

第一周1

R1. 无区别 列举: PC, 邮件服务器, 云计算服务器.

Web 服务器是终端系统.

R2. 一套国际礼仪规则, well-established and time-honored. 使不同的国家和其人民更容易共同生活和工作.

R3. 因为有标准, 协议才能生效, 端系统才能基于协议制定的标准进行通信.

R4. (1) 通过电话线的拨号调制解调器: 住宅接入

(2) 通过电话线的 DSL: 住宅接入或公司接入

(3) 混合光纤同轴电缆: 住宅接入

(4) 以太网交换机: 公司接入

(5) 无线网 Wi-Fi: 住宅接入或公司接入

(6) 5G: 广域无线接入

R5. HFC 带宽是由所有用户共享的.

不会出现碰撞. 在下行信道, 所有的分组从头到尾由同一个源发出, 因此不会碰撞.

R6. 电话线接入, 光纤接入, 电缆接入

光纤接入, 下行 1Gbps, 上行 30Mbps.

R8. 双绞线, 光纤

R9. (1) 拨号调制解调器: 宽带专用, 56 kbps

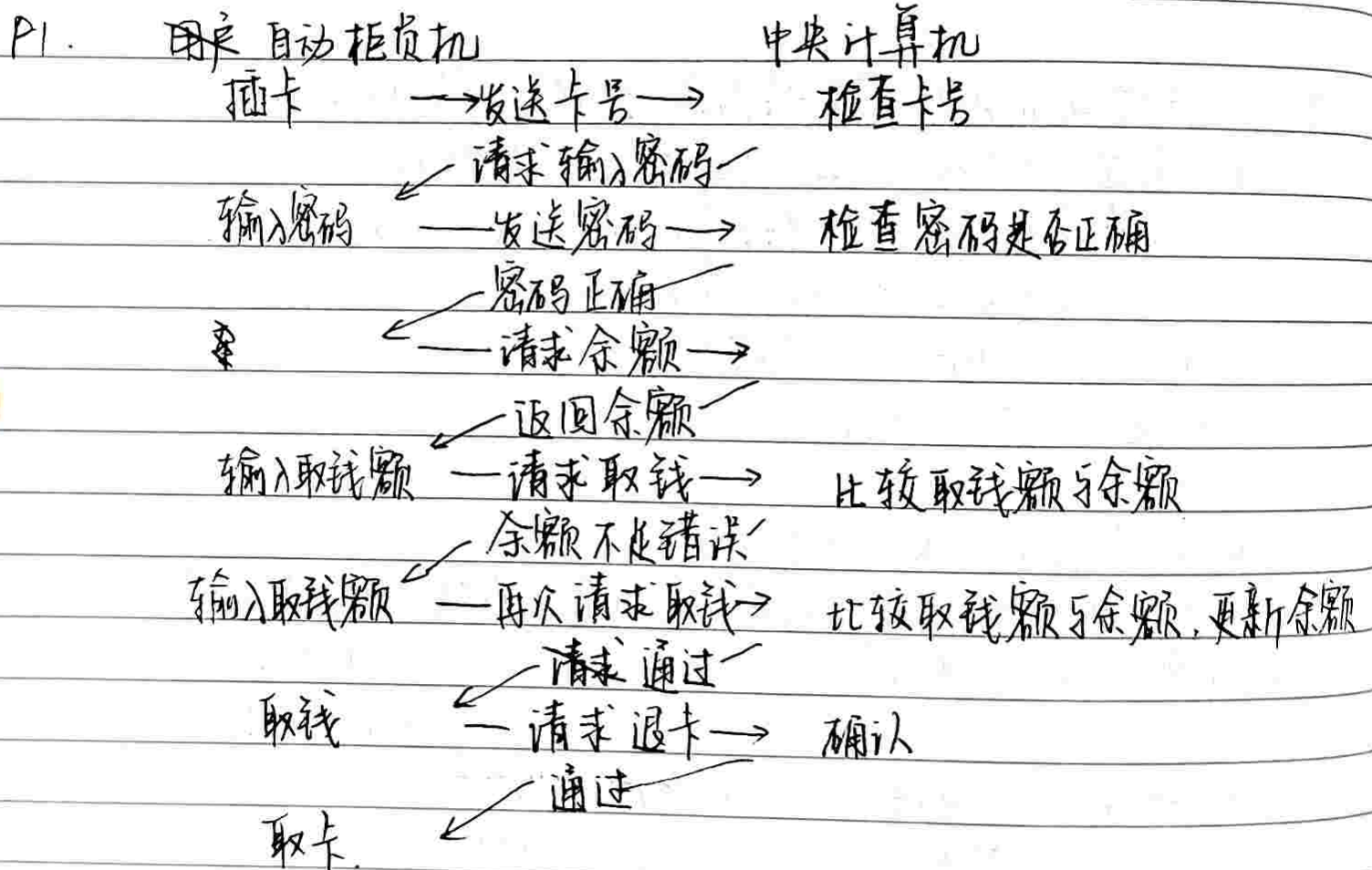
(2) HFC: 宽带专用, 下行 42.8 Mbps, 上行 30.7 Mbps

