

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ “РОЗУМНИЙ БУДИНОК”

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проведено результати дослідження архітектурних моделей, які можуть бути використані під час створення локальної інформаційної системи типу «розумний будинок». Основну увагу зосереджено на аналізі функціональних і технічних характеристик трьох підходів до побудови архітектури: централізованої, децентралізованої (peer-to-peer) та клієнт-серверної. Визначено, що клієнт-серверна архітектура забезпечує оптимальний баланс між надійністю, керованістю та простотою реалізації в умовах локального середовища. Розглянуто основні принципи побудови таких систем, їхні технічні характеристики та особливості взаємодії компонентів. Окреслено перспективи подальшого вдосконалення архітектур шляхом впровадження адаптивних алгоритмів, підвищення безпеки та інтеграції з мобільним додатком.

Ключові слова: розумний будинок, інформаційна система, архітектура, клієнт-сервер, базові положення.

Abstract

This paper presents the results of a study on architectural models that can be used in the development of a local smart home information system. The focus is placed on analyzing the functional and technical characteristics of three main architectural approaches: centralized, decentralized (peer-to-peer), and client-server. It is determined that the client-server architecture offers an optimal balance between reliability, manageability, and ease of implementation in a local environment. The fundamental principles of constructing such systems, their technical specifications, and component interaction features are discussed. The paper also outlines prospects for further architectural improvements through the implementation of adaptive algorithms, enhanced security measures, and integration with a mobile application.

Keywords: smart home, information system, architecture, client-server, basic principles.

Вступ

У сучасному світі концепція «розумного будинку» стрімко набирає популярності та переходить із категорії інноваційних рішень у повсякденну реальність. Все більше житлових об'єктів обладнуються системами автоматизованого управління освітленням, кліматом, безпекою та побутовою технікою. Одним із ключових завдань під час розробки «розумного будинку» є вибір відповідної архітектури, що дозволить забезпечити стабільну роботу, масштабованість безпеку та зручність користування. Особливої уваги потребують локальні архітектури, які працюють без постійного підключення до інтернету, що важливо для захисту персональних даних і підвищення автономності [1-5].

Метою цієї роботи є порівняльний аналіз архітектур інформаційної системи «розумний будинок» та визначення оптимальної клієнт-серверної моделі для локального середовища. Основними завданнями є оцінка технічних характеристик, надійності, безпеки та простоти архітектурних підходів.

Результати дослідження

У ході дослідження було детально проаналізовано три основні архітектурні моделі інформаційної системи «розумний будинок»: централізовану, децентралізовану та клієнт-серверну.

Централізована архітектура:

Принцип роботи :

Усі пристрої підключені до одного центрального контролера, який відповідає за обробку даних, управління пристроями та координацію взаємодії.

Переваги:

- Простота реалізації та налаштування.
- Мінімальні витрати на розробку та впровадження.
- Централізований збір даних спрощує моніторинг.

Недоліки:

- Висока залежність від працездатності центрального контролера.
- Обмежена масштабованість, складно інтегрувати нові пристрої без перебоїв.



Рисунок 1 - проста діаграма роботи централізованої архітектури

Децентралізована архітектура:

Принцип роботи:

Пристрої взаємодіють напряду між собою, без єдиного центру управління. Кожен вузол може автономно приймати рішення.

Переваги:

- Висока відмовостійкість завдяки відсутності єдиної точки відмови.
- Автономність пристроїв підвищує гнучкість системи.
- Краще підходить для розподілених систем з великою кількістю пристроїв.

Недоліки:

- Складність в координації і синхронізації дій між вузлами.
- Підвищені ризики безпеки через розподілене зберігання і обробку даних.
- Масштабування системи потребує складних алгоритмів взаємодії.

