

1. Палагин А.В., Яковлев Ю.С. Системная интеграция средств компьютерной техники. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 680 с.
2. Грибачев В.П. Элементная база аппаратных реализаций нейронных сетей // Компоненты и технологии. 2006. № 8.
3. McCulloch W.S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // The Bulletin of Mathematical Biophysics. – 1943. – Vol. 5, Issue 4. – pp. 115–133.
4. Fukushima K. Cognitron: A self-organizing multilayered neural network // Biological cybernetics. – 1975. – Vol. 20, Issue 3-4. – pp. 121–136.
5. Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proceedings of the national academy of sciences. – 1982. – Vol. 79, Issue 8. – pp. 2554–2558.
6. Хайкин С. Нейронные сети. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
7. Рашкевич Ю.М., Ткаченко Р.О., Цмоць І.Г., Пелешко Д.Д. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки сигналів і зображень у реальному часі: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 256 с.
8. Цмоць І.Г., Скорохода О.В., Балич Б.І. Модель та НВІС-структури формального нейрона паралельно-вертикального типу з використанням мультиплексування шин // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова – Львів. – 2013. – Випуск № 67. – С. 160-166.
9. Цмоць І.Г., Скорохода О.В., Балич Б.І. Модель та НВІС-структура формального нейрона паралельно-вертикального типу з табличним формуванням макрочасткових результатів // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова – Львів. – 2014. – Випуск № 73. – С. 133-138.
10. Tsmots I., Skorokhoda O., Rabyk V., Ignatyev I. Basic vertical-parallel real time neural network components // Proceedings of the XIIth International Scientific and Technical Conference “Computer Sciences and Information Technologies” (CSIT). – 2017, Lviv. – pp. 344–347.
11. Грицик В.В., Ткаченко Р.О. Нові підходи до навчання штучних нейромереж // Доповіді Національної академії наук України. – 2002. – № 11. – С.59-65.
12. Tsybal Y., Tkachenko R. A digital watermarking scheme based on autoassociative neural networks of the geometric transformations model // Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – 2016. – pp. 231-234.

Поступила 29.01.2018р.

УДК 004.62

В.Р.Сподарик, Національний університет «Львівська політехніка»

ПРОЕКТУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ АНАЛІЗУ РУХУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Abstract. In this article analyzed available options for obtaining information about public transport traffic. Described the scheme of functioning of the system for real-time information collection, the work of the system has been implemented and tested for one year with monitoring 24/7. Collected data can be used for various kinds of analytics and forecasting of possible traffic jams or road accidents.

Keywords: public transport, deviation from graphics, analytics, GTFS static, GTFS realtime, Protocol Buffers.

Анотація. Розглянуто доступні варіанти для отримання інформації про рух громадського транспорту. Описано схему функціонування системи для збору інформації в реальному часі, впроваджено в роботу та проведено апробацію роботи системи протягом одного року з моніторингом 24/7. Зібрані дані можуть бути використані для різного роду аналітики та прогнозувань можливих корків чи ДТП.

Ключові слова: громадський транспорт, відхилення від графіку, аналітика, GTFS static, GTFS realtime, Protocol Buffers.

I. Постановка проблеми

Ситуація з транспортом у Львові та інших великих містах України постійно погіршується. Громадський електротранспорт (трамваї і тролейбуси) постійно ламається та виходить з ладу, а на закупівлю нового постійно бракує коштів. Також зменшується кількість маршруток у зв'язку з браком водіїв, які виїжджають закордон на заробітки [1] [2], а кількість пасажирів постійно збільшується. Це спричиняє мешканцям проблеми в добиранні по місту, особливо в час пік. [3]

У зв'язку з цим чимало людей купляють приватне авто і кількість приватного транспорту росте, а громадського падає. Також у Львові будуються нові житлові комплекси, які збільшують пасажиропотік. А це в свою чергу спричиняє ріст корків. Якщо ніяк не впливати на цю ситуацію, то вона буде лише погіршуватись.

