

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Чигір Галина Сергіївна

УДК 004.4

**АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПРИСТРОЯМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ
ЗА ДОПОМОГОЮ АРІ ІНТЕГРАЦІЇ**

122 – Комп'ютерні науки

Автореферат
магістерської кваліфікаційної роботи на здобуття освітньої кваліфікації
«Магістр комп'ютерних наук»

Миколаїв – 2021

Магістерська кваліфікаційна робота є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем

Науковий керівник: к.пед.н, доцент, доцент кафедри
інженерії програмного забезпечення
Кірей Катерина Олександрівна

Рецензент: к.т.н., доцент, доцент кафедри
інженерії програмного забезпечення
Давиденко Євген Олександрович

Захист відбудеться «22» лютого 2021 р. о 9³⁰ год. на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською кваліфікаційною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат представлений «16» лютого 2021 р.

Секретар
екзаменаційної комісії,
к.пед.н., доцент

Н. М. Болубаш

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження визначається попитом на організацію ефективної взаємодії користувача з інтерфейсом під час керування пристроями розумного будинку та досягненню оптимальної швидкості зв'язку застосунку із сервером.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є покращення ефективності взаємодії користувача з застосунком через проектування й реалізацію інтуїтивно-зрозумілого користувацького інтерфейсу та підвищення швидкості взаємодії із сервером.

Об'єктом дослідження є специфіка реалізації і використання системи розумний будинок.

Предметом дослідження є застосунок для взаємодії користувача із сервером API, засоби й технології його розроблення.

Практичне значення даної магістерської кваліфікаційної роботи полягає у спрощенні процесу управління компонентами розумного будинку та підвищення рівня безпеки користувача в системі за допомогою розробленого мобільного застосунку із відображенням накопичених даних статусу пристроїв, розмежуванням по кімнатах, зміною прав доступу для управління розумним будинком, реалізацією редактора сценаріїв поведінки приладів.

Результати даної магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Інтелектуальні інформаційні системи» (9-12 лютого 2021 р., ЧНУ ім. Петра Могили).

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 108 сторінок, 35 рисунків, 5 таблиць та 57 посилань на літературні джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі магістерської кваліфікаційної роботи обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено предмет та об'єкт дослідження.

У першому розділі проведено детальний аналіз предметної області, а саме аналіз існуючих мобільних застосунків для керування пристроями розумного будинку та основні принципи розробки даного виду застосунків. Було виявлено 6 ключових пунктів, які роблять мобільний застосунок для розумних будинків привабливим для користувачів:

- віддалений доступ до всіх підключених пристроїв – базова опція всіх подібних застосунків. Користувач може вимкнути лампу або відкрити ворота гаража через спеціальний застосунок всього лише в один дотик. З мобільним застосунком користувач може управляти і контролювати всі домашні системи віддалено;
- гнучке налаштування користувальницького інтерфейсу – потенційні клієнти розцінюють смарт технології з точки зору зручності, безпеки, комфортності та, головне, простоти. Багато людей відмовляються від установки розумного будинку, побоюючись заплутатися в складній системі з консолей і панелей. З мобільним застосунком цей ризик мінімальний – користувач може самостійно легко і швидко налаштувати інтерфейс, вибравши оптимальну кількість датчиків і необхідних пристроїв і налаштувавши базові сценарії подій.
- сервіс повідомлень – сповіщення виконують важливу для користувача функцію, відображаючи поточний статус всіх підключених пристроїв і діагностичну інформацію, а також повідомляючи користувача про те, що система відключила забуту праску або закрила розчинене вікно, коли пішов дощ. Крім того, користувач буде завжди в курсі найактуальніших оновлень;

- особистий профіль і спільне користування – мобільний застосунок дозволяє налаштувати одночасний доступ до управління системою певним користувачам;
- підвищена безпека – системи домашньої автоматизації є складною мережею сенсорів і датчиків руху, камер спостереження, електронних дверних замків та інших фізичних засобів безпеки, розташованих в різних частинах вашого будинку. І вся ця мережа або її одиничний елемент може бути активований і відключений користувачем в будь-який момент через мобільний застосунок. Більш того, користувач може самостійно визначити мобільні пристрої, на які будуть надходити сигнали тривоги і повідомлення безпеки;
- особиста аналітика – можливо, в порівнянні з іншими функціональними факторами цей пункт здається найбільш опціональним з усього списку. Проте, для деяких користувачів він стане приємним бонусом. Мобільний застосунок для розумного будинку дозволяє відстежувати і аналізувати активність користувачів в будинку: як часто і що саме дивляться по телевізору, яка їжа готується на плиті, які продукти зберігаються в холодильнику і які взагалі побутові практики і звички користувачів вимагають енергоспоживання. На основі отриманих даних, користувачі зможуть проаналізувати звичний ритм життя і, можливо, навіть внести деякі зміни в свій спосіб життя.

