

слова используют предыдущий. Одним из них является метод ломки ребер. Данный алгоритм показал хорошие результаты, и наряду с точностью, обладает также достаточно низкой трудоемкостью. Является простым для понимания и обеспечивает генерацию графов с любым заданным количеством вершин.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Gunnar Brinkmann: Fast Generation of Cubic Graphs. Journal of Graph Theory Vol. 23, No. 2 (1996), 139-149.
2. J.H. Kim, N.C. Wormald. Random matchings which induce Hamilton cycles, and Hamiltonian decompositions of random regular graphs. J. Combin. Theory Ser. B 81 (2001), p. 20-44.

3. M. Meringer. Erzeugung regulärer Graphen. Diplom arbeit bei Prof. Dr. Laue Lehrstuhl für Mathematik der Universität Bayreuth. Bayreuth, Januar, 1996.
4. Шуть В.Н., Свирицкий В.М., Муравьев Г.Л., Анфилец С.В. Генерация регулярных связных графов. Вестник БГТУ.– 2006. – № 5 (41).- С. 42-47.
5. Шуть В.Н., Иванюк Д.С., Свирицкий В.М., Теленкевич Р.С. Эвристические алгоритмы определения изоморфизма графов. Вестник БГТУ.– 2006. – № 5 (41).- С. 53-55.
6. Мелихов А.Н., Карелин В.П. Методы распознавания изоморфизма и изоморфного вложения четких и нечетких графов. - М.: Мир, 1995.

Материал поступил в редакцию 13.10.2008

SHUT V.N., VOJSENOVICH O.Y. Algorithms of level-by-level generation regular graph

In the work the problem of regular graphs generation is considered. One of methods of direct generation is a method of cyclic exhaustion, and one of methods of level-by-level generation is an algorithm of breaking edge. They are described in detail. The comparative analysis of direct algorithms is brought.

УДК 656.13.05

Шуть В.Н., Партин В.С., Анфилец С.В., Касьяник В.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТОМ ПЕРЕД СВЕТОФОРОМ В УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

Введение. Бурный процесс автомобилизации с каждым годом охватывает всё большее число стран, постоянно увеличивается автомобильный парк, количество вовлекаемых в сферу дорожного движения людей. Рост автомобильного парка и объем перевозок ведёт к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств. Переменный режим движения, частые остановки и скопления автомобилей на перекрёстках являются причинами повышенного загрязнения воздушного бассейна города продуктами неполного сгорания топлива. Городское население постоянно подвержено воздействию транспортного шума и отработанных газов [1-3].

Организационные мероприятия способствуют упорядочению движения на уже существующей (сложившейся) улично-дорожной сети. К числу таких мероприятий относится организация одностороннего движения, кругового движения на перекрёстках, организация пешеходных переходов и пешеходных зон, автомобильных стоянок, остановок общественного транспорта и др.

В то время как организация мероприятий архитектурно-планировочного характера требует, помимо значительных капиталовложений, довольно большого периода времени, организационные мероприятия способны привести хотя и к временному, но сравнительно быстрому эффекту, в ряде случаев организационные мероприятия выступают в роли единственного средства для решения транспортной проблемы.

Речь идёт об организации движения в исторически сложившихся кварталах старых городов, которые часто являются памятниками архитектуры и не подлежат реконструкции. Кроме того, развитие улично-дорожной сети нередко связано с ликвидацией зеленых насаждений, что не всегда является целесообразным [4].

За последние годы за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию автоматизированных систем с применением управляющих

ЭВМ, средств автоматизации, телемеханики, диспетчерской связи и телевидения для управления движением в масштабах крупного района или целого города [5,6]. Опыт эксплуатации таких систем убедительно свидетельствуют об их эффективности в решении транспортной проблемы.

1. Постановка задачи. В последние годы за рубежом находят широкое распространение адаптивные системы управления автотранспортом. На Западе разрабатываются системы управления четвертого поколения, учитывающие дорожную обстановку, интенсивность транспортных потоков, скорость автомобилей, фазы дорожного движения.

Фирма "Tune & Wear" (Великобритания) представила "умный" светофор, включающий мини-камеры, которые оценивают дорожную обстановку и устанавливают периодичность переключения цветов. Устройство идеально подходит для борьбы с дорожными пробками.

В Институте информации и системного анализа г.Мануа (Италия) создан светофор, оснащенный системой анализа загруженности дорог, который очень точно приспосабливается к различным ситуациям в городском дорожном движении, кроме того, он не нуждается в централизованном компьютерном управлении, поэтому обходится гораздо дешевле. Светофор сам меняет фазы зелёного и красного света в зависимости от плотности движения на перекрёстке.

