

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Брехов Д.И., студ.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Организация IEEE уже давно занимается созданием и внедрением различных стандартов по сетевым технологиям. Достаточно долгое время понятия качества обслуживания, Quality of Service, не существовало вообще, так как сети предназначались исключительно для передачи цифровых данных и основные проблемы были связаны с возможностью, скоростью и дальностью передачи. Большинство разработок велось с целью открытия новых способов передачи данных, и задачей специалистов было создание систем, которые хотя бы просто работали и справлялись с возложенной на них нагрузкой. С появлением оптоволоконных линий передачи данных вечная проблема нехватки пропускной способности была отложена на неопределенный период времени. Развитие цифрового телевидения и передачи голосовых данных по цифровым линиям связи вместе с передачей обычных данных, так называемые технологии Triple Play, создали ощутимую потребность для установления некоторых приоритетов для потоков различного рода данных с разделением политик выдачи пропускной способности и возможных задержек при передаче. Для одних приложений стало недостаточно иметь соединение с другим приложением через сеть для нормальной работы, другие приложения требуют выделенной пропускной способности или минимального уровня задержек при передаче информации - к таким приложениям можно смело отнести видео или IP-телефонию. Еще одним фактором, который повлиял на качество обслуживания в сетях, является повсеместное внедрение мобильных устройств, и речь идет не только о предоставлении определенных услуг, а о качестве этих услуг, удобстве и простоте их получения и использования. В отношении качества обслуживания в проводных сетях давно все определено, существуют известные стандарты и алгоритмы работы, которые достаточно просты и понятны. А вот мобильные устройства и качество обслуживания - это совсем другое дело, так как существует масса отличий, как в работе самой сети, так и в ее возможностях.

Основной проблемой является полудуплексная среда передачи. Если в проводных сетях эта проблема была решена путем разделения физической среды передачи данных, то «заставить» электромагнитное излучение передаваться в ограниченном пространстве без ограничения этого пространства пока невозможно. Только одно устройство, которое находится в беспроводной сети, может передавать или получать данные в один момент времени. Алгоритм работы не предусматривает никакой схемы приоритетов или координации времени передачи или приема станций, к тому же при работе через точку доступа по умолчанию в борьбе за проводную среду в большинстве случаев будет выигрывать станция, которая находится физически ближе к точке доступа.

Перекрытие по совмещенному каналу. Проблема, которая возникает, если две и более точки доступа работают на одном канале и находятся в зоне видимости друг друга. Клиент, который находится в зоне перекрытия нескольких точек доступа, может страдать от постоянных коллизий, возникающих из-за передачи данных несколькими точками доступа одновременно (рис. 1). Одноадресные фреймы будут вносить задержки из-за повторной передачи, а многоадресные будут утеряны, так как они не подтверждаются.

Проблема скрытого узла. Представим себе ситуацию, когда несколько клиентов видят точку доступа, через которую передается весь трафик, но не видят друг друга, а значит и «не знают», передает ли кто-то еще кроме них информацию точке доступа. При одновременной передаче от нескольких станций точке доступа в ее зоне образуется коллизия. Система RTS/CTS (которая с помощью служебных фреймов решает эту проблему) - очень громоздка,

много пропускной способности уходит на служебный трафик и создается высокая конкуренция за беспроводную среду передачи.

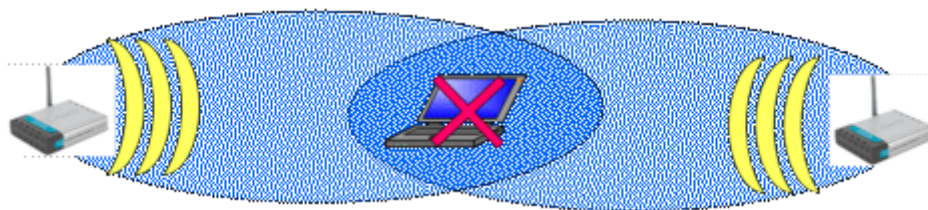


Рисунок 1 – Клиент, находящийся в зоне перекрытия нескольких точек доступа

Для поддержания должного качества обслуживания необходимо было переделать существующий алгоритм общения станций беспроводных сетей - так и появилась «гибридная функция координации».

