

УДК 004.42:004.65:004.738.5

МОДЕЛЬ СОПОСТАВЛЕНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ЗАПИСЕЙ ПРИ МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ПЛЕЙЛИСТОВ

Голышев Антон Олегович,

магистрант, МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва

Аннотация

В статье рассматривается задача сопоставления музыкальных записей при межплатформенной синхронизации пользовательских плейлистов. Актуальность исследования связана с тем, что музыкальные платформы используют различные внутренние идентификаторы, неполные описательные данные и неодинаковые правила доступа к каталогам. В таких условиях одна и та же запись может быть представлена в разных источниках как несколько близких, но не полностью совпадающих информационных объектов. Цель работы состоит в разработке обобщённой модели сопоставления музыкальных записей, применимой при проектировании информационных систем синхронизации медиакolleкций. Методологическую основу составили системный анализ, сравнительный анализ методов сопоставления записей, формализация признаков музыкального объекта и построение процедуры принятия решения при неопределённости. Предложенная модель объединяет проверку устойчивых идентификаторов, нормализацию описательных признаков, расчёт частных оценок сходства и выделение спорных случаев в отдельное состояние. Результаты исследования могут использоваться при разработке интеграционных решений, работающих с неоднородными музыкальными каталогами.

Ключевые слова: музыкальный плейлист, музыкальная запись, интеграция данных, сопоставление записей, описательные данные, синхронизация медиакolleкций, неопределённость.

THE MUSIC RECORD MATCHING MODEL FOR INTERPLATFORM PLAYLIST SYNCHRONIZATION

Golyshev Anton Olegovich,

Graduate student, MIREA – Russian Technological University, Moscow

e-mail: Golyshev.AO@ya.ru

ABSTRACT

The article considers music record matching in interplatform synchronization of user playlists. The relevance of the study is determined by the fact that music platforms use different internal identifiers, incomplete descriptive data and different catalog access rules. Therefore, the same record may be represented in different sources as several close but not fully identical information objects. The purpose of the study is to develop a generalized model for matching

music records in information systems used to synchronize media collections. The methodology includes system analysis, comparative analysis of record matching methods, formalization of music object attributes and development of a decision procedure under uncertainty. The proposed model combines stable identifier verification, normalization of descriptive attributes, calculation of partial similarity estimates and separation of ambiguous cases into a special decision state. The results may be used in the design of integration systems operating with heterogeneous music catalogs.

Keywords: music playlist, music record, data integration, record matching, descriptive metadata, media collection synchronization, uncertainty.

Введение

Распространение потоковых музыкальных платформ привело к тому, что пользовательская медиакolleкция всё чаще распределяется между несколькими независимыми информационными системами. При смене сервиса или параллельном использовании разных платформ возникает необходимость переносить и обновлять плейлисты. На прикладном уровне эта операция выглядит как копирование списка композиций, однако в научном отношении она относится к задачам интеграции неоднородных данных.

Основная трудность состоит в отсутствии признака, который был бы гарантированно доступен и одинаково применялся во всех каталогах. Даже если запись имеет международный код или иной устойчивый идентификатор, конкретный источник может не передавать его, представлять неполно или связывать с отдельной версией фонограммы. Поэтому синхронизация плейлистов требует не только обмена данными, но и определения соответствия между информационными объектами. Такая постановка близка к задачам связывания записей и разрешения сущностей [1].

Цель статьи заключается в разработке обобщённой модели сопоставления музыкальных записей при межплатформенной синхронизации плейлистов. Для достижения цели необходимо определить состав значимых признаков записи, сравнить применимые методы сопоставления, описать гибридную процедуру принятия решения и показать, каким образом в модели обрабатываются неопределённые случаи. Рассматривается именно методическая сторона задачи; особенности конкретного приложения, экранов пользователя и частной программной реализации не являются предметом исследования.

Материалы и методы исследования

Методологическая основа исследования включает системный анализ предметной области, сравнительный анализ подходов к сопоставлению записей, формализацию признаков музыкального объекта и построение процедуры принятия решения при неполных данных. В качестве теоретической базы использованы работы по связыванию записей, обнаружению дубликатов и разрешению сущностей, поскольку в этих направлениях рассматриваются способы установления соответствия между объектами, представленными в различных источниках [2].

Музыкальная запись в рамках исследования рассматривается как сложный информационный объект. Для неё выделяются устойчивые идентификаторы, текстовые описательные признаки, числовые характеристики и контекстные сведения. К устойчивым признакам относятся внешние коды и идентификаторы каталогов; к описательным – название, исполнители и релиз; к числовым – длительность; к контекстным – сведения о версии, регионе доступности и источнике данных. Такое представление позволяет отличать

внутренние технические коды платформы от признаков, важных для содержательного сопоставления.

