

В. Ю. Коцюбинський
Ю.О. Моргун

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Вінницький національний технічний університет

У даній роботі розглянуто основні етапи розробки автоматизованої системи моніторингу транспортних перевезень. Метою роботи є оптимізація процесів управління логістикою за рахунок розробки такої системи.

У ході проєктування та розробки системи було детально розглянуто та проаналізовано предметну область та об'єкт автоматизації системи моніторингу транспортних перевезень. Були досліджені особливості існуючих систем-аналогів. Обґрунтовано вибір технологій, що використовувались при розробці системи. Було розроблено архітектуру системи та проаналізовано шаблони проєктування, що були використані. При проєктуванні архітектури системи моніторингу транспортних перевезень за основу було використано стандартну трирівневу клієнт-серверну архітектуру. Розроблено програмне забезпечення серверної та клієнтської частини.

Серверна та клієнтська частини системи розроблені з використанням мови програмування C++ та фреймворку Qt. Серверна частина являє собою програмне забезпечення, розгорнуте на операційній системі Ubuntu Linux, що забезпечує обробку TCP-запитів від клієнтів, роботу з базою даних PostgreSQL, а також API для отримання з даних системи. Клієнтська частина представляє застосунок для Android пристрою, що знаходиться всередині транспортного засобу та передає координати і події на сервер через TCP-з'єднання. Для зручного представлення даних з API серверної частини було також розроблено веб-застосунок, що з допомогою мови JavaScript та бібліотеки jQuery динамічно відображає інформацію про транспортні засоби. Транспортні засоби та їх маршрути у режимі реального часу відображаються на сторінці вебсайту з допомогою бібліотеки Leaflet.

Результатом роботи є комплексна система, що забезпечує моніторинг транспортних перевезень, обробку подій, що відбуваються під час перевезення, зручне зберігання та відображення цих даних. Система довела свою надійність та стійкість до навантажень під час тестування.

Ключові слова: транспортні перевезення, логістична система, клієнт-сервер, автоматизація процесів, C++, Qt.

Вступ

На сьогоднішній день велика кількість сфер людського життя тісно пов'язана з логістичними перевезеннями і залежить від них. Часто нестача інформації про статус транспортних засобів, що здійснюють перевезення, призводить до поганої оптимізації робочих процесів, зайвих витрат та фінансових збитків. Детальна та своєчасна інформація про логістичні перевезення є критично важливою для забезпечення безперебійної роботи ланцюгів постачання, особливо в галузях, де точність є вирішальним фактором, таких як охорона здоров'я, харчова промисловість та електронна комерція.

Проблему оптимізації логістичних перевезень допомагають вирішувати системи моніторингу транспортних перевезень (Transportation monitoring system). Використання автоматизованих логістичних систем пропонує ряд переваг. В першу чергу мова йде про

підвищення ефективності та оптимізацію ресурсів. Системи моніторингу дозволяють компаніям оптимізувати маршрути транспортування, що зменшує час у дорозі та витрати на паливо. Як правило, оптимізація маршрутів включає в себе розумні алгоритми, які фіксують можливі перешкоди на дорозі (аварії, затори та ін.) та завчасно попереджають або навіть пропонують водіям скоригувати свій маршрут, щоб уникнути їх. [1]

Такі системи також значно допомагають у підвищенні безпеки на дорогах. Як свідчить статистика дослідження МВС України щодо основних причин ДТП [2] 60 — 70% аварій стаються через помилкові дії людини. Дослідники вважають, що 2/3 усіх пригод виникає з вини людей і лише 1/3 через фактори, які не залежать від їхньої волі та діяльності. Дослідивши 32713 випадків ДТП фахівці помітили що найбільша кількість з них (9777) — це відволікання водія від керування транспортним засобом.

До неуважності за кермом може відноситись відволікання на екран телефону або будь-який інший гаджет, розмови з пасажиром або телефонні розмови. Більшість сучасних систем моніторингу забезпечують функціонал, що в режимі реального часу контролює водія і повідомляє його якщо той відволікається занадто довго.

