

第 13 章和第 14 章思考题和补充习题

- 1、局域网的主要特点是什么？为什么说局域网是一个通信网？
- 2、网卡的主要用途是什么？请列举服务器网卡的一些辅助功能。
- 3、局域网采用什么类型的传输媒体？
- 4、列举网络连接设备的种类，并结合 OSI 参考模型以及冲突域和广播域的概念解说这些网络连接设备。
- 5、简述局域网的应用种类。
- 6、定义并解释 IEEE 802 参考模型中的数据链路层。为何要将该层划分为子层？
- 7、IEEE 802 局域网参考模型与 OSI 参考模型有何异同之处？
- 8、请列举局域网常用拓扑结构。
- 9、描述局域网/城域网媒体接入控制种类。
- 10、试比较几种共享信道方法的特点。
- 11、广播子网的一个缺点是，有多个主机试图访问信道时造成的通信容量浪费。作为一个简单例子，假设把时间分为离散的时间片， n 台主机中每一台主机在每个时间片内试图占有信道的概率为 p 。求由于冲突被浪费的时间片的比率。
- 12、一组 N 个站点共享一个 56kbps 的纯 ALOHA 信道，每个站点平均每 100 秒输出一个 1000 比特的帧，即使前一个帧还没有发送完也依旧进行（即站点有缓存）。 N 的最大值为多少？
- 13、对比纯 ALOHA 和时隙 ALOHA 在低负载条件下的时延，哪一个比较小？请说出原因。
- 14、若干个终端用纯 ALOHA 随机接入协议与远程主机通信，通信速率为 2400bps。设每个终端平均每 2 分钟发送一个帧，帧长为 200 比特，问终端数目最多允许为多少？若采用时隙 ALOHA 协议，其结果有如何？若改变以下数据，分别重新计算上述问题：
 - (a) 帧长变为 500 比特；
 - (b) 终端每 3 分钟发送一个帧；
 - (c) 线路速率改为 4800bps。
- 15、在纯 ALOHA 协议中，若系统工作在 $G=0.5$ 的状态，求信道为空闲的概率。
- 16、在时隙 ALOHA 协议中，若帧长为 k 个时隙的时间，而帧可以在任一时隙开始发送出去。试计算此系统的吞吐量。由此导出 $k=1$ 和 k 时的结果。并加以解释。
- 17、10000 个终端争用一条公用的时隙 ALOHA 信道。平均每个终端每小时发送帧 18 次，时隙长度为 125us，试求信道负载 G 。
- 18、时隙 ALOHA 的时隙为 40ms。大量用户同时工作，使网络每秒平均发送 50 个帧（包括重传的）。
 - (1) 试计算第一次发送即成功的概率。
 - (2) 试计算正好冲突 k 次后才发送成功的概率。
 - (3) 每个帧平均要发送多少次？
- 19、若时隙 ALOHA 系统有 10% 的时隙是空闲的，问网络负载 G 和吞吐量 S 各等于多少？现在系统过载否？
- 20、一时隙 ALOHA 系统有 4 个站，各站在一个时隙内的帧发送率分别为 $G_1=0.1$ ， $G_2=0.5$ ， $G_3=G_4=0.2$ 。试计算每个站的吞吐量和整个系统的吞吐量以及空闲时隙所占的比例。
- 21、一站数很大的时隙 ALOHA 系统在工作时，其空闲时隙占 65%。试求负载 G 和吞吐量 S 。
- 22、解释 CSMA/CD 和它的用途。在 802 项目的哪个部分中使用到 CSMA/CD？
- 23、为什么在 CSMA/CD 协议中参数 a 必须很小？用什么方法可以保证 a 的值很小？
- 24、100 个站点分布在 4km 长的总线上，协议采用 CSMA/CD。总线速率为 5Mbps，帧平均长度为 1000 比特，传播时延为 5μs/km。试估算每个站每秒钟发送的平均帧数最大值。

在以下条件下，重新计算每个站每秒钟发送的平均帧数最大值。

- (1) 总线长度减小为 1km；
- (2) 总线速率加倍；
- (3) 帧长变为 10000 比特。

25、一个 7 层楼，每层有一排共 15 间办公室。每个办公室的楼上设有一个插座。所有的插座在一个垂直面上构成一个正方形栅格组成的网的结点，插座间垂直和水平间隔都是 4 米。设任意两个插座之间都允许连上电缆（垂直、水平、斜线、……均可）。现要用电缆将它们连成：(1) 集线器在中央的星形网；(2) 以太网；(3) 令牌环形网。试计算每种情况下所需的电缆长度。

26、数据率为 10Mb/s 的以太网的码元传输速率是多少？

27、一个 1km 长的 10Mbps 的 CSMA/CD 局域网（非 802.3），其传播速度等于 200m/μs。数据帧长度为 256 比特，其中包括用于帧首部、帧检验序列和其它开销的 32 比特。传输成功后的第一时刻留给接收方来抢占信道并发送一个 32 比特的确认帧。假定没有冲突发生，有效数据率是多少（不包括开销）？

28、假定一个以太网上只有两个站，它们同时发送数据，产生了冲突。于是按二进制指数类型退避算法进行重传。重传次数记为 i ， $i=1,2,3,\dots$ 。试计算第 1 次重传失败的概率、第 2 次重传失败的概率、第 3 次重传失败的概率，以及一个站成功发送数据之前的平均重传次数 I 。

29、两个 CSMA/CD 站点都在试图发送长（多帧）文件。在发出每一帧后，它们采用二进制退避算法竞争信道。问正好竞争 k 次便成功的概率是多少？每个竞争周期的平均竞争次数是多少？

30、假定 1km 长的 CSMA/CD 网络的数据率为 1Gb/s。设信号在网络上的传播速率为 200000km/s。求能够使用此协议的最短帧长。

31、试说明 10BASE5，10BASE2，10BASE-T，10BASE-F，10BASE5，10BROAD36、和 FOMAU 所代表的意思。

32、基带与宽带有何区别？

33、比较和对比 LLC PDU 中的 SSAP 和 DSAP 与 MAC 帧中的源地址和目的地址。

34、解释一下为什么在 LLC PDU 中没有物理地址、标志或 CRC 字段。

35、802 模型对 OSI 模型中的物理层必须进行什么处理？

36、比较 IEEE802.3 的帧和 HDLC 帧。

37、对照比较 IEEE802.5 的数据/命令帧和 HDLC 帧。

38、讨论一下 10BASE5、10BASE2 和 10BASE-T 标准中收发器的位置。

39、什么是冲突？

40、FDDI 与基本的令牌环网相比较，优点在何处？

41、为什么在 802.3 帧中没有 AC 字段？

42、4B/5B 编码是如何保证在数据字段中不存在连续四个 0 的？

43、令牌环局域网如何运转？

44、假定 CSMA/CD 局域网和令牌环局域网中通信量都很大，前者系统中的站点发送一帧的等待时间可能比后者会更长，为什么？

45、什么原因使得交换式以太网比传统以太网存在较少冲突？

46、在以太网中，冲突域与数据速率有何关系？

47、结合网络互连设备，解释冲突域和广播域。

48、为什么 100BASE-FX 中的交换机或集线器与站点之间的最大距离比相应的 100BASE-TX 中的要大？

49、比较传统以太网、快速以太网与千兆以太网的数据率和数据信号编码。

- 50、4B/5B 和 8B/10B 编码的冗余位比率各为多少？
- 51、以太网帧的最大长度是多少？最小长度是多少？
- 52、为什么以太网应该有一个最小数据长度？
- 53、令牌环网的数据帧最小长度和最大长度各是多少？
- 54、以太网中最小帧的有用数据长度与帧的整个长度之比是多少？对最长的帧，该比值是多少？平均比值是多少？
- 55、令牌环网中最小帧的有用数据长度与帧的整个长度之比是多少？对最长的帧，该比值是多少？平均比值是多少？
- 56、假定 10BASE5 电缆的长度为 2500m，如果同轴粗缆的传播速度是光速的 60%，一个比特从网络起始端传到末端要花多长时间？忽略在设备中的传播时延。
- 57、根据上题的结果，求出检测一个冲突花费的最长时间。
- 58、10BASE5 的数据率是 10Mbps，建立最小帧需要花费多少时间？
- 59、假定令牌网中环长是 1000m，在双绞线中的传播速度为光速的 60%，一个比特走一圈要花多长时间？
- 60、在 16Mbps 的令牌环网中，令牌长度为 3 个八比特组，一个站点产生令牌要多长时间？
- 61、一个令牌环网正常工作，数据的第一比特直到完整帧生成才可以返回到产生它的地方。由于令牌是 3 个字节，对于令牌传递方法的正常操作，环的最小长度应该为多少？
- 62、当数据传输速率为 5Mbps。且传播速度为 $200\text{m}/\mu\text{s}$ ，时，令牌环接口中的一个比特时延等于多少米电缆？
- 63、令牌环网上的环时延必须能够容纳 24 比特长的整个令牌。如果电缆不够长，只有 16 比特的时延，为什么必须人为地额外增加时延？
- 64、有一个重负荷的 1km 长的令牌环网，其传播速度是 $200\text{m}/\mu\text{s}$ ，50 个站点在空间上绕环均匀分布。数据帧 256 比特，其中包括 32 比特开销，确认应答捎带在数据帧上。因此是包含在数据帧内备用的比特中，而不占用额外的时间。令牌为 8 比特。请问，这个环的有效数据率比 CSMA/CD 网高还是低？
- 65、令牌环网中，发送方负责把帧从环上移走。如果改成由接收方负责把帧从环上移走，需要对系统作何修改？可能产生什么后果？
- 66、一个 4Mbps 的令牌环具有 10ms 的令牌保持计时值。在这个环上可以发送的最大帧有多长？
- 67、使用线缆集中器对令牌环的性能有什么影响？
- 68、一个用作城域网的光纤令牌环长 200km，并且以 100Mbps 速率运行。一个站在发送一帧之后，重新产生令牌前应将该帧从环上清除。在光纤中的信号传播速率是每秒 20 万千米。且最大帧长为 1000 个八比特组。问该环的最大效率是多少？忽略所有其他开销来源。
- 69、许多人认为，以太网不适合实时计算，因为最坏情况的重传时间无上限。在什么条件下，该议论也适用于令牌环？在什么条件下，令牌环才会有一个已知的最坏情况？假定令牌环上站点的数目是固定的和已知的。
- 70、以太网帧必须至少 64 个八比特组，才能保证在线缆的远端发生冲突的情况下发送方仍然在发送，使得发送站能检测到冲突发生。快速以太网同样有一个 64 八比特组的最小帧长，但比特率提高了 10 倍。它是如何使得最小帧长规范能够维持不变的？
- 71、网桥的工作原理和特点是什么？网桥与转发器有何异同？
- 72、一所大学的计算机系有 3 个以太网段，使用两个透明网桥连接成一个线性网络。有一天，网管员离职了，临时请计算中心的一个人来代职，他的本行是 IBM 令牌环。这个新的网管员注意到网络的两个端头没有连接，随即订购了一个新的透明网桥，把两个敞开的头都连到网桥上，形成一个闭合环。这样做之后会发生什么现象？

