

УДК 62-503.5

Цитовцева А. С.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СЕРВІСНИМИ ФУНКЦІЯМИ ПРИМІЩЕННЯ НА ОСНОВІ МІКРОКМПЮТЕРА RASPBERRY PI

У статті досліджено проблеми автоматизації процесів віддаленого керування та моніторингу процесів у рамках технології «розумний будинок». Розроблено систему, яка охоплює такі рівні абстракції, як клієнтський рівень, рівень бізнес-логіки, рівень взаємодії з базою даних та фізичний рівень. Значну увагу приділено розробленню універсального інтерфейсу керування компонентами фізичного рівня. Фізичну частину побудовано на основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi з General Purpose Input/Output для керування периферійними пристроями, на якому встановлено Linux систему – дистрибутив Armbian.

Ключові слова: автоматизація, «розумний будинок», Raspberry Pi.

Постановка проблеми в загальному вигляді. У сучасному світі з кожним роком збільшується тенденція до спрощення й автоматизації повсякденних завдань. У побут сучасної людини щільно увійшли технології віддаленого й безконтактного керування. Ці технології дають можливість зекономити час і не залежати від місцеперебування користувача під час керування сервісними функціями приміщення. Цього досягають завдяки використанню систем автоматизованого керування сервісними функціями житлових приміщень (наприклад, «розумний будинок», який є сучасним інструментом підвищення комфорту й рівня життя, оскільки частина процесів відбувається автоматично, а іншою частиною можна керувати віддалено, що робить її актуальною для вивчення й удосконалення [1], [2]), що обумовлено прагненням людини досягти комфорту й зручності. Також додатково привабливістю є наявність систем безпеки: протипожежна система та сигналізація з дистанційним оповіщенням. Усі ці системи можна розробляти з використанням малопотужних мікроконтролерів на основі архітектури кінцевого автомата [5]. Проте наразі є системи з використанням мінікомп'ютерів на основі архітектури ARM, Cortex-A, особливістю яких є: проста конструкція, невелика потужність процесора, невеликий обсяг пам'яті, відображення найпростішої графіки (на відміну від суперкомп'ютерів), використання телевізорів і магнітофонів як периферії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Є системи «розумний будинок», інтегровані в мережеву інфраструктуру та які потребують вирішення завдань керування нею. Один із варіантів вирішення цього завдання пропонують у таких працях: Т. Дж. Велт та Р. Елсенпітер (описано охоронні системи, складні системи аудіо- й відеорозподілу, керування кліматом) [1], С. Богданов (показано принципи керування будинком з пульта керування, по телефону або через Інтернет) [2], М. Сопер (описано кроки побудови автоматизації будинку, починаючи з найпростішої автоматизації з керування освітленням та закінчуючи складними охоронними системами й можливістю комп'ютерного або дистанційного керування побутовими електроприладами) [3], О. Тесля (описано принципи побудови інтелектуальної цифрової системи в квартирі) [4]. Відомі праці з формалізації програмного забезпечення у вигляді шаблонів для такого типу систем, наприклад [5], [10] тощо.

Проведене аналізування дає змогу дійти висновку про те, що кроки побудови автоматизації будинку (квартири), побудови інтелектуальної цифрової системи в житлових приміщеннях досить добре розроблено. Водночас не вирішеними залишаються питання архітектури системи «розумний будинок».

У зв'язку з цим мета статті полягає в розробленні архітектури системи «розумний будинок», яка дасть можливість автоматизувати повсякденні завдання, керуючи як пристроями й давачами своєї розробки, так і пристроями сторонніх виробників у режимі «чорного ящика».

Мета статті. Беручи до уваги наявні системи, представлені на ринку, сформовано основні вимоги до архітектури системи «розумного будинку», які буде втілено в рамках цього рішення:

- бездротовий зв'язок між усіма пристроями й давачами, що потребує мінімального втручання в конструкції приміщення;
- простота й масштабільність протоколу зв'язку для можливості використання пристроїв як своєї, так і сторонньої розробки;
- захищеність протоколу зв'язку від перешкод і спроб стороннього впливу;
- максимальна дешевизна й надійність використовуваних компонентів.