Отже, системи моніторингу транспортних перевезень є корисним інструментом у сфері логістики. Такі системи вже активно використовуються у логістиці та грають важливу роль в оптимізації процесів. Вони забезпечують високу ефективність і точність логістичних операцій, що сприяє зниженню витрат і підвищенню конкурентоспроможності бізнесу. Сучасні системи моніторингу транспортних перевезень є незамінним інструментом для розвитку транспортної інфраструктури і підтримки економічного зростання країни.

Хід та результати розробки

При проєктуванні архітектури системи моніторингу транспортних перевезень за основу було використано стандартну трирівневу клієнт-серверну архітектуру. Тут мобільний додаток на Android пристрої транспортного засобу збирає всю необхідну інформацію та надсилає до серверу. Серверна частина обробляє запити та зберігає дані до бази даних PostgreSQL. Нарешті веб-застосунок зручно відображає збережену інформацію у вікні браузера. Розроблена архітектура представлена у вигляді UML діаграми розгортання на рис 1.

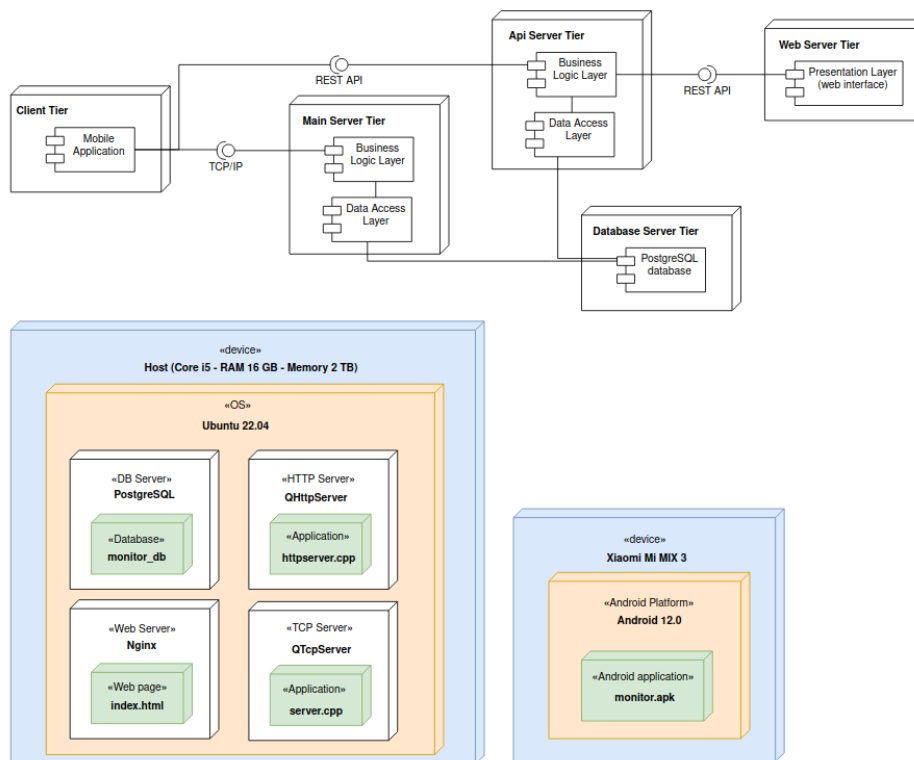


Рисунок 1 — UML діаграма розгортання системи транспортних перевезень

Як основу для реалізації серверної частини та мобільного застосунку клієнтського пристрою системи моніторингу транспортних перевезень було обрано мову програмування C++ та фреймворк Qt. Мова C++ добре підходить для написання подібних систем, де продуктивність програми стоїть на першому місці і нею не можна нехтувати, адже кількість транспортних засобів, моніторинг яких здійснюється одночасно, може сягати сотень або навіть тисяч. Фреймворк Qt в свою чергу дозволяє створювати на C++ кросплатформені застосунки, що компілюються як для Linux так і для Android.

Для зручного та зрозумілого динамічного відображення даних з API серверної частини була необхідність створити веб-застосунок. Основою для динамічного відображення контенту та маніпуляцій з HTML-сторінками було обрано мову JavaScript та бібліотеку jQuery. Для відображення мапи, транспортних засобів та їх маршрутів у реальному часі безпосередньо на HTML-сторінці було використано бібліотеку Leaflet.

