

СИНХРОНІЗАЦІЯ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ: МЕТОДОМ БАГАТОЛАНКОВОЇ ТРАНСЛЯЦІЇ ЧАСОВИХ ШКАЛ

Заруцька А.О., Петрова В.Н.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: ZarutskAnastasia@gmail.com

Synchronizing wireless sensor networks: researching of the multiple broadcast timeline

Description of the working cycle of the multiple broadcast timeline. Investigated multi-tier network configuration. Demonstrated resynchronization of time in sensor networks in the multi-tier communications. Synchronization scheme proved resistance to reconfiguring network topology using simulation.

В бездротових сенсорних мережах (БСМ) розходження часу локальних годинників виникає з двох основних причин: насамперед через нестабільність кварцового осцилятора, який задає локальну часову шкалу мережевого вузла або через недетермінованості затримок інформаційної взаємодії між вузлами. Вплив нестабільності годинників може домінувати над впливом затримок мережевої взаємодії, в тому випадку, якщо обмін повідомленнями в мережі здійснюється відносно рідко. У цьому випадку складова похибки, що залежить від затримок при обміні інформацією може вважатися постійною, а похибка, пов'язана з частотою задаючого генератора може накопичуватися з часом. Складність обчислень і необхідний обсяг пам'яті для забезпечення синхронізації можуть зростати з ростом повідомлень.

Незважаючи на велику кількість запропонованих методів синхронізації часу в сенсорних мережах, залишається ряд не вирішених проблем. Основна з яких - проблема багатоланкової синхронізації. На практиці для вирішення проблеми багатоланкової синхронізації використовуються, так звані, алгоритми тимчасової дифузії [1]. Однак, не дивлячись на їх універсальність, ці алгоритми характеризуються низькою швидкістю сходження та високим рівнем енергоспоживання (у разі мереж з великою кількістю вузлів), а також накладають обмеження на масштабованість мережі, мобільність і автономність вузлів, динаміку мережевої топології. Для синхронізації локальних годинників сенсорної мережі, в [2] був запропонований метод синхронізації часу – метод багатоланкової трансляції часових шкал. Весь цикл роботи алгоритму багатоланкової трансляції часових шкал представлений трьома фазами:

- оцінка локальних характеристик;
- трансляція часових міток;
- аналіз часової інформації на вузлі-приймачі.

Перша фаза полягає в неявному накопиченні синхронізуючої інформації про сусідні вузли протягом усього життєвого циклу БСМ. На даній стадії

оцінюється різниця в показаннях і відносний дрейф локальних годинників. Такі оцінки обчислюються виконанням парних циклів синхронізації, для зниження числа мережевих обмінів використовується імовірнісний підхід.

У другій фазі виконується трансляція тимчасових міток від вузла-джерела до базового вузла. Під час передачі часової мітки по багатоланковим маршрутам від вузла-джерела до базового вузла над нею виконуються трансляючі перетворення в локальні часові шкали вузлів-ретрансляторів.

На заключній третій фазі для уточнення результату синхронізації аналізуються мітки отримані за різними маршрутами. При цьому враховується вплив довжини маршруту на похибку багатоланкової синхронізації.

Дослідження багатоланкової конфігурації мережі проводилися за схемою рис.1 Для вимірювання точності синхронізації алгоритмом трансляції часових шкал був застосований так званий зовнішній механізм синхронізації.

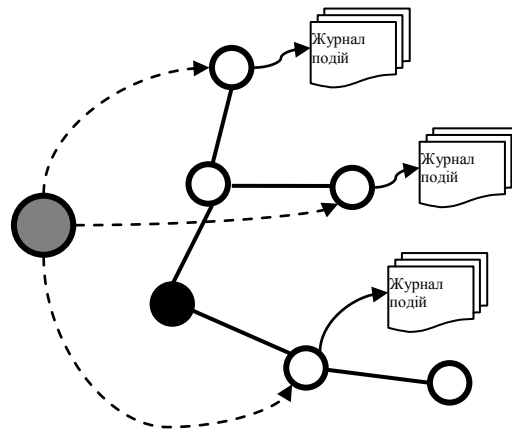


Рис. 1 Схема моделювання: пунктиром показані зв'язку із зовнішнім джерелом еталонного часу для проведення зовнішньої синхронізації

