

第 1 章 网络基础知识



什么是计算机网络？网络是如何产生的？本章将为大家介绍网络的基础知识和相关术语。重点介绍网络的相关性能参数和计算机网络的分类。



- 了解计算机网络的产生和发展
- 了解计算机网络的定义和功能
- 掌握常用的网络参数
- 掌握计算机网络的分类

1.1 计算机网络的产生和发展

计算机网络技术是通信技术与计算机技术相结合的产物。对计算机系统的组织方式产生了深远的影响。单台大型计算机为所有需求服务的模式很快被大量分散但又互连的计算机共同完成的模式所取代。进入 20 世纪 90 年代，以 Internet 为代表的计算机网络获得了飞速的发展，已经从最初的教育、科研网络发展成为大规模的商业网络，并与电话网络、有线电视网络不断融合，形成范围更大、应用更广的综合性网络。很多人认为，如今已是 Internet 的时代，它正改变我们工作和生活的各个方面。二十年前，在我国很少有人接触过网络。现在，计算机网络以及 Internet 已成为我们社会结构的一个基本组成部分。网络被应用于工商业的各个方面，包括电子银行、电子商务、现代化的企业管理、信息服务业等都以计算机网络系统为基础。从学校远程教育到政府日常办公乃至现在的电子社区，很多方面都离不开网络技术。可以毫不夸张地说，网络在当今世界无处不在。一个国家计算机网络的建设水平，已经成为衡量其科技水平、社会信息化程度的重要标志。了解和掌握计算机网络技术已经成为社会关注的一个热点。

1.1.1 计算机网络的产生

现代的计算机网络是 20 世纪 60 年代美苏冷战期间的产物。当时,美国国防部高级研究计划署 ARPA 提出要研制一种崭新的网络对付来自前苏联的核攻击威胁。因为,传统的电路交换的电话网络虽已四通八达,但战争期间,一旦正在通信的电路有一个交换机或链路被炸,则整个通信电路就要中断,如要立即改用其他迂回电路,还必须重新拨号建立连接,这将要延误一些时间。所以这种新型网络必须满足以下基本要求:

1. 不是为了打电话,而是用于计算机之间的数据传送。
2. 能连接不同类型的计算机。
3. 所有的网络节点都同等重要,这就大大提高了网络的生存能力。
4. 通信网络中两个结点间必须有迂回路由。当链路或结点被破坏时,迂回路由能使正在进行的通信自动地找到合适的路由。
5. 网络结构要尽可能地简单,但要非常可靠地传送数据。

首先人们想到的是能不能直接利用当时的电话网络中使用到的电路交换技术。电路交换的基本原理是:整个电路交换的过程包括建立线路、占用线路并进行数据传输和释放线路三个阶段。线路在数据传输过程中是被接收双方独占的。

当使用电路交换来传递计算机数据时,线路的利用率是非常低的。因为计算机发送数据具有突发性,也就是说数据不是时时刻刻都在线路上传输,这就造成了传输线路大部分时间都是空闲的。因此人们提出了分组交换技术。

分组交换技术是在存储——转发技术基础之上发展起来的,它是将用户传送的数据划分成多个更小的等长部分,每个部分称为一个数据段。在每个数据段的前面加上由一些必要的控制信息组成的首部,就构成了一个分组。首部用以指明该分组发往何地址,然后由路由器根据每个分组的地址标志,将它们转发至目的地。

无连接的分组交换有以下特点:

- 将大的报文划分为更小的单位——分组,以分组为单位进行数据的转发;
- 不必建立连接就能向其他主机发送数据;
- 每个分组独立地进行路由选择。

在分组交换的基础上,美国国防部于 1969 年建成了 ARPANET(阿帕网),第一次实现了由通信网络和资源网络复合构成的计算机网络系统。这标志着计算机网络的真正产生。

