

## РЕГУЛЮВАННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КООПЕРАТИВНИХ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ БЕЗПРОВОДОВИХ МЕРЕЖ

**Урніш В.С., Кравчук С.О.**

*Навчально-науковий Інститут телекомунікаційних систем  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна  
E-mail: tmveraury@gmail.com*

### **BANDWIDTH REGULATION OF COOPERATIVE DECENTRALIZED WIRELESS NETWORKS**

This paper will consider the multiple relay selection protocol for decentralized wireless networks. Methods of relays location selection are considered. The purpose of this protocol is to demonstrate that improving connectivity and increasing number of relays reduce the throughput of cooperative decentralized wireless networks.

В роботі запропоновано протокол вибору кількох ретрансляторів для децентралізованих безпроводових мереж із кооперацією. Даний протокол має на меті вирішення трьох проблем: вибір ретрансляторів у межах зони покриття джерела та призначення, щоб гарантувати те, що ретранслятори розташовані на відстані одного кроку від місця призначення; забезпечення найкращого вузла (найкращі ретранслятори з меншою відстанню та загасанням від місця призначення) першим отримати доступ до каналу; гарантування, що запропонований вибір ретранслятора є вільним від зіткнень. Також розглядаються три важливі характеристики децентралізованих безпроводових мереж, на які безпосередньо впливає кооперація: затримка, підключення та пропускна здатність.

Відомо дві категорії кооперації: багатоскачковий кооперативний протокол MCP (multihop cooperation protocol) [1] і протокол кооперації з розподіленим навантаженням LDCP (load distributed cooperation protocol) [2–4]. У MCP джерело ідентифікує вузли поблизу себе та поблизу місця призначення. Ці вузли також називають ретранслятором. Коли джерело знаходить такий ретранслятор, воно передає йому дані, а він повторно передає ці дані до місця призначення. Метою ретранслятора при MCP є уникнення ослаблення сигналу, пов'язаного з прямою передачею, тобто передачею джерела призначення. Протокол розповсюдження коду — це підхід LDCP, за допомогою якого джерело ділить надлишкові біти на дві частини замість того, щоб передавати повні надлишкові біти до місця призначення; перша частина передається джерелом до пункту призначення та ретрансляторів, а друга частина передається ретранслятором до пункту призначення. Ключова відмінність між MCP та LDCP полягає в тому, що в

MCP місце призначення отримує дані, передані лише джерелом, тоді як у LDCP місце призначення отримує дані від джерела та ретрансляторів.

Для вирішення зазначених вище проблем, таких як вибір найкращих ретрансляторів, затримка, підключення та пропускна здатність разом, пропонується протокол спільного доступу до середовища (СМАС) на основі незначних змін у CSMA/CA з пакетами RTS/CTS.

Запропонований Кооперативний MAC протокол полягає у виборі найкращих реле з хорошими параметрами каналу лише для пункту призначення. Канал від джерела до ретранслятора не було враховано в аналізі, оскільки ретранслятори, які правильно декодують отримані кадри, можуть брати участь у кооперації. В іншому випадку вони мовчать. Протокол базується на незначних змінах функції розподіленої координації IEEE802.11 (DCF) з CSMA/CA з пакетами RTS/CTS [5, 6] і вирішує кілька потенційних проблем, пов'язаних із кооперацією, як зазначено в списку нижче.

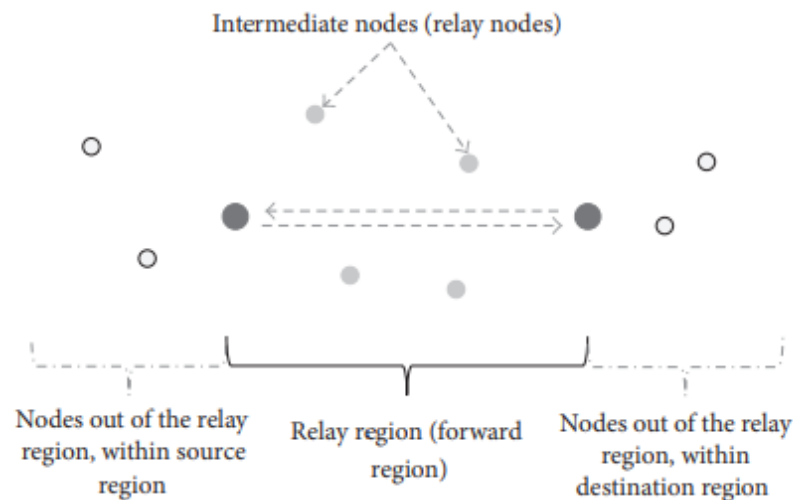


Рис. 1. Сценарій розташування комунікацій та реле.