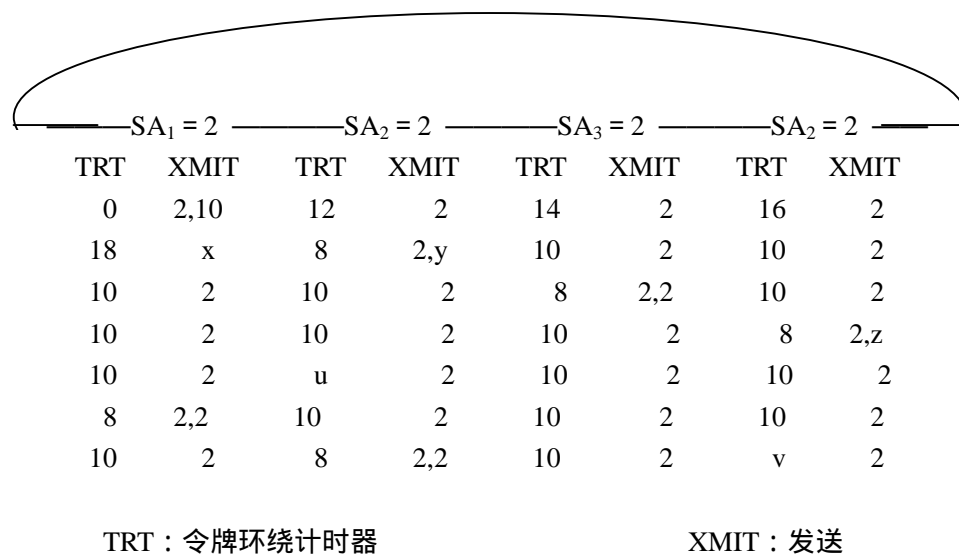
73、有 4 个局域网 $L_1 \sim L_4$ 和 6 个网桥 $B_1 \sim B_6$ 。网络拓扑如下： B_1 和 B_2 连通 L_1 和 L_2 （即 B_1 和 B_2 是并联的）， B_3 连通 L_2 和 L_3 ， B_4 连通 L_1 和 L_3 ， B_5 连通 L_3 和 L_4 ， B_6 连通 L_2 和 L_4 。主机 H_1 和 H_2 分别连接在 L_1 和 L_3 上。现在 H_1 要与 H_2 通信。

（1）试画出互连网的拓扑。

（2）若网桥为透明网桥，所有网桥中的站表都是空的。试找出生成树。

74、一个大的 FDDI 环有 100 个站，令牌环行时间是 40ms。令牌保持时间是 10ms。该环可取得的最大效率是多少？

75、在 FDDI 网络中，一定数量的时间固定归同步数据业务所使用，多余的部分则可为异步数据业务所使用。题图 75 中给出了一个包含 4 个站的环的例子，其中 TTRT（目标令牌环绕时间）等于 15 个帧长时间， SA_i （对 i 站的同步分配）等于 3 个帧长时间，对各个站都一样。TRT 表示令牌环绕计时器的值。XMIT 的值依次表示一个站发送的同步帧和异步帧的个数。假定帧长固定，并忽略其他各种时延，试给出在该图中 x, y, z, u 和 v 的值。



题图 75 FDDI 传输容量分配方案实施示例

76、假定信号在光纤中的时延是每千米 $5\mu s$ ，试计算以时间和比特表示的下列 FDDI 环配置的时延。假定可用的比特率是 100Mbps。

（a）2km 环，有 20 个站；

（b）20km 环，有 200 个站；

（c）100km 环，有 500 个站。

77、请简述 ATM 局域网的几种应用类型。

78、ATM 实现与其它传统局域网的互联时，应考虑哪些兼容性问题？

79、讨论光纤通道（Fibre Channel）与千兆以太网的异同。

80、构成光纤通道网络有哪些主要元素？基本的光纤通道拓扑有哪几种？

81、讨论 WLAN 的应用领域、传输技术、协议标准。

82、WLAN 的 IEEE802.11 标准的 MAC 协议有哪些特点？为什么 WLAN 中不能使用冲突检测协议？试说明 RTS 帧和 CTS 帧的作用。

83、IEEE802.11 标准的 MAC 协议中的 SIFS、PIFS 和 DIFS 的作用是什么？

第 13 章和第 14 章思考题和补充习题参考答案

1、局域网的主要特点是什么？为什么说局域网是一个通信网？

解答

局域网 LAN 是指在较小的地理范围内,将有限的通信设备互联起来的计算机通信网络。从功能的角度来看,局域网具有以下几个特点:

共享传输信道。在局域网中,多个系统连接到一个共享的通信媒体上。

地理范围有限,用户个数有限。通常局域网仅为一个单位服务,只在一个相对独立的局部范围内连网,如一座楼或集中的建筑群内。一般来说,局域网的覆盖范围约为 10m ~ 10km 内或更大一些。

传输速率高。局域网的数据传输速率一般为 1 ~ 1000Mbps,能支持计算机之间的高速通信,所以时延较低。

误码率低。因近距离传输,所以误码率很低,一般在 $10^{-8} \sim 10^{-11}$ 之间。

多采用分布式控制和广播式通信。在局域网中各站是平等关系而不是主从关系,可以进行广播或组播。

从网络的体系结构和传输控制规程来看,局域网也有自己的特点:

低层协议简单。在局域网中,由于距离短、时延小、成本低、传输速率高、可靠性高,因此信道利用率已不是人们考虑的主要因素,所以低层协议较简单。

不单独设立网络层。局域网的拓扑结构多采用总线型、环型和星型等共享信道,网内一般不需要中间转接,流量控制和路由选择功能大为简化,通常在局域网不单独设立网络层。因此,局域网的体系结构仅相当与 OSI/RM 的最低两层。

采用多种媒体访问控制技术。由于采用共享广播信道,而信道又可用不同的传输媒体,所以局域网面对的问题是多元、多目的的链路管理。由此引发出多种媒体接入控制技术。

在 OSI 的体系结构中,一个通信子网只有最低的三层。而局域网的体系结构也只有 OSI 的下三层,没有第四层以上的层次。所以说局域网只是一种通信网。

2、网卡的的主要用途是什么？请列举服务器网卡的一些辅助功能。

解答

接入网络的每一台计算机都必须有一个进入该网络的接口,最常用的网络接口形式就是网络接口适配器或称网络接口卡,简称网卡。计算机借助于网卡,使用线缆(同轴电缆、双绞线或光纤)或某种形式的无线信号,使计算机能够将数据发送给网络上的其他设备,或者接收来自网络其他设备的数据。

网卡可以作为物理层的组成部分,实现网络传输媒体的接入和数据信号的收发及其编码/解码。同时网卡与网卡驱动程序相结合,能够实现计算机上使用的数据链路层协议的各种功能,比如以太网协议的功能。网卡还提供网络层协议(有网络操作系统实现)与网络传输媒体之间的链路。

服务器网卡可以是多端口网卡,实现服务器与两个以上的网络的连接。还可以多个网卡共享一个 IP 地址组成虚拟网卡,实现负载均衡,每个网卡为不同的一部分客户机服务;另一种负载均衡的技术是链路聚合,通常使用一个网卡来处理输入数据分组,最多由 4 个网卡输出信息。多网卡技术和热插拔功能可以用于容错。许多服务器网卡还支持远程管理。

3、局域网采用什么类型的传输媒体？

解答

局域网的常用传输媒体包括双绞线、同轴电缆、光纤以及无线电波。

4、列举网络连接设备的种类，并结合 OSI 参考模型以及冲突域和广播域的概念解说这些网络连接设备。

解答

工作于 OSI 模型的物理层的网络连接设备有中继器（转发器）和共享式集线器。它们按比特为单位实现信号的再生和转发。中继器主要用于增加网络长度或实现多个网段的互连。共享式集线器功能主要是将多台计算机接入网络，也可起采用级连方式起中继器的作用。采用中继器和共享式集线器连接的网络处于同一广播域（同一个局域网），而且同在一个冲突域中（任一站点发送的信号都能被其他所有站点直接检测到）。

