

2.1通信基础（上）

基本概念

数据	传送信息的实体，是指数据的电气或者电磁表现，是数据在传输过程中的存在形式
	模拟数据（模拟信号）：连续变化的数据或者信号
	数字数据（数字信号）：取值仅允许为有限的几个离散数值的数据成为数字信号或者数字数据
传输方式	串行传输：一个一个的比特按照时间顺序传输
	并行传输：多个比特通过多条通信信道同时传输
码元	一个固定时长的信号波形（数字脉冲）表示一个K进制数字，代表不同离散数值的基本波形
	这个时长内的信号称为K进制码元 该时长称为码元宽度
信源	产生和发送数据的源头
信道	发送端信源发送的信息经过变换成合适的信号后在信道上传输到信宿
	信道是信号的传输媒介
	噪声源是指信道上的噪声（对信号的干扰），及分散在通信系统其它各处的噪声的集中表示
信宿	接收数据的终点
信号传输形式的不同	传送模拟信号的模拟信道
	传送数字信号的数字信道
传输介质的不同	无线信道
	有线信道
通信交互方式	单工通信 只有一个方向的通信，没有反方向的交互（无线电广播、电视广播）
	半双工通信 通信双方都可以发送或者接收信息，但是任何一方不能同时发送和接收信息（需要两条信道）
	全双工通信 通信双方可以同时发送和接收信息，需要两条信道
速率	数据的传输速率，单位时间内传输的数据量
	码元传输速率（码元速率，波形速率）：单位时间内数字通信系统所传输的码元个数（单位是波特）
	信息传输速率（信息速率，比特率）：表示单位时间内数字通信系统传输的二进制码元个数（比特数）单位是比特/秒
带宽	网络的通信线路所能传输数据的能力（b/s）