Главное полицейское управление Японии (NPA) сообщило о создании нового типа светофора, который самостоятельно "разруливает" заторы. С помощью специальных датчиков фиксируется интенсивность движения на перекрёстке, и в случае возникновения «пробки» светофор автоматически выбирает наиболее подходящий для её рассасывания режим смены красного света на зелёный. Экспериментальная система подтвердила эффективность данного метода.

Власти Чикаго (США) предложили решение проблемы бесконечных пробок, которая в городе стоит крайне остро. На 2900 городских перекрёстках будут установлены камеры и датчики новой системы регулирования дорожного движения, связанные с «умными» светофорами. Свет автоматически будет переключаться в соответствии с ситуацией на перекрёстке.

Партин Владимир Степанович, заместитель директора по новой технике Брестского радиотехнического завода.

Анфилец Сергей Викторович, аспирант кафедры интеллектуальных информационных технологий Брестского государственного технического университета.

Касьяник Валерий Викторович – студент 5-го курса ФЭИС Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

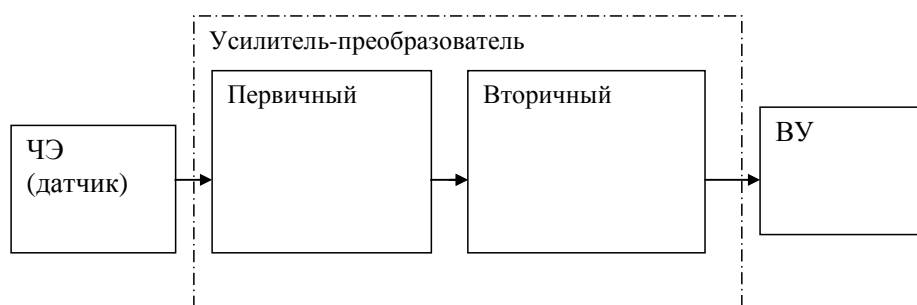


Рис. 1. Общая структурная схема детекторов транспорта

В настоящее время в РБ система адаптивного управления авто-транспортном не производится. Производится «жесткое регулирование», при котором светофор работает автономно по заложенным в нём режимам переключения цветов. Переход на адаптивное управление позволит сократить количество дорожных пробок, количество вредных выбросов в атмосферу, а также снизить потребление топлива.

Целью предлагаемой работы является проектирование и освоение серийного производства адаптивной системы управления авто-транспортном на регулируемом перекрёстке.

Зарубежным аналогом данной системы является система фирмы «Tune & Wear» (Великобритания).

По количеству контролируемых параметров предлагаемая к разработке система не уступает зарубежному аналогу. Кроме того, известные зарубежные системы должны быть адаптированы к существующим условиям эксплуатации и значительно менее доступны по стоимостным характеристикам.

Использование автоматизированных систем адаптивного управления автотранспортом на регулируемом перекрёстке позволит решить следующие задачи:

- сократить время нахождения АТС перед светофором;
- сократить количество дорожных пробок;
- снизить потребление топлива;
- снизить количество вредных выбросов в атмосферу;
- сохранить моторесурс автомобиля.

2. Описание объекта. Существующее сегодня жесткое программное регулирование на перекрёстках города не способно учитывать кратковременные случайные колебания в числе автомобилей, подходящих к перекрёстку. При медленном изменении интенсивностей движения оптимальные длительности цикла и фаз, рассчитанные для условий пикового периода, для остального времени суток оказываются неоптимальными, как правило, слишком большими, приводящими к неоправданному задержкам транспорта. В таких случаях необходимо внедрение программ координации, ориентированное на выделение пиковых периодов. И всё же такая система координированного управления не сможет учитывать случайный характер колебаний в числе автомобилей, подходящих к перекрёстку за одинаковые периоды времени [7, 8].

Задача улучшения автоматического управления движением на перекрёстке состоит в создании технических средств и алгоритмов управления, которые обеспечили бы адаптацию режимов регулирования к изменению условий движения.

Адаптивное управление на отдельном перекрёстке состоит в постоянном нахождении оптимальных для данных средних значений интенсивностей движения длительностей цикла и фаз регулирования, а также в корректировке этих длительностей в соответствии с мгновенными колебаниями в количестве автомобилей, подходящих к перекрёстку. Для этого необходима реализация звена обратной связи между параметрами транспортного потока и управляющими воздействиями системы. Параметры транспортного потока (интенсивность, скорость, плотность, длина очереди у перекрёстка, наличие транспортных средств с правом приоритетного пропуска и т. д.) фиксируются с помощью детекторов транспорта (ДТ). Полученная ин-

формация о состоянии транспортного потока обрабатывается, и, полученные результаты используются для управления, а также могут служить основой для вычисления таких характеристик потока, которые нельзя получить непосредственным измерением.

