



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49292 (13) U
(51) МПК (2009)
H04J 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РОЗПОДІЛУ ЧАСТОТНИХ КАНАЛІВ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ MESH-МЕРЕЖАХ

1

2

(21) u200911144

(22) 02.11.2009

(24) 26.04.2010

(46) 26.04.2010, Бюл.№ 8, 2010 р.

(72) ЛЕМЕШКО ОЛЕКСАНДР ВІТАЛІЙОВИЧ, ГО-
ГОЛЄВА МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ(57) Спосіб розподілу частотних каналів в багато-
канальних MESH-мережах, що полягає в послідо-
вному та централізованому розв'язанні для кожної
станції таких підзадач, як закріплення радіоінтер-

фейсу за сусідньою станцією з декомпозицією ме-
режі на кластери та виділенні радіоінтерфейсів
MESH-станцій одного кластера певного частотного
каналу, який **відрізняється** тим, що вирішують
задачі розподілу частотних каналів в MESH-
мережах в сукупності, тобто одночасно здійсню-
ють комплексне вирішення таких задач, як закріп-
лення радіоінтерфейсу за сусідньою станцією з
розбиттям мережі на кластери та виділення радіо-
інтерфейсів MESH-станцій одного кластера певно-
го частотного каналу.

Корисна модель належить до галузі багатоканальних мереж, в яких здійснюється розподіл частотних каналів за радіоінтерфейсами окремих MESH-станцій і може знайти застосування на вузлах безпроводної мережі.

Відомий спосіб призначення каналів в MESH-мережах D-Hyacinth (див. Raniwala A., Gopalan K., Chiueh T. Centralized channel assignment and routing algorithms for multi-channel wireless mesh networks. ACM Mobile Computing and Communications Review, 2004, vol. 8, p. 50-65.), в якому будується та використовується топологія мережі у вигляді дерев, корені яких знаходяться в шлюзі, що веде до провідної мережі, причому кожен з вузлів асоційований тільки з одним деревом, а інші дерева застосовуються лише при відновленні мережі після відмови.

Недоліком даного способу є відсутність координації в роботі окремих MESH-станцій, що при перепризначенні частотних каналів вздовж одного з'єднання в умовах дефіциту каналного ресурсу спричиняє перерозподіл каналів і уздовж інших з'єднань (в силу обмеженого числа інтерфейсів).

Аналогом до заявленого корисної моделі є спосіб призначення каналів CoMTaC (див. Raniwala, A. Tzi-cker Chiueh. Architecture and algorithms for an IEEE 802.11-based multi-channel wireless mesh network. Proc. Of INFOCOM '05, vol. 3, p. 2223- 2234), в якому зберігається послідовне розв'язання задач декомпозиції на кластери (клас-теризації) та розподілу між ними частотних каналів, причому процес кластеризації сам по собі вже носить ітераційний характер через евристичну

процедуру виділення лідера кластеру, що володіє повною інформацією про стан станцій свого кластеру. Після декомпозиції на кластери спочатку розв'язується задача розподілу частотних каналів за окремими кластерами, а далі вже задача виділення частотних каналів для non-default-інтерфейсів, що використовуються для зв'язку станцій різних кластерів. Крім цього, даний спосіб дозволяє використовувати відразу кілька шляхів для передачі даних від однієї станції до іншої.

Недоліком даного способу є низький рівень погодженості при розв'язанні задач декомпозиції на кластери, розподілу радіоінтерфейсів за кластерами та призначення їм частотних каналів, що, в кінцевому результаті, знижує гнучкість керування частотним ресурсом та негативно впливає на продуктивність БКМ в цілому.

Найбільш близьким до заявленого корисної моделі є спосіб призначення каналів в MESH-мережах C-Hyacinth (див. Naveed A., Salil S. Kanhere, Sanjay K. Jha. Topology Control and Channel Assignment in Multi-radio Multi-channel Wireless Mesh Networks. Proc. of MASS '07, p. 1-9), в якому покладено також послідовне та централізоване розв'язання для кожної станції таких підзадач, як закріплення радіоінтерфейсу (PI) за сусідньою станцією з декомпозицією мережі на кластери та виділення радіоінтерфейсів MESH-станцій одного кластеру певного частотного каналу.

Основний недолік способу C-Hyacinth полягає у відсутності узгодженості рішень, бо процес розв'язання задачі розподілу частотних каналів в БКМ

(13) U
(11) 49292
(19) UA

в цілому носить ітераційний характер. У випадку, якщо доведеної послідовності двох задач додається третя задача - задача маршрутизації, у спосіб відповідно росте і кількість ітерацій. Таким чином, чим вище вимоги до узгодженості отриманих рішень, тим більше ітерацій необхідно здійснити в ході розрахунків і тим більш інерційним стає сам процес розподілу частотних каналів за радіоінтерфейсами.

