



Оптимизация многополосных сетей через обучение с подкреплением

УДК 621.39

А.И. ПОПОВ, преподаватель кафедры автоматизированных систем управления ФГКВООУ ВО “Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного” МО РФ кандидат технических наук, **А.Д. НАЗАРОВ**, адъюнкт кафедры сетей связи и систем коммутации, **К.О. СИМОНОВА**, адъюнкт кафедры сетей связи и систем коммутации

Введение

В современных беспроводных сетях ретрансляционная связь является широко используемой и исследуемой топологией сети [1]. Основная причина ее использования — расширение зоны покрытия и повышение вероятности передачи пакетов данных. В ситуациях, когда узлу-источнику (УИ) необходимо передать определенные пакеты узлу-получателю (УП) при слабом беспроводном канале связи (из-за сильных помех и плохих условий передачи), может быть использован ретрансляционный узел (РУ) в качестве промежуточного узла для пересылки.

Идея последовательности РУ может быть использована для расширения в ситуациях, когда УИ и УП полностью утратили связь. Однако в обычной ретрансляционной сети использование промежуточного узла обычно вносит большую задержку в пакеты УИ — УП. Причина этого заключается в том, что РУ сначала ожидает полного приема пакетов данных от УИ, а когда они получены, тот же самый выделенный канал используется для пересылки УП. Этот традиционный метод ретрансляции данных называется Decode and Forward (DF) [2].

Для уменьшения недостатков традиционной ретрансляционной топологии вместо ожидания полного приема пакетов от УИ и последующего освобождения выделенного канала, а затем пересылки этого же пакета данных на свой УП РУ может немедленно начать пересылку данных по другому каналу любой другой полосы частот для одновременного приема и передачи. Этот процесс показан на рис. 1, где РУ

получает данные от УИ на i -м канале j -й полосы (c_{ij} РУ₁) и пересылает те же данные следующему узлу по k -му каналу из другого (l) диапазона (c_{kl} r_1 r_2). Это и называется многодиапазонной связью.

Учитывая возможности современных технологий, можно предположить наличие радиоприемников, способных поддерживать различные диапазоны приемопередающих частот (например, IEEE 802.11ax, работающий на частотах 2,4 и 5 ГГц [3], миллиметровые волны и т. д.), которые по-разному реагируют на потери трафика, замирания, радиопомехи и другие физические явления. Как следствие, существует большое количество условий функционирования канала в различных частотных диапазонах [4], [5].

Использование многодиапазонной связи требует наличия доступа к каналу и эффективных методов управления передачей пакетов. Для решения проблемы различий в скорости передачи данных при приеме и передаче пакетов в одно и то же время необходимо рассмотреть вопрос, как получить доступ к ограниченному диапазону частот. В результате возникает сложная с точки зрения вычислений задача, в которой необходимо оптимизировать распределение каналов с использованием доступных многополосных частот, чтобы минимизировать задержку пакетов данных в ретрансляционной сети.

Распределение многодиапазонных каналов для РУ является проблемой, зависящей от времени, необходимого для принятия оптимального решения, которое не должно приводить к дополнительным задержкам.

Как видно из рис. 1, необходимо принять решение относительно частотных каналов, используемых РУ для передачи данных в УП. При решении этой задачи необходимо иметь один централизованный сервер, который принимает решения о распределении каналов для всей сети на основе данных о текущей сети передачи данных (СПД), полученных от РУ, в то время как при распределенном подходе РУ должны принимать свои индивидуальные решения в соответствии с локальной обстановкой в фрагменте. Централизованный подход требует полной информации и координации от РУ, чтобы обеспечить принятие оптимального решения, которое может оказаться неактуальным после реализации [6], [7]. Такой подход непрактичен и не подходит для динамически меняющейся сети, зависящей от времени.

Таким образом, необходимо использовать распределенный подход при решении задачи распределения многодиапазонных каналов для РУ, обеспечивающего достоверные, своевременные и оптимальные результаты.

В различных работах рассматривались распределенные алгоритмы [6], [7] для решения этой задачи в допущении стабильных условий канала и статических узлов. В данной работе рассматривается динамическая ретрансляционная сеть с нестабильными канальной структурой и мобильными узлами. Эта сложная высокодинамическая среда ретрансляционной сети требует нового решения на основе распределенного подхода.

**Статью целиком читайте
в бумажной версии журнала**