Аналіз існуючих застосунків показав, що недоліками застосунків під Android є відсутність об'єднання пристроїв по групам, яке присутнє в застосунку під IOS, неможливість встановлювати особливі права для користувача та перевантаження різноманітними функціями, якими скоріше за все не будуть користуватися в повній мірі. З урахуванням проведеного аналізу сформовано постановку задачі.

У другому розділі здійснено порівняння технологій для взаємодії з сервером та систем для розподіленого керування версіями, на основі яких було обрано необхідний варіант для створення мобільного застосунку. Наведено короткий опис програм, які будуть використовуватися для реалізації поставлених в проекті задач.

Існує багато способів зв'язку між клієнтом і сервером. Деякі з них надійні, деякі дуже швидкі. Важливо знати різні варіанти, щоб можна було вирішити, що краще для продукту. У зв'язку з цим було розглянуто найпопулярніші на сьогоднішній день технології і чому вони так широко використовуються. Мова йде про технології HTTP APIs та gRPC. Технологія, використовувана для надання API для застосунку, є важливим вибором, адже кожна з них пропонує унікальні переваги і недоліки. Тому було проведено високорівнене порівняння функцій HTTP APIs та gRPC, яке наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Високорівнене порівняння функцій gRPC і HTTP API з JSON

Властивість	gRPC	HTTP API з JSON
Договір	Обов'язковий (.proto)	Необов'язковий (OpenAPI)
Протокол	HTTP/2	HTTP
Корисне навантаження	Protobuf (маленький, двійковий)	JSON (великий, читається людиною)
Директивність	Суворі специфікації	Вільний. Будь-який HTTP допустимо.
Потокове передавання	Клієнт, сервер, двонаправлений	Клієнт, сервер
Підтримка браузера	Ні (потрібно grpc-web)	Так
Безпека	Транспорт (TLS)	Транспорт (TLS)
Генерація клієнтського коду	Так	Інструменти сторонніх розробників OpenAPI +

У результаті виходить, що gRPC більш строгий протокол, внаслідок цього створювати прототипи складніше. Для швидкої реалізації клієнт-серверного застосунку було прийнято рішення використовувати технологію і HTTP API з JSON.

Також були розглянуті основні принципи прототипування мобільного застосунку. Прототипування допомагає перевірити інтерфейсні рішення і роботу продукту в цілому. У проектуванні інтерфейсу є кілька важливих деталей, про які дизайнер і замовник повинні знати:

- основні елементи управління застосунком повинні бути внизу. Верхній лівий кут в App дизайні задіюється мінімально і тільки для певних цілей, наприклад, кнопки «Назад», так як до неї складно тягнутися;
- управління необов'язково виконується тільки за допомогою кнопок. В застосунку користувач може змахувати або утримувати певні елементи для управління;
- застосунки можна скролити як знизу вгору, так і справа наліво. Якщо буде використовуватися бічний скролл, то слід дати користувачеві підказку;
- логотип не варто дублювати на всіх екранах програми. Достатньо того, що бренд буде на іконці сервісу і на екрані завантаження;
- шрифти не повинні бути необґрунтовано маленькими. Також варто використовувати диференціацію товщини шрифтів для візуальних акцентів;
- кольори повинні бути диверсифіковані і нативно підказувати користувачу, які елементи клікабельні, а які – ні. Також кольором розмежовуються різні за змістом елементи;
- підказки – це добре. Якщо є ймовірність, що користувач кілька разів буде натискати на неклікабельний елемент або у вас присутні нестандартні елементи управління слід додати Tooltip.

Для розробки прототипу застосунку для керування системою розумний будинок було порівняно декілька онлайн-сервісів створення прототипів. На основі аналізу було обрано сервіс для подальшого прототипування.

