

МЕТОДИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ В БЕСПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Мишко М.С., Валуйський С.В.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: muxas.93@mail.ru

A Positioning Method in Wireless Sensor Networks

The article presents a review of studies of mechanisms of positioning sensors in wireless sensor networks. Considered in the report range of methods allow to judge the accuracy and efficiency of positioning tasks in sensor networks .

Беспровідні сенсорні мережі (wireless sensor networks) – це розподілені мережі, які здатні до самоорганізації і складаються з мініатюрних обчислювально - комунікаційних пристроїв – мотів (від англ. motes – порошинки), або сенсорів. Великий інтерес до вивчення таких систем обумовлений широкими можливостями застосування сенсорних мереж.

Беспровідні сенсорні мережі, зокрема, можуть використовуватися для прогнозування відмови устаткування в аерокосмічних системах і автоматизації будівель. Через свою здатність до самоорганізації, автономність і високу відмовостійкість такі мережі активно застосовуються в системах безпеки. Але найбільше поширення беспровідні сенсорні мережі отримали в області моніторингу довкілля і живих істот.

Часто при використанні беспровідних мереж, виникає завдання – визначити фізичні координати розташування пристроїв мережі. Прив'язка даних, зібраних всією системою до географічних координат потрібна для відображення зібраної інформації на карті і подальшого аналізу. Крім того, така мережа, на відміну від традиційних радіомереж, за наявності вбудованої підсистеми позиціонування окремих об'єктів може бути розгорнута практично де завгодно з мінімальними витратами.

Декомпозиція завдання локалізації вузлів веде до двох проблем: перша пов'язана із заданням системи координат, друга – проблема обчислення відстані між вузлами.

Система координат може бути глобальною (наприклад, якщо джерелом еталонних координат є пристрій, обладнаний GPS). Система координат може бути і відносною, у разі, коли вузли використовують деякі умовні координати.

Сигнальні вузли. Так звані сигнальні вузли використовуються для локалізації мережі в глобальних координатах. Для цього сигнальним вузлам апріорі задані фізичні координати, або вони обладнуються модулями GPS. Для виконання процедури локалізації на площині потрібно мінімум три неколінеарні сигнальні вузли (тобто ті, що не лежать на паралельних прямих) і як мінімум чотири некомпланарні (що лежать на попарно непаралельних площинах) вузли для локалізації в тривимірному просторі[3].

Існуючі алгоритми різними способами використовують сигнальні вузли. Одні алгоритми локалізують вузли у відносній системі координат, потім використовують декілька сигнальних вузлів для перетворення відносних координат в глобальні. Інші використовують сигнальні вузли для безпосереднього обчислення глобальних координат вузлів.

Існує два методи обчислення дистанції на основі радіосигналу. Перший оснований на обчисленні числа стрибків, другий на вимірі сили сигналу.

Методи, основані на аналізі сили сигналу. У теорії енергія радіосигналу убуває пропорційно кореню квадратному з відстані до джерела випромінювання, що робить можливим оцінити відстань на основі наявної інформації про силу сигналу. Недоліками такого підходу є висока обумовленість точності обчислення координат середовищем поширення сигналу : деякі об'єкти можуть поглинати, відбивати або вносити спотворення у форму сигналу. Тому такий підхід не отримав поширення.

Методи, основані на аналізі топології мережі (підрахунок стрибків). У основі методу підрахунку стрибків лежить наступне принципове міркування: якщо будь-які два вузли знаходяться в зоні прямої видимості один одного (тобто можуть вести обмін за допомогою радіопередачі), то дистанція між ними з високою вірогідністю менше ніж R , де R – максимальна дальність передачі радіо[2]. Таким чином, звичайні відомості про маршрути прямування пакетів можуть служити інформацією для виконання процедури локалізації.

Методи, основані на аналізі різниці часу реєстрації сигналу. Існують підходи, де обчислення координат здійснюється з використанням додаткового устаткування (наприклад, різних акустичних приладів). При такому підході досягається велика точність, проте ускладнення устаткування вузлів веде до збільшення сумарної вартості, а також зниження автономного часу роботи вузлів.

У алгоритмах, основаних на оцінці різниці часу приходу сигналу, вузли обладнані динаміком і мікрофоном. У деяких системах застосовується ультразвукове устаткування.

До недоліків таких систем слід віднести додаткове устаткування, необхідне для роботи з аудіо сигналами. А також необхідність калібрування, оскільки мікрофони і динаміки не мають еквівалентних передавальних характеристик[5]. Окрім цього, швидкість поширення звуку в повітрі залежить від температури і вологості, що може вплинути на погіршення процедури локалізації. Окрім цього вузли не завжди знаходяться в зоні прямої видимості.

Методи, основані на аналізі інформації про кути прийому сигналів.
Цифрові компаси. Деякі алгоритми для обчислення координат використовують інформацію про кути приходу сигналів. Така інформація зазвичай збирається за допомогою мікрофонів . Таку інформацію також можна отримати, використовуючи оптичні методи зв'язку.

У таких методах декілька (3-4) рознесених мікрофонів уловлюють один і той же сигнал. Аналізуючи фазу або різницю приходу сигналу в різних мікрофонах, можна визначити кут приходу сигналу.

Подібні методи дають точність близьку до декількох градусів[4]. Проте устаткування, необхідне для обчислення кута сигналу, набагато складніше і дорожче, ніж устаткування, необхідне для аналізу різниці часу приходу сигналу, оскільки кожен вузол повинен мати один динамік і декілька мікрофонів. Окрім цього, для здійснення пеленгації, мікрофони мають бути рознесені, що впливає на розмір пристроїв.

Іноді в комплект устаткування входить цифровий компас. Цифровий компас дає інформацію про орієнтацію вузла в просторі, яка може виявитися корисною разом з інформацією про кут[1].

На практиці, тільки декільком алгоритмам позиціонування потрібна інформація про кути сигналу, інші можуть обходитися без неї.

Представлені результати виконаних досліджень існуючих методів локалізації вузлів. Розглянутий в роботі спектр методів дозволяє судити про точність і ефективність рішення задачі позиціонування в сенсорних мережах.

Література

1. R. Nagpal, H. Shrobe, and J. Bachrach. Organizing a global coordinate system from local information on an ad hoc sensor network. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Processing in Sensor Networks (ISPN '03), Palo Alto, California, April 2003.
2. Priyantha N., Miu A., Balakrishnan H., Teller S. The cricket compass for contextaware mobile applications. In Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom). Rome, Italy: 2001. P. 1–14.
3. Ray S., Lai W., Paschalidis I. Deployment optimization of sensor net-based stochastic location-detection systems. IEEE INFOCOM 2005. 2005. P. 2279–2289.
4. N. Priyantha, A. Miu, H. Balakrishnan, and S. Teller. The cricket compass for contextaware mobile applications. In Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom), pages 1—14, Rome, Italy, July 2001.
5. Mao G., Fidan B. Localization Algorithms and Strategies for Wireless Sensor Networks. New York: Hershey, 2009.