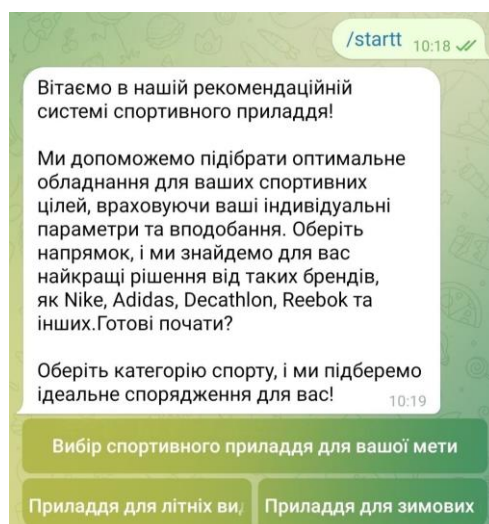


Рис. 4.5 Інтерфейс чат-бота рекомендаційної системи спортивного приладдя в месенджері Telegram

2. На зображенні(4.6) показано, як користувач взаємодіє з рекомендаційною системою для спортивного приладдя, реалізованою через чат-бот у Telegram. Ця система надає користувачам персоналізовані поради щодо вибору спортивного обладнання відповідно до їхніх цілей та вподобань.

1. Основне повідомлення:

Система пропонує користувачу вибрати спортивне приладдя, яке найкраще відповідає його цілям і потребам. Це повідомлення є першим кроком у процесі підбору відповідного обладнання.(для прикладу №1 було обрано кнопку «Вибір спортивного приладдя для вашої мети»)

2. Інтерактивні кнопки вибору мети:

Під основним текстом знаходяться кілька інтерактивних кнопок, що представляють різні цілі тренувань:

- Розвиток сили
- Покращення витривалості
- Поліпшення координації
- Загальне зміцнення (фіт)

Ці параметри дозволяють системі звужити вибір спортивного приладдя відповідно до конкретних тренувальних цілей користувача.

3. Тип тренування:

Далі користувачеві пропонується вибрати тип тренування, для якого необхідне спорядження. Представлено два варіанти:

- Кардіо-тренування (бігова доріжка)
- Інтервальні тренування

4. Фінансові параметри:

Після вибору типу тренування система запитує користувача вказати бажаний ціновий діапазон для товару. Доступні такі варіанти:

- Дорого вартісний варіант
- Середньо вартісний варіант
- Бюджетний варіант

5. Згідно з обраними параметрами, такими як тип тренування і ціновий діапазон, система пропонує конкретну рекомендацію. На цьому етапі це скалка, яка супроводжується кнопкою для повернення до попереднього етапу. Така структура взаємодії дозволяє користувачу поступово отримувати рекомендації, що підходять його особистим спортивним потребам, тренувальним цілям і фінансовим можливостям.

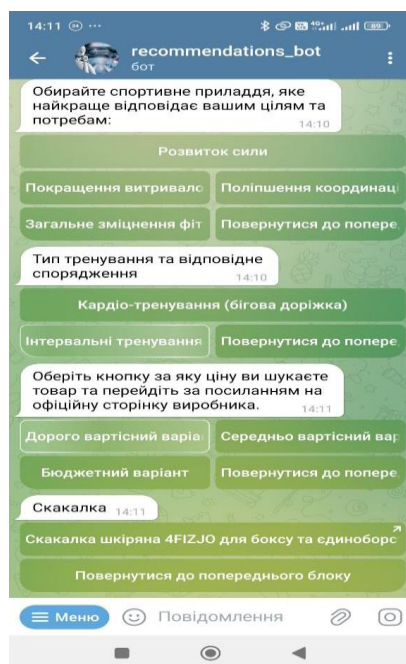


Рис. 4.6 Інтерфейс рекомендаційної системи для підбору спортивного приладдя на основі цілей користувача в Telegram

