

УДК 004.89:72

DOI: 10.31673/2412-9070.2022.055665

О. С. ЗВЕНИГОРОДСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент;
М. Ю. БЕРЕЗІВСЬКИЙ, доктор філософії;
Т. М. КИСІЛЬ, ст. викладач;
О. В. ЦЮПЦЮН, студент;
О. В. ЗІНЧЕНКО, доктор техн. наук, доцент,
Державний університет телекомунікацій, Київ

РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ «РОЗУМНИМ БУДИНКОМ»

За результатами аналізу історії розвитку та кінцевої стадії концепції «розумного будинку», а також методів передавання даних можна дійти висновку, що ця історія мала довгий та повний оновлень шлях, визначивши найоптимальнішу концепцію роботи. Вибрана тема сьогодні є особливо актуальною, оскільки концепція IoT може істотно поліпшити багато сфер нашого життя і допомогти у створенні більш зручних, розумних і безпечніших будинків. Уперше термін «розумний будинок» було винайдено Американською Асоціацією Housebuilders у 1984 році. Ця ж установа зазначила, що таке помешкання відмінне від звичайного своєю здатністю забезпечувати продуктивне та ефективне використання робочого та житлового середовища. Сучасні технології дають можливість збирати домашню автоматизацію покомпонентно: вибрати лише ті функції «розумного будинку», які дійсно потрібні користувачу. Тепер новітні технології керування приміщенням з'являються ледве не щодня. Навіть речі, котрі раніше розглядалися лише як красиві предмети інтер'єру, тепер можуть виконувати низку мультимедійних або побутових функцій.

У статті здійснено оцінювання основних характеристик програмного продукту, призначеного для керування «розумним будинком» за допомогою хмарних обчислень. Наведено аналіз різних варіантів реалізації програмного забезпечення задля вибору оптимального з огляду як на економічні фактори, так і на характеристики продукту, що впливають на ефективність роботи і на його сумісність із апаратним забезпеченням. Для цього було проведено функціональний та вартісний аналіз програмного забезпечення.

Досліджено та змодельовано застосування технології «віддаленого» керування. Здійснено варіанти реалізації істотних економічних альтернатив. Порівняння відбувалося на основі витрат на робочу силу, електроенергію та капітальні витрати. Після функціонального аналізу та аналізу вартості програмне забезпечення перебуває в розробленні. З'ясовано, що варіанти мов програмування сервера та клієнтської частини є JavaScript, а використання хмарної платформи Amazon та її віртуального сервера є найефективнішою метою.

Ключові слова: безпека; клімат-контроль (температура, вологість, опалення, вентиляція); мультимедіа; зв'язок (інтернет, телефонія).

Вступ

Постановка проблеми. Потрібно дослідити та змодельовати використання технології «віддаленого» керування «розумним будинком». Проаналізувати варіанти реалізації істотних економічних альтернатив. Порівняти основні витрати на робочу силу, електроенергію та капітальні витрати, а також порівняти вже наявні засоби хмарного керування будинком. Здійснити розроблення та аналіз вартості програмного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження сучасної проблематики з питань контролю та керування «розумним будинком» нині висвітлюють провідні зарубіжні [1-8] та вітчизняні [9; 10] науковці. Унаслідок досконало проведеного аналізу наявних платформ IoT встановлено, що початком сучасного етапу розвитку хмарних технологій науковці вважають запуск 2006 року компанією Amazon.com сервісу хмарних обчислень Elastic Compute Cloud й онлайн-ового сховища файлів Simple Storage Service.

Мета статті полягає у виявленні недоліків та переваг у роботі з «розумним будинком» окремих хмарних сервісів та реалізації тестової моделі на вибраній платформі.

У процесі дослідження розв'язувались такі завдання:

- проаналізувати сучасні засоби керування «розумним будинком»;
- дослідити основні етапи керування «розумним будинком»;
- протестувати протокол MQTT [3] як інструмент для керування давачами «розумного будинку»;
- скласти функціонально-вартісний аналіз програмного продукту.