В третьому розділі була представлена програмна реалізація користувацького застосунку для керування системою розумний будинок.

З метою покращення зручності керування пристроями розумного будинку було прийнято рішення реалізувати систему управління групами пристроїв. Завдяки даній системі, пристрої можна об'єднувати в групи по кімнатах, додавати та видаляти пристрої і кімнати. Для реалізації системи необхідно створити запити до серверу, які будуть отримувати та відправляти інформацію.

Щоб забезпечити безперебійну роботу всього процесу без будь-яких винятків або збоїв, необхідно реалізувати постановку запитів в чергу, їх виконання асинхронно, аналіз відповіді і виконання всього цього без порушення роботи програми. Для початку необхідно реалізувати функцію запиту GET, який буде приймати інформацію про кімнату чи пристрій з серверу, показувати його поточний стан. Створено запит за допомогою функції GlobalScore, яка виконує код асинхронно. Після виконання запиту можна дізнатися ID пристрою і змінити його поточний стан. Для зміни поточного стану пристрою необхідно передати POST-запит з вказанням його ID і нового статусу. Для додання пристрою треба знати його унікальний ID в системі в системі ZigBee. Дане поле заноситься в програму через меню додання пристроїв з вказанням ім'я, ID і групи.

За автоматизований збір свідчень приладів в розумному будинку відповідає журнал даних. За допомогою журналу можна відстежити показники температури, вологості та атмосферного тиску за обраний період часу. Щоб реалізувати наглядну візуалізацію зібраних даних у виді графіку було використано бібліотеку AnyChart Android Charts. Дана бібліотека візуалізації даних для простого створення інтерактивних діаграм в застосунках Android працює на API 19+ (Android 4.4) і має десятки вбудованих типів діаграм. В даному випадку було вирішено створити Line Chart. На рис.1 зображено візуалізація даних датчику температури за обраний період 20.04-13.05.

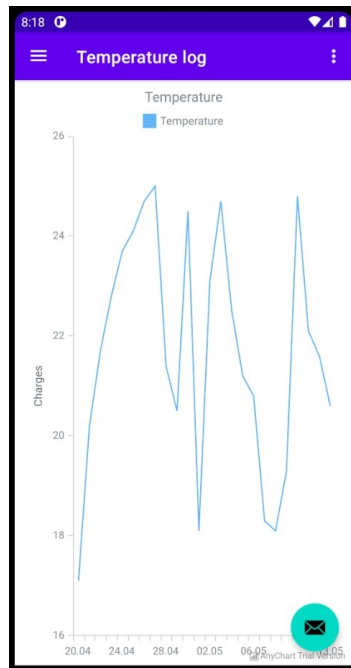


Рис.1. Візуалізація даних датчику температури

Двома головними складовими безпеки застосунку є процеси аутентифікації і авторизації. При авторизації користувача, коли немає жодного запису в системі, створюється обліковий запис з даними, які були введені при авторизації. Даному користувачу автоматично надаються права адміністратора.

Після проведення аналізу конкуруючих застосунків для керування розумним будинком було виявлено, що одним з головних недоліків є відсутність багаторівневого розмежування прав користувачів. Керування пристроями в розглянутих застосунках відбувається різними особами, але з однаковими правами. В цілях безпеки і зручності, було прийнято рішення реалізувати систему для обмеження доступу до пристроїв розумного будинку з використанням багаторівневого розмежування прав.

На даному етапі в системі існує три групи користувачів: адміністратор, дорослі та діти. Адміністратор має дозвіл на управління групами користувачів, правами для груп, додання і видалення користувачів. Для адміністратора реалізована Адмін-панель з усіма необхідними налаштуваннями, яка зображено на рис. 2-3.

