Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

16.11

Цвет учебника – красный

14.09

Основные проблемы построения сетей

Связь компьютера с периферийными устройствами

Для обмена данными между ПУ в компьютере предусмотрен внешний интерфейс. Интерфейс реализуется со стороны компьютера совокупностью аппаратных и программных средств контроллером ПУ и специальной программой, управляющей этой программой, которая называется драйвером и соответствующим интерфейсом. Со стороны ПУ интерфейс чаще всего реализуется аппаратным устройством управления. Периферийные устройства использует не только для передачи, но и передачи и являются двунаправленным. Контролер ПУ принимает команды и данные от процессора в свой внутренний буфер, который часто называют регистром или портом, а потом преобразует эти данные. Обычно контроллер выполняет набор простых команд по управлению ПУ, а драйвер, используя эти команды, выполняет более сложные действия по определенному алгоритму.

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Способы кодирования: потенциальный, импульсный и др. Отличия внешних связей компьютеров от внутренних состоит в протяженности и помехах. В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также модуляцию. При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которая хорошо передается по линям связи. Модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в случаях, когда канал вносит сильные искажения в передаваемый сигнал.

Еще одна проблема – Взаимные синхронизации передатчика одного компьютера и приемника другого. Решается с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии либо с помощью периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы.

Кроме того, существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Решение – передача контрольной суммы и получение сигнал-квитанции. Обычно для обмена данными в вычислительных сетях используется специальный класс оборудования, называемыми сетевыми адаптерами, рассчитанными на работу в определенной передающей среде.

21.09

Компьютерные сети, частный случай распределенных систем

1. Мультипроцессорные компьютеры – территориальную распределенность не поддерживает, достоинства – высокая производительность, высокая отказоустойчивость
2. Многомашинная кластерная система – вычислительный комплекс, включающий несколько компьютеров, каждый из которых работает под управлением собственной системы, а также программно-аппаратные средства связи компьютера, которые обеспечивают работу как единого комплекса. Достоинства – высокая отказоустойчивость, высокая производительность за счет параллельных вычислений
3. Компьютерные сети – в компьютерных сетях основными элементами сети являются стандартные компьютеры, не имеющие ни общих блоков памяти, ни общих периферийных устройств. Важное достоинство – высокая отказоустойчивость. Предусматривается процедура динамической и статической реконфигурации. Некоторые наборы данных могут дублироваться на внешних запоминающих устройствах. Территориально распределенные вычислительные системы соответствуют распределенному характеру задач. Имеется возможность совместного использования данных и устройств.
4. Распределенные программы – программы, которые состоят из нескольких взаимодействующих частей, причем каждая, как правило, выполняется на отдельном компьютере сети. Распределенное приложение состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенную работу по решению прикладной задачи. Распределенные приложения, которые используют возможности распределенной обработки, часто называют сетевыми приложениями

Основные программные и аппаратные компоненты сети, элементы сети:

1. компьютеры,
2. коммуникационное оборудование,
3. операционные системы,
4. сетевые приложения

Описывается многослойной моделью:

* Первый слой – аппаратный слой стандартизированных компьютерных платформ.
* Второй слой – коммуникационное оборудование.
* Третий слой – программная платформа сети (операционные системы).
* Четвертый слой – слой сетевых средств (сетевые приложения).

Топология физических сетей

Способ организации физических связей называется топологией. Компьютеры, подключенные к сети, называются станциями или узлами сети. Под топологией вычислительной сети понимается конфигурация графа, вершинам которого соответствуют компьютеры, а ребрам – физические связи. Конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров между собой и может отличаться от логических связей. Логические связи – маршруты передачи данных между устройствами.

