

УДК 519.71(575.1)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Мунаввархонов Зокирхон Тохирхон угли

преподаватель, Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган

Соаталиев Диербек Баходир огли

студент, Наманганский инженерно-строительный институт, Республика
Узбекистан, г. Наманган

soataliyevdiyorbek1@gmail.com +99899-806-15-16

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7793077>

Аннотация: В статье рассматриваются подходы к моделированию транспортных потоков, между тем, разработка таких систем является одним из актуальных требований и актуальных вопросов.

Ключевые слова: безопасность, движения, системы, управления, моделирование, модель, транспорт, VISSIM

SIMULATION OF TRANSPORT STREAMS

Annotation: The article discusses approaches to modeling traffic flows, meanwhile, the development of such systems is one of the current requirements and topical issues.

Keywords: security, traffic, system, control, simulation, model, transport, VISSIM

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день организация дорожного движения в крупных городах, особенно в центральных районах города, является одной из больших и нерешенных проблем. Эту проблему можно объяснить тем, что она возникла из-за повышения уровня автомобилизации. Частично или полностью неорганизованное движение транспортных средств по дорогам не только влияет на безопасность движения, но и вызывает снижение пропускной способности уличной сети.

Изменение конструкции дорог, т.е. строительство мостов, подземных дорог для улучшения движения транспорта в городах, является долгосрочным решением, поэтому данное решение требует больших финансовых затрат времени. Решить эту проблему без затрат денег и времени можно с помощью компьютеризированной автоматической системы управления дорожным движением в городской дорожной сети.

Безопасность дорожного движения оценивается надежностью и отказоустойчивостью программного обеспечения системы управления дорожным движением. Поэтому важно использовать современные технологии связи и управления при разработке системы управления дорожным движением. Разработка таких систем является актуальной потребностью и актуальной задачей [1, 3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При проектировании любой транспортной развязки (одно- или разноуровневых пересечений городских магистралей) у проектировщика всегда возникают вопросы. Например, какой режим движения создает выбранная геометрия на проектируемом перекрестке. Он должен ответить на вопросы о том, будет ли обеспечена безопасность и удобное передвижение на будущем перекрестке. Также и в других ситуациях каждый проект реконструкции или строительства новой транспортной развязки требует утверждения в государственных программах. Кроме того, любое масштабное

строительство в городе непременно вызовет большой интерес у горожан, которые также должны быть в курсе ожидаемых изменений в улично-дорожной сети города, в котором они проживают.

Однако при появлении в улично-дорожной сети городов перекрестков разного уровня и других сложных узлов наши исследователи ставили перед собой задачу получения достоверной информации о структуре будущего автомобильного транспорта и его конкретных характеристиках. Наши отечественные ученые столкнулись с этой проблемой намного позже, чем их зарубежные коллеги. В связи с этим модели теории транспортных потоков, созданные отечественными исследователями, в данной работе не рассматриваются.

В настоящий момент зарубежные ученые сталкиваются с совершенно противоположной ситуацией. Дональд Дрю в своей книге «Теория транспортных потоков и управление» проанализировал проблему реализации задачи, стоявшей перед многими молодыми исследователями, начавшими работу в области «Теории транспортных потоков». Формулы в этом случае со временем приводят к накоплению множества типов моделей, начиная от одной формулы и заканчивая целыми массивами, которые могут быть обработаны только компьютером [1, 3].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Моделирование — это построение работающего аналога. Это построение рабочей модели, отражающей сходство или взаимосвязь признаков с реальной проблемой. Моделирование позволяет изучать сложные транспортные задачи не в реальных, а в лабораторных условиях. В общем, моделирование можно определить как динамическое представление некоторой части реального мира путем построения компьютерной модели и ее перемещения во времени.

За последние 50 лет было разработано множество математических вероятностных моделей, имитирующих транспортные потоки на микро- и макроуровнях. Некоторые из них, например, VISSIM. Другие возникли и развиваются с целью преподавания в учебных заведениях и проектных институтах.

Имитационные (имитационные) модели транспортных потоков часто делят на 4 класса по подходу к уровню моделирования детали. Первый уровень — типичные макроскопические модели, где транспортный поток представляется как поток частиц, подчиняющийся законам гидродинамики. Второй уровень, наиболее часто используемые модели, являются микроскопическими и сосредоточены на отдельных транспортных средствах и их поведении. Макроскопические модели используют меньше вычислительных ресурсов и, следовательно, позволяют моделировать большие сети дорог с результатами, часто менее точными, чем микроскопические модели [4]. Напротив, мезоскопические модели третьего порядка пытаются преодолеть разрыв между макроскопическим и микроскопическим моделированием, используя дискретные транспортные средства, управляемые путем манипулирования макроскопическими переменными. Субмикроскопические модели относятся к четвертому уровню и обеспечивают наивысший уровень детализации. Поэтому их часто используют в автомобильной промышленности для имитации движения одного транспортного средства.

Как правило, моделирование транспортных потоков во всех программах происходит на микроуровне. Ниже приведены наиболее распространенные вероятностные модели.