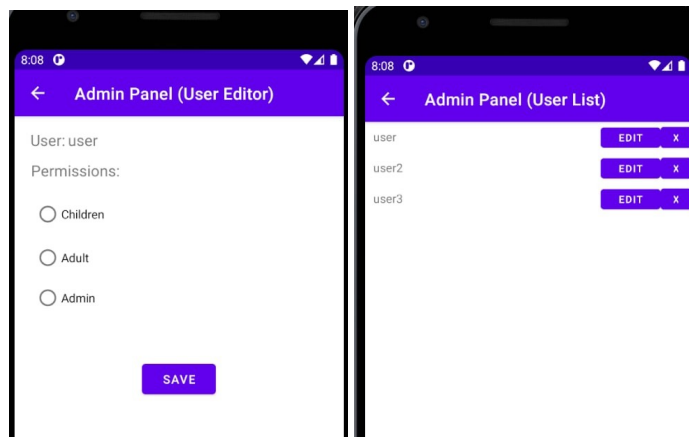


Рис.2-3. Адмін-панель для керування користувачами

Наприклад, після надання прав «Children» користувачеві автоматично обмежується доступ на керування деякими пристроями, як зображено на рис. 4.

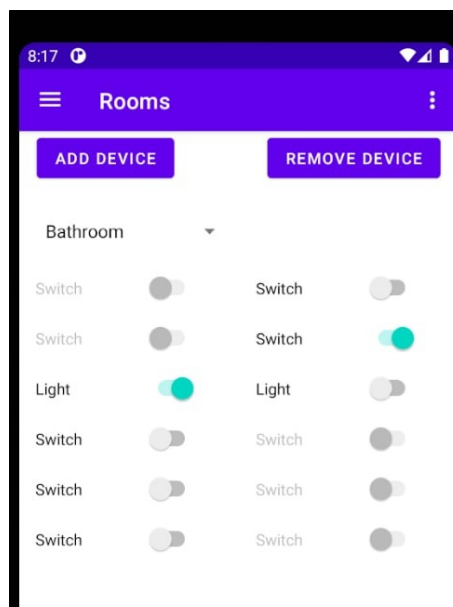


Рис. 4. Обмеження доступу керування деякими пристроями для групи «Children»

Після аналізу конкуруючих систем розумного будинку, було виявлено інший основний недолік – робота тільки з однією бездротовою технологією. Але зараз є декілька технологій, які широко використовуються, наприклад Wi-Fi або ZigBee. Щоб надати можливість використовувати якомога більше пристроїв, було вирішено запропонувати метод об'єднання пристроїв розумного будинку з різними бездротовими технологіями.

Завдяки відкритості системи Raspberry Pi 4 є багато модулів для підключення різноманітних бездротових технологій: Z-Wave, Bluetooth, Thread. Система Raspberry Pi 4 має вбудований Wi-Fi, який потрібен для взаємодії з смартфоном. А підтримку ZigBee забезпечує USB-модуль CC2652. Для з'єднання двох бездротових

систем Wi-Fi і ZigBee потрібен сервер API інтеграції, який дозволить приймати запити по Wi-Fi і передавати команди на пристрої ZigBee. Через користувацький застосунок було реалізовано зручну систему додавання нових пристроїв до системи розумного будинку і керування ними. Запити створюються в застосунку і передаються на сервер через Wi-Fi.

Основа комфорту системи розумний будинок є можливість створювати сценарії роботи під'єднаних пристроїв. Для підвищення зручності і комфорту користувача було вирішено створити редактор сценаріїв в мобільному застосунку. За допомогою даного редактору можна переглянути існуючі сценарії, додавати, видаляти, редагувати сценарії. Головне вікно редактору сценаріїв наведено на рис. 5.

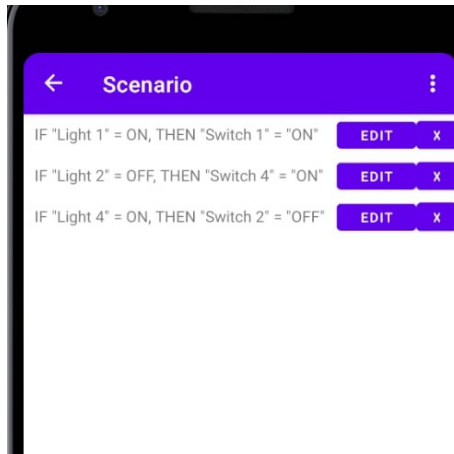
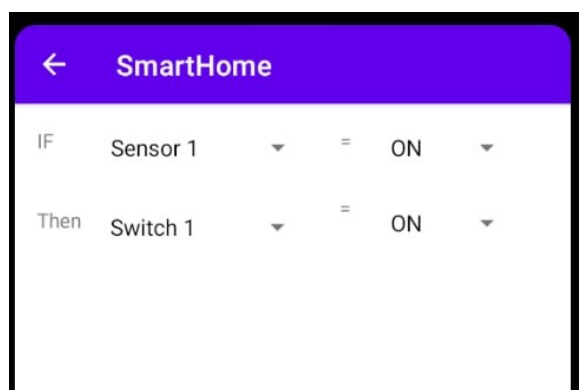


