

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА КАТЕГОРИИ ИНТЕРНЕТ
ВЕЩЕЙ С УДАЛЕННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Абрамова Артема Игоревича

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.

В. А. Поздняков

Заведующий кафедрой
к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2019

ВВЕДЕНИЕ

Развитие сети Интернет, беспроводных технологий, а так же удешевление производства микроконтроллеров привели к появлению новой категории устройств под названием "устройства интернета вещей". Их главной задачей является либо полная автоматизация выполнения какого-либо процесса, либо сведение участия человека в нем к минимуму.

Одними из наиболее востребованных и быстро развивающихся систем в категории интернета вещей на данный момент являются системы "умного дома". Эти системы помогают облегчить повседневный быт человеку, а так же могут обеспечить повышенный уровень безопасности дома при использовании, например, датчиков задымления, протечек, открытия дверей или других. С каждым годом число пользователей таких систем стремительно растет и в ближайшие несколько лет большая часть домов будет оснащена подобными устройствами. Это говорит о высокой востребованности в подобных решениях сейчас и в будущем.

Целью данной работы является создание платформы для системы умного дома состоящей из Web-сервиса и мобильного приложения для взаимодействия с ним, а так же разработка устройства, дистанционно управляемого этой системой.

Бакалаврская работа состоит из введения, 7 разделов, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем работы – 58 страниц, из них 40 страниц – основное содержание, включая 15 рисунков и 18 таблиц, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

1) Концепция интернета вещей

Термин «Интернет вещей» (англ. – Internet of Things, сокращенно IoT) обозначает сеть физических предметов, подключенных к Интернету и взаимодействующих между собой или с внешней средой.

Одним из первых известных IoT-устройств был вендинговый аппарат с прохладительными напитками, доработанный американскими студентами в 1982 году. Он позволял удаленно проверять наличие напитков, а также следить за их температурой [?].

Внедрение интернета вещей стало возможным за счет широкого распространения сети Интернет, беспроводных сетей, смартфонов, а так же удешевления электронных компонентов и обработки данных. На практике IoT-системы обычно состоят из сети умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены.

2) Постановка задачи

Наибольшее распространение устройства интернета вещей получили в так называемых системах умного дома, позволяющих дистанционно управлять техникой и освещением, следить за различными показателями, например температурой и влажностью в помещении и многое другое.

Основополагающую роль во всех системах умного дома занимают розетки с возможностью дистанционного управления через сеть Интернет. Именно с них люди обычно начинают внедрение таких систем в свои дома.

Именно такая высокая востребованность в подобных решениях на данный момент и в ближайшем будущем стала решающим фактором при выборе проекта дистанционно управляемой розетки в качестве практической части данной работы.

3) Разработка Web API

Одной из важнейших задач при проектировании устройства интернета вещей является организация взаимодействия между ним и конечным пользователем. Существует два основных варианта решения этой проблемы:

- Устройство выполняет роль сервера
- Устройство выполняет роль клиента

В данной работе используется второй вариант. Для передачи данных от сервера к устройству был использован протокол MQTT. В подразделе 3.1

”Протокол MQTT” описываются причины использования этого протокола.

Подраздел 3.1.1 ”Что такое MQTT” знакомит с основной информацией о протоколе MQTT, а в подразделе 3.1.2 ”Особенности протокола MQTT” описываются особенности данного протокола и схема передачи данных между пользователями.

MQTT или Message Queue Telemetry Transport - это открытый, простой и компактный протокол специально созданный для быстрого обмена небольшими объемами данных между удаленными устройствами, где есть ограничения по размеру кода и по пропускной способности канала связи. Благодаря этим качествам данный протокол нашел широкое применение в системах Машинно-Машинного взаимодействия (M2M) и IoT (промышленный интернет вещей) [?].

