

## МЕТОД ПОБУДОВИ ВІДМОВОСТІЙКИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Притуляк Я.Г.<sup>1)</sup>, Кордубан С.С.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> к.т.н., доцент; <sup>2)</sup> магістрант

### I. Постановка задачі

Використання бездротових сенсорних мереж є одним з найбільш активно прогресуючих методів збору і передачі даних. Прогрес у цьому напрямку пов'язаний з розширенням сфери застосування даних мереж. Питання уніфікації процесу проектування безпроводних сенсорних мереж стає все більш актуальним.

### II. Мета роботи

Метою дослідження є розроблення та дослідження алгоритмів побудови сенсорних мереж, функціональної схеми процесу проектування таких мереж, що дозволить покращити енергоефективність сенсорної мережі, її надійність та зменшити вартість.

### III. Проектування безпроводних сенсорних мереж

Визначення початкових вимог до безпроводної сенсорної мережі, що встановлюються на основі цільового завдання. Вимогами слід вважати наступні параметри: життєвий цикл мережі, зона покриття, швидкість передачі даних та рівень надійності мережі. Введення параметрів має різну ступінь деталізації, що визначає точність вихідних даних. Формальний опис дій, на етапі вводу початкових вимог можна зобразити формулою:

$$Q = f(X) \quad (1)$$

де  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  – вектор початкових вимог,  $Q = \{q_1, \dots, q_n\}$  – вектор формалізованих вимог,  $f(x)$  – функція формалізації,  $n$  – кількість вимог.

Етап визначення елементного базису призначений для вибору електронних пристроїв, для побудови проектованої мережі. Основними параметрами, які використовуються розробниками при проектуванні сенсорних мереж слід вважати: частотний діапазон, швидкість передачі даних і дальність дії, чутливість, вихідну потужність сигналу. Нехай  $S = \{s_1, \dots, s_k\}$  – кількість доступних електронних пристроїв. Функцію визначення елементного базису можна зобразити у вигляді виразу:

$$L = f(Q, S), \quad (2)$$

де  $L \subset S$  – множина доступних компонентів, обраних розробником на основі аналізу вектора формалізованих вимог  $Q$ ,  $f(x)$  – функція вибору множини елементів,

Формування базової структури мережі визначає мінімальну кількість елементів мережі, необхідних для виконання цільового завдання. В цьому етапі вирішуються дві підзадачі: сегментація сенсорної мережі і побудова зв'язків між сегментами і основним каналом. Результатом виконання етапу формування базової структури сенсорної мережі є: побудова топології мережі. Функцію формування базової структури можна зобразити формулою:

$$(R, T) = f(Q, L), \quad (3)$$

де  $R$  – вектор зв'язку між вузлами мережі,  $T$  – кількість транзитних вузлів, додани в мережу для забезпечення зв'язку між кластерами,  $f(x)$  – функція формування базової структури.

Однією з основних характеристик сенсорної мережі є її надійність (відмовостійкість). Надійність визначає імовірність збою в роботі системи під час впливу зовнішніх умов. Основним методом впливу на надійність мережі є зміна її топологічної структури. Зазвичай, збої в роботі системи виникають під час руху інформації від джерела до приймача. Такі порушення в роботі можливі при поломці одного з транзитних вузлів. Збільшення кількості маршрутів передачі інформації збільшує надійність системи. Функцію забезпечення надійності можна зобразити виразом:

$$(R', T') = f(R, T, L), \quad (4)$$

де  $R'$  – вектор зв'язку між вузлами, доповнений новими маршрутами,  $T'$  – множина транзитних вузлів з врахуванням доданих,  $f(x)$  – функція доповнення новими маршрутами.

$$y_r = g(R', T', Q), \quad (5)$$

де  $y_r \in \{0,1\}$  – результат перевірки надійності мережі,  $g(x)$  – функція перевірки на надійність.

Завдання забезпечення енергоефективності зводиться до підвищення загального часу роботи мережі. Вирішити це завдання можливо, правильно розмістивши транзитні вузли, що дозволить рівномірно розподілити навантаження по всій мережі. Щоб забезпечити зменшення енергоспоживання пристроїв. Інший спосіб досягнення ефективного енергоспоживання – налаштування вузлів в необхідний режим. Кожен з функціональних і транзитних вузлів може перебувати в одному з чотирьох режимів: передача, прийом, обчислення, сон. Мінімізація часу на режими, які використовують максимальну кількість електроенергії, дозволить збільшити загальний час життя мережі. Функцію забезпечення енергоефективності можна записати виразом:

$$(R'', T'') = f(R', T', L), \quad (6)$$

де  $R''$  – вектор зв'язку між вузлами, доповнений новими маршрутами,  $T''$  – множина транзитних вузлів з врахуванням доданих  $f(x)$  – функція розподілу транзитних вузлів, з метою забезпечення ефективності енергоспоживання,

$$y_e = g(R'', T'', Q), \quad (7)$$

де  $y_e \in \{0,1\}$  – результат перевірки енергоефективності,  $g(x)$  – функція перевірки на енергоефективність.

На етапі імітаційного моделювання здійснюється проектування сенсорної мережі. Якщо обчислювальні характеристики відповідають параметрам, отриманих на етапі вводу і аналізу початкових вимог, то здійснюється перехід до кінцевого формування. В іншому випадку вимоги до мережі змінюються, і етапи виконуються знову:

$$P = f(R'', T''), \quad (8)$$

де  $P$  – вектор вихідних параметрів,  $f(x)$  – функція розрахунку вихідних параметрів.

Кінцеве формування проекту під задане обладнання – останій етап. Реалізація даного етапу є використанням вектору вихідних параметрів  $P$  для налаштування мережі. Результат процесу проектування може бути представлений у вигляді скомпільованого конфігураційного файлу.

### Висновки

Сукупність етапів проектування – є основою для побудови системи автоматизованого моделювання сенсорних мереж. Описана система автоматизованого управління забезпечує уніфікацію обладнання, методів, засобів і підходу до проектування безпроводної сенсорної мережі.

### Список використаних джерел

1. Akyildiz I. F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E. Wireless Sensor Network: a Survey // Computer Networks J. 2002. Vol. 38. P. 393—422.
2. Chong Chee-Yee, Kumar S. P. Sensor Networks Evolution, Opportunities, and Challenges // Proc. IEEE. 2003. Vol. 91. N 8.
3. Perillo M. A., Heinzelman W. B. Wireless Sensor Network Protocols // Handbook of Algorithms for Wireless Networking and Mobile Computing. 2005. P. 813—842.
4. Кисляков М. А., Савенкова В. В. Классификация беспроводных сенсорных сетей по типу топологической структуры // 50-я Междунар. науч. студ. конф. „Студент и научно-технический прогресс“. 2012.
5. Мочалов В. А. Разработка и исследование алгоритмов построения отказоустойчивых сенсорных сетей: Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 2011.
6. Мочалов В. А., Турута Е. Н. Интеллектуальная САПР сенсорных сетей // Матер. конф. „Интеллектуальные САПР“. 2009.