Рис. 5. Головне вікно редактору сценаріїв

Сценарії по події – це найцікавіший вид сценаріїв. З їх допомогою можна навчити розумний будинок діяти автоматично за вказаною умовою. Саме цей вид сценаріїв було реалізовано в застосунку. Вікно створення нового сценарію показано на рис. 6.



Рисб. Вікно створення нового сценарію

При запиті на сервер створюється нескінченний цикл, який перевіряє статус датчику і оновлює статус згідно з правилом кожні 5 секунд. Правило додається в цикл.

У спеціальній частині магістерської кваліфікаційної роботи з «Охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях» розглянуто стан робочих місць у ТОВ "ПромАгроТрейд", наведені чисельні дані різноманітних факторів умов праці та проведена оцінка умов праці. Аналіз умов праці в розглянутому робочому приміщенні показав, що умови праці з ПЕОМ відповідають вимогам, оскільки площа та об'єм не менше нормативних значень. Після проведення огляду приміщення та рівня штучного освітлення було виявлено, що для освітлення використовуються 5 світильників, кожен з яких містить 1 лампу Osram ST8P типу T8. Другий підрозділ, який присвячений безпеці у надзвичайних ситуаціях, описує заходи безпеки, які проводить ТОВ "ПромАгроТрейд" в зв'язку з теперішньою ситуацією пандемії коронавірусу (COVID-19).

У методичній частині було розроблено курс лабораторних робіт, який розрахований на придбання практичних навичок з програмування Android застосунків і складається з 6 лабораторних робіт, що охоплюють широкий спектр розробки: реалізація користувачького інтерфейсу, робота з файловою системою, створення бази даних.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі здійснено покращення ефективності взаємодії користувача з застосунком для керування пристроями розумного будинку через проектування й реалізацію інтуїтивно-зрозумілого користувацького інтерфейсу та підвищення швидкості взаємодії із сервером.

Для даного проекту було вироблено планування проектних завдань і розраховані терміни виконання кожного завдання. Проведена установка та налаштування обраного програмного забезпечення, а також тестування працездатності функцій.

Показана певна низка параметрів, які повинен мати мобільний застосунок для управління пристроями розумного будинку та основні принципи розробки даного виду застосунків.

При розробці застосунку були проаналізовані вже існуючі поширені застосунки для керування системою розумного будинку. Аналіз допоміг створити максимально зрозумілий для користувача інтерфейс, реалізувати усі необхідні функції для комфортного користування, список яких можна розширити за необхідністю у подальшій розробці.

Реалізований застосунок був протестований на різних смартфонах. Було проведено функціональне і юзабіліті тестування. Отримані результати відповідали очікуваням. Були зроблені перевірки можливих помилок, недоліків – застосунок функціонує надійно, без помилок. Розроблений мобільний застосунок відповідає всім вимогам, поставленим на етапі постановки завдання.

Були вирішені наступні завдання:

- проведено дослідження і коротка характеристика технології розумний будинок;
- вибір технологій та інструментальних засобів реалізації практичної частини МКР;
- спроектовано UX-дизайну застосунку;
- виконана програмна реалізація користувацького застосунку;

- оцінено якості розробленого продукту, виконано тестування програми та процес відлагодження;
- розроблено документацію (у вигляді пояснювальної записки до дипломної роботи).

В процесі вирішення поставлених задач розроблено інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс мобільного застосунку, який є зрозумілий навіть для користувача-початківця. Реалізовано систему багаторівневого розмежування прав задля підвищення рівня безпеки користувача в системі. Було запропоновано метод об'єднання пристроїв розумного будинку з різними бездротовими технологіями за допомогою Raspberry Pi.

В результаті виконання методичної частини МКР було розроблено курс лабораторних робіт, який розрахований на придбання практичних навичок з програмування Android застосунків і складається з 6 лабораторних робіт, що охоплюють широкий спектр розробки: реалізація користувацького інтерфейсу, робота з файловою системою, створення бази даних.

