

УДК 004

РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖ

Плехова А.А., Яворський Є.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

Постановка проблеми : протягом останніх кількох десятиліть затори в містах були нерозв'язною проблемою для мегаполісів в усьому світі, що мало негативний вплив на безпеку, економіку та навколишнє середовище [1]. Крім того, швидкість транспортного потоку також має велике значення для безпеки руху [2]. Тому послаблення транспортного тиску, а також зменшення дорожньо-транспортних пригод є актуальною проблемою, яка потребує вирішення.

Мета дослідження: розробити систему оптимізації дорожнього трафіку на регульованих світлофором перехрестях за допомогою нейромереж, що дозволить ефективно організувати дорожньо транспортний рух, зменшити навантаження на транспортні шляхи.

Основний матеріал. З розвитком технологій управління світлофорами поступово стало основним рішенням для вирішення цих проблем. Про першу роботу було повідомлено в 1964 році [3]. Наразі метод фіксованого циклу, який застосовується на більшості світлофорів, розглядається як неефективний через те, що він сприяє збільшенню заторів та затримок у русі, особливо на дорогах завантажених великим потоком транспорту. [4].

Отже, необхідно розробити систему, яка дозволить світлофорам інтелектуально та адаптивно регулювати часові інтервали сигналів відповідно до умов дорожнього руху.

Кілька підходів до управління сигналами світлофора, заснованих на методах штучного інтелекту або на теорії управління, були запропоновані як альтернативи для пом'якшення цієї проблеми. Однак знайти хороше рішення є складним завданням, оскільки міський транспорт є складною та динамічною екосистемою.

Нами було запропоновано модель системи оптимізації дорожнього трафіку на регульованих світлофором перехрестях з використанням нейронної мережі радіально базисних функцій.

Нейромережі вважаються системами нелінійної динаміки, що є сучасним напрямком у теорії автоматичного керування. Використання вхідних даних одночасно з можливістю навчання нейромереж забезпечить високу швидкодію та робить цю технологію бажаною для створення систем автоматичного управління. [5].

Радіально-базисні нейронні мережі швидко навчаються та мають здатність моделювати довільну нелінійну функцію. Тому вони часто використовуються для вирішення задач класифікації, у прогнозуванні часових рядів, у системах управління та функціях апроксимації.

Радіально-базисні нейронні мережі — це різновид широко використовуваної штучної нейронної мережі з сильною апроксимувальною здатністю. Загалом RBFNN складається з трьох рівнів: вхідного, прихованого та вихідного. Модель RBFNN представлена на Рисинку 1.1.

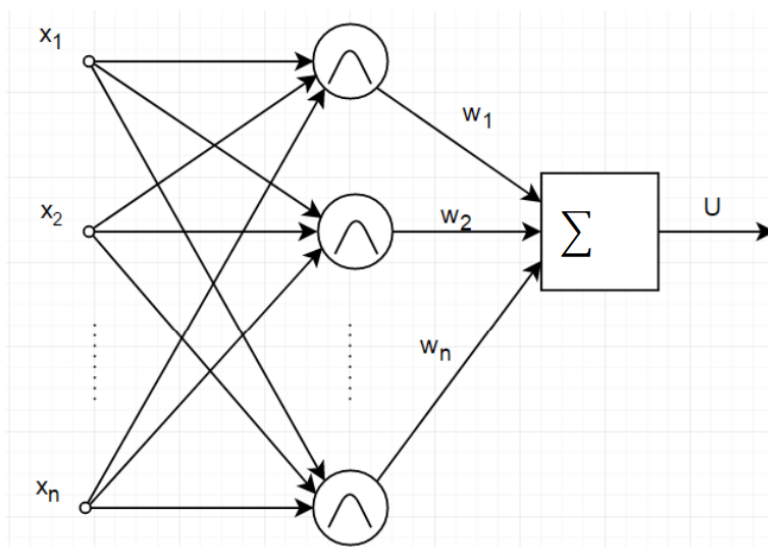


Рисунок 1.1. Радіально-базисна нейронна мережа

З метою досягнення цілі оптимізації дорожнього трафіку на перехрестях з використанням нейронної мережі радіально базисних функцій використано мови програмування такі як JavaScript, NodeJs, TensorFlow.js.

TensorFlow.js - це бібліотека машинного навчання, розроблена для реалізації моделей штучного інтелекту та навчання машин на мові JavaScript та у середовищі браузера або у середовищі Node.js. Має підтримку глибокого навчання, дозволяючи створювати, навчати та використовувати нейронні мережі та інші складні моделі машинного навчання.

