

计算机网络

〔美〕 S·达朗伯姆 著

阎胜天 等 合译

陕西省自然科学编辑协会出版

计 算 机 网 络

A.S.达南伯姆 原 著

阎胜天 吴宗粹 吕联亨

李裕章 魏文郁 合 译

陕西省高校计算机网
络领导小组出版编审组

一九八四年四月十二日

《计算机网络》内容简介

全书内容沿着七层模型的结构逐层逐章展开。第一章是计算机网络总的导论、具体分层概况及各层的协议。第二章讨论大量的网络拓扑设计、算法和试探算法。第三章从七层结构的最底层——物理层开始，研究包括电话系统及卫星通讯在内的数据通讯的体系结构。第四章论述数据链路层协议以及在不可靠线路上实现可靠数据传输的一些算法。第五、六、七章讲述网络层。第五章着重于点对点网络，第六章为卫星及地面无线电包传输网络，第七章则为局域网。第八章研究传输层和对话层，其中特别突出了端-端协议和网间互连。第九章为表示层，包括密码术、报文压缩、虚拟终端协议和文件传送协议。第十章是有关应用层的部分专题介绍。主要讲分布式数据库和操作系统。第十一章是参考文献目录。例举了所有关于计算机网络的重要文献53篇，并列出了计算机网络方面的重要书目270多项。全书以著名的ARPANET、SNA网和DECNET及一些典型的局域网作为实例贯穿全书进行了分析介绍。每章后附有练习思考题。此书对我国计算网络和通讯等方面从事教学、科研的同志、工程技术人员、研究生和高年级大学生均是一本很有价值的参考书。

COMPUTER NETWORKS

ANDREW S. TANENBAUM

1981 by Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, NJ 07632

印数：1 - 6000

字数：577千字

定价：3.90元

译者序

《计算机网络》原书在计算机网络书籍中是唯一的一本按ISO的OSI参考模式逐层进行分析的教材。该书除在理论分析方面较为全面外，有较丰富的例子和实用算法，因此对理论研究和实际工作都有参考价值。本书概念清楚、层次分明、叙述流畅，文笔幽默生动，解释深入浅出，适于自学。

由于国内计算机研究、教学和生产对这类书籍的迫切需要，我们结合科研工作一边学习，一边进行了翻译。这一工作得到陕西省高教局、陕西省高等院校计算机网络领导小组的鼓励和支持。同时，在西安冶金建筑学院院、处领导的关怀下翻译工作得以顺利完成。

本书的校阅、审核工作在西安交通大学和东北工学院几位教授、副教授的指导下进行。在本书的翻译过程中得到西北工业大学、西北电讯工程学院以及有关院校老师们的热情帮助。在工作过程中，也得到西安冶金建筑学院计算中心许多同志的积极配合。我们在此表示衷心的感谢。

在普及推广计算机技术的活动中，由于陕西自然科学编辑协会的热情支持，得以将此书印刷发行，提供给同志们参考。翻译中我们对原书中明显的不妥作了修改。限于我们的水平，译文中疏漏、错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

翻译分工情况如下：吴宗粹第一、三章，阎胜天第二、四、五章，吕联亨第六、七、十一章，李裕章第八、十章，魏文郁第九章。

译者 一九八四年六月

著 者 原 序

随着电子计算机日益趋向小型化,价格便宜和大量投入使用,人们对于将计算机连成网络和分布式系统的作法越来越感到兴趣。起起,这种连接的方式是专一的,往往随着网络不同而不同。其典型的作法是每一台计算机都把网络中的其它的计算机看成自己的终端。但在近十年来,人们对计算机构成网络的认识逐步深化,因此未来计算机网络及分布式系统的设计无疑将朝着系列化的方向发展。

朱列乌斯·凯撒大帝提出了设计计算机网络的关键思想:“分而治之”。即在设计时把计算机网络处理为一系列有序的、逐个以前者为基础的机理层和抽象机器。通过将复杂的全局问题分解成若干个小的问题来研究,从而使全局的问题变得易于驾驭。本书采用了将网络分成七个层次的模型,全书内容便沿着这种模型的结构逐层逐章展开。

第一章是计算机网络总的导论、具体分层概况及各层的协议。第二章讨论大量的网络拓扑设计、算法和试探算法。第三章从七层结构的最底层——物理层开始,研究包括电话系统及卫星通讯在内的数据通讯的体系结构。第四章论述数据链路层协议以及在不可靠线路上实现可靠数据传输的一些算法。第五、六、七章讲述网络层。其中第五章着重于点对点网络,第六章为卫星及地面无线电包传输网络,第七章则为局部网络。第八章研究传输层和对话层,其中特别突出了端一端协议和网间互连。第九章为表示层,包括密码术、文本压缩、虚拟终端协议和文件传送协议。第十章是有关应用层的部分专题介绍。主要是分布式数据库和操作系统。第十一章是参考文献目录及提要。

本书可作为计算机科学系,电气工程系和其它有关科系三、四年级和研究生的教科书。学习本课程必要的准备知识仅仅是计算机系统和程序设计。了解微积分和概率论的知识亦有帮助,但并非必须。对于不同年级的学生来说,本书作为一个学期的教材则显得内容太多,所以作者在编写时力求使各章相对独立,以使讲授者可以无顾虑地跳过他所不需要的章节。特别是第二章,长而又有高度的技术性,不关心网络拓扑设计的学生可以跳过它。但是公式(2—9)和(2—10)在后续章节中多次出现,因此凡跳过第二章的学生最好看看这两个公式,以了解有关内容的来龙去脉。

没有正规学习过计算机学科的人,如果对小型计算机、汇编语言系统、系统程序设计语言、操作系统或数据通讯有一些实践经验的话,亦可毫无困难地理解本书。甚至不熟悉这几个方面的程序员或管理人员也可读懂本书的基本内容。

在我写这本书的时候,得到很多人士的帮助。首先我要感谢的是韦布伦·德·琼基,他花了几十甚至几百小时的时间向我提问,与我讨论,甚至是进行激烈的争辩。这种情形几乎在每页手稿上都发生过。他的耐心往往使我对自己的惯常的懒惰感到羞愧而把某些部分一再重写,直到完全正确为止。

还应感谢彼得·埃波尔斯,狄克·宾德尔,埃佛瑞奇·克莱姆太克等人的帮助,他们对本书作了多方面的修改。特别是我的学生狄克·白卡尔特,赫曼·格布谢德和江·德·儒义特一直给我以很大的帮助。

我还要感谢我1979年所访问的贝尔实验室计算科学研究中心的所有人员,我与他们进行过多次启发性的讨论。特别要提出的是,山迪·弗瑞色为我进行组织安排,布瑞安·克尔奈汉和麦克·莱斯克在CAT上为我指点迷津。当我措辞用字中需要某些解释时,罗林达·谢瑞为我开动一台相当大的小型计算机,给我多方释疑。

习惯上,作者们此刻总是要感谢打字员的,我无意打破这一传统。我要感谢安迪·达南伯姆为我又快又准确地完成的无数次修改手稿的任务。另外还要感谢肯·汤姆普森,丹尼斯·瑞谢埃和其他贝尔实验室计算科学研究中心的成员在研制发展UNIX操作系统方面的工作。正是有了UNIX操作系统提供的文字处理系统,才使得1,231,788字的打印和重打印以及最后的定稿在轻松愉快中一举而成,而没有临时雇员、东拼西凑。

我十分感谢IBM和DEC公司允许我利用SNA网和DECNET的协议手册等资料。

安德鲁·S·达南伯姆

目 录

第一章 论 绪	(1)
§ 1.1 计算机网络的用途	(2)
1.1.1. 连网的目的	(2)
1.1.2. 网络的应用	(4)
§ 1.2 网络的构成	(6)
§ 1.3 网络的体系结构	(9)
1.3.1. 协议的分层结构	(9)
1.3.2. 层次设计的若干问题	(12)
§ 1.4 国际标准化协会 (ISO) 参考模型	(13)
1.4.1. 物理层	(14)
1.4.2. 数据链路层	(14)
1.4.3. 网络层	(15)
1.4.4. 传输层	(15)
1.4.5. 对话层	(16)
1.4.6. 表示层	(17)
1.4.7. 应用层	(17)
§ 1.5 网络举例: ARPANET、SNA网、DECNET和公共网络	(17)
1.5.1. ARPANET简介	(18)
1.5.2. SNA网简介	(19)
1.5.3. DECNET简介	(22)
1.5.4. 公共网络及 X.25简介	(23)
§ 1.6 本书提要	(23)
§ 1.7 小结	(24)
习题	(24)
第二章 网络拓扑	(26)
§ 2.1 拓扑设计简介	(26)
2.1.1. 问题的提出	(26)
2.1.2. 网络的分级	(27)
§ 2.2 连通性分析	(29)
2.2.1. 图论简介	(29)
2.2.2. 割集和网络流量	(32)
2.2.3. 最大流量算法	(35)

2.2.4. 不相交道路	(40)
2.2.5. 蒙特·卡络连通性分析	(43)
§ 2.3 延迟分析	(46)
2.3.1. 排队论简介	(46)
2.3.2. 平稳状态下的M/M/1队列	(47)
2.3.3. M/M/1队列网络	(50)
§ 2.4 干线网络设计	(55)
2.4.1. 设计过程	(55)
2.4.2. 起始拓扑的生成	(57)
2.4.3. 流量与容量的分配	(59)
2.4.4. 扰动试探法	(62)
§ 2.5 本地访问网络设计	(65)
2.5.1. 用户终端与集中器的连接	(66)
2.5.2. 集线器的位置问题	(68)
2.5.3. 终端布局问题	(69)
§ 2.6 小结	(70)
习题	(71)
第三章 物理层	(74)
§ 3.1 数据通讯的理论基础	(74)
3.1.1. 富里叶分析	(74)
3.1.2. 信号带宽	(75)
3.1.3. 信道最大数据传输率	(77)
§ 3.2 电话系统	(78)
3.2.1. 远程通讯界的简介	(79)
3.2.2. 电话系统结构	(79)
3.2.3. 市话线路	(81)
§ 3.3 传输与多路复用	(84)
3.3.1. 频分制和时分制的多路复用	(84)
3.3.2. 数字传输	(85)
3.3.3. X.21数字接口	(88)
3.3.4. 通讯卫星	(90)
3.3.5. 电路交换与包交换	(93)
§ 3.4 终端处理	(97)
3.4.1. 查询	(97)
3.4.2. 多路复用技术与集线技术的对比	(99)
3.3.3. 包装配器与拆包器	(100)
§ 3.5 差错	(103)

3.5.1. 传输差错特性	(103)
3.5.2. 纠错码	(104)
3.5.3. 检错码	(106)
§ 3.6 小结	(109)
习题	(110)
第四章 数据链路层	(112)
§ 4.1 基本数据链路协议	(112)
4.1.1. 协议所需的某些声明语句	(112)
4.1.2. 受限单向协议	(116)
4.1.3. 单向停-等协议	(117)
4.1.4. 有噪声信道的单向协议	(119)
§ 4.2 滑动窗口协议	(121)
4.2.1. 一比特滑动窗口协议	(123)
4.2.2. 管道协议	(125)
4.2.3. 可接收乱序帧的协议	(131)
§ 4.3 数据链路层举例	(135)
4.3.1. ARPANET的数据链路层	(135)
4.3.2. SNA网和X.25的数据链路层	(137)
4.3.3. DECNET的数据链路层	(140)
§ 4.4 协议分析	(142)
4.4.1. 协议的效率	(142)
4.4.2. 协议的证明	(145)
§ 4.5 小结	(150)
习题	(150)
第五章 网络层 I: 点-点网络	(153)
§ 5.1 虚拟电路和数据报	(153)
5.1.1. 网络层所提供的服务	(153)
5.1.2. 虚拟电路与数据报服务的对比	(154)
5.1.3. 通讯子网的内部结构	(156)
5.1.4. 通讯子网内虚拟电路与数据报的对比	(159)
5.1.5. 通讯子网服务与子网结构间的独立性	(160)
§ 5.2 路由选择算法	(160)
5.2.1. 泛洪式路由选择	(162)
5.2.2. 固定式路由	(162)
5.2.3. 集中式路由算法	(164)
5.2.4. 孤立路由	(166)
5.2.5. 分布式路由算法	(167)

5.2.6. 拓扑更新问题	(169)
5.2.7. 分级路由	(172)
5.2.8. 广播式路由	(173)
§ 5.3 拥塞	(175)
5.3.1. 缓冲器的预分配	(176)
5.3.2. 包的丢弃	(177)
5.3.3. 等值计算拥塞控制	(178)
5.3.4. 流量控制	(179)
5.3.5. 阻塞包	(179)
5.3.6. 死锁	(180)
§ 5.4 网络层举例	(183)
5.4.1. ARPANET的网络层	(183)
5.4.2. SNA网的网络层	(188)
5.4.3. DECNET的网络层	(191)
5.4.4. X.25标准中的网络层	(192)
§ 5.5 小结	(199)
习题	(199)
第六章 网络层Ⅱ：卫星和无线电包传输网络	(202)
§ 6.1 卫星包式广播	(202)
6.1.1. 传统信道分配方法	(203)
6.1.2. 纯ALOHA网和分时片ALOHA网	(205)
6.1.3. 有限用户ALOHA网	(208)
6.1.4. 分时片ALOHA网的延迟和吞吐量	(210)
6.1.5. 分时片ALOHA网的稳定性	(214)
6.1.6. 受控ALOHA网	(218)
6.1.7. 预约ALOHA网	(219)
§ 9.2 无线电包传输	(221)
6.2.1. 夏威夷大学的ALOHA系统	(221)
6.2.2. 无线电包传输网的设计	(224)
§ 6.3 小结	(228)
习题	(228)
第七章 网络层Ⅲ：局部网络	(231)
§ 7.1 载波检测网络	(232)
7.1.1. 坚持式与非坚持式载波侦听多点送取(CSMA)	(233)
7.1.2. 以太网网络	(235)
7.1.3. 无冲突协议	(238)
7.1.4. 有限争用协议	(242)

§ 7.2 环形网络	(247)
7.2.1. 令牌环	(248)
7.2.2. 争用环	(250)
7.2.3. 分节环	(252)
7.2.4. 寄存器插入环	(252)
§ 7.3 共享存储器系统	(253)
7.3.1. 处理机—存储器的互连	(254)
7.3.2. 共享存储器系统举例	(255)
§ 7.4 小结	(258)
习题	(258)
第八章 传输层及对话层	(261)
§ 8.1 传输协议的设计	(261)
8.1.1. 传输服务	(263)
8.1.2. 寻址和连接的建立	(270)
8.1.3. 流量控制和缓冲	(274)
8.1.4. 多路复用	(277)
8.1.5. 延迟包的同步	(279)
8.1.6. 故障恢复	(284)
§ 8.2 包交换网络的互连	(286)
8.2.1. 门路 (Gateway)	(287)
8.2.2. 分级互连	(290)
8.2.3. X.75模式与数据报模式的对比	(291)
8.2.4. 网间包的分段	(295)
§ 8.3 对话层	(298)
§ 8.4 传输层和对话层举例	(299)
8.4.1. ARPANET的传输层	(299)
8.4.2. SNA网的传输层和对话层	(306)
8.4.3. DECNET的传输层	(309)
§ 8.5 小结	(310)
习题	(311)
第九章 表示层	(314)
§ 9.1 网络的安全和保密	(314)
9.1.1. 传统密码术	(315)
9.1.2. 数据加密标准	(323)
9.1.3. 密钥的分配	(332)
9.1.4. 公用密钥密码术	(334)
9.1.5. 鉴定与数字签名	(338)

§ 9.2 文本压缩	(340)
9.2.1. 等可能符号有限集合编码	(341)
9.2.2. 霍夫曼编码	(342)
9.2.3. 上下文相关编码	(343)
§ 9.3 虚拟终端协议	(344)
9.3.1. 终端分类	(344)
9.3.2. 数据结构模式	(345)
9.3.3. 设计原则	(346)
9.3.4. 虚拟终端协议举例	(347)
§ 9.4 文件传送协议	(349)
§ 9.5 表示层举例	(351)
9.5.1. ARPANET的表示层	(351)
9.5.2. SNA网的表示层	(353)
9.5.3. DECNET的表示层	(354)
§ 9.6 小结	(355)
习题	(356)
第十章 应用层	(359)
§ 10.1 分布式数据库系统	(359)
10.1.1. 关系数据库模式	(359)
10.1.2. 关系分配问题	(363)
10.1.3. 查询处理	(365)
10.1.4. 并发现象的控制	(369)
10.1.5. 崩溃恢复	(373)
§ 10.2 分布式计算	(376)
10.2.1. 分层模型	(376)
10.2.2. CPU超高速缓冲存储器模型	(377)
10.2.3. 用户-服务模型	(379)
10.2.4. 公用处理机模型	(381)
10.2.5. 数据流模型	(382)
§ 10.3 网络与分布式操作系统	(390)
10.3.1. 网络操作系统	(390)
10.3.2. 分布式操作系统	(393)
§ 10.4 小结	(395)
习题	(395)
第十一章 参考文献目录及提要	(398)
§ 11.1 分章参考文献目录与提要	(398)
11.1.1. 绪论	(398)

11.1.2. 网络拓扑	(399)
11.1.3. 物理层	(399)
11.1.4. 数据链路层	(400)
11.1.5. 网络层Ⅰ：点一点网络	(400)
11.1.6. 网络层Ⅱ：卫星和无线电包传输网络	(401)
11.1.7. 网络层Ⅲ：局部网络	(401)
11.1.8. 传输层及会话层	(402)
11.1.9. 表示层	(402)
11.1.10. 应用层	(403)
§ 11.2 按作者姓氏字母顺序排列的参考文献及书目	(404)

第一章 绪 论

最近三个世纪里，每一个世纪都被一种技术支配着。十八世纪是伴随着伟大工业革命的机械系统的时代。十九世纪是蒸汽机的时代。二十世纪期间的关键技术则是信息的收集、处理和分配。在其发展中，我们已经见到了遍及全世界的电话网的建立，无线电和电视的发明与发展，计算机工业的诞生和空前的发展，以及通讯卫星的发射。

当我们在向本世纪末迈进时，这些领域正在迅速地汇聚起来，并且，信息的收集、传输、存储和处理的差别也正在迅速消失。例如，一个分布在广阔地区的具有数百个办公室的机构，很希望一按电钮就能查询那怕是离得最远的部门的各种现况。这是信息综合处理的一个例子。随着人们对收集、处理和分配信息能力的增强，对更为复杂的信息处理的要求也会迅速地增长。

虽然计算机工业比之其它工业（如汽车和航空运输）年轻，但是它已在短时间内取得了惊人的进展。在计算机出现的最初二十年间，它是高度集中安放的，通常要占据一间很大的屋子，屋子也常常装着玻璃墙，参观者会面对这巨大的电子学上的奇迹而目瞪口呆。一个中型的公司或大学可以有一、两台计算机，而一个更大的机构则至多不过有几十台计算机。那种认为在二十年内可以成百万台地大量生产其能力与这种计算机相同，而大小却比邮票还小的计算机的想法纯属一种科学幻想。

计算机与通讯的结合，已经对计算机的组成方式产生深远的影响。在一间屋子里装置着一台大型计算机，让用户将他们要进行处理的任务带到机房来，这样一种“计算机中心”的概念正在迅速地变得陈旧起来。这种模式有两个观念上的缺点：即由单台大型机来完成所有的工作和用户要把任务带到计算机房去，而不是把计算机资源送至用户面前。

用单台计算机来为一个机构的全部计算任务的需要服务的陈旧模式正被一种新的模式所取代。在这种新模式中计算任务是由大量分立而又互相连接的计算机来完成的。这样一种系统称为计算机网络。对这种计算机网络进行设计和分析就是本书的目的。

整个书中我们将使用“计算机网络”这个术语来表示一些独立自治的计算机的互连集合体。两台计算机，如果它们能彼此交换信息，就称它们是互连的。这种连接不一定必须经过导线，也可以采用激光、微波、和地球卫星来实现。由于要求这些计算机是独立自治的，所以我们希望从定义中排除具有明显主从关系的计算机系统。如果一台计算机能强制性地启动、停止或控制另一台计算机的话，那么这些计算机就不是独立自治的。例如ILLIAC IV型计算机系统虽然具有一个控制机和许多从机，但它却不是一个网络。一台带有远程卡片输入机、打印机和终端的大型计算机也不是计算机网络。