В качестве адресов клиентов выступают топики. Топики представляют собой строку вида: /abc/de/f, где символ ”/” используется для разделения на уровни. Топик может состоять из одного или же нескольких уровней. Такая структура помогает ускорить доступ к данным и упрощает их организацию. Подробнее об этом рассказывается в подразделе 3.1.3 ”Семантика топиков”. В подразделах 3.1.4 ”Структура сообщений”, 3.1.5 ”Флаги” и 3.1.6 ”Переменный заголовок” подробно рассматриваются форматы заголовков, используемых протоколом MQTT. В подразделе 3.1.7 ”Защита передачи данных” представлен список методов, используемых для обеспечения безопасной передачи данных с помощью протокола MQTT.

Для хранения информации была использована СУБД MySQL. Подраздел 3.2.1 ”СУБД MySQL” знакомит с понятием MySQL, а о плюсах и минусах использования базы данных MySQL рассказывается в подразделе 3.2.2 ”Плюсы и минусы MySQL”. В ходе выполнения практической части работы была спроектирована база данных, состоящая из таблиц: user, session, deviceType и device. Описание каждой из этих таблиц представлено в подразделе 3.2.3 ”Описание модели базы данных”.

Для безопасной передачи данных между мобильным приложением и сервером был использован протокол HTTPS, подробнее о котором рассказывается в подразделе 3.3 ”Установка безопасного подключения”.

Так же для обеспечения безопасности использована авторизация в два этапа. Первый этап - это базовая HTTP-авторизация и используется он для

ограничения несанкционированного доступа к Web API. После этого идет проверка маркера доступа, выданного при входе в систему. Подробнее об этих этапах рассказывается в подразделе 3.4 "Организация авторизации".

Для взаимодействия с системой был разработан набор методов Web API, описание которых представлено в подразделе 3.5 "Описание методов API".

4) Разработка аппаратной части устройства

В качестве основы для дистанционно управляемого устройства была выбрана широкоизвестная плата-модуль ESP-01. Данная плата позволяет работать с сетью Интернет по беспроводному подключению Wi-Fi, обладает высокой производительностью, крайне малыми габаритами, а так же она очень доступна по цене. Описание и технические характеристики данной платы представлены в подразделе 4.1 "Плата-модуль ESP-01". Электрическая схема простейшего подключения платы ESP-01, а так же электрическая схема готового устройства представлены в подразделе 4.2 "Электрическая схема устройства".

5) Разработка программного обеспечения устройства

В качестве среды для разработки была использована Arduino IDE. Arduino — самая популярная платформа любительской и образовательной электроники и робототехники. В подразделе 5.1 "Arduino IDE" перечислены достоинства и недостатки данной платформы.

При разработке программного обеспечения для модуля ESP-01 необходимо было решить несколько основных задач:

- минимизировать размер программы, чтобы уложиться в доступный объем памяти ESP-01
- организовать подключение к MQTT серверу и обрабатывать полученные от него данные
- организовать передачу текущего состояния на сервер
- добавить поддержку нескольких режимов:
 - режим настройки
 - режим дистанционного управления
 - режим ручного управления

В подразделе 5.2 "Программирование модуля ESP-01" рассказывается о том, как данные задачи были решены, а так же представлены фрагменты

кода прошивки с комментариями и дается описание сопряжения устройства с аккаунтом пользователя.

Листинг прошивки модуля ESP-01 представлен в приложении А.

6) Разработка корпуса устройства

Для проектирования корпуса была использована система автоматизированного проектирования Autodesk Fusion 360. Autodesk Fusion 360 предоставляет широкий набор инструментов для проектирования всевозможных изделий, а для студентов данное программное обеспечение доступно бесплатно.

Моделирование производилось в 3 этапа:

- моделирование гнезда розетки.
- моделирование штекера.
- моделирование разборного корпуса с использованием ранее смоделированных элементов.

Результаты выполнения каждого из этапов представлен в подразделе 6.1 "Моделирование корпуса".

При моделировании были учтены особенности изготовления методом 3D печати.