3. На цьому знімку екрана (4.7) показано діалог між користувачем і ботом у месенджері Telegram, що стосується вибору приладдя для літніх спортивних занять. Бот надає користувачу різні варіанти спорядження, враховуючи вибраний вид активності та цілі тренувань. (для прикладу №2 було обрано категорію «тренування на відкритому повітрі»)



Рис. 4.7 Інтерфейс бота для вибору приладдя для літніх видів спорту

Основні етапи взаємодії:

1. Бот пропонує користувачу обрати спортивний інвентар для літніх активностей, серед яких є такі варіанти:

- Пл'ажні види спорту
- Водні види спорту
- Тренування на відкритому повітрі
- Індивідуальні види спорту

Цей етап дозволяє користувачу звужити категорію спортивного приладдя відповідно до конкретного виду літнього спорту.

2. Тип тренування і спорядження:

Після обрання категорії, такої як біг або велоспорт, бот пропонує рекомендації щодо обладнання, яке буде корисним для цього виду тренувань.

Наприклад, для бігу це може бути спеціальний одяг, що підвищує кардіовитривалість, а для велоспорту — велосипеди або велотренажери, які підвищують ефективність тренувань.

3. Повторний вибір спорту:

Користувач може повернутися до попереднього блоку, щоб вибрати інший літній вид спорту. Цей крок забезпечує гнучкість у виборі й дозволяє змінити критерії пошуку спорядження.

4. Конкретні рекомендації:

Наприкінці кожного етапу бот надає конкретні рекомендації, враховуючи вибраний вид спорту та тип тренування. Наприклад, це може стосуватися підбору спорядження для плавання, каякінгу, бігу чи іншої активності на свіжому повітрі, що сприяє досягненню запланованих тренувальних цілей.

Отже розроблений бот забезпечує безперервний і зручний процес вибору спортивного приладдя для літніх видів спорту, допомагаючи користувачу отримати рекомендовану продукцію з урахуванням виду діяльності та особистих уподобань.

4. На представленому скріншоті (4.8) зображений інтерфейс чат-бота в мобільному додатку Telegram, який допомагає користувачам вибрати спорядження для занять зимніми видами спорту. Система діалогу бота передбачає поетапний вибір спортивних категорій і спорядження, яке можна використовувати для певних видів активності.



Рис. 4.8 Інтерфейс бота для вибору приладдя для зимніх видів спорту

Основний текст містить запит: "Обирайте приладдя для активних занять зимовими видами спорту". Далі користувачу пропонуються кілька варіантів категорій зимових видів спорту у вигляді інтерактивних кнопок:

- Ковзани та хокей
- Гірськолижний спорт
- Алпінізм
- Сноутюбінг

Кожна спортивна категорія відображається як інтерактивна кнопка. Це полегшує користувачу навігацію по інтерфейсу, дозволяючи швидко обрати бажану категорію. Кнопка "Повернутися до попереднього блоку" дає можливість повернутись на попередній етап вибору.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи було проведено аналіз існуючих рекомендаційних систем, орієнтованих на підбір товарів, зокрема спортивного приладдя. Аналіз дозволив виявити ключові переваги та недоліки сучасних підходів, серед яких методи контентної фільтрації, колаборативного фільтрування та їх гібридні варіанти. Було встановлено, що контентна фільтрація є найбільш підходящою для вузькоспеціалізованих категорій товарів, оскільки дозволяє ефективно враховувати індивідуальні характеристики продуктів і вподобання користувачів.

На основі отриманих даних було розроблено модель рекомендаційної системи, що базується на методі контентної фільтрації та косинусоїдної подібності. Для перевірки її ефективності було розроблено й інтегровано систему в чат-бот, який взаємодіє з користувачами, збираючи дані про їхні потреби та пропонуючи найбільш релевантні варіанти товарів.

Результати тестування продемонстрували високу ефективність моделі: система формувала точні та повні рекомендації, покращувала користувацький досвід і спрощувала процес вибору товарів, що відповідало критеріям якості рекомендаційних систем. Це підтвердило практичну значущість розробленої системи, яка може бути впроваджена в реальні бізнес-процеси, такі як онлайн-магазини спортивного обладнання.

