

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-  
КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

«Покращення дизайну «Розумного будинку» за допомогою моделей штучного інтелекту»»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра  
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології  
(код, найменування спеціальності)  
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології  
(назва)

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело*

\_\_\_\_\_

(підпис)

Артем ТВЕРДОХЛІБ

\_\_\_\_\_

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача

Виконав: здобувач вищої освіти гр. ІСД- 41

Артем ТВЕРДОХЛІБ

\_\_\_\_\_

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: К.т.н.доцент Ольга ПОЛОНЕВИЧ

Науковий ступінь,  
вчене звання

\_\_\_\_\_

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Рецензент:

Науковий ступінь,  
вчене звання

\_\_\_\_\_

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2024

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій**

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедру ІПЗАС

Каміла СТОРЧАК

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Твердохлібу Артему Олеговичу

*(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)*

1. Тема кваліфікаційної роботи: Покращення дизайну «Розумного будинку» за допомогою моделей штучного інтелекту

керівник кваліфікаційної роботи Ольга ПОЛОНЕВИЧ к.т.н., доцент

*(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)*

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «27» лютого 2024 р. № 36

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «31» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

1. Науково-технічна література з теми бакалаврської роботи.
2. Принцип функціонування «розумного будинку».
3. Основні методи штучного інтелекту.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Дослідження архітектури та особливостей функціонування системи «розумний будинок».
2. Інтеграції пристроїв і приладів у систему «розумний будинок» зі штучним інтелектом.
3. Використання штучного інтелекту для покращення функціонування системи «розумного будинку».

5. Ілюстративний матеріал: *презентація*

6. Дата видачі завдання: «27» лютого 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз наявної науково-технічної літератури	27.02-05.03.2024	
2	Обґрунтування актуальності роботи	06.03-11.03.2024	
3	Дослідження архітектури та особливостей функціонування системи «розумний будинок»	12.03-27.03.2024	
4	Інтеграції пристроїв і приладів у систему «розумний будинок» зі штучним інтелектом	28.03-10.04.2024	
5	Використання штучного інтелекту для покращення функціонування системи «розумного будинку»	11.04-15.05.2024	
7	Оформлення роботи: вступ, висновки, реферат	16.05-22.05.2024	
8	Розробка демонстраційних матеріалів	23.05-24.05.2024	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_

(підпис)

Артем ТВЕРДОХЛІБ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник  
кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ольга ПОЛОНЕВИЧ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавр: 51 стор., 2 табл., 15 рис., 14 джерела.

*Мета роботи* – покращення дизайну «Розумного будинку» за рахунок впровадження в його функціональну архітектуру моделі штучного інтелекту.

*Об'єкт дослідження* – функціонування системи «Розумного будинку».

*Предмет дослідження* – застосування моделей штучного інтелекту в системах «Розумного будинку».

*Короткий зміст роботи:* В роботі детально проаналізовано загальний робочий процес домашньої автоматизації за допомогою ШІ, розроблено алгоритм, який описує цей процес. Розроблено рекомендації щодо інтеграції пристроїв і приладів у систему «Розумний будинок» зі ШІ. Процес інтеграції передбачає підключення та налаштування різних пристроїв і пристроїв для зв'язку з центральною системою «Розумний будинок» зі ШІ. Описано використання методів ШІ для енергоменеджменту та для підвищення рівня безпеки мешканців «Розумного будинку».

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, РОЗУМНІ ПРИСТРОЇ, УПРАВЛІННЯ РОЗУМНИМ БУДИНКОМ

## ABSTRACT

Text part of the bachelor level qualification work: 51 pages, 15 pictures, 2 table, 14 sources.

*The purpose of the work* - improvement of the design of the "Smart House" due to the implementation of the artificial intelligence model in its functional architecture.

*Object of research* - the operation of the "Smart House" system.

*Subject of research* - application of artificial intelligence models in "Smart House" systems.

*Summary of the work:* In the work, the general work process of home automation with the help of AI is analyzed in detail, an algorithm that describes this process is developed. Recommendations for the integration of devices and appliances into the "Smart House" system with AI have been developed. The integration process involves connecting and configuring various devices and devices to communicate with a central AI-powered Smart Home system. The use of AI methods for energy management and to increase the level of safety of the residents of the "Smart House" is described.

KEYWORDS: SMART HOME, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, DEEP LEARNING, MACHINE LEARNING, SMART DEVICES, SMART HOME CONTROL





## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	11
1.1 Постановка завдання .....	11
1.2 Особливості побудови систем «розумного будинку».....	14
1.3 Огляд можливостей, які надає інтеграція ШІ в «розумні будинки».....	18
РОЗДІЛ 2 ІНТЕГРАЦІЇ ПРИСТРОЇВ І ПРИЛАДІВ У СИСТЕМУ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ .....	27
2.1 Системи штучного інтелекту .....	27
2.2 Аналіз можливостей застосування різних алгоритмів ШІ для оптимізації інфраструктури «Розумного будинку».....	30
2.3 Процес інтеграції пристроїв і приладів у систему «Розумний будинок» зі ШІ..	35
РОЗДІЛ 3 ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ».....	40
3.1 Використання методів ШІ для енергоменеджменту «Розумного будинку».....	40
3.2 Управління системою «розумного будинку» з використанням NLU.....	47
3.3 Безпека «Розумного будинку» з використанням методів глибокого навчання.....	54
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	64
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	65



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Тенденції розвитку «розумних будинків» вже давно вийшли за межі використання датчиків для автоматизації. Сьогодні пропонує інтеграцію технологій Big Data, моделей штучного інтелекту (ШІ), що обіцяє відкрити нову еру розвитку «розумних будинків», тим самим на порядок покращити домашні функції та підвищити комфорт користувачів, а також значно скоротити споживання енергії за рахунок розумного управління, підвищення надійності та автоматизації. Штучний інтелект – це галузь науки про дані, яка поєднує комп'ютерні технології з великими обсягами даних для вирішення поставлених проблем. Моделі штучного інтелекту зробили значний внесок у корисність і зручність сучасних будинків, і творчий дизайн будинків за останні роки пройшов довгий шлях. З огляду на те, що штучний інтелект може бути ефективно вбудований у розумні будинки для покращення функціональності, зручності та енергоефективності, робота присвячена аналізу питання використання потенціалу ШІ в житлових приміщеннях з метою покращення якості життя є актуальною.

**Мета роботи** – покращення дизайну «Розумного будинку» за рахунок впровадження в його функціональну архітектуру моделі штучного інтелекту.

Для виконання поставленої мети, у бакалаврській роботі виконано наступні завдання:

- дослідження архітектури та особливостей функціонування системи «Розумний будинок»;
- дослідження можливостей, які надає впровадження моделей ШІ в архітектуру «Розумного будинку»;
- реалізація моделі розумного будинку з інтеграцією моделей штучного інтелекту.

**Об'єкт дослідження** – функціонування системи «Розумного будинку».

**Предмет дослідження** – застосування моделей штучного інтелекту в системах «Розумного будинку».

**Методи дослідження.** Під час виконання завдань бакалаврської роботи були використані методи елементів системного аналізу, методи теоретичного дослідження, імітаційного моделювання.

**Наукова новизна** одержаних результатів. Наукова новизна бакалаврської роботи, заключається в наданні практичних рекомендацій по реалізації інтелектуальної системи, завдяки якій вдається покращити дизайн «Розумного будинку» з метою підвищення комфорту житлових приміщень.

**Практична значущість** одержаних результатів полягає у можливості застосування запропонованого рішення на практиці при розробці функціональної архітектури систем «Розумного будинку».

**Апробація** результатів бакалаврської роботи. Основні положення і результати бакалаврської роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку IoT».

# 1 ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

## 1.1 Постановка завдання

Обсяг світового ринку розумних будинків у 2022 році оцінювався в 80,21 мільярда доларів та, за прогнозами, зросте до 338,28 мільярда доларів до 2030 року. [2]. Значні перспективи для інновацій існують у секторі «розумного будинку» до тих пір, поки штучний інтелект (AI), Інтернет речей (IoT) і технології підключення продовжуватимуть прогресувати. Нові функції та можливості для пристроїв розумного дому стали можливими завдяки новим технологіям, таким як периферійні обчислення, з'єднання 5G і машинне навчання. Ці вдосконалення забезпечують підвищену автоматизацію, інтелектуальність і підключення.

Дослідження розумного житла тривають десятиліттями, і через кілька років в кожному житловому приміщенні буде вбудована глобальна мережа підключених пристроїв, які будуть пов'язані між собою, щоб покращити рівень комфорту проживання в них. Розумні будинки – це кіберфізичні рішення, здатні підтримувати та допомагати користувачам у повсякденній рутині та оптимізувати управління будівлею. Моделі, доступні в даний час для розумних будівель, можуть працювати стабільно при тісній взаємодії з користувачами або повністю автономно. Тим не менш, рішення, що пропонуються в «розумних будинках», мають спільну мету – вирішувати або пом'якшувати повторювані дії, що виникають у будинку або в повсякденній діяльності жителів.

Незважаючи на те, що існують технологічні засоби для забезпечення рішень для «розумних будинків», а сучасний рівень техніки швидко розвивається, все ще існують занепокоєння щодо різних ризиків, зокрема, етичних, аспектів конфіденційності та безпеки. Рішення для «розумних будинків» повинні враховувати не лише взаємозв'язки між будівлею та її користувачами, але й зовнішній контекст та сутності, такі як розумні міста та розумні спільноти. Розгортання моделей III дозволить знизити витрати на рішення для розумних

будівель, прокладаючи шлях до широкого впровадження інтелектуальних моделей для обслуговування користувачів і будівель.

У різних країнах світу проектується багато футуристичних «Розумних будинків», але концепція кожного з них є специфічною та індивідуальною. Основні елементи гарного дизайну призводять до трансформаційних змін у просторі, незалежно від того, якому типу стилю віддається перевага, кожен простір можна спроектувати з великим рівнем комфорту та унікальністю. Розумний дизайн інтер'єру характеризується здатністю надавати дієві знання про ефективність будівлі, архітектура стає сховищем даних для збору, обробки та перегляду даних. Інтелектуальний дизайн інтер'єру відстежує та виявляє кожен недолік у системах будівлі, тому мешканці будівлі почуваються спокійно та комфортно. Такий підхід сприяє оптимізації ресурсів, відстеженню в реальному часі та мінімізації поточних витрат. Один із способів розробити весь інтелектуальний дизайн інтер'єру – це описати його як оптимізацію універсальності відсіків будівлі, що дозволяє їм добре працювати для поставленої мети та в той же час завжди налаштовуватися відповідно до потрібних завдань. [1]

Одним з основних завдань «Розумного будинку» є адміністрування наступних систем:

- Системи підтримки людського житла (електроживлення, водопостачання, кондиціонування).

- Безпека (виявлення та запобігання вторгнення, сигналізація, віконниці для закриття вікон і дверей, система внутрішнього зв'язку та система оповіщення про кризові ситуації в будинку).

- Побутова електроніка (телевізор, холодильник, чайник, кавоварка тощо, з функціями адміністрування та контролю через мережу Інтернет).

- Технічне обслуговування (перевірка працездатності автоматизованих пристроїв та окремих частин розумного будинку та видача повідомлень про несправності (відправка сповіщень), а також моніторинг та управління).

- Енергетика (контроль альтернативних джерел енергії та взаємодії через Інтернет).

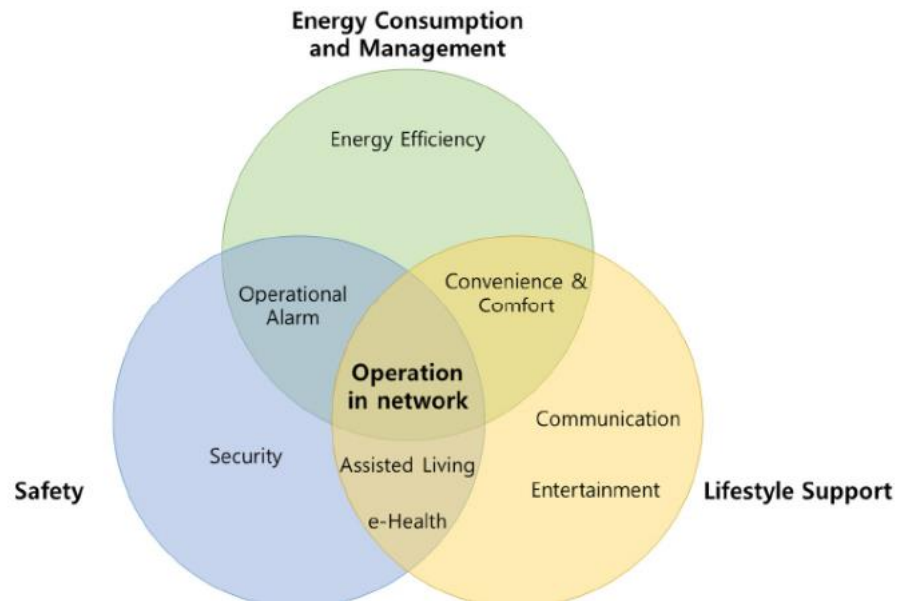


Рис.1.1 Види послуг «Розумного будинку»

Мета цієї роботи передбачає аналіз можливостей, які відкриває інтеграція ШІ та як це допомагає розробити підсистеми моделі розумного дому, які відповідають вимогам мешканців щодо зручності, комфорту та безпеки. Оптимальна стратегія управління джерелами, яка повинна відповідати багатьом і часто конкуруючим цілям, є одним із найскладніших завдань управління розумним будинком. З іншого боку, основною концепцією, що лежить в основі ідеї розумного будинку, є створення та підтримка середовища існування людини, яке є простим, безпечним, ресурсоефективним і, якщо можливо, економічно ефективним. Для досягнення цих цілей високотехнологічні рішення, пов'язані з електронікою, системами передачі даних і сенсорними мережами, інтегруються в дизайн архітектурного простору, що будується, або існуючої архітектурної зони. Крім того, різноманітність проблем, які необхідно вирішити для кожного користувача, включає в себе кілька архітектурних аспектів.

Для досягнення поставленої в роботі мети потрібно виконати наступні завдання в межах дослідження:

1. Дослідити архітектуру «Розумного будинку».

2. Провести огляд ролі моделей AI у вдосконаленні дизайну «Розумного будинку».
3. Розробити шаблони ШІ в функціях дизайну розумного будинку, взаємодії та контролі.