工作于 OSI 模型的数据链路层的网络连接设备有网桥和第二层交换机（包括交换式集线器）。它们按 MAC 帧为单位转发数据（存储转发或直通转发）。网桥可实现多个网段的互连，但各网段信号是相互隔离的，通过寻址和简单路由选择在网段间转发 MAC 帧。交换机可以将多台计算机接入网络，也可实现多个集线器或下级交换机的互连，交换机每个端口之间信号也是相互隔离的，通过寻址和简单路由选择建立端口之间的连接并转发数据。采用网桥和第二层交换机连接的网络处于同一广播域（同一个局域网），但互连的个网段不在同一个冲突域中，即每个网段为一个独立的冲突域。

工作于 OSI 模型的网络层的网络连接设备有路由器（在 TCP/IP 协议中也称为网关，不同于对应于 OSI 模型的网关定义，后者的网关是指实现体系结构完全不同的网络之间互联的设备）和第三层交换机。这些设备实现不同广播域之间的数据分组转发，并具有更复杂的路由选择功能。第三层交换机通常作为主干交换机，它通过路由选择实现了多个子网的任意互连。

5、简述局域网的应用种类。

解答

- 个人计算机局域网
- 后端网络和存储区域网
- 高速办公室网络
- 主干局域网

6、定义并解释 IEEE 802 参考模型中的数据链路层。为何要将该层划分为子层？

解答

数据链路层分为两个子层，LLC 是非具体体系结构的，对于 IEEE 定义的所有 LAN 都是相同的，逻辑链路控制协议处理 HDLC 帧的端用户部分：逻辑地址、控制信息和数据。因此对于同一 LLC。可以提供多个 MAC 选择。MAC 层包含一些截然不同的模块：每个模块承载所使用的局域网产品特有的信息，并解决与共享媒体的连接问题，在传统的链路层控制协议中则没有这种管理共享媒体接入所需的逻辑。

7、IEEE 802 局域网参考模型与 OSI 参考模型有何异同之处？

解答

局域网的体系结构与 OSI 的体系结构有很大的差异。它的体系结构只有 OSI 的下三层，而没有第四层以上的层次。即使是下三层，也由于局域网是共享广播信道，且产品的种类繁多，涉及到种种媒体访问方法，所以两者存在着明显的差别。

在局域网中，物理层负责物理连接和在媒体上传输比特流，其主要任务是描述传输媒体接口的一些特性。这与 OSI 参考模型的物理层相同。但由于局域网可以采用多种传输媒体，各种媒体的差异很大，所以局域网中的物理层的处理过程更复杂。通常，大多数局域网的物

理层分为两个子层：一个子层描述与传输媒体有关的物理特性，另一子层描述与传输媒体无关的物理特性。

在局域网中，数据链路层的主要作用是通过一些数据链路层协议，在不太可靠的传输信道上实现可靠的数据传输，负责帧的传送与控制。这与 OSI 参考模型的数据链路层相同。但局域网中，由于各站共享网络公共信道，由此必须解决信道如何分配，如何避免或解决信道争用，即数据链路层必须具有媒体访问控制功能。有由于局域网采用的拓扑结构与传输媒体多种多样，相应的媒体访问控制方法也有多种，因此在数据链路功能中应该将与传输媒体有关的部分和无关的部分分开。这样，IEEE802 局域网参考模型中的数据链路层划分为两个子层：媒体访问控制 MAC 子层和逻辑链路控制 LLC 子层。

在 IEEE802 局域网参考模型中没有网络层。这是因为局域网的拓扑结构非常简单，且各个站点共享传输信道，在任意两个结点之间只有唯一的一条链路，不需要进行路由选择和流量控制，所以在局域网中不单独设置网络层。这与 OSI 参考模型是不同的。但从 OSI 的观点看，网络设备应连接到网络层的服务访问点 SAP 上。因此，在局域网中虽不设置网络层，但将网络层的服务访问点 SAP 设在 LLC 子层与高层协议的交界面上。

从上面的分析可知，局域网的参考模型只相当于 OSI 参考模型的最低两层，且两者的物理层和数据链路层之间也有很大差别。在 IEEE802 系列标准中各个子标准的物理层和媒体访问控制 MAC 子层是有区别的，而逻辑链路控制 LLC 子层是相同的，也就是说，LLC 子层实际上是高层协议与任何一种 MAC 子层之间的标准接口。

8、请列举局域网常用拓扑结构。

解答

总线拓扑、星状拓扑、环状、分层星状拓扑（树状拓扑）、星状总线拓扑。

9、描述局域网/城域网媒体接入控制种类。

解答

媒体接入控制按在何处进行控制分为集中式和分布式，集中式需指定一个有权决定接入网络的控制器，而分布式则由各个站点动态决定发送顺序，共同完成媒体接入控制。

按如何实现控制分为同步和异步两大类。同步技术对每个连接指定一个固有带宽，局域网和城域网通常采用异步方式分配带宽，大致可进一步分为轮转（循环）、预约、争用三类。轮转又分为集中式的轮询（如 IEEE 802.11）和分布式的令牌传递方式（如 IEEE 802.4 和 802.5）。预约和争用的典型代表分别是 IEEE 802.6 和 IEEE 802.3。

10、试比较几种共享信道方法的特点。

解答

共享广播信道采用基于信道的共享和基于排队的共享两种方法。信道共享可采用频分复用或时分复用，无论采用哪种技术都可以有固定分配和按需分配两种不同的方式。

基于排队共享可以采用两种方式分配带宽：一种是随机接入，即允许各站自由发送数据。当发生冲突时，则通过一定的算法来解决冲突。另一种方法是设法形成一个分布式的逻辑队列或用令牌来协调各站发送数据。基于排队共享广播信道的方式正是上题所述的局域网/城域网媒体接入控制方式。

这四种共享广播信道的方法：固定分配法实时性好，但信道利用率低；按需分配方法信道利用率高，但工作站必须增加一定的处理能力，而且信道忙时，一部分用户对信道的申请可能被阻塞，再申请产生时延；随机接入的方法简单，工作站接入与安装方便，在低负载时，网络基本上没有时延，但发送时延不确定，重负载时，网络的效率下降很多；分布式逻辑队

列或令牌法,发送时延确定,可设优先级,能传送数字化的分组话音信号,重负载的性能好,但协议复杂。

11、广播子网的一个缺点是,有多个主机试图访问信道时造成的通信容量浪费。作为一个简单例子,假设把时间分为离散的时间片, n 台主机中每一台主机在每个时间片内试图占有信道的概率为 p 。求由于冲突被浪费的时间片的比率。

解答

先区别 $n+2$ 种事件,从事件 1 到事件 n 都是由对应的主机试图使用信道而不发生冲突获得成功的条件形成,这些事件中的每一个的概率均为 $p(1-p)^{n-1}$ 。事件 $n+1$ 是一个空闲信道,其概率为 $(1-p)^n$ 。事件 $n+2$ 是一次冲突。由于这 $n+2$ 种事件是穷举的和完备的,它们的概率之和必定为 1。因此,冲突的概率,也就是浪费的时间片的比率是

$$1 - np(1-p)^{n-1} - (1-p)^n$$

12、一组 N 个站点共享一个 56kbps 的纯 ALOHA 信道,每个站点平均每 100 秒输出一个 1000 比特的帧,即使前一个帧还没有发送完也依旧进行(即站点有缓存)。 N 的最大值为多少?

解答

纯 ALOHA 信道的可用带宽是 $56\text{kbps} \times 0.18 = 10\text{kbps}$

每个站需要的带宽 $1000 \div 100 = 10\text{bps}$

因此, $N = 10000\text{bps} \div 10\text{bps} = 1000$ 个

13、对比纯 ALOHA 和时隙 ALOHA 在低负载条件下的时延,哪一个比较小?请说出原因。

解答

对于纯 ALOHA,发送可以立即开始;对于时隙 ALOHA,它必须等待下一个时隙。平均地讲,需要引入半个时隙的时延。因此,纯 ALOHA 比时隙 ALOHA 的时延要小。

14、若干个终端用纯 ALOHA 随机接入协议与远程主机通信,通信速率为 2400bps。设每个终端平均每 2 分钟发送一个帧,帧长为 200 比特,问终端数目最多允许为多少?若采用时隙 ALOHA 协议,其结果有如何?若改变以下数据,分别重新计算上述问题:

(a) 帧长变为 500 比特;

(b) 终端每 3 分钟发送一个帧;

(c) 线路速率改为 4800bps。

解答

ALOHA 的容量为 $0.18 \times 2400 = 432\text{bps}$, 终端速率 = $200 \text{ 比特} / 120 \text{ 秒} = 5/3\text{bps}$,

最大终端数 = $432 \div 5/3 = 259$ 个。

时隙 ALOHA 容量为 $0.37 \times 2400 = 888\text{bps}$, 所以最大终端数 $888 \div 5/3 = 532$ 个,, 约为纯 ALOHA 的终端数加倍。

(a) 帧长增加了 2.5 倍, 以上答案除以 2.5;

(b) 终端速率降为原来的 $2/3$, 以上答案乘以 1.5;

(c) 线路速率加倍, 以上答案相应加倍。

15、在纯 ALOHA 协议中,若系统工作在 $G=0.5$ 的状态,求信道为空闲的概率。

解答

对于纯 ALOHA,在任一帧时内生成 k 帧的概率服从泊松分布

$$\Pr[k] = \frac{G^k e^{-G}}{k!}$$

信道为空闲（即：生成 0 帧）的概率为 $e^{-G} = e^{-0.5} \approx 0.61$ 。

16、在时隙 ALOHA 协议中，若帧长为 k 个时隙的时间，而帧可以在任一时隙开始发送出去。试计算此系统的吞吐量。由此导出 $k=1$ 和 k 时的结果。并加以解释。

