

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ (ІОТ) І СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Інтернет речей (IoT) — це технологія, що об'єднує фізичні пристрої через інтернет для збору та обміну даними. Основні компоненти IoT включають сенсори, мережу зв'язку та обробку даних. Для ефективного функціонування IoT важливу роль відіграють аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), які конвертують аналогові сигнали в цифрову форму. Штучний інтелект (ШІ) в поєднанні з IoT оптимізує аналіз даних та управління пристроями, дозволяючи адаптувати системи в режимі реального часу, передбачати збої та мінімізувати енергоспоживання. Використання багатоканальних АЦП дозволяє обробляти дані з кількох сенсорів одночасно, що підвищує ефективність систем. У майбутньому інтеграція IoT, АЦП та ШІ дозволить створювати автономні системи, але водночас ставить виклики у сфері кібербезпеки та енергоефективності.

Ключові слова: Аналого-цифровий перетворювач (АЦП), багатоканальні АЦП, інтернет речей (IoT), штучний інтелект (ШІ), інтелектуальні системи, прогнозування в IoT.

Abstract

The Internet of Things (IoT) is a technology that connects physical devices over the Internet to collect and share data. The main components of IoT include sensors, communication network and data processing. Analog-to-digital converters (ADCs), which convert analog signals into digital form, play an important role in the effective functioning of IoT. Artificial intelligence (AI) combined with IoT optimizes data analysis and device management, allowing systems to adapt in real time, predict failures and minimize energy consumption. The use of multi-channel ADCs allows processing data from several sensors simultaneously, which increases the efficiency of systems. In the future, the integration of IoT, ADC and AI will allow the creation of autonomous systems, but at the same time it poses challenges in the field of cyber security and energy efficiency.

Keywords: Analog-to-digital converter (ADC), multi-channel ADCs, Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), intelligent systems, forecasting in IoT.

Вступ

Інтернет речей (IoT) — це одна з ключових технологій сучасної цифрової епохи, яка трансформує способи взаємодії між фізичними об'єктами та інформаційними системами. Поєднуючи пристрої через інтернет, IoT забезпечує збір, обробку та обмін даними, що дозволяє підвищувати ефективність різних галузей — від розумних будинків до промислових систем і медичних приладів. Основу цієї технології складають сенсори, які генерують величезні обсяги аналогових даних. Для їхньої обробки та інтеграції в цифрові системи використовуються аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Крім того, використання штучного інтелекту (ШІ) в IoT відкриває нові можливості для аналізу, прогнозування та управління даними в реальному часі. У статті розглядаються ключові аспекти взаємодії IoT, АЦП та ШІ, їх роль у сучасних системах та перспективи розвитку цих технологій.

Результати дослідження

1. Інтернет речей (IoT)

1.1. Що таке IoT?

Інтернет речей (IoT) — це технологія, яка об'єднує фізичні пристрої, що мають вбудовані сенсори та програмне забезпечення, для збору, передачі та обміну даними через інтернет або інші комунікаційні

мережі. Завдяки цьому пристрої можуть не тільки взаємодіяти між собою, але й отримувати команди від централізованих систем для автоматизації процесів. IoT охоплює широкий спектр застосувань — від споживчої електроніки до промислових систем і міських інфраструктур. Основна мета IoT — забезпечити зручність, ефективність та автоматизацію через взаємодію між різними об'єктами [1].

Основні компоненти IoT:

- Пристрої (сенсори): відповідають за збір даних з фізичного середовища. Наприклад, це можуть бути датчики температури, вологості, тиску, руху, світла тощо. Вони фіксують зміни у навколишньому середовищі та передають ці дані для подальшої обробки;
- Мережа зв'язку: з'єднує пристрої між собою та забезпечує передачу даних між сенсорами, шлюзами та центральними системами управління. Вона може використовувати різні протоколи зв'язку, як-от Wi-Fi, Bluetooth, LoRaWAN, Zigbee або мобільні мережі 4G/5G.
- Обробка даних: хмарні або локальні обчислювальні ресурси (на серверах або пристроях) аналізують дані, приймають рішення і передають команди назад до пристроїв. Цей етап може також включати використання штучного інтелекту для глибокого аналізу та прогнозування.

Приклади використання IoT:

- Розумні будинки: контроль та автоматизація освітлення, систем опалення, охолодження, безпеки та домашніх пристроїв.
- Промислові системи моніторингу: відстеження стану обладнання, виробничих процесів, логістичних ланцюгів у реальному часі.
- Медичні прилади для віддаленого моніторингу: контроль життєвих показників пацієнтів та відправка даних лікарям для швидкої реакції.