Основна частина

Сьогодні доступна велика кількість рекомендаційних систем, побудованих відповідно до певного підходу керування «розумним будинком». Такі технології дають змогу збирати домашню автомати-

ку покомпонентно: вибирати лише ті функції «розумного будинку», які дійсно потрібні користувачу. Тепер новітні технології керування приміщенням з'являються чи не щодня. Навіть речі, котрі раніше розглядалися лише як красиві предмети інтер'єру, нині можуть виконувати низку мультимедійних або побутових функцій. Керувати системою «розумний будинок» можна навіть через спеціальний мобільний застосунок: техніку під'єднують через Wi-Fi і сигнали надходять на ваш смартфон [10].

Далі розглянемо наявні найбільш популярні сервіси, які забезпечують безпечно та зручне керування всіма давачами і пристроями «розумного будинку».

Порівняння платформ керування будинком за типами. Платформи хмарного керування «розумним будинком», зокрема AWS IoT [4] (Amazon), Google Cloud Platform IoT Solutions [6], Smart Home Cloud API (Samsung Smart Home) [8] було проаналізовано за такими параметрами:

- безпека передавання даних;
- можливості розширення;
- різноманітність пристроїв, які можуть бути підімкнені;
- моніторинг та аналіз даних.

В аспекті безпеки передавання даних всі три платформи виявилися однаково надійними, реалізуючи передові технології в шифруванні даних та автентифікації користувачів та пристроїв.

З погляду можливостей розширення домінує платформа Google IoT через її великий набір додаткових засобів для аналізу та моніторингу даних. Зважаючи на те, що всі технології цієї платформи є платними, і те, що можна легко знайти безплатні аналоги та впровадити їх до платформи Amazon IoT, то в даному аспекті немає чіткого лідера і все залежить від навичок розробника, часу та бюджету, які є в наявності у проєкта. Samsung IoT в цьому разі подається з уже готовим набором інструментів, який важливо кастомізувати під власні потреби.

Стосовно різноманітності пристроїв, які можуть бути підімкнені, Samsung IoT значно поступається через те, що він дає змогу підімкнення тільки пристроїв, які були виготовлені компанією Samsung. На відміну від Amazon IoT та Google IoT, які надають розробникам більшу свободу у виборі потрібних давачів, пристроїв, протоколів та контролерів.

Щодо моніторингу та аналізу даних усі платформи надають потрібний і достатній набір інструментів для адміністрування та налаштування приладів та давачів. Google IoT має потужні інструменти візуалізації даних, які зі свого боку можна легко імплементувати до Amazon IoT. Samsung IoT дає лише опис своїх засобів без можливості протестувати їх на тестових даних, що є великим недоліком, коли йдеться про вибір платформи. Порівняння платформ наведено в таблиці.

Порівняння хмарних платформ за наявними типами

| Назва хмарної платформи | Оцінювання безпеки передавання даних | | | Оцінювання можливості розширення | | Різнманітність пристроїв, які можуть бути підімкнені |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--|
| | SSL | Автентифікація | Унікальний ідентифікатор | Додаткові засоби | Оплата за фактом використання | Підімкнення пристроїв |
| Amazon IoT | + | + | + | - | + | - |
| Google IoT | + | + | +/- | - | - | + |
| Samsung IoT | + | + | + | + | - | + |

Типи керування та елементи системи. Крім елементарних побутових споживачів, інтелектуальний (розумний) будинок може здійснювати контроль і керування за системами зв'язку, пожежогашіння, охоронної сигналізації, телефонних ліній та багатьох інших, включно з інженерними комунікаціями. Саме завдяки контролерам, сенсорам і давачам відбувається керування «розумним будинком» [9].

