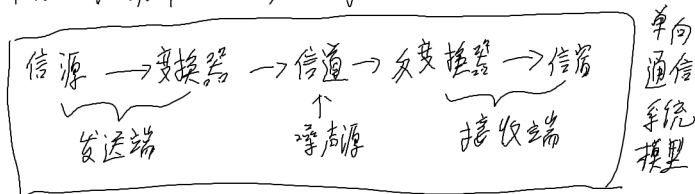


物理层

通信基础

数据传输方式 < 串行
并行

码元——用一个固定时长(码元宽度)的信号波形表示一位k进制数
1码元可携带若干bit; 二进制只有两种码元: 一种代表0, 一种代表1



信道 { 传输信号形式划分 < 模拟信道
数字信道

传输介质划分 < 无线信道
有线信道

传输信号 { 基带信号 — 将数字信号和直接用两种不同的电压表示, 然后送到数字信道(基带传输)
宽带信号 — 将基带信号进行调制后, 形成频率复用模拟信号, 送到模拟信道(宽带传输)

单向通信 — 一条信道, 如无线电广播、电视广播
半双工通信
全双工通信 > 需要两条信道

码元传输速率 (波特率)

单位时间内传输的码元个数 (或脉冲数或信号变化次数)

码元速率与进制数无关, 单位为波特 (Baud)

信息传输速率 (比特率)

单位时间内传输的二进制码元个数 (比特数) bit/s

若 1 个码元携带 n 比特信息, 则 M (Baud) 对应 nM (bit/s)

奈氏准则

理想低通信道下的极限数据传输速率 $= 2W \log_2 V$ (bit/s)

W 是带宽 V 是每个码元离散电平数 (有多少种码元)

码元传输极限速率 $= 2W$ (Baud)

假设 $V=16$, $\log_2 V=4$ 表示 16 种码元要 4 个二进制位

结论: 码元传输速率有上限, 想要提高数据传输速率,
就要让每个码元携带更多比特的信息量

香农定理

极限数据率 $= W \log_2 (1 + S/N)$ (bit/s)

W 是带宽 S 是平均功率 N 为高斯噪声功率

S/N 是信噪比

信噪比 $= 10 \log_{10} (S/N)$ (dB)

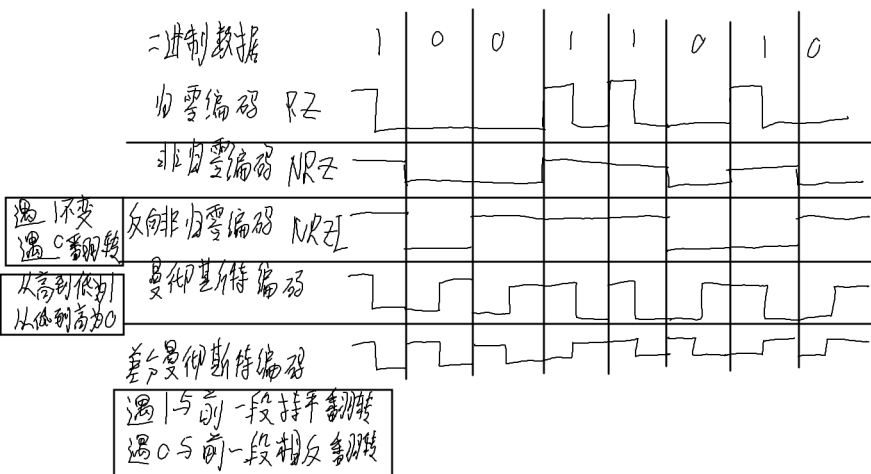
$S/N=10$ 信噪比 $= 10$ dB $S/N=10^3$ 信噪比 30 dB

结论: 一个码元对应的二进制位数是有限的

传输必须将数据转化为信号

数据 \Rightarrow 信号 $\left\{ \begin{array}{l} \text{变模拟信号} - \text{调制} \\ \text{变数字信号} - \text{编码} \end{array} \right.$

数字数据 编码



4B/5B 编码 将数据流每4位一组按 4B/5B 规则转换成5位码

USB 2.0 使用 NRZI

以太网使用 曼彻斯特编码

数字数据调制

调幅 AM
调频 FM
调相 PM

正交振幅调制 QAM 数据率 $R = B \log_2(mn) \text{ (b/s)}$
B 为波特率 m 个相位 n 种振幅

模拟数据编码

例 对音频信号编码的 PCM (脉码调制)

