

姓名 吴忠恒 班级 物联网 19-1 班 学号 2019216864

章节 第四章——数据链路层

1. 数据链路层提供的哪些服务？具有哪些主要功能？

数据链路层为上层提供可靠、无差错的节点间数据传输链路服务。根据其链路传输过程中是否存在确认和连接建立，可把服务分为三个过程。

(a) 无确认的无连接服务

在无确认的无连接服务中，源结点与目标结点无需建立连接。源结点只负责发送数据帧，目标结点只接收数据帧，并不进行确认。接收的数据若有错则丢弃，不通知源结点。传输可靠性由高层完成，一般用于较可靠的网络中。

(b) 有确认的无连接服务

在有确认的无连接服务中，源结点按照顺序对每个数据帧进行编号再发送，目的结点收到数据帧向源结点发出确认帧。如果在规定的时间内源结点未收到相应数据帧的确认帧，则认为已经丢失，重新发送数据帧。主要用于不可靠信道，如无线通信系统。

(c) 有确认的面向连接服务

在有确认的面向连接服务，源结点和目标结点在传输数据之前需要先建立一个连接，只有连接建立后才能传输数据帧，且传输完成后要释放连接。源结点对每一个数据帧均进行编号，并按照编号顺序发送。若在规定时间内未收到确认帧，则重新发送。每收到一个数据帧，目标结点会向源结点发确认帧。通常用于广域网的通信子网。

数据链路层提供数据成帧、透明传输、差错控制等功能。

数据成帧是指在一段数据的前后分别添加首部和尾部，然后将其作为一个整体的数据单元发送。接收端在收到物理层上交的比特流后，就能根据首部和尾部的标记，从收到的比特流中识别帧的开始和结束。

透明传输是指通过字符填充或比特填充等方法将数据段中可能存在的定界符屏蔽，使得报文中的任意数据都可以得到传输，让高层应用无需担心特殊字符的传输问题。

差错控制是指利用特殊的编码（差错控制码），使接收端能够发现甚至自动纠正错误。

2. 总结数据链路层的基本问题及其解决办法

数据链路层基本问题分别是封装成帧，透明传输，差错控制三大问题。

封装成帧是指发送结点的数据链路层将网络层的数据报文添加首部和尾部后封装成帧。

透明传输是指通过对字符或比特流进行处理，从而使报文中的任意数据都可以得到传输，让高层应用无需担心特殊字符的传输问题。实现透明传输主要有字符填充和比特填充法。

(a) 字符填充法

若被传数据中出现控制字符“SOH”，“EOT”或转义字符“ESC”时，发送端的数据链路层则在其前插入一个转义字符“ESC”。在接收端的数据链路层，在将数据送往网络层之前删除插入的转义字符。

(b) 比特填充法

设帧定界符中有连续 n 个“1”。在发送端，如果帧的数据字段发现有 $n-1$ 个连续“1”时，那么立即填入一个“0”。在接收端，对帧的数据字段比特流进行扫描。每当发现 $n-1$ 个连续“1”时，就删除其后的“0”。

差错控制是指利用差错控制码，使接收端能够发现甚至自动纠正错误。在计算机网络中，常见的差错控制码有奇偶校验码，海明码和循环冗余码等。

(a) 奇偶校验码

其基本原理是将数据进行按位异或，根据结果判断数据中存在 1 的个数的奇偶性。对奇校验，如果数据中有奇数个 1，则添加 0 作为校验位；如果有偶数个 1，则添加 1 作为校验位。对偶校验码，如果数据中有偶数个 1，则添加 0 作为校验位；如果有奇数个 1，则添加 1 作为校验位。

(b) 海明码

海明码是一种多重奇偶检错系统。它将信息用逻辑形式编码，以便能够检错和纠错。用在海明码中的全部传输码字是由原来的信息和附加的奇偶校验位组成的，其中每一个校验位被编在传输码字的特定位置上。在接收段通过对校验位组做特定计算，便能发现编码错误。

(c) 循环冗余码

循环冗余码，又称为多项式码。CRC 的工作方法是在发送端对数据以指定生成码为除数，做模 2 不借位除法产生一个冗余码，附加在信息位后面一起发送到接收端，接收端收到的信息按发送端形成循环冗余码同样的算法进行校验，如果发现错误，则通知发送端重发。

3. 比较分析 HDLC 和 PPP 协议的异同

(a) 相同点:

- i. 二者均只支持全双工的链路;
- ii. 二者都可以实现透明传输;
- iii. 二者都可以实现差错检测, 但都无法进行纠错。

(b) 不同点

- i. PPP 协议是面向字节的, HDLC 协议是面向比特的;
- ii. PPP 帧比 HDLC 帧多一个 2 字节的协议字段, 当协议字段值为 0x0021 时, 表示信息字段是 IP 数据报;
- iii. PPP 协议不使用序号和确认机制, 只保证无差错接收 (通过硬件进行 CRC 检验), 而端到端差错检测由高层协议负责。HDLC 协议的信息帧使用了编号和确认机制, 能够提供可靠传输。

