

Адаптивный алгоритм управления на основе коррекции фаз

Анфилец С.В., Шуть В.Н.
Кафедра ИИТ, факультет ЭИС
Брестский государственный технический университет
г. Брест, Республика Беларусь
e-mail: {anfilets sv, lucking}@mail.ru

Аннотация – Существующие методы управления транспортными потоками на магистрали имеют ряд недостатков. Оптимизация управления потоками с помощью адаптивного регулирования предполагает детекторов транспорта. Предлагается адаптивный метод на основе коррекции фаз на светофорных объектах по магистральной улице.

Ключевые слова: адаптивное управление; поэтапная настройка; детекторы транспорта

I. ВВЕДЕНИЕ

Развитие транспортной инфраструктуры, в том числе развитие улично-дорожной сети, всегда значительно отстает от роста количества автомобильного транспорта. Это приводит к увеличению загрузки уличной сети и снижению эффективности использования транспорта [1] из-за увеличения следующих параметров:

- времени в пути;
- количества незапланированных остановок;
- расхода топлива;
- износа транспортных средств, улиц и дорог и т.п.

Практически, повсеместно используемое в настоящее время жесткое программное управление светофорными объектами, также не способно учитывать кратковременные случайные колебания числа автомобилей, подходящих к перекрестку.

Одним из способов, позволяющих сгладить проблему, связанную с суточными колебаниями интенсивностей, является использование многопрограммного жесткого регулирования [2]. Кроме того, для решения транспортных проблем в настоящее время активно развиваются различные системы адаптивного учета изменений в транспортных потоках.

Целью работ в данной сфере является оптимизация управления транспортными потоками на перекрёстках [3]. Используя современное техническое обеспечение, а так же алгоритмы адаптивного управления, можно значительно улучшить качество дорожного движения в городе.

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Известно, что целью координированного регулирования является обеспечение безостановочного движения транспортных средств вдоль улицы или магистрали. Координированное управление работы соседних светофорных объектов должно обеспечивать уменьшение количества непроизводительных остановок и торможений в потоке, и как следствие транспортных задержек. Эффективность работы программы координированного управления на магистрали зависит от таких параметров как: расстояния между группами транспортных средств, плотность потока в группе, скорость распада и перемешивания. Параметры групп, природа диффузии групп отражают и непрерывные, и свойства транспортного потока.

Однако изменения интенсивности и распределение групп на городских магистралях имеют характер нестационарных случайных процессов, в которых можно выделить не случайную составляющую. Для решения данной проблемы используется многопрограммное координированное регулирование. Но, не обладая обратной связи с потоком и постоянно не обновляя выбираемый набор программ координации, многопрограммное регулирование также не способно решать данную проблему достаточно эффективно.

Существуют методы коррекции программ координации [4], которые позволяют решать проблемы изменения интенсивностей. Для реализации данного метода необходимо устанавливать детекторы транспорта на подходе к светофорному объекту. Детекторы могут располагаться как на магистральной улице, так и на прилегающих к ней улицах. Обычно программа реализуется на каждом перекрестке по модифицированному алгоритму поиска разрывов в транспортных потоках, поэтому достаточно, чтобы он фиксировал наличия транспортного средства на сечении дороги. Однако использование таких методов местной коррекции имеет ряд недостатков. Например, в случае, когда на второстепенном направлении найден разрыв слишком быстро, разрешающий сигнал для основного направления работает вхолостую пока не подъедет группа транспортных средств. Также в этом случае, когда разрешающий сигнал включается слишком рано, при ограничении на максимальную длительность пропускная полоса в основном направлении может оказаться слишком малой, и повлечет за собой остановку значительного числа транспортных средств из группы.

Применение технических средств, таких как детекторы транспорта, могут расширить список используемых методов для более гибкого регулирования.

III. АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОРРЕКЦИЙ ФАЗ

Можно модифицировать алгоритм программ местной коррекции координированного регулирования, если возложить некоторые дополнительные функции на детекторы транспорта. Для реализации алгоритма улавливания групп транспортных средств, необходимо чтобы детекторы транспорта фиксировали на подходе к перекрестку начало группы. Такие детекторы устанавливаются только по магистральной улице.

