

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА БАЗЕ SIMULINK МЕТОДОВ ДОСТУПА К СРЕДЕ ПЕРЕДАЧИ ТИПА CSMA/CD

Джон С.Н.

Кафедра ЭВМ ДонНТУ

Johnsam8@hotmail.com

Abstract

John Samuel Ndueso, Simulation with SimuLink the access methods of transmission using Ethernet CSMA/ CD protocol. CSMA/CD and its precursors such as Pure ALOHA, Slotted ALOHA etc., have been termed as random access or contention techniques. They are random access in the sense that there is no predictable or scheduled time for any station to transmit. Transmissions are ordered randomly. The foregoing observations led to the development of Carrier Sense Multiple Access (CSMA) protocols in which the stations listen for a carrier (i.e., a transmission) and act accordingly. With CSMA, a station wishing to transmit first listens to the medium to determine if another transmission is in progress (carrier sense). If the transmission medium is in use, the station waits. If the medium is idle, the station may transmit. Observing the above character of CSMA/CD protocol, MathLab/Simulink is used in the modeling.

Введение

Требования сегодняшнего дня диктуют необходимость широкого внедрения и использования мультисервисных сетей, способных эффективно передавать разнородный трафик, включающий данные, голос и видео. В настоящее время существует несколько решений, позволяющих эффективно сочетать в рамках одной сети любого размера передачу данных и телефонный трафик. Принципиально эти решения можно разделить на три группы:

- передача разных типов трафика по отдельным физическим линиям, создание двух независимых сетевых инфраструктур;
- передача различных типов трафика по одной линии;
- преобразование одного вида трафика в другой с последующей транспортировкой и коммутацией.

Используемые в настоящее время в локальных сетях протоколы канального уровня используют методы доступа к среде, основанные на ее совместном использовании несколькими узлами за счет разделения во времени. В этом случае, как и во всех случаях разделения ресурсов со случайным потоком запросов, могут возникать очереди. Для описания этого процесса обычно используются модели теории массового обслуживания. Механизм разделения среды протокола Ethernet упрощенно описывается простейшей моделью - одноканальной моделью с пуассоновским потоком заявок и показательным законом распределения времени обслуживания. Она хорошо описывает процесс обработки случайно поступающих

заявок на обслуговування системами с одним обслуговуючим прибором со случайным временем обслуживания и буфером для хранения поступающих заявок на время, пока обслуживающий прибор занят выполнением другой заявки. Но в большинстве реальных приложений более удобной и эффективной является блочно-ориентированная имитационная модель, пример которой и описан в данной статье. Эффективность такой модели обусловлена ее высокой гибкостью и возможностью интеграции в модели более высокого уровня.

Описание модели Ethernet с CSMA/CD в SimuLink

В системе MathLab-SimuLink можно моделировать все распространенные методы доступа к передающей среде, в том числе CSMA/ CD , Token Ring, FDDI и т.п. В сетях Ethernet используется метод доступа к среде передачи данных называемый методом коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизии (CSMA/CD) [1]. Реализованная для исследований базовая модель представлена на рис. 1.

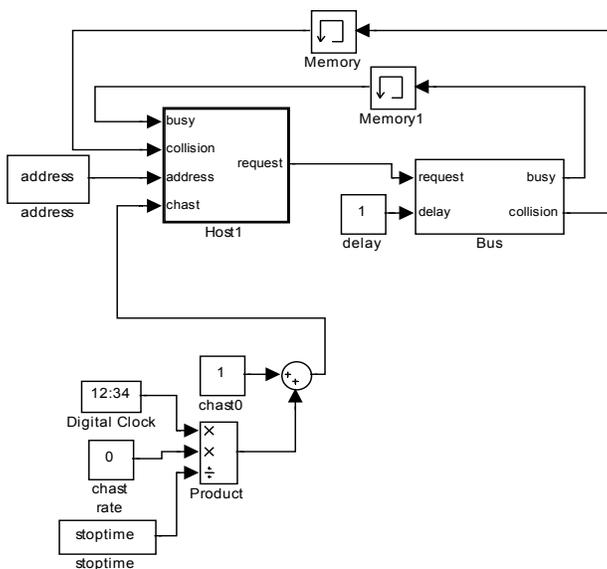


Рис. 1. Модель реализации Ethernet с CSMA/CD в SimuLink

Ключевыми являются модель клиента Host1 и модель шины Bus. Host1 имеет возможность с учетом задержки (Delay) распространения сигнала по физической среде получить данные, которые любой из компьютеров начал передавать на общую шину (Bus). Каждый экземпляр клиента специфицируется значением Address. До передачи кадров, Host в первую очередь прослушивает и проверяет наличие сигнала в шине сетевого канала Bus, а затем с помощью сигнала Request запрашивает шину. В модели запрос от всех клиентов поступает на Bus в виде векторного сигнала. В блоке Host1 имитируются все логические действия модели Ethernet с CSMA/CD. Если Bus в текущий момент не используется никаким другим

устройством, то Host1 начинает передачу кадров. Каждая рабочая станция в этом сегменте локальной сети анализирует данные и определяет, предназначены ли они ей. Признаком свободной шины является сигнал Busy, равный нулю, что означает, отсутствие на ней несущей частоты (carrier sense).