Основна сторінка веб-застосунку містить інтерактивну карту, створену за допомогою бібліотеки Leaflet. Карта відображає всі транспортні засоби, що перебувають у мережі, у вигляді маркерів. Вигляд сторінки з мапою зображено на рис. 2.

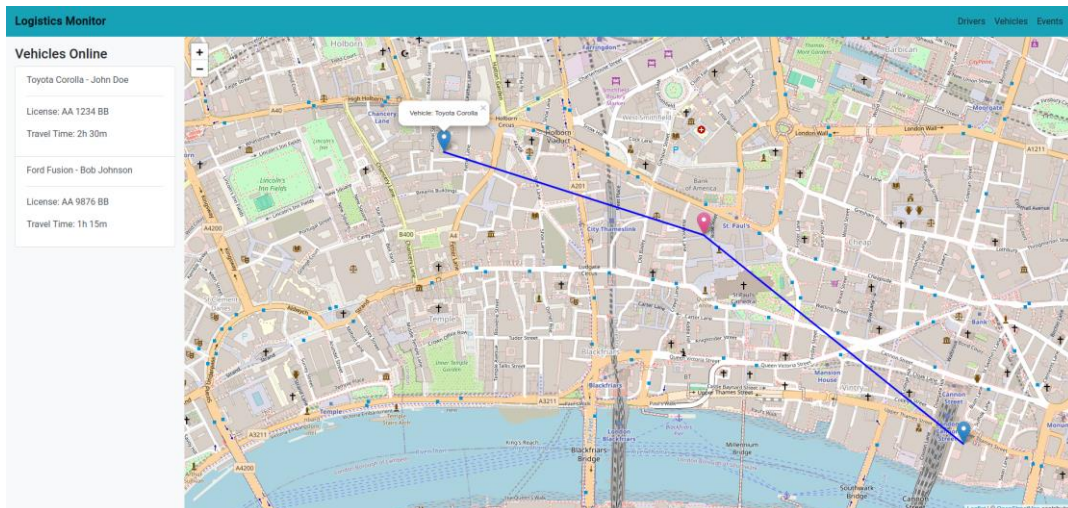


Рисунок 2 — Відображення маршруту транспортного засобу

Для тестування навантаження розробленої системи було розроблено скрипт, що симулює передачу даних до серверу від великої кількості клієнтів. Тестування навантаження розробленої системи показало, що вона здатна підтримувати кілька десятків підключених пристроїв одночасно без помітного зниження продуктивності. Приклад роботи сервера з великою кількістю клієнтів одночасно зображено на рис. 3.

