



карт или сервисов, предоставляющих API для получения актуальных данных о цене на топливо.

Заключение

Таким образом, данное мобильное приложение способно в реальном времени получать фактические данные с бортового компьютера автомобиля на мобильное устройство, обрабатывать их и при помощи интегрированного картографического сервиса с учетом цен на топливо рассчитывать стоимость поездок для данного автомобиля.

Литература

1. OBD-2 – что такое диагностический стандарт OBD-II [Электронный ресурс]. – <https://elm-scanner.ru/obd-2/history-obd-2.html> (дата обращения: 07.01.2021).
2. Методика определения расхода топлива автомобиля с использованием данных диагностического протокола OBD-II [Электронный ресурс]. – <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38849> (дата обращения: 08.01.2021).
3. OBD-II sensor diagnostics for monitoring vehicle operation and consumption [Электронный ресурс]. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719308649#b11> (дата обращения: 09.01.2021).
4. OBD-II reader – диагностика автомобиля [Электронный ресурс]. – <https://habr.com/ru/post/444726/> (дата обращения: 08.01.2021).

М.Г. Дарбинян, О.Н. Сапрыкин

СРАВНЕНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ И ЛУЧЕВОЙ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ

(Самарский университет)

Понимание мобильности населения в городской среде имеет решающее значение для многих сфер городской жизни, таких как планирование городской транспортной инфраструктуры, прогнозирование трафика и различные услуги на основе определения местоположения. Новые методы сбора данных позволяют исследователям использовать методы машинного обучения на огромном количестве данных о мобильности для анализа и прогнозирования поведения людей.

Что касается городских условий, появление больших геоданных стимулирует исследования, связанные с мобильностью, и делает значительный прогресс в этой области. Понимание механизмов, лежащих в основе моделей мобильности населения, имеет решающее значение для улучшения способности оптимизировать и прогнозировать транспортные потоки. Наиболее популярной моде-



лью оценки матрицы корреспонденций является гравитационная модель. Она широко используется для прогнозирования транспортных потоков как внутри населенных пунктов, так и между населенными пунктами [1]. Однако она обладает рядом недостатков, и в последнее время популярность набирает лучевая модель, которая быстро получила широкое распространение из-за простой формы и отсутствия оцениваемых параметров [2, 3]. В работе проведен анализ моделей на примере города Сиэтл (США).

Применительно к транспортному моделированию, гравитационная модель показывает зависимость интенсивности транспортного потока T_{ij} от всех отправок из i района m_i и всех прибытий в j района m_j , а так же от затрат на передвижения между районами i и j - c_{ij} .

$$T_{ij} = k \frac{m_i^\alpha m_j^\beta}{c_{ij}^2}, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M, \quad (1)$$

где k – постоянная величина, c_{ij} – затраты на передвижение, которые можно рассматривать как расстояние между районами i и j , или как стоимость прохождения расстояния между рассматриваемыми районами, N – общее количество районов отправления, M – общее количество районов прибытия, α и β – параметры, оцениваемые исходя из экспериментальных данных.

Модель излучения описывает схемы подвижности без какой-либо оценки параметров, зависимость отправок i и прибытий в j определяется формулой:

$$T_{ij} = T_i \frac{m_i m_j}{(m_i + s_{ij})(m_j + s_{ij})} \quad (2)$$

где T_i – транспортный поток отправок i , а s_{ij} – общая численность населения в области, описываемой окружностью радиуса r – расстояния между районами i и j . Модель излучения имеет несколько преимуществ по сравнению с моделью гравитации: четкая теоретическая основа, универсальность из-за отсутствия параметров, которые необходимо оценить, и лучший прогноз для дальних отправок. Однако модель излучения требует дополнительной информации о T_i , в отличие от модели гравитации.

Для проведения анализа моделей были взяты данные о мобильности в городе Сиэтл с сервиса Mapbox Movement. Данные представлены в виде dataset на рисунке 1: geometry – условная нумерация района, xlon и xlat – координаты центра данного района, bounds – границы района представленные в виде двух диагональных точек, activity_index_total – коэффициент интенсивности в данном районе.



	geography	xlon	xlat	bounds	activity_index_total	timestamp	geometry
0	021230030221110220	-122.18925476074219	47.629768273433115	-122.18994140625, 47.62930553023398, -122.1885...	0.034846	2020-03-01 00:00	None
1	021230021333112030	-122.36228942871094	47.56679730551614	-122.36297607421875, 47.56633400505088, -122.3...	0.026962	2020-03-01 00:00	None
2	021230021313313233	-122.34992980957031	47.651050125924776	-122.35061645507812, 47.65058757118734, -122.3...	0.081698	2020-03-01 00:00	None
3	021230021313211000	-122.39799499511719	47.66492492449192	-122.398681640625, 47.66446249265729, -122.397...	0.03168	2020-03-01 00:00	None
4	021230030200221032	-122.32933044433594	47.70652719885535	-122.33001708984375, 47.70606513569574, -122.3...	0.079986	2020-03-01 00:00	None
...

Рис.1 – данные Marbox Movement
По данным рассчитаны мощности районов m_i и m_j (Рис. 2).

