

УДК 004.58

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.2.2>

ВИКОРИСТАННЯ NFC-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ ПРАЦІВНИКІВ

Завгородній В. В. – доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0000-0002-8347-7183

Завгородня Г. А. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0000-0001-8523-1761

Завгородній В. В. – асистент кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0009-0006-2752-9475

Горячківський Ю. М. – магістр кафедри інформаційних технологій
Державного університету інфраструктури та технологій
ORCID ID: 0009-0003-9088-024X

Дана робота присвячена питанню використання NFC-технологій для автоматизації обліку робочого часу працівників. Розглядається проєктування сервісу для обліку робочого часу та контролю дисципліни серед працівників. Цей сервіс дозволить оперативно виявляти порушення дисципліни та сповіщати керівників через SMS та інші канали зв'язку. Для зчитування даних може використовуватися смартфон на базі операційної системи Android з технологією безконтактної передачі даних NFC та NFC-карти для ідентифікації співробітників. Мобільний додаток встановлюється на смартфоні для емуляції роботи терміналу. Цей додаток зчитує дані з ключів співробітників та надсилає їх на сервер через Wi-Fi або GSM. На сервері проводиться обчислення фактичного часу, присутності співробітника на робочому місці, генерується табель робочого часу для кожного співробітника та збирається статистика запізнь та перевиконань по відділах.

У процесі аналізу вимог було складено технічне завдання, в якому сформульовані основні функціональні та нефункціональні вимоги до системи, визначені основні користувачі системи та варіанти використання системи користувачами.

Розроблена архітектура сервісу контролю часу, яка включає три основні компоненти: сервер, зовнішні клієнти (додатки для iOS, Android та веб-інтерфейс) та REST-сервіс. Усі ці компоненти є незалежними один від одного, тож зміна одного не впливає на інші.

Було запропоновано новаторське рішення для створення хмарного сервісу контролю робочого часу, яке ґрунтується на сучасній технології ближнього поля NFC для комунікації. Основними перевагами системи обліку робочого часу є швидке впровадження, доступність обладнання та низькі витрати експлуатації, що робить його ідеальним вибором для навіть невеликих підприємств. Також, сервіс може використовуватися для контролю працівників не лише на стаціонарних робочих місцях, а й у мобільних та просторових умовах.

Ключові слова: система контролю часу, NFC, діаграма варіантів використання, діаграма компонентів, REST-сервіс.

Zavgorodnii V. V., Zavgorodnya A. A., Zavgorodnii V. V., Horiachkovskiy Yu. M. Use of NFC technologies to automate employee timekeeping

This work is devoted to the issue of the use of NFC technologies to automate the accounting of employees' working hours. The design of a service for accounting of working hours and control of discipline among employees is under consideration. This service will allow prompt detection of discipline violations and notification of managers via SMS and other communication channels. A smartphone based on the Android operating system with NFC contactless data transfer technology and an NFC card for employee identification can be used to read data. The mobile application is installed on a smartphone to emulate the operation of the terminal. This application reads data from employees' keys and sends them to the server via Wi-Fi or GSM. The server calculates the actual time, the employee's presence at the workplace, generates a timesheet for each employee, and collects statistics on delays and overruns by department.

In the process of requirements analysis, a technical task was drawn up, in which the main functional and non-functional requirements for the system were formulated, the main users of the system and options for using the system by users were determined.

The time control service architecture is developed, which includes three main components: a server, external clients (apps for iOS, Android, and a web interface) and a REST service. All of these components are independent of each other, so changing one does not affect the others.

An innovative solution for the creation of a cloud-based time management service was proposed, which is based on the modern NFC near-field technology for communication. The main advantages of the timekeeping system are quick implementation, availability of equipment and low operating costs, which makes it an ideal choice for even small enterprises. Also, the service can be used to monitor employees not only at stationary workplaces, but also in mobile and spatial conditions.

