

数据链路层

定义和功能

- 定义
 - 上层是网络层，需要提供好的服务接口，定义合适的传输差错率，对传输的数据流进行管理
 - 协议数据单元（PDU）是帧
- 功能
 - 把网络层的数字数据组合成帧，加上校验码后传给物理层。物理层用不同的信号表示二进制数据位，从而把帧用一段连续的信号串表示并传送到目的主机
 - 为源和目的主机的网络层之间提供一条可靠的数据链路
- 相连，物理链路和数据链路
 - 相连：物理介质或信道的连接，传输的数据是按序的
 - 物理链路：一段无源的点到点的物理连接，中间没有任何交换节点
 - 数据链路：物理连接和为实现数据传输而配置的硬件及通信协议
- 服务
 - 无确认无连接
 - 无需发回一个确认。数据传输前无需建立数据链路。并非不可靠，可靠性由上层负责。LAN
 - 有确认无连接
 - 使用前不建立连接，但每帧传输必须得到确认。无线通信
 - 有确认有连接
 - 先建立数据链路，并且每帧的传输必须得到确认

数据帧的组成

- 字符计数法
 - 帧的长度用一个字节表示，并作为帧的头部
- 带字符填充的首尾界符法
 - 用特殊的字符作为帧头和帧尾界符
 - 接收方一旦丢失了一FLAG，只要继续搜索下一个FLAG就可重新确定帧边界，有再同步能力
 - 带字符填充的首尾界符法
- 带位填充的首尾界符法
 - 以特殊的位模式01111110作为帧标志，即一个帧的开始
 - 一个帧标志没有被正确接收，则继续扫描接收串。扫描到01111110，即新的一帧从此开始，即具有再同步能力
 - 当帧中出现一个与帧标志相同的位串01111110，则在连续5个1后自动插入一个0，即变成01111101，接收方将自动删除第5个1后的0
- 物理层编码违例法
 - 曼彻斯特编码中，高、高电平对和低、低电平对没有使用

数据链路层示例

- HDLC—高级数据链路控制
 - 帧类型
 - 帧格式
 - 信息帧
 - 监控帧
 - 无序号帧
- 因特网中的数据链路层
 - SLIP—串行线路IP
 - 协议简单，无差错控制，只适用于IP。不详细介绍
 - PPP—点对点协议
 - 组成部分：封装数据既支持同步也支持异步。扩展的链路控制协议。网络控制协议簇
 - 帧格式
 - 链路控制协议LCP

可靠性传输

- 差错控制：避免帧错误—确认；避免帧丢失：超时重发；避免帧重复：序号
 - 检错码
 - 纠错码—海明码P33（计算）
 - 校验和checksum
 - 接收方的校验
 - 块校验码BCC
 - 循环冗余检错码CRC P45 计算
 - 数据帧丢失
 - 通过发送方的重发定时器（超时）解决
 - 重复帧
 - 在帧格式中增加一个帧的编号（序号）
- 流量控制 看pdf
 - 基本数据链路协议
 - 无限制的单工协议（协议1）
 - sender和receiver
 - 单工的停等协议（协议2）其实是半双工
 - sender加了一个等待ACK，receiver加了一个发送ACK
 - 噪声信道的单工协议（协议3）
 - 采用定时器实现差错控制
 - 问题：效率低，会有重复帧
 - 较为实用的噪声信道单工协议
 - 协议3的帧格式中定义一个帧序号字段。发送方要记录下一个准备发送的帧序号。接收方要记录下一个期待接收的帧序号。接收方收到一个正确（CRC正确）的帧，即便不是所期待的帧（即重复帧），都必须发送一个确认帧ACK
 - 帧类型：数据帧DATA和确认帧ACK
 - 帧序号：仅一个bit。在发送方的next_frame_to_send中记录了下一个要发送的帧的序号。接收方的frame_expected中记录了下一个期望接受的序号
 - 滑动窗口协议。使用捎带确认
 - 发送窗口WT=1，接收窗口WR=1。一位滑动窗口协议（协议4）
 - 情况1：A端首先发送，B端等待发送，无过早超时，其运行过程正常（图示）
 - A端和B端同时发送，无过早超时，其运行过程不正常
 - 信道利用率低
 - 发送窗口WT=7，接收窗口WR=1。后退n帧的滑动窗口协议（协议5）。发送管道化的协议，在等待ACK的时间内连续发送，一旦超时需要将已发的n帧全部重发
 - 由于接收方WR=1，如期待接收的帧出错，则丢弃此帧及以后所有收到的帧，不发确认（无NAK机制）
 - 帧序号由n位组成，则发送窗口为2^n-1
 - 大量重发
 - 发送窗口WT=4，接收窗口WR=4。选择性重发的滑动窗口协议（协议6）
 - 极端情况分析 P118
 - 通常发送窗口=接收窗口+发送窗口+接受窗口<=2^n
 - 若帧序号由n帧组成，即0-2^n-1，则发送窗口=接收窗口=(MAX_SEQ+1)/2
 - 否定性确认和辅助定时器
- 协议描述和验证
 - 有限状态机模型（S.M.I.T）
 - S：进程和信道可能进入的状态集合
 - M：能在信道上进行交换的帧的集合
 - I：进程初始状态的集合
 - T：两两状态之间转换的集合
 - 检查内容：死锁，状态是否可达，接收方不会连续收到两个0或1
 - Petri网模型