

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ВУЗЛІВ БСМ ПРИ ВІДСУТНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ТОПОЛОГІЮ МЕРЕЖІ

Поліник С.А., Петрова В.М.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: valentynapetrova@gmail.com

Determining the location of nodes WSN in the absence of information about the network topology

The task of positioning units WSN in the absence of information about the network topology (initially - initialize the network) without the use of additional modules and complex optimization problems, with the greatest possible precision and minimal costs for energy consumption are currently not addressed and, therefore, this relevant area for further research.

Безпроводова сенсорна мережу (БСМ) - це розподілена, самоорганізуюча мережа, що має безлічі датчиків і виконавчих пристроїв, об'єднаних між собою за допомогою радіоканалу. До складу датчиків зазвичай входять автономні мікрокомп'ютери (контролери) з живленням від батарей і приймачі, що дозволяє їм самоорганізовуватися в спеціалізовані мережі, зв'язуючись один з одним і обмінюючись даними за допомогою радіозв'язку. Існує велика кількість робіт, де метою дослідження є характеристики телекомунікаційної взаємодії об'єктів БСМ. Це і питання, пов'язані з організацією роботи мережі (протоколи різних рівнів моделі OSI), створенням енергоефективних алгоритмів, розробкою ПЗ, визначенням місця розташування об'єктів щодо один одного, прив'язкою до географічних координат і т. п.

На сьогоднішній день опубліковано ряд робіт на основі інформації про взаємне розташування об'єктів, яка доступна в процесі роботи (визначення відстані, напрямки, азимута і ін.). Завдання визначення місця розташування вузлів БСМ при відсутності інформації про топологію мережі (на початковому етапі - ініціалізації мережі), без використання додаткових модулів і складних оптимізаційних задач, з максимально можливою точністю і мінімальними витратами по енергоспоживанню на даний момент не вирішена, а, значить, дана область актуальна для проведення подальших досліджень.

Аналіз існуючих алгоритмів взаємодії об'єктів БСМ. Основною перешкодою на шляху розвитку сенсорних мереж є складність проектування за рахунок того, що кожна окрема сенсорна мережа потребує індивідуального підходу з великою кількістю проміжних етапів [1]. Вибір алгоритмів і протоколів взаємодії об'єктів мережі ускладнений тим, що всі протоколи покликані ефективно вирішувати тільки одну або кілька завдань. Тому вже на етапі проектування розробник стикається з тим, що кожна мережа -

індивідуальна система. Наприклад, організація мережі для автоматизації в сфері ЖКГ [2] буде кардинально відрізнятись від організації мережі моніторингу живих організмів, хоча по суті обидві системи є сенсорними мережами. Використання протоколів взаємодії елементів класичних мереж часто не дає позитивного результату в силу специфіки децентралізованої мережі, що не має постійної структури, яка складається з великої кількості вузлів (до десятків тисяч) з автономним живленням. Але, як і будь-яка телекомунікаційна система, БСМ будується за принципами організації інформаційних мереж. Наприклад, завдання високої відмовостійкості мережі (або «функціональної стійкості») концептуально вирішується методами прикладної теорії інформації шляхом введення невпорядкованої структури [3], а завдання самоорганізації, тривалості життя мережі і т. д. - шляхом введення надмірності (це може бути надмірність по числу сенсорів, за кількістю можливих маршрутів, підпрограм і т. д.) [4].

Основні вимоги до БСМ. Ефективність використання енергії має важливе значення для бездротової сенсорної мережі, так як її термін служби повинен бути досить великий. Всі сходяться в думках - кожен алгоритм, протокол, кожна процедура (маршрутизація, позиціонування і т. п.), кожен мережевий аспект (наприклад, топологія) повинні бути оптимізовані по енергоспоживанню, поряд з оптимізацією виконання основної функції, на основі енергоциклів [5]. Існує безліч підходів і системних рішень для підвищення енергоефективності БСМ, але більшість авторів нехтують питаннями економії енергії при різних етапах роботи на протязі її життєвого циклу, таких, наприклад, як етап ініціалізації (розгортання мережі) [6]. Також актуальна оптимізація апаратної платформи, як, наприклад, датчикову апаратура, у якій при значеннях контрольованого параметра «норма» передача інформації не ведеться, а при значеннях «менше норми» і «більше норми» - ведеться передача відповідного сигналу. Протоколи TEEN і ARTEEN [1] ефективно працюють з подібного роду апаратурою.

Спосіб позиціонування в БСМ. Визначення місця розташування вузлів БСМ внутрішніми ресурсами вузла роблять ці мережі привабливими для використання в важкодоступних місцях. Відсутність необхідності використання додаткових модулів роблять вузол БСМ дешевшим, і зменшує енергоспоживання, а, отже, розгортання таких мереж значно спрощується. Після аналізу і порівняння всіх аспектів і особливостей роботи бездротових сенсорних мереж був зроблений висновок, що найбільш ефективним методом позиціонування є спосіб уточнення місця розташування на основі методу RSSI (Received Signal Strength Indication) з поєднаним експериментально-аналітичним циклом. Суть даного методу полягає у взаємному позиціонуванні (NBS +1) базової станції (де NBS - мінімально необхідну кількість БС) за

методом RSSI за допомогою підключення 4 додаткових (надлишкових) сенсорів і визначенні величини неточності (додаткового загасання) в порівнянні з більш точним методом. Для порівняння може бути використаний метод ToF (Time of Forwarding), який має високу точність для відкритого простору, але вимагає великої кількості енергоресурсу для численних ітерацій, тому його застосування недоцільно для позиціонування сенсорів. Визначивши величину додаткового загасання в базі даних сервера проводиться коригування відстані від кожного вузла до базових станцій по формулі:

$$d_k = d_l \frac{k-D}{k} \cdot \left(\frac{4\pi f}{c} \right)^{\frac{-D}{k}},$$

де d_k - коректуючи відстань по методу RSSI, d_l - локальна відстань, k - коефіцієнт ослаблення, D - додаткове затухання, f - частота сигналу, c - швидкість світла. Таким чином, оцінку розташування вузлів з порівняно високою точністю можна отримати вже на етапі ініціалізації мережі, що істотно знижує кількість службової інформації під час розгортання мережі, а, отже, і підвищується енергоефективність способу.

Література

1. Иваненко В. А. Анализ протоколов передачи данных от узлов в беспроводных сенсорных сетях [Текст] / В. А. Иваненко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — 2/10(50). — С. 9—12.
2. Власова В. А. Проблемы ЖКХ и информационные технологии [Текст] / В. А. Власова, А. Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — 2/2(56). — С. 48—53.
3. Иваненко В. А. Информационные аспекты при разработке сенсорных сетей (Часть 1) [Текст] / В. А. Иваненко, А. Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — 3/4(51). — С. 46—49.
4. Иваненко В. А. Информационные аспекты при разработке сенсорных сетей (Часть 2) [Текст] / В. А. Иваненко, А. Н. Зеленин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — 4/2(52). — С. 11—13.
5. Зеленин А. Н. Анализ энергоциклов узлов беспроводных сенсорных сетей [Текст] / А. Н. Зеленин, В. А. Власова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — 3/9(57). — С. 13—17.
6. Зеленин А. Н. Фаза инициализации в беспроводных сенсорных сетях [Текст] / А. Н. Зеленин, В. А. Власова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. — 2012. — № 26. — С. 55—61.