(3) DSL: 宽带共享, 下行 24 Mbps, 上行 2.5 Mbps

(4) FTTH: 宽带专享, 下行 10-20 Mbps, 上行 2-10 Mbps

R10. (1) WiFi: 用于无线局域网, 用户辐射范围为几十米传输数据包。

(2) 5G: 大范围无线网, 通过运营商提供的基站提供基站几百米范围内的无线网络。



第1周 2

$$R11. T = \frac{L}{R1} + \frac{L}{R2}$$

R14. 为了减少通信流量而费用, ISP之间的所有流量可以直接连接而非通过上游ISP传输.

IXP通过交换的流量对ISP收费.

R15. 谷歌的数据中心经过专用的TCP/IP网络互连, 该网络跨越全球, 但仍独立于Internet.

动机: 直接与较低层ISP对接, 减少向ISP支付的费用. 对其服务最终如何交付给终端用户有更多控制.

R17 (1) 1000km, 1Mbps, 100bytes; (2) 100km, ~~1Mbps~~ 1Mbps, 100bytes

R18 1000 bytes = 8000 bits. 传输时延: $8Kb \div 2Mb = 4ms$

传播时延: $2500km \div (2.5 \times 10^8 m/s) = 10ms$

总用时: $4ms + 10ms = 14ms$

$$T = \frac{L(B)}{R(bps)} + \frac{d}{s} = \frac{8L}{R}(s) + \frac{d}{s}(s) = \left(\frac{8L}{R} + \frac{d}{s} \right)(s) \quad \text{相关}$$

R20 端系统A会以固定而大小把大文件拆分为多个小的数据块, 然后通过协议栈, 自顶向下地把数据封装为分组并发送到接收端.

分组交换机接收到分组后, 会获取分组首部的一个或多个字段的值, 然后到自己的转发表中查询该值对应转发到哪一条链路上.

当驾车从一个城市到另一个城市时候, 我们只知道目的地, 而不知道具体要走的路线, 但我们可以通过询问沿途中的加油站或行人得知下一步的具体路线. 分组交换中同样也是只知道分组源地址和目的地址, 途中要经过数个路由器, 而路由器会根据目的地告诉分组下一条要走的具体路线.

R21 最大 500 packages/s 最小 350 packages/s. 流量强度 $\frac{500}{350} = \frac{10}{7}$
 由于传输随机性, 每次实验的数据丢失发生时间都不同.

$$P2 \quad N \cdot \frac{L}{R} + (P-1) \frac{L}{R} = (N+P-1) \frac{L}{R}$$

P3 a. 电路交换网, 因为发送速率稳定, 而且运行时间较长, 用电路交换不会占太多空闲资源.

b. 不需要, 因为假定该应用程序数据传输速率总和小于每条链路的各自容量.

