

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ КООРДИНАЦІЇ ЦІЛЮВИХ ФУНКЦІЙ В МОБІЛЬНИХ РАДІОМЕРЕЖАХ КЛАСУ MANET

Лукіна К.В., Шаповал О.М.

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна  
E-mail: sjabero@mail.ru*

### Using the optimization methods for objective functions coordination in MANET mobile radionetworks

The problem of objective functions coordination decentralizes the management of proposition to solve the optimization methods. The using of fuzzy sets theory is for decentralized systems with dynamic topology.

Невідповідність між складністю системи та здатністю органу управління вчасно отримувати та якісно обробляти інформацію про поточний стан системи управління, динамічність зміни зовнішнього середовища та підсистем системи управління, нестабільність зв'язків між ними, призводять до необхідності використання децентралізованих систем управління (СУ). Їх властивістю є можливість розподілу функцій управління за рівнями системи, прийняття рішень стосовно різних завдань у підрозділах різного рівня. Це дає змогу зосередити розв'язання стратегічних завдань на вищих рівнях управління, де їх розв'язання найбільш ефективно, в той час як завдання, залежно від їх складності та необхідних ресурсів, можуть розв'язуватися на нижчих рівнях, що забезпечує оперативність прийняття рішень і вищу точність.

В децентралізованій системі управління наявні спільні цілі (цільові функції (ЦФ)) [1] для всієї системи і окремі цілі (ЦФ) для підсистем. В залежності від умов функціонування, ці цілі не завжди збігаються, а іноді навіть суперечать одна одній або конкурують між собою. Отже, існує можливість того, що деяка підсистема, намагаючись досягти поставленої перед нею цільової функції, може діяти всупереч загальносистемній ЦФ. Тому з'явилася специфічна задача узгодження та координації ЦФ підсистем та систем управління в цілому.

Впровадження децентралізованої СУ є особливо актуальним в мобільних радіомережах (МР) класу MANET (Mobile Ad-Hoc Networks)[2] – системах без фіксованої інфраструктури, зі значною кількістю підсистем, які мають обмеження в ресурсах для автономної роботи за умови досягнення цілей керування системою протягом тривалого часу. Застосування радіомереж класу MANET охоплює сфери спеціального та цивільного призначення[3].

Критерієм оптимальності управління радіомережею, що відображає ступінь досягнення поставленої мети, є цільова функція (ЦФ) управління.

Особливості ЦФ управління мережами радіозв'язку класу MANET та їх класифікація наведені в [4]. До особливостей зазначених ЦФ відноситься те, що більшість з них залежать одна від одної та можуть заперечувати одна-одній.

Наприклад, мінімізація витрат енергії батарей абонентів призведе до росту кількості ретрансляцій або довжини маршруту передачі і збільшення часу передачі повідомлень.

Оскільки МР характеризуються частою та непередбачуваною зміною мережевої топології та постійною обмеженістю ресурсів вузлів (більшість з яких живиться від батарей), доцільним є динамічна зміна їх цільових функцій в залежності від пріоритетності поставлених завдань, типу трафіка, етапів і функцій управління тощо.

Таким чином, актуальною є задача розробки методів координації цільових функцій вузлових СУ в моменти динамічної зміни ЦФ мобільної радіомережі. Вибір методу координації залежатиме від стратегії управління, від параметрів вузлів та умов функціонування МР, від структури системи управління МР[5].

Питанням координації в науковій літературі приділяється недостатня увага і трактується координація по різному[6].

Класичною роботою з питань координації вважається робота М. Месаровича, Д. Мако, І. Такахара [7], а інші роботи продовжують та розвивають підходи М. Месаровича до вирішення задач координації. При цьому на сьогодні виділяють два види методів координації: ітеративні та безітеративні [8].

В ітеративних процедурах оптимальне рішення визначається в процесі ітеративного обміну інформацією між центром і елементами. На кожному кроці ітеративного процесу розв'язуються локально оптимальні задачі елементів і координуюча задача центру. Недоліком ітеративних методів координації, при застосуванні в MANET, є значні затрати мережевих та вузлових ресурсів для збору інформації про стан підсистем СУ та узгодження управляючих рішень, які приймаються ними.

