

Раздел 3. Технологии локальных сетей. Тема 3.2. Методы доступа к среде передачи данных

Все рабочие станции одной локальной сети имеют общую среду передачи (например, кабель). При этом могут возникнуть попытки доступа к среде более чем одной станции, когда две и более станции пытаются послать данные в одно и то же время. В результате возможен конфликт (collision). Чтобы избежать этой ситуации, используются методы управления доступом к среде (Medium Access Control). Эти методы определяют процедуры, которым должны следовать станции при передаче информации, и тем самым гарантируют, что конфликты между станциями не возникнут.

Методы доступа к среде разделяются на две категории:

- **методы случайного доступа**
- **методы управляемого доступа**

Методы **управляемого доступа** разделяются на:

- **фиксированный**
- **по требованию**

Метод доступа к среде передачи данных для локальных сетей – это способ определения того, какая из рабочих станций сможет следующей использовать локальную сеть. С помощью какого именно метода сеть управляет доступом к каналу связи (кабелю), существенно влияет на ее характеристики.

Примерами методов доступа являются:

1. *Случайные методы доступа, когда момент выхода на среду передачи определяется с использованием механизма случайного выбора.*

Впервые этот метод был предложен в системе **ALOHA**, в которой узел начинал передачу своего пакета в момент его появления независимо от наличия передачи в канале связи от других узлов. Такой режим может приводить к конфликтам, когда два или большее число узлов осуществляют одновременную передачу и тем самым взаимно искажают передаваемые пакеты. Искаженные в процессе конфликта пакеты повторно передаются через случайно выбранный интервал времени и могут попадать в повторные конфликты.

Исследование эффективности использования пропускной способности среды передачи показало, что максимальный коэффициент использования (отношение максимальной скорости передачи к пропускной способности) не превышает 0,184. При увеличении нагрузки вероятность конфликта возрастает и время задержки до успешной передачи увеличивается.

Для уменьшения вероятности появления конфликта использования пропускной способности был разработан ряд модификаций этого метода:

- **случайный множественный доступ с контролем несущей(CSMA),**
- **случайный множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов (CSMA/CD),** используемый в одной из первых локальных сетей Ethernet.

Отличие метода CSMA от ALOHA состоит в том, что в нем каждый узел контролирует наличие передачи в среде от других узлов и в момент поступления пакета в узел: передача начинается лишь в том случае, если в данный момент среда свободна. Если в момент передачи возник конфликт, делается попытка его разрешения, например - задержка передачи на случайный интервал времени. Новая попытка может привести к успешной передаче или повторению конфликта. Известны и более сложные процедуры разрешения конфликта, обеспечивающие увеличение пропускной способности сети.

Метод CSMA/CD отличается от CSMA тем, что узел, осуществляющий передачу, контролирует возникновение конфликта в процессе передачи, и если он обнаруживает появление конфликта, передача прекращается и реализуется та или иная процедура попытки выхода из конфликтной ситуации.

Эффективность использования среды передачи в таких системах существенно зависит от интервала времени между началом передачи пакета и тем моментом, когда все узлы узнают о занятии среды.

Достоинством случайных методов доступа является простота реализации и низкое время задержки при малых нагрузках на сеть. Однако они обладают и серьезными недостатками, в числе которых можно указать отсутствие гарантированного верхнего предела времени задержки до успешной передачи пакета, что исключает возможность применения этого метода в системах,

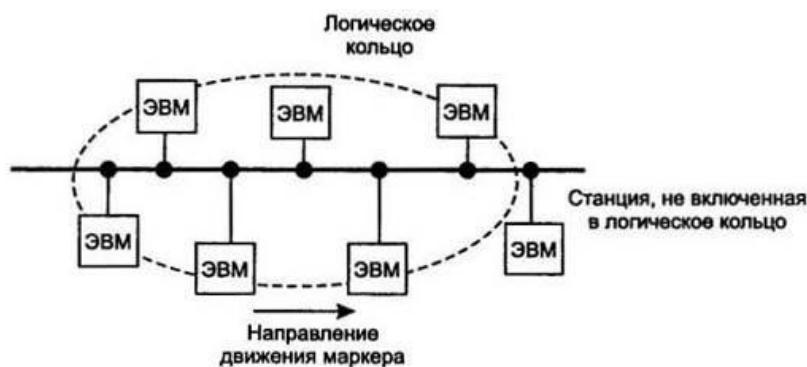
требующих передачи в реальном масштабе времени с заданными предельными задержками; нестабильную работу при увеличении входной нагрузки, при которой частота успешной передачи пакетов снижается, а задержка резко увеличивается; резкое снижение эффективности использования среды передачи.

Несмотря на это, метод CSMA/CD получил достаточно широкое распространение и предусматривается в числе международных стандартов.