В основу корисної моделі поставлена задача розподілу частотних каналів в багатоканальних MESH-мережах за радіоінтерфейсами окремих MESH-станцій з отриманням комплексного характеру рішень, також щодо декомпозиції БКМ на кластери.

Такий технічний результат може бути досягнутий завдяки способу, в якому покладено послідовне та централізоване розв'язання для кожної станції таких підзадач, як закріплення радіоінтерфейсу за сусідньою станцією з декомпозицією мережі на кластери та виділенням радіоінтерфейсів MESH-станцій одного кластеру певного частотного каналу, відповідно корисної моделі, що дозволяє вирішувати задачі розподілу частотних каналів в MESH-мережах в сукупності, тобто, одночасно здійснює комплексне рішення таких задач, як закріплення радіоінтерфейсу за сусідньою станцією з розбиттям мережі на кластери та виділення радіоінтерфейсів MESH-станцій одного кластеру певного частотного каналу.

Вказаний спосіб здійснюється на підставі використання трьохіндексної математичної моделі, в рамках якої задача розподілу частотних каналів представлена у вигляді оптимізаційної задачі балансування числа MESH-станцій за числом створюваних кластерів, які в рамках тієї чи іншої ТБЗ визначають відповідні домени колізій.

В рамках запропонованої моделі як керуючу оберемо бульову змінну

$$x_{i,j}^k \in \{0,1\} \quad (i = \overline{1,N}; j = \overline{1,m}; k = \overline{1,K}),$$

де

$$x_{i,j}^k = \begin{cases} 1, \text{як } j - \text{й PI } i - \text{ї станції працює } k - \text{му ЧК;} \\ 0, \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

При цьому повинні виконуватися наступні умови-обмеження, що визначають структуру розробленої математичної моделі:

1. Кожна MESH-станція повинна бути включена в мережу, тобто повинен бути включений хоча б один з її радіоінтерфейсів:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^m x_{i,j}^k \geq m^* \quad (i = \overline{1,N}), \quad (1)$$

де $1 \leq m^* \leq m$ - цілочисельний параметр, який характеризує мінімальну необхідну кількість включених PI на довільно обраній MESH-станції;

2. За кожним радіоінтерфейсом може бути закріплено не більше одного частотного каналу:

$$\sum_{k=1}^K x_{i,j}^k \leq 1 \quad (i = \overline{1,N}; j = \overline{1,m}), \quad (2)$$

3. На кожній станції один частотний канал повинен бути закріплений не більше ніж за одним радіоінтерфейсом:

$$\sum_{j=1}^m x_{i,j}^k \leq 1 \quad (i = \overline{1,N}; k = \overline{1,K}), \quad (3)$$

4. Дві MESH-станції повинні працювати одна з одною не більш ніж на одному частотному каналі:

$$\sum_{k=1}^K \left[\sum_{j=1}^m x_{i,j}^k \cdot \sum_{l=1}^m x_{s,l}^k \right] \leq 1, \quad (4)$$

для кожної (i, s) - пари MESH-станцій,

$i, s = \overline{1,N}; i \neq s;$

5. Умова зв'язності MESH-мережі з точки зору зв'язності між собою створюваних кластерів, за допомогою якої можна визначати необхідний тип кластерної структури мережі - лінійної, кільцевої та інших:

$$\rho = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K x_{i,j}^k \geq N + K - 1, \quad (5)$$

виконання якої спільно з умовою (4) в умовах дефіциту ЧК ($K \leq N - 1$) гарантує, що кількість включених PI (ρ) з урахуванням числа MESH-станцій і підтримуваних в ТБЗ частотних каналів забезпечить зв'язність БКМ. Таким чином, два кластери MESH-мережі зв'язані, якщо існує MESH-станція, яка працює одночасно на їх частотних каналах; 6. Умова балансування кількості MESH-станцій за кластерами (за доменами колізій):

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m x_{i,j}^k \leq \alpha \quad (k = \overline{1,K}), \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m x_{i,j}^k$$

де $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m x_{i,j}^k$ - число MESH-станцій, які працюють на k -му ЧК; α - верхній динамічно керований поріг числа MESH-станцій у довільно обраному кластері БКМ.

За кількістю індексів шуканих змінних математична модель є трьохіндексною, в її рамках задача розподілу ЧК в БКМ набуває вигляду оптимізаційної, в ході розв'язання якої необхідно забезпечити

$\min \alpha$

x, α при виконанні умов (1)-(6). В рамках моделі досить повно описується багатоканальна мережа як об'єкт досліджень, що, в свою чергу, дозволяє отримувати шукані результати, такі як підвищення узгодженості рішень часткових задач кластеризації, закріплення радіоінтерфейсів і виділення їм відповідних частотних каналів. Даний спосіб відноситься до класу задач балансування мережних ресурсів, а саме частотних ресурсів та числа MESH-станцій в кластерах БКМ.

