РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ для транспортной сети LTE

А.Папышев, директор департамента беспроводных решений
для транспортных сетей компании Huawei в России

УДК 621.396.43, DOI: 10.22184/2070-8963.2017.66.5.58.60

Транспортные сети мобильного оператора – основная ниша, где широко используются радиорелейные системы, которые развиваются параллельно с беспроводными мобильными технологиями с упором на увеличение скорости передачи данных, снижение задержек и стоимости владения.

Эволюция сети радиодоступа (RAN)

Согласно статистике, время, которое люди проводят за своими мобильными устройствами, превышает время, проводимое за любыми другими устройствами в недалеком прошлом. Основной трафик на мобильном устройстве производится видеоконтентом, качество визуальных эффектов которого постоянно растет. Видео становится основой широкополосного мобильного бизнеса. Движение идет от 2K и 4K HD к виртуальной

реальности, которая будет стимулировать рост скорости передачи данных. По нашим оценкам, она может достигать 1,5 Гбит/с на каждый сайт в эпоху 4,5G, а скорость на некоторых сайтах возрастет до 10 Гбит/с в эпоху 5G.

В LTE-эру основными интерфейсами являются S1 и X2. S1-интерфейс (базовые станции eNodeB подключаются к сервисным шлюзам S-GW и серверу обеспечения мобильности MME) классифицируется на S1-U и S1-C. Первый обслуживает данные пользователя eNodeB между S-GW, второй – это интерфейс управления между eNodeB и MME. Так как LTE-сеть поддерживает пул S-GW и MME, один eNodeB может быть подключен к нескольким S-GW/MME. Такая архитектура позволяет распределять нагрузку на сеть, обеспечивает надежность и лучшее использование ресурсов сети (рис.1).

Для того чтобы обеспечить более высокую скорость радиодоступа, широко внедряются технологии CoMP (Coordinate Multipoint) и CA (Carrier Aggregation), которые являются драйвером увеличения трафика на интерфейсе X2 – с 3% в LTE до 40% в LTE-A (рис.2).

Транспортная сеть должна быть реконструирована согласно новой модели трафика. Для CoMP низкая задержка X2-трафика означает большее усиление базовых станций на приеме (улучшение до 50%). Технология Carrier Aggregation также требует низкой задержки X2-трафика до 4ms и менее. Снижению задержки пакетов X2 способствует

Рис.1. S1-трафик eNodeB имеет резервирование (dual homing)

и оптимизация оборудования внутренней пакетной коммутации, узлов коммутации и уменьшение расстояния пролетов. Для эффективной передачи трафика в LTE-сети, в которой существуют только IP-интерфейсы, каждая eNodeB устанавливает S1-соединение непосредственно с S-GWs/MMEs, X2-интерфейс с соседними eNodeBs – и данный сегмент RAN должен поддерживать L3-маршрутизацию.

В сравнении с традиционной L2-технологией, реализация "L3 до границы сети" оптимизирует LTE/LTE-Advanced сеть, обеспечивая более эффективную утилизацию полосы пропускания, более удобное E2E-управление и администрирование сетью, не требует планирования VLAN.

Интерфейс X2 был введен в LTE-сеть для управления эстафетной передачей (handover) между eNodeBs и имплементации новых сервисов. Обеспечивая соединение между соседними eNodeB, X2-интерфейс требует маршрутизации канала соединения между соседними eNodeB. Соответственно, между ними должны быть созданы логические соединения.

В то же время решение Cloud BBU могло бы обеспечить лучшее качество сервисов CoMP и CA, но Front haul (в основе которого – интерфейс CPRI) предъявляет очень высокие требования к транспортной сети, катастрофически увеличивая требования к скорости передачи данных и задержке.