1.2. Як це пов'язано з АЦП?

У багатьох IoT-пристроях сенсори збирають аналогові дані (наприклад, температура, тиск, вологість). Для того щоб ці дані можна було використовувати в цифрових системах, необхідно перетворити їх у цифрову форму, і саме тут ключову роль відіграють аналого-цифрові перетворювачі (АЦП).

Роль АЦП у IoT: сенсори, що генерують аналогові сигнали, потребують перетворення в цифрові, щоб комп'ютерні системи могли їх обробляти, зберігати або аналізувати. Наприклад, дані з температурного сенсора спочатку передаються в аналоговій формі, яку АЦП конвертує в цифрові бінарні значення для подальшого аналізу.

Багатоканальні АЦП: в IoT-системах часто використовуються кілька сенсорів одночасно, і багатоканальні АЦП дозволяють обробляти дані з різних каналів одночасно, що підвищує швидкість і точність збору даних [2].

2. Роль комп'ютерних інтелектуальних систем в IoT

2.1. Аналіз і оптимізація даних

IoT-системи генерують величезні обсяги даних, і без ефективних алгоритмів аналізу обробка такої кількості інформації стає складною. Штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у цьому процесі, забезпечуючи автоматичний аналіз, оптимізацію та адаптацію систем на основі зібраних даних.

Збір і обробка великих даних: оскільки IoT-пристрої збирають безперервний потік даних, їхнє ручне опрацювання неможливе. ШІ та машинне навчання дозволяють автоматично виявляти патерни в цих даних, ідентифікувати аномалії та робити прогнози щодо подальших дій.

Інтелектуальне управління даними: на основі зібраних даних ШІ може автоматично регулювати налаштування пристроїв, щоб вони працювали оптимально. Наприклад, у розумному будинку ШІ може автоматично налаштовувати температуру в кімнатах залежно від часу доби та кількості присутніх людей [3].

2.2. Прогнозування і адаптація

Однією з найважливіших функцій інтелектуальних систем є здатність прогнозувати можливі збої в системах і адаптувати роботу пристроїв у реальному часі.

Прогнозування на основі даних: інтелектуальні системи можуть аналізувати історичні дані IoT-пристроїв і передбачати, коли, ймовірно, відбудуться поломки або потреба в обслуговуванні. Це допомагає запобігати аваріям і мінімізувати простой.

Адаптація систем у реальному часі: ІІІ дозволяє IoT-системам автоматично адаптуватися до змін середовища, покращуючи ефективність роботи пристроїв і зменшуючи енергоспоживання.

3. АЦП у системах IoT

3.1. Прискорене врівноваження і вагова надлишковість

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) є важливою частиною IoT-систем, оскільки вони забезпечують точне і надійне перетворення аналогових сигналів у цифрову форму.

Підвищення точності: використання АЦП з високою роздільною здатністю забезпечує більш точне вимірювання, що є критичним для таких додатків, як медичне обладнання або промислові моніторингові системи.

Надлишковість для корекції помилок: в умовах шуму або зовнішніх факторів, що можуть викликати помилки у вимірюваннях, використання АЦП з надлишковістю дозволяє компенсувати ці помилки, забезпечуючи точніші результати [4].

3.2. Багатоканальні АЦП в IoT

У багатьох IoT-додатках використовуються кілька сенсорів, і багатоканальні АЦП дозволяють обробляти дані з декількох джерел одночасно.

Обробка кількох сигналів: багатоканальні АЦП можуть паралельно обробляти кілька вхідних сигналів від різних сенсорів, що знижує час обробки і підвищує загальну продуктивність системи.

Оптимізація енергоспоживання: багатоканальні АЦП часто використовуються в системах з обмеженим енергоресурсом (наприклад, пристрої на батарейках), оскільки вони можуть знижувати споживання енергії через ефективну обробку сигналів [5].

4. Переваги інтеграції інтелектуальних систем, АЦП та IoT

4.1. Зменшення затримок у реальному часі

Інтеграція IoT з інтелектуальними системами та АЦП дозволяє досягати швидкої обробки даних, що критично для систем, які функціонують у реальному часі.

Швидка обробка даних: завдяки використанню АЦП і ІІІ, дані можуть оброблятися в реальному часі, що дозволяє миттєво реагувати на зміни в середовищі. Це важливо для систем, що працюють у критично важливих сферах, таких як охорона здоров'я, безпека чи транспорт.

Реалізація систем реального часу: ІІІ може передбачати можливі проблеми і пропонувати рішення для їх вирішення ще до того, як вони виникнуть, забезпечуючи таким чином стабільну роботу IoT-систем [6].

