

• 第4章 网络设备与网络软件

本章要点:

1. 认识重要的网络设备, 掌握其工作原理及应用
 2. 了解主流的网络软件
- 2. 网卡的分类
 - 2. 网卡的分类
 - 2. 网卡的分类
 - 2. 网卡的分类
 - 3. 网卡的构造
 - 使用广播信道的以太网
 - 传统以太网可使用的传输媒体有四种:
 - 铜缆(粗缆或细缆)
 - 铜线(双绞线)
 - 光缆
 - 这样, 以太网就有四种不同的物理层。
 - **3. 使用集线器的双绞线以太网**
 - 主机使用光纤和一对光纤调制解调器连接到集线器
 - 具有三个端口的集线器
 - 4. 集线器的一些特点
 - 集线器是使用电子器件来模拟实际电缆线的工作, 因此整个系统仍然像一个传统的以太网那样运行。
 - 使用集线器的以太网在逻辑上仍是一个总线网, 各工作站使用的还是 CSMA/CD 协议, 并共享逻辑上的总线。
 - 集线器很像一个多接口的转发器, 工作

在物理层。

- 4.3.1 在数据链路层扩展局域网
- 在数据链路层扩展局域网是使用网桥。
- 网桥工作在数据链路层, 它根据 MAC 帧的**目的地址**对收到的帧进行转发。
- 网桥具有**过滤帧**的功能。当网桥收到一个帧时, 并不是向所有的接口转发此帧, 而是先检查此帧的目的 MAC 地址, 然后再确定将该帧转发到哪一个接口。
- 1. 网桥的内部结构
- 使用网桥带来的好处
- 过滤通信量。
- 扩大了物理范围。
- 提高了可靠性。
- 可互连不同物理层、不同 MAC 子层和不同速率(如 10 Mb/s 和 100 Mb/s 以太网)的局域网。
- 网桥使各网段成为隔离开的碰撞域
- 网桥的自学习和转发帧的步骤归纳
- 网桥收到一帧后先进行自学习。查找转发表中与收到帧的源地址有无相匹配的项目。如没有, 就在转发表中增加一个项目(源地址、进入的接口和时间)。如有, 则把原有的项目进行更新。
- 转发帧。查找转发表中与收到帧的目的地址有无相匹配的项目。
 - 如没有, 则通过所有其他接口(但进入网桥的接口除外)按进行转发。

- 如有, 则按转发表中给出的接口进行转发。
- 若转发表中给出的接口就是该帧进入网桥的接口, 则应丢弃这个帧(因为这时不需要经过网桥进行转发)。

- 转发表的建立过程举例
- 使用网桥带来的缺点
- 存储转发增加了**时延**。
- 在 MAC 子层并没有流量控制功能。
- 具有不同 MAC 子层的网段桥接在一起时时延更大。
- 网桥只适合于用户数不太多(不超过几百个)和通信量不太大的局域网, 否则会因传播过多的广播信息而产生**网络拥塞**。这就是所谓的广播风暴。
- **广播风暴**: 当网络中结点很多, 通过许多网桥进行互连时, 有许多信宿地址不明的帧被广播到所有结点, 结点不停地忙于接收这些数据帧, 在做“无用功”, 使得结点不能正常地进行数据发送。
- 问题: 形成环路
- 网桥在转发表中登记以下三个信息
- 在网桥的转发表中写入的信息除了地址和接口外, 还有帧进入该网桥的时间。
- 因为以太网的拓扑可能经常会发生变化, 站点也可能会更换适配器(这就改变了站点的地址)。
- 把每个帧到达网桥的时间登记下来, 就可以在转发表中只保留网络拓扑的最新

状态信息。使得网桥中的转发表能反映当前网络的最新拓扑状态。

- 网桥和集线器不同
- 集线器在转发帧时, 不对传输媒体进行检测。
- 网桥在转发帧之前必须执行 CSMA/CD 算法。
 - 若在发送过程中出现碰撞, 就必须停止发送和进行退避。
 - 在这一点上网桥的接口很像一个网卡。但网桥却没有网卡。
- 由于网桥没有网卡, 因此网桥并不改变它转发的帧的源地址。
- 4.3.2 多接口网桥——以太网交换机
- 1990 年问世的交换式集线器(switching hub), 可明显地提高局域网的性能。
- 交换式集线器常称为以太网交换机 (switch)或第二层交换机 (表明此交换机工作在数据链路层)。
- 以太网交换机通常都有十几个接口。因此, 以太网交换机实质上就是一个多接口的网桥。
- 4.3.3 功能
- 4.3.4 工作原理
- 1. 特点:
 - 全双工:发送、接收可同时进行
 - 每个端口是独立的冲突域
 - 不需执行 CSMA/CD
 - 端口速率可自动协商
- 2. 交换方式

