

## 第 5 章 局域网

本章要点:

1. 局域网访问控制方式
2. 局域网协议
3. 高速局域网
4. 无局域网
5. 虚拟局域网

### 1. 定义

**LAN:** 为单一机构所拥有的专用计算机网络, 其通信被限制在中等规模的地理范围, 具有较高的数据率和较低的误码率, 能有效实现多种设备之间互连、信息交换和资源共享。

**特征:**

**范围小:** 通常在几百米以内。

**数据率高:** 10Mbps 以上, 现在已达到 10Gbps。

**误码率低:** 一般可达到  $10^{-9}$  以下。

**单一部门所有。**

**支持实时应用。**

**LAN 优点**

具有广播功能, 从一个站点可很方便地访问全网。局域网上的主机可共享连接在局域网上的各种硬件和软件资源。

便于系统的扩展和逐渐地演变, 各设备的位置可灵活调整 and 改变。

提高了系统的可靠性、可用性和残存性。

**LAN 与 WAN 的本质区别**

**WAN:** 交换式传输

**LAN:** 广播式传输

### 2. 局域网的拓扑

### 3. 以太网

**Bob Metcalfe:** 以太网之父

1973 年, Ethernet 构想, 2.94Mbps; CSMA/CD

1976 年, Metcalfe 和 David Boggs 发表《以太网: 局域计算机网络的分布式包交换技术》

1980 年, DIX(DEC、Intel、Xerox)规范。该规范规定:

总线拓扑结构

同轴电缆

使用 CSMA/CD 访问控制方式

使用曼彻斯特编码, 数据率为 10Mbps

具有物理层和数据链路层的功能

1981 年, DIX 2.0

1982 年, IEEE802 委员会发布了 IEEE802.3 协议

1995 年, 100Mbps

1998 年, 1Gbps

2002 年, 10Gbps

以太网: 广播方式

将所有计算机都连接到一根介质上。

#### 两种重要的措施

**无连接:** 不必先建立连接就可以直接发送数据。

**无编号:** 以太网对发送的数据帧不进行编号, 也不要求对方发回确认。

这样做的理由是局域网信道的质量很好, 因信道质量产生差错的概率是很小的。

#### 以太网提供的服务

不可靠的交付, 即尽最大努力的交付。

当目的站收到有差错的数据帧时就丢弃此帧, 其他什么也不做。差错的纠正由高层来决定。

如果高层发现丢失了一些数据而进行重传, 但以太网并不知道这是一个重传的帧, 而是当作一个新的数据帧来发送。

#### 目的:

确定每个节点能把信息送到通信介质上去的特定时刻

如何有效利用共享通信介质

#### 5.2.1 分类

不加控制

集中控制

分布控制

#### 5.2.2 令牌传递访问控制方式

##### 1. 要求

网络形成环。当不能形成物理环时, 形成逻辑环。

信号在环上单向传输。

**2. 干线耦合器有两种工作状态:** 收听方式和发送方式。

#### 3. 工作原理

①监控节点产生唯一一个令牌沿环路传输。

②要发送数据的节点必须得到令牌。往令牌上附加帧, 填写标志后让其继续传送。

③目的节点拷贝帧, 设置应答标志后让其继续传送。

④回到源节点后, 根据应答标志确定撤销或重传。

⑤非源、非目的节点, 转发帧。

#### 4. 802.5 局域网的 MAC 子层

MAC 帧分为令牌帧和非令牌帧。

T—令牌比特(0 表示令牌, 1 表示非令牌);

M—监督比特; P—优先级比特; R—预约比特

发送站点

接收站点

## 5. 节点操作

发送

拷贝

转发

撤销

两个标志 A、C(识别、拷贝)

A=0,C=0: 目的站不存在或

者未加电;

A=1,C=0: 目的站存在但未

接收;

A=1,C=1: 目的站存在且帧

被复制。

## 6. 问题

令牌丢失

令牌增生

地址错误

## 7. 令牌环的优缺点

**缺点:** 当负载很轻时也要等待令牌过来才能发送数据。

**优点:** 重载时仍可以高效地工作。

### 5.2.3 CSMA/CD 访问控制方式

【带冲突检测的载波监听多路访问】

#### 1. 要求

总线结构, 信号双向传输(中间节点向两边)

#### 2. 原理

①监听网络, 若不空闲, 继续监听; 否则转②

②发送, 边发送, 边监听。若检测到冲突, 转③

③发送冲突码加强冲突, 转④

④随机地延迟一段时间后, 转①

>>>>无需应答

#### 3. 延迟时间的确定

方法: 截断的二进制指数后退算法

时间片  $t$  = 总线上两端点间往返传输的时间

延迟时间  $T = m \times t$

$m = 0 \sim 2^n - 1$  之间的随机数

$n = \min(10, k)$

$k$  = 本次发送经历的冲突次数

$t = 51.2 \mu s$

#### 4. 信道利用率

$\tau$  = 总线上单程传播时间,

$T_0$  = 发送一个帧需要的时间

$\alpha = \tau / T_0$

$S_{max} = T_0 / (T_0 + \tau) = 1 / (1 + \alpha)$

$a > 1$  时的信道利用情况

( $a = 4$ )

