

计算机网络第一次作业
李昊宸 2017K8009929044

1. 请根据从低至高依次写出 ISO 制定的 OSI 网络体系结构的 7 层模型的每一层的名称。

答：

- 第一层：物理层
- 第二层：数据链路层
- 第三层：网络层
- 第四层：传输层
- 第五层：会话层
- 第六层：表示层
- 第七层：应用层

2. 计算机网络中的时延分为哪几种？每种的意义是？

答：

时延总的来说表示的是数据从网络的一端传送到另一端所花费的时间。

时延有四部分组成：发送时延、传播时延、处理时延、排队时延。

发送时延：也叫传输时延，表示发送数据时数据块从结点进入到传输介质所需要的时间

传播时延：电磁波在信道中传播的时间

处理时延：主机或路由器在收到分组时进行一些必要的处理所花费的时间

排队时延：结点缓存队列中分组排队所经历的时延

3. 数据长度为 10^6 bit, 数据发送速率为 100kb/s, 收发两端之间的传输距离为 1000km, 信号在媒体上的传播速率为 2×10^7 m/s。试计算数据的发送时延和传播时延。

答：

发送时延 = $10^6 \text{ b} / 100 \text{ kbps} = 10 \text{ s}$

传播时延 = $1000 \text{ km} / 2 \times 10^7 \text{ mps} = 0.05 \text{ s}$

4. 主机甲通过 1 个路由器（存储转发方式）与主机乙互联，两段链路的数据传输速率均为 10 Mbps, 主机甲分别采用报文交换和分组大小为 10 kb 的分组交换向主机乙发送 1 个大小为 7 Mb 的数据。若忽略链路传播延迟、头部开销和分组拆装时间，则两种交换方式完成该数据传输所需的总时间分别为多少？

答：

路由器存储转发方式，数据发送出去先在路由器中存储，再发送至目的主机。

若采用报文交换方式，主机甲发送报文时延为 $7 \text{ Mb} / 10 \text{ Mbps} = 0.7 \text{ s} = 700 \text{ ms}$ ，主机乙接收该报文时延也为 700ms，总计时延 1.4s。

若采用分组大小为 10Kb 的分组交换方式，需有 700 个分组，每个分组的发送时延和接收时延均为 $10 \text{ Kb} / 10 \text{ Mbps} = 1 \text{ ms}$ ，每当后一个分组开始发送时，前一个分组就开始接收，故总时延 701ms。

5. 共有 4 个节点进行码分多址 CDMA 通信。假设 4 个节点的码片序列分别为：A (-1

+1-1-1-1-1+1-1), B (-1-1-1+1+1-1+1+1), C (-1-1+1-1+1+1+1-1), D (-1+1-1+1+1+1-1-1)。现收到这样的码片序列 S (-1+1-3+3+1-1-1+1), 请问

节点 A、B、C、D 发送数据的情况?

$$A: [-1*(-1) + 1*1 + (-1)*(-3) + (-1)*3 + (-1)*1 + (-1)*(-1) + 1*(-1) + (-1)*1]/8 = 0$$

$$B: [-1*(-1) + (-1)*1 + (-1)*(-3) + 1*3 + 1*1 + (-1)*(-1) + 1*(-1) + 1*1]/8 = 1$$

$$C: [-1*(-1) + (-1)*1 + 1*(-3) + (-1)*3 + 1*1 + 1*(-1) + 1*(-1) + (-1)*1]/8 = -1$$

$$D: [-1*(-1) + 1*1 + (-1)*(-3) + 1*3 + 1*1 + 1*(-1) + (-1)*(-1) + (-1)*1]/8 = 1$$

所以, 节点 A 未发送信号, 节点 B 发送 1, 节点 C 发送-1, 节点 D 发送 1

6. 假定 1km 长的 CSMA/CD 网络的链路带宽为 1Gb/s, 设信号在链路上的传播速率是 200000km/s, 请问能够使用此协议的最短帧长为多少?