РАДИОРЕЛЕЙНЫЕ РЕШЕНИЯ

Увеличение скорости передачи данных. Для обеспечения достаточной пропускной способности

сети мобильной связи задействуются различные частотные ресурсы в зависимости от условий распространения, влияния осадков и загрузки спектра. В последние годы мы видим важные тенденции, которые являются движущей силой развития промышленности микроволновых систем передачи данных (MW), к которым относятся и радиорелейные системы: делаются попытки дальнейшего увеличения спектральной эффективности в традиционных лицензионных диапазонах, широко внедряется диапазон E-band, осуществляется полный переход на IP-технологии, применяются более компактные магистральные решения, позволяющие использовать их на опорной сети.

Решение E-band (71-86 ГГц) владеет суммарным частотным ресурсом в 10 ГГц, что составляет 25% от всего MW-частотного ресурса. Частотный "plug & play", значительная ширина полосы и другие преимущества делают привлекательным широкое применение решений E-band.

Между тем появляются инновационные продукты. Концепция "Dual band" (два диапазона) комбинирует преимущества традиционных низкочастотных диапазонов и E-band. Основной замысел "Dual band": E-band обслуживает сервисы с высоким потреблением трафика, в то время как модуль традиционных частот обслуживает сервисы с высокими требованиями к доступности канала. Как результат появляется

Рис.4. E2E L3 MW + маршрутизатор

радиорелейная линия связи с пропускной способностью до 10 Гбит/с с гарантированной надежностью для приоритетного трафика. Таким образом, сфера применения E-band расширяется в область более протяженных пролетов (рис.3).

Снижение задержек. Чтобы повысить качество мобильных услуг для пользователя (user experience), необходимо обеспечить быструю комплексную реакцию сети на пользовательский трафик, сократив ожидание терминала. Как следствие, секция backhaul будет иметь последовательную трансформацию: радиорелейное оборудование должно расширять кэширующие буферы портов и радиоинтерфейсов, что увеличит коммутационные возможности, сгладит взрывные нагрузки и, как следствие, снизит задержку пересылки пакетов. Снижению задержек на радиоинтерфейсе поможет сокращение длины кодов и оптимизация мультиплексирования пакетов.

От L2 к полностью L3-сетям. За последние несколько лет MW-индустрия претерпела последовательную эволюцию от TDM, Hybrid к полностью IP-технологиям, связанную с трансформацией сервисов базовых станций.

Решение L2 MW имеет проблемы при использовании на сетях. В настоящий момент L3 MW имеет очевидные преимущества: исключение широковещательных штормов, единую технологию OAM на доступе, агрегации и ядре, что упрощает поиск неисправности, добавление и релокацию сайтов, так как необходимо только сконфигурировать окончательный сайт. Ближайшая к "соседям" коммутация X2-интерфейса снижает его задержки, повышая качество сервисов.

В долгосрочной перспективе L3 MW постепенно заменят существующие L2 MW – и в этом процессе сетевая иерархия представляется ключевым фактором. Концепция HVPN позволит снизить требования к маршрутизаторам уровня доступа и обеспечить снижение капитальных затрат (рис.4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эволюция сетей мобильной связи в направлении LTE-A и 5G в ближайшие несколько лет бросает вызов существующим сетям радиорелейной связи, особенно с точки зрения пропускной способности и задержек. Решения E-band и L3 MW позволяют успешно решать эти задачи развития сетей.

Трафик S1 достигнет 1 Гбит/с, E-band имеет скорость до 10 Гбит/с. Это с легкостью покрывает будущие потребности в скорости передачи на уровне доступа и агрегации.

X2-интерфейс требует низких задержек, концепция построения сети "L3 до границы" сокращает задержки пакетов и снижает загрузку трафиком на MW uplink, что означает введение функции L3 в радиорелейные системы. В то же время E2E L3 упрощает развертывание сетей благодаря динамической маршрутизации, сокращает время локализации проблемы, снижает трудозатраты на обслуживание.

Лидер MW-индустрии – компания Huawei – выпустила решения RTN380 4G/10 Гбит/с и линейку L3 MW RTN900, которые в настоящий момент имеют значительное глобальное присутствие у мобильных операторов по всему миру, включая Россию. ■