Перед тем как создавать алгоритм с поддержкой QoS, необходимо сначала определиться с классификацией трафика. В проводных сетях эта классификация была создана давно и закреплена стандартом IEEE 802.1p. Схема подразумевает разбивку трафика на 8 классов по приоритетам срочности передачи. Для беспроводной сети такая классификация показалась рабочему комитету 802.11e, который разрабатывает стандарт QoS для беспроводных сетей, слишком громоздкой. Было принято решение о создании всего четырех классов обслуживания, в которые будут зачислены все 8 классов из 802.1p.

Таблица 1 – Классификация трафика

Приоритет 802.1p	Описание приоритета или типа трафика	Категория доступа 802.11e
1	Низкий приоритет	0
2	Низкий приоритет	0
0	Нейтральный	0
3	Сигнализация/контроль	1
4	Видеозондирование	2
5	Видео	2
6	Голос	3
7	Управление сетью	3

Как показано в таблице, все приоритеты трафика, начиная с низкого и заканчивая нейтральным, в беспроводных сетях представляют собой единый класс 0; все, что касается видео, отнесено в отдельный класс, а наивысший приоритет имеют протоколы передачи голоса через цифровую сеть и фреймы, которые передаются для управления устройствами в сети.

С созданием новой функции координации (управления) в беспроводных сетях появились и некоторые новые понятия. Одним из них является арбитражный межфреймовый зазор (arbitration interframe space, AIFS) - это интервал времени в канальных интервалах, который всегда следует после окончания передачи станции для того, чтобы

электромагнитный эфир «успокоился» перед началом передачи другой станцией. Другими словами - это время, в течение которого отголоски сигнала дойдут до самых крайних точек беспроводной сети и при начале новой передачи другой станцией не возникнет ситуация, когда ее сигнал встретится с этими отголосками и произойдет коллизия. Этот интервал был и до создания гибридной функции, он назывался DIFS, по названию старой функции координации, и в отличие от нового AIFS, не мог изменяться. Увеличение задержки при желании передать несрочный трафик даст некоторые преимущества более срочному трафику. Задержка для пересылки приоритетных фреймов будет меньше (см. Рис. 2).

Теперь разберем, что такое окна конкуренции и как они работают. Окно конкуренции - интервал времени, в котором станции соревнуются за право передачи данных. По алгоритму работы после каждого фрейма в варианте без QoS необходимо было выждать межфреймовый зазор, но он ведь одинаков для всех станций и после его окончания несколько станций могут начать передачу одновременно. Решение аналогично подобному в проводных сетях, необходимо установить таймер случайной задержки для каждой станции, и таким образом, значительно уменьшить вероятности ситуации, когда станции будут пытаться начать передачу данных одновременно. Для этого таймера были введены два понятия:

- **максимальная ширина окна конкуренции CW_{max}** - устанавливается производителем и хранится в памяти сетевой карты (обычно 255);

- **минимальная ширина окна конкуренции CW_{min}** - устанавливается производителем (обычно 7), может меняться в процессе работы.

Единицы измерения ширины окна конкуренции - канальные интервалы. Значение таймера случайной задержки определяется случайным выбором числа X , где $0 < X < CW_{min}$. То есть выбор осуществляется между числами от 1 до 6 включительно. Если после отправки фрейма станция не получит подтверждения о приеме (а для каждого фрейма данных она должна обязательно получить подтверждение), она удваивает CW_{min} , а значит при следующей попытке передачи этого же фрейма интервал будет выбираться между значениями 1 и 14 ($0 < X < 15$). При постоянных проблемах передачи значение будет удваиваться до тех пор, пока не достигнет значения $CW_{max}=255$, после достижения этого значения окно не меняется. Если после 15 повтора передачи фрейм не будет отправлен, станция решит, что это вообще невозможно и удалит его из буфера.



