

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено актуальність імітаційних моделей дорожнього руху в сучасній технологічній галузі. Зростаюча кількість автотранспорту та швидкий розвиток автономних систем вимагають ретельного аналізу поведінки транспортних засобів у різних сценаріях. Імітаційні моделі надають можливість тестувати нові технології та алгоритми без необхідності витрат на реальні експерименти. Однією з основних проблем сучасного дорожнього руху є забезпечення безпеки учасників руху, особливо у контексті розвитку автономних транспортних засобів. Імітаційні моделі дозволяють проводити велику кількість віртуальних тестів з урахуванням різних факторів, що важливо для безпеки та надійності автономних систем. Крім того, імітаційні моделі відкривають нові можливості для вдосконалення трафік-менеджменту та інфраструктури, дозволяючи аналізувати вплив різних стратегій регулювання руху та впровадження інноваційних технологій у транспортну систему. Робота детально розглядає результати дослідження та класифікацію імітаційних моделей дорожнього руху, вказуючи на їх значущість у розвитку технологій транспортної галузі.

Ключові слова: імітаційна модель, дорожній трафік, моделювання.

Abstract

The paper examines the relevance of simulation models of road traffic in the modern technological industry. The increasing number of vehicles and the rapid development of autonomous systems require a careful analysis of the behavior of vehicles in different scenarios. Simulation models provide the opportunity to test new technologies and algorithms without the need for real-world experiments. One of the key challenges of contemporary road traffic is ensuring the safety of participants, particularly in the context of autonomous vehicles' development. Simulation models allow for conducting a large number of virtual tests, taking into account various factors crucial for the safety and reliability of autonomous systems. Additionally, simulation models open up new possibilities for improving traffic management and infrastructure by analyzing the impact of different traffic regulation strategies and implementing innovative technologies into the transportation system. The paper extensively examines the research results and classification of simulation models of road traffic, emphasizing their significance in advancing technology within the transportation industry.

Keywords: simulation model, road traffic, simulation.

Вступ

Імітаційні моделі дорожнього руху є надзвичайно актуальним напрямком в сучасній технологічній галузі. Зростаюча кількість автотранспорту, швидкий розвиток автономних систем та впровадження штучного інтелекту у транспортну інфраструктуру диктує необхідність ретельного вивчення та аналізу поведінки транспортних засобів в різних сценаріях. Імітаційні моделі надають можливість емулювати реальні умови дорожнього руху, дозволяючи вченим, інженерам та розробникам тестувати нові технології та алгоритми без необхідності витрат на реальні експерименти на вулицях міст.

Однією з основних проблем сучасного дорожнього руху є забезпечення безпеки учасників руху, що стає надзвичайно актуальним у контексті розвитку автономних транспортних засобів. Імітаційні моделі дозволяють проводити велику кількість віртуальних тестів, в яких можна враховувати різні фактори, такі як погодні умови, типи дорожніх покриттів, агресивність інших учасників руху та багато інших параметрів, що важливо для безпеки та надійності автономних систем.

Крім того, імітаційні моделі дорожнього руху відкривають нові можливості для дослідження та вдосконалення трафік-менеджменту та інфраструктури. Завдяки їм можна аналізувати вплив різних стратегій регулювання руху, розміщення дорожніх знаків, а також впровадження інноваційних технологій у транспортну систему.

Постановка задачі

Існують різноманітні аналоги імітаційних моделей дорожнього руху, серед яких виділяються три основні підходи: класичні математичні моделі, агентні моделі та моделі на основі машинного навчання. Кожен з цих підходів має свої переваги та обмеження.

Класичні математичні моделі спрощують реальність за допомогою диференціальних рівнянь чи систем логічних правил, що описують рух транспортних засобів. Вони ефективні у використанні для прогнозування загальних тенденцій дорожнього руху, проте недостатньо точні при моделюванні складних сценаріїв та урахуванні неочікуваних ситуацій на дорозі.

Агентні моделі зосереджені на імітації окремих учасників руху, таких як водії, пішоходи, або навіть конкретні транспортні засоби. Вони враховують поведінку кожного агента в залежності від його оточення та мети руху. Цей підхід наближає модель до реальності, але вимагає значних обчислювальних ресурсів при моделюванні великих дорожніх мереж.