解答

$$\text{吞吐量 } S = G e^{-G(2-1/k)}$$

$k=1$ 时相当于时隙 ALOHA， k 时变成纯 ALOHA。

17、10000 个终端争用一条公用的时隙 ALOHA 信道。平均每个终端每小时发送帧 18 次，时隙长度为 125us，试求信道负载 G 。

解答

每个终端每 200 ($=3600/18$) 秒发送 1 次帧，总共有 10000 个终端，因此，总负载是 200 秒发 10000 次帧，平均每秒 50 次帧。每秒 8000 个时隙，所以平均每个时隙发送次数是 $G=50 \div 8000=1/160$ 。

18、时隙 ALOHA 的时隙为 40ms。大量用户同时工作，使网络每秒平均发送 50 个帧（包括重传的）。

- (1) 试计算第一次发送即成功的概率。
- (2) 试计算正好冲突 k 次后才发送成功的概率。
- (3) 每个帧平均要发送多少次？

解答

- (1) 在任一帧时内生成 k 帧的概率服从泊松分布

$$\Pr[k] = \frac{G^k e^{-G}}{k!}$$

生成 0 帧的概率为 e^{-G} 。对于纯 ALOHA，发送一帧的冲突危险区为两个帧时，在两个帧时内无其他帧发送的概率为 $e^{-G} \cdot e^{-G} = e^{-2G}$ ；对于分隙 ALOHA，由于冲突危险区减少为原来的一半，任一帧时内无其他帧发送的概率是 e^{-G} 。现在时隙为 40ms，即每秒 25 个时隙，产生 50 个帧，所以平均每个时隙产生两个帧，即 $G=2$ ，因此第一次发送即成功的概率是 $e^{-2} \approx 0.1353$ 。

$$(2) (1 - e^{-G})^k e^{-G} = 0.1353 \times 0.8647^k$$

- (3) 尝试 k 次才能发送成功的概率（即 $k-1$ 次冲突，第 k 次才成功）为：

$$p_k = e^{-G} (1 - e^{-G})^{k-1}$$

那么每个帧平均要发送的次数（即每个帧发送次数的数学期望）为：

$$E = \sum_{k=1}^{\infty} k p_k = \sum_{k=1}^{\infty} k e^{-G} (1 - e^{-G})^{k-1} = e^G = e^2 \approx 7.3891$$

19、若时隙 ALOHA 系统有 10% 的时隙是空闲的，问网络负载 G 和吞吐量 S 各等于多少？现在系统过载否？

解答

(1) 从泊松定律得到 $p_0 = e^{-G}$ ，因此 $G = -\ln p_0 = -\ln 0.1 = 2.3026$ ；

(2) $S = G e^{-G} = -0.1 \times \ln 0.1 = 0.2303$ ；

(3) 因为每当 $G > 1$ 时，信道总是过载的，因此在这里系统是过载的。

20、一时隙 ALOHA 系统有 4 个站，各站在一个时隙内的帧发送率分别为 $G_1=0.1$ ， $G_2=0.5$ ， $G_3=G_4=0.2$ 。试计算每个站的吞吐量和整个系统的吞吐量以及空闲时隙所占的比例。

解答

(1) 每个站的吞吐量： $S_1 = G_1 e^{-G_1} = 0.1 e^{-0.1} = 0.0905$ ，

$S_2 = G_2 e^{-G_2} = 0.5 e^{-0.5} = 0.3033$ ， $S_3 = S_4 = G_4 e^{-G_4} = 0.2 e^{-0.2} = 0.1637$ ；

(2) 整个系统的吞吐量为 $S = G e^{-G} = (0.1 + 0.5 + 2 \times 0.2) \times e^{-1} = 0.3679$ ，

空闲所占的比例 $p_0 = e^{-G} = 0.3678$ 。

21、一站数很大的时隙 ALOHA 系统在工作时，其空闲时隙占 65%。试求负载 G 和吞吐量 S 。

解答

从泊松定律得到 $p_0 = e^{-G}$ ，因此 $G = -\ln p_0 = -\ln 0.65 = 0.4308$ ；

$S = G e^{-G} = -0.65 \times \ln 0.65 = 0.28$ 。

22、解释 CSMA/CD 和它的用途。在 802 项目的哪个部分中使用到 CSMA/CD？

解答

CSMA/CD 是用于以太网 (802.3) 的接入机制。如果站点想发送数据到网上，必须首先监听线路上存在的通信量。如果没有检测到通信量，则认为线路是空闲的并开始发送。站点在发送数据后继续监听，如果检测到冲突，站点停止当前的发送并等待某个时间量直到线路干净，然后再从头开始这一切。

23、为什么在 CSMA/CD 协议中参数 a 必须很小？用什么方法可以保证 a 的值很小？

解答

在 CSMA/CD 协议中参数 a 很小，可以使线路利用率和整个网络系统吞吐率保持较高水平。限制网络传输媒体长度、提高总线速率或增加帧长度都是保证 a 值很小的有效方法。

24、100 个站点分布在 4km 长的总线上，协议采用 CSMA/CD。总线速率为 5Mbps，帧平均长度为 1000 比特，传播时延为 5μs/km。试估算每个站每秒钟发送的平均帧数最大值。

在以下条件下，重新计算每个站每秒钟发送的平均帧数最大值。

(1) 总线长度减小为 1km；

(2) 总线速率加倍；

(3) 帧长变为 10000 比特。

解答

因传播时延为 5μs/km，则传播速度为 2×10^8 m。

$$a = \frac{Rd}{LV} = \frac{5 \times 10^6 \times 4 \times 10^3}{1 \times 10^3 \times 2 \times 10^8} = 0.1$$

100 个站点时，每站发送成功的概率为 $A = (1 - 1/100)^{100-1} = 0.369$

$$\text{整个总线网的吞吐率 } S = \frac{1}{1 + a(2A^{-1} - 1)} = 0.69$$

因总线速率为 5Mbps，且 100 个站点的 100 个帧的总长度为 100000 比特，

$$\text{所以每个站每秒钟发送的平均帧数最大值为} = \frac{5 \times 10^6 \times 0.69}{1 \times 10^5} = 34 \text{ 帧。}$$

当改变条件时，答案如下：

$$(1) a = \frac{Rd}{LV} = \frac{5 \times 10^6 \times 1 \times 10^3}{1 \times 10^3 \times 2 \times 10^8} = 0.025$$

$$\text{整个总线网的吞吐率 } S = \frac{1}{1 + a(2A^{-1} - 1)} = 0.9$$

$$\text{每个站每秒钟发送的平均帧数最大值为} = \frac{5 \times 10^6 \times 0.9}{1 \times 10^5} = 45 \text{ 帧}$$

$$(2) a = \frac{Rd}{LV} = \frac{10 \times 10^6 \times 4 \times 10^3}{1 \times 10^3 \times 2 \times 10^8} = 0.2$$

$$\text{整个总线网的吞吐率 } S = \frac{1}{1 + a(2A^{-1} - 1)} = 0.53$$

$$\text{所以每个站每秒钟发送的平均帧数最大值为} = \frac{10 \times 10^6 \times 0.53}{1 \times 10^5} = 53 \text{ 帧}$$

$$(3) a = \frac{Rd}{LV} = \frac{5 \times 10^6 \times 4 \times 10^3}{1 \times 10^4 \times 2 \times 10^8} = 0.01$$

$$\text{整个总线网的吞吐率 } S = \frac{1}{1 + a(2A^{-1} - 1)} = 0.96$$

所以每个站每秒钟发送的平均帧数最大值为 $= \frac{5 \times 10^6 \times 0.96}{1 \times 10^6} = 4.8$ 帧

25、一个 7 层楼，每层有一排共 15 间办公室。每个办公室的楼上设有一个插座。所有的插座在一个垂直面上构成一个正方形栅格组成的网的结点，插座间垂直和水平间隔都是 4 米。设任意两个插座之间都允许连上电缆（垂直、水平、斜线、……均可）。现要用电缆将它们连成：(1) 集线器在中央的星形网；(2) 以太网；(3) 令牌环形网。试计算每种情况下所需的电缆长度。

解答

(1) 假定从下往上把 7 层楼分别编号为 1~7 层（如题图 25 所示）。在星形网中，路由器放在 4 层中间位置。到达 $7 \times 15 - 1 = 104$ 个场点中的每一个场点都需要有电缆。因此电缆的总长度等于：

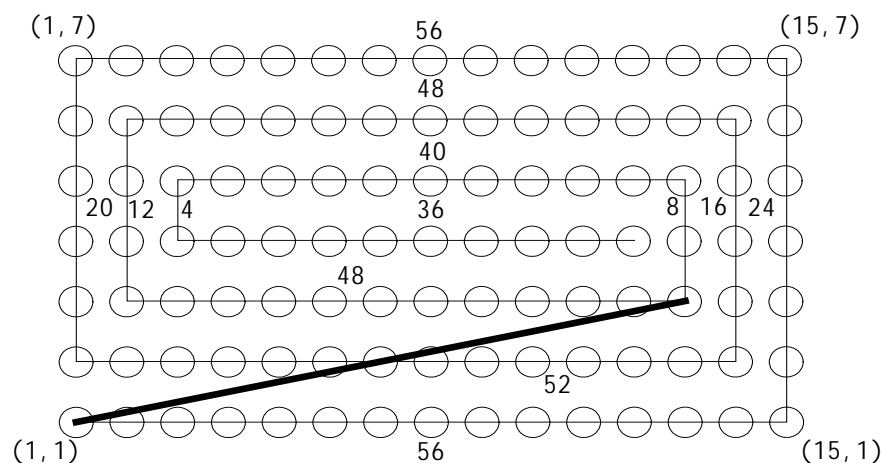
$$4 \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{15} \sqrt{(i-4)^2 + (j-8)^2} = 1832 \text{ (m)}$$