## 1.2 Особливості побудови систем «розумного будинку»

Технічно реалізація функціональності IoT вимагає інтеграції багатьох технологій з точки зору сприйняття, мережі та застосування. Базову архітектурну управління розумним будинком можна поділити на 4 рівні: сенсорний рівень, проміжний шар, рівень прийняття управлінських рішень і рівень обслуговування (рис.1.2).

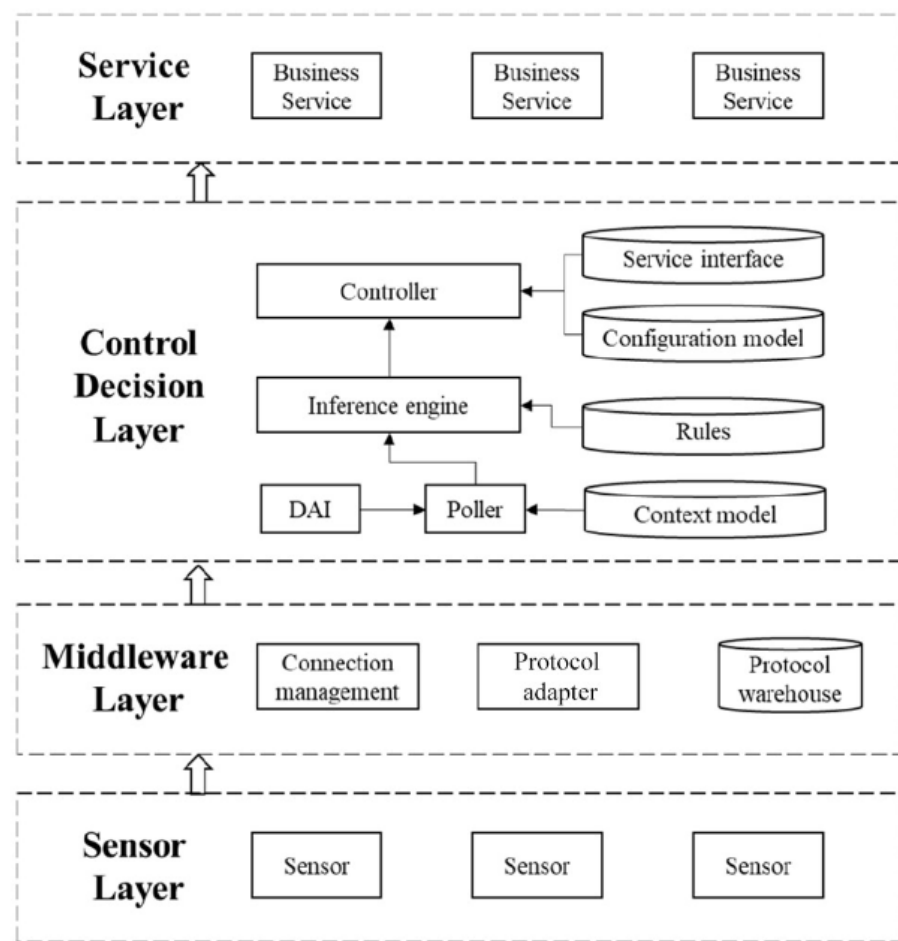


Рис.1.2 Структура інтелектуальної системи управління IoT

Сенсорний рівень це нижній шар, який використовується для збору даних. Він складається з різних датчиків, систем безпеки, пристроїв розумного дому тощо. Його завдання полягає в ідентифікації об'єктів і зборі інформації, щоб реалізувати усвідомлення та сприйняття «об'єктів». У сучасному «розумному будинку» використовують наступні основні типи датчиків:

- Датчик температури/вологості – вимірюють навколишнє повітря та визначають рівень вологи та температуру. Найпоширенішим використанням таких датчиків буде запуск системи опалення, вентиляції та кондиціонування

- Датчик протікання води. Ці датчики залишаються на підлозі та сповіщають, коли виявляють вологу. Найчастіше такий тип датчику встановлюють під водонагрівачем, під раковинами та в кутах, куди проникає вода.

- Датчик дверей/вікон - є частиною домашньої системи безпеки, тому вони використовуються на зовнішніх дверях і вікнах. Є ще один варіант використання - регулювання освітлення. Наприклад, коли двері зачинені, світло горить, коли вони відкриті, світло вимикається.

- Датчик руху - використовують інфрачервоні, радарні та звукові хвилі для виявлення змін, які означають, що хтось або щось знаходиться в просторі. Їх використовують в системі безпеки для визначення присутності об'єкта в безпосередній близькості до будинку. Також, в системі автоматизації освітлення для визначення присутності людини в приміщенні.

- Датчик якості повітря - вони вимірюють забруднення частинками, щоб створити показник індексу якості повітря.

- Датчик диму – використовують в системі пожежної безпеки «розумного будинку» для визначення небезпечного рівня задимленості.

- Датчик освітленості (освітленості) - цей датчик вимірює яскравість. Окрім «вимкнено» (без світла) та «увімкнено» (повне світло), ці датчики також можуть визначати пороги яскравості.

- Датчик моніторингу енергоспоживання (моніторинга води) - онтролюють споживання енергії (води).

- Датчик сну – у більшості випадків відстежує дихання та частоту серцевих скорочень і шукають порушення у мешканців «розумного будинку».

Крім фізичних пристроїв, рівень сприйняття також містить віртуальні датчики, які отримують необхідні дані з інших джерел даних, таких як мережеві служби, що надають інформацію про погоду.

Проміжний шар використовується для вирішення проблеми сумісності. Через відсутність стандартів зв'язку для пристроїв IoT їх протоколи зв'язку відрізняються у різних виробників. Таким чином, проміжне ПЗ IoT використовується для аналізу протоколу даних, які збирають датчики, і перетворення їх в єдину структуру даних, з якою може працювати верхній рівень.

Ядром системної структури є рівень прийняття управлінських рішень. Його основна задача – обробка даних, що передаються базовим пристроєм, щоб отримати стратегію дій відповідної служби.

Рівень послуг містить різні бізнес-послуги, що надаються користувачам. Це може бути бізнес-сервіс, API-інтерфейс для служби віддаленого керування, що надається різними розумними пристроями.

Кожен пристрій «розумного будинку» повинен бути підключений до мережі. У «розумному будинку» кожен пристрій працює незалежно від іншого та обмінюється даними через локальну мережу, при цьому домашній шлюз виступає як точка доступу, щоб користувачі «розумного будинку» могли дистанційно контролювати та керувати побутовими приладами чи датчиками. Інтерфейс між розумними пристроями і користувачами, можна реалізувати через мобільні телефони, комп'ютери та інші термінали.

Зв'язок між пристроями можливий завдяки технологіям бездротового зв'язку, наприклад, таким як Wi-Fi, Bluetooth (BLE), ZigBee і Z-Wave. Ці технології, кожна з яких має свій набір сильних сторін, утворюють мережу, яка з'єднує розумні пристрої, дозволяючи їм обмінюватися даними та координувати дії.

Якщо при побудові системи «розумного будинку» критичним є радіус дії та висока швидкість передачі даних, то перевагу між технологіями віддають Wi-Fi. Відносно новий протокол Wi-Fi, який отримав назву Wi-Fi 6E, підтримує частоту 6



ГГц, що потенційно є ще швидшим (Wi-Fi 7 також використовуватиме діапазон 6 ГГц). Wi-Fi 6E може працювати з більшою кількістю пристроїв, споживає менше енергії та є більш безпечним, але всі ваші гаджети повинні підтримувати Wi-Fi 6E, включаючи mesh-систему або маршрутизатор, і це навіть менший радіус дії, ніж 5 ГГц.

Bluetooth є кращим для пристроїв малого радіусу дії з низьким енергоспоживанням. Безпосередньо для систем «розумного будинку» була запропонована до використання енергоефективна технологія Bluetooth, а саме BLE.

Технології ZigBee та Z-Wave ідеально підходять для створення сітчастих мереж, де кожен пристрій може передавати дані іншим, розширюючи охоплення мережі розумного будинку, при цьому забезпечуючи високий рівень збереження заряду батареї підключених пристроїв.

Z-Wave — це мережевий протокол, який використовує дуже мало енергії, дуже послідовний, має стандарт для всіх пристроїв Z-Wave, і кожна Z-Wave може повторювати сигнал іншого пристрою Z-Wave.

Z-Wave чудово підходить як mesh-мережа, оскільки кожен вузол у будинку або кожен пристрій може повторювати сигнали інших пристроїв Z-Wave.

Іншими словами, чим більше пристроїв ви додаєте до свого будинку, тим сильніший сигнал Z-Wave у всьому будинку. Це mesh-мережа, що повторює сигнал Z-Wave, і для пристрою розумного будинку, такого як вимикач світла, вона використовує дуже мало даних.

Thread – відносно недавній мережевий протокол, який з'єднує продукти різних брендів без необхідності використання концентратора. Як і Zigbee і Z-Wave, Thread може з'єднати всі ваші пристрої разом у гігантську сітку. На відміну від Zigbee і Z-Wave, Thread не вимагає концентратора розумного будинку для їх підключення.

Matter — це сумісний пакет програмного забезпечення прикладного рівня для бездротових пристроїв IoT. На практиці Matter використовує Ethernet, Wi-Fi, Bluetooth Low Energy (для початкового сполучення) і Thread. Matter розроблено таким чином, щоб бути локальним у «розумному будинку», що означає меншу

залежність від хмари. Керування пристроєм Matter також має бути локальним, а «мозком» системи «розумного будинку» є Контролери Matter.

### **1.3 Огляд можливостей, які надає інтеграція ШІ в «розумні будинки»**

«Розумний будинок» – це будинок, у якому штучний інтелект (ШІ) переосмислює процес проектування та структуру управління інноваціями для підвищення безпеки, комфорту та ефективності. Штучний інтелект може вчитися на основі вашого будинку, вашої побутової техніки та вашого споживання, роблячи висновки на основі даних.

Штучний інтелект – це галузь науки про дані, яка поєднує комп'ютерні технології з великими обсягами даних для вирішення поставлених питань. Найбільш відомий всім приклад використання штучного інтелекту з повсякденного життя – пошук потрібного контенту. Пошукові системи активно використовують ШІ для збору та отримання релевантної інформації на основі запитів користувачів. Останні розробки в системах автоматизації розумного будинку призвели до вдосконалення штучного інтелекту з точки зору спілкування з хмарою, вивчення моделей поведінки людини та автоматизації пристроїв розумного будинку відповідно до вподобань користувачів.

Інколи машинне навчання згадується паралельно із ШІ, але ці терміни не зовсім взаємозамінні. Машинне навчання — це підмножина ШІ, яка навчається на досвіді, адаптується та покращує продуктивність без явного програмування.

Третя частина ШІ, яка сьогодні отримує великий вплив, — це глибоке навчання. Весь штучний інтелект спрямований на імітацію людського мислення, а глибоке навчання призначене для того, щоб витягти максимальну цінність з нашого способу обробки інформації. Наш мозок використовує те, що вчені називають нейронними мережами, які є сукупністю клітин мозку, які допомагають нам обробляти інформацію, з'єднуючи сигнали.

Глибоке навчання використовує штучні нейронні мережі для обробки великих обсягів даних і вирішення проблем з обмеженою допомогою людини. Ці

мережі ШІ цінуються за їхню здатність обробляти велику кількість даних, продовжувати вдосконалюватися в процесі навчання, а також вирішувати складні проблеми.

Однією з переваг впровадження ШІ в систему «розумного будинку» є підвищення енергоефективності.

Найбільшою групою споживачів електроенергії в Україні є житлові приміщення. Таким чином, ефективне управління споживанням електроенергії в будинках, зберігаючи при цьому прийнятний рівень комфорту, є життєво важливим для вирішення глобальних проблем, пов'язаних зі скороченням природних ресурсів та складністю в енергосистемі в результаті ведення бойових дій. Швидкий технологічний прогрес зробив домашні системи управління енергією (ДСУЕ) досяжною метою, до якої варто прагнути. Такі системи складаються з технологій автоматизації, які можуть реагувати на постійно або періодично мінливе середовище будинку, а також відповідні зовнішні умови, без втручання людини. Штучний інтелект, а точніше машинне навчання, є одним із ключових факторів, які дозволили реалізувати сучасні вискоелективні домашні системи управління енергією.

Штучний інтелект також знаходить застосування в розподіленому виробництві енергії, оскільки він об'єднує автоматичні системи зберігання енергії з розподіленими джерелами енергії для зберігання та використання електроенергії. Такі пристрої, як Tesla Powerwall, можуть накопичувати електроенергію в системах зберігання енергії, щоб її можна було використовувати вночі або під час відключення електроенергії. Це додатково заохочує розумні будинки зменшити свою залежність від електромережі.

Одна з основних проблем, які допомагає вирішити інтеграція ШІ в «розумні будинки» це питання безпеки приміщення. Зростаюча потреба у покращенні домашньої безпеки спонукала до впровадження пристроїв на базі ШІ. Ці пристрої мають різноманітні функції, включаючи аналіз загроз, розпізнавання обличчя та інтеграцію з «розумним будинком». Пристрої на основі штучного інтелекту можуть

легко розпізнавати об'єкти чи обличчя завдяки функції розпізнавання шаблонів/облич. Розпізнавання обличчя може легко перевірити особливості структури обличчя, такі як вилиці, очі, підборіддя тощо, і порівняти їх з наявними даними. Крім того, ці пристрої можуть надсилати повідомлення на смартфон власника будинку про відвідувачів біля вхідних дверей. Найсучасніші домашні камери безпеки можуть ідентифікувати обличчя членів родини, друзів і навіть домашніх тварин. Очікується, що розумні камери зі штучним інтелектом відіграватимуть життєво важливу роль у безпеці дому.

ШІ також використовується в розумних замках, якими можна керувати через смартфони. Розумні замки з підтримкою штучного інтелекту пропонують численні переваги безпеки, такі як обмежена залежність від фізичних ключів для доступу, тимчасовий доступ до гостей і регулярні відеопотоки людей, які дзвонять у двері.

Інструменти генеративного штучного інтелекту в «розумному будинку» можуть призначати зустрічі для технічного обслуговування системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, або очищення водостоків, які базуватимуться на вашому конкретному графіку та доступності, використовуючи дані, зібрані з пристроїв. Це дасть змогу користувачу «розумного будинку» заздалегідь проводити технічне обслуговування своєї техніки, тим самим передбачаючи її поломку.

