

## ВИКОРИСТАННЯ ТУМАННИХ ОБЧИСЛЕНЬ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря  
Сікорського»;

### *Анотація*

*Запропоновано використовувати туманні обчислення в ієрархічній IoT структурі для розумних будинків у вигляді трьох рівнів з метою оптимізації енергоспоживання.*

**Ключові слова:** Інтернет речей, розумний дім, туманні обчислення, розумна сітка.

### *Abstract*

*It is proposed to use nebulous computing in a hierarchical IoT structure for smart homes in the form of three levels in order to optimize energy consumption.*

**Keywords:** Internet of things, smart home, fog computing, smart grid.

### **Вступ**

Останнім часом потужно розвивається концепція розумних будинків. Розумний будинок є системою домашніх пристроїв, що здатні виконувати дії та вирішувати визначені щоденні задачі без участі людини. Домашня автоматизація у сучасних умовах – гнучка система, яку користувач створює та налаштовує самостійно залежно від власних потреб. Це вимагає, що кожен власник розумного будинку самостійно визначає, які пристрої та куди встановити. Велика кількість робіт присвячена системам розумного будинку [1-8].

Крім того, великого поширення набувають розумні сітки з метою оптимізація споживаної енергії та зменшення її втрат. Із розширення технології IoT розумні будинки стали невід’ємною частиною розумних сіток. Зараз розробники розумних пристроїв зосереджують свою увагу над покращенням повної сумісності пристроїв, щоб забезпечити швидку інтеграцію їх із Інтернет. Прогнозується, що розумні об’єкти з’являться на рику у найближчий час та стануть швидко поширюватися серед домогосподарств із розумними будинками.

Для досягнення кращої оптимізації енергоспоживання розумних будинків необхідно розширити функції будинків до мікросітки. Найсучасніші рішення щодо розумного будинку повністю не використовують всі переваги IoT, оскільки не забезпечують повної сумісності обладнання. Тому доцільним є використовувати туманні обчислення до розумного будинку для оптимізації та скорочення мережевого трафіку з метою покращення ситуації сумісності обладнання [11-12].

Метою роботи є створення багаторівневої ієрархічної структури керування розумним будинком на основі IoT з метою оптимізації споживання енергії.

### **Результати дослідження**

Сенсорні пристрої в будинках споживачів широко розповсюджені і кріпляться до побутової техніки. Десятки таких розумних пристроїв оснащені комунікаційними інтерфейсами і поставляються з мобільним додатком, який використовується для віддаленого управління котлом, обігрівачем, кондиціонером тощо. На рис. 1 наведена схема систем розумного будинку.



Рис. 1. Системи розумного будинку

Смартфони можуть легко спілкуватися з розумними лічильниками та іншими приладами. Тому вони можуть збирати дані з розумного будинку та виконувати складні алгоритми для оптимального навантаження врівноважуючи або навіть створюючи планувальники завдань для досягнення зменшення споживання енергії.

На рис. 2 наведена структура розумної сітки із трьох рівнів, що пов'язує розумний будинок окремого користувача із мережею розумної сітки.

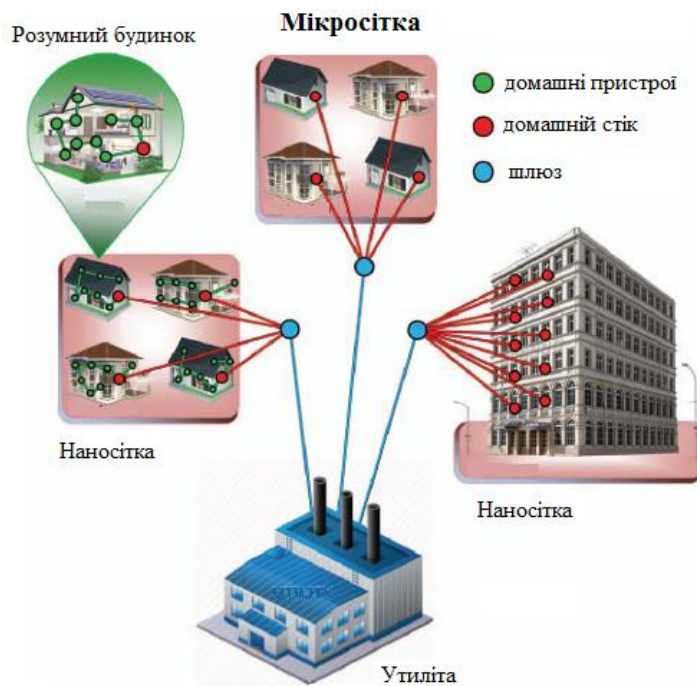


Рис. 2. Розумна сітка із трьох рівнів

До першого рівня належить сам будинок, в якому всі пристрої оснащені інтерфейсами у вигляді мережі домашніх бездротових датчиків, що керуються загальною системою керування. Кожен вузол мережі (домашній пристрій) може виконати розширені обчислювальні та комунікаційні операції.