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络的发展大致可划分为 4 个阶段。

第一阶段:诞生阶段

20 世纪 60 年代中期之前的第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统,如图 1-1 所示。典型应用是由一台计算机和全美范围内 2 000 多个终端组成的飞机订票系统。终端是一台计算机的外部设备,包括显示器和键盘,无 CPU 和内存。当时,人们把计算

机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来,实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”,但这样的通信系统已具备了网络的雏形。

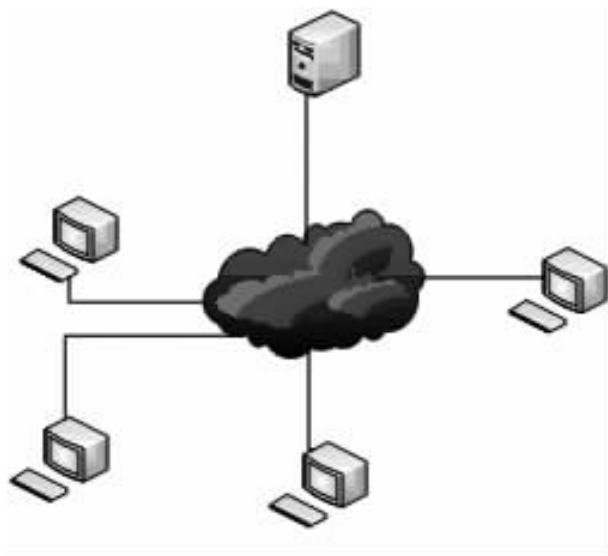


图 1-1 第一代网络结构

第二阶段:形成阶段

第二阶段的计算机网络是以多个主机通过通信线路互连起来,为用户提供服务为目的。主机之间不是直接用线路相连,而是由接口报文处理机(IMP)转接后互连的。IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信任务,构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序,提供资源共享,组成了资源子网。如图 1-2 所示。这个时期,网络概念为“以能够相互共享资源为目的互连起来的具有独立功能的计算机的集合体”,形成了计算机网络的基本概念。

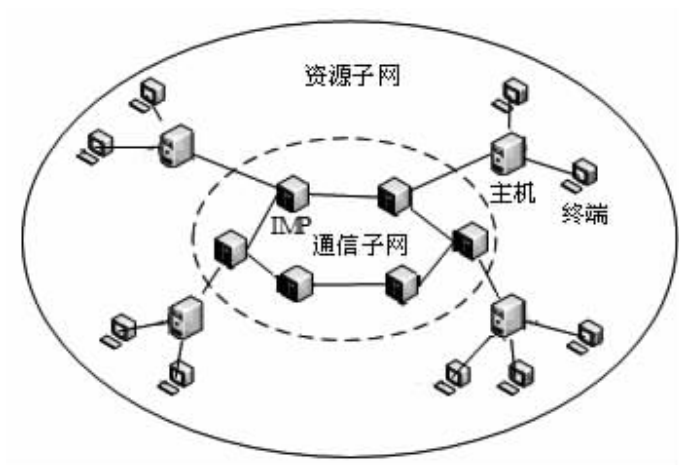


图 1-2 第二代网络结构

第三阶段:互联互通阶段

20 世纪 70 年代末至 90 年代的第三代计算机网络是具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。ARPANET 兴起后,计算机网络发展迅猛,各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品。由于没有统一的标准,不同厂商的产品之间互联很困难,人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境,这样应运而生了两种国际通用的最重要的体系结构,即 TCP/IP 体系结构和国际标准化组织的 OSI 体系结构,第三代网络结构如图 1-3 所示。

