

分布式微、小型计算机系统

结构、实现及应用

[美] C. 韦茨曼 著

科学出版社

分布式微、小型计算机系统

结构、实现及应用

〔美〕C. 韦茨曼 著

李树芬 郑德高 译

叶奇蓁 校

科学出版社

1985

JS119/19
内 容 简 介

本书是分布式微、小型计算机系统方面的第一本有系统的专著。全书共分七章。主要内容包括：微、小型计算机多机系统的结构、软件和现成的硬件；系统设计要求和办法；四个具有不同系统要求和结构的应用实例分析。最后介绍了将来的发展趋势。书末附有数据链路控制协议和每章重点习题的解答。

本书具有概念清楚、内容全面、系统性强等特点，同时又是作者多年实践经验的总结。书中引用的硬件都是现有的产品，因此也可作为微、小型机多机系统设计的参考手册。

本书可供高等院校计算机专业的师生以及从事微、小型计算机多机系统的科研人员参考。

Cay Weitzman

DISTRIBUTED MICRO/MINICOMPUTER SYSTEMS

Structure, Implementation and Application

1980 by Prentice-Hall

分布式微、小型计算机系统

结构、实现及应用

〔美〕C. 韦茨曼 著

李树芬 郑德高 译

叶奇葵 校

责任编辑 范铁夫·乐嘉敏

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1985年8月第一版 开本：787×1092 1/16

1985年8月第一次印刷 印张：19 3/4

印数：0001—13,700 字数：455,000

统一书号：15031·658

本社书号：3880·15—8

定 价：4.60 元

8880158

译 者 的 话

分布式计算机系统是当前国际上广为关注的问题,特别是微、小型计算机分布式系统更受到重视,并正在各个领域中得到广泛应用。

本书是关于微、小型计算机分布式网络的第一本有系统的专著。作者把丰富的实际经验从理论上作了概念清楚、条理清晰的概括,对微、小型机系统的结构、软件及硬件互连接口进行了系统的描述,对于系统的设计思想和步骤也作了介绍,并给出很多方面的应用实例。

微、小型计算机分布式系统更适合于我国国情,所以国内有关单位正积极开展这方面的研制设计及教学工作。为了配合这一形势,我们选译了此书。我们认为此书对于有关专业的师生及这方面的科技人员是一本很好的参考书。

由于我们水平有限,不当之处在所难免,诚挚希望读者指正。

前 言

James Martin 曾在他的《数据库管理的原理》一书中称七十年代为数据库的十年。而我坚信八十年代将是分布式数据处理的十年。随着处理机和存储器价格的持续下降,与廉价的通信系统(例如,基于光纤通信,微波通信以及卫星通信等)一起,将加速以微、小型计算机技术为基础的分布式系统的开发和广泛应用。

我作为一个系统设计师,在 TRW 参加了大量用于商业和军事的计算机多机系统的工作,本书所提出的许多思想和概念都和这些工作有密切的关系。为了能与读者共享这方面的知识及其中的某些概念,我编写了此书,它可以作为一本大学的专题教科书,也可作为大学生和从事数据处理的专业人员的一般参考资料。

假设读者对用于分布式微、小型计算机系统的基本积木块比较熟悉,例如,微型机和小型机本身以及数据通信等,那么这本书作为大学低年级生、高年级生,或毕业生的教材是很好的;而我早期写的书《小型计算机系统——结构、实现方法和应用》,则是为初学者写的。

因此,此书重点是互连结构和有关的取舍,通信软件以及这些系统独具的微、小型计算机多机系统的硬件;而不是微型计算机或小型计算机本身。同时还对分布式微、小型计算机的系统设计提出了深入的见解,包括现有的实验和商用系统的大量实例。此外,每章后面的绝大部分习题都与实际的系统设计问题有关。

本书旨在提供有用的和经证实的工具,借以帮助未来这类系统的设计者,而且还介绍了某些最新的技术,相信这些技术会对分布式微、小型计算机的未来设计产生巨大影响。

我希望能对弗兰克·斯坦帕切克(Frank Stepczyk)表示衷心的感谢,他曾帮助我规划这本书所涉及的范围,并曾对第二、三和六章作出贡献;我也由衷地感激在 TRW 的全体同事,他们的评论和有益的批评大大改进了这本著作的内容,特别是詹姆斯·黄(James Huang),莫里斯·弗朗斯(Maurice France)和迈克·英巴尔(Mike Inbar)(TRW 研究中心),以及许多其他人。