Кинематическая модель использует свое основное кинематическое уравнение для определения максимального значения ускорения или замедления, которое транспортное средство должно демонстрировать, чтобы избежать столкновения с другим транспортным средством перед ним. На каждом временном шаге новое значение $+1$ должно быть достаточно большим, чтобы избежать коллизии в течение выбранного интервала времени, т. е. времени до коллизии - t_s . Кроме того, расстояние Dx должно непрерывно изменяться для достижения определенного оптимального значения следующего отрезка dx . Скорость может быть в диапазоне $[0 \dots V_{max}]$ [3, 4]

$$a_{n+1} = a_n + (Dx - dx) \cdot \frac{2}{t_c^2} + dv \cdot \frac{2}{t_c}$$

Поскольку модель зависит только от двух параметров, ее калибровка требует гораздо меньше усилий. Но даже симуляции могут не достигать высокой вероятности. В силу своих ограничений кинематическая модель имеет очень небольшой вес в современном моделировании транспортных потоков и не рекомендуется для использования при определении ширины проезжей части автомобильных дорог. Он включен в учебный процесс во многих европейских вузах только в образовательных целях.

Вероятностная модель BANDO. В 1995 году Бандо и его коллеги представили модель, названную моделью оптимальной скорости [4]. Это модель плотности скорости, принадлежащая к группе детерминированных опережающих моделей, которая связывает целевую скорость транспортного средства с макроскопической плотностью движения. Бандо определил оптимальную скорость таким образом, что необходимо для каждого автомобиля соблюдать следующее соотношение:

$$a_{n+1} = \alpha(v_{opt}(dx) - v_n)$$

где a_{n+1} – ускорение для следующего интервала времени;

α - коэффициент чувствительности (обратная величина времени реакции).

v_{opt} - функция оптимальной скорости;

dx - изменить дистанцию до предыдущей машины;

v_n – текущая скорость автомобиля.

Со временем модель дорабатывается несколькими оптимальными скоростными характеристиками. Например, можно различать свободную скорость транспортного средства (неперегруженный транспортный поток) и пропускную скорость (перегруженный транспортный поток) с помощью уравнения с 4 параметрами [5].

Значения параметра мили для немецких автомагистралей были установлены в исследованиях Ноefs (1972) для различных сценариев (движение вперед без сигналов торможения или приближение к транспортному средству). Однако из-за постоянного роста транспортных средств на европейских автомагистралях эталонные параметры были перекалиброваны во время разработки пакета моделирования BABSIM, что привело к новым наборам параметров и более реалистичным результатам моделирования [6].

Модель кривой вероятности Спармана. Основываясь на работе WIEDEMANN, Спарманн разработал алгоритм смены полосы движения для двухполосного шоссе

(Sparmann, 1978). Принимая во внимание все шесть возможных дополнений к взаимодействию (т. е. впереди, сзади и с двух сторон от каждой полосы движения), можно изменить полосу с помощью параметров WIEDEMANN транспортного средства. Как только возникает необходимость смены полосы движения, проверяется, не будет ли такая смена угрожать ей или ее так называемому «боковому ряду» или нет [6, 7]. Если все транспортные средства находятся в безопасности, начнется процесс смены полосы движения, и транспортное средство окажется на соседней полосе. Одним из недостатков модели Спармана является отсутствие активного подхода. Учитываются только соседние транспортные средства, игнорируя необходимость перестроения других транспортных средств.

ОБСУЖДЕНИЕ

Тайс (1997) добавил стратегический компонент в модель вероятности перехода Спармана в мобильности. Если транспортное средство движется по определенной линии, оно должно сначала рассмотреть близлежащие транспортные средства. И наоборот, движущееся транспортное средство должно решить, следует ли ускориться или замедлиться, чтобы освободить место для транспортного средства, меняющего полосу движения, или самому изменить полосу движения, чтобы освободить место для него [6, 7].

Модель WIEDEMANN в пакете программ PTV Vision VISSIM. Имитационное моделирование. Система моделирования VISSIM состоит из двух отдельных программ, которые взаимодействуют друг с другом через интерфейс, где происходит обмен данными измерений детекторов и информацией о состоянии систем управления. Результатом моделирования является анимация трафика в реальном времени в графическом виде с последующим выводом всех видов трафика и технических параметров, таких как распределение времени в пути и времени ожидания, дифференцированных по группам пользователей [7].



Рисунок 1. Программный пакет PTV Vissim

Модель транспортного потока включает в себя модель следования впереди идущего автомобиля и модель переключения полосы движения для представления движения в полосе позади впереди идущего автомобиля. Логика управления движением моделируется с помощью внешнего программного обеспечения для управления системами освещения. Программа логического управления запрашивает параметры датчиков в период от 1 секунды до 1/10 секунды (в зависимости от установки и типа светофора). По полученным значениям и временным интервалам программа определяет состояние всех систем управления для следующего этапа моделирования и включает их в моделирование транспортного потока.