На заміну застарілій базовій автоматизації, яку користувач повинен був налаштувати вручну, генеративний ШІ може запропонувати нові, більш складні способи роботи «розумного будинку». За основу він візьме поведінку мешканця «розумного будинку», яку він вивчатиме на протязі певного часу. Розумна автоматизація на базі ШІ може включати ввімкнення системи виявлення падіння, коли певний член сім'ї входить до кімнати, або, наприклад, запуск індивідуальної автоматизації, коли член сім'ї ідентифікується на камері спостереження. При цьому для кожного члена родини може бути розроблений свій індивідуальний сценарій, виходячи з його уподобань.

Система опалення вентиляції та кондиціонування повітря «розумного будинку» в якій інтегровано ШІ, може використовувати генеративний штучний

інтелект для оптимізації опалення, кондиціонування повітря та вентиляції. Для цього система зможе об'єднати дані користувачів і факторів навколишнього середовища, таких як зовнішня температура і вологість, і на базі аналітичного порівняння буде виконуватися регулювання опалення чи системи кондиціонування.

Ось деякі технології «розумного будинку» на основі ШІ, які можуть з'явитися в найблищій час:

- побутовий робот, який може сортувати посуд, підбирати і переміщати різні предмети і навіть наливати склянку води.
- холодильник із підтримкою ШІ, який відстежує доступні харчові інгредієнти, щоб допомогти домовласникам вирішити, що приготувати, виходячи з дієтичних обмежень та улюблених рецептів.
- духовна шафа на основі ШІ з комп'ютерним зором (CV), яка контролює процес приготування та відстежує, коли їжа готується до потрібної температури.

Штучний інтелект виводить стандартні технології розумного будинку на абсолютно новий рівень. Штучний інтелект може створити модель поведінки з даних, зібраних із підключених пристроїв. Іншими словами, він може автоматизувати домашню роботу відповідно до вподобань власника будинку. Інтеграція штучного інтелекту та технологій для розумних будинків призведе до покращення умов життя, підвищення рівня автоматизації роботи та навіть здатності приймати рішення.

Моделі штучного інтелекту зробили значний внесок у корисність і зручність сучасних будинків, і творчий дизайн будинків за останні роки пройшов довгий шлях. У цій дипломній роботі розглядається, як моделі штучного інтелекту покращують дизайн розумного будинку, зосереджуючись на житлових приміщеннях. Житлові приміщення підкреслюють важливість дизайну розумного будинку, оскільки вони є вирішальним компонентом у формуванні комфортного багатофункціонального простору.

Персоналізація є важливим аспектом застосування моделей ШІ для покращення дизайну розумних будинків. Оскільки моделі штучного інтелекту

вивчають поведінку людей і за потреби коригують налаштування пристроїв, інтелектуальні домашні системи можуть бути адаптовані до конкретних потреб і вподобань кожного власника будинку. Це може включати використання технології обробки природної мови (NLP) для виконання голосових команд та іншої налаштованої взаємодії з пристроями розумного будинку. [4]

Створення ефективного середовища «розумного будинку» є досить складним завданням для звичайного користувача, якому знадобиться багато правил для кількох пристроїв, щоб створити їх розумну поведінку в житловому просторі. Крім того, користувачеві може знадобитися більше часу або технічних знань, щоб розробити ефективні методи керування пристроєм. Інноваційна домашня система може автоматизувати виснажливе завдання створення правил за допомогою машинного навчання. Рішення для машинного навчання можуть знаходити шаблони в даних з пристроїв «розумного будинку» та автоматично створювати правила для керування підключеними пристроями.

Специфікації функцій і можливостей системи та відповідна нормативна база визначатимуть правила та норми для визначення робочого рівня оновленого середовища «розумного будинку». Крім того, слід враховувати при розробці архітектури «розумного будинку», що він повинен бути легким у використанні людьми, які не мають специфічних знань в цій галузі. Крім того, люди з обмеженими можливостями, такими як порушення слуху або зору, повинні мати можливість без проблем користуватися інтерфейсом «розумного будинку». Розумні датчики та автоматизація повинні бути включені в проект системи, щоб зменшити втрати енергії та максимізувати споживання енергії.

При розробці архітектури «розумного будинку» треба забезпечити інноваційні домашні налаштування, які повинні безперебійно працювати з різним апаратним і програмним забезпеченням, включаючи програми сторонніх розробників. Крім того, щоб уникнути втрати даних або системних збоїв, система має бути надійною та оснащеною функціями резервного копіювання та відновлення.

Система управління «розумним будинком».

Управління «розумним будинком» за допомогою сенсорної панелі управління є одним із найпростіших способів.

Сенсорна панель на рис.1.3 оснащена маленьким рідкокристалічним дисплеєм. За допомогою цього дисплея можна активувати всі необхідні комунікаційні системи та програмувати їх функціонування.

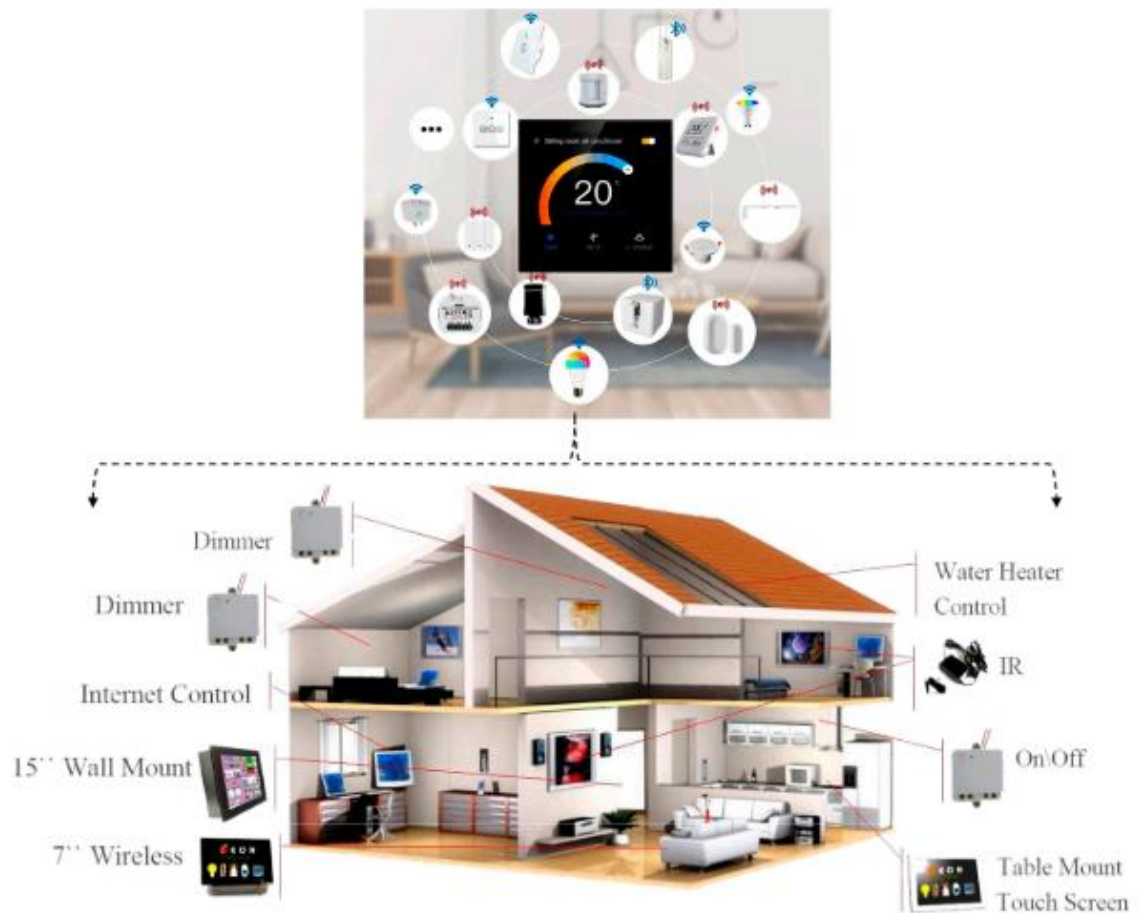


Рис.1.3 Система управління розумним будинком [4]

Навколишнє середовище - це, загалом, інформаційна система, що складається з бездротової сенсорної мережі, сервера для централізованого збору та контролю даних, мережі «розумних об'єктів» із вбудованими інтелектуальними системами та набір мобільних пристроїв до системи, які забезпечують інтерфейс користувача з

вбудованими службами. До датчиків належать датчики температури, світла, дотику, наближення, відеодатчики (мікровідеокамери) і датчики звуку, встановлені на меблях. Прості об'єкти з інтелектом можна використовувати як «розумні об'єкти». Усі ці академічні галузі є відносно автономними. Інноваційні сенсорні технології використовуються в стилі життя, охороні здоров'я, фітнесу, виробництві та повсякденному житті для різних цілей. Завдяки надійності бездротового з'єднання вони були одночасно включені в центральну систему керування.

Сьогодні на ринку представлено багато побутової техніки, де є популярні моделі пристроїв, які успішно використовують штучний інтелект для «розумних будинків».

Взаємодія між симуляційними моделями штучного інтелекту та дизайном розумного дому має важливе значення для створення ефективних, стійких та індивідуальних житлових приміщень.

Імітаційні моделі AI можуть створювати персоналізовані життєві простори, аналізуючи дані про вподобання та звички мешканців [5]. Наприклад, у сучасній архітектурі алгоритм штучного інтелекту може аналізувати дані про режим сну людини та використовувати цю інформацію для налаштування освітлення та температури в спальні, щоб створити найкомфортніші умови для сну.

В таблиці 1.1 висвітлює ключові відмінності між «розумними будинками» на основі штучного інтелекту та «розумними будинками» без штучного інтелекту.

Кожен з цих різновидів має свої переваги. «Розумні будинки» зі штучним інтелектом показують, як технологія штучного інтелекту може забезпечити більш просунуті та інтуїтивно зрозумілі функції, які покращують наше повсякденне життя. Навпаки, розумні будинки без штучного інтелекту пропонують базові функції автоматизації та керування.



Таблиця 1.1

## Переваги розумних будинків з та без ШІ

<b>Переваги розумних будинків на основі штучного інтелекту</b>	<b>Переваги розумних будинків без штучного інтелекту</b>
Підвищена персоналізація та кастомізація	Покращений контроль над окремими пристроями
Підвищена ефективність і зручність	Базові можливості автоматизації
Прогностична поведінка та адаптація	Обмежена прогностична поведінка або її відсутність
Підвищена енергоефективність та економія коштів	Основні функції управління енергією
Розширені функції безпеки	Основні функції безпеки
Доступність для людей з інвалідністю або особливими потребами	Обмежені спеціальні можливості

Крім переваг, виникають певні труднощі щодо впровадження в системи «Розумного будинку» штучного інтелекту.

Однією з значних труднощів в «розумних будинках» з ШІ є вимога сумісності та взаємодії між різними системами та пристроями. Кілька виробників розробляють розумну побутову техніку, що спричиняє проблеми сумісності та ускладнює впровадження інших методів.

Складність моделей штучного інтелекту також може ускладнити налаштування та обслуговування для професіоналів і домовласників. Розробляються галузеві стандарти та протоколи, щоб вирішити ці труднощі та забезпечити високу сумісність і взаємодію систем розумного будинку.

Крім того, встановлення цих стандартів спростить установку та обслуговування систем розумного дому та розширить їх доступність для ширшого кола користувачів. Крім того, використання моделей штучного інтелекту в дизайні розумного дому приносить користь власникам будинків, покращуючи безпеку,

зручність та енергоефективність. Таким чином, моделі ШІ, ймовірно, візьмуть на себе більш важливу роль у покращенні простоти та корисності розумних будинків, оскільки ринок з часом розширюється та змінюється.

## 2 ІНТЕГРАЦІЇ ПРИСТРОЇВ І ПРИЛАДІВ У СИСТЕМУ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» ЗІ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ

### 2.1 Системи штучного інтелекту

Системи штучного інтелекту працюють за допомогою алгоритмів і даних. По-перше, величезна кількість даних збирається і застосовується до математичних моделей або алгоритмів, які використовують інформацію для розпізнавання закономірностей і прогнозування в процесі, відомому як навчання. Після того, як алгоритми навчені, вони розгортаються в різних додатках, де вони постійно навчаються та адаптуються до нових даних. Це дозволяє системам штучного інтелекту виконувати складні завдання, такі як розпізнавання зображень, обробка мови та аналіз даних, з більшою точністю та ефективністю з часом.

Машинне навчання. Основним підходом до створення систем штучного інтелекту є машинне навчання (ML), коли комп'ютери навчаються на великих наборах даних, виявляючи закономірності та взаємозв'язки в даних. Алгоритм машинного навчання використовує статистичні методи, щоб допомогти йому «навчитися», як поступово вдосконалюватися в завданні, не обов'язково будучи запрограмованим для цього конкретного завдання. Він використовує історичні дані як вхідні дані для прогнозування нових вихідних значень. Машинне навчання складається як з контрольованого навчання (де очікуваний результат вхідних даних відомий завдяки позначеним наборам даних), так і з навчання без учителя (де очікувані результати невідомі через використання немаркованих наборів даних).

Нейронні мережі. Машинне навчання зазвичай здійснюється за допомогою нейронних мереж серії алгоритмів, які обробляють дані, імітуючи структуру людського мозку. Ці мережі складаються з шарів взаємопов'язаних вузлів, або «нейронів», які обробляють інформацію і передають її один одному. Регулюючи силу зв'язків між цими нейронами, мережа може навчитися розпізнавати складні закономірності в даних, робити прогнози на основі нових вхідних даних і навіть

вчитися на помилках. Це робить нейромережі корисними для розпізнавання зображень, розуміння людської мови та перекладу слів між мовами.

Глибоке навчання є важливою підмножиною машинного навчання. Він використовує тип штучної нейронної мережі, відомий як глибокі нейронні мережі, які містять ряд прихованих шарів, за допомогою яких обробляються дані, що дозволяє машині «заглиблюватися» у своє навчання та розпізнавати все більш складні закономірності, встановлюючи зв'язки та зважуючи вхідні дані для досягнення найкращих результатів. Глибоке навчання особливо ефективно в таких завданнях, як розпізнавання зображень і мови, а також обробка природної мови, що робить його важливим компонентом у розробці та просуванні систем штучного інтелекту.

