
ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2015, No 3, pp. 117-124.

DOI: 10.12731/2306-1561-2015-3-11



Detectors of Locating Traffic Flows in Adaptive Control Tasks Traffic Lights

Maxim Dmitrievich Bachmanov

Russian Federation, Undergraduate Student, Department «Traffic Control and Traffic Safety».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt,
64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

bachmanoff.maxim@yandex.ru

Maxim Viktorovich Gavriilyuk

Russian Federation, Assistant, Department «Traffic Control and Traffic Safety».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt,
64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

poligonmadi@gmail.com

Abstract. This article discusses the principles of the use of means of transport monitoring on the world stage, their use for the implementation of adaptive management at traffic lights, and further implementation of adaptive management in simulation tools.

Keywords: traffic detectors, adaptive control, simulation.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2015. – № 3. – С. 117-124.

DOI: 10.12731/2306-1561-2015-3-11



УДК 651.9

Лоцирование детекторов транспортного потока в задачах адаптивного управления светофорными объектами

Бачманов Максим Дмитриевич

Российская Федерация, студент кафедры «Организация и безопасность движения».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

bachmanoff.maxim@yandex.ru

Гаврилюк Максим Викторович

Российская Федерация, ассистент кафедры «Организация и безопасность движения».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

poligonmadi@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается мировой опыт применения систем мониторинга транспортного потока, их применение для реализации адаптивного управления светофорными объектами, а также возможности применения систем имитационного моделирования для повышения эффективности работы систем адаптивного управления светофорными объектами.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, детекторы транспорта, адаптивное управление, имитационное моделирование.

1. Введение

Быстрый рост автомобилизации ведет к тому, что улично-дорожная сеть становится неспособной обеспечивать необходимую пропускную способность, что приводит к образованию заторов. Классические методы организации дорожного движения не способны обеспечивать достаточную эффективность работы транспортного комплекса. Управление светофорными объектами с применением

фиксированных циклов уже неспособно обеспечивать своевременный проезд транспортных средств с учетом неравномерности транспортной нагрузки в течение дня.

Одним из вариантов решения данной проблемы может стать внедрение на светофорных объектах адаптивного управления, которое обеспечит гибкое управление транспортными потоками на перекрестке в зависимости от текущей транспортной нагрузки [1 ... 9].

2. Задачи детектирования транспортного потока, применение детекторов транспортного потока

В мировой практике детектирование (мониторинг) транспортного потока широко применяется в мире для поддержания работы различных подсистем управления и информирования транспортного потока (ТП). На основе опыта применения детекторов транспортного потока (ДТ) в экономически развитых странах, таких как США, Франция, Германия, Великобритания, Япония и др., были выделены следующие задачи применения ДТ:

- проектирование автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД)
- обеспечение работы АСУДД.

АСУДД представляет собой комплекс технических, программных и организационных мер, обеспечивающих сбор и обработку информации о параметрах транспортного потока.

Системы детектирования являются источником исходных данных необходимых для оптимизации управления транспортными потоками, в том числе с использованием подсистем ИТС. Основными задачами ДТ являются постоянное детектирование дорожной сети, сбор данных о транспортной ситуации и дальнейшая передача данных на другие подсистемы. В рамках данной статьи задача применения ДТ для обеспечения работы АСУДД будет рассматриваться в рамках реализации адаптивного управления светофорными объектами, а также для контроля выезда на автомагистрали.

В рамках обеспечения адаптивного управления светофорными объектами ДТ осуществляют сбор данных о подходящих к перекрестку ТП, интенсивности ТП по всем направлениям и длине очереди.

При выборе места расположения участков детектирования необходимо учитывать не только задачи, реализуемые за счет детектирования, но и вид данных, необходимый для реализации поставленных задач.

Данные собираемые системой детектирования можно разделить на следующие группы:

- данные об интенсивности транспортного потока;
- данные о средней скорости транспортного потока;
- данные о составе транспортного потока;
- данные о длине очереди транспортных средств на подъезде к перекрестку;
- данные о плотности транспортного потока.

Данные об интенсивности и плотности используются для определения загруженности УДС, в случае образования заторов участникам дорожного движения может быть предложен альтернативный маршрут движения. Так же по данным об интенсивности, плотности и длине очереди строится схема адаптивного управления движением. Данные о средней скорости необходимы для расчета среднего времени проезда участниками дорожного движения по предлагаемому маршруту, а также могут служить для идентификации факта нештатного события. Данные о составе транспортного потока могут применяться для отслеживания общей ситуации на дороге, процентного статистического распределения потока, а так же для выдачи активного приоритета городскому пассажирскому транспорту и формирования оптимальных сценариев управления транспортным комплексом по отношению к крупногабаритным ТС.

