

О.Ю. Борейко, аспірант кафедри КІ, ТНЕУ,
В. М.Теслюк, д.т.н., професор кафедри АСУ, НУ “Львівська політехніка”,
А.Я.Зелінський, к.т.н., асис. кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”,
В. Я.Коваль, асистент кафедри ІСТ, НУ “Львівська політехніка”.

МЕТОД ОПРАЦЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАСАЖИРОПОТОКУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ “РОЗУМНОГО” МІСТА

Abstract. A method for processing data on parameters of passenger flow in public transport of the “smart” city was developed. The algorithms of primary processing of data on passenger traffic were developed. Information model of automated system for processing parameters of the passenger traffic flow was built. A multilevel model of the server part software and the programming model the client part of the automated system were developed.

Анотація. Розроблено метод для опрацювання даних про параметри пасажиропотоку громадського транспорту в системі “розумного” міста. Розроблені алгоритми первинного опрацювання даних про пасажиропотік. Побудована інформаційна модель автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку. Розроблена багаторівнева модель організації програмного забезпечення серверної частини, а також побудована програмна модель клієнтської частини автоматизованої системи.

Актуальність

На даний час більше половини населення світу проживає у містах. За прогнозами ООН тенденція переходу від сільських до міських поселень залишатиметься стійкою ще на протязі кількох десятиліть [1]. Дедалі більше перед містами і мегаполісами постають проблеми нових видів. Труднощі у сфері утилізації відходів життєдіяльності людей, нестача ресурсів, забруднення повітря, небезпеки для здоров'я жителів, затори на дорогах і невідповідні, застарілі міські інфраструктури є одними з основних технічних, фізичних і матеріальних проблем сучасних міст [2].

Останнім часом значної популярності набуває концепція “розумного” міста, яка передбачає розроблення новітніх підходів до вирішення проблем міст мегаполісів, а також інтеграцію концепції у всі ключові сфери діяльності сучасного міста [3]. Реалізація “розумного” міста передбачає впровадження “розумних” рішень для підвищення економічних, екологічних та соціальних показників міста, безпеки та комфорту його жителів [4].

Для вирішення проблем у функціонуванні транспортної системи міста розумним виходом може бути впровадження інформаційної технології опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту [5]. Використанню даної технології, а конкретно побудова автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку в громадському транспорті, дає змогу:

- контролювати правомірність використання водіями транспортних засобів;
- створювати ефективні графіки транспорту;
- контролювати оплату за проїзд;
- контролювати завантаженість транспорту на маршрутах;
- Вирішувати проблему заторів;
- відслідковувати пройдений шлях для співставлення із затратами на паливе;
- вираховувати час простою ТЗ та реалізувати ефективне управління рухом транспорту і т. д..

Постановка задачі

Важливою задачею на шляху реалізації автоматизованої системи є розроблення методу опрацювання даних для забезпечення заданої функціональності, вартості, надійності та масштабованості проєктованої системи [6].

Проведений аналіз літературних джерел по даній тематиці дає змогу стверджувати, що відомими світовими компаніями, які займаються розробленням автоматизованих систем для опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту, є німецькі компанії “Iris” та “Dilax”, канадська “Infodev”, італійська “Eurotech”.

В Україні також є фірми, що займаються проблемами опрацювання параметрів пасажиропотоку. Зокрема “Протекшн-Груп” (Тернопіль), “Джемкл” (Вінниця), міські ради ряду міст [7].

Аналіз існуючих технічних рішень показав, що недоліками в системах опрацювання параметрів пасажиропотоку міського громадського транспорту є висока вартість обладнання, недостатня функціональність з врахуванням специфіки та особливостей пасажироперевезень в Україні та низька точність підрахунку пасажирів [8]. Відповідно, актуальною задачею є розроблення методу опрацювання даних для автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста, який би гарантував функціональність, високу точність підрахунку пасажирів та прийнятну вартість обладнання для реалізації системи.

