

**КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ ЗОВНІШНЬОГО МОНІТОРИНГУ
ВЕЛИКИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ**

Дєєв С. Д.

Науковий керівник — д.т.н., проф. Кривуля Г. Ф.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. АПОТ,
м. Харків, Україна

To ensure operation, it is proposed to carry out testing of the sensor network using anchor nodes with a global positioning system, for localization when deploying the network and ensuring its normal operation. The number of test nodes is determined by the Hamming number depending on the total number of nodes used. This means that the more nodes in the network, the more test nodes are needed to diagnose our system and obtain correct data. Also it should provide correct result for all customers who will use it in a right way regarding instruction.

Вступ. Останні досягнення в галузі бездротових технологій дозволили використовувати широкомасштабні бездротові сенсорні мережі (Large Wireless Sensor Network, LWSN) як новий клас великих мережевих систем, що містять сотні й навіть тисячі вузлів датчиків, розміщених у великому регіоні. Існує широкий спектр застосування LWSN, таких як моніторинг навколишнього середовища, наукове спостереження, виявлення надзвичайних ситуацій, польове спостереження, спостереження за структурою складних об'єктів. LWSN зазвичай складається з вузлів, які представляють собою як невеликі портативні вбудовані обчислювальні системи, з'єднані зі спеціалізованими перетворювачами та радіостанціями для зв'язку на малій відстанні. Вони здатні автономно контролювати, обробляти і передавати різні параметри в становлених місцях протягом тривалих періодів часу, використовуючи дуже обмежену енергію і часто без будь-якого обслуговування протягом терміну їх служби.

Зміст дослідження. Застосування LWSN для моніторингу складних об'єктів пов'язане з розташуванням вимірювальних сенсорів. Контроль поточного стану складних об'єктів із застосуванням LWSN вимагає великої кількості сенсорів і є складним технічним завданням. Збір даних для заданого простору в реальному часі здійснюється сенсорною мережею. Кожен наданий вимір пов'язаний з розміщенням вузла датчика в просторі, процес локалізації по відношенню до локальної (глобальної) системи координат для кожного вузла має бути виконаний з необхідною точністю.

Сенсорні вузли на великому просторі зазвичай випадково розгортаються, тому вони не мають попередньої інформації про своє місцезнаходження. Оснастити кожен сенсорний вузол GPS через високу вартість та енергоспоживання неможливо для великомасштабного розгортання. Тому визначення положення з невідомими координатами

сенсорних вузлів (локалізацією) є однією з ключових технологій LWSN. Процедура локалізації в мережі виконується за допомогою якорних вузлів часто й носить ітераційний характер. Оскільки якорів значно менше, ніж невідомих вузлів, тому деякі невідомі вузли локалізуються сусідніми локалізованими. Розподілена локалізація дозволяє кожному вузлу оцінювати власне місце розташування без центрального блоку управління, що полегшує великі накладні витрати на зв'язок, тож вони більше підходять для вузлів локалізації LWSN, ніж централізовані методи. Отже, мета локалізації – це знайти фізичні координати для всіх вузлів датчиків.

У цій роботі, щоб забезпечити необхідні вузли LWSN локалізацією, пропонується провести тестове діагностування мережі з використанням якорних вузлів. Кількість таких тестових вузлів дорівнює числу Хеммінга в залежності від загального числа вузлів мережі й вираховується як $k = 2k - m - 1$, де k – кількість тестових вузлів, m – загальне число вузлів LWSN. Кожен вузол в процесі локалізації отримує свій номер аналогічно номеру поточного розряду для двійкової послідовності. Якорні вузли мережі нумеруються як числа Хеммінга і займають позиції в числовій послідовності від 1 до k , тобто 1, 2, 4, 16, 32, 64... Після проведення тестового діагностування мережі з використанням вибраних якорних вузлів процедура локалізації забезпечується тільки справними сенсорами.

Системи визначення місцезнаходження використовують три методи. Перший виміряє потужність отриманого сигналу (RSS) як простий спосіб оцінки відстані між вузлами. Другий підхід використовує кут прибуття сигналу від двох або більше вузлів, щоб оцінити розташування сенсора, який передав сигнал. Останній метод вимірює різницю в часі надходження сигналу до кількох якорних вузлів із відомим місцеположенням, щоб оцінити розташування потрібного вузла.

Висновки. Тестове діагностування поліпшує якість мережі тому що радіозв'язок між вузлами може бути непередбачуваним, особливо під час атмосферних явищ (наприклад, дощ, сніг, мороз, туман), із-за росту рослин і листів або їх руху із-за вітру, або із-за бруду та комашиних гнізд на вузлах, великими добовими коливаннями температури.

Список використаних джерел:

1. Y. Qu, W. Han, L. Fu et al., «LAINet - A wireless sensor network for coniferous forest leaf area index measurement: Design, algorithm and validation, Computers and Electronics in Agriculture», vol. 108, pp. 200–208, 2014.
2. G. Krivoulya, V. Shcherbak Intellectual Functional Diagnosis of Large Objects Using Sensor Network. IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) Proceeding of international conf. Varna, Bulgaria, September 4 – 7, 2020, pp.507-511.