

课堂小测验及答疑汇总

(截止 2020 年 4 月 7 日 19:30)

■ 2020 年 4 月 17 日

Q1. About VLAN, which statement is NOT TRUE?

- A. VLAN decouples the logical topology from the physical topology.
- B. For computers connected to a HUB, some can be VLAN-aware while others are not VLAN-aware.
- C. VLAN-aware bridges can limit the scope of broadcasting frames while normal bridges cannot.
- D. Legacy Ethernet frame does not support VLAN.

Answer: B

VLAN 的逻辑拓扑独立与网络的物理拓扑 (A); 支持 VLAN 的网桥可以防止广播风暴, 普通网桥则不能 (C); 传统以太网帧中没有 VLAN ID, 不能支持 VLAN (D)。HUB 不支持 VLAN, 如果连接的支持 VLAN 的站点发送超过 1518 字节的帧, 对于不支持 VLAN 的站点将出错; 因此 HUB 应连接非 VLAN 的站点。(B 错)

Q2. 一台有 1 个 WAN 口、4 个 LAN 口的路由器, 可以连接几个网络?

- A. 1
- B. 2
- C. 4
- D. 5

Answer: B

路由器的 LAN 口就是 LAN 交换机的端口, 可以直接连接计算机, 也可以连接另一个 HUB/LAN 交换机, 4 个 LAN 口属于同一个网络; WAN 口连接另一个网络, 因此这台路由器可以连接两个网络, 有不同的网络地址。

Q3. About virtual circuit, which statement is NOT TRUE?

- A. A physical connection is set up before the source sends out data packets.
- B. A route from source to destination is chosen at connection setup, so all data packets will arrive in same sequence as they are sent out.
- C. Over an outgoing port of a router, 2 virtual connections cannot use the same VCI.
- D. As VCI is local-significant, it may change along the path from source to destination.

Answer: B

虚电路建立的是逻辑连接, 而不是物理连接 (A 错)。虚电路在建立连接的时候进行路由选择, 之后所有的数据包都沿着同一条路有传输, 因此可以保证按序到达。(B) VCI 由路由器在建立连接是设定, 是虚连接的标识, 本地有效, 一个端口上一个虚电路的所有包都有同样的 VCI, 不同的虚电路 VCI 不同 (C); 一条虚电路在不同的路由器上的 VCI 可以不同 (D)。

■ 2020 年 4 月 14 日

Q1. In an IEEE802.11 network, at some instant, 3 stations sense the channel and find it is idle, then multiple frames are to be transmitted, including a RTS, a re-transmitted data frame and an ACK, which ONE will probably be sent?

- A. RTS
- B. re-transmitted data frame
- C. ACK
- D. None of them

Answer: C

在 IEEE802.11 网络中，站点监听信道，检测到信道空闲时，不能立即发送，要等待一个帧间隔 IFS，如果信道还是空闲，才能发送。因为不同类型的帧等待的帧间隔不同，即具有不同的优先级，ACK 的帧间隔是 SIFS，RTS 是 DIFS，重传是 EIFS。SIFS 最小，因此 ACK 先发送。

Q2. In which case(s), a LAN switch will flood an incoming frame?

- A. the destination address is unknown
- B. the destination address is known, the outgoing port is same with incoming port
- C. the destination address is known, the outgoing port is different from incoming port
- D. the destination address is 0xFF-FF-FF-FF-FF-FF

Answer: A,D

当到达帧的目的地址在站表/转发表中找不到时，或者目的地址是广播地址时，网桥/LAN 交换机将采用洪泛转发方式，将该帧发往除了输入端口之外的所有其他端口；如果在站表中找到目的地址，且对应转发端口与输入端口不同，则转发到相应端口；如果查到的转发端口与输入端口相同，则丢弃该帧。

■ 2020 年 4 月 10 日

Q1. Which network provides a star connection physically, while implements a bus topology logically?

- A. Cable TV
- B. 10Base5
- C. 10BaseT
- D. Token ring

Answer: C

以 HUB 为中心、传输介质为双绞线的 10BaseT 物理拓扑是星型，逻辑拓扑是总线型。

Q2. About Ethernet, consider True(T) or False(F) for the statements below:

1. In Gigabit Ethernet, if computers connect to a Hub, they work in half-duplex, which means that data could be transmitted in only one direction at a time, either from computer to hub, or from hub to computer.
2. CSMA/CD can be used sometimes in a fully switched Ethernet.

3. Manchester encoding is not used in Ethernet with data rate higher than 10Mbps.
- A. T T T
 - B. T F T
 - C. T F F
 - D. F T T
 - E. F F T
 - F. F F F

Answer: B

1. 以 HUB 连接的 LAN，虽然双绞线的物理信道是全双工的，但对于 MAC 协议，在不冲突的前提下，一个站点要么处于发送模式（发送帧），要么处于接收模式（接收帧），因此是半双工的
2. 交换式以太网没有冲突，不使用 CSMA/CD 协议
3. 数据率高于 10Mbps 的以太网（快速以太网、千兆以太网、万兆以太网），均不使用曼彻斯特编码。原因是曼彻斯特编码对于码元要求速率高，难以实现。

▪ 2020 年 4 月 7 日

Q1. For a CSMA/CD network with bus topology, assume the frame time is T_0 , and the propagation delay of the cable is τ , which are the vulnerable period and contention slot time respectively?

