计算机网络原理第二次作业

计92 甘乔尹 2019011240

1.1 解：总容量为 $7 \times 3 = 21GB = 21 \times 2^{30}\ Byte$

对于数据速率为 $150Mbps = 150 \times 10^6\ bit/s$ 的传输线来说，

需要的时间为 $21 \times 2^{30} \times 8/(150 \times 10^6) = 1202.59s$

狗超过传输线最长距离为 $1202.59/60 \times 18 = 6.01km$

也即在小于 $6.01km$ 范围内狗的数据传输速率超过传输线。

狗的速度加倍，磁带容量加倍，这个距离会减半；

线路速率加倍，这个距离会加倍。

1.3 答：高带宽、高延迟：洲际光纤网络

低带宽、低延迟：家庭局域网

1.4 答：数字语音流量：完整性、统一投递时间

视频流量：完整性、统一投递时间

金融业务流量：保密性、完整性、可靠性

1.9 解：假设一个时间槽内有 x 台主机访问信道，

发生冲突的条件是：某个时间槽内有两台以上的主机访问信道，

$P(x > 2) = 1 - P(x = 0) - P(x = 1) = 1 - (1-p)^n - np(1-p)^{n-1}$

1.10 答：理由：分层有利于将问题分解，从而更好地管理和解决问题；

分层逻辑使得协议改变时不影响上一层和下一层，更加方便安全。

缺点：分层设计之后，性能未必优于一体化设计，而且在每一层都可能出现不同的问题。

1.11 答：实际的通信只能在最低层进行，而不能发生在高层与高层之间，这个通信机制违反了该协议。

1.12 答：不相同。字节流和报文流适用于不同的数据传输场景。比如说传递类似于一本书这样的顺序页面，需要用到报文流来进行传输，因为需要确定报文边界；而传递类似于电影这样的无分页下载信息时，只需要 用字节流来进行传输。

1.15 答：假设某一帧传输了 x 次，那么对应的概率为 $P_x = p^{x-1}(1-p)$

所以传输次数对应的数学期望为 $E = \sum_{x=1}^{\infty} xp^{x-1}(1-p) = 1/(1-p)$

也就是平均传输次数为 $1/(1-p)$ 次。

1.20 答：这两种方案各有优点和缺陷。确认每一个数据包可以在数据包丢失的情况下只补发丢失的数据包，但是确认所耗费的代价太大；确认一整个文件所耗费的代价小，但是如果数据包丢失需要重传整个文件，弥 补错误的代价大。前者适用于丢包率高的网络，后者适用于丢包率低的网络。

1.33 答：测试结果如下所示：

域名	距离(km)	传输时间(ms)
berkeley.edu	9493	211.204
mit.edu	10819	198.329
buaa.edu.cn	3.6	12.410
sysu.edu.cn	1900	55.176
nus.edu.sg	4485	91.753

经过拟合，得到的结果为：$y = -10^{-13}x^4 + 2 \times 10^{-9}x^3 - 10^{-5}x^2 + 3.7 \times 10^{-2}x + 12.277$

2.1 解：计算过程如下：

$$
\begin{aligned}
a_n &= \frac{2}{T}\int_0^T f(t)sin(2\pi nft)dt = 2\int_0^1 tsin(2\pi nt)dt \\
&= 2(-tcos(2\pi nt)/2\pi n)|_0^1 - 2\int_0^1 -cos(2\pi nt)/2\pi n\ dt \\
&= 2(-\frac{1}{2\pi n}) - 2(-sin(2\pi n)/4\pi^2 n^2)|_0^1 = -\frac{1}{\pi n} \\
b_n &= \frac{2}{T}\int_0^T f(t)cos(2\pi nft)dt = 2\int_0^1 tcos(2\pi nt)dt \\
&= 2(tsin(2\pi nt)/2\pi n)|_0^1 - 2\int_0^1 sin(2\pi nt)/2\pi n\ dt \\
&= -2(-cos(2\pi n)/4\pi^2 n^2)|_0^1 = 0 \\
c &= \frac{2}{T}\int_0^T f(t)dt = 2\int_0^1 tdt = 2 \times \frac{1}{2} = 1
\end{aligned}
$$

