

计算机网络原理 · hw2

计01 容逸朗 2020010869

第一章

Q1

- ① 考虑到渡鸦只需要一次飞行就可以完成任务，故信道的数据速率为：

$$\frac{1.8\text{TB}}{160\text{km} \div 40\text{km/h}} = 0.45\text{TB/h}$$

- ② 渡鸦需要在城堡间飞行三次才能传输完 3.6 TB 的数据，因此答案为：

$$\frac{3.6\text{TB}}{3 \times 160\text{km} \div 40\text{km/h}} = 0.3\text{TB/h}$$

- ③ 不妨设要发送的数据流大小为 x TB，那么渡鸦需要最多需要飞行 $2 \times \lceil \frac{x}{1.8} \rceil - 1 \leq 2 \times \frac{x}{1.8} + 1$ 次

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{x\text{TB}}{(2 \times \frac{x}{1.8} + 1) \times 160\text{km} \div 40\text{km/h}} = \frac{1}{\frac{8}{1.8}}\text{TB/h} = 0.225\text{TB/h}$$

Q5

- LAN 模型可以保障系统稳定性（若系统有冗余），同时提供了更多的算力和更好的交互接口。

Q6

- 跨洋的海底光纤电缆网络具有高带宽及高延迟：
 - 光纤的带宽可达到每秒吉字的量级；
 - 但几千公里距离的传输会带来较高的延迟。
- 同一个单位内使用原始的交换机（例如 56kbps 的？）的网络则具有低带宽及低延迟。

Q8

- 首先计算数据包的传播时延：

$$\frac{29700\text{km}}{3 \times 10^8\text{m/s}} = 99\text{ms}$$

- 假设传输过程中经过了 x 个卫星，那么有：

$$\frac{0.1x}{99 + 0.1x} = 1\%$$

$$x = 10$$

- 由此可知，数据包在传输过程中合共经过了 10 个卫星。

Q9

- 注意到每次交互数据时，数据包需要先由发送端传送到卫星再回传到接收端。而客户-服务器系统在交互过程中需要分别从客户端发送请求报文，再由服务器响应报文，因此合计的传输距离为 $4 \times 40000\text{km} = 160000\text{km}$ ，故最佳情形下的延迟为：

$$\frac{160000\text{km}}{3 \times 10^8\text{m/s}} = 0.533\text{s}$$

Q12

- 5 台路由器组成的点到点子网由 $\frac{5 \times 4}{2} = 10$ 条“连线”组成，由于可选择连接方式有四种，因此组成的拓扑共有 $4^{10} = 1048576$ 种。若每种拓扑需 50ms 生成，则需要：

$$1048576 \times 50\text{ms} = 1048576 \times 0.05\text{s} = 52428.8\text{s} \approx 14.56\text{hrs}$$

Q13

- 只需要考虑每一个节点到根节点的期望跳数，然后乘以 2 代表来回所需的跳数期望值即可：

$$2 \times \frac{\sum_{i=0}^{n-1} i \cdot 2^i}{2^n - 1} = 2 \times \frac{2 + (n-2) \cdot 2^n}{2^n - 1} = 2n - 4 + \frac{2n}{2^n - 1}$$

- 上式说明当 n 足够大时平均需要经过 $2n - 4$ 跳才能到达目的地。

Q14

- 当没有主机访问或只有一台主机访问信道时才不属于冲突，因此由于冲突而被浪费的时间槽比例为：

$$1 - (1 - p)^n - np(1 - p)^{n-1}$$

Q16

- 运输层加入源和目标信息是为了区分应用进程和实现可靠传输；
- 网络层中加入源和目标信息是为了使数据可以在互连网上传输，即被路由器转发；
- 链路层中加入相关信息是为了让数据被相应的目标主机接收。

Q17

- 匹配结果如下：

保证	层
尽力传递	网络层
可靠传递	传输层
按序传递	传输层
字节流抽象	传输层
点到点链路抽象	链路层

Q19

- 传播时延： $l = \frac{RTT}{2} = \frac{100}{2} = 50\text{ms}$
- 由此可知发送方的传输速率为： $\frac{5 \times 1500\text{B}}{50\text{ms}} = 1.5 \times 10^5 \text{B/s}$

Q20

- OSI 协议中通信只由物理层（最底层）完成，而不会在每一层中实现此部分功能。

Q21

- 两者不同。原因在于：
 - 消息流保留了消息的边界信息，因此接收到数据后可以恢复为一条条独立的信息；
 - 字节流信息由于缺失了消息的边界指示，因此只能把消息恢复为一段数据而不能划分消息。

Q24

- 第 i 次才发送成功的概率为 $(1 - p)p^{i-1}$ ，故期望的传输次数为：

$$\sum_{i=1}^{\infty} i(1 - p)p^{i-1} = \frac{1}{1 - p}$$

Q25

- (a) 分割比特流为帧
 - OSI：数据链路层
 - TCP/IP：Host-to-Network
- (b) 确定子网路径
 - OSI：网络层
 - TCP/IP：Host-to-Network

Q32

- 若数据包出现错误时，独立确认每一个数据包的策略只需要重传出错的包即可，而整体检查的话则需要重传整个文件。
- 由于上述性质，当网络的可靠性极高时可以采用整体检查的方法以节省发送确认信息所需的带宽。（只需要发送一次即可）
- 但网络稳定性较差时还是采用独立确认的方法较佳，因为重传数据包的整体代价较低。

