

Кашканов А.А., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, д.т.н., професор Пальчевський О.В., аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Вінницький національний технічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ НЕОРДИНАРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ

У наш час інтелектуальні транспортні системи (ІТС) набувають помітного поширення по всьому світу, їх використання дає позитивні результати, що значною мірою відчують усі користувачі транспортного руху. Загалом ІТС дозволяють підвищити ефективність транспортного руху та його безпеку, мінімізувати вплив на навколишнє середовище, зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) та величину заторів, а також є корисними при плануванні нових доріг чи районів [1, 2].

В реальних умовах роботи ІТС можуть виникати нетипові (неординарні) ситуації, які неможливо передбачити або належним чином компенсувати протягом короткого періоду часу. В результаті це призводить до ускладнення чи зупинки руху. Як приклад, одним із таких чинників, що можуть призводити до втрати контролю над управлінням транспортною системою, є поведінка окремих учасників руху при груповому русі автомобілів, яка ускладнює прогнозування подальшого руху усього транспортного потоку та слугує джерелом інших потенційних ускладнень. Так за даними дослідження [3], в якому було здійснено оцінку впливу швидкісного режиму і метричних інтервалів між автомобілями (параметрів групового потоку) на безпеку руху, визначено, що 40 % транспортних засобів, які рухаються у групах, порушують правила дорожнього руху та перевищують дозволена швидкість. При подальшому експериментальному дослідженні параметрів руху груп транспортних засобів в транспортній мережі встановлено, що при швидкості 40 км/год спостерігаються автомобілі, які порушують необхідну дистанцію безпеки і, зі зростанням швидкості руху, порушників стає дедалі більше. Це потенційно небезпечна ситуація, яка може призвести до виникнення ДТП. Результати дослідження [3] корелюють з даними департаменту патрульної поліції України, в яких зазначено, що недотримання безпечної дистанції є однією з основних причин виникнення ДТП у 2021 році [4].

Аналізувати нетипові ситуації традиційні ІТС не здатні через обмеженість інформаційного потоку, що надходить в режимі реального часу. Світовий досвід показує, що однією із найважливіших цілей забезпечення подальшого розвитку ІТС є розширення потоку оброблюваних даних. Саме тому у містах обладнаних сучасними мережами зв'язку 5G вже тривають спроби розширити інформаційний потік, включивши у телеметрію максимальну кількість даних від окремих учасників руху [5]. Перенесення каналів зв'язку ІТС на мережу 5G дозволяє одночасно обслуговувати значно більшу кількість користувачів, оскільки такі мережі забезпечують швидкість передачі даних до 10 Гбіт/с при затримках менших за 1 мс. В результаті чого, з'являється можливість забезпечення багатоцільового обміну інформацією між учасниками руху (рис. 1), візуалізації мережі, виконання хмарних обчислень, використання нових методів обробки сигналів тощо.

На противагу традиційним підходам, ІТС під силу оцінити рух кожного учасника транспортного потоку у режимі реального часу, тим самим здійснювати його прогнозування. Проте щоб здійснювати таке прогнозування потрібно забезпечувати систему значним потоком даних щосекунди. Усі доступні джерела даних, які інформують систему, можна умовно поділити на [6]:

1. Придорожні датчики. Датчики, розташовані в межах доріг, найбільш поширене джерело даних в ІТС. Але точність даних, отриманих за допомогою таких датчиків, варіюється у залежності від їх розташування та погодних умов.

2. Датчики в автомобілях. Деякі комерційні транспортні засоби обладнані датчиками визначення положення, що фіксують їх локацію.

3. Кооперативні датчики. Угрупування автономних сенсорних блоків, що постійно збирає інформацію різного роду, в залежності від цілі застосування.

4. Джерела статичних даних. До них відносяться загальновідомі постійні дані. До них можна віднести розклад руху громадського транспорту, розташування зупинок тощо.

5. Зовнішні джерела даних. Це такі джерела даних, що не пов'язані безпосередньо із транспортною системою, проте помітно впливають на неї. До таких відносяться погодні умови, свята, спортивні події тощо.

