



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



计算机网络之探赜索隐

主讲人：李全龙

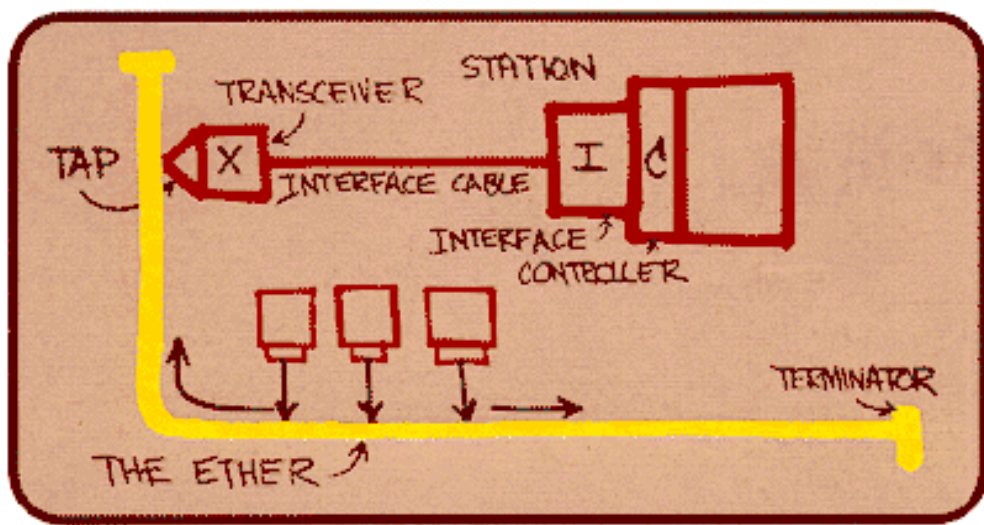
本讲主题

以太网



以太网(ETHERNET)

- “统治地位”的有线LAN技术: 有线局域网
- ❖ 造价低廉(NIC不足¥100.00) 以太网网卡
 - ❖ 应用最广泛的LAN技术
 - ❖ 比令牌局域网和ATM等, 简单、便宜 优点
 - ❖ 满足网络速率需求: 10 Mbps – 10 Gbps



局域网
↓
城域网
↓
广域网

Metcalfe的以太网草图



以太网：物理拓扑

物理结构

❖ 总线(bus): 上世纪90年代中期前流行

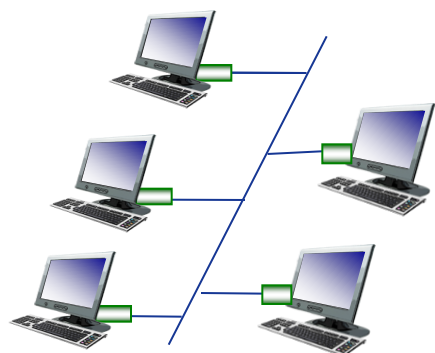
- 所有结点在同一冲突域(collision domain) (可能彼此冲突)

❖ 星型(star): 目前主流网络拓扑

- 中心交换机(switch)
- 每个结点一个单独冲突域(结点间彼此不冲突)

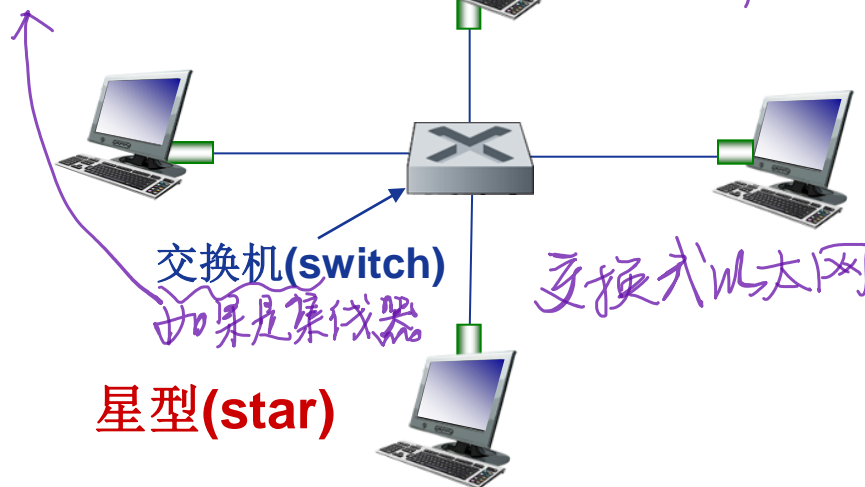
任何2个结点同时发送数据会产生冲突的一个网络范围

CSMA/CD可以检测



总线(bus): 同轴电缆

广播式以太网



星型(star)

交换式以太网

交换机(switch)
如果是集线器



以太网：不可靠、无连接服务

- ❖ 无连接(connectionless): 发送帧的网卡与接收帧的网卡间没有“握手”过程
- ❖ 不可靠(unreliable): 接收网卡不向发送网卡进行确认
 - 差错帧直接丢弃，丢弃帧中的数据恢复依靠高层协议 (e.g., TCP)，否则，发生数据丢失
- ❖ 以太网的MAC协议: 采用二进制指数退避算法的CSMA/CD