Если Busy = 0, то узел имеет право начать передачу кадра. Кадр данных всегда сопровождается преамбулой (Preamble), которая состоит из фиксированного количества байт. Преамбула нужна для вхождения приемника в побитовый и побайтовый синхронизм с передатчиком. Все станции с адресами Address, подключенные к шине, распознают факт передачи кадра, и та станция, которая распознает его как свой, записывает его содержание в свой внутренний буфер (memory), а затем посылает по шину кадры ответа. Если Busy равно 1, это значит, что шина занята, и на ней присутствует несущая частота, поэтому любой другой узел вынужден ждать пока текущий узел не прекратит передачу кадра.

После окончания передачи кадра, все узлы сети должны выдержать технологическую паузу в 9.6 мкс [2]. Этот интервал между кадрами необходим для приведения сетевых адаптеров в исходное состояние, а также для предотвращения монопольного захвата среды одной станцией. После окончания технологической паузы Host имеет право начать передачу своего нового кадра. При этом следует иметь ввиду, что в реальных сетях из-за задержек распространения сигнала по шине не все Host строго одновременно фиксирует факт окончания передачи кадров. В этом случае, когда два Host (адаптера) предварительно прослушали сетевой трафик (шину) и, обнаружив тишину, начали передачу одновременно, происходят т.н. коллизии (collision). В разработанной модели признаком этого является сигнал на выходе Collision равный 1. Так как содержимое кадров сталкивается на общей шине, то происходит искажение информации, т.к. метод кодирования, используемые в Ethernet, не позволяет выделять сигналы каждой станции из общего сигнала. При обнаружении коллизии обе передачи прерываются, и Host повторяет передачу спустя некоторое случайное время (естественно, предварительно опять прослушав шину на предмет занятости). Коллизией является обычной ситуацией в работе сетей Ethernet вследствие распределенного характера сети.

Блок Chast0 используется для управления частотой пакетов от Host путем регулирования интервалов между пакетами. Интервал между пакетами должен выбираться зависимости от конкретной сети и ее загрузки.

Чтобы корректно обработать коллизию, все Host (станции) одновременно наблюдают за возникающими на кабеле (Bus) сигналами. Если передаваемые и наблюдаемые сигналы отличаются, то фиксируется обнаружение коллизии (collision detection - CD). Для увеличения вероятности скорейшего обнаружения коллизии станция, которая обнаружила коллизию, прерывает передачу своего кадра в произвольном месте и усиливает ситуацию коллизии посылкой в сетей специальной последовательности из 32 бит - jam последовательностью.

После обнаружения коллизии передающий Host обязан прекратить передачу и сделать паузу в течение короткого случайного интервала времени. Затем он может снова предпринять попытку захвата шины путем передачи кадра (Request). Длительность случайной паузы регулируется при этом по следующему алгоритму:

$$\text{Пауза} = L * (\text{интервал отсрочки}),$$

где: L – целое число, выбранное с равной вероятностью из диапазона $[0, 2^N]$,

N – номер повторной попытки передачи данного кадра: $1, 2, \dots, 16$.

Если 16 последовательных попыток передачи кадра вызывают коллизию, то передатчик должен прекратить попытки и отбросить кадр.

Результаты моделирования

Основная задача, для решения которой строится любая сеть - быстрая передача информации между компьютерами. Поэтому критерии, связанные с пропускной способностью сети или части сети, хорошо отражают качество выполнения сетью ее основной функции.

В таблице 1 представлены основные результаты моделирования для сети с номинальной пропускной способностью 10 Мбит/с.