(1) 存储转发交换

(2) 直通交换: 接收到目的地址后, 立即建立与目的端口的交换通道, 不暂存帧。

(3) 碎片隔离交换: 长度<64 字节时丢弃。

- 3. 与集线器的区别

(1) 工作层次不同

- 集线器: 第一层和第二层, 交换机: 至少第二层

(2) 数据传输方式不同

- 集线器: 广播方式, 交换机: 自学习的交换方式

(3) 带宽占用方式不同

- 集线器: 所有端口共享总带宽, 交换机: 每个端口独立带宽

(4) 传输模式不同

- 集线器: 半双工, 交换机: 可全双工
- 独占传输媒体的带宽
- 对于普通 10 Mb/s 的共享式以太网, 若共有 N 个用户, 则每个用户占有的平均带宽只有总带宽(10 Mb/s)的 N 分之一。
- 使用以太网交换机时, 虽然在每个端口到主机的带宽还是 10 Mb/s, 但由于一个用户在通信时是独占而不是和其他网络用户共享传输媒体的带宽, 因此对于拥有 N 对端口的交换机的总容量为 $N \times 10$ Mb/s。这正是交换机的最大优点。
- 4.3.5 交换机分类

(1) 按适用网络分

- 局域网交换机; 广域网交换机

(2) 按速度分

- 10Mbps; 100Mbps; 1000Mbps; 10Gbps

(3) 按应用规模分

- 企业级: 骨干网; 网络最上层位置; 模块化的结构
- 园区级: 大型网络; VLAN
- 部门级: VLAN; ACL
- 工作组: 普通
- 桌面型: 小型设备
- 4.3.5 交换机分类

(4) 按交换结构分

- 固定端口; 模块化

(5) 按协议层次分

- 二层交换机; 三层交换机; 四层交换机

(6) 按网管功能分

- 可网管型交换机; 非网管型交换机
- 4.3.6 三层交换机
- 二层交换技术与三层路由技术相结合
- 三层交换机与第三层使用的协议有关
- 需要建立 MAC 地址转发表

- 4.3.6 三层交换机工作原理: P124-(黄)

A: 发送者, B: 接收者

1. A 根据 IP 包构造数据帧, 需要知道 B 的 MAC 地址。

2. 根据 A、B 的 IP 地址判断, 如果 A 与 B 属于同一网络 (或子网), 则转 3, 否则转 4

3. (本地查找 B 的 MAC 地址)

3.1 A 广播一个 ARP 报文, 在数据链路层构造一个广播帧发给交换机;

3.2 该帧到达交换机后按二层交换方式交换,

同时交换机知道了 A 所在的端口;

3.3 B 收到 ARP 报文后应答一个报文 (非广播) 给 A, 该报文对应的帧按二层交换方式交换, 同时交换机知道了 B 所在的端口;

3.4 A 收到应答后知道了 B 的 MAC 地址, 就可以组成正常的帧与 B 通信, 交换机按二层交换方式实施交换。

- 4.3.6 三层交换机

4. (非本地查找 B 的 MAC 地址)

4.1 A 首先向其“缺省网关”发出 ARP 请求报文, 而“缺省网关”的 IP 地址就是 A 所在网络的出口交换机或路由器的 IP 地址 (此时交换机、缺省网关都知道了 A 的端口和 MAC 地址);

4.2 缺省网关在本地缓存表中查找 B 的 MAC 地址, 如果找到, 则回复 A; 否则, 按第三层路由表向目的网络广播 ARP 报文;

4.3 B 收到 ARP 报文后应答一个报文 (非广播) 给 A (此时相关交换机、缺省网关都知道了 B 的端口和 MAC 地址);

4.4 A 收到应答后知道了 B 的 MAC 地址, 就可以组成正常的帧发送, 相关的交换机、缺省网关由于已经知道了 B 的 MAC 地址和端口, 都按二层交换方式转发。

>>>>一次路由, 二层转发

- 4.3.7 堆叠与级联

堆叠 (Stack):

- 可堆叠的交换机才能实现堆叠
- 提供专用连接电缆, 从一台交换机的“UP”堆叠端口直接连接到另一台交换机的“DOWN”堆叠端口

- 堆叠在一起的所有交换机可视为一个整体的交换机来进行管理

- 可增加背板带宽
- 不会产生性能瓶颈
- 4.3.7 堆叠与级联

级联 (Uplink):