所以傅里叶系数 $a_n = -\frac{1}{\pi n}$，$b_n = 0$，$c = 1$。

2.3 解：由奈奎斯特采样定理可知，最大数据传输率为 $2 \times 6 \times log_2 4 = 24Mbps$
也即每秒钟可以发送 2.4×10^7 比特。

2.4 解：$20dB$ 对应的信噪比 $S/N = 10^2 = 100$
由香农定理可知，最大数据传输率为 $3 \times log_2(1+100) = 19.98kbps$
由奈奎斯特采样定理可知，最大数据传输率为 $2 \times 3 \times log_2 2 = 6kbps$
两者取最小值，可知可达最大数据率为 $6kbps$。

2.5 解：$T1$ 载波的数据传输率为 $1.544Mbps$
由香农定理可知，$50 \times log_2(1 + S/N) = 1.544 \times 10^3$
解得 $S/N = 2^{30.88} - 1 = 92.96dB$

2.9 答：奈奎斯特采样定理对于任何物理介质都成立，这个理论与所用的材料无关。

2.20 答：石油管道是半双工系统，虽然石油可以双向流动，但在某个时刻只能单向传输；
河流是单工系统，因为一般来说河流流向不会改变；
类似对讲机的通信也是半双工系统，两个人可以对讲，但在某个时刻信息只能单向发送。

2.25 解：最小带宽为 $4000 \times 10 + 400 \times (10-1) = 43600Hz$

2.37 解：对于星形拓扑结构，传输路径的跳数均为 2；

对于双向环结构的某个节点，考察其跳向任意一个节点的跳数期望，对于剩下的 $n-1$ 个节点：

若 $n-1$ 为偶数，那么可均分为两等份，期望为 $\frac{1}{n-1} \times 2 \times \sum_{k=1}^{(n-1)/2} k = \frac{(n+1)}{4}$，

若 $n-1$ 为奇数，可分为两等份和最远点，期望为 $\frac{1}{n-1} \times (2 \times \sum_{k=1}^{(n-2)/2} k + \frac{n}{2}) = \frac{n^2}{4(n-1)}$；

对于全连通结构，传输路径的跳数均为 1。

可见，如果 $2 \le n \le 3$，全连通结构和双向环结构效果相同，优于星形拓扑结构；

当 n 为奇数时，$n = 7$ 时双向环结构效果达到和星形结构效果相同，$n < 7$ 时更优；

当 n 为偶数时，$n \le 6$ 时双向环结构优于星形结构，此后无论奇偶期望均大于 2；

综上所述：当 $2 \le n \le 3$，全连通结构 = 双向环结构 > 星形拓扑结构；

当 $4 \le n \le 6$，全连通结构 > 双向环结构 > 星形拓扑结构；

当 $n = 7$，全连通结构 > 双向环结构 = 星形拓扑结构；

当 $n \ge 8$，全连通结构 > 双向环结构 > 星形拓扑结构。

2.38 解：对于电路交换网络，总时间为电路建立时间加上包发送时间加上总共的延迟时间，

也即 $t_1 = s + \frac{x}{b} + kd$；

对于包交换网络，没有电路建立时间，但是有每次路由重新分发包的延迟时间，

一共有 $k-1$ 次重新发送，也即 $t_2 = \frac{x}{b} + kd + (k-1)\frac{p}{b}$；

要使得 $t_2 < t_1$，也即$(k-1)\frac{p}{b} < s$，解得 $p < \frac{sb}{k-1}$，

也即需要满足 $p < \frac{sb}{k-1}$，使得数据包网络延迟较短。

2.39 解：每个数据包的大小为 $p + h$，总共需要发送的数据量为 $\frac{x}{p} \cdot (p+h)$，

所以传播的总时间为 $t = \frac{x(p+h)}{bp} + (k-1)\frac{p+h}{b} = \frac{x+(k-1)h}{b} + \frac{hx}{bp} + \frac{(k-1)p}{b}$，

要使得延迟最小，只需使得 $\Delta(p) = \frac{hx}{bp} + \frac{(k-1)p}{b}$ 最小，此时 $p = \sqrt{\frac{hx}{k-1}}$。

2.40 解：对于蜂窝移动电话系统，一个蜂窝结构内至少需要使用三种不同频段，所以对于一个给定的蜂窝，

最多可以使用 $840/3 = 280$ 个频率。

2.48 解：可以。可以挂接的用户个数为$10 \times 10^6/64 = 156250$ 个用户。