На другому рівні всі будинки можуть обмінюватися між собою інформацією. Для такої мережі найкраще підходять розумні сітки, оскільки система керування окремим будинком, не завжди можуть надсилати свої данні безпосередньо до шлюзу через перешкоди у будинку.

На третьому рівні шлюзи всіх житлових будинків пов'язані через спеціальні програмні утиліти, що можна реалізувати за допомогою хмарних обчислень [9-10]. Типова інформація, яку можна

обміняти між шлюзом і утилітою  $\epsilon$ : ціна електроенергії, поточне та майбутнє споживання мікросітки, поточне та майбутнє виробництво розподіленої енергії та інше.

Кожен пристрій з IoT-системи може споживати велику кількість енергії, якщо його комунікація не оптимізована. Для розумних об'єктів локальні обчислення є дешевшою операцією, ніж зв'язок, тому зусилля необхідно зосередити на розробці легких алгоритмів локальної обробки даних. Щоб уникнути проблем із часовою затримкою, необхідно зменшити обсяги передачі у безпроводних каналах, тому використовують так звані туманні обчислення.

Для датчиків реального часу можна використовувати фільтри прогнозування даних, що базуються на прийомах адаптивної фільтрації. Метод прогнозування виконується на кожному пристрою та на вузлі мережі, тому прогнози здійснюються одночасно з обох боків. Якщо виміряне значення значно відрізняється від прогнозованого значення, пристрій IoT повинен надіслати вимірювання до вузла мережі. Інакше прогнозоване значення вважається "надійним" і використовується для живлення фільтрів для майбутніх прогнозів.

Три прогнозування часових методів, де один, заснований на найменшій середній площі (LMS) та два, що засновані на ковзанні середніх значень (MA) моделях другого та четвертого порядку.

Прогнозування може здійснюватися на перших двох рівнях на основі IoT. На першому рівні, всередині розумного будинку, прогностичні фільтри виконуються одночасно, як на пристрої розумного будинку, так і на розумному лічильнику. Розумний лічильник повинен працювати розділними фільтрами для кожного смартфона. На другому рівні обидва розумні лічильники та шлюзи мають передбачити загальне енергоспоживання домогосподарств. Розумні лічильники завжди мають актуальну інформацію за допомогою прогнозного фільтра на боці шлюзу, немає потреби повторно подавати струм споживання, якщо він не перевищує заздалегідь визначений поріг. Оцінка проводилася на реальних вимірах з споживання електроенергії, зібране на першому рівні більше ніж 400 анонімних будинків.