3. Реализация адаптивного управления на светофорном объекте

3.1. Концепция работы системы адаптивного управления

Принцип реализации адаптивного управления на улично-дорожной сети заключается в введении гибкого управления транспортным потоком на регулируемых пересечениях. Под гибкостью подразумевается возможность автоматической смены фаз светофора, в зависимости от изменения интенсивности ТП по всем направлениям в течение суток, а так же колебания интенсивности в один и тот же период времени. Расчет длительности фаз осуществляется за счет постоянного считывания информации о прибывающем к перекрестку ТП. На основе полученной информации происходит переработка существующего алгоритма на новый, соответствующий текущей транспортной ситуации.

Получение информации о пребывающем к перекрестку транспортном потоке осуществляется за счет детекторов транспорта, устанавливаемых на подъезде к перекрестку по всем или отдельным направлениям (в зависимости от типа адаптивного управления), а также, в отдельных случаях, после перекрестка (или сразу после стоп-линии).

При реализации работы данной подсистемы используют 3 типа детекторов, изображенных на рисунке 1.

Детектор выпуска служит для идентификации транспортного средства, покидающего светофорный объект. Этот ДТ может также использоваться для идентификации нарушения проезда на красный сигнал светофора и очередей трафика. Детектор присутствия служит для идентификации транспортного средства, ожидающий очереди проезда. Детектор очереди предназначен для идентификации длины очереди.

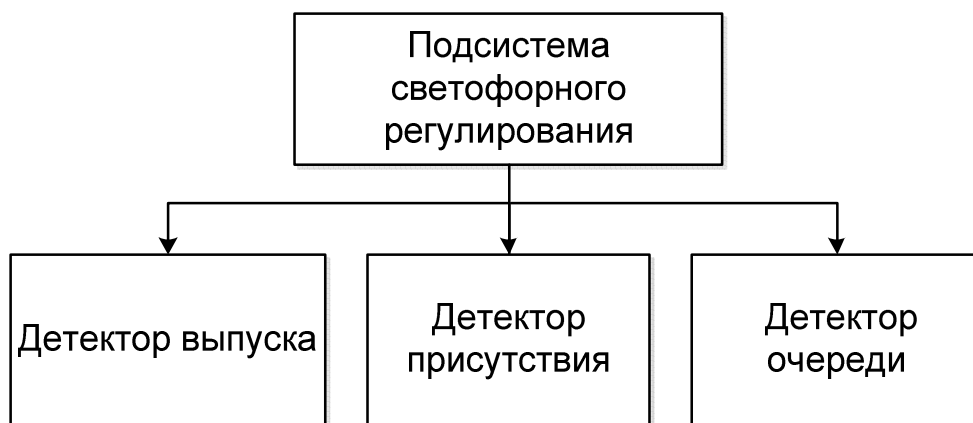


Рисунок 1 – Типы детекторов, используемые в подсистеме светофорного регулирования

Так же в зоне детектора присутствия и детектора очереди можно использовать детектор наполнения, который определяет, не только наличие очереди на перекресте, но и ведет подсчет количества ТС на участке дорожной сети.

Адаптивные схемы управления трафиком подразделяются на полностью активные и полуактивные.

В полностью активной схеме управления все фазы активизированы, что требует наличия детекторов на всех направлениях движения.

В полуактивной схеме главными направлениями считаются такие, которые активны при отсутствии конфликтующего запроса со второстепенного направления. То есть ДТ необходимы только на подъездах со всех второстепенных направлений.

Расчет светофорного цикла происходит за счет изменения зазора детектора, изображенного на рисунке 2.