- A. $T_0, 2T_0$
- B. $T_0, 2\tau$
- C. $\tau, 2T_0$
- D. $\tau, 2\tau$

Answer: D

CSMA/CD 和 CSMA 一样，由于传播时延的存在，冲突不可避免。站点的易冲突期 (vulnerable period) 为单程传播时延 τ ，即从某个站点开始发送算起，最多需要经过 τ 时刻，信号才能传播到达 LAN 上的全部站点；此前，另一个站点监听信道，信道可能是空闲的，这第二个站点的发送将导致冲突。

CSMA/CD 的竞争时隙 (contention slot) 是 2τ ，即从一个站点开始发送（边发送边检测冲突）算起，最多经过 2τ 的时间，一定能发现冲突；如果 2τ 内发生冲突，则不保证能检测到。这也是以太网要求最短帧长的原因。

Q2. About IEEE802 Reference Model, determine True(T) or False(F) for the statements below:

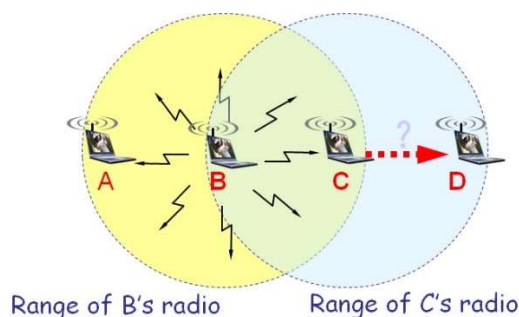
1. Different LAN may have different LLC sub-layer protocols.
 2. Different LAN may have different MAC sub-layer protocols.
 3. A LAN protocol may include multiple physical layer protocols.
- A. T T T
 - B. T T F
 - C. T F F
 - D. F T T
 - E. F T F
 - F. F F F

Answer: D

不同的 LAN 的区别从 MAC 子层开始,如 Ethernet(IEEE802.3)和 wifi(IEEE802.11),因此第 2 句是正确的; LLC 子层都遵守同一个协议: IEEE802.2, 因此第 1 句是错误的;一种 LAN 可以有不同的物理层协议,如 Ethernet 的物理层有 10Base5、10Base2 和 10BaseT 多种协议,因此第 3 句也是正确的。

课堂讨论:

MACA 协议如何使用 RTS 和 CTS 解决暴露站问题?



如上图所示, B 要发送数据给 A, B 先发送 RTS, A 和 C 都能收到; A 没有收到其他数据, 回复 CTS; C 则保持沉默, 不发送。A 和 B 握手成功, B 开始发送。C 没有收到 CTS, 知道自己的发送不会引起接收方的冲突, 因此发送 RTS, D 收到, 回复 CTS, C 发送数据给 D。

Q: 如果来自于 A 的 CTS 和来自于 C 的 RTS 在 B 处发送冲突, 怎么办?

A: 握手失败, B 和 C 都会退避一段时间之后重发 RTS, 参照讲义上两个站点同时发送 RTS 的情形。

答疑汇总:

Q: Little 定律和 $T=1/(\mu-\lambda)$ 有什么关系?

A: Little 定律的描述是: 在一个稳定的系统中, 长时间观察到的平均顾客数量 L , 等于长时间观察到的有效到达速率 λ 与平均每个顾客在系统中停留时间的乘积, 即 $L=\lambda W$ 。这是适合于一个带有输入和输出的任意系统的通用法则。

我们讨论的共享信道系统可以看作一个 M/M/1 的排队系统, 其中第一个 M 指帧的到达服从泊松分布; 第二个 M 指服务时间服从指数分布, “1” 指的是只有一条信道。

基于 M/M/1 模型的数学推导, Little 定律可以变换为 $T=1/(\mu-\lambda)$, 其中 T 就是 Little 定律中的 W。

为防止歧义, 对应的讲义 p7 修改如下: (第四章结束后, 将重新上传讲义修正版)

Static Channel Allocation (静态信道分配)

- From Little's Law and M/M/1 Queuing System

$$T = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

μ : Average Service Rate
 λ : Average Arrival Rate
 T : Average Waiting Time (Queuing Time + Service Time)

- Channel is divided into N static sub-channels

- FDMA: user number is small and constant, with heavy load of traffic of each user

$$T_{FDMA} = \frac{1}{\mu C / N - \lambda / N} = NT$$

C : Channel capacity (data rate), bps

T : Mean delay (waiting time + service time)

λ : Frame arrival rate, frames/sec

$1/\mu$: mean frame length, bits

7

2020 年 4 月 3 日

Q1. What type of service is provided by Ethernet?

- A. connection-oriented service
- B. connectionless service
- C. connectionless service with explicit ACK
- D. None of the above

Answer: B

不同网络的数据链路层协议向上层提供的服务不同:

- HDLC 提供面向连接的服务
- Ethernet 提供无连接的服务
- wifi 提供无连接带确认的服务

Q2. Which statement is NOT TRUE for stations using pure ALOHA?

- A. A station transmits at will without coordination with other stations
- B. A station can only find collision when timer expires
- C. After timer expires, the station retransmits the frame at once.
- D. The vulnerable period is twice the frame time, i.e. $2T_0$

Answer: C

使用 ALOHA 协议的站点有数据就发, 不会考虑其他站点 (选项 A); 发送后启动超时定时器, 如果在定时器超时之前收到 ACK, 说明发送成功; 否则认为传输出错 (包括冲突, 选项 B)。站点要随机等待一段时间之后再重发 (因此选项 C 错误)。一帧不会和其他帧冲突的前提是: 在这一帧发送之前, 其他帧已经传输结束 (和前一帧的间隔 $\geq T_0$); 在这一帧传输的帧时间内, 没有其他帧产生 (发送) (和后一帧的间隔 $\geq T_0$), 即 $2T_0$ 内只能产生一帧, 易冲突期 (脆弱期/危险期) 为 $2T_0$ (选项 D)。

2020 年 3 月 31 日

Q1. For protocol6, in which cases NAK will be sent while frame-expected=6 and no_nak is true?

