

## ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МІСТАХ

Федоров І. О., студент групи Т-42-19  
Засядько Д. В., ас. каф. ОБДР

Проблема підвищення ефективності функціонування транспортних систем великих міст заторів є актуальною з огляду хоча б на наявність у таких містах транспортних заторів [1]. Для поліпшення ситуації для кожного конкретного міста необхідно мати актуальну інформацію про поточний стан вулично-дорожньої мережі (ВДМ) та параметри транспортних потоків (ТП). Одним з параметрів транспортних потоків є інтенсивність, тобто кількість транспортних засобів, які проїжджають через переріз дороги у певному місці ВДМ за певний період часу, наприклад, за годину [2].

Найпростішим в організаційному і технічному розумінні є ручний облік інтенсивності із залученням людей-обліковців, які фізично знаходяться у заданих точках ВДМ у визначений час та спостерігають за автомобілями, заповнюючи відповідні бланки. Такий спосіб є доволі громіздким та неточним, оскільки потребує залучення великої кількості людей, і точність обліку знижується із підвищенням інтенсивності транспортних потоків, що є характерним для великих міст, бо зі збільшенням інтенсивності збільшується вірогідність обліковцям «прогавити» частку автомобілів з потоку через людський фактор. Трохи поліпшити роботу обліковців можна за допомогою звичайних відеокамер. При цьому збільшується зручність ручного обліку, бо обліковець може зробити паузу або «перемотати» запис, якщо він пропустив якийсь автомобіль. При цьому на обліковця також не впливають погодні умови.

Однак, серйозні сучасні дослідження інтенсивності транспортних потоків передбачають автоматизований облік транспортних засобів із залученням детекторів транспорту різних типів.

Будь-яка система керування, що реагує на дорожній рух, залежить від її здатності визначати трафік для локального контролю перехресть та/або загальносистемного коригування планів часу. Система досягає цього за допомогою одного або кількох із наведених нижче типів детекторів:

1. Детектори, що потребують монтажу під поверхню дорожнього одягу

а) Індуктивна петля: найпоширеніша технологія детектора. Складається з одного або кількох витків ізольованого петлевого дроту, намотаного в неглибокий паз, випиляний на тротуарі. Петлеві детектори бувають різних розмірів і форм, і можна використовувати різні конфігурації залежно від області, яку потрібно виявити, типів транспортних засобів, які потрібно виявити, і мети (наприклад, виявлення черги, підрахунок транспортних засобів або вимірювання швидкості).

б) Магнітометр: Вимірює зміни як горизонтальних, так і вертикальних компонентів магнітного поля Землі. Ранні магнітометри могли виявляти лише вертикальну складову, через що вони не могли працювати поблизу

екватора, де лінії магнітного поля горизонтальні. Новіші двоосьові феррозондові магнітометри долають це обмеження. Магнітометри корисні на настилах мостів і віадуків, де сталева опорна конструкція заважає детекторам петель, а петлі можуть послабити існуючу конструкцію. Магнітометри також корисні для тимчасових установок у будівельних зонах.

в) Магнітний: складається з котушки дроту з високопроникним сердечником. Вимірює зміну ліній потоку магнітного поля Землі. Може виявляти лише транспортні засоби, що рухаються швидше, ніж певна мінімальна швидкість, і тому не може використовуватися як детектор присутності. Корисно там, де тротуар не можна розрізати, або там, де пошкоджений тротуар чи мороз розривають дроти індуктивної петлі.

2. Детектори, що монтуються поруч з проїжджою частиною (неінвазивні)

а) Мікрохвильовий радар: передає мікрохвильову енергію на проїжджу частину. CW (безперервний) доплерівський радар може виявляти лише потік і швидкість. FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) радар також може діяти як детектор присутності. Деякі мости з великими сталевими конструкціями можуть спричинити проблеми з системами на базі радарів.

б) Активний інфрачервоний: передає інфрачервону енергію від детектора та виявляє хвилі, які відбиваються назад.

в) Пасивний інфрачервоний: не передає енергії; виявляє енергію транспортних засобів, проїжджої частини та інших об'єктів, а також енергію сонця, відбиту транспортними засобами, проїжджою частиною та іншими об'єктами.

г) Ультразвуковий: передає хвилі ультразвукової звукової енергії та вимірює відстань, яку проходить відбита хвиля. Може визначати кількість транспортних засобів, присутність і зайнятість смуги.

д) Акустика: вимірюйте проїзд, присутність і швидкість транспортного засобу шляхом пасивного виявлення акустичної енергії або звукових сигналів, створених рухом транспортних засобів.

е) Процесор відеозображення: відеокамери виявляють дорожній рух, а зображення оцифровуються, обробляються та перетворюються на дані про дорожній рух. Може замінити кілька петльових детекторів і вимірювати трафік на обмеженій території, а не лише в одній точці.

Інтенсивність транспортних потоків можна вимірювати за допомогою таких методів, як облік вручну із залученням обліковців із бланками обліку, автоматизований облік із використанням детекторів транспорту різних типів, зокрема камер відеоспостереження із модулем розпізнавання образів та інші технології [4]. Ці інструменти дозволяють збирати дані про кількість транспортних засобів, їх швидкість та час руху, що допомагає планувати оптимальні маршрути та розподілити транспортний потік для покращення ефективності роботи транспортної системи міста та зменшення заторів [2]. Крім того, важливо розробляти та впроваджувати інноваційні рішення, такі як електричні та автономні транспортні засоби, для забезпечення сталої та екологічної мобільності великих міст [3].

## Література

1. Коноплянко В.И. Организация и безопасность городского движения. - М.: Транспорт, 1991. - 182 с.
2. Клишковштейн Г.И., Афанасьев М.Е. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 1992. - 208 с.
3. Sliwa B., Piatkowski N., Wietfeld C. The Channel as a Traffic Sensor: Vehicle Detection and Classification based on Radio Fingerprinting. IEEE Internet Things J. 2020 doi: 10.1109/IJOT.2020.2983207.
4. Won M. Intelligent traffic monitoring systems for vehicle classification: A survey. IEEE Access. 2020;8:73340–73358. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2987634
5. Jo S.Y., Ahn N., Lee Y., Kang S.-J. Transfer Learning-based Vehicle Classification; Proceedings of the 2018 International SoC Design Conference (ISOCC); Daegu, Korea. 12–15 November 2018; Piscataway, NJ, USA: IEEE; 2018. pp. 127–128
6. Ke R., Zhuang Y., Pu Z., Wang Y. A Smart, Efficient, and Reliable Parking Surveillance System with Edge Artificial Intelligence on IoT Devices. arXiv. 2020200100269