

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КОГНІТИВНА БЕЗДРОВОТА СЕНСОРНА МЕРЕЖА ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ГУЧНОГО ШУМУ

Прогрес у сфері Інтернету речей та мікроелектронних механічних систем дозволив розробити невеликі, ефективні та автономні сенсорні вузли. Бездротові сенсорні мережі (БСМ) на їх основі використовуються в таких сферах, як прогнозування погоди, моніторинг навколишнього середовища, медицина тощо. Незважаючи на незаперечні переваги БСМ, перед їх розробником постають певні виклики щодо забезпечення масштабованості, енергоефективності та безпеки.

Однією з актуальних задач для БСМ є задача виявлення гучного шуму та локалізації джерела звуку. Така задача вимагає мережі з великої кількості сенсорних вузлів, отже, має вирішуватися з використанням бездротових технологій. Для такої мережі важливо знайти енергоефективне надійне рішення.

В роботі [1] автори представили алгоритм роботи вузлів БСМ на основі нечіткої логіки для зменшення енергоспоживання самих вузлів за рахунок зменшення кількості транзакцій пакетів даних до необхідного мінімуму. Цей підхід можна вдосконалити, включивши в роботу БСМ протоколи маршрутизації, що самоорганізуються. Таким чином, будуть враховані обидва аспекти енергоспоживання: як на вузлах окремо, так і в роботі мережі в цілому.

Одним з важливих та ефективних протоколів маршрутизації даних у мережі є LEACH [2], який зменшує споживання енергії і, таким чином, подовжує термін служби мережі. При роботі протоколу LEACH на початку кожного раунду кожен вузол генерує випадкове значення, і якщо це значення менше за функцію ймовірності, то цей вузол обирається як голова кластера. Такий підхід забезпечує рівну ймовірність для вузлів стати головою кластера, і підтримує відносно рівномірне використання енергії на всіх вузлах. Однак він не враховує поточний рівень енергії вузлів.

В [3] модифікована порогова функція має наступний вигляд:

$$Th(n) = \begin{cases} \frac{PE *}{1 - P_r(t\%(1/P_r))}, & n \in C, \\ 0, & else \end{cases}, \quad (1)$$

$$PE = P_r * \frac{E_{cur}}{E_{ini}}, \quad (2)$$

де P – відсоток кількості кластерів у мережі; g – поточна епоха; C – колекція вузлів, які ще не були головами кластерів за останні $1/Pr$ епох; E_{init} – початкова енергія вузла; E_{cur} – поточна енергія вузла на t -му кроці.

Введення у формулу ймовірності відношення кількості передач конкретного вузла до середньої кількості передач вузлів дозволить вибрати в якості центру кластера вузли, які відправляють інформацію рідше.

Запропонована модифікація формули полягає в наступному:

$$Th(n) = \begin{cases} PE * \frac{T_{max} - T_{node}}{T_{max}}, n \in C, \\ 0, else \end{cases}, \quad (3)$$

де T_{node} і T_{max} – кількість переданих даних поточного вузла та максимальна кількість транзакцій за останню епоху.

Подібна мережа може бути реалізована на базі мікроконтролерів ESP-32C3, оскільки вони забезпечують ідеальне поєднання потужності, можливостей введення/виведення та безпеки, що робить їх економічно ефективним рішенням для підключених пристроїв.

Для вузлів мережі пропонується наступний алгоритм обробки значень з мікрофону: кожні п'ять секунд записуються вимірювання рівня шуму, наскільки він "нормальний", тобто не гучний. Потім для аналізу гучності береться середнє значення вимірювань і розраховується дельта. Якщо дельта більше 50% або поточна гучність більше 70% від максимальної, а дельта більше 20%, то такий звук вважається гучним і вузол надсилає дані про це. Передбачається також додаткова перевірка тривалості звуку: якщо звук триває довше 3 секунд, точка надсилає інформацію про цей шум. Таким чином відсіюються незначні сплески гучності.

Така мережа може бути використана у системах, що дозволять контролювати гучні звуки з метою вчасного виявлення потенційної загрози в місцях розташування датчиків і діяти відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Methods and tools for minimizing the power consumption of wireless sensor network/ [A. Yatsenko, C. Wolff, A. Parkhomenko et al.] // 2023 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS), Kaunas, Lithuania, 2023: proceedings. – Los Alamitos: IEEE, 2023. – P. 122–127.
2. Patle, D. A literature survey on different type of energy efficiently routing protocol in wireless sensor network / D. Patle, S. Nemade // International Journal of Scientific Engineering and Technology. - 2015. - Vol. 4, №1. – P. 28-31.
3. Daanoun I., An enhanced energy-efficient routing protocol for wireless sensor network. / I. Daanoun, A. Baghdad, A. Ballouk // International Journal of Electrical and Computer Engineering. - 2020. - Vol. 10, №5. - P. 5462-5469.