

Application of Fuzzy Algorithm for Traffic Control at Signalized Intersection

Ihor Mohyla, Maksym Boyko

Transport Technology Department, Lviv National Polytechnic University, UKRAINE, Lviv, S. Bandery street, 12, e-mail: ihor.mohyla@gmail.com

Traffic lights are basic means of traffic control in cities. It is necessary to adjust function parameters of traffic lights depending on vehicle movement for efficient traffic control. So, improvement of existing or development of new algorithms for traffic control at signalized intersections is an urgent target.

Control algorithm is a set of single-valued rules for processing data about traffic flow parameters at intersection, resulting in one or another control action [1].

Recently the algorithms with fuzzy logic have been applied in traffic control systems [2, 3].

The authors have improved fuzzy algorithm for traffic control, features of which are given in [4]. The determination of green light duration is the control action in this algorithm. Input linguistic variables are volume of arrival flow and queue length at some approach.

Fuzzy control algorithm is implemented in MATLAB using Fuzzy Logic Toolbox.

The model of signalized intersection Levytskoho str. – Tershakovtsiv str. – Dorosha str. (Lviv), developed in MATLAB, was chosen for research of intersection functioning with fuzzy control algorithm. Description of this model is given in [5].

Functioning of control system in which fuzzy algorithm is used (fuzzy control system) has been compared with functioning of fixed-time control systems: existing and calculated for given arrival flow volume.

It was defined that the usage of fixed-time control system, calculated for given traffic conditions, will be the best, if arrival flow volume is invariable. But if the volume has an abrupt increase (even short-term) the usage of fixed-time control will not be reasonable as long as the value of the average and maximum queues has a sharp growth. However, fuzzy system adapts to traffic conditions at intersection well, and with a slight growth of queues at one approach smaller queues can be reached at other approaches.

Застосування нечіткого алгоритму керування рухом на регульованому перехресті

Ігор Могила, Максим Бойко

Кафедра транспортних технологій, Національний університет “Львівська політехніка”, УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, e-mail: ihor.mohyla@gmail.com

У роботі описано нечіткий алгоритм керування рухом на регульованому перехресті, керуючим рішенням якого є встановлення тривалості дозвільного сигналу в момент його ввімкнення. Встановлено, що застосування цього алгоритму є доцільним, оскільки дає змогу покращити якість та ефективність роботи перехрестя.

Ключові слова – керування рухом, регульоване перехрестя, нечітка логіка.

I. Вступ

Світлофорна сигналізація є основним засобом керування дорожнім рухом у містах. Для того, щоб регулювання потоків було ефективним, потрібно обґрунтовувати режими роботи світлофорної сигналізації з урахуванням інтенсивності руху транспортних засобів. Отже, вдосконалення існуючих або розроблення нових алгоритмів керування рухом на регульованих перехрестях є актуальним завданням.

II. Аналіз існуючих алгоритмів керування

Алгоритм керування – це набір однозначних правил для опрацювання інформації про параметри реальних транспортних потоків на перехресті, в результаті чого виробляється та чи інша керуюча дія [1].

За способом опрацювання інформації, що надходить в керуючий пристрій від транспортних детекторів, алгоритми із зворотнім зв'язком для керування рухом на ізольованих перехрестях поділяють на три групи, найпоширенішими з яких є алгоритми першої групи [1]:

- алгоритми, в яких питання про потребу перемикання сигналу вирішується за інформацією про стан перехрестя в даному циклі регулювання;
- алгоритми статистичної оптимізації;
- алгоритми випадкового пошуку керування, що найкраще відповідає умовам руху.

Останнім часом в системах керування дорожнім рухом починають застосовуватись алгоритми, які використовують нечітку логіку [2, 3]. Більшість з них також можна віднести до алгоритмів керування першої групи. Типовими керуючими впливами у таких алгоритмах є:

- 1) встановлення тривалості дозвільного сигналу;
- 2) рішення про продовження або припинення горіння дозвільного сигналу;
- 3) рішення про величину продовження або скорочення дозвільного сигналу;
- 4) вибір наступної фази;
- 5) визначення умов руху на перехресті.

III. Характеристика нечіткого алгоритму керування

Авторами вдосконалено нечіткий алгоритм керування рухом, характеристику якого наведено у [4]. Керуючим рішенням у цьому алгоритмі є встановлення тривалості дозвільного сигналу. Вхідними лінгвістичними змінними є інтенсивність прибуття транспортних засобів та довжина черги на відповідному напрямку.

Для інтенсивності прибуття автомобілів та довжини черги введено нечіткі змінні «мала», «середня», «велика» та «дуже велика», для тривалості сигналу – «дуже короткий», «короткий», «середній», «довгий» і «дуже довгий». База правил складається з шістнадцяти нечітких висловлювань.

