

## АНАЛІЗ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ В СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

**Лейко А.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна  
E-mail: leven1996@gmail.com*

### ANALYSIS OF PROTOCOLS OF ROUTES IN SENSOR NETWORKS

The purpose of carried out work is analysis of routing protocols of sensor networks. Characteristics of efficiency of routing protocols are presented in this work and comparing analyze of these protocols was made. The recommendations for their use are given.

Останнім часом БСМ знайшли застосування у широкому колі систем із вимогами та характеристиками, що значно відрізняються. Не дивлячись на наявність сімейства стандартів, багато аспектів роботи та побудови БСМ є не стандартизованими. Використання протоколу, який би ефективно забезпечував роботу БСМ в заданих умовах, при певних параметрах і в залежності від типу вимірюваних величин, є важливою проблемою. Тому ефективність, адекватність одержуваних даних і час життя БСМ безпосередньо залежить від протоколу маршрутизації.

Аналізуючи наступні протоколи можна визначити їх основні параметрами, які впливають на вибір протоколів для конкретних цілей.

В таблиці 1 приведено порівняльну таблицю протоколів маршрутизації сенсорної мережі [1].

Таблиця 1. Порівняльна таблиця протоколів маршрутизації в сенсорній мережі

Протокол маршрутизації	Класифікація	Енергозбереження	Агрегація даних	Масштабованість	По запиту
SPIN	Однорідний/ Ініційована джерелом/ Дата-орієнтований	Обмежено	Так	Обмежено	Так
DD	Однорідний/ Дата-орієнтований/ Ініційована метою	Обмежено	Так	Обмежено	Так
RR	Однорідний	Низька	Так	Висока	Так
LEACH	Ієрархічний /Ініційована метою /Вузло-орієнтований	Висока	Так	Висока	Ні
TEEN & APTEEN	Ієрархічний	Висока	Так	Висока	Ні
PEGASIS	Ієрархічний	Макс.	Ні	Висока	Ні
SOP	Ієрархічний	Низька	Ні	Висока	Ні
GAF	Ієрархічний / За розміщенням	Обмежено	Ні	Висока	Ні
GEAR	За розміщенням	Обмежено	Ні	Обмежено	Ні
SAR	Дата-орієнтований	Висока	Так	Обмежено	Так
SPEED	За розміщенням/ Дата-орієнтований	Низька	Ні	Обмежено	Так

Протокол маршрутизації	Кількість службової інформації	Модель доставки даних	Локалізація	Мобільність	QoS	Кількість службової інформації
SPIN	Низька	Керується подією	Ні	Можлива	Ні	Низька
DD	Низька	Керується вимогою	Так	Обмежена	Ні	Низька
RR	Низька	Керується вимогою	Ні	Дуже обмежена	Ні	Низька
LEACH	Висока	Керується головним вузлом кластера	Так	Фіксований	Ні	Висока
TEEN & APTEEN	Висока	Активний поріг	Ні	Фіксований	Ні	Висока
PEGASIS	Низька	На основі ланцюгів	Так	Фіксований	Ні	Низька
SOP	Висока	Неперервна	Ні	Ні	Ні	Висока
GAF	Змінна	Віртуальна решітка	Ні	Обмежена	Ні	Змінна
GEAR	Змінна	Керується вимогою	Ні	Обмежена	Ні	Змінна
SAR	Висока	Неперервна	Ні	Ні	Так	Висока
SPEED	Низька	Географічна	Так	Ні	Так	Низька

Порівнюючи приведені протоколи не можна зробити висновок, що один із них є найкращим, але очевидно, що кожний протокол маршрутизації буде «сильнішим», а також буде виконувати поставлені задачі правильно і з максимальним забезпеченням якості обслуговування, якщо поставити правильне технічне завдання, а також коректно вибрати протокол маршрутизації. Звичайно, ефективна робота бездротової сенсорної мережі залежить також і від інших чинників, таких як: локалізація вузлів, кількості вузлів, фізичних характеристик вузлів, зовнішньої захисної оболонки і т.д. Але основним чинником є протокол маршрутизації [2].