Розв’язання задачі

Метод опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста базується на роботі:

- алгоритмів первинного опрацювання даних контролером збору даних, що забезпечують збереження файлів, формування звітів та надсилання їх на сервер;
- алгоритмів опрацювання сервером даних, надісланих контролерами-клієнтами, що реалізують процес підрахунку пасажирів, розрахунок траєкторії маршруту транспортного засобу, збереження та відображення усіх статистичних даних по конкретному маршруту;
- програмної моделі контролера збору даних, що відображає

функціональність та взаємозв'язок усіх складових програмних модулів клієнтської частини системи;

- ієрархічної моделі організації програмного забезпечення серверної частини, яка відображає основні принципи та етапи функціонування серверної частини системи.

В основі автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста лежить клієнт-серверна взаємодія. До клієнтської частини відноситься контролер збору даних, що змонтований у транспортному засобі й отримує дані від давачів та водія. На стороні клієнтів здійснюється відеофіксація пасажиропотоку (при відкритті дверей транспортного засобу) та фотофіксація пільговиків (при натисканні водієм спеціальної кнопки у випадку, коли зайшов пільговик). Серверна сторона складається із апаратної та програмної реалізації сервера, а також операторів, що за необхідності беруть участь в опрацюванні даних, які надходять від контролерів (клієнтів).

До складу розробленого методу входять алгоритми первинного опрацювання даних контролерами та сервером, а також програмна модель контролера, багаторівнева модель організації програмного забезпечення серверної частини та інформаційна модель системи.

Алгоритм первинного опрацювання даних контролером включає кроки:

1. Перевіряти стан передніх та задніх дверей і кнопки для фіксації пільговиків.

2. У разі відкриття дверей почати зйомку відео, та здійснити фото у випадку натискання водієм на кнопку для фіксації пільговиків.

3. Коли двері закрито, зберегти відео/фото файли, провести первинну обробку даних, сформувані звіти по збережених файлах для відправки на сервер.

4. Якщо є доступ до інтернету, то здійснити передачу усіх даних для подальшого опрацювання на сервер, інакше позначити дані як архівні.

5. У разі успішної передачі, видалити локальні копії даних, інакше, спробувати відновити зв'язок, і здійснити наступну спробу надсилання пізніше.

Алгоритм роботи серверної частини системи включає такі кроки:

1. Перевіряти наявності вхідних даних – програмна перевірка факту здійснення запитів від клієнтів до сервера (WEB-сервера, FTP-сервера).

2. Зберегти дані – у разі отримання запитів та даних від клієнтів, зберегти їх у базу даних та дисковий простір сервера, інакше очікувати на запити від клієнтів.

3. Перевірити коректність та повноту отриманих даних. Якщо дані коректні, направити на автоматичну обробку, інакше направити на ручне

опрацювання оператором.

4. Обробити дані – власне опрацювання серверною частиною системи даних, отриманих від клієнтів у автоматичному або ручному (за необхідності) режимі. Зберегти результат.

5. Відобразити результат – зведення та виведення усієї статистичної та аналітичної інформації по кожному конкретному клієнту (маршруту) на основі даних, отриманих від нього.

Основу програмної моделі контролера збору даних становлять модулі, реалізовані на інтерпретованій мові програмування високого рівня Python. Програмна модель складається з таких модулів, що виконують такі функції:

- запуск, налаштування та робота з GPS модулем;
- забезпечення активації USB камери при натисканні водієм кнопки для фіксації пасажирів з пільговим правом на проїзд, формування звіту про відповідну подію;
- перевірка статусу передніх та задніх дверей, забезпечення зйомки при відкритті дверей та формування звітів про події;
- коректне завершення роботи системи у випадку переходу на автономне живлення;
- відправка на сервер всіх звітів, сформованих та збережених при відкритті дверей, здійсненні фото пільговиків, отриманні координат із GPS модуля;
- перевірка стану обладнання: камер, модему; логування, керування світлодіодною індикацією;
- синхронізація системи з поточними датою і часом, відслідковування роботи пристрою за принципом інкрементування таймера та надсилання його значень серверу;
- надсилання мультимедійних файлів на FTP-сервер за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Структура програмної моделі контролера збору даних приведена на рисунку 1.

Модель організації програмного забезпечення серверної частини системи включає три ієрархічні рівні опрацювання та збереження даних від клієнтської сторони. На першому рівні система отримує запити від клієнтів, що надходять через мережу Інтернет. На другому рівні всі запити сортуються у відповідності до їх призначення. На третьому рівні за допомогою засобів мови програмування PHP здійснюється збереження та, за необхідності, вивід через веб-сервер даних отриманих від клієнтської сторони системи. Структура багаторівневої моделі організації програмного забезпечення серверної частини системи наведена на рис. 2.