Загалом, розроблена рекомендаційна система є прикладом успішної інтеграції теоретичних знань і практичних навичок, що демонструє потенціал сучасних технологій у вирішенні реальних задач і покращенні взаємодії з користувачами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Іванов І.І. Спортивне приладдя: Вибір і ефективність / Іванов І.І. — Київ: Академпрес, 2021.
2. Casaca, Joaquim & Miguel, Luis. (2024). The Influence of Personalization on Consumer Satisfaction: Trends and Challenges. 10.4018/979-8-3693-3455-3.ch010..
3. P. Melville and V. Sindhvani.(2010) Recommender Systems. In: C. Sammut and G. Webb, Eds., Encyclopedia of Machine Learning, Springer, Berlin, 2010, pp. 829-838.
4. F.O. Isinkaye, Y.O. Folajimi, B.A. Ojokoh (2015). Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. Egyptian Informatics Journal, Volume 16, Issue 3, 261-273, <https://doi.org/10.1016/j.eij.2015.06.005>
5. Smith, J. (2022). Personalization in Retail: The Nike Experience. Journal of Retailing, 98(3), 245-260
6. Jones, A. (2023). Machine Learning Applications in Sports Marketing: Adidas Case Study. International Journal of Sports Marketing, 16(1), 50-65.
7. Taylor, L. (2023). Data-Driven Personalization in E-Commerce: Insights from Decathlon. Journal of Business Research, 141, 305-317.
8. Brown, K. (2022). Enhancing Consumer Experience through Recommendations: The Reebok Approach. Journal of Sports Management, 14(2), 125-140.
9. Alabdulrahman, R., & Viktor, H. (2021). Catering for unique tastes: Targeting grey-sheep users recommender systems through one-class machine learning. Expert Systems with Applications, 166, 114061. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114061>.
10. Cherednichenko O.Yu., Yangolenko O.V., Ivashchenko O.V., & Matveev O.M. (2020) Modeli formuvannya rekomendatsiy u intelektual'nykh systemakh elektronnoyi komertsiiyi. [Recommendation generation models in intelligent e-commerce systems. Information Processing Systems

11. Systemy obrobky informatsiyi, vypusk 1(160), 32-39
<https://doi.org/10.30748/soi.2020.160.04>
12. Jalili, M., Ahmadian, S., Izadi, M., Moradi, P., & Salehi, M. (2018). Evaluating Collaborative Filtering Recommender Algorithms: A Survey. IEEE Access, 6, 74003–74024. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2883742>
13. Y. Koren. Factorization meets the neighborhood: A multifaceted collaborative filtering model. In KDD, pages 426–434
14. Lima, P., Shauer, N., Villegas, J. B., & Devloo, P. R. B. (2023). DFNMesh: Finite element meshing for discrete fracture matrix models. Advances in Engineering Software, 186, December
15. Yuan, G., Zhai, Y., Tang, J., & Zhou, X. CSCIM_FS: Cosine similarity coefficient and information measurement criterion-based feature selection method for high-dimensional data. Neurocomputing, 552, 1 October, 2023.
16. Pearson Correlation. Що це і як застосовується у комп'ютерних науках. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/pearson-correlation> (дата звернення 03.11.2024).
17. Bhowmick, A.; and Hazarika, S. M. 2018. E-mail spam filtering: a review of techniques and trends. Advances in Electronics, Communication and Computing, 583–590
18. What is content-based filtering. Як працює цей підхід. URL: <https://www.ibm.com/topics/content-based-filtering> (дата звернення 3.11.2024)
19. Matrix Factorization. Як застосовується у системах рекомендацій. URL: https://www.d2l.ai/chapter_recommender-systems/mf.html (дата звернення 13.10.2024).
20. Mondal, S., Pal, A. K., & Islam, S. H. CBIF-M: A content-based image filtering and retrieval scheme using multi-classifier filtering framework. Computers and Electrical Engineering, 118, Part B, September, 110553, 2024.
21. How content-based filtering works. URL: <https://www.ibm.com/topics/content-based-filtering> (дата звернення 3.11.2024).

