

项目 1 认识计算机网络

惜时、专心、苦读是做学问的一个好方法。

——陶铸

项目目标

- (1) 熟悉用户对网络的需求；
- (2) 理解“计算机网络”和“网络”的一些基本概念；
- (3) 知道融合信息网络的功能和发展趋势；
- (4) 认识网络的连接结构和组成部件；
- (5) 知道计算机网络的性能指标；
- (6) 会用 Microsoft Office Visio 画网络拓扑图；
- (7) 具有描述计算机网络结构、组件和性能指标的能力。

项目背景

- (1) 网络机房；
- (2) 校园网络。

1.1 用户需求与分析

随着信息时代的到来,计算机网络应用越来越普遍,且价格越来越低,已成为现代社会中重要的基础设施。用户对网络的应用需求可归纳为下列几个方面。

1. 办公自动化

人们通常把一个机关或企业的办公计算机、打印机等组成网络,以简化办公室的日常工作。通过网络处理的事务性工作包括信息录入、
 用户需求与分析处理、存档,信息的综合处理与统计,报告生成,部门之间或上下级之间的报表传递,通信联络(电话、电子邮件等),决策与判断。

2. 管理信息系统

对于现代化企事业单位,计算机局域网的应用给现代管理信息系统(manage information system, MIS)提供了网络平台。特别是部门多、业务活动复杂的大型企事业单位,利用 MIS 具有更大的意义,可以使企事业单位实现管理现代化,提高经济效益。

MIS也是当前计算机网络应用最广泛的方面,常用的MIS主要有:①按不同业务部门设计的子系统,如计划统计子系统、人事管理子系统、设备仪器管理子系统、材料管理子系统;②生产管理子系统;③财务管理子系统;④工况监督子系统,对分布在各个现场的大型生产设备、仪器的参数、产量等信息进行实时采集并综合处理;⑤厂长或经理管理决策及查询子系统等。

现代管理信息系统往往应用多媒体技术,以其生动形象的方式提供综合信息或决策指挥信息。

3. 图书、信息检索系统

图书、信息检索系统的应用由来已久,随着Internet的建立和发展,这方面的应用更有价值,电子图书馆、网上图书馆和网上信息检索系统等使人类创造的精神财富通过Internet被全世界分享。

4. 证券及期货交易系统

证券及期货交易由于其获利大、风险大且行情变化迅速,投资者对信息的依赖格外明显。金融业通过在线服务的计算机网络提供证券市场分析、预测、金融管理、投资计划等需要大量计算工作的服务,提供在线股票经纪人服务和在线数据库服务(包括最新股价数据库、历史股价数据库、股指数据库,以及有关新闻、文章、股评等),用户通过任何与Internet相连的计算机进入证券交易系统、期货交易系统,就可进行实时交易。

5. 校园网

校园网是在学校园区内用来完成计算机资源及其他网内资源共享的通信网络。校园网是衡量学校学术水平与管理水平的重要标志。

共享资源是校园网最基本的应用,人们通过网络更有效地共享各种软、硬件及信息资源,为众多的科研人员提供一种崭新的合作环境。校园网可以与公用计算机网络相连,拓展信息空间。校园网提供海量的用户文件空间、打印输出设备、电子图书等服务,并包含为各级行政、业务部门提供服务的学校信息管理系统和为一般用户服务的电子邮件系统。

6. POS与ATM系统

POS柜台销售信息网络系统是现代大型或超级市场(商场)现代化的标志,往往与财务、计划、仓储等业务连在一起。

ATM(自动取款机)实际上是信用卡业务的扩展,是向电子货币过渡的一个应用阶段。

7. 电子政务

电子政务(electronic government)就是应用现代化的电子信息技术和理论对传统政务进行持续不断地革新和改善,以实现高效率的政府管理和服务。

电子政务内容广泛,从电子政务服务对象看,电子政务主要包括政府内电子政务(government-government,G2G)、政府对企业电子政务(government-business,G2B)和政

