

第3周作业答案

2-01:

【2-01】 物理层要解决哪些问题？物理层的主要特点是什么？

解答：物理层考虑的是怎样才能在连接各种计算机的传输媒体上传输数据比特流，而不是具体的传输媒体。现有的计算机网络中的硬件设备和传输媒体的种类非常繁多，而通信也有许多不同方式。物理层的作用正是尽可能地屏蔽掉这些差异，使物理层上面的数据链路层感觉不到这些差异，这样就可使数据链路层只需要考虑本层的协议和服务，而不必考虑网络具体的传输媒体是什么。

在物理层上所传数据的单位是比特。物理层的任务就是透明地传送比特流。也就是说，发送方发送1（或0）时，接收方应当收到1（或0）而不是0（或1）。因此物理层要考虑用多大的电压代表“1”或“0”，以及接收方如何识别出发送方所发送的比特。物理层还要确定连接电缆的插头应当有多少根引脚以及各引脚应如何连接。当然，哪几个比特代表什么意思，则不是物理层所要管的。传递信息所利用的一些传输媒体，如双绞线、同轴电缆、光缆、无线信道等，并不在物理层协议之内而在物理层协议的下面。因此也有人把传输媒体当作第0层。

2-04:

【2-04】 试解释以下名词：数据、信号、模拟数据、模拟信号、基带信号、带通信号、数字数据、数字信号、码元、单工通信、半双工通信、全双工通信、串行传输、并行传输。

解答：各名词含义如下。

数据：是运送消息的实体。

信号：是数据的电气或电磁表现。

模拟数据：即连续数据，数据的变化是连续的。例如，我们人说话的声音数据（声波）就是连续变化的。

模拟信号：即连续信号，其特点是代表消息的参数的取值是连续的。当我们打电话时，模拟数据（声波）通过电话机的话筒后，变成了连续变化的电信号（模拟信号）。

基带信号：即来自信源的信号，也就是基本频带信号。计算机输出的代表各种文字或图像文件的数据信号都属于基带信号。

带通信号：把基带信号的频率范围搬移到较高的频段以便在信道中传输。经过载波调制后的信号称为带通信号。这种信号仅在一段频率范围内（即频带）能够通过信道。

数字数据：即离散数据，数据的变化是不连续的（离散的）。例如，计算机键盘输出的就是数字数据。但在经过调制解调器后，就转换成模拟信号（连续信号）了。

数字信号：即离散信号，其特点是代表消息的参数的取值是离散的。

码元：码(code)是信号元素和字符之间的事先约定好的转换。例如，A 的 ASCII 码的表示就是 1000001，而这里的每一个二进制数字（1 或 0）都可称为码元(code element)。码元实际

上就是码所包含的元素。上面的例子说明 A 的 ASCII 码包含 7 个码元。在采用最简单的二进制编码时，一个码元就是一个比特。但在比较复杂的编码中，一个码元可以包含多个比特。

单工通信：又称为单向通信，即只有一个方向的通信而没有反方向的交互。无线电广播或有线电广播以及电视广播就属于这种类型。

半双工通信：又称为双向交替通信，即通信的双方都可以发送信息，但不能双方同时发送（当然也就不能同时接收）。这种通信方式是一方发送另一方接收，过一段时间后再反过来。

全双工通信：又称为双向同时通信，即通信的双方可以同时发送和接收信息。

串行传输：数据在传输时是逐个比特按照时间顺序依次传输的。

并行传输：数据在传输时采用了 n 个并行的信道。在每一个信道上，数据仍然是串行传输的，即逐个比特按照时间顺序依次传输。但把这 n 个信道放在一起观察时，就可看出，数据的传输是每次 n 个比特。

2-05:

【2-05】 物理层的接口有哪几个方面的特性？各包含些什么内容？

解答：物理层的接口有以下四个方面的特性：

(1) 机械特性：指明接口所用接线器的形状和尺寸、引脚数目和排列、固定和锁定装置等。平时常见的各种规格的接插件都有严格的标准化的规定。

(2) 电气特性：指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围。

(3) 功能特性：指明某条线上出现的某一电平的电压表示何种意义。

(4) 过程特性：指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序。

2-07:

【2-07】 假定某信道受奈氏准则限制的最高码元速率为 20000 码元/秒。如果采用振幅调制，把码元的振幅划分为 16 个不同等级来传送，那么可以获得多高的数据率 (bit/s)？

解答：如果我们用二进制数字来表示这 16 个不同等级的振幅，那么需要使用 4 个二进制数字，即 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111。可见现在用一个码元就可以表示 4 个比特。因此，当码元速率为 20000 码元/秒时，我们得到的数据率就是 4 倍的码元速率，即 80000 bit/s。

2-09:

【2-09】用香农公式计算一下,假定信道带宽为 3100 Hz,最大信息传输速率为 35 kbit/s,那么若想使最大信息传输速率增加 60%,问信噪比 S/N 应增大到多少倍?如果在刚才计算出的基础上将信噪比 S/N 再增大到 10 倍,问最大信息传输速率能否再增加 20%?