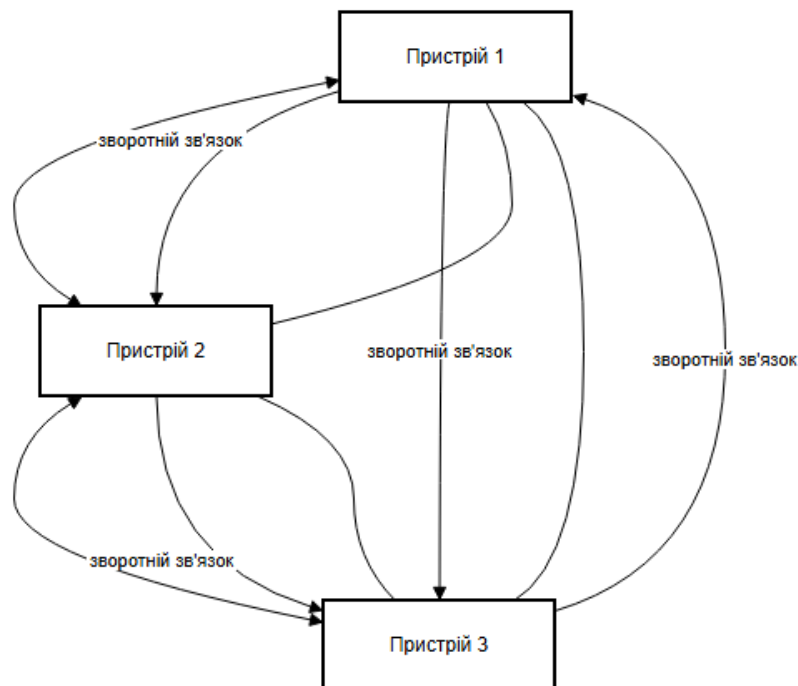


Рисунок 2 - проста діаграма роботи децентралізованої архітектури

Клієнт-серверна архітектура:

Принцип роботи:

Сервер централізовано обробляє запити клієнтів (пристроїв) керує логікою автоматизації та зберігає дані. Клієнти здійснюють звернення до сервера для виконання функцій.

Переваги:

- Забезпечує централізоване керування всією системою, що полегшує адміністрування і моніторинг.
- Гнучкість у реалізації інтерфейсу користувача та логіки автоматизації.
- Вища надійність завдяки можливості резервування сервера та централізованих заходів безпеки.
- Легкість масштабування - додавання нових клієнтів відбувається без значних змін у серверній частині.

Недоліки:

- Залежність від стабільності і продуктивності серверної частини.
- Витрати на обслуговування і підтримку серверного обладнання.
- Можливість затримки у відповіді при високому навантаженні на сервер.

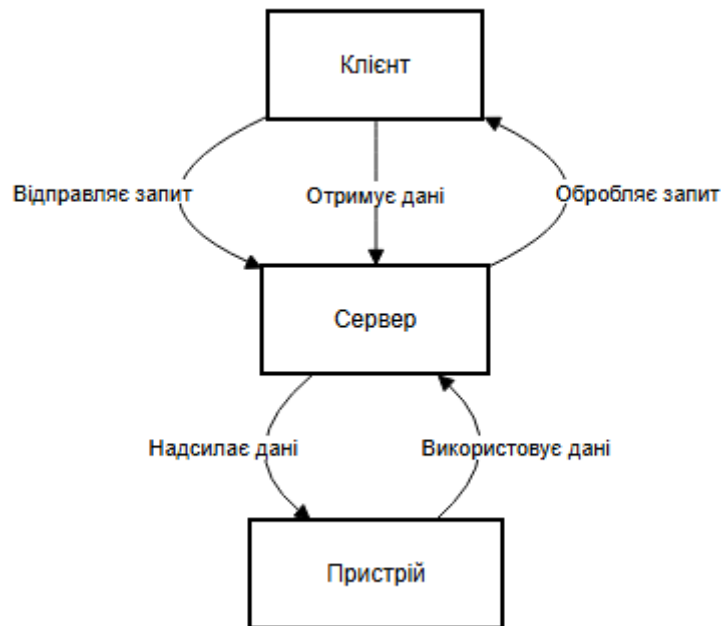


Рисунок 3 - проста діаграма роботи клієнт-серверної архітектури

Перспективні напрямки розвитку:

- Подальший розвиток гібридних архітектур, що поєднують переваги клієнт-серверних і децентралізованих моделей.
- Впровадження механізмів автоматичного відновлення та балансування навантаження для підвищення надійності системи.
- Інтеграція штучного інтелекту для адаптивного управління та прогнозування стану пристроїв у системі.
- Застосування новітніх протоколів бездротового зв'язку та IoT-рішень для покращення масштабованості і взаємодії компонентів.

Централізована архітектура базується на наявності одного центрального контролера, який відповідає за управління всіма пристроями в системі. Такий підхід простий у реалізації та має відносно низькі витрати на розробку. Проте він має суттєвий недолік — вихід з ладу центрального вузла призводить до повної зупинки роботи всієї системи, що знижує надійність.

