

СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

Морозова Светлана Сергеевна

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
614070, Россия, г. Пермь, ул. Студенческая, 38, svet_morozova@mail.ru

Статья посвящена вопросу автоматизации проектирования режимов работы светофоров на перекрестке. В работе описан алгоритм построения математической модели в виде графа на основе описания заданного перекрестка. Также представлено решение для проектирования режимов работы светофора с помощью определения сигнальных групп. Данные группы представляют совместимые повороты на перекрестке, т.е. повороты, которые могут быть выполнены одновременно. В качестве входных данных программа получает схему конкретного перекрестка. В качестве выходного параметра программа выдает описание полного цикла работы светофоров в соответствии с правилами дорожного движения. Разработанный программный продукт можно будет использовать для проектирования оптимальной схемы движения на новых перекрестках, а также для проверки того, насколько рационально функционируют светофоры на уже существующих перекрестках.

Ключевые слова: математическая модель, теория графов, оптимизация схемы движения.

Введение

Одной из характерных особенностей многих современных городов является постепенное увеличение количества транспорта на дорогах. Проблема затрудненного движения стала одним из главных препятствий для развития инфраструктуры крупных населенных пунктов. Для ее решения вариант реконструкции или создания новых дорог не всегда является оптимальным, ввиду высокой стоимости строительных работ и особенностей функционально-планировочной структуры города. Согласно проекту бюджета города Перми на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов [1], в статьи расходов включена реализация мероприятий по транспортной безопасности и моделированию потоков.

В рамках данных мероприятий можно выделить задачу проведения оптимизации дорожного движения при помощи регулирования режимов работы светофорных объектов. Следовательно, при правильном проектировании цикла работы светофоров можно получить наиболее оптимальный вариант схемы движения на перекрестках. Таким образом, актуальность рассматриваемой темы обусловлена необходимостью разработки инструмента для оптимизации схемы движения на перекрестке, с помощью которого вопрос об установке и настройке режимов работы светофоров будет решаться с использованием математического

аппарата.

Анализ решений для проектирования режимов работы светофора

Оптимизация светофорного регулирования данным способом представлена рядом программных продуктов, одним из которых является PTV Vissim. Построение режимов работы светофора осуществляется путем имитационного моделирования транспортных потоков [2]. Стоимость данного решения варьируется от 400 000 до 3 000 0000 рублей. Стоит также отметить, что при таком моделировании требуется большой набор статистических данных по организации движения на различных типах перекрестков за некоторый период времени. Еще одним программным комплексом со схожим функционалом является MITSIMLab [3], который может быть запущен только в среде Linux. Одной из систем для оптимизации светофорного регулирования в России является разработка транспортной лаборатории ИрГТУ «Светофор», которая, тем не менее, не получила широкого распространения среди потенциальных пользователей – департаментов дорог и транспорта российских городов.

Описание алгоритма построения модели перекрестка

Основой разработанной системы является математическая модель [4]. Данная модель представлена в виде неориентированного графа, построение которого основано на алгоритме, определяющем правила пересечения перекрестка между различными направлениями. При построении модели важными учитываются следующие характеристики: количество дорог на перекрестке, тип движения по дороге, направление движения по дороге

Проектирование режимов работы светофоров осуществляется путем «каждной» раскраски графа. В данном случае светофорным режимам соответствуют сигнальные группы, для каждой из которых определены повороты, для которых в рамках светофорного цикла сигнал светофора одинаковый. Пример построенного графа для модельного перекрестка представлен на рис 1.

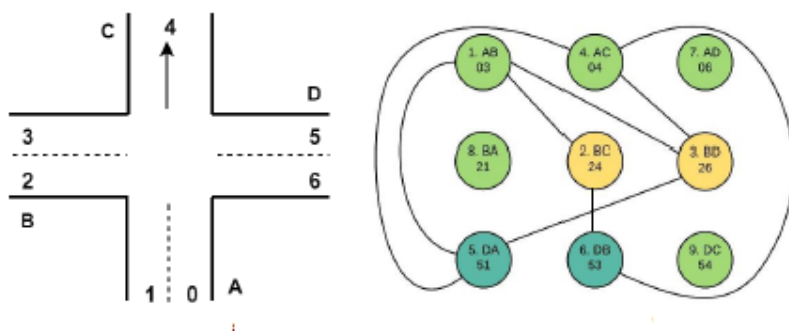


Рис. 1. а) модельный перекресток; б) построенная модель перекрестка

Так как «жадный» алгоритм является эвристическим, применяется усовершенствование алгоритма раскраски [5] для получения минимального числа сигнальных групп. Для этого алгоритм раскраски запускается несколько раз на всех возможных нумерациях вершин.