解答:将以上数据代入香农公式,得出: $35000 = 3100 \log_2(1 + S/N)$

$$\log_2(1 + S/N) = 35000 / 3100 = 350 / 31 = \lg(1 + S/N) / \lg 2$$

请注意:以 10 为底的对数通常就记为 \lg 。

$$\lg(1 + S/N) = \lg 2 \times 350 / 31$$

$$1 + S/N = 10^{\lg 2 \times 350 / 31}$$

$$S/N = 10^{\lg 2 \times 350 / 31} - 1 = 2505$$

使最大信息传输速率增加 60%时,设信噪比 S/N 应增大到 x 倍,则

$$35000 \times 1.6 = 3100 \log_2(1 + xS/N)$$

$$\log_2(1 + xS/N) = 35000 \times 1.6 / 3100 = 350 \times 1.6 / 31$$

$$\lg(1 + xS/N) / \lg 2 = 350 \times 1.6 / 31$$

$$1 + xS/N = 10^{\lg 2 \times 350 \times 1.6 / 31}$$

$$xS/N = 10^{\lg 2 \times 350 \times 1.6 / 31} - 1$$

$$x = (10^{\lg 2 \times 350 \times 1.6 / 31} - 1) / (10^{\lg 2 \times 350 / 31} - 1) = (10^{5.438} - 1) / (10^{3.399} - 1) \approx 10^{5.438} / 10^{3.399} \\ = 10^{2.039} = 109.396$$

信噪比应增大到约 100 倍。

设在此基础上将信噪比 S/N 再增大到 10 倍,而最大信息传输速率可以再增大到 y 倍,则利用香农公式,得出

$$35000 \times 1.6 \times y = 3100 \log_2(1 + 2505 \times 109.396 \times 10)$$

$$y = 3100 \log_2(1 + 2505 \times 109.396 \times 10) / 35000 \times 1.6$$

$$= (3100 \lg 2740370.8 / \lg 2) / 35000 \times 1.6 = 1.184$$

即最大信息速率只能再增加 18.4%左右。

2-14:

【2-14】试写出下列英文缩写的全称，并进行简单的解释。

FDM, FDMA, TDM, TDMA, STDM, WDM, DWDM, CDMA, SONET, SDH, STM-1, OC-48。

解答：简单解释如下。

FDM (Frequency Division Multiplexing, 频分复用)：给每个信号分配唯一的载波频率并通过单一媒体来传输多个独立信号的方法。组合多个信号的硬件称为复用器，分离这些信号的硬件称为分用器。这里只强调了复用的方式，而并不关心复用的这些信道是来自多个用户还是来自一个用户。

FDMA (Frequency Division Multiple Access, 频分多址)：强调这种复用信道可以让多个用户（可以在不同地点）使用不同频率的信道接入到复用信道。这里当然采用了复用技术，只不过省略了“复用”二字。如果把译名改为“频分复用多址”，就太不简练了。因此，“频分多址”

强调多址；译名中虽然没有提到“复用”，但是使用了频分复用技术。

TDM (Time Division Multiplexing, 时分复用)：把多个信号复用到单个硬件传输信道，它允许每个信号在一个很短的时隙使用信道，接着的时隙再让下一个信号使用。这里只是说明了复用的方式，而并不关心复用的每个时隙的信号是来自多个用户还是来自一个用户。

TDMA (Time Division Multiple Access, 时分多址)：强调这种复用信道可以让多个用户（可以在不同地点）使用不同的时隙接入到复用信道，即强调的是多址；译名中虽然没有提到“复用”，但是使用了时分复用技术。

STDM (Statistic TDM, 统计时分复用)：又称为异步时分复用，是一种改进的时分复用，它能明显地提高信道的利用率。STDM 帧不是固定分配时隙，而是按需动态地分配时隙。因此统计时分复用可以提高线路的利用率。

WDM (Wavelength Division Multiplexing, 波分复用)：就是光的频分复用。人们借用传统的载波电话的频分复用的概念，就能做到使用一根光纤来同时传输多个频率很接近的光载波信号。这样就使光纤的传输能力成倍地提高了。由于光载波的频率很高，因此习惯上用波长而不用频率来表示所使用的光载波。

DWDM (Dense WDM, 密集波分复用)：是波分复用的一种具体表现形式。DWDM 的波长间隔很小，不到 2 nm，甚至小于 0.8 nm。因此现在可以把几十路甚至一百多路的光载波信号复用到一根光纤中来传输。由于 DWDM 的普及应用，现在人们谈论的 WDM 系统几乎全都是 DWDM 系统。

CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址)：使用码分复用的一种共享信道的多址方法。每一个用户可以在同样的时间使用同样的频带进行通信。由于各用户使用经过特殊挑选的不同码型，各用户之间并不会造成干扰，因此这种系统发送的信号有很强的抗干扰能力。译名中虽然没有提到“复用”，但是使用了码分复用技术。

SONET (Synchronous Optical Network, 同步光纤网)：美国在 1988 年首先推出的一个数字传输标准。整个同步网络的各级时钟都来自一个非常精确的主时钟。SONET 为光纤传输系统定义了同步传输的线路速率等级结构，其传输速率以 51.84 Mbit/s 为基础倍增。当这个倍数是 768 时，传输速率近似为 40 Gbit/s。

SDH (Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字系列)：ITU-T 以美国标准 SONET 为基础制定出的国际标准。SDH 的基本速率为 155.52 Mbit/s，称为 STM-1。

STM-1 (Synchronous Transfer Module-1, 第 1 级同步传递模块)：通过光纤传输数据的一系列标准。SDH 标准规定第 1 级同步传递模块（即 STM-1）的传输速率是 155.52 Mbit/s，然后把 n 倍的速率记为 STM- n 。

OC-48 (Optical Carrier-48) : OC (Optical Carrier)的意思就是光载波，是 SONET 标准的表示方法。此标准规定第 1 级光载波（即 OC-1）的传输速率是 51.84 Mbit/s，然后把 n 倍的速率记为 OC- n 。例如，OC-48 的传输速率是 48 倍的 OC-1 速率，即 2488.32 Mbit/s，一般写为 2.5 Gbit/s。