(2) 对于以太网（10BASE5），每一层都需要 56m 水平电缆，再加上 24m（ $=4 \times 6$ ）垂直方向电缆，所以总长度等于：

$$56 \times 7 + 24 = 416 \text{ (m)}$$

(3) 一种方案是采用螺旋结构（如题图 5-03），线缆经过 (1,1) (15,1) (15,7) (1,7) (1,2) 和 (14,2) 等，总长度等于：

$$56 + 52 + 48 + 36 + 40 + 48 + 56 + 20 + 12 + 4 + 8 + 16 + 24 + \sqrt{44^2 + 12^2} = 466 \text{ (m)}$$



题图 25（图中有错，粗线右端应连接到第 4 层右起第 4 个站点）

26、数据率为 10Mb/s 的以太网的码元传输速率是多少？

解答

码元传输速率即为波特率。10Mb/s 以太网使用曼彻斯特编码，这就意味着发送的每一位都有两个信号周期，因此波特率是数据率的两倍，即 20M 波特。

27、一个 1km 长的 10Mbps 的 CSMA/CD 局域网（非 802.3），其传播速度等于 200m/μs。数据帧长度为 256 比特，其中包括用于帧首部、帧检验序列和其它开销的 32 比特。传输成功后的第一时刻留给接收方来抢占信道并发送一个 32 比特的确认帧。假定没有冲突发生，有效数据率是多少（不包括开销）？

解答

电缆的往返路程传播时间为 $1000\text{m} \div 200\text{m}/\mu\text{s} \times 2 = 10\mu\text{s}$ 。

一次完整的传输包含 4 个阶段：

发送方获取电缆信道：10μs

发送数据帧：256 比特 $\div 10000000\text{bps} = 25.6\mu\text{s}$

接收方获取电缆信道：10μs

发送确认帧：32 比特 $\div 10000000\text{bps} = 3.2\mu\text{s}$

4 个阶段的时间总和是 48.8μs，在此期间共发送 256 - 32 = 224 个数据比特。因此，有效数据率为 224 比特 $\div 48.8\mu\text{s} = 4.6\text{Mbps}$ 。

28、假定一个以太网上只有两个站，它们同时发送数据，产生了冲突。于是按二进制指数类型退避算法进行重传。重传次数记为 i ， $i=1,2,3,\dots$ 。试计算第 1 次重传失败的概率、第 2 次重传失败的概率、第 3 次重传失败的概率，以及一个站成功发送数据之前的平均重传次数 I 。

解答

将第 i 次重传成功的概率记为 P_i ，显然

$$P_i = (0.5)^k, \quad k = \min[i, 10]$$

第一次重传失败的概率为 0.5，第 2 次重传失败的概率为 0.25，第 3 次重传失败的概率为 0.125。平均重传次数 $I = 1.637$ 。

29、两个 CSMA/CD 站点都在试图发送长（多帧）文件。在发出每一帧后，它们采用二进制退避算法竞争信道。问正好竞争 k 次便成功的概率是多少？每个竞争周期的平均竞争次数是多少？

解答

把获得信道的尝试从 1 开始编号，第 i 次尝试分布在 2^{i-1} 个时隙中。因此， i 次尝试冲突的概率是 $2^{-(i-1)}$ 。那么，开头 $k-1$ 次尝试失败但紧接着第 k 次尝试成功的概率则为

$$p_k = (1 - 2^{-(k-1)}) \prod_{i=1}^{k-1} 2^{-(i-1)}$$

该式可简化为

$$p_k = (1 - 2^{-(k-1)}) [2^{-0} \cdot 2^{-1} \cdot 2^{-2} \cdot \dots \cdot 2^{-(k-2)}] = (1 - 2^{-(k-1)}) 2^{-(k-1)(k-2)/2}$$

每个竞争周期的平均竞争次数是

$$\sum k p_k$$

30、假定 1km 长的 CSMA/CD 网络的数据率为 1Gb/s。设信号在网络上的传播速率为 200000km/s。求能够使用此协议的最短帧长。

解答

对于 1km 电缆，单程传播时间为 $1 \div 200000 = 5 \times 10^{-6}\text{s}$ ，即 5μs，来回路程传播时间为 10μs。

为了能够按照 CSMA/CD 工作，最小帧的发射时间不能小于 $10\mu\text{s}$ 。以 1Gb/s 速率工作， $10\mu\text{s}$ 可以发送的比特数等于

$$\frac{10 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-9}} = 10000$$

因此，最短帧长 10000 比特或 1250 八比特组。

31、试说明 10BASE5, 10BASE2, 10BASE-T, 10BASE-F、1BASE5, 10BROAD36、和 FOMAU 所代表的意思。

解答

10 和 1 代表网络数据传输速率分别为 10Mbps 和 1Mbps, BASE 和 BROAD 分别表示基带和频分多路复用的宽带。5、2 和 36 分别表示传输媒体线缆段最大长度分别为 500 米、185 (约 200) 米和 3600 米; T 表示是采用双绞线; F 表示光纤。10BASE5 是 50 欧同轴粗缆; 10BASE2 是 50 欧同轴细缆; 10BASE-T 为一种物理星状拓扑而逻辑上为总线结构的以太网; 1BASE5 指 AT&T 公司的 StarLAN 的物理媒体规范, 使用 10BASE-T 一样的双绞线, 可通过一种称为菊花链的机制进行扩展; 10BASE-F 又分为适用于以星状拓扑连接站和转发器的无源系统 10BASE-FP、点对点连接站或转发器的光纤链路 10BASE-FL、以及点对点主干光纤链路 10BASE-FB; 10BROAD36 采用 75 欧的 CATV 同轴电缆。FOMAU 是采用光纤 (Fiber Optic) 的媒体接入单元 MAU (Media Access Unit), 用以连接扩展以太网的转发器之间的光纤链路 FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link)。

请自行解释 100BASE-T、100BASE-X、100BASE-TX、100BASE-FX、100BASE-T4、1000BASE-SX、1000BASE-LX、1000BASE-CX、1000BASE-T、10GBASE-SR、10GBASE-LR、10GBASE-ER、10GBASE-SW、10GBASE-LW、10GBASE-EW、10GBASE-LX4 的含义。

32、基带与宽带有何区别?

解答

基带 (baseband) 指不需调制的数字信号传输, 宽带 (broadband) 指需要调制的模拟信号传输, 之所以称为宽带是多路频带传输信道速率的总带宽比基带要宽。

33、比较和对比 LLC PDU 中的 SSAP 和 DSAP 与 MAC 帧中的源地址和目的地址。

解答

DSAP 是目的服务访问点的地址, SSAP 是源服务访问点的地址。两种地址都标识协议栈, 用以产生和使用数据。MAC 帧则包含分组的下一个目的地的物理地址 (DA) 和转发该分组的上一个设备的物理地址 (SA)。

换句话说, SSAP 和 DSAP 分别是源站点和目的站点上 LLC 用户传输数据所使用的网络地址, 而 SA 和 DA 地址既可能是该源站点和目的站点的网卡物理地址, 也有可能是网络中间互连设备 (网桥) 的物理地址。

34、解释一下为什么在 LLC PDU 中没有物理地址、标志或 CRC 字段。

解答

这些字段由 MAC 层添加和使用。

35、802 模型对 OSI 模型中的物理层必须进行什么处理?

解答

802 模型为定义在 MAC 层中的每种协议都定义了一些物理物理规范。这些规范指定了用于具体 LAN 类型的电缆、连接、信号的类别。

36、比较 IEEE802.3 的帧和 HDLC 帧。

解答

两者几乎相同。IEEE802.3 的帧将控制字段搬移到了 LLC 层，地址分为两级源地址和目的地址，增加了类型字段来定义使用帧的高层协议。

37、对照比较 IEEE802.5 的数据/命令帧和 HDLC 帧。

解答

两者也几乎相同。IEEE802.5 的帧将控制字段搬移到了 LLC 层，地址分为两级源地址和目的地址，增加了类型字段来定义使用帧的高层协议。此外还增加了帧状态字段和接入控制字段来管理令牌。

38、讨论一下 10BASE5、10BASE2 和 10BASE-T 标准中收发器的位置。

解答

在 10BASE5 中，收发器位于电缆上并通过一个 AUI 电缆将 NIC 连接到链路；10BASE2 中，收发器电路在 NIC 中；在 10BASE-T 中，所有网络操作都放进一个智能集线器，来取代各自为战的收发器，为每个站都提供一个端口。

39、什么是冲突？

解答

在以太网中，相同链路上的两个站点同时发送数据时产生冲突。如果检测到线路上极高的电压，则说明发生了冲突。

40、FDDI 与基本的令牌环网相比较，优点在何处？

解答

FDDI 上的数据率约 100Mbps，而基本的令牌环网则大致为 4Mbps 或 16Mbps。

FDDI 使用光纤线缆，不受电磁干扰，而令牌环网使用屏蔽双绞线电缆，对噪声更敏感。

FDDI 网络覆盖的距离比令牌环网要大得多。

FDDI 一个令牌可以支持多个站点同时发送帧给不同的站点，而令牌环网则通常只能由一个站点获取令牌发送一帧或多帧给其它站点。

41、为什么在 802.3 帧中没有 AC 字段？

解答

AC 字段是令牌环中的字段，用于控制令牌环网的接入。通过该字段实现优先级控制，可使有发送需求的站点优先获取或预约令牌。由于 802.3 使用 CSMA/CD 作为其接入方法，采用争用而非轮转的方式使用信道，因此不需要 AC 字段。