一个通信系统的组成部分

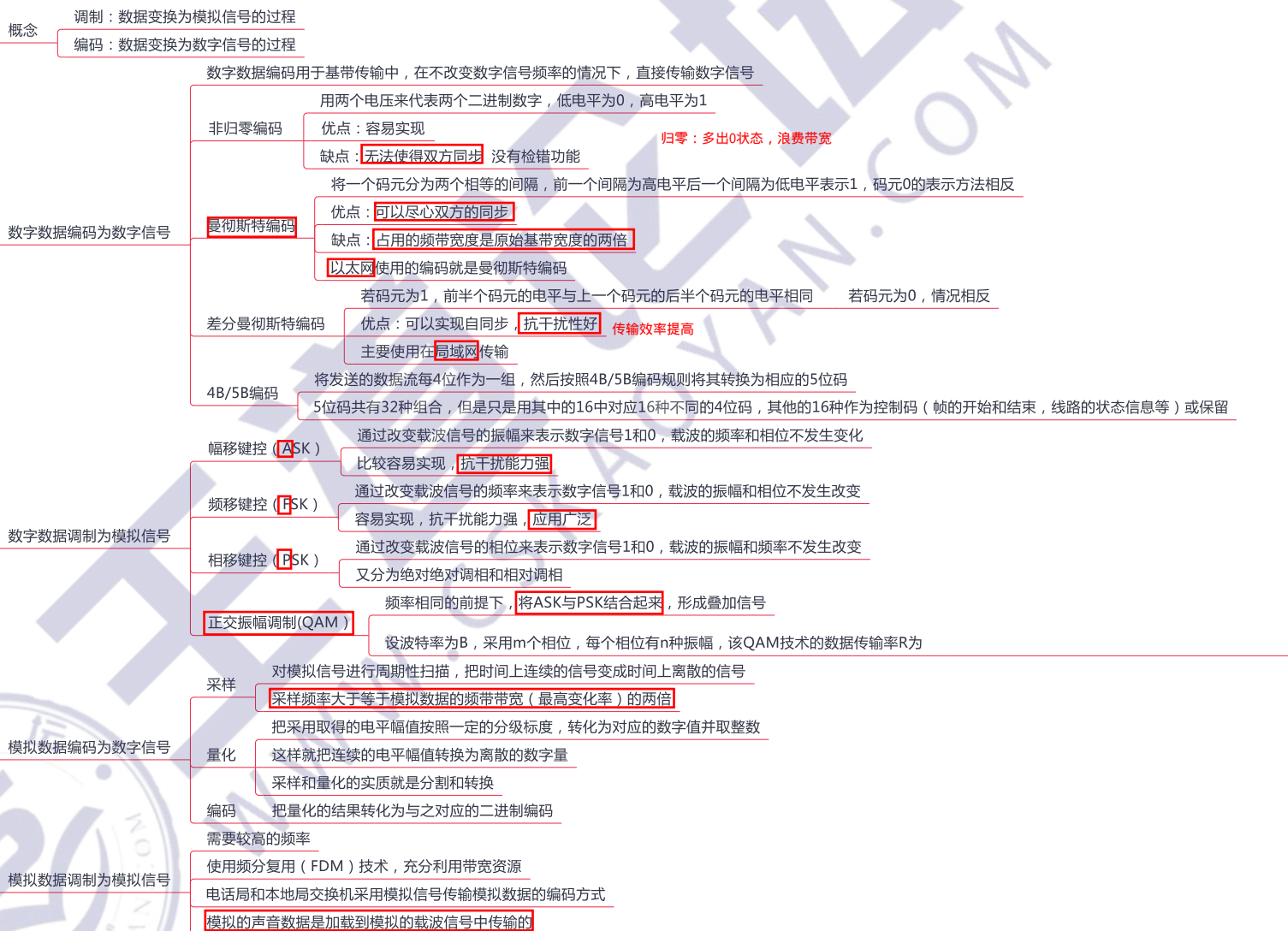
奈奎斯特定理与香农定理

奈奎斯特定理	理想低通（没有噪声，带宽有限）的信道中，极限码元传输速率为2W波特（W是理想低通信道的带宽，单位HZ）
	理想低通信道下的极限数据传输速率 = $2W \log_2 V$ （单位为 b/s）
	任何信道中，码元的传输速率是有上限的
结论	信道的频带越宽，就可以用更高的速率进行码元的有效传输
	奈奎准则给出了码元传输速率的限制，没有给出信息传输速率的限制（即一个码元可以对应多少个二进制位给出限制）
带宽受限且有高斯白噪声干扰的信道的极限数据传输率	
信道的极限数据传输率 =	$W \log_2(1 + S/N)$ （单位为 b/s）
香农定理	W为信道的带宽 S为信道所传输信号的平均功率 N为信道内部的高斯噪声功率 S/N为信号的平均功率和噪声的平均功率之比
	信道的带宽或者信道中的信噪比越大，信息的极限传输速率越高
结论	对一定的传输带宽和一定的信噪比，信息传输速率的上限是确定的
	只要信息的传输速率低于信道的极限传输速率，就能找到某种方法来实现无差错的传输
	香农定理得出的是极限信息传输速率，实际信道的传输速率要比他低很多

