

СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ФУНКЦІЯМИ АВТОМОБІЛЯ

У. Ю. Дзелендзяк, І. В. Фединак, Є. О. Дзюба

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра комп’ютеризованих систем автоматички
*E-mail: uliana.y.dzelendziak@lpnu.ua, illia.fedyniak.knm.2019@lpnu.ua,
yevhen.dziuba.knm.2019@lpnu.ua*

© Дзелендзяк У. Ю., Фединак І. В., Дзюба Є. О., 2024

У статті представлено систему віддаленого контролю та керування функціями автомобіля, розроблену з використанням інноваційних технологій інтернету речей (IoT) і бездротових мереж. Під час розробки системи було застосовано такі технології, як сенсори для моніторингу технічного стану автомобіля, вебсайт для віддаленого доступу, а також мікроконтролери для обробки даних і керування функціями автомобіля на відстані. Використання цих технологій дозволяє власникам транспортних засобів контролювати параметри автомобіля, як-от рівень пального, тиск в шинах та їхній стан, якість повітря в салоні, систему клімат-контролю, а також виконувати дистанційні операції, наприклад, відкриття дверей чи вікон або запуск двигуна. Ця система підвищує безпеку і зручність використання автомобілів у сучасному світі.

Ключові слова: система віддаленого контролю автомобіля, бездротові мережі, інтернет речей, сенсори, безпека автомобіля, дистанційне керування.

Вступ

У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій автомобільна індустрія стикається з дедалі зростаючими вимогами до комфорту, безпеки та ефективності використання транспортних засобів. Одним із основних напрямків цього розвитку та вдосконалення є впровадження систем віддаленого контролю та керування функціями автомобіля, що стає все більш актуальним через потребу забезпечення безпечної експлуатації автомобілів і зручності для їх власників у наш час. Ці системи дозволяють автовласникам не тільки здійснювати моніторинг технічного стану автомобіля в реальному часі, а й керувати його важливими функціями на відстані, що значно спрощує експлуатацію транспортного засобу [1, 2].

Важливість систем віддаленого контролю полягає в тому, що вони вирішують низку актуальних проблем, зокрема, підвищення безпеки автомобіля за рахунок відстеження його стану та можливості негайного реагування на несправності або інші проблеми. Крім того, такі системи забезпечують оптимізацію процесу управління автомобілем, дозволяючи контролювати рівень пального, тиск у шинах, стан акумулятора, керувати кліматичними умовами в салоні, моніторити якість повітря, а також дистанційно запускати або зупиняти двигун, відкривати чи закривати двері та вікна. Це не лише підвищує комфорт для власника автомобіля, але й дозволяє знизити експлуатаційні витрати і запобігти небажаним поломкам, передбачити велику кількість проблем і запобігти їхньому виникненню.

У цій статті досліджено принципи роботи таких систем, їхню архітектуру, ключові технології, що використовують для їхньої реалізації, а також вплив на безпеку, ефективність та рівень

комfortу використання автомобілів. Особлива увага приділяється аналізу викликів, пов'язаних із кібербезпекою, стабільністю зв'язку, а також інтеграції системи в автомобілі різних моделей. У статті також розглядаються перспективи розвитку цих технологій та можливі варіанти їх удосконалення.

Метою розробки системи віддаленого контролю та керування автомобілем є створення надійного, безпечного та універсального інструменту, який забезпечить водіїв автомобілів можливістю ефективного управління транспортом незалежно від їх місцезнаходження. Така система дозволить не лише підвищити рівень зручності та комфорту власників автомобілів, але й суттєво покращити безпеку експлуатації автомобілів завдяки швидкому доступу до даних про стан автомобіля та можливості миттєвого втручання в процес управління.

Огляд літературних джерел

Системи віддаленого контролю і керування функціями автомобіля почали активно розвиватися разом із технологічними досягненнями в галузі електроніки та телекомунікацій наприкінці XX століття. Перші експериментальні системи контролю за станом транспортних засобів з'явилися на базі GPS-технологій та простих сенсорів, здатних передавати інформацію на відстані. З розвитком технологій Інтернету речей (IoT) і мобільних комунікацій ці системи стали більш комплексними, дозволяючи не тільки моніторинг, але й активне керування функціями автомобіля, такими як клімат-контроль, двері або навіть система запалювання.