1. Протоколи сімейства SPIN добре підходять для додатків, де вузли мобільні, так як їм необхідно тільки локальна інформація про сусідів. Недоліком протоколів являється те, що вони не гарантують доставку даних

2. Directed Diffusion використовує обробку/об'єднання даних усередині мережі. Досягає бажаної глобальної поведінки за допомогою локальної взаємодії. Емпірично адаптується до навколишнього оточення.

3. Rumor Routing працює добре тільки коли кількість подій мала. Має зайві витрати на підтримку великої кількості агентів і таблиці подій.

4. LEACH дозволяє проводити обробку даних на cluster-head'i, що може зменшити кількість даних переданих по мережі. Оптимальна кількість кластерів може бути визначено заздалегідь залежно від топології мережі і відношення витрат на обробку/передачу інформації. Перша «смерть» вузла відбувається у вісім разів пізніше, ніж при використанні прямої передачі і статичних кластерних протоколів

5. PEGASIS формує не кластери, а ланцюжки. Дані передаються по ланцюжку і один вузол їх посилає. Краще ніж LEACH за енергетичними показниками. Великі затримки для вузлів на кінцях ланцюжка.

6. TEEN добре підходить для додатків критичних до часу. Має менші енергетичні витрати ніж проактивні протоколи. «М'яка» межа може адаптуватися. «Жорстка» межа може варіюватися в залежності від додатків. Не підходить для періодичного моніторингу.

7. APTEEN: на відміну від TEEN вузол повинен зібрати і передати дані, якщо вони не були відправлені за певний період часу (count time), який встановлюється СН. У порівнянні з алгоритмом LEACH, APTEEN споживають меншу кількість енергії. Має накладні витрати і складність формування багаторівневих кластерів і організації порогових функцій.

8. SOP підходить для додатків де потрібний зв'язок з певним вузлом. Має невеликі витрати на підтримку таблиці маршрутизації. Збереження енергії: використання обмеженого підмножини вузлів. Даний протокол не є протоколом «на вимогу» особливо, що стосується організаційної фази. Існування безлічі розривів підвищує ймовірність реорганізації мережі (витратна операція).

9. GAF - протокол який погано масштабується. Тільки активні вузли посилають інформацію, тому точність інформації не дуже висока.

10. SAR: вибір маршруту залежить від трьох чинників: енергетичні ресурси, QoS на кожен маршрут і рівень пріоритету пакета.

11. SPEED: Кожен вузол зберігає інформацію про своїх сусідів і використовує географічну інформацію для знаходження шляхів [3]. Прагне гарантувати постійну швидкість доставки. Вибирає маршрут на основі затримки відповіді на запит.

## Література

1. В. М. Безрук, Восточно-Европейский журнал передовых технологий / В. М. Безрук, А. Н. Зеленин, В. А. Власова, Ю. В. Скорик, Ю. Н. Колтун // Міжнародний наукометричний науковий журнал, 2016.
2. Зеляновський М. Ю. Методи і протоколи обміну даними сенсорних мереж [Текст] / М. Ю. Зеляновський, О. В. Тимченко. – Київ: Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України., № 46, pp. 176-183, 2008.
3. Tian H. SPEED: A stateless protocol for real-time communication in sensor networks [Text] / H. Tian, J. A. Stankovic L. Chenyang, T. Abdelzaher // 23rd International Conference on Distributed Computing Systems, 2003.
  1. Villalba L. J. G. Routing Protocol in Wireless Sensor Networks [Text] / L. J. G. Villalba, A. L. S. Orozco, A. T. Cabrera, C. J. B. Abbas // Sensors. – 2009. – Vol. 9. – P. 8399–8421.