Враховуючи, що придбати нову техніку складно і дорого, було прийнято рішення розробити систему, яка дозволить проаналізувати рух того транспорту, який є, щоб в подальшому можна було приймати рішення щодо оптимізації його використання.

II. Мета роботи

Розробити систему, яка зможе збирати інформацію про рух громадського транспорту, яка разом з іншими джерелами даних (про погоду, ДТП, координати снігоприбиральної техніки, ремонтні роботи, події в місті, тощо) дозволить проводити аналіз причин виникнення заторів та місць звідки вони починаються.

III. Опис алгоритму

Основний джерелом даних про рух громадського транспорту було обрано дані з серверу Львівавтодору у форматі GTFS. GTFS (General Transit Feed Specification) - це формат обміну інформацією про розклад громадського транспорту і відповідними геоданих. Цю специфікацію також називають GTFS static і Static Transit, щоб відрізнити її від розширення GTFS Realtime. За допомогою GTFS транспортні агентства можуть зробити дані про свій автопарк доступними для пасажирів і розробників сторонніх додатків [4].

Для розробки системи було використано обидва варіанти GTFS Static та Realtime. З першого можна отримати інформацію про компанії перевізниками, список зупинок, маршрути, графіки та інші дані у форматі zip-архіву. З другого можна отримувати розташування транспортних засобів, їх швидкість та ID наступної зупинки. Формат обміну даними GTFS Realtime заснований на протоколі Protocol Buffers [5], який якщо декодувати, то інформація буде виглядати наступним чином:

```
{
  "entity": [
    {
      "id": "0",
      "vehicle": {
        "position": {
          "latitude": 49.82411575317383,
          "longitude": 23.94379997253418,
          "speed": 12.0
        },
        "current_stop_sequence": 36591,
        "vehicle": {
          "id": "38016"
        }
      }
    },
    "header": {
      "gtfs_realtime_version": "1.0",
      "timestamp": 1284457468L
    }
  }
}
```

Враховуючи відсутність доступу до якоїсь систематизованої бази про ДТП – її довелося наповнювати вручну з публічних джерел (наприклад, групи та сайту Varta1 [6]) та власних спостережень.

Щодо погоди, то можна використовувати історичні бази даних існуючих сервісів. Але враховуючи, що дані різних провайдерів могли відрізнятися і точність могла відрізнятися, було вирішено вручну фіксувати найбільш вагомі погодні зміни з власних спостережень: сильний дощ чи гроза, велика кількість опадів за малу кількість часу, туман, буревій, який міг зламати дерева, нерозчищений сніг на дорогах, ожеледь тощо.

Як виглядає схема роботи системи загалом можна побачити на рис.1, де можна побачити список джерел даних, які періодично опитуються на наявність нових даних. Ці дані можуть одразу використовуватись для пошуку аналізу ситуації на дорозі, прогнозування можливих надзвичайних ситуацій та сповіщень оператору. Після цього інформацію потрапляє в постійно базу даних, з якої вже можуть формуватись графіки та звіти.

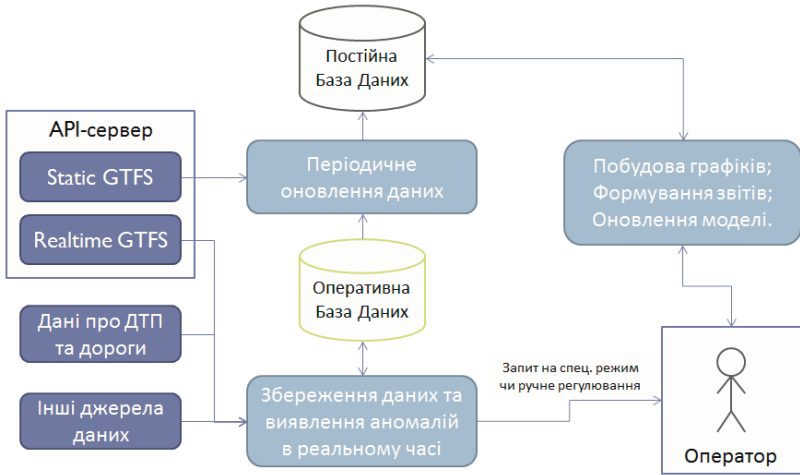


Рис.1. Структурна-схема роботи системи

IV. Аналіз отриманих результатів

Якщо відобразити всі транспортні засоби, які є у місті Львів на одній карті, то це виглядатиме приблизно отак як рис.2.