- A. received a damaged frame with seq=6

- B. received a frame with seq=4
- C. received a duplicated ACK
- D. received a frame with seq=7

Answer: A、B、D

协议 6 的算法中，发现接收有错时，并且对同一帧的 NAK 没有发送过(即 no_nak=true)，则发送 NAK。接收有错误的情况包括：CRC 校验计算的结果不为 0 (选项 A 的情况)；收到的帧序号不是 frame-expected (可能是重复帧(选项 B 的情况)、也可能是在 frame-expected 对应帧之后发送的帧(选项 D 的情况，说明 frame-expecte 对应的帧可能丢失))。

- Q2. Consider a 50-kbps satellite channel with a 500-msec round-trip propagation delay, 1000-bit frames are sent with Go-back-N ARQ and short ACK frames as acknowledgement. If a line utilization of 50% is required, how many bits at least shall be used for sequence number?
- A. 3
 - B. 4
 - C. 5
 - D. 6

Answer: B

数据帧的发送时延=1000/50k= 20ms，传播时延= 500ms， $\alpha = 500/20 = 25$

采用较短的 ACK 帧进行确认，可忽略 ACK 帧的发送时延，

信道利用率 $U = W / (1 + 2\alpha) \geq 50\%$ ，即 $W = 2^n \geq 13$ ，即序号位数 $n \geq 4$

注意：此时序号的最大值是 $2^4 - 1 = 15$ ，但 W 不一定能达到 15。

▪ 2020 年 3 月 27 日

- Q1. For a Go-back-N ARQ with 3-bit sequence number, if the seq number in current receiving windows is 0, while the entity receives an un-damaged frame with r.seq=1, what will the entity do for a proper operation? (Assume the entity always has a packet to send)
- A. accept the frame and send a frame with s.ack=1
 - B. discard the frame
 - C. discard the frame and send a frame with s.ack=0
 - D. discard the frame and send a frame with s.ack=7

Answer: D

接收窗口中的序号为 0，说明只能接收 0 号帧，其他序号的帧都被丢弃，因此 1 号帧被丢掉。

s.ack 用于确认最后一个正确收到的帧，即 frame_expected 之前的那一帧。接收窗口中的 frame_expected=0，因此 s.ack=7。

- Q2. 视频 part8 中，p10，2 号帧出错，发送 NAK2。在 protocol6 的伪代码中，因 2 号帧出错而发送的 NAK 帧中，s.ack=?
- A. 0

- B. 1
- C. 2
- D. 3

Answer: B

s.ack 用于确认最后一个正确收到的帧，即 frame_expected 之前的那一帧。接收窗口中的 frame_expected=2，因此 s.ack=1。

答疑汇总：

Q: 协议 5 里，如果收到了重复帧，怎么处理？

A: 协议 5 (Go-back-N ARQ) 的接收窗口大小=1，只能接收序号为 frame_expected 的数据帧，如果序号不对，不管重复帧还是超前帧（在 frame_expected 对应帧之后发送的数据帧），处理是一样的：忽略（即下面伪代码中，不满足 if 条件，则没有处理）。

由于协议 5 只有捎带确认，没有单独的 ACK 帧，因此在向对方发送数据帧时，捎带反馈给对方（下图中的 send_data()），不会出现不断重复发送的死循环。

```
switch(event) {
  case network_layer_ready: /* the network layer has a packet to send */
    /* Accept, save, and transmit a new frame. */
    from_network_layer(&buffer[next_frame_to_send]); /* fetch new packet */
    nbuffered = nbuffered + 1; /* expand the sender's window */
    send_data(next_frame_to_send, frame_expected, buffer); /* transmit the frame */
    inc(next_frame_to_send); /* advance sender's upper window edge */
    break;

  case frame_arrival: /* a data or control frame has arrived */
    from_physical_layer(&r); /* get incoming frame from physical layer */

    if (r.seq == frame_expected) {
      /* Frames are accepted only in order. */
      to_network_layer(&r.info); /* pass packet to network layer */
      inc(frame_expected); /* advance lower edge of receiver's window */
    }
}
```

Q: 第 15 页 ppt 协议 6，如果到达的数据帧是按照顺序到达的话按照代码应该会启动两次 start ack timer，这是不是有问题啊？

A: 如果到达的数据帧序号是 frame_expected，会执行两次 start_ack_timer()，在实现时解决，可以维持第一个，也可以让第二个刷新第一个。

■ 2020 年 3 月 24 日

Q1. Assume 3-bit sequence number is used in Protocol 4. When a node receives a frame with r.seq=7 and r.ack=7, what will s.seq and s.ack be in the frame s it will send as a response?

- A. 7 and 7
- B. 7 and 0
- C. 0 and 7
- D. 0 and 0

Answer: C

帧中的发送序号取决于对方的 ACK 序号，对方确认了 7 号帧，现在可以发下一帧，即 0 号帧；帧中的 ACK 序号是要确认正确接收的最后一帧，对方帧中的发送序号是 7，因此 ACK 序号也是 7。

Q2. Assume 3-bit sequence number is used in a Go-back-N protocol. Now the sender has sent out 8 frames with sequence number 0,1,... and 7. When timing out, the sender only received ACK1 and ACK3, how many frames will the sender retransmit?

- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8

Answer: B

收到 ACK3, 可以确认序号 3 及之前的帧全部正确收到。所以要重发的是序号为 4、5、6 和 7 的帧, 一共 4 帧。

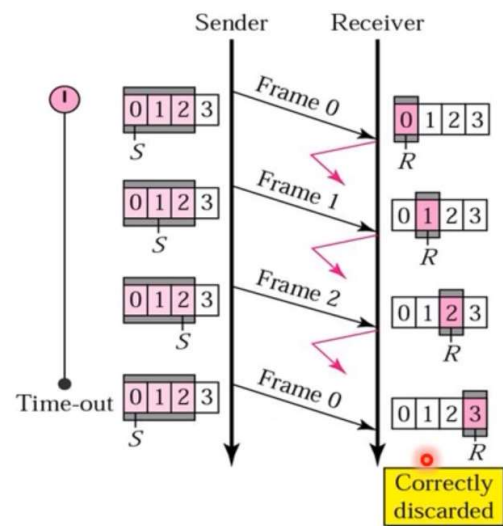
答疑汇总:

Q. 按照右边的图, 重发的 0 号帧接收方也没有回送 ACK0, 那不是会一直停在这个循环吗?

A. 接收方不回 ACK, 会死循环。

所以按照 Go-Back-N 协议的规定, 这时候接收方重发 ACK2, 告诉发送方 2 号帧及以前的各帧都已经正确收到。

收到 ACK2, 发送窗口移到[3,0,1], 发送 3 号数据帧。



▪ 2020 年 3 月 20 日

Q1. A data link layer sending entity has 3 jobs before delivering bit stream to its physical layer,

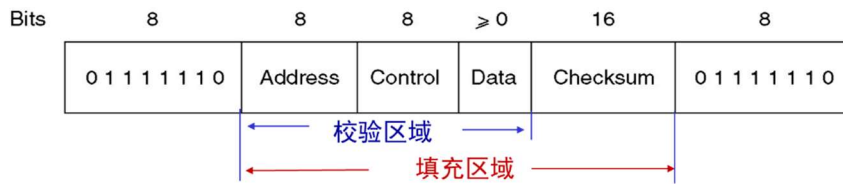
1. bit stuffing
2. adding header flag and trailer flag
3. adding checksum bits

What is the correct sequence of the 3 jobs?

- A. 123
- B. 312
- C. 132
- D. 321

Answer: B

如下图 HDLC 帧的示例, 零比特填充的范围是帧首尾标志之间的全部内容, 包括帧头和帧尾的控制信息 (首尾标志除外); 校验的范围是帧首尾标志之间、除了校验字段本身之外的全部内容。



因此发送方先校验，再进行零比特填充，最后增加首尾标志；
而接收方则相反，先根据首尾标志取出一帧，然后把填充的零比特去掉，再计算校验。
在硬件实现中，上述三项工作由硬件电路一次性完成。

Q2. 计算题

若 $G(x)=x^5+x^2+x+1$ ，接收方收到的数据是：1001 1011 1110 0101 1000，请判断该帧是否传输出错。

Answer:

被除数：1001 1011 1110 0101 1000（包括了校验位），除数：100111，模 2 除法，计算出余数：11111 \neq 0，因此收到的帧有错。

Q3.附加作业题

The following character encoding is used in a data link protocol: A: 01000111; B: 11100011; FLAG: 01111110; ESC: 11100000

Show the bit sequence transmitted (in binary) for the four-character frame:

A B ESC FLAG when each of the following framing methods are used:

- Character count.
- Flag bytes with byte stuffing.
- Starting and ending flag bytes, with bit stuffing.
- Frame the bits into 8-bit RS-232 characters. Use “0” to represent start bits and “1” to represent stop bits.
- Calculate the efficiency (as a percentage of real data per bit sent) of your answers to (a), (b), (c) and (d).

Answer:

1) 字符计数法:

00000101 01000111 11100011 11100000 01111110

增加了一个长度字节（长度值包括其本身），效率为 $4/5=80\%$

2) 字节填充法:

01111110 01000111 11100011 11100000 11100000
11100000 0111 1110 01111110

增加了首尾标志和 2 个转义字符，效率为 $4/8=50\%$

3) 比特填充法:

01111110 01000111 110100011 111000000 011111010 01111110

增加了首尾标志和 3 位填充，效率为 $32/51=62.75\%$

4) RS232: 每个字符前面加 1 位起始位，后面加 1 位停止位，

0010001111 0111000111 0111000001 0011111101

效率为 $32/40=80\%$

注：RS232 是拨号上网方式下、MODEM 与计算机之间的通信协议（物理层协议），属于串行传输和异步传输方式。在物理层 PDF 讲义的 self-study 部分的最后几页有介绍。

■ 2020 年 3 月 17 日

Q1. What type of service is provided to network layer by 10BaseT?

- A. connectionless service
- B. connectionless service with acknowledgement
- C. frame-based connection-oriented service
- D. byte-based connection-oriented service

Answer: A

10BaseT 是一种以太网标准，无需事先建立连接，接收方收到帧之后，不用向发送方回送确认（Acknowledgement: ACK）。

Q2. 计算题

从信道上收到比特序列：1101 0111 1110 0111 1110 1101 1011 1110 0010 1100 0101 1111 0101 1001 1111 1001，该比特序列中包含一个完整的帧，用十六进制写出该帧的内容（不包含帧的首尾标志）。

Answer:

1) 先找帧头、帧尾

即下面红色的比特串，第一个 01111110 不是这一帧的帧头，可以理解为是上一帧的帧尾

1101 0111 1110 **0111 1110** 1101 1011 1110 0010 1100 0101 1111 0101 100**1 1111 1001**

因此帧中的内容是：1101 1011 111**0** 0010 1100 0101 1111 **0**101 10

2) 去掉零比特填充（即上面比特串中蓝色的），之后比特串如下：

1101 1011 1110 0101 1000 1011 1111 0110

3) 换成十六进制：D B E 5 8 B F 6

■ 2020 年 3 月 13 日

Q1. Which is the maximum data rate over a 4-kHz channel whose signal-to-noise ratio is 30 dB, and QAM-16 modulation is used?