府对公民电子政务(government-citizen,G2C)。G2G 是上下级政府、不同地方政府、不同政府部门之间的电子政务。

政府内电子政务主要包括电子法规政策系统,对所有政府部门和工作人员提供相关的现行有效的各项法律、法规、规章、行政命令和政策规范等,使所有政府机关和工作人员真正做到有法可依,有法必依;电子公文系统,在保证信息安全的前提下在政府上下级、部门之间传送有关的政府公文,如报告、请示、批复、公告、通知、通报等,使政务信息十分快捷地在各级政府间和政府内流转,提高政府公文处理的速度;电子司法档案系统,在政府司法机关之间共享司法信息,如公安机关的刑事犯罪记录,审判机关的审判案例,检察机关检察案例等,通过共享信息改善司法工作效率和提高司法人员综合能力;电子财政管理系统,向各级国家权力机关、审计部门和相关机构提供分级、分部门历年的政府财政预算及其执行情况,包括从明细到汇总的财政收入、开支、拨付款数据以及相关的文字说明和图表等,便于有关领导和部门及时掌握和监控财政状况;电子办公系统,通过电子网络完成机关工作人员大多数一般性重复工作,以节约时间和费用,提高工作效率,如工作人员通过网络申请出差、请假、文件复制、使用办公设施和设备、下载政府机关经常使用的各种表格,报销出差费用等;电子培训系统,为政府工作人员提供各种综合性和专业性的网络教育课程,特别适应信息时代对政府的要求,可以加强对员工与信息技术有关的专业培训,同时员工也可以通过网络随时随地注册后参加培训课程、接受培训、参加考试等;业绩评价系统,按照设定的任务目标、工作标准和完成情况对政府各部门业绩进行科学的测量和评估等。

8. 电子商务

电子商务(electronic business)是运用电子通信作为手段的经济活动。通过这种方式,人们对带有经济价值的产品和服务进行宣传、购买和结算。这种交易方式不受地理位置、资金多少或零售渠道所有权的影响,公有和私有企业、公司、政府组织、各种社会团体、一般公民、企业家都能自由地参加广泛的经济活动,其中包括农业、林业、渔业、工业、私营和政府的服务业。电子商务能使产品在世界范围内交易并向消费者提供多种多样的选择。

目前电子商务正在我国蓬勃发展,主要的电子商务类型有企业对消费者的电子商务(B to C)、企业对企业的电子商务(B to B)、企业对政府的电子商务(B to G)和消费者对消费者的电子商务(C to C)。

9. 远程教育

远程教育(distance education)是利用计算机网络的一种在线服务系统,是用来开展学历或非学历教育的全新教学模式。远程教育几乎可以提供大学中所有的课程,学员通过网络登录到系统中后,就可以选择课程,下载课件、作业、辅导资料,点播视频课件,在线提问、讨论等。我国各层次的教育都采用了这种形式。

10. 其他需求

远程医疗、气象服务、防灾减灾、交通服务等都需要高速、可靠的网络支撑。我国正在加紧数字基础设施建设,从技术层面看,当前数字基础设施主要涉及 5G、数据中心、云计

算、人工智能、物联网、区块链等新一代信息通信技术,以及基于上述数字技术而形成的购物、娱乐、出行、政务等各类数字平台,这些是数字商业、产业数字化、数字政务的基础设施;此外,传统物理基础设施经过数字化改造,正在融合基础设施,3D打印、智能机器人、AR眼镜、自动驾驶等新型应用技术则会把数字基础设施延伸到整个物理世界。一个全新的技术图景正在构建之中,这些都需要一个更强大的信息网络。

总之,人类生产、生活、学习和投资都需要一个更稳定、可靠、高速的网络。

1.2 相关知识

1.2.1 计算机网络的概念

1. 计算机网络的定义

计算机网络是利用通信线路将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同的形式连接起来,以功能完善的网络软件实现资源共享和信息传递的系统。

计算机网络有三个基本要素:①至少有两个具有独立操作系统的计算机,且它们之间有相互共享某种资源的需求;②两个独立的计算机之间必须有某种通信手段将其连接;③网络中的各个独立的计算机之间要能相互通信,必须制定相互可确认的规范标准或协议。

2. 网络的定义

“网络”有许多不同的类型,为我们提供各种服务。在一天的生活中,我们可能要打电话,看电视,听收音机,上网搜索资料,甚至与另一个国家的人玩游戏。所有这些活动都要依赖于稳定、可靠的网络完成。网络将世界各地的人和设备连接到一起。人们在使用网络时,无须知道网络的运行原理,也不用想象没有网络的世界会是什么样子。

