

数据通信



7-10章习题课

殷亚凤

yafeng@nju.edu.cn

<http://cs.nju.edu.cn/yafeng/>
Room 901, Building of CS





第7章 数据链路控制协议

课程习题（作业）



课本：

7.3 ; 7.6; 7.10 ;

课程习题（作业）



7.3

在图7.10中，由结点A生成帧，并通过结点B发送到结点C。在下述条件中，要使结点B的缓存不致溢出，判断结点B和C之间的最小传输速率要求为多少？

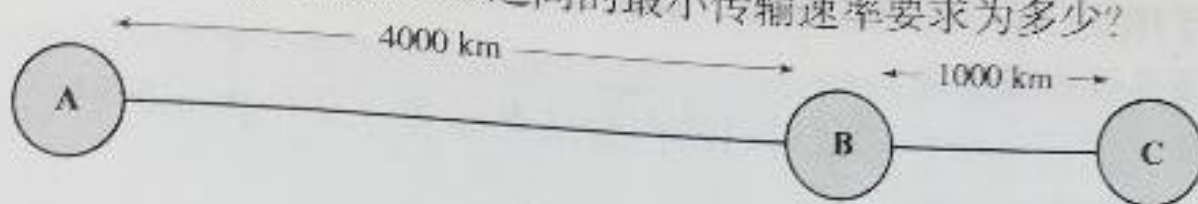


图7.10 习题7.3的配置图

- 结点A和B之间的数据率为100 kbps。
- 两条线路的传播时延都是5 $\mu\text{s}/\text{km}$ 。
- 节点之间的线路为全双工线路。
- 所有的数据帧都是1000比特长。ACK是独立的帧，长度可忽略不计。
- 在A和B之间，滑动窗口协议使用的窗口大小为3。
- 在B和C之间使用的是停止等待机制。
- 没有差错。

课程习题（作业）



答案：

1. A->B之间基于滑动窗口协议传输：

传播时间： $4000\text{km} \times 5\mu\text{s}/\text{km} = 20\text{ms}$

传输时间： $1000\text{bits} / (100 \times 10^3\text{bps}) = 10\text{ms}$

第一帧从A到达B： $20\text{ms} + 10\text{ms} = 30\text{ms}$

B向A返回确认：20ms

A收到第一个确认： $30\text{ms} + 20\text{ms} = 50\text{ms}$

A已传输数据：3帧

2. B->C之间基于停止等待协议传输：

传播时间： $1000\text{km} \times 5\mu\text{s}/\text{km} = 5\text{ms}$

传输时间： $T = 1000\text{bits} / R$ （R是待求数据率）

第一帧从B到达C： $5\text{ms} + T$

C向B返回确认：5ms

B每传一帧所需时间： $10\text{ms} + T$

传输3帧所需时间： $30\text{ms} + 3T = 50\text{ms}$

数据率R： $1000\text{bits} / R = 6.66\text{ms}$ ， $R = 150\text{kbps}$

课程习题（作业）



7.6 假设使用的是选择拒绝ARQ，且 $W=4$ 。举例说明序号字段的长度至少是3比特。

答案：

问题场景：A向B发送数据，滑动窗口大小 $W=4$ ，A可发送4帧，B可接收4帧。

假设序号字段为2比特（小于3比特）

- (1) A向B发送帧0, 1, 2;
- (2) B收到帧0, 1, 2, 然后向A发送确认RR3, 希望接收帧3;
- (3) RR3传输丢失;
- (4) A超时没有收到确认, 重传帧0;
- (5) 由于B希望接收帧3, 所以其窗口为[3, 0, 1, 2], 其中包含帧0, B会接收A重传的帧0。(B不知道帧0是重传, 以为是新传输的帧0)

