

Інноваційні бездротові сенсорні мережі для моніторингу якості ґрунту в сільському господарстві

Анотація

У статті розглядається аналіз процесу моніторингу якості ґрунту з використанням бездротових сенсорних мереж. Описано важливість моніторингу для сільського господарства та охорони навколишнього середовища, особливо в контексті зміни клімату та зростання населення. Представлено бездротові сенсорні мережі як інноваційний засіб для збору даних про стан ґрунту та їх переваги. Також звернуто увагу на важливу проблему енергоефективності в сенсорних мережах і можливості її вирішення. В статті подані приклади успішного використання бездротових сенсорних мереж для моніторингу якості ґрунту в аграрному секторі.

Ключові слова: Моніторинг ґрунту, бездротові сенсорні мережі, параметри ґрунту, сенсори, енергоефективність, передача даних на великі відстані.

Abstract

The article provides an analysis of soil quality monitoring using wireless sensor networks. It describes the importance of monitoring for agriculture and environmental protection, especially in the context of climate change and population growth. Wireless sensor networks are presented as an innovative means of collecting data on soil conditions and their advantages. The article also highlights the critical issue of energy efficiency in sensor networks and potential solutions. Successful examples of using wireless sensor networks for soil quality monitoring in the agricultural sector are provided.

Keywords: Soil monitoring, wireless sensor networks, soil parameters, sensors, energy efficiency, long-distance data transmission.

Вступ

Моніторинг якості ґрунту є ключовим аспектом сучасного сільського господарства та охорони навколишнього середовища. Якість ґрунту має вирішальне значення для досягнення високих врожаїв сільськогосподарських культур, а також впливає на безпечність та якість продуктів харчування, які споживає людство. Окрім того, стан ґрунту є важливим фактором для збереження біорізноманіття та стабільності екосистем. Зростання світового населення та зміна клімату роблять моніторинг ґрунту надзвичайно актуальним завданням. В останні десятиліття зросла популярність використання бездротових сенсорних мереж для моніторингу якості ґрунту. Цей інноваційний підхід надає можливість отримувати неперервний потік даних про стан ґрунту в режимі реального часу. Використання сенсорів, розташованих в ґрунті, на поверхні землі та в атмосфері, дозволяє збирати дані про різні параметри, такі як вологість, температура, рівень рН, концентрація поживних речовин та багато інших характеристик ґрунту [4].

Огляд бездротових сенсорних мереж для моніторингу якості ґрунту

Використання бездротових сенсорних мереж для моніторингу якості ґрунту є інноваційним та ефективним підходом до збору даних. Бездротові сенсорні мережі складаються з великої кількості датчиків, які розташовані на певній площині та здатні передавати інформацію безпосередньо на оброблювачі даних. Ця концепція дозволяє отримувати дані в реальному часі та надає можливість швидко реагувати на будь-які зміни в стані ґрунту. Бездротові сенсорні мережі можуть бути використані для моніторингу в різних масштабах, від окремого поля до великих територій. Однією з основних переваг використання бездротових сенсорних мереж є їхня гнучкість та можливість легко масштабувати систему відповідно до потреб. Датчики можуть бути розташовані в будь-якому місці, що потребує моніторингу, і забезпечувати збір даних на великих відстанях. Для успішного моніторингу якості ґрунту використовуються різні види датчиків. Основними параметрами, які вимірюються, є вологість ґрунту, температура, рівень рН, концентрація поживних речовин. Однією з головних проблем у використанні бездротових сенсорних мереж є споживана енергія. Датчики, розташовані на відкритому повітрі або в глибині

грунту та мають обмежене джерело живлення, яке часто базується на батареях або сонячних панелях. Зменшення споживаної енергії є важливою задачею для забезпечення тривалого функціонування сенсорних мереж та збільшення їхньої ефективності. У світі існують численні приклади вдалого використання бездротових сенсорних мереж для моніторингу якості ґрунту. Один із прикладів - використання таких мереж для контролю якості ґрунту побудованих на технології LoRaWAN. Технологія LoRaWAN (Low Power Wide Area Network) вражає своєю здатністю передавати дані на значні відстані з мінімальним споживанням енергії [2].

Це досягається завдяки декільком факторам:

- **Довгий діапазон:** Технологія LoRa працює в діапазоні радіочастотних хвиль, який забезпечує далекий діапазон дії сигналу. Один LoRaWAN-шлюз може охоплювати відстань до 15 кілометрів в сільських районах, а в міських умовах ця відстань може становити від 2 до 5 кілометрів.
- **Тривалий час передачі:** Передача даних у мережі LoRaWAN відбувається у спеціальних інтервалах, коли пристрій включається для відправки і прийому даних. Пристрої можуть бути в сплячому режимі або в низькопотужному режимі протягом тривалого періоду часу, в результаті це зменшує споживання енергії. Тобто передача даних споживає енергію лише під час періодичних включень.
- **Динамічний діапазон:** Технологія LoRaWAN може працювати в різних режимах передачі даних, включаючи режими з високою і низькою потужністю передачі. Прошивки та конфігурація можуть бути налаштовані так, щоб визначити потреби в споживанні енергії та діапазоні дії, в залежності від вимог конкретного застосування.
- **Подвійний режим роботи:** LoRaWAN використовує подвійний режим роботи для передачі даних. Це включає в себе передачу даних на високій потужності для досягнення великої відстані, а також відповідь на низькій потужності від вузла до шлюзу. Це робить технологію LoRa ефективною як для передачі на великі відстані, так і для отримання даних на великій відстані [1].