Децентралізована (peer-to-peer) архітектура передбачає рівноправну взаємодію пристроїв без єдиного централізованого управління. Це забезпечує високу автономність та стійкість системи до відмов окремих вузлів. Водночас, складність керування, проблеми з безпекою та масштабованістю роблять цей підхід більш ресурсозатратним і важким для реалізації.

Клієнт-серверна архітектура поєднує переваги централізованого контролю та гнучкості. Сервер виконує роль централізованого управління і забезпечує інтеграцію логіки автоматизації, а клієнти надають зручний інтерфейс для користувачів. Така модель характеризується високою надійністю, простотою масштабування та покращеним контролем безпеки, що робить її оптимальним вибором для локальної системи «розумний будинок».

Основна відмінність між розглянутими архітектурними моделями полягає в способі організації керування та взаємодії між компонентами системи: централізована використовує один головний вузол для контролю, децентралізована базується на рівноправній взаємодії пристроїв, а клієнт-серверна передбачає централізований сервер, який обробляє запити пристроїв.

Централізована модель є простою у реалізації, але має обмежену надійність через єдину точку відмови. Децентралізована модель підвищує автономність та відмовостійкість, проте ускладнює управління і забезпечення безпеки. Клієнт-серверна архітектура забезпечує баланс між централізованим контролем і гнучкістю, що робить її оптимальною для локальних систем «розумний будинок».

Висновки

У ході дослідження було здійснено порівняльний аналіз трьох основних архітектур інформаційної системи типу «розумний будинок»: централізованої, децентралізованої (peer-to-peer) та клієнт-серверної. Кожна з моделей має свої переваги та недоліки, що визначають доцільність їх застосування в конкретних умовах.

Централізована архітектура відзначається простотою реалізації та мінімальними витратами на впровадження. Проте вона суттєво втрачає в надійності: вихід з ладу центрального вузла повністю паралізує систему. Це робить її мало придатною для стабільної роботи в умовах локального середовища, де критично важлива постійна доступність управління.

Децентралізована (peer-to-peer) модель забезпечує високий рівень автономності окремих пристроїв та виключає єдину точку відмови. Водночас її використання ускладнює реалізацію централізованої логіки автоматизації, створює проблеми з масштабуванням, уніфікацією протоколів взаємодії, а також ускладнює реалізацію ефективної політики безпеки.

Клієнт-серверна архітектура виявилася найбільш збалансованим варіантом. Вона забезпечує централізоване управління системою при збереженні гнучкості масштабування. Завдяки чіткому розподілу ролей між клієнтами й сервером досягається висока стабільність, можливість централізованого контролю доступу, ефективної реалізації логіки автоматизації та зручності для кінцевого користувача. На основі багатокритеріального аналізу (надійність, безпека, простота реалізації, масштабованість) клієнт-серверна модель отримала найвищу оцінку. Саме тому вона рекомендована як оптимальний підхід для побудови локальної інформаційної системи «розумний будинок».

З урахуванням подальшого розвитку таких систем, клієнт-серверна архітектура створює потенціал для інтеграції з хмарними сервісами, мобільними додатками та системами штучного інтелекту, що робить її гнучкою основою для розширення функціоналу та масштабування системи відповідно до зростаючих вимог користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. AI-based Smart Security System Using IoT for Smart Home Application. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.preprints.org/manuscript/202501.1887/v1>
2. Definition: What is A Smart Home [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mokosmart.com/iot-in-smart-home/>
3. Розумні будинки: Технології та тренди [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bizmag.com.ua/rynok-rozumnyh-budynkiv/>
4. Usage of Saas Software Delivery Model in Intelligent Home Systems. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pe.org.pl/articles/2019/7/9.pdf>
5. Биков М. М. Розробка системи автоматизації житла “Розумний будинок”. Матеріали науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, 2022 р. Електрон. текст. дані. 2022. – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/40185>

Кришталь Сергій Олександрович – студент групи 2ICT-21б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: krishtal.serg@gmail.com

Максимнюк Макар Віталійович – студент групи 2ICT-21б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maksimnyk.m.v@gmail.com

Проценко Дмитро Петрович – канд. техн. наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: procenko.d.p@vntu.edu.ua

Krishtal Serhii O. - student of Faculty of Intellectual Information Technology and Automation, 2IST-21b, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail krishtal.serg@gmail.com

Maksymnyuk Makar Vitaliiovich – student of group 2IST-21b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maksimnyk.m.v@gmail.com

Protsenko Dmytro P. - candidate of technical sciences, associate professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: procenko.d.p@vntu.edu.ua