$a < 1$  时的信道利用情况

### 5.2.4 CSMA/CD 与令牌传递的比较

### 5.2.5 其它访问控制方式

1. 竞争环: 令牌按需产生, 用完丢弃

2. 剑桥环: 同步的 slot 传输数据

70 年代中期剑桥大学研制的环形网,

36 个节点, 用双绞线连接, 环的长度超过 1 公里, 采用分槽技术, 共 4 个时槽沿环旋转, 传输速率为 10M 比特 / 秒。报文中包括 1 个目的地址字节, 1 个源地址字节, 2 个信息字节和 6 个控制位。每个节点有 1 个中

继器, 直接与双绞线连接组成环。数据在环中单向流动。

### 5.3.1 IEEE802 LAN 体系结构

1. 一般结构: 只需物理层和数据链路层

2. 具体结构:

物理层包括介质相关接口 (MDI)、物理介质连接设备 (PMA)、连接单元接口 (AUI) 和物理收发信号 (PS)。

PS-实现物理信号的编码和解码。

AUI-实现主机与介质的接口。

PMA-接收和发送信号。

MDI-实现与传输介质的链接。

物理层为数据链路层提供最基本的比特传输服务, 它的主要功能主要包括:

(1)信号的编码与解码;

(2)时钟的提取与同步;

(3)比特的发送与接收;

(4)载波侦听检测。

### 3. 为什么将局域网的数据链路层划分为 (MAC 和 LLC) 两层?

局域网不存在路由选择问题, 只有最低的两层。然而局域网的种类繁多, 其媒体接入控制的方法也各不相同。为了使局域网中数据链路层不致过于复杂, 将局域网的数据链路层划分为两个子层:

■ 媒体接入控制或媒体访问控制 MAC (Medium Access Control) 子层。

■ 逻辑链路控制 LLC (Logical Link Control)

子层。

#### 4. 各层的功能

##### 物理层:

- 信号的**编码与译码**。
- 为进行同步用的**前同步码**的产生与去除。
- 比特的**传输与接收**。
- 传输媒体和拓扑结构的**规范**。

##### MAC 子层的功能:

●在**发送方**, 将上层交下来的数据和地址及差错检测字段**封装成帧**(帧格式: MAC 控制、目的 MAC 地址、源 MAC 地址、LLC、CRC)进行发送。

●在**接收方**, 分解帧并完成**地址识别**和**比特差错检测**。

- 对接入局域网传输媒体的管理。
- 寻址

##### LLC 层的功能:

- 建立和释放数据链路层的**逻辑连接**(无连接服务、有连接服务、有确认无连接服务)。
- 提供与高层的接口。
- 完成流量控制和差错控制。
- 给帧加上序号。

#### 5. IEEE802 LAN 协议

有关 LAN 的标准化主要集中在 OSI 体系结构的**低二层**, 具体包括:

802.1A——定义了局域网概述和体系结构。

802.1B——定义了寻址、网络管理、网络互连和性能测量。

802.2——定义了逻辑链路控制(LLC)的功能和服务。

802.3——CSMA/CD。定义 CSMA/CD 总线的 MAC 子层和物理层的规约。

802.3——10Base5 粗缆 (1983)

802.3——10Base2 细缆 (1988)

802.3i——10BaseT 对 UTP (1990)

802.3u——100BaseT 星型 UTP (1995)

802.3z——1000Base-T UTP (1998)(100m)

802.3z——1000Base-CX STP (1998)(25m)

802.3z——1000BaseLX 光纤 (1998)(单 3000m, 多 525m)

802.3ae——10GBase (2002)

802.4——令牌总线网(Token-Bus)。定义令牌总线网的 MAC 子层和物理层的规约。

802.5——令牌环形网(Token-Ring)。定义令牌环形网的 MAC 子层和物理层的规约。

802.6——城域网(MAN)。定义城域网的 MAC 子层和物理层的规约。

802.7——定义了宽带网络规范, 即宽带时间片环(Time-Slot)访问控制方法和物理层规范。

802.8——定义了光纤传输规范(FDDI), 即光纤网媒体访问控制方法和物理层规范。

802.9——定义了综合话音与数据局域网(IVD LAN)规范。

802.10——定义了可互操作的局域网信息安全规范(SILS)。

802.11——定义了无线 LAN 媒体访问控制方法和物理层规范。

802.12——定义了高速局域网 (100Mb/s VG-AnyLAN) 访问控制方法和物理层规范。

802.14——定义了电缆调制解调器(cable

modem)标准,即有线电视(Cable-TV)。

802.15——定义了近距离个人无线网络标准, 即无线个人局域网(WPAN)。

802.16——定义了宽带无线局域网标准。

IEEE802 LAN 协议关系

#### 5.3.2 以太网协议

##### 以太网的两个标准

一个是 **DIX**(表示 DEC 公司、英特尔公司和美国施乐) **Ethernet V2**; 另一个是由 IEEE802 委员会制定的 **802.3 标准**, 其数据率为 10Mb/s。

