

ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ СЕТИ

В.А.РАСЮК¹, КУРАТЕВА Т.В.²

¹-студентка 1 курса, факультета права, группы ХП-1, Белорусского государственного экономического университета.

²-старший преподаватель КИТ Куратева Т.В. Белорусского государственного экономического университета, Минск, 220672, Партизанский пр., 26, тел. (8017) 249-19-81, e-mail: petrov@bseu.minsk.by.

АННОТАЦИЯ. Работа содержит основную информацию о современных быстрых технологиях передачи данных, представленных на рынке высокоскоростных сетей сегодня (FDDI, 100Base X Ethernet, Ethernet, Fast Ethernet, ATM). Последовательно излагается описание каждой из выше перечисленных технологий, приводится их сравнительная характеристика, что позволяет выделить лучшие и разобраться в их особенностях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Коммутация, маршрутизация, витая пара, оптоволокно, интерфейс, широковещательные пакеты, администратор сети, пропускная способность, кольцевая структура, интероперабельность.

ВВЕДЕНИЕ.

Новые требования к производительности сетей, предъявляемые современными приложениями, такими как мультимедиа, распределенные вычисления, системы оперативной обработки транзакций, вызывают насущную необходимость расширения соответствующих стандартов. Привычный десятимегабитный Ethernet, долгое время занимающий главенствующие позиции, во всяком случае, глядя из России, активно вытесняется более современными и существенно более быстрыми технологиями передачи данных.

На рынке высокоскоростных (более 100 Мбит/с) сетей, пару лет назад представленных лишь сетями FDDI, сегодня предлагается около десятка различных технологий, как развивающихся уже существующие стандарты, так и основанных на концептуально новых. Среди них следует особо выделить:

- Старый добрый оптоволоконный интерфейс FDDI, а также его расширенный вариант, FDDI II, специально адаптированный для работы с информацией мультимедиа, и CDDI, реализующий FDDI на медных кабелях.

- Все версии FDDI поддерживают скорость обмена 100 Мбит/с.

- 100Base X Ethernet, представляющую собой высокоскоростной Ethernet с множественным доступом к среде и обнаружением коллизий. Данная технология

- экстенсивное развитие стандарта IEEE802.3.

- 100Base VG AnyLAN, новую технологию построения локальных сетей, поддерживающую форматы данных Ethernet и Token Ring со скоростью передачи 100 Мбит/сек по стандартным витым парам и оптоволокну.

- Gigabit Ethernet. Продолжение развития сетей Ethernet и Fast Ethernet.

- ATM, технологию передачи данных, работающую как на существующем кабельном оборудовании, так и на специальных оптических линиях связи. Поддерживает скорости обмена от 25 до 622 Мбит/сек с перспективой увеличения до 2.488 Гбит/сек.

Fibre Channel - оптоволоконная технология с коммутацией физических соединений, предназначенная для приложений, требующих сверхвысоких скоростей. Ориентиры: кластерные вычисления, организация взаимодействия между суперкомпьютерами и высокоскоростными массивами накопителей, поддержка соединений типа «рабочая станция – суперкомпьютер». Декларированы скорости обмена от 133 Мбит до гигабита в секунду (и даже более). Заманчивы, но далеко не ясны очертания технологии FFOF (FDDI Follow on LAN), инициативы ANSI, призванной в будущем заменить FDDI с новым уровнем производительности 2.4 Гбайт/сек.

ATM

АТМ – ребенок телефонных компаний. Технология разрабатывалась далеко не в расчете на компьютерные сети передачи данных. АТМ радикально отличается от обычных сетевых технологий. Основная единица передачи в этом стандарте - это ячейка, в отличие от привычного пакета. Ячейка содержит в себе 48 байт данных и 5 байт заголовка. Частично это необходимо, чтобы обеспечить очень маленькое время задержки при передаче мультимедийных данных. Устройства АТМ устанавливают связь между собой и передают данные по виртуальным каналам связи, которые могут быть временными или постоянными. Постоянный канал связи - это путь, по которому передается информация. Он всегда остается открытым вне зависимости от трафика. Временные каналы создаются по требованию и, как только передача данных заканчивается, закрываются. Каждый АТМ - коммутатор, связываясь с другим, выбирает такой путь, который гарантирует требуемую приложением скорость.

Если система не может удовлетворить запрос, то она сообщает об этом приложению. Благодаря наличию таких полезных свойств АТМ никого не удивляет всеобщее желание продолжать совершенствование этот стандарт. Но пока существующие реализации оборудования довольно ограничены первоначальным подходом, который ориентировался на другие, некомпьютерные, задачи.