Викладення основного матеріалу. «Розумний будинок» технічно є сукупністю систем пристроїв і давачів, об'єднаних у загальну структуру за допомогою деякої загальної шини та керованого центру керування. Перспективні технології об'єднання на загальній шині систем і пристроїв «розумного будинку», які наразі найбільше використовують, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Технології об'єднання на загальній шині систем і пристроїв «розумного будинку»

| Назва технології | Опис технології |
|------------------|---|
| 1 | 2 |
| LanDriver | Універсальна платформа побудови шинних систем керування, яку використовують у автоматизації будівель. Призначено для керування внутрішніми й зовнішніми системами. Система LanDriver складається з центрального контролера і модулів, підімкнених між собою шиною (стандарт RS-485). До модулів підімкнено кероване обладнання. Орієнтовано на промислове використання |
| EIB / KNX | Систему EIB розподілено, керування здійснюють у межах пристроїв. Пристрої обмінюються інформацією по шині EIB відповідно до власного протоколу. Система, побудована на EIB, автономна й не залежить від працездатності центрального контролера |
| AMX | Розробляє програмно-апаратні засоби віддаленого керування медіасистемами, системою відеоспостереження й широкого спектра давачів. Протоколи передавання даних закрито. Спочатку застосовували власну шину передавання даних, у новій лінійці обладнання застосовують стандартні протоколи Ethernet і Wi-Fi, є частково розвинені технології сполучення з системами EIB, LON тощо |
| Z-wave | Технологію бездротового передавання даних розроблено для домашньої автоматизації. В технології Z-wave застосовують малопотужні й мініатюрні радіомодулі, вмонтовувані в побутову техніку. В основі технології лежить коміркова технологія, в якій кожний вузол є приймачем і передавачем, тобто в разі виникнення перешкоди сигнал піде через сусідні вузли мережі, розміщені в радіусі дії. Ще однією перевагою є мале енергоспоживання, що разом з малими розмірами дає можливість вмонтовувати Z-wave в різні побутові прилади |

Джерело: Склад автор з урахуванням [1] та [2].

Кожна з перелічених вище систем використовує для обміну даних свої або сторонні протоколи, залежно від поставлених до системи завдань. Варто зазначити, що більшість систем і технологій автоматизації приміщень закриті.

Проаналізувавши представлені на ринку рішення, можна виділити кілька основних проблем, властивих наявним системам:

- здебільшого закритість протоколів обміну даними, яка веде до неможливості використовувати давачі й пристрої однієї системи в іншій;
- майже всі рішення потребують прокладання кабельних мереж для інтеграції в наявну структуру приміщень і приєднання до прокладених на етапі будівництва комунікацій;
- ринкова вартість усіх без винятку рішень починається від 21 000 грн навіть у базовій комплектації й без урахування монтувальних і пуско-налагоджувальних робіт.

Поставлене завдання буде вирішено за допомогою компонентів, детально відображених на рисунку 1.