##### 1. 访问控制方式

CSMA/CD, 按时间片重试

##### 2. 数据编码

曼彻斯特编码

##### 3. MAC 帧格式

两种格式

MAC 帧的格式

常用的以太网 MAC 帧格式有两种标准:

DIX Ethernet V2 标准

IEEE 的 802.3 标准

最常用的 MAC 帧是以太网 V2 的格式。

现在普遍使用的 **DIX V2 帧格式**

现在普遍使用的 **DIX V2 帧格式**

现在普遍使用的 **DIX V2 帧格式**

现在普遍使用的 **DIX V2 帧格式**

##### 4. 帧校验和: CRC-32

##### 5. MAC 地址格式

##### 6. 以太网寻址方式

源节点以广播方式发送一个帧 (用交换机时,

由交换机用交换方式发送);

目的节点的底层硬件(网卡)首先无条件接收帧,根据目的地址确定如何处理:

(1)目的地址为**广播地址**(全1),则保留该帧并送高层

(2)目的地址为**单播地址**,当目的地址为本节点地址时,则保留该帧并送高层;当目的地址不为本节点地址时,则丢弃该帧

(3)目的地址为**组播地址**,且其 OUI 部分与本节点地址的 OUI 部分相同,则保留该帧并送高层。

7. 帧的发送

8. 帧的接收

9.重要规定

以太网取  $51.2\ \mu\text{s}$  为争用期的长度。

对于 10 Mb/s 以太网,在争用期内可发送 512 bit,即 64 字节。

以太网在发送数据时,若前 64 字节没有发生冲突,则后续的数据就不会发生冲突。

帧间最小间隔为  $9.6\ \mu\text{s}$ ,相当于 96 bit 的发送时间。

一个站在检测到总线开始空闲后,还要等待  $9.6\ \mu\text{s}$  才能再次发送数据,以便使刚收到数据帧的站的接收缓存来得及清理,做好接收下一帧的准备。

无效的 MAC 帧

数据字段的长度与长度字段的**值不一致**;

帧的长度**不是整数个字节**;

用收到的帧检验序列 **FCS** 查出有**差错**;

数据字段的长度不在 **46~1500 字节**之间。

有效的 MAC 帧长度为 **64~1518 字节**之间。对于检查出的无效 MAC 帧就简单地**丢弃**。以太网不负责重传丢弃的帧。

10.以太网的扩展(距离、规模)

(1)利用中继器连接多段总线(淘汰)

(2)利用网桥连接多个网段(淘汰)

(3)利用集线器(HUB)级联

(4)利用交换机级联和堆叠

5.4.1 百兆以太网

**1. 100BASE-T 技术**

**100BASE-T: 双绞线**上传送 100Mb/s **基带**信号的星形拓扑以太网。也称为快速以太网(Fast Ethernet),使用 CSMA/CD 协议,国际标准为 802.3u。最短帧长为 **64 字节**,最大电缆长度为 **100 米**。新标准还规定了三种不同的物理层标准:

100BASE-TX, 100BASE-FX, 100BASE-T4。通常所说的 100BASE-X 就是前两种。

①100BASE-TX, **传输编码采用 4B/5B**,使用两对 5 类 UTP 和 STP 双绞线,全双工,最大传输距离 100m。

②100BASE-FX, **传输编码采用 4B/5B-NRZI**,使用两对单模/多模光纤,全双工,最大传输距离分别是 40/2km。

③100BASE-T4, **传输编码采用 8B6T**,使用四对 3 类 UTP 和 5 类双绞线,三对双绞线同时数据传输,一对双绞线用于冲突检测,半双工方式,最大长度为 100m。

100BASE-T 以太网的特点

可在全双工方式下工作而无冲突发生。因此,

不使用 CSMA/CD 协议。

MAC 帧格式仍然是 802.3 标准规定的。

保持最短帧长不变,但将一个网段的最大电缆长度减小到 100 m。

帧间时间间隔从原来的  $9.6\ \mu\text{s}$  改为现在的  $0.96\ \mu\text{s}$ 。

使用交换机扩展规模

5.4.1 百兆以太网

1. 层次结构

5.4.1 百兆以太网

各子层的功能:

**协调子层 RS:**将 MAC 层的业务定义映射成 MII 接口的信号

**物理编码子层 PCS:**4B/5B 编解码、冲突检测和并串转换

**物理介质接入子层 PMA:**链路监测、载波检测、NRZI 编译码和发送时钟合成、接收时钟恢复

**物理介质相关子层 PMD:**数据流的扰码、解扰,MLT-3 编解码,发送信号波形发生和双绞线驱动,接收信号自适应均衡和基线漂移校正

**自动协商子层 AutoNeg:**10Mbps 与 100Mbps 自动协商与自适应

**介质相关接口 MDI:**实现与传输介质的连接

5.4.1 百兆以太网

2. MII (介质无关接口)的作用

隔离不同的介质接口的差异

3. 介质接口

(1) **100Base-TX**

(2) **100Base-T4**

(3) **100Base-FX**

#### 5.4.1 百兆以太网

##### 4. 编码

PMA 子层使用 NRZI 编码

PMD 子层使用 MLT-3 编码

以 NRZ 为基础, 如果下一位是 0, 则输出值与前面的相同; 如果下一位是 1, 则输出值必须跳变: 如果前一位的输出值为 + 或 -, 则下一位输出 0; 如果前一位的输出值为 0, 则下一位输出非 0, 且与上一个非 0 值符号相反。

