

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.4

Самодин  
Владислав Андреевич

Самообучающаяся система подбора музыкальных композиций на основе  
предпочтений пользователей

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание академической степени  
магистра информатики и вычислительной техники

по специальности 1-40 81 04 – Обработка больших объемов информацмм

Научный руководитель  
Сиротко С.И.  
канд. физ.-мат. наук, доцент

Минск 2019

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы музыкальная индустрия все больше смещается в сторону цифрового распространения через онлайн-магазины музыки и потоковые сервисы, такие как iTunes, Spotify, Grooveshark и Google Play. Однако на данный момент проблема заключается в том, что людям сложно ориентироваться среди миллионов музыкальных произведений, созданных обществом. В следствие этого, автоматическая рекомендация музыки становится все более актуальной проблемой. Она позволяет слушателям находить новую музыку, соответствующую их вкусам, и позволяет музыкальным онлайн-магазинам предлагать свои товары соответствующей (заинтересованной) аудитории.

Системы рекомендации – это инструменты поддержки принятия решения, которые уменьшают информационную перегрузку, извлекая только те элементы, которые являются релевантными для пользователя основываясь на профиле пользователя, который генерируется рекомендательной системой.

Хотя рекомендательные системы были тщательно изучены, задача рекомендации музыки усложняется разнообразием стилей и жанров, а также социальными и географическими факторами, которые влияют на предпочтения слушателей. Количество различных элементов, которые могут быть порекомендованы, очень велико, особенно в случае, когда рекомендуется отдельные песни. Число элементов для рекомендации может быть сужено, если вместо песен рекомендовать альбомы или исполнителей, но это не всегда соответствует предполагаемой цели использования системы (например, автоматическое создание списка воспроизведения), и при этом не учитывается тот факт, что репертуар исполнителя редко бывает однородным в следствие чего, слушатели могут наслаждаться одними песнями больше, чем другими. Еще одной особенностью систем рекомендации музыки является то, что пользователи могут слушать музыку во время другой активности (работать, прогуливаться) и в это время неудобно оставлять явную оценку, поэтому такие системы больше фокусируются на неявных пользовательских оценках, например, была ли песня дослушана до конца или пользователь сам переключился на следующую.

Настоящая работа направлена на разработку рекомендательной системы, которая бы рекомендовала музыкальные композиции, используя неявные пользовательские оценки.

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Цель и задачи исследования

*Целью* диссертационной работы является разработка рекомендательной системы музыкальных композиций, работающей на основе пользовательских предпочтений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать принципы построения рекомендательных систем.
2. Проанализировать и обосновать выбор алгоритма рекомендации и метрики оценки качества системы.
3. Реализовать ПО для рекомендации музыки.

*Объектом* исследования являются системы рекомендации.

*Предметом* исследования является подходы к рекомендации музыки, основанные на основе неявных пользовательских оценок.

*Актуальность* исследования обусловлена тем, что в последние годы музыкальная индустрия все больше смещается в сторону цифрового распространения через онлайн-магазины музыки и потоковые сервисы. На данный момент проблема заключается в том, что людям сложно ориентироваться среди миллионов музыкальных произведений, созданных обществом. Несмотря на то, что рекомендательные системы были тщательно изучены, задача рекомендации музыки усложняется разнообразием стилей и жанров, а также социальными и географическими факторами, которые влияют на предпочтения слушателей. Количество различных элементов, которые могут быть порекомендованы, очень велико, особенно в случае, когда рекомендуются отдельные песни. Число элементов для рекомендации может быть сужено, если вместо песен рекомендовать альбомы или исполнителей, но это не всегда соответствует предполагаемой цели использования системы (например, автоматическое создание списка воспроизведения), и при этом не учитывается тот факт, что репертуар исполнителя редко бывает однородным, в следствие чего, слушатели могут наслаждаться одними песнями больше, чем другими. Еще одной особенностью систем рекомендации музыки является то, что пользователи могут слушать музыку во время другой активности (работать, прогуливаться) и в это время неудобно оставлять явную оценку, поэтому такие системы больше фокусируются на неявных пользовательских оценках, например, была ли песня дослушана до конца или пользователь сам переключился на следующую.

### **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя С. И. Сиротко, заключается в формулировке целей и задач исследования.

### **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 1 печатная работа, а именно 1 статья в сборниках трудов и материалов международных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложения. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены исторические особенности развития объекта исследования, произведен обзор существующих подходов и аналогов. Вторая глава посвящена разработке алгоритмов, на которых основана разработка рекомендательной системы. В третьей главе приведено обоснование выбора средств разработки, описание архитектуры разработанной системы и построения модуля рекомендаций, а также типичный сценарий использования системы.

