

“第 1 章 概述”习题解答

1.01 计算机网络向用户可以提供哪些服务？

答：从大的方面讲，，计算机网络向用户提供了计算机间的信息交流和资源共享。具体讲，计算机网络可以向用户提供多方面的服务，主要服务有：

- (1) 发送电子邮件；
- (2) 查询各种信息；
- (3) 玩电子游戏；
- (4) 听音乐或看视频节目；
- (5) 网上聊天；
- (6) 网上购物；
- (7) 网络银行；
- (8) 网上炒股等。

1.02 简述分组交换的要点。

答： 分组交换的要点主要有：

- (1) 发送方先把要发送的数据报文分成一定长度的数据段，然后对每个数据段加上一些必要的控制信息，组成一个分组；
- (2) 发送方以分组为单位向网络中发送；
- (3) 网络中的通信节点接收到一个完整的分组后，把它先存储在自己的缓冲区中，然后根据分组中的控制信息进行路由选择。当选择的路径空闲时，就把分组发送出去。
- (4) 接收端根据分组中的控制信息（目的地址）判断是否是自己所应接收的分组。

1.03 试从多个方面比较电路交换、报文交换和分组交换的主要优缺点。

答：电路交换就是在 A 和 B 两个要通信的计算机间，必须先建立一条从 A 到 B 的连接（中间可能经过很多的交换结点）。当 A 到 B 的连接建立后，通信就沿着这条连接指定的路径进行传输数据。A 和 B 在通信期间始终占用这条信道，即使在通信的信号暂时不在通信路径上流动时，所占用的信道也不能被其他应用使用。通信完毕时必须释放这个链接，将连接所占用的通信资源还给网络，以便让其他用户可以使用。电路交换采用了面向连接技术。

报文交换是发送方把具有相对关联意义的一组数据组成一个发送的数据单元（报文）发往网络中。由于报文的长度不定（有的长，有的短），特别是对于长度很长的报文，在网络中传输时，就需要占用较长的网络传输时间和资源，从而影响了其它用户的数据传输。

分组交换是分组在哪条链路上传送就占用该链路的信道资源，但分组尚未到达的链路则就不占用，所有不被直接占用的网络资源都可以让其他用户使用。因此分组交换不是全程占用资源而是在一段时间占用一部分资源。可见分组交换方式是很灵活的。分组交换采用面向连接技术，也可采用无连接的技术。

1.08 计算机网络都有哪些类别，各种类别都有哪些特点？

答：(1) 按网络的覆盖范围，可将计算机网络分为广域网、城域网、局域网和个人区域网等。

广域网的作用范围一般在几十到几千公里，通常采用网状型拓扑结构。

城域网的作用范围一般在一个城市的范围，通常作用距离在 5—50 公里左右。

局域网的作用范围一般在一个企业或校园区域的范围，通常作用距离在 1--2 公里内。

个人区域网的作用范围一般在一个楼宇或房间内，通常作用距离在几十米内。

(2) 按使用的范围，可将计算机网络分为公用网、专用网、接入网等。

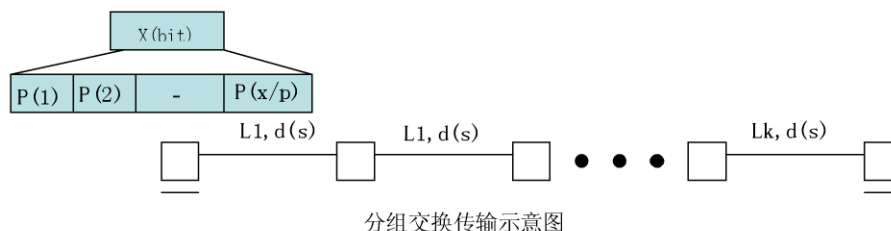
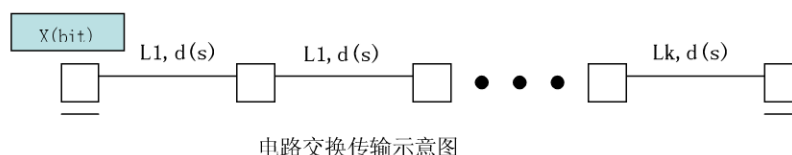
公用网是指可以向社会广大用户提供通信服务的网络，一般由电信部门建造和维护，用户使用它需要缴纳一定的服务费用。