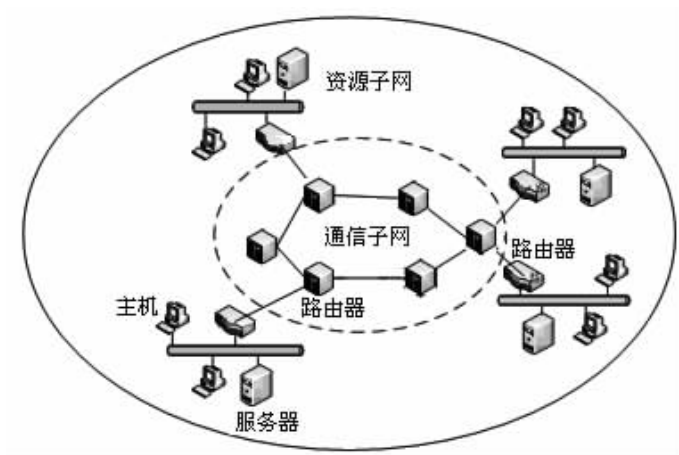


图 1-3 第三代网络结构

第四阶段:高速网络技术阶段

20 世纪 90 年代末至今的第四代计算机网络,由于局域网技术发展成熟,出现光纤及高速网络技术、多媒体网络、智能网络,整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统,发展为以 Internet 为代表的互联网,如图 1-4 所示。

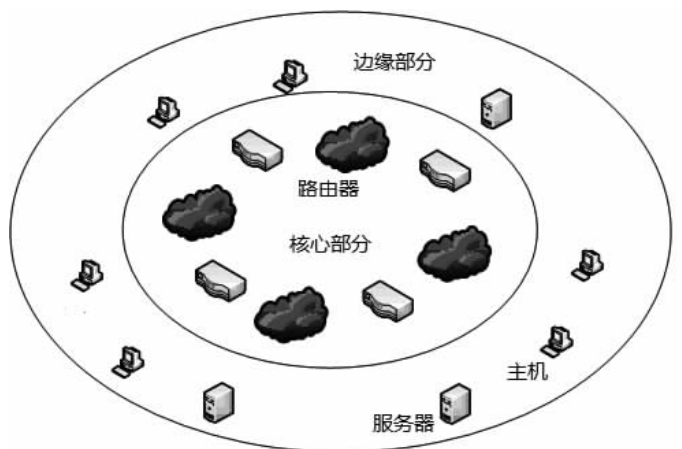


图 1-4 第四代网络结构

1.2 计算机网络定义和功能

计算机网络是把地理上分散的计算机通过各种通信手段连在一起,达到相互通信而且共享软件、硬件和数据等资源的系统。它主要实现交互通信、资源共享、信息交换、协同工作以及在线处理等功能。

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络的定义有多种形式,下面从多方面来阐述计算机网络的定义。

计算机网络的最简单定义是:一些互连的、以共享资源为目的的、自治的计算机的集合。

从广义上看,计算机网络是以传输信息为目的,用通信线路将多台计算机连接起来的计算机系统的集合。

从强调信息传输角度来讲:计算机网络是以计算机之间传输信息为主要目的而连接起来以实现远程信息处理和进一步实现资源共享的计算机系统。

从强调共享资源角度来讲:计算机网络是以共享资源为主要目的,把具有独立功能的计算机连接起来的计算机系统的集合。

从强调用户透明性角度来讲:计算机网络就是一个巨大的计算机系统,用户不会察觉多个计算机系统的存在,不用熟悉资源的分布情况就可以调用计算机各系统的资源。

从整体上来说计算机网络就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备,用通信设备和通信线路连接起来,并配置完善的网络软件和通信协议,以实现数据传输和资源共享的系统。本书采用此种方式作为计算机网络的定义。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的主要功能是数据通信和资源共享。就通信角度而言,计算机网络本身其实就是一种通信系统;以文件传输和电子邮件服务为代表的通信是计算机网络最基本的功能之一;通过计算机网络可以快速地传递文件和消息,为人们提供一种无纸化办公的环境。

资源共享包括硬件、软件 and 用户间信息交换三个方面:

1. 硬件资源共享。可以在全网范围内提供对处理资源、存储资源、输入输出资源等昂贵设备的共享,使用户节省投资,也便于集中管理和均衡分担负荷。

2. 软件资源共享。允许互联网上的用户远程访问各类大型数据库,可以得到网络文件传送服务、远地进程管理服务和远程文件访问服务,从而避免软件研制上的重复劳动以及数据资源的重复存贮,也便于集中管理。