Общий объем работы составляет 52 страниц, из которых основного текста – 36 страниц, 13 рисунков на 6 страницах, 6 таблиц на 2 страницах, список использованных источников из 45 наименований на 4 страницах и 1 приложение на 5 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** обозначена текущая проблема большого объема доступных музыкальных произведений, в котором людям сложно ориентироваться, и приведены некоторые специфические проблемы характерные для рекомендации музыки.

В **первой главе** был проведен обзор подходов к рекомендации построению рекомендательных систем, таких как коллаборативная фильтрация, контентная фильтрация, фильтрация на основе контекста, фильтрация на основе эмоций, гибридный подход.

Коллаборативная фильтрация основана на предположении о том, что если два пользователя оценивают элементы одинаково или ведут себя схожим образом, то они оценят одинаково и другие элементы или будут вести себя схожим образом по отношению к остальным элементам.

При фильтрации по контенту используется признаки элементов (определенные вручную или извлеченные автоматически) и профиль пользователя, чтобы спрогнозировать какие элементы понравятся пользователю. В отличии от коллаборативной фильтрации оценки и активность других пользователей не учитываются, а используется только содержимое (контент) элементов, из которого извлекаются значимые признаки, например, темп, ритма, тембр, музыкальные инструменты.

Системы, рекомендующие элементы на основе контекста, как правило, применяются вместе с другими подходами, например, коллаборативной фильтраций, чтобы улучшить рекомендации за счет рассмотрения дополнительных факторов.

При рекомендации на основе эмоций анализируется эмоциональное восприятие песен, которое связано с разными паттернами акустических сигналов, т. е. как и в случае контентной фильтрации анализируются акустические характеристики песен.

Гибридные подходы сочетают в себе несколько подходов, что позволяет повысить точность рекомендательной системы, однако это также приводит к увеличению ее сложности.

Также были рассмотрены методики сбора информации рекомендательными системами, которые делятся на два вида: явный сбор данных и неявный. При явном сборе информации пользователь сам предоставляет всю необходимую для дальнейшей обработки информацию. Примером данного вида сбора информации является выставление оценок фильмам или книгам. При неявном сборе данных происходит отслеживание действий пользователя, которые фиксируются специальной программой,

собирающей необходимые сведения для последующего анализа и применения. Например, данные о совершенных покупках, прослушанных песнях. С точки зрения моделирования пользовательских предпочтений, явные пользовательские оценки являются более точным по сравнению с неявными. Однако, явные оценки требуют дополнительных усилий со стороны пользователей, поэтому объем неявных оценок значительно больше.

Во **второй главе** приведено описание набора данных Taste Profile Datasе, который использовался для построения рекомендательной системы. Также в данной главе приведено сравнение анамнестических и модельных методов коллаборативной фильтрация.

Анамнестические методы имеют довольно высокую точность, просто реализуются и не требуют выполнения дополнительных вычислений для учета новых оценок пользователей. Однако, их недостатком является то, что для их работы необходимо держать в памяти данные обо всех пользовательских оценках.

Модельные методы в свою очередь являются хорошо масштабируемыми за счет того, что уменьшают размерность исходной матрицы оценок. Также эти методы зачастую позволяют генерировать рекомендации быстрее чем с помощью анамнестических методов, однако, для учета новых пользовательских оценок необходимо заново строить модель.

Помимо этого, описан модельный метод фильтрации SVD, в основу которого положена идея сингулярного разложения матриц.

Также в данной главе проводится анализ метрик оценки качества рекомендаций таких как точность (precision), полнота (recall), F-мера и Mean average precision at K ( $map@K$ ), в результате которого отдается предпочтение последней метрике, которая использовалась далее при разработке системы.

В **третьей главе** приведено обоснование выбора средств разработки таких как, язык программирования Python, документоориентированной СУБД MongoDB и фреймворка распределенных вычислений Apache Spark. Далее описывается архитектура разработанного приложения, которая представлена на рисунке 1. Разработанная система представляет собой веб-приложение, все компоненты которого развернуты на одном узле, за исключением внешнего сервиса, который используется для потокового воспроизведения музыки на стороне клиента.