#### 5.4.1 百兆以太网

##### 5. 10M/100M 自动协商

###### ①协商内容 (UTP)

- (1) 确定远端设备使用半双工还是全双工。
- (2) 向其它节点发布远端设备的工作模式。
- (3) 与远端连接设备交换工作模式相关参数, 协调和确定双方的工作模式。
- (4) 自动选择共有的最高性能的工作模式。

#### 5.4.1 百兆以太网

###### ②协商方式

500ms 内完成(只适合双绞线)

按性能从高到低的顺序选择:

- (1) 100Base-TX 或 100Base-FX 全双工模式
- (2) 100Base-T4
- (3) 100Base-TX 半双工模式
- (4) 10Base-T 全双工模式
- (5) 10Base-T 半双工模式

#### 5.4.1 百兆以太网

###### ③协商过程

链路两端设备交换“基本链路代码字”(也称为“快速链路脉冲”, FLP) 16 位:

S0~S4=00001 表示使用的是 IEEE 802.3 协议

A0: 10Base-T 半双工

A1: 10Base-T 全双工

A2: 100Base-T 半双工

A3: 100Base-TX 全双工

A4: 100Base-T4 半双工

A5: 支持帧流控

RF: 远端故障

ACK: 确认

##### 6. 100Base-T 与 10Base-T 的主要区别

- ❑ MII(介质无关接口) 取代 AUI(Attachment Unit Interface)

II 是物理层芯片与实现上层协议的芯片的接口。

- ❑ 增加协调子层 RS (Reconciliation sublayer): 作为 MAC 与 MII 间的接口, 用于实现指令转换。

- ❑ 取消曼彻斯特编码, 改用 4B/5B 编码。

- ❑ 10Mbps/100Mbps 自适应、全双工。
- ❑ 多种通信介质。

#### 5.4.2 千兆以太网

允许在 1 Gb/s 下全双工和半双工两种方式工作。

使用 802.3 协议规定的帧格式。

在半双工方式下使用 CSMA/CD 协议(全双工方式不需要使用 CSMA/CD 协议)。

与 10BASE-T 和 100BASE-T 技术向后兼容。

#### 5.4.2 千兆以太网

#### 5.4.2 千兆以太网

##### 1. 与 100Mbps 以太网的主要区别

用 GMII 取代 MII

编码不同(光纤介质, 8B/10B 编码)

修改 CSMA/CD、优选全双工通信(时间片由 512 位延长为 512 字节)

分组突发模式: 将多个小于 512 字节的帧组成一个帧发送, 用 IFG (InterFrame Gap) 分隔载波延伸(carrier extension)

吉比特以太网在工作在半双工方式时, 就必须进行碰撞检测。

由于数据率提高了, 因此只有减小最大电缆长度或增大帧的最小长度, 才能使参数  $a$  保持为较小的数值。

吉比特以太网仍然保持一个网段的最大长度为 100 m, 但采用了“载波延伸”的办法, 使最短帧长仍为 64 字节(这样可以保持兼容性), 同时将争用时间增大为 512 字节。

在短 MAC 帧后面加上载波延伸

凡发送的 MAC 帧长不足 512 字节时, 就用一些特殊字符填充在帧的后面, 使 MAC 帧的发送长度增大到 512 字节, 但这对有效载荷并无影响。

接收端在收到以太网的 MAC 帧后, 要将所填充的特殊字符删除后才向高层交付。

分组突发

当很多短帧要发送时, 第一个短帧要采用上面所说的载波延伸的方法进行填充。

随后的一些短帧则可一个接一个地发送, 只需留有必要的帧间最小间隔即可。这样就形成可一串分组的突发, 直到达到 1500 字节或稍多

一些为止。

#### 5.4.2 千兆以太网

2. 介质接口(两个标准 IEEE802.3z 和 802.3ab)

(1) **1000Base-LX** : 光纤, 8B/10B 编码, 802.3z  
多模: 半双工最长 316m, 全双工最长 550m。

单模: 半双工最长 316m, 全双工最长 5000m。

(2) **1000Base-SX**: 光纤, 8B/10B 编码, 802.3z  
62.5 $\mu$ m 多模光纤: 最长 275m  
50 $\mu$ m 多模光纤: 最长 550m

(3) **1000Base-CX** : 特殊的 STP, 8B/10B 编码, 802.3z

半双工: 最长 25m

全双工: 最长 50m

(4) **1000Base-T** : 4 对 5 类 UTP, RJ-45 接口, 最长 100m, 802.3ab

采用 PAM5 (5 级脉码调制) 编码

(每个符号(取+2, +1, 0, -1, -2 之一)对应两位二进制信息, 用 5 级中的 4 级表示两位信息, 1 级用于前向纠错码)