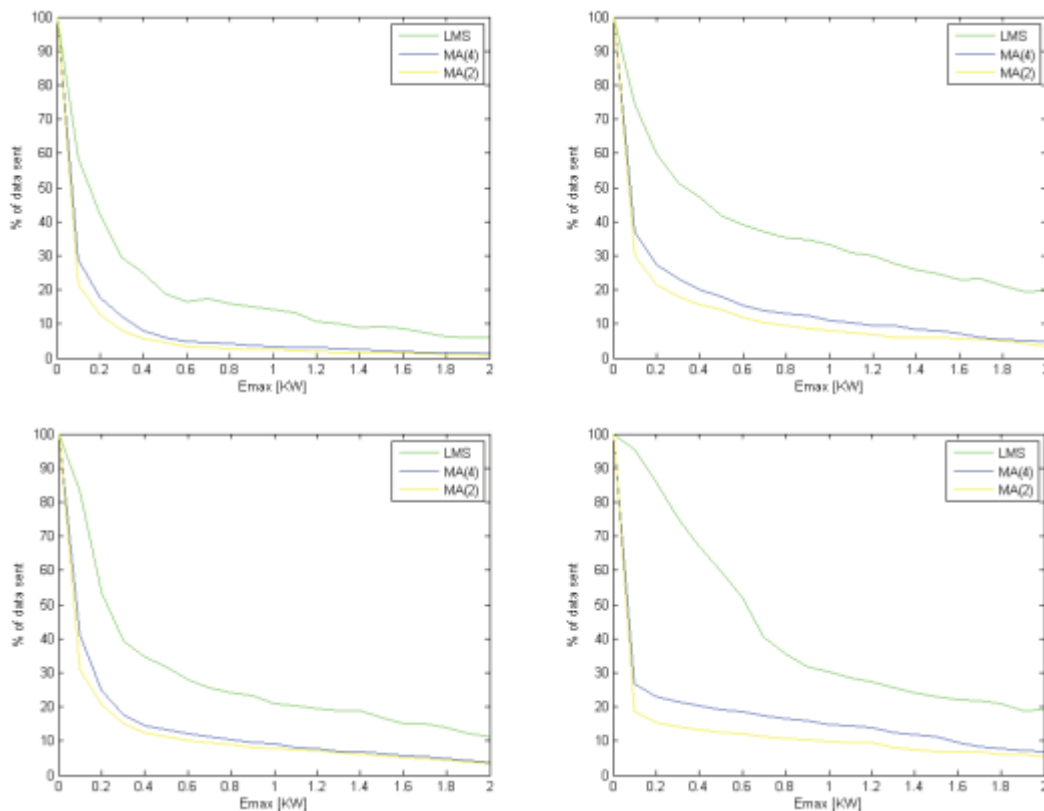


Рисунок 3. Характеристики різних фільтрів прогнозування

На рис. 3 подана характеристики фільтрів прогнозування, що використовують методи прогнозування, де кількість передач можна скоротити до 95% при збереженні необхідної точності даних. Отже, фільтри МА працюють краще всього та підходять для прогнозування даних на другому рівні. Вибір фільтра залежить від конкретного доданку.

## Висновки

Таким чином, ієрархічна IoT структура для розумних будинків у вигляді трьох рівнів дозволяє розширити розумний будинок до рівня мікросітки, щоб інтегрувати всі відновлювані розподілені джерела енергії мікросітки та краще оптимізувати споживання енергії. Туманний метод обчислень дозволяє скоротити мережевий трафік з метою мінімізації енергоспоживання домашньої мережі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Stojkoska B.L. A review of Internet of things for smart home: challenges and solution / B.L. Stojkoska, K.V. Trivodaliev // Journal of cleaner production. – 2017. – Vol. 140. – pp. 1454-1464. DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2016.006.
2. Ляшко Д.Г. Система розумний будинок на базі IoT технології / Д.Г. Ляшко, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 162 –163.
3. Ляшко Д.Г. Система управління даними в розумному будинку / Д.Г. Ляшко, А.В. Булашенко // матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2020. — С. 168 –169.
4. Putienko O.M. Wireless networking in the home / O.M. Putienko, A.V. Bulashenko // Матеріали II Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 20 квітня 2017 року. – Суми: Сумський державний університет, 2017. — С. 185 – 187.
5. Putienko O.M. Virtual local area network in a residential area / O.M. Putienko, A.V. Bulashenko // Матеріали II Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 20 квітня 2017 року. – Суми: Сумський державний університет, 2017. — С. 187 – 188.
6. Путієнко О.М. Вразливість системи розумних будинків /О.М.Путієнко, А.В. Булашенко// Матеріали XI науково-технічної конференція студентів, аспірантів та викладачів радіотехнічного факультета «Радіоелектроніка в XXI столітті». — Київ: КПІ, 16-18 травня 2017. — С. 103 – 106.
7. Діхтярук І.І. Майбутні можливості використання Інтернету речей / І.І. Діхтярук, А.В. Булашенко // Матеріали V Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 23 квітня 2020 року. – Суми: Сумський державний університет, 2019. — С. 146 –147.
8. Лавриненко В.В. Система «Розумний будинок» / В.В. Лавриненко, І.В. Забегалов // Матеріали II Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 20 квітня 2017 року. – Суми: Сумський державний університет, 2017. — С. 71 – 74.
9. Литвинець О.Л. Хмарні обчислення / О.Л. Литвинець, А.В. Булашенко// Матеріали XI науково-технічної конференція студентів, аспірантів та викладачів радіотехнічного факультета «Радіоелектроніка в XXI столітті». — Київ: КПІ, 16-18 травня 2017. — С. 79 – 82.
- 10.Литвинець О.Л. Аналіз можливості хмарних технологій / О.Л. Литвинець, А.В. Булашенко // Матеріали II Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 20 квітня 2017 року. – Суми: Сумський державний університет, 2017. — С. 188 – 191
11. Lobaccaro G. A review of systems and technologies for smart homes and smart grids / G. Lobaccaro, S. Carlucci, E. Lofstrom // Energies. – 2016. – Vol. 9, No. 5. – pp. 348. DOI: 10.3390/EN9050348.
- 12.Stojkoska B.R. Variable step size LMS Algorithm for data prediction in wireless sensor networks / B.R. Stojkoska, D. Solev, D. Davcev // Sensor and Transducers. – 2012. – Vol. 14, No. 2. – pp. 111-124.

**Ляшко Дмитро Геннадійович** — студент групи РС-п91, радіотехнічного факультету, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, e-mail: dimlyashko2000@gmail.com;

**Булашенко Андрій Васильович** — ст. викл. кафедри теоретичних основ радіотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Київ.

**Lyashko Dmitry G.** — Department of Radio Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: dimlyashko2000@gmail.com;

**Bulashenko Andrew V.** — senior lecture of the chair of theoretical foundations of radio engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv.