

УДК 629.5:004.8

*Шибасєва Н.О., к.т.н., доцент,
Рудніченко М.Д., к.т.н., доцент,
Шведов Д.В., аспірант*

Національний університет «Одеська політехніка»

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ УПРАВЛІННЯ ОБРОБКОЮ НЕКОНВЕНЦІЙНИХ ДАНИХ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Неконвенційні дані, що включають геопросторові, часові, поведінкові, соціальні та мультимодальні сигнали, створюють виклики щодо їх інтеграції, адаптивної обробки, фільтрації шуму та забезпечення релевантності інформації для прийняття оперативних рішень. Управління обробкою таких неконвенційних даних у транспортних системах вимагає гнучких архітектурних рішень, що забезпечують адаптивність до варіативності джерел даних, обчислювальну ефективність, масштабованість та інтеграцію з IoT-інфраструктурою. Актуальність аналізу сучасних підходів ґрунтується на зростанні вимог до точності прогнозів, безпеки руху та оптимізації потоків у складних міських середовищах.

Одним із широко застосовуваних підходів є побудова багаторівневих архітектур даних, де на нижньому рівні здійснюється безпосередня обробка сировинних сенсорних сигналів. На цьому рівні реалізуються методи попередньої фільтрації шуму, нормалізації, часової синхронізації та базового розпізнавання шаблонів. Ці базові операції дозволяють підготувати дані для передачі на більш високі рівні обробки, де вони можуть бути агреговані й узагальнені для подальшого аналізу. Серед сучасних архітектурних підходів значну увагу приділяють концепціям edge-обчислень, що передбачають розподілену обробку даних безпосередньо на транспортних вузлах чи сенсорних платформах. Такий підхід дозволяє зменшити затримки та зменшити обсяг переданих у центральні системи даних, особливо у випадках, коли обробка в режимі реального часу є критичною.

На центральному рівні обробки створюються платформи для агрегації та аналітики, що інтегрують дані з різних джерел. Ці рішення часто базуються на хмарних архітектурах із підтримкою масштабованих сховищ та обчислень, що дозволяють виконувати складні аналітичні задачі, прогнозування навантажень, виявлення закономірностей у часових рядах та побудову моделей поведінки учасників руху.

Для ефективного управління обробкою неконвенційних даних дослідники пропонують гібридні підходи, що поєднують символічні

моделі, машинне навчання та статистичну інтерпретацію. Ці підходи передбачають адаптивні механізми, що визначають спосіб обробки даних залежно від їхньої природи, якості чи рівня сигнал-шум. Наприклад, дані з відео можуть попередньо оброблятися алгоритмами для виділення об'єктів і подій, тоді як GPS-треки — через часові моделі та кластерні алгоритми для виявлення патернів руху.

Методи машинного навчання відіграють важливу роль у сучасних транспортних системах для прогнозування поведінки транспортної мережі. Глибокі нейронні мережі та рекурентні архітектури, зокрема LSTM та Transformer-подібні моделі, дозволяють навчатися на великих масивах часових даних для прогнозування навантажень, виявлення аномалій чи адаптації маршрутів залежно від зміни трафіку. При цьому важлива увага приділяється інтеграції цих моделей у реальному часі через edge-сервери або гібридні обчислювальні платформи, що поєднують локальні та централізовані компоненти.

Іншим напрямом є використання технологій stream-обробки, що дозволяють оперативно обробляти потоки даних із датчиків та сенсорних мереж без потреби збереження всієї історичної інформації. Stream-обробка поєднується з event-driven архітектурами, де певні події дорожнього руху чи транспортні аномалії стають тригерами для запуску специфічних аналітичних або управлінських процесів.

Висновки. Слід зазначити, що сучасні підходи до управління обробкою неконвенційних даних у транспортних системах демонструють широкий спектр архітектурних рішень: від edge-обчислень та stream-обробки до хмарної аналітики з гібридними алгоритмами машинного навчання. Ефективне поєднання цих підходів дозволяє забезпечити оперативність, масштабованість та адаптивність систем при обробці складних і різномірних джерел даних. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на підвищення інтеграції між компонентами обробки.

Список використаних джерел:

1. Zhao L., Chen J., Hassan M.M. Edge-Cloud Collaborative Processing for Intelligent Transportation Systems: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2024. Vol. 20. P. 5128–5141.
2. Li H., Zhang X., Tian Z., Zhang Y. Multimodal Data Fusion for Traffic Flow Prediction: A Comprehensive Review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2025. Vol. 140. P. 104531.
3. Gao Y., Song J., Wang H., Liu Q. Real-Time Anomaly Detection in Transportation Systems Using Streaming Data Analytics. *IEEE Access*. 2023. Vol. 11. P. 156309–156321.