课程习题（作业）

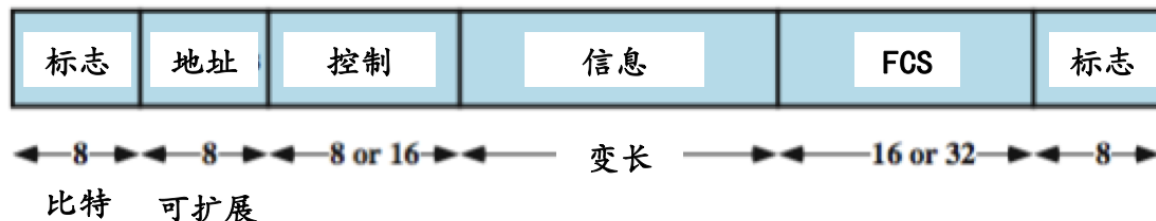


164

数据与计算机组成

7.10 两个站点之间通过1 Mbps 的卫星链路进行通信，链路上的传播时延为270 ms。卫星的任务仅仅是把从一个站点接收到的数据重新传输到另一个站点，其用于交换的时延可忽略不计。使用具有3比特长序号字段的1024比特HDLC帧，最大数据吞吐量可能为多少？也就是说，在HDLC帧中所携带的数据比特的吞吐量为多少？

答案：



传播时间：270ms

一帧传输时间： $1024\text{bits} / (1 \times 10^6\text{bps}) = 1.024\text{ms}$

滑动窗口大小： $2^3 - 1 = 7$

开始发送→收到确认的时间： $270\text{ms} + 1.024\text{ms} + 270\text{ms} = 541.024\text{ms}$

总计传输帧数：7帧

每一帧数据：1024 bits - 48 bits = 976 bits

吞吐量： $\frac{7 \times 976\text{ bits}}{541.024 \times 10^{-3}} = 12.6\text{ kbps}$



第8章 复用

课程习题（作业）



课本：

8.9 ; 8.13 ; 8.14 (a) (b) (c)

课程习题（作业）



8.9 24路语音被复用，并在双绞线上传输，FDM需要多大带宽？假设带宽有效率（数据率与传输带宽之比值，在第5章中介绍）是1 bps/Hz，那么使用PCM的TDM需要的带宽为多少？

答案：

FDM带宽： $24 * 4\text{kHz} = 96\text{kHz}$

语音信号数据率：64kbps

24路语音数据率： $64\text{kbps} * 24 = 1.536\text{Mbps}$

TDM带宽： $1.536\text{Mbps} / (1 \text{ bps/Hz}) = 1.536 \text{ MHz}$

课程习题（作业）



8.13 10条9600 bps的线路TDM进行复用。忽略其额外开销比特，那么同步TDM所需的总容量为多少？假设我们希望将线路的平均利用率限制在0.8，再假设每条线路有50%的时间处于忙状态，那么统计TDM所需的总容量为多少？

