

## ИНТЕГРАЦИЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОС ANDROID

М. Д. Иванова<sup>1)</sup>, М. И. Давидовская<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Белорусский государственный университет,  
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, ivanova.mary76@gmail.com

<sup>2)</sup> Белорусский государственный университет,  
пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, davidouskaia@bsu.by

Данная работа посвящена интеграции рекомендательной системы в мобильное приложение для операционной системы Android. В работе рассматриваются основные шаги интеграции, целью которых является улучшение пользовательского опыта и повышение эффективности взаимодействия с контентом. Этапы интеграции рассматриваются на примере реализации мобильного приложения для управления книгами. Дополнительно приводится сравнительный анализ различных рекомендательных систем в контексте данного мобильного приложения с использованием среднего значения средней точности в качестве основной метрики. Результаты анализа позволили выявить эффективность различных методов и определить наиболее подходящий алгоритм рекомендаций для конкретного приложения. Исследование имеет практическое значение для разработчиков мобильных приложений, которые стремятся улучшить пользовательский опыт и предоставить более персонализированные рекомендации.

**Ключевые слова:** мобильное приложение; Android; интеграция; рекомендательные системы; контентная фильтрация; совместная фильтрация; гибридная фильтрация.

В современном цифровом мире, где объем информации постоянно увеличивается, рекомендательные системы становятся неотъемлемой частью пользовательского опыта. В контексте повседневного использования мобильных телефонов, которые стали незаменимым инструментом для доступа к информации, личной и рабочей коммуникации, интеграция рекомендательных систем в мобильные приложения приобретает особую важность. Эти системы помогают пользователям эффективно ориентироваться в огромном количестве предложений и контента, обеспечивая им наиболее подходящие и интересные варианты. В связи с этим рассмотрим интеграцию рекомендательной системы в мобильное приложение для операционной системы Android.

Рекомендательные системы – это программные инструменты, которые анализируют данные о предпочтениях и поведении пользователей, чтобы предложить им наиболее релевантный контент или товары. Их цель – улучшить пользовательский опыт и повысить эффективность взаимодействия с приложениями. С ростом объема информации в сети и увеличением разнообразия предложений, рекомендательные системы становятся ключевым инструментом для пользователей, помогая им ориентироваться в море данных. Важно учитывать, что разные пользователи в разных ситуациях могут иметь различные потребности и предпочтения, поэтому выбор стратегии рекомендаций играет ключевую роль в предоставлении им наиболее подходящих вариантов.

Существует три основных типа рекомендательных систем: фильтрация на основе контента, совместная фильтрация и гибридная [1].

**1. Контентная фильтрация** основана на анализе описания товаров, их характеристик и профиле интересов пользователя. Она предлагает пользователю элементы, которые наиболее соответствуют его предпочтениям. Так, рекомендательная система будет рекомендовать пользователю те товары или услуги, которые очень похожи на просмотренные пользователем

или понравившиеся ему в прошлом. Другими словами, фильтрация на основе контента фокусируется на свойствах товаров, чтобы предложить пользователю похожие товары в качестве рекомендаций.

**2. Совместная фильтрация** использует сходство между пользователями для выработки рекомендаций. Идея совместной фильтрации заключается в поиске для конкретного пользователя других пользователей с похожими вкусами и мнениями и рекомендации товаров, которые понравились этим пользователям в прошлом. Другими словами, она основана на анализе поведения и предпочтений группы пользователей для предсказания предпочтений отдельного пользователя.

**3. Гибридная фильтрация** комбинирует методы контентной и совместной фильтраций для улучшения точности рекомендаций.

Для наглядной демонстрации процесса интеграции рекомендательной системы в мобильное приложение для ОС Android рассмотрим пример реально созданного мобильного приложения для управления книгами. В данном приложении пользователи могут просматривать каталог книг, добавлять их в список избранных, а также оценивать и делиться своими впечатлениями о прочитанных произведениях. Кроме того, приложение предлагает персонализированные рекомендации на основе предпочтений пользователей.

Для реализации рекомендательной системы был создан серверный компонент на языке Python с использованием программного средства разработки FastAPI. Этот сервер обрабатывает запросы от мобильного приложения, анализирует данные о пользовательских предпочтениях, обрабатывает их с помощью алгоритмов машинного обучения и предоставляет рекомендации в формате JSON.

В мобильном приложении, разработанном на языке Java для операционной системы Android, интеграция с сервером реализована с использованием библиотеки Retrofit. Retrofit обеспечивает удобное и эффективное получение данных с сервера посредством HTTP-запросов и обработки полученных данных. После получения рекомендаций от сервера приложение отображает их пользователю и предлагает функции для взаимодействия с рекомендованными книгами.

Таким образом, в процессе интеграции рекомендательной системы в мобильное приложение были реализованы следующие этапы:

**1. Анализ требований и выбор алгоритмов.** Определение требований к рекомендательной системе и выбор подходящих алгоритмов для предложения персонализированных рекомендаций книг.