1) Вибір розташування вузла ретрансляції або регіону ретрансляції (relay region, RR), див. рис. 1: важливо вибирати ретранслятори з прямою передачею до пункту призначення, а не ретранслятори, які знаходяться на відстані двох кроків від місця призначення. Це може запобігти додатковим затримкам, викликаним кількома стрибками (двома або більше)

2) Схеми доступу до каналів: у децентралізованій безпроводовій мережі (decentralized wireless networks, DWN) контроль доступності реле є важливим. Для того, щоб запропонувати хорошу схему доступу до каналу, важливі два питання: (а) реле необхідно вибирати швидко, щоб запобігти затримці; (б) ретранслятори з найкращою якістю каналу до місця призначення повинні отримати доступ до каналу, перш ніж реле нижчої якості, щоб забезпечити високу продуктивність

3) Відсутність зіткнень: LDCP по суті збільшує затримку в DWN; таким

чином, ми повинні переробити протокол MAC, щоб запобігти зіткненням між реле, щоб зменшити затримку.

Вибір місця розташування реле відбувається наступним чином:

Щоб запобігти реле, які знаходяться за два кроки від пункту призначення, брати участь у кооперації, ми повинні вибрати relay region (RR), щоб лише вузли всередині RR могли брати участь у кооперації. Фактично, реле, розташоване за два кроки від пункту призначення, може збільшити затримку. Тому RR вибирається наступним чином: після отримання пакета пунктом призначення ( $D$ ), Request-To-Send (RTS) вузли в діапазоні джерела встановлюють таймер рівним  $2SIFS$ ; протягом часу  $2SIFS$  пункт призначення передає пакет Clear-To-Send (CTS). Вузли в діапазоні  $S$ , які чують CTS, можуть брати участь у співпраці; інакше вузли, які не отримують пакет CTS, не беруть участь у кооперації. Як показано на малюнку 2, тільки вузли всередині RR можуть отримувати пакети RTS/CTS, ідентифікуючи їх як один стрибок від місця призначення.

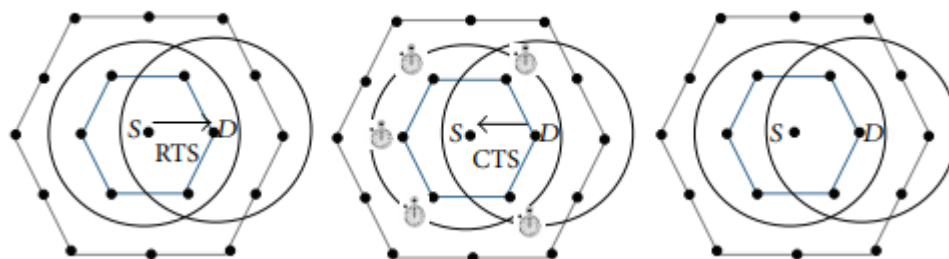


Рис. 2. Етапи вибору RR на основі пакетів RTS/CTS запропонованого протоколу.

### Література

1. P. Liu, Z. Tao, S. Narayanan, T. Korakis, and S. S. Panwar, "CoopMAC: a cooperative MAC for wireless LANs," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 25, no. 2, pp. 340–354, 2007.
2. R. Youssef and A. Graell i Amat, "Distributed serially concatenated codes for multi-source cooperative relay networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 10, no. 1, pp. 253–263, 2011.
3. W. Zhang, Y. Li, N. G. Xia, P. C. Ching, and K. B. Letaief, "Distributed space-frequency coding for cooperative diversity in broadband wireless ad hoc networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 7, no. 3, pp. 995–1002, 2008.
4. Y. Li, B. Vucetic, T. F. Wong, and M. Dohler, "Distributed turbo coding with soft information relaying in multihop relay networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 24, no. 11, pp. 2040–2050, 2006.
5. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, *IEEE Std. 802.11-2012*, 1999.
6. G. Bianchi, "Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordination function," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 18, no. 3, pp. 535–547, 2000.