

计算机网络

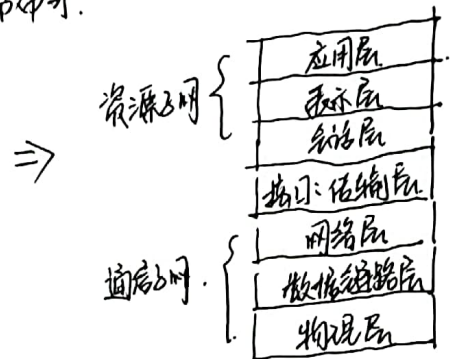
整理：<https://github.com/Noah-cxz/University-Learning-Path>

8.1.1 概念、组成、功能和分类 (CMMAP)

① 概念: 计算机网络是互连、自治(无主从关系)的计算机集合

② 功能: 数据通信、资源的共享(包括硬件、软件以及数据)和分布式。

③ 组成:
 { 按功能组成划分: 通信子网(传输) + 资源子网(处理)
 { 按工作方式划分: 边缘部分 + 核心部分



④ 分类 (提要求掌握考点):

1. 在分布范围 (广域网、局域网) 按照交换技术和传输技术;
2. 按照拓扑结构划分, 星型结构的点边关系, 广域网采用的是网状型拓扑结构;
3. 广播式和点对点式两种技术的区别在于是否选择分组存储转发和路由选择机制。

8.1.3 速率相关的性能指标

① 带宽及单位: $b/s - 10^3 kb/s - 10^6 mb/s - 10^9 Gb/s - 10^{12} Tb/s$

{ 从感性上讲, 带宽是同一时刻设备能够往链路上注入的数据 }
 { 如果描述存储容量, 单位为 $2^{10} = 1024$, 存在微小区别) } 指标的实际是速率

② 带宽是客观的最理想的状态, 吞吐量是实际传输的数据量, 并且是所有信息。

③ 时延:
 1. 发送时延 (传输时延) = $\frac{\text{数据长度}}{\text{信道带宽}}$ (高速链路指的是减少发送时延, 因此链路操作所取的传输速率是客观的)
 2. 传播时延 = $\frac{\text{信道长度}}{\text{电磁波速率}}$
 3. 排队时延和处迟时延 (略)

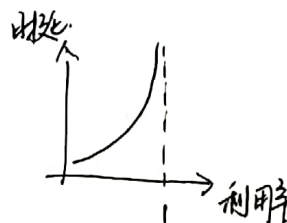
④ 时延带宽积: 带宽 (b/s) \times 传播时延 (s) = bit



时延带宽积: 信道能够容纳的比特量信息量

⑤ RTT { $2 \times$ 传播时延 (不含传输时延)
 处迟时间

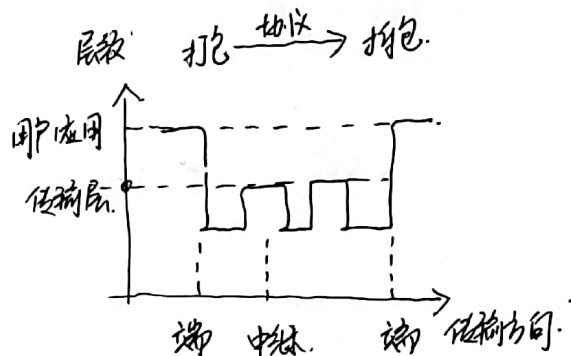
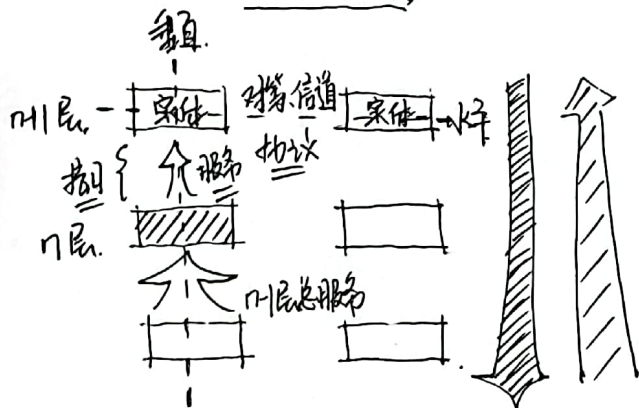
⑥ 利用率 { 信道利用率: $\frac{\text{有数据通过的时间}}{\text{有1元数据通过的时间}}$
 网络利用率: 加权平均