#### 5.4.2 千兆以太网

吉比特以太网的配置举例

#### 5.4.3 万兆以太网 (802.3ae)

##### 1. 体系结构

#### 5.4.3 万兆以太网 (802.3ae)

##### 1. 体系结构

##### 2. 10 吉比特以太网的特点:

- 10 吉比特以太网与 10 Mb/s, 100

Mb/s 和 1 Gb/s 以太网的**帧格式完全相同**。

- 10 吉比特以太网还保留了 802.3 标准规定的以太网**最小和最大帧长**, 便于升级。

- 10 吉比特以太网**不再使用铜线**而只使用光纤作为传输媒体。

- 10 吉比特以太网只工作在全双工方式, 因此没有争用问题, 也不使用 CSMA/CD 协议。

2. 与 Gbps 以太网的主要区别

不支持半双工, 只支持全双工

不采用 CSMA/CD 访问控制方式, 但仍使用相同的帧格式

支持 LAN 和 WAN, MAC 层有 10Gbps 到 9.58464Gbps 速率匹配功能

多种编码(64B/66B, 8B/10B)

目前只能使用光纤

10Gbps 以太**局域网**与以太**广域网**(物理层标准)

以太局域网:

与 1Gbps 以太网兼容, 10 个 1G、1 个 10G

以太广域网:

为了和所谓的“Gb/s”的 SONET/SDH (即 OC-192/STM-64) 相连接。10G 以太网帧插入到 OC-192/STM-64 帧的载荷部分

3. 介质接口(物理层标准)

4. 10Gbps 以太局域网对 802.3 协议的修改

(1) 帧格式

(2) LAN 与 WAN 速率匹配

将 10Gb/s 适配为 9.58464Gb/s 的 OC-192c 的调整策略有 3 种:

(1) 在 XGII 接口处发送 HOLD 信号, MAC 层

在一个时钟周期停止发送;

(2) 利用“Busy idle”, 物理层向 MAC 层在 IPG(InterPacketGap)期间发送“Busy idle”, MAC 层收到后, 暂停发送数据。物理层向 MAC 层在 IPG 期间发送“Normal idle”, MAC 层收到后, 重新发送数据;

(3) 采用 IPG 延长机制。MAC 每次传完一帧, 根据平均数据速率动态调整 IPG 间隔。

NORTEL 公司的建议中采用第一种调整策略。

5. 端到端的以太网传输

10 吉比特以太网的出现, 以太网的工作范围已经从局域网(校园网、企业网)扩大到城域网和广域网, 从而实现了端到端的以太网传输。

这种工作方式的好处是:

成熟的技术

互操作性很好

在广域网中使用以太网时价格便宜。

统一的帧格式简化了操作和管理。

6. 以太网从 10 Mb/s 到 10 Gb/s 的演进

以太网从 10 Mb/s 到 10 Gb/s 的演进证明了以太网是: P103—谢(5)

可扩展的(从 10 Mb/s 到 10 Gb/s)。

灵活的(多种传输媒体、全/半双工、共享/交换)。易于安装。

稳健性好。

7. 万兆以太网的应用

**8. 10M、100M、1000M 和 10G 以太网的主要异同**

**相同点:** ① **10M、100M、1000M** 帧格式相同。

② 向下兼容。

不同点:

① 编码不同(分别是曼码、4b/5b、8b/10b、64b/66b)。

② 10G 不使用 CSMA/CD, 只使用光纤, 并具有 LAN/WAN 特性。

③ 1000M、10G 的最小帧长从 64 字节变为 512 字节。

9. 使用高速以太网进行宽带接入

以太网已成功地把速率提高到 1~10 Gb/s, 所覆盖的地理范围也扩展到了城域网和广域网, 因此可尝试使用以太网进行宽带接入。

以太网接入的重要特点是它可提供双向的宽带通信, 并且可根据用户对带宽的需求灵活地进行带宽升级。

采用以太网接入可实现端到端的以太网传输, 中间不需要再进行帧格式的转换。这就提高了数据的传输效率和降低了传输的成本。

以太网接入举例: 光纤到大楼 FTTB

5.5.1 Wi-Fi

5.5.1 Wi-Fi

几种常用的 802.11 无线局域网展

增加接收灵敏度, 延长距离, 加倍数据率 (54M->108M, 300M->600M)

自适应数据率

2. 网络结构

接入点 AP (基站)

一个移动站要加入到一个基本服务集 BSS, 就必须先选择一个接入点 AP, 并与此接入点建

立关联。

只有关联的 AP 才向这个移动站发送数据帧, 而这个移动站也只有通过关联的 AP 才能向其他站点发送数据帧。

移动站与 AP 建立关联的方法

被动扫描: 移动站等待接收接入站周期性发出的信标帧(beacon frame)。

主动扫描: 移动站主动发出探测请求帧(probe request frame), 然后等待从 AP 发回的探测响应帧(probe response frame)。