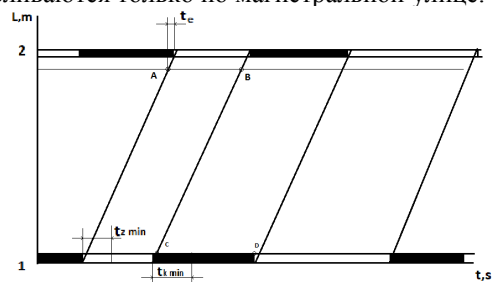


Рис. 4. Принцип улавливания групп

Таким образом, сигналом для переключения разрешающей фазы в магистральном направлении служит начало пачки транспортных средств, зафиксированной детекторами. Для движения в этом направлении выделяется минимальный интервал времени. Далее по аналогии с рассмотренным ранее алгоритмом фиксируется разрыв в транспортном потоке, который свидетельствует о конце группы транспортных средств и завершении фазы разрешающего сигнала в магистральном направлении. В этом случае датчик фиксирует группы и выделяет соответствующую длительность разрешающего сигнала. В тех случаях, когда поток непрерывен, длительность разрешающего сигнала ограничивается максимальным значением. Далее светофорный объект находится в режиме ожидания пачки, в котором предусматривается пропуск транспорта на конкурирующем направлении.

Пример улавливания пачки приведен на рис. 2. В точке А происходит детектирование пачки, тогда выделяется время t_c на конкурирующем направлении, по истечению которого фаза светофора переключится. Это время необходимое транспортным средствам для того, чтобы доехать до стоп-линии перекрестка. В точке В фиксируется разрыв – конец пачки транспортных средств, и системой выделяется такое же время t_c , чтобы оставшиеся транспортные средства проехали перекресток. Соответственно, интервал А – В определяет длительность t_z разрешающего сигнала, и лежит в диапазоне t_{zmin} – t_{zmax} . Длительность запрещающего сигнала в основном направлении зависит от появления следующей группы транспортных средств, но будет не менее t_{kmin} , и не превышать максимальное значение t_{zmax} . Возможны несколько вариантов реализации данного метода на магистральной улице города. Один из вариантов предусматривает разбиение магистрали на участки в зависимости от протяженности и условий общности характеристик транспортных потоков. На ключевых светофорных объектах (СФО) на каждом из участков устанавливаются детекторы транспорта (ДТ). Второй вариант реализации данного метода предусматривает снабжение каждого СФО вдоль магистрали ДТ. Светофорные объекты в таком случае не будут зависеть от ключевых перекрестков. Тогда каждый СФО, действующий по принципу улавливания групп, наиболее гибко адаптируется под транспортный поток.

Для реализации алгоритма улавливания групп следует рассмотреть понятие «разрыва в потоке». Метод поиска разрыва в потоке применялся и для

коррекции фаз [3]. Для этого предлагается использовать параметр пороговой интенсивности I_p .

$$I_p = n_0 / dt, \quad (1)$$

где n_0 – количество транспортных средств, соответствующее незначительному колебанию, авт.;

dt – дискретный интервал времени, с.

Значение циклической интенсивности потока I_c определяться двумя вариантами. Первый вариант: интенсивность за время цикла выбирается равная аналогичной за предыдущий цикл на данном СФО. Второй способ: интенсивность определяется значением, измеренным на смежных перекрестках в текущем цикле, таким образом, погрешность будет меньше.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях постоянной автомобилизации населения и соответственно роста нагрузки на магистральные улицы города, а также в условиях постоянно меняющихся характеристиках транспортных потоков необходимо применение систем координированного регулирования, учитывающих наиболее точно параметры этих потоков. Многопрограммное координированное регулирование частично решает проблемы суточных колебаний в характеристиках транспортных потоков. Но программы координации, установленные на довольно долгий период, устаревают и становятся не эффективными. Постоянный пересчет данных программ тоже требует значительных затрат времени и средств. Требуется установка систем использующих обратную связь с потоком, которая реализуется средствами детекторов транспорта.

Такие системы должны решать оптимизационные задачи, используя текущую информацию о транспортном потоке, на основе координированного и адаптивного управления. Существующие современные технологии детектирования позволяют с достаточной точностью определять параметры потоков.

В перспективе необходимо использовать детекторы транспорта не только в алгоритмах адаптивного управления на перекрестке или магистрали, но и в общегородской системе.

- [1] Э.М. Воробьев, Д.В. Капский, Ю.И. Мосиенко. Автоматизированные системы управления дорожным движением. – Мн.: ОАО «ТРОНТПРИНТ», 2005, с. 8.
- [2] Ю.А. Врубель, Д.В.Капский, Е.Н. Кот. Определение потерь в дорожном движении. Минск, 2003, с. 21.
- [3] Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. Технические средства организации дорожного движения. – Москва: «Академкнига», 2005, с. 76.
- [4] Д. Дрю. Теория транспортных потоков и управление ими. – М.: Транспорт, 1972, с