• **Контролер** — це апарат, який керує всіма учасниками системи, приладами, а також надсилає звіт користувачеві про стан цих споживачів (рис. 1). Керує давачами температури, повітря, світла для контролю систем освітлення, обігріву, кондиціонування [2].

• **Сенсори** — давачі руху, протікання, температури. По суті, це «органи почуттів» системи, які моніторять стан будинку.

• **Виконавці** — пристрої в системі, які виконують команди (наприклад, світло, обігрівач, кондиціонер або інші інженерні комунікації).

• **Органи керування** — пристрої, за допомогою яких налаштовуються компоненти системи: вимикачі, пульти дистанційного керування.

• *Інтегроване обладнання та вебсервіси* — програмоване або кероване обладнання, яке належить системі «розумний будинок»: кавоварка, холодильник, робот-пилосос.

Схема підімкнення робочої моделі. Програмування відбувається в середовищі розробки Arduino IDE [1] мовою програмування C++. Мікроконтролер під'єднується до комп'ютера через microUSB [5] (рис. 2), після чого забезпечує його живленням. Також через microUSB здійснюється його програмування. До тестової робочої схеми було підімкнено такі давачі:

- давач сили/моменту hex c227986;
- давач температури та вологості повітря Aosong am2302;
- сенсорна панель із чотирма сенсорними кнопками;
- світлодіодна лампа.

Висновки

Розвиток концепції «розумного будинку» та методів передавання даних відбувався протягом довгого та повного оновлення шляху, знайшовши найоптимальнішу концепцію роботи. В аспекті безпеки передавання даних всі три проаналізовані платформи хмарного керування «розумним будинком» (AWS IoT (Amazon), Google Cloud Platform IOT Solutions, Smart Home Cloud API (Samsung Smart Home)) виявилися однаково надійними. Стосовно можливостей розширення домінує платформа Google IoT. З погляду різноманітності пристроїв, які можуть бути підімкнені, Samsung IoT значно відстає. А щодо моніторингу та аналізу даних усі платформи надають потрібний і достатній набір інструментів для адміністрування та налаштування приладів та давачів.

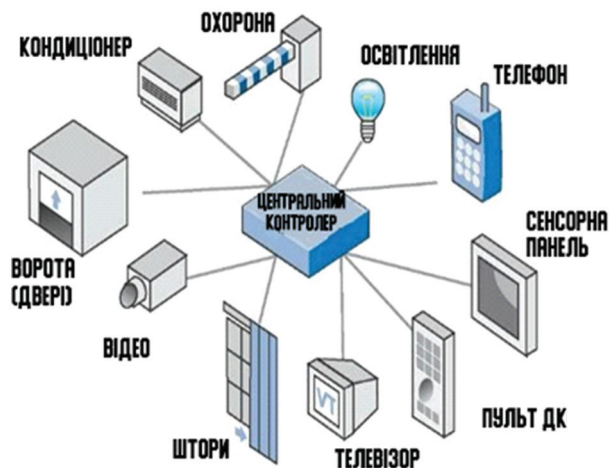


Рис. 1. Типи керування та елементи системи [10]

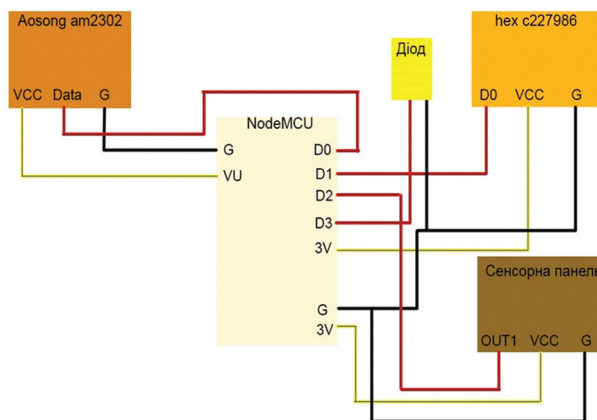


Рис. 2. Схема підімкнення робочої моделі [7]