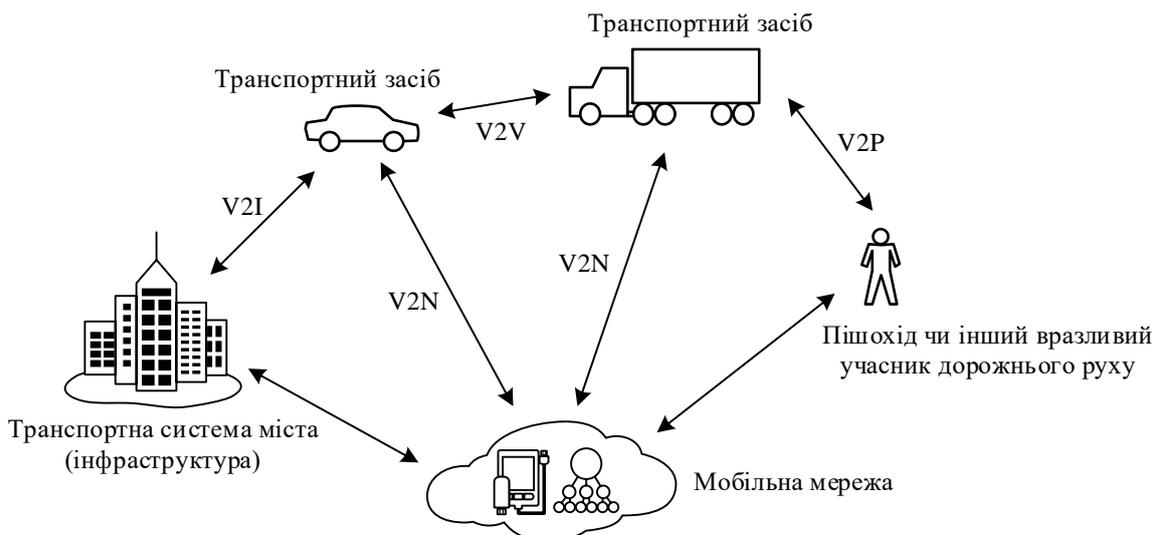


Рис. 1 – Види комунікацій в ІТС

У випадку наявності достатньої кількості даних для адекватної оцінки намірів учасників руху, ІТС має містити в собі спеціальну модель або їх комбінацію для здійснення прогнозування [7, 8]. Зокрема в ІТС методи, які знайшли застосування в побудові моделей прогнозування трафіку, поділяються так:

1. Статистичні методи. Традиційна статистика, фільтри Калмана, економетричні методи, моделі часових рядів, авторегресійні моделі та бассава лінійна регресія – те, на чому базується робота більшості ІТС.

2. Нелінійні методи. Теорія мутацій, теорія вейвлетів і теорія хаосу – ці нелінійні теорії можна застосовувати для створення моделей прогнозування потоків транспорту, спираючись на нелінійні характеристики часових рядів потоків транспорту.

3. Методи на основі моделювання. Транспортна мережа, пропускна здатність доріг, швидкість транспортних засобів, їх класифікація, завантаженість та подібні показники транспортних потоків описуються за допомогою алгоритмів та інших відповідних моделей.

4. Методи штучного інтелекту. Темпи розвитку машинного навчання та інших подібних методів у таксономії штучного інтелекту дозволяють застосовувати нові підходи в обробці даних, які здатні на більш швидке та точне прогнозування транспортного потоку.

5. Комбіновані методи. Дозволяють досягти результату із врахуванням багатьох факторів, використовуючи усі переваги попередніх методів прогнозування транспортного потоку.

Із множини моделей, побудованих на основі вищеперерахованих методів, найбільш перспективними в плані швидкого та гнучкого вирішення неординарної ситуації є моделі із застосуванням штучного інтелекту або комбінації із ними. Однією з таких є модель, заснована на алгоритмі глибокого навчання [9-11]. Основним призначенням алгоритмів глибокого навчання є спрощення людських проблем у багатьох сферах застосування на основі використання штучного інтелекту [12]. Такий підхід є вирішальним при усуненні складних неординарних ситуацій (рис. 2), адже вони можуть відхилитись від заданих сценаріїв дій.

