

## МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВУЗЛІВ В БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Яцків В.В., Семенець В.І.

Тернопільський національний економічний університет

На сьогоднішній день у всьому світі усе більш пильну увагу привертають до себе "безпроводні сенсорні мережі" (Sensor Networks). Поняття "Сенсорна мережа" з'явилося порівняно недавно але на сьогоднішній день є вже сталим терміном, що позначає розподілену, стійку до відмови окремих елементів мережу, що складається з великого числа малогабаритних напівпроводникових приладів, що обмінюються інформацією по безпроводному каналу. Кожен пристрій може містити різні датчики фізичних параметрів довкілля (рух, світло, температура, вологість, тиск і так далі), а також засоби для первинної обробки та зберігання отриманих даних.

Безпроводні сенсорні мережі малого радіусу дії з низьким використанням енергії часто використовуються для збору інформації від багатьох датчиків, розміщених в будівлі або на відкритій території. При вирішенні деяких задач потрібно знати координати сенсора, від якого поступив сигнал. Це є складним завданням, якщо при установці сенсорів не було можливості точно виміряти їх координати або сенсори встановлювалися на рухомих об'єктах. У таких випадках актуальною є задача оперативного визначення координат вузла [1].

Найбільш простим методом визначення відстані до вузла є індикація рівня прийнятого сигналу (Received Strength Signal Indication). Будь-який безпроводний канал за стандартом IEEE 802.15.4 має протокольну функцію оцінки якості зв'язку (Link Quality Indicator), дія якого зводиться до визначення потужності прийнятого сигналу. Результат цього вимірювання можна вивести, відкалібрувати по відомій відстані і оцінити дальність до джерела.

Вимірювання відстані проводиться таким чином. Приймач з логарифмічною амплітудною характеристикою приймає сигнали, по яких вбудований індикатор RSSI формує 8-розрядний код RSSIVAL.

Цей код виходить в результаті усереднювання по восьми періодах (128 мкс) прийнятого сигналу і забезпечується бітом стану, який вказує, коли RSSIVAL є правильним (тобто приймач мав можливість прийняти принаймні вісім періодів). Потужність прийнятого сигналу  $P$  (дБм) обчислюється за формулою:

$$P = RSSI_{VAL} + RSSI_{OFFSET}, \text{ де } RSSI_{OFFSET} \text{ — емпірично підібрана константа (45 дБм).}$$

Оскільки в ідеальних умовах потужність обернено пропорційна квадрату відстані, то логарифм потужності просто пропорційний відстані з деяким коефіцієнтом, який встановлюється також емпірично. Даний підхід реалізований в мікроконтролерах ZigBee фірми TI серії CC2431 [2].

Метод на основі RSSI має ряд істотних обмежень, оскільки рівень сигналу є дуже змінним параметром. Даний метод придатний для вимірювання на відстанях (до 10 м).

Інший підхід заснований на вимірюванні часу проходження сигналу (Time of Flight). Роутер посилає запит на інший вузол, отримує у відповідь сигнал і визначає час його затримки. Повна затримка складається з апаратних затримок при обробці прийнятого і формуванні відповіді сигналів, та часу поширення сигналу між вузлами.

Оскільки технічні затримки відомі з високою точністю, то їх можна відняти з повного значення, і величина, що залишилася, характеризуватиме час проходження сигналу. Помноживши половину часу затримки на швидкість світла, отримаємо відстань між вузлами мережі. У цьому методі забезпечується лінійний зв'язок між відстанню і вимірюваною величиною, і абсолютна точність вимірювання не залежить від відстані. Для підвищення точності використовують багатократні повторення процедури вимірювання. Цей метод ефективний в повному діапазоні дальності роботи мережі (сотні метрів). Похибки при використанні методу TOF істотно менші, ніж при RSSI. Безпроводні мікроконтролери фірми Jennic володіють вбудованими можливостями для визначення відстані між вузлами мережі ZigBee.

### Список використаних джерел

1. Еркін А. Н. Особенности проектирования беспроводных ZigBee-сетей на базе микроконтроллеров фирмы Jennic // Беспроводные технологии. 2010. № 2. 2. Еркін А. Н. Расширение возможностей беспроводных сетей ZigBee: измерение координат узлов // Беспроводные Технологии 2011. №1.