Для точности системы имитационного моделирования важно качество модели транспортного потока, то есть способ расчета движения транспортных средств в сети. В отличие от традиционных моделей, основанных на постоянной скорости и постоянном поведении движущихся впереди транспортных средств, PTV Vision® VISSIM использует психофизиологическую модель восприятия Вайдеманна [7, 8]. Основная идея модели заключается в том, что водитель транспортного средства, движущегося с большой скоростью, начинает торможение при достижении порога индивидуального восприятия расстояния до впереди идущего транспортного средства, когда начинается дистанция до впереди идущего транспортного средства. Не имея возможности точно оценить скорость впереди идущего автомобиля, после достижения порога восприятия его скорость падает ниже скорости впереди идущего автомобиля до тех пор, пока он не начинает воспринимать то, что появилось между ним и им самим. Расстояние до впереди идущего автомобиля слишком большое. Это приводит к постоянным небольшим ускорениям и торможениям [9, 11]. Функции распределения скорости и расстояния имитируют различные действия водителя.

Этот тип имитационной модели относится к семейству автомобилей:

- Газис-Херманн-Ротери (GHR).
- CollisionAvoidancemodel (CA) – модели Каметани и Сасаки, Гипса, Лейцбаха, Крауса.
- Психофизическая модель или модель точки действия (AP) — модель Видемана.
- Линейная модель - модели Хелли, Ханкена и Роквелла, Бернема и Сео, Арона Сина.
- Модель на основе нечеткой логики 28.06.2010 - модели Рекерсбринга, Хенна, Макдональда и Ву.

Модели семейства автомобилей основаны на характеристиках отдельного автомобиля. Модель PSM Weidemann учитывает ряд факторов, учитываемых при моделировании трафика на микроуровне. Модель Вайдеманна представляет собой золотую середину между характеристиками водителя, самого транспортного средства и клеточных автоматов и других классов моделей, следующих за автомобилем.

После многих эмпирических исследований, проведенных Технологическим университетом Карлсруэ, эта модель следования за впереди идущим транспортным средством стала эталонной [11]. Последние замеры показывают, что стиль вождения и технические возможности автомобилей, изменившиеся за последние годы, правильно отражены в этой модели. На многополосных участках водитель в модели VISSIM учитывает не только транспортные средства впереди, но и транспортные средства в обеих соседних полосах. Помимо водителя, особое внимание уделяется светофору за 100 м до стоп-линии.

ВЫВОДЫ

В VISSIM единицы, называемые транспортными средствами-водителями, перемещаются по сети. Каждый водитель связан с конкретным транспортным средством с определенными параметрами поведения. При этом стиль вождения соответствует техническим возможностям автомобиля. Имитационное моделирование на данном этапе является мощным инструментом для оценки и анализа поведения транспортных и пешеходных потоков. Кроме того, программа уровня PTV Vision® VISSIM позволяет значительно упростить работу проектировщика и создает надежную платформу для проектирования автомобильного транспорта и любых градостроительных объектов.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Дрю А. Теория транспортных потоков и управление ими. //Транспорт, 1972.
2. Исроилов И.Е, Тешаев Ш.А., Юлдошев У. Транспорт оқимини самарали ташкил этиш // «Ахборот коммуникация технологиялари ва дастурий таъминот яратишда инновацион ғоялар» республика илмий-техник конференцияси, 17-18 май, 2021 йил, Самарқанд, II-ТОМ. – Б. 318-319 .
3. Метсон Т. Организация движения. Научно-техническое издательство министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР. – Москва, 1960. – 462 с.
4. A microscopic traffic simulator for evaluation of dynamic traffic management systems / Q. Yang and H. N. Koutsopoulos // Transportation Research Part C, 4(3). 1996. pp. 113–129
5. Bando, M., Hasebe, H., Nakayama A., Shibata, A. and Sugiyama, Y. (1995) “Dynamical Model of Traffic Congestion and Numerical Simulation“. Physical Review E 51.
6. Sparmann, U. //“Spurwechselforgänge auf zweispurigen BABRichtungsfahrbahnen“. Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 1978. 263.
7. Wiedemann, R. //“Simulation des Straßenverkehrsflusses“. PhD-thesis. University of Karlsruhe. 1974 y. Germany.
8. Brilon, W. and Hartmann, D. “Fortentwicklung und Bereitstellung eines bundeseinheitlichen Simulationsmodells für Bundesautobahnen“. Research project FE01/157/2001/IRB for the Bundesanstalt für Straßenwesen (Federal Highway Research Institute, Germany), in cooperation with the Ruhr- University Bochum. Germany 2004.
9. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW).// “Neubau von Bundesautobahnen“, Sept. 2004, <http://www.bmwbw.de/Neubau-von-Autobahnen-377.htm>.
10. Holida Primova, Qodir Gaybulov, Ismoil Isroilov Selection of building material using the decision-making system //International conference on information science and communications technologies: applications, trends and opportunities November 3-5, 2021 <http://www.icisct2021.org/>
11. Gazis, D.C., Herman, R. and Rothery, R.W. //“Non-linear Follow-theLeader Models of Traffic Flow“. Operations Research 9, No.4 , 1961 .
12. Hoefs, D.H.// “Untersuchung des Fahrverhaltens in Fahrzeugkolonnen“. Straßenbau und Straßenverkehrstechnik