号12 网络分层结构 (OSI 和 TCP/IP) (本书只介绍 OSI 模型)

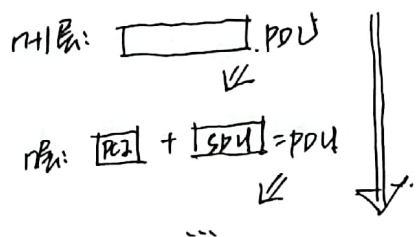
① 分层的结构 (OSI 关键词)



自顶向下 (打包) 的过程;
网络体系 (大问题 \rightarrow 分层 \rightarrow 小问题) } 分层结构.

传输过程

② 各层次的数据结构 (自顶向下) (略)



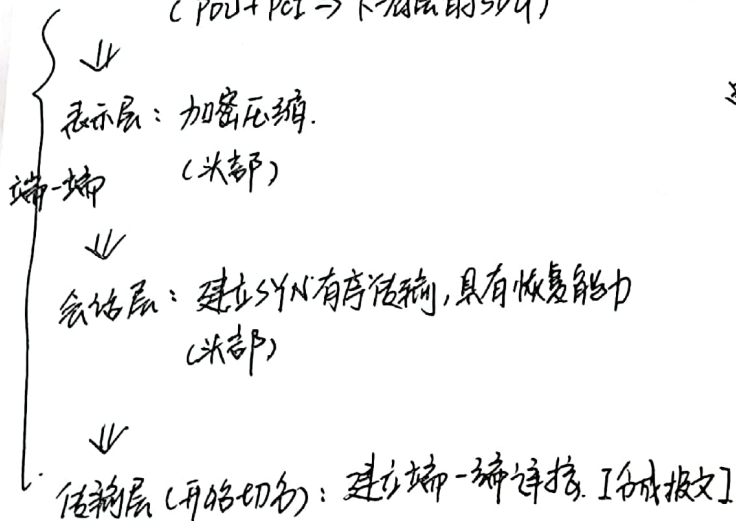
总结: OSI / TCP/IP / 5层.

- (1) 层数的构成以及各层的协议.
- (2) 相同点和不同点.

③ OSI 层次根据: (取自上而下的顺序)

注意事项: 确认上下方向, 有时向上的方向更应理解. (整个方向更符号因果)
所以需要转变方向理解 (特别是 "服务" 这个概念, 下 \rightarrow 上)

应用层: 数据的载入, 用户最熟悉, 能接触到的协议.
(PDU + PCI \rightarrow 下底层的 SDU)



网络层: 路由选择. [合成报文]

(头部)

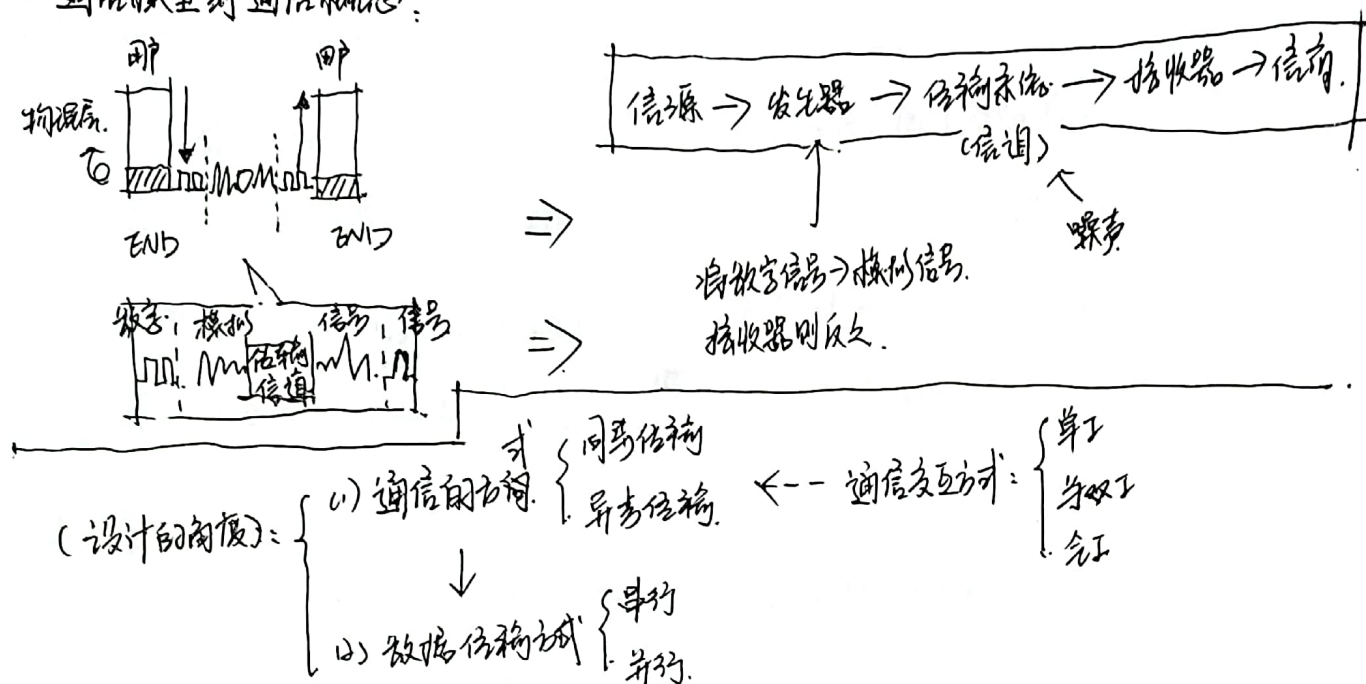
数据链路: 建立点-点正确连接 [成帧]
(头部-尾部)