→ NIC完成



以太网CSMA/CD算法

1. NIC从网络层接收数据报，创建数据帧。
 2. 监听信道：
如果NIC监听到信道空闲，则开始发送帧；
如果NIC监听到信道忙，则一直等待到信道空闲，然后发送帧。
1-坚持CSMA/CD
 3. NIC发送完整个帧，而没有检测到其他结点的数据发送，则NIC确认帧发送成功！
 4. 如果NIC检测到其他结点传输数据，则中止发送，并发送堵塞信号(jam signal) *让其他主机发现冲突*
 5. 中止发送后，NIC进入二进制指数退避：
 - 第 m 次连续冲突后：
 - 取 $n = \text{Min}(m, 10)$
 - NIC 从 $\{0, 1, 2, \dots, 2^n - 1\}$ 中随机选择一个数 K
 - NIC等待 $K \cdot 512$ 比特的传输延迟时间，再返回第2步
 - 连续冲突次数越多，平均等待时间越长。
- 连续16次冲突不再尝试，网上层报告错误*



以太网帧结构

发送端网卡将IP数据报(或其他网络层协议分组)封装到以太网帧中:



前导码(Preamble)(8B): 一般讨论中帧长度时不包含前导码

- ❖ 7个字节的10101010, 第8字节为10101011
- ❖ 用于发送端与接收端的时钟同步



以太网帧结构

❖ 目的MAC地址、源MAC地址(各6B):

- 如果网卡的MAC地址与收到的帧的目的MAC地址匹配，或者帧的目的MAC地址为广播地址(FF-FF-FF-FF-FF-FF)，则网卡接收该帧，并将其封装的网络层分组交给相应的网络层协议。
- 否则，网卡丢弃(不接收)该帧。

❖ 类型(Type)(2B): 指示帧中封装的是哪种高层协议的分组(如，IP数据报、Novell IPX数据报、AppleTalk数据报等)

❖ 数据(Data)(46-1500B): 指上层协议载荷。

❖ $R=10\text{Mbps}$, $RTT_{\max}=512\mu\text{s}$, $L_{\min} / R = RTT_{\max}$

❖ $L_{\min}=512\text{bits}=64\text{B}$, $\text{Data}_{\min}=L_{\min}-18=46\text{B}$

❖ CRC(4B): 循环冗余校验码

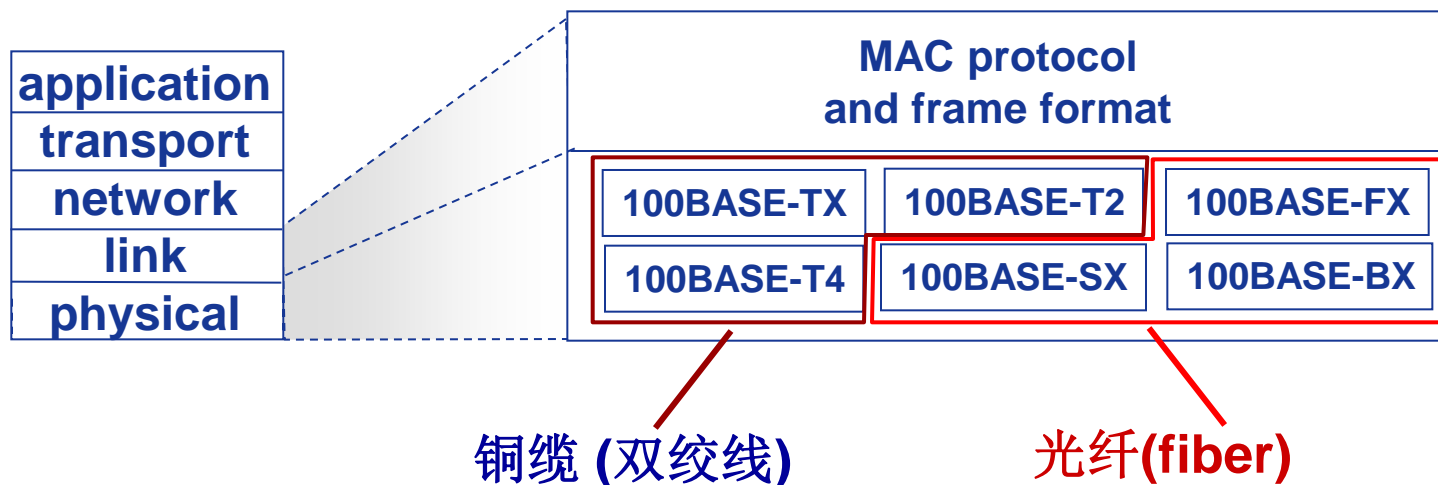
- 丢弃差错帧



802.3以太网标准: 链路层与物理层

❖ 许多不同的以太网标准

- 相同的MAC协议和帧格式
- 不同速率: 2 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1Gbps, 10G bps
- 不同物理介质: 光纤, 线缆





哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



立足航天，服务国防，面向国民经济主战场

谢谢！