Научная статья
Original article
УДК 007.3

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОЧЕРЕДЯМИ НА ТАКСИ В МЕСТАХ С ВЫСОКИМ СПРОСОМ

AUTOMATED TAXI QUEUE MANAGEMENT IN HIGH DEMAND AREAS

Конин П. А., студент, РГРТУ, группа 035М, Россия, г. Рязань

Konin P. A., student, RGRTU, group 035M, Russia, Ryazan

Аннотация: В этой статье определяется эффективная политика управления, которая могла бы сократить разрыв между спросом и предложением в очередях такси, обслуживающих места с высокой плотностью населения, где часто происходят скачки спроса. Цель состоит в том, чтобы максимально сократить совокупный разрыв между спросом и предложением по средствам внедрения системы очередей. Для решения проблемы, предлагаю высокоэффективную систему прогнозирования спроса на пассажиров, основанную на информации о прибытии рейса в режиме реального времени.

Annotation: This article defines an effective management policy that could reduce the gap between supply and demand in taxi queues serving places with high population density, where demand spikes often occur. The goal is to minimize the cumulative gap between supply and demand by means of implementing a queue system. To solve the problem, I propose a highly efficient passenger demand forecasting system based on real-time flight arrival information.

Ключевые слова: планирование и прогнозирование, управление, информационные системы, система очередей, API, такси.

Keywords: planning and forecasting, management, information systems, queue system, API, taxi.

Во многих крупных городах по всему миру услуги, подобные такси (как традиционные такси, так и услуги по вызову такси, такие как Uber или Yandex.Go), становятся все более и более важными для предоставления транспортных услуг «точка-точка». Это особенно актуально для мест, которые генерируют большое количество запросов в одно и то же время и относительно изолированы. Лучшими примерами таких мест являются аэропорты, железнодорожные вокзалы, стадионы и конференц-/выставочные центры. Часто можно увидеть, как сотни людей вызывают такси в одно и то же время, спрос достигает пика, и это обычно приводит к значительному времени ожидания пассажиров [1, с. 226-228].

Общий подход, принятый большинством операторов мест проведения мероприятий для решения такой проблемы, заключается в том, чтобы сообщать о потенциальных потребностях в такси (или автомобилях для перевозки пассажиров) до или во время пиков спроса.

Однако большинство реализаций такого подхода носит разовый характер (с точки зрения количества запрашиваемых автомобилей и сроков запроса) и редко координируется на горизонте планирования (когда пик спроса длится в течение длительных периодов времени). В результате редко достигается баланс между спросом на пассажиров и предложением транспортных средств для поездок. Эта повторяющаяся проблема требует новых подходов к решению, и в настоящей статье рассматривается данный вопрос и предлагаются пути решения.

Для исключения задержки подачи автомобиля предлагается автоматизированная система управления очередями на такси, которая сочетает прогнозную аналитику со стороны спроса с оптимизацией политики

со стороны предложения для выработки рекомендаций по количеству водителей, с которыми нужно связаться в разные периоды времени, в ожидании текущего и прогнозируемого уровня спроса в будущем. Хотя проблема управления очередями на такси в местах с высоким спросом носит общий характер и может быть применена ко многим различным типам мест, каждый тип места индивидуален, обусловлен структурой спроса на пассажиров, размером территории и географическим расположением.

Чтобы конкретно продемонстрировать ценность сочетания как прогнозной аналитики, так и оптимизации политики управления, было решено сосредоточиться на объекте - аэропорт. Для международных аэропортов чрезвычайно сложно поддерживать высокий уровень обслуживания пассажиров. И оптимизация работы очереди такси будет иметь важное значение для достижения этой цели.

Предлагаем высокоэффективную систему прогнозирования спроса на пассажиров, основанную на информации о прибытии рейса в режиме реального времени. Отслеживая совокупное количество прибывающих пассажиров и контролируя такие факторы, как города отправления рейса, можно сделать вывод, что простая линейная регрессионная модель может точно предсказать количество пассажиров, которые будут составлять очередь на такси [2, с.56-58].