物理层: 仅定义协议和规则

0层: 介质的传输

3.2.1 通信基础.

① 通信模型到通信概念:



② 波特率的概念.

(1) 回顾 "1.1.3 速率的相关指标" —— 带宽的概念.

B) 数据传输率的刻画

(码元传输率和信息速率)

每秒状态的切换 (码元) 调制: 波特率 (Baud) = $\frac{\text{t 时间传输的码元数}}{\text{t 时间}}$

每秒传输的比特数: 比特率 = b/s = 波特率 × 携带的信息量

(3) 信息量的概念: $\left\{ \begin{array}{l} n \text{ 种状态需要 } \log_2 n \text{ 位表示, } \log_2 n \text{ 就是信息量.} \end{array} \right.$

波特率

同样的数据率, 波特率越长, 信息量越大, 表现出波特率越低, 比特率越高.

特别的, 二进制码元的信息量 = $\log_2 2 = 1$, 波特率 1 = 1 比特率

码元的速率 Baud 与进制有关, 同样是 4800 b/s 的传输率在二进制和八进制下分别是

$$\frac{4800 \text{ b/s}}{1} = 4800 \text{ B} \quad \text{和} \quad \frac{4800 \text{ b/s}}{\log_2 8} = 1200 \text{ B}$$

2 奈氏准则和香农定理. 2.4

① 框架比较.

奈氏

条件: 带宽受限 + 无噪声

意义: 定义了调制率 (Baud) 的上限

公式: $\lim = 2W \log_2 V$ (V 是信息量)

\Rightarrow 提高信息量来提高数据传输率.

香农

条件: 带宽受限 + 高斯噪声

意义: 定义了数据速率上限

公式: $\lim = W \log_2 (1 + S/N)$, $dB = 10 \log_{10} (S/N)$

\Rightarrow 提高信噪比的强度.

② 前置概念回顾:

$\left\{ \begin{array}{l} W: \text{带宽 (Hz)}. \text{ 用两个极限频率表示模拟信号, 信道带宽} = \text{最大Hz} - \text{最小Hz} \\ S/N: \text{信号功率} / \text{噪声功率}. \end{array} \right.$

③ 应用: (例) 二进制信号在 $S/N = 10$ 的 4kHz 信道传输, 求最大数据率.

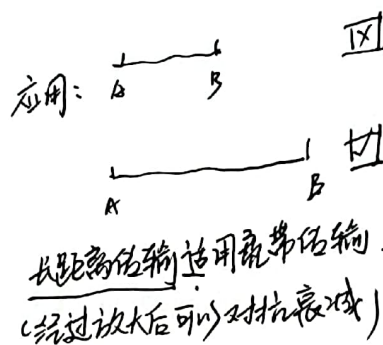
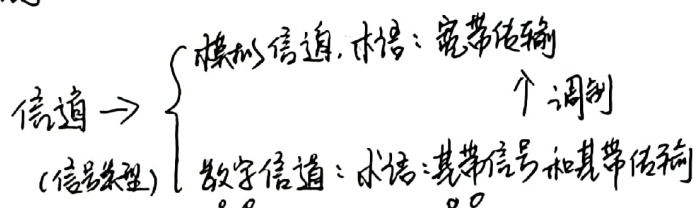
$$\lim 1 = 2 \times 4 \times 1 \text{ kbps}$$