Детекторы транспорта предназначены для обнаружения транспортных средств и определения параметров транспортных потоков. Эти данные необходимы для реализации алгоритмов гибкого регулирования, расчета или автоматического выбора программы управления дорожным движением, транспортного планирования.

Любой детектор включает в себя три основных элемента: чувствительный элемент (ЧЭ) или блок обнаружения и ввода сигнала, блок усиления-преобразования, выходное устройство (ВУ) (рис. 1).

Чувствительный элемент непосредственно воспринимает факт прохождения или присутствия транспортного средства в контролируемой детектором зоне в виде изменения какой-либо физической характеристики и вырабатывает первичный сигнал.

Усилитель-преобразователь усиливает, обрабатывает и преобразовывает первичные сигналы к виду, удобному для регистрации измеряемого параметра транспортного потока и обработки данного события. Он может состоять из двух узлов: первичного и вторичного преобразователей. Первичный преобразователь усиливает и преобразует первичный сигнал к виду удобному для дальнейшей обработки. Вторичный преобразователь обрабатывает сигналы для определения измеряемых параметров потока, представления их в той или иной физической форме. Вторичный преобразователь выполняется на базе микропроцессорных элементов. Часто в детекторах вторичный преобразователь тесно связан или совмещён с первичным в едином функциональном узле.

Выходное устройство предназначено для хранения и передачи по специально выделенным каналам связи в управляющий пункт или контроллер сформированной детектором транспорта информации.

Таким образом, система разбивается на две подсистемы в пространственной реализации. Необходим блок ДТ с ЧЭ, установленный непосредственно в точке регистрации проходящих транспортных средств, и блок ДТ, взаимодействующий с дорожным контроллером и управляющий работой удалённых блоков с чувствительными элементами (датчиками). Для реализации канала связи между этими блоками используется приемо-передатчик марки RXQ1, работающий на частоте 433 МГц. Зона действия такого приемо-передатчика 100-200 метров, что достаточно в пределах одного светофорного объекта.

В первичном блоке усилителя-преобразователя сигнал с датчика преобразовывается к бинарному виду, пригодному для считывания и обработки его в микроконтроллере, реализующем вторичный этап преобразования. На вторичном этапе формируется сообщение, на основе информации полученной из первичного блока, и передаётся в ВУ. Структурная схема данного блока ДТ с чувствительным элементом приведена на рис. 2.

Сигнал с блока анализа фазы поступает в блок CPU ДТ, взаимодействующего с дорожным контроллером, в соответствии с этим сигналом блок CPU формирует запрос к удалённому блоку ДТ, которому соответствует текущая фаза. Данный запрос посредством приемопередатчика передается в эфир. ДТ с чувствительным элементом, которому адресован данный запрос, передает информацию с датчика. Сигнал поступает на приемопередатчик центрального

