

В.М. СИНЕГЛАЗОВ

Національний авіаційний університет, Київ, Україна,
e-mail: svm@nau.edu.ua.

К.С. ЛЕСОГОРСЬКИЙ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, e-mail: lesogor.kirill@gmail.com.

НАПІВКЕРОВАНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЇ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ТРАНСПОРТИХ ЗАСОБІВ НА ОСНОВІ ТРАНСФОРМЕРІВ

Анотація. Досліджено прогнозування траєкторії руху транспортних засобів із використанням штучних нейронних мереж. Розглянуто наявні підходи та методи розв'язання задачі передбачення траєкторії руху транспортних засобів та їхні обмеження. Задачу прогнозування руху наведено у сценічному налаштуванні із застосуванням вхідного представлення спрощеного виду з висоти пташиного польоту та вихідного представлення мапи зайнятості. Для попереднього оброблення унімодального набору даних та утворення мультимодального набору даних запропоновано напівкеровану фізично-маневрову модель, що розв'язує задачу обмеженості набору даних для навчання. Модифікований варіант архітектури штучних нейронних мереж Transformer використовується для передбачення траєкторії, а також додатково модифікується для оброблення великих просторово-часових зв'язків. Ефективність запропонованого методу порівняно з двома кращими агентоцентричними та сценічними алгоритмами. Запропонований метод покращує ефективність відомих методів до 40 % у певних метриках та досягає результатів, порівнюваних з найкращими агентоцентричними підходами.

Ключові слова: прогнозування руху, прогнозування траєкторії, напівкероване навчання, трансформер, глибоке навчання.

ВСТУП

У XX столітті автомобілі стали масовим явищем через інтенсивний розвиток промисловості та, як наслідок, зростання міського населення, яке потребувало швидкісних і зручних засобів пересування. Однак останнє зумовило зростання кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), травм і смертей. У XXI столітті багато досліджень у сфері транспорту зосереджено на розробленні автономних транспортних засобів (АТЗ), які, як очікується, значно зменшать кількість ДТП шляхом усунення фактора людської помилки.

Задачу автономного водіння традиційно розділяють на послідовні підзадачі: сприйняття, прогнозування траєкторій руху та планування маневру. Попри значний прогрес у розв'язанні підзадачі сприйняття, прогнозування траєкторій руху залишається однією з найскладніших частин розроблення АТЗ. У моделях прогнозування руху мають бути враховані наміри агентів дорожнього руху у поточний час та попередня поведінка інших агентів, а також правила дорожнього руху, середовище водіння та взаємозалежності між водіями. Обмеження доступної спостережуваної інформації та обчислювальних ресурсів також ускладнюють задачу і роблять актуальним пошук більш ефективних та точних моделей прогнозування руху.

У цій статті розглядається розроблення інтелектуальної системи передбачення мультимодальних траєкторій з використанням технологій напівкерованого навчання із застосуванням гібридної моделі передбачення траєкторії руху на основі штучних нейронних мереж з архітектурою Transformer та фізично-маневрової моделі руху агентів.

© В.М. Синеглазов, К.С. Лесогорський, 2025