

РЕКОМЕНДАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ НА ОСНОВЕ НЕОТРИЦАТЕЛЬНОЙ МАТРИЧНОЙ ФАКТОРИЗАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Галуза А. В.

Серебряная Л.В. – к. т. н., доцент

Рассмотрены особенности предоставления услуг рекомендательного сервиса в условиях отсутствия данных о конечном пользователе. Предложен алгоритм формирования списка близких объектов на основе метода выделения признаков.

В настоящее время существует необходимость в реализации методов обеспечения максимизации экономической эффективности систем при сокращении расходов на поддержку неэффективных и малоэффективных активов. В частности, распространенной является задача обнаружить и устранить объект, на поддержку которого затрачиваются ресурсы, но полезная отдача от которого слишком низка. Так же, часто встречается обратная задача: необходимо определить наиболее “прибыльные” активы и усилить их эксплуатацию. Сложности возникают в случае нелинейной природы вычисления эффективности и сложных взаимных связей между такими объектами. Т.е. устранение некоторого объекта из системы может привести к изменению значения целевой функции других объектов.

В информационных технологиях примером такой области может быть предоставление некоторого ресурса в сети Интернет на коммерческой основе или свободно, но с другими методами монетизации. При этом данный ресурс является совокупностью сложно связанных элементов - некоторых активов. В рассматриваемом случае активами является набор потребляемых пользователем продуктов интеллектуального труда, доступных посредством сети WWW (видео, аудио, игровой контент, и т.д.). Владелец ресурса, предоставляющего такой контент, заинтересован в увеличении количества потребляемых пользователем продуктов, и с этой целью организует систему рекомендаций. Данная система призвана оценить характеристики элементов ресурса и предложить каждому из них ряд альтернатив. Кроме того, должна быть предложена возможность вносить корректировки в результат работы алгоритма путем задания приоритетов для отдельных характеристик элементов.

Широкое распространение получили персонализированные рекомендательные сервисы. В таких системах производится построение набора близких относительно некоторой метрики объектов с учетом личных особенностей пользователя, а так же их схожести с особенностями других пользователей этой системы. Такие алгоритмы широко распространены и активно совершенствуются. Однако специфика рассматриваемого случая не подразумевает идентификацию каждого конкретного пользователя. Таким образом, реализовать в рамках рассматриваемой ситуации систему персональных рекомендаций не представляется возможным.

Широкое распространение в задачах кластеризации получили искусственные нейронные сети. Однако, использование нейронных сетей обычно подразумевает обучение такой сети с последующим достижением некоторого стабильного состояния. В случае постоянного изменения исходных наборов данных такой подход видится недостаточно удобным.

В рассматриваемой ситуации каждый элемент множества обладает некоторым набором характеристик. Заранее невозможно сказать какие из этих характеристик имеют наибольшее значение в формировании результата целевой функции. Таким образом, необходимо выделить из общего набора атрибутов ряд признаков, позволяющих выявить важные взаимосвязи в данных и оценить значимость отдельных атрибутов элемента множества. Для этих целей будет использован один из алгоритмов выделения признаков (Feature Extraction).

Применив алгоритм неотрицательной матричной факторизации [1], изначально разработанный для уменьшения размерности, произведем вычисление оценки принадлежности элемента к некоторому кластеру с определенной вероятностью, т.е. выделим существенные признаки из данных. Поскольку алгоритм осуществляет нечеткую кластеризацию, имеется возможность оценить вероятность попадания элемента в целевой кластер.

Представив множество исследуемых объектов и их характеристик в виде неотрицательной разреженной матрицы V , итеративно вычислим аппроксимацию в виде произведения двух положительных матриц W и H меньшей размерности. Перед заполнением матрицы значения характеристик необходимо нормализовать и внести необходимые поправки в коэффициенты приоритетных характеристик. Таким образом, произведение этих матриц будет приближенно равно исходной по некоторой метрике. В качестве такой метрики целесообразно использовать расстояние Кульбака-Лейблера [2] для неотрицательных матриц, поскольку в общем случае связь между двумя объектами может не быть представлена как симметричная:

$$D(A||B) = \sum \left(A_{ij} \log \frac{A_{ij}}{B_{ij}} - A_{ij} + B_{ij} \right),$$

где A и B – множества объектов.

Данная метрика является несимметричной мерой удаленности друг от друга двух вероятностных распределений.

