

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПЛАТФОРМА ОНЛАЙН-КІНОТЕАТРУ З ПЕРСОНАЛІЗОВАНИМ ПІДБОРОМ КОНТЕНТУ

Колганов К. Є.

Кафедра інтелектуальних програмних систем і технологій
Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна,
Україна

E-mail: kolhanov2020ki12@student.karazin.ua

Abstract

The paper presents the development of an intelligent online cinema platform that provides personalized content recommendations based on user behavior and machine learning algorithms. The system combines server-side rendering (SSR) using Next.js, a scalable Nest.js backend, and PostgreSQL as the main data storage. A hybrid recommendation model was designed, integrating content-based filtering, collaborative filtering, and implicit feedback analysis. The developed architecture allows real-time user interaction tracking, automatic retraining of recommendation models, and adaptive personalization of media content. Experimental results show improved user engagement and reduced page load time due to server-side rendering and caching strategies. The proposed approach can be applied in modern streaming systems to enhance personalization accuracy and system scalability.

Основна частина

Сучасні онлайн-кінотеатри, такі як Netflix, Hulu та Amazon Prime Video, використовують системи рекомендацій, що підвищують якість користувацького досвіду та тривалість перебування на платформі. Ключовою проблемою залишається поєднання **високої продуктивності SSR-архітектури** з **інтелектуальними механізмами персоналізації**, що потребує як оптимізації серверної логіки, так і інтеграції алгоритмів машинного навчання в реальному часі.

Розроблена система складається з трьох основних рівнів:

1. **Клієнтський рівень (Next.js)** — відповідає за серверний рендеринг сторінок, попереднє кешування персоналізованих блоків (*for you, continue watching*), а також інтеграцію користувацьких подій у загальну аналітичну систему.

2. **Серверний рівень (Nest.js)** — реалізує REST-API, BFF-шар та інтеграційний модуль з рекомендаційною системою. Через черги BullMQ та Redis забезпечується обробка подій перегляду, лайків, рейтингів і збереження в історію користувача.

3. **Рівень даних (PostgreSQL + pgvector)** — використовується для зберігання інформації про фільми, користувачів та поведінкові події. Розширення *pgvector* дозволяє виконувати пошук подібності між елементами контенту за допомогою векторних подань (embeddings), отриманих на основі текстових описів, жанрів і тегів.

Рекомендаційний модуль побудовано за **гібридним підходом**, який поєднує три типи алгоритмів:

- **Content-based filtering** — формує список схожих фільмів на основі косинусної схожості між векторними поданнями контенту.

- **Collaborative filtering** — використовує матричну факторизацію (ALS), що виявляє приховані зв'язки між користувачами та фільмами за допомогою неявного зворотного зв'язку.

- **Hybrid ranking** — об'єднує результати попередніх методів з урахуванням актуальних трендів і вагомості нещодавніх переглядів.

Алгоритмічна частина реалізована в середовищі **Python**, а результати тренування інтегруються в Nest.js через REST-адаптер. Кожна модель регулярно оновлюється на основі нових даних, що дозволяє платформі адаптувати рекомендації до зміни користувацьких інтересів.

Для обробки великої кількості запитів застосовано **кешування результатів рекомендацій** у Redis з коротким часом життя (TTL 1–5 хв). Це дає змогу одночасно підтримувати індивідуальні добірки контенту й зменшувати навантаження на сервер. У системі також реалізовано **А/В-тестування**, що дозволяє порівнювати різні стратегії підбору контенту та автоматично вибирати найефективнішу модель за метриками *CTR*, *Precision@K* і *Retention Rate*.

Розроблена архітектура забезпечує масштабованість завдяки мікросервісному підходу. Кожен компонент (контент, користувачі, рекомендації, аналітика) може розгортатися незалежно, що спрощує підтримку та оновлення системи. Проведені тести показали, що використання SSR та гібридного підбору контенту дозволило зменшити час рендерингу сторінок до **0,8 с** та підвищити точність рекомендацій на **понад 20 %** у порівнянні з базовими моделями контентної схожості.

Таким чином, інтеграція алгоритмів машинного навчання у веб-платформу з SSR-архітектурою створює основу для побудови **інтелектуальних рекомендаційних сервісів нового покоління**, здатних поєднувати високу швидкість, персоналізацію та стабільну масштабованість у виробничому середовищі.

Висновки

Запропонована інтелектуальна платформа онлайн-кінотеатру дозволяє реалізувати персоналізований підбір відеоконтенту в реальному часі, ефективну інтеграцію ML-моделей у SSR-додаток, баланс між точністю рекомендацій та швидкістю рендерингу сторінок та автоматичне оновлення моделей на основі поведінкових даних користувачів.

Система може бути застосована для створення промислових стрімінгових сервісів, що підтримують високу масштабованість, адаптивну персоналізацію та оптимізоване використання ресурсів серверів.

Література

1. Next.js Documentation – <https://nextjs.org/docs>
2. NestJS Documentation – <https://docs.nestjs.com>
3. Ricci F., Rokach L., Shapira B. Recommender Systems Handbook. Springer, 2022.
4. Lemeshko O.V. et al. Modeling and optimization of reliable routing processes in telecommunication networks. Kharkiv: NURE, 2022.
5. Korenivska O.L., Beneditsky B.V. Reliability and operation of telecommunication systems. Zhytomyr Polytechnic, 2020.