Обробка природної мови (NLP) передбачає навчання комп'ютерів розуміти та відтворювати письмову та усну мову так само, як і людина. NLP поєднує в собі комп'ютерні науки, лінгвістику, машинне навчання та концепції глибокого навчання, щоб допомогти комп'ютерам аналізувати неструктуровані текстові або голосові дані та витягувати з них відповідну інформацію. NLP в основному займається розпізнаванням мови та генерацією природної мови, і він використовується для таких випадків використання, як виявлення спаму та віртуальні помічники.

Комп'ютерний зір є ще одним поширеним застосуванням методів машинного навчання, коли машини обробляють необроблені зображення, відео та візуальні медіа та витягують з них корисну інформацію. Глибоке навчання та згорткові нейронні мережі використовуються для розбиття зображень на пікселі та відповідного маркування, що допомагає комп'ютерам розрізняти візуальні форми та візерунки. Комп'ютерний зір використовується для розпізнавання зображень, класифікації зображень і виявлення об'єктів, а також виконує такі завдання, як розпізнавання та виявлення обличчя у безпілотних автомобілях і роботах.

Штучний інтелект можна класифікувати кількома різними способами.

Штучний інтелект можна розділити на дві великі категорії: слабкий штучний інтелект та сильний штучний інтелект.

Слабкий ШІ (або вузький ШІ) відноситься до ШІ, який автоматизує конкретні завдання. Як правило, він перевершує людей, але діє в обмеженому контексті і застосовується до вузько визначеної проблеми. На даний момент усі системи штучного інтелекту є прикладами слабого ШІ, починаючи від спам-фільтрів у поштових скриньках і закінчуючи системами рекомендацій і чат-ботами.

Сильний штучний інтелект, який часто називають штучним загальним інтелектом (AGI), є гіпотетичним еталоном, на якому ШІ може володіти людським інтелектом і адаптивністю, вирішуючи проблеми, над якими він ніколи не був навчений працювати. AGI насправді ще не існує.

Також ШІ можна розділити на чотири основні типи: реактивні машини, обмежена пам'ять, теорія розуму та самосвідомість.

Реактивні машини сприймають навколишній світ і реагують. Вони можуть виконувати конкретні команди та запити, але не можуть зберігати пам'ять або покладатися на минулий досвід, щоб інформувати про прийняття рішень у режимі реального часу. Це робить реактивні машини корисними для виконання обмеженої кількості спеціалізованих обов'язків. Приклади включають механізм рекомендацій Netflix і Deep Blue від IBM.

Обмежена пам'ять. Штучний інтелект має можливість зберігати попередні дані та прогнози під час збору інформації та прийняття рішень. По суті, він дивиться в минуле в пошуках підказок, щоб передбачити, що може бути далі. Штучний інтелект з обмеженою пам'яттю створюється, коли команда постійно навчає модель, як аналізувати та використовувати нові дані, або створюється середовище штучного інтелекту, щоб моделі могли автоматично навчатися та оновлюватися. Прикладами можуть бути Chat GPT та безпілотні автомобілі.

Теорія розуму — це тип штучного інтелекту, який насправді ще не існує, але він описує ідею системи штучного інтелекту, яка може сприймати та розуміти людські емоції, а потім використовувати цю інформацію для прогнозування майбутніх дій та прийняття рішень самостійно.

Самосвідомість. Штучний інтелект відноситься до штучного інтелекту, який має самосвідомість, або почуття власної гідності. Такого типу ШІ наразі не існує.

Однак теоретично самосвідомий ШІ володіє людською свідомістю і розуміє власне існування у світі, а також емоційний стан інших.

## **2.2 Аналіз можливостей застосування різних алгоритмів ШІ для оптимізації інфраструктури «Розумного будинку»**

Інтелект «Розумного будинку» з ШІ полягає в його здатності навчатися та адаптуватися до вподобань і поведінки користувачів. У цьому підрозділі проводиться аналіз алгоритмів штучного інтелекту та методів машинного навчання, які використовуються в системах штучного інтелекту «Розумний будинок», обговорюючи, як вони забезпечують персоналізовану автоматизацію, інтелектуальне планування та прогнозний аналіз.

У системах ШІ «Розумний будинок» алгоритми ШІ та методи машинного навчання відіграють життєво важливу роль у перетворенні даних у практичну інформацію. Ці алгоритми та методи забезпечують персоналізовану автоматизацію, інтелектуальне планування та прогнозний аналіз, підвищуючи загальну функціональність та ефективність системи. Далі компоненти штучного інтелекту, підкреслено їхні можливості та переваги в контексті ШІ розумного дому.

### **1. Персоналізована автоматизація.**

Алгоритми штучного інтелекту в системах «Розумний будинок» можуть навчатися та адаптуватися до індивідуальних переваг та моделей поведінки користувачів. Аналізуючи історичні дані, зібрані з датчиків, взаємодії користувачів і зовнішніх джерел, система може персоналізувати автоматизацію відповідно до конкретних потреб. Наприклад, система може вивчати оптимальні параметри температури для різних людей, автоматично регулювати освітлення відповідно до уподобань користувача або налаштовувати музичні списки відтворення відповідно до особистих уподобань і звичок.

### **2. Інтелектуальне планування**

Технології машинного навчання дозволяють системам «Розумний будинок» з ШІ створювати інтелектуальні розклади для різних пристроїв і приладів.

Розуміючи моделі використання та вподобання користувачів, система може автоматично оптимізувати графіки для енергоефективності та зручності. Наприклад, він може визначити час доби, коли мешканці зазвичай відсутні, і відповідно регулювати опалення чи охолодження. Він також може оптимізувати використання енергоспоживаючих приладів, плануючи їх у непікові години.

### 3. Прогнозний аналіз

Алгоритми ШІ можуть аналізувати історичні дані та дані в реальному часі, щоб робити прогнози та надавати цінну інформацію. Системи «Розумний будинок» з ШІ можуть передбачати потреби користувачів і оптимізувати розподіл ресурсів за допомогою моделей машинного навчання. Наприклад, система може передбачити, коли певні прилади можуть потребувати технічного обслуговування або заміни на основі моделей використання та даних датчиків. Він також може передбачати заповнюваність і відповідно регулювати параметри освітлення, температури та безпеки.

### 4. Адаптивна поведінка

Системи штучного інтелекту «Розумний дім» можуть постійно навчатися та адаптуватися до мінливих обставин і уподобань користувачів. За допомогою методів навчання з підкріпленням система може оптимізувати свою поведінку на основі зворотного зв'язку та взаємодії з користувачем. Наприклад, він може навчитися регулювати рівні яскравості на основі вподобань користувача, адаптувати протоколи безпеки на основі виявлених загроз або оптимізувати споживання енергії на основі зміни шаблонів зайнятості.

### 5. Контекстуальна обізнаність.

Алгоритми ШІ дозволяють системам «Розумний будинок» мати контекстну обізнаність, дозволяючи їм розумно реагувати на різні ситуації. Завдяки використанню обробки природної мови та комп'ютерного зору система може розуміти голосові команди та реагувати на них, розпізнавати людей та інтерпретувати візуальні підказки. Ця контекстна обізнаність покращує взаємодію з користувачем і забезпечує безперебійну взаємодію з системою «Розумний будинок» з ШІ.

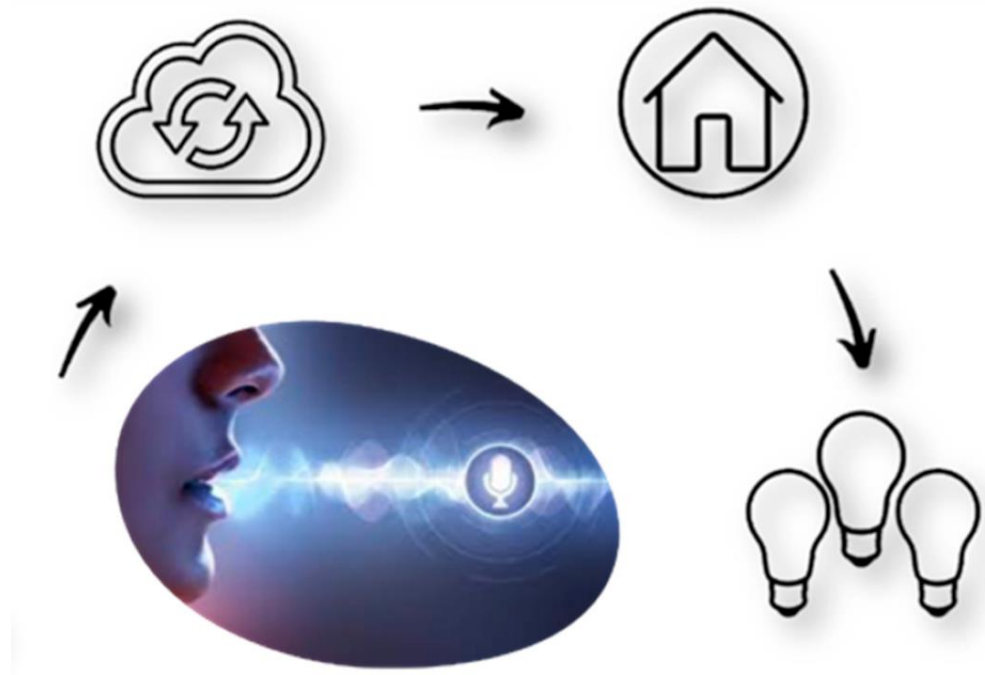


Рис.2.1 Голосове керування світлом у системі «Розумний будинок»

Загалом, інтеграція алгоритмів штучного інтелекту та методів машинного навчання в системи штучного інтелекту «Розумний дім» забезпечує персоналізовану автоматизацію, інтелектуальне планування та прогнозний аналіз. Ці можливості не тільки підвищують зручність і ефективність, але також сприяють економії енергії, покращують безпеку та загалом створюють більш інтуїтивно зрозуміле та адаптивне середовище проживання. Використовуючи потужність штучного інтелекту, системи «Розумний дім» можуть змінити повсякденні справи, спростити завдання та забезпечити індивідуальний і комфортний досвід для користувачів.

В таблиці 2.1 представлено аналіз можливостей, які надають кожен з методів ШІ для побудови системи «Розумний будинок»



Таблиця 2.1.

Аналіз можливостей, які надають кожен з методів ШІ для побудови системи  
«Розумний будинок»

Методи на основі ШІ	Можливості які надає	Деталізація
Технології машинного навчання	Інтелектуальне планування	Створення інтелектуальних розкладів для різних пристроїв і приладів, з метою оптимізації споживання електроенергії та інших ресурсів.
	Прогнозний аналіз	Передбачати потреби користувачів і оптимізувати розподіл ресурсів
Методи навчання з підкріпленням	Адаптивна поведінка	Система може оптимізувати свою поведінку на основі зворотного зв'язку та взаємодії з користувачем (регулювати рівні яскравості на основі вподобань користувача, адаптувати протоколи безпеки на основі виявлених загроз або оптимізувати

		споживання енергії на основі зміни шаблонів зайнятості)
Обробка природної мови та комп'ютерний зір	Контекстуальна обізнаність	Покращення взаємодії з користувачем. Система може розуміти голосові команди та реагувати на них, розпізнавати людей та інтерпретувати візуальні підказки

### 2.3 Процес інтеграції пристроїв і приладів у систему «Розумний будинок» зі ШІ

Датчики є основними елементами системи ШІ «Розумний дім», оскільки вони дозволяють збирати дані з навколишнього середовища. Ці датчики можна вбудовувати в пристрої або стратегічно розміщувати по всьому будинку. Вони фіксують таку інформацію, як температура, вологість, рух, рівень освітлення тощо. Безперервно контролюючи оточення, датчики надають важливі дані, які служать вхідними для прийняття рішень у системі ШІ

Актуатори відповідають за виконання дій на основі інформації, отриманої від датчиків і обробленої алгоритмами ШІ. Ці компоненти перетворюють цифрові команди на фізичні дії, уможливлуючи контроль над різними пристроями та приладами в домі. Приклади приводів включають розумні вимикачі, моторизовані жалюзі, розумні замки та роботизовані пристрої. Актуатори відіграють важливу роль в автоматизації таких завдань, як регулювання освітлення, регулювання температури, відкриття та закриття дверей, а також активація та дезактивація приладів

Центральний центр ШІ служить мозком системи ШІ «Розумний будинок». Він діє як центральний блок керування, який обробляє дані від датчиків, застосовує алгоритми ШІ та надсилає команди приводам. ШІ хаб зазвичай включає потужний процесор, пам'ять і можливості підключення для полегшення обробки даних і зв'язку. Крім того, він може містити функції розпізнавання голосу та обробки природної мови, що дозволяє користувачам взаємодіяти з системою «Розумний будинок» зі ШІ за допомогою голосових команд або мобільних додатків. Центральний центр штучного інтелекту діє як командний центр, організовуючи взаємодію між датчиками, приводами та іншими підключеними пристроями в екосистемі «Розумний будинок» зі ШІ. Він аналізує дані, зібрані датчиками, застосовує алгоритми машинного навчання, щоб зрозуміти поведінку та вподобання користувачів, і приймає розумні рішення для оптимізації споживання енергії, підвищення безпеки та оптимізації щоденних завдань.

На рис.2.2 показано загальний робочий процес домашньої автоматизації за допомогою ШІ. Перш за все, процес розпочнеться з даного джерела живлення, а потім система почне ініціалізацію (тобто штучний інтелект буде ініціалізовано). Після ініціалізації системи датчики почнуть зчитувати дані відповідно до характеристик датчика. Якщо система отримує дані з датчиків, то вони будуть відправлені в хмару. В іншому випадку датчики знову почнуть зчитувати дані, і ці процеси потраплять під частину IoT.

Процес інтеграції пристроїв і приладів у систему «Розумний будинок» зі ШІ.

Процес інтеграції передбачає підключення та налаштування різних пристроїв і пристроїв для зв'язку з центральною системою «Розумний будинок» зі ШІ. Опишемо процес високого рівня:

1. Виявлення пристроїв: система «Розумний будинок» зі ШІ шукає сумісні пристрої та прилади у своїй екосистемі. Це можна зробити за допомогою підключення пристрою вручну або автоматичного виявлення за допомогою бездротових протоколів, таких як Zigbee, Z-Wave або Wi-Fi.