$$\lim 2 = 4 \log_2 (1 + 10) \text{ kbps}$$

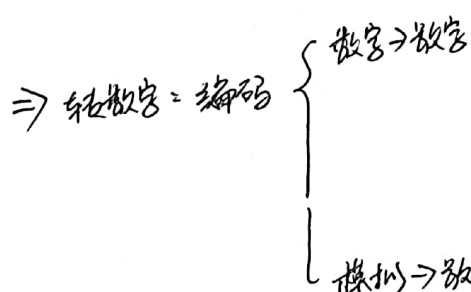
} 在两种理想状态中取最小.

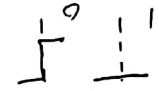
2 编码与调制 25.26

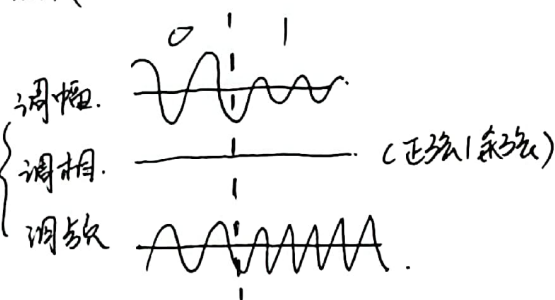
① 基础概念:



② 延伸和市的标题: 编码和调制



- ① 非归零编码: 直观编码, 缺点是传输同步信息。
(即划为不开码元和码元之间)
- ② 曼彻斯特编码: 牺牲编码效率换取同步 (时间跳变)。
(以太网)
- ③ 差分曼彻斯特编码:  (同开0)
(局域网: 抗干扰) (下开0) (下开1)
- 采样 \rightarrow 量化 \rightarrow 编码。

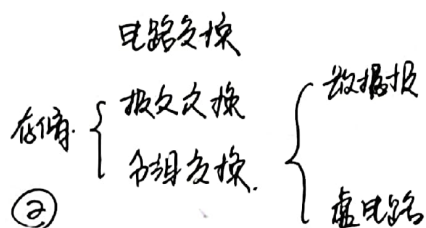


③ 对 Manchester Encoding 的理解:

将1个bit占用两比特传输, 相当于平均1比特下只携带0.5个信息量。
所以带宽是原来的两倍, 数据率是波特率的 $\frac{1}{2}$

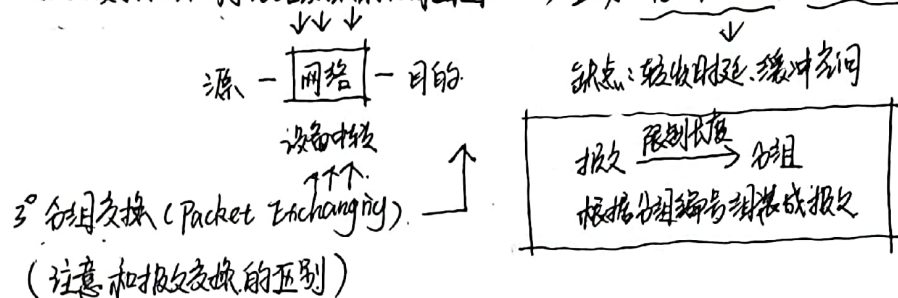
数据交换方式

① 交换网络



(1) 1° 电路交换: 资源独占既是好处也是坏处; 不具有数据存储能力, 区别于报文/分组交换。

2° 报文交换: 不同于电路交换的专用通道。; 主要: 存储功能; 其它源-目的通信共享通道。(存储转发)



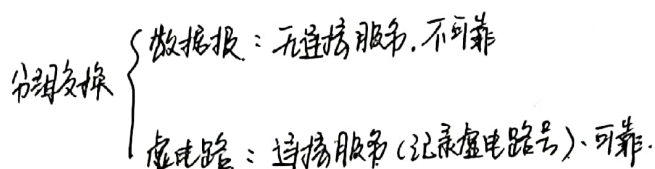
(2) 应用上的小结: 1° 电路交换独占信道, 使得带宽增大; 同时道路拥塞用, 整体时延小。

