

RSSI МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВУЗЛІВ БЕЗПРОВОДОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ

Бондарук О.А., Петрова В.М.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: alex.bondaruk9@gmail.com

RSSI Localization Method for Wireless Sensor Network Nodes

Wireless sensor network applications require node localization. In some scenarios, explicit node positioning (e.g. GPS) is not possible. This method can be used in wireless sensor networks for positioning nodes. The method is based on the use of additional similar nodes in base stations. Information about the location of built-in units compared with the global location and calculates the correction factor.

Безпроводові сенсорні мережі (БСМ) є мережею з безліччю вузлів - мотів, які з'єднані за допомогою радіоінтерфейсу. Вони можуть застосовуватися в різноманітних галузях промисловості, медицини, сільського господарства, охорони, попередження НС, в побуті, в військових цілях і т.д. для моніторингу і контролю стану деякого контрольованого параметра (рис. 1).

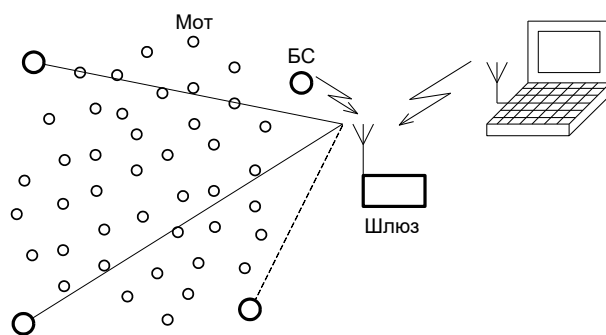


Рис. 1. Фрагмент БСМ.

У БСМ часто виникає необхідність знати місце розташування одного або декількох мотів, значення контрольованого параметра яких відхилилося від норми. Також деякі види маршрутизації в БСМ використовують інформацію про місцезнаходження вузлів для побудови ефективних маршрутів.

Є безліч способів позиціонування об'єктів, але, виходячи особливостей БСМ, ефективно використовуються тільки найбільш прості. Найчастіше це визначення координат мотів за допомогою GPS (Global Positioning System - Система глобального позиціонування) або RSSI (Received Signal Strength Indication - Індикація сили сигналу) [1]. Використання на кожному вузлі БСМ приймача GPS робить мережу занадто дорогою, тому що саме вартість мота визначає вартість мережі в цілому, з огляду на використання в мережі великої кількості вузлів (може досягати десятків тисяч). Тому найбільш прийнятним є метод RSSI, який використовується в безпроводових мережах повсюдно.

RSSI технологія встановлює місце розташування об'єкта, визначаючи відстані до БС по потужності прийнятого пілот-сигналу від БС при відомій потужності переданого по загасання за час поширення.

Величина загасання визначається як:

$$A = \left(\frac{4\pi df}{c} \right)^2, \quad (1)$$

де d - відстань між джерелом і приймачем сигналу, f - частота сигналу, c - швидкість світла.

З (1) можна виразити відстань від джерела сигналу (БС) до мота:

$$d = \frac{c}{4\pi f} \sqrt{A}. \quad (2)$$

Звідси, знаючи відстані від усіх БС, місце розташування мота визначається, як точка перетину кіл (рис. 2).

Координати мота є рішенням системи рівнянь [2]:

$$(x_m, y_m) = \begin{cases} d_A^2 = (x_A - x_m)^2 + (y_A - y_m)^2 \\ d_B^2 = (x_B - x_m)^2 + (y_B - y_m)^2 \\ d_C^2 = (x_C - x_m)^2 + (y_C - y_m)^2 \end{cases}, \quad (3)$$

де d_i - відстань до i -ої БС,

x_m, y_m - шукані координати мота,

x_i, y_i - координати i -ої БС.

Даний метод дозволяє відносно просто і досить точно визначити локальні координати об'єктів, або (при заданих глобальних координатах на БС) шляхом рішення системи рівнянь (3) отримати глобальні координати об'єктів. Простота реалізації алгоритму робить його застосування ефективним в рамках використання на простих обчислювальних системах критичних до енергозбереження. Недоліком даного методу є недостатня точність визначення місця розташування при щільному розміщенні об'єктів невеликих габаритів, яке характерно для БСМ.