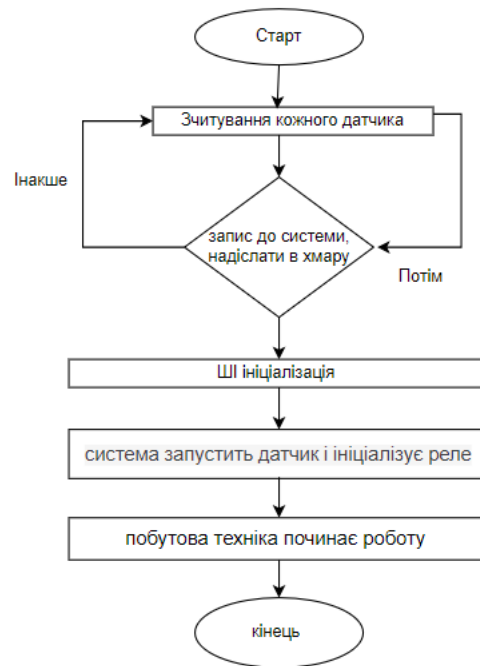


Рис.2.2 Діаграма загального робочого процесу домашньої автоматизації за допомогою ШІ

2. Автентифікація та авторизація: після виявлення система встановлює захищені канали зв'язку між центральним центром ШІ та пристроями. Протоколи автентифікації використовуються, щоб гарантувати, що лише авторизовані пристрої можуть підключатися та взаємодіяти з системою.

3. Обмін даними та керування: концентратор ШІ спілкується з пристроями шляхом обміну даними та командами керування. Це дозволяє системі штучного інтелекту збирати дані датчиків, надсилати команди на пристрої та контролювати їхній стан віддалено.

4. Централізований контроль і керування. Центр штучного інтелекту діє як центральна точка для контролю та керування інтегрованими пристроями та пристроями. Він забезпечує уніфікований інтерфейс або додаток, за допомогою якого користувачі можуть віддалено контролювати, контролювати та налаштовувати підключені пристрої.

На рис.2.2 зображено спрощена схема, яка ілюструє процес інтеграції:



Рис. 2.2 Спрощена схема, яка ілюструє процес інтеграції

На цій діаграмі система «Розумний будинок» зі ШІ служить центральним центром, який підключається та взаємодіє з різними пристроями та приладами в будинку.

Коли справа доходить до інтеграції пристроїв і приладів у систему «Розумний будинок» зі ШІ, кілька протоколів відіграють вирішальну роль у забезпеченні безперебійного зв'язку та сумісності. Відомі протоколи, такі як Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi Bluetooth, Thread і LoRaWAN, полегшують інтеграцію пристроїв, але вони також привносять свої проблеми та міркування

Проблеми сумісності:

а) Відмінності протоколів. Однією з основних проблем інтеграції пристроїв є різні протоколи, які використовуються різними виробниками. Деякі пристрої можуть підтримувати Zigbee, а інші сумісні з Z-Wave або Wi-Fi. Подолання цих відмінностей протоколів вимагає додаткових апаратних або програмних рішень,

таких як шлюзи або концентратори, щоб полегшити зв'язок між пристроями, що використовують різні протоколи.

b) Спеціальні реалізації постачальників: навіть пристрої, що використовують той самий протокол, можуть мати специфічні реалізації постачальників, які можуть перешкоджати сумісності. Виробники можуть розробляти власні власні функції або стандарти в рамках протоколу, що ускладнює безпроблемну інтеграцію пристроїв від різних постачальників.

c) Фрагментована екосистема: ринок розумного дому включає широкий спектр пристроїв від різних виробників, що призводить до фрагментації.

## **3 ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»**

### **3.1 Використання методів ШІ для енергоменеджменту «Розумного будинку»**

Домашня система енергоменеджменту (HEMS) — це інтелектуальна система управління енергією, яка дозволяє домовласникам відстежувати виробництво, зберігання та використання енергії. Персональний інтелектуальний пристрій для контролю в реальному часі та спостереження за різними методами функціонування інтелектуальних домашніх пристроїв за допомогою засобів зв'язку та датчиків, що використовуються в будинках. Структура HEMS — це система керування зі зворотним зв'язком, у якій похибка різниці між вихідним і вхідним сигналами контролюється за допомогою зворотного зв'язку від сенсорних пристроїв шляхом аналізу панелі інтерфейсу користувача для надання інструкцій інтелектуальним пристроям. HEMS надає різні функціональні можливості, такі як:

- відстеження того, як працюють електричні компоненти та передача важливої інформації щодо споживання енергії в реальному часі кожним побутовим приладом;
- управління різними побутовими пристроями вручну або без проводів;
- управління виробництвом, збереженням та використанням електроенергії;
- у разі виявлення будь-яких аномалій буде надіслано тривогу;
- фіксація та збереження записів, пов'язаних з енергією та ціноутворенням у реальному часі, щоб зменшити споживання енергії.

Запровадження розумних HEMS стає все більш привабливим для енергетичних компаній і фізичних клієнтів через дефіцит енергії та зростання попиту на навантаження.

Комп'ютерна структура, яка називається штучною нейронною мережею (ШНМ), створена за моделлю нервової системи в мозку людини. Структура

складається з мережі взаємопов'язаних «нейронів», які можуть отримувати результати з вхідних даних, надаючи мережу нейронів даними, як показано на рис. 3.1.

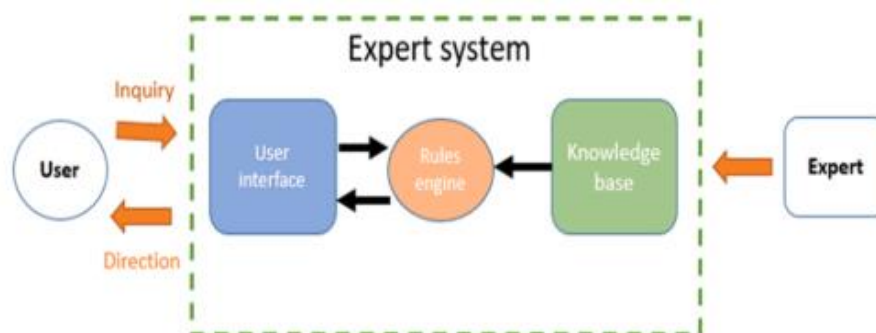


Рис 3.1 Модель експертної системи

Нейронні мережі мають здатність зменшувати залежність від операційної версії системи прогнозування. Штучні нейронні мережі можуть приймати різноманітні форми, включаючи багатовимірні перцептронні структури та автономні мережі. Система містить ряд секретних рівнів. Кожен прихований рівень має велику кількість нейронів.

Дизайн нейронної мережі, підходить для захоплення складних зв'язків у використанні енергії, включаючи шари, вузли та функції активації. Використовуючи методи оптимізації та зворотного поширення, є змога навчити нейронну мережу виявляти тенденції в минулих даних і підвищувати точність прогнозів. Використовуйте навчену нейронну мережу для прогнозування в реальному часі, щоб система домашнього енергоменеджменту мала змогу передбачати та змінювати споживання енергії на рівні пристрою відповідно до обставин. При роботі з нелінійними структурами штучні нейронні мережі є безцінним ресурсом для прогнозування навантаження. Однак правильна настройка моделі та проблеми з даними є важливими.

Компоненти, які складають фундаментальний будівельний блок ШНМ, з'єднані між собою односпрямованими зв'язками, причому інтенсивність кожного зв'язку визначається числовою вагою. Вузли можуть бути вхідними, вихідними або



прихованими, які змінюють дані, коли вони надсилаються між входами та виходами. Кожна одиниця генерує лінійну комбінацію своїх входів, які згодом надсилаються до функції передачі, яка визначає її вихід.

Нейронні мережі, і зокрема ШНМ, імітують людське мислення за допомогою набору методів. ШНМ — це програми, які, хоча і не є точними копіями органічної нервової інфраструктури, зазнали їхнього впливу. З самого початку штучного інтелекту ШНМ створювалися як коннекціоністські теорії, які являли собою величезні ланцюжки базових процесорів, які сильно пов'язані між собою та працюють одночасно. Можливості всієї системи покращуються за допомогою методу віртуального навчання, заснованого на концепції мережі мінімального розподілу ресурсів (MRAN). Техніка обробки даних під назвою ANN, яка відтворює когнітивні процеси людини та моделює нелінійні мережі, використовується як адаптивний регулятор для керування побутовими предметами. Щоб швидко вирішити проблеми моніторингу та прогнозування, замість симуляторів можна використовувати методи на основі ШНМ. Для забезпечення дуже комфортних теплових умов у житлових спорудах додатково створено розширену систему управління температурою на базі ШНМ. Відповідно до отриманих даних, підхід до регулювання ШНМ може покращити теплове середовище в житлових будівлях.

Алгоритм глибокого навчання використовує значну кількість обчислень, великий обсяг навчальної інформації та кілька змінних. Графи знань зазвичай використовуються в семантичному пошуку та автономній відповіді на запити, що є ще однією важливою областю досліджень штучного інтелекту. Кожен вузол вказує на сутність, а кожне ребро вказує на зв'язок між сутностями в графі знань, який організовує інформацію у вигляді мереж, щоб описати зв'язки між об'єктами в реальності.

Методи глибокого навчання будуються на основі структури нейронної мережі мозку, що є прогресом у порівнянні з традиційними технологіями ШНМ. Рішення проблеми градієнта, пов'язаної з навчанням нейронної мережі, тепер вирішено, що значно покращує можливості збору функцій і категоризації цих систем. Це було досягнуто шляхом збільшення кількості прихованих шарів у мережах і висування

ефективних методів навчання. Для методів глибокого навчання створюються різноманітні архітектури моделювання та безкоштовні програмні платформи залежно від проблем та вимог.

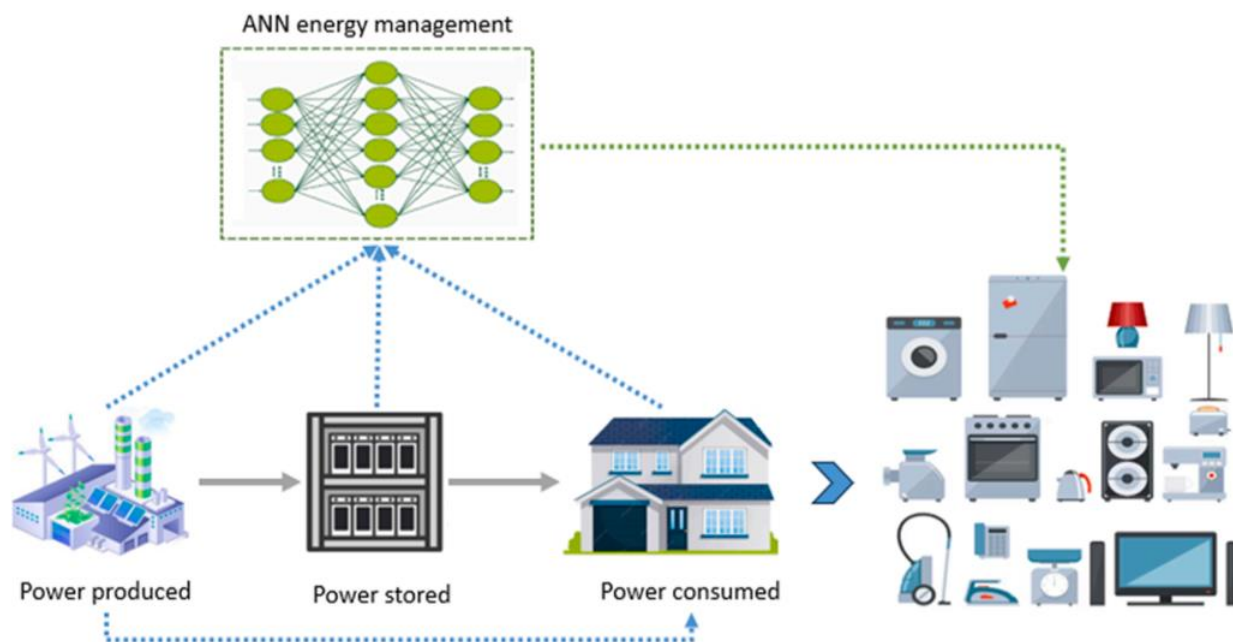


Рис.3.2 Модель штучної нейронної мережі

Алгоритм глибокого навчання використовує значну кількість обчислень, великий обсяг навчальної інформації та кілька змінних. Графи знань зазвичай використовуються в семантичному пошуку та автономній відповіді на запити, що є ще однією важливою областю досліджень штучного інтелекту. Кожен вузол вказує на сутність, а кожне ребро вказує на зв'язок між сутностями в графі знань, який організовує інформацію у вигляді мереж, щоб описати зв'язки між об'єктами в реальності. Основна мета вивчення графів знань полягає в тому, щоб забезпечити розуміння на основі неорганізованих даних і провести організовану інтерпретацію, логіку інформації та автоматичне створення баз знань. Вилучення даних, злиття інформації та обчислення інформації складають три компоненти графа знань.

Таким чином, алгоритми штучного інтелекту в моделях «розумного будинку» можна використовувати для легкого аналізу та включення різноманітних ресурсів даних, таких як поведінка користувачів, споживання енергії конкретним пристроєм

і змінна середовища. Також, алгоритми штучного інтелекту підходять для прогнозування, щоб допомогти з проактивним керуванням енергією, прогножуючи майбутні потреби в енергії на рівні гаджетів. Методи динамічної оптимізації на основі штучного інтелекту, використовують щоб дозволити пристроям миттєво адаптуватися до мінливих смаків споживачів і зовнішніх умов. Щоб вчитися на минулих даних, оптимізувати плани споживання енергії та адаптуватися до мінливих тенденцій використання, доцільно застосовувати моделі машинного навчання. Технології штучного інтелекту можна включити в архітектуру «розумного будинку», щоб запропонувати персоналізовані пропозиції щодо енергозбереження, підвищити залучення користувачів і отримати максимальну продуктивність системи домашнього енергоменеджменту, як показано на рис. 3.3.



