

1-a

tracert www.baidu.com

```
C:\Users\Wucongxia>tracert www.baidu.com
```

通过最多 30 个跃点跟踪

到 www.a.shifen.com [36.152.44.95] 的路由:

1	1 ms	1 ms	1 ms	XiaoQiang [192.168.31.1]
2	13 ms	4 ms	3 ms	183.252.4.1
3	5 ms	5 ms	4 ms	112.5.175.53
4	*	*	*	请求超时。
5	*	*	*	请求超时。
6	29 ms	27 ms	27 ms	221.183.59.54
7	*	*	*	请求超时。
8	51 ms	45 ms	25 ms	182.61.216.72
9	*	*	*	请求超时。
10	34 ms	27 ms	27 ms	36.152.44.95

跟踪完成。

1-b

tracert www.google.com

```
C:\Users\Wucongxia>tracert www.google.com
```

通过最多 30 个跃点跟踪

到 www.google.com [108.160.172.204] 的路由:

1	2 ms	1 ms	2 ms	XiaoQiang [192.168.31.1]
2	16 ms	7 ms	4 ms	183.252.4.1
3	5 ms	4 ms	5 ms	112.5.175.49
4	60 ms	9 ms	8 ms	112.50.219.69
5	15 ms	10 ms	9 ms	112.50.255.10
6	16 ms	11 ms	13 ms	172.31.254.5
7	29 ms	27 ms	28 ms	100.80.9.1
8	29 ms	30 ms	27 ms	203.90.236.193
9	30 ms	30 ms	33 ms	218.189.5.42
10	341 ms	207 ms	217 ms	dl-242-226-143-118-on-nets.com [118.143.226.242]
11	302 ms	242 ms	243 ms	dl-142-224-143-118-on-nets.com [118.143.224.142]
12	464 ms	302 ms	407 ms	eqix-dc5.dropbox2.com [206.126.237.74]
13	*	*	*	请求超时。
14	*	*	*	请求超时。
15	*	*	*	请求超时。
16	*	*		eqix-dc5.dropbox2.com [206.126.237.74] 报告: 无法访问目标网。

跟踪完成。

# 厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

1. a. 在 windows 命令窗口下输入 `tracert www.baidu.com`, 可以得到的最大跳数为 10。输入 `tracert www.google.com`, 可以得到的最大跳数为 16。

(图示见上面的截图)

- b. 与 a 中同样操作, 输入 `tracert www.baidu.com`, 可以得到的最大 ISP 数为 0。输入 `tracert www.google.com`, 可以得到的最大 ISP 数为 3。

(图示见上面的截图)

2. 解: 每秒发送通话请求数  $\lambda = \frac{60000}{24 \times 60 \times 60} = \frac{25}{36}$  个

每个通话服务的处理时间  $\mu = 3 \text{ min} = 180 \text{ s}$

假设有  $N$  条电话线, 则由呼叫阻塞百分比为 1% 可得

$$P_N = \frac{1}{N!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^N P_0 = 0.01$$

$$\therefore P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{1}{2!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 + \dots + \frac{1}{N!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^N} \quad \text{令 } k = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{25}{36} \times 180 = 125$$

$$\therefore \frac{k^N}{N!} \times \frac{1}{1 + \frac{1}{1!} k + \frac{1}{2!} k^2 + \dots + \frac{1}{N!} k^N} = 0.01$$

$$\therefore \frac{N!}{k^N} \times (1 + \frac{1}{1!} k + \frac{1}{2!} k^2 + \dots + \frac{1}{N!} k^N) = 100$$

3. 解: 4核: 由题意得:  $\lambda = 15\text{个}$

$$\mu = \frac{15}{200\text{ms}} \times 4 = 20\text{个}$$

$$\therefore \rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{15}{20} = 0.75 \quad S = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{20} = 0.05$$

$$\therefore t = S \frac{1}{1-\rho} = \frac{0.05}{1-0.75} = \frac{1}{5} S = 0.25$$

