

Туранська О.С.

студент,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

На сьогоднішній день використання безпроводних сенсорних мереж (БСМ) є перспективною і невід'ємною частиною розвитку сучасних телекомунікацій та вирішення завдань широкого кола значень. Основними особливостями БСМ є самоорганізація і адаптивність до змін в умовах експлуатації, тому потрібні мінімальні витрати при розгортанні мережі на об'єкті і при подальшому її супроводі в процесі експлуатації. Саме це приваблює користувачів БСМ, яких стає все більше з кожним днем. Тому постійно виникає необхідність покращення характеристик БСМ, однією з яких є надійність.

Головною перевагою систем на основі сенсорних мереж є надійність мережі в цілому – в разі виходу з ладу одного з вузлів інформація передається через сусідні елементи.

Оскільки, безпроводні сенсорні мережі дуже популярні в наш час, перед їх розробниками завжди стоїть задача з покращення характеристик цих мереж. Однією з таких характеристик є надійність. Найбільш суттєвими факторами, що впливають на надійність мережі є: надійність апаратного та програмного забезпечення вузлів, область розгортання мережі, взаємне розташування вузлів, період регламентного обслуговування мережі, інтенсивність збору та передачі інформації кінцевими вузлами (вузли, оснащені сенсорами і здійснюють вимірювання), розмір переданих пакетів інформації. В даній ситуації потрібно знайти компромісне рішення, яке дозволить покращити надійність передачі даних і при цьому мережа залишиться економічно вигідною.

Для підвищення надійності БСМ був запропонований метод, який складається з двох частин: вибір оптимального алгоритму маршрутизації та підвищення надійності акумулятора датчика.

Для аналізу даного методу була запропонована математична модель та проведено математичне моделювання.

Розробка математичної моделі. Математична модель була побудована за такими етапами:

1. Порівняння алгоритмів маршрутизації в БСМ
2. Методи підвищення «часу життя» мережі
3. Збільшення «часу життя» кінцевого пристрою та маршрутизаторів

Порівняння алгоритмів маршрутизації в БСМ. Існує декілька основних алгоритмів маршрутизації в БСМ. Ми розглядали: SPIN, Directed Diffusion, Rumor Routing, LEACH, PEGASIS, TEEN, APTEEN, SOP, GAF, GEAR. Порівняння проводилось за такими показниками: основанийість на атрибутах, енергетична ефективність, тип алгоритму, Multipath та ієрархічність. За результатами порівняння можна зробити висновок, що основними алгоритмами маршрутизації, оптимізованими для підвищення енергетичної ефективності

безпроводних сенсорних мереж, є: GAF, LEACH, PEGASIS, TEEN, APTEEN, SOP та GEAR.

Щоб забезпечити необхідну надійність мережі недостатньо передавати пакет лише по одному шляху, оскільки при відмові одного вузла, що входить в склад маршруту, по якому передаватиметься пакет, передача стане неможливою. Для підвищення надійності безпроводних сенсорних мереж необхідно застосовувати протоколи з декількома маршрутами. Проте зрозуміло, що при передачі по декількох маршрутах буде використано більшу кількість датчиків, а це веде до швидшого їх розрядження, що, в свою чергу призводить до зниження енергетичної ефективності мережі. Тому виникла потреба розглянути також поняття надійності самого вузла.

Методи підвищення «часу життя» мережі. До найбільш простих методів належать поліпшення апаратних характеристик пристроїв: зменшення енергоспоживання окремих компонентів, оптимізація їх розміщення на кристалі або друкованій платі або збільшення ємності батарей.

Проте, слід зазначити, що у способу є як фізичні так і вартісні обмеження. Крім того, використання великих по ємності батарей неминуче призводить до збільшення розміру пристроїв, в той час як сама концепція сенсорних мереж передбачає їх мініатюрність.

