

华东师范大学软件学院课程作业

课程名称：计算机网络
作业主题：第四章作业
指导老师：刘献忠

年级：2023 级本科
学号：10235101526
组号：

姓名：张梓卫
作业日期：2024/12/03

一 4.1

题目

A group of N stations share a 56-kbps pure ALOHA channel. Each station outputs a 1000-bit frame on average once every 100 sec, even if the previous one has not yet been sent (e.g., the stations can buffer outgoing frames). What is the maximum value of N ?

解答

在纯 ALOHA 协议中，信道的可用带宽效率为 18.4%。给定信道的总带宽为 56 kbps，因此其可用带宽为：

$$56 \times 0.184 = 10.304 \text{ kbps}$$

每个站点平均需要的带宽为 10 bps。因为每个站点每 100 秒发送一个 1000 比特的帧，其平均带宽需求为：

$$\frac{1000 \text{ 比特}}{100 \text{ 秒}} = 10 \text{ bps}$$

因此，信道最多可以支持的站点数目 N 为：

$$N = \frac{\text{可用带宽}}{\text{每站点所需带宽}} = \frac{10,304 \text{ bps}}{10 \text{ bps}} = 1030 \text{ 站点}$$

二 4.2

题目

Measurements of a slotted ALOHA channel with an infinite number of users show that 10% of the slots are idle.

(a) What is the channel load, G ? (b) What is the throughput? (c) Is the channel underloaded or overloaded?

解答

(a) 计算信道负载 G ：

根据泊松分布定理，空闲槽的概率为：

$$P(k=0) = e^{-G}$$

已知 10% 的槽为空闲，即 $P(k=0) = 0.1$ ，代入公式可得：

$$e^{-G} = 0.1 \Rightarrow G = -\ln(0.1) = 2.3$$

因此，信道负载为 $G = 2.3$ 。

(b) 计算吞吐量：

吞吐量 S 的计算公式为:

$$S = G \cdot P(k=0)$$

代入已知值 $G = 2.3$ 和 $P(k=0) = 0.1$:

$$S = 2.3 \cdot 0.1 = 0.23$$

因此, 吞吐量为 $S = 0.23$ 。

(c) 判断信道负载状态:

对于时隙 ALOHA, 如果 $G \leq 1$, 信道欠载; 如果 $G > 1$, 信道过载。

由于 $G = 2.3 > 1$, 则信道过载。

三 4.3

题目

What is the baud rate of classic 10-Mbps Ethernet?

解答

经典以太网使用曼彻斯特编码, 每个比特由两个符号组成, 符号速率 (baud rate) 是比特率的两倍。

给定经典以太网的比特率为 10 Mbps:

$$\text{符号速率 (Baud rate)} = 2 \times \text{比特率 (Bit rate)} = 2 \times 10 \text{ Mbps} = 20 \text{ Mbaud/s}$$

四 4.4

题目

Sketch the Manchester encoding on a classic Ethernet for the bit stream 0001110101.

解答

在经典以太网中, 使用曼彻斯特编码, 故最终的比特流应为:

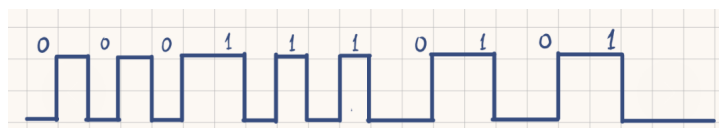


图 1: Manchester 编码

五 4.5

题目

A 1-km-long, 10-Mbps CSMA/CD LAN (not 802.3) has a propagation speed of 200m/s. Repeaters are not allowed in this system. Data frames are 256 bits long, including 32 bits of header, checksum, and other overhead. The first bit slot after a successful transmission is reserved for the receiver to capture the channel in order to send a 32-bit acknowledgment frame. What is the effective data rate, excluding overhead, assuming that there are no collisions?

解答

整个传输过程包括六个阶段：

1. 发送端占用信道时间：10 毫秒
2. 传输数据的时间：25.6 毫秒
3. 最后一位比特到达终端的延迟：5 毫秒
4. 接收端占用信道时间：10 毫秒
5. 发送确认帧的时间：3.2 毫秒
6. 最后一位比特返回发送端的延迟：5 毫秒

将这些时间加总，得到总耗时为：58.8 毫秒。

在这一时间段内，实际发送的数据位数为 224 比特。因此，实际有效数据速率为：

$$\text{有效数据速率} = \frac{224 \text{ 比特}}{58.8 \text{ 毫秒}} = 3.8 \text{ Mbps}$$

六 4.6

题目

Consider building a CSMA/CD network running at 1 Gbps over a 1-km cable with no repeaters. The signal speed in the cable is 200,000 km/sec. What is the minimum frame size?