Key words: *time tracking system, NFC, use case diagram, component diagram, REST service.*

Постановка проблеми. Облік робочого часу працівників є стандартною практикою у будь-якій компанії. Інформація про реальний час, який вони витрачають на роботі, використовується для створення таблиці обліку робочого часу, визначення заробітної плати та інших виплат. Ці дані допомагають керівникам контролювати працівників, підвищувати продуктивність і приймати управлінські рішення.

Україна має сотні тисяч малих підприємств, які, за даними статистики, не можуть скористатися існуючими послугами обліку робочого часу через технічні складності та високі витрати на обладнання.

Аналіз різних методів показує, що технологія передачі даних через NFC є найбільш надійною, а смартфони на базі Android із вбудованим NFC-зчитувачем є найбільш доступними терміналами для цієї технології. Тому актуальним є завдання розробки платформи обліку робочого часу, яка б використовувала можливість сучасних смартфонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час аналізу останніх досліджень виявлено, що недостатньо робіт, які надають повний огляд автоматизованих систем і програмних додатків для обліку робочого часу та присутності працівників. Не всі з них враховують всю ширину наявних технологій та вплив використання таких систем у сучасних організаційних умовах.

У роботі [1-2] розглядається дизайн та реалізація автоматизованої системи обліку робочого часу та присутності за допомогою RFID-технологій. Доволі детально розглядаються переваги такої системи з точки зору точності, ефективності та вигідності. Проте, в цій роботі не висвітлені питання щодо безпеки даних та проблеми інтеграції такої системи з існуючими інформаційними системами підприємства.

Автори [3-4] досліджують розробку хмарної системи обліку присутності, що інтегрує біометричну аутентифікацію для точного та безпечного відстеження часу. Стаття обговорює переваги обчислення у хмарі у керуванні даними про присутність та доступність їх з будь-якого місця. Але вона не надає достатньої інформації

про конкретні технічні деталі реалізації системи, таких як вибір платформи хмарних обчислень, масштабування системи та забезпечення безпеки даних.

Автори роботи [5-6] пропонують концепцію мобільної системи обліку присутності працівників, яка використовує технологію GPS для відстеження місцезнаходження. Досліджуються виклики та переваги впровадження такої системи в сучасних робочих середовищах. Але, деякі аспекти, такі як масштабування системи для великих організацій або вирішення проблем інтерференції з іншими мобільними додатками, залишаються недостатньо розкритими.

Робота [7-8] наводить огляд різних біометричних систем обліку присутності, включаючи технології відбитків пальців, розпізнавання очей та обличчя. Автори обговорюють надійність, безпеку та зручність використання біометричних систем для управління часом та присутністю. Проте в цій роботі не досліджено питання ефективності біометричних систем у різних фізичних умовах.

Отже, питання розробки систем обліку присутності працівників потребує додаткового дослідження та уваги до різних аспектів її функціонування.

Формулювання цілей статті. Метою цієї статті є проектування сервісу для автоматизації обліку робочого часу та контролю дисципліни серед працівників. Для зчитування даних може використовуватися смартфон на базі операційної системи Android з технологією безконтактної передачі даних NFC та NFC-карти для ідентифікації співробітників. Мобільний додаток встановлюється на смартфоні для емуляції роботи терміналу. Цей додаток буде зчитувати дані з ключів співробітників та надсилати їх на сервер через Wi-Fi або GSM. На сервері буде проведено обчислення фактичного часу, присутності співробітника на робочому місці, згенеровано таблиць робочого часу для кожного співробітника та зібрано статистику запізнень та перевиконань по відділах.

Виклад основного матеріалу. Система контролю часу розробляється для нагляду за виконанням графіка роботи працівниками компанії. Цей сервіс дозволить оперативно виявляти порушення дисципліни та сповіщати керівників через SMS та інші канали зв'язку. Для ідентифікації працівників використовуються NFC-ключі, такі як картки київського метро, банківські картки, NFC-смартфони або брелоки. При вході або виході з офісу працівник використовує свій NFC-ключ на спеціальному терміналі, який передає дані на сервер для подальшого оброблення та аналізу. Дані про відвідування працівників можна переглядати через веб-інтерфейс, де генерується таблиць робочого часу та відображається статистика порушень.