我同样想对 NASA 戈达德宇航中心的沃尔特·特鲁茨考夫斯基(Walter Truszkowski),福特汽车公司的迪克·谢尔曼(Dick Sherman)和乔治·麦克卢尔(George McClure),以及美国银行的赫伯特·张(Herbert Chang)致以谢意,感谢他们的支持和有益的指点;并对许多微、小型计算机和通信系统的制造厂商致以感谢,诸如数据设备公司(Digital Equipment Corporation),数据通用公司(Data General Corporation),系统工程实验室(System Engineering Laboratories),通用自动化公司(General Automation Inc.),标准组件计算机系统(Modular Computer Systems),网络系统公司(Network Systems Corporation)以及许多其他公司。

我还想谢谢西格·哈特曼(Sig Hartman)的不断支持,以及我的秘书吉恩·希尔(Jean Hill)的无限耐心,没有他们我的书就无法问世。最后,我想再次感谢我的妻子,由于她的理解和鼓励,使这一切成为现实。

凯·韦茨曼

目 录

第一章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 什么是多机微型机或多机小型机?	3
1.3 集中式与分布式数据库及(或)数据处理	4
1.4 专用的与通用的多机小型机——硬件和软件	4
1.5 互连的多样性——共享存储器、公用总线、点对点连接及其它方法	6
1.6 为什么要用多机微型机和多机小型机?	7
1.7 多机小型机在价格上是吸引人的吗?	8
1.8 对微型和小型计算机多机系统可采用的标准	11
习题	13
第二章 多机小型计算机结构	16
2.1 互连技术	16
2.2 共享存储器	17
2.2.1 分时/公共总线, 共享存储器	18
2.2.2 纵横开关共享存储器	20
2.2.3 多级总线/多站共享存储器	21
2.2.4 虚拟共享存储器	22
2.2.5 邮筒式共享存储器	24
2.2.6 附加硬件的考虑	26
2.2.7 共享存储系统的比较	28
2.2.8 性能	29
2.3 共享总线	33
2.3.1 集中控制的寻询式总线	34
2.3.2 中断驱动、集中控制总线	36
2.3.3 集中控制的时分总线	38
2.3.4 总体 FDM 总线	40
2.3.5 总体 TDM 总线	41
2.3.6 总体多级存取总线	42
2.3.7 共享总线的可靠性	45
2.4 环路技术	45
2.4.1 环路的类型	46
2.4.2 环路性能	54
2.4.3 环路可靠性	55
2.5 星型技术	60
2.6 分级结构技术	61
2.6.1 可靠性方面	62
2.6.2 小型机多机通信	63
2.6.3 分级多机小型计算机系统的性能	64
2.7 部分或全部逐点互连系统	67

习题	70
第三章 微型、小型计算机多机系统的软件	73
3.1 引言	73
3.2 共享存储器通信软件	76
3.2.1 用信号灯的进程同步	78
3.2.2 用监控程序的进程同步	79
3.2.3 用没有互斥的监控程序的进程同步	80
3.2.4 实现方法	81
3.3 信息通信软件	84
3.3.1 数据链路控制层	86
3.3.2 相互衔接的进程间通信层	93
3.3.3 用户级别控制层	105
3.4 实现进程间通信的方法	110
3.4.1 对于报文通信的软件实现方法	110
3.4.2 采用硬件的报文通信的实现方法	111
3.5 微型、小型计算机多机系统的控制和“高级”操作系统	113
习题	117
第四章 现成的小型机多机系统硬件	120
4.1 引言	120
4.2 共享存储器	120
4.3 共享总线硬件	130
4.4 星形结构硬件	147
4.5 总线窗口硬件	150
4.6 点对点系统和分级系统用的各种接口	151
习题	152
第五章 基于过程特性的设计	154
5.1 引言	154
5.2 过程识别	155
5.3 问题分解	158
5.4 进程相互作用	160
5.5 性能要求的确定	165
5.5.1 性能	167
5.5.2 可使用性	167
5.5.3 可靠性	167
5.5.4 容错能力	168
5.5.5 使用寿命费用	169
5.5.6 模块化	173
5.5.7 形状因子	174
5.5.8 开发的难易	176
5.5.9 物理上的分散性和存活率	176
5.6 系统划分,规模和速度及互连结构	177
5.6.1 系统划分及划分准则	177
5.6.2 微、小型机的速度和容量的确定	182
5.6.3 互连结构分析	183