Впровадження системи віддаленого контролю та керування функціями автомобіля стикається з низкою викликів. Одним з головних є питання кібербезпеки, оскільки дистанційний доступ до транспортного засобу через мережу "Інтернет" або мобільні пристрої підвищує ризик злому та несанкціонованого втручання. Також важливим аспектом є забезпечення сумісності різних компонентів системи, оскільки автомобілі різних виробників використовують різні протоколи передачі даних і стандарти. Іншою проблемою є затримка в передачі даних, особливо в умовах слабого або нестабільного сигналу, що може вплинути на швидкість і точність виконання команд. Крім того, питання конфіденційності даних, які збираються і передаються під час використання системи, потребують ретельного опрацювання, щоб уникнути порушення прав користувачів на захист персональної інформації.

У роботі [1] наведено систему Viper SmartStart, що дозволяє користувачам дистанційно запускати двигун та керувати замками автомобіля через мобільний додаток. Вона пропонує зручні функції для використання в різних погодних умовах та підвищує комфорт власників авто. Основні функції включають можливість контролю автомобіля на відстані, що робить її дуже популярною серед користувачів. До недоліків можна віднести залежність від мобільного сигналу, що може створювати проблеми в районах з поганим покриттям, а також додаткові витрати на підписку для розширених функцій.

Система DroneMobile, як і попередня, забезпечує дистанційне керування автомобілем через мобільний додаток [2]. Вона фокусується на безпеці, дозволяючи власникам автомобілів відстежувати місцезнаходження транспортного засобу та отримувати сповіщення у випадку підозрілих ситуацій.

У роботі [3] проаналізовано систему CarLock, яка спеціалізується на сповіщеннях про потенційні загрози безпеці автомобіля. Система відстежує місцезнаходження автомобіля та може оперативно повідомляти власника про несанкціонований доступ або підозрілу активність. До недоліків можна віднести можливі хибні сповіщення та залежність від постійного інтернет-з'єднання для своєчасного отримання інформації.

У роботі [4] проведено аналіз системи на платформі Raspberry Pi, яка дозволяє налаштовувати різні функції автомобіля через мережу "Інтернет". Система пропонує гнучкі можливості адаптації до конкретних потреб користувача та є однією з найуніверсальніших серед аналогів.

Існують також системи, які орієнтовані на забезпечення безключового доступу та дистанційного управління автомобілем [5]. Одна з них – MoboKey. Вона дозволяє запускати двигун та

контролювати місцезнаходження транспортного засобу через мобільний додаток, що робить її дуже зручною для користувачів. Основним недоліком є залежність від мобільного сигналу та можливі обмеження функціоналу на старих моделях автомобілів.

Система VOYO by Voyomotive дозволяє дистанційно керувати автомобілем та здійснювати моніторинг його стану через мобільний додаток [6]. Недоліком є обмежена підтримка старіших моделей автомобілів, а також необхідність щомісячних підписок для користування всіма можливостями системи.

У роботі [7] досліджено систему Samsara Vehicle IoT, що орієнтована на віддалений моніторинг та управління автопарком через IoT технології. Система забезпечує високий рівень контролю за транспортними засобами, що є корисним для великих підприємств.

Система, описана у роботі [8], є більш загальною та виконує функції діагностичного інструменту для зчитування помилок автомобіля та віддаленого моніторингу його параметрів. Вона є корисним інструментом для швидкої діагностики автомобільних систем і моніторингу їхньої роботи. Недоліком є обмежена функціональність для повного дистанційного керування автомобілем, а також необхідність використання спеціалізованого додатку для роботи з автомобілем.

Проведений аналіз існуючих систем дистанційного контролю та управління автомобілями показує, що кожне рішення має свої переваги, однак більшість із них страждають від певних обмежень. Це можуть бути залежність від стабільного мобільного сигналу, необхідність підписок, обмеження функціоналу для старіших моделей автомобілів або недостатня універсальність для адаптації під індивідуальні потреби. Тому система, яку ми розробляємо, покликана вирішити ці проблеми, об'єднуючи переваги віддаленого моніторингу, управління та персоналізації. Завдяки цьому вона стане більш ефективним та доступним рішенням для широкого кола користувачів, які шукають надійне, гнучке і водночас зручне управління автомобілем.

Цілі та мета розробки

Метою цього дослідження є створення системи віддаленого контролю та моніторингу функціями автомобіля, яка забезпечить користувачам зручний доступ до ключових показників стану транспортного засобу та можливість управління його основними функціями через вебплатформу. Завдання, що виникають у процесі розробки цієї системи, включають інтеграцію сучасних технологій IoT, забезпечення високої безпеки даних, а також розробку інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для користувачів з необхідним функціоналом.