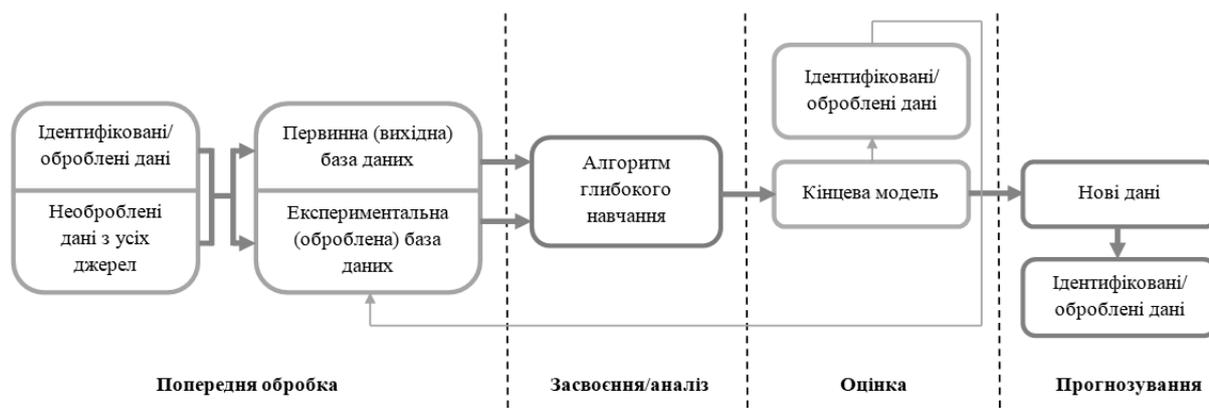


Рис. 2 – Умовна схема принципу роботи алгоритму глибокого навчання

Як зазначено на схемі (рис. 2), вже ідентифіковані дані, разом із необробленими, складають первинну базу даних. Ця база даних засвоюється та аналізується алгоритмом глибокого навчання, за результатами чого утворюється кінцева модель, яка дозволяє ідентифікувати та розрізнити більш різноманітну інформацію у більшому обсязі. У випадку неможливості коректної обробки частини даних – процес повторюється, але вже за участю експериментальної бази даних, у разі можливості вносяться зміни до моделі.

Реалізація такої системи є доволі складною саме через необхідність підготовки алгоритмів глибокого навчання. Вона базується на методі спроб та помилок, і є протилежною традиційним методам, які включають в себе інструкції кодування, залежні від операторів рішень. Як і будь-яка система, що працює із даними, система заснована на алгоритмі глибокого навчання працює у декілька етапів – збір даних, обробка даних та прийняття рішень.

Прогнозування трафіку для інтелектуальної транспортної системи з використанням глибокого навчання [11] показало, що в досить щільних транспортних мережах, оснащених ІТС, досі найважливішою проблемою для стабільної пропускної здатності є постійні затори різної сили та тривалості. Стандартне адаптивне управління сигналами світлофора не може належним чином впоратися з таким скупченням учасників руху. Алгоритми глибокого навчання довели свою важливість у передбаченні результатів, прийнятті рішень щодо прогнозів тривалості транспортного потоку та забезпеченні усунення та уникнення заторів на основі пропуску транспортних засобів через перехрестя в залежності від довжини та зміни тривалості сигналів світлофора.

Висновки. Розглянуті підходи, реалізація яких стає можливою завдяки збільшенню інформаційного потоку, дозволяють підвищити стійкість транспортних мереж, а також ефективність інтелектуальних транспортних систем, що позитивно впливає на рівень заторів, дорожньої безпеки та екологічний вплив на навколишнє середовище. Звісно, вони мають широкую придатність для роботи в умовах реального часу та є доволі корисними при роботі із управління транспортними потоками.

Література

1. Методологічні основи проектування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В.В. Аулін, А.В. Гриньків, А.О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В.В. Ауліна. Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. 428с.
2. Кашканов А. А., Пальчевський О. В. Проблеми функціонування транспортних систем великих міст України в сучасних умовах. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2022. № 1(18). С. 97-102.
3. Семченко Н.О., Решетніков Є.Б. Дослідження параметрів руху груп транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст. Комунальне господарство міст. 2018. № 7(146). С. 12-19.
4. Статистика. Офіційний сайт патрульної поліції України. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>
5. Dutka V. Implementing an Intelligent Transportation System: A Bottom-Up Approach to Value Creation. Connect, collect, analyze, deliver – optimize traffic management with intelligent transportation systems. URL: <https://intellias.com/implementing-intelligent-transportation-system/>
6. Tahir M. N., Leviäkangas P., Katz M. Connected Vehicles: V2V and V2I Road Weather and Traffic Communication Using Cellular Technologies. Sensors. 2022. 3(22). P. 1-14.
7. Hui M., Bai L., Li Y., Wu Q. Highway Traffic Flow Nonlinear Character Analysis and Prediction. Mathematical Problems in Engineering. 2015. vol. 2015(8): P. 1-7.
8. Emami A., Sarvi M., Bagloee S. A. Using Kalman filter for short-term traffic flow prediction in a connected vehicle environment. Journal of Modern Transportation. 2019. vol. 27. P. 222-232.
9. Fareeduddeen V. M., Sreerambabu J., Riyaz M. M. Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Machine Learning. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). 2022. vol. 10. Is.8. P. 922-925.
10. Geetha V., Gomathy C. K., Thommandru H., Varma P. V. N. A Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Machine Learning. International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2021. 4(10). P. 166-168.
11. Yogita B., Raghavendra P. Traffic Prediction for Intelligent Transportation System Using Deep Learning. International Journal of Research in Engineering, Science and Management. 2022. 5(7), P. 61-62.
12. Снитюк В. Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми: навчальний посібник. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008. 364 с.