Реалізація системи

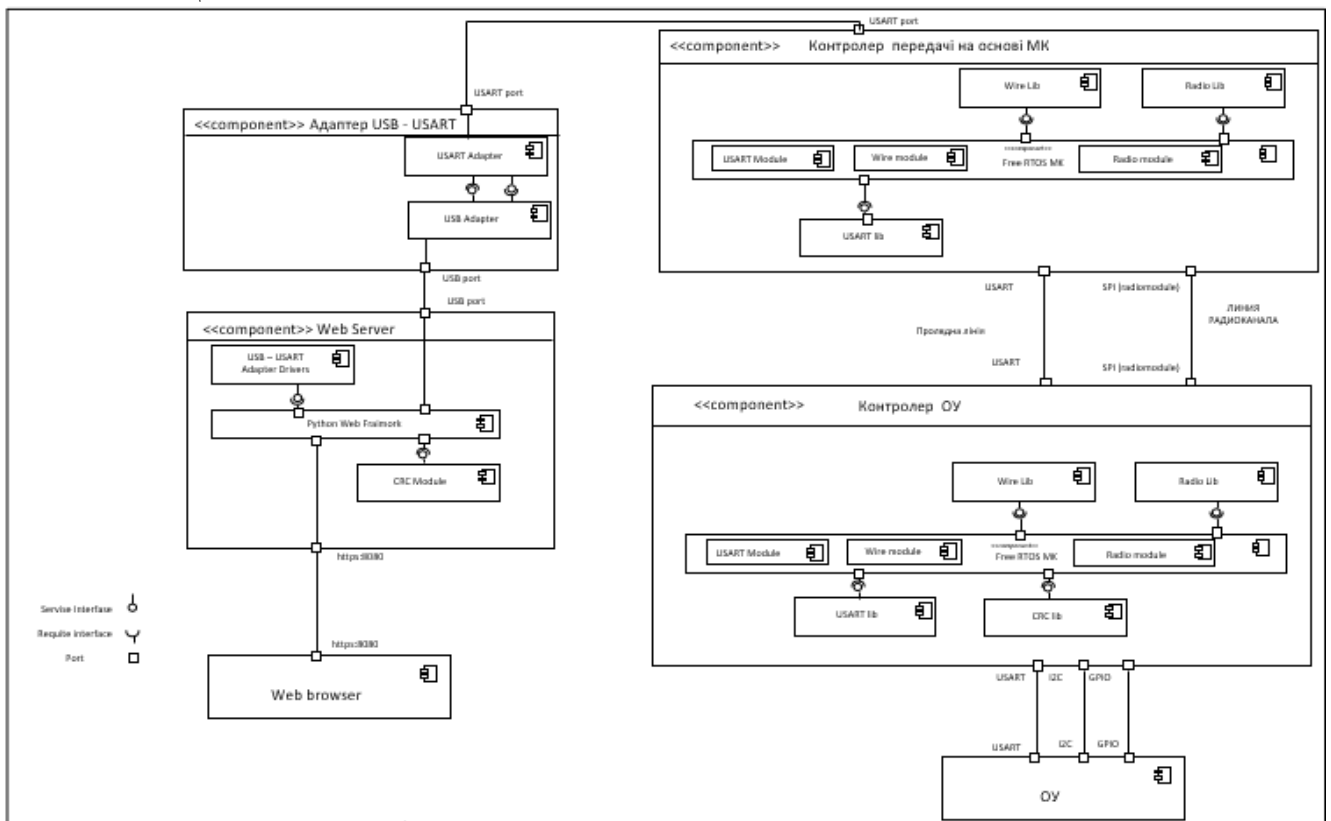


Рисунок 1. Діаграма компонентів

Основою цього матеріалу є практичне розроблення системи збирання та оброблення інформації на основі плати RaspberryPi Zero Plus від Xunlong Software.

Технічні характеристики плати:

- SoC Allwinner H5 на основі ARM Cortex-A53 Quad Core;
- чотирьохядерний процесор;
- 512 MB RAM;
- накопичувач microSD на 8 GB;
- HDMI-вихід;
- бездротові можливості Bluetooth та WiFi 2.4GHz 150 mbps;
- розміри 48 mm × 46 mm.

Бібліотека WiringPi. Для роботи програми з пінами GPIO використовують сторонню бібліотеку WiringPi, що виконує прив'язку пінів GPIO до змінних типу int мови Java. Відправлення повідомлень у мережу виконують за допомогою подавання сигналів на піни GPIO через зміну значень відповідних змінних через проміжки часу (модуляція). Модуляція даних здійснюється через часові затримки в зміні рівня напруги на пінах GPIO [8].

Spring Framework. Програмний каркас (фреймворк) з відкритим кодом та контейнери з підтримкою інверсії керування для платформи Java. Основні особливості Spring Framework може бути використано будь-яким додатком Java, але є розширення для створення веб-додатків на платформі Java EE. Незважаючи на це, Spring Framework не нав'язує якоїсь конкретної моделі програмування.

Патерн MVC. Веб-частину системи, що здійснює взаємодію користувача й системи, реалізовано на принципах концепції MVC – модель–вид–контролер. MVC – це схема використання кількох шаблонів проектування, за допомогою яких модель додатка, призначена для користувача інтерфейс і взаємодії з користувачем, розділено на три окремих компоненти так, щоб модифікація одного з компонентів мінімально впливала на інші [6].