**2. Разработка серверной части.** Создание сервера рекомендаций с использованием FastAPI, который обрабатывает запросы от мобильного приложения и предоставляет рекомендации на основе данных об оценках книг пользователей.

**3. Интеграция с мобильным приложением.** Использование Retrofit в мобильном приложении для отправки запросов на сервер и получения рекомендаций книг.

**4. Тестирование и оптимизация.** Проведение тестирования функционала рекомендаций, а также оптимизация производительности системы для обеспечения быстрого и стабильного пользовательского опыта.

Для выбора наиболее подходящей рекомендательной системы для использования в мобильном приложении был проведен сравнительный анализ. В ходе исследования были реализованы и затем проанализированы алгоритмы рекомендаций с контентной фильтрацией, совместной фильтрацией и тремя гибридными подходами: переключаемый ансамбль, взвешенный и каскадный.

Для оценки производительности каждого алгоритма в качестве основной метрики использовалось среднее значение средней точности (MAP; mean average precision). MAP позволяет оценить качество ранжирования рекомендаций и их соответствие ожиданиям пользователей.

$$MAP = \frac{1}{|U|} \sum_{u=1}^{|U|} \frac{1}{m} \sum_{k=1}^N (P(k) \text{ если } k - \text{ый элемент релевантен}),$$

где  $|U|$  – количество рассматриваемых пользователей, которым предоставляются рекомендации;  $m$  – количество всех релевантных элементов;  $N$  – количество элементов, которые нужно порекомендовать пользователю;  $P(k)$  – точность, рассчитанная путем рассмотрения подмножества рекомендаций с рангом от 1 до  $k$ .

В табл. 1 приведены результаты для рекомендательных систем с контентной и совместной фильтрациями, а в табл. 2 – результаты для гибридных рекомендательных систем.

Таблица 1

**MAP рекомендательных систем с контентной и совместной фильтрациями**

|                        | Контентная фильтрация | Совместная фильтрация |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| mean average precision | 0,445                 | 0,697                 |

Таблица 2

**MAP различных ансамблей рекомендательных систем**

|                        | Переключаемый ансамбль | Взвешенный ансамбль | Каскадный ансамбль |
|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| mean average precision | 0,697                  | 0,492               | 0,8                |

Полученные результаты показывают, что различные алгоритмы рекомендаций демонстрируют разную эффективность в контексте данного мобильного приложения для управления книгами. Каждая из рекомендательных систем имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного метода зависит от целей и требований конкретной задачи рекомендации.

Низкий показатель MAP у контентной фильтрации указывает на ограниченность подхода, особенно в случае, если контент имеет небольшое разнообразие характеристик или пользователи проявляют интерес к разнообразным жанрам и авторам. Показатель MAP у совместной фильтрации выше, что может указывать на более точное выявление интересов пользователей и более релевантные рекомендации.

Значение MAP у переключаемого ансамбля сравнимо с результатом совместной фильтрации, что указывает на эффективное сочетание обоих методов в определенных ситуациях. Взвешенный же ансамбль показывает более низкие результаты, что может указывать на недостаточно оптимальные коэффициенты взвешивания или несоответствие их реальным предпочтениям пользователей. В данной реализации переключаемый и взвешенный ансамбли могут быть использованы в качестве альтернативных вариантов для рекомендательных систем с совместной и контентной фильтрациями. Кроме того, есть возможность улучшить их производительность за счет подбора более оптимальных параметров.

Каскадный ансамбль демонстрирует самое высокое среднее значение средней точности среди всех методов, превосходя как контентную, так и совместную фильтрации. Это говорит о его потенциальной эффективности в предоставлении точных и релевантных рекомендаций.

Исходя из проведенного сравнительного анализа, было принято решение интегрировать каскадный ансамбль рекомендательных систем в мобильное приложение. Наибольшее значение MAP каскадного ансамбля среди всех рассмотренных систем указывает на релевантность подобранных рекомендаций, а также на меньшее количество предоставляемых нерелевантных рекомендаций.

Рекомендательные системы играют важную роль в улучшении пользовательского опыта и повышении эффективности взаимодействия с мобильными приложениями. В данной работе

были рассмотрены основные этапы процесса интеграции рекомендательной системы в мобильное приложение для операционной системы Android и была продемонстрирована практическая реализация данного процесса на реальном примере приложения для управления книгами. Дополнительно был проведен сравнительный анализ различных подходов к рекомендациям в контексте мобильного приложения для управления книгами. Исследование позволило выявить эффективность различных методов, а также определить наиболее подходящий алгоритм для конкретного приложения. Этот анализ является важным шагом в обеспечении оптимального пользовательского опыта и улучшении функциональности мобильных приложений. Дальнейшие исследования и разработки в области рекомендательных систем будут способствовать развитию этой области и повышению качества услуг, предоставляемых мобильными приложениями.

### **Библиографические ссылки**

1. Recommendation systems and machine learning: approaches and case studies [Electronic resource]. URL: <https://www.itransition.com/machine-learning/recommendation-systems> (date of access: 17.03.2024). Title from the screen.