网络是指“三网”,即电话网络、电视网络和计算机网络。发展最快的并起到核心作用的是计算机网络。在图 1-1 中,人们正在使用不同类型的网络,有计算机网络、电视网络、有线电话网络、移动电话网络。



图 1-1 网络使用示意图



计算机网络的观念

在 20 世纪末,通信技术不像现在这么发达,语音、视频和计算机数据通信都需要单独、专用的网络。每个网络都要使用不同的设备来访问。电话、电视和计算机使用特定的技术和不同的专用网络结构进行通信。但如果人们要同时(可能的话使用一台设备)访问所有这些网络,那该怎么办呢?

一种可以同时提供多种服务的新型网络应运而生,并且解决了这一问题。这种新的融合网络与专用网络不同,它可以通过同一个通信通道或网络结构提供语音、视频和数据服务。

为了利用融合信息网络的功能,市场上也推出了新的产品。人们现在可以在计算机上观看现场视频直播,通过 Internet 打电话或使用电视搜索 Internet。

在本书中,“网络”一词是指这些新型的多功能融合信息网络,但这里更多的是介绍计算机网络的应用。

网络没有大小限制,它可以是小到两台计算机组成的简易网络,也可以是大到连接数百万台设备的超级网络。安装在小型办公室、家里和家庭办公室内的网络称为 SOHO 网络,SOHO 网络可以在多本地计算机之间共享资源,例如打印机、文档、图片和音乐等。

企业可以使用大型网络来宣传和销售产品、订购货物以及与客户通信。网络通信一般比普通邮件、长途电话等传统通信方式更有效,也更经济。网络不仅可以实现快速通信,比如发送电子邮件和即时消息,而且用户可以合并、存储和访问网络服务器上的信息。

企业网络和 SOHO 网络可以连接到 Internet。Internet 被视为“由网络构成的网络”,确切地说,它是由成千上万个相互连接的网络所组成的网络。

网络和 Internet 还有以下一些用途:共享音乐和视频文件,研究和在线学习,与朋友聊天,安排度假,购买礼物和用品,投资和银行业务等。

1.2.2 计算机网络的分类

“网络”有许多不同的类型,如电话网络、电视网络、计算机网络等。计算机网络也有不同的分类方式,下面简要进行介绍。

1. 按网络的通信距离和作用范围分类

计算机网络可分为广域网(WAN)、局域网(LAN)和城域网(MAN)。

广域网(wide area network, WAN)又称为远程网,其覆盖范围一般为几十千米至数千千米,可在全球范围内进行连接。其传输速率通常为 56kbps~155Mbps,现在已有 622Mbps、2.4Gbps 甚至更高速率的广域网。

局域网(local area network, LAN)的作用范围较小,一般不超过 10 千米,通常局限在一个园区、一座大楼,甚至在一个办公室内。局域网一般具有较高的传输速率,例如 100Mbps、1000Mbps、10000Mbps,甚至更高。

城域网(metropolitan area network, MAN)的作用范围、规模和传输速率介于广域网和局域网之间,是一个覆盖整个城市的网络。



计算机网络的分类

2. 按照数据传输方式分类

广播网络：在广播式网络中，所有联网计算机都共享一个公共通信信道。

点到点网络：与广播式网络相反，在点到点网络中，每条物理线路连接一对计算机。

3. 按照通信传输介质划分

按照通信传输介质不同，计算机网络可分为有线网络和无线网络。有线网络是指采用有形的传输介质，如双绞线、同轴电缆、光纤等组建的网络，而使用微波、红外线等无线传输介质作为通信线路的网络就属于无线网络。

4. 按照网络的应用范围和管理性质划分

按照网络的使用对象不同，计算机网络可分为公用网和专用网。专用网一般由某个单位或部门组建，使用权限属于单位或部门内部所有，不允许外单位或部门使用，如银行系统的网络；而公用网由电信部门组建，网络内的传输和交换设备可提供给任何部门和单位使用。