3D-печать или «аддитивное производство» – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. В основе концепции 3D печати лежит построение объекта путем последовательного добавления слоев, что отличает её от более традиционных методов производства, где для получения итогового изделия лишний материал удаляются с заготовки [?].

3D-принтеры - это станки с числовым программным управлением, которые выполняют построение детали аддитивным способом.

Технология 3D-печати применяется во множестве различных видов деятельности. Её используют для прототипирования и распределенного производства в архитектуре, при производстве модной одежды и обуви, ювелирных изделий, в строительстве, в автомобильной, аэрокосмической, военно-промышленной, инженерной и медицинской и многих других отраслях. 3D-печать иногда используют даже в пищевой промышленности.

Существует множество различных методов аддитивного производства. Различаются они в основном лишь в методе нанесения слоев и в используемых

расходных материалах.

Ниже представлен список методов, в которых создание слоев происходит путем плавки или размягчения материалов [?]:

- SLS - выборочное лазерное спекание
- SLM - выборочная лазерная плавка
- DMLS - прямое лазерное спекание металлов
- FDM или FFF - печать методом послойного наплавления

Подробнее о методах печати рассказывается в подразделе 6.2 "Изготовление корпуса".

Для изготовления корпуса был использован популярный 3D принтер Anycubic i3 Mega и PLA пластик из-за его доступности и простоты в обращении. Печать велась с высотой слоя в 0.2мм общее время печати около 7ч. Результат печати представлен в подразделе 6.3 "Печать модели".

7) Разработка мобильного приложения

Практически во всех системах умного дома для взаимодействия с конечным пользователем используются мобильные приложения. Мобильные приложения удобны в использовании, их легко распространять и поддерживать. Основными платформами для разработки мобильных приложений на данный момент являются iOS и Android. Самым популярным языком для разработки приложений для iOS на данный момент является Swift.

Swift - это безопасный, быстрый и интерактивный язык программирования, представленный американской компанией Apple в 2014 году. Swift вобрал в себя лучшие идеи современных языков. Компилятор языка Swift оптимизирован для производительности, а сам язык оптимизирован для разработки, без компромиссов с одной или другой стороны [?].

В ходе данной работы было разработано iOS-приложение с использованием языка программирования Swift 5.

Для хранения маркеров доступа и другой конфиденциальной информации пользователей используется системное защищенное хранилище, работа с которым осуществляется с помощью сторонней библиотеки KeychainAccess. Так же в приложении используется сторонняя библиотека SVProgressHUD для отображения индикаторов загрузки, ошибок и так далее. KeychainAccess и SVProgressHUD являются проектами с открытым исходным кодом и распространяются бесплатно.

Полный программный код класса API, используемого для работы с разработанными методами Web API представлен в приложении Б.

При создании интерфейса приложения была использована технология autolayout, позволяющая адаптировать пользовательский интерфейс под все доступные размеры и формы экранов мобильных устройств.

В приложении доступны следующие экраны:

- вход и регистрация - позволяет осуществлять вход в приложение и регистрацию пользователей
- главная страница - используется для отображения состояний всех подключенных устройств и управления ими. Так же с этого экрана можно переименовывать и удалять устройства.
- добавление нового устройства - используется для сопряжения с новым устройством. Позволяет указать название и пароль Wi-Fi сети, которую необходимо использовать.

Скриншоты пользовательского интерфейса приложения представлены в подразделе 7.1 "Пользовательский интерфейс".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы дается описание работы систем категории интернета вещей. Описывается протокол MQTT, используемый для быстрого обмена небольшими объемами данных между удаленными устройствами, а так же производится сравнение нескольких схема взаимодействия между конечными пользователями и устройствами. Реализован база данных и набор методов API для взаимодействия с ней и пользователем.

В финальной части работы рассматривается разработка дистанционно управляемого устройства и мобильного приложения для iOS.