42、4B/5B 编码是如何保证在数据字段中不存在连续四个 0 的？

解答

4B/5B 编码将每个 4 比特数据段变换为一个 5 比特单元，使其包含最多两个连续 0。16 种 4 比特模式的每一种都由一个 5 比特模式来代表，即从 32 种模式中挑选 16 种模式来表示数据。仔细挑选这些比特模式使得任何数据单元不可能是多于三个 0 的序列。任何 5 比特模

式最多只有一个 0 打头或者至多两个 0 结尾。

43、令牌环局域网如何运转？

解答

一个令牌环绕着令牌环网传递，该令牌环依次从 NIC 传递到 NIC，直至遇到一个打算发送数据的站。该站截留令牌（如果令牌是空闲的）并发送自己的数据帧。数据帧绕着环前行，当其到达目的站，接收的站复制报文，检查是否出错，并修改数据帧最后 FS 字段中的 4 个比特（两个 A 比特和两个 C 比特）。该帧然后继续绕环行进。源发送站检查帧并丢弃已使用过的数据帧，将令牌释放回环上。

44、假定 CSMA/CD 局域网和令牌环局域网中通信量都很大，前者系统中的站点发送一帧的等待时间可能比后者会更长，为什么？

解答

CSMA/CD 局域网采用有冲突的争用协议，而令牌环局域网则是无冲突的轮转协议。CSMA/CD 局域网可能需要等待更长时间，然后才能够送出无冲突数据。

45、什么原因使得交换式以太网比传统以太网存在较少冲突？

解答

交换机这种设备是能够识别帧的目的地址并且能够由此为帧选择通向目的站点的端口，在传输过程中该条路由不影响媒体的其余部分。

46、在以太网中，冲突域与数据速率有何关系？

解答

如果数据率 x 按某一比例因子增加，冲突域（数据在两个站点传输一个来回的最大距离）按相同比例因子减小。比如快速以太网数据率比传统以太网提高了 10 倍，冲突域长度则减少了 10 倍。

47、结合网络互连设备，解释冲突域和广播域。

解答

冲突域是电磁波信号能够直接到达或按比特通过物理层互连装置转发而到达的区域，广播域是链路层数据帧能够直接到达或通过链路层互连设备转发而到达的区域。通过中继器（转发器）连接起来的两段或多段网络既在同一个广播域内，又在同一个冲突域中；通过网桥和二层交换机连接起来的两段或多段网络仍在同一个广播域内，但各属于不同的冲突域；通过路由器连接起来的网络各属于不同的广播域，更不在同一冲突域。

48、为什么 100BASE-FX 中的交换机或集线器与站点之间的最大距离比相应的 100BASE-TX 中的要大？

解答

100BASE-FX 使用光纤线缆，具有更小的信号衰减。

49、比较传统以太网、快速以太网与千兆以太网的数据率和数据信号编码。

解答

传统以太网数据率为 10Mbps，信号采用曼彻斯特编码；快速以太网数据率为 100Mbps，采用 MLT-3（100BASE-TX）、4B/5B（100BASE-FX）或 8B/6T（100BASE-T4）编码；千兆

以太网的数据率为 1Gbps，采用 8B/10B 编码。

50、4B/5B 和 8B/10B 编码的冗余位比率各为多少？

解答

4B/5B 和 8B/10B 编码的冗余位比率都是 20%。

51、以太网帧的最大长度是多少？最小长度是多少？

解答

以太网的数据帧除前同步码和帧起始定界符外，最大长度 1518 个八比特组，其中 LLC 数据最大长度 1500 个八比特组，DA 和 SA 地址字段各 6 个，长度字段 2 个，FCS 字段 4 个。帧的最小长度 64 个八比特组（512 比特）。但要注意，在千兆以太网中，帧突发（连续发送多个短帧）的情况下，帧的最小长度 64 个八比特组；但如果单帧发送，帧的最小长度必须是 512 个八比特组（4096 比特），这是使一次传输的帧长度超过 1Gbps 的传播时间的载波扩充特性所致。

52、为什么以太网应该有一个最小数据长度？

解答

以太网本来最小的帧长度应该是 $46+18=64$ 个八比特组，但在千兆以太网需要载波扩充，在 Pad 字段中需要填充一些八比特组，使其最小长度为 512 个八比特组。

以太网规定一个最小的帧长度是为了保持帧的传输时间大于信号传播时延，易于冲突检测。

53、令牌环网的数据帧最小长度和最大长度各是多少？

解答

令牌环最小的数据帧为 22 个八比特组（21 个八比特组的首部+1 个八比特组的数据）；最长的数据帧为 4521 个八比特组（21 个八比特组的首部+4500 个八比特组的数据）。

如果考虑令牌，最小的令牌帧长度为 3 个 8 比特组。

54、以太网中最小帧的有用数据长度与帧的整个长度之比是多少？对最长的帧，该比值是多少？平均比值是多少？

解答

最小帧的比值为 $46/512$ 或者 0.09

最大帧的比值为 $1500/1518$ 或者 0.988

平均比值为 $(46/512+1500/1518)/2$ 或者 0.539

55、令牌环网中最小帧的有用数据长度与帧的整个长度之比是多少？对最长的帧，该比值是多少？平均比值是多少？

解答

最小帧的比值为 $1/22$ 或者 0.045

最大帧的比值为 $4500/4521$ 或者 0.995

平均比值为 $(1/22+4500/4521)/2$ 或者 0.520

56、假定 10BASE5 电缆的长度为 2500m，如果同轴粗缆的传播速度是光速的 60%，一个比特从网络起始端传到末端要花多长时间？忽略在设备中的传播时延。

解答

传播速度为 $300000000 \times 60\% = 180000000\text{mps}$

需要的比特传输时间为 $2500\text{m} / 180000000\text{mps} = 13.89\mu\text{s}$

57、根据上题的结果，求出检测一个冲突花费的最长时间。

解答

最坏的情况是从电缆一端发送数据而在另一端点发生冲突。发送站点检测到冲突需信号在电缆上往返一次，也就是需要 $13.89\mu\text{s} \times 2 = 27.78\mu\text{s}$ 。

58、10BASE5 的数据率是 10Mbps，建立最小帧需要花费多少时间？

解答

最小帧长度加上前同步码和帧起始定界符共 72 个八比特组，即 576 比特。

建立最小帧所需时间为 $576 \text{ 比特} / 10000000\text{bps} = 57.6\mu\text{s}$ 。

59、假定令牌网中环长是 1000m，在双绞线中的传播速度为光速的 60%，一个比特走一圈要花多长时间？

解答

传播速度为 $300000000 \times 60\% = 180000000\text{mps}$

一个比特走一圈的时间为 $1000\text{m} / 180000000\text{mps} = 5.55\mu\text{s}$

60、在 16Mbps 的令牌环网中，令牌长度为 3 个八比特组，一个站点产生令牌要多长时间？

解答

令牌长度为 3 个八比特组，即 24 比特。

一个站点产生令牌所需时间为 $24 \text{ 比特} / 16000000\text{bps} = 1.5\mu\text{s}$ 。

61、一个令牌环网正常工作，数据的第一比特直到完整帧生成才可以返回到产生它的地方。由于令牌是 3 个字节，对于令牌传递方法的正常操作，环的最小长度应该为多少？

解答

假定最小环长为 L，则有

$$L\text{m} / 180000000\text{mps} = 1.5\mu\text{s} = 0.0000015\text{s}$$

$$L = 180000000\text{mps} \times 0.0000015\text{s} = 270\text{m}$$

62、当数据传输速率为 5Mbps。且传播速度为 $200\text{m}/\mu\text{s}$ ，时，令牌环接口中的一个比特时延等于多少米电缆？

解答

在 5Mbps 速率下，一个比特时延等于 200ns。在 200ns 的时间里信号可以传播的距离是 $200\text{m}/\mu\text{s} \times 200 \times 10^{-3}\mu\text{s} = 40\text{m}$ 。

63、令牌环网上的环时延必须能够容纳 24 比特长的整个令牌。如果电缆不够长，只有 16 比特的时延，为什么必须人为地额外增加时延？

解答

在发出 16 个比特后，第一个比特又回到了发送站，发送站不能先让回来的比特继续绕环传输，因为令牌其余比特尚未发送结束。发送站可在其内部人为的增加 8 比特时延，在继续完成令牌发送的同时，缓存已经绕回到发送站的比特。但此后，令牌总会有 8 个比特通

过发送站循环。此时，发送站不能发送更多的帧；只要令牌不丢失，系统也不会崩溃。

一般说来，各站都需引入这样一些缓存，保证环长除能容纳足够发送令牌外，还应更长一点，使得能发送数据。

64、有一个重负荷的 1km 长的令牌环网，其传播速度是 $200\text{m}/\mu\text{s}$ ，50 个站点在空间上绕环均匀分布。数据帧 256 比特，其中包括 32 比特开销，确认应答捎带在数据帧上。因此是包含在数据帧内备用的比特中，而不占用额外的时间。令牌为 8 比特。请问，这个环的有效数据率比 CSMA/CD 网高还是低？

解答

从获取令牌的时刻开始计量，发送一个数据帧需要 $256 \text{ 比特} \div 10000000\text{bps} = 25.6\mu\text{s}$ 。此外，必须发送一个令牌，需要 $8 \text{ 比特} \div 10000000\text{bps} = 0.8\mu\text{s}$ 的时间。令牌必须传输 $(1000\text{m} \div 50 \text{ 站}) \div 200\text{m}/\mu\text{s} = 0.1\mu\text{s}$ 的时间才能达到下一站。此后下一站又可以再发送数据帧。因此，我们在 $25.6 + 0.8 + 0.1 = 26.5\mu\text{s}$ 的时间内发送了 $256 - 32 = 224$ 比特的数据，有效数据率为 $224 \text{ 比特} \div 26.5\mu\text{s} \approx 8.5\text{Mbps}$ 。