5. 按照网络组件的关系分类

按照网络各组件的关系来划分，网络有两种常见的类型：对等网络和基于服务器的网络。

1.2.3 计算机网络的组成

图 1-2 是典型的计算机网络系统示意图。从图中可见，一个计算机网络是由资源子网(虚框外部)和通信子网(虚框内部)构成的。资源子网负责信息处理，通信子网负责全网中的信息传递。

1. 通信子网

通信子网是由用作信息交换的路由器、交换机、通信线路和其他通信设备组成的独立的数据信息系统，它承担全网的数据传递、转接等通信处理工作。



计算机网络的组成

(1) 路由器可以连通不同的网络，并实现分组交换和路由，即接收从一条物理链路上送来的分组，经过适当处理后，根据分组中的目标地址选择一条最佳输出路径，将分组发往下一个节点。选择通畅快捷的近路，能大大提高通信速度。

(2) 交换机主要用于局域网内，能连接多台设备到计算机网络中，通过数据帧交换的方式将数据转发到目的地。

(3) 其他通信设备主要有：①调制解调器(modem)实现数字信号和模拟信号之间的转换。②网络接口部件又被称为网络适配器(network adapter)，简称网卡。在局域网中，

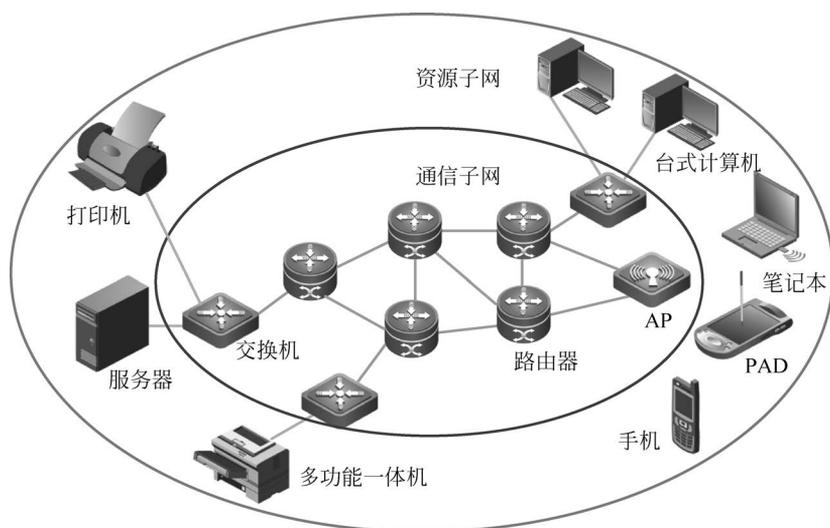


图 1-2 计算机网络系统示意图

PC 通过网络接口部件与网络相连。

2. 资源子网

资源子网包括网络中的所有主计算机、I/O 设备、网络操作系统和网络数据库等。它负责全网面向应用的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源和网络服务,实现网络的资源共享。

(1) 主机 HOST 是资源子网中的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机连接。在主机中除了装有本地操作系统外,还应配有网络操作系统。此外,主机中还应装有各种应用软件,配置网络数据库和各种工具软件。

(2) 服务器是安装了特殊的软件并可以为网络上其他主机提供信息(如电子邮件或网页)的主机。每项服务都需要单独的服务器软件,例如,主机必须安装 Web 服务器软件才能为网络提供 Web 服务。

(3) 网络操作系统是建立在各主机操作系统之上的一个操作系统,用于实现不同主机系统之间的用户通信以及全网硬件和软件资源的共享,并向用户提供统一、方便的网络接口,以方便用户使用网络。

(4) 网络数据库系统是建立在网络操作系统之上的一个数据库系统。它可以集中地驻留在一台主机上,也可以分布在多台主机上。它向网络用户提供存、取、改网络数据库中数据的服务,以实现网络数据库的共享。

计算机网络包含许多组件,如个人计算机、服务器、网络设备、电缆等。这些组件可以分为四大类,即主机、共享的外围设备、网络设备、网络介质。

根据设备连接方式,有些设备可能扮演多种角色。例如,直接连接到主机的打印机(本地打印机)属于外围设备,而直接连接到网络设备并直接参与网络通信的打印机则属于主机。所有连接到网络并直接参与网络通信的计算机都属于主机。主机可以在网络上