1. Полносвязная – все со всеми
2. Ячеистая – получается из полносвязной удалением некоторых связей
3. Общая шина – распространена в беспроводных сетях, недостаток – низкая надежность
4. Звезда – каждый компьютер подключается отдельным кабелем к одному компьютеру, называемому концентратором (коммутатором). Главное преимущество – надежность. Недостаток – высокая стоимость оборудования
5. Кольцевая – данные передаются по кольцу от одного компьютера к другому

28.09

Адресация

Требования к адресации:

1. Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба
2. Схема назначения адресов должна минимизировать ручной труд и вероятность дублирования адресов
3. Адрес должен иметь иерархическую структуру
4. Адрес должен быть удобен для пользователей
5. Адрес должен быть компактным

Имеется 3 схемы адресации:

1. Аппаратные адреса
2. Символьные адреса и имена
3. Числовые составные адреса

Сеть Ethernet

Сетевая технология – согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств

Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивалось временем передачей кадра

Структуризация как средство построения больших сетей

Ограничения в сети:

1. На длину связи между узлами
2. На количество узлов в сети
3. На интенсивность трафика

Сетевые службы

Реализация сетевых служб осуществляется программными средствами

Особенности локальных, глобальных и городских сетей

К локальным сетям относятся сети компьютеров, сосредоточенные на одной территории (1-2 км)

Глобальные – объединяют территорию, охватывающие различные города и страны. Используют существующие линии связи, сложные процедуры контроля и восстановления данных

Городские сети – использует цифровые магистральные линии связи. Скорости от 100 Мб в секунду. Используются для передачи данных, интегральную передачу голоса и текста

Отличие глобальных сетей от локальных:

1. Протяженность, качество и способ прокладки линии связи
2. Сложность методов передачи и оборудования
3. Скорость обмена данными
4. Разнообразие услуг
5. Оперативность выполнения запросов
6. Использование методов коммутации пакетов
7. Масштабируемость

Сети отделов

Используется небольшой группой сотрудников (до 100-150). Обычно не разделяются на подсети и используют одну технологию, простые задачи управления сетью.

Существует тип сетей, близкий к сетям отделов, – сети рабочих групп.

Сети кампуса

Сети этого типа объединяют множество сетей отделов. Важнейшей службой является доступ к корпоративным сетям данных. Узла различаются типами компьютеров операционных систем сетевого и аппаратного обеспечения.

Корпоративные сети

Требования к современным вычислительным сетям:

1. Производительность – время реакции, пропускная способность, задержка передачи и вариация задержки передачи. Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа на него
2. Надежность и безопасность – среднее время наработки на отказ, вероятность отказа, интенсивность отказа, готовность или коэффициент готовности

12.10

Абоненты соединяются с коммутаторами индивидуальными линиями связи, каждый из которых используется в любой момент времени только одним закрепленным за этой линией абонентом. Между коммутаторами линии связи разделяются несколькими абонентами, то есть используются совместно. Существует:

1. Коммутация каналов
2. Коммутация пакетов
3. Коммутация сообщений

Сети с коммутацией пакетов и коммутацией каналов можно разделить на два класса:

1. С динамической коммутацией – сеть разрешает устанавливать соединение по инициативе пользователя сети. Коммутация устанавливается во время сеанса связи, а затем по инициативе одного из пользователей разъединяется

С постоянной коммутацией – сеть не представляет пользователю выполнить динамическую коммутацию с другим произвольным пользователем сети. Вместо этого разрешается паре пользователей заказать соединение на длительный период времени. Режим с постоянной коммутацией в сетях часто называют сервисом выделенных линий или арендуемых каналов

Для мультиплексирования абонентских каналов используются 2 техники:

1. Техника частотного мультиплексирования FDM – была разработана для телефонных сетей, используется и в беспроводных сетях. Для разделения абонентский каналов характерна модуляции высокочастотного радиочастотного несущего синусоидального сигнала низкочастотным речевым сигналом. Если сигналы каждого абонентского канала перенести в свой собственный диапазон частот, то в едином широкополосном канале можно одновременно передавать сигналы нескольких абонентский каналов. На вход FDM коммутатора поступают исходные сигналы от абонентов телефонной сети. Коммутатор выполняет перенос частоты каждого из каналов в свой диапазон частот. В канале между FDM коммутаторами передаются сигналы всех абонентских каналов одновременно – такой канал называют уплотненным. Выходной FDM коммутатор выделяет модулированные сигналы каждой несущей частоты и передает их на соответствующий выходной канал. В сетях FDM несколько уровней иерархии. Первый уровень – 12 каналов, которые составляют базовую группу, занимающую полосу частот 48 КГц от 60 до 108 КГц. 2 уровень – 5 базовых групп, 240 КГц, границы – 312-552 КГц. Супергруппа – передает данные 60 абонентский каналов тональной частоты. 10 супергрупп образовывают главную группу. Коммутаторы FDM выполняют как динамическую, так и постоянную коммутацию. При постоянной коммутации за абонентом полоса в 4 КГц закреплялась на длительный срок путем настройки коммутатора по отдельному входу, недоступному абоненту.
2. Техника мультиплексирования с разделением во времени TDM. При переходе телефонных сетей к цифровой форме была разработана техника мультиплексирования, ориентированная на дискретный характер данных – STM, техника синхронного режима передачи. Каждому соединению выделяется квант времени работы аппаратуры, называемый тайм-слотом. Отдельно выделенный номер тайм-слота остается в распоряжении соединения в течении всего времени существования этого соединения даже, если трафик пульсирующий.