双核:  $\mu' = \frac{15}{200\text{ms}} \times 2 = 10\text{个} \quad \lambda = 15\text{个}$

$$\therefore \rho' = \frac{\lambda}{\mu'} = \frac{15}{10} = 1.5 > 1$$

$\therefore$  每秒到达15个请求, 但服务器每秒只处理10个,  
所以每个web请求的平均服务时间会变很大

# 厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

4. a.  $d_{prop} = \frac{m}{s}$   
 b.  $d_{trans} = \frac{L}{R}$

c.  $d_{total} = d_{proc} + d_{queue} + d_{trans} + d_{prop}$   
 $= d_{trans} + d_{prop} = \frac{L}{R} + \frac{m}{s} = \frac{sL + Rm}{Rs}$

d. 数据包的最后一位在主机A且刚准备离开。

分析：第一位和最后一位相差  $d_{trans}$  的时间

当  $t = d_{trans}$  时，由于第一位在  $t = d_{prop}$  时到达主机B

在 则最后一位在  $t = d_{trans} + d_{prop}$  时到达主机B

∴ 此时最后一位距离主机B  $s \cdot d_{prop} = m$  的位置即主机A

e.  $d_{prop} > d_{trans}$ ，在  $t = d_{trans}$  时，第一个位还未到达主机B，  
 且在距离主机A  $s \cdot d_{trans}$  的位置。

f.  $d_{prop} < d_{trans}$ ，在  $t = d_{trans}$  时，已经过了至少1个  $d_{prop}$  的时间，  
 故此时第一个位在主机B

g.  $d_{prop} = d_{trans} \Rightarrow \frac{m}{s} = \frac{L}{R} \Rightarrow \frac{m}{2.5 \times 10^8} = \frac{120}{56 \times 10^3}$

∴  $m \approx 5.36 \times 10^5$  米

5. a.  $d_{prop} = \frac{m}{s} = \frac{2 \times 10^4 \times 10^3}{2.5 \times 10^8} = 0.08s$

$R \cdot d_{prop} = 2 \times 10^6 \times 0.08 = 1.6 \times 10^5 \text{ (Bit)}$

b. 由于  $800000 = 8 \times 10^5 > 1.6 \times 10^5$ ，故在链路中的最大比特数为  
 为  $1.6 \times 10^5$  比特 ( $n_{max} = 1.6 \times 10^5 \text{ (Bit)}$ )

c. 带宽延迟积是指一个很大的文件在传输中由于传输延迟出现的  
 的整条链路中的最大比特值，也就是传输延迟时间内链路中的比特  
 数。

# 厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

d. 位的宽度  $W_{bit} = \frac{2 \times 10^4 \times 10^3}{1.6 \times 10^5} = 125 \text{ m}$

由于国际赛事的足球场地长度为  $100 \sim 110 \text{ m}$ , 故位宽比足球场还长。

e. 一般表达式  $W_{bit} = \frac{m}{n_{max}} = \frac{m}{R \cdot d_{prop}} = \frac{m}{R \cdot \frac{m}{S}} = \frac{S}{R}$

6. 解:  $L = 56 \text{ Byte} = 448 \text{ Bit}$        $R = 2 \text{ M bps} = 2 \times 10^6 \text{ bps}$

$d_{prop} = 10 \text{ ms}$       比特从产生到解码的时间  $d_1 = \frac{448}{64 \times 10^3} \times 10^3 = 7 \text{ ms}$

$\therefore d_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{448}{2 \times 10^6} \times 10^3 = 0.224 \text{ ms}$

$\therefore d_{nodal} \stackrel{d_1}{=} d_{prop} + d_{trans} = 10 \text{ ms} + 0.224 \text{ ms} = 10.224 \text{ ms}$

$\therefore$  从一个位被创建到该位被解码需要  $10.224 \text{ ms}$

7. 解:  $L = 40 \text{ TB}$        $R = 100 \text{ M bps}$

$d_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{40 \times 10^{12} \times 8}{100 \times 10^6} \text{ s} \approx 889 \text{ h} \approx 37 \text{ (天)}$