Далее предлагаем оптимальную стратегию управления, основанную в процессе принятия решений, для моделирования решений уведомления отдельных такси, которые находятся на разном расстоянии от аэропорта. Используя данные, видим, что точная система прогнозирования спроса на пассажиров имеет решающее значение для эффективности управления очередями.

В большинстве аэропортов информация о прибывающих пассажирских рейсах заранее известна через службу информации о рейсах, которая может включать (не исчерпывающе) номер рейса, отправление, конечный пункт назначения (если текущий аэропорт является транзитным пунктом),

количество пассажиров на борту, разбивку по типам пассажиров (например, прибывающий или транзитный, взрослый или ребенок), количество багажа и предполагаемое/фактическое время прибытия к выходу. Эта информация позволяет операторам аэропортов получать точное количество пассажиров, которые будут прибывать в аэропорт из разных выходов в режиме реального времени и соответствующим образом планировать необходимые операции в аэропорту.

Однако, даже с учетом этой информации о прибытии пассажиров, предсказать количество пассажиров, которые встанут в очередь на такси в разные периоды времени, по-прежнему очень сложно по следующим причинам:

1) пассажирам доступно большое разнообразие вариантов наземного транспорта, поэтому неизвестно, сколько прибывающих пассажиров решат ехать на такси;

2) каждый рейс прибывает в разные выходы, что приводит к различному времени перемещения внутри аэропорта;

3) прибывающие пассажиры должны будут пройти таможенный досмотр, забрать багаж (если таковой имеется) и могут быть задержаны в пути по многим личным причинам.

В результате, даже для одного и того же рейса, который прибывает ежедневно примерно в одно и то же время, количество пассажиров, которые в итоге появятся в разные периоды времени после прибытия этого рейса, все равно сильно варьируется изо дня в день. Действительно нецелесообразно пытаться установить взаимосвязь между прибытием отдельного рейса и количеством пассажиров, которые в итоге встанут в очередь на такси [3, с. 66-70].

Чтобы оценить этот альтернативный способ прогнозирования притока очередей на такси, определяем временные интервалы накопления как для прибытия рейсов (наблюдаемых), так и для притока очередей на такси (прогнозируемых), следуя временной шкале, показанной на рисунке 1.



Рисунок 1. Временная шкала для анализа совокупного притока пассажиров

При первоначальном анализе отслеживаем совокупное количество пассажиров со всех рейсов, которые приземляются в течение 40-минутного временного интервала. Это временное окно должно закончиться за 10 минут до текущего времени. Прогнозируемый совокупный приток очередей на такси должен охватывать следующие 15 минут.

Корреляция между совокупным притоком очередей на такси и совокупным прибытием пассажиров на рейс проиллюстрирована на рисунке 2. При R2 = 0,852 можно увидеть, что даже без каких-либо дополнительных функций линейная корреляция является сильной. Формула линейной регрессии предполагает, что около 17% всех пассажиров прибыли в течение 40-минутного временного интервала, после задержки в 10 минут, появятся в очереди на такси в течение 15-минутного временного окна [4, с. 123-130].

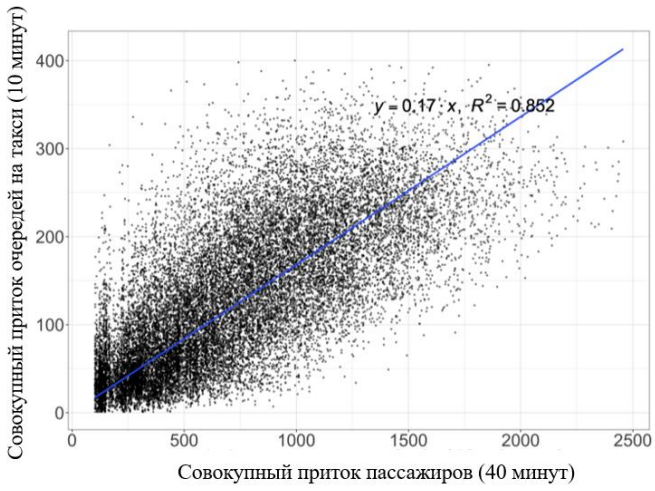

Рисунок 2. Корреляция между совокупным прибытием пассажиров и притоком очередей на такси

Таким образом, видим проблему оптимального управления очередями такси в горячих точках спроса, таких как аэропорты.