4. PPP 协议的 LCP 子协议中有哪几类报文? 各有什么作用?

LCP 子协议有三种报文, 分别是链路配置报文, 链路维护报文和链路终止报文。其作用如下

- (a) 链路配置报文: 建立和配置一条链路
- (b) 链路维护报文: 维护和调试链路
- (c) 链路终止报文: 终止一条链路

5. 阐述 CSMA/CD 协议的基本原理、工作机制和主要特点。

CSMA/CD 协议的基本原理是发送数据前先侦听信道是否空闲, 若空闲, 则立即发送数据。若信道忙碌, 则等待一段时间至信道中的信息传输结束后再发送数据; 若在上一段信息发送结束后, 同时有两个或两个以上的节点都提出发送请求, 则判定为冲突。若侦听到冲突, 则立即停止发送数据, 等待一段随机时间, 再重新尝试。

CSMA/CD 协议的工作机制如下

- (a) 适配器从其父结点获得一个网络层数据报, 准备一个以太网帧, 并把该帧放到适配器缓冲区中。
- (b) 如果适配器侦听到信道空闲, 那么它开始传输该帧。如果适配器侦听到信道忙, 那么它将等待直至侦听到没有信号能量, 然后开始传输该帧。
- (c) 在传输过程中, 适配器检测来自其他适配器的信号能量。如果这个适配器传输了整个帧, 而没有检测到来自其他适配器的信号能量, 那么这个适配器完

成该帧的传输。否则，适配器就须停止传输它的帧，取而代之传输一个 48 比特的拥塞信号。

- (d) 在中止，即传输拥塞信号后，适配器采用截断二进制指数退避算法等待一段随机时间后返回到步骤 b)。

CSMA/CD 协议的主要特点是先听后说，边听边说，发生碰撞，随机避退。

6. 阐述经典以太网的基本概念，比较经典以太网协议与 802.3 协议在报文格式方面的异同

经典以太网采用 CSMA/CD 协议作为基本工作机制。以粗电缆为传输媒介，单段传输距离可达 500m，最多可连接 4 台中继器，最长可达 2500m。采用较为灵活的无连接的工作方式，即不必先建立连接就可以直接发送数据。在物理层上，采用曼彻斯特编码。在数据链路层上，不对发送的数据帧编号，也不要求对方发回确认。因为局域网信道质量好，因而而产生差错的概率是很小，所以也不进行差错控制。设置争用期为 2 倍的端到端往返时延，并被规定为 51.2us。因此，争用期内可发送 512bit，即 64byte。如发送了 64byte 均未遇到碰撞即不会再遇到碰撞。最短有效帧长为 64 字节，小于 64 字节的帧都是无效帧。

经典以太网协议报文由 6 个字节的目的地 MAC 地址，6 个字节的源 MAC 地址，2 个字节的类型域，46-1500 字节的数据，和 4 字节的帧校验位组成。

802.3 相比经典以太网协议，整体格式相近，都含有目的地 MAC 地址，源 MAC 地址，数据段和帧校验位。在类型域上，和经典以太网有所不同的是，802.3 中类型域变成了长度域。在中又引入 802.2 协议 LLC 和 SNAP，在 802.3 帧头后面添加了一个 LLC 首部，由一位的 DSAP1 和 SSAP 组成，而 SNAP 由机构代码 (Org Code) 和类型 Type 字段组成。Org Code 三个字节都为 0。Type 字段的含义与 Ethernet II 中 Type 字段相同。

7. 为什么说网桥和交换机隔离了冲突域、扩大了广播域？

网桥和交换机都属于数据链路层的设备，具有寻址和路径的选择能力，能够确定数据的传输方向。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。当两个或多个以太网通过网桥和交换机连接以后，就能够成为一个覆盖范围更大的以太网。因为网桥工作在数据链路层的 MAC 子层，因此使以太网的各网段成为隔离开的碰撞域。而对于广播信号而言，当其传到网桥和交换机时，网桥和交换机有确定数据传输方向的能力，会向其所有输出端口发出该信号，因此扩大了广播域。

8. 什么是虚拟局域网？为什么说虚拟局域网可以隔离广播风暴和冲突

虚拟局域网 (Virtual Local Area Network, VLAN) 是由局域网中不同网段上的结点所构成的逻辑网段, 这些结点与其真实的物理位置和真实网段无关。通常, 这些结点具有某些共同的需求。每个 VLAN 的帧中都会插入一个明确的标识符, 指明发送这个帧的结点所属 VLAN。VLAN 只是一种服务, 而不是一种新型局域网。因为虚拟局域网限制了接收广播信息的结点数, 广播信号是无法跨过 VLAN 的, 使网络不会因传播过多的广播信息而引起性能恶化。

20192168664