- A. 8Kbps
- B. 32Kbps
- C. 40Kbps
- D. 64Kbps

Answer: B

香农公式确定了特定信道（已知带宽和信噪比）中的信道容量的上限是 40Kbps，但是实际的最大数据率，要看调制编码技术。使用 QAM-16，只能达到 32Kbps。类似题目的解法是比较两个公式的计算结果，取较小的值为信道的最大数据率。

Q2. About routing (hunting for a path) in a circuit switching network, which is true?

- A. There is no need for routing in circuit switching network.
- B. Routing is required only at connection set up phase.
- C. Routing is necessary during the whole procedure of communication.
- D. Routing is necessary at circuit termination phase.

Answer: B

电路交换网络在建立连接时选择路由和预约资源，之后在数据传输阶段，所有的数据都沿着已选定的路径传输，无需再进行路由选择。

物理层协议调查汇总：

注：表格中是对已提交的答复的汇总，后续继续补充及更正。

- 1) 参照讲义中关于 10BaseT 的物理层协议描述，写出你的计算机使用的物理层协议（数据率、传输介质、网络拓扑、接口特性）

名称	数据率(bps)	传输介质	拓扑结构	接口特性
蓝牙	60M	无线电 Radio	Piconet (星型?)	
IEEE 802.11n	300M/200M/150M/144M/135M/54M/50M?	无线电	星型	
IEEE 802.11a		无线电	星型	
IEEE 802.11ac	300M/150M	无线电	星型	
千兆以太网	1G	UTP6	星型	
100Base-T	100M	UTP5	星型	RJ-45 接口,

- 2) 你家里的接入网是什么？（模拟信道/数字信道、传输介质、数据率、用什么设备接入到运营商）

名称	信道	传输介质	数据率(bps)	接入设备
FTTH	模拟	光纤	50M/100M	光 纤 ADSL MODEM
4G LTE	模拟	无线电	10-100M	基站

▪ 2020 年 3 月 10 日

Q. Which multiplexing scheme is adopted in Internet?

- A. Code Division Multiple Access

- B. Frequency Division Multiplexing
- C. Time Division Multiplexing
- D. Wavelength Division Multiplexing

Answer: C

因特网（计算机网络）使用 TDM 技术，并且是统计时分复用。FDM 和同步 TDM 都会按照固定带宽来分配信道，不适合具有突发性的计算机数据。

答疑汇总：

Q: 传输层可能会将一个较大的数据分成若干小块，那么他封装的信息中是否含有这些小块谁是头谁是尾，还是可以通过传输的先后来判断各小块的顺序？

A: 在传输层也可能是别的层，如果需要分段的话或者分片的话，那必须要保证接收这一端能够顺利地重装。一个就是需要知道一共有多少个片段，以免缺少；此外还需要知道各个片段的顺序。这些信息需要放在实现分段/重装功能的这一层的 PDU 的包头。

Q: 是不是相移键控就是携带多个相位不同的信号，正交幅度调制就是携带多个不同幅度的信号？

A: PSK 本身就两个相位，一个码元只能携带一位数据；QPSK 有四个不同相位，每个相位的信号（码元）就可以表示携带两位二进制数据；正交幅度调制是调幅和调相的结合，相位或幅度不同，都表示不同的信号。到底有多少个不同信号，要看 QAM 后面那个数字。比如 QAM-16 说明有 16 个不同的信号码元，每个码元就能携带 4 位二进制数据。

Q: ADSL 上下行数据之间没有保护带么，上下行数据难道不会互相干扰么

A: ADSL 在数据信号和语音信号之间设了 5 个子信道的保护带，因为语音信号和数据信号分别要转发给不同的设备来处理，一定不能互相干扰。而上行数据和下行数据之间没有空闲子信道，因为我们在划分子信道的时候，每个子信道的带宽是 4.312KHz，超过了 4KHz 的带宽需要，可以把多余的频率范围理解为保护带。

Q: 采样速率 4000 波特，波特是一个速度单位吗？之前学的波特率是每秒传输的码元个数，那波特是否就理解成码元？

A: 波特 Baud 是信号速率，每秒传输(发送)的信号码元个数

Q: modem 的采样频率是 2400hz，为啥用了双绞线(utp)就能突破速率限制了？

A. 传输介质没有换，都是 DSL，家里入户的电话线（UTP）。MODEM 和调制技术不一样。

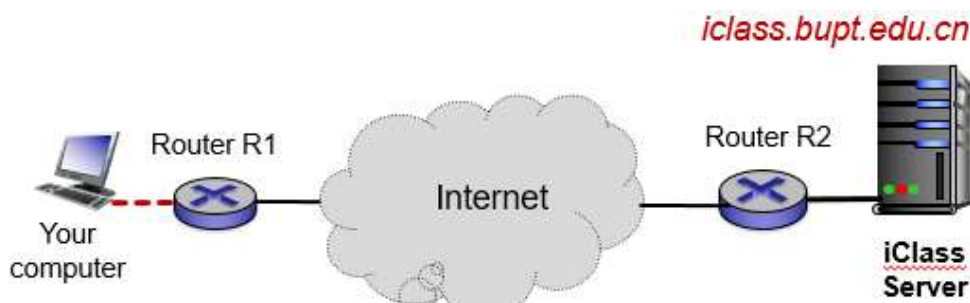
波特率可以理解为 MODEM 的速率，即 MODEM 每秒发送/传输多少个码元，拨号上网使用的普通 MODEM 和 ADSL MODEM 不一样，波特率不同。