Сопоставление двух записей трактуется не как простая бинарная операция, а как выбор одного из трёх состояний: подтверждённое соответствие, отсутствие соответствия или неопределённое соответствие. Третье состояние необходимо потому, что автоматическое решение при неполных или противоречивых данных может привести к ошибочному переносу записи. Общая логика модели опирается на комбинирование нескольких признаков, что соответствует современным подходам к сопоставлению неоднородных объектов [3].

Таблица 1 - Группы признаков музыкальной записи, используемые при сопоставлении

Группа признаков	Примеры	Назначение
Устойчивые идентификаторы	международные и внешние коды записи	Подтверждение соответствия при наличии корректного совпадающего значения.
Описательные признаки	название, исполнители, релиз	Поиск кандидатов и расчёт сходства при отсутствии устойчивого идентификатора.
Числовые признаки	длительность записи	Выявление сильных расхождений между похожими по названию объектами.
Контекстные признаки	версия, регион, источник данных	Уточнение решения при наличии близких вариантов одной композиции.

Музыкальная запись как неоднозначная информационная сущность

В повседневном употреблении музыкальная композиция часто отождествляется с названием и исполнителем. Для информационной системы такого описания недостаточно. Одна композиция может существовать как студийная запись, концертная версия, повторно обработанное издание, сокращённый вариант или запись с участием других исполнителей. Кроме того, разные платформы могут по-разному указывать порядок исполнителей, дополнительные сведения в названии и принадлежность записи к релизу.

Следовательно, задача сопоставления не сводится к проверке совпадения строк. Система должна учитывать, является ли найденный объект той же фонограммой, близкой версией или недопустимой заменой. Это особенно важно для пользовательских плейлистов, поскольку ошибочно перенесённая версия композиции может восприниматься как более существенный дефект, чем временное отсутствие автоматического решения. Исследования в области музыкального поиска также показывают, что музыкальный объект описывается не только текстом, но и содержательными, структурными и контекстными признаками [4].

Сравнительный анализ методов сопоставления музыкальных записей

Для синхронизации плейлистов могут применяться несколько групп методов. Сравнение по устойчивым идентификаторам обеспечивает наибольшую объяснимость, но зависит от полноты данных. Сравнение по описательным признакам применимо шире, однако чувствительно к различиям написания, неполным данным и вариантам релиза. Методы звукового отпечатка позволяют распознавать запись по аудиосигналу, но требуют

доступа к звуковому содержанию и дополнительных вычислительных ресурсов [5]. Использование внешних справочников расширяет сведения о записи, но создаёт зависимость от полноты и актуальности стороннего источника.

Таблица 2 – Сравнение методов сопоставления музыкальных записей

Метод	Преимущества	Ограничения
По устойчивым идентификаторам	Высокая точность и понятное основание решения.	Идентификатор может отсутствовать или относиться к иной версии записи.
По описательным данным	Применимость к большинству каталогов без доступа к аудио.	Чувствительность к ошибкам, сокращениям и вариантам написания.
По звуковому отпечатку	Устойчивость к ошибочным текстовым данным.	Необходимость доступа к аудиосигналу и высокая ресурсоёмкость.
Гибридный метод	Комбинирование сильных сторон разных признаков.	Необходимость настройки весов, порогов и правил обработки спорных случаев.

Гибридная модель сопоставления музыкальных записей

Предлагаемая модель строится как многоступенчатая процедура. На первом этапе проверяются устойчивые идентификаторы. Если они присутствуют в обеих записях и совпадают, соответствие может быть принято при отсутствии явных противоречий в названии и составе исполнителей. Если идентификатор отсутствует или не позволяет сделать вывод, выполняется анализ описательных и числовых признаков.

На втором этапе проводится нормализация. Она включает приведение текстовых полей к сопоставимому виду, устранение различий регистра, служебных символов и избыточных пробелов. При этом сведения о версии не должны удаляться механически: указания на концертное исполнение, акустический вариант или повторную обработку целесообразно сохранять как отдельные признаки, поскольку они помогают различать близкие объекты.

На третьем этапе рассчитываются частные оценки сходства. Отдельно оцениваются название, множество исполнителей, релиз, длительность и год выпуска. Итоговая оценка может быть задана как взвешенная сумма этих оценок: $S(t_i, t_j) = w_1 \cdot I + w_2 \cdot s_{\text{назв}} + w_3 \cdot s_{\text{исп}} + w_4 \cdot s_{\text{рел}} + w_5 \cdot s_{\text{длит}} + w_6 \cdot s_{\text{год}}$. Здесь I отражает совпадение устойчивого идентификатора, а остальные компоненты характеризуют сходство отдельных групп признаков. Веса позволяют учитывать различную значимость признаков для конкретного набора данных.