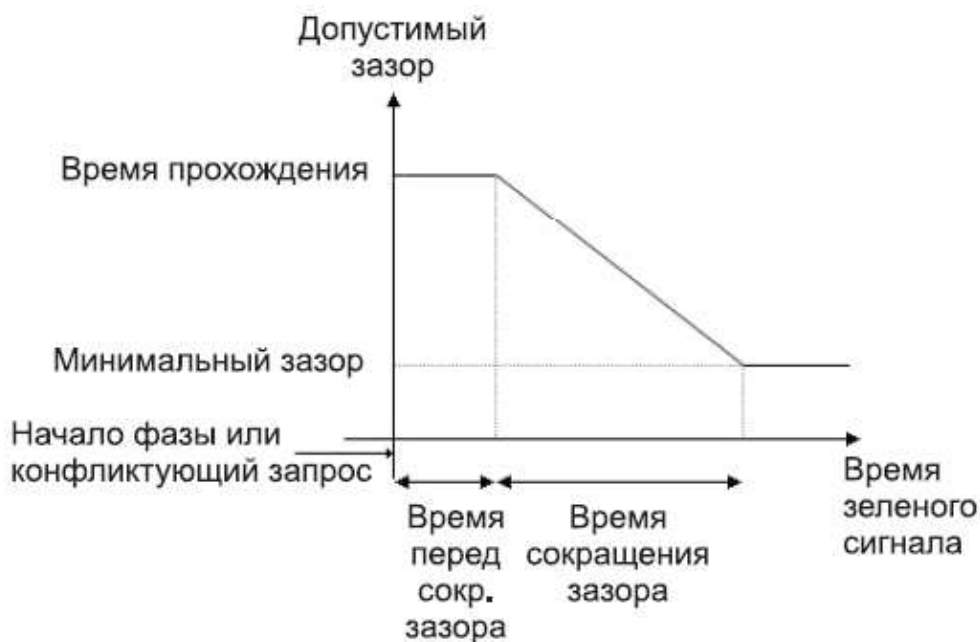


Рисунок 2 – Изменение зазора детектора

Допустимый зазор – разрешенная разность во времени между последовательными моментами активации детектора. Если исходное время зеленого сигнала, заданного на основе расчетов, истекло, а интервалы между последовательными активациями меньше допустимого зазора, то активная фаза удлиняется на количество секунд, равное величине Допустимого зазора. Если интервалы между моментами активации больше Допустимого зазора, активная фаза завершается досрочным прерыванием сигнала.

Время прохождения – время, затрачиваемое автомобилем на прохождение расстояния от стоп-линии до конца перекрестка.

Минимальный зазор – значение, до которого может быть уменьшен допустимый зазор с помощью функции сокращения зазора.

Сокращение зазора – процесс уменьшения Допустимого зазора от значения Максимального зазора (Времени прохождения) до Минимального зазора. Процесс выполняется по истечении указанного промежутка Времени перед сокращением зазора, который (промежуток) простирается от начала текущей фазы зеленого или от момента запроса на обслуживание со стороны конфликтующего направления движения (в зависимости от того, какое из событий произойдет раньше).

В дальнейшем на основании полученной информации создается контур управления. Контур состоит из двух или более конфликтующих фаз, следующих во времени в определенном порядке. В каждом контуре создается необходимое количество фаз переключения с необходимыми параметрами, полученными в ходе детектирования транспортного потока.

С помощью этих параметров в имитационной среде создается адаптивная схема управления светофорным объектом на перекрестке, которая, в дальнейшем, может быть напрямую внедрена в реальный светофорный объект.

3.2. Этапы проектирования имитационной модели

Среди основных задач детектирования особого внимания требует получение исходных данных для задач управления движением с использованием АСУДД, а так же сбор данных для задач мониторинга эффективности работы АСУДД.

Проектирование АСУДД включает в себя мониторинг уровня загрузки участка проектирования АСУДД и создание имитационной модели участка проектирования АСУДД.

Создание имитационной модели участка проектирования АСУДД включает в себя построение имитационной модели и обеспечение достоверности имитационной модели.

Под построением имитационной модели подразумевается создание некой виртуальной среды, воссоздающей условия, идентичные реальной среде. Применение имитационных моделей дает множество преимуществ по сравнению с выполнением экспериментов над реальной системой, в их числе в разы меньшая стоимость, экономия времени и ресурсов, наглядность, безопасность и т.д.

Обеспечение достоверности имитационной модели является мерой приближенности виртуальной модели к реальной. Модели могут быть идентичными, но показатели виртуальной среды будут радикально не соответствовать реальной.

Поэтому достоверность имитационной среды определяется достоверностью данных, получаемых на выходе. Обеспечение достоверности имитационной среды происходит за счет специальных детекторов обеспечения достоверности, размещаемых в виртуальной и реальной среде. Анализе данных с виртуального и реального детектора, на основе взятого критерия (скорость, интенсивность, задержка и т.д.) позволяет произвести сравнение систем и внести необходимые изменения, для обеспечения достоверности.

Основной целью программы имитационного моделирования является воссоздание в искусственной среде условий, идентичных условиям реальной среды, для дальнейшего варьирования параметров данной системы и проведения экспериментов, направленных на оптимизацию определенных параметров. В программах имитационного моделирования надлежит соблюдать те же нормы и правила, касающиеся размещения детекторов, что и на реальной улично-дорожной сети. Конечно у разных программ имитационного моделирования разные принципы и требования по размещению детекторов транспортного потока внутри виртуальной среды, но основы у них одинаковые.

