

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЛЛИЗИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СЕТИ ETHERNET

Гулиус В.А., Янковский А.А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. ЭВМ, тел. (057) 702-13-54,
E-mail: yankovsky@kture.kharkov.ua

For a rate of influencing of collisions on output of Ethernet the program was designed in environment MatLab. This program was used for simulation which has permitted to receive the evaluation performances of collisions influencing on throughput capacity of a network was executed. In result the profiles which have permitted to execute a visual rate of degradation of a network were built aroused collisions.

Цель исследования. В ряде работ [1-3] были приведены расчеты по оценке производительности сети Ethernet. Однако в основу этих расчетов были положены следующие допущения:

- отсутствие коллизий;
- передача данных выполняется непрерывным потоком пакетов, разделяемых только межкадровым интервалом IPG.

В то же время при функционировании сетей Ethernet коллизия является нормальной ситуацией. Поэтому в данной работе была сделана попытка определить влияние коллизий на производительность сетей Ethernet.

Алгоритм обработки коллизий. В сетях Ethernet для доступа к среде передачи данных используется метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – коллективный доступ с опознаванием несущей и обнаружением коллизий).

Прием данных рабочими станциями, которые любой из компьютеров начал передавать в общую среду, выполняется немедленно. Перед началом передачи данных интерфейс станции отправителя должен убедиться, что разделяемая среда свободна. Признаком незанятости среды является отсутствие на ней несущей частоты. Если среда свободна, то станция имеет право начать передачу кадра, который получают все компьютеры сети.

После окончания передачи кадра, все станции сети должны выдержать технологическую паузу, равную межкадровому интервалу (Inter Packet Gap, IPG) в 96 битовых интервалов. После окончания технологической паузы станции сети имеют право начать передачу своих пакетов, считая, что среда свободна.

Однако механизм прослушивания среды и пауза между пакетами не гарантируют возникновения ситуации, когда две или более станции одновременно начинают передавать свои пакеты. При этом происходит так называемая коллизия, так как содержимое обоих пакетов сталкивается в общей среде и происходит искажение сигналов.

Для корректной обработки коллизий все рабочие станции одновременно наблюдают за постоянной составляющей поступающей сигналов. Если постоянная составляющая сигналов отличается от $U_m/2$, где U_m - амплитуда поступающих сигналов, то такая ситуация свидетельствует о возникновении коллизии в сети. При этом станция, обнаружившая коллизию, посылает в сеть специальную последовательность из 32 бит, получившую название jam-последовательность.

Обнаружившая коллизию передающая станция должна прекратить передачу и сделать паузу в течение короткого случайного промежутка времени, получившего название усеченного экспоненциального двоичного алгоритма отсрочки. Длительность паузы вычисляется она по следующей формуле:

$$T = \text{RAND}(0, 2^{\min(N,10)}) * 512 \text{ bt}, \quad (1)$$

где N – значение счетчика попыток;

RAND(a,b) – генератор случайных нормально распределенных целых чисел в диапазоне a...b, включая крайние значения.

Таким образом, случайная пауза в технологии Ethernet может принимать значение от 0 до 52.4 мс.

Оценка производительности сегмента Ethernet обычно выполняется в два этапа. На первом этапе вычисляется производительность сети в кадрах в секунду (кадр/с). На следующем этапе определяется полезная пропускная способность сети Ethernet. Под полезной пропускной способностью протокола Ethernet подразумевается скорость передачи пользовательских данных, которые переносятся полем данных кадра. Эта пропускная способность всегда меньше номинальной битовой скорости протокола Ethernet за счет нескольких факторов:

- служебной информации кадра, включающей преамбулу, адреса приемника и передатчика, поле, которое определяет длину поля данных, поле контрольной последовательности (Frame Check Sequence, FCS);

- межкадровых интервалов (IPG).

При возникновении коллизии рабочая станция дополнительно должна обработать:

- 32 битное поле jam-последовательности;

- выдержать паузу в течение короткого случайного промежутка времени, получившего название усеченного экспоненциального двоичного алгоритма отсрочки.

Таблица 1 – Пример формирования выходных данных

| | |
|---|-----------|
| Интервал отсрочки | 1028 байт |
| Средняя длина кадра | 804 байт |
| Средняя длина кадра при коллизии | 1946 байт |
| Среднее время передачи кадра | 642.4 мкс |
| Среднее время передачи кадра при коллизии | 1556 мкс |

Реализация алгоритма. Для выполнения исследований о влиянии коллизий на производительность сети Ethernet была составлена программа в виде m-файла в среде MatLab. Программа оценки влияния коллизий на производительность сети Ethernet включает следующие основные блоки:

1 Блок формирования псевдослучайных чисел, лежащих в пределах от 72 до 1526 байт, что соответствует размерам кадров сети Ethernet.