Описание системы проектирования режимов работы светофора

Программный продукт разработан в среде программирования Microsoft Visual Studio .NET 2012и представляет собой приложение на базе Windows Forms. Для построения графа был описан пользовательский класс«Graph», содержащий в себе свойства и методы для построения и работы над моделью. Также было реализовано преобразование структуры графа в формат XML, что позволило сохранять проекты для дальнейшей работы с ними. Структура программного решения представлена на рис. 2.

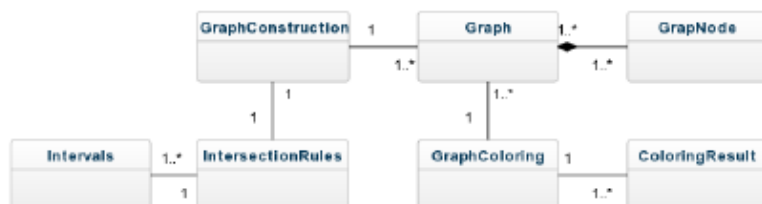


Рис. 2. Схема классов программного решения

Входные данные для программы (количество дорог и направление по каждой из них) вводит пользователь, выходной результат программы – таблица с перечислением поворотов для каждой сигнальной группы (см. рис. 3).

РЕЖИМ	ПОВОРОТЫ
1	AB, AC
2	BD, BC
3	DA, DB
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОВОРОТЫ	AD, BA, DC

Рис. 3. Результат работы программы для модельного перекрестка

Таким образом, программа определяет список сигнальных групп, на основе которых можно построить режимы работы светофора.

Заключение

В работе описан универсальный алгоритм построения математической модели в рамках теории графов. Реализуемый алгоритм не зависит от конкретных характеристик конфигурации перекрестка. Такое решение автоматизирует процесс разработки схемы движения и не требует участия человека.

В рамках исследования конечным продуктом является компьютерная программа,

которая в качестве входных данных получает схему конкретного перекрестка, а в качестве результата выдает описание полного цикла работы светофоров с минимальным числом режимов в соответствии с правилами дорожного движения. Данный продукт может использоваться департаментом дорог и транспорта г.Перми и ГИБДД при оценке существующих и планировании новых схем движения на сложных регулируемых перекрестках.

Библиографический список

1. Администрация города Перми. Решение Пермской городской Думы от 22.12.2015 № 275 «О бюджете города Перми на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов». [Электронный ресурс] URL: <http://www.gorodperm.ru/economic/financ/budget/god2016/> (дата обращения: 05.04.2016).
2. PTV Patner Продукты. Vissim. [Электронный ресурс] URL: <http://ptv-vision.ru/produkty/vissim> (дата обращения: 05.04.2016).
3. Massachusetts Institute of Technology. Software. [Электронный ресурс] URL: <https://its.mit.edu/software/mitsimlab> (дата обращения: 06.04.2016).
4. Aho A., Hopcroft J., Ullman J. Data structures and algorithms. Mass.: Addison-Wesley, 1983.
5. Li Y., Lucet C., Moukrim A. Greedy Algorithms for the Minimum Sum Coloring Problem // Logistique et transports, 2009. pp. LT-027.

TRAFFIC LIGHTS PHASES PLANNING SYSTEM

Morozova Svetlana S.

National Research University Higher School of Economics,
st. Studencheskaya, 38, Perm, Russia, 614070, svetl_morozova@mail.ru

The article is dedicated to the question of traffic lights cycle projecting automation. The paper presents the algorithm of mathematical model construction. The model is based on intersection description and is built in the graph form. The solution of traffic lights projection with the use of signal cycle groups is given. These groups define compatible traffic lanes. The number of roads and directions of its lanes is entered as system inputs and the signal cycle description is displayed as the output result of the program execution. This program will be capable of accurate and optimal traffic signal phases design and can be used in the departments of roads and transport and road construction companies for planning new intersection and evaluating the real ones.

Keywords: mathematical model, graph theory, traffic management optimization.