Hibernate. Як засіб для відображення між об'єктами та реляційними структурами (object-relational mapping, ORM) для платформи Java використано Hibernate. Hibernate – це вільне програмне забезпечення, яке поширюється на умовах GNU Lesser General Public License. Hibernate надає легкий для використання каркас (фреймворк) для відображення між об'єктно-орієнтованою моделлю даних і традиційною реляційною базою даних [8].

Для отримання повідомлення від датчиків протікання й задимлення використовують фоновий сервіс, який контролює зміни на інтерфейсі GPIO RaspberryPi [7].

Усі запити обробляють класом RequestParser. Цей клас виконує розбір запитів і передавання керування контролерам для подальшого виконання.

На рисунку 2 продемонстровано ER-модель бази даних системи автоматизації житлових приміщень [6]. Цю базу використовують для зберігання акаунтів користувачів, що мають доступ до системи, й інформації про поточні стани пристроїв, під'єднаних до системи.

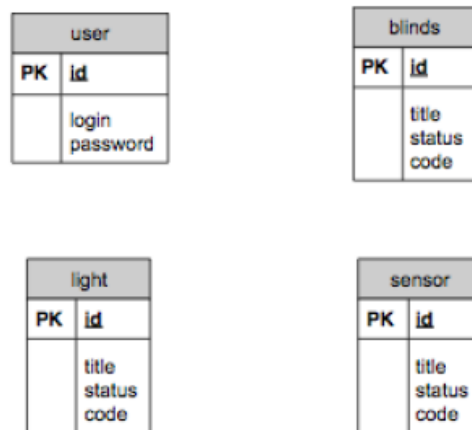


Рисунок 2. ER-модель бази даних системи автоматизації житлових приміщень

Із більшістю пристроїв немає зворотного зв'язку, отже для того, щоб завжди знати, в якому стані вони нині перебувають (ввімкнено/вимкнено), необхідно запам'ятовувати цей стан відразу після його зміни. Також таблицю sensor використовують для зворотного зв'язку між датчиками затоплення/задимлення і веб-інтерфейсом. Так фоновий сервіс отримує повідомлення від датчиків, оновлює їх стан у таблиці sensor, а JavaScript періодично читає ці значення й відображає у веб-інтерфейсі.

Для відправлення повідомлень на вимикачі та реле (жалюзі, приводи водопровідних кранів і замків, інші приводи) використовують консольну утиліту send.

На рисунку 3 продемонстровано діаграму класів фоновому сервісу, яка працює на апаратній платформі Raspberry Pi. Клас RCSwitch відповідає за приймання й первинне оброблення повідомлень, отриманих приймачем бездротового зв'язку. Клас WiringPi організовує роботу зі сторонньою бібліотекою WiringPi і виконує первинне налаштування обладнання [9].