В основу розробленого методу покладено метод підвищення точності позиціонування технології RSSI за рахунок застосування $n + 1$ БС (де n - мінімально необхідна кількість БС), в яких додатково встановлені моти, однотипні використовуваним в мережі. Тоді аналогічно позиціонуванню мотів за технологією RSSI проводиться взаємне позиціонування БС: по черзі n БС в ширококомовному режимі розсилають пілот-сигнали, а i -та БС приймає сигнали на встановлений в ній мот, який оцінює відстані до кожної БС по (2) (рис. 3).

Використання на БС додаткового мота, аналогічного мотам мережі, виключає появу помилки (відмінності в рівнях прийнятого пілот-сигналу) через відхилення параметрів приймачів мота і БС. Порівняння глобальних (точних, від GPS) і

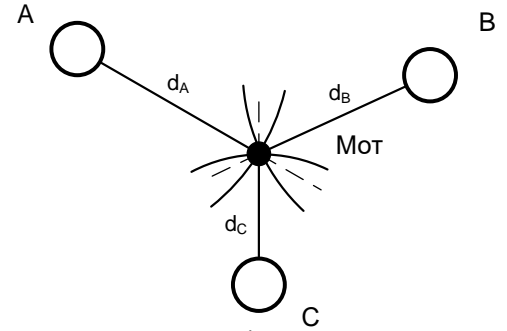


Рис. 2. Позиціонування мота.

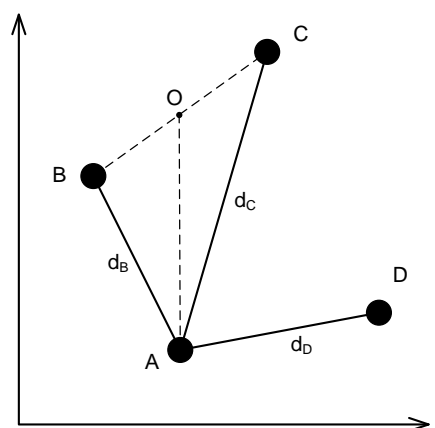


Рис. 3. Розрахунок коригувального коефіцієнту.

локальних (визначаються за технологією RSSI) відстаней від n БС до i -ої дозволяє визначити поправочний коефіцієнт для кожної БС:

$$k = \frac{d_{\Gamma}}{d_{\Delta}}. \quad (4)$$

Інформація про місцезнаходження мотів, що передають інформацію до БС А і В і знаходяться в секторі ВАО (рис. 3), коригується коригувальним коефіцієнтом $k_{AB} = \frac{d_{\Gamma_{AB}}}{d_{\Delta_{AB}}}$, а до БС А і С і знаходяться в секторі ОАС $k_{AC} = \frac{d_{\Delta_{AC}}}{d_{\Gamma_{AC}}}$.

Тобто моти, що визначили свої локальні координати за технологією RSSI упорядковано відповідно нерівностям

$$\begin{cases} k_{AB} \text{ для } y \leq ax + b \\ k_{AC} \text{ для } y > ax + b \end{cases}, \quad (5)$$

де рівняння прямої АТ $y = ax + b$ є рішенням системи рівнянь:

$$\begin{cases} y_O = ax_O + b \\ y_A = ax_A + b \end{cases}, \quad (6)$$

x_O, y_O , - глобальні координати точки О (в найпростішому випадку - середина відрізка),

x_A, y_A , - глобальні координати точки А.

Аналогічно і для інших БС.

У зв'язку з тим, що передбачається, що всі особливості поширення радіохвиль в напрямку від i -ої БС до решти рівномірні в секторах, отриманих шляхом розбиття мережі на околиці БС, то доцільна коригування локальних координат мотів поправочних коефіцієнтів, розрахованим для відповідного сектора.

Таким чином, розроблений метод підвищення точності позиціонування вузлів в БСМ дозволяє досягти більш точної локалізації мотів, при цьому не ускладнюючи апаратурну і програмну частини.

Література

1. Nafarieh A. "A Testbed for Localizing Wireless LAN Devices Using Received Signal Strength," [Text]/ A. Nafarieh and J. How. Communication Networks and Services Research Conference, Halifax, 2008, pp. 481-487.
2. Converting Signal Strength Percentage to dBm Values [Електронний ресурс]/ WildPackets, November, 2002. – 11 С. Режим доступа: http://www.wildpackets.com/elements/whitepapers/Converting_Signal_Strength.pdf.
3. Chaczko Z. Methods of sensors localization in wireless sensor networks / Z. Chaczko, R. Klempous, J. Nikodem, M. Nikodem // In Engineering of Computer-Based Systems, 2007. ECBS'07. 14th Annual IEEE International Conference and Workshops, pp. 145–152. IEEE, 2007.