

第一部分

网络与因特网应用导论

第 1 章 导论和概述

第 2 章 因特网的发展趋势

第 3 章 因特网应用与网络编程

第 4 章 传统的因特网应用

第 1 章 导论和概述

1.1 计算机网络的发展过程

计算机网络已得到迅猛的成长与发展。20 世纪 70 年代以来, 计算机通信已从深奥的研究话题演变为社会基础结构的一个基本组成部分。网络已被应用于各行各业, 包括广告、生产、传输、计划、报价和会计等。结果, 绝大多数公司一般都拥有多个网络。从小学到研究生教育所有层次的学校, 都在利用计算机网络为教师和学生提供实时的在线信息。从联邦(国家)、州(省)到各级地方政府的办公室, 都在使用网络, 各军事单位也同样如此。简言之, 计算机网络已是无处不在的。

全球因特网^①的发展与应用是网络领域最令人激动和有趣的现象。在 1980 年, 因特网还只是一个只有几十个站点的研究项目。今天, 因特网已发展成为一个覆盖世界上所有居民区的大规模通信系统, 许多用户通过有线电视 Modem、DSL、光纤和无线技术高速接入因特网。

网络的出现和运用已引起了戏剧性的经济变化。数据网络使得个体之间进行远程通信成为可能, 并改变了商业交互方式。此外, 一个完整从事于研发网络技术、产品和服务的产业已经形成。计算机联网的重要性使得各行各业都需要具有更多网络知识的人才, 公司需要能从事规划、采购、安装、操作、管理构成计算机网络和互联网的软硬件系统的工作人员。云计算的到来意味着计算已经从本地的机器转移到了数据中心, 因此, 网络化影响了所有的计算机编程——编程人员不再是为单个计算机开发软件, 而是开发通过因特网交互的应用。

1.2 联网为何显得复杂

因为计算机联网是一个活跃而令人激动的新兴领域, 所以这个主题似乎显得有点复杂, 其中存在很多技术问题, 并且每种技术各有不同特点。许多公司陆续推出了各种使用新的、非常规技术的商用网络产品和服务。最终, 由于这些技术可以用许多方法进行组合和互连, 从而使得联网的问题显得复杂。

对于一个初学者来说, 联网的问题尤其令人困惑, 因为不存在单一的基础理论来解释网络各部分的相互关系。多个组织机构已创建了各自的联网标准, 但这些标准相互间并不兼容。各种组织和研究团体也尝试定义了各种概念模型, 用来描述网络硬件和软件系统之间的差异性和相似性。可惜的是, 由于各系统所涉及的技术各不相同, 并且变化也非常快, 这些概念模型要么过于简单, 以至于无法区分各系统间的细节, 要么过于复杂而有助于对主题的简化。

由于在网络领域中缺乏一致性, 对初学者还产生了另一种挑战: 在网络概念方面没有统一的术语, 多个组织机构都试图推行各自定义的概念和术语, 而研究者又太讲究科学精确的术

① 在整本书中我们都遵循这个书写惯例, 首字母为大写 I 的词汇 Internet, 都是指全球“因特网”。

语。公司的销售人员也常常把其产品或服务跟通用术语联系起来，或者为了区别与其他公司的竞争产品或服务而发明了一些新的术语，所以技术术语有时还会与流行产品的名称相混淆。专业人员有时会使用一种技术中的某个术语，来表达另一技术中一个类似的概念，从而进一步增加了混乱。结果，除了一大堆术语和包含很多同义语的缩写词外，网络行话里还包含了一些常被简略、被误用或与产品相关的术语。

1.3 网络的五个关键方面

为了把握网络的复杂性，重要的是要获取以下五个关键方面的背景知识：

- 网络应用和网络编程
- 数据通信
- 分组交换和联网技术
- 使用 TCP/IP 的网络互联
- 其他的网络概念和技术

1.3.1 网络应用和网络编程

用户介入的网络服务和设施都是由应用软件提供的——某一计算机上的应用程序通过网络与另一计算机上的应用程序进行通信。网络应用服务的范围很宽，包括：电子邮件、文件上传和下载、Web 浏览、电话、分布式数据库访问以及视频会议等。尽管每个应用以其各自的用户界面提供特定的服务，但所有应用都可以在一个共享网络上通信。由于支撑所有应用的低层网络的可用性，使得程序员的工作变得更加容易，他只需要学习掌握一种网络接口和一个基本的函数集即可——通过网络通信的所有应用程序都使用相同的函数集。

我们将看到，即使不懂应用程序间通过网络传送数据的硬件和软件技术，也同样能理解网络应用，甚至可能编写出实现网络通信的程序代码。这似乎意味着程序员一旦掌握了接口，其他进一步的网络知识都可以不需要。然而，网络编程跟传统的编程方法是相似的，虽然一个传统程序员开发应用程序可以不懂编译、操作系统或计算机体系结构，但这些基础性的知识能帮助程序员开发更可靠、正确和高效的程序。类似地，有了关于底层网络系统方面的知识，则可以使程序员编写出更好的程序代码。

要点

懂得底层网络机制和技术的程序员，能够更加快速、可靠和安全地编写网络应用程序。

1.3.2 数据通信

术语数据通信(data communication)是指对通过物理介质(如导线、电波和光束)实现信息传送的低层机制和技术的研究。数据通信主要是在电气工程领域，研究如何设计和构建一个广域的通信系统，重点是研究利用物理现象实现信息传输的各种方法。因此，许多基本思路来自于物理学家研究出来的物质和能量特性，例如用于高速数据传输的光纤，就是依靠光以及光在两种不同物质间边界上的反射特性。

由于涉及许多物理概念，数据通信似乎对我们理解联网有些不相关。特别是，由于涉及物理现象的许多术语和概念，这个主题也似乎只对设计低层传输功能的工程师有用。例如，利用

物理能量形式(如电磁辐射)携带信息的调制技术,就与设计和使用协议毫无关系。可是我们会看到,来自数据通信的几个关键概念将影响许多协议层的设计。在调制技术中,带宽概念就直接跟网络吞吐量有关。

作为特例,数据通信中引入的多路复用技术——来自多个源的信息经过组合通过共享介质传输,然后再拆分开传递到多个目的地。我们将看到,多路复用并不局限于物理传输,大多数协议也都吸取了多路复用的某种形式。类似地,引入到数据通信中的加密概念也形成了大多数网络安全的基础。因此,对数据通信的重要性归纳如下:

尽管数据通信涉及许多低层细节,但却为构建网络的其他方面提供了概念基础。

1.3.3 分组交换和联网技术

在 20 世纪 60 年代,一个新的概念:分组交换,使得数据通信发生了一场革命。早期的通信网络是从电话和电报通信系统演变而来的,这两种原始的系统只是利用一对物理导线将通信双方连接起来形成一条通信线路。虽然这种导线的机械连接已经被电子交换所替代,但是底层的结构模式仍然维持原样,即形成一条通信线路,然后通过该线路传送信息。分组交换从根本上改变了联网方法,并奠定了现代因特网的基础——分组交换允许多个通信方通过一个共享的网络传送数据,而不是形成一条条专用的通信线路。尽管分组交换建立在与电话系统相同的最基本通信原理上,但它却是以一种崭新的方式来利用底层的通信机制。分组交换把数据划分成许多小的数据块(称为“分组”),并在每个分组中加进目标接收方的标识信息。遍布网络的所有交换设备都保存有分组如何抵达所有可能目的地的有关信息。当一个分组到达任一交换设备时,该设备就会选择一条路径,分组沿着这条路径被最终传送到正确的目的地。

理论上,分组交换原理是简单而直观的,但却存在很多可能的设计考虑,这要取决于对一些基本问题的解决。目的地址如何标识,发送方又怎样发现目的地址?分组长度有多大?网络如何辨认一个分组的尾部和另一个分组的头部?如果多台计算机同时发送数据分组,它们如何进行协调以确保它们得到公平的发送机会?分组交换如何适应于无线网络?如何设计联网技术以便满足在速率、传输距离和经济性等不同方面的要求?为此,提出过许多解决方案,并实际研发了许多分组交换技术。其实,人们在研究分组交换网络的时候,勾画出一个基本结论:

因为开发每一种网络技术都是为了满足在速率、距离和经济成本等方面的不同要求,因而存在多种分组交换技术,各种技术在细节(如分组长度、寻址方法)上是有差别的。

1.3.4 用 TCP/IP 实现网络互联

20 世纪 70 年代,计算机网络发生了另一场革命——因特网的构思。研究分组交换的许多专家一直努力寻求一种能满足所有需求的单一分组交换技术。1973 年,Vinton Cerf 和 Robert Kahn 注意到:没有任何单一的分组交换技术可以完全满足所有的需求,尤其是要以极低的成本为家庭或办公室建造小容量网络方面的可能需求。他们建议:停止寻求单一最佳解决方案的尝试,转而去探索把多种分组交换网络互联成一个有机整体的方法。经他们建议,专门为这种互连而研发一套标准,并最终产生了被大家所熟知的 TCP/IP 因特网协议组(通常简称为 TCP/IP)。现在称为网络互联(internetworking)的这个构思具有极其强大的影响力,它奠定了全球因特网(Internet)的基础,并已成为计算机网络的一个重要研究领域。

TCP/IP 标准获得成功的主要原因之一,就在于解决了异构兼容问题。TCP/IP 不是试图去强制规定分组交换技术的细节(如分组长度、寻址方法等),而是采取一种虚拟化的手法,即定义一种与网络无关的分组格式和一种与网络无关的寻址方案,然后规定虚拟分组如何映射到每一种可能的低层网络上。

有趣的是,TCP/IP 能够容纳新的分组交换技术的能力,变成了分组交换技术持续发展的主要动力。随着因特网的发展壮大,计算机能力更加强大,各种应用(特别是图形图像和视频系统)将发送更多数据。为了适应这种应用发展,工程技术人员发明了在规定时间内传输更多数据和处理更多分组的许多新技术。除了继续延用和扩展已有技术外,这些新技术也随时被融合到因特网之中。也就是说,由于因特网能够兼容异构性,所以工程技术人员就可以不断试验各种新的联网技术,而不需担心破坏现有网络。

小结

因特网是通过互连多种分组交换网络而形成的。由于互联网络允许随时纳入各种新的技术而不必替换旧的技术,所以网络互联技术比起单一联网技术具有更加强大的威力。

1.3.5 其他的网络概念和技术

除了构造联网和互联网的硬件和协议以外,还有大量其他的技术为互联网提供重要的功能,例如,评估网络性能、允许多媒体和 IP 电话基于分组交换架构运行和保证网络安全等技术。传统的网络管理设施和软件定义网络(SDN)能使网络管理员方便地配置和控制网络,物联网使得嵌入式系统在因特网上通信交互成为可能。

脱颖而出的软件定义网络(SDN)和物联网,是一种全新的概念并迅速引起了巨大的关注。SDN 提出了一个全新的网络系统控制和管理模式,其设计不仅具有经济价值,而且将加速网络运行方式的转化。

因特网的另一个转变是从单人或多人间的通信交互转变为物联网:无须人介入的自动化设备间的通信交互,例如,通过电器设备利用低价格时段(如晚上)的调度运行,家庭自动化技术能优化能源的消耗。因此,未来因特网上的设备数量将显著膨胀。

1.4 因特网的公网和专网

虽然因特网的功能只是个单一通信网络,但它是由很多个体或组织所拥有和运行的各部分网络组成的。为了分清楚拥有权和用途,网络业界使用术语公网(public network)和专网(private network)。

1.4.1 公网

公网是为签约用户提供服务的网络,任何支付签约费用的个体或团体都能够使用公网。提供通信服务的公司称为服务提供商(service provider)。服务提供商的含义很宽,可延伸到因特网服务提供商(ISP)。事实上,这个术语起源于提供模拟电话服务的公司。

小结

公网由服务提供商所拥有,并且为任何签约支付费用的个体或组织提供服务。

所谓“公”(public)是指网络服务的公众可用性,而不是针对传输的数据而言的,理解这点很

重要。特别是,许多公网都必须遵守严格的政府规章,要求服务提供商要能保护通信不被窃听。

要点

“公”意味着对于一般公众用户的服务可用性;通过公网传输的数据不应对外泄露。

1.4.2 专网

专网是由某个特殊团体所控制的网络。虽然这看起来是很简单的事,但由于控制权并不总意味着拥有权,所以因特网的公网和专网之间的差别可能是很微妙的。例如,如果某公司从运营商那里租用了一条数据电路,然后就限制该电路只能用于该公司的通信业务,那么该电路就成为公司专网的一部分了。

要点

如果网络只限于供某个团体使用,则称该网络是专用的。专网可以包含从运营商那里租用的电路。

网络设备供应商把专网划分为4类:

- 消费者网
- 小型办公/家庭办公网(SOHO)
- 中小型商务网(SMB)
- 大型企业网

由于以上分类关系到销售和市场,其术语定义得比较宽松。虽然有可能给出对每个类型的定性描述,但很难找到准确的定义。因此,下面的几段内容只是给出在规模和用途方面的大致特征,而不是对它们进行详细的评测。

消费者网:这是由个人拥有的 LAN 所构成的、花费最小的一种专网,即个人购买廉价的 LAN 交换机,并将 PC、打印机连接在一起,就构建了一个专网。与此类似,个人也可以购置和安装无线路由器为其家庭提供 Wi-Fi 连接,这也就组建了一个专网。

小型办公/家庭办公网(SOHO):SOHO 网稍大于消费者网。一个典型的 SOHO 网由 2~3 台计算机、一台或多台打印机、一台连接因特网的路由器以及可能的其他设备(如收银机或信用卡验证机)所构成。大多数 SOHO 网都配置有后备电池供电和保证不中断运行的其他机制。

中小型商务网(SMB):SMB 网可以连接建筑物中多个办公室里的许多计算机,也可以包括生产设施(如在运输部门)的计算机。SMB 网络通常包括由多路由器互连的多个网络交换机,并使用宽带连接因特网和含有提供无线连接的多个无线设备。

大型企业网:大型企业网为大型公司提供所需的 IT 基础设施。典型的大型企业网往往连接着在地理上分布的几个基地(每个基地上都有多个建筑物),要使用较多网络交换机和路由器,并使用 2 条或更多的大容量宽带因特网连接。企业网通常兼有无线和有线技术设施。

小结

专网可以为个体消费者、小型办公室、中小型商业和大型企业提供网络服务。

1.5 网络、互操作性和标准

通信总是至少要涉及两个实体,即发送信息的一方与接收信息的另一方。事实上,我们会看到大多数分组交换通信系统还包含有中间实体(如分组转发设备)。为保证通信成功,重要

的一点是网络中所有参与通信的实体，必须在信息如何表示与沟通方面达成一致。通信协定包括许多细节，例如，当两个实体通过有线网络进行通信时，双方实体必须就所用的电压、使用电信号表示数据的正确方法，初始化与实施通信的规程，以及消息的格式等达成一致。

我们使用术语互操作性(interoperability)来表达两个实体进行通信的能力，并且说：如果两个实体能够相互通信而不产生任何误解，那么它们就能正确地互操作。为了确保通信各方在通信细节上一致并遵从一组相同的规则，就必须制定一套精确的通信规范。

小结

通信涉及多个实体，它们必须就所用的电压到消息的格式与表示等诸多细节上取得一致。为确保所有通信实体能够正确地互操作，必须制订出涉及通信所有方面的规则。

套用外交上的词汇，对网络通信的规范通常使用通信协议、网络协议或协议(protocol)等术语。一个具体协议要规定出低层通信的细节(如无线网络中使用的无线电传输类型)，或者描述出高层机制(如两个应用程序所交换的消息细节)，一个协议能定义出在消息交换期间要遵从的规程。协议最重要的方面之一就是对于差错或意外情况的处理，因此协议通常都要对处理每个异常情况所采取的适当措施做出解释。

小结

通信协议规定了计算机通信某方面的细节，包括出现差错或意外情况时所采取的动作。一个具体协议可能规定低层的细节要求(如所采用的电压和信号形式)，也可能描述高层方面的事项(如应用程序间交换的消息格式)。

1.6 协议组和分层模型

为确保所形成的通信系统是完整的和有效的，必须认真构筑一整套协议。为了避免重复性，每个协议只处理其他协议不处理的那部分通信功能。如何保证所有协议能很好地协调工作呢？这就需要有一个总体的设计规划——每个协议设计不能是分离的，而是应该整体协调地设计所有协议，称为协议组、协议栈或协议簇。协议组中的每个协议只处理通信功能的一部分，而所有协议联合一起来完成所有的通信功能，包括硬件故障和其他意外情况的处理。而且，所设计的完整协议组中的协议能高效统一地工作。

把各种协议集中成为一个统一整体的抽象结构，被称为分层模型(layering model)。本质上，分层模型所描述的就是如何把通信问题的所有方面划分成为一个个协调工作的分块结构，每个分块就叫做一个层(layer)。因为协议组的这些协议是被组织成为一个线性序列，所以也就产生了“层”这个术语。把协议划分到不同的层中，使它们各自在给定时间内着重于处理通信的某部分功能，从而有助于减少协议设计和实现的复杂性。

图1.1所示是采用因特网协议的分层模型概念示意图。在口头上，又把用来展现分层模型的直观图形说成是堆积起来的栈(stack)，而协议组或协议簇也就被称为协议栈(protocol stack)。这个术语也就是指计算机中的协议软件，譬如说：“那台计算机运行TCP/IP协议栈吗？”

后面几章内容将通过协议的详细解释，来帮助我们对分层的理解。在此，我们只要领会每一层的用途以及如何利用协议来进行通信，就足够了。下一节概括地描述各层所扮演的角色，再后面一节将介绍计算机通信时，数据是如何通过各个层次的。

第 1 层：物理层

物理(physical)层协议规定底层传输介质和相关硬件的细节。与电气特性、无线电频率和信号等有关的所有规范，都归属于第 1 层。

第 2 层：网络接口层^①或 MAC

媒体访问控制 MAC 层中的协议规定了单一网络间的通信以及网络硬件与第 3 层间的接口(通常通过软件来实现)的相关细节。有关网络地址、网络可支持的最大分组长度、用于接入底层介质的协议以及硬件寻址等方面的规范，都归属于第 2 层。

第 3 层：网络互联层

网络互联层(Internet)协议是因特网最重要的基础。第 3 层协议规定两台计算机通过因特网(即通过多个互连网络)进行通信的细节。因特网编址结构、因特网分组格式、将大分组划分成为小分组传输的方法以及差错报告机制等，都归属于第 3 层。

第 4 层：传输层

传输层(transport)协议为一台计算机上的应用程序跟另一台计算机上的应用程序之间提供通信手段。接收端最大可接受数据速率的控制、避免网络拥塞的机制、确保所有数据以正确顺序接收的技术等规范，都归属于第 4 层。

第 5 层：应用层

应用层是 TCP/IP 协议栈的最高层，该层协议规定一对应用进程在它们通信的时候如何交互作用。这层协议还规定有关应用进程所交换的消息含义和格式，本质上，当一个程序员开发穿越网络通信的应用程序时，就将涉及某个第 5 层协议。电子邮件交换、文件传输、Web 浏览、电话服务、智能手机应用和视频会议等方面的规范，都归属于第 5 层。

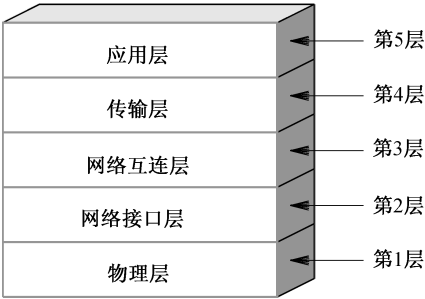


图 1.1 使用因特网协议(TCP/IP)的分层模型

1.7 数据如何通过各层

分层不只是为帮助人们理解协议的一种抽象概念，其实协议的实现也将遵循分层模型——将某层协议的输出传递到下一层协议的输入。而且，为了赢得效率，相邻层上的一对协议更多的是传递数据分组的指针，而不是去复制完整的分组，这样在层之间就可以更加高效地传递数据。

为更好理解协议是如何操作的，假定有两台联网的计算机。图 1.2 是两台计算机上的分层协议示意图。正如图中所示，每台计算机上都含有一套分层协议。

① 尽管 TCP/IP 的设计者使用术语网络接口层，而一些标准组织更加倾向于使用术语数据链路层来称呼第 2 层，但术语 MAC 已经在业界广泛使用。

当一个应用进程要发送数据时，首先将数据放置到一个分组中，然后使该分组向下传递通过协议的每层。一旦该数据分组穿过了发送计算机的所有协议层，分组就离开计算机并通过底层物理网络进行传输^①。当数据分组到达接收计算机时，该分组将向上传递通过各协议层。如果接收计算机上的应用进程收到数据后发出一个响应，则整个过程逆向进行，也就是说，这个响应报文以同样的方式向下传递通过各层，然后到达接收该响应的计算机，再向上传递通过各层。

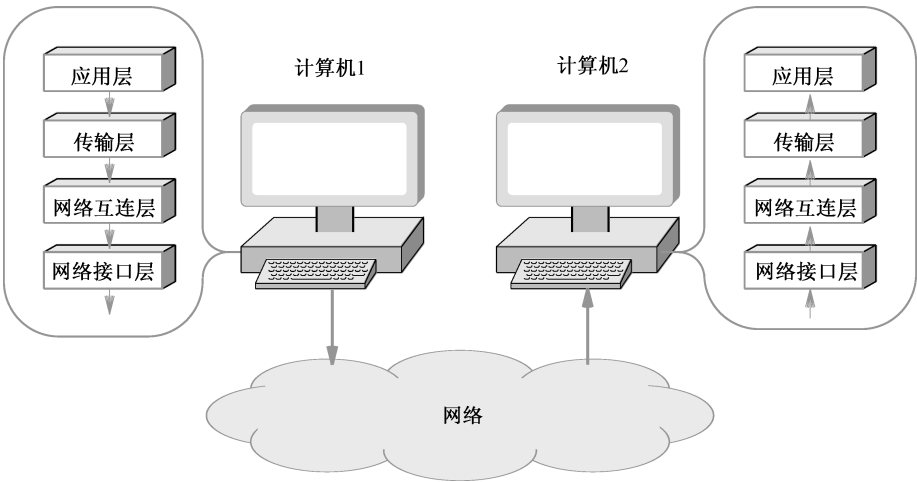


图 1.2 计算机通过网络通信时数据在协议层间传递的示意图

1.8 头部和各层

这里我们要搞懂，协议软件的每一层都要完成一些计算，才能保证报文如期到达目的地。而为了完成这样的计算，两台计算机上的协议软件就必须交换一些信息。为此，发送计算机的每一层都要在数据分组中附加一些额外的信息；接收计算机的对应层协议则要取出并利用这些额外的信息。

由协议加进去的附加信息通常被称为头部 (header)。为了理解头部是如何出现的，请再思考一下图 1.2 中通过网络的两台计算机间一个分组传送的过程。在发送计算机上，当分组向下传递通过每一层时，该层协议软件就加进去一个头部，即传输层附上一个头部、网络互联层附上一个头部，以此类推。这样，如果我们观察一个分组通过网络传送，所有头部将按如图 1.3 所示的顺序出现。

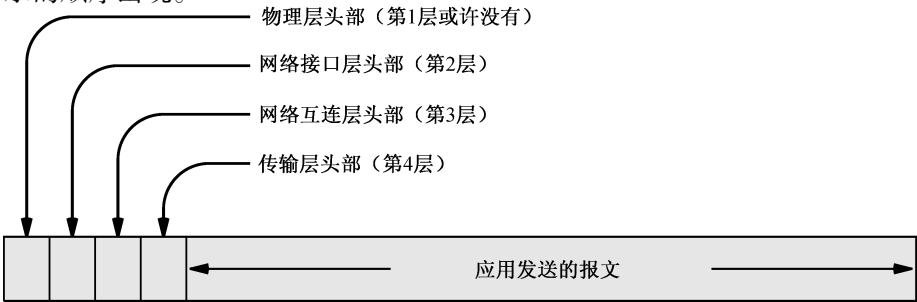


图 1.3 分组在两台计算机间传递时出现在分组上的嵌套式头部

^① 图中只表示出一个网络。后面当我们学习因特网体系结构的时候，就会学到称为路由器 (router) 的中间设备，而且还会知道因特网分层协议是如何工作的。

虽然图 1.3 中所示的头部都一样长,但实际中各个头部是长度是不统一的,且物理层头部是可选的。当知道了头部的具体内容后,就会理解头部长度为什么是不相同的。类似地,物理层通常只是规定如何使用信号去传输数据,所以分组中也就不能找到物理层头部。

1.9 ISO 与 OSI 七层参考模型

在互联网协议发展的同时,国际两大标准化组织联合推出了另一个参考模型,也创建了一套网络互联协议。这两大标准组织是:

- 国际标准化组织(ISO)
- 国际电信联盟,电信标准化组(ITU-T)^①

ISO 的分层模型就是后来为人熟知的开放系统互连七层参考模型(OSI),由于协议参考模型字母缩写 OSI 和国际标准化组织字母缩写 ISO 很类似,所以其术语缩写经常引起混淆。所以,有时人们也可能会说成 OSI 七层模型或 ISO 七层模型。图 1.4 示出了该模型的七个层次。

最终,事情变得明朗起来,TCP/IP 协议在技术上领先于 OSI 协议,而且在一些年以后,OSI 协议的研发和实施被终止了。标准化组织遗留下一个七层参考模型,当然其中并没有包含网络互联层。又一些年后,七层参考模型的倡导者为了和 TCP/IP 协议相吻合,试图将 OSI 定义延伸,他们考虑将七层模型中的第 3 层作为网络互联层,而且把一些支撑协议放入第 5 层和第 6 层。最滑稽的是,很多工程人员明明知道第 5 层和第 6 层是空洞的和没必要的,还仍然把应用层当成是第 7 层协议。

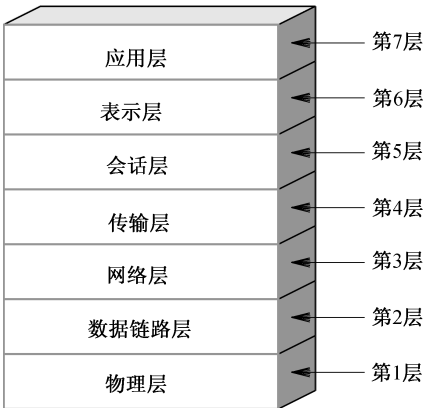


图 1.4 ISO 标准化的 OSI 七层模型

1.10 本书内容简介

本书分为五大部分,在简单的导论以后,第一部分的其他章节将介绍网络应用和网络编程。在本书学习过程中,鼓励计算机已入门的读者尝试开发和使用因特网的应用程序。本书其他四部分将讲解网络低层技术的工作原理。其中,第二部分描述数据通信和信息传输,解释如何利用电气的或电磁的能量通过导线或空间来传送信息,并描述如何实现数据的传输。

本书的第三部分着重描述分组交换和分组技术,解释为什么计算机网络要采用分组,描述分组的一般格式、分组的编码传输,并展示分组如何通过网络传向目的地。这部分还将介绍计算机网络的基本分类,例如局域网(LAN)和广域网(WAN),并描述每一类网络的特性,讨论典型技术的例子。

本书的第四部分涵盖网络互联及其相关的 TCP/IP 互连协议组等内容,将介绍因特网的结构和 TCP/IP 协议,解释 IP 编址方案以及因特网地址与底层硬件地址的映射,还将讨论因特网

^① 在这个标准建立之时,ITU 还被称为国际电报电话咨询委员会(CCITT)。

路由和路由协议。这部分还要阐述几个重要概念,包括:封装、分用、拥塞和流量控制、虚连接、IPv4 和 IPv6 编制、地址转换、自举和各种支撑协议。

本书的第五部分还包括把网络作为一个整体看待而涉及的其他课题。先讲述网络性能后,后面几章阐述相关的新兴技术:网络安全、网络管理,以及最近出现的软件定义网络和物联网。

1.11 本章小结

大量的网络技术、产品和互连方法使得联网问题成为一个复杂的主题,网络涉及 5 个关键的方面:网络应用与网络编程,数据通信,分组交换和联网技术,使用 TCP/IP 的网络互联,以及跨多层次处理的课题(如网络安全和网络管理)。

由于通信过程有多个实体参与,所以它们必须在所有的细节问题上协调一致,包括:电气特性(如电压)以及所有报文的格式和含义等。为了确保各实体间的可互操作性,每个实体必须遵从一系列通信协议,这些协议规定了为完成通信所需的所有细节。为了确保所有协议能够协同工作和处理好通信的各个方面,必须同时设计一整套协议组。为了构建完整协议组而所做的一个最重要的抽象,称为分层模型(layering model)。分层有助于减小复杂性,可以使工程人员在某个时间内只集中考虑通信的一个方面,而不必顾虑其他方面。用于因特网的 TCP/IP 协议遵从于五层参考模型,而电话公司^①和国际标准化组织(ISO)却提出了七层参考模型。

习题

- 1.1 研究 Web,找出近年来因特网发展的原因。
- 1.2 请列举出 10 个依赖于计算机网络的行业。
- 1.3 依照本章内容,在不了解因特网体系结构和技术的前提下,开发因特网应用是否可能?并说出理由。
- 1.4 数据通信涉及联网的哪些方面?
- 1.5 什么是分组交换,为什么因特网与分组交换有关?
- 1.6 简述因特网的发展历史,说明因特网是何时和如何起源的。
- 1.7 什么是互操作性,为什么它在因特网中特别重要?
- 1.8 什么是通信协议?在概念上,一个协议对通信的哪两个方面做出了规定?
- 1.9 什么是协议簇(组)?它具有哪些优点。
- 1.10 描述 TCP/IP 的分层模型,并解释该模型是如何提出的。
- 1.11 列出 TCP/IP 分层模型的各个层,并简要说明每层。
- 1.12 请解释数据通过分层模型时,它的头部是怎样被加上和去除的。
- 1.13 请列举出为数据通信和计算机网络创立标准的主要标准化组织。

^① 作者可能是指 ITU-T——译者注。