Например, АТМ не имеет встроенной системы широковещательного оповещения, которые в некоторых случаях просто необходимы.

Форум АТМ специально разработал спецификации для эмуляции сети - LAN emulation (LANE). LANE превращает "точка-точка" - ориентированную АТМ сеть в обычную, где клиенты и серверы видят ее как нормальную широковещательную сеть, использующую протокол IP (а скоро и IPX). LANE состоит из четырех различных протоколов: протокола конфигурации сервера (LAN emulation configuration service - LECS), протокола сервера (LAN emulation server - LES), протокола общего вещания и неизвестного сервера (Broadcast and Unknown Server - BUS) и протокола клиента (LAN emulation client - LEC).

Размер ячейки в 48 байт плюс пятибайтовый заголовок является причиной

того, что только 90,5% пропускной полосы тратится на передачу полезной информации. Таким образом, реальная скорость передачи данных - всего лишь 140 Мбит/с. И это без учета накладных расходов на установку связи и прочие служебные взаимодействия между различными уровнями протоколов - BUS и LECS.

Да, АТМ - сложная технология и пока его использование ограничивает LANE. Все это сильно сдерживает широкое распространению данного стандарта.

АТМ - данной аббревиатурой может обозначаться технология асинхронной передачи данных (Asynchronous Transfer Mode), а не только Adobe Type Manager или Automaton Teller Machine, что многим может показаться более привычным. Данную технологию построения высокоскоростных вычислительных сетей с коммутацией пакетов характеризует уникальная масштабируемость от небольших локальных сетей скоростями обмена 25-50 Мбит/сек до трансконтинентальных сетей.

В качестве передающей среды используется либо витая пара (до 155 Мбит/сек) либо оптоволокно. АТМ является развитием STM (Synchronous Transfer Mode), технологии передачи пакетованных данных и речи на большие расстояния, традиционно используемой для построения телекоммуникационных магистралей и телефонных сетей.

Статистическое мультиплексирование

Быстрая коммутация пакетов позволяет решить проблему неиспользуемых слотов посредством статистического мультиплексирования нескольких соединений по одной линии связи в соответствии с параметрами их трафика. Т.е., если большое число соединений носят импульсный характер (соотношение пиковой активности к средней - 10 или более к 1), есть надежда, что пики активности разных соединений будут совпадать не слишком часто. В случае совпадения один из пакетов буферизуется пока не появятся свободные слоты. Такой способ организации соединений при правильно подобранных параметрах позволяет эффективно загружать каналы. Это главное достоинство АТМ, неосуществимое в STM.

Типы сетевых пользовательских интерфейсов ATM

Прежде всего - это интерфейс, ориентированный на подключение к локальным сетям, оперирующим кадрами данных (семейства IEEE 802.x и FDDI). В этом случае аппаратура интерфейса должна транслировать кадры локальной сети в элемент передачи сети ATM, выступающей в качестве глобальной магистрали, связывающей два значительно удаленных друг от друга сегмента локальной сети.

Альтернативой может служить интерфейс, предназначенный для обслуживания конечных узлов, непосредственно оперирующих форматами данных ATM. Такой подход позволяет повысить эффективность сетей, требующих значительных объемов передачи данных.

Формат данных ATM

Пакет ATM, определенный специальным подкомитетом ANSI, должен содержать 53 байта.

5 байтов занято заголовком, остальные 48 - содержательная часть пакета. В заголовке 24 бита отдано идентификатору VCI, 8 бит - контрольные, оставшиеся 8 бит отведены для контрольной суммы. Из 48 байт содержательной части 4 байта может быть отведено для специального адаптационного уровня ATM, а 44 - собственно под данные. Адаптационные байты позволяют объединять короткие пакеты ATM в более крупные сущности, например, в кадры Ethernet. Контрольное поле содержит служебную информацию о пакете.

Физический уровень

Хотя физический уровень и не является частью спецификации ATM, он учитывается многими стандартизирующими комитетами. В основном, в качестве физического уровня рассматривается спецификация SONET (Synchronous Optical Network) - международный стандарт на высокоскоростную передачу данных. Определены четыре типа стандартных скоростей обмена: 51, 155, 622 и 2400 Мбит/сек, соответствующих международной иерархии цифровой синхронной передачи (Synchronous Digital Hierarchy - SDH). SDH специфицирует, каким образом данные фрагментируются и передаются синхронно

по оптоволоконным каналам, не требуя при этом синхронизации каналов и тактовых частот всех узлов, участвующих в процессе передачи и восстановления данных.