2. Маркерные методы доступа, при которых право на занятие среды передается от узла к узлу в определенной последовательности (по логическому кольцу) или по приоритетам в форме специальных сообщений(маркеров).

Узел, получивший маркер, может осуществлять передачу в течении определенного времени, после чего обязан передать маркер следующему узлу. Достоинствами этого метода являются гарантированное предельное время задержки передачи пакета и отсутствие нестабильного режима передачи, характерного для случайных методов доступа. Недостаток – сложность реализации процедур инициализации логического кольца, включения – исключения узлов из логического кольца, процедуры восстановления работы сети после отказов или при потере маркера, и т.д. кроме того, сама передача маркера требует передачи определенного объема служебной информации, что приводит к снижению эффективности использования среды передачи.

2.1. Метод «Маркерная шина»



В сетях типа "маркерная шина" доступ к каналу обеспечивается таким образом, как если бы канал был физическим кольцом, причем допускается использование канала некольцевого типа.

Право пользования каналом передается организованным путем. **Маркер** (управляющий кадр) содержит адресное поле, где записывается адрес станции, которой предоставляется право доступа в канал. Станция, получив маркер со своим адресом, имеет исключительное право на передачу данных (кадра) по физическому каналу. После передачи кадра станция отправляет маркер другой станции, которая является очередной по установленному порядку владения правом на передачу. Каждой станции известен идентификатор следующей станции. Станции получают маркер в циклической последовательности, при этом в физической шине формируется так называемое логическое кольцо. Все станции "слушают" канал, но захватить канал для передачи данных может только та станция, которая указана в адресном поле маркера. Работая в режиме прослушивания канала, принять переданный кадр может только та станция, адрес которой указан в поле адреса получателя этого кадра. В сетях типа "маркерная шина", помимо передачи маркера, решается проблема потери маркера из-за повреждения одного из узлов сети и реконфигурации (процесс изменения конфигурации объекта) логического кольца, когда в кольцо добавляется или из него удаляется один из узлов.

2.2. Метод «Маркерное кольцо»

В сетях типа "маркерное кольцо" (сети с кольцевой топологией) сигналы распространяются через однонаправленные двухточечные пути между узлами. Узлы и однонаправленные звенья соединяются последовательно, образуя физическое кольцо. В отличие от сетей с шинной структурой, где узлы действуют только как передатчики или приемники и отказ узла или удаление его из сети не влияет на передачу сигнала к другим узлам, здесь при распространении сигнала все узлы играют активную роль, участвуя в ретрансляции, усилении, анализе и модификации проходящих сигналов.

Как и в случае метода маркерной шины, **в качестве маркера используется уникальная последовательность битов**. Однако, маркер не имеет адреса. Он снабжается полем занятости, в котором записывается один из кодов, обозначающих состояние маркера - свободное или занятое.

Если ни один из узлов сети не имеет данных для передачи, свободный маркер циркулирует по кольцу, совершая однонаправленное (обычно против часовой стрелки) перемещение. В каждом узле маркер задерживается на время, необходимое для его приема, анализа (с целью установления занятости) и ретрансляции. В выполнении этих функций задействованы кольцевые интерфейсные устройства.

Свободный маркер означает, что кольцевой канал свободен и что любая станция, имеющая данные для передачи, может его использовать. Получив свободный маркер, станция, готовая к передаче кадра с данными, меняет состояние маркера на "занятый", передает его дальше по кольцу и добавляет к нему кадр. Занятый маркер вместе с кадром совершает полный оборот по кольцу и возвращается к станции-отправителю. По пути станция-получатель, удостоверившись по адресной части кадра, что именно ей он адресован, снимает копию с кадра. Изменить состояние маркера снова на свободное может тот узел, который изменил его на занятое. По возвращении занятого маркера с кадром данных к станции-отправителю кадр удаляется из кольца, а состояние маркера меняется на свободное, после чего любой узел может захватить маркер и начать передачу данных. С целью предотвращения монополизации канала станция-отправитель не может повторно использовать возвращенный к ней маркер для передачи другого кадра данных. Если после передачи свободного маркера в кольцо он, совершив полный оборот, возвращается к станции-отправителю в таком же состоянии это означает, что все другие станции сети не нуждаются в передаче данных), станция может совершить передачу другого кадра.

В кольцевой сети с передачей маркера также решается проблема потери маркера в результате ошибок при передаче или при сбоях в узле. Отсутствие передач в сети означает потерю маркера. Функции восстановления кольца в таких случаях выполняет сетевой мониторинг узел.

3. Интервальные методы доступа характеризуются использованием в процедуре доступа временных интервалов, связанных с моментом освобождения среды после передачи пакета. Узел имеет право на передачу, если он наблюдает свободную среду после передачи пакета каким-либо узлом в течении определенного интервала времени, который зависит от конкурентной процедуры доступа.