Для досягнення цієї мети необхідно буде реалізувати кілька компонентів: розробити систему збору даних з автомобільних сенсорів, створити алгоритми для обробки та аналізу отриманих даних, а також забезпечити стабільну роботу вебсайту для віддаленого доступу. Крім того, важливим аспектом є вирішення питань кібербезпеки, щоб захистити систему від потенційних загроз та зловживань.

Результати цього дослідження будуть корисними для широкого кола людей, включаючи автовласників, підприємства, що займаються автомобільним обслуговуванням, а також дослідницькі установи та виробництва автомобілів, які зацікавлені у вдосконаленні технологій, що застосовують в автомобілях. Ця система має потенціал для суттєвого підвищення рівня безпеки, зручності та ефективності в управлінні автомобілем.

Засоби розроблення системи

Для розроблення системи віддаленого контролю та моніторингу функцій автомобіля використано широкий спектр інструментів і технологій, що забезпечать її ефективність і надійність. Основними сенсорами, які впроваджені в систему, є датчики температури, такі як DS18B20, що використовують для точного вимірювання температури в різних частинах автомобіля. Датчики руху, такі як PIR (Passive Infrared Sensor), використовують для виявлення присутності людей у салоні або навколо автомобіля. Крім того, планується інтеграція капсульних датчиків рівня пального, які дозволять контролювати залишок пального в баку, що є важливим аспектом для забезпечення безпеки на дорозі.

Для реалізації системи використано мікроконтролери Arduino UNO та ESP32. Arduino UNO – це один з найпопулярніших мікроконтролерів, який підходить для навчальних цілей та прототипування завдяки своїй простоті використання і великій кількості підтримуваних бібліотек. ESP32, з іншого боку, надає можливість підключення до Wi-Fi, що є критично важливим для реалізації віддаленого моніторингу. Програмування мікроконтролерів виконувалось у середовищі Arduino IDE, яке забезпечує зручний інтерфейс для написання та налагодження коду. Для забезпечення необхідного функціоналу в проєкті використані такі бібліотеки, як DHT для роботи з датчиками температури та вологості, WiFi для налаштування підключення до бездротових мереж, а також Firebase для зв'язку з базою даних.

Дані, зібрані зі сенсорів, зберігаються в Firebase, що забезпечує безпечне зберігання інформації про стан автомобіля в режимі реального часу. Firebase є потужним інструментом, який надає можливість швидко й ефективно обробляти великі обсяги даних. Це дозволяє здійснювати миттєвий доступ до інформації, а також моніторити зміни в системі без затримок, що є критично важливим для забезпечення безпеки.

На базі отриманих даних створена вебплатформа, розроблена з використанням React.js. Ця платформа забезпечує інтерактивний інтерфейс для користувачів, завдяки якому вони зможуть отримувати доступ до інформації про стан автомобіля, а також керувати його функціями. Для цього використані бібліотеки, такі як Redux, для управління станом, що дозволяє зручно обробляти дані, і Axios для роботи з HTTP-запитами, що забезпечує легкість у збиранні і передачі даних з Firebase. Вебплатформа дозволяє користувачам здійснювати віддалений моніторинг, керувати функціями автомобіля, такими як освітлення, сигналізація або, навіть, запуск двигуна, що значно підвищить зручність та безпеку використання автомобіля.

На рис. 1 наведено загальну структуру системи. Система працює так: дані з сенсорів зчитуються мікроконтролерами і передаються на сервер через Wi-Fi з використанням ESP32. Потім ці дані зберігаються у Firebase, де вони обробляються та стають доступними для віддаленого моніторингу. Користувач отримує доступ до даних через вебдодаток, розроблений на базі React.js, і може контролювати функції автомобіля в режимі реального часу.