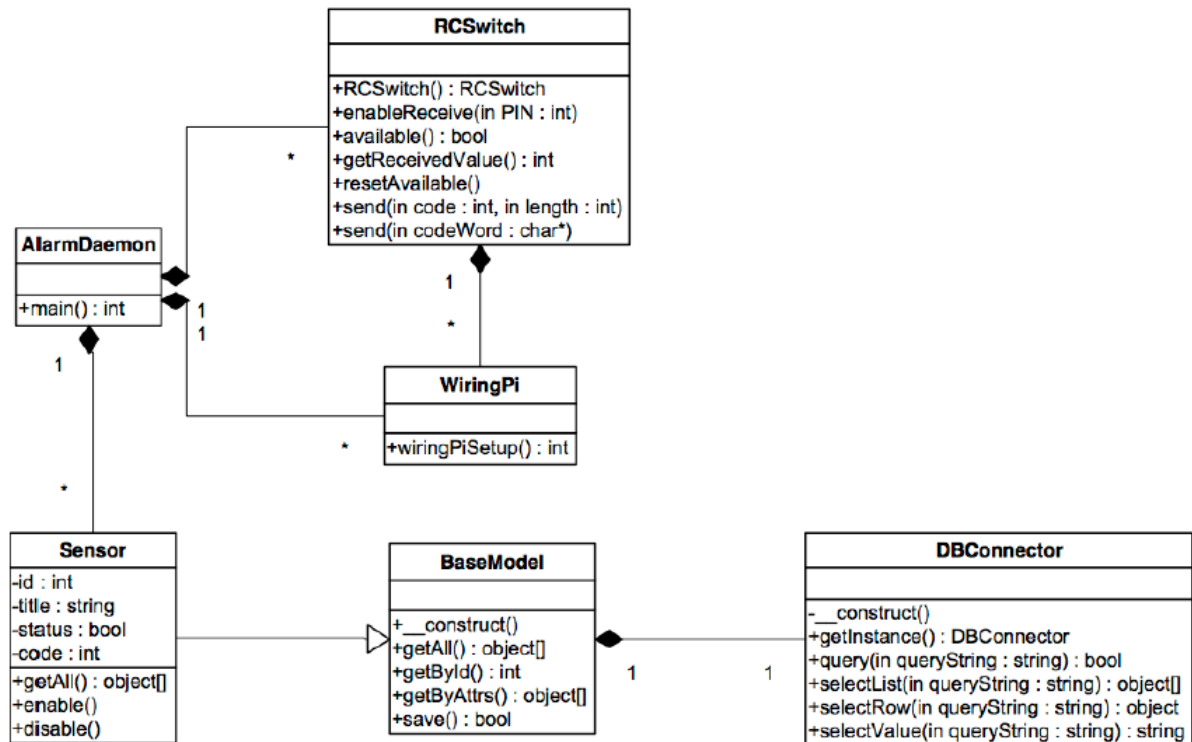


Рисунок 3. Діаграма класів фоновому сервісу

На рисунку 4 подано діаграму послідовностей, що демонструє процес роботи з IR-пристроями [9]. Об'єкти системи:

- Actor – користувач системи;
- WebInterface – інтерфейс взаємодії користувача з системою, реалізований у вигляді сукупності web-сторінок;
- IRSender (LIRC) – модуль системи, що забезпечує відправлення команд через інфрачервоний інтерфейс, використовують зі складу проекту з відкритим вихідним кодом – LIRC;
- IR receiver – приймач команд, відправлених в інфрачервоному діапазоні.

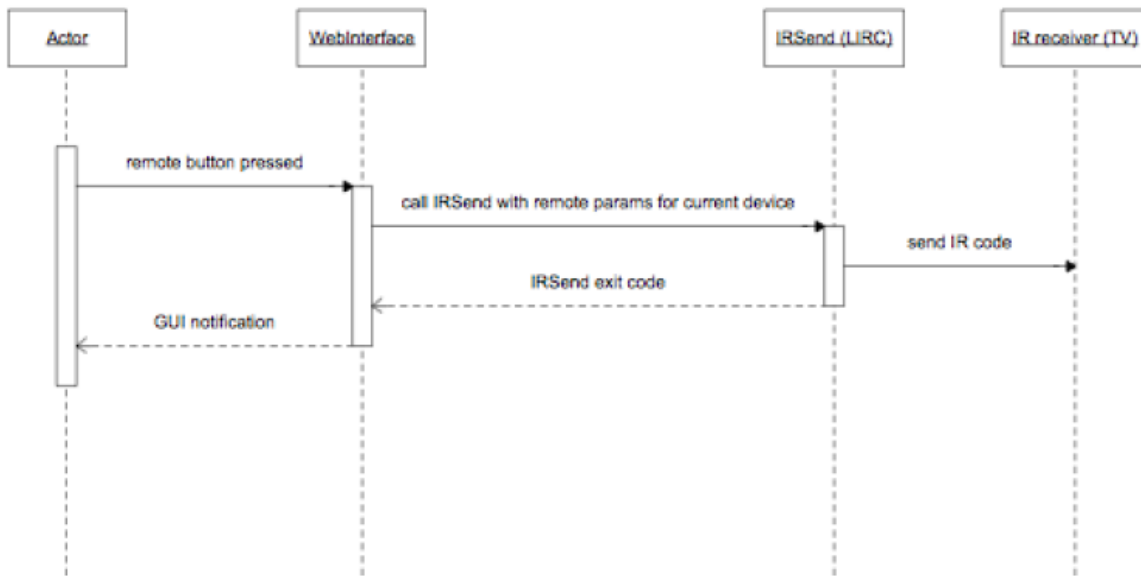


Рисунок 4. Діаграма послідовностей процесу взаємодії користувача з системою для керування пристроями через IR-порт

На рисунку 5 подано діаграму послідовностей процесу взаємодії користувача з системою для керування пристроями по бездротовому протоколу.