Нечіткий алгоритм керування рухом реалізовано в середовищі MATLAB з використанням пакета Fuzzy Logic Toolbox в інтерактивному режимі за допомогою графічних засобів редагування і візуалізації всіх компонентів системи нечіткого висновку.

Залежність тривалості дозвільного сигналу від довжини черги та інтенсивності прибуття (поверхню відгуку) наведено на рис. 1, з якого видно, що із збільшенням інтенсивності прибуття автомобілів до перехрестя та довжини черги тривалість дозвільного сигналу зростає.

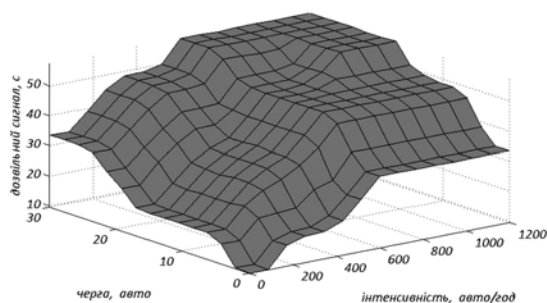


Рис. 1. Залежність тривалості дозвільного сигналу від інтенсивності прибуття та довжини черги на підході до перехрестя

Звертання до нечіткого алгоритму керування для визначення тривалості дозвільного сигналу відбувається безпосередньо перед його ввімкненням для певного напрямку руху автомобілів на перехресті.

IV. Моделювання роботи перехрестя

Для дослідження функціонування перехрестя з нечітким алгоритмом керування рухом вибрано модель регульованого перехрестя вул. Левицького – вул. Тершаковців – вул. Дороша (м. Львів), створену у середовищі MATLAB. Характеристику цієї моделі наведено у [5]. У цьому дослідженні вибрано гамма-розподіл інтервалів між автомобілями, що прибувають до перехрестя, оскільки встановлено, що за такого розподілу результати моделювання найкраще узгоджуються з реальними даними.

Робота системи керування, що використовує нечіткий алгоритм (нечіткої системи керування) порівнювалась із роботою жорстких систем керування:

існуючої на перехресті та розрахованої для заданої інтенсивності прибуття. Розглянуто 7 можливих ситуацій на перехресті, які включають незмінну інтенсивність прибуття обох потоків, наявність незначного та різкого зростання інтенсивності в одного та в обох потоках.

У моделюванні роботи перехрестя протягом години для різних можливих ситуацій встановлено, що за незмінної інтенсивності прибуття автомобілів до перехрестя найкраще використовувати жорстку систему керування, розраховану на ці умови руху. Використання іншої жорсткої або нечіткої системи призводить до утворення більших середньої та максимальної черг. За незначного збільшення інтенсивності руху робота жорсткої системи керування, розрахованої на певні умови руху, є задовільною. Однак за значного зростання інтенсивності (навіть короткочасного), застосування жорсткої системи недоцільне, оскільки при цьому різко зростають значення середньої та максимальної довжин черги. У свою чергу нечітка система адаптується до умов руху на перехресті та за незначного збільшення черги (збільшення тривалості заборонного сигналу) на одному напрямку, можуть утворюватись менші довжини черги на іншому.

Висновок

Інтенсивність реальних транспортних потоків впродовж доби не є постійною, а з відповідними коливаннями та збуреннями. Застосування розробленого нечіткого алгоритму керування рухом на регульованому перехресті дає змогу покращити якість та ефективність роботи перехрестя за рахунок раціональнішого розподілу тривалості дозвільних сигналів у циклі регулювання, що в кінцевому результаті мінімізує довжини черг на підходах до перехрестя.

Література

- [1] Брайловский Н.О. Управление движением транспортных средств / Н.О. Брайловский, Б.И. Грановский. – М.: Транспорт, 1975. – 112 с.
- [2] Niittymäki J. Fuzzy traffic signal control. Principles and applications: Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology / Jarkko Niittymäki. – Helsinki University of Technology, 2002. – 71 p.
- [3] Zarandi M. A fuzzy signal controller for isolated intersections / M. Zarandi, S. Rezapour // Journal of Uncertain Systems. – 2009. – Vol. 3, № 3. – pp. 174-182.
- [4] Могила І.А. Нечітка модель керування рухом на ізольованому перехресті / І.А. Могила, А.Б. Білоус // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків: НВП «Технологічний центр», 2010. – 5/3 (47). – С. 28-31.
- [5] Могила І.А. Моделювання роботи регульованого перехрестя з використанням MATLAB та VISSIM / І.А. Могила, С.Ю. Форнальчик // Вісник ЧНУ ім. В. Даля, 2011. – 5 (159), ч. 1. – С. 232-242.