采样 $\geq 2f$

模拟数据调制

可用频分复用(FDM)技术

例 电话机和本地交换机

电路交换

两个结点先建立一条专用的物理通信路径

三个阶段 {

- ① 连接建立
- ② 数据传输
- ③ 连接释放

优点 {

- 通信时延小
- 有序传输
- 没有冲突
- 适用范围广
- 实时性强
- 控制简单

缺点 {

- 建立连接时间长
- 线路独占
- 灵活性差
- 难以规格化

报文交换

存储转发

优点 {

- 无须建立连接
- 动态分配线路
- 提高线路可靠性
- 提高线路利用率
- 提供多目标服务

缺点 {

- 转发时延
- 对报文大小无限制, 要求结点有较大缓存空间

分组交换

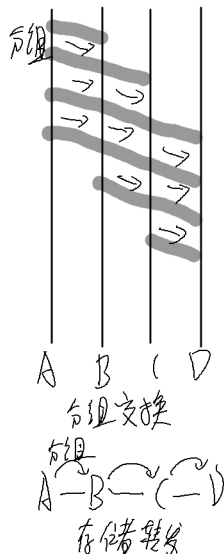
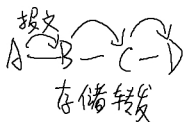
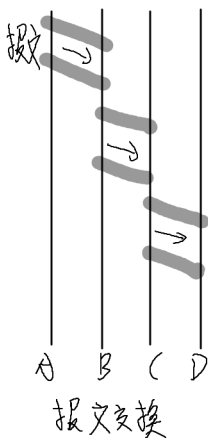
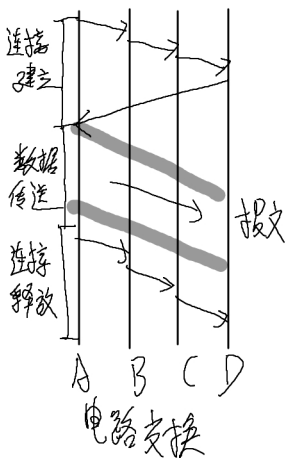
存储转发 报文切成分组

优点 {

- 无建立时延
- 线路利用率高
- 简化了存储管理
- 加速传输
- 减少出错概率和重发数据量

缺点 {

- 存储转发时延
- 要传输额外信息量 (分组控制信息)
- 可能失序、丢失、重复分组



分组交换 < 虚电路 — 面向连接 > 由网络层提供
数据报 — 无连接

数据报

- ① 主机 A 将分组逐个发给直连的交换结点 a, a 缓存分组
- ② a 查找自己的转发表, 转发分组给 b, c, d, e, f, ...
- ③ 其他结点收到分组后 同样存储转发, 直至送到主机 B

特点

无须建立连接

尽最大努力交付

不一定按序到达

分组中有完整 源地址 和目的地址

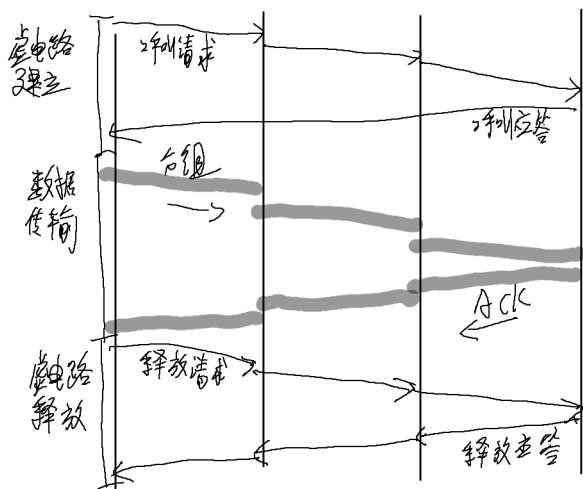
一条链路故障 更新转发表 换一条路

存储转发 有一定时延; 发生拥塞时 可能丢弃分组

存储转发 时延较小, 提高了网络吞吐量

不独占链路, 资源利用率高

虚电路



- 特点
- 虚电路建立、释放
 - 建立阶段选择路由，建立完成就确定了传输路径
 - 可靠，分组有序到达
 - 结点故障，虚电路被破坏
 - 分组首部不含目的地址，含虚电路标识符，并捎带

	数据报	虚电路
连接	无	必须有
目的地址	所有分组都有	仅在建立阶段, 以后用虚电路号
路由选择	每个分组独立	同一虚电路按同一路由
分组顺序	不保证有序	有序
可靠性	不保证, 由用户主机保证	由网络保证
故障适应性	可更新路由表, 正常工作	虚电路不能工作
差错处理和流量控制	用户主机进行流量控制	用户和网络都可负责

物理层接口特性

机械特性	指明接线器形状、尺寸、引脚数目等
电气特性	指明电缆电压范围
功能特性	指明某电平的电压是何意义
过程(规程)特性	指明不同功能的各种可能事件出现顺序

常见标准 EIA RS-232-C、APSL、SONET/SDH

物理层设备

{ 中继器 > 整形放大信号
集线器 Hub

Hub 不能分割冲突域

所有 Hub 端口属于同一个冲突域