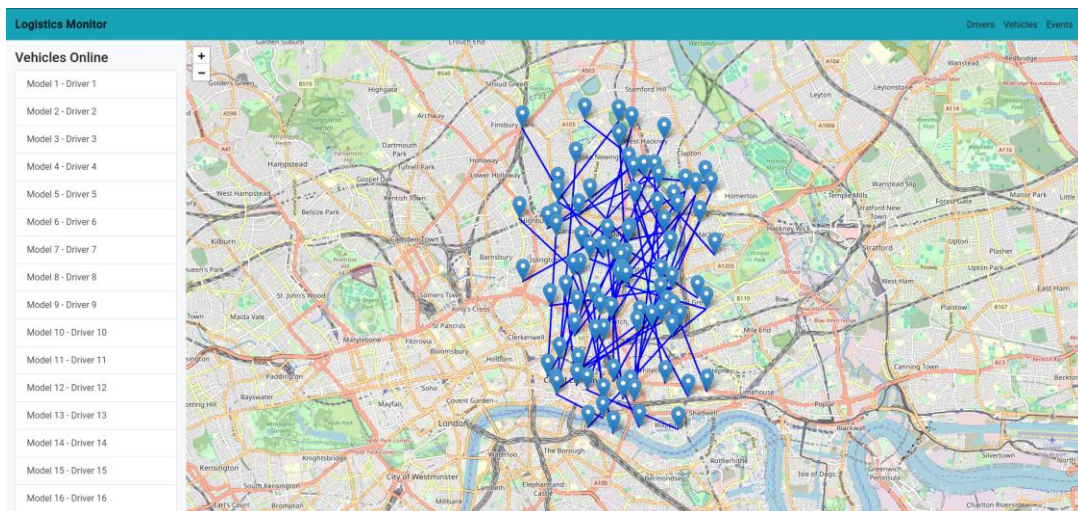


Рисунок 3 — Тестування навантаження системи

Висновки

Завдяки великим комерційним перспективам, створення клієнт-серверних систем моніторингу транспортних перевезень стає все більш популярним та затребуваним. Майже усі світові компанії перевізники уже користуються подібними системами, і це значно спрощує процес керування логістикою.

Створення такої системи включало в себе детальний аналіз предметної області логістичних перевезень, вибір відповідних технологій для розробки системи, розробку алгоритмічного та програмного забезпечення. Особлива увага приділялась розробці серверної частини, де було реалізовано основний функціонал для обробки запитів від пристроїв-клієнтів,

зберігання даних та надання API для фронт-енд частини. Було розроблено класи для обробки подій та забезпечення багато потоковості.

Результатом роботи стала комплексна система для моніторингу логістичних перевезень, що реалізує весь базовий необхідний функціонал для відстеження транспортних перевезень. Система довела свою надійність та стійкість до навантажень під час тестування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Transportation Management System: Meaning, Importance, and Benefits [Електронний ресурс]. Режим доступу: – <https://www.inboundlogistics.com/articles/transportation-management-system/>
- [2] Дослідження МВС щодо основних причин ДТП [Електронний ресурс]. Режим доступу: – <https://forinsurer.com/public/06/03/02/2196>
- [3] Моргун Ю.О., Коцюбинський В.Ю., Юхимчук М.С. Розробка клієнт-серверної системи моніторингу транспортних перевезень / Матеріали ЛІП НКТП ВНТУ. Секція комп'ютерних систем управління. Вінниця, ВНТУ, (2024): Веб-ресурс. <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/41738/20482.pdf>

Моргун Юрій Олександрович – студент групи ІАКІТР-24м, факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, georges.007m@gmail.com

Науковий керівник: **Володимир Юрійович Коцюбинський** — к.т.н., доцент кафедри АІТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

V. Y. Kotsiubynskyi
Y.O. Morhun

IMPLEMENTATION OF A TRANSPORTATION MONITORING SYSTEM BASED ON CLIENT-SERVER ARCHITECTURE

Vinnitsia National Technical University

This paper discusses the main stages of development of an automated transportation monitoring system. The aim of the work is to optimize logistics management processes by developing such a system.

During the design and development of the system, the subject area and object of automation of the transport transportations monitoring system were considered and analyzed in detail. The features of existing analog systems were studied. The choice of technologies used in the development of the system was substantiated. The system architecture was developed and the design templates used were analyzed. When designing the architecture of the transportation monitoring system, a standard three-tier client-server architecture was used as a basis. The software for the server and client parts was developed.

The server and client parts of the system are developed using the C++ programming language and the Qt framework. The server part is software deployed on the Ubuntu Linux operating system, which provides processing of TCP requests from clients, work with the PostgreSQL database, as well as APIs for retrieving data from the system. The client part is an application for an Android device inside the vehicle that transmits coordinates and events to the server via a TCP connection. For convenient presentation of data from the server side API, a web application was also developed that dynamically displays vehicle information using the JavaScript language and the JQuery library. Vehicles and their routes are displayed in real time on the website page using the Leaflet library.

The result is a comprehensive system that provides monitoring of transportation, processing of events occurring during transportation, convenient storage and display of this data. The system proved its reliability and resistance to loads during testing.

Key words: transportation, logistics system, client-server, process automation, C++, Qt.

Morhun Yurii O. – student of 1ACITR-24m, Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, georges.007m@gmail.com

Supervisor: **Kotsiubynskyi Volodymyr Y.** — PhD, Associate Professor of the AIIT Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.