专用网是指一些特殊的单位或团体为内部有关的部门或个人进行通信，而建造的通信网络。例如军队、铁路、电力等系统建立的通信网络。

接入网是为方便社会用户接入公用网或专用网而铺设的通信设施。例如家庭用户连入 Internet 可通过电话网或电信部门提供的宽带接入网进行就地接入。

1.10 试在下列条件下比较电路交换和分组交换。要传输的报文共 X (bit)，从源点到终点共经过 K 链路，每条链路的传播时延为 D (s)，数据率为 B (b/s)。电路建立的时间为 S (s)，分组的长度为 P (bit)，且各节点排队等待的时间可忽略不计。问在怎样的条件下，分组交换的延时比电路交换的时延要小？

答：根据题意，可画出如下示意图。



由图可得出，采用电路交换方式传送 X (bit) 的数据需要的时间为：

$$S + (X/B) + K D \quad (10-1)$$

采用分组交换方式传送 X (bit) 的数据需要的时间为：

$$((P/B) + K D) (X/P) = (X/B) + K D X/P \quad (10-2)$$

由 (10-1) 和 (10-2) 可见，若要分组交换的延时比电路交换的时延要小，必有： $K D X/P \leq S + K D$ ，也即

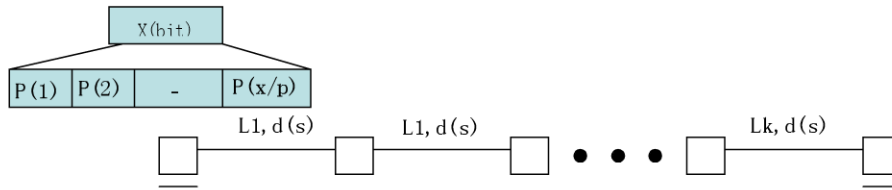
$$X/P \leq S/K D + 1 \quad (10-3)$$

由 (10-3) 可见，只有当分组的个数 (X/P) 小于 $S/K D + 1$ 时，分组交换的延时才能比电路交换的时延小。

1.11 在上题的分组交换网中，设报文的长度和分组长度分别为 x 和 $(p+h)$ (bit)。从源点到终点共经过 K 段链路，每段链路的传播时延为 D (s)，数据率为 B (b/s)，传播时延和各节点排队等

待的时间可忽略不计。若打算使总的时延最小，问分组的长度 P 应取为多大？

答：根据题意，可画出如下示意图。



分组交换传输示意图

由上图可得出，采用分组交换方式传送 X (bit) 的数据需要的时间为：

$$\frac{(p+h)}{b} \cdot \frac{x}{p} = \frac{x}{b} \left(1 + \frac{h}{p} \right) \quad (11-1)$$

由 (11-1) 可见， (x/b) 为一固定数，若要使总的延时最小，必须使 h/p 的值达到最小；若要使 h/p 的值达到最小，则 P 的值应尽量大，而 P 的最大值为要传输的报文长度 X。也即若打算使总的时延最小，分组的长度 P 应取为要传输的报文长度 X。

1.12 因特网由边缘和核心两部分组成，其各部分的特点是什么？各部分的工作方式各有什么特点？

答：因特网主要边缘和核心两部分组成。边缘部分主要有个人使用的计算机和提供公共服务的计算机组成，而核心部分主要有提供通信功能的通信设备和线路组成。边缘部分通常以进程形式实现计算机间的通信，进程通信的方式有客户/服务器和对等式两种。核心部分主要采用分组交换技术实现计算机间的通信。

1.13 客户/服务器方式和对等通信方式的主要区别是什么？有没有相同的地方？

答：客户/服务器方式和对等通信方式的主要区别是：客户/服务器方式的客户和服务器分别指得是通信中的两个不同的应用进程，且它们需要共同协作才能完成一个通信应用任务。在完成通信任务的过程中，客户进程向服务器进程发出请求，服务器进程响应客户的请求，并把处理结果反馈给客户进程。对等通信方式是指两个主机在通信过程中，处于平等的地位，都可直接使用对方的数据资源。对等通信方式实质上仍以客户/服务器方式进行的工作，只是对等通信方式中的主机即是客户机，又可同时作为服务器。