思考讨论题

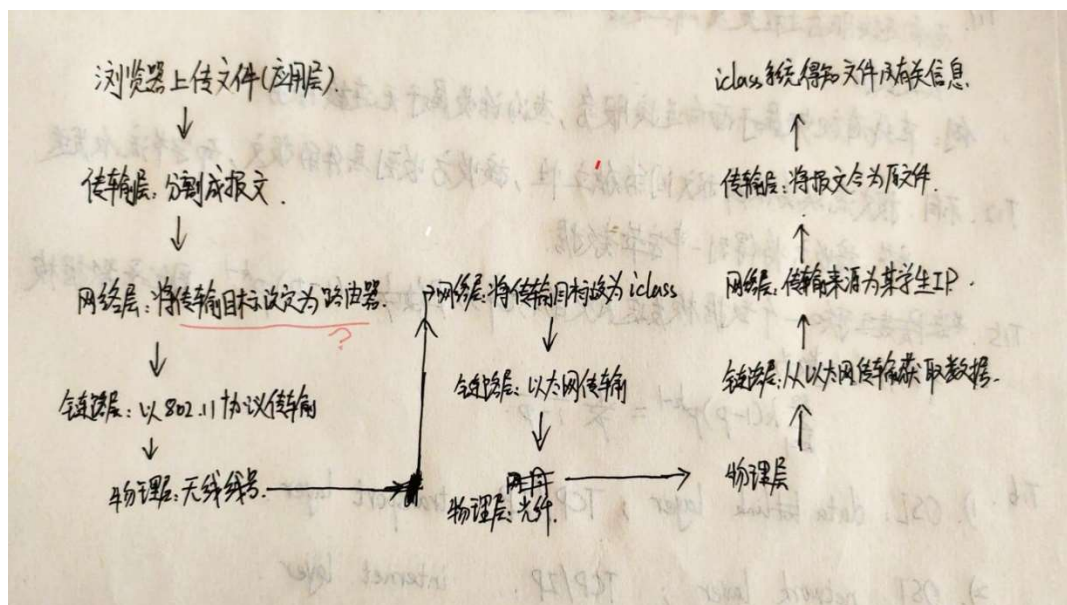
注：这道题的目的是希望每个人都思考，先给出自己的解答，然后通过讨论、以及后面课程的学习，逐步修改和补充，在课程结束的时候，能够透彻地理解计算机网络整体的通信过程和主要原理。

Assume you would like to upload a homework file to iClass website, describe the process of file transfer, regarding the devices, the applications, the layers, the protocols, the protocol

headers (tails), the information flow.



示例解答：（待进一步讨论、补充和修改）



补充/修改意见:

- 1) 网络层是携带 IP 地址, 传输目标应该是另一台主机
- 2) 网络层是路由选择功能, 网络层应该把数据转发到数据链路层
- 3) 要给出每一层应用的具体协议, 比如 IP
- 4) 应用层协议应该是文件编码协议吧?
- 5) 应该有 HTTP、DNS、TCP 和 IP
- 6) 数据链路层添加源 MAC 地址和目的 MAC 地址吧 (路由器 1 的 MAC 地址)?
- 7) 数据链路层的, 大概有点到点线路, 使用 PPP 协议, 比如 ADSL 广播信道, 使用 CSMA/CD, 比如标准以太网, 以及交换式以太网的部分类型
注: 数据链路层和物理层要根据家里具体的联网环境, 明确写出, 不能都写
- 8) 关于 Wifi 的物理层, IEEE802 系列协议规定了不同的物理层接口, IEEE802.11 也有多个协议版本, 比如 IEEE802.11a/b/g, 可以查查家里设备的说明书, 或者百度确定
- 9) 如果入户接光猫, 光猫可能集成了路由器, 也可能又连接了一个路由器, 描述时选两种情况都行, 后者会复杂一点。

▪ 2020 年 3 月 6 日

Q1. Which of the following is not defined in network architecture?

- A. Function of each layer

- B. Protocols in each layer
- C. Services provided by each layer
- D. Implementation of certain service in each layer

Answer: D

网络体系结构定义的是分层、每层的功能、每层的协议和服务，不涉及服务和协议的具体实现。

Q2. Talking about bandwidth in Hz, which is true?

- A. Twisted pair <Radio and TV<Coax<Fiber
- B. Radio and TV <Twisted pair<Coax<Fiber
- C. Radio and TV<Coax<Twisted pair<Fiber
- D. Coax<Radio and TV<Twisted pair<Fiber

Answer: A

根据讲义或教材上的电磁波谱图（Electromagnetic Spectrum）可知。三种主要有线介质的带宽是：双绞线<同轴电缆<光纤，无线电（含电视信号）的带宽高于双绞线，低于同轴电缆。

课程内容总结：

参见授课视频。

答疑汇总：

Q：曼彻斯特是自带时钟编码是什么意思？

A：计算机等设备是独立工作的，依靠内部时钟来运行；不同的设备时钟的频率可能有差异。因此一位（一个比特）的发送时延（即位时间）可能不同。如果接收方的时钟和发送方的时钟不一致，接收方不能正确判断发送方的位时间，就无法变换为正确的数据，这就是失步（loss of synchronization）。对于 NRZ 编码，如果连续多个 0 或者多个 1，容易出现失步。

曼彻斯特编码每个码元中间有跳变，根据跳变可以判断出一位从哪里开始、到哪里结束，即实现同步。

使用曼彻斯特编码的网络，可以用连续发送多个 1 或者多个 0 来实现同步。

以太网的标准规定（DIX 规范）是：在帧前面有 8 字节的前导码，序列是 1010...1011，除了最后两位是 11，前面都是 10，以此实现同步。

▪ 2020 年 3 月 3 日

Q1. For the following 2 statements, decide true or false.