TensorFlow.js використовується у різних галузях, таких як аналіз даних, мовний аналіз, навчання та інші. Багато компаній та дослідницьких установ використовують TensorFlow для розробки та досліджень у сфері штучного інтелекту.

План реалізації дослідження. Для регулювання світлофора на перехресті доріг можна використовувати радіально-базисну функцію для визначення часу, протягом якого світлофор буде показувати зелене, жовте або червоне світло для кожного напрямку руху. Одним з можливих варіантів радіально-базисної функції для цього може бути функція, що залежить від відстані до центру перехрестя. Наприклад, час, протягом якого світлофор буде показувати зелене світло для автомобілів, може зменшуватися наближаючись до центру перехрестя, а час для пішоходів - збільшуватися. Ця функція може бути представлена математично, наприклад, у вигляді квадратичної чи експоненціальної функції.

Один з можливих варіантів квадратичної функції, яка зменшує час зеленого світла для автомобілів пропорційно до відстані до центру перехрестя:

$$f(x) = a(x - b)^2 + c \quad (1.1)$$

- де x - відстань від автомобіля до центру перехрестя
- a, b, c - параметри функції, які можна налаштувати в залежності від конкретних умов регулювання руху на перехресті.

Якщо значення параметра " a " буде додатнім, то час зеленого світла буде зменшуватися наближаючись до центру перехрестя. Якщо значення параметра " c " буде додатнім, то зелене світло буде завжди присутнє, навіть коли автомобіль знаходиться дуже близько до центру перехрестя.

Щоб зменшити автомобільний трафік на перехресті, можна зменшувати значення параметра "a" для автомобілів, які наближаються до центру перехрестя.

Для створення логіки з використанням TensorFlow і Node.js на основі квадратичної функції, яку я описав вище, можна використати наступний підхід:

1. Спочатку потрібно створити модель у TensorFlow, яка буде вивчати параметри "a", "b" і "c" на основі вхідних даних, що представляють відстань до центру перехрестя та час зеленого світла.
2. Потім можна використовувати ці навчені параметри для прогнозування часу зеленого світла для конкретної відстані до центру перехрестя.
3. У Node.js можна створити веб-сервер, який буде обробляти запити від автомобілів, які наближаються до перехрестя, і відправляти їм прогнозований час зеленого світла на основі навченої моделі у TensorFlow.

Також, врахування кількості автомобілів, що чекають на червоне світло, може бути корисним для оптимізації часу зеленого світла для цієї сторони дороги. Це може бути важливо для покращення руху транспорту та зменшення заторів.

Ми включимо кількість автомобілів, що чекають на світлофорі, як один з параметрів моделі, разом з відстанню до перехрестя та іншими факторами, що впливають на час зеленого світла. Потім модель може навчитися враховувати цей фактор при визначенні оптимального часу зеленого світла для кожної сторони дороги.

Висновок. Як висновок можна сказати що система виконує свою роботу задовільно. Нейронна мережа радіально-базисних функцій оптимально обчислює тривалість червоного та зеленого кольору світлофора на перехресті тим самим оптимізує та зменшує трафік на перехресті.

Література:

[1]. Wu, N.; Li, D.W.; Xi, Y.G. Distributed Weighted Balanced Control of Traffic Signals for Urban Traffic Congestion. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 2019, 20, 3710–3720. [CrossRef]

[2]. Cubranić-Dobrodolac, M.; Švadlenka, L.; Ćirić, S. A bee colony optimization (BCO) and type-2 fuzzy approach to measuring the impact of speed

perception on motor vehicle crash involvement. *Soft. Comput.* 2022, 26, 4463–4486. [CrossRef]

[3]. Dunne, M.C.; Potts, R.B. Algorithm for Traffic Control. *Oper. Res.* 1964, 12, 870–881. [CrossRef]

[4]. O. Avatefipour, S. Member, F. Sadry, and S. Member, “Traffic Management System Using IoT Technology – A Comparative Review,” 2018 IEEE Int. Conf. Electro/Information Technol, 2018, pp. 1041–1047, DOI: 10.1109/EIT.2018.8500246.

[5]. Терехов В.А., Нейронні мережі управління : Учбовий посібник для студентів ВНЗ / Валерій Олександрович Терехов, Денис Валентинович Єфімов, Іван Юрійович Тюкін.– М. : Вища школа, 2002.– 183 с.