分组交换加速传输(并行)是时延小于报文传输的原因。

2° 电路交换: 系时延距离; 分组交换: 容错性端, 突发状况 (互联网)

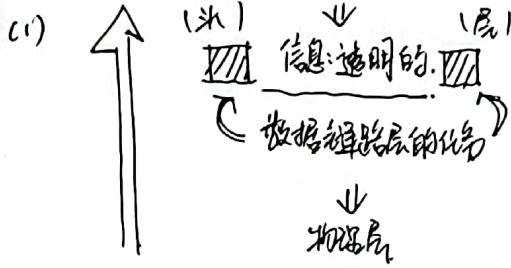
(3)

⑤



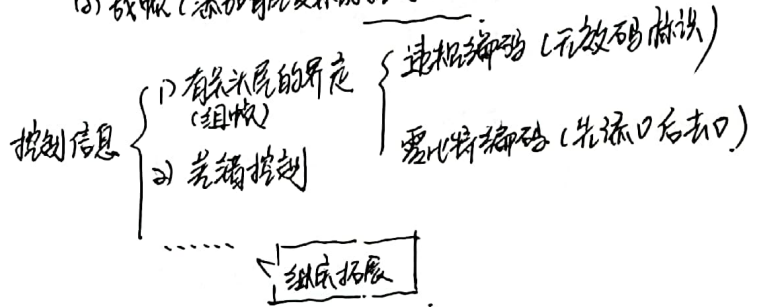
2 数据链路层概述 3.1, 3.2, 3.3, 3.4

① 概念理解



任务: (1) 建立链路 (端点) 间的连接

(2) 成帧 (添加有重复的控制信息)



向提供的服务是一种透明传输: 无差错.

(2) 差错控制的概念:

核心: 求解冗余码.



- 自动纠错概念图 -

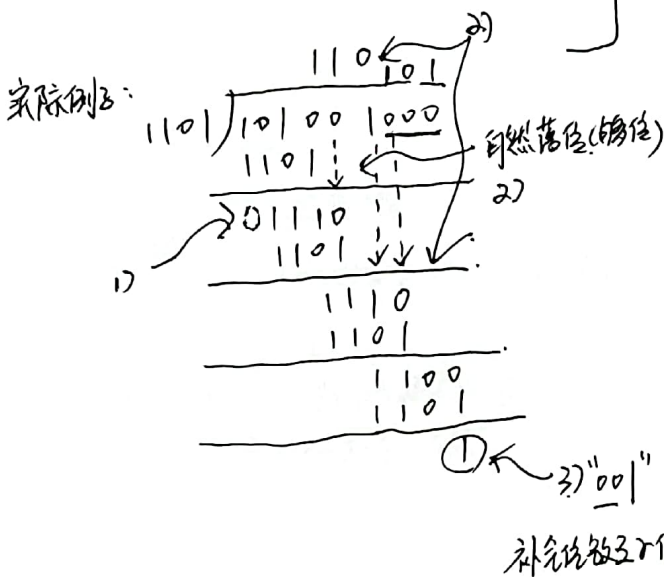
② 具体工作:

1) 界定编码的边界补充:

1° 字符计数包括帧计数位: $N+1$

2° 霍比特法将中间高码看成整体 (串比特流)

遇到连续5个"1"即插入1个"0"



因此: 不再有待编码信息: 101001001

(2) CRC 冗余校验码:

1° 给定国际生成多项式标准: $G(x)$ 并确定 r 位 ($r=N-1$)

2° 给定信息串 M .

3° $G(x) \mid M+r(x)$

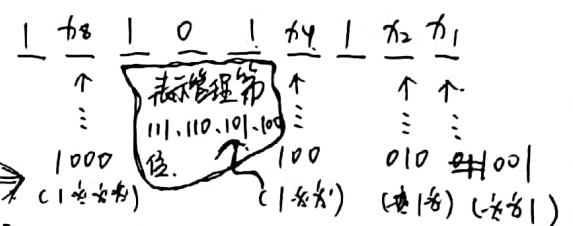
- 1) 采用模2除法: 同余异
- 2) 够位商1, 不够商0
- 3) 余数即为冗余码.