На примере аэропорта была показана важность интеграции как прогнозирования спроса, так и оптимального управления для балансирования спроса пассажиров и предложения такси в аэропорту. Предлагается просто, но эффективный способ прогнозирования спроса пассажиров, который основан на использовании совокупных прибывающих рейсов и ряда информации, связанной с полетом.

Выбранные функции настолько эффективны, что для получения точных прогнозов спроса достаточно простой линейной регрессионной модели.

Хотя крупные аэропорты по всему миру, к сожалению, сильно пострадали от пандемии COVID-19, я считаю, что моя модель будет особенно актуальна для внедрения в работу сервисы вызова такси, когда движение в крупных аэропортах постепенно восстановится [5, с.1779-1781].

Использованные источники:

1. Левченко К.И., Курбатова А.В. Цифровизация пассажирского транспорта московской агломерации / Левченко К.И., Курбатова А.В. // В сборнике: Актуальные проблемы управления - 2021. Материалы 26-й Международной научно-практической конференции. Редколлегия: М.Н. Белоусова, О.И. Ларина, А.С. Лобачева [и др.]. Москва, 2022. С. 226-228.
2. Заботина, Н. Н. Проектирование информационных систем: учебное пособие. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 331 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/2519. - ISBN 978-5-16-004509-2. - Текст: электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1840494 (дата обращения: 09.05.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Покусаев О.Н., Намиот Д.Е., Чекмарев А. Е. Об управлении трафиком в умном городе // International Journal of Open Information Technologies. 2021. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-upravlenii-trafikom-v-umnom-gorode (дата обращения: 09.05.2022).

4. Статистика: учебник для вузов / И. И. Елисеева [и др.]; ответственный редактор И. И. Елисеева. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 619 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15117-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/487458 (дата обращения: 09.05.2022).
5. Сарычева Юлия Юрьевна, Липатова Софья Евгеньевна Автоматизированное тестирование API // StudNet. 2021. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannoe-testirovanie-api (дата обращения: 09.05.2022).

Used sources:

1. Levchenko K.I., Kurbatova A.V. Digitalization of passenger transport in the Moscow agglomeration / Levchenko K.I., Kurbatova A.V. // In the collection: Actual problems of management - 2021. Proceedings of the 26th International Scientific and Practical Conference. Editorial Board: M.N. Belousova, O.I. Larina, A.S. Lobacheva [i dr.]. Moscow, 2022, pp. 226-228.
2. Zabotina, N. N. Designing information systems: a tutorial. - Moscow: INFRA-M, 2022. - 331 p. + Add. materials [Electronic resource]. — (Higher education: Bachelor's degree). — DOI 10.12737/2519. - ISBN 978-5-16-004509-2. - Text: electronic. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1840494 (date of access: 05/09/2022). – Access mode: for authorization. users.
3. Pokusaev O.N., Namiot D.E., Chekmarev A.E. On traffic management in a smart city // International Journal of Open Information Technologies. 2021. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-upravlenii-trafikom-v-umnom-gorode (Date of access: 05/09/2022).
4. Statistics: a textbook for universities / I. I. Eliseeva [et al.]; executive editor I. I. Eliseeva. - 6th ed., revised. and additional - Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. - 619 p. - (Higher education). — ISBN 978-5-534-15117-6. — Text: electronic // Educational platform Urayt [website]. — URL: https://urait.ru/bcode/487458 (date of access: 05/09/2022).

5. Sarycheva Yulia Yuryevna, Lipatova Sofya Evgenievna Automated API testing // StudNet. 2021. No. 7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannoe-testirovanie-api (date of access: 05/09/2022).

© Конин П.А. 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Конин П.А. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОЧЕРЕДЯМИ НА ТАКСИ В МЕСТАХ С ВЫСОКИМ СПРОСОМ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.