Контроль прохождения данных

Из-за высокой производительности сетей ATM механизм, традиционно используемый в сетях TCP, непригоден, т.к. возможна полная блокировка источника перегрузки. Суть целостного подхода к контролю прохождения заключается в следующем: управляющие сигналы формируются по мере прохождения данных на любом участке цепи и обрабатываются на любом ближайшем передающем узле. Получив соответствующий сигнал, пользовательский интерфейс может выбрать, как ему поступить - уменьшить скорость передачи или же сообщить пользователю о том, что переполнение имеет место. Эта идея контроля прохождения в сетях ATM сводится к воздействию на локальный сегмент, не затрагивая при этом сегментов, которые чувствуют себя хорошо, и добиваясь максимальной пропускной способности там, где это является возможным.

Fast Ethernet

Ethernet, не смотря на весь его успех, никогда не был элегантным. Сетевые платы имеют только рудиментарные понятия об интеллекте. Они действительно сначала посылают пакет, а только затем смотрят, передавал ли данные кто-либо еще одновременно с ними. Как и его предшественник, Fast Ethernet использует метод передачи данных CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - Множественный доступ к среде с контролем несущей и обнаружением коллизий). За этим длинным и непонятным акронимом скрывается очень простая технология. Когда плата Ethernet должна послать сообщение, сначала она ждет наступления тишины, затем отправляет пакет и одновременно слушает, не послал ли кто-нибудь сообщение одновременно с ним. Если это произошло, то оба пакета не доходят до адресата. Если коллизии не было, а плата должна продолжать передавать данные, она все равно ждет несколько микросекунд, прежде чем снова попытается послать новую порцию. Это сделано для того, чтобы другие

платы также могли работать, и никто не смог захватить канал монополю. В случае коллизии, оба устройства замолкают на небольшой промежуток времени, сгенерированный случайным образом, а затем предпринимают новую попытку передать данные.

Из-за коллизий ни Ethernet, ни Fast Ethernet никогда не смогут достичь своей максимальной производительности 10 или 100 Мбит/с. Как только начинает увеличиваться трафик сети, временные задержки между посылками отдельных пакетов сокращаются, а количество коллизий увеличивается. Реальная производительность Ethernet не может превышать 70% его потенциальной пропускной способности, и может еще ниже, если линия серьезно перегружена.

Ethernet использует размер пакета 1516 байт, который прекрасно подходил, когда он только создавался. Сегодня это считается недостатком, когда Ethernet используется для взаимодействия серверов, поскольку серверы и линии связи имеют обыкновение обмениваться большим количеством маленьких пакетов, что перегружает сеть. Кроме того, Fast Ethernet налагает ограничение на расстояние между подключаемыми устройствами – не более 100 метров и это заставляет проявлять дополнительную осторожность при проектировании таких сетей.

Сначала Ethernet был спроектирован на основе шинной топологии, когда все устройства подключались к общему кабелю, тонкому или толстому. Применение витой пары лишь частично изменило протокол. При использовании коаксиального кабеля коллизия определялась сразу всеми станциями.

Для того чтобы снизить перегрузку, сети стандарта Ethernet разбиваются на сегменты, которые объединяются с помощью мостов и маршрутизаторов. Это позволяет передавать между сегментами лишь необходимый трафик. Сообщение, передаваемое между двумя станциями в одном сегменте, не будет передано в другой и не сможет вызвать в нем перегрузки.

Сегодня при построении центральной магистрали, объединяющей серверы используют коммутируемый Ethernet. Ethernet-коммутаторы можно рассматривать как высокоскоростные многопортовые

мосты, которые в состоянии самостоятельно определить, в какой из его портов адресован пакет. Коммутатор просматривает заголовки пакетов и таким образом составляет таблицу, определяющую, где находится тот или иной абонент с таким физическим адресом. Это позволяет ограничить область распространения пакета и снизить вероятность переполнения, посылая его только в нужный порт. Только широковещательные пакеты рассылаются по всем портам.