На последнем этапе результат сравнивается с двумя порогами. Если оценка не ниже верхнего порога, соответствие подтверждается автоматически. Если оценка ниже нижнего порога, кандидат отклоняется. Промежуточная зона переводится в состояние неопределённости. Такой подход снижает риск ложных совпадений и соответствует практике многоступенчатого сопоставления сущностей [6].

Обработка неопределённости и конфликтов синхронизации

Неопределённость возникает тогда, когда система обнаруживает несколько близких кандидатов, не находит запись в целевом каталоге или фиксирует противоречие между версией композиции и ожидаемым объектом. В таких случаях автоматическое действие не

должно скрывать неоднозначность. Модель предусматривает сохранение набора кандидатов, итоговой оценки, частных оценок и основания принятого решения.

Конфликт синхронизации трактуется как ситуация, при которой дальнейшее обновление плейлиста может нарушить целостность пользовательской медиакolleкции. Для простых случаев могут использоваться заранее заданные правила: приоритет одного источника, пропуск отсутствующей записи, поиск ближайшей версии или фиксация диагностического сообщения. Для спорных случаев более оправдано выделение отдельного состояния, требующего последующей проверки. Такой подход повышает объяснимость модели и позволяет уточнять параметры сопоставления по результатам накопленных решений.

Архитектурные условия применения модели

Предложенная модель не зависит от конкретного языка программирования или формы пользовательского взаимодействия. Для её применения достаточно выделить несколько логических компонентов: слой получения данных из музыкальных платформ, слой приведения записей к единому представлению, модуль сопоставления, хранилище локальных состояний, модуль правил синхронизации и журнал результатов.

Слой получения данных учитывает различия в форматах ответов, ограничениях доступа и составе доступных признаков. Слой приведения к единому представлению отделяет внутреннюю модель системы от частных моделей внешних источников. Журнал результатов необходим для воспроизводимости решений: он позволяет понять, почему запись была перенесена, отклонена или отнесена к спорным случаям. Поэтому архитектурная ценность модели состоит не в описании отдельного программного продукта, а в формировании воспроизводимого подхода к интеграции неоднородных музыкальных каталогов.

Результаты и обсуждение

Основным результатом исследования является гибридная модель сопоставления музыкальных записей, предназначенная для синхронизации плейлистов между независимыми музыкальными платформами. В отличие от подхода, основанного только на совпадении названия и исполнителя, модель использует несколько групп признаков и выделяет неопределённость в самостоятельное состояние решения. Это делает процесс сопоставления более устойчивым к неполным данным и различиям между версиями одной композиции.

Научная значимость модели заключается в адаптации общей задачи связывания записей к предметной области музыкальных плейлистов. Для этой области характерны неоднозначные версии объектов, различия в описательных данных и отсутствие универсального идентификатора во всех источниках. Современные исследования по сопоставлению записей также подчёркивают, что качество результата зависит не только от выбранной меры сходства, но и от структуры данных, правил отбора кандидатов и процедуры оценки результата [7].

Практическая применимость модели состоит в том, что она задаёт последовательность действий, которую можно использовать при проектировании информационных систем синхронизации медиакolleкций: получение признаков, нормализация, поиск кандидатов, расчёт сходства, принятие решения и фиксация спорных случаев. Отдельную значимость имеет возможность применения модели к музыкальной индустрии, где сопоставление неполных описательных данных является самостоятельной прикладной задачей [8].

Ограничение предложенного подхода связано с необходимостью эмпирической настройки весов и порогов. Без размеченного набора пар записей невозможно строго определить точность, полноту и долю ложных совпадений. Поэтому дальнейшее развитие

исследования должно быть направлено на формирование тестовой выборки, включающей разные версии одной композиции, записи без устойчивых идентификаторов и объекты с неполными описательными признаками.

Заключение

В статье рассмотрена задача сопоставления музыкальных записей при межплатформенной синхронизации пользовательских плейлистов. Показано, что прямое копирование идентификаторов не обеспечивает надёжного результата, поскольку музыкальные платформы используют разные внутренние модели данных, неодинаковые описательные признаки и собственные ограничения доступа к каталогам.

Предложена гибридная модель, объединяющая устойчивые идентификаторы, нормализованные описательные признаки, числовые характеристики и механизм обработки неопределённых случаев. Модель предусматривает три состояния решения: подтверждённое соответствие, отсутствие соответствия и спорное соответствие, требующее дополнительной проверки. Это снижает риск ошибочной синхронизации и повышает объяснимость результата.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании информационных систем синхронизации медиакolleкций и интеграционных решений для музыкальных платформ. Перспективным направлением дальнейшей работы является экспериментальная проверка модели на размеченных данных и разработка адаптивных способов настройки весов признаков.