而 10Mbps 的 CSMA/CD 网络在 50 个站点的重负荷情况下，冲突较频繁，有效数据率不会超过 3Mbps。显然该重负荷令牌环的有效数据率比 CSMA/CD 高。

65、令牌环网中，发送方负责把帧从环上移走。如果改成由接收方负责把帧从环上移走，需要对系统作何修改？可能产生什么后果？

解答

最大问题是一个比特的缓存不够了。在收到第一个比特后，该站不知是应该吸收还是转发该比特，它必须有足够的空间存放数据帧，直至接收完地址字段并识别出该帧的目的地址是否本站。作为这样做的结果，确认应答也不能捎带给发送方。

66、一个 4Mbps 的令牌环具有 10ms 的令牌保持计时值。在这个环上可以发送的最大帧有多长？

解答

以 4Mbps 的速率工作，一个站在 10ms 内可以发送 5000 个八比特组（40000 比特）的最大帧。实际上还应减去一些开销。

67、使用线缆集中器对令牌环的性能有什么影响？

解答

当令牌轮转时间增加，令牌环网的性能降低。使用线缆集中器会增加令牌环的电缆总长度，因此增加了令牌在环上绕行的时间。对于直径只有数千米的网络，影响较少；而对于较大的城域网，影响可能是显著的。

68、一个用作城域网的光纤令牌环长 200km，并且以 100Mbps 速率运行。一个站在发送一帧之后，重新产生令牌前应将该帧从环上清除。在光纤中的信号传播速率是每秒 20 万千米。且最大帧长为 1000 个八比特组。问该环的最大效率是多少？忽略所有其他开销来源。

解答

由环长 200km 和传播速率每秒 20 万 km，可知 1 比特绕环一周的传播时间是 $200 \div 200000 = 10^{-3}\text{s} = 1\text{ms}$ 。传输速率是 100Mbps，因此发送 1 比特时间是 $0.01\mu\text{s}$ 。发送最长帧 1000 个八比特组（8000 比特）需要的时间等于 $0.01\mu\text{s} \times 8000 = 80\mu\text{s}$ ，即 0.08ms。

当某站获取了令牌后，它发送数据帧耗时 0.08ms，等待最后一个比特在环上绕行一周

用 1ms，重新产生并发送一个令牌需要 $0.01\mu\text{s} \times 24 = 0.24\mu\text{s} = 0.00024\text{ms}$ 。因此在 1.08024 ms 时间里最多发送了 8024 比特，最大效率为 $8024 \text{ 比特} \div 1.08024 \text{ ms} = 7427.9789 \text{ 比特/ms} = 7427918.9\text{bps} \approx 7.428\text{Mbps}$ ，不足 8% 的带宽利用率，效率相当低。

69、许多人认为，以太网不适合实时计算，因为最坏情况的重传时间无上限。在什么条件下，该议论也适用于令牌环？在什么条件下，令牌环才会有一个已知的最坏情况？假定令牌环上站点的数目是固定的和已知的。

解答

在令牌环上，如果一个站点在获取令牌后，保持令牌的时间不受限制，可以发送任意多个数据帧，那么，该令牌网环网与以太网一样，要发送数据的站点等待时间无上限。仅当每个站保持令牌的时间有一个上限的条件下，令牌环网才是确定性的，即任何一站等待发送的时间都是有限的。

70、以太网帧必须至少 64 个八比特组，才能保证在线缆的远端发生冲突的情况下发送方仍然在发送，使得发送站能检测到冲突发生。快速以太网同样有一个 64 八比特组的最小帧长，但比特率提高了 10 倍。它是如何使得最小帧长规范能够维持不变的？

解答

快速以太网的最大线缆长度是以太网的 1/10。

71、网桥的工作原理和特点是什么？网桥与转发器有何异同？

解答

网桥从端口接收网段上传送的各种帧。每当收到一个帧时，就先存放在其缓存中，若此帧未出现差错，且欲发往的目的站 MAC 地址属于另一网段，则通过查找网桥中生成的站表，将收到的帧送往对应的端口转发出去。否则，就丢弃该帧。

使用网桥可带来这样一些好处：扩大局域网物理范围；过滤通信量，将扩展的局域网各网段隔离为不同冲突域，减轻局域网上的负载；因网段间信号上隔离，提高了整个网路的可靠性；可互连不同的物理层。网桥也带来一些负面影响：转发前需先缓存并查找站表，增加了时延；无流量控制，以致产生丢帧；连接不同 MAC 子层的网段时需耗时修改某些字段内容；当网桥连接的用户过多时易产生较大广播风暴。

网桥与转发器相比，主要有以下异同点：(1) 都能扩大局域网物理范围，但转发器的数目受限，而网桥从理论上讲，扩展的局域网范围是无限制的；(2) 都能实现网段的互连，但转发器只通过按比特转发信号实现各网段物理层的互连，网桥在 MAC 层转发数据帧实现数据链路层的互连，而且网桥能互连不同物理层甚至不同 MAC 子层的网段；(3) 互连的各网段都在同一广播域，但网桥将网段隔离为不同的冲突域，而转发器则无隔离信号作用。

72、一所大学的计算机系有 3 个以太网段，使用两个透明网桥连接成一个线性网络。有一天，网管员离职了，临时请计算中心的一个人来代职，他的本行是 IBM 令牌环。这个新的网管员注意到网络的两个端头没有连接，随即订购了一个新的透明网桥，把两个敞开的头都连到网桥上，形成一个闭合环。这样做之后会发生什么现象？

解答

如果不是透明网桥，则会因总线形成闭合环路而出现信号追赶，进而可能引发广播风暴，最终使网络瘫痪。但因为购置的是透明网桥，则不会出现异常情况。一旦新的网桥在网上宣告自己的存在，生成树算法为新的配置计算一棵生成树，新的拓扑会自动将其中一个网桥设置成备用方式，因此逻辑上不会构成环路。该备用网桥在其他任一个网桥出现故障时投入工

作，这种类型的配置以附加的代价提供了附加的可靠性。

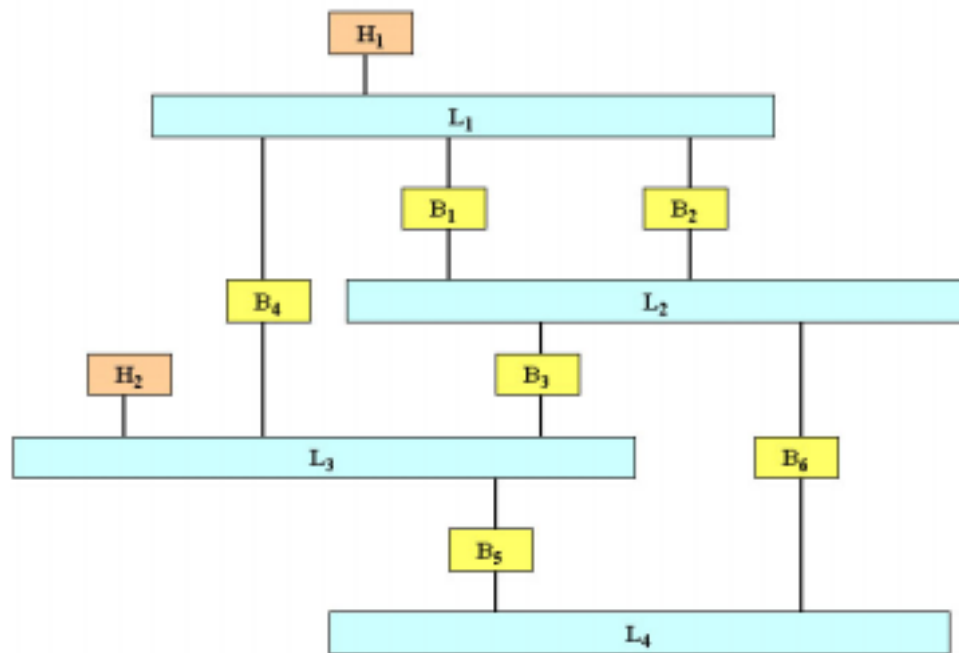
73、有 4 个局域网 $L_1 \sim L_4$ 和 6 个网桥 $B_1 \sim B_6$ 。网络拓扑如下： B_1 和 B_2 连通 L_1 和 L_2 （即 B_1 和 B_2 是并联的）， B_3 连通 L_2 和 L_3 ， B_4 连通 L_1 和 L_3 ， B_5 连通 L_3 和 L_4 ， B_6 连通 L_2 和 L_4 。主机 H_1 和 H_2 分别连接在 L_1 和 L_3 上。现在 H_1 要与 H_2 通信。

（3）试画出互连网的拓扑。

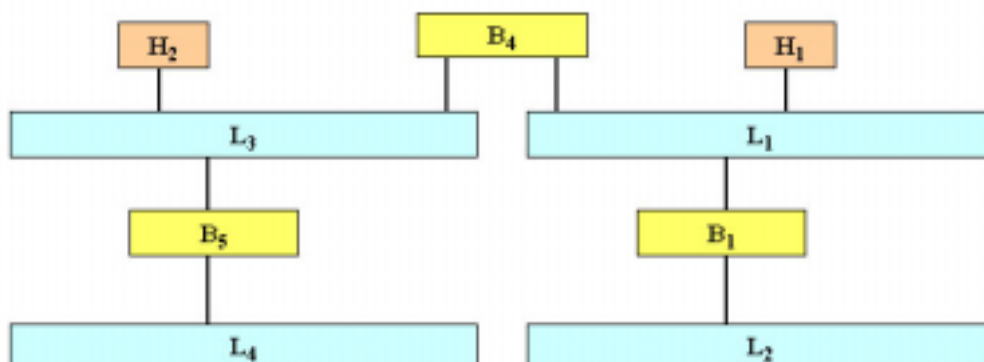
（4）若网桥为透明网桥，所有网桥中的站表都是空的。试找出生成树。

解答

（1）



（2）可以生成多个不同的生成树，通常是按照最小路径花费计算（可参阅 Stallings《局域网与城域网（第六版）》P.247~250 给出的例子）。按照题意，要为 H_1 要与 H_2 通信提供最小花费（通过的网桥最少，转发时延最小）的通路，我们找出以 B_4 为根网桥的一棵生成树。