4.2. Оптимізація енергоспоживання

Ефективне управління енергоспоживанням є одним з ключових аспектів для IoT-систем, особливо для пристроїв, що працюють на батареях або в умовах обмеженого енергопостачання.

Інтелектуальне управління енергією: ШІ дозволяє оптимізувати використання енергії пристроями IoT на основі реальних умов та потреб системи. Наприклад, пристрій може бути автоматично вимкнений або переведений у режим зниженого споживання енергії, коли його активність не потрібна.

Приклади застосування: розумні датчики в сільському господарстві, що використовуються для контролю за вологістю ґрунту або рівнем сонячної радіації, можуть працювати ефективніше завдяки енергозберігаючим технологіям [7, 8].

Висновок

Інтеграція IoT, АЦП та ШІ дозволяє створювати нові покоління автономних систем, які здатні адаптуватися до умов середовища, прогнозувати проблеми та автоматично приймати рішення.

Можливості розвитку: поєднання цих технологій дає можливість створювати інтелектуальні пристрої, які можуть функціонувати без постійного втручання людини, одночасно забезпечуючи вищу точність і продуктивність.

Майбутні інновації: безпілотні транспортні засоби, інтелектуальні мережі електропостачання та інші автономні системи будуть надалі розвиватися, потребуючи синхронізації між сенсорами, АЦП та інтелектуальними системами [9].

Виклики і перспективи:

- Кібербезпека в IoT: З кожним новим пристроєм, підключеним до мережі, збільшується загроза кібератак. Забезпечення безпеки даних на всіх етапах — від збору до обробки — є ключовим завданням для розробників IoT-систем [10].

- Підтримка сталого розвитку: Збереження енергетичних ресурсів і боротьба зі зміною клімату стають все важливішими питаннями, тому IoT-системи повинні бути не лише продуктивними, але й енергоефективними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білик, В. О. "Інтернет речей: основи та застосування". — Київ: Техніка, 2020. — с. 45-68, 120-135.
2. Азаров, О. Д. Високолінійні порозрядні АЦП із перерозподілом заряду з ваговою надлишковістю, що самокалібруються : монографія / О. Д. Азаров, Н. О. Біліченко, С. М. Захарченко. Вінниця : ВНТУ, 2016. 140 с.
3. Кривонос, І. О. "Штучний інтелект та аналіз великих даних у системах IoT". — Харків: ХНУРЕ, 2021. — с. 65-89, 140-155.
4. Азаров О., Черняк О., Туйчев В. Векторний метод локалізації помилок підвищеної ефективності. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. № 2. 2021. С. 60-67. URL : <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2021-51-2-60-67>
5. Мельник, П. П. "Розробка та застосування багатоканальних АЦП у IoT-системах". — Київ: Наукова думка, 2020. — с. 24-48, 98-112.
6. Азаров, О. Д. Методи та засоби високоточного слідувального аналогоцифрового перетворення з ваговою надлишковістю : монографія / О. Д. Азаров, О. В. Дудник. — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 120 с. ISBN 978-966-641-580-9.
7. Ковальчук, А. С., Олійник, І. А. "Енергозберігаючі технології в IoT та їхні перспективи розвитку". — Одеса: ОНУ, 2021. — Одеса: ОНУ, 2021.
8. Азаров О. Д. Аналого-цифрове порозрядне перетворення на основі надлишкових систем числення з ваговою надлишковістю: монографія / Азаров О. Д. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 231 с. ISBN 966-641-089-9.
9. Alexey D. Azarov, Svitlana A. Kyrylashchuk, Sergey V. Bogomolov, Oleksiy Y. Stakhov, Andrzej Kotyra, Orken Mamyrbaev. Selection of the calculus system base for ADC and DAC with weight redundancy. Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and HighEnergy Physics Experiments 2019, 1117662. P. 1117662.1–1117662.7. (6 November 2019); doi: 10.1117/12.2537197.
10. Стеценко, О. М. "Безпека в IoT: захист даних у розподілених системах". — Дніпро: Вид-во ДНУ, 2022. — с. 15-38, 75-88.

Науковий керівник: **Азаров Олексій Дмитрович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: azarov2@vntu.edu.ua

Лукашук Олександр Олександрович – аспірант групи 123-23а, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: o.lukashuk3.14@gmail.com

Supervisor: **Azarov Olexiy** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Computer Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsia, e-mail: azarov2@vntu.edu.ua

Oleksandr Lukashuk – Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: o.lukashuk3.14@gmail.com