22. Euclidean distance formula. URL: <https://www.ibm.com/topics/content-based-filtering> (дата звернення 3.11.2024).
23. Dot product – URL: <https://www.ibm.com/topics/content-based-filtering> дата звернення 3.11.2024)
24. A. Patel and J. N. Dharwa, "An integrated hybrid recommendation model using graph database", Proc. Int. Conf. ICT Bus. Ind. Government (ICTBIG), pp. 1-5, Nov. 2016
25. Kardan, A.A.; Ebrahimi, M. A novel approach to hybrid recommendation systems based on association rules mining for content recommendation in asynchronous discussion groups. Inf. Sci. 2013, 219, 93–110
26. Switching system type. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/7-types-of-hybrid-recommendation-system> (дата звернення 3.11.2024).
27. Mixed type of system. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/7-types-of-hybrid-recommendation-system> (дата звернення 03.11.2024)
28. Feature Combination system type. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/7-types-of-hybrid-recommendation-system> (дата звернення 3.11.2024).
29. Feature Augmentation system type. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/7-types-of-hybrid-recommendation-system> (дата звернення 3.11.2024).
30. Cascade type system. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/7-types-of-hybrid-recommendation-system> (дата звернення 3.11.2024)
31. Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann
32. Murphy, K. P. (2012). Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press.
33. Yadav, R., & Kaur, A. (2018). A review of collaborative filtering techniques for recommender systems. International Journal of Computer Applications, 181(30), 9-13.
34. Kumar, A., & Soni, G. (2021). Collaborative filtering techniques for recommender systems: A survey. International Journal of Computer Applications, 975, 39-44
35. Zhang, Y., & Zhang, J. (2020). A collaborative filtering recommendation algorithm based on user behavior analysis. Applied Sciences, 10(3)

36. Burke, Robin. (2002). Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. User Modeling and User-Adapted Interaction. 12, 331–370. <https://doi.org/10.1023/A:1021240730564>
37. Koutrika, G., & Kourouklidis, D. (2018). Context-aware hybrid recommendation systems. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, 9(2), 1-25
38. Rashid, A., Karypis, G., & Riedl, J. (2018). Getting recommendations from social networks. Proceedings of the 5th International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems
39. Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2015). Context-aware recommender systems: Challenges and research opportunities. Computer Science Review, 29, 1-11.
40. Nike – URL: <https://www.nike.com/gb/london> (дата звернення 13.11.2024).
41. Adidas URL: <https://www.adidas.ua/> (дата звернення 13.11.2024)
42. Puma – URL: <https://ua.puma.com/uk> (дата звернення 13.11.2024).
43. Wang, M., & Lv, J. (2023). A personalized recommendation framework based on MOOC system integrating deep learning and big data. Computers and Electrical Engineering, 106, 108571. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.108571>.
44. Python – URL: <https://www.python.org/> (дата звернення 18.11.2024).
45. Telegram API та pyTelegramBotAPI – URL: <https://pypi.org/project/pyTelegramBotAPI/> (дата звернення 18.11.2024).
46. PostgreSQL – URL: <https://www.postgresql.org/> (дата звернення 18.11.2024).
47. PyCharm. PyCharm: the Python IDE for data science and web development – URL: <https://www.jetbrains.com/pycharm/> (дата звернення 18.11.2024).

ДОДАТОК А. ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ



ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-
КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ



КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ПРИЛАДДА

Виконав: студент групи ПДМ-62 Данилюк Олег Сергійович

Керівник: к.п.н., доцент кафедри ІІЗ Шевченко Світлана Миколаївна

Київ - 2025

МЕТА, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження: удосконалення процесу вибору спортивного приладдя для користувачів шляхом розробки рекомендаційної системи.

Об'єкт дослідження: процес функціонування рекомендаційних систем.

Предмет дослідження: модель рекомендаційної системи підбору спортивного приладдя.

ТАБЛИЦЯ НАЯВНИХ РІШЕНЬ

Функціональність	Nike Fit Recommendation System	Adidas Recommendation Engine	Reebok's Personalized Shopping Experience	Система рекомендацій спортивного приладдя
Типи рекомендацій	Підбір взуття за розміром та метою використання	Підбір товарів за метою використання	Підбір взуття та одягу для тренувань або повсякденного використання	Покроковий вибір приладдя для різних видів спорту
Використовувані технології/методи (фільтрації)	Алгоритми аналізу даних, 3D-сканування стопи через мобільний додаток	Колaborативна фільтрація, аналіз даних про попередні покупки користувачів, інтерактивні інструменти	Колaborативна фільтрація, інтерактивні інструменти	Контентна фільтрація за правилами, інтерактивні знання
Індивідуалізація рекомендацій	Враховує форму стопи, анатомічні особливості, стиль взуття	Враховує цілі тренувань, стиль активності, попередні покупки	Враховує стиль життя, цілі тренувань, попередні покупки	Враховує вид спорту, бюджет користувача, активність
Переваги	Висока точність підбору розміру, простота використання через мобільний додаток	Персоналізовані рекомендації з урахуванням індивідуальних параметрів	Простий інтерфейс, ясна персоналізація	Покрокова навігація. Висока точність підбору за метою. Рекомендує будь-які бренди спортивного приладдя та будь-який асортимент спортивного приладдя
Недоліки	Потрібен доступ до смартфона з камерою. Має можливість рекомендувати лише взуття	Інколи рекомендації залежать від наявності товару в базі. Рекомендації лише товарів Adidas	Можливі труднощі з точністю рекомендацій для нових користувачів. Рекомендації лише товарів Reebok's	Необхідність стабільного доступу до інтернету. Потрібно мати акаунт Telegram

3

ЗАВДАННЯ

- Провести аналіз існуючих рекомендаційних систем для підбору товарів, зокрема спортивного приладдя
- Дослідити методи фільтрації, що використовуються в рекомендаційних системах.
- Розробити модель рекомендаційної системи для підбору спортивного приладдя методом контентної фільтрації.
- Провести тестування розробленої моделі на прикладі конкретного чат-боту, що містить інформацію про спортивне обладнання та уподобання користувачів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

- Системний аналіз
- Аналіз та порівняння
- Методи фільтрації для рекомендацій
- Методи програмної інженерії

МЕХАНІЗМ РЕКОМЕНДАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ



5

ВИДИ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ:



6

СХЕМА МЕТОДУ ГЕНЕРАЦІЇ РЕКОМЕНДАЦІЇ



Формула TF-IDF

$$w_i = tf_i \lg \left(\frac{n}{df_i} \right),$$

- де tf_i – скільки разів ключове слово з'являється в описі товару,
- n – загальна кількість товарів у базі,
- df_i – кількість документів, у яких термін t_i з'являється хоча б один раз.

Формула косинусної подібності

$$\cos(D, p) = \frac{D \cdot p}{|D| \cdot |p|} = \frac{\sum_k u_k \cdot w_k}{\sqrt{\sum_k u_k^2} \cdot \sqrt{\sum_k w_k^2}},$$

D — вектор товару.