在若干文献中计算机网络和分布式系统这两个名称相当混淆。按Ensleow在1978年提出的定义*：一个分布式系统应具有一个全系统范围的操作系统，可以用名字而不用

位置来请求服务。换句话说,分布式系统的用户不必知道有多少个处理机在分别工作,它看起来好象是一台虚拟的单处理机在工作一样。各处理机的作业分配,处理机的调度,文件在磁盘上的分配,文件在存储处和使用处之间的传送,以及所有其它的系统功能都必须是自动完成的。

另一方面,Liebowitz和Carson在1978年提出:“一个分布式系统是一种将其计算功能分散在若干物理计算单元之中的系统”。显然,这个定义包含了许多被Enslow的定义所排除了的系统。

按我们的观点,分布式系统是网络的一种特例,它具有高度的内聚性(Cohesiveness)和透明性。本质上说来,一个网络可以是也可以不是一个分布式系统,这要看它如何使用而定。

然而,由于缺乏普遍接受的统一术语,我们将在广义上使用“计算机网络”这个术语,把计算机网络和分布式系统两类都包含进去。

§ 1.1 计算机网络的用途

在我们开始详细地讨论技术性课题之前,花一些篇幅来论述一下人们为什么对计算机网络感到兴趣和它有什么用途是值得的。

1.1.1. 连网的目的

有两个动力正在促使集中式计算机系统让位于网络。首先,很多单位已经有相当数量的计算机在运行,这些计算机之间通常彼此相隔一定的距离。例如一个拥有许多工厂的公司可能在每个工厂都有一台计算机来记录库存、监视生产、计算当地的工资与帐单等。最初这些计算机都各自孤立地进行工作,但在某些时候,管理人员可能决定把它们连接起来使之能索取和综合与整个公司有关的信息。

更一般地说,这就是使所有的程序、数据和其它资源可被网络上的任何一个用户使用,而不必考虑资源与用户的物理位置。换言之,就是用户碰巧远离他所要的数据1000公里以外,也不会妨碍他象在本地一样地使用它。负载均分,是资源共享的另一个方面。总之,这个目的可以概括为一句话,就是试图终结地理上的束缚(tyranny of geography)。

第二个目的是通过供给可替换的资源而达到高度的可靠性。对于互不相连的计算机,如果某台机器,例如说,由于硬件发生故障而停机时,本地用户只好自认倒霉,尽管在别处可能还有富裕的计算能力可用,也只得作罢。而在一个网络中,单台计算机暂时停止工作也不要紧,因为它的用户可以先使用别的计算机,直到他们的机器恢复服务为止。对于军事、银行、生产过程控制以及许多其它应用来说,由于某些突发的自然灾

-
- 参考文献名称及出处请查阅第十一章第二节中按作者姓氏的字母顺序编排的文献目录。以后凡文中出现的引用文、参考文献均只注明作者姓和发表年以备查,不再加注说明——译者注。

害或别的紧急情况，而使计算能力完全失效那怕只有几小时，也是完全不能容许的。

促使计算能力分散的另一个主要原因与计算和通讯的相对价格有关。直到1970年左右，计算机仍比通讯设备要贵，而现在反过来了。在某些应用中，数据可能在分布很广的地方产生。例如，一个监视大气污染的政府机构，要搜集全国各地的有关数据。1970年以前，因计算机的价钱还很贵，要想在每一个数据收集点安置一台计算机来进行数据分析实际上是不可能的。一种办法是将全部数据送到某地的计算中心进行处理。现在小型计算机的价格很低了，因此可在每一个数据收集点利用小型计算机进行数据分析，而只需偶尔把情况摘要发回计算中心。这样就降低了通讯费用，而这个费用目前仍然占整个费用的很大比例。这种方式实际上就是一种计算机网络的雏型。

计算机网络的建立还能范围为范围广泛的相互隔开的人们之间提供一个强有力的通讯媒介。利用网络，对于两个或多个居住和工作地都远离的人们来讲，他们要共同拟定和修改一份报告是很容易的。由于文本是“在线”保存的，因此所有的作者都可方便地对现行的版本进行访问。当一个作者进行修改时，别的人可立即得到这个修改本，而不必花好几天来等待一封信件。这样，就使信息交换迅速提高了几个数量级，相互远离的人们之间能够更易进行合作，而这一点原先是不可能做到的。最终可能会证明，应用网络来增强人与人之间的通讯联络，比之技术目的（如改进可靠性）更为重要。

正如我们前面提到的，把现有计算机系统连接起来的愿望不是推动计算机连网的唯一动力。另一个主要的动力是小型计算机比之大型计算机有更优越的性能价格比。大型机的计算速度大约比最大的单片微处理机快十倍，但它的价格要高出一千多倍。这种不平衡已经使得许多系统设计者试图利用一组微型机来代替大型主机，而使价格比较便宜。这很象是过去西方的公共马车用几匹马来拉，而不用一匹“超级马”来拉一样。

这个目的导致了设计一种由多台相距较近的处理机组成的系统，称为局部网络。它与相距很远的处理机组成的系统——远程网络相对应。除了性能价格比优越外，局部网络与单一的集中系统相比还有其它的一些优点。首先是它更为可靠。因为在一个设计良好的网络中，硬件或软件的单个故障，只会使一台处理机停机，而不致影响其它的机器。1%的处理机的停机，对于每一个用户来说，只会引起性能方面的轻微下降，但不致使这1%的用户得不到服务。与此有关的另一点是，随着工作负荷的增加，可在网络中接入更多的处理机来逐步增强系统的处理能力。

利用连接大量小型处理机来建立大型系统的另一主要吸引力在于可望简化软件的设计。在一个网络中，有可能拿出一些（或全部）处理机来执行专门的功能，例如用于数据库管理。在同一时间内每台机器只进行一项工作，而不再需要机器同时运行多道程序（分时的）。由于消除了多道程序，也就消除了与大型主机相联系的软件的许多复杂性。

图1—1中，我们给出了按物理规模排列的多处理系统的分类。上端为数据流机器，它是一种带有许多功能单元而且全部运行同一程序的高度并行的计算机。接着是多处理机，它是利用公用主存储器进行通讯的系统。多处理机下面是真正的网络，即计算机之间用交换报文的方法进行通讯，最后是两个或多个不同网络的连接。我们称为网络互连。

处理机间的距离	处理机的分部范围	实例
0.1米	在同一路板上	数据流计算机
1 米	在同一系统内	
10 米	在同一房间内	
100米	在同一大楼内	局 部网络
1 公里	在同一校园内	
10公里	在同一城市内	
100公里	在同一国家内	远程网络
1000公里	在同一大陆上	
10,000公里	在同一行星上	

图 1—1 按物理规模进行互连的处理机的分类

1.1.2 网络的应用

正如以上所讨论的，由许多较小的设置在本地的机器建立起来的大型系统的主要优点是：有利的性能价格比，很好地降低了故障的影响和可逐步扩展的能力。一般的说来，如果用一个仅分布在一间屋子里的局部网络去代替一台单独的主机，除了能得到一种新的有效地计算能力所具有的优点外，不会产生任何新的应用机会。而这些优点却不是由于系统分布特性的影响，只是由于它的总的计算速度的提高而得到的。

反过来，一个公用计算机网络的可用性会使很多新的应用成为可能。某些新的应用对整个社会将产生重大的影响。关于一些可能的（将来的）计算机网络应用的设想，我们目前已看到有三个方面，即远程程序的访问，远程数据库的存取和通讯设备应用价值的增强。

软件服务公司（software house）所生产的有用程序可让他们的顾客连入网络，并运行这个程序。当程序很大或是用特殊语言写成的，或者该程序是依赖于计算机的，或是嵌在一个库程序中，或需专用的系统调用命令以及不便携带等情况下，宁肯让顾客连入软件服务中心的机器而不出售这种程序，将是可取的。仿真程序通常属于这个范