(3) 海明码的生成过程:

1° 由 $2^r \geq M+r+1$ 确定码位 (大于等于每位至少出错一次的情况)

2° 由 1, 2, 4, 8, ... 序列确定插入位

例如: 11011 的插入位:



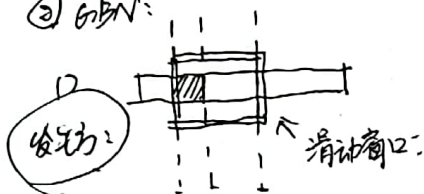
3° 通码化, 确定每个校验位管理的位数, 转化二进制 (如: 1, 0, 1, 1) 并采用偶校验位确定力的值 (如 $r_4=0$)

2. GBN 和 SR 协议 (应问) 3.7.38

① 矛盾和问题:
 { 等待 ~~接收~~ 有效 → 流水线技术*
 { 增加编号 }
 { 增加缓存 }
 多个分组
 展开: GBN 和 SR 协议.

窗口数量标识:
 { 1-1: 停等.
 n-1: GBN
 n-n: SR.

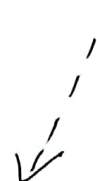
② GBN:



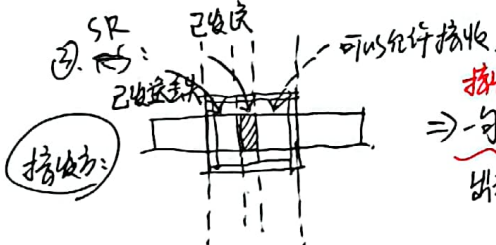
(已发送/发送中的副本/可发送/未发送)
 (待确认)

- ③ 细节 (重点):
- 1° 累积确认 GBN: $Ack = n$ (n 以及 n 前面所有)
 - 2° 超时重传 (名称由来):
 { 接收方: 某者皆拒除非协商, 确最大.
 发送方: 同上, 遂重新发最大.
 - 3° 滑动窗口上限 $2^n - 1$ (n 为比特)
 - 4° 缺点: 批量确认. 只允许出滑动帧. 增大接收窗口.

3' 应用: 对 10 年真题的分析 (理解数据位传输)



③ SR:



已接收(过) / 缓存 / 可接收 / 未接收
 / 直到新的重传 /

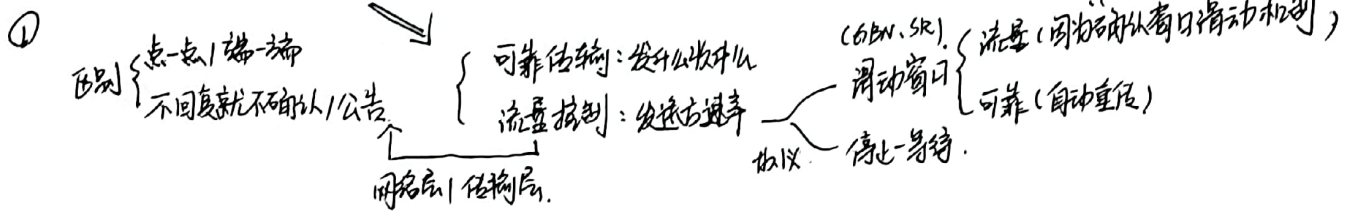
(滑动窗移 + 上位网络层) <---

④ 滑动窗口上限: $W_T = W_R = 2^{(n-1)}$

原证: 判断新帧还是旧帧. (证明即可)