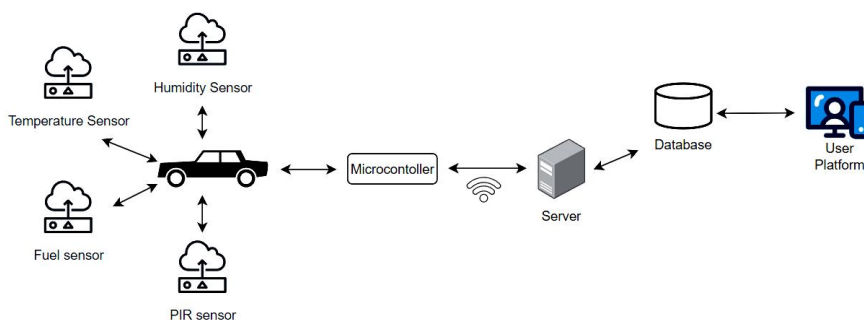


Рис. 1. Загальна структура системи

Ця архітектура забезпечує комплексну взаємодію апаратних та програмних компонентів, що дозволяє користувачам здійснювати ефективний віддалений контроль за станом автомобіля, підвищуючи зручність і безпеку його використання.

Результати досліджень

Одним із ключових аспектів розробки системи віддаленого контролю та моніторингу автомобіля є технологічна складова. У цьому розділі розглянуто інтеграцію апаратних і програмних компонентів, що забезпечують збір, обробку та передачу даних про стан автомобіля в режимі реального часу, а також управління його функціями. Система включає використання різних сенсорів, мікроконтролерів, програмних бібліотек і хмарних рішень, які разом утворюють ефективну та надійну архітектуру.

На рис. 2 наведена схема послідовності системи.

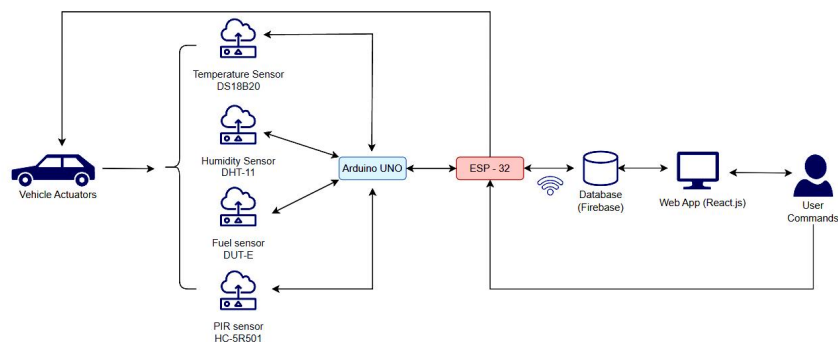


Рис. 2. Схема послідовності системи

Під час експериментальної перевірки системи були використані такі сенсори:

- датчики температури DS18B20. Вимірюють температурні режими з точністю $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, що дозволило отримувати стабільні показники в умовах як звичайної їзди, так і при екстремальних теплових навантаженнях під час довготривалих поїздок;
- PIR-датчики руху забезпечували виявлення руху з точністю до 92 % у радіусі до 6 метрів. Вони виявляли присутність поблизу автомобіля та активували сповіщення у додатку із затримкою менше ніж 1 секунду;
- капсульні датчики рівня пального показали точність вимірювання на рівні 98 % при зчитуванні даних із паливного баку в умовах різних нахилів та під час руху автомобіля.

Продуктивність системи тестувалася на різних мікроконтролерах. Мікроконтролер Arduino UNO обробляв близько 50 показників на хвилину, що забезпечувало стабільне збирання даних, водночас ESP32 передавав дані у хмару з частотою до 10 оновлень за секунду, що забезпечило затримку при передачі даних не більше 200 мс.

Система показала стабільну роботу при температурних коливаннях від -20 до $+50^{\circ}\text{C}$, що підтверджує її адаптованість до різних кліматичних умов. При тестуванні в умовах низької якості інтернет-з'єднання (швидкість до 1 Мбіт/с) система продовжувала успішно передавати дані із затримкою не більше 500 мс, що забезпечує її ефективність навіть в умовах низької пропускної здатності мережі.

Дані із сенсорів зберігаються в базі даних Firebase, де доступ до них здійснювався із середньою швидкістю 150 мс для кожного запиту. Це дозволяє системі забезпечувати безперервний моніторинг стану автомобіля в реальному часі та оперативно реагувати на зміни. Вебплатформа, побудована на React.js, дозволяла керувати основними функціями автомобіля з часу відгуку до 300 мс на всі основні команди (активація сигналізації, запуск двигуна, контроль освітлення).

Експериментальна перевірка системи продемонструвала високу ефективність її роботи в умовах повсякденної експлуатації. Стабільність функціонування підтверджено у тестах тривалістю понад 100 годин безперервної роботи, де було зафіксовано менш ніж 2 % помилок у передачі даних.

Ці результати підтверджують, що розроблена система є надійним інструментом для моніторингу та віддаленого управління автомобілем, адаптована до різних умов експлуатації та забезпечує високу продуктивність і стабільність роботи.