解答

在 CSMA/CD 协议下，为了检测到碰撞并确保传输正确，帧的传输时间必须大于或等于信号的往返传播时间。最小帧大小的计算基于以下公式：

$$\frac{L}{B} \geq 2\tau$$

其中：

- L ：帧的最小长度， B 是网络带宽（单位：bps）
- τ ：信号的单程传播时间（单位：秒）

已知：

- 网络长度：1 km，信号传播速度：200,000 km/s，网络带宽：1 Gbps

单程传播时间：

$$\tau = \frac{\text{网络长度}}{\text{信号传播速度}} = \frac{1 \text{ km}}{200,000 \text{ km/s}} = 5 \mu\text{s}$$

往返传播时间：

$$2\tau = 2 \times 5 \mu\text{s} = 10 \mu\text{s}$$

最小帧大小：根据公式：

$$\frac{L}{B} \geq 2\tau \Rightarrow L \geq B \times 2\tau$$

$$L \geq 1 \text{ Gbps} \times 10 \mu\text{s} = 10,000 \text{ 比特}$$

$$L = 10,000 \text{ 比特} = 1,250 \text{ 字节}$$

七 4.7

题目

Ethernet frames must be at least 64 bytes long to ensure that the transmitter is still going in the event of a collision at the far end of the cable. Fast Ethernet has the same 64-byte minimum frame size but can get the bits out ten times faster. How is it possible to maintain the same minimum frame size?

解答

在以太网(Ethernet)中,帧的最小长度必须足够大,以确保在发生碰撞时,发送方能够检测到碰撞。其原因在于,CSMA/CD协议需要在帧传输结束前,信号能够往返于链路两端,只有这样才能保证发生碰撞时,发送方可以及时中止传输并进行重传。

在普通以太网中,帧的最小长度为 64 字节(即 512 比特),这对应于 10 Mbps 的传输速率和最大 2500 米的电缆长度。在这种情况下: 1. 帧传输时间为:

$$\text{帧传输时间} = \frac{\text{帧大小}}{\text{带宽}} = \frac{512 \text{ 比特}}{10 \text{ Mbps}} = 51.2 \mu\text{s}$$

2. 信号的往返传播时间(Round Trip Time, RTT)与帧传输时间相匹配,确保在碰撞发生时,发送方仍然处于传输状态。

在快速以太网(Fast Ethernet)中,速率提升到了 100 Mbps,比普通以太网快了 10 倍。然而,最小帧长度仍保持为 64 字节。为了解决传输速率提高导致信号传播时间不足的问题,需要缩短电缆的最大长度,从而使信号的传播延迟满足 CSMA/CD 的要求。

1. 在 100 Mbps 的速率下, 64 字节帧的传输时间为:

$$\text{帧传输时间} = \frac{\text{帧大小}}{\text{带宽}} = \frac{512 \text{ 比特}}{100 \text{ Mbps}} = 5.12 \mu\text{s}$$

2. 由于帧的传输时间缩短了 10 倍,为了满足帧传输时间大于信号往返时间的要求,电缆的长度需要缩短为原来的 1/10。

八 4.8

题目

Suppose that an 11-Mbps 802.11b LAN is transmitting 64-byte frames back-to-back over a radio channel with a bit error rate of 10^{-7} . How many frames per second will be damaged on average?

解答

计算单帧所有比特正确的概率:

$$P_{\text{correct}} = (1 - p)^{512} = (1 - 10^{-7})^{512} \approx 0.9999488013$$

每秒传输的帧数: 带宽为 11 Mbps, 每帧大小为 512 比特, 因此每秒传输的帧数为:

$$\text{Frames per second} = \frac{\text{带宽}}{\text{帧大小}} = \frac{11 \times 10^6}{512} \approx 21484.375 \text{ 帧}$$

每秒损坏的帧数: 为每秒传输帧数与单帧出错概率的乘积:

$$\text{Damaged frames per second} = \text{Frames per second} \times (1 - P_{\text{correct}})$$

代入计算:

$$\text{Damaged frames per second} = 21484.375 \times (1 - 0.9999488013) \approx 1.1 \text{ 帧}$$

九 4.9

题目

A switch designed for use with fast Ethernet has a backplane that can move 10 Gbps.
How many frames/sec can it handle in the worst case?

解答

已知:

- 背板带宽: 10 Gbps (10×10^9 bps)
- 每帧大小: 64 字节 = 512 比特

代入已知条件:

$$\text{Frames per second} = \frac{10 \times 10^9}{512} = 19,531,250 \text{ 帧/秒}$$

十 4.10

题目

Store-and-forward switches have an advantage over cut-through switches with respect to damaged frames.
Explain what it is.

解答

在存储转发型交换机 (Store-and-Forward Switches) 和直通型交换机 (Cut-Through Switches) 的比较中, 存储转发型交换机在处理损坏的帧方面具有显著的优势。

存储转发交换机在转发之前存储整个帧。帧进入后, 校验和可以被验证。如果帧损坏, 则立即丢弃。通过直通, 交换机不能丢弃损坏的帧, 因为当检测到错误时, 帧已经消失了。

直通型交换机的特点: 直通型交换机在帧尚未完全接收时就开始转发数据到目标端口, 这使其具备更低的转发延迟。因为帧未完全接收, 交换机在转发时无法检查帧校验序列。如果帧被损坏, 错误只能由接收端检测到, 而无法在交换机层面进行丢弃。由于转发发生在错误检测之前, 损坏的帧可能已经传输到了目标端口, 对网络性能和目标设备的处理能力造成影响。

优势总结

- 存储转发型交换机通过完整存储帧并验证其完整性, 确保了网络中传输的帧质量。任何损坏的帧都能够被交换机丢弃, 从而减轻目标设备的负担。
- 相比之下, 直通型交换机虽然具有较低的延迟, 但无法有效处理损坏的帧, 可能导致不必要的网络负载。