Моделі, засновані на машинному навчанні, використовують навчальні дані для побудови систем, які самостійно вивчають та прогнозують рух транспортних засобів. Вони можуть бути точними та гнучкими, але вимагають великої кількості даних для тренування та можуть бути вразливими до неправильностей у вихідних даних.

Результати дослідження

Імітаційні моделі зосереджені на трьох вихідних значеннях для вирішення проблем руху. По-перше, це транспортні потоки. У транспортних потоках можна визначити альтернативні маршрути за кількістю транспортних засобів. Використовуючи імітаційну модель, модельєр може придумати, як зменшити рівень заторів на певних дорогах. Другим варіантом є елемент мережі. Елемент мережі в симуляції руху складається з ланки, злиття, перехресної ланки та інших елементів дороги. Це пов'язано з геометричним розташуванням дороги. Використовуючи відповідне програмне забезпечення для моделювання, геометричний дизайн дороги можна змінити, щоб побачити, як це може вплинути на поточну дорожню ситуацію. Наступною йде оцінювальна категорія. Імітаційна модель може допомогти оцінити час і вартість подорожі. Це особливо використовується, коли необхідно виміряти оцінку покращення трафіку. Транспортний планувальник може легко порівняти продуктивність без будь-яких додаткових витрат грошей і часу.

Моделі були згруповані відповідно до сфери застосування. Три класифікації імітаційних моделей дорожнього руху: мікроскопічне моделювання, макроскопічне моделювання та мезоскопічне моделювання.

Мікроскопічне моделювання на основі характеристик різних транспортних засобів, таких як автомобілі, автобуси, мотоцикли тощо, у транспортному потоці. Мікроскопічне моделювання спрямоване на збір параметрів даних, таких як потік, щільність, швидкість, час подорожі та затримки, довгі черги, зупинки, забруднення, споживання палива та ударні хвилі. Характеристики методів мікроскопічного моделювання ґрунтувалися на моделі слідування автомобіля, моделях зміни смуги руху та розривах окремих водіїв.

Ці алгоритми представили концепцію, згідно з якою водій розпізнає транспортний засіб, що веде вперед, і слідує за ним на меншій швидкості. Це можна описати такою ситуацією, як автомобільна колони без можливості перестроїтися. Загалом, наступний алгоритм автомобіля часом визначав зв'язок із головним транспортним засобом. Часом це була функція інтервалу, швидкості та прискорення. Чим ближче

транспортний засіб, що йде за ним, до транспортного засобу, що веде, тим більш чутлива реакція транспортного засобу, що йде за ним, на транспортний засіб, що веде. Ця чутливість також зростає зі швидкістю. Це пояснюється тим, що якщо головний транспортний засіб рухався з нижчою швидкістю, наступні транспортні засоби зменшуватимуть швидкість, що призводить до заторів.

Висновки

Отже, імітаційні моделі дорожнього руху є невід'ємною складовою сучасних технологій транспортної сфери, що відкривають нові можливості для вдосконалення безпеки, надійності та ефективності дорожнього руху в умовах швидкого технологічного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J.G. Shanthikumar, R.G. Sargent. Об'єднуючий Погляд на Гібридні Моделі Симуляції/Аналізу та Моделювання. Операційний дослідження, 31(6), с.1030-1052 (1983)
2. A. D. May, Основи Потоків Транспорту, Prentice Hall Englewood Cliffs, Нью-Джерсі (1990).
3. S. Mahajan, A. Umadekar, K. Jethwa. Нова Концепція Проектування Дорожніх Розворотів на Дорожніх Перехрестях. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 96, с.2791-2799 (2013)

Дзигар Вадим Юрійович – студент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dzigar1999@gmail.com

Сілагін Олексій Віталійович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: avsilagin@vntu.edu.ua

Dzygar Vadym Yuriyovych – student of the Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dzigar1999@gmail.com

Silagin Olexsiy Vitalyevich – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: avsilagin@vntu.edu