Декомпозировав матрицу и получив соответственно базисную модель и кодирующие коэффициенты, в рамках предметной области будет определен релевантный набор признаков для каждого исследуемого

объекта, а также получена оценка принадлежности объектов к полученному набору признаков.

Итоговый алгоритм имеет следующий вид:

1. Загружаем множество исходных данных, задаем поправочные коэффициенты приоритетных характеристик.

2. Инициализируем матрицу характеристик, производим расчеты.

3. Выполняем пост-обработку результатов декомпозиции, извлекая из полученных результатов необходимый набор данных и применяя к нему методы фильтрации и композиции.

Предложенный подход позволяет предоставить пользователю возможность воспользоваться дополнительными предлагаемыми активами с учетом интересов как самого пользователя, так и в интересах поставщика данных активов.

Список использованных источников:

1. W. Xu, X. Liu, Y. Gong. Document Clustering Based On Non-negative Matrix Factorization. In the Proceedings of SIRGIR, pp. 267–273, 2003.
2. Kullback S., Leibler R.A. On information and sufficiency // The Annals of Mathematical Statistics. 1951. V.22. № 1. P. 79-86.

СИСТЕМА PUSH-УВЕДОМЛЕНИЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Рымарчик И.С.

Иванов Н. Н. – доцент, кандидат физико-математических наук

В современных абонентских устройствах может находиться множество приложений, которым необходимо наличие постоянного соединения с веб-сервером в сети интернет, при этом передача данных по этому соединению происходит редко, а количество таких данных – мало. Получается, что затраты на поддержание самого соединения соизмеримы, а иногда и больше затрат на передачу данных. Из-за этого веб-сервер, не имея большой полезной нагрузки, потребляет все доступные ресурсы. Данная система позволит сократить данные расходы.

Применение подхода с использованием системы push-уведомлений подразумевает, что на конечном абонентском устройстве будет находиться специальный клиент, который будет держать одно соединение со специальным push-сервером системы (одно соединение на все приложения вместо политики по одному соединению на каждое приложение). Данный клиент будет запускаться при загрузке абонентского устройства и сообщать веб-серверу свои регистрационные данные. При этом при применении процедуры фабричного сброса настроек ("factory reset"), клиент будет получать новый регистрационный идентификатор. Таким образом, обнуляя значение регистрации одного клиента мы "отвязываемся" от учётных записей так же в других приложениях.

Особенно сильно использование системы push-уведомлений упростит требования к аппаратной части сторонних веб-серверов приложений, которые будут поддерживать соединение с удалёнными устройствами, используя данную систему для связи с ними. Для этого предоставляется API для сторонних веб-серверов (такое, как получить текущий статус устройства онлайн/оффлайн, а так же отправка сообщения на конечное устройство), которое они могут использовать в своих приложениях.

Использование данного подхода позволяет не только упростить разработку архитектуры и кода, поддержку и тестирование сторонних приложений, но так же позволяет использовать преимущества данной системы, такие как единая база устройств (приложения могут полагаться на уникальный идентификатор устройства в системе) и наличие примеров и готовых модулей как для клиентской части, так и для серверной части.

Использование данной системы на удалённых устройствах позволяет не держать в памяти устройства все необходимые приложения, так как клиент имеет возможность запуска приложения и передачи ему необходимых данных через стандартные потоки ввода/вывода. Таким образом, возможно создание приложения с загрузкой его в память устройства по требованию.

Использование в качестве связи клиента стороннего приложением на устройстве сокетов позволяет использовать приложения не только на самом абонентском устройстве, но также и в его сети. Данный подход может быть использован при использовании связки абонентское устройство с несколькими конечными устройствами. Приложение, использующее данный подход, может применяться в различных сферах, таких, как системы видеонаблюдения, когда несколько удалённых камер подключаются к одной базовой станции, и удалённый веб-сервер использует лишь одну базовую станцию для связи с множеством устройств, так как в данном случае управление камерами (передача данных) происходит не чаще нескольких раз в день. При этом проблема того, что стороннему веб-серверу приходится для каждого нового сообщения устанавливать новое соединение с push-сервером, решается с помощью пула соединений и использования постоянного HTTP соединения.

В проекте была разработана и внедрена система push-уведомлений на устройствах фирмы NETGEAR. Вместе с ней было разработано несколько пилотных приложений и создана копия существующего