Рис.3.3 Застосування ШІ в системі домашнього енергоменеджменту

На рис.3.4. представлено функціональну модель системи [6]. Як показано, дані, виміряні різними датчиками та лічильниками, отримуються через «Модуль моніторингу», який зберігає їх у базі даних. База даних є частиною «модуля керування даними», який також включає підмодуль прогнозування. Дані візуалізуються за допомогою «людино-машинного інтерфейсу» (НМІ), що забезпечує повну видимість поточного, минулого та майбутнього стану системи. Модуль НМІ також дозволяє користувачеві взаємодіяти з системою, вказуючи свої переваги комфорту. Вони, додані до вимірних і прогнозованих даних, складають динамічну частину задачі оптимізації, яку розв'язує «Модуль прийняття рішень». Після прийняття рішення щодо роботи системи «виконавчий модуль» відповідає за надсилання наказів приводам у формі заданих значень для керування ними відповідно до виходів алгоритму оптимізації. З цього опису помітно, що система працює в замкнутому циклі, що складається з ланцюга вимірювання та ланцюга керування.

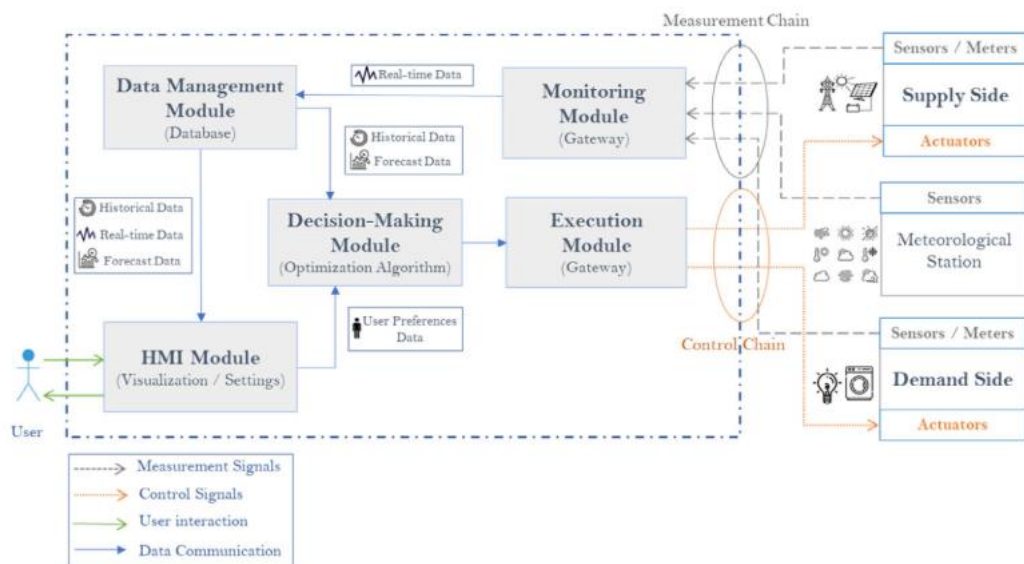


Рис.3.4 Функціональна модель системи

За можливостями планування побутової техніки можна розділити на дві категорії: гнучкі навантаження і критичні навантаження. Гнучкі навантаження

стосуються пристроїв, роботу яких можна запланувати до певної міри без зниження рівня комфорту користувача, таких як пральна машина, сушильна машина, посудомийна машина, система опалення, вентиляція та кондиціонування повітря, електричний водонагрівач і електричний автомобіль.

Гнучкі навантаження можна розділити на дві підкатегорії: переривні навантаження (пружні) і безперервні навантаження (пересувні). Безперервні навантаження стосуються пристроїв, робота яких може бути відкладена, але після того, як вони запуснені, вони повинні працювати до кінця своїх завдань, наприклад пральна машина, сушильна машина. З іншого боку, критичні навантаження – це пристрої, роботу яких необхідно починати негайно, коли користувачам потрібні їхні послуги, наприклад комп'ютер, телевізор, мікрохвильова піч та освітлення, або споживчі пристрої безперервної дії, такі як морозильна камера, холодильник тощо.

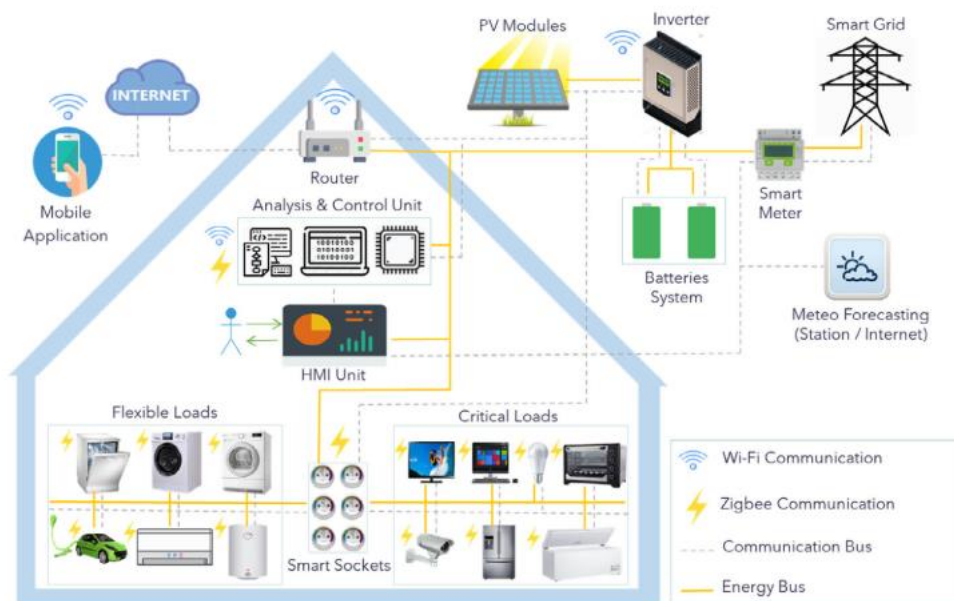


Рис.3.5 Загальна архітектура мережі

За допомогою блоку НМІ (людино-машинний інтерфейс) користувач може визначити свої параметри та налаштувати систему.

Кожен компонент HEMS спілкується з контролером (блоком обробки та керування) через HAN (домашню мережу), яка має бути реалізована за допомогою комунікаційної технології Zigbee.

Двосторонній обмін енергією та інформацією між HEMS і мережею здійснюється через інтелектуальний лічильник, який відповідає за передачу даних про споживання користувача до оператора мережі та сигналів ціни на електроенергію від оператора до HEMS.

### **3.2 Управління системою «розумного будинку» з використанням NLU**

Завдання голосового управління є одним з найбільш критичних у загальній взаємодії людини і машини, оскільки стан робота повинен змінюватися в результаті голосової команди. Не завжди є можливість переключитися на оператора, як, наприклад, в автоматизованих інформаційних системах. Крім того, голосові команди часто потрібно розпізнавати та інтерпретувати в реальному часі, що накладає певні обмеження на систему голосового керування.

Мною проведено аналіз існуючих рішень щодо голосового керування «розумним будинком», але вони мають ряд обмежень і ряд проблем з якими стикаються.

Говорячи про технології голосового керування, необхідно розрізнити системи розпізнавання мовлення та системи голосового керування, які, на відміну від перших, не лише безпосередньо розпізнають мовлення, а й інтерпретують команду та переводять її в машинний сигнали. При цьому команди рідко виражаються окремими словами, а частіше представляють собою цілі фрази. Зміна порядку слів у цих фразах може частково або повністю змінити значення.

Складність полягає також у використанні оціночних слів з мовною невизначеністю, таких як «швидше», «повільніше», «сильніше» та «голосніше», що значно ускладнює інтерпретацію команди та генерацію сигналів керування машиною.

Крім того, для розпізнавання команд важливо не тільки розпізнавати мову, а й інтерпретувати отримані слова як команду (з урахуванням лінгвістично неточних виразів). Розробка такого інтерпретатора вимагає окремого дослідження з метою розробки ефективної моделі інтерпретації та розробки процедури встановлення числових параметрів.

Рішенням вищезазначених проблем є впровадження методів штучного інтелекту в систему голосового керування «Розумним будинком» для ефективного керування пристроями.

Обробка природної мови (NLP) – це програма штучного інтелекту, яка представляє інформатичну дисципліну, яка перетворює людський голос на команди та класифікується як категорія взаємодії людини з комп'ютером. Більшість алгоритмів NLP створено за допомогою машинного навчання (ML). Тут використовується NLP, щоб дозволити користувачеві взаємодіяти з побутовою технікою за допомогою людського голосу на основі машинного навчання.

На рис. 3.6. представлена пропонована архітектура системи. Вона передбачає використання як вхідної інформації голосових команд на природній мові людини, що є кращим і простішим способом підключення до розумних побутових приладів або веб-додатків. Також передбачена система рекомендацій для керування побутовою технікою.

Дана система включає наступні основні модулі:

1. Сервер
2. Модуль автентифікації
3. Модуль дистанційного голосового керування
4. Модуль розумних рекомендацій
5. Модуль інформації про погоду

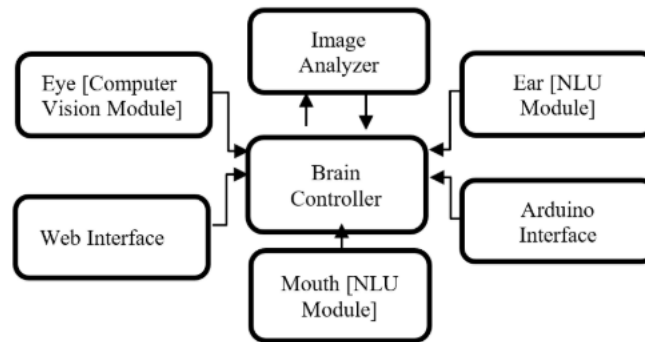


Рис. 3.6 Пропонована архітектура системи

Модуль автентифікації.

Запропонована система може виконувати автотифікацію двома способами.

- Спочатку знімає зображення обличчя користувача та порівнює його із зображенням, збереженим на системному сервері, і якщо обидва збігаються, користувач автентифікується.
- Ім'я користувача та пароль можна використовувати для автентифікації.

Слід зазначити, що ідентифікація зображень здійснюється за допомогою алгоритмів обробки зображень через модуль комп'ютерного зору з використанням бібліотеки OpenCV. Цей процес можна виконати за допомогою Android або веб-додатків. Ця система автентифікації є одноразовим процесом, який підвищує довіру до системи.

Модуль дистанційного голосового керування

У чат-боті голосові команди користувача перетворюються з мови на текст, а потім доставляються до сервера за допомогою запити протоколу передачі гіпертексту (HTTP). NLP складається з восьми рівнів:

Рівень 1 (розширення скорочень): цей рівень використовує переваги модуля регулярних виразів, що постачається мовою python.

Рівень 2 (токенізація): це етап попередньої обробки, досягнутий для поділу вхідного рядка на список токенів або слів. Процес виконується за допомогою бібліотеки набору інструментів природної мови (NLTK).



Рівень 3 (корекція орфографії): де застосовується алгоритм корекції орфографії.

Рівень 4 (виявлення намірів і часу): текстовий класифікатор, який використовується з метою виявлення намірів користувача. Використовувався алгоритм класифікатора Naive-Bayes.

Рівень 5 (позначення частини мови): позначте кожен із отриманого списку tokenів відповідним тегом частини мови (POS), тобто власний іменник/визначник/прийменник. цей процес шару виконується через бібліотеку NLTK.

Рівень 6 (рівень вилучення інформації): які переваги є результатом поділу на фрагменти, а також методи поділу на фрагменти, які підтримуються бібліотекою NLTK, з метою вилучення життєво важливих фрагментів із списку введених користувачем даних і об'єднання їх у певний список, наприклад ['кавова машина', 'увімкнено'].

Рівень 7 (організація): отриманий список вилученої інформації організовано в точний словник, який містить відповідну мітку для кожного запису, наприклад {'appliance': 'light', 'state': 'on'}.

Рівень 8 (виконання): він забезпечує керуючу машину на всіх попередніх рівнях. Алгоритми NLP виконують процес над заданими текстами, витягнутими з людського голосу, щоб визначити намір користувача. Відповідно, запускаються необхідні алгоритми для реалізації цього наміру. Усі процеси повністю обробляються та забезпечують відповідну відповідь, яка виконується NLP протягом мілісекунд. Сервер системи підключено до Raspberry Pi через протокол підключення телеметрії черги повідомлень (MQTT). Інтерфейс прикладної програми передачі репрезентативного стану (RESTful API) використовується, щоб зробити ефективнішим і легшим встановлення з'єднання між сервером і веб-або мобільними програмами.

### Розумний модуль рекомендацій

Системи рекомендацій набули популярності в останні роки, і зараз вони використовуються у великій кількості програм, таких як новини, фільми, книги,

музика, пошукові запити, дослідницькі статті, соціальні теги та інші подібні програми. NLP є першим кроком у системі рекомендацій, за яким зазвичай слідує крок ML.

Система рекомендацій — це підклас системи фільтрації інформації, яка шукає способи передбачити перевагу або рейтинг поведінки користувача щодо різних побутових приладів.

Як показано на рисунку 3.7, існує три можливі підходи до розробки системи рекомендацій. Підхід, який розглядається, є «технікою фільтрації на основі вмісту», яка збирає та аналізує дані на основі поведінки користувачів. Це робиться за допомогою алгоритму найближчого сусіда, який характеризується швидким обчисленням найближчих сусідів. Це все ще активна зона досліджень систем рекомендацій ML. Реалізація пошуку найближчого сусіда передбачає обчислення відстаней між усіма парами методом грубої сили точок у наборі даних. Система рекомендацій, розглянута в цьому документі, розроблена мовою Python із використанням трьох модулів, а саме `sci-kit learn`, `pandas` і `numpy`. Три модулі називаються в Python, як показано на рис.3.7.

```
5 # Importing the modules
6 import numpy as np
7 import pandas as pd
8 import sklearn
9 from sklearn.neighbors import NearestNeighbors
```

Рис.3.7 Імпорт трьох модулів у python, що використовується в ML

Клас-рекомендатор спочатку реалізується за допомогою його конструктора, потім вибраний набір даних і значення користувача постійно передаються до вибраного модуля `pandas`. Після цього вибрані дані підлаштовуються під запропонований алгоритм і визначається велика кількість сусідів. Відповідно, відповідна поведінка рекомендована системою. Наприклад, якщо користувач просить переглянути фільм в Інтернеті, існує багато варіантів, що створює проблему для багатьох користувачів Інтернету. Таким чином, певна надана інформація повинна бути відфільтрована, віддана перевага та/або відзначена.