发送和接收消息。在现代网络中,计算机主机可以用作客户端、服务器或两者兼用。计算机上安装的软件决定了计算机扮演的角色。

一台计算机也可以运行多种类型的服务器软件。在家庭或小企业中,一台计算机可能要同时充当文件服务器、Web 服务器和电子邮件服务器等多个角色。

一台计算机也可以运行多种类型的客户端软件。所需的每项服务都必须有客户端软件。安装多个客户端后,主机可以同时连接到多台服务器。例如,用户在收发即时消息和收听 Internet 广播的同时,可以查收电子邮件和浏览网页。

1.2.4 计算机网络的结构



计算机网络的
结构

计算机网络拓扑是通过网中节点与通信线路之间的几何关系表示网络结构,以反映网络中各实体间的结构关系。拓扑设计是建设计算机网络的首步,也是实现各种网络协议的基础,它对网络性能、系统可靠性与通信费用都有很大的影响。计算机网络拓扑主要是指通信子网的拓扑构型。

1. 总线拓扑结构

总线拓扑采用一种传输媒体作为公用信道,所有站点都通过相应的硬件接口直接连接到这一公共传输媒体上,该公共传输媒体称为总线。任何一个站点发送的信号都沿着传输媒体传播,而且能被所有其他站点接收,如图 1-3 所示,总线两端为终结器。应用广泛的以太网(Ethernet)就是总线网的典型实例。

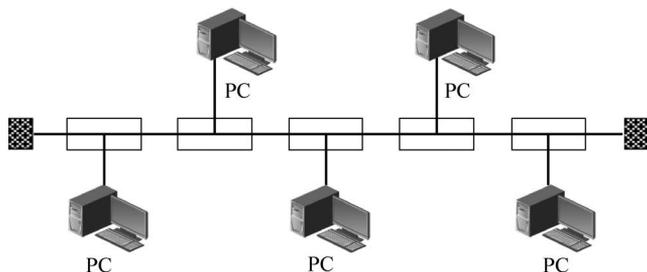


图 1-3 总线拓扑结构示意图

由于所有站点共享一条公用的传输信道,因此一次只能由一个站点占用信道进行传输。为了防止争用信道产生的冲突,出现了一种在总线网络中使用的媒体访问方法,即带有冲突检测的载波侦听多路访问方式,英文缩写为 CSMA/CD。

1) 总线拓扑的优点

- (1) 总线结构需要的电缆数量少。
- (2) 总线结构简单,又是无源工作,有较高的可靠性。
- (3) 易于扩充,数据端用户入网灵活。

2) 总线拓扑结构的缺点

- (1) 总线的传输距离有限,通信范围受到限制。

(2) 当接口发生故障时,将影响全网,且诊断和隔离较困难。

(3) 一次仅能由一个端用户发送数据,其他端用户必须等待,直到获得发送权,因此媒体访问控制机制较复杂。

2. 星状拓扑结构

星状拓扑结构由中央节点和通过点到点通信链路接到中央节点的各个站点组成。人们每天使用的电话就属于这种结构。图 1-4 为电话网的星状结构,其交换方式为电路交换。图 1-5 为目前使用最普遍的以交换机为中心的星状结构,即交换式以太网,其交换形式为帧交换。