100 BASE T - СТАРШИЙ БРАТ 10 BASE T

Идея технологии Fast Ethernet родилась в 1992 году. В августе следующего года группа производителей объединилась в Союз Fast Ethernet (Fast Ethernet Alliance, FEA). Целью FEA было как можно скорее получить формальное одобрение Fast Ethernet от комитета 802.3 Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE), так как именно этот комитет занимается стандартами для Ethernet. Удача сопутствовала новой технологии и поддерживающему ее альянсу: в июне 1995 года все формальные процедуры были завершены, и технологии Fast Ethernet присвоили наименование 802.3u.

С легкой руки IEEE Fast Ethernet именуется 100BaseT. Объясняется это просто: 100BaseT является расширением стандарта 10BaseT с пропускной способностью от 10 М бит/с до 100 Мбит/с. Стандарт 100BaseT включает в себя протокол обработки множественного доступа с опознаванием несущей и обнаружением конфликтов CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), который используется и в 10BaseT. Кроме того, Fast Ethernet может работать на кабелях нескольких типов, в том числе и на витой паре. Именно благодаря этим свойствам 100BaseT оказывается удачным путем миграции сетей на базе 10BaseT.

Главным коммерческим аргументом в пользу 100BaseT является то, что Fast Ethernet базируется на наследуемой технологии. Так как в Fast Ethernet используется тот же протокол передачи сообщений, что и в старых версиях Ethernet, а кабельные системы этих стандартов совместимы, для перехода к 100BaseT от 10BaseT требуются меньшие

капитальные вложения, чем для установки других видов высокоскоростных сетей. Кроме того, поскольку 100BaseT представляет собой продолжение старого стандарта Ethernet, все инструментальные средства и процедуры анализа работы сети, а также все программное обеспечение, работающее на старых сетях Ethernet должны в данном стандарте сохранить работоспособность. Следовательно, среда 100BaseT будет знакома администраторам сетей, имеющим опыт работы с Ethernet. А значит, обучение персонала займет меньше времени и обойдется существенно дешевле.

FDDI

Fiber Distribution Data Interface или FDDI был создан в середине 80-х годов специально для объединения наиболее важных участков сети. Хотя для рабочей станции скорость передачи данных в 10 Мбит/с была великолепной, то для межсерверных коммуникаций она была явно недостаточна. Исходя из этих потребностей, FDDI был спроектирован для связи между серверами и другими важными участками сети и предусматривал возможность управления процессом передачи и его высокую надежность. Это основная причина, из-за которой он до сих пор занимает такое заметное место на рынке.

В отличие от Ethernet FDDI использует кольцевую структуру, где устройства объединяются в большое кольцо и передают данные последовательно один другому. Пакет может проследовать больше чем через 100 узлов, прежде чем дойдет до адресата. Но не путайте FDDI с Token Ring! В Token Ring используется только один маркер, который передается от одной машине к другой. FDDI использует другую идею - так называемый временной маркер. Каждая машина посылает данные следующей в течении определенного периода времени, о котором они договариваются заранее когда подключаются к кольцу. Станции могут посылать пакетов одновременно, если позволяет время.

Поскольку другие машины не должны ждать, пока освободится среда передачи, то размер пакета может достигать 20000 байт, хотя большинство использует пакеты размером 4500 байт, всего лишь в три раза больше пакета Ethernet. Тем не менее, если пакет предназначен для рабочей станции,

подключенной к кольцу с помощью Ethernet, то его размер не будет превышать 1516 байт.

Одно из самых больших достоинств FDDI - это высокая надежность. Обычно он состоит из двух или более колец. Каждая машина может получать и посылать сообщения своим двум соседям. Это схема позволяет функционировать сети, даже если оборвали кабель. Когда кабель порван, устройства на обоих концах разрыва начинают работать как заглушка и система продолжает функционировать как одно кольцо, которое проходит через каждое устройство дважды. Поскольку каждый конкретный путь однонаправлен и устройства передают данные в указанное время, то такая схема полностью исключает коллизии. Это позволяет FDDI достичь практически полной теоретической пропускной способности, которая фактически составляет 99% от теоретически возможной скорости передачи данных. Высокая надежность двойного кольца, при условии всего выше сказанного, заставляет потребителей продолжать покупать оборудование FDDI.

Выводы

Другая проблема – что выбрать? Это была серьезная борьба всех трех стандартов, но, в конце концов, победил FDDI.

Хотя сегодня FDDI занимает прочное положение на рынке, мы не принимали это во внимание. До недавнего времени это был действительно единственный выбор. Он обладает репутацией старой, проверенной технологии. До настоящего времени системные администраторы были ограничены в выборе средств для построения центральных магистралей своих сетей. FDDI победил потому, что получил хорошие или отличные оценки во всех оцениваемых категориях.