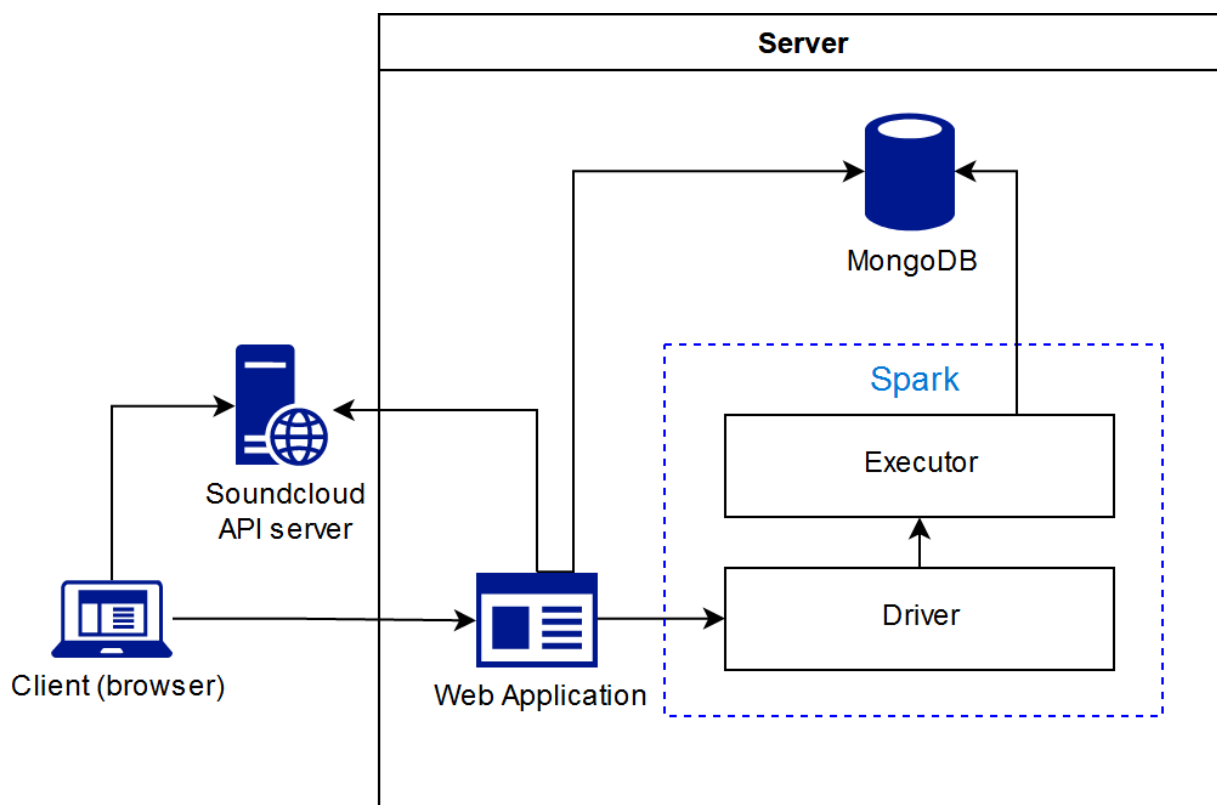


Рисунок 1 – Схема архитектуры приложения

Помимо этого, приводится описание процесса построения рекомендательного компонента, которое включает проверку допустимости исходных данных и подбор гиперпараметров SVD модели. Значение метрики  $map@500$  для разработанной модели составило 0,121331, что значительно выше значения полученного в результате рекомендации самых популярных песен (0,02262). Также в данной главе описан типичный сценарий использования системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы были исследованы виды рекомендательных систем и принципы их построения. Были изучены алгоритмы коллаборативной фильтрации (анамнестические и модельные). Также было проведено их сравнение, в ходе которого выяснилось, что для построения рекомендательной системы с использованием выбранного набора данных наиболее оптимальным является SVD модель. На ней была основана дальнейшая разработка.

При значениях гиперпараметров по умолчанию, SVD модель показала неплохие результаты по сравнению с базовым алгоритмом, в качестве которого был выбран алгоритм, рекомендуящий самые популярные песни. Дополнительно было проведено практическое исследование по поиску их оптимальных значений. В результате было достигнуто достаточно высокое значение метрики  $map@500$  (0,121331), которое значительно выше значения полученного в результате рекомендации самых популярных песен (0,02262).

В силу выбранных технологий и методов (фреймворк Apache Spark, MongoDB, SDV модель) разработанная рекомендательная система позволяет обрабатывать большие объемы данных, исчисляющиеся миллионами записей.

Дальнейшим развитием данной системы может стать решение проблемы холодного старта за счет применения нейронных сетей, которые будут обучаться предсказывать скрытые признаки пользователей и песен. Пользовательские признаки могут быть предсказаны на основе личной информации, такой как пол, возраста, страна проживания, любимые жанры, которая может быть запрошена при регистрации пользователя. Признаки песен могут быть предсказаны на основе метаданных и акустических характеристик песен.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Самодин, В.А. Обзор подходов к рекомендации музыки // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. LXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(69). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/10\(69\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/10(69).pdf) с. 77-82 (дата обращения: 14.05.2019)