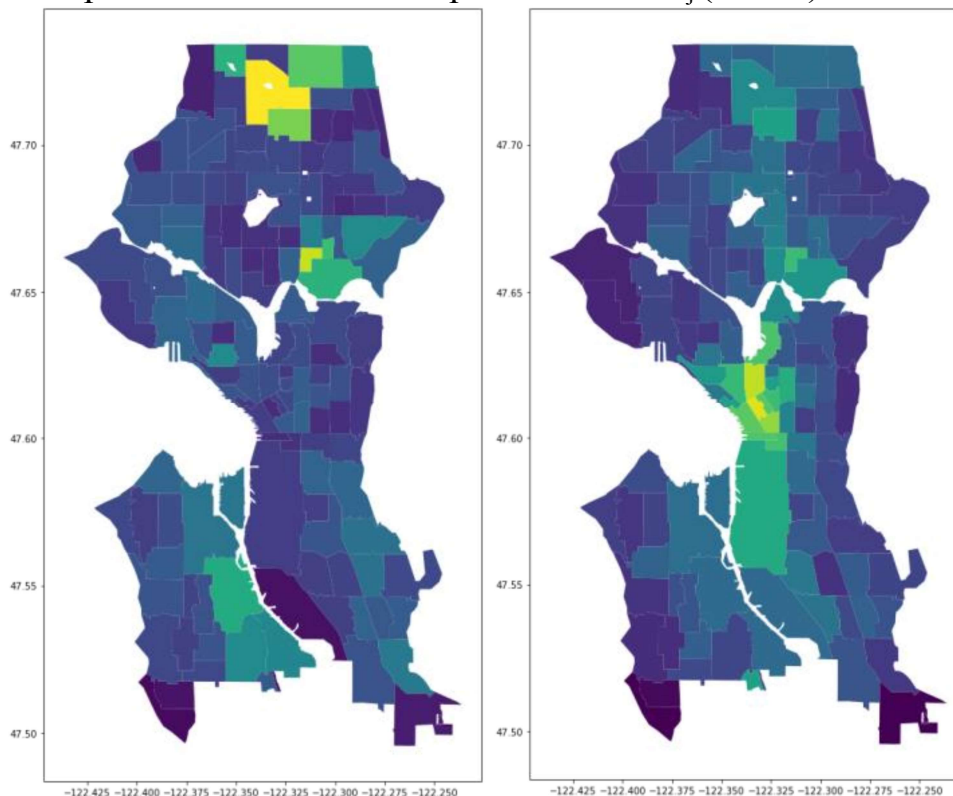


Рис.2 – Объем отправлений и прибытий на основе данных Marbox Movement

Решение поставленной задачи реализовано на языке программирования Python в Jupyter ноутбуке, который позволяет работать с моделью итеративно, пошагово внося изменения. Сравнение построенных моделей с данными детекторов на улично-дорожной сети по GEN метрике [4], показало преимущество лучевой модели перед гравитационной. Соответственно, применение лучевой модели более предпочтительно при моделировании городской мобильности.

В работе рассмотрены две модели моделирования мобильности населения: гравитационная и лучевая. Авторами получены статистические данные, на основе которых оценены матрицы корреспонденций по указанным методам, проведен их сравнительный анализ. Дальнейшие исследования связаны с калибровкой имитационной модели, построенной по матрице корреспонденций на основе лучевой модели.



Литература

1. Швецов В. И., Математическое моделирование транспортных потоков/ В. И. Швецов // Автомат. и телемех.- 2003. – Вып. 11.
2. Maria Stefanouli, Serafeim Polyzosa. Gravity vs radiation model: two approaches on commuting in Greece [Текст]/ Stefanouli Maria, Polyzosa Serafeim// 3rd CSUM 2016, 26 – 27 May 2016.
3. Chaogui Kang, Yu Liu, Diansheng Guo, Kun Qin. A Generalized Radiation Model for Human Mobility: Spatial Scale, Searching Direction and Trip Constraint [Текст] / Chaogui, Liu Yu, Guo Diansheng, Qin Kun // PLOS ONE, 2015.
4. Feldman O., The GEH Measure And Quality Of The Highway Assignment Models, European Transport Conference At: Glasgow, October 2012

В.Д. Демина, О.В. Ермилина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ И ДИНАМИКИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

(Пензенский государственный университет)

Все возрастающая интенсивность транспортных потоков в городах, делает актуальным применение математических методов, позволяющих осуществлять их автоматическое управление на основе использования методов современной теории управления. Это позволяет обоснованно давать рекомендации по управлению автомобильными потоками с целью предотвращения аварийных ситуаций и снижения вероятности возникновения транспортных заторов.

Система управления транспортными потоками является классическим примером сложной системы с присущими ей свойствами: наличием цели управления; большими размерами по числу выполняемых функций; сложным, вероятностным и динамическим поведением; необходимостью высокой автоматизации управления.

В теории и практике регулирования уличного движения сложились два направления работ, отражающих структуру дорожно-транспортной сети больших городов. Эти два направления различаются изучаемым объектом. Это может быть либо отдельный перекресток, либо система перекрестков.

Для этого по экспериментальным данным была проведена регистрация плотности транспортных потоков на двух разных перекрестках. На рис. 1 по оси абсцисс откладывается число транспортных средств, проехавших мимо наблюдателя в течении 5 секунд, по оси ординат – дискретное время с шагом дискретизации также 5 секунд.