Процес розробки системи контролю часу починається з визначення функціональних вимог до неї з метою опису можливостей, що мають бути реалізовані у системі, що розробляється. Ці вимоги включають бізнес-вимоги і вимоги користувача, які були виявлені для системи контролю часу:

1. Створення облікового запису та вхід до системи для користувача.
2. Створення нової організації.
3. Додавання співробітників до організації.
4. Призначення робочих графіків для співробітників.
5. Призначення ключів для співробітників та управління статусами цих ключів через систему.
6. Додавання нових терміналів та управління статусами терміналів.
7. Відзначення співробітників у сервісі.
8. Кешування даних про відмітки працівників на терміналі для покращення швидкодії.

9. Гнучке налаштування опцій роботи терміналу відповідно до потреб організації.

10. Генерування таблицю обліку робочого часу для кожного співробітника.

Нефункціональні вимоги описують характеристики та обмеження, які система повинна мати. Ці вимоги визначають, як система має працювати і які властивості повинна мати. Для реалізації системи контролю часу були сформульовані наступні нефункціональні вимоги:

1. Сервер має надавати REST API для операцій з даними.
2. Система має використовувати триланкову клієнт-серверну архітектуру: клієнт – сервер додатків – сервер баз даних.
3. Система повинна забезпечувати розділення даних на центральну базу даних та локальні бази даних для кожної організації.
4. Сервер повинен бути реалізований на мові програмування Python з використанням платформи Django.
5. Мобільний додаток повинен бути розроблений для платформи Android за допомогою мови програмування Java.

На рисунку 1 наведено діаграму варіантів використання сервісу контролю часу. При проектуванні цього сервісу було виділено чотири основні актори, які взаємодіють з системою, що розробляється: користувач, співробітник організації, менеджер організації та власник організації.



Рис. 1. Діаграма варіантів використання сервісу контролю часу

Користувач може створити новий обліковий запис у сервісі, увійти в систему через веб-інтерфейс або мобільний додаток, використовуючи вже наявні логін та пароль, або створити нову організацію, ставши її власником. Користувач

є базовим актором, характеристики та властивості якого успадковуються рештою акторів.

Співробітник організації може відзначитись у сервісі, використовуючи персональний NFC-ключ, переглянути журнали відвідувань та таблиці обліку робочого часу співробітників організації, а також переглянути інформацію про організацію, в якій він працює.

Менеджер організації має повноваження для управління організацією, включаючи додавання нових співробітників, підрозділів та терміналів, призначення працівникам робочих графіків та унікальних ключів для ідентифікації в сервісі. Менеджер також може управляти статусами ключів співробітників та терміналів, вносити коригування до журналу та заповнювати таблиць обліку робочого часу.

Власник організації має необмежені привілеї на управління своєю організацією, включаючи управління ролями співробітників організації та можливість видалення організації.

У кожного актора системи один є чи кілька прецедентів. На цій діаграмі деякі низькорівневі прецеденти об'єднані в прецеденти вищого рівня.

Створення облікового запису – будь-який анонімний користувач може створити новий обліковий запис у сервісі.

Авторизація в системі – неавторизований користувач може пройти процедуру авторизації у сервісі через веб-інтерфейс або мобільний додаток.

Позначка присутності – кожен співробітник організації, який має активний NFC-ключ, може відзначитися у сервісі, піднісши ключ до терміналу.

Усі позначки співробітників записуються до журналу відвідувань. Будь-який користувач за участю співробітника організації може *переглянути журнал* відвідувань організації.

Додавання співробітника – власник чи менеджер організації мають можливість додати нового співробітника до організації та встановити йому параметри працевлаштування.

Після додавання співробітника йому можна *призначити графік роботи*, відповідно до якого фіксується час приходу на роботу, звільнення з роботи та початку та закінчення перерв. Графік роботи розраховується до кінця року або до закінчення трудового договору. Відхилення фактичного часу присутності співробітника на робочому місці від призначеного графіка роботи розглядаються як дисциплінарні порушення.