- Actor – користувач системи.
- WebInterface – інтерфейс взаємодії користувача з системою, реалізований у вигляді сукупності web-сторінок.
- DataBase – СУБД, яку використовують для зберігання інформації про стани бездротових пристроїв.
- Send – модуль системи, що забезпечує відправлення команд на частоті 433MHz.
- Remote433Switch – приймач команд.

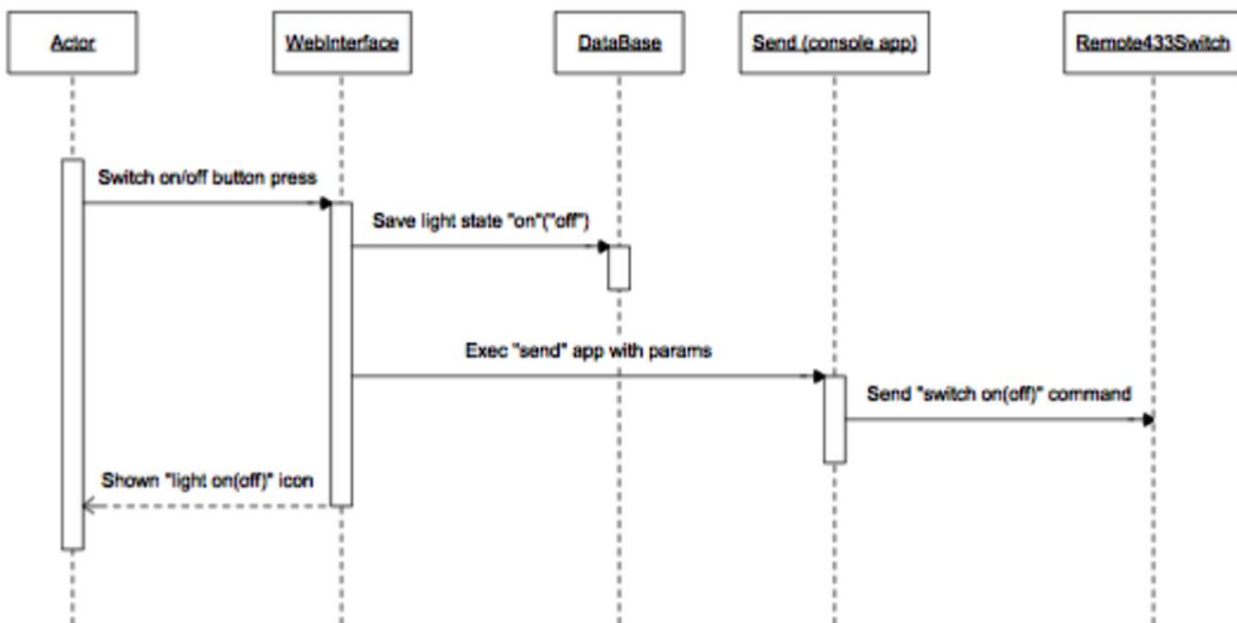


Рисунок 5. Діаграма послідовностей процесу взаємодії користувача з системою для керування пристроями по бездротовому протоколу

На рисунку 6 подано діаграму послідовностей, що демонструє процес роботи з датчиками задимлення й протікання [9].

- LeakSensor – датчик протікання.
- AlarmDaemon – фоновий сервіс, слухає повідомлення про тривогу, отримані від датчиків протікання й задимлення.
- DataBase – СУБД, яку використовують для зберігання інформації про стани бездротових пристроїв.
- WebInterface – інтерфейс взаємодії користувача з системою, реалізований у вигляді сукупності web-сторінок.