3. 用户间信息交换。计算机网络为分布在各地的用户提供了强有力的通信手段。用户可通过计算机网络传送电子邮件、发布新闻消息和进行电子商务活动。



小提示

资源共享是计算机网络目前最基本的功能。除了数据通信和资源共享的功能之外,计算机网络还可以实现系统冗余,有效地提高计算机系统的可靠性和可用性;同时易于进行分布处理,实现协同式的网络计算。

1.3 计算机网络的分类

可以从不同的角度对计算机网络进行分类,如按照使用的交换技术进行分类;按照网络的作用范围进行分类;按照拓扑结构进行分类等等。

1. 按地理覆盖范围划分

按地理覆盖范围划分是一种大家都认可的通用网络划分标准之一。按这种标准可以把网络划分为局域网、城域网、广域网三种。地理覆盖范围不断扩大,但每一种网络到底覆盖多大范围没有一个统一标准可以参考。

(1) 局域网

LAN(Local Area Network)译为局域网。这是最常见、应用最广泛的一种网络。随着计算机网络技术的发展,局域网得到了充分的应用和普及,几乎每个单位都有自己的局域网,甚至有的家庭中都有自己的小型局域网。很明显,所谓局域网,就是在局部地区范围内的网络,它所覆盖的地区范围较小。局域网在计算机数量配置上没有太多的限制,少的可以只有两台,多的可达几百台。一般来说在企业局域网中,工作站的数量在几十到两百台次左右。在网络所涉及的地理距离上一般来说可以是几米至10千米以内。局域网一般位于一个建筑物或一个单位内,不存在寻径问题,不包括网络层的应用。

(2) 城域网

MAN(Metropolitan Area Network)译为城域网。一般来说是覆盖一个城市,但不在同一地理小区范围内的计算机互联。这种网络的连接距离可以在10~100千米。MAN与LAN相比扩展的距离更长,连接的计算机数量更多,在地理范围上可以说是LAN网络的延伸。在一个大型城市或都市地区,一个MAN网络通常连接着多个LAN网。如连接政府机构的LAN、医院的LAN、电信的LAN、公司企业的LAN等等。

(3) 广域网

WAN(Wide Area Network)译为广域网,所覆盖的范围比城域网更广,它一般是在不同城市之间的LAN或者MAN网络互联,地理范围可从几百公里到几千千米。

2. 按网络的使用性质划分

(1) 公用网

为公众提供商业性和公益性通信和信息服务的通用计算机网络,如Internet。

(2) 专用网

某些企业、组织或部门为满足自身需要而组建、拥有、管理和使用的网络。不向本单位以外的人提供服务。如银行的内部网络,军队的网络等。通常称企业内部的网络为 Intranet。

3. 按传输介质划分

传输介质是指在网络中传输信息的载体,是通信系统中发送器和接收器之间的物理路径,它是传输数据的物理基础。按传输介质可以分为:有线网络和无线网络。

4. 按拓扑结构划分

可以划分为总线型、星形、环形、树型、网状、混合拓扑等。

5. 按通信方式划分

根据网络通信方式,可将网络分为点对点通信网和广播式通信网。

点对点通信网采用的是点对点的连接方式,这种方式没有信道竞争,几乎不存在信道访问控制的问题。

广播式通信网利用一个共同的传输介质把各个计算机连接起来,所有主机共享一条信道。某主机发出的数据,所有其他主机都能收到。在广播信道中,由于信道共享而容易引起信道访问冲突,因此信道访问控制是首先必须解决的问题。