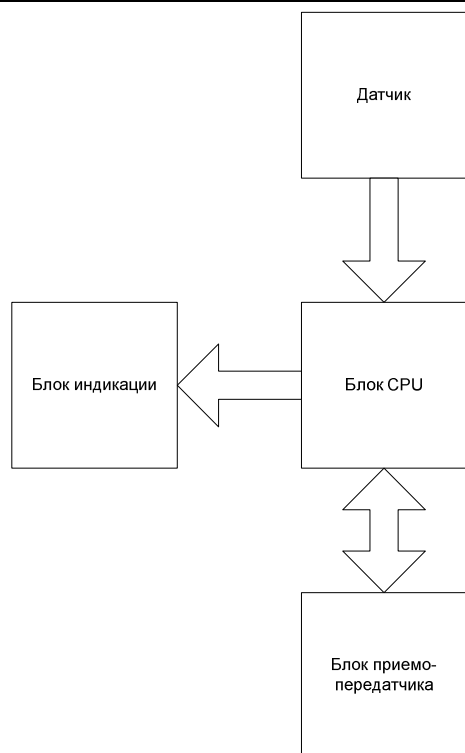


Рис. 2. Структурная схема блока детектора транспорта с чувствительным элементом

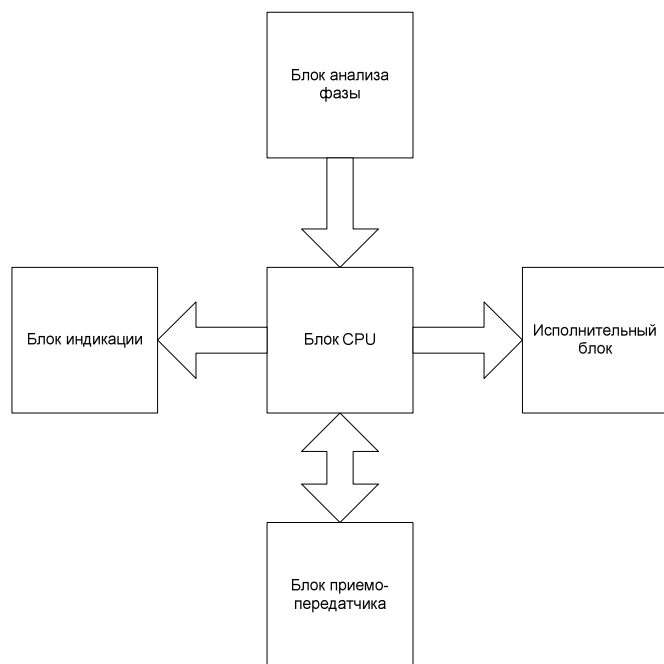


Рис. 3. Структурная схема блока ДТ, взаимодействующего с дорожным контроллером

устройства ДТ, затем анализируется его блоком CPU и по результатам анализа формируется сигнал для исполнительного блока, который непосредственно управляет фазой. Затем центральное устройство вновь анализирует фазу и опрашивает соответствующее текущей фазе удалённый блок ДТ и процесс повторяется. Блок индикации отвечает за индицирование состояния приема-передачи, а также информации о фазе (рис. 3).

Вследствие того, что центральное устройство опрашивает датчики последовательно, остальные датчики переводятся в режим пониженного энергопотребления, потому как могут питаться от автономного источника питания.

Блок ДТ, взаимодействующий с дорожным контроллером может подключаться практически к любому типу дорожного контроллера, т.к. он считывает фазу непосредственно с силовой линии управляющей светофорным объектом.

3. Оценка экономической эффективности проекта на основе имитационной модели. Прежде чем начать разработку, создание и внедрение любой дорогостоящей системы, необходимо удостовериться в её необходимости. Расчёт экономической эффективности проекта производится на основе экспериментальных наблюдений на управляемом светофорном перекрёстке и компьютерном моделировании жесткого и адаптивного управления светофорным объектом.

В результате наблюдения за перекрёстком «бульвар Космонавтов - Московская» в течении времени с 8:00 до 20:00 с длительностью наблюдения 10 минут в каждом часе была установлена средняя пропускная способность перекрёстка равная 3859,2 автомобиля/час. Результаты компьютерного моделирования на различных потоках автотранспортных средств показали, что в среднем в сутки адаптивное управление экономит 496 часов. Стоимость потери машино/часа для легкового автомобиля равна 2,2 доллара/час [2]. В эту стоимость входит: амортизационные расходы, эксплуатационные расходы, задержка водителя и одного пассажира, расход топлива, потери прибыли потребителям. Таким образом экономический эффект без учёта экологических потерь составляет около 0,4 млн. долларов на одном светофорном объекте.

Заключение. В настоящий момент разработка находится в стадии опытного внедрения. Изготовлен один экземпляр системы оптимального управления светофорным объектом. Предполагается оснащение всех перекрёстков города подобными устройствами и объединение их в одну информационную базу.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Луканин В.Н. и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда – М: Инфра-М, 1988.
2. Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении – Мн.: БНТУ, 2002.
3. Малов Р.В. и др. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды – М: Транспорт, 1982.
4. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения – М: Транспорт, 1988.
5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими – М: Транспорт 1972.
6. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. Перевод с английского – М: Транспорт, 1983.
7. Кременец Ю.А., Печёрский М.П. Технические средства регулирования дорожного движения – М: Транспорт, 1981.
8. Афанасьев М.Б., Кременец Ю.А., Печёрский М.П. Технические средства организации дорожного движения – М: «Академкнига», 2005.

Материал поступил в редакцию 23.10.2008

SHUT V.N., PARTIN V.S., ANFILEC S.V., KASIANIK V.V. Optimization of management by transport before a traffic light in a high system of city

In this article the method of optimization existing regulations on a crossroads, is offered by creation of means which provide adaptation of modes of regulation to change of conditions of movement. The given system is intended to reduce road fuses and an idle time of transport in turns on a crossroads.