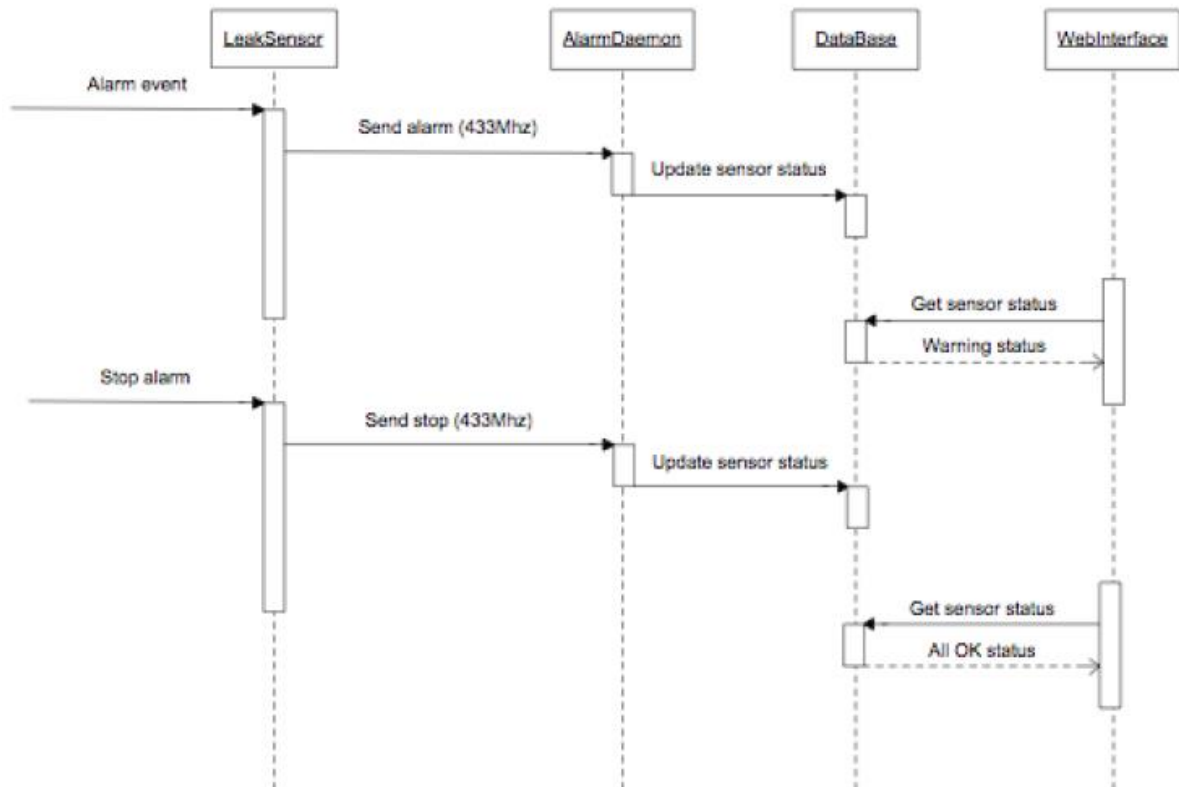


Рисунок 6. Діаграма послідовностей взаємодії датчиків задимлення й протікання з системою

На рисунку 7 подано діаграму варіантів використання системи автоматизації житлових приміщень [9].

Користувач системи може виконувати такі дії:

- вмикати/вимикати світло;
- відкривати/закривати штори або жалюзі;
- управляти приладами з IR-інтерфейсом.

Система взаємодіє з користувачем через повідомлення про події:

- задимлення;
- протікання.

Система взаємодіє з пристроями (керує ними):

- вимикачі світла;
- сервоприводи;
- IR-пристрої.

Датчики, які реєструють виникнення задимлення або протікання, взаємодіють з системою через посилання повідомлень про:

- спрацьовування датчика реєстрації задимлення;
- спрацьовування датчика реєстрації протікання.

Отже, питанню дослідження проблеми автоматизації процесів віддаленого керування й моніторингу процесів у рамках технології «розумний будинок» приділяють значну увагу. В цій праці розроблено систему, яка охоплює такі рівні абстракції: клієнтський рівень; рівень бізнес-логіки; рівень взаємодії з базою даних; фізичний рівень. Розроблено універсальний інтерфейс керування компонентами фізичного рівня. Фізичну частину побудовано на основі мікрокомп'ютера Raspberry Pi з General Purpose Input/Output для керування периферійними пристроями, на якому встановлено Linux систему – дистрибутив Armbian.