知识拓展

一、拓扑结构

计算机网络的拓扑结构是引用拓扑学中研究与大小、形状无关的点、线关系的方法,把网络中的计算机和通信设备抽象为一个点,把传输介质抽象为一条线,由这些点和线组成的几何图形就是计算机网络的拓扑结构。网络的拓扑结构反映出网络中各实体的结构关系,是建设计算机网络的第一步,是实现各种网络协议的基础,它对网络的性能、系统的可靠性与通信费用都有重大影响。

常用的拓扑结构有:总线型拓扑、星形拓扑、环形拓扑、树形拓扑、网状拓扑及混合拓扑结构。

1. 总线型拓扑结构

是将网络中的所有设备通过相应的硬件接口直接连接到公共总线上,结点之间以广播方式通信,一个结点发出的信息,总线上的其他结点均可“收听”到,但只有真正的目的结点才会应答,结构如图 1-5 所示。

优点:结构简单、布线容易、可靠性较高、易于扩充,是局域网常采用的拓扑结构。

缺点:所有的数据都需经过总线传送,总线

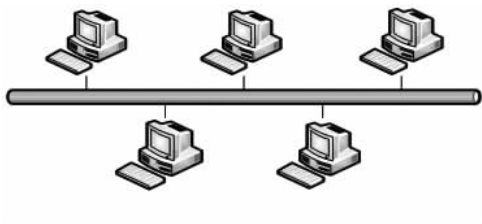


图 1-5 总线型拓扑结构

成为整个网络的瓶颈;出现故障诊断较为困难。另外,由于信道共享,连接的结点不宜过多,总线自身的故障可能导致系统崩溃。最著名的总线拓扑结构是以太网(Ethernet)。

2. 星形拓扑结构

是一种以中央结点为中心,把若干外围结点连接起来的辐射式互联结构。这种结构适用于局域网,特别是近年来组建的局域网大多采用这种连接方式。这种连接方式以双绞线或同轴电缆作为连接线路,如图 1-6 所示。

优点:结构简单、容易实现、便于管理,通常以集线器(Hub)、交换机作为中央结点,便于维护和管理。

缺点:要求中央结点具有较高的可靠性,中央结点出现故障会导致整个网络瘫痪。

3. 环形拓扑结构

各结点通过通信线路组成闭合回路,环中数据只能单向传输,信息在每台设备上的延迟时间是固定的。特别适合实时控制的局域网系统。如图 1-7 所示。

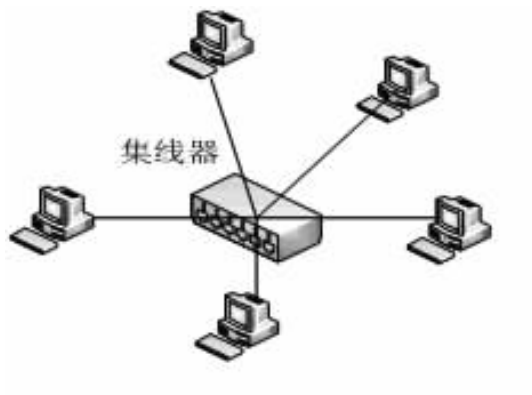


图 1-6 星形拓扑结构

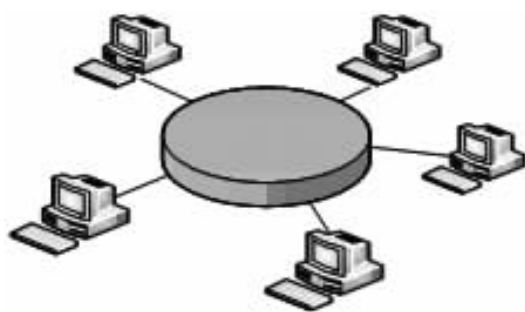


图 1-7 环形拓扑结构

优点:结构简单,适合使用光纤,传输距离远,传输延迟固定。

缺点:环网中的每个结点均成为网络可靠性的瓶颈,任意结点出现故障都会造成网络瘫痪,另外故障诊断也较困难。最著名的环形拓扑结构网络是令牌环网。

4. 树形拓扑结构

是一种层次结构,结点按层次连接,信息交换主要在上下结点之间进行,相邻结点或同层结点之间一般不进行数据交换。树形结构是总线型结构的扩展,它是在总线网上加上分支形成的。如图 1-8 所示。