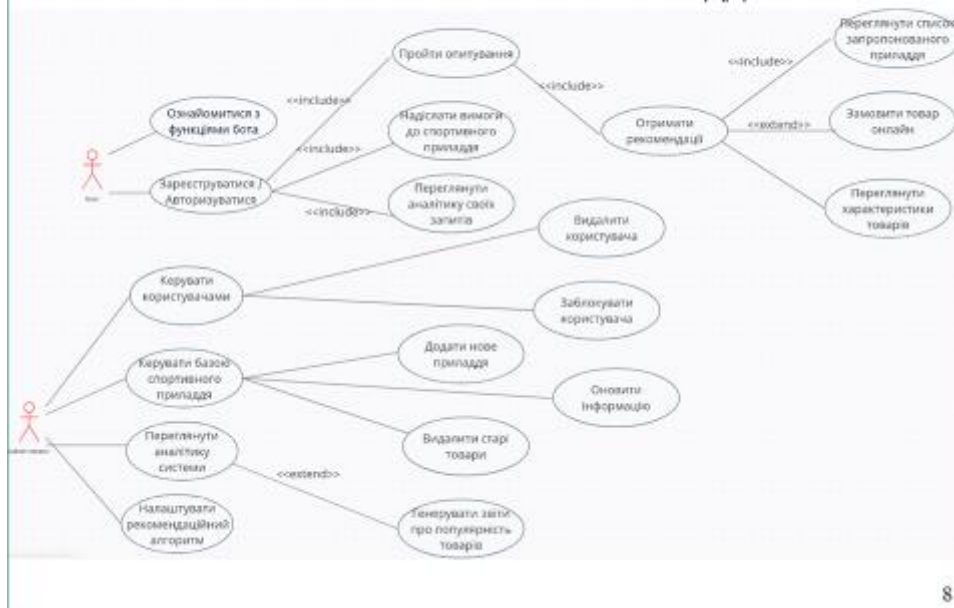
p — вектор запиту користувача.

u_k — координати профілю користувача (елементи вектора профілю).

w_k — ваги термінів у товарі (елементи вектора товару).