Висновки. В рамках цієї праці вирішено поставлене завдання, а саме – розроблення архітектури системи «розумний будинок», яка дасть можливість автоматизувати повсякденні завдання, керуючи як пристроями й датчиками своєї розробки, так і пристроями сторонніх виробників. Перевагами розробленої архітектури є:

по-перше – універсальна для будь-яких пристроїв, що працюють в заданому частотному діапазоні;

по-друге – захищена від перешкод і зовнішнього втручання;

по-третє – досить дешева для успішного впровадження навіть у разі складної економічної ситуації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дементьев А. Ю. «Умный» дом XXI века / А. Ю. Дементьев – Litres, 2018. – 78 с.
2. Велт Т. Дж., Элсенпитер Р. К. «Умный дом» строим сами / Т. Дж. Велт, Р. К. Элсенпитер. – СПб. : КУДИЦ-Образ, Питер, 2005. – 384 с.
3. Богданов С. В. Умный дом: монография / С. В. Богданов. – 2-е изд. – СПб. : Наука и Техника, 2005. – 208 с.
4. Сопер М. Э. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» : самоучитель / М. Э. Сопер; перекл. з англ. А. Ю. Карцева. – М. : NT Press, 2007. – 421 с.
5. Тесля Е. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Е. Тесля. – СПб. : Питер, 2008. – 224 с.
6. Фримен Эр., Фримен Элиз., Сьерра К., Бейтс Б. – Патерни проектування / Элиз. Фримен, Эр. Фримен, К. Сьерра, Б. Бейтс; перекл. з англ. Е. Матвеев. – Питер, 2013. – 331 с.
7. Pavlo Katin. Development of variant of software architecture implementation for low-power general purpose microcontrollers by finite state machines. Scientific journal “Eureka: Physics and Engineering”, 2017, volume 3, pp. 49–55 – Режим доступу: <http://eu-jr.eu/engineering/article/view/361/343>.
8. Entity Relationship Diagram [Електронний ресурс] / Smartdraw – Режим доступу: <https://www.smartdraw.com/entity-relationship-diagram/>.
9. Bell C. Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi – Apress, 2013. – 372 p. – ISBN-10: 1430258241, ISBN-13: 978-1430258247.
10. Теленик С. Ф. Управление ресурсами и навантаженням інформаційних інфраструктур телекомунікацій / С. Ф. Теленик, О. І. Ролік, М. М. Букасов // «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта». Материалы международной научной конференции (ISDMCT'20010), Евпатория, 17–21 мая 2010 г. – Том 2. – Херсон: ХНТУ, 2010. – С. 165–167.

Цитовцева А. С.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕРВИСНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ПОМЕЩЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА RASPBERRY PI

В статье исследованы проблемы автоматизации процессов отдаленного управления и мониторинга процессов в рамках технологии «умный дом». Была разработана система, которая включает такие ровные абстракции, как клиентские, уровень бизнеслогики, уровень

взаимодействия с базой данных и физический уровень. Значительное внимание было уделено разработке универсального интерфейса управления компонентами физического уровня. Физическая часть построена на основе микрокомпьютера Raspberry PI из General Purpose Input/Output для управления периферийными устройствами, на котором установлена Linux система – дистрибутив Armbian.

Ключевые слова: автоматизация, «умный дом», Raspberry Pi.

A. Tsytovtseva

SYSTEM OF THE AUTOMATED MANAGEMENT BY SERVICE FUNCTIONS OF APARTMENT ON BASE OF MICROCONTROLLER OF RASPBERRY PI

In the article the problems of automation of processes of remote management and monitoring of processes are investigational within the framework of technology clever house. The system that includes such even abstractions as client was worked out, level business of logic, level of co-operating with a database and physical level. Considerable attention was spared to development of universal interface of management of physical level components. Physical part is built on basis microcomputer of Raspberry PI from General Purpose Input/Output for a management peripheral units, on that Linux is set the system is a distributive of Armbian.

Keywords: automation, smart house, Raspberry Ri.

Рецензент: Помазун О. М., канд. екон. наук,
доцент кафедри інформаційних систем в
економіці, Київський національний
економічний університет імені Вадима
Гетьмана», м. Київ