5.7 系统权衡分析	194
5.7.1 程序间通信	197
5.7.2 系统死锁	198
5.7.3 出错恢复	200
习题	201
第六章 应用实例	203
6.1 引言	203
6.2 美国银行的分布式计算设施	203
6.2.1 系统要求	204
6.2.2 系统设计方法	204
6.2.3 出错处理的基本思想	207
6.2.4 系统的优缺点	209
6.3 福特汽车公司的地区网络结构——基于 LNA 的过程控制网络	209
6.3.1 系统要求	209
6.3.2 系统级的权衡	210
6.3.3 系统设计方法	211
6.3.4 出错处理的基本思想	214
6.3.5 系统扩充	214
6.3.6 系统的优点和缺点	216
6.4 美国国家宇航局(NASA) GODDARD 宇航中心的仪表舱操纵控制中心网络	216
6.4.1 系统要求	217
6.4.2 系统设计方法	220
6.4.3 出错处理的基本思想	229
6.4.4 系统的优缺点	230
6.5 一个基于多台小型机的信号处理系统的设计	230
6.5.1 系统要求	231
6.5.2 总体设计方法	233
6.5.3 系统设计	234
6.5.4 结论	240
习题	240
第七章 将来的发展趋势	242
7.1 引言	242
7.2 硬件技术	242
7.2.1 微处理器技术	242
7.2.2 存储器技术	244
7.3 通信和互连技术	247
7.3.1 光纤通信技术	248
7.3.2 数字卫星通信技术	251
7.3.3 无线电通信网络	256
7.3.4 信闸装置	258
7.4 分布式数据库技术	259
7.4.1 分布式数据库系统的组织	262
7.4.2 死锁的避免	266
7.4.3 分布式 DBMS 的安全保密性及完整性	266
7.4.4 SDD-1 概况	267

7.5 新技术对于微、小型机分布式系统体系结构的影响	270
习题	272
附录: 数据链路控制协议	274
A.1 引言	274
A.2 二进制同步通信协议(BSC 或 BISYNC)	274
A.3 数字数据通信信息协议(DDCMP)	277
A.4 美国国家标准局 ANSI 的高级数据通信控制协议(ADCCP)	279
A.5 IBM 的同步数据链路控制协议(SDLC)	283
A.6 高级数据链路控制规程(HDLC)	285
A.7 CCITT 的 X.25	285
A.8 控制数据通信控制规程(CDCCP)	285
A.9 布劳斯数据链路控制规程(BDLC)	286
A.10 数据链路协议的比较	286
A.11 数据链路协议的硬件实现	287
部分习题的解答	288
中英名词索引	298
缩写语表	303

第一章 概 述

1.1 引 言

微、小型计算机多机系统目前代表着数据处理方面发展最快的部分,并且正在提供给商业界、大学、科研机关以及军事部门等用户使用。这样的系统是由一些互相协调而又独立的小型计算机系统聚集而成的,其中每一个微型或小型计算机系统一般都由一个小型计算机、软件和各种类型的外部设备组成。人们一直在寻求探索一种不断增长的、不间断的数据处理的支撑系统,这种支撑系统应具有尽可能低的成本和最小的递增扩充能力,并同时考虑到用户使用上更加方便的要求,由于这些因素的影响,就形成了微、小型计算机向多机系统发展的趋势。此外,软件的开发和计算机的运行正变得越来越贵,这进一步对系统设计者施加压力,迫使他只能日益地利用人来完成系统的某些功能,这些功能计算机是不能以经济核算的方式来完成的。而另一方面,小型、特别是微型计算机越来越便宜,因而越来越多地应用到它们能够有效完成的所有的功能上。例如,日常履行的由人指导的一些事情,如执行计划等,把它们留给计算机去做就更为合适。很明显,这意味着大量的计算机系统应该分散在各处,用以完成重复性的工作。这些地理位置上分散的微型或小型计算机在执行任务时,一般都是以总系统,即所谓网络为基础,通过把功能分散成一个一个的功能片来实现的。系统可以按分担负荷的方式或共享资源的方式,或者两者兼有的方式运行。分担负荷意味着,一个系统由许多相同类型的小型机组成,其中每一个小型机都能完成基本单元的工作任务。如果某一个小型机正处于忙的状态,同时又有一新单元的工作任务来到,那么这一任务就给空闲的小型机去完成。共享资源意味着一个系统由许多不同类型的小型机组成,其中每一个小型机在功能上都有自己的特长,并能将资源提供给微、小型计算机多机系统中其它部分使用。微、小型计算机多机系统还可以共享连接到该系统中的不同计算机上的独特的外部设备。

除此之外,在微、小型计算机多机环境中,整个系统提供给用户使用的部件的数目要比单独一个计算机系统的大,即使这个单独系统有相当多的比较基本的设备或部件。这么多的微型或小型计算机势必要求把要完成的任务全面地区分成比较多的级。由于存在大量的微型机或小型机,在区分任务和控制子任务的执行这两方面均会有很多困难。

由于需要有以大型的中央处理单元(CPU)为基础的分散的计算机系统,从而促进了朝着分布式处理的方向迈出了第一步。这个大型的“主”CPU,通过一个独立的通道或I/O处理机连接到外部设备和输入-输出(I/O)设备上。这个隶属于CPU的I/O处理机能够和CPU同时运行,并接受CPU的指示去完成与I/O有关的任务。反过来,这些通道都是以硬接线的多路控制器作为“前端”,借以管理大量的终端设备和通信连线。在六十年代中期到末期,出现了小型计算机,这样一来,便由程序可控的比较灵活的小型计算机来代替硬接线的前端多路控制器,并在稍后一些时候,就用包含有小型计算机的“智能”终端代替了互相连接的“无知”的输入-输出设备或远程批终端。“智能”终端,典型的含义是

这些设备能够通过程序来完成各种功能或任务。在七十年代初期,由于出现了微型机或台式机,加速了这种趋势。这样,就可能试验采用分层的、中央控制的小型计算机多机系统,在这个系统中,大型的中央主机被功能强的小型计算机所代替。从那以来,小型及微型计算机就连结成各种各样的结构形式,有时放置在同一间屋子里,甚至同一个架子上或框架里。还有一些小型计算机多机系统是以小型机为基础的,它们通过横跨国家的电话线相互连接起来,并采用位-串联连接和标准的通信程序(协议)及信息格式。

位-串联的互连方案是吸引人的,这是由于它允许用户把不同厂家制造的具有不同内部结构的小型计算机互相连接起来,而不用过多关心通信对于现有系统软件所产生的影响。

目前,立足于市场上现成的硬件和软件部件的基础上,一般就能够发展小型计算机的多机系统,而没有多大困难。但事实上,这样的现成部件,其花色品种之多使人眼花缭乱,使得未学习过初步知识的人,很难确定究竟哪一种方法对于他们的具体应用更为合适,是用户应扩充现有的系统呢;还是从头做起,发展一个小型计算机的多机系统。

过去,小型计算机制造厂家提供了通用目的系统,这种系统需要很少的结构图。而目前同样的制造厂家正试图为多微型机和小型机应用提供整套承包的能力,但在软件和系统方面仅取得有限的成功。这就加重了用户的负担,比起过去,用户可能必须完成更多的总体系统设计。

但是从软件的观点看,在革命性的软件发展过程中出现的、新的软件的规定,很快地应用到小型计算机多机系统上。使用连续分解的“自顶向下”的结构方式来设计软件,通常能够在小型计算机多机系统中,一一对应地反映小型机和通信线的分布。

这本书打算给用户提供一些为设计、开发和使用微型或小型计算机多机系统的一般的准则、方法论及处理手段。不用说,由于现成的微型和小型计算机的激增,其范围从大型的,32位,多兆字“中型”的到8和16位的微型机,没有一种解决方法可以被指望为最优的;而必须予以全面考虑,诸如性能水平、系统的可扩充性、可延展性、运行环境、使用方便、可靠性、有效性、可维护性、数据可信度和成本,以及其他许多非技术性或非技术性的因素。

本书的材料以这样的方式来提供,即给读者介绍各种多机小型计算机的互连方案,以及支持的硬件和软件。讲述几个应用领域并说明一些方法,依靠这些,系统设计者就能够选择和优化他自己的基于各种硬件和软件单元的系统结构。所提供的优化技术考虑到运行要求、使用期限的成本、可靠性和可维护性、环境约束、性能要求等等。

将讲述几个应用于过程控制、银行、科学处理及获取数据环境中的微型小型计算机多机系统。并将对同类的和非同类两种小型机和微型机多机系统的关键性研究课题提出总的看法。

对于可能对未来的微型机和小型机多机系统有重大影响的先进技术也做了概述。互连技术将涉及从地区通信网络,光纤回路到卫星通信,它们提供的频带宽度超过了今天的直接存储器存取通道的频带宽度。基于大规模集成电路和各种新的低成本的存储技术的性能,分布式数据处理的节点将会增加,并且由于采用分布式数据库管理技术,数据库在地理位置上也将是分布式的。用未来的系统将微型机和小型机多机系统进行互连也是可能的,在硬件和软件两者的使用上这个未来的系统将大大地不同。

1.2 什么是多机微型机或多机小型机?

多机微型机或多机小型机是由两个或多个微型机或小型机, 要么通过共享存储器, 要么通过高或低速的数据通信相连接而构成的系统。共享存储器可能是一个多站主存储器, 超高速缓冲存储器或是一个多站磁盘。

数据通路或许是连接着两个计算机 I/O 站的位-串联或并联的总线; 或许是一个共享总线, 两个或多个计算机以不同的方式连接到这个共享总线上。数据可以发送到总线上, 并且由接收端小型机所截取, 或者, 通信连接是一个菊花链, 每一个连接在上面的小型机可以让信息通到总线的下一级引线, 直到预期的接收者最终从链路上将信息取走。依应用情况而定, 每一种互连方案都有其各自的优点。

采用共享存储器互连方法的微型小型计算机多机系统称为“紧耦合”¹⁾。首先, 这意味着系统中的所有处理机能够在所有的存储器上得到代码, 并且在这些存储器外面执行代码。第二, 在紧耦合系统中, I/O 和其它系统资源(例如外部设备)由处理机共享。第三, 处理机之间通信的等待时间是小的, 这是由于所要的存取时间仅受实际存储器存取时间的限制。

“紧耦合”和“松耦合”系统的不同点在于, 在松耦合系统中有分离的第一级或称主存储器的地址空间, 即松耦合系统不共享公共的主存储器。这就是说在硬件一级, 在微型机或小型机之间不得不有一个明确的通信接口。通信接口就意味着处理机之间的通信等待时间要比它们直接共享主存储器所具有的通信等待时间来得长。

此外, 紧耦合系统在互相配合的过程之间一般来说要求同步, 而在松耦合系统中, 并发的过程可以异步地执行。

在紧耦合或松耦合的小型机多机系统中, 通常不容易进行体系结构上的改变。与示于图 1-1 上的紧耦合系统相对比, 在松耦合小型机多机系统中, 每一个小型机立足于它自己的补充主存储器, 如图 1-2 所示。典型地, 指定一台小型机作为“全局”处理机, 它对系