Кожному співробітнику необхідно *призначити ключ* для ідентифікації у системі. Використовуючи свій NFC-ключ, співробітник реєструє в системі час початку робочого дня, закінчення робочого дня та час всіх перерв.

Для забезпечення можливості працівникам відзначатись у системі необхідно *додати термінал*. Процес додавання нового терміналу є двоступеневим алгоритмом, що складається з генерації коду активації терміналу у веб-інтерфейсі і введення цього коду на мобільний пристрій. Після виконання цих кроків термінал готовий до роботи.

Створення організації може здійснити авторизований користувач у системі. Користувач, який створив організацію, стає її власником.

Призначити менеджера для передачі певних повноважень з управління сервісом може лише власник організації.

Видалити організацію може лише її власник. При цьому організація позначається як видалена та не відображається у списку активних організацій користувача. Організація зберігається у системі у видаленому стані, щоб у майбутньому її можна було відновити.

Архітектура сервісу для обліку робочого часу ґрунтується на класичній триланковій архітектурі: клієнт – сервер додатків – сервер баз даних. У цій архітектурі клієнтами є мобільні додатки для iOS, Android та веб-додаток.

Для візуалізації структури архітектури сервісу було використано діаграму компонентів. Ця діаграма наглядно показує розподіл програмної системи на окремі компоненти та взаємозв'язки між ними. Діаграма компонентів обліку часу, зображена на рисунку 2, містить наступні компоненти: сервер системи контролю часу, REST-сервіс та зовнішні клієнти.

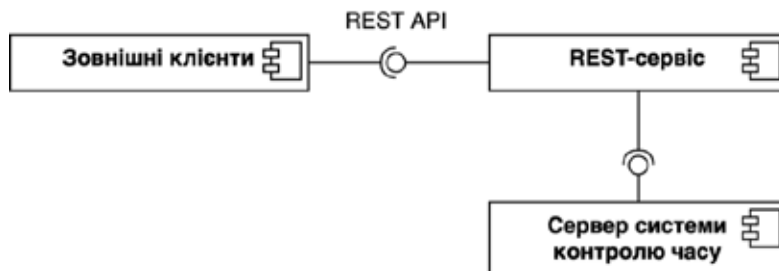


Рис. 2. Діаграма компонентів сервісу контролю часу

Взаємодія між клієнтами та сервером системи контролю часу здійснюється через REST API, наданий REST-сервісом. REST-сервіс використовує протокол HTTP для передачі інформації. Він реалізує ряд функцій з управління обліковими записами, організаціями, співробітниками, ключами співробітників, терміналами та журналами відвідувань.

Зовнішні клієнти (Android-додаток, iOS-додаток, веб-інтерфейс) постійно взаємодіють із сервером через REST-сервіс для реєстрації нових подій у системі (виявлення та зчитування ключів співробітників). Вони також періодично запитують у сервера дані про реквізити організації, списки співробітників та їх активні ключі, списки терміналів та журнали організації.

Висновки. Було запропоновано новаторське рішення для створення хмарного сервісу контролю робочого часу, яке ґрунтується на сучасній технології ближнього поля NFC для комунікації. Основними перевагами системи обліку робочого часу є швидке впровадження, доступність обладнання та низькі витрати експлуатації, що робить його ідеальним вибором для навіть невеликих підприємств. Також, сервіс може використовуватися для контролю працівників не лише на стаціонарних робочих місцях, а й у мобільних та просторових умовах, наприклад, на будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nabeel A., Ahmed A., Hasanein R., Basheer Al-S., Haider A. Automated attendance management systems: systematic literature review. *International Journal of Technology Enhanced Learning*. 2022. Vol. 14. No. 37. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2022.120559>
2. Zavgorodnii V., Zavgorodnya A., Maiko V., Malikov V., Zhuk D. Methods and models for assessment of reliability of structural-complex systems. *World science*. 2018. Vol. 11. Is. 39. P. 5–14.
3. Younis M.I., Younis M., Abed M.M., Alsewari A.R. Development of an Attendance System Based on Cloud. *Fog Computing with Data Recovery Capability. Iraqi Journal of Science*. 2020. Vol. 61. Is. 5. P. 1190–1201.