答:

1km 链路, 信号往返最长时间为 $2*1\text{km} / 200000\text{kmps} = 10\mu\text{s}$, 即窗口期为 $10\mu\text{s}$ 。

故发送帧最小发送时长为 $10\mu\text{s}$, 大小为 $1\text{Gb/s} * 10\mu\text{s} = 10000\text{bit} = 1250\text{byte}$

7. 对于带宽为 40kHz 的信道, 若有 4 种不同的物理状态来表示数据, 信噪比为 30dB。按香农定理, 信道的最大传输数据速率是多少?

答:

$$10\log_{10} (S/N) = 30, \text{ 即 } \log_{10} (S/N) = 3, S/N = 1000$$

$$\text{由香农公式, } C = 40*10^3 \log_2 (1+1000) = 398.7\text{kbps}$$

8. 某局域网采用 CSMA/CD 协议实现介质访问控制, 数据传输速率为 5MbPS, 主机甲和乙之间的距离为 4KM, 信号传播速度是 400 000KM/S.请回答下列问题, 并给出计算过程:

(1) 若主机甲和主机乙发送数据时发生冲突, 则从开始发送数据时刻起, 到两台主机均检测到冲突时刻止, 最短需经多长时间? 最长需经过多长时间? (假设主机甲和主机乙发送数据过程中, 其他主机不发送数据)

(2) 若网络不存在任何冲突与差错, 主机甲总是以标准的最长以太网数据帧 (1518 字节) 向主机乙发送数据, 主机乙每成功收到一个帧后, 立即发送下一个数据帧, 此时主机甲的有效数据传输速率是多少? (不考虑以太网帧的前导码)

答:

(1)

主机甲和主机乙之间单向传输延迟为 $4\text{km} / 400000\text{kmps} = 10\mu\text{s}$ 。

当甲和乙同时发送一个数据帧时, 最短在 $10\mu\text{s}$ 后就会发现冲突。

当其中一台发送一个数据帧, 几乎就要到达时另一台也开始发送数据帧, 这样先发送的一台总计需要 $20\mu\text{s}$ 才能检测到冲突。

所以, 最短 $10\mu\text{s}$, 最长 $20\mu\text{s}$ 。

(2)

$1518\text{B} = 12144\text{b}$, 主机甲发送该数据帧的发送延迟为 $12144\text{b} / 5\text{Mbps} = 2428.8\mu\text{s}$ 。

主机乙在全部接收之后, 会发送一个标准以太网最短确认帧, 发送延迟 $51.2\mu\text{s}$ 。

考虑到传播延迟, 主机甲发送一个数据帧所花费总时间为 $2428.8\mu\text{s} + 10\mu\text{s} + 51.2\mu\text{s} + 10\mu\text{s}$

= 2500us。

数据帧的有效长的为 1500B, 所以传输速率为 $1500B / 2500us = 600000Bps = 4.8Mbps$

9. 假定 4 个活跃节点 A, B, C 和 D 都使用时隙 ALOHA 来竞争访问某信道。假设每个节点有无限个分组要发送。每个节点在每个时隙中以概率 p 尝试传输。第一个时隙编号为时隙 1, 第二个时隙编号为时隙 2, 等等。

- (1) 节点 A 在时隙 5 中首先成功的概率是多少?
- (2) 某个节点 (A, B, C 或 D) 在时隙 4 中成功的概率是多少?
- (3) 在时隙 3 中出现首个成功的概率是多少?
- (4) 这个 4 节点系统的效率是多少?

答:

- (1) A 在时隙 5 首先成功, 也就是 A 在前四个时隙均发送失败, 并且在第五个时隙发送成功。

某一个时隙发送失败的概率: 1.未发送: $(1-p)$ 2.发送了但是发生碰撞: $p[1-(1-p)^3]$

故某一时隙发送失败的概率为 $1-p+p[1-(1-p)^3]$

前四个时隙发送均失败的概率为 $[1-p+p[1-(1-p)^3]]^4$

发送成功的概率为 $p(1-p)^3$

故在时隙 5 首先成功的概率为 $[1-p+p[1-(1-p)^3]]^4 \cdot p(1-p)^3$

- (2) 某个节点在时隙 4 成功, 也就是有一个节点以概率 p 传输, 其他三个节点都恰好选择不尝试传输, 概率为 $C_4^1 p(1-p)^3 = 4p(1-p)^3$