优点:连接简单,维护方便,适用于汇集信息的应用要求。

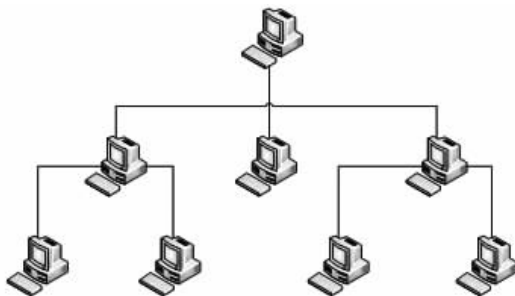


图 1-8 树形拓扑结构

缺点:资源共享能力较低,可靠性不高,任何一个工作站或链路的故障都会影响整个网络的运行。

5. 网状拓扑结构

指各结点通过传输线路连接起来,并且每一个结点至少与其他两个结点相连。如图 1-9 所示。如果任意两个结点间均有线路相连,则称为全网状拓扑结构,如图 1-9a 所示,否则称为部分网状拓扑结构,如图 1-9b 所示。

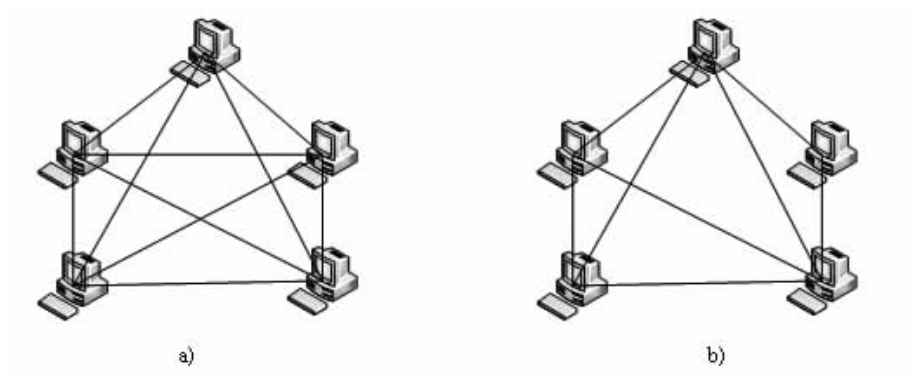


图 1-9 网状拓扑结构

优点:网络可靠性高,一般通信子网中任意两个结点之间,存在着两条或两条以上的通信路径,这样,当一条路径发生故障时,还可以通过另一条路径把信息送至目的结点。

缺点:控制复杂,软件复杂,线路费用高。

网状拓扑结构一般用于 Internet 骨干网上,使用路由算法来计算发送数据的最佳路径。

6. 混合型拓扑结构

就是两种或两种以上的拓扑结构同时使用。

优点:可以对网络的基本拓扑取长补短。

缺点:网络配置、管理难度大。

二、计算机网络的主要性能指标

计算机网络的性能指标主要从不同方面来衡量计算机网络的性能。主要的性能指标有六个:速率、带宽、吞吐量、时延、时延带宽积、往返时延(RTT)。

1. 速率

网络术语中的速率是指连接在网络上的计算机在数字信道上的传输速率,也称为数据率;传输单位用 bit/s 或 b/s 来表示,含义为“比特每秒”,指每秒钟主机传输了多少比特。常用的单位有 bit/s、kbit/s、Mbit/s、Gbit/s、Tbit/s。

注意:这里 $\text{kbit/s} = 10^3 \text{ bit/s}$; $\text{Mbit/s} = 10^3 \text{ kbit/s} = 10^6 \text{ bit/s}$;依次类推。以 10^3 为单位,而非以 $2^{10} = 1024$ 为转换单位。

2. 带宽

带宽有两方面的含义:

(1)一种是“频带宽度”的简称,原是通信和电子技术中的一个术语,指通信线路或设备所能传送信号的范围。也就是模拟信道上能够通过信号的频谱范围。单位为 Hz,kHz 等。

(2)计算机网络中,带宽用来表示网络的通信线路传输数据的能力,因此网络带宽表示单位时间内从网络中的某一点到另一点所能通过的“最高数据率”。单位为 bit/s。

小提示:当带宽或发送速率提高后,比特在链路上传播的速度并没有提高(在某一种介质上,信号通常是恒定速率传输的),只是每秒钟注入到链路上的比特数增加了。速率提高是指单位时间内注入到链路上的比特数增加了,而不是比特在链路上跑得快了。

3. 吞吐量

吞吐量表示在单位时间内实际通过某个网络(信道或接口)的数据量。吞吐量更经常用于对现实世界的网络的一种测量,以便知道到底有多少数据可以通过实际网络,它会受到网络速率和带宽的限制。吞吐量的单位是 bit/s,吞吐量的增大会增加网络的延时。一个 100Mbit/s 的以太网,其额定速率为 100Mbit/s,那么这个数值也是吞吐量的最大上限值。

影响网络中带宽和吞吐量的主要因素有网络设备、拓扑结构、数据类型、用户的数量、客户机与服务器、电力系统和自然灾害引起的故障率等因素。

4. 时延

时延是指一个报文或分组从网络的一端传送到另一端所需要的时间。它包括发送时延、传播时延、处理时延、排队时延。(时延=发送时延+传播时延+处理时延+排队时延)一般,发送时延与传播时延是我们主要考虑的。对于报文长度较大的情况,发送时延是主要矛盾;报文长度较小的情况,传播时延是主要矛盾。

5. 时延带宽积

时延带宽积为传播时延与带宽的乘积。

链路的时延带宽积又称为以比特为单位的链路长度。对于一条正在传输数据的链路,只有在代表链路的管道都充满比特时,链路才得到充分利用。此时也就是时延带宽积较大。

6. 往返时间(RTT)

往返时间也是一个非常重要的指标,它表示从发送方发送数据开始,到发送方收到来自接收方的确认,总共经历的时间;在互联网中 RTT 还包括中间各结点的处理时延、排队时延以及转发数据时的发送时延。

上机实战

绘制网络拓扑结构图

1. 实战目的

- (1)明确网络拓扑结构的概念。
- (2)认识网络中的传输介质和网络设备。

2. 实战环境

- (1) Windows XP 计算机, 1 人/台。
- (2) 实验室配备的各种网络设备。

3. 操作步骤

- (1) 熟悉实验室中各种设备及物品的物理位置, 在能力范围内绘制实验室平面布局图;
- (2) 观察实验室中传输介质布局及走向;
- (3) 观察实验室中机柜、网络设备、计算机的数量、类型;
- (4) 根据以上观察结果, 画出实验室的拓扑结构;
- (5) 利用实验室中的设备, 验证星形拓扑结构的优缺点。

4. 实战思考题

- (1) 实验室中都有哪些设备?
- (2) 实验室中的传输介质主要用到的是哪种?
- (3) 星形拓扑结构的特点如何进行验证?

5. 实战报告

- (1) 仔细观察实验室中的各种物品及设备, 记录设备的物理位置。
- (2) 根据实战记录, 画出实验室的拓扑结构。
- (3) 验证星形拓扑, 总结星形拓扑结构的优缺点。

本章小结

本章讲述了计算机的发展过程, 从各个角度对计算机网络做出了定义并介绍了计算机网络的主要功能, 重点讲述了计算机网络中常用到的各项性能参数。最后, 从不同的角度, 介绍了计算机网络的分类。

本章习题

1. 计算机发展经过了哪几个阶段?
2. 什么是计算机网络?
3. 计算机网络分为哪几类?
4. 你如何理解平时所说的“带宽”?