P5. a. 每个收费站 75 km, ~~第一站~~ 处理时间 $12 \times 10 = 120s = 2min$.

传播时间 $75 \div 100 = 45min$

$$\text{共 } 2min \times 3 + 45min \times 2 = 96min$$

$$b. \quad 12 \times 8 \times 3 s + 45min \times 2 = 94min 48s$$

$$P6 \quad a. \quad d_{drop} = \frac{m}{s}$$

$$b. \quad d_{trans} = \frac{L}{R}$$

$$c. \quad t = \frac{m}{s} + \frac{L}{R}$$

d. 刚离开主机

e. 在链路中

f. 已到达主机 B

$$g. \quad m = \frac{Ls}{R} = \frac{1206 \times 2.5 \times 10^8 m/s}{56000 b/s} \approx 535714.29(m)$$

$$P7 \quad \text{传输: } \frac{56 \times 8}{2 \times 10^6} s = 0.224 ms$$

$$\text{处理: } \frac{56 \times 8}{64 \times 10^3} s = 7 ms \quad \text{传播: } 10 ms$$

$$t = 0.224 ms + 7 ms + 10 ms = 17.224 ms$$

P8 a. 20

b. 0.1

c. $C_{120}^n 0.1^n 0.9^{120-n}$

d. $\sum_{i=21}^{120} C_{120}^i 0.1^i 0.9^{120-i}$

P9 a. $N = \frac{1 \text{ Gbps}}{100 \text{ kbps}} = 10000$

b. $\sum_{i=N+1}^M C_M^i p^i (1-p)^{M-i}$

P10
$$T = \sum_{i=1}^3 \left(\frac{L}{R_i} + \frac{d_i}{s_i} \right) + 2d_{\text{proc}}$$

$$\frac{1500 \times 8}{2 \times 10^6} \text{ s} \times 3 + 3 \text{ ms} \times 3 + \frac{5 \times 10^6}{2.5 \times 10^8} \text{ s} + \frac{4 \times 10^6}{2.5 \times 10^8} \text{ s} + \frac{1 \times 10^6}{2.5 \times 10^8} \text{ s}$$

$$= 18 \text{ ms} + 9 \text{ ms} + 20 \text{ ms} + 16 \text{ ms} + 4 \text{ ms}$$

$$= 64 \text{ ms}$$

P11
$$T = \sum_{i=1}^3 \left(\frac{L}{R} + \frac{d_i}{s_i} \right)$$

P12
$$\frac{1500 \times 8}{2 \times 10^6} \times 4.5 = 27 \text{ ms}$$

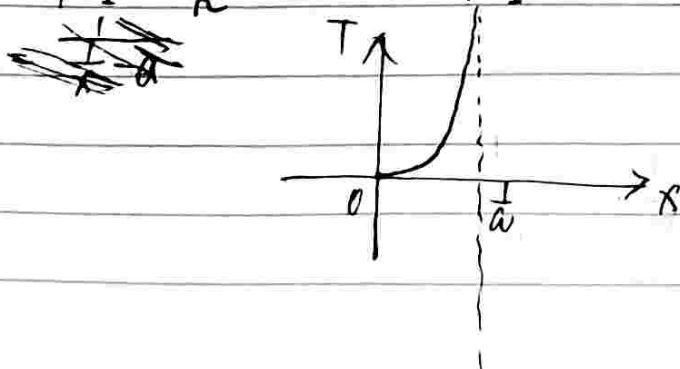
$$D = \frac{L}{R} (N+L-X)$$

P13 a. $\frac{N-1}{2} \cdot \frac{L}{R}$

b. $\frac{N-1}{2} \cdot \frac{L}{R}$

P14
$$T = \frac{LL}{R(1-I)} + \frac{L}{R} = \frac{L}{R} \left(1 + \frac{I}{1-I} \right) = \frac{L}{R(1-I)}$$

$$T = \frac{1}{1-I} \cdot \frac{L}{R} \quad \underline{x = \frac{L}{R}} \quad \frac{1}{1-I} x = \frac{1}{1-ax} x = \frac{x}{1-ax}$$