Таблица 1. Основные результаты моделирования

Desired Bandwidth (P_0), Mbit/sec.	K_{total}	K_{polezn}	$K_{kollizn}$	$K_{polezn} * 10$ (P), Mbit/sec	P / P_0 Потребности
2	0,20	0,20	44	2,0	1,00
4	0,40	0,39	480	3,9	0,96
6	0,56	0,56	1300	5,6	0,93
8	0,66	0,65	2400	6,5	0,81
10	0,69	0,68	2800	6,8	0,68
12	0,70	0,69	2900	6,9	0,58
14	0,71	0,70	2900	7,0	0,50
16	0,72	0,72	3200	7,2	0,45
18	0,72	0,71	3200	7,1	0,39
20	0,73	0,72	3200	7,2	0,36

На рисунках 2-5 основные результаты моделирования для различных вариантов загрузки сети представлены в графической форме. При этом используются следующие обозначения:

P (Desired Bandwidth) - требуемая пропускная способность сети, определяемая спецификой приложений (задаваемый параметр); обозначается также как P_0 , при этом P без коэффициентов будет обозначать реально достигаемую пропускную способность;

K_{total} – коэффициент общей загрузки сети, изменяющийся в интервале от 0 до 1.

K_{polezn} – коефіцієнт полезного использования сети, изменяющийся в интервале от 0 до 1 и определяемый реальной скоростью передачи данных (без учета служебной информации и коллизий);

$K_{kollizn}$ - Коэффициент частоты коллизий (в данном случае определяется как общее количество коллизий).

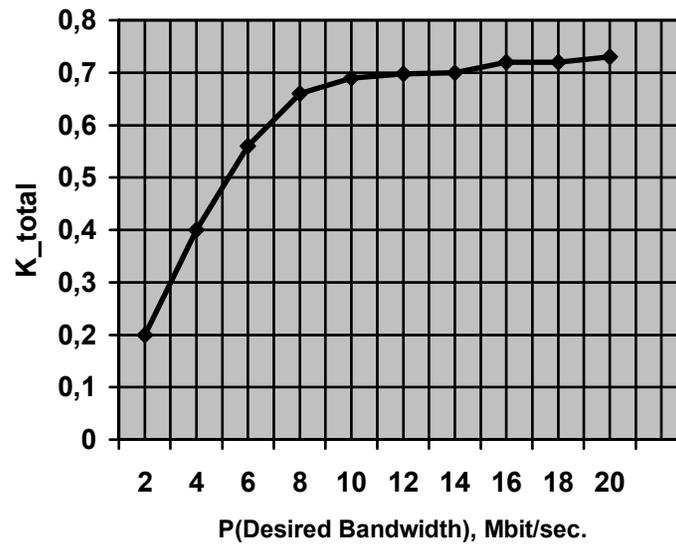


Рис. 2. Коефіцієнт завантаження мережі з виявленням колізії (collision detection, CD) для 10-ти абонентів (Host) при різних варіантах вимогової пропускної спроможності.

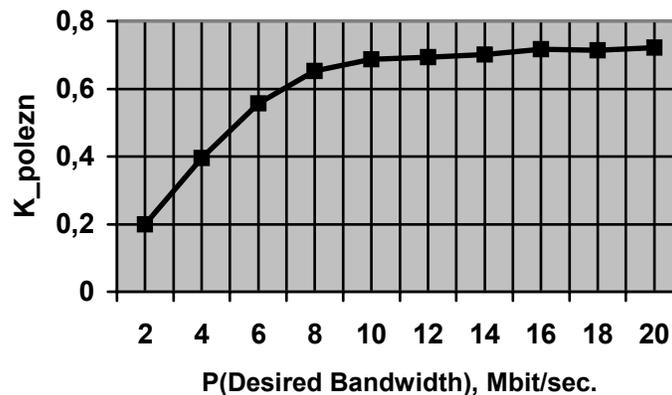


Рис. 3. Зміна коефіцієнта корисної завантаження мережі в залежності від зростання вимогової пропускної спроможності.

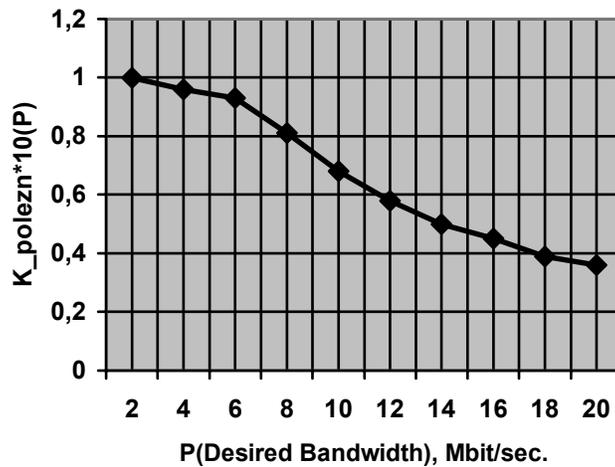


Рис. 4. Изменение отношения реальной пропускной способности сети к требуемой в зависимости от роста нагрузки сети (определяемой требуемой пропускной способностью).