Список використаної літератури

1. **Ismailov A. S.** Study of arduino microcontroller [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/359502443_Study_of_arduino_microcontroller_board (дата публікації: березень 2022 р.).
2. **Salisu A.** Iot Based Household [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/356189867_iot_based_household_electricity_energy_monitoring_and_control (дата публікації: грудень 2020 р.).
3. **Patel C., Doshi N.** Procedia Computer Science [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/341900140_A_Novel_MQTT_Security_framework_In_Generic_IoT_Model (дата публікації: червень 2020 р.).
4. **Chinelato F. B., Marufuzzaman M.** Computers & Industrial Engineering [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/361402480_AWS_IoT_analytics_platform_for_microgrid_operation_management (дата публікації: червень 2022 р.).
5. **Home Automation Using Arduino / Kashish Meshram, Ratnesh Mekhe, Yashashri Meshram, Kshitij Meshram** [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/366729349_Home_Automation_Using_Arduino (дата публікації: грудень 2022 р.).
6. **Mohammed Zubair M. Shamim.** Industrial IoT on Google Cloud Platform [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/343382521_Industrial_IoT_on_Google_Cloud_Platform (дата публікації: серпень 2020 р.).

7. Nickel R. *Das Schieberegister und die Matrix* [Електронний ресурс]. URL: <http://www.drummachines.de/beatboxer/service/serv5.htm> (дата звернення: 13.12.2022 р.).
8. Nov Neang. *Samsung Brand Development* [Електронний ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/351878787_Samsung_Brand_Development (дата публікації: березень 2021 р.).
9. Семак К. *Що таке «розумний будинок» і навіщо він потрібен* [Електронний ресурс]. URL: <https://stylus.ua/uk/articles/528.html> (дата публікації: квітень 2022 р.).
10. Золенко М. *Що таке розумний будинок: функції, види, складові та екосистеми* [Електронний ресурс]. URL: <https://ek.ua/ua/post/1990/618-что-такое-умную-дом-функции-виды-составляющие-и-экосистему/> (дата публікації: червень 2019 р.).

O. S. Zvenihorodskyi, M. Yu. Berezivskyi, T. M. Kysil, J. V. Tsiuptsiun, O. V. Zinchenko

RECOMMENDATION SYSTEM FOR MANAGING A SMART HOME

Based on the results of the analysis of the history of development and the final stage of the smart home concept and data transmission methods, it can be concluded that the history of development has gone through a long and full of updates, finding the most optimal concept of operation. The chosen topic is currently particularly relevant, as the IoT concept can significantly improve many areas of our lives and help us create more convenient, smart and safe homes. The term "smart home" was first coined by the American Association of Homebuilders in 1984. With the invention of microcontrollers, the cost of electrical appliances was falling rapidly. The same organization noted that such a home is different from the usual one in its ability to ensure productive and efficient use of the working and living environment. Today, technology allows you to assemble home automation in a componentized manner: selecting only those smart home functions that the user really needs. Nowadays, the latest room management technologies appear every day. Even things that were previously seen only as beautiful interior items can now perform a number of multimedia or household functions.

In the practical part, we evaluated the main characteristics of a software product designed to manage a smart home using cloud computing. Below is an analysis of various software implementation options in order to select the optimal one, taking into account both economic factors and product characteristics that affect performance and compatibility with hardware. For this purpose, we used a functional and cost analysis tool.

A functional and cost analysis of the software was conducted. The use of remote control technology was investigated and modeled. The work included options for implementing significant economic alternatives. The comparison was based on labor, electricity, and capital costs. After the functional and cost analysis, the software is in development. After completing all the surface analyzes, it was found that the options for the server and client side programming languages are Javascript, and the use of the Amazon cloud platform and its virtual server is the most efficient goal.

Keywords: security; climate control (temperature, humidity, heating, ventilation); multimedia; communication (Internet, telephony).

