

РОЗВИТОК МЕТОДІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

¹Кожухар І.В., ¹Лисенко О.І., ¹Гетьман О.В., ¹Новіков В.І., ²Фуртат О.В.

*¹Навчально-науковий Інститут телекомунікаційних
систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*²Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського, Україна
E-mail: novikov1967@ukr.net*

DEVELOPMENT OF SYNCHRONIZATION METHODS FOR MOBILE SENSOR NETWORKS

A new synchronization method is proposed for mobile sensor networks that combines internal and external synchronization to achieve improved results in synchronization accuracy and efficiency.

Мобільні сенсорні мережі (МСМ) стають все більш популярними у різних галузях застосування [1-3]. МСМ можуть використовуватись у різних галузях, особливо там, де існує складність або недоцільність використання традиційних мереж. Широкий вибір доступних датчиків та механізмів, легкість у встановленні та експлуатації, компактність та відносно низька вартість допомагають у поширенні та розвитку МСМ.

МСМ є розподіленими системами, в яких у кожного сенсорного вузла є свій власний годинник і власне уявлення про час. Тим не менш, загальна шкала часу серед сенсорних вузлів важлива для визначення причинного зв'язку між подіями у фізичному середовищі, щоб підтримати усунення надлишкових сенсорних даних і в цілому, полегшити функціонування МСМ. Оскільки кожен вузол в сенсорній мережі функціонує самостійно і покладається на свій власний годинник, показання годинників різних сенсорних вузлів будуть відрізнятися. Таким чином, потрібна синхронізація часу (або годинника) для забезпечення того, щоб час зчитування, значною мірою, можна було порівняти [4].

У той час, як методи синхронізації часу для проводових мереж отримали значну кількість уваги, ці методи не застосовні для МСМ через унікальні проблеми, пов'язані з оточенням (конфігурацією, умовами експлуатації) сенсорів МСМ. Ці проблеми включають потенційно більший масштаб МСМ, необхідність в автоматичній конфігурації та надійності, а також потреба збереження енергії. Також більшість методів, які вже запропоновані на сьогоднішній день для синхронізації часу в стаціонарних безпроводових сенсорних мережах (БСМ) не враховують мобільність сенсорних вузлів [4].

У доповіді пропонується комбінований метод внутрішньо-зовнішньої синхронізації, що дозволяє підвищити точність синхронізації часу для МСМ.

Основна ідея запропонованого методу полягає в реалізації синхронізації мобільного сенсорного вузла зі стаціонарним сенсорним вузлом в наступних умовах. Сенсори в мережі будуть синхронізуватися між собою за допомогою методу внутрішньої синхронізації, а мобільний приймач вже буде синхронізуватися з головними вузлами кластерів МСМ за допомогою методу зовнішньої синхронізації (рис. 1).

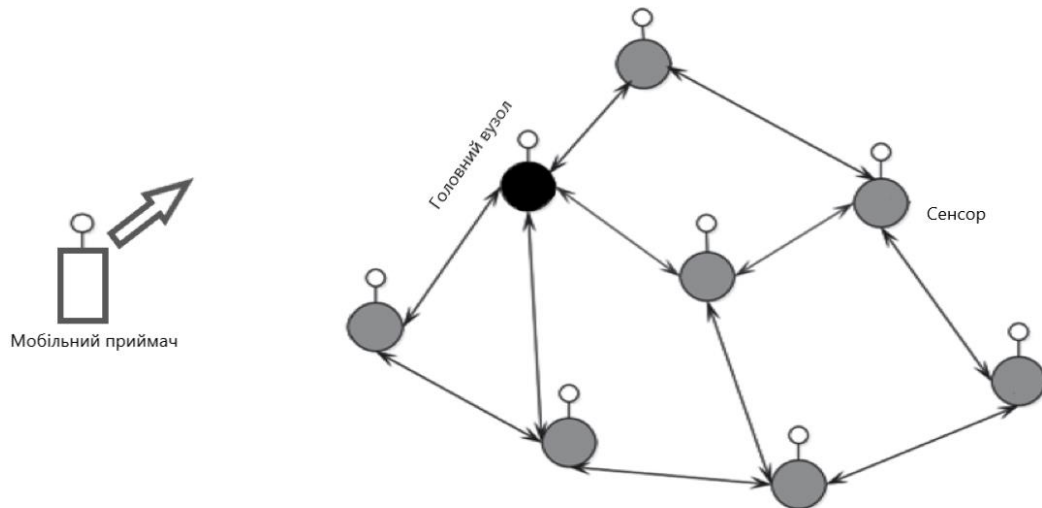


Рис.1. Топологія МСМ, для якій пропонується метод внутрішньо-зовнішньої синхронізації.