做题时的结果要同时低于这两个定理的计算结果

2.1通信基础（中）

编码与调制



2.1通信基础（下）

电路交换

数据传输前，先建立起一条专用（双方独占）的物理通信路径

直通方式传输数据

电路交换技术的三个阶段

连接建立

数据传输

连接释放

优点

通信时延小：通信线路双方专用，传输时延非常小

有序传输：双方通信时按发送顺序发送数据，不存在失序问题

没有冲突：不同的通信双方有着不同的信道

适用范围广：可以传输模拟信号，也可以传输数字信号

实时性强：双方的物理通路一旦建立，双方就可以随时通信

控制简单：电路交换的交换设备（交换机等）及控制均较简单

缺点

建立连接时间长 电路交换的平均连接建立时间对计算机通信来说时间较长

线路独占 使用效率较低，只能供通信双方使用

灵活性差 只要通信双方的任何一点出现故障，就必须重新建立连接

难以规格化 数据的不同类型，不同规格，不同速率的终端很难相互进行通信，也难以在通信过程中进行差错控制

无数据存储能力，难以平滑通信量 有缓存才能平滑

报文交换

数据交换的单位是报文，报文携带有目的地址、源地址等信息

报文交换的时候使用存储转发方式

优点

无须建立连接 不需要建立专用线路，随时可以发送报文，不存在建立连接时延

动态分配线路 当发送方把报文交给交换设备时，交换设备先存储整个报文，然后选择一条合适的空闲线路，将报文发送出去

提高线路的可靠性 如果某条传输路径发生故障，那么可重新选择另一条路径传输数据，因此提高了传输的可靠性

提高线路利用率 通信双方不是固定占有一条通信线路，而是在不同的时间一段一段地部分占有这条物理通道

提供多目标服务 一个报文可以同时发送给多个目的地址

缺点

数据进入交换节点后要经过存储、转发，所以存在转发时延（包括接收报文，检验正确性，排队，发送时间等）

报文交换对报文的大小没有限制，所以网络结点要有较大的缓存空间

现在已经很少使用，多使用分组交换方式代替

MSS，去除IP头

控制信息

采用存储转发方式，限制了每次传送的数据块的大小上限，把大的数据块划分为合理的小数据块，在加上一些必要的控制信息（源地址，目的地址，编号信息），构成分组

网络结点根据控制信息把分组送到下一结点，下一结点收到分组后暂时保存并排队等待传输，根据分组控制信息选择它的下一个结点，直到目的结点

采用存储转发方式

分组交换

没有建立时延

不需要为通信双方预先建立一条专用的通信线路，不存在连接建立时延，用户可随时发送分组

线路利用率高 通信双方不是固定占有一条通信线路，而是在不同的时间一段一段地部分占有这条物理通道

简化了存储管理（相对于报文交换） 因为分组的长度固定，相应的缓冲区的大小也固定，在交换结点中存储器的管理通常被简化为对缓冲区的管理，相对比较容易

加速传输 分组是逐个传输的，可以使后一个分组的存储操作与前一个分组的转发操作并行，这种流水线方式减少了报文的传输时间

减少了出错概率和重发数据量 传输一个分组所需的缓冲区比传输一次报文所需的缓冲区小，这样因缓冲区不足而等待发送的概率及时间也会少

减少了出错概率和重发数据量 分组较短，出错概率减小，重发的数据量也就减少，提高了可靠性，也减少了传输时延

存在传输时延

缺点

需要额外的信息量 每个小数据块都要加上源地址、目的地址和分组编号等信息

当分组交换采用数据报服务时，会出现失序，丢失或者重复分组，到达目的地后要对分组进行排序工作

网络层：分组、数据报

2.1通信基础（下（2））

数据报服务

网络层提供无连接服务。发送方可随时发送分组

每个分组有着完整的目的地址

每个分组独立的进行路由选择和转发

不保证分组的有序到达

不保证可靠通信，可靠性由用户来保证

出故障的结点丢失分组，其他分组路径选择不发生变化可以正常传输

由用户主机进行流量控制，不保证数据报的可靠性

分组在交换结点存储转发时，需要排队等候处理，这会带来一定的时延。当通过交换结点的通信量较大或网络发生拥塞时，这种时延会大大增加，交换结点还可根据情况丢弃部分分组

网络具有冗余路径，当某一交换结点或一段链路出现故障时，可相应地更新转发表，寻找另一条路径转发分组，对故障的适应能力强

适用于突发性通信，不适于长报文、会话式通信

虚电路服务

必须建立连接

仅在建立连接阶段使用，每个分组使用长度较短的虚电路号

属于同一条虚电路的分组按照同一个路由转发

保证分组的有序到达

可靠性由网络保证

所有经过故障结点的虚电路都不能正常工作

可由分组交换网负责，也可以由用户主机负责

通信方式

单工通信 只有一个方向的通信而没有反方向的交互，仅需要一条信道

半双工通信/双向交替通信 通信的双方都可以发送或接收信息，但任何一方都不能同时发送和接收，需要两条信道

全双工通信/双向同时通信 通信双方可以同时发送和接受信息，也需要两条信道

串行传输&并行传输

串行传输

将表示一个字符的8位二进制数按由低位到高位顺序依次发送

速度慢，费用低 适合远距离

并行传输

将表示一个字符的8位二进制数同时通过8条信道发送

用于计算机内部数据传输

速度快，费用高 适合近距离

同步传输&异步传输

同步传输

在同步传输的模式下，数据的传送是以一个数据区块为单位，因此同步传输又称为区块传输

在传送数据时，需先送出1个或多个同步字符，再送出整批的数据

异步传输

异步传输将比特分成小组进行传送，小组可以是8位的1个字符或更长。发送方可以在任何时刻发送这些比特组，而接收方不知道它们会在什么时候到达

传送数据时，加一个字符起始位和一个字符终止位

2.2传输介质

双绞线、同轴电缆、光纤与无线传输介质



2.3 物理层设备