5.5.2 802.11 局域网的 MAC 层协议

1. CSMA/CA 协议

无线局域网却不能简单地搬用 CSMA/CD 协议。

这里主要有两个原因。

CSMA/CD 协议要求一个站点在发送本站数据的同时, 还必须不间断地检测信道, 但在无线局域网的设备中要实现这种功能就花费过大。即使能够实现碰撞检测的功能, 并非所有的站点都能够听见对方, 在接收端仍然有可能发生碰撞。

隐藏终端与暴露终端问题 P341-342 谢 (5)

无线局域网的特殊问题

无线局域网的特殊问题

CSMA/CA 协议

无线局域网不能使用 CSMA/CD, 而只能使用改进的 CSMA 协议。

改进的办法是把 CSMA 增加一个碰撞避免(Collision Avoidance)功能。

802.11 就使用 CSMA/CA 协议。而在使用

CSMA/CA 的同时, 还增加使用停止等待协议。下面先介绍 802.11 的 MAC 层。

2. WLAN 的访问控制方式

DCF 子层在每一个节点使用 CSMA 机制的分布式接入算法, 让各个站通过争用信道来获取发送权。因此 DCF 向上提供争用服务。

PCF 子层采用集中控制的接入算法, 通过轮询方式, 把发送数据权轮流交给各个站从而避免了碰撞的产生

分布式协调功能 DCF (CSMA/CA)

帧间间隔 IFS

所有的站在完成发送后, 必须再等待一段很短的时间(继续监听)才能发送下一帧。这段时间的通称是帧间间隔 IFS (InterFrame Space)。

帧间间隔长度取决于该站欲发送的帧的类型。高优先级帧需要等待的时间较短, 因此可优先获得发送权。

若低优先级帧还没来得及发送而其他站的高优先级帧已发送到媒体, 则媒体变为忙态因而低优先级帧就只能再推迟发送了。这样就减少了发生碰撞的机会。

三种帧间间隔

三种帧间间隔

三种帧间间隔

CSMA/CA 协议的原理

欲发送数据的站先检测信道。在 802.11 标准中规定了在物理层的空中接口进行物理层的载波监听。

通过收到的相对信号强度是否超过一定的门限数值就可判定是否有其他的移动站在信道上发

送数据。 当源站发送它的第一个 MAC 帧时, 若检测到信道空闲, 则在等待一段时间 DIFS 后就可发送。 为什么信道空闲还要再等待 这是考虑到可能有其他的站有高优先级的帧要发送。 如有, 就要让高优先级帧先发送。 假定没有高优先级帧要发送 源站发送了自己的数据帧。 目的站若正确收到此帧, 则经过时间间隔 SIFS 后, 向源站发送确认帧 ACK。 若源站在规定时间内没有收到确认帧 ACK(由重传计时器控制这段时间), 就必须重传此帧, 直到收到确认为止, 或者经过若干次的重传失败后放弃发送。 所有其他站设置网络分配向量 NVA, 表明在这段时间内信道忙, 不能发送数据。 当 ACK 结束, NAV 也结束了。等待 DIFS 之后, 经过争用窗口, 可以发送帧。 争用窗口 信道从忙态变为空闲时, 任何一个站要发送数据帧时, 不仅都必须等待一个 DIFS 的间隔, 而且还要进入争用窗口, 并计算随机退避时间以便再次重新试图接入到信道。 在信道从忙态转为空闲时, 各站就要执行退避算法。这样做就减少了发生碰撞的概率。 802.11 使用二进制指数退避算法。	2. 对信道进行预约 802.11 允许要发送数据的站对信道进行预约。 RTS 和 CTS 帧以及数据帧和 ACK 帧的传输时间关系 CSMA/CA 站点切换 用户终端(STA)定期收集无线信号, 搜索可用的 AP。当发现有性能更好的 AP 时(从一个 BSS 移动到另一个 BSS 或有新的 AP 加入), 用户终端将启动切换过程, 进入切换流程, 连接到该 AP。 站点切换 3. 802.11 局域网 MAC 帧结构 802.11 帧共有三种类型, 即控制帧、数据帧和管理帧。 802.11 数据帧的三大部分 MAC 首部, 共 30 字节。帧的复杂性都在帧的首部。 帧主体, 也就是帧的数据部分, 不超过 2312 字节(比以太网的最大长度长很多)。实际上 802.11 帧的长度通常都是小于 1500 字节。 帧检验序列 FCS 是尾部, 共 4 字节。 802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构	802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 局域网的帧结构  802.11 数据帧的地址 4. 802.11 工作原理 5. 序号控制字段、持续期字段和帧控制字段 序号控制字段占 16 位, 其中序号子字段占 12 位, 分片子字段占 4 位。 持续期字段占 16 位。 帧控制字段共分为 11 个子字段。 协议版本字段现在是 0。 类型字段和子类型字段用来区分帧的功能。 更多分片字段置为 1 时表明这个帧属于一个帧的多个分片之一。 有线等效保密字段 WEP 占 1 位。若 WEP = 1, 就表明采用了 WEP 加密算法。
---	---	--