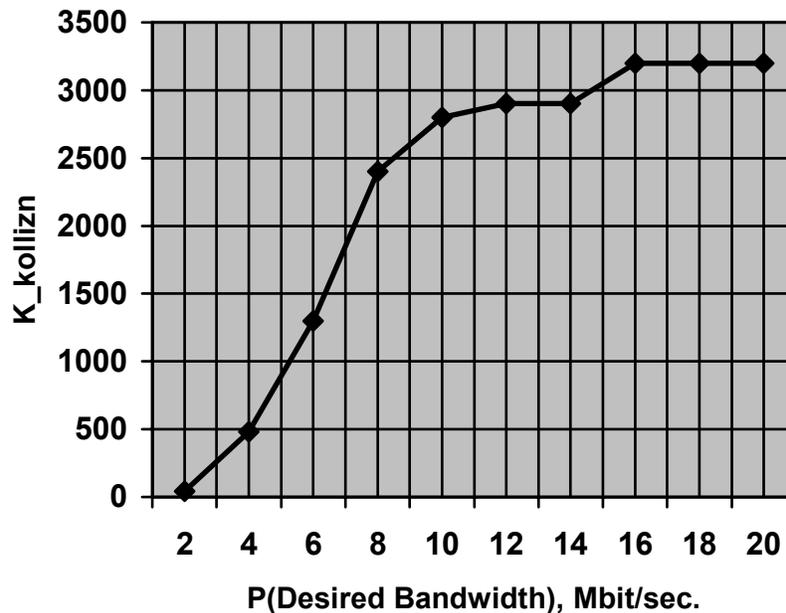


Рис. 5. Рост количества коллизий в сети по мере увеличения требуемой пропускной способности сети.

Проведенные исследования показали, в частности, как конкретно при значительной интенсивности коллизий падает полезная пропускная способность сети, так как сеть почти постоянно занята повторными попытками передачи кадров (рис. 3, 4). Для уменьшения интенсивности возникновения коллизий нужно либо уменьшать трафик, сократив, например, количество узлов в сегменте, или внести

существенные изменения в приложения, либо повысить скорость сети, перейдя, например, на Fast Ethernet. Из рисунка 4 видно также, что потребности в пропускной способности сети удовлетворяются реально всего на 68% уже при требуемой скорости передачи данных, равной номинальной пропускной способности сети, т.е. при 10 Мбит/с. При дальнейшем увеличении нагрузки коэффициент полезного использования сети продолжает существенно уменьшаться за счет значительного увеличения числа возникающих коллизий (рис.5): при необходимости передачи данных со скоростью 10 Мбит/с – количество коллизий составляет 2800, при требуемой пропускной способности 20 Мбит/с – 3200.

В целом по результатам моделирования видно, что при загрузке сети до 60% в нашей модели технология Ethernet на разделяемом сегменте хорошо справляется с передачей трафика, генерируемого конечными узлами. Однако при возрастании интенсивности генерируемого трафика до такой величины, когда коэффициент использования сети приближается к 1, вероятность столкновения кадров настолько увеличивается, что большинство кадров, которые какая-либо станция пытается передать, сталкиваются с другими кадрами, вызывая коллизии.

Заключение

Метод доступа CSMA/CD вообще не гарантирует станции, что она сможет получить достаточный доступ к среде. Возможность эффективного сетевого обмена существенно зависит от правильного выбора параметров сети. Ввиду сложности теоретической оценки реальных параметров (см., например, [2]), их значения могут быть оценены с помощью соответствующих имитационных моделей. Модели, подобные описанной в данной статье, позволяют эффективно выполнять такую оценку не только в рамках локальных сетей, но и в более сложных случаях, например, при разработке распределенных моделирующих сред [3].

Литература

1. Гульятев А. К. MATLAB 5.2.Имитационное моделирование в среде Windows: Визуализация. Программирование. Анализ данных: Практ. пособие. - СПб.: КОРОНА-Принт, 1999. - 288 с.
2. Олифер В. Г., Олифер Н.А. Компьютерные Сети: Принципы, технологии и протоколы – М., 1999.
3. Аноприенко А.Я, Святный В.А. Высокопроизводительные информационно-моделирующие среды для исследования, разработки и сопровождения сложных динамических систем // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 29. Серия "Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем" - Севастополь: «Вебер». - 2001. - С. 346-367.

Поступила в редакційну колегію 22.09.2002