Коммутация каналов подразумевает составление непрерывного составного физического канала из последовательно соединенных канальных участков для прямой передачи данных между узлами. Каналы соединяются коммутаторами. В сети с коммутацией каналов перед передачей данных необходимо выполнить процедуру установления соединения.

Коммутация пакетов

Режим передачи пакетов между 2 конечными узлами предполагает независимую маршрутизацию пакетов. Такой режим работы называется дейтограммой. Существует режим работы сети передачи пакетов по виртуальному каналу, то есть перед началом передачи устанавливается виртуальный канал, который представляет единственный маршрут, соединяющий конечные узлы. Виртуальный канал может быть динамическим и постоянным.

19.10

Под логической структуризацией сети понимается разбиение общей разделяемой среды на логические сегменты, которые представляют самостоятельные разделяемые среды с меньшим количеством узлов.

Эффективность разделяемой среды:

1. Простая топология сети
2. Отсутствие потерь кадров из-за переполнения буферов коммуникационных устройств
3. Простота протоколов

Ограничения технологии:

1. Ethernet – 1024 узла
2. Token ring – 260 узлов
3. FDDI – 500 узлов

Сеть, состоящая из 50-100 компьютеров, плохо функционирует на разделяемой среде

При загрузке сети до 50% технология Ethernet хорошо справляется с передачей трафика на разделяемом сегменте. По возрастании интенсивности генерируемого трафика коэффициент использования сети приближается к единице. Практически передача любого кадра вызывает коллизию. Поэтому сегменты Ethernet, построенные на разделяемой среде, не рекомендуется нагружать более чем на 30%

Преимущества логической структуризации сети

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько сегментов и соединив их такими устройствами, как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Они передают свои кадры с одного порта на другой, анализируя адрес назначения в этих кадрах. Мосты и коммутаторы выполняют передачу кадров на основе плоских адресов канального уровня, то есть MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора. Сеть делится на логические сегменты, то есть подвергается логической структуризации.

Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Нагрузка каждого сегмента уменьшается. Сегментация увеличивает гибкость сети. Подсети повышают безопасность данных. Подсети упрощают управление сетью.

Сети должна проектироваться на двух уровнях: физическом и логическом. Логический определяет места расположения ресурсов, приложений и способы группировки их в логические сегменты.

Структуризация с помощью мостов и коммутаторов

Мосты и коммутаторы работают на канальном уровне стека протоколов. Структуризация сети возможна также на основе маршрутизаторов с привлечением сетевого уровня. Мосты и коммутаторы для продвижения кадров используют 2 типа алгоритмов: прозрачного моста и моста с маршрутизацией от источника.

В отличие от коммутатора, мост обрабатывает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

В коммутаторах для обслуживания потока, поступающего на каждый порт, в устройстве устанавливается отдельный специализированный процессор, реализующий алгоритм моста. Порты связываются между собой коммутационной матрицей.

Коммутаторы всегда выпускаются с процессорами портов, которые могут передавать кадры с той максимальной скоростью, на которую рассчитан протокол. Добавление параллельной передачи кадров между портами делает производительность на порядок выше.

Коммутаторы выполняют дополнительные функции: поддержка виртуальных сетей, приоритезация трафика, использование магистрального порта по умолчанию и др.

Прозрачные мосты кроме передачи кадров одной технологии могу транслировать протоколы локальных сетей.