2 Блок вычисления усеченной экспоненциальной задержки, включающий процедуры формирования jam-последовательности и вычисления усеченного экспоненциального времени отсрочки в соответствии с выражением (1). Процедуры 1 и 2 формируют выборки, включающие 100 испытаний.

3 Блоки вычисления среднего времени передачи кадров при наличии и отсутствии коллизий в сети. При моделировании коллизионных ситуаций количество коллизий изменялось от 1% до 20%.

4 Блок формирования выходных данных. Пример работы этого блока приведен в таблице 1. Таблица формируется после выполнения каждых 100 испытаний.

5 Блок визуализации результатов моделирования, пример работы которого представлен на рис. 1.

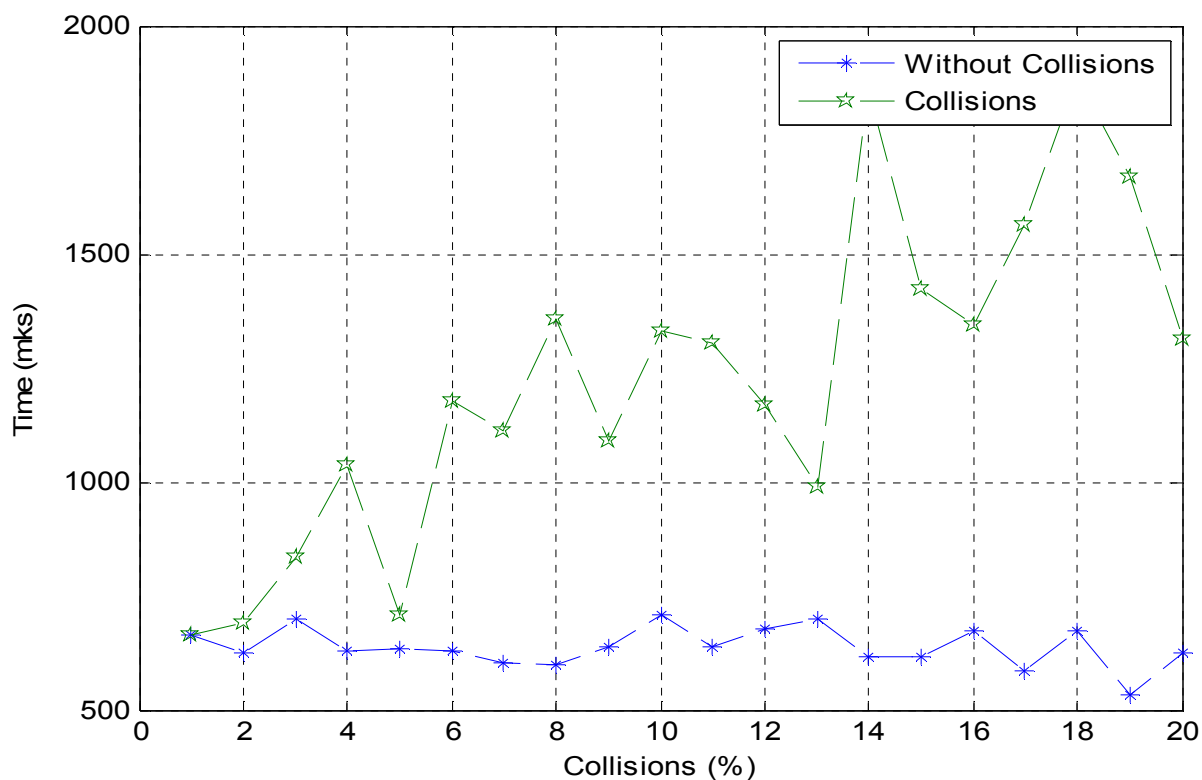


Рисунок 1 – Влияние коллизий на производительность сети Ethernet

Выводы. Результаты проведенного моделирования с целью получения оценки влияния коллизий на производительность сети Ethernet показали, что коллизии приводят к значительному снижению производительности, что очень неблагоприятно сказывается на качестве обслуживания пользователей сети. В связи с этим при создании локальных сетей авторы рекомендуют в качестве коммуникационного оборудования применять коммутаторы. Стоимость этих устройств несколько выше стоимости хабов, повсеместно применявшихся для создания сегментов сетей, но коммутаторы обеспечивают более высокую пропускную способность.

Перечень ссылок

- 1 Олифер И.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер. 2006.-958 с.: ил.
- 2 Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. – Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. М.: Издательство ЭКОМ, 2000.- 312 с.: ил.
- 3 Гулиус В. А., Янковский А. А. Модель оценки производительности сети Fast Ethernet. Матеріали Х Міжнародної науково-технічної конференції “Системний аналіз та інформаційні технології”. Київ 2008.