В ході виконання спеціального розділу МКР було описано стан робочих місць у ТОВ "ПромАгроТрейд", наведені чисельні дані різноманітних факторів умов праці та проведена оцінка умов праці. Також в роботі було описано заходи безпеки, які проводить ТОВ "ПромАгроТрейд" в зв'язку з теперішньою ситуацією пандемії коронавірусу (COVID-19).

АНОТАЦІЯ

Чигір Галина Сергіївна. Автоматизація управління пристроями розумного будинку за допомогою API інтеграції – На правах рукопису.

Магістерська кваліфікаційна робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр комп'ютерних наук». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2021.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці мобільного застосунку для керування пристроями розумного будинку за допомогою API інтеграції.

Об'єкт дослідження – специфіка реалізації і використання системи розумний будинок.

Предмет дослідження – застосунок для взаємодії користувача із сервером API, засоби й технології його розроблення.

Мета роботи – покращення ефективності взаємодії користувача з застосунком через проектування й реалізацію інтуїтивно-зрозумілого користувацького інтерфейсу та підвищення швидкості взаємодії із сервером.

Магістерська кваліфікаційна робота містить наступні розділи:

- аналіз предметної області;
- огляд технологій для розробки системи керування розумним будинком;
- програмна реалізація і тестування сервісу.

У першому розділі проведений детальний аналіз предметної області, а саме аналіз існуючих мобільних застосунків для керування пристроями розумного будинку та основні принципи розробки даного виду застосунків. Також сформульовані завдання і описані загальні вимоги для проектування і реалізації застосунку для автоматизації управління пристроями розумного будинку.

У другому розділі дипломної роботи обрано технологію для взаємодії з сервером та систему для розподіленого керування версіями, наведено короткий опис програм, які будуть використовуватися для реалізації поставлених в проекті задач.

У третьому розділі наведено послідовність проектування та реалізації мобільного застосунку, результати самої розробки і програмної реалізації користувацького сервісу та його тестування.

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи задля покращення ефективності взаємодії користувача з застосунком було запропоновано нову систему для обмеження доступу до пристроїв розумного будинку з використанням багаторівневого розмежування прав. Також запропоновано метод об'єднання пристроїв розумного будинку з різними безпроводними технологіями.

Робота містить 5 таблиць, 35 рисунків, 57 літературних джерел та 1 додаток. Загальний обсяг дипломної роботи складає 108 сторінок.

Ключові слова: розумний будинок, мобільний застосунок, інтерфейс користувача, прототипування, розумні пристрої.

ABSTRACT

Chyhir Halyna. Automation of Smart Home Control by means of API Integration – On the rights of the manuscript.

Master's qualification work for obtaining an educational qualification "Master of Computer Science". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

The qualification work is devoted to the development of a mobile appliance for controlling the smart home devices by means of API integration.

The object of research is the specifics of implementation and use of the smart home system.

The subject of the research is the application for the interaction of the user with the API server, tools and technology for its development.

The purpose of the work is to improve the efficiency of interaction between the user and the host through the design and implementation of an intuitive and understandable user interface and increasing the speed of communication with the server.

Qualification work includes the following sections:

- analysis of the subject area;
- review of technologies for the design of a control system for the intelligent house;
- software implementation and testing the service.

The first section conducted a detailed analysis of the subject area, namely the analysis of existing mobile devices for control of the smart home and the basic principles of development of this type of devices. The tasks and general requirements for the design and implementation of the system for automation of control of intelligent building devices are also formulated.

In the second section of the thesis technology for interaction with the server and the system for distributed version control, given a brief description of the programs that will be used for the implementation of the tasks set in the project.

The third section contains the sequence of design and implementation of the mobile device, the results of the design and software implementation of the corridor service and its testing.

As a result of the master's qualification work, a new system for limiting access to the smart home's facilities using a lagator-based rights distribution was proposed to improve the efficiency of interaction between the user and the host. Also a method for combining smart home devices with various wireless technologies is proposed.

The work contains 5 tables, 35 figures, 57 references and 1 appendix. The total volume of the thesis consists of 108 pages.

Key words: *smart home, mobile application, user interface, prototyping, smart devices.*