

## 4. LANs

### 4.1 MAC地址和ARP

**32bit IP地址:**

网络层地址

前N-1: 用于使数据报到达目的IP子网

最后一条: 到达子网中的目标节点

**LAN (MAC/物理/以太网) 地址:**

用于使帧从一个网卡传递到与其物理连接的另一个网卡 (在同一个物理网络中)

**48bit MAC地址**固化在适配器的ROM, 有时也可以通过软件设定

理论上全球任何2个网卡的MAC地址都不相同

e.g.: 1A-2F-BB-76-09-AD

网络地址和MAC地址分离:

IP地址和MAC地址的作用不同:

IP地址是分层的

一个子网所有站点网络号一致, 路由聚集, 减少路由表

需要一个网络中的站点地址网络号一致, 如果捆绑需要定制网卡非常麻烦

希望网络层地址是配置的; IP地址完成网络到网络的交付

MAC地址是一个平面的

网卡在生产时不知道被用于哪个网络, 因此给网卡一个唯一的标示, 用于区分一个网络内部不同的网卡即可

可以完成一个物理网络内部的节点到节点的数据交付

分离好处

网卡坏了, IP地址不变, 可以捆绑到另一个网卡的mac上

物理网络还可以除IP之外支持其他网络层协议, 链路协议为任何上层网络协议, 如IPX等

捆绑问题

如果仅仅使用IP地址, 不用mac地址, 那么他仅支持IP协议

每次上电都需要重新写入网卡IP地址

另外一个选择就是不适用任何地址: 不用MAC地址, 则每到来一个帧都要上传到IP层次, 由它判断是不是需要接受, 干扰一次

### 4.2 LAN地址和ARP

局域网每个适配器都有一个唯一的LAN地址

MAC地址由IEEE管理和分配

制造商购入MAC地址空间 (保证唯一性)

类比:

MAC地址: 社会安全号

IP地址: 通讯地址

MAC平面地址---->支持移动

可以将网卡接到其他网络

IP地址有层次---->不能移动

依赖于节点连接的IP子网, 与子网的网络号相同 (有与其相连的子网相同的网络前缀)

ARP: Address Resolution Protocol 地址解析协议 主要是MAC/IP 互相转换

在LAN上的每一个IP节点都有一个ARP表

ARP表: 包括一些LAN节点IP/MAC地址的映射

IP address

MAC address

TTL: 这里的TTL是地址映射失效时间, 一般是20分钟

存是为了用它, 删是为了适应IP的变化

同一个LAN中的ARP:

A->B, B的IP已知, 但是B的MAC不在A的ARP表中

A广播包含B的IP地址的ARP查询包

Dest MAC address=FF-FF-FF-FF-FF-FF(全1)

LAN上的所有节点都会受到该查询包

B接收到ARP包, 回复A自己的MAC地址

帧发送给A

用A的MAC地址(单播)

A在自己的ARP表中, 维护IP-to-MAC地址映射关系, 直到信息超时

软状态: 靠定期刷新维持的系统状态

定期刷新周期之间维护的状态信息可能和原有系统不一致

ARP是即插即用的

节点自己创建ARP的表项

无需网络管理员的干预

路由到其他LAN

发送数据报: A---->R---->B

1. A路由表查到下一跳IP, 根据ARP表找到下一跳MAC地址

2. 编址

A创建数据报, 源IP地址: A; 目标IP地址: B

A创建一个链路层的帧, 目标MAC地址是R, 该帧包含A到B的IP数据报

帧从A-->R

帧被R接收, 解封装, 提取出IP分组, 交给上层IP协议实体

R转发数据报, 数据报源IP地址为A, 目标IP地址为B

ARP表找到B的MAC地址

R创建链路层的帧, 目标MAC地址是B, 该帧包含了A到B的IP数据报

帧被B接收, 解封装, 提取出IP分组, 交给上层IP协议实体

中间可能还有好几跳

#### 4.3 以太网

目前最主流的LAN技术: 98%占有率

廉价: 30RMB 100Mbps

最早广泛应用的LAN技术

比令牌网和ATM网络简单、廉价

带宽不断提升: 10M, 100M, 1G, 10G

物理拓扑

总线:

在上个世纪90年代中期很流行

所有节点在一个碰撞域内, 一次只允许一个节点发送

可靠性差, 如果介质破损, 截面形成信号的反射, 发送节点误认为是冲突, 总是冲突

星型:

目前最主流

连接选择: hub或者switch

现在一般是交换机在中心

每个节点以及其他相连的交换机端口使用(独立的)以太网协议(不会和其他节点的发送产生碰撞)

结构

发送方适配器在以太网帧中封装IP数据报, 或者其他网络层协议数据单元 PDU

preamble - dest address - source address - type - data(payload) - CRC

前导码: 7B 10101010 + 1B 10101011

用来同步接收方和发送方的时钟速率

使得接收方将自己的时钟调到发送端的时钟

从而可以按照发送端的时钟来接收所发送的帧

地址: 6字节源MAC地址, 目标MAC地址

如: 帧目标地址=本站MAC地址, 或是广播地址, 接收, 递交帧中的数据到网络层

否则, 适配器忽略该帧

类型：指出高层协议（大部分情况是IP，但也支持其他网络层协议Novell IPX & Apple Talk）

CRC：接收方校验

如果没有通过校验丢弃错误帧

无连接、不可靠的服务

无连接：

帧传输之前，发送方和接收方之间没有握手

不可靠：

接收方适配器不发送ACKs或NAKs给发送方

递交给网络层的数据流可能有gap

如上层使用像传输层TCP协议这样的rdt，gap会被补上（源主机，TCP实体）

否则应用层就会看到gap

以太网的MAC协议：采用二进制退避的CSMA/CD介质访问控制形式

标准：链路和物理层

很多不同的以太网标准

相同的MAC协议（介质访问控制）和帧结构

不同的速率：2 Mbps、10 Mbps、100 Mbps、1Gbps、10G bps

不同的物理层标准

不同的物理层媒介：光纤，同轴电缆和双绞线

Manchester 编码

在10BaseT中使用

每一个bit的位时中间有一个信号跳变

允许在接收方和发送方节点之间进行时钟同步

节点间不需要集中的和全局的时钟

10Mbps，使用20M带宽，效率50%

#### 4.4 802.11 WLAN

#### 4.5 switches

Hubs 集线器

本质上是物理层的中继器

从一个端口收，转发到所有其他端口

物理上星型，逻辑上总线

速率一致

没有帧的缓存

在hub端口上没有CSMA/CD机制：适配器检测冲突

提供网络管理功能

switch 交换机

链路层设备：扮演主动角色（端口执行以太网协议）

对帧进行存储和转发

对于到来的帧，检查帧头，根据目标MAC地址进行选择性地转发

当帧需要向某个（些）网段进行转发，需要使用CSMA/CD进行接入控制

通常一个交换机端口一个独立网段

透明：主机对交换机的存在可以不关心

通过交换机相联的各节点好像这些站点是直接相联的一样

有MAC地址；无IP地址

即插即用

交换机无需配置

多路同时传输

主机有一个专用和直接到交换机的连接

交换机缓存到来的帧

对每个帧进入的链路使用以太网协议，没有碰撞；全双工

每条链路都是一个独立的碰撞域

MAC协议在其中的作用弱化了

交换：A-to-A' 和 B-to-B' 可以同时传输，没有碰撞

交换机转发表

switch table:

主机MAC地址，到达该MAC的接口，TTL  
比较像路由表

自学习:

收到帧，交换机学习到发送站点所在端口（网段）  
记录发送方MAC地址/进入端口号的映射关系，放入交换表

交换机 vs. 路由器

都是存储转发设备，但是层次不同

交换机：链路层设备（检查链路层头部）

路由器：网络层设备（检查网络层头部）

都有转发表:

交换机：维护交换表，按照MAC地址发

执行过滤、自学习和生成树算法

即插即用；二层设备，速率高

执行生成树算法，限制广播帧的转发

ARP表项随着站点数量增多而增多

路由器：维护路由表，执行路由算法

路由算法能够避免环路，无需执行生成树算法，可以以各种拓扑构建网络

对广播分组做限制

不是即插即用的，配置网络地址（子网前缀）

三层设备，速率低

#### 4.6 VLANs

虚拟局域网