$\therefore$  使用联邦快递隔夜送达, 使用该链路需要  $37$  天, 时间过长。

8. a. 电路交换网络, 因为该应用程序启动后将以稳定速率传输数据, 并运行相当长的一段时间, 电路交换网络可为其保留带宽, 不会占用太多空闲资源, ... 为该应用以稳定速率传输数据提供保证

b. 不需要, 因为应用程序数据传输速率的总和小于每个链路的容量



# 厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

9. a. 支持的并发用户数:  $n_{\#} = \frac{3M \text{ bps}}{150 \text{ kbps}} = \frac{3 \times 10^6}{150 \times 10^3} = 20 (\text{个})$

b. 每个用户R传输10%的时间, 故一个给定用户正在传输的概率  $P=0.1$

c. 120个用户中恰好有n个用户同时发送数据的概率为

$$\binom{120}{n} P^n (1-P)^{120-n} = \binom{120}{n} 0.1^n 0.9^{120-n}$$

d. 有21个或更多用户同时发送的概率为

$$1 - \sum_{n=0}^{20} \binom{120}{n} P^n (1-P)^{120-n}$$

$$= 1 - \sum_{n=0}^{20} \binom{120}{n} 0.1^n 0.9^{120-n}$$

10. a. 将消息从源主机移动到第一个包交换机需要的时间:

$$d_1 = \frac{L}{R} = \frac{8 \times 10^6}{2 \times 10^6} \text{ s} = 4 \text{ s}$$

将消息从源主机移动到目标主机的总时间:

$$d_2 = 3d_1 = 3 \times 4 = 12 \text{ s}$$

b. 将第一个包从源主机移动到第一个交换机需要的时间:

$$d_1' = \frac{L'}{R} = \frac{10^4}{2 \times 10^6} \times 10^3 = 5 \text{ ms}$$

第一个交换机完全接收到第二个数据包的时间:

$$d_2' = 2d_1' = 2 \times 5 = 10 \text{ ms}$$

c. 考虑最后一个分组需要  $3d_1'$  的时间才能到达目标主机, 故总时长为

$$799d_1' + 3d_1' = 802d_1' = 802 \times 5 \times 10^{-3} = 4.01 \text{ s} < 12 \text{ s}$$

∴ 分组交换机一边接收存储一边转发, 大大减少了等待时间.

# 厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

- d. ①便于错误重传, 哪个分组出错传哪个。  
 ②丢包率低, 路由器缓存有限, 大的数据缓存不下来易丢失,  
 ③使用交换机的分组更小, 路由器处理压力小。
- e. 每个分组需要增加 header 信息, 最终主机接收到的文件总体增大。

11. 解:  $d_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{80+S}{R}$       分组个数  $n = \frac{F}{S}$

总延迟为  $(n-1) \times d_{trans} + 3d_{trans} = \frac{F+2S}{S} \times \frac{80+S}{R}$   
 $= \frac{80F}{R} \cdot \frac{1}{S} + \frac{2}{R} \cdot S + \frac{160+F}{R} \geq 2\sqrt{\frac{80F}{R} \cdot \frac{1}{S} \cdot \frac{2}{R} \cdot S} + \frac{160+F}{R}$

当且仅当  $\frac{80F}{R} \cdot \frac{1}{S} = \frac{2}{R} \cdot S$  即  $S = \sqrt{40F}$  时取等号。

∴ 将文件从主机 A 移动到主机 B 的延迟最小化的  $S = \sqrt{40F}$

12. 客户端 → 服务器 → 语音网关 → 运营商线路 → 个人电话

中间用一层服务器作转发, 网络电话通过把语音信号经过数字化处理, 压缩编码打包, 通过网络传输给服务器, 然后服务器解压, 把数字信号还原成声音, 再拨打出去。