## Модуль внутрішнього контролера

Внутрішній контролер важливий, оскільки він відповідає за зв'язок між реалізованим модулем і всіма інтерфейсами, усі інтерфейси детально розглянуті в наступному розділі. Було обрано мову програмування Python, оскільки її бібліотеки є відкритими і добре підходять для цієї задачі.

Для таких рішень слід обирати «flask», мікросервіс-фреймворк, розроблений у редакторі Python. Сервер, про який йде мова, налаштований за допомогою «flask» і з'єднаний з android та веб-інтерфейсами за допомогою «інтерфейсу прикладної програми» (API), який використовує запити HTTP для отримання, розміщення, публікації та видалення даних. Для апаратної гілки використовується хмарний сервіс MQTT. MQTT — це машина-машина (M2M)/протокол підключення. Він був розроблений як дуже легкий транспорт для підписки/публікації повідомлень. Це важливо для з'єднань із віддаленими місцями, де важливий незначний кодовий відбиток і/або пропускну здатність мережі є високою.

Декілька прикладів використання подібного рішення.

Аналіз температури: повертає температуру певного міста за допомогою API погоди.

```
def get_temperature(city):
    r = requests.get('http://api.openweathermap.org/data/2.5/weather?q='+city+',eg&appid= ')
    json_object = r.json()
    temp_k = float(json_object['main']['temp'])
    temp_c = temp_k - 273.15
    return temp_c
```

Рис.3.8 Визначення температури

На рис.3.9 зображено реалізацію основного API, який використовує метод POST (запит HTTP) для отримання даних з інтерфейсу та модуль NLP для інтерпретації намірів користувача через чат-бота або голосові команди.

```

##### Main API #####

@app.route('/main', methods=['POST'])
def analyze_data():
    if not request.json or not 'message' in request.json:
        abort(400)
    message = request.json['message']

    EAR = NLP()
    Mou = Mouth()

    ##### EAR #####
    EAR.execute(message)
    try:
        if EAR.information['Type'] == 'movie':
            genra = EAR.information['Category']
            movie = recmnd(genra)
            return jsonify({'message': 'Here is your Movie : '+movie}), 200
    except (RuntimeError, TypeError, NameError , KeyError):
        pass

    ##### Light Cycle #####
    try:
        if EAR.information['Appliance'] == 'light' and EAR.information['State'] == 'on':
            code = lightCodeON[EAR.information['Location']]
            print(code)

            send.Connect(clientName)
            send.send(clientName , TOPIC , code)
            send.disconnect(clientName)
        elif EAR.information['Appliance'] == 'light' and EAR.information['State'] == 'off':
            code = lightCodeOff[EAR.information['Location']]

            send.Connect(clientName)
            send.send(clientName , TOPIC , code)
            send.disconnect(clientName)
    except (RuntimeError, TypeError, NameError , KeyError):
        pass

```

Рис.3.9 Реалізація основного API

Якщо є запит на активацію/ дезактивацію певного пристрою, API доставляє його апаратному забезпеченню, яке генерує відповідь за допомогою мовного модуля та надсилає його назад до інтерфейсу.

Модуль кондиціонування.

Модель кондиціонера реалізована за допомогою модулів numpy, pandas і scikit-learn python. Щоб створити набір даних про поведінку користувача та навчитися на ньому генерувати та прогнозувати результати на основі атрибутів дня та часу, запропоновані процеси системи класифікації виконуються на сервері, і від сервера потрібні певні дані, які збираються датчиками і зробити класифікацію на основі попередніх рішень користувача та даних користувача, щоб класифікувати ввімкнення або вимкнення кондиціонера, а потім надіслати прогнозоване значення на сервер.

Дерево рішень — модель класифікації, яка тут використовується. Такі дані включають:

- Дата: дата, коли було прийнято рішення.
- Час: час, протягом якого було прийнято рішення.
- Внутрішнє значення: температура всередині.

- Зовнішнє значення: градус температури на вулиці.
- Цінність користувача: рішення користувача увімкнути чи вимкнути кондиціонер.

Контроль побутової техніки.

За допомогою моделі класифікації можна було передбачити поведінку користувача під час увімкнення/вимкнення (наприклад, світла) в системі домашньої автоматизації на основі його поведінки з часом доби та освітленістю кімнати протягом кількох місяців, рік.

Моделі класифікації забезпечують подолання та передбачення типу пропозиції шляхом навчання на кількох зразках або даних, створених шляхом збереження поведінки користувача під час освітлення вдома в наборі даних. Цей набір даних стане доступним через певний час і може бути покращений із збільшенням набору даних. Наївний класифікатор Байєса використовувався для забезпечення прийнятної точності на основі правила Байєса та вторинних ймовірностей для подій увімкнення та вимкнення.

З боку апаратного забезпечення можуть використовуватися Arduino та Raspberry Pi. Можна використовувати Arduino для керування майже будь-яким домашнім приладом і зробити речі простими у використанні, використовуючи NLP для надання голосові команди на мобільний пристрій або веб-інтерфейс.

Коли користувач не вдома, він може використовувати Інтернет, щоб керувати програмами будинку. Можна використовувати Arduino, щоб керувати світлом, вентиляторами, кондиціонером, дверима та шторами, а також обчислювати потік води, споживання електроенергії та керувати телебаченням, встановлюючи улюблені канали та вмикаючи їх, коли потрібно використовувати будь-які функції чи обладнання, наприклад датчики, двигуни та дроти.

Використаним мікропрограмним забезпеченням слід обирати середовище розробки (IDE) Arduino, а комплект Arduino uno з 32 КБ пам'яті та тактовою частотою 16 МГц може бути використаним як керуючий сигнал для ввімкнення/вимкнення функцій через набір реле. Arduino підключається до Інтернету за допомогою Ethernet-щита.

Протокол MQTT використовується для підключення пристроїв Raspberry Pi IoT і керування ними з будь-якого місця світ. MQTT — це легкий протокол обміну повідомленнями, який ідеально підходить для спілкування між підключеними пристроями в Інтернеті речей. MQTT складається з трьох компонентів: брокера, видавця та передплатника. Брокер — це тип посередника, який сприяє спілкуванню між пристроями. Видавець — це пристрій, який надсилає повідомлення. Передплатник прослуховує повідомлення, надіслані видавцем.

У MQTT є ще один важливий компонент, відомий як тема. Тема необхідна для спілкування між різними пристроями. Наприклад, «пристрій а» хоче надіслати повідомлення на «пристрій b». Для цього має бути точка сходження між ними, якою є тема. Cloud MQTT — це брокерська служба, яка надає безкоштовне спілкування MQTT для певної кількості пристроїв. В цьому варіанті система пов'язана з розумним дзеркалом, яке відображає час, дату, погоду на вулиці та майбутні зустрічі в календарі.

### **3.3 Безпека «Розумного будинку» з використанням методів глибокого навчання**

В цьому підрозділі пропонується домашнє середовище, яке складається з розумної побутової техніки, датчиків, модуля Wi-Fi і камери спостереження. В межах даного проекту пропонується встановлення датчиків температури та вологості, датчика руху та камери. Побутова техніка, пристрої та датчики підключені до мікроконтролера для зв'язку між собою та зовнішнім середовищем через бездротову мережу. ESP8266 функціонує як мікроконтролер і модуль Wi-Fi. Використовувані протоколи зв'язку: Wi-Fi, один із основних робочих стандартів для технології домашньої автоматизації, TCP/IP і HTTPS/IP. Модуль камери ESP32 пов'язаний із платою Arduino, оскільки йому потрібен власний мікроконтролер для належної роботи та живлення. Плата камери ESP32 має вбудований чіп Wi-Fi для бездротового підключення. ESP32 і ESP8266 підключені до однієї мережі для безперебійного зв'язку.

Сервер складається з інтелектуального модуля, який стежить за безпекою будинку і платформа хмарних обчислень для зберігання. Домашня безпека покращена за допомогою моделі глибокого навчання (CNN) для виявлення, класифікації та сповіщення користувача про наявність людини чи інших предметів навколо оселі. Модель глибокого навчання класифікує виявлений об'єкт як звичайного мешканця будинку або зловмисника на основі моделі руху.

На основі інтелектуальної класифікації виявленого об'єкта користувачеві надсилається сповіщення про необхідні дії. Етапи підключення, зв'язку, роботи та послуг розумного будинку представлені в алгоритмі.

```

1: Begin
2: Define  $N_c$  parameters
3: Initialize EHA and HSD
4: Establish and confirm the status of  $N_c$ 
5: If  $N_c = 1$ 
6:   Evaluate the initial state of  $H_a$ ;  $\forall EHa \in N_c$ 
7:   if  $H_a = n$  (where  $n$  = number of configured home appliances)
8:     Start MufHAS
9:   Else, go to step 4
10: End if
11: if not ( $N_c \&\&MufHAS = 1$ )
    go step 4
12: Evaluate the initial state of  $H_s$ ;  $\forall Hs \in N_c$ 
13: If  $H_s = n$  (where  $n$  = number of home sensors and detectors)
14:   Connect MufHAS to the internet
15:   Acquire sensor data
16: Else, go to step 4
17: If is_connected(MufHAS)
18:   if is_connected(MufHAS)
19:     Get the values for  $T$ ,  $H$ , and motion
20:     Upload data to CS via MufHAS
21:     Update status of  $H_s$  in MufHAS
22:     Display graphical status of  $H_s$  in MufHAS
23:     Synchronize data to CS
24:   Else, go to step 12
25: End if
26: Case 1: (LDR)
27: if ( $D=1$ ),then
28:   Notify the user, "It's DARK, Turn on the LIGHTS."
29: Else
30:   Notify the user "It's BRIGHT, Turn off the LIGHTS."
31: break;
32: Case 2: (Home security)
33:   Ensure the camera is ON
34:   If  $M$  is detected,
35:     Notify via iHOCS and apply SVM
36:   If  $M \in (HWp_1, HWp_2, HWp_3, \dots, HWp_n)$ 
37:     Mute alarm
38:   Else,
39:     Notify user via email "TOSIN: Motion detected"
40:     Raise alarm and send picture to email
41:   end if
42: User monitors  $H_a$  and  $H_s$  via MufHAS app
43: Remotely control the home
44: End

```

Користувач керує будинком через Інтернет поза домом і віддалено, перебуваючи вдома. Цей конструктивний аспект дозволяє системі працювати в подвійному режимі (дистанційне та глобальне керування). Побутова техніка, врахована в конструкції нашої системи, це лампочки, кондиціонери, розетки, вентилятори, обігрівачі, телевізори, холодильники та вимикачі. Управління будинком здійснюється через мобільний додаток Android.

Датчики встановлюються в будинку для вимірювання стану навколишнього середовища в будинку. DHT11 – це датчик, який охоплює ширший діапазон температури та вологості. Згідно з проектом, якщо температура в будинку вища за бажаний рівень, автоматично вмикається вентилятор, а якщо температура нижча за бажаний рівень, вмикається обігрівач. Для покращення здорового способу життя розглядаються датчики диму та пожежі, датчики чадного газу, датчики газу та датчики якості повітря. Чадний газ не має запаху і кольору; тому його називають тихим вбивцею. Детектор чадного газу вимірює рівень чадного газу в домашніх умовах. Якщо виявлено вищу концентрацію, користувачеві надсилається попередження через мобільний додаток, щоб запобігти вдиханню отрути, яка може завдати шкоди системі організму. Розроблена система забезпечує не лише зручність, але й покращення здорового способу життя.

Глибоке навчання (ГН) — це галузь штучного інтелекту, яка використовує нейронні мережі для вивчення великих обсягів даних і виконання складних завдань, таких як розпізнавання зображень, обробка природної мови, синтез мовлення та виявлення аномалій. Глибоке навчання може покращити системи безпеки розумного будинку кількома способами:

1. **Покращення сумісності:** глибоке навчання може дозволити пристроям безпеки спілкуватися між собою з використанням загальноприйнятих стандартів та протоколів. При цьому, методи ГН надає можливість пристроям розпізнавати особливості та функції один одного, при цьому аналізуючи зображення або розпізнаючи природну мову. Така можливість значно полегшить інтеграцію різних пристроїв в екосистему «Розумного будинку».



2. Зниження вартості: ГН може знизити вартість пристроїв безпеки за рахунок підвищення їх ефективності та продуктивності. Тобто, інтеграція ГН допоможе пристроям стискати та шифрувати дані перед надсиланням їх, тим самим будуть суттєво зменшені вимоги щодо пропускну здатності мережі та об'ємів пам'яті сховища. Глибоке навчання також може допомогти пристроям оптимізувати споживання електроенергії, регулюючи їхні налаштування при зміні умов чи побажань користувача системи.
3. Запобігання збоєм пристрою: ГН може запобігти або пом'якшити вплив збоїв або атак пристроїв шляхом підвищення їх безпеки та надійності. Наприклад, ГН може допомогти пристроям виявляти аномалії, такі як вторгнення, пожежі, повені або збої, і реагувати на них за допомогою вдосконалених алгоритмів і датчиків.

Уже є деякі рішення для захисту «розумного будинку», які використовують методи глибокого навчання, щоб забезпечити кращий захист і зручність для власників будинків. До них відносять:

1. Виявлення поведень і чадного газу.
2. Перевірка голосових команд.
3. Розпізнавання облич, сповіщення про людей, зон активності.

Є ряд готових рішень, наприклад Nest Cam IQ – камера, яка здатна розпізнавати обличчя і визначати «знайомі» та «незнайомі» обличчя.

Але, такі рішення можна створити самостійно. Для цього використовуються наступні алгоритми.

Для виявлення та ідентифікації людини в полі зору камери можна використовувати алгоритми виявлення об'єктів. Це дає змогу системі генерувати персональні сповіщення, коли виявляються особи. Цей процес можна реалізувати за допомогою таких фреймворків, як YOLO, Faster R-CNN.

Для виявлення звуків, на які буде реагувати система і сповіщати користувачу (розбиття скла, гавкання собаки, посторонні голоси), можна використовувати розпізнавання звукових шаблонів за допомогою таких методів є змога реалізувати за рахунок аналізу спектрограми або рекурентних нейронних мережі (RNN). Аналіз

спектрограми може візуалізувати зміни частоти звуку, а RNN можуть моделювати часові залежності в аудіоданих, допомагаючи ідентифікувати та класифікувати різні аудіоподії.