Принцип работы мостов

Алгоритм работы прозрачного моста

Мост строит свою адресную страницу на основания пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующем к его портам сегментам. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента, но не имеет собственного MAC-адреса. Порт работает в так называемом неразборчивом режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт кадры запоминаются в буферной памяти. В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC-адресами подключены к каждому из портов, поэтому просто передает любой захваченный и буферизированный кадр на все порты за исключением того, от которого получен.

26.10

В отличие от повторителя, кадр передается не побитно, а с буферизацией. Одновременно с передачей кадра на все порты мост получает адрес от источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в адресной таблице, которую называют таблицей фильтрации или маршрутизации. После прохождения этапа обучения мост проверяет, есть ли запись в таблице, и выполняет операцию продвижения кадра. Если компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто удаляется из буфера, операция называется фильтрацией. Если адрес назначения неизвестен, то кадр передается на все порты.

Записи адресной таблицы могут быть динамическими, создаваемыми в процессе самообучения моста, и статическими, создаваемыми вручную администратором моста. Динамические записи имеют срок жизни, при создании и обновлении с ней связывается отметка времени. По истечении определенного тайм-аута запись помечается как недействительная (если за это время не было прохода кадра с данным адресом). Статические не имеют срока жизни.

Кадры с широковещательными MAC-адресами передаются мостом на все порты, как и кадры с неизвестным адресом назначения. Такой режим распространения кадров называется затоплением сети (флуд). В случае некоторых аппаратных и программных сбоев сетевой адаптер начинает работать некорректно и с высокой интенсивностью генерировать кадры с широковещательным адресом. В этом случае мостом передаются кадры во все сегменты, затапливая сеть ошибочным трафиком. Ситуация называется широковещательным штормом.

Мосты с маршрутизацией от источника

Маршрутизация от источника основана на том, что станция-отправитель помещает в посылаемое в другое кольцо кадр всю адресную информацию о кольцах, которые кадр должен пройти перед тем, как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель.

Для задания маршрута кольца и мосты имею идентификаторы. SR-мосты (search routing) не строят адресную страницу, а при продвижении кадров пользуются информацией, имеющуюся в соответствующих полях кадра данных. При получении каждого кадра SR-мосту нужно только просмотреть поле маршрутной информации на предмет наличия в нем идентификатора. Если присутствует и сопровождается идентификатором кольца, которое подключено к данному мосту, то мост копирует поступивший кадр в указанное кольцо. В противном случае кадр не копируется. В любом случае исходная копия возвращается станции-отправителю и если он был передан в другой кольцо, то бит А – кадр распознан – и кадр Б – кадр скопирован – устанавливаются в единицу, чтобы сообщить отправителю, что кадр был получен станицей назначения.

Так как маршрутная информация в кадре нужна не всегда, то при наличии в кадре поля RIF устанавливается в единицу бит индивидуального адреса отправителя. Само поле имеет управляющее подполя, состоящее из 3 частей:

1. Тип кадра – определяет тип поля
2. Поле максимальной длины кадра – используется мостом для связи колец
3. Длина поля

Для алгоритма маршрутизации от источника используется 2 дополнительных типа кадра:

1. SRBF – одномаршрутный широковещательный кадр исследователь
2. ARBF – многомаршрутный широковещательный кадр исследователь

Все SR-мосты должны быть сконфигурированы администратором вручную, чтобы передавать кадры ARBF на все источники кадров, а SRBF необходимо заблокировать, чтобы не было петель.

Кадры первого типа отправляются станцией, когда:

1. Определяет, что станция назначения находится в другом кольце
2. Ей неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь

Кадр исследователь SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции назначения. В ответ станция назначения возвращает многомаршрутный широковещательный кадр исследователь. В отличие от кадра одномаршрутного широкомаршрутный передается мостами через все порты. При приеме такого кадра каждый промежуточный мост добавляет в поле маршрутной информации новый описатель маршрута, наращивает длину поля маршрута и широковещательно распространяет. Станция источник получает в общем случае несколько кадров и выбирает наилучший маршрут. Затем маршрутная информация помещается в таблицу маршрутизации и отправляется по лучшему маршруту.