4. Nwazor O.N., Olusolape M.M. Cloud Based Attendance Management and Information System. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 2021. Vol. 10. Is. 09. DOI: <https://doi.org/10.17577/IJERTV10IS090051>
5. Naen F.N., Mohamad H., Yazi N.A., Chee K.N. Development of Attendance Monitoring System with Artificial Intelligence Optimization in Cloud. *International Journal of Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 8. P. 88–98. DOI: <https://doi.org/10.36079/lamintang.ijai-0802.315>
6. Завгородній В.В., Завгородня Г.А., Дроботович К.Є., Тенігін О.В., Шматко М.М. Математичне моделювання у методах формального дослідження. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Том 32 (71). № 6. 2021. С. 75–79. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.6/12>
7. Somasundaram V., Kannan M., Sriram V. Mobile based Attendance Management System. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016. Vol. 9. Is. 35. P. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i35/101807>
8. Zavgorodnya A., Zavgorodnii V., Plisenko V, Provatorov N., Kudientsov P. Methods modeling systems for the improvement of their reliability. *International Academy Journal Web of Scholar*. 2019. Vol. 9. Is. 39. P. 3–11. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30092019/6683

REFERENCES:

1. Nabeel, A., Ahmed, A., Hasanein, R., Basheer, Al-S., & Haider, A. (2022). Automated attendance management systems: systematic literature review. *International Journal of Technology Enhanced Learning*. Vol. 14. No. 37. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2022.120559>
2. Zavgorodnii, V., Zavgorodnya, A., Maiko, V., Malikov, V. & Zhuk, D. (2018) Methods and models for assessment of reliability of structural-complex systems. *World science*. Vol. 11. Is. 39. P. 5–14.
3. Younis, M.I., Younis, M., Abed, M.M. & Alsewari, A.R. (2020) Development of an Attendance System Based on Cloud. *Fog Computing with Data Recovery Capability. Iraqi Journal of Science*. 2020. Vol. 61. Is. 5. P. 1190–1201.
4. Nwazor, O.N. & Olusolape, M.M. (2021) Cloud Based Attendance Management and Information System. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. Vol. 10. Is. 09. DOI: <https://doi.org/10.17577/IJERTV10IS090051>
5. Naen, F.N., Mohamad, H., Yazi, N.A., & Chee, K.N. (2021) Development of Attendance Monitoring System with Artificial Intelligence Optimization in Cloud. *International Journal of Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 8. P. 88–98. DOI: <https://doi.org/10.36079/lamintang.ijai-0802.315>
6. Zavhorodnii V.V., Zavhorodnya H.A., Drobotovych K.Ye., Tenihin O.V., Shmatko M.M. (2021) Matematychnе modelyuvannya u metodakh formalnoho doslidzhennya [Mathematical modeling in formal research methods]. *Vcheni zapysky Tavriyskoho natsionalnoho universytetu imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: Tekhnichni nauky. – Scholarly notes of V. I. Vernadsky Tavri National University. Series: Technical sciences*. Vol. 32. Is. 71. № 6. P. 75–79. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.6/12> [in Ukrainian]
7. Somasundaram, V., Kannan & M., Sriram, V. (2016) Mobile based Attendance Management System. *Indian Journal of Science and Technology*. Vol. 9. Is. 35. P. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i35/101807>
8. Zavgorodnya, A., Zavgorodnii, V., Plisenko, V, Provatorov, N., & Kudientsov, P. (2019) Methods modeling systems for the improvement of their reliability. *International Academy Journal Web of Scholar*. Vol. 9. Is. 39. P. 3–11. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30092019/6683