

ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕСПРОВІДНОЮ СЕНСОРНОЮ МЕРЕЖЕЮ

Романюк В.А.

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Україна

E-mail: rom-v-a@yandex.ua

Functional model of control system wireless sensors network

The article describes the functional model of the control system wireless sensor network. The author offers solutions for building functional subsystems and describes their purpose operation.

Беспровідні сенсорні мережі (БСМ) складаються з маленьких сенсорних вузлів з інтегрованими функціями моніторингу навколишнього середовища, обробки і передачі даних [1, 2]. Зазвичай сенсорний вузол складається з датчиків (акустичних, температурних, оптичних, сейсмічних, хімічних тощо) параметрів зовнішнього середовища, мікропроцесора, батареї та прийомопередавача з функціями маршрутизатора (можлива наявність системи позиціонування). БСМ відносяться до класу радіомереж, що самоорганізуються [2]. Однак вони мають свої особливості: обмеженість ресурсів вузлів мережі (за пам'яттю, продуктивністю процесору, потужністю радіопередавача), мала дальність та пропускна здатність каналів радіозв'язку між вузлами, концентрація трафіку навколо шлюзу. Тип вузлів (стаціонарний, рухомий), кількість параметрів моніторингу, розмірність мережі, тип трафіка, організація управління (децентралізована, ієрархічна або гібридна) залежить від призначення БСМ та їх функцій.

Сенсорні вузли повинні адаптуватися до частих змін топології мережі, трафіка та ефективно використовувати обмежені мережеві ресурси. В таких умовах забезпечити покриття сенсорами зони моніторингу та інформаційний обмін із заданою якістю неможливо без ефективної системи управління (СУ).

До СУ БСМ пред'являються наступні вимоги: забезпечення адаптивного та розподіленого функціонування мережі з можливістю її самоорганізації; оптимізація характеристик мережі; забезпечення прийняття рішень у реальному (близькому до реального) масштабу часу; максимальна автоматизація процесів управління; безпека передачі та мінімальне завантаження службовою інформацією.

Цикл управління БСМ включає:

- збір інформації про стан мережі (необхідно приймати рішення за об'ємом, типом, способом, рівнями, функціями збору службової інформації);
- аналіз даної інформації, на основі якого визначаються: рівень виконання мережею своїх функцій, необхідність управляючого впливу, цілі управління з подальшою деталізацією їх на підцілі;
- прийняття рішення за функціями та рівнями моделі OSI (обчислення маршруту, вибір протоколу каналного доступу, вибір методу збереження

енергії батареї, способу розсилання службової інформації тощо);

– реалізація рішення (розсилання службової інформації, резервування ресурсу, встановлення потужності передачі, режиму роботи вузла, спрямованості антен тощо).

Визначені основні принципи функціонування СУ: адаптивність; функціональність; ієрархічність; розподіленість та координація взаємодії; оптимальність.

Об'єднання функцій системи управління у відносно незалежні групи дозволяє здійснити декомпозицію управління мережею на підсистеми (що значно спрощує задачу розробки математичного забезпечення управління): збору та зберігання службової інформації про стан мережі; прийняття рішень та їх реалізації (рис. 1).

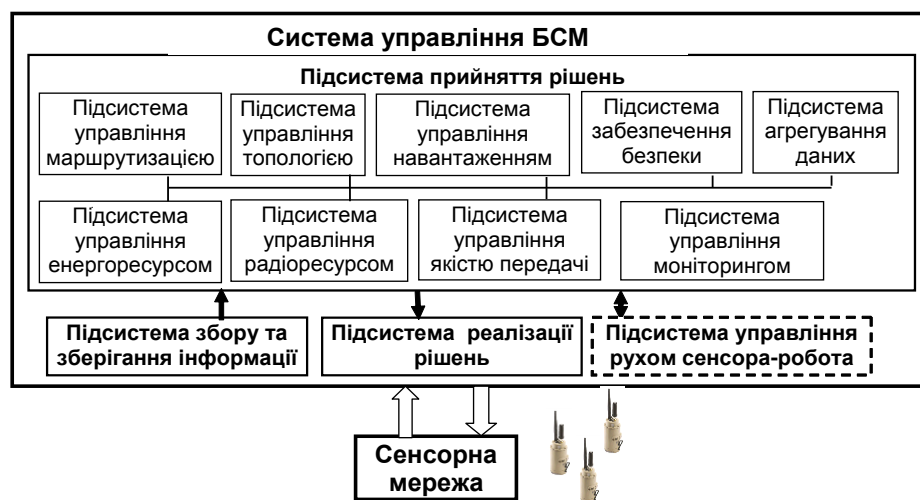


Рис. 1. Функціональна модель системи оперативного управління

Розглянемо основні функціональні підсистеми прийняття рішень, реалізація яких значно відрізняється від систем управління мереж типу MANET [2].