Ограничения топологии сети, построенной на мостах:

1. Ограничений по борьбе с широковещательным штормом.
2. Невозможность поддержки петлеобразных конфигураций сети.

­­Коммутаторы локальных сетей

02.11

Каждый из портов обслуживается одним процессором пакетов EPP. Для передачи кадров между портами использовалась коммутационная матрица (для 8 портов – 8 одновременных внутренних каналов). При поступлении кадра в какой-либо порт процессор буферизирует несколько байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После этого сразу же принимает о передачи, не дожидаясь остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, обслуживая запросы всех процессоров. Системный модуль проводит осмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, а тот буферизирует в своем кэше, а потом ищет этот адрес в своем кэше. Если порт назначения занят, матрица в соединении отказывает, кадр полностью буферизируется процессором входного порта и ожидает освобождения выходного порта при образовании коммутационной матрицей нужного пути. Способ передачи кадра без его полной буферизации называется коммутацией на лету или напролет.

Основная причина высокой производительности сети при использовании коммутатора - это параллельная обработка нескольких кадров.

Главное достоинство – производительность – обеспечивается неблокирующими коммутаторами – это коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на низ поступают. Минимально достаточная производительность коммутатора для поддержки неблокирующего режима равна половине суммарной производительности портов. Иногда говорят, что коммутатор поддерживает мгновенный неблокирующий режим, что означает – он может принимать и обрабатывать кадры со всех портов на максимальной скорости протоколов независимо от того, обеспечивается ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным трафиком. При занятости выходного порта, кадр помещается в буфер коммутатора.

Полнодуплексные протоколы локальных сетей

При подключении сегментов, представляющих собой разделяемую среду, порт коммутатора должен поддерживать полудуплексный режим, так как является одним из узлов этого сегмента. Когда каждому порту коммутатора подключен не сегмент, а компьютер по двум раздельным каналам, порт работает в обычном полнодуплексном режиме или полудуплексном – на выбор. Подключение к портам коммутаторов не сегментов, а отдельных компьютеров, называется микросегментацией.

Проблема управления потоком данных при полнодуплексной работе

Ограничения мостов и коммутаторов:

1. В топологии получившейся сети должны отсутствовать петли
2. Логические сегменты сети, расположенные между мостами и коммутаторами, слабо изолированы друг от друга
3. В сетях, построенных на основе мостов и коммутаторов, достаточно сложно решает проблема управления трафиком на основе значения данных, содержащихся в пакете
4. Реализация транспортной подсистемы только средствами физического и канального уровня имеет «убогую» адресацию
5. Возможностью трансляции канального уровня обладает ограниченное число коммутаторов и мостов

Протоколы IP

IP является базовым протоколом стека TCP/IP

09.11

Он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел получателя.

IP относится к протоколам без установления соединения, перед ним не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю, он обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи с другими пакетами. В протоколе IP нет механизмов, применяемых для увеличения достоверности данных, отсутствует квитирование, нет процедуры упорядочения, повторных передач и др.

Все вопросы обеспечения надежности доставки данных в стеке TCP/IP решает протокол TCP. Важной особенностью IP является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передачи их между сетями с различно максимально допустимыми значениями поля кадра данных MTU.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер версии (4 бита) | Длина заголовка (4 бита) | Тип сервиса (8 бит) | | Общая длина (16 бит) | |
| Идентификатор (16 бит) | | | | Флаги (3 бита) | Смещение фрагмента (13 бит) |
| Время жизни (8 бит) | | Протокол (8 бит) | | Контрольная сумма заголовка (16 бит) | |
| Адрес отправителя (32 бита) | | | | | |
| Адрес Получателя (32 бита) | | | | | |
| Опции (поле переменной длины) | | | Выравнивание до 32-битной границы | | |

Дейтограмма состоит из заголовка и поля данных, которые следуют сразу за заголовком. Длина поля данных определяется полем общей длины. Поля номера версии указывает на версию используемого протокола IP (связь между абонентами гарантируется, если они работают на одной версии). Поле длины заголовка определяет длину заголовка в 32-битовых словах. Заголовок имеет минимальный размер 5 слов. Поле типа сервиса определяет способ обслуживания дейтограммы, первые 3 бита задают приоритет дейтограммы (от 0 до 7), четвертый бит определяет бит задержки (0 – нормальная, 1 - малая), пятый определяет пропускную способность (нормальная, высокая), шестая – надежность доставки, седьмой и восьмой зарезервированы.