У безітеративних алгоритмах прийняття рішення здійснюється в результаті однократного обміну інформацією між підсистемами. Перевагами безітеративних методів у разі застосування в СУ вузлами радіомереж MANET є мінімальні затрати мережевих і вузлових ресурсів та можливість прийняття рішень в умовах невизначеності. Недоліком усіх безітеративних методів є необхідність визначення і передачі на вищестоящий рівень керування всієї ефективної множини параметрів підсистем[9].

Визначено основні вимоги до методів координації мобільних радіомереж:

- здатність приймати рішення з координації за умов децентралізованого управління;
- мінімальна завантаженість мережі службовою інформацією;
- мінімальне використання енергоресурсів вузлів, які живляться від батарей;
- здійснення координації цільових функцій, як вузлів радіомережі, так і системи управління мобільної радіомережі в цілому.

Застосування класичних методів координації не забезпечує виконання вимог, що висуваються до методів координації МР, у зв'язку з невизначеністю (нечіткістю) вихідних параметрів вузлів радіомережі та динамічною природою їх функціонування. Тому на сьогоднішній день розроблені різні модифікації

методів координації управляючих впливів та узгодження локальних рішень, що приймаються на різних рівнях управління [10, 11, 12, 13]. Їх аналіз показав, що використання методів оптимізації для децентралізованих СУ дозволяє ефективно поліпшувати певні необхідні параметри ЦФ, а для МР з великою кількістю нечітких параметрів та постійною зміною стану доцільно використовувати методи багатокритеріальної оптимізації та теорії нечітких множин.

Таким чином, використання методів як багатокритеріальної оптимізації так і методів теорії нечітких множин є перспективним напрямком для розробки методів координації для децентралізованих систем управління МР класу MANET.

### Література

1. Ходаков В.Е. О развитии основ координации сложных систем [Текст]/ В.Е. Ходаков, Н.А. Соколова, Д.Л. Кирийчук // Проблемы информационных технологий. – 2014. -№2(016). – С.25-30.
2. Романюк В.А. Направления развития тактических сетей связи / В.А. Романюк // Зв'язок. – 2001. – № 3. – С. 63 – 65.
3. Романюк В.А. Еволюція тактичних радіомереж: Тези доповідей та виступів учасників VI науково-практичного семінару [„Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”] / В.А. Романюк // – К.: ВІТІ НТУУ „КПІ”, 2011. – С. 45 – 52.
4. Романюк В.А. Цільові функції оперативного управління тактичними радіомережами / В.А. Романюк // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – К., 2012. –№ 1. – С. 109 – 117.
5. Миночкин А.И. Методология оперативного управления мобильными радиосетями / А.И. Миночкин, В.А. Романюк // Зв'язок. – 2005. –№ 2. – С. 53 – 58.
6. Катренко А.В. Механізми координації у складних ієрархічних системах / А.В. Катренко, І.В. Савка // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Інформаційні системи та мережі. – Львів : Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”. – 2008. – С. 156 – 166.
7. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / Месарович М., Мако Д., Такахага И. ; пер. с англ. И.Ф. Шахнова. – М. : Мир, 1973. – 344 с. : ил.
8. Алиев Р.А. М.И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Алиев Р.А., Либерзон М.И. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.
9. Романюк В.А. Координація цільових функцій інтелектуальних систем управління тактичними радіомережами класу MANET / В.А. Романюк, Я.А. Стемпковська, О.А. Симоненко, О.Я. Сова // Збірник наукових праць ХУПС. – 2014. – № 3(40). – С. 85 – 92.
10. Сова О.Я. Метод координації цільових функцій інтелектуальних систем управління вузлами тактичних мобільних радіомереж / О. Я. Сова, В. А. Романюк, П. В. Жук, В. М. Ошурко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. - 2014. - № 3. - С. 50-58
11. Бойченко О.В. Координація нечітких рішень в багаторівневій системі/ О.В. Бойченко // Радіоелектроніка, інформатика, управління. - 2016. - №2(37) С.57-61
12. Кондрашов С.И. Концепция «линейной» координации сложной иерархической системы в условиях неопределенности / С.И. Кондрашов, Т.В. Дроздова // Системы обработки информации. – 2015. – № 2(127). – С. 143-145.
13. Фридман А. Я. Градиентный метод координации управляемых иерархическими и сетевыми структурами / А. Я. Фридман, О. В. Фридман // Информационно-управляющие системы. № 6. 2010. С. 13–20.