

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ У ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

Системи керування інтелектуальними транспортними засобами (СК ІТЗ) активно розвиваються і диктують вимоги до одного з найважливіших компонентів - комп'ютерного зору. Для системи прийняття рішень важливими є якість, кількість та структурованість вхідних сигналів про динамічний стан навколо ІТЗ.

Датчики візуальної інформації передають відеопотік (послідовність кадрів). Головною задачею комп'ютерного зору є конвертація візуального потоку у структуровану інформацію. Цей процес можна умовно розділити на наступні саб-процеси: детекція, класифікація, трекінг (аналіз траєкторії руху). Ці процеси можуть ускладнюватись наступними факторами: значна кількість різноманітних об'єктів, непередбачувані ситуації та постійні зміни оточуючого середовища. Для розв'язання цих задач використовуються наступні програмно-математичні моделі:

- згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks) - принцип дії таких систем полягає у аналізі невеликих ділянок зображення кожного з окремих кадрів (структурна одиниця відео-потoku), і на основі цього аналізу будує загальне уявлення про кількість і функціональні особливості об'єктів. Характеризується високою швидкістю та простотою реалізації. Натомість не підходить для аналізу руху об'єктів в динаміці [1];

- візуальні трансформери (Vision Transformers) - здатні будувати концептуальний зв'язок між об'єктами у сцені. Підходять для аналізу складних взаємовідносин і контролює глобальний контекст оточення. Викликами пов'язаними із застосування цього метода є значна складність реалізації, та високі вимоги до апаратної частини задля забезпечення необхідної швидкості [2];

- рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Networks) - створені для обробки даних без втрати контексту подій. Система зберігає взаємозв'язок між кадрами потоку і використовує його для динамічного розуміння сцени. Також може використовуватись для передбачення поведінки об'єктів. Однак такі системи потребують значних ресурсів для навчання і потребують високої якості навчальних даних. Також, вікно контексту має обмеження за розміром, а раптова втрата контексту під час руху на значній швидкості може мати критичні наслідки [3];

– оптичний потік (Optical Flow) - визначення переміщень об'єктів в проміжку часу між кадрами потоку. Використовується для побудови траєкторій руху об'єктів в динаміці. Але цей метод не надає ситуаційної обізнаності, тому що не класифікує об'єкти за їх ознаками та властивостями. До того ж ця модель чутлива до якості зображень (шум, зміни освітлення при різних погодних умовах) та швидких переміщень об'єктів [4];

– моделі на базі графів (Graph models) - сцена оточуючого середовища представляється в вигляді графів та взаємозв'язку між ними. Такий підхід виявляє спроможність визначати деталі сцени та складні зв'язки навіть в нетипових сценах поведінки об'єктів. Характеризується високими вимогами до процесу навчання та має критичну залежність від попередніх етапів (детекція та класифікація).

Різні типи систем розв'язують різні задачі. Одні використовуються для первинної обробки сирих візуальних даних (raw data) і представлення їх у структурованому вигляді, інші для побудови об'єктних взаємозв'язків на основі обробленої інформації. Кожен з методів має свої обмеження, і тому в реальних дорожніх умовах найбільш вигідною є стратегія застосування комбінації програмно-математичних моделей, задля забезпечення високої надійності, стійкості до перешкод та шумів, готовності до розв'язання нетипових сценаріїв

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. A review of convolutional neural networks in computer vision. *Artif Intell Rev* 57, 99 / Zhao X. et al. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10721-6>.
2. Explainability of vision transformers: a comprehensive review and new perspectives. *Multimed Tools Appl* 85, 115 / Kashefi R. et al. 2026. URL: <https://doi.org/10.1007/s11042-026-21313-7>.
3. Efficient time-series approximation with linear recurrent neural networks: architecture learning and predictive power. *Neural Comput & Applic* 37, 27027–27055 / Stolzenburg F. et al. 2025. URL: <https://doi.org/10.1007/s00521-025-11655-y>.
4. A comparative study of optical flow methods for fluid mechanics. *Exp Fluids* 63, 7 / Mendes L.P.N. et al. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s00348-021-03357-7>.