Q38

- 优点：
 - 全球用户无论使用何种设备都可以相互之间直接交流；
 - 采用统一的标准可以降低设备的价格。
- 缺点：
 - 由于经济原因，我们很难改变一些已经被广泛使用的标准，这导致了很多过时的标准仍然残留在全球网络体系之中。
 - 出于政治考量，国际标准往往是一种经过妥协后的产物，因此不一定是最优的方案。

Q41

- 不会影响。因为上下层接口仅负责调用和提供服务，在接口没有改变的情况下不会影响其他层的操作。

Q42

- 第 $k-1$ 层接口只提供服务，因此改变第 k 层的服务不会影响第 $k-1$ 层的操作。
- 第 $k+1$ 层会受到影响，原因在于下层提供的服务不同了，需要重写操作以调用新的接口。

Q45

- 从下方的表格可知距离和延迟并没有任何必然的关系：

院校	网站	距离	延迟
MIT	mit.edu	10800km	38ms
UC Berkeley	berkeley.edu	9500km	221ms
USYD	www.sydney.edu.au	9000km	37ms

注：南非 uct 和荷兰的 vu 是 ping 不通的。

第二章

Q2

- 优势：带宽高、抗干扰能力强（不受电磁波干扰）、重量轻
- 不足：弯曲后容易损坏、只能单向通信、光电接口价格高昂

Q12

- 由于这是一条无噪声的信道，信道可以携带大量信息，此时数据速率与采样频率无关，只要每次采样时包含的数据更多即可。

此时由奈奎斯特定理知，最大的传输速率为：

$$2H \log_2 V$$

每 1ms 对一条无噪声 3kHz 信道采样一次，则每秒可以采样 6000 次。若每次采样 B bits，则通道的数据速率为 6B kbps。

- 若信道信噪比为 30dB，那么由信噪比的定义知：

$$10 \log \left(\frac{S}{N} \right) = 30$$

$$\frac{S}{N} = 1000$$

- 由香农定理可知理论上的最大数据速率为：

$$H \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) = 3 \times 10^3 \times \log_2(1 + 1000) = 29.9\text{kbps}$$

Q13

- 奈奎斯特定理和线材的材料无关，因此奈奎斯特定理同样适用于单模光纤。

Q14

- 由奈奎斯特定理知：

$$2H \log_2 V = 2 \times 6 \times \log_2 4 = 24\text{Mbps}$$

Q38

- T1 载波需要 1.544 Mbps 的数据传输速率。由香农定理知：

$$1 \times 10^6 \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) = 1.544 \times 10^6$$

$$\frac{S}{N} = 2^{1.544} - 1 = 1.916$$

- 对应的信噪比为：

$$10\log\left(\frac{S}{N}\right)=2.824\text{dB}$$

Q47

- 不同网络性质如下：

网络结构	最佳路径跳数	平均传输跳数	最差路径跳数
星状拓扑	2	2	2
双向环结构	1	n/4	n/2
全连通结构	1	1	1

Q48

- 电路交换网络需时：

$$l_1=s+\frac{x}{b}+kd$$

- 数据包交换网络需时：

$$l_2=\frac{x}{p}\cdot\frac{p}{b}+(k-1)\cdot\frac{p}{b}+kd$$

- 考虑下式：

$$l_1-l_2=s-(k-1)\cdot\frac{p}{b}<0\Leftrightarrow s<(k-1)\cdot\frac{p}{b}$$

- 这说明了当 $s<(k-1)\cdot\frac{p}{b}$ 时，电路交换网络优于数据包交换网络；
反之若 $s>(k-1)\cdot\frac{p}{b}$ 时，数据包交换网络更优。

Q49

- 首先计算线路的总延迟：

$$l_p=\frac{x}{p}\cdot\frac{p+h}{b}+(k-1)\cdot\frac{p+h}{b}$$

- 由此可知 p 值应当满足如下条件：

$$\frac{dl_p}{dp} = 0 \Leftrightarrow -\frac{xh}{b}p^{-2} + \frac{k-1}{b} = 0$$

$$p = \sqrt{\frac{xh}{k-1}}$$

Q50

- 对于任意一个六角形蜂窝，它共有 6 个邻居，当这 6 个邻居的频率是梅花间竹排列时所需的频率数最少，此时只需要三种频率即可（六角形蜂窝自身一种，邻居两种），那么一个给定的蜂窝最多可以使用： $840 \div 3 = 280$ 种频率。

Q61

- 卫星间传输时间只和距离相关，故：
 - GEO 需时： $2 \times \frac{35800\text{km}}{3 \times 10^8 \text{m/s}} = 238.7\text{ms}$
 - MEO 需时： $2 \times \frac{18000\text{km}}{3 \times 10^8 \text{m/s}} = 120\text{ms}$
 - LEO 需时： $2 \times \frac{750\text{km}}{3 \times 10^8 \text{m/s}} = 5\text{ms}$

Q62

- 铱星在 750km 的高空上运行，因此数据传输的总距离为：

$$2 \times 750 + (6371 + 750)\pi = 23871\text{km}$$

- 传播时迟为：

$$l = \frac{23871\text{km}}{3 \times 10^8 \text{m/s}} = 79.57\text{ms}$$

- 由于铱星在每条轨道上有卫星 11 颗，故从北极到南极至少需要经过 6 颗卫星，因此总延迟为：

$$79.57\text{ms} + 60\mu\text{s} = 79.63\text{ms}$$