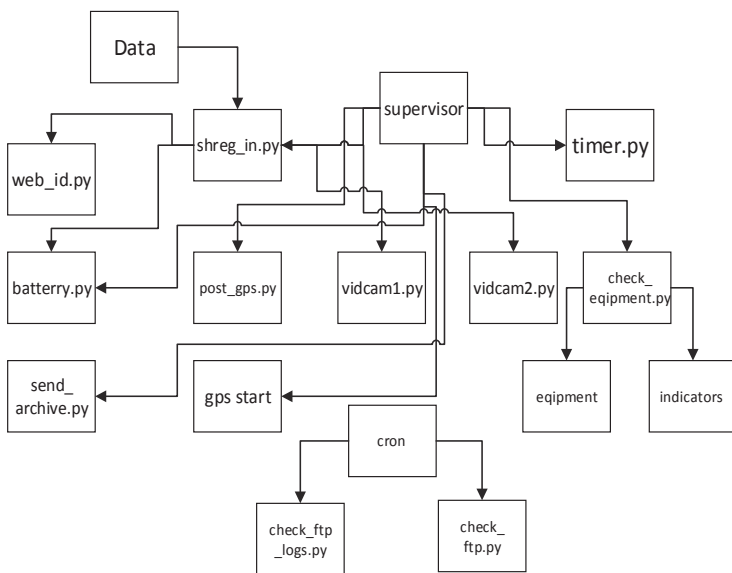


Рис. 1. Структура програмної моделі контролера збору даних

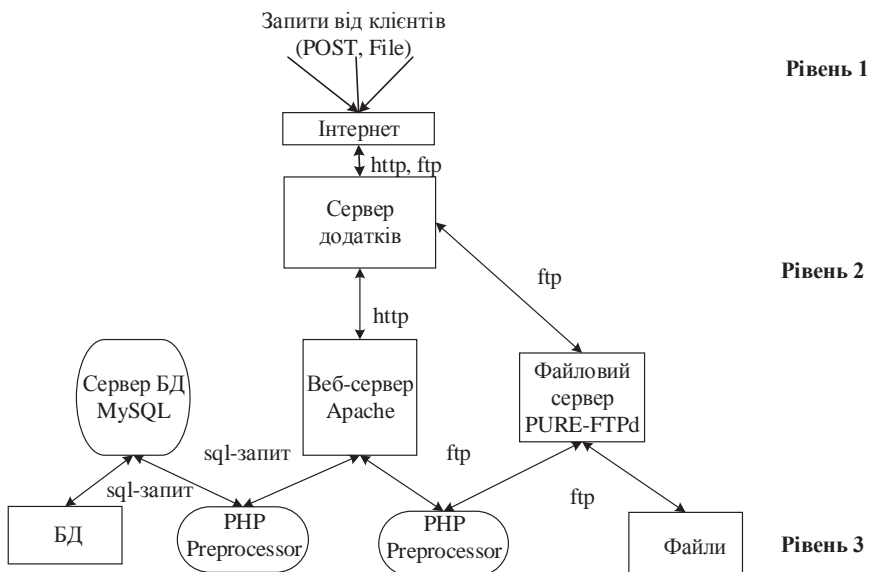


Рис. 2. Багаторівнева модель організації програмного забезпечення серверної частини системи

Оснoву структури програмного забезпечення серверної частини системи, становить середовище серверної операційної системи Ubuntu та програмних реалізацій серверів (БД, веб, файловий сервер).

Одним із інструментів, призначених для опису важливих властивостей, параметрів, станів і взаємозв'язків між структурними елементами, виступає інформаційна модель системи. Розроблена інформаційна модель автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста приведена на рис. 3.