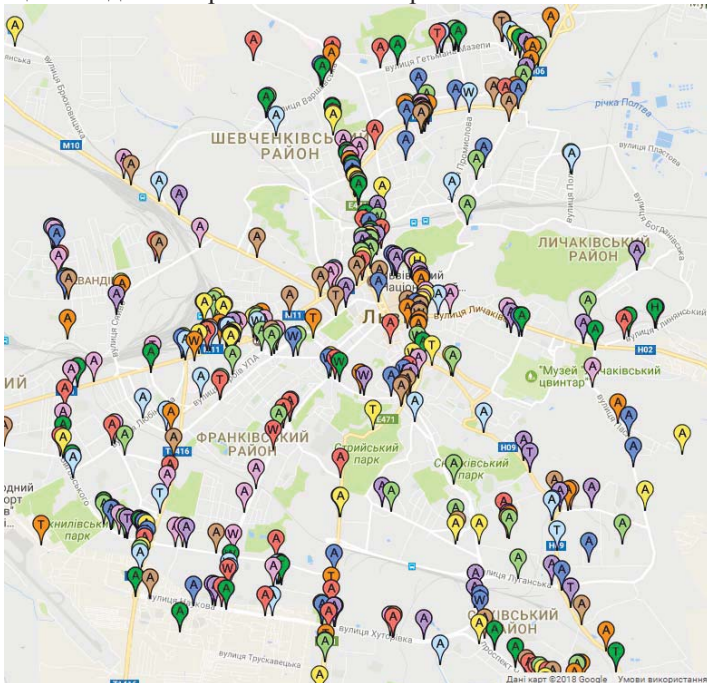


Рис.2. Положення міських маршруток, трамваїв та тролейбусів у м.Львів о 18:00

Якщо виокремити один маршрут і відобразити швидкість транспортних засобів на карті, то вийде так звана “heatmap”, де видно найповільніші ділянки руху (рис.3.).

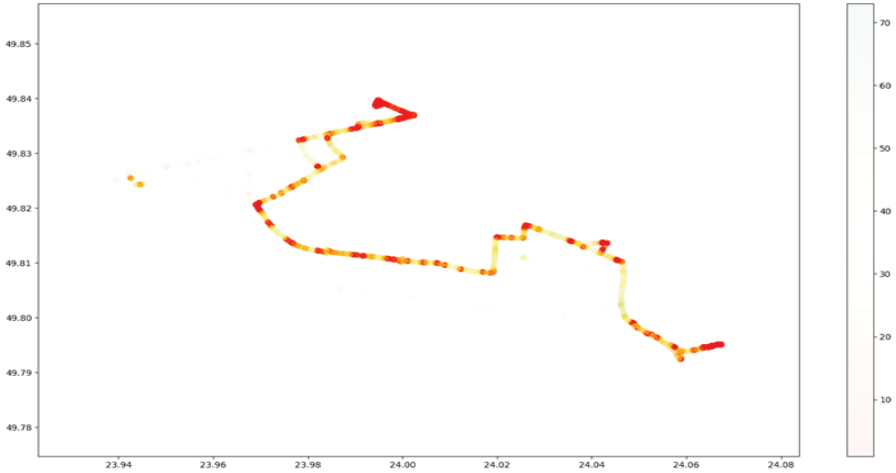


Рис.3. середня швидкість руху протягом всього маршруту №16
(x, y – GPS координати, колір - темніше - повільніше)

Якщо відобразити на графіку рух автобусів одного маршруту по кожній зупинці від початку руху по маршруту до завершення ми отримаємо графік як на Рис.4 нижче, де x – час, y – номер зупинки по-порядку.