Рисунок 2 – DIFS

В алгоритме работы с предоставлением QoS изменяется и алгоритм выбора окон конкуренции.

И последнее нововведение: благоприятная возможность передачи (transmit opportunity, TXOP) - момент, когда станция может начать передавать данные и продолжать передачу некоторое время. Главным отличием от предыдущей системы передачи является возможность передачи нескольких фреймов подряд вместо одного; время, в течение которого можно передавать фреймы, как раз и указывается в этом параметре.

Рассмотрим подробнее каждый класс (access class - AC):

0 - обычные параметры минимального и максимального окна конкуренции, двойной интервал AIFS, что и дает максимальную задержку при передаче по сравнению с другими классами. Нули в графах параметра TXOP для всех технологий говорят о том, что в этом классе выиграв конкуренцию и получив право на передачу можно переслать только один фрейм, а затем опять бороться за среду передачи.

Таблица 2 – Параметры различных классов трафика

AC	CW_{min}	CW_{max}	AIFS	$TXOP_{max}(b)$	$TXOP_{max}(a/g)$
0	Стандартный CW_{min}	Стандартный CW_{max}	2	0	0
1	Стандартный CW_{min}	Стандартный CW_{max}	1	3 мс	1,5 мс
2	$(CW_{min} + 1)/2 - 1$	Стандартный CW_{min}	1	6 мс	3 мс
3	$(CW_{min} + 1)/4 - 1$	$(CW_{min} + 1)/2 - 1$	1	3 мс	1,5 мс

1 - обычные параметры минимального и максимального окна конкуренции, обычный межфреймовый зазор, при захвате среды передачи разрешается предавать фреймы в течение 3 мс для стандарта 802.11b или 1,5 мс для стандарта 802.11a/g. Понятно, что разница между временными интервалами для разных стандартов создана исходя из того, что одинаковые по длине фреймы в сетях по стандартам 802.11a или 802.11g будут переданы намного быстрее, чем в случае 802.11b.

2 - в этом классе искусственно уменьшено стандартное минимальное окно конкуренции. Если за исходное значение брать $CW_{min}=7$, то в этом случае $CW_{min}=(7+1)/2-1=3$, а это значит, что при выборе случайной задержки станция будет выбирать случайное число из интервала (0;3), что гарантирует снижение задержки по сравнению с предыдущими классами. В то же время максимальным окном конкуренции назначается значение стандартного минимального окна. В случае возникновения проблем с передачей трафика станции с трафиком этого класса будут увеличивать значения своего текущего минимального окна конкуренции до 7 и не более, в то время как остальные увеличивали бы до значения 255. Кроме того, этому классу выделен самый большой интервал для передачи фреймов - 6 и 3мс, это логично, так как передача видео подразумевает большие фреймы.

3 - самый высокоприоритетный класс обслуживания со значениями минимального и максимального окон конкуренции: 1 и 3 соответственно. При возникновении этих типов трафика станции будут выжидать ровно один интервал в роли случайной задержки и при наихудших условиях передачи увеличат интервал выбора до значений (0;3). Трафик, который входит в этот класс, очень чувствителен к задержкам, что и привело к выдаче наивысшего приоритета, но управляющие фреймы и фреймы IP-телефонии достаточно малы, поэтому значения параметра TXOP - ниже, чем у предыдущего класса.

Среди поставщиков беспроводного оборудования существует достаточно большое количество личных разработок, поправок и добавок для предоставления QoS, но основа работы практически у всех одинакова и описана выше.

В данной работе были описаны основные показатели качества обслуживания беспроводных сетей. Были указаны основные проблемы, возникающие при передаче сообщений. А также представлены алгоритмы по улучшения качества передачи данных.

Перечень ссылок

1. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебник для вузов / В. Олифер, Н. Олифер. - 5-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2016. – 992 с.
2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. - 5-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2012. – 960 с.