

吴雨娟

22920192204097



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD:FUJIAN XIAMEN

CABLE:0633 P.C:361005

1-05

解: 互联网的基础结构大体上经历了三个阶段的发展。

① 第一阶段是从单个网络 ARPANET 向互联网发展的过程。

特点: 最初只是一个单个的分组交换网, 20 世纪 70 年代 ARPANET 开始研究多种网络互连的技术, 成为现今互联网的雏形。1983 年 TCP/IP 协议成为 ARPANET 上的标准协议, 使得所有使用 TCP/IP 协议的计算机都能利用互联网相互通信。1990 年 ARPANET 宣布关闭。

② 第二阶段的特点是建成了三级结构的互联网。1985 年起美国国家科学基金会 NSF 建设计算机网, 即国家科学基金会网 NSFNET。它是一个三级计算机网, 分为主干网、地区网和校园网 (或企业网)。

③ 第三阶段的特点是逐渐形成了全球范围的多层次 TCP 结构的互联网。出现了因特网服务提供商 ISP, 互联网交换点 ISP 应运而生, 互联网用户飞速增长, 互联网应用、无线网络与网络安全技术的发展。

1-10

解: 电路交换: 电路交换首先需要建立连接, 需 $S(s)$ 。

$$\text{发送时延} = \frac{\text{数据帧长度 (bit)}}{\text{发送速率 (bit/s)}} = \frac{\pi}{b} (s)$$

$$\text{传播时延} = \text{链路数} \times \text{每段链路的传播时延} (s) = kd (s)$$

$$\therefore \text{电路交换总时延} = S + \frac{\pi}{b} + kd (s)$$

分组交换: 传播时延 = 链路数 \times 每段链路的传播时延 $(s) = kd (s)$

接下来计算 n 个分组所需的发送时延。

$$n = \lceil \frac{\pi}{b} \rceil$$

$$\text{发送 } n \text{ 个分组所需的发送时延是 } \lceil \frac{\pi}{b} \rceil \times \frac{\pi}{b} (s)$$

在这里假设所有分组的发送时延相同, 认为所有的分组是等长的。

$$\text{一个分组经过 } k-1 \text{ 段链路的发送时延是 } (k-1) \frac{\pi}{b} (s)$$



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P. C: 361005

$$\therefore \text{分组交换总时延} = kd + T \frac{x}{p} \times \frac{p}{b} + (k-1) \times \frac{p}{b}$$

要使分组交换的时延比电路交换的要小

$$\text{即 } kd + T \frac{x}{p} \times \frac{p}{b} + (k-1) \times \frac{p}{b} < s + \frac{x}{b} + kd$$

$$\text{当 } x \gg p \text{ 时, 有 } T \frac{x}{p} \approx \frac{x}{p}$$

$$\therefore kd + \frac{x}{p} \times \frac{p}{b} + (k-1) \times \frac{p}{b} < s + \frac{x}{b} + kd$$

$$(k-1) \times \frac{p}{b} < s$$

\therefore 在 $(k-1) \times \frac{p}{b} < s$ 的条件下, 分组交换的时延比电路交换的要小.

1-19

解: 数据长度为100字节时, 以太网帧长为: $100 + 20 + 20 + 18 = 158 \text{ B}$

$$\text{数据传输效率: } \frac{100}{158} \times 100\% \approx 63.29\%$$

数据长度为1000字节时, 以太网帧长为: $1000 + 20 + 20 + 18 = 1058 \text{ B}$

$$\text{数据传输效率: } \frac{1000}{1058} \times 100\% \approx 94.52\%$$

1-28

解: 11) $1.5 \text{ MB} = 1.5 \times 2^{20} \text{ B} = 1.5 \times 2^{20} \times 8 \text{ bit} = 12582912 \text{ bit}$

$$\text{发送时间} = \frac{\text{数据长度}}{\text{发送速率}} = \frac{12582912}{10 \times 10^6} \approx 1.258 \text{ s}$$

$$\text{传播时延} = \frac{1}{2} \text{ RTT} = 40 \text{ ms}$$

$$\therefore \text{总时间} = 2 \times \text{RTT} + 1.258 \text{ s} + \frac{1}{2} \times \text{RTT} = 1.458 \text{ s}$$

12) 分组个数 = $\frac{1.5 \text{ MB}}{1 \text{ KB}} = 1536$

这比11)中多出1535个RTT时间

$$\therefore \text{总时间} = 1.458 + 1535 \times \text{RTT} = 124.258 \text{ s}$$

13) $\lfloor \frac{1536}{20} \rfloor = 76$. 还剩7. 1536 - 76 \times 20 = 16个分组, 作为最后一次发送,

仍需要 $\frac{1}{2} \times \text{RTT}$ 的传播时间.

$$\therefore \text{总时间} = 2 \times \text{RTT} + \frac{1}{2} \times \text{RTT} + 76 \times \text{RTT} = 6.28 \text{ s}$$



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P.C: 361005

14) 经过 $n \times RTT$ 时间后发送:

$$2^0 + 2^1 + 2^2 + \dots + 2^{n-1} = 2^n - 1 \text{ 分组}$$

当 $n=10$ 时 $2^{10} - 1 = 1023 < 1536$

当 $n=11$ 时 $2^{11} - 1 = 2047 > 1536$

∴ 在第 11 个 RTT 内, 可以把所有的分组发送完毕.