Интервальные методы доступа в зависимости от способа расположения узлов на среде передачи можно подразделить на две категории: для сетей с упорядоченным и с произвольным расположением. При упорядоченном расположении узлов последовательность передачи права на занятие среды совпадает с последовательностью размещения узлов на среде передачи. Для сетей с произвольным расположением последовательность подключения узлов на сети не связана с последовательностью передачи права на занятие среды.

Методы доступа подразделяются также по виду информации, которая используется в процессе принятия решения о возможности передачи с данного узла. В простейшем случае в процедуре доступа используется только информация о времени освобождения среды передачи в данном узле, номере данного узла и максимальном времени распространения сигнала между наиболее удаленными узлами сети. В более сложных процедурах может использоваться также информация о номере узла, который последним вел передачу, о времени распространения между парами узлов и о других параметрах.

4. Интервально-маркерные методы доступа, при которых право на занятие среды определяется временными интервалами после передачи пакета или специального маркера. Если сеть достаточно загружена, то в ней идет непрерывная передача пакетов с интервалами, определяемыми процедурой доступа.

Если же в сети пакетов нет, осуществляется передача синхромаркеров, которые служат опорными временными метками для отсчета временных интервалов, определяющих право занятия среды передачи узлами сети при появлении у них пакетов.

Еще одной характеристикой, по которой могут различаться методы доступа, является порядок передачи между узлами права на занятие среды, то есть порядок передачи управления, или режим приоритетов. По этому критерию можно выделить следующие возможные режимы:

- последовательный циклический доступ, при котором все узлы в определенной последовательности получают право на передачу пакетов. Ни один из узлов не обладает какими-либо преимуществами по сравнению с другими узлами. При таком методе передачи управления для каждого узла гарантировано конечное предельное время задержки пакета, не зависящее от активности других узлов;

- приоритетный циклический доступ, при котором управление последовательно передается между всеми узлами сети, однако узел, ведущий передачу, обладает приоритетом по отношению к другим узлам – он может продолжать передачу до тех пор, пока у него имеются пакеты. В этом случае возможен захват среды отдельными узлами и вследствие этого предельное время задержки не гарантировано;

- частично-приоритетный циклический доступ, при котором узел, ведущий передачу, обладает приоритетом лишь над частью узлов, например - над узлами с меньшими номерами, если узлы с большими номерами не имеют пакетов для передачи. Если все узлы имеют пакеты, то этот метод доступа обеспечивает последовательный обход всех узлов. Предельное время задержки для всех узлов сети в этом случае не гарантируется;

- приоритетный доступ, при котором после передачи любым узлом управление переходит к узлу с наибольшим приоритетом, если этот узел не имеет пакетов - к узлу следующего приоритета и т.д. Предельное время задержки в этом случае гарантируется лишь для узлов с наибольшим приоритетом.

Выводы:

1. При случайном методе доступе сеть всегда свободна и любой компьютер в любой момент может воспользоваться сетью, а после чего она будет свободна для использования ее другим компьютером.

2. При маркерном методе доступа, по сети пускается маркер в определенном направлении. И как только маркер попадает к компьютеру, то он в этот момент может воспользоваться сетью, а как только маркер отправляется к другому компьютеру, то предыдущий уже не может воспользоваться сетью. Чем маркерное кольцо отличается от шины, только физическим расположением.

3. Основной проблемой при построении локальных сетей является **выбор правил, которые регламентируют порядок передачи станций на общей среде**. Сложность проблемы заключается в том, что отдельные рабочие станции должны осуществлять передачу таким образом, чтобы не мешать друг другу, поскольку при одновременной передаче сигналов от двух и большего числа станций происходит наложение и взаимное искажение сигналов, происходит так называемый конфликт. При этом локальные сети стремятся строить таким образом, чтобы на сети не было какого-либо координирующего центра (диспетчера) и все станции могли работать автономно. Для решения этой задачи и разработан **ряд методов регламентации передачи, или методов множественного доступа**.

4. Для практического применения в условиях обеспечения высокой надежности **наибольший интерес представляют распределенные методы доступа**, в которых центральный управляющий орган отсутствует и все станции сети функционируют автономно. При таких методах доступа сеть более надежна, поскольку в ней отсутствует критический пункт – центральная станция, отказ которой выводит из строя всю систему.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение метода доступа к среде передачи данных для локальных сетей. Назовите основные методы доступа.

2. В чем заключаются особенности случайного множественного доступа к передающей среде? Назовите его разновидности.

3. Дайте определение маркерного доступа, перечислите его разновидности. В чем заключаются их особенности?

4. Дайте определение интервальных методов доступа. В чем заключается их особенность?

5. В чем отличие интервально-маркерных методов доступа?

6. Назовите разновидности режимов доступа по критерию приоритетов.