Для розпізнавання обличчя ефективно підходить згортова нейронна мережа (CNN), яку спеціально розроблено для виділення та розпізнавання рис обличчя. Це можливо за рахунок того, що CNN вивчають ієрархічні представлення візуальних даних. Ці мережі можуть ідентифікувати ключові риси обличчя та візерунки, чим самим визначаючи «своїх» та «чужих».

Кожна людина має унікальні моделі рухів, що дозволяє ідентифікувати людину за стилем ходьби. Датчики IoT зазвичай використовуються для збору даних про навколишнє середовище. Такі пристрої, як детектори руху, датчики та камери, можуть збирати інформацію про моделі руху та дії людини, уможливлуючи біометричну перевірку.

Використовуючи датчики руху та камери спостереження, можна ефективно захистити розумний будинок. В цьому розділі пропонується система контролю та безпеки будинку, яка функціонує на основі розпізнавання руху. Цей підхід було обрано завдяки його швидкості та обережності порівняно з іншими методами біометричної ідентифікації.

Модель CNN використовується переважно для класифікації рухів людей і домашніх тварин на основі моделі руху. Об'єкт у нашому контексті відноситься до людей і домашніх тварин, оскільки обидва перебувають у будинку. Таким чином, будь-який із цих двох може викликати сповіщення під час руху. До розглянутих моделей руху належать ходьба, стрибки, кульгання та біг.

Камера спостереження фіксує та записує дії в навколишньому середовищі. Однак камера ESP32, яка використовується в прототипі, увімкне режим сну, якщо немає записів про дії. Отже, поєднання з датчиком руху PIR, якщо помічено рух, датчик PIR посилає сигнал на камеру, і вона вмикається. Камера, у свою чергу, фіксує область інтересу (шаблон руху) на виявленому зображенні, класифікує та порівнює його з існуючим і попередньо визначеним набором шаблонів руху в базі даних. Якщо виявлений шаблон збігається з існуючими, тривога не спрацьовує. В

іншому випадку користувач отримує повідомлення через мобільний додаток про ситуацію в будинку.

У той час як інші методи виявлення людей покладаються на порівняння зображень тонів шкіри, кольору очей та інших рис обличчя, на них можуть впливати різні фактори, як-от умови освітлення, погода, яскравість, використання масок або капюшонів. Датчики руху дозволяють безшумно виявляти, фіксувати та перевіряти рух у навколишньому середовищі. Блок-схема роботи системи представлена на рис.3.11.

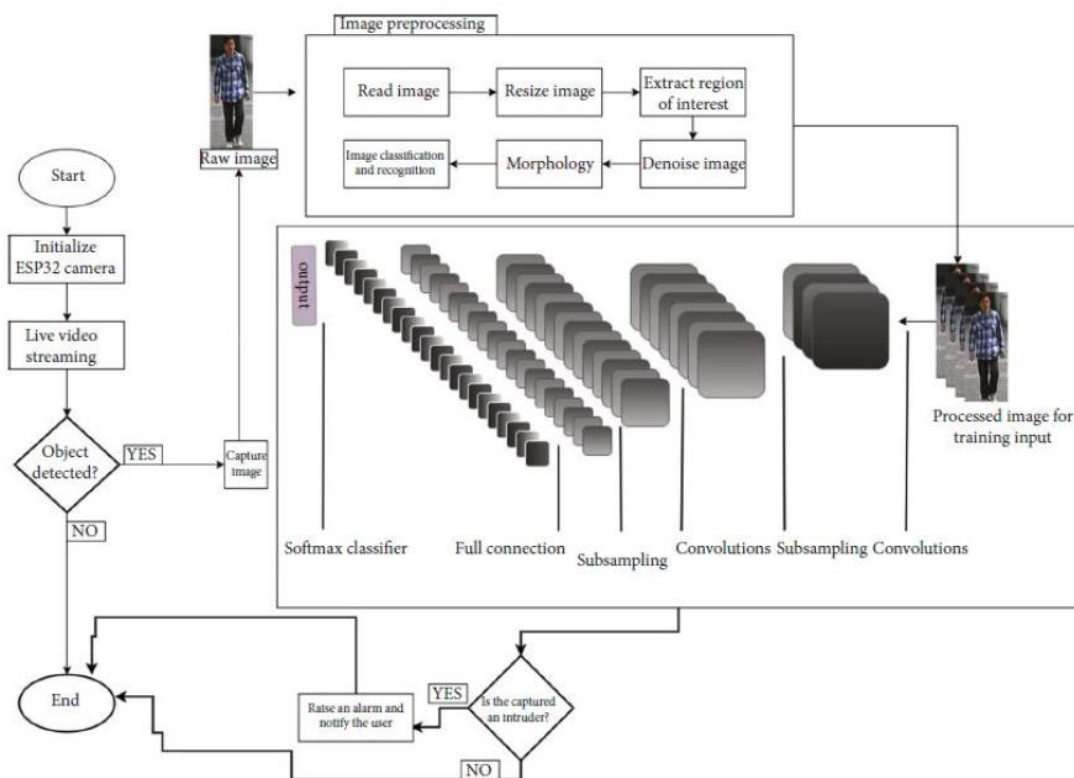


Рис. 3.10 Блок-схема роботи

```

1: Begin
2: Define  $N_c$  parameters
3: Initialize  $M_s$  and  $Cam$ 
4: Establish and confirm the status of  $N_c$ 
5: If  $N_c = 1$ 
6:   Evaluate the initial state of the home
7:   If the camera and motion sensor are active
8:     Start MufHAS security
9:   Else, go to step 4
10:  end if
11:  while  $M_s$  is ON
12:    for each object detected do
13:      if cam is on sleep mode;
14:        trigger ON
15:      else
16:        Continue streaming
17:      end if
18:      Capture image
19:      Extract region of interest
20:      Apply the trained CNN model
21:      if  $O_d \in (HW_{p_1}, HW_{p_2}, HW_{p_3}, \dots, HW_{p_n})$ 
22:        Save to cloud
23:      else,
24:        Raise an alarm and save the captured picture
25:      end if
26:    end if

```

Рис.3.11 Алгоритм домашньої безпеки на основі CNN

Модуль безпеки працює, виявляючи рухи в будинку та порівнюючи їх із попередньо встановленими моделями руху (мешканців будинку), перш ніж запускати сигнал тривоги. Математичне визначення для класифікації зображень моделі CNN, представленої у вигляді тензора, дається наступним чином:

$$\dim(\text{image}) = n_H n_W n_C, \quad (3.1)$$

Де  $n_h$  — розмір висоти зображення,  $n_w$  — розмір ширини зображення, а  $n_c$  — кількість каналів.

$$\dim(\text{filter}) = (f, f, n_C) \quad (3.2)$$

Фільтр розраховується як

$$\dim(\text{filter}) = (f, f, n_C) \quad (3.3)$$

$f$  позначає непарну розмірність.

З рівнянь (3.1) і (3.2) фільтр зображення є

$$\text{conv}(\mathcal{I}, \mathcal{K})_{x,y} = \sum_{i=1}^{n_H} \sum_{j=1}^{n_W} \sum_{k=1}^{n_C} \mathcal{K}_{i,j,k} I_{x+i-1, y+j-1, k} \quad (3.4)$$

CNN поєднується з класифікатором Softmax для класифікації вилученої ознаки. Класифікатор Softmax - це лінійний класифікатор, який використовується в ГН для класифікації векторів і визначення ймовірності вилученого. Softmax також відомий як мультиноміальна регресія і може використовуватися для взаємовиключної багатокласової класифікації. Він широко використовується в глибокому навчанні, що забезпечує чудову продуктивність. Математичне визначення Softmax дається як:

$$\sigma(\vec{\mathcal{I}}) = \frac{e^{\mathcal{I}_i}}{\sum_{j=1}^{\mathcal{K}} e^{\mathcal{I}_j}}, \quad (3.5)$$

ГН може допомогти з аналізом мережі, обробки мережевого трафіку від маршрутизаторів або інших пристроїв для моніторингу, фільтрації або блокування шкідливих пакетів або з'єднань. Наприклад, CNN можна використовувати для вилучення функцій із мережевих потоків і класифікації їх за різними категоріями, такими як нормальні, атакуючі чи невідомі. RNN можна використовувати для аналізу послідовностей мережевих потоків для виявлення моделей або поведінки, наприклад сканування, затоплення або підроблення. GAN можна використовувати для створення реалістичних мережевих потоків атак або аномалій для навчання або тестування пристроїв безпеки.

Алгоритми глибокого навчання можна використовувати для вивчення моделей і дій у контексті розумних будинків. Це передбачає розуміння типових моделей поведінки місцевих жителів і виявлення будь-яких порушень, які можуть бути ознаками небезпеки, що насувається. Повторювані нейронні мережі (RNN),

наприклад, можуть представляти часові послідовності дій, визначати відхилення від звичайних шаблонів і генерувати сигнали тривоги про аномальну поведінку.

Аналіз часових рядів має вирішальне значення для моніторингу та виявлення тенденцій, моделей або аномалій у часі. Моделі глибокого навчання, такі як мережі довготривалої короткочасної пам'яті (LSTM), ефективні в аналізі даних часових рядів, що робить їх придатними для прогнозування майбутніх загроз безпеці на основі історичних даних, що дозволяє вживати проактивні заходи безпеки.

Таким чином, глибоке навчання можна використовувати для виявлення вторгнень та інших типів виявлення шляхом застосування різних методів, таких як CNN, RNN, GAN або RL.

## ВИСНОВКИ

Підсумовуючи, інтеграція штучного інтелекту в розумні будинки прокладає шлях до наступної ери домашньої автоматизації. Власники будинків можуть отримати більш ефективний, практичний і чутливий житловий простір, використовуючи ШІ. Системи домашньої автоматизації на основі штучного інтелекту відстежують, оцінюють і підлаштовуються під уподобання та потреби мешканців за допомогою мережі пов'язаних пристроїв і датчиків. В роботі досліджено роль алгоритмів штучного інтелекту та методів машинного навчання в системах штучного інтелекту «Розумний будинок», що забезпечують персоналізовану автоматизацію, інтелектуальне планування, прогнозний аналіз, адаптивну поведінку та контекстну обізнаність. Він підкреслив, як ці компоненти ШІ підвищують зручність, ефективність і загальний досвід користувача.

В роботі детально проаналізовано загальний робочий процес домашньої автоматизації за допомогою ШІ, розроблено алгоритм, який описує цей процес.

Розроблено рекомендації щодо інтеграції пристроїв і приладів у систему «Розумний будинок» зі ШІ. Процес інтеграції передбачає підключення та налаштування різних пристроїв і пристроїв для зв'язку з центральною системою «Розумний будинок» зі ШІ.

Описано використання методів ШІ для енергоменеджменту та для підвищення рівня безпеки мешканців «Розумного будинку». Зроблено висновок, що пристрої безпеки розумного дому можна зробити більш досконалими та інтелектуальними за допомогою методів глибокого навчання. Ці методи можуть подолати деякі недоліки сучасних систем безпеки та забезпечити кращий захист і зручність для власників будинків.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Radha, R.K. Flexible smart home design: Case study to design future smart home prototypes. *Ain Shams Eng. J.* 2021, 13
2. [Електронний ресурс] <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/smart-home-market-101900>
3. Wang, J. & Hou, Y.J. (2020). Research on the development status and the trend of smart home development. In *Proceedings of The International Conference on Electronic Business, Volume 21* (pp. 364-373). ICEB'21, Nanjing, China, December 3-7, 2021
4. Almusaed, A.; Yitmen, I.; Almssad, A. Enhancing Smart Home Design with AI Models: A Case Study of Living Spaces Implementation Review. *Energies* 2023, 16, 2636. <https://doi.org/10.3390/en16062636>
5. Davenport, T.; Guha, A.; Grewal, D.; Bressgott, T. How artificial intelligence will change the future of marketing. *J. Acad. Mark. Sci.* 2019, 48, 24–42/
6. Rochd, Abdelilah & Benazzouz, Aboubakr & Abdelmoula, Ibtihal & Raihani, Abdelhadi & Ghennioui, Abdellatif & Naimi, Zakaria & Ikken, Badr. (2021). Design and implementation of an AI-based & IoT-enabled Home Energy Management System: A case study in Benguerir — Morocco. *Energy Reports.* 7. 699-719. [10.1016/j.egy.2021.07.084](https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.07.084).
7. Gengyi Xiao «Machine Learning in Smart Home Energy Monitoring System» Department of Mathematics and Computer Technology, Guilin Normal College, Guilin, China
8. [Електронний ресурс] <https://www.geeksforgeeks.org/deep-learning-introduction-to-long-short-term-memory/>
9. Olutosin Taiwo, Absalom E. Ezugwu, Olaide N. Oyelade, Mubarak S. Almutairi, "Enhanced Intelligent Smart Home Control and Security System Based on Deep Learning Model", *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 2022, Article ID 9307961, 22 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9307961>



10. Popa, D.; Pop, F.; Serbanescu, C.; Castiglione, A. Deep learning model for home automation and energy reduction in a smart home environment platform. *Neural Comput. Appl.* 2019, 31, 1317–1337.
11. Dey, N.; Fong, S.; Song, W.; Cho, K. Forecasting energy consumption from smart home sensor network by deep learning. In *Proceedings of the Smart Trends in Information Technology and Computer Communications: Second International Conference, SmartCom 2017, Pune, India, 18–19 August 2017; Revised Selected Papers 2.* pp. 255–265.
12. Rahman, S.; Alam, M.G.R.; Rahman, M.M. Deep learning based ensemble method for household energy demand forecasting of smart home. In *Proceedings of the 2019 22nd International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT), Dhaka, Bangladesh, 18–20 December 2019;* pp. 1–6.
13. Uddin, M.Z.; Kim, M.R. A deep learning-based gait posture recognition from depth information for smart home applications. In *Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing: CSA-CUTE2016 8;* Springer: Singapore; pp. 407–413.
14. Sundaravadivel, P.; Kesavan, K.; Kesavan, L.; Mohanty, S.P.; Kougianos, E. Smart-log: A deep-learning based automated nutrition monitoring system in the iot. *IEEE Trans. Consum. Electron.* 2018, 64, 390–398.