Список литературы:

1. Fellegi, I. P. A theory for record linkage / I. P. Fellegi, A. B. Sunter // Journal of the American Statistical Association. 1969. Vol. 64. No. 328. P. 1183-1210. DOI 10.1080/01621459.1969.10501049.
2. Elmagarmid, A. K. Duplicate record detection: a survey / A. K. Elmagarmid, P. G. Ipeirotis, V. S. Verykios // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2007. Vol. 19. No. 1. P. 1-16. DOI 10.1109/TKDE.2007.250581.
3. Getoor, L. Entity resolution: theory, practice & open challenges / L. Getoor, A. Machanavajjhala // Proceedings of the VLDB Endowment. 2012. Vol. 5. No. 12. P. 2018-2019. DOI 10.14778/2367502.2367564.
4. Casey, M. Content-based music information retrieval: current directions and future challenges / M. Casey, R. C. Veltkamp, M. Goto, M. Leman, C. Rhodes, M. Slaney // Proceedings of the IEEE. 2008. Vol. 96. No. 4. P. 668-696. DOI 10.1109/JPROC.2008.916370.
5. Cano, P. A review of audio fingerprinting / P. Cano, E. Batlle, T. Kalker, J. Haitsma // Journal of VLSI Signal Processing Systems for Signal, Image and Video Technology. 2005. Vol. 41. No. 3. P. 271-284. DOI 10.1007/s11265-005-4151-3.
6. Papadakis, G. An analysis of one-to-one matching algorithms for entity resolution / G. Papadakis, V. Efthymiou, E. Thanos, O. Hassanzadeh // The VLDB Journal. 2023. Vol. 32. No. 6. P. 1369-1400. DOI 10.1007/s00778-023-00791-3.
7. Shahbazi, N. Through the fairness lens: experimental analysis and evaluation of entity matching / N. Shahbazi, N. Danevski, F. Nargesian, A. Asudeh, D. Srivastava // Proceedings of the VLDB Endowment. 2023. Vol. 16. No. 11. P. 3279-3292. DOI 10.14778/3611479.3611525.
8. Zhang, D. Cross-domain linkage for the music industry: an industrial and synthetic benchmark / D. Zhang, E. Molina, A. Galata, G. Calvo, D. Guilhot, M. Sanchez-Fibla //

Artificial Intelligence Research and Development. 2024. P. 301-310. DOI 10.3233/FAIA240452.

References:

1. Fellegi, I. P. A theory for record linkage / I. P. Fellegi, A. B. Sunter // Journal of the American Statistical Association. 1969. Vol. 64. No. 328. P. 1183-1210. DOI 10.1080/01621459.1969.10501049.
2. Elmagarmid, A. K. Duplicate record detection: a survey / A. K. Elmagarmid, P. G. Ipeirotis, V. S. Verykios // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2007. Vol. 19. No. 1. P. 1-16. DOI 10.1109/TKDE.2007.250581.
3. Getoor, L. Entity resolution: theory, practice & open challenges / L. Getoor, A. Machanavajjhala // Proceedings of the VLDB Endowment. 2012. Vol. 5. No. 12. P. 2018-2019. DOI 10.14778/2367502.2367564.
4. Casey, M. Content-based music information retrieval: current directions and future challenges / M. Casey, R. C. Veltkamp, M. Goto, M. Leman, C. Rhodes, M. Slaney // Proceedings of the IEEE. 2008. Vol. 96. No. 4. P. 668-696. DOI 10.1109/JPROC.2008.916370.
5. Cano, P. A review of audio fingerprinting / P. Cano, E. Batlle, T. Kalker, J. Haitsma // Journal of VLSI Signal Processing Systems for Signal, Image and Video Technology. 2005. Vol. 41. No. 3. P. 271-284. DOI 10.1007/s11265-005-4151-3.
6. Papadakis, G. An analysis of one-to-one matching algorithms for entity resolution / G. Papadakis, V. Efthymiou, E. Thanos, O. Hassanzadeh // The VLDB Journal. 2023. Vol. 32. No. 6. P. 1369-1400. DOI 10.1007/s00778-023-00791-3.
7. Shahbazi, N. Through the fairness lens: experimental analysis and evaluation of entity matching / N. Shahbazi, N. Danevski, F. Nargesian, A. Asudeh, D. Srivastava // Proceedings of the VLDB Endowment. 2023. Vol. 16. No. 11. P. 3279-3292. DOI 10.14778/3611479.3611525.
8. Zhang, D. Cross-domain linkage for the music industry: an industrial and synthetic benchmark / D. Zhang, E. Molina, A. Galata, G. Calvo, D. Guillhot, M. Sanchez-Fibla // Artificial Intelligence Research and Development. 2024. P. 301-310. DOI 10.3233/FAIA240452.