Внутрішня синхронізація в МСМ відноситься до процесу, коли годинники всіх вузлів у мережі налаштовуються так, щоб вони були у взаємній узгодженості, незалежно від будь-яких зовнішніх системних годинників. Це означає, що всі вузли в мережі мають спільне розуміння часу, навіть якщо цей час може відрізнятися від зовнішніх опорних точок відліку часу. З іншого боку, зовнішня синхронізація включає налаштування годинників всіх вузлів у відповідності з зовнішнім джерелом часу або системним годинником.

Внутрішня синхронізація зазвичай використовується для забезпечення правильної роботи системи, тоді як зовнішня синхронізація в основному використовується для надання користувачам зручної інформації про контроль часу. Важливо відзначити, що внутрішня синхронізація може виконуватися в "рівноправному" режимі або в режимі "ведучий-ведений". Зовнішня синхронізація не може виконуватися одноранговим способом; для неї потрібен майстер-вузол, який зв'язується зі службою часу, наприклад GPS, для синхронізації ведених пристроїв і самого себе з контрольним часом.

Внутрішня синхронізація

Локальне керування часом: Сенсорні пристрої можуть мати свої внутрішні генератори часу або годинники для виконання операцій відповідно до власних графіків.

Самостійне управління подіями: Вони можуть реагувати на власні події (наприклад, зчитування даних з сенсорів, внутрішні операції тощо) без залучення зовнішніх джерел.

Зовнішня синхронізація

Синхронізація здійснюється через базові станції мобільного зв'язку: Вони можуть використовувати сигнали від мережі мобільного зв'язку для синхронізації часу або отримання інформації про таймінг.

Використання точок доступу Wi-Fi: Wi-Fi точки доступу також можуть надавати можливості синхронізації для сенсорних пристроїв.

Глобальні часові служби, такі як GPS: Вони можуть використовувати сигнали від систем позиціонування (наприклад, GPS) для синхронізації часу та отримання глобальної інформації про місцезнаходження.

Комбінування цих методів синхронізації дозволяє досягти більшої точності та ефективності синхронізації в мобільних сенсорних мережах. Наприклад, внутрішня синхронізація може бути корисною для швидкого реагування на події, які відбуваються на пристрої, тоді як зовнішня синхронізація забезпечує глобальну узгодженість часу та дій між різними пристроями в мережі.

Таким чином, у доповіді запропоновано новий метод синхронізації для МСМ, який поєднує внутрішню і зовнішню синхронізацію для досягнення покращення результатів у точності та ефективності синхронізації. Напрямом подальших досліджень є оцінка ефективності запропонованого методу за різних параметрів та умов функціонування МСМ.

Література

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – Київ: Наукова думка, 2017. – 730 с. Досягнення в телекомунікаціях 2019 / за наук. ред. М.Ю.Ільченка, С.О.Кравчука: монографія. - Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019.- 336 с.
2. Міночкін А.І., Романюк В.А., Жук О.В. Перспективи розвитку тактичних сенсорних мереж// Збірник наукових праць №4. – К.: ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2007. – С. 112 – 119.
3. Лисенко О.І., Романченко І.С., Чумаченко С.М., Данилюк С.Л., Новіков В.І., Тачиніна О.М., Кірчу П.І., Валуїський С.В. Моделі застосування інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі безпілотних авіаційних комплексів у надзвичайних ситуаціях. – К.: НАУ, 2016. – 332 с.
4. Sundararaman, B., Buy, U., and Kshemkalyani, A.D. (2005) Clock synchronization for wireless sensor networks: A survey. *Ad Hoc Networks* 3 (3), 281–323.