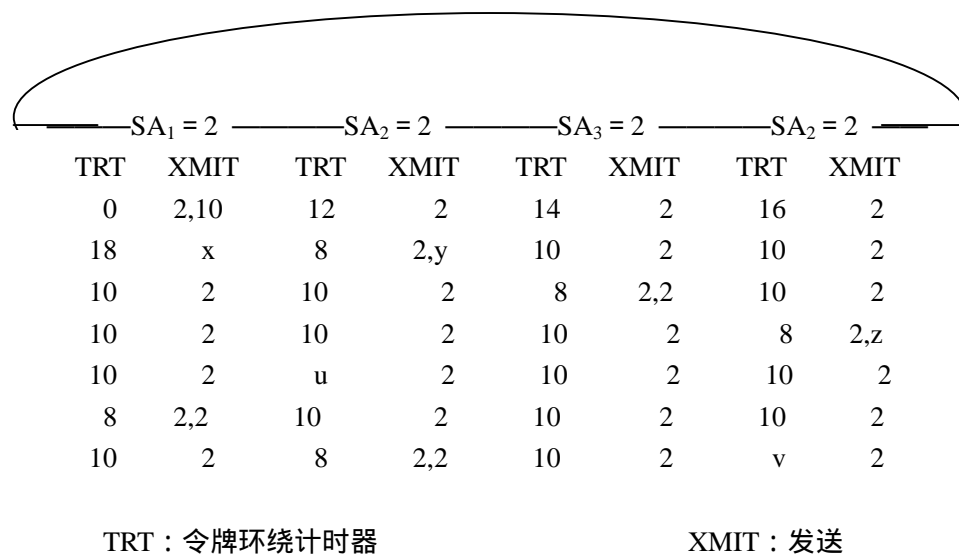
请同学们给上面网络拓扑图中各网桥端口分别赋以一路径花费，编写一段程序，自动找出一个生成树。

74、一个大的 FDDI 环有 100 个站，令牌环行时间是 40ms。令牌保持时间是 10ms。该环可取得的最大效率是多少？

解答

由于共有 100 个站，且环行时间是 40ms，所以令牌在两个邻接站之间的传输时间是 $40/100 = 0.4\text{ms}$ 。这样一个站可以发送 10ms，接着是 0.4ms。在此期间令牌移动到下一站，因此最好情况的效率是 $10 \div (10 + 0.4) = 96\%$ 。

75、在 FDDI 网络中，一定数量的时间固定归同步数据业务所使用，多余的部分则可为异步数据业务所使用。题图 75 中给出了一个包含 4 个站的环的例子，其中 TTRT（目标令牌环绕时间）等于 15 个帧长时间， SA_i （对 i 站的同步分配）等于 3 个帧长时间，对各个站都一样。TRT 表示令牌环绕计时器的值。XMIT 的值依次表示一个站发送的同步帧和异步帧的个数。假定帧长固定，并忽略其他各种时延，试给出在该图中 x, y, z, u 和 v 的值。



题图 75 FDDI 传输容量分配方案实施示例

解答

$x = 2, y = 2, z = 2, u = 10, v = 10$ 。

在开始时经历了一段无数据帧发送，因而开始令牌环绕达到最快速度，以至当站 1 收到令牌时，它测得的 TRT 值为 0。所以，它不仅发送 2 个同步帧，还能发送 10 个异步帧。这里应记住令牌保持计时器（THT）需在送出同步帧后再开始工作。站 2 测得 TRT 值为 12，但仍有权发送 2 个同步帧。

从图中可以看出，如果每站继续发送最大允许的同步帧数，则 TRT 值将上升到 18，但很快稳定在 10。在总的同步分配传输容量为 8 和 TRT 为 10 的同时，异步传输的平均通信量为 2。应该指出，如果所有的站永远存在积压的异步数据，那么这种发送机会将在它们之间轮流进行。

76、假定信号在光纤中的时延是每千米 $5\mu\text{s}$ ，试计算以时间和比特表示的下列 FDDI 环配置的时延。假定可用的比特率是 100Mbps。

(a) 2km 环，有 20 个站；

(b) 20km 环, 有 200 个站;

(c) 100km 环, 有 500 个站。

解答

设信号传播时延等于 T_p , 一个站的时延等于 T_s , N 表示站的数目, 那么环时延 $T_l = T_p + N \times T_s$ 。

(a) $T_l = 2 \times 5 + 20 \times 1 = 10.2\mu s$, 或 1024 比特;

(b) $T_l = 20 \times 5 + 200 \times 1 = 102\mu s$, 或 10200 比特;

(c) $T_l = 100 \times 5 + 500 \times 1 = 505\mu s$, 或 50500 比特。

77、请简述 ATM 局域网的几种应用类型。

解答

ATM 到桌面的 ATM 工作组局域网; ATM 主干网, ATM 交换机作为主干交换设备, 连接 ATM 工作组局域网或实现其它局域网的高速互连; ATM 交换机作为连接局域网到 ATM 广域网的网关。

78、ATM 实现与其它传统局域网的互联时, 应考虑哪些兼容性问题?

解答

ATM 网络上的端系统与传统局域网上的端系统之间的交互; 传统局域网上的端系统与另一个相同类型的传统局域网上的端系统之间的交互; 传统局域网上的端系统与另一个不同类型的传统局域网上的端系统之间的交互。

79、讨论光纤通道 (Fibre Channel) 与千兆以太网的异同。

解答

Fibre Channel 的协议体系结构分为 5 层, 即 FC-0 物理媒体、FC-1 传输协议(信号编码)、FC-2 帧协议(拓扑、帧格式、流量控制与差错控制、帧的组合与交换)、FC-3 公共服务(组播、分流、搜索组)、FC-4 映射(SCSI 和 HIPPI 等 I/O 通道接口映射, IEEE802、ATM 和 IP 等网络接口的映射)。

千兆以太网将 FC 技术与 IEEE802.3 协议相结合, 物理层利用了 FC 的 FC-0 和 FC-1 两层规范, LLC 与 MAC 层协议采用 IEEE802.3 规范。

80、构成光纤通道网络有哪些主要元素? 基本的光纤通道拓扑有哪几种?

解答

构成光纤通道网络的主要元素是称为节点的端系统和一个或多个称为 fabric 的交换元素组成, 通过节点的 N_端口与交换元素 F_端口或者多个交换元素的 F_端口之间的点到点链路连接成网络。

基本的光纤通道拓扑有交换式(fabric)、点到点、无集线器或带集线器的仲裁环路 4 种。

81、讨论 WLAN 的应用领域、传输技术、协议标准。

解答

无线局域网的应用领域主要有局域网扩展、跨建筑互联、移动接入、临时动态组网等。传输技术分为红外线、窄带微波、采用直序扩频或跳频的扩频微波几类。

无线局域网标准主要有 IEEE802.11 和欧洲的 HyperLAN2。工作在 2.4GHz ISM 频段的协议有 802.11b、802.11g, 5GHz 频段的协议有 802.11a 和 HyperLAN2。

IEEE802.11 定义了三种物理媒体: 红外、直序扩频、跳频; 还根据移动性定义了三类

站：无转移、BSS（基本服务集）转移和 ESS（扩展服务集）转移。其 MAC 协议采用分布式基础无线媒体接入控制（DFWMAC）算法。

82、WLAN 的 IEEE802.11 标准的 MAC 协议有哪些特点？为什么 WLAN 中不能使用冲突检测协议？试说明 RTS 帧和 CTS 帧的作用。

解答

称之为 DFWMAC 的无线局域网 MAC 协议提供了一个名为分布式协调功能（DCF）的分布式接入控制机制以及工作于其上的一个可选的集中式控制，该集中式控制算法称为点协调功能（PCF）。DCF 采用争用算法为所有通信量提供接入；PCF 提供无争用的服务，并利用了 DCF 特性来保证它的用户可靠接入。PCF 采用类似轮询的方法将发送权轮流交给各站，从而避免了冲突的产生，对于分组语音这样对于时间敏感的业务，就应提供 PCF 服务。

由于无线信道信号强度随传播距离动态变化范围很大，不能根据信号强度来判断是否发生冲突，因此不适用有线局域网的冲突检测协议 CSMA/CD。802.11 采用了 CSMA/CA 技术，CA 表示冲突避免。这种协议实际上是在发送数据帧前需对信道进行预约。

这种 CSMA/CA 协议通过 RTS（请求发送）帧和 CTS（允许发送）帧来实现。源站在发送数据前，先向目的站发送一个称为 RTS 的短帧，目的站收到 RTS 后向源站响应一个 CTS 短帧，发送站收到 CTS 后就可向目的站发送数据帧。

83、IEEE802.11 标准的 MAC 协议中的 SIFS、PIFS 和 DIFS 的作用是什么？

解答

SIFS 是一种最短的帧间间隔，用于 PCF 中对轮询的响应帧、CSMA/CA 协议中预约信道的 RTS 帧和 CTS 帧、目的站收到自己的数据帧后给发送站的确认帧等短帧的场合。

PIFS 是中等的帧间间隔，用于 PCF 方式中轮询。

DIFS 是最长的帧间间隔，用于 DCF 方式中所有普通的通信量。