分片的发送举例

### 5.5.2 蓝牙系统(Bluetooth)

1994 年爱立信公司推出, 其标准是 IEEE 802.15.1。

蓝牙的数据率为 720 kb/s, 通信范围在 10 米左右。

蓝牙使用 TDM 方式和扩频跳频 FHSS 技术组成不用基站的皮可网(piconet)(微微网)

皮可网(piconet)

Piconet 直译就是“微微网”, 表示这种无线网络的覆盖面积非常小。

每一个皮可网有一个主设备(Master)和最多 7 个工作的从设备(Slave)。

通过共享主设备或从设备, 可以把多个皮可网链接起来, 形成一个范围更大的扩散网(scatternet)。

这种主从工作方式的个人区域网实现起来价格就会比较便宜。

不需要使用接入点 AP。

整个网络的范围大约在 10 m 左右。

无线个人区域网 WPAN 和个人区域网 PAN(Personal Area Network)并不完全等同, 因为 PAN 不一定是使用无线连接的。

### BLUETOOTH

体系结构

蓝牙系统中的皮可网和扩散网

### BLUETOOTH 小结

Piconet: 1 个 Master, 最多 7 个 active Slave,  $\leq 10$  米,

最多 255 个 parked slave

工作方式: TDM, master——slave, 不允许 slave——

slave.

数据率: 1Mbps

BLUETOOTH 2.0: 10Mbps, 100 米

低速 WPAN

低速 WPAN 主要用于工业监控组网、办公自动化与控制等领域, 其速率是 2 ~ 250 kb/s。

低速 WPAN 的标准是 IEEE 802.15.4。最近新修订的标准是 IEEE 802.15.4-2006。

低速 WPAN 中最重要的就是 ZigBee。

ZigBee 技术主要用于各种电子设备(固定的、便携的或移动的)之间的无线通信, 其主要特点是通信距离短(10 ~ 80 m), 传输数据速率低, 并且成本低廉。

ZigBee

功耗非常低。电池的寿命甚至可以超过 10 年。网络容量大。网络最多包括有 255 个节点, 其中一个是主设备, 其余则是从设备。通过网络协调器, 整个网络最多可以支持超过 65000 个节点。

速率是 2 ~ 250 kb/s

通信距离 10 ~ 80 m

IEEE 802.15.4

ZigBee 的协议栈

ZigBee 的组网方式可采用星形和网状拓扑, 或两者的组合

没有固定基础设施(即没有 AP)的无线局域网 P338-谢(5)

军用、救援、移动会议、PAN、移动网络

### 1. VLAN 的含义

VLAN(Virtual LAN), 它也是一种局域网(LAN) VLAN 是由一些 LAN 网段构成的与物理位置无关的逻辑组。

VLAN 的形成并没有改变原有网络的拓扑, 在用户看来, 网络的视图是一致的。

(1) VLAN 中的工作站一般属于不同的 LAN 或 LAN 网段。

(2) 先有 LAN, 后有 VLAN。VLAN 是建立在 LAN 之上的。

每一个 VLAN 的帧都有一个明确的标识符, 指明发送这个帧的工作站是属于哪一个 VLAN。

虚拟局域网其实只是局域网给用户提供服务, 而并不是一种新型局域网。

虚拟局域网使用的以太网帧格式 P99—谢(5)

VLAN 的主要协议: IEEE802.1Q

虚拟局域网协议允许在以太网的帧格式中插入一个 4 字节的标识符, 称为 VLAN 标记(tag), 用来指明发送该帧的工作站属于哪一个虚拟局域网。

**VLAN 主要解决以下 2 方面的问题:**

(1) 保持网络的广播通信方式, 将对路由器的依赖减少到最小程度。

(2) 减少网络移动和变化的成本。

**为什么需要 VLAN**

主要因为以下 2 个原因:

(1) 需求驱动。

(2) 技术驱动。

**需求驱动**

VLAN 的引入首先是由于用户需求的驱动。需要有一种办法, 在尽量不改动网络固有配置的前提下, 通过灵活的、标准的、基于软件的做法将具有**相同需求的用户**放到一起, 使之就象在一个 LAN 中那样工作。

### 技术驱动

使 VLAN 成为可能的技术包括:

- (1) LAN 交换技术
- (2) 生成树算法 (IEEE802.1D)
- (3) 过滤服务 (IEEE802.1p)
- (4) 帧标签技术 (IEEE802.1D)
- (5) LAN 安全标准 (IEEE802.10)

## 2. VLAN 的实现

从简到繁依次是:

- (1) 基于端口的 VLAN (Port-Based)
- (2) 基于 MAC 层分组的 VLAN (MAC-Layer Grouping)
- (3) 基于网络层地址的 VLAN (Network-Layer Grouping)
- (4) 基于协议的 VLAN (Protocol-Based)
- (5) 基于策略的 VLAN (Policy-Based)