- (3) 在时隙 3 中出现首个成功, 也就是在时隙 1 和 2 都有冲突发生或者都没有选择传输。

某个时隙有一个成功传输: $4p(1-p)^3$

某一个时隙传输失败或者没有人传输: $1-4p(1-p)^3$

故概率为 $[1-4p(1-p)^3]^2 \cdot 4p(1-p)^3$

- (4) 利用率为 $4p(1-p)^3$

10. 假设需要为卫星站的一条 1Mbps 的点到点链路设计一个滑动窗口协议, 卫星在 3×10^4 km 的高度绕地球同步旋转。假设每帧携带 1KB 数据, 发送窗口大小和接收窗口大小一样 (RWS = SWS), 请问需要多少比特作为标识数据帧的序号? (光速为 3×10^8 m/s)

答:

传输延迟为 $3 \times 10^4 m / 3 \times 10^8 mps = 100ms$, 时延带宽积为 $1Mbps \times 100ms = 1 \times 10^5 b = 1.25 \times 10^4 B$, 消息往返为 25KB, 为 25 帧。

发送窗口大小和接收窗口大小一样, 序号必须大于发送窗口大小的两倍, 也就是 50, 因此需要 6 比特。

11. 采用循环冗余校验技术作为差错检测方案, 要发送的数据为 1101011011, CRC 生成多项式是 $P(X)=X^4+X+1$ 。

- (1) 求应添加在数据后面的余数。
- (2) 若数据在传输过程中数据部分的最后两个 1 都变成了 0, 问接收端能否发现?
- (3) 采用 CRC 检验后, 数据链路层的传输是否就变成了可靠的传输?

答:

作二进制除法：

```

      110000101
10011 11010110110000
      10011
      10011
      10011
          10110
          10011
              10100
              10011
                  1110

```

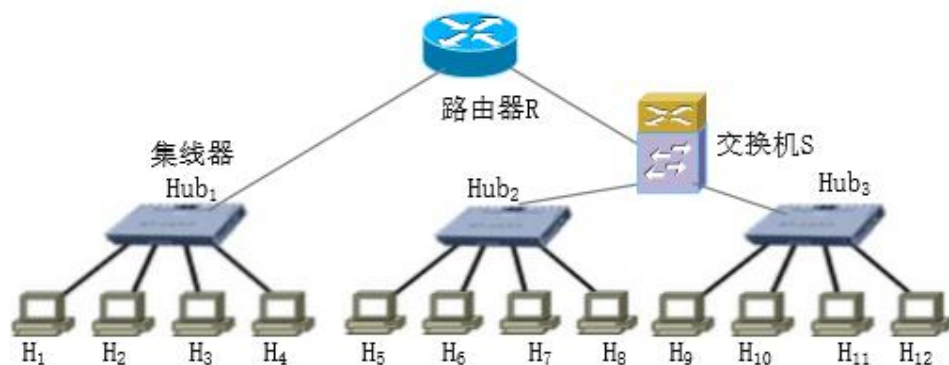
故 (1) 余数为 1110

(2) 最后两个 1 变成 0，属于双比特错，而 P 由三项，可以校验出该错误。

(3) 仍然是不可靠，只要是出错的多项式 C 可以被 P 整除，那么错误就无法被检测出。

12. 下图中包含三类网络节点：集线器、交换机、路由器，请回答以下问题：

- (1) 简述交换机和路由器分别工作于网络体系结构中的哪一层，其基本功能是什么？
- (2) 这个网络中有几个冲突域，几个广播域？



答：

- (1) 交换机在数据链路层。实质为多接口的网桥，功能是解决了共享介质的分组转发问题，使各网段成为隔离开的碰撞域，但不能分隔广播域。
路由器在网络层。也具备分组转发的功能，但不同的是，交换机是利用物理地址或者说 mac 地址来确定转发数据的目的地址。而路由器则是利用不同网络的 ip 地址来确定数据转发的地址。路由器可以分隔碰撞域和广播域。
- (2) 冲突域有三个：{H₁,H₂,H₃,H₄} {H₅,H₆,H₇,H₈} {H₉,H₁₀,H₁₁,H₁₂}
广播域有两个：{ H₁,H₂,H₃,H₄} { H₅,H₆,H₇,H₈,H₉,H₁₀,H₁₁,H₁₂}