Результатом данной работы является платформа для системы "умного дома состоящая из Web-сервиса, мобильного приложения и дистанционно управляемого устройства. Поставленная задача была решена полностью.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 TION: Интернет вещей [Электронный ресурс] : URL: <https://tion.ru/blog/internet-of-things/> (дата обращения 10.03.2019).
- 2 CNews: 5 проблем интернета вещей [Электронный ресурс] : URL: http://www.cnews.ru/articles/2016-05-27_5_problem_interneta_veshchej_kotorye_predstoit_reshit (дата обращения 10.03.2019).
- 3 tssonline: Технологии и средства связи [Электронный ресурс] : URL: <http://lib.tssonline.ru/articles2/fix-corp/protokol-mqtt-osobennosti-varianty-primeneniya-osnovnye-protsedury-mqtt-protocol> (дата обращения 10.03.2019).
- 4 I-O-T: Протокол MQTT [Электронный ресурс] : URL: <http://i-o-t.ru/protokol-mqtt/> (дата обращения 11.03.2019).
- 5 IPC2U: Что такое MQTT и для чего он нужен в IoT? Описание протокола MQTT [Электронный ресурс] : URL: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/hto-takoe-mqtt/> (дата обращения 11.03.2019).
- 6 IBM Developer [Электронный ресурс] : URL: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/cl-bluemix-arduino-iot2/index.html> (дата обращения 12.03.2019).
- 7 ORACLE: MySQL [Электронный ресурс] : URL: <https://www.oracle.com/ru/mysql/> (дата обращения 13.03.2019).
- 8 DevAcademy: MySQL vs SQLite vs PostgreSQL [Электронный ресурс] : URL: <https://devacademy.ru/article/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql/> (дата обращения 13.03.2019).
- 9 Seopressor: Difference between HTTP and HTTPS [Электронный ресурс] : URL: <https://seopressor.com/blog/http-vs-https/> (дата обращения 14.03.2019).
- 10 HTTPS: Pros and Cons [Электронный ресурс] : URL: <https://www.helpnetsecurity.com/2017/03/08/https-interception-dilemma/> (дата обращения 14.03.2019).

- 11 ИТМО: SSL/TLS [Электронный ресурс] : URL: <https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=SSL/TLS> (дата обращения 14.03.2019).
- 12 HttpWatch: Basic Authentication [Электронный ресурс] : URL: <https://www.httpwatch.com/httpgallery/authentication/> (дата обращения 14.03.2019).
- 13 Амперка: Модуль Wi-Fi ESP8266 [Электронный ресурс] : URL: <http://wiki.amperka.ru/продукты:esp8266-wifi-module> (дата обращения 15.03.2019).
- 14 RadioProg: ESP-01 Wi-Fi мод [Электронный ресурс] : URL: <https://radioprogram.ru/shop/merch/68> (дата обращения 16.03.2019).
- 15 3Diy: Wi-Fi модуль ESP-01 [Электронный ресурс] : URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/wi-fi-modul-esp-01/> (дата обращения 15.03.2019).
- 16 MicPic: Плюсы и минусы Arduino [Электронный ресурс] : URL: <http://micpic.ru/home/proekty-na-arduino/188-plyusy-i-minusy-arduino.html> (дата обращения 16.03.2019).
- 17 3dtoday: Технологии 3D печати [Электронный ресурс] : URL: https://3dtoday.ru/wiki/3D_print_technology/ (дата обращения 16.03.2019).
- 18 2d-3d: Основные методы и виды 3D печати [Электронный ресурс] : URL: <https://www.2d-3d.ru/opisanie-programm/1536-osnovnye-metody-3d-pechati.html> (дата обращения 17.03.2019).
- 19 GLOBATEK: FDM - технология 3D печати пластиком. [Электронный ресурс] : URL: http://3d.globatek.ru/3d_printing_technologies/fdm/ (дата обращения 17.03.2019).
- 20 SwiftBook: О языке Swift. [Электронный ресурс] : URL: <https://swiftbook.ru/content/swift-tour/about-swift/> (дата обращения 17.03.2019).