Детектирование транспортного потока в имитационной модели реализуется различными способами, в зависимости от поставленных задач и детектируемого участка сети (в случае снятия параметров со всего участка УДС приемлемо пользоваться данными с центроидов). В рамках реализации адаптивного управления на перекрестке ДТ являются ключевым элементом, снимающим параметры с ТП, подступающим к перекрестку.

Создание имитационной модели происходит в два этапа. На первом этапе создается имитационная модель с целью определения наиболее оптимального варианта расстановки ДТ. Данный процесс направлен на создание достоверной, отвечающей заданным требованиям модели. На этом этапе проводится анализ УДС, расчет параметров транспортного потока и последующее поступление этой информации на контроллер. После определения параметров лоцирования ДТ наступает второй этап.

Во втором этапе происходит проверка достоверности построенной модели. Достигается она, как было сказано ранее, за счет установки детекторов обеспечения достоверности модели, проверяющих правильность данных, производящих сравнение показателей, заданных в модели, с реальными данными на дороге. При этом в модели производится варьирование установок детекторов, целью которого является выявление самого оптимального места установки ДТ, чтобы добиться максимальной точности данных на выходе. Данный процесс оптимизации основывается на различных методиках установки ДИТ. Например, в Германии на скоростных автомагистралях детекторы расположены на одинаковом расстоянии друг от друга («линейные детекторы»). Шаг детекторов (расстояние между детекторами) составляет от 300 до 1000 метров, и они предназначены для «линейного управления» транспортным потоком и для выявления местоположения дорожно-транспортного происшествий. Под линейным управлением понимается выработка и реализация сценариев управления магистралью без координации с сценариями управления других автомагистралей.

4. Заключение

На сегодняшний день мониторинг транспортного потока является одной из самых приоритетных задач на улично-дорожной сети. С детекторов транспорта поступает вся информация, на основе которой происходит дальнейший анализ ситуации на дороге и принятие мер по решению существующих проблем, а также определения оптимальных сценариев управления транспортным комплексом.

Без ДТ не представляется возможным и применение адаптивного управления на перекрестках. Актуальность адаптивного управления определена тенденциями нашего времени, ростом автомобилизации и устареванием улично-дорожной сети крупных городов.

Из статьи видно, что на сегодняшний день это необходимая мера, которую более чем реально воплотить в жизнь, сначала реализовав в имитационной среде, а позже, в случае очевидных улучшений, и на реальной дороге с настоящим транспортным потоком. Таким образом, необходимо не только внедрять детекторы транспорта и адаптивное управление на дороги общего пользования, но и развивать эти направления в дальнейшем.

Список информационных источников

- [1] Воробьев А.И. Концепция интеграции подсистем директивного и косвенного управления транспортными потоками/ А.И. Воробьев, А.В. Шадрин, Г.В. Власенко // В мире научных открытий. 2012. № 12 (36). С. 149–156.
- [2] Пржибыл П. Комплексность транспортных телематических систем / П. Пржибыл, Т.В. Воробьева// Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2011. – № 3. – С. 70-74.
- [3] TRAFFIC CONTROL SYSTEMS HANDBOOK / Publication No. FHWA-HOP-06-006.
- [4] Жанказиев С.В. Динамическое предоставление приоритета проезда для средств общественного транспорта / С.В. Жанказиев, П. Пржибыл, А.В. Шадрин // Автотранспортное предприятие. – 2011. – № 7. – С. 24-27.
- [5] Тур А.А. Математические подходы к обоснованию проектов информирования участников дорожного движения в интеллектуальных транспортных системах // Вестник МАДИ. – 2012. – № 1(28). – С. 109-113.
- [6] Воробьев А.И. Методика определения мест установки системы фото- и видеофиксации и дополнительных элементов инфраструктуры / А.И. Воробьев, М.В. Гаврилюк // Вестник МАДИ. – 2013. – №2(33). – С.82-87.
- [7] Жанказиев С.В. Интеллектуальные дороги – современный взгляд / С.В. Жанказиев, А.А. Тур, Р.Ф. Халилев // Наука и техника в дорожной отрасли. 2010. № 2. С. 1-7.
- [8] Воробьев А.И. Современные методы светофорного регулирования // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2014. № 2(2). С. 3-6.
- [9] Соломатин А.В. Об одном подходе к решению задачи регулирования дорожного движения: автоматизация системы управления светофорами / А.В. Остроух, А.В. Соломатин, О.О. Варламов // Автотранспортное предприятие. – 2011. – №6. – С. 43-45.