1. Layer N protocol must be used to implement the service provided by layer N.
2. There is no need to consider the format of PDU when designing service primitives.
 - A. True, True
 - B. True, False
 - C. False, True
 - D. False, False

Answer: A

关于第一句话：要实现 N 层的服务，需要使用 N 层的协议。

例如，通过路由选择功能，网络层为传输层提供了服务：将传输层的 PDU 从源主机传

输到了目的主机；而路由选择功能要遵守网络层协议，路由器使用网络数据包头的目的地址查表以确定转发的路径。

关于第二句话：服务原语是相邻两层交互的信息，PDU 是同层对等实体间交换的信息。二者在功能上有关系，但在实际规定上是解耦的，PDU 的格式(format，包含哪些字段 field、字段的长度及排列顺序)不会影响到服务原语的规定。

“我觉得有关系吧...PDU 也是要从上一层传送给下一层的啊”：(N+1)层的 PDU 通过服务原语交给 N 层实体，N+1-PDU 对于 N 层是不可见的，是作为数据部分封装在 N 层 PDU 里面。所以 N+1/N 层之间交互的服务原语的规定跟 N+1-PDU 无关。

Q2. In communications between 2 adjacent routers, which layer provides the function of data block exchange?

- A. Physical layer
- B. Data Link layer
- C. Network layer
- D. Transport layer

Answer: B

路由器的主要功能是路由选择和转发包，路由选择是根据数据包头的目的地址，查表确定，应该转发到哪个接口（网卡），**网络层**的转发就是把数据包交给所选择的接口的数据链路层。**数据链路层**封装成数据帧（就是题目中提到的 data block），发送（将对应的一串二进制位交给物理层），相邻的路由器的物理层收到信号，转换为位串，交给数据链路层，数据链路层处理帧头和帧尾。题目中的 exchange 指的是发送和接收数据块（虚拟通信或实际通信）。因此相邻路由器之间交换数据块的功能是由数据链路层实现的。

课程内容总结：

参见讲义和视频

答疑汇总：

Q: 把路由器交换机的发送接收数据的功能是物理层吗？

A: LAN 交换机最低两层（物理层和数据链路层），路由器有下三层，它们都有物理层。物理层的基本功能是：发送方把数据转换成信号，发送到传输介质；接收方从传输介质接收信号，再转换成数据。LAN 交换机和路由器的数据链路层实现数据帧的发送和接收（虚拟通信）。在这两个设备里，物理层+数据链路层是由网卡实现的。

Q: 信道带宽是指模拟信道还是数字信道？

A: 对于模拟信道，带宽指的是能通过信道且损耗不大的信号的频率范围（频率差），单位是 Hz；对于数字信道，带宽是每秒能发送到信道的二进制位数，单位是 bps。

Q: 为什么不同频率的信号在信道中的传播速度会不一样？

A: 这是讲义中 p20 关于 delay distortion 的一句话。

《数据与计算机通信（第九版）》第三章 3.3.2 的解释如下：

时延失真是发生在传输电缆上的现象（如双绞线、同轴电缆和光纤），通过天线在空气中传输的信号不会有这种现象。时延失真的产生是由于在电缆上信号传播速度随频率的不同而改变。对频带有限的信号来说，在靠近中心频率的地方其传播速度趋于最快，而越靠近频带的两侧，传播速度越慢。因此，信号的不同频率成分到达接收器的时间也不同，从而导致了不同频率之间的相移。

▪ 2020 年 2 月 28 日

Q1. Which statement(s) is/are correct for a wifi network?

- A. It is a broadcast network
- B. It is a point-to-point network
- C. It is an access network
- D. It is an edge of 4G mobile communication network

Answer: A 和 C,

就传输技术而言, wifi 是广播网络; 就互联网中的位置而言, wifi 是接入网。
Edge 指的是通信网的边缘部分, 帮助用户设备 (如手机) 接入网络。

Q2. Which statement is NOT true?

- A. A computer network can be organized as a set of layers.
- B. A single function can be performed by the corporation of adjacent 2 layers, thus the implementation is visible to both layers.
- C. Each layer offers a certain service(s) to its upper layer.
- D. The upper layer access the service provided through the interface.

Answer: B, 在网络体系结构中, 各层是独立、互不依赖的, 每一层完成一个完整的功能, 功能的实现对于外部不可见 (透明)。

其他的选项都是对的: 计算机网络包含多个层; 每一层向上层提供一定的服务, 上层通过接口来访问 (获得) 相邻下层的服务。

p.s. 单选题, 选择最佳答案。

课堂提问: 你是怎么理解“封装”概念的?

理解正确的答复及补充解释:

- 类似于“把信纸装进信封并贴上邮票”, 用户 (寄信人和收信人是上层), 信纸及内容是他们的数据; 邮政系统 (工作人员、自动分拣机...) 是下层, 上层数据对他们透明 (不可见), 本层控制消息是信封上的地址和邮票。
- “封: 内部数据 Private, 正常情况下不暴露特性且不被更改; 装: 通过方法对数据打包, 并将这个 package 作为操作的最小单元”, 这个包就是本层的协议数据单元 (PDU)
- “每一层加入了该层的头信息”, 注意**最底层**不做封装
- “隐藏内部的细节, 仅对外提供一些接口, 比如去吃饭, 只要点菜(接口)就好, 不需要考虑菜是怎么做的”, “隐藏具体的操作细节使之对操作者呈现黑箱状态, 仅仅留下接口”, “像函数调用一样, 对外部隐藏实现”, “类似插线板只提供接口, 知道每个接口怎么用, 不暴露内部结构”, 上述关于屏蔽内部实现的例子都不错。“加只有本层能识别的头部信息, 把内部信息封闭只保留接口”, “只提供相应接口, 而隐藏内部实现”, “仅对外公布接口, 隐藏内部的信息与细节”, “封装把上层信息包装起来, 在外部提供一个可以调用的接口, 而无需了解内部具体信息”, “仅对外公开接口, 隐藏对象的属性和实现细节”, “上层信息封装, 对外公开接口, 隐藏对象内部属性和实现细节”, “某层实体在上层信息上加入自己的控制信息, 对外隐藏内部信息和提供接口”, “对上一层交付的信息进行封装, 对外仅公开接口, 隐藏内部细节”。上述答复都有一个误解, **封装是某一层实体遵守协议实现的**, 与接口无关。