- 任意交换机间都可级联
- 级联端口或普通端口级联
- 级联后, 某些交换机易产生性能瓶颈

- 4.4.1 路由器的作用
- 4.4.2 路由器的功能
- 4.4.3 路由器分类
- 4.4.3 路由器分类

- 4.4.4 路由器的结构

- 路由器具有多个输入端口和多个输出端口, 其任务是转发分组。路由器将某个输入端口收到的分组, 按照分组要去的地址, 将该分组从某个合适的输出端口转发给下一跳路由器。

- 路由器的结构可划分为二部分:

- ① 路由选择: 也叫控制部分, 其核心构件是路由选择处理机。任务是根据所选择的路由选择协议构造出路由表, 同时经常或定期地和相邻路由器交换路由信息而不断地更新和维护路由表。

- 交换结构: 将输入端口中的包送到输出端口。

- ② 分组转发 一组输入端口:

接收、缓存输入包。

- 组输出端口: 缓存、输出待转发包。

- 4.4.4 路由器的结构
- 输入端口的处理
- 数据链路层剥去帧首部和尾部后, 将分组送到网络层的队列中排队等待处理。这会产生一定的时延。
- 输出端口的处理
- 当交换结构传送过来的分组先进行缓存。数据链路层处理模块将分组加上链路层的首部和尾部, 交给物理层后发送到外部线路。
- 交换结构的实现

1. 通过存储器进行交换

输入端口收到包 (中断) → 路由选择处理机将其复制到存储器 → 路由选择处理机根据头部信息查找路由表 → 复制到输出端口

2. 通过总线进行交换

输入端口 → 总线 → 输出端口

3. 通过纵横 (Crossbar) 交换结构进行交换

N×N crossbar

- 交换结构的实现
- 路由器转发分组的步骤
- 第一步: 链路层处理: 对数据的完整性进行验证, 如 CRC 校验、帧长度检查等。
- 第二步: 处理 IP 层: 根据目的 IP 地址, 在路由表中查找下一跳的 IP 地址; IP 数据包的 TTL (Time To Live) 域开始减数, 并重新计算校验和 (Checksum)。

- 第三步: 输出: 根据查到的下一跳 IP 地址, 将 IP 数据包送往相应的输出端口, 被封装上相应的链路层包头, 最后经输出网络物理接口发送出去。
 - **转发与路由选择的区别:**
 - **转发:** 路由器根据**转发表**将用户的 IP 数据报从合适的端口转发出去。
 - **路由选择:** 就是按照复杂的分布式算法, 根据从各**相邻路由器**所得到的整个网络的拓扑变化情况, 动态地改变所选择的路由。
 - **转发表**是从路由表得出的。包含**完成转发功能所必须的信息**。即包含要到达的**目的网络、输出端口**和某些**MAC 地址**信息(如下一跳的以太网地址)的映射。
 - **路由表**一般仅包含**目的网络与下一跳**(用 IP 地址表示)的映射。
 - **转发表**的结构应当使查找过程**最优化**; **路由表**则需要对网络拓扑变化的**计算最优化**。
 - 协议转换器, 工作在传输层及以上的层次。
 - 用于不同体系结构的网络或者局域网与主机系统的连接
 - 三类:
 1. 协议网关
 2. 应用网关
 3. 安全网关
 - 将计算机通过无线方式连接到网络的设备
- AP 的主要功能有:
- (1) 实现移动计算机的无线接入
 - (2) 实现 DHCP
 - (3) 接入 Internet: 静态 IP 地址接入、动态 IP 地址接入、PPPoE 接入
 - (4) 安全功能: MAC 地址过滤、IP 地址过滤、身份验证、数据加密等
 - (5) 地址转换 (NAT)
- 问题: 干扰
- 按照所连接的线路分类
- (1) 音频调制解调器
 - V.90/V.92, 数据率可达 56Kbps
 - (2) ADSL 调制解调器
 - 下行最高 8Mbps, 上行最高 1Mbps, 3km
 - VDSL: 52M-26Mbps
 - (3) CABLE 调制解调器
 - (4) 无线调制解调器
 - (5) 卫星调制解调器
- 按照所处的位置分类
- (1) 内置式
 - (2) 外置式
1. 网络系统软件
 - (1) 网络操作系统
 - (2) 网络协议软件
 - (3) 网络管理软件
 - (4) 网络编程平台软件
2. 网络应用软件
 - 作业
- 2, 4, 5, 6, 7