1.14 计算机网络中有哪些常用的性能指标？

答：计算机网络中常用的性能指标有：速率、带宽、吞吐量、时延、往返时间和利用率等。

1.15 假定网络的利用率达到了 90%，试估算一下现在的网络时延是它的最小值的多少倍？

答：通常网络的时延和利用的关系可由下公式来表示，即： $D = D_0 / (1-U)$ 。其中 U 为网络的利用率，D 为网络利用率为 U 时的时延， D_0 为网络空闲时的时延。当网络的利用率达到了 90% 时，网络的时延 $D = D_0 / (1-0.9) = 10D_0$ 。由于 D_0 就是网络时延的最小值，因此当网络的利用率达到了 90% 时，现在的网络时延是它最小值的 10 倍。

1.17 收发两端之间传输距离为 100 km，信号在媒体上的传播速度为 2×10^8 m/s，试计算以下两种情况下的发送时延和传播时延。

(1) 数据长度为 10^7 bit，数据发送率为 100kb/s。

(2) 数据长度为 10^3bit , 数据发送率为 1Gb/s 。

从以上计算结果可得出什么结论?

答: (1) 数据长度为 10^5bit , 数据发送率为 100kb/s 时,

$$\text{发送时延} = 10^5\text{bit}/100\text{kb/s} = 10^5\text{bit}/10^5\text{b/s} = 10^0\text{s};$$

$$\text{传播时延} = 100\text{ km}/2 \times 10^8\text{m/s} = 10^5\text{m}/2 \times 10^8\text{m/s} = 5 \times 10^{-4}\text{s}。$$

(2) 数据长度为 10^3bit , 数据发送率为 1Gb/s 时,

$$\text{发送时延} = 10^3\text{bit}/1\text{Gb/s} = 10^3\text{bit}/10^9\text{b/s} = 10^{-6}\text{s};$$

$$\text{传播时延} = 100\text{ km}/2 \times 10^8\text{m/s} = 10^5\text{m}/2 \times 10^8\text{m/s} = 5 \times 10^{-4}\text{s}。$$

从以上计算结果可得出: 数据长度和数据发送率的不同, 决定了发送时延的不同。传播时延主要由传播距离和介质来决定, 只要传播的距离和介质相同, 传播时延就相同, 数据长度和数据发送率的改变不会引起产波时延的改变。

1. 18 假设信号在媒体上的传播速度为 $2 \times 10^8\text{m/s}$, 媒体长度 L 分别为:

(1) 10cm ; (2) 100m ; (3) 100km ; (4) 5000km 。

试计算当数据速率为 1Mb/s 和 10Gb/s 时, 在以上媒体中正在传播的比特数。

答: (1) 媒体长度 $L=10\text{cm}$, 数据速率为 1Mb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^6\text{b/s}) \times (10^{-1}\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 5 \times 10^{-4}\text{b};$$

媒体长度 $L=10\text{cm}$, 数据速率为 10Gb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^{10}\text{b/s}) \times (10^{-1}\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 5 \times 10^2\text{b};$$

(2) 媒体长度 $L=100\text{m}$, 数据速率为 1Mb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^6\text{b/s}) \times (100\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 5 \times 10^{-1}\text{b};$$

媒体长度 $L=100\text{m}$, 数据速率为 10Gb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^{10}\text{b/s}) \times (100\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 5 \times 10^5\text{b};$$

(3) 媒体长度 $L=100\text{km}$, 数据速率为 1Mb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^6\text{b/s}) \times (10^5\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 5 \times 10^4\text{b};$$

媒体长度 $L=100\text{km}$, 数据速率为 10Gb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^{10}\text{b/s}) \times (10^5\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 5 \times 10^8\text{b};$$

(4) 媒体长度 $L=5000\text{km}$, 数据速率为 1Mb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^6\text{b/s}) \times (5 \times 10^6\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 2.5 \times 10^4\text{b};$$

媒体长度 $L=5000\text{km}$, 数据速率为 10Gb/s 时,

$$\text{在媒体中正在传播的比特数} = (10^{10}\text{b/s}) \times (10^6\text{m}) / (2 \times 10^8\text{m/s}) = 2.5 \times 10^8\text{b};$$

1. 19 长度为 100 字节的应用层数据交给运输层传送, 需加上 20 字节的 TCP 首部。在交给网络层传送, 需加上 20 字节的 IP 首部。最后交给数据链路层的以太网传送, 加上首部和尾部共 18 字节。试求数据的传输效率。若应用层的数据长度为 1000 字节, 数据的传输效率是多少?