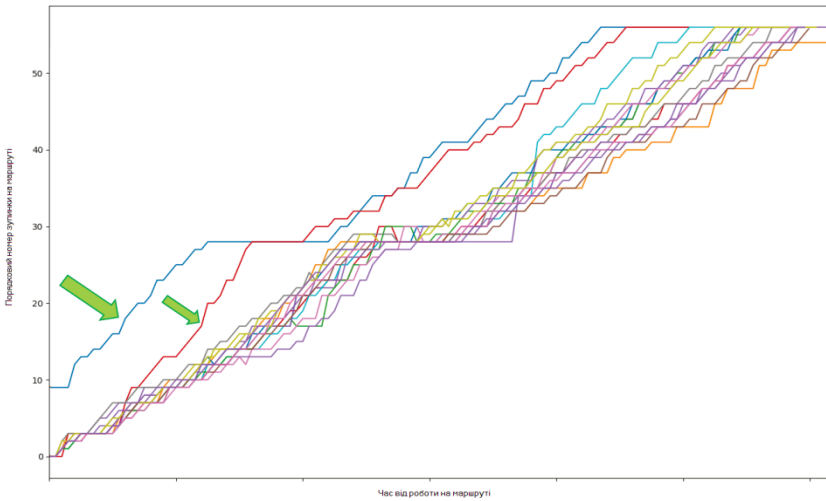


Рис.4. Відхилення автобусів 16-го маршруту від середньостатистичного графіку руху на маршруті

Як видно з графіку, більшість автобусів рухались практично однаково з незначними відхиленнями. Але 2 з них (позначені стрілками) мали суттєві відхилення.

Якщо мати інтегровану інформацію з більшої кількості джерел інформації – можна робити висновки, чи це лише один автобус відхилився від графіку, чи більше. Якщо в тому ж місці всі починають відхилитись, то напевно там є якась перешкода (ДТП, впало дерево, тощо). Якщо всі практично одночасно почали відхилитись від графіку можливо це пов'язано з погодніми умовами чи часом доби.

В результаті зібрано інформацію про рух транспорту за 1 рік (загалом близько 250 млн. записів), за різних погодніх умов та пір року, свят та інших подій які могли вплинути на дані.

V. Висновки

Розроблена система дозволить в реальному часі бачити проблеми на дорозі, коли вони лише починаються як тільки громадський транспорт відхилився від графіку.

Вона може бути корисною при інтеграції з системою управління світлофорами і одразу або в ручному режимі, або автоматично регулювати рух відповідно до обставин. Або може використовуватись при управлінні громадським транспортом, зокрема при підрахунку рейсів, показників графічності руху транспортних засобів чи в разі потреби застосуванню спецрежимів.

Також на основі історичних даних про рух громадського транспорту та додаткових джерелах даних (рух поїздів та літаків, погода, ДТП, час, події в місті) можна прогнозувати зміни в русі і регулювати трафік так аби мінімізувати простой в корках.

1. «У Львові бракує майже 180 водіїв автобусів,» Твоє Місто, 26 вересня 2017. [З мережі]. http://tvoemisto.tv/news/u_lvovi_brakuie_mayzhe_180_vodiiv_avtobusiv_88785.html.
2. М. Коваль, «Закарпаття масово покидають водії автобусів,» Закарпаття онлайн, [З мережі] <http://zakarpattya.net.ua/News/180366-Zakarpattia-masovo-pokydaiut-vodiiv-avtobusiv-VIDEO>.
3. М. Іваник, «У Львові на транспорті роблять політику і піар, – Святослав Товстига,» gazeta.lviv.ua, 6 лютого 2018. [З мережі]. <http://gazeta.lviv.ua/2018/02/06/u-lvovi-na-transporti-roblyat-politiku-piar-svyatoslav-tovstiga/>.
4. «GTFS Static Overview,» [З мережі]. <https://developers.google.com/transit/gtfs/>.
5. «Protocol Buffers,» [З мережі]. <https://developers.google.com/protocol-buffers/>.
6. «ДТП — Новини Львова та Західної України| VARTA1,» [З мережі]. <https://varta1.com.ua/category/dtp/>.

Поступила 25.01.2018р.