

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сучасні транспортні системи активно розвиваються завдяки впровадженню інтелектуальних алгоритмів керування, що базуються на методах оптимізації. Однією з ключових задач є мінімізація витрат енергії та підвищення безпеки руху транспортного засобу шляхом оптимального розподілу керуючих впливів. У даній роботі розглянуто математичні моделі та алгоритми оптимального керування транспортним засобом, що забезпечують ефективне управління швидкістю, траєкторією руху та витратами енергії. Проведено аналіз існуючих підходів, а також запропоновано новий підхід до адаптивного управління із застосуванням методів машинного навчання.

Ключові слова: система управління транспортним засобом, оптимальне керування, прогнозування траєкторії, енергоефективність, інтелектуальні транспортні системи.

Abstract

Modern transportation systems are actively evolving through the implementation of intelligent control algorithms based on optimization methods. One of the key tasks is minimizing energy consumption and enhancing vehicle safety by optimally distributing control inputs. This paper examines mathematical models and algorithms for optimal vehicle control that ensure efficient management of speed, trajectory, and energy consumption. An analysis of existing approaches has been conducted, and a new approach to adaptive control using machine learning methods has been proposed.

Keywords: vehicle control system, optimal control, trajectory prediction, energy efficiency, intelligent transportation systems.

З розвитком інтелектуальних транспортних систем все більше уваги приділяється автоматизації процесів керування транспортними засобами. Задача оптимального керування є критично важливою для підвищення ефективності руху, зменшення впливу людського фактора та підвищення безпеки на дорогах [1].

Впровадження оптимальних алгоритмів керування дозволяє адаптивно регулювати швидкість, прогнозувати майбутній рух та приймати рішення на основі аналізу навколишнього середовища. У даній роботі розглядається комплексний підхід до управління транспортним засобом на основі методів оптимального керування.[2]

Розглянуто основні підходи до розв'язання задачі оптимального керування:

- Метод динамічного програмування (Bellman, 1957) – ефективний для розв'язання детермінованих задач керування, однак має високу обчислювальну складність [3].
- Методи стохастичного керування – застосовуються у випадках, коли система підпорядковується випадковим збуренням (наприклад, зміни дорожніх умов) [4].
- Методи прогнозування траєкторії на основі нейромереж – використовуються для прогнозу поведінки інших учасників руху та ухвалення оптимальних рішень [5].

Економія пального є одним із ключових факторів у розробці сучасних систем керування. Використання адаптивних алгоритмів керування дозволяє значно знизити енергоспоживання завдяки:

- Використанню рекуперативного гальмування в електромобілях;
- Оптимальному вибору швидкісного режиму;
- Мінімізації непотрібних прискорень та гальмувань [6].

Поєднання оптимального керування з сучасними технологіями зв'язку та машинного навчання дозволяє створювати ефективні системи адаптивного керування транспортом. Основними напрямками розвитку є:

- Використання V2X (vehicle-to-everything) для обміну даними між транспортними засобами;
- Реалізація прогнозування трафіку для ухвалення оптимальних рішень у режимі реального часу;

- Інтеграція з міськими інфраструктурними системами для розподілу транспортних потоків [7].

Висновки

Розглянуті в роботі методи оптимального керування дозволяють підвищити ефективність керування транспортними засобами, мінімізувати витрати енергії та підвищити безпеку руху. Впровадження адаптивних алгоритмів на основі машинного навчання та прогнозування траєкторії забезпечує стійке керування навіть у складних умовах. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку інтегрованих інтелектуальних систем керування та їхню апробацію в реальних умовах експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rajamani R. *Vehicle Dynamics and Control*. – Springer, 2011. – 516 с.
2. Khalil H. K. *Nonlinear Systems*. – Prentice Hall, 2002. – 750 с.
3. Bellman R. *Dynamic Programming*. – Princeton University Press, 1957. – 400 с.
4. Bertsekas D. P. *Dynamic Programming and Optimal Control*. – Athena Scientific, 2005. – 745 с.
5. Schmidhuber J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview // *Neural Networks*. – 2015. – №61. – С. 85-117.
6. Zhang Y., Li K. Energy-Efficient Control for Electric Vehicles // *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. – 2017. – Т. 66, №11. – С. 9749-9760.
7. Papadimitratos P., La Fortelle A., Evenssen K., Brignolo R., Cosenza S. Vehicular Communication Systems: Enabling Technologies, Applications, and Future Outlook on Intelligent Transportation // *IEEE Communications Magazine*. – 2009. – Т. 47, №11. – С. 84-95.

Чорний Володимир Сергійович – аспірант факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Chorny Volodymyr S. – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, volodymyrchorny89@gmail.com