Решающим фактором в нашем сравнении стала категория надежности, где FDDI получил высшую оценку. Архитектура двойного кольца позволяет функционировать системе даже при обрыве кабеля и быстро находить неисправность. Установка и настройка не вызывает проблем, да и при оценке скорости передачи данных он не оказался очень медленным. Во время дневных тестов все три конкурента показывали примерно равные скорости. В ночных тестах FDDI немного уступал в скорости ATM. Тем не менее, ясно, что FDDI

- заходящая звезда в галактике сетевых технологий и дни ее сочтены.

С другой стороны Fast Ethernet - это восходящая звезда. Эта технология занимает второе место и очень сильно приближается к FDDI. Fast Ethernet имеет два преимущества - низкая стоимость и популярность ее предшественницы, технологии Ethernet.

Fast Ethernet доказала свою простоту в установке и хорошо держалась в скоростных испытаниях против ATM. В категории стоимости она получила высшую оценку, правда на удивление близко с ней оказалась и FDDI.

Хотя некоторые поставщики и предлагают свои высоконадежные решения на базе Fast Ethernet, базовая технология не предусматривает никакого механизма повышения надежности. Этот недостаток, наряду с тем фактом, что Fast Ethernet не обладает развитыми функциями управления, привели к тому, что он занял лишь второе место.

ATM - самая молодая технология из трех, настолько новая, что чернила еще не успели высохнуть на ее спецификациях. (На самом деле это означает, что не все стандарты еще устоялись, особенно в области технологий глобальных сетей). Правда, ATM уже сейчас предлагает самую высокую скорость передачи данных (155 Мбит/с против всего 100 Мбит/с у Fast Ethernet). А в будущем, возможность очень простой модификации оборудования и скорость передачи данных до 2.54 Гбит/с если конечно это будет работать.

Как и Fast Ethernet ATM победила в двух категориях из шести. Но очень плохие результаты в категории "установка и настройка" отбросили ее на третье место. Установить само оборудование не тяжело, но если вы хотите использовать LANE, то это потребует от вас больших усилий и головной боли, если вы, конечно, не любите вводить 40-разрядные адреса. Изохронные функции управления сетью дают администратору полный контроль над всей сетью и скоростью передачи данных в ней. Это свойство очень сильно повышает рейтинг ATM.

Стоимость составляет одно из достоинств Gigabit Ethernet. Данные о цене за порт для различных типов систем, включая разделяемый и коммутируемый Gigabit Ethernet, приводятся обычно на основании

информации Dell'Oro Group и целей IEEE. Согласно этим данным, гигабитные системы имеют весьма привлекательные цены из расчета около 920 (разделяемый) и 1400 (коммутируемый) долларов за порт по сравнению с коммутируемым FDDI (1850 долларов) и ATM на 622 Мбит/с (2800 долларов).

Gigabit Ethernet масштабируема и способна обеспечить весьма эффективную структуру из конца в конец. Кроме того, миграция от существующих сетей к Gigabit Ethernet относительно проста. (Но это не означает, что Gigabit Ethernet вписывается без проблем в любую архитектуру).

Два фактора оказываются не в пользу Gigabit Ethernet. Во-первых, она опирается на схему передачи без установления соединения, причем пакеты имеют переменную длину. Во-вторых, несмотря на то, что рабочая группа 802.3ab работает над спецификациями физического интерфейса для UTP Категории 5 протяженностью 100 м, наиболее вероятной средой передачи для такой высокоскоростной технологии будет служить оптоволокно, а это означает более высокие цены на оборудование.

Несмотря на плавность перехода от Ethernet 10/100 к Gigabit Ethernet в общем случае интероперабельность не является чем-то безусловным. Производители реализуют технологию каждый по-своему, а это означает, что некоторые продукты не смогут должным образом взаимодействовать друг с другом.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Информатика. Коляда М.Г. Удивительный мир в окне информатики. - Мн.: 1999.
2. Информационные сети, системы и технологии. Под ред. Морозевича Х.Н. - Мн.: 1999.
3. Информатика. Базовый курс. Под ред. Симоновича С.В. - М.: 1998.
4. Информатика и вычислительная техника. Учебное пособие. Вьюхин В. В. - Мн.: 1999. Т.3.
5. Информационные системы в экономике. Под ред. Дика В.В.-М.: 1999.
6. Леонтьев В.П. «Новейшая энциклопедия персонального компьютера 2001», М.: 2001.