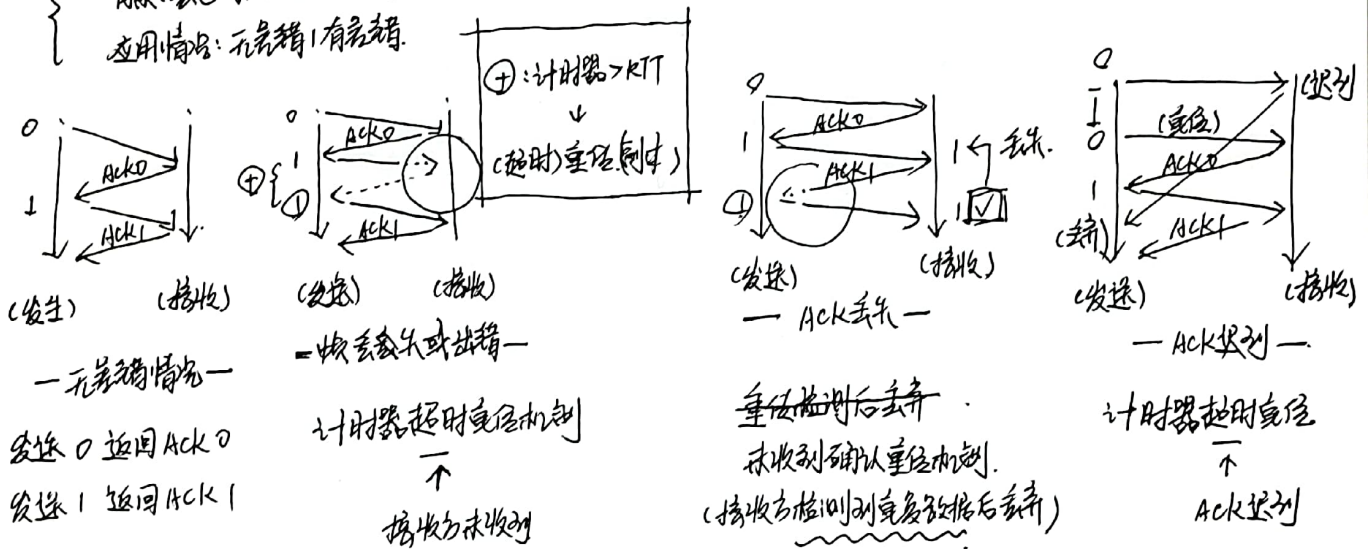
接收一个序号 - 1
 => 一句话: 某者不拒.
 出滑动窗直到窗口数

2. 流量控制和可靠传输 25 (2分)



② 停止-等待协议:

背景: 丢包问题, 流量控制
应用情况: 可靠 | 有差错



性能分析:

$$1) \text{ 信道利用率} = \frac{T \text{ 内发送上比特数据 (帧)} / \text{数据帧速率}}{T}$$

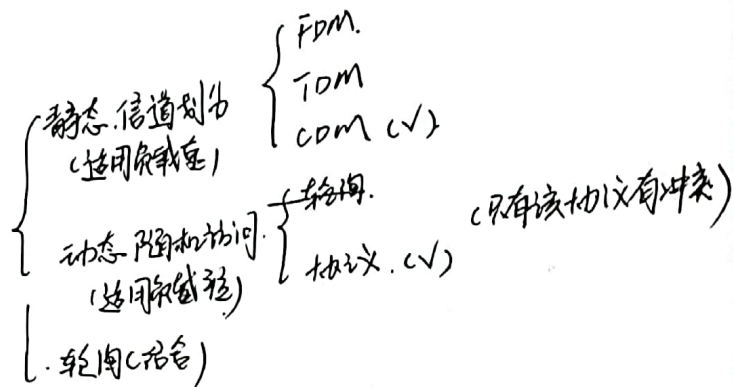
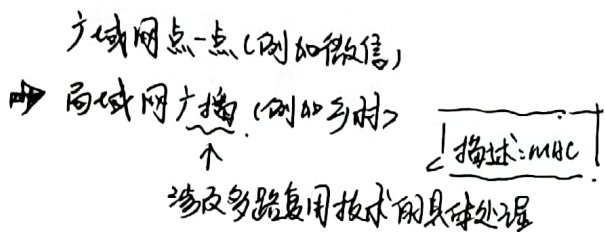
T : 发送数据 > 收到第 1 帧时间

$(\text{帧长} + RTT) / (\text{帧长} + \text{传播延迟})$ R 是单程传播延迟.

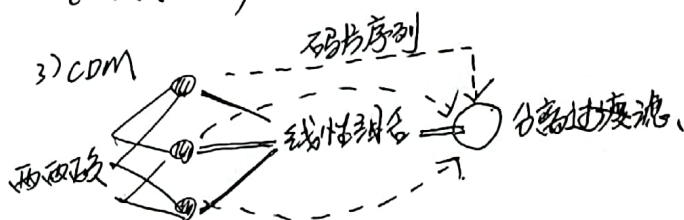
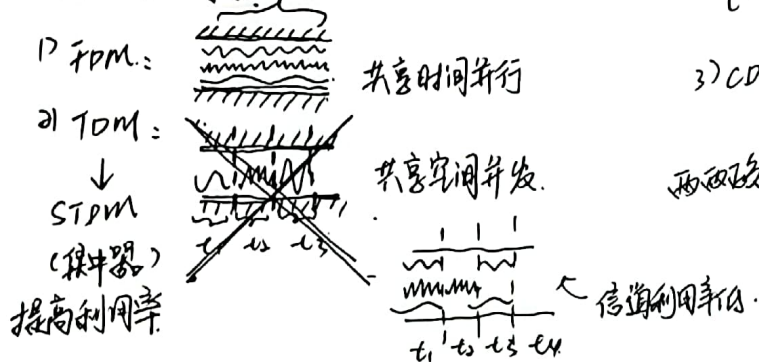
$$2) \text{ 信道吞吐量} = \text{信道利用率} \times \text{发送方发送速率}$$