答案：

同步TDM总容量： $9600 \text{ bps} * 10 = 96 \text{ kbps}$

统计TDM总容量： $96 \text{ kbps} * 0.5 / 0.8 = 60 \text{ kbps}$

课程习题（作业）



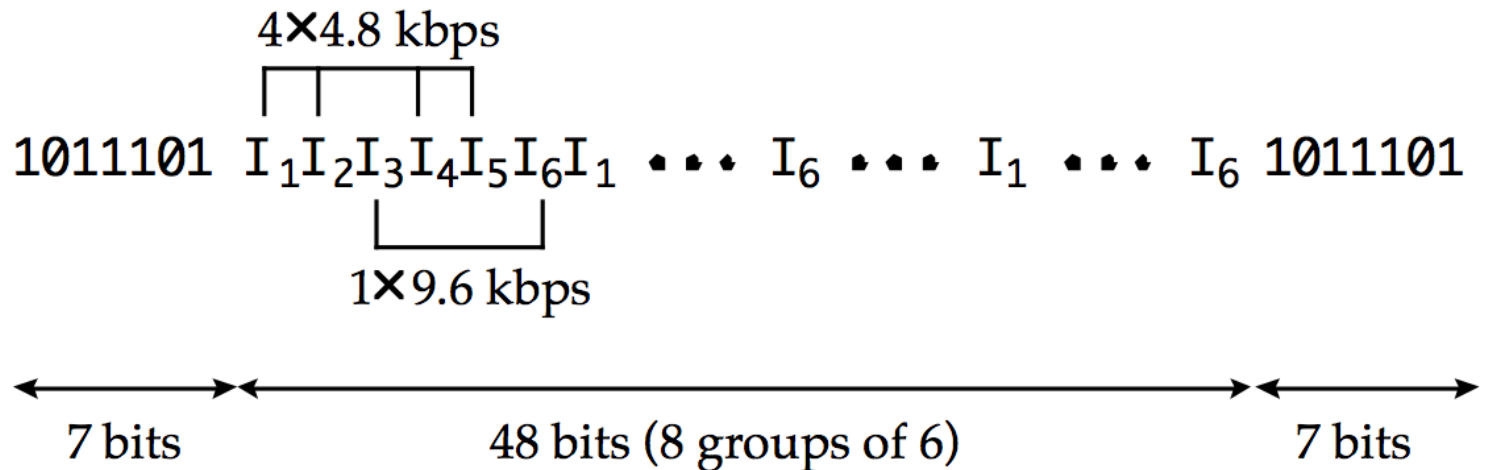
- 8.14 用同步非统计TDM复用4条4.8 kbps和1条9.6 kbps 的信号到一条专用线路上传输。在组帧方面，每48个数据比特插入一个7比特块（模式1011101）。帧重组算法（在接收端的分用器上）如下：
1. 随机选择一个比特位置。
 2. 假设7比特块从该位置开始连续插入。
 3. 观察每个帧中的这个7比特块，共观察12个连续的帧。
 4. 如果12个块中有10个与组帧模式相匹配，则系统“帧同步”；如果不是，则向前一个比特的位置，然后返回第2步。
 - a. 画出复用后的比特流（注意9.6 kbps的输入可以视为两个4.8 kbps输入）。
 - b. 在复用后的比特流中，额外开销所占的百分比是多少？
 - c. 复用后的输出比特速率是多少？
 - d. ~~帧重组的最小时间是多少？最大时间是多少？平均时间又是多少？~~
- 8.15 有一个公司分布在两个地区，公司的总部与它的工厂相距

课程习题（作业）



答案：

a.



b. $7 / (48 + 7) \times 100 = 12.7\%$

c. $(6 \times 4.8 \text{ kbps}) \times ((48 + 7) / 48) = 33 \text{ kbps} = R_0$



第9章 交换与网络

课程习题（作业）



课本：

9.1 ; 9.7; 9.11 (a) (b)

课程习题（作业）



9.1 设想一个简单的电话网络，由两个端局和一个中间交换局组成，各端局与中间交换局之间使用的是1 MHz全双工中继线路。假设每个话音呼叫分配一条4 kHz的信道。电话机的平均使用率为工作日的每8小时呼叫4次，平均呼叫持续时间为6分钟。10%为长途呼叫。那么一个端局最多能够支持多少部电话？

答案：

呼叫频率： $4/8=0.5$ calls/hour

电话持续时间：6 minutes

电话占用时间： $0.5*6=3$ minutes/hour

每小时支持电话数： $60/3=20$ telephones

信道支持电话数： $20 / 0.1=200$ telephones

信道数： $1*10^6\text{Hz}/(4*10^3\text{Hz})=250$ channels

电话数： $200*250=50000$ telephones

课程习题（作业）



9.7 为交换网络定义如下的参数：

N = 在两个指定的端系统之间的跳数

L = 以比特为单位的报文长度

B = 所有链路上的数据率，以比特每秒（bps）为单位

P = 固定分组长度，以比特为单位

H = 额外开销（首部），比特每分组

S = 呼叫建立时间（电路交换或虚电路），单位为秒

D = 每跳的传播时延，单位为秒

- 若 $N = 4$, $L = 3200$, $B = 9600$, $P = 1024$, $H = 16$, $S = 0.2$, $D = 0.001$ ，计算在电路交换、虚电路分组交换、数据报分组交换的情况下，端到端的时延分别为多少？假设不存在确认，并忽略结点的处理时延。
- 分别对(a)中的3种技术推导该时延的一般表达式。并且两个两个地比较（一共有3个表达式），在什么条件下它们的时延是相等的。