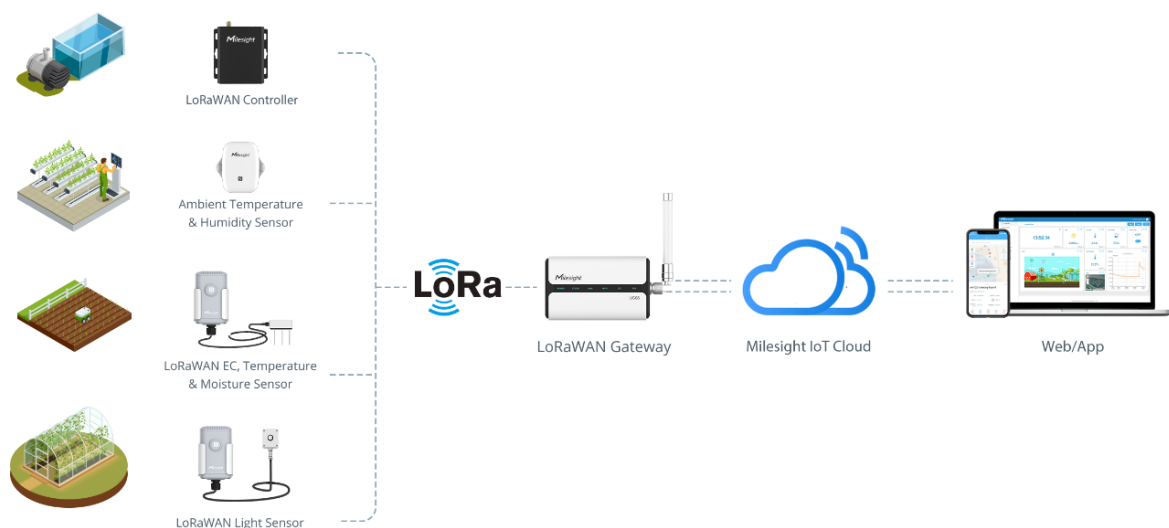


Рис. 1. Схема передачі даних від датчиків для агромоніторингу до кінцевого користувача за технологією LoRaWAN.

Алгоритм дії технології LoRaWAN в сільськогосподарській сфері

1. **Датчики отримують дані:** Датчики вимірюють різні параметри, такі як температура, вологість ґрунту, рівень рН, освітленість тощо. Вони зазвичай працюють на батареях та можуть бути розташовані на великих відстанях один від одного.
2. **Перетворення на цифрові дані:** Датчики перетворюють отримані результати на цифрові дані, готові для передачі.

3. Формування пакетів даних: Дані групуються в пакети, які готові для відправки через мережу LoRaWAN.

4. Вибір шлюзів: Пакети даних передаються до ближніх шлюзів LoRaWAN, які приймають сигнал від датчиків. Шлюзи можуть бути встановлені на фермі та мати діапазон дії від декількох кілометрів до декількох десятків кілометрів.

5. Передача до мережі: Шлюзи передають пакети даних до мережі LoRaWAN, яка може бути розподілена на декілька рівнів. Мережевий сервер обробляє пакети даних та керує їх маршрутизацією до кінцевого пункту призначення.

6. Передача до пристроїв виведення інформації: Дані надсилаються до віддаленого пристрою чи платформи, яка обробляє та аналізує дані. Це може бути веб-портал або моніторингова система.

7. Аналіз та дії: Фермери можуть отримувати дані в реальному часі і аналізувати їх для прийняття рішень. Наприклад, вони можуть реагувати на зміни в показниках, такі як підвищена вологість ґрунту, яка може вказувати на необхідність поливу, і наприклад увімкнути автоматичний насос [3].

Висновок

У висновку можна підкреслити, що технологія LoRaWAN є інноваційним та потужним інструментом для сучасного сільськогосподарства. Вона дозволяє фермерам спостерігати та контролювати різні параметри ґрунту та рослин в режимі реального часу, зменшуючи витрати та збільшуючи врожайність. Завдяки низькому споживанню енергії та можливості передачі даних на великі відстані, LoRaWAN стає ефективним рішенням для сільськогосподарських господарств. Такий підхід може сприяти зростанню продуктивності, забезпечувати сталість виробництва та сприяти сталому розвитку агропромисловості в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Milesight Offers a LoRaWAN Solution to Create Smart Agriculture [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://www.milesight.com/company/blog/lorawan-smart-agriculture-solution>. Дата звернення: Жовтень 25, 2023.

2. Basics of LoRa Technology for Crop and Livestock Management [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://www.ndsu.edu/agriculture/ag-hub/publications/basics-lora-technology-crop-and-livestock-management>. Дата звернення: Жовтень 25, 2023.

3. LoRa Sensors Based Agriculture Remote Monitoring System [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://www.renkeer.com/lora-sensors-based-agriculture>. Дата звернення: Жовтень 25, 2023.

4. Панас, Р., Маланчук, М. (2013). Сучасні проблеми здійснення моніторингу ґрунтового покриття України. Геодезія, картографія і аерофотознімання, – 2013. - №78. – С. 201 - 205.

Кропив'янський Євгеній Олександрович – аспірант, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: machete325@gmail.com.

Кропив'янський Євгеній О. — postgraduate, faculty of information electronic systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: machete325@gmail.com.

Звягін Олександр Сергійович — канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zviahin86@gmail.com

Zviahin Oleksandr S. — Cand. Sc., Assistant Professor of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: zviahin86@gmail.com