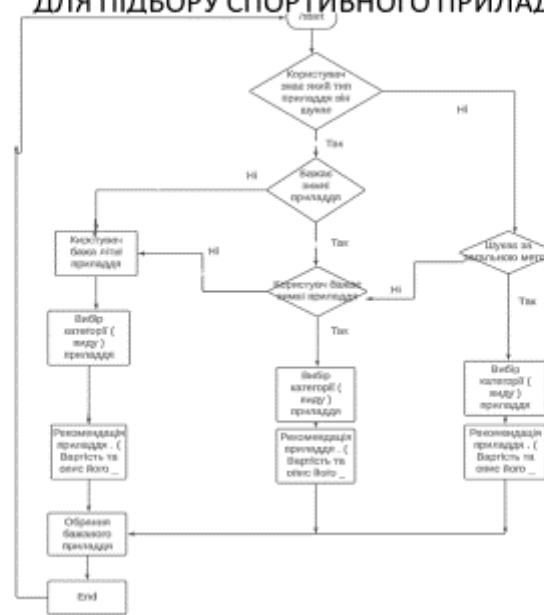
7

ДІАГРАМА ВАРІАНТІВ ВИКОРИСТАННЯ: РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА СПОРТИВНОГО ПРИЛАДДА



8

АЛГОРИТМ ВИКОРИСТАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ПРИЛАДДЯ



9

ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ



10

ЕКРАННІ ФОРМИ ДОДАТКУ

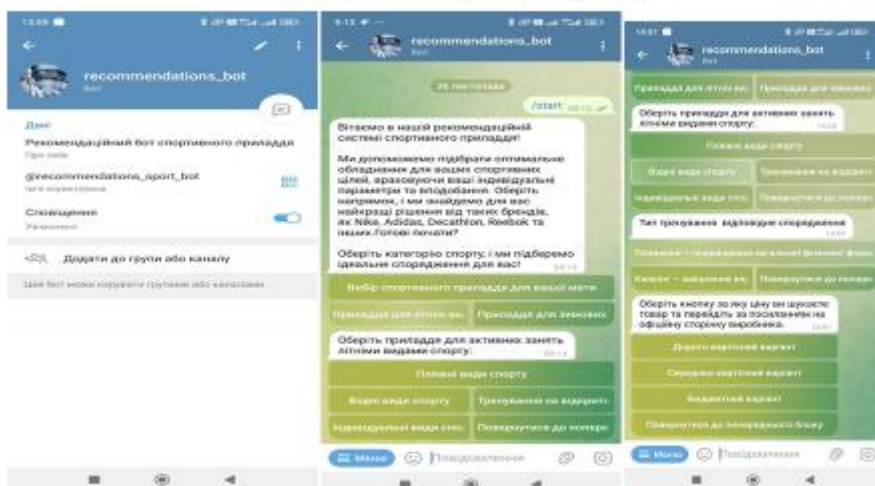


Рисунок 1: Головний екран системи

Рисунок 2: Екран опису системи

Рисунок 3: Інформація для приладдя
літнього спорту

11

ВІДЕО ДЕМОНСТРАЦІЯ ДОДАТКУ



12

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз та порівняльну характеристику існуючих рекомендаційних систем для підбору спортивного приладдя. Визначено, що ключовими недоліками є формування рекомендацій відповідно лише свого бренду.
2. Досліджено види алгоритмів фільтрації та метрики подібності у рекомендаційних системах, виділені їх переваги і недоліки.
3. Обґрунтовано вибір контентної фільтрації у розробці рекомендацій та косинусоїдну подібність та на цій основі розроблено модель рекомендаційної системи для підбору спортивного приладдя.
4. Проведено аналіз засобів розробки програмного забезпечення, обґрунтовано їх вибір, а саме: мова програмування Python була обрана завдяки її простоті, великій кількості бібліотек і зручності для роботи з Telegram API. Середовище розробки PyCharm забезпечило зручне написання, тестування та налагодження коду. Сервіс BotFather використовувався для створення та налаштування Telegram-бота, надаючи доступ до токена для роботи з API. Платформа Telegram стала основним інструментом взаємодії між користувачем та рекомендаційною системою. Система керування базами даних PostgreSQL була обрана через її надійність і можливість ефективного зберігання та управління даними, зокрема інформацією про користувачів і рекомендації. Розроблено та протестовано програмне забезпечення у вигляді Telegram-бота.
5. Розроблено та протестовано програмне забезпечення у вигляді Telegram-бота.

13

ПУБЛІКАЦІ ТА АПРОБАЦІЯ РОБОТИ

Статті:

1. Данилюк О.С., Шевченко С.М. Аналіз та дослідження характеристик алгоритмів у рекомендаційних системах // Вісник Херсонського національного технічного університету» № 4/2024. – С. 45 - 61

Тези доповідей:

1. Данилюк О.С., Шевченко С.М. Розробка персоналізованої рекомендаційної системи для онлайн-магазину на основі бази даних та знань // Всеукраїнська науково-технічна конференція «Застосування програмного забезпечення в інформаційно-комунікаційних технологіях». Збірник тез. 24.04.2024. – К.: ДУІКТ, 2024. - С. 436-437.
2. Данилюк О.С., Шевченко С.М. Розробка рекомендаційної системи для спортивного приладдя на основі алгоритмів штучного інтелекту // II Всеукраїнська науково-технічна конференція «Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і світу». Збірник тез. 18.11.2024. – К.: ДУІКТ, 2024. – С. 83-84

14

ДОДАТОК Б. ЛІСТИНГИ ОСНОВНИХ МОДУЛІВ

1. Модуль створення стартового повідомлення

```
from telegram import Bot, Update, InlineKeyboardMarkup, InlineKeyboardButton
from telegram.ext import CommandHandler, Updater

API_TOKEN = "мій токен"

def start(update: Update, context):
    welcome_text = (
        "Вітаємо в нашій рекомендаційній системі спортивного приладдя!\n\n"
        "Ми допоможемо підібрати оптимальне обладнання для ваших спортивних цілей, враховуючи ваші\n"
        "індивідуальні параметри та вподобання. "
        "Оберіть напрямок, і ми знайдемо для вас найкращі рішення від таких брендів, як Nike, Adidas, Decathlon,\n"
        "Reebok та інших. "
        "Готові почати?\n\n"
        "Оберіть категорію спорту, і ми підберемо ідеальне спорядження для вас!"
    )

    keyboard = [
        [InlineKeyboardButton("Приладдя для літніх видів спорту", callback_data="summer_sports")],
        [InlineKeyboardButton("Приладдя для зимових видів спорту", callback_data="winter_sports")],
        [InlineKeyboardButton("Вибір спортивного приладдя для вашої мети", callback_data="goal_based_equipment")]
    ]
    reply_markup = InlineKeyboardMarkup(keyboard)

    update.message.reply_text(welcome_text, reply_markup=reply_markup)
```

