

Фалкерсон. – М., 1966. – 276 с.

Андрушко Дмитрий Владимирович, старший преподаватель кафедры телекоммуникационных систем факультета телекоммуникаций и измерительной техники Харьковского национального университета радиоэлектроники, кандидат технических наук, da@kture.kharkov.ua

Вавенко Татьяна Васильевна, аспирант кафедры телекоммуникационных систем факультета телекоммуникаций и измерительной техники Харьковского национального университета радиоэлектроники, tv_vavenko@mail.ru

Семеняка Максим Викторович, студент кафедры телекоммуникационных систем факультета телекоммуникаций и измерительной техники Харьковского национального университета радиоэлектроники

УДК 621.391

В. В. Поповский, С. В. Гаркуша, Ахмед Х. Абед

ДВУХИНДЕКСНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ С УЧЕТОМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ УДАЛЕННОСТИ СТАНЦИЙ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ MESH-СЕТЯХ СТАНДАРТА IEEE 802.11

В работе основное внимание уделено математической модели распределения каналов в многоканальных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11, с помощью которой осуществляется балансировка количества mesh-станций по доменам коллизий с учетом их территориальной удаленности и активности, что позволяет повысить производительность многоканальной mesh-сети в целом.

Введение

На данном этапе развития телекоммуникационных систем беспроводные сети находят свое все более широкое использование. Однако основным сдерживающим фактором в их развитии является невысокая производительность [1]. В результате анализа существующих способов повышения производительности беспроводных сетей установлено, что наиболее перспективным способом является использование многоканальных mesh-сетей стандарта IEEE 802.11, которое на фоне других способов (расширение спектра сигнала, объединение каналов, использование MIMO-систем и т.п.) имеет существенные преимущества. Установлено, что эффективность многоканальных mesh-сетей во многом определяется качеством использованных моделей и методов распределения частотных каналов между радиointерфейсами mesh-станций [2].

Модель распределения частотных каналов

Предложена математическая модель распределения частотных каналов в многоканальных mesh-сетях, которую отражают следующие условия-ограничения:

- условие включения mesh-станции в сеть;
- условие выделения каждой станции количества каналов, не превышающего количество ее радиointерфейсов;
- условие работы двух mesh-станций друг с другом не более чем на одном канале;
- условие того, что произвольная mesh-станция на включенном на ней радиointерфейсе и закрепленном за ним каналом работает хотя бы с одной станцией своей зоны устойчивого приема;
- условие отсутствия эффекта «скрытой станции»;

- условие связности многоканальной mesh-сети (связности создаваемых доменов коллизий mesh-станций);
- условие балансировки числа mesh-станций по доменам коллизий в зависимости от активности и территориальной удаленности mesh-станций.

Решение задачи распределения частотных каналов в соответствии с условиями-ограничениями целесообразно осуществить в ходе решения оптимизационной задачи, обеспечивая минимум или максимум предварительно выбранного критерия качества решения задачи распределения каналов в многоканальной mesh-сети. В качестве такого критерия используется определение минимума количества mesh-станций, работающих на одном канале в рамках зоны устойчивого приема, взвешенного по их активности и территориальной удаленности. К основным требованиям к критерию оптимальности следует отнести, с одной стороны, соответствие физике решаемой задачи, т.е. задачи распределения каналов в mesh-сети, а, с другой, возможности получения на его основе практически реализуемых решений (результатов) [3].

Задача балансировки числа mesh-станций по доменам коллизий была сформулирована как оптимизационная задача смешанного целочисленного нелинейного программирования (MINLP). Количественный расчет данной модели был произведен с использованием системы MatLab, в рамках которой был задействован программный пакет Optimization Toolbox (программа fminconset).

Результаты работы модели распределения частотных каналов

Для случая территориальной удаленности mesh-станций постановка и решение задачи распределения каналов в многоканальной mesh-сети несколько усложнилась, через обретение станций в нескольких зонах устойчивого приема. Пример сети с тремя зонами устойчивого приема ($Z = 3$) приведен на рис. 1.

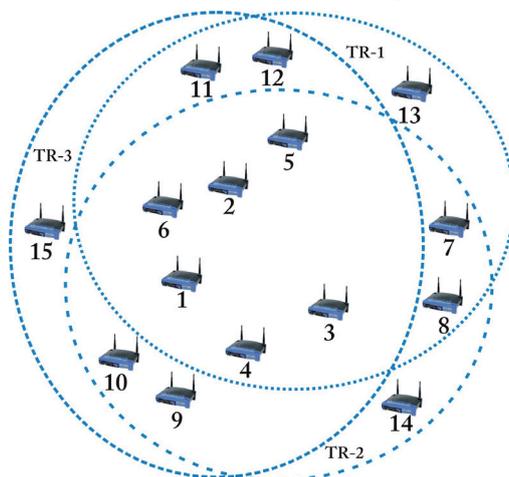


Рис. 1. Пример mesh-сети с количеством зон устойчивого приема $Z = 3$

Результаты решения задачи распределения частотных каналов (K) в mesh-сети для исходной матрицы приведены на рис. 2 (при $K = 3$), на рис. 3 (при $K = 4$) и на рис. 4 (при $K = 5$).