答: 长度为 100 字节的应用层数据, 其数据的传输效率 = $100 / (100+20+20+18) = 0.63$;

长度为 1000 字节的应用层数据，其数据的传输效率 = $1000 / (1000 + 20 + 20 + 18) = 0.95$ ；

1.20 网络体系结构为什么要采用分层的结构？试举出一些与分层体系结构的思想相似的日常生活。

答：网络体系结构采用分层的结构可以为网络的设计和实现带来如下好处：

（1）每层实现网络的一部分功能。由于每层的功能的实现技术具有一定的相似性，可由相关的专家进行设计和实现，降低了网络设计和实现的复杂度，提高了网络设计和实现的质量。

（2）当其中的任何一层发生变化时，只要层间的接口不变，则一层中的变化不会影响其它层。

（3）容易实现和维护。

（4）有利于促进网络标准化的工作。

与分层体系结构的思想相似的日常生活有：复杂工程的分工与合作；大型软件及信息系统的设计与实现；大型建筑工程的设计与构建等。

1.21 协议与服务有何区别？有何联系？

答：协议描述了两个对等通信的实体间的通信规则，服务表明了网络体系结构各层间的协作关系。他们之间的联系表现为：服务通常是由层间接口提供的，但服务的具体实现，却是由所调用层的相应的协议实体来实现的。

1.22 网络协议的三要素是什么？各有什么含义？

答：网络协议的三要素是语法、语义和同步。其中语法表明了数据和控制信息的结构和格式；语义表明了需要发出的控制信息以及完成的动作和响应等；同步表明了网络中的事件实现的顺序等。

1.24 试述具有五层协议的网络体系结构的要点，包括各层的主要功能。

答：五层协议的网络体系结构把网络的所有功能分为物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层五个层次。其中各层次的主要功能如下：

物理层主要功能是实现两个相邻通信结点的比特流的传输。它将要传输的比特流变化为可以在通信信道上传输的信号，发往到连接相邻结点的信道上。接收方将从信道上接收到的信号，转换为相应的比特流。然后把收到的比特流提交给数据链路层。

数据链路层以帧为单位实现两个相邻通信结点的比特的透明传输。

网络层以分组为单位实现两个跨越多个通信结点的计算机间的比特的传输。

传输层以报文段为单位实现两个计算机进程间比特的传输。

应用层根据用户的要求，以报文为单位实现两个计算机进程间比特的传输。

1.25 试举出日常生活中有关“透明”的这种名词的例子。

答：“透明”是计算机通信中一个很重要的术语，它表示：某个实际存在的食物看起来却好像并不存在一样。例如，在面前纯度很高的玻璃，你却很难看到它。在例如，在使用因特网时，因特网的构造和信息的传输和处理过程，对于使用者来讲都是透明的。

1.26 试解释以下名词：协议栈、实体、对等层、协议数据单元、服务访问点、客户、服务器、客户—服务器。

答：协议栈：将一个网络体系结构的多个协议层以栈的形式画在一起。

实体：任何可以发送或接收信息的硬件或软件进程。

对等层：处在不同通信设备中的同一层次的协议软硬件。

协议数据单元：每个协议层次所规定的数据传输单位及格式。

服务访问点：上层协议实体与下层协议实体进行交互的地方。

客户—服务器：一种网络协同工作的形式。客户向服务器发出服务请求，而服务器接收请求，并客户的要求进行处理，然后把处理结果反馈给客户。

1.27 试解释 everything over IP 和 IP over everything 的含义

答：everything over IP 表示：TCP/IP 协议可以为各式各样的应用提供服务。

IP over everything 表示：TCP/IP 协议允许 IP 协议在各式各样的网络构成的互联网上运行。