Протокол IP использует 4 основных механизма:

1. Установка типа сервиса
2. Установка времени жизни
3. Установка опций
4. Вычисление контрольной суммы заголовка

Чтобы избавить сеть от дейтограмм, циркулирующих слишком долго, IP устанавливает предельный срок пребывания дейтограммы в сети. Это время выражается TTL.

Поле общей длины – общая длина дейтограммы (заголовок + данные), максимальный размер дейтограммы может быть 65535 байт. По стандарту все устройства должны быть готовы принимать дейтограммы длиной 576 байт. Передача дейтограммы в кадре называется инкапсуляцией. Функции фрагментации и сборки возложены на протокол IP. В большинстве локальных сетей ограничение на максимальный размер кадра. Эту величина называют максимальной единицей MTU.

Дейтограмма идентифицируется по отправителю, пункту назначения, типу протокола и 16-разрядному полю идентификатора. Максимальная скорость передачи – 246 дейтограмм в секунду.

Фрагментация и сборка производятся автоматически. Сборка осуществляется на месте назначения.

Поле флагов используется при фрагментации. Первый бит зарезервирован, равен нулю. Второй – можно фрагментировать (0) или нет (1). Третий указывает на последний фрагмент дейтограммы.

Контрольная сумма рассчитывается по всему заголовку.

Поля адреса отправителя и адреса получателя имеют одинаковую длину и структуру и содержат 32-битные адреса отправителя и получателя дейтограммы.

Поле опций не обязательно и обычно используется для настройки сети.

23.11

Глобальные сети на основе выделенных линий

Выделенный канал – это канал с фиксированной полосой пропускания или фиксированной пропускной способностью, постоянно соединяющей двух абонентов. Абонентами могут быть как отдельные устройства, компьютеры или терминалы, так и целые сети.

Выделенные каналы делятся на цифровые и аналоговые (TDM и FDM). На цифровых выделенных линиях протокол физического уровня зафиксирован и задан стандартами G.703.

Аналоговые выделенные линии

Выделенные аналоговые канали представлялись пользователю с четырехпроводным или двухпроводным окончанием. На каналах с четырехпроводным окончанием организация полнодуплексной связи выполнялась более простыми способами. Выделенные линии делятся на две группы (по наличию промежуточной аппаратуры):

1. Нагруженные линии
2. Ненагруженные физические проводные линии

Для передачи данных по ненагруженной линии использовались модемы с использованием методов аналоговой модуляции сигналов.

Модемы делятся на синхронные, асинхронные и поддерживающие оба этих режима. В отношении режима работы – 3 группы модемов:

1. Поддерживающие только асинхронный режим
2. Асинхронный и синхронный
3. Только синхронный

Модемы, работающие только в асинхронном режиме, имели скорость до 1200 бит. Для синхронных\асинхронных модемов были выделены специальные скорости передачи данных: V22 – 1020 бит\с

Цифровые выделенные линии

Работают на базе коммутационной аппаратуры на принципах разделения канала во времени TDM. Существует 2 поколения: плезиосинхронный PDH и синхронная цифровая иерархия SDH (Сонет).

Технология PDH

Для передачи была разработана аппаратура T1, которая позволяла в цифровом виде мультиплексировать, передавать и коммутировать на постоянной основе данные 24 абонентов по 64 Кбит\сек.

При передаче голоса в Т1 все канала считаются абонентскими, поэтому управляющая контрольная информация передается 8 битом замеров голоса.

Физический уровень поддерживает кабели: витую пару, коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель. Основным вариантом доступа является кабель из двух витых пар с разъемом RJ-48. Сами сигналы представляются биполярным сигнальным кодом.

Недостатки PDH:

1. Сложность операций мультиплексирования и демультиплексирования пользовательских данных
2. Отсутствие полной синхронности потоков при объединении нескольких низкоскоростных каналов в высокоскоростной

Технология SDH (SONET)