P15 a. $\frac{1}{\mu} = \frac{L}{R} \quad T = \frac{L}{R(1-I)} \quad I = \frac{La}{R}$
 得 $T = \frac{1}{\mu - a}$

P16 $d_{trans} = \frac{15}{100} = 10 \text{ ms} \quad d_{prop} = 10 \text{ ms} \quad d = 20 \text{ ms}$
 $N = 10 + 1 = 11, a = \frac{N}{d} = \frac{11}{0.02} = 0.5 \text{ pps} \quad 550 \text{ pps}$

P17 a. $d_{end-end} = \sum_{i=1}^n (d_{proc i} + d_{trans i} + d_{prop i})$
 b. $\sum_{i=1}^n (d_{proc i} + d_{trans i} + d_{queue i} + d_{prop i})$

P18 a. 平均分别为 71.18 ms, 71.38 ms 和 71.55 ms
 标准偏差分别为 0.075 ms, 0.21 ms 和 0.05 ms
 b. 12. 不改变
 c. 4. 15P 之间的窥视接 12.
 d. 87.00 ms / 86.35 / 86.48 ms 0.53 ms / 0.18 ms / 0.23 ms
 同上.

P19. 略

P21. $\max \left\{ \min \{R_{11}, R_{12}, \dots, R_{1n}\}, \min \{R_{21}, R_{22}, \dots, R_{2n}\}, \dots, \min \{R_{m1}, R_{m2}, \dots, R_{mn}\} \right\}$
 $\sum_{i=1}^m \min \{R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{in}\}$

P22. $(1-p)^n$ ~~$(1-p)^{n-1}$~~ $\frac{1}{(1-p)^n}$

P23 a. $\frac{1}{R_s}$
 b. 可解. $T = \frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_s}$

P24 $T = \frac{40 \times 10^{12} \times 8}{100 \times 10^6} = 37 \text{ days}$ 选 Fed Ex

P25 a. $R \cdot t_{\text{prop}} = 2 \text{ Mbps} \cdot \frac{20000 \text{ km}}{2.5 \times 10^8 \text{ m/s}} = 2 \text{ Mb/s} \cdot 0.08 \text{ s} = 160 \text{ kb}$

b. 160 kb

c. 任一时刻链路上具有的最大数据量

d. 125 m

e. $m(R \cdot \frac{m}{s}) = \frac{s}{R}$

第2周 3

R22 任务: 封装本层的报文段, 设置各种参数, 对接受到的报文段进行差错检查, 还可能进行流量设置分组重组等。
每个层是可能执行相同的一个/两个任务的, 如差错检验。

R23 应用层: 应用层协议用于各个端系统中的应用程序交换信息分组, 该信息分组称为报文。

运输层: 运输层的作用是在应用程序端点之间传送应用层报文段。在因特网中有TCP和UDP两种运输协议, 任一个都能封装并运输应用层报文, 运输层的分组称为报文段。

~~网络运输层~~

网络层: 网络层负责将运输层的报文段和目的地址封装成数据报, 用于下一层的传输。

链路层: 链路层会把网络层的数据报封装成链路层的帧, 并把该帧传递给下一个结点。

物理层: 物理层的任务是将链路层每帧中的一个比特移动到一个节点, 具体落实到不同的物理媒介。

R25. 路由器: 物理层、链路层、网络层。

链路层交换机: 物理层、链路层。

主机: 应用层、运输层、网络层、链路层、物理层。

$$P20 \min \{ R_s, R_c, \frac{R}{M} \}$$