2. Модуль обробки запиту користувача

Приклад обробки запиту користувача, якщо він обирає категорію, літні спортивні приладдя, та підкатегорії, пляжні види спорту.

```
elif query.data == "beach_sports":
    keyboard = [
        [InlineKeyboardButton("Пляжний волейбол ", callback_data="beach_volleyball ")],
        [InlineKeyboardButton("Пляжний футбол", callback_data="beach_football ")],
    ]
```

```
query.edit_message_text(text="Оберіть мету тренування для пляжних видів спорту:",
reply_markup=InlineKeyboardMarkup(keyboard))
```

```
elif query.data == "beach_ volleyball ":
```

```
    keyboard = [
        [InlineKeyboardButton("Дорогий варіант", url=" посилання на товар ")],
        [InlineKeyboardButton("Середній варіант", url=" посилання на товар ")],
        [InlineKeyboardButton("Бюджетний варіант", url=" посилання на товар ") ]

    query.edit_message_text(text="Оберіть ціновий варіант для розвитку сили:",
reply_markup=InlineKeyboardMarkup(keyboard))
```

```
elif query.data == "beach_ football ":
```

```
    keyboard = [
        [InlineKeyboardButton("Дорогий варіант", url=" посилання на товар ")],
        [InlineKeyboardButton("Середній варіант", url=" посилання на товар ")],
        [InlineKeyboardButton("Бюджетний варіант", url=" посилання на товар ") ]

    query.edit_message_text(text="Оберіть ціновий варіант для покращення витривалості:",
reply_markup=InlineKeyboardMarkup(keyboard))
```

3. Модуль бази даних

```
import psycopg2
from telegram import Update
from telegram.ext import ApplicationBuilder, CommandHandler, ContextTypes

DB_NAME = "sports_db"
USER = "oleh"
PASSWORD = "пароль"
HOST = "localhost"
PORT = "5432"

def connect_db():
    return psycopg2.connect(dbname=DB_NAME, user=USER, password=PASSWORD, host=HOST, port=PORT)

def create_tables():
    try:
```

```

conn = connect_db()
cursor = conn.cursor()

cursor.execute("""
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS параметри_користувача (
        id_користувача SERIAL PRIMARY KEY,
        рівень_підготовки VARCHAR(50),
        вид_спорту VARCHAR(100),
        потреби VARCHAR(255)
    );

    CREATE TABLE IF NOT EXISTS характеристики_спорядження (
        id SERIAL PRIMARY KEY,
        id_користувача INT REFERENCES параметри_користувача(id_користувача),
        тип_спорядження VARCHAR(50),
        призначення VARCHAR(255),
        сезонність VARCHAR(50),
        бренд VARCHAR(100),
        бюджет DECIMAL(10, 2)
    );
""")
conn.commit()
print("Таблиці створено успішно!")
except Exception as e:
    print(f"Помилка при створенні таблиць: {e}")
finally:
    cursor.close()
    conn.close()

async def start(update: Update, context: ContextTypes.DEFAULT_TYPE):
    await update.message.reply_text("Вітаю! Використовуйте команду /create для створення таблиць.")

async def create_tables_command(update: Update, context: ContextTypes.DEFAULT_TYPE):
    create_tables()
    await update.message.reply_text("Таблиці створено успішно!")

```