### (1) 基于端口分组的 VLAN

最早的方法。

交换机上的端口 (例如端口 1、3、5) 构成 VLANA, 而该交换机上的其他端口构成 VLANB。

早期基于端口的 VLAN 成员只能位于一个交换机中。第二代基于端口的 VLAN 支持多个交换机, 例如交换机 X 上的端口 1 和端口 2 与交换

机 Y 上的端口 3 和端口 4 构成一个 VLAN。

### 基于端口的 VLAN

根据 LAN 成员位于的交换机的端口进行分组

### 基于端口分组的 VLAN

#### (2) 基于 MAC 地址分组的 VLAN

若干个 MAC 地址构成 VLAN 成员。用户属于哪个 VLAN 由其网卡中的 MAC 地址决定。

### 基于 MAC 地址的 VLAN

根据计算机网络接口的 MAC 地址进行分组

### 基于 MAC 地址分组的 VLAN

#### (3) 基于 IP 地址的 VLAN

基于 IP 地址组成 VLAN。

### 基于 IP 地址的 VLAN

根据与计算机网络接口卡关联的 IP 地址进行分组

### 基于 IP 地址的 VLAN

#### (4) 基于协议的 VLAN

根据协议的不同进行分组。用 IP 地址分组的用户形成一个 VLAN, 而使用 IPX (Internet Packet eXchange, NetWare 系统使用的第 3 层协议) 地址的用户形成另一个 VLAN, 等等。

### 基于协议的 VLAN

基于协议 VLAN 具有以下优点:

- (1) 允许用户同时属于不同的 VLAN。
- (2) 支持多协议网络环境。
- (3) 允许 IPX 网络的加入。

### 第 3 层 VLAN 的优点

(1) 允许以协议类型为依据对用户进行分组。

(2) 用户可以物理地移动工作站, 而不用为每个工作站重新配置网络地址。

(3) 消除了给帧插入标签的需要, 从而减少了传输成本。

(4) 操作简单: 子网的用户随着子网就被分配给 VLAN; 如果是以 IP 子网为单位定义的, 则新加入的用户自动地被加入 VLAN 中。

#### (5) 基于策略的 VLAN

策略源于网络管理, 主要是指网络管理行为所遵守的规则。这些规则涉及网络管理员和硬件系统的禁止、允许、授权等行为, 尤其是当网络产生报警信息时, 网络和网络管理员应该采取的措施。

策略的制定:

- (1) 作用范围是什么?
- (2) 规则是什么?
- (3) 对象是什么?
- (4) 属性是什么?
- (5) 对象如何分组?
- (6) 什么事件触发策略驱动程序?
- (7) 行为的结果是什么?

#### (5) 基于策略的 VLAN

为实现管理策略而定义的逻辑用户组。

使用 MAC 地址、第 3 层地址、协议类型字段等。

可以将不同的策略组合到一起以满足网络管理员的特殊需要。

根据策略建立的 VLAN 仍然是一个广播域, 成员分组可以基于任何标准或数据帧中的指标, 并且每个交换机端口可以支持多个 VLAN。

Catelist4506#vlan database	Fa3/17, Fa3/18, Fa3/20, Fa3/21	Catelist4506(config-if)#exit
Catelist4506(vlan)#vlan 10		Catelist4506(config)#exit
VLAN 10 added:	Fa3/22, Fa3/23, Fa3/24, Fa3/25	Catelist4506#show run
Name: VLAN0010		•
Catelist4506(vlan)#exit	Fa3/26, Fa3/27, Fa3/28, Fa3/29	•
APPLY completed.		•
Exiting....	Fa3/30	interface Vlan1
Catelist4506#conf t	10    VLAN0010	ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.	Gi1/1, Gi1/2	interface Vlan10
Catelist4506(config)#interface  gigabitEthernet 1/1	15	ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Catelist4506(config-if)#switchport access vlan 10	active    Gi2/1, Fa3/3, Fa3/4, Fa3/5	interface Vlan15
Catelist4506(config-if)#exit		ip address 202.114.78.248 255.255.255.0
Catelist4506(config)#interface  gigabitEthernet 1/2	Fa3/6, Fa3/9, Fa3/19	VTP 配置协议: VTP (VLANTrunk)
Catelist4506(config-if)#switchport access vlan 10	1002	在独立设备上配置, 然后传送到其它设备
Catelist4506(config-if)#exit	act/unsup	全部
Catelist4506(config)#interface  gigabitEthernet 1/2	1003 token-ring-default	
Catelist4506(config-if)#switchport access vlan 10	1004 fddinet-default	
Catelist4506(config-if)#exit	1005	
Catelist4506(config)#exit	act/unsup	
Catelist4506#show vlan	VLAN Type  SAID          MTU    Parent	
VLAN	RingNo BridgeNo Stp  BrdgMode Trans1 Trans2	
Status    Ports	-----	
-----	-----	
1	1    enet    100001        1500  -        -	
active    Gi2/2, Gi2/3, Gi2/4, Gi2/5	-    -    -          0        0	
	10    enet    100010        1500  -        -	
	-    -    -          0        0	
Gi2/6, Gi3/1, Gi3/2, Fa3/7	Catelist4506#conf t	
Fa3/8, Fa3/10, Fa3/11, Fa3/12	Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.	
Fa3/13, Fa3/14, Fa3/15, Fa3/16	Catelist4506(config)#interface vlan 10	
	Catelist4506(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0	