Для демонстрації розсинхронізації часу в сенсорній мережі в процесі багатоланкової передачі повідомлень на рис.2 представлені результати вимірювань параметра. Часова шкала параметра P взята безпосередньо з другого вузла (більш темна суцільна лінія), і з базового вузла, тобто містить часові спотворення (світліша ламана лінія). На діаграмі видно часові розбіжності, викликані роз синхронізацією локальних годинників вузлів БСМ.

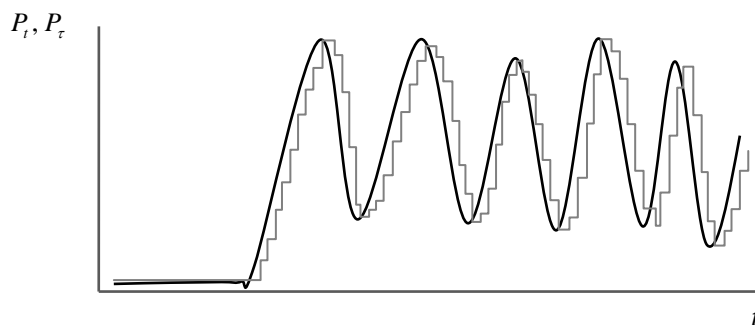


Рис. 2.. Спотворення в часовій шкалі параметра P , викликані багатоланковою передачею часових міток

Однією з задач імітаційного моделювання за допомогою програмного середовища NS2 було доведення стійкості схеми синхронізації до реконфігурації мережевої топології. На рис.3 представлені результати часових вимірів в умовах мобільності мережевих вузлів.

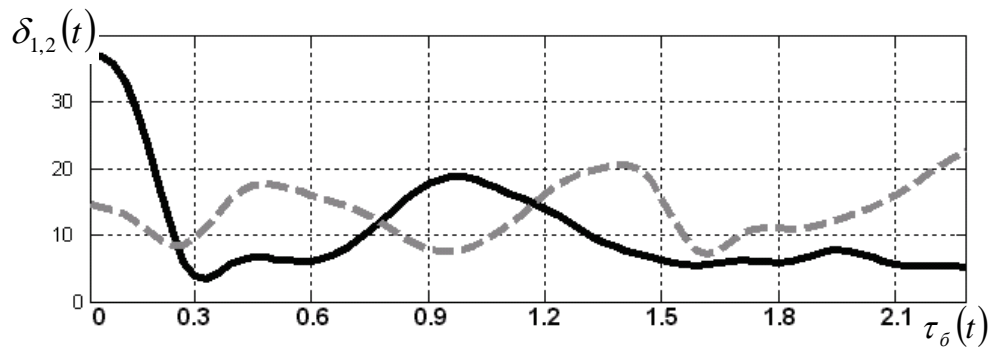


Рис. 3 Залежність точності синхронізації від змін в топології мережевих вузлів. Миттєва точність (у мкс), при фіксації тимчасових міток на базовому вузлі, що приходять з першого (суцільна лінія) і другого (пунктирна лінія) вузлів мережі

Періодичність коливань похибки обумовлена зміною довжини маршруту. При цьому максимальна різниця в показниках локальних годинників не перевищує 20 мкс, але і не досягає субмікросекундної точності (точності еталонного джерела часу базового вузла).

Література

1. W. Su and I. F. Akyildiz. Time-diffusionsyn chronization protocol for sensor networks. IEEE/ACM Transactions on Networking, 13(2): 384–397, 2005.
2. Васенин В.А. Математические модели управления трафиком в Интернете: новые подходы на основе схем TCP/AQM / Васенин В.А., Симонова Г.И. // Автоматика и телемеханика. — 2005. — №8.