由于不考虑发送数据所需的时间, 在第 10 个 RTT 结束后, 还要再经过 $\frac{1}{2}RTT$ 的传播时间, 剩下的所有分组就可以到达接收方.

$$\therefore \text{总时间} = 2 \times RTT + 10 \times RTT + 0.5 \times RTT = 12.5 \times 0.08s = 1s$$

1-30

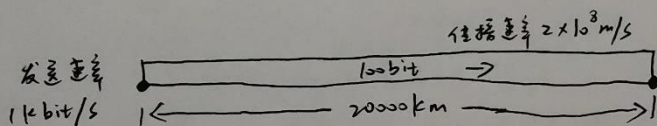
解: 100bit 所需的发送时间 = $\frac{100\text{bit}}{1\text{kbit/s}} = 0.1s$

$0.1 \times 2 \times 10^8 = 20000\text{km}$ 正好为点对点链路长度

∴ 当发送的最后一比特到达终点时, 发送方刚好把 100bit 发送完毕.

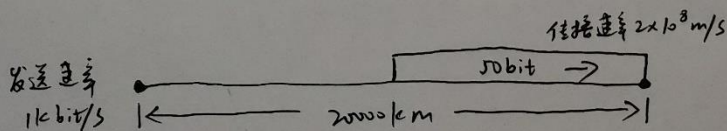
∴ 整条链路上都充满了所传输的 100bit .

① 100bit 刚刚发送完时:



再经过 $0.05s$ 后, 已经有一半的数据到达终点, 还剩下 50bit 在链路上传播.

② 再经过 $0.05s$ 后





廈門大學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P. C: 361005

2-07

解: \therefore 把码元的振幅划分为16个不同等级来传送, 需要用4个二进制数字:

0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111

\therefore 现在每一个码元所携带的信息是4 bit

\therefore 现在得到的数据率是原来的4倍, 即 $20000 \times 4 = 80000 \text{ bit/s}$.

2-09

解: $\therefore C = W \log_2(1 + S/N)$

$\therefore 35000 = 3100 \times \log_2(1 + S/N)$

$\log_2(1 + S/N) = \frac{350}{31}$

$\therefore S/N = 2^{\frac{350}{31}} - 1 \approx 2504$

若想使最大信息传输速率增加60%, 设信噪比 S/N 左增大到 π 倍.

则: $35000 \times 1.6 = 3100 \times \log_2(1 + \pi S/N)$

$\log_2(1 + 2504\pi) = \frac{35000 \times 1.6}{3100}$

$2504\pi = 2^{\frac{350 \times 1.6}{31}} - 1$

$\pi \approx 109$

\therefore 信噪比 S/N 应增大到109倍.

若在此基础上将信噪比 S/N 再增大到10倍, 设最大信息速率可以再增大到 y 倍

则: $35000 \times 1.6 \times y = 3100 \times \log_2(1 + 2504 \times 109 \times 10)$

$y \approx 1.184$

\therefore 最大信息速率只能再增加18.6%左右, 不能再增加20%.



厦 門 大 學

XIAMEN UNIVERSITY

ADD: FUJIAN XIAMEN

CABLE: 0633 P. C: 361005

2-13

解: 因为使用信道复用技术后, 许多用户就可以共同使用一个共享信道来进行通信。共享信道由于带宽较大因而费用也较高, 复用器和分用器也要增加成本, 即复用要付出一定代价。但如果复用的信道数量较大, 总体来看还是经济上合理的。

常用的信道复用技术有: 频分复用、时分复用、统计时分复用、波分复用、码分复用。

2-14

解: A站: $(-1 + 1 - 3 + 1 - 1 - 3 + 1 + 1) \cdot (-1 - 1 - 1 + 1 + 1 - 1 + 1 + 1) / 8 = 1$
 B站: $(-1 + 1 - 3 + 1 - 1 - 3 + 1 + 1) \cdot (-1 - 1 + 1 - 1 + 1 + 1 + 1 - 1) / 8 = -1$
 C站: $(-1 + 1 - 3 + 1 - 1 - 3 + 1 + 1) \cdot (-1 + 1 - 1 + 1 + 1 + 1 - 1 - 1) / 8 = 0$
 D站: $(-1 + 1 - 3 + 1 - 1 - 3 + 1 + 1) \cdot (-1 + 1 - 1 - 1 - 1 - 1 + 1 - 1) / 8 = 1$
 \therefore A站、B站、D站发送数据了, A站和D站发送的是1, B站发送的是0, C站未发送数据。

补充题

1. 4G运用的OFDM技术的主要特征是什么? 5G采用什么传输方案?

解: OFDM技术的主要特征是: 将信道分成若干正交子信道, 将高速数据信号转换成并行的低速子数据流, 调制到在每个子信道上进行传输。

5G采用的传输方案: ①端到端分组增强型OTN组网方案。②网络融合承载方案。

③以①为基本网络架构, 结合②, 具体是将接入层的MS-OTN设备作为综合接入设备, MS-OTN同时接入基站以及OLT设备, 基站完成无线接入, OLT设备完成有线接入。

④以②为基本网络架构, 将OLT设备用超纤时延交换机替代, 采用硅光交换和波分复用进行回传。⑤以②为基本网络架构, 将OLT设备用高速IPRAN设备替代。

⑥以③为基本网络架构, DU直接通过光纤物理网接入CU。