

相同。

用率越高，
所用的带宽
这表明调

1.5 - 1)

单位为

5 - 2)

均信息

5 - 3)

率和信

- 4)

- 5)

6)

映
N
性

数字通信系统的可靠性可用差错概率来衡量。差错概率常用误码率和误信率表示。

误码率是指错误接收的码元数在传输总码元数中所占的比例。更确切地说,误码率是码元在传输过程中被传错的概率,即

$$P_e = \frac{\text{错误码元数}}{\text{传输总码元数}} \quad (1.5-7)$$

误信率,又称为误比特率,是指错误接收的比特数在传输总比特数中所占的比例,即

$$P_b = \frac{\text{错误比特数}}{\text{传输总比特数}} \quad (1.5-8)$$

显然,在二进制中有 $P_b = P_e$ 。

1.6 小结

通信的目的是传输消息中所包含的信息。消息是信息的物理表现形式,信息是消息的有效内容。

信号是消息的传输载体,按照携载消息的信号参量是连续取值还是离散取值,信号可以分为模拟信号和数字信号。

通信系统有不同的分类方法,按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号,通信系统可以分为模拟通信系统和数字通信系统。

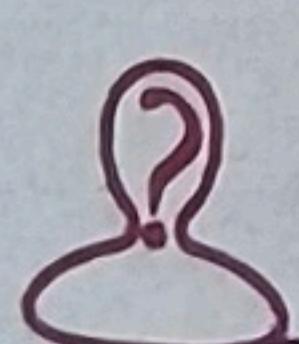
数字通信已成为当前通信技术的主流,与模拟通信相比,其具有抗干扰能力强,可消除噪声积累;差错可控;数字处理灵活,可以将来自不同信源的信号综合到一起传输;易集成,成本低;保密性好等优点;缺点是占用带宽大,同步要求高。

按照消息传递的方向与时间关系,通信方式可以分为单工通信、半双工通信及全双工通信。按照数据码元传输的时序可以分为并行传输和串行传输。

信息量是对消息发生的概率(不确定性)的度量,一个二进制码元包含 1bit 的信息量,一个 M 进制码元包含 $\log_2 M$ bit 的信息量。等概率发送时,信源的熵有最大值。

有效性和可靠性是通信系统的两项主要指标,两者相互矛盾而又相对统一,且可互换。在模拟通信系统中,有效性可用带宽衡量,可靠性可用输出信噪比衡量。在数字通信系统中,有效性用频带利用率表示,可靠性用误码率、误比特率表示。

信息速率是每秒传输的比特数;码元速率是每秒传输的码元个数。码元速率小于或等于信息速率。码元速率决定了发送信号所需的传输带宽。



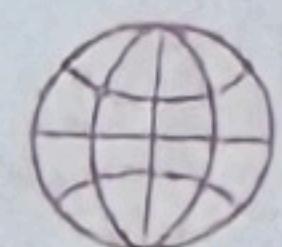
思考题

1-1 以无线广播和电视为例说明图 1-3 模型中信源、信宿及信道包含的具体内容。

1-2 何谓数字信号? 何谓模拟信号? 两者的根本区别是什么?

1-3 何谓数字通信? 数字通信有哪些优、缺点?

1-4 数字通信系统的一般模型中各组成部分的主要功能是什么?



1-5 按照调制方式,通信系统如何分类?

1-6 按照传输信号的特征,通信系统如何分类?

1-7 按照复用方式,通信系统如何分类?

1-8 单工通信、半双工通信及全双工通信方式是按照什么标准分类的?解释它们的工作方式并举例说明。

1-9 并行传输和串行传输的适用场合及特点是什么?

1-10 通信系统的主要性能指标有哪些?

1-11 衡量数字通信系统有效性和可靠性的性能指标有哪些?

1-12 何谓码元速率和信息速率?它们之间的关系如何?

1-13 何谓误码率和误信率?它们之间的关系如何?

1-14 消息中包含的信息量与以下哪些因素有关?

(1) 消息出现的概率。

(2) 消息的种类。

(3) 消息的重要程度。

(设备码)

1-7

为 1/4、1/

(1)

(2)

(3)

1-8

个错误码



习题

1-1 已知英文字母 e 出现的概率为 0.105, x 出现的概率为 0.002, 试求 e 和 x 的信息量。

1-2 设有四个符号,其中前三个符号的出现概率分别为 1/4、1/8、1/8,且各符号的出现是相互独立的。试计算该符号集的平均信息量。

1-3 某信源符号集由 A、B、C、D 组成,传输每一个字母用二进制码元编码,“00”代替 A,“01”代替 B,“10”代替 C,“11”代替 D,每个二进制码元宽度为 5ms。
(1) 不同的字母等概率出现时,试计算传输的平均信息速率。
(2) 若每个字母出现的概率分别为

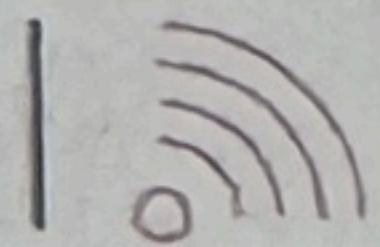
$$P_A = \frac{1}{5}, \quad P_B = \frac{1}{4}, \quad P_C = \frac{1}{4}, \quad P_D = \frac{3}{10}$$

试计算传输的平均信息速率。

1-4 一部电话机键盘上有 10 个数字键(0~9),设发送数字 1 的概率为 0.3,发送数字 3 和 8 的概率分别为 0.14,发送数字 2、4、5、6、7、9 和 0 的概率分别为 0.06。
(1) 试求每键的平均信息量(熵)。
(2) 若按键速率为 2 个/s,则传送的信息速率。

1-5 设某信源的输出由 128 个不同的符号组成,其中 16 个出现的概率为 1/32,其余 112 个的出现概率为 1/224。信源每秒发出 1000 个符号,且每个符号彼此独立。试计算该信源的平均信息速率。

1-6 设二进制数字传输系统每隔 0.4ms 发送一个码元。
(1) 试求该系统的信息速率。
(2) 若改为传送十六进制信号码元,发送码元间隔不变,则系统的信息速率是多少?



(设各码元独立等概率出现)

1-7 某信源符号集由 A、B、C、D 和 E 组成, 设每一符号独立出现, 其出现概率分别为 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/8$ 、 $3/16$ 和 $5/16$ 。若每秒传输 1000 个符号。

- (1) 试求该信源符号的平均信息量。
- (2) 试求 1h 内传送的平均信息量。
- (3) 若信源等概率发送每个符号, 则 1h 传送的信息量为多少?

1-8 设某四进制数字传输系统的信息速率为 $2400b/s$, 接收端在 $0.5h$ 内收到 216 个错误码元, 试计算该系统的误码率 P_e 。