З точки зору програмних алгоритмів обробки даних на вузлах системи можливі такі варіанти:

- стиснення даних;
- накопичення даних і їх подальша передача великими блоками.

Останні дослідження в області мініатюрних перетворювачів альтернативної енергії (МЕН, Micro-Energy Harvesters) [4] відкрили ряд можливостей для створення повністю автономних вузлів сенсорної мережі при збереженні їх невеликих розмірів. Відомий ряд готових рішень для підключення сенсорних вузлів до мініатюрних сонячних батарей, перетворювачах вібраційної енергії і термогенератора на основі елемента Пелетєє.

Однак на сьогоднішній день жодне з рішень по збору та перетворення альтернативної енергії ще не знайшло масового застосування в реальних мережах через високу вартість, що включає в себе витрати на регулярне обслуговування. Проте в перспективі даний підхід може стати одним з провідних.

Поняття часу життя. Поняття енергоефективності часто не відрізняються від поняття часу автономної роботи. Тобто вважається, що більший час автономної роботи забезпечує більшу енергоефективність. Тому необхідно таке визначення часу життя мережі, яке б включало в себе деякі вимоги щодо забезпечення якості обслуговування, яким мережа повинна задовольняти.

До найбільш простих методів збільшення часу автономної роботи належать поліпшення апаратних характеристик пристроїв: зменшення енергоспоживання окремих компонентів, оптимізація їх розміщення на кристалі або друкованій платі або збільшення ємності батарей. Для вирівнювання споживаної потужності всіх вузлів мережі використовують різні методи енергетичного балансування: індивідуальний підбір ємності батарей в залежності від положення пристроїв в структурі мережі і виконуваних ними

функцій, різна щільність розміщення вузлів мережі в залежності від передбачуваної інтенсивності трафіку в конкретній зоні.

До програмних методів відносять використання протоколів маршрутизації, заснованих на метриці залишкової енергії вузлів або віртуальних координатах, чергування далекої і ближньої передачі, позиціонування вузлів, а також кластеризацію. Відомо, що в протоколах маршрутизації традиційних мереж використовуються метрики, спрямовані на збільшення пропускну здатності мережі або зменшення затримок переданих даних. Подібними метриками можуть служити кількість проміжних вузлів (хопів) до адресата, пропускну здатність каналу зв'язку, рівень завантаження лінії. У сенсорних мережах часто застосовується метрика залишкової енергії вузлів на шляху до стоку. В цьому випадку з безлічі альтернативних маршрутів вибирається той, на якому вузли мають велику залишкову енергію.

Енергоспоживання окремих елементів мережі залежить від наступних факторів, які необхідно враховувати при моделюванні БСМ: характеристики апаратних засобів, частота збору та передачі даних, що залежить від програми, протоколи фізичного та каналного рівнів, топологія мережі, використовуваний протокол маршрутизації.

Запропоновано метод підвищення надійності безпроводних сенсорних мереж шляхом вибору оптимального алгоритму маршрутизації та підвищення надійності акумулятора датчика. Згідно методу зроблені відповідні розрахунки. Їх можна вдосконалювати шляхом вдосконалення результатів та підбору нових методів маршрутизації, точність позиціонування і налаштувань акумулятора датчиків.

Список використаних джерел:

1. Акімов Є. В., Кузнецов М. Н. Вірогіднісні математичні моделі для оцінки надійності безпроводних сенсорних мереж // Електронний журнал «Труди МАІ». Випуск № 40// URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/>
2. Половко А. М., Гуров С. В. Основи теорії надійності. – СПб.: БХВ-Петербург 2006. – 560 с.
3. Єфремов В. В., Маркман Г. З. «Енергозбереження» і «енергоефективність»: уточнення понять, система збалансованих показників енергоефективності // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 311, № 4. – С. 146–148.
4. Vullers R., van Schaijk R., Doms I. et al. Micropower energy harvesting // Solid-State Electronics. 2009. Vol. 53, № 7. – P. 684-693.