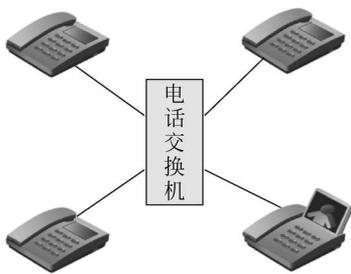


图 1-4 电话网的星状拓扑结构

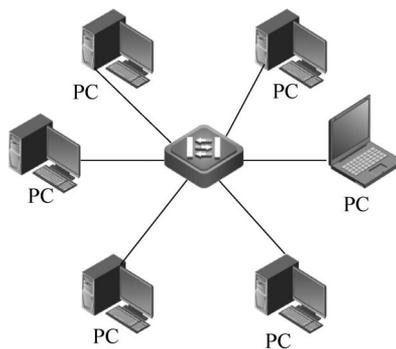


图 1-5 以交换机为中心的星状拓扑结构

1) 星状拓扑结构的优点

(1) 控制简单。端用户之间的通信必须经过中心站,媒体访问控制的方法和采用的协议都比较简单。

(2) 故障诊断和隔离容易。中央节点对连接线路可以逐一隔离、进行故障检测和定位。单个节点的故障只影响一台设备,不会影响全网。

(3) 方便服务。中央节点可方便地对各个站点提供服务和网络重新配置。

2) 星状拓扑结构的缺点

(1) 电缆长度和安装工作量可观。因为每个站点都要和中央节点直接连接,需要耗费大量的电缆,使安装、维护工作量骤增。

(2) 中央节点的负荷较重,形成信息传输速率的瓶颈。

(3) 对中央节点的可靠性和冗余度要求较高。中央节点一旦发生故障,会使全网瘫痪。

3. 环状拓扑结构

环状拓扑结构是由站点和接入站点的链路组成的一个闭合环,如图 1-6 所示。每个站点能够接收从一条链路传来的数据,并以同样的速率串行地把该数据沿环传送到另一端链路上。环状拓扑结构的特点是:每个端用户都与两个相邻的端用户相连,因而存在着点到点链路,但总是以单向方式操作。假设数据传输的方向为逆时针,则有上游端用户和下游端用户之分。例如,在图 1-6 中,用户 N 是用户 $N+1$ 的上游端用户, $N+1$ 是 N

的下游端用户。如果 $N + 1$ 端需将数据发送到 N 端,则几乎要绕环一周才能到达 N 端。

环状网的典型实例有 IBM 令牌环(token ring)和剑桥环(cambridge ring)。

1) 环状拓扑结构的优点

(1) 电缆长度短。环状拓扑网络所需的电缆长度和总线型拓扑网络相近,但比星状拓扑网络短得多。

(2) 当增加或减少工作站时,只需简单的连接操作。

(3) 可使用光纤。光纤的传输速率很高,十分适合环状拓扑的单方向传输。

2) 环状拓扑结构的缺点

(1) 节点故障会引起全网故障。因为环上的数据传输要通过连接在环上的每一个节点。

(2) 故障检测困难。这与总线拓扑相似,需在各个节点进行诊断和隔离。

(3) 环状拓扑结构的媒体访问控制协议都采用令牌传递的方式,在负载较轻时,信道利用率相对来说则比较低。

4. 树状拓扑结构

树状拓扑结构是从总线拓扑结构演变而来的,形状像一棵倒置的树,顶端是树根,树根以下带分支,每个分支还可再带分支,如图 1-7 所示。树根接收各站点发送的数据,然后再根据 MAC 地址发送到相应的分支。树状拓扑结构在中小型局域网中应用较多。

1) 树状拓扑结构的优点

(1) 易扩展。这种结构可以延伸出很多节点和子分支,这些新节点和新分支都能很容易地加入网内。

(2) 故障隔离较容易。如果某一分支的节点或线路发生故障,很容易将故障分支与整个系统隔离开来。

2) 树状拓扑结构的缺点

各个节点对根的依赖性太大,如果根发生故障,则全网不能正常工作。从这一点来看,树状拓扑结构的可靠性类似于星状拓扑结构。

5. 网状拓扑结构

网状拓扑结构的特点是:各节点之间有许多路径相连,可以为数据包分组流的传输选择适当的路径,从而绕过过忙或失效的节点,如图 1-8 所示。这种结构在广域网中得到了广泛的应用。

网状拓扑结构的优点是:不受瓶颈问题和失效问题影响,可靠性高。

网状拓扑结构的缺点是:结构和协议复杂,成本也比较高。

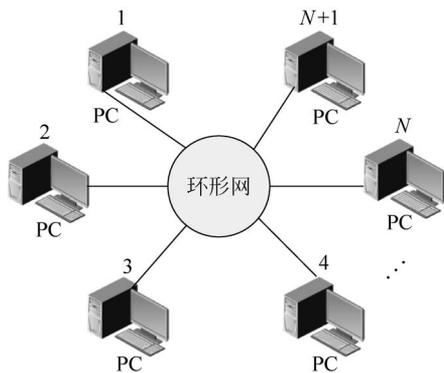


图 1-6 环状拓扑结构示意图