Как видно из полученных результатов (рис. 2), при $K = 3$ вся mesh-сеть разбивалась на три домена коллизий по пять и шесть станций в каждой. С увеличением числа используемых каналов (рис. 3), т.е. при $K = 4$, сеть «распадалась» уже на четыре домена коллизий, в которых максимальное число станций не превосходило пяти. При увеличении количества используемых каналов до $K = 5$, сеть распадалась на пять доменов коллизий с максимальным числом станций равным четырем (рис. 4).

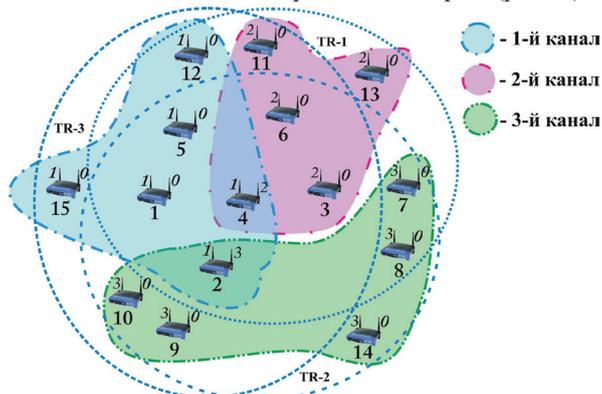


Рис. 2. Пример распределения каналов в mesh-сети при $K = 3$

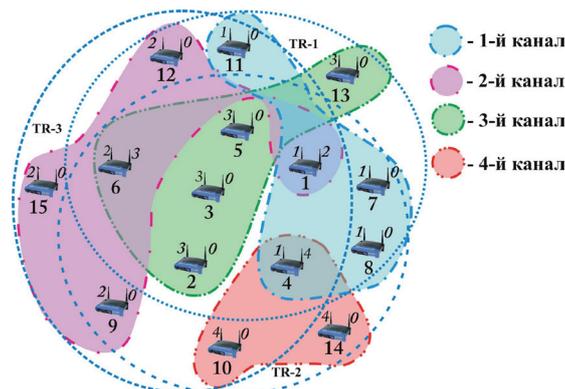


Рис. 3. Пример распределения каналов в mesh-сети при $K = 4$

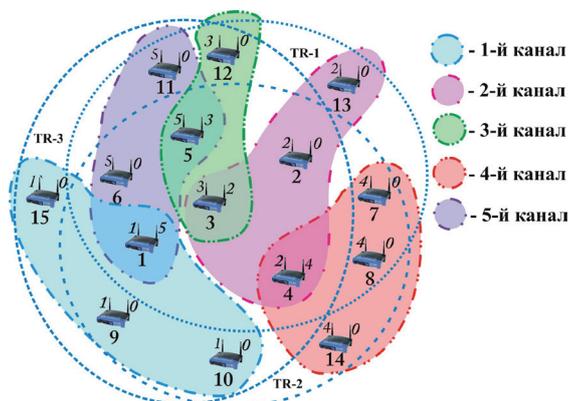


Рис. 4. Пример распределения каналов в mesh-сети при $K = 5$

Заключение

В результате использования предложенной модели была сформирована связанная структура доменов коллизий, что позволяет обеспечить информационный обмен между произвольной парой станций многоканальной mesh-сети. Также использование разработанной модели распределения каналов не только способствует повышению производительности многоканальной mesh-сети, но и благодаря введенным условиям позволяет избавиться от эффекта «скрытой» станции, уменьшить интерференцию, уменьшить влияние взаимных помех и т. д.

Литература

1. Лемешко, А. В. Трехиндексная математическая модель распределения частотных каналов в многоканальных MESH-сетях / А. В. Лемешко, М. А. Гоголева // Збірник наукових праць. НАНУ ІПМЕ. ім. Г.С. Пухова. № 54. – Київ, 2009. – С. 94–103.
2. Gogolieva, M. A Mathematical Model of Channel Distribution in Multichannel Mesh Networks 802.11. The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics / M. Gogolieva, S. Garkusha, H. Abed Ahmed // Proceedings of the XIth International Conference CADSM'2011, Polyana-Svalyava (Zakarpattya), UKRAINE, 23-25 February 2011 / Publishing House of Lviv Polytechnic. – Lviv., 2011. – P. 71–73.
3. Лемешко, А. В. Модель структурной самоорганизации многоканальной MESH-сети стандарта IEEE 802.11 [Электронный ресурс] / А. В. Лемешко, М. А. Гоголева // Проблеми телекомунікацій. – 2010. – № 1 (1). – С. 83 – 95. – Режим доступа к журналу: http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_lemeshko_mesh.pdf.
Дата доступа: 25.03.2011.

Поповский Владимир Владимирович, заведующий кафедрой телекоммуникационных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, доктор технических наук, профессор, tcs@kture.kharkov.ua

Гаркуша Сергей Владимирович, докторант кафедры телекоммуникационных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, кандидат технических наук, sv.garkusha@rambler.ru

Ахмед Хассан Абед, аспирант кафедры телекоммуникационных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, ahmed2009@mail.ru