课程习题（作业）



答案：

a. 电路交换

C1=呼叫建立时间=S=0.2

C2=数据传递时间

=传播时间+传输时间

= $N \times D + L/B$

= $4 \times 0.001 + 3200/9600 = 0.337$

$T = C1 + C2 = 0.2 + 0.337 = 0.537s$

虚电路分组交换

V1=呼叫建立时间=S=0.2

V2=数据报传递时间

$T = V1 + V2$

= $0.2 + 0.752$

= $0.952s$

数据报分组交换

D1=第1跳数据传递时间

D2=第2跳最后一个数据包所用时间

D3=第3跳最后一个数据包所用时间

D4=第4跳最后一个数据包所用时间

数据包数目： $\left\lceil \frac{3200}{1024-16} \right\rceil = 4$

一个数据包传输时间： $t = P/B = 1024/9600$

一跳传播时间： $D = 0.001$

$D1 = 4 \times (P/B) + D = 4 \times t + 0.001 = 0.428$

$D2 = D3 = D4$

= $t + D = 1024/9600 + 0.001 = 0.108$

$T = D1 + D2 + D3 + D4$

= $0.428 + 0.108 + 0.108 + 0.108 = 0.752s$

课程习题（作业）



答案：

b. 电路交换

$$\begin{aligned} T &= C1 + C2 \\ &= S + N * D + L / B \\ &= S + L / B + N * D \end{aligned}$$

数据报分组交换

$$\begin{aligned} T &= D1 + (N-1) * D2 \\ &= \left\lceil \frac{L}{P-H} \right\rceil * (P/B) + D + (N-1) * (P/B + D) \\ &= \left(\left\lceil \frac{L}{P-H} \right\rceil + N - 1 \right) * (P/B) + N * D \end{aligned}$$

虚电路分组交换

$$\begin{aligned} T &= V1 + V2 \\ &= S + \left(\left\lceil \frac{L}{P-H} \right\rceil + N - 1 \right) * (P/B) + N * D \end{aligned}$$

课程习题（作业）



9.11 ATM设计的一个关键决策在于，是使用固定长度的信元还是可变长度的信元。让我们从效率的角度来考虑这个决定。定义传输效率为

$$N = \frac{\text{信息八位组的数量}}{\text{信息八位组的数量} + \text{额外开销八位组的数量}}$$

a. 考虑使用固定长度的分组。在这种情况下，额外开销由首部八位组组成。定义如下变量：

L = 信元的数据字段长度，单位为八位组

H = 信元的首部长度，单位为八位组

X = 作为一个报文传输的信息八位组的数量

推导 N 的表达式。提示：表达式中需要使用 $\lceil \cdot \rceil$ 运算符，其中 $\lceil Y \rceil$ 为大于或等于 Y 的最小整数。

b. 如果信元具有可变的长度，那么额外开销由首部决定，再加上为信元定界的标志，或首部中附加的长度字段。用 H_v 表示为使用变长信元所需的附加开销八位组。用 X ， H 和 H_v 推导 N 的表达式。

c. 令 $L = 48$ ， $H = 5$ ， $H_v = 2$ 。分别为固定长度和可变长度的信元画出 N 与报文长度的关系曲线。对得到的结果加以说明。

9.12 ATM... 固定长度信元中的数据字段的长度... 让我们从效率和时

课程习题（作业）



答案：

a.

信元数目： $\left\lceil \frac{X}{L} \right\rceil$

每个长度： $L+H$

传输效率： $N = \frac{X}{\left\lceil \frac{X}{L} \right\rceil (L+H)}$

b. 传输效率： $N = \frac{X}{X+H+H_v}$

总结



问题？

殷亚凤

yafeng@nju.edu.cn

<http://cs.nju.edu.cn/yafeng/>

Room 901, Building of CS