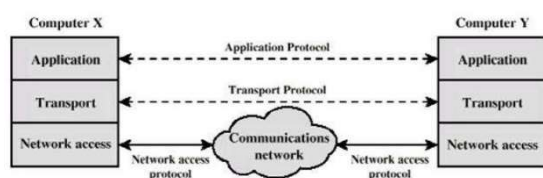
- “封装应该就是只给对应的层暴露它需要的信息吧？所以每层增加一个首部信息，在对应的层解封”，增加的首部就是本层协议规定的控制信息，对等实体可见、且必须处理。
- “仅本层可以识别的特定标识，向下层传输时添加，向上层传输时删除”，特定标识就是本层协议规定的控制信息。
- “某层实体在上一层交付的数据面前（可能也在后面）加上自己的控制信息，构成本层的数据包”，讲义上的说明。

答疑汇总：

Q: 在 PDF 版讲义 p48 的三层体系结构中，路由选择是网络接入层的功能吗？是虚拟传输还是实际传输？

A: 在下图的三层体系结构中，网络接入层完成端到端的通信功能（不一定可靠），即把数据从计算机 X 发送给计算机 Y，路由选择也属于这一层，这一层是实际通信。

3 layers architecture: protocols



但这一层功能过于庞大复杂，包括了数据的路由选择、每条链路（可能是多种链路）上数据/信号的变换和传输、广播链路的竞争信道、不同网络的互连等等，放在一层里实现，复杂度高，且不容易实现不同产品的互通互联。

实际的网络中，网络接入层的功能是分成多个层次来实现的，参照 PDF 版讲义

p51 的五层模型、以及后面的 OSI 参考模型和 TCP/IP 模型。

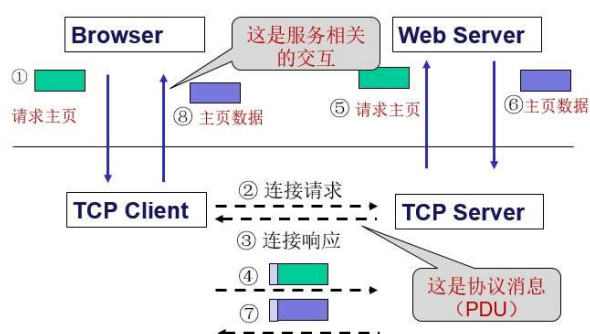
p.s. 路由选择的功能是：根据包头的目的地址，查路由表，确定应该把数据转交给哪个输出接口（或链路），不设计数据传输（发送）功能。

虚拟通信和实际通信类似于：你在沙河校区教学楼北楼的 3 楼，要去图书馆的 3 楼（对等实体通信），怎么去？（U 型信息流）

Q: PDF 版讲义 p70 中的连接请求/连接响应是服务原语吗？

A: 如右图所示，(1)(5)(6)(8)是同一系统内相邻两层之间的交互，与服务相关，但由于服务原语在计算机系统内不便于实现，因此采用的是系统调用（API）。

而(2)(3)(4)(7)是在不同系统的对等实体之间传输的，是 TCP 协议的 PDU。



课程内容总结：

2 Key points

Concepts and main ideas of network architecture

- Why layering architecture is adopted?
- Peer and protocol

- Service and interface
- Information flow in network architecture
- Encapsulation

Compare the terms

- Connection-oriented service vs. Connectionless service
- Service vs. protocol, in addition, what is the connection of them?

▪ 2020 年 2 月 25 日

Q1. Which of the following is/are NOT a type of computer network?

- A. Internet
- B. a Wifi network in a Cafeteria
- C. World Wide Web
- D. 10 computers connecting to a router with cable

Answer: C

因特网是一种计算机网（虽然两个概念不等同），它是由数以百万计的计算机网络互连构成的。wifi 是无线 LAN，计算机网络的一种；10 台电脑通过电缆（准确地说是双绞线 Twist pairs）连接到路由器是 LAN，计算机网络的一种。WWW 不是一个网络，而是一种网络应用。

Q2. Which networks can be merged in tri-networks integration?

- A. CERNET
- B. Power Line Networking
- C China Unicom
- D Great Wall Broadband Network

Answer: A、C 和 D，三者（中国教育和科研计算机网、中国联通、长城宽带网）分别是计算机网络、电信网和有线电视网。

答疑汇总：

Q: 异构网络互联是什么？

A: 不同技术的计算机网络互连，比如说 Ethernet 和 wifi 互连

Q: 路由器和交换机有什么区别吗？

A: 在计算机网络范畴，交换机指的是 LAN 交换机，它可以实现 LAN 的互连，互连时转发数据包用的是 LAN 地址（MAC 地址）；路由器可以连接不同的网络（比如 LAN 和 WAN，WAN 和 WAN），转发数据包用的是 IP 地址。

层次上也不同，LAN 交换机工作在数据链路层，路由器工作在网络层。

Q. 因特网是计算机网络吗？

A. 因特网是一种计算机网络，它使用了计算机网络的相关技术：分组交换、通过路由器互连、TCP/IP 协议...

课程内容总结：

2 Key points

1). Concepts of computer network

Make a distinction between:

- Computer networks and communication networks

- Computer networks and distributed systems

Host, node and terminal, what are the typical devices and their differences?

2). Categories of computer networks

- Broadcasting network vs. point-to-point network: examples and differences
- LAN vs. WAN, in addition to scale, any other differences?