Підсистема маршрутизації повідомлень забезпечує побудову та підтримку маршрутів передачі заданої якості при виконанні вимог до їх функціонування. Синтез необхідного методу маршрутизації буде визначатися параметрами мережі (розмірністю, площею покриття, мобільністю вузлів тощо) та сенсорів (кількість параметрів моніторингу, ємність батареї, потужність передавача, об'єм інформації моніторингу, тип трафіку тощо).

Підсистема управління радіоресурсом призначена для розподілу часового, просторового, частотного, кодового ресурсів та забезпечення інформаційного обміну між сусідніми вузлами. Може бути використаний відомий протокол 802.15.4/ZigBee або запропонований новий, який враховує специфіку функціонування мережі та концентрацію трафіка навколо шлюзу.

Підсистема управління топологією визначає топологію, яка здатна забезпечити необхідне покриття району моніторингу та забезпечити зв'язну топологію при заданих вимогах за якістю інформаційного обміну та існуючих ресурсних обмеженнях.

Підсистема управління енергоспоживанням спрямована на мінімізацію споживання енергії вузлами мережі та максимізацію “часу життя” мережі при виконанні вимог щодо постійного покриття району моніторингу та вимог інформаційного обміну.

Підсистема управління навантаженням керує потоками передачі даних та бореться з перевантаженнями.

Підсистема агрегування намагається знизити обсяг трафіка за рахунок об'єднання (агрегування) в вузлах однотипних даних моніторингу.

Підсистема управління якістю передачі забезпечує передачу певних класів трафіка з заданою якістю обслуговування.

Підсистема забезпечення безпеки передачі даних забезпечує відповідні сервіси безпеки: таємність, автентифікація, цілісність, контроль доступу, неспростовність та доступність.

Підсистема управління рухом робота-сенсора (при його наявності) керує його переміщенням та режимами роботи.

При реалізації *підсистеми прийняття рішень з оперативного управління* БСМ пропонується вироблення рішень системою управління здійснювати за функціями управління на різних рівнях моделі OSI. Через динамічний характер задач управління, їх високу розмірність, неповноту та нечіткість контрольної інформації пропонується використати нечітку систему управління (НСУ). Розглянуто структуру НСУ, що складається з наступних компонентів: знання про об'єкт управління; знання про цілі функціонування й управління; знання про способи досягнення цілей. Запропоновано схему прийняття рішень НСУ, яка враховує послідовність етапів циклу управління: оцінка ситуації, визначення мети управління, виявлення необхідності управління, пошук припустимих рішень і методу досягнення поставленої цілі та реалізація обраного методу.

В умовах децентралізованого управління кожен вузол буде реалізовувати дві взаємозалежні групи цілей, що визначають багатокритеріальність управління: користувальницькі цілі (досягнення екстремуму або виконання обмежень на показники ефективності при передачі повідомлень) і мережеві (зонові) цілі (досягнення оптимальних мережевих або зонових показників ефективності). Задача ухвалення рішення в управлінні БСМ зведена до задачі багатокритеріальної оптимізації для нечітко заданих цілей й альтернатив, представлених у вигляді дерева “цілі – методи”. Запропонована архітектура інтелектуального вузла.

Таким чином, запропонована функціональна модель системи управління БСМ. Наведені можливі рішення по побудові функціональних підсистем СУ БСМ. Запропоновані рішення складають основу побудови інтелектуальної системи управління бездротової сенсорної мережі.

Література

1. *Міночкін А.І.* Методологія управління тактичними сенсорними мережами / Міночкін А.І., Романюк В.А. // Збірник праць науково-технічної конференції. – К.: ВІТІ НТУУ “КПІ”. – 2008. – С. 15 – 26.
2. *Бунин С.Г.* Самоорганізуючіся радіосети со сверхширокополосными сигналами/ С.Г. Бунин, А.П. Войтер, М.Е. Ильченко, В.А. Романюк. – К.: Наукова думка, 2012.