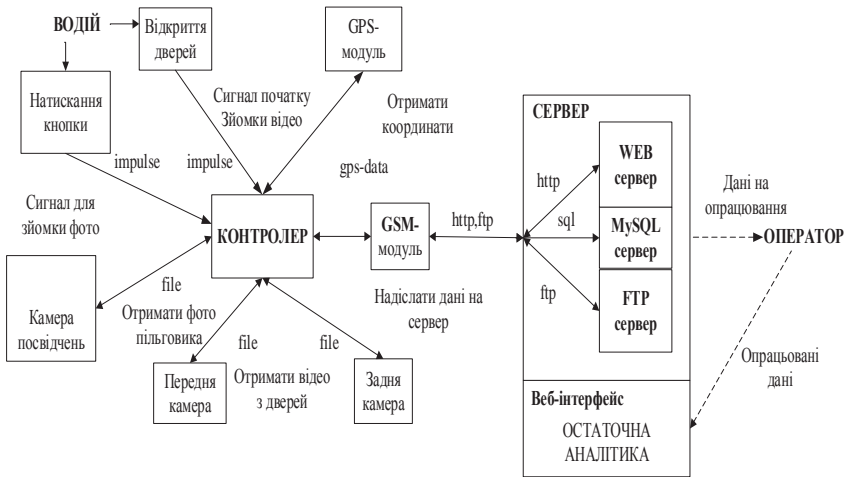


Рис. 3. Інформаційна модель автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку

Інформаційна модель представляє усі основні складові елементи системи, взаємодію між ними та описано рух даних і етапи інтерпретації їх в завершену інформаційну статистичну та аналітичну інформацію.

Висновки

Розроблено метод опрацювання даних про параметри пасажиропотоку громадського транспорту, який забезпечує врахування пільгових категорій пасажирів. Даний метод ґрунтується на використанні мультимедійних форматів та інтегрованих структур даних і дає змогу отримати детальнішу описову статистику пасажиропотоку громадського транспорту, на основі якої можна розробляти та імплементувати подальші рентабельні рішення для підвищення ефективності транспортної системи “розумного” міста.

Побудовано покрокові алгоритми функціонування клієнтської та серверної частин автоматизованої системи опрацювання параметрів

пасажиропотоку громадського транспорту.

Розроблено програмні моделі контролера збору даних та серверної частини автоматизованої системи.

Побудовано інформаційну модель системи, яка детально описує інформаційні процеси, параметри та властивості автоматизованої системи опрацювання параметрів пасажиропотоку громадського транспорту “розумного” міста.

1. *Leyla Zhuhadar, Evelyn Thrasher, Scarlett Marklin, Patricia Ordóñez de Pablos* The next wave of innovation – Review of smart cities intelligent operation systems. *Computers in Human Behavior*, Volume 66, January 2017, –P. 273-281.
2. *Boulton, A., Brunn, S. D., & Devriendt, L.* (Forthcoming). Cyberinfrastructures and “smart” world cities: Physical, human, and soft infrastructures. In P. Taylor, B. Derudder, M. Hoyler & F. Witlox (Eds.), *International Handbook of Globalization and World Cities*. Cheltenham, U.K.: Edward Elgar. Available at http://www.neogeographies.com/documents/cyberinfrastructure_smart_world_cities.pdf.
3. *Kupriyanovsky, V.P., Bulancha, S.A., Chernykh, K.Y., Namiot, D. E.*, (2016). Smart cities as the "capitals" of the digital economy / *V.P. Kupriyanovsky, S.A. Bulancha, K.Y. Chernykh, D. E. Namiot* // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. N 2 -P.41-52.
4. *Park, Y., Rue, S.* (2015). Analysis on Smart City service technology with IoT. *Korea institute of information Technology Review*, 13, 2, 31–37.
5. *Boreiko O., Teslyuk V.* Model of a controller for registering passenger flow of public transport for the "smart" city system. *Proc. of the 14 Intern. Conf. on The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM'2017)*. - Lviv - Polyana: Publishing House Vezha&Co. 2017. - P. 207-209.
6. *Nowicka, K.* Smart City logistics on cloud competing model [Text] / *K. Nowicka* // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. – 2014. – V. 151. – P. 266–281.
7. *Boreiko, O. Y.*, (2016) Developing a controller for registering passenger flow of public transport for the "smart" city system / *O. Y. Boreiko, V. M. Teslyuk* // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. – Vol. 6, Issue 3 (84). – P. 40–46.
8. *Boreiko, O. Y.*, (2017) Development of models and means of the server part of the system for passenger traffic registration of public transport in the "smart" city / *O. Y. Boreiko, V. M. Teslyuk, A. Zelinsky, O. Berezsky* // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. – Vol. 1, Issue 2 (85). – P. 40–47.

Поступила 5.10.2017р.