MAC 介质访问控制 3.1.3.3.12 3.1 | (第3章结束, 暂告段落)

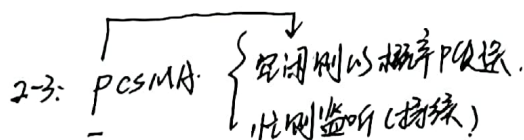
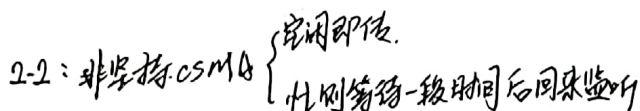
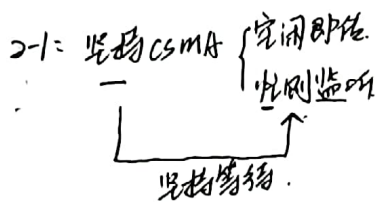
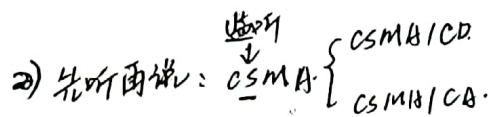
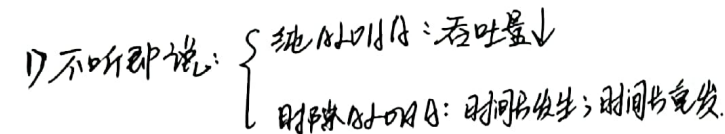
① 大纲总结:



② 静态信道划分 (集中型)



③ 动态随机访问 (争用型)



④ 载波:

概述: 无线是一个载波, 而信号为
 应用: 无线环境, 物理层
 适用: 车载网

CSMA/CD: (适用) 不要搞大

- 概述: 在(2)的基础上, 冲突(停止), 随机重发
- 如果在争用期 2T 内未检测到, 才算发送成功
- 二进制退避算法:

碰撞↑ 等待重发的时间↑

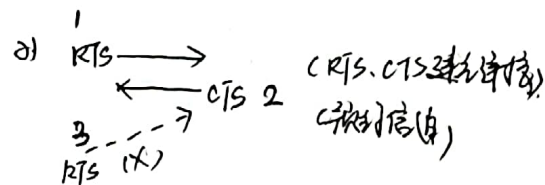
↑ 有线
 ↓ 无线

1) 最佳帧长

数据速率 (时延) > 2T

CSMA/CA:

- 隐藏站问题: A已经与B发话了, C就不管干扰同时B发话了



- 发送方收到ACK后再继续
 否则使用退避算法重发

介质访问控制

介质访问控制的内容就是，采取一定的措施，使得两对节点之间的通信不会发生互相干扰的情况。



第三章其余内容补充：

功能	To DS	From DS	Address1 (接收端)	Address2 (发送端)	Address3	Address4
IBSS	0	0	DA	SA	BSSID	未使用
To AP (基础结构型)	1	0	BSSID	SA	DA	未使用
From AP (基础结构型)	0	1	DA	BSSID	SA	未使用
WDS (无线分布式系统)	1	1	RA	TA	DA	SA

冲突域：在同一个冲突域中的每一个节点都能收到所有被发送的帧。简单的说就是同一时间内只能有一台设备发送信息的范围。

广播域：网络中能接收任一设备发出的广播帧的所有设备的集合。简单的说如果站点发出一个广播信号，所有能接收到这个信号的设备范围称为一个广播域。

	能否隔离冲突域	能否隔离广播域
物理层设备【傻瓜】 (中继器、集线器)	×	×
链路层设备【路人】 (网桥、交换机)	√	×
网络层设备【大佬】 (路由器)	√	√