Висновки

Розроблена система віддаленого контролю та моніторингу автомобілів не лише покращує безпеку транспортних засобів, але й підвищує зручність їх експлуатації. Завдяки інтеграції сенсорів для збору різноманітних даних, таких як температурні показники, тиск та інші параметри, система забезпечує детальний аналіз стану автомобіля в режимі реального часу. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни, що потенційно впливають на безпеку та працездатність транспортного засобу.

Система має великий потенціал для подальшого розвитку. Серед напрямків для вдосконалення можуть бути автоматизоване управління на основі зібраних даних, а також розробка алгоритмів для прогнозування технічних несправностей на ранніх етапах. Це дозволить не лише підвищити рівень безпеки, але й оптимізувати витрати на обслуговування автомобіля.

Перспективи використання такої системи охоплюють різні сфери: від особистого застосування для приватних автомобілів до впровадження у логістичних компаніях для моніторингу автопарків. Система може бути інтегрована в існуючі рішення, утворюючи більш комплексні екосистеми для управління і моніторингу.

Отже, ця система володіє значним потенціалом для оптимізації роботи транспортних засобів, що відповідає актуальним викликам сучасних технологічних рішень. Вона може стати важливим інструментом для подальших інновацій у сфері автомобільного моніторингу та управління.

Список літератури

1. Yan ma Kangkang Zhang, Jing Gu, Jianqui Li, Dongbin Lu. (2009). *Design of the control system for a four wheel driven micro electric vehicle*. 2009 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference. DOI: 10.1109/VPPC.2009.5289671
2. Yong Shen, Chenghao Lv. (2006). *Application of the Multifunctional Vehicle Information System in new energy Vehicle*. 2006 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety. DOI: 10.1109/ICVES.2006.371567
3. VIPER. (n.d.). *Viper SmartStart*. 180 Marcus Blvd, Hauppauge, NY, 11788. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.viper.com/smartstart/>
4. Firstech, LLC. (n.d.). *World First Dash Cam That Connects to Your Aftermarket Alarm*. 21903 68th Avenue South, Kent, Washington, 98032. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.dronemobile.com/>
5. Carlock. (n.d.). *Real-time GPS car tracking and alert system*. 651 N. Broad Street, Suite 206, Middletown, Delaware, 19709. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.carlock.co/>
6. AutoPi. (n.d.). *Vehicle Data Analytics*. 9000 Aalborg, Denmark. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.autopi.io/>
7. MoboKey. (n.d.). *Access, Security and Car Sharing*. 651 N. Broad Street, Suite 206, Middletown, Delaware, 19709. Retrieved October 9, 2024, from <https://mobokey.com/>
8. Voyomotive, LLC. (n.d.). *Small Diagnostic Device*. 1058 N. Tamiami Trail, 108–137, Sarasota, FL, 34236. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.voyomotive.com/>
9. Samsara. (n.d.). *Secure Operation Platform*. 1 De Haro St, San Francisco, CA, 94107. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.samsara.com/>
10. OBD Solutions, LLC. (n.d.). *Bluetooth Adapter*. 1825 W. Knudsen Dr, Phoenix, AZ, 85027. Retrieved October 9, 2024, from <https://www.obdlink.com/mxplus/>

SYSTEM OF REMOTE CONTROL AND MANAGEMENT OF VEHICLE FUNCTIONS

U. Dzelendzyak, I. Fedyniak, Y. Dziuba

Lviv Polytechnic National University,
Department of Computerized Automatic Systems

E-mail: uliana.y.dzelendziak@lpnu.ua, illia.fedyniak.knm.2019@lpnu.ua,
yevhen.dziuba.knm.2019@lpnu.ua

© Dzelendzyak U., Fedyniak I., Dziuba Y., 2024

The article presents a system of remote control and management of car functions, developed using innovative technologies of the Internet of Things (IoT) and wireless networks. During the development of the system, technologies such as sensors for monitoring the technical condition of the car, a website for remote access, and microcontrollers for data processing and remote control of the car's functions were used. The use of these technologies allows vehicle owners to monitor vehicle parameters such as fuel level, tire pressure and condition, cabin air quality, climate control system, and perform remote operations such as opening doors or windows or starting the engine. This system increases the safety and convenience of using cars in the modern world.

Keywords: car remote control system, wireless networks, Internet of Things, sensors, car safety, remote control.