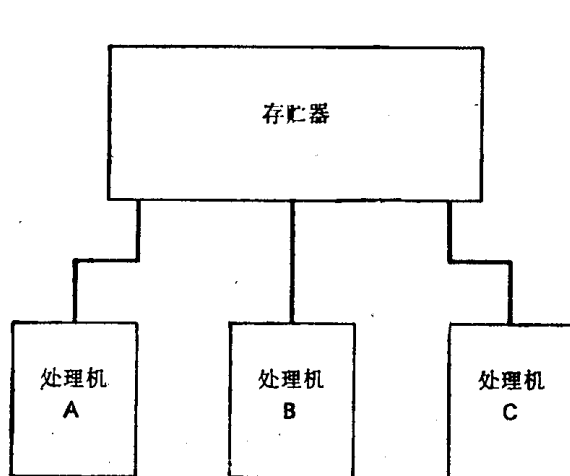


图 1-1 紧耦合系统

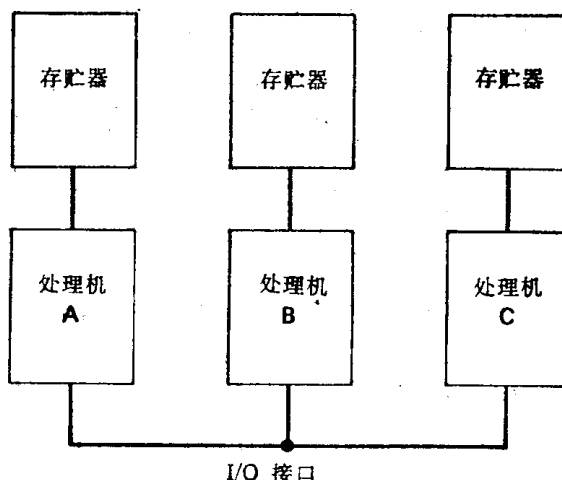


图 1-2 松耦合系统

1) R. A. McKinnon, "Advanced Function Extended with Tightly-Coupled Multiprocessors," *IBM Systems Journal*, No. 1, pp. 32-59, 1974.

统进行广泛(全面)的负责,它通过一个 I/O 接口,连接到其它每一个小型机上.在 I/O 接口处,在程序的控制之下,数据在计算机之间传输.其它的处理机叫做局部处理机.所有作业都是通过全局处理机进入系统的.常常在全局处理机失灵的情况下,某一个局部处理机可以承担全局处理机的功能.小型机之间的相互联系在许多情况下被限制在偶然的数据文件的传输上,让那些小型机完全独立,系统中不设一个全局小型机.这样的系统也叫做完全的分布式系统.

1.3 集中式与分布式数据库及(或)数据处理

小型计算机多机系统通常将数据处理及(或)数据库在系统内进行分布. Eckhouse¹⁾ 将分布式数据处理定义为:“它是一些基本处理单元的集合,这些基本处理单元在逻辑上和物理上都与分散的、整个系统内的资源管理连结在一起,以便相互协调地执行应用程序.”[物理链路是由电子线路、连接器和电缆相互配合构成的.与此形成对照,逻辑链路或互连却是由软件或固件所控制的一个通路.接到单个设备或计算机上的全部一整套物理链路也命名为“物理通道”.通过开关(一般是在软件控制之下)、设备或处理机能够连接到几个物理通道或链路中的一个.]这个定义,一般说来,将多道数据处理或紧耦合系统排除在外.

基于上述定义,共享存储器的小型计算机多机系统将不算分布式系统.但是,在本文中,将采用不太严密的解释,尽管包括共享存储器多机系统,事实上,松耦合、紧耦合系统两者都归入集中式数据处理系统的定义之中.

取决于具体的应用,小型机多机系统中的数据库可以由专用的后端数据库管理处理器来进行操纵,该处理器通常能够由系统中所有的小型机来存取,或者数据库可能以这样的方法分布于整个系统中,即让未加工的数据传输到数据库的某个位置,并且更新的计算都是以使得通信设备的负荷减低到最小的方式来加以完成的.也可能是这样:用一个集中存放的数据库目录表,以保存文件或加锁的纪录,该目录表被频繁地更新;或者两者*都有,以便避免同时更新或干扰.三个方法都表示在图 1-3 上.关键数据通常存储在多个地方,以提供故障裕度.

但是,一般来说,用户必须基于他的结构和应用制作数据库.

多机微型机和小型机在工业过程控制中已经得到了最广泛的承认,在工业过程控制中,计算机之间的连接或者是通过共享总线(图 1-4),或者是基于分层结构.

1.4 专用的与通用的多机小型机——硬件和软件

“第一代”小型机多机系统,典型地由两个或多个标准的现成小型计算机组成.松耦合,具有一个“为主”的或叫全局的小型机和几个“隶属”的或叫地区的小型机,地区小型机采用位-串联接线,连接到中央主机,在那里,地区小型机就“好象”是电传或智能终端,它

1) 讨论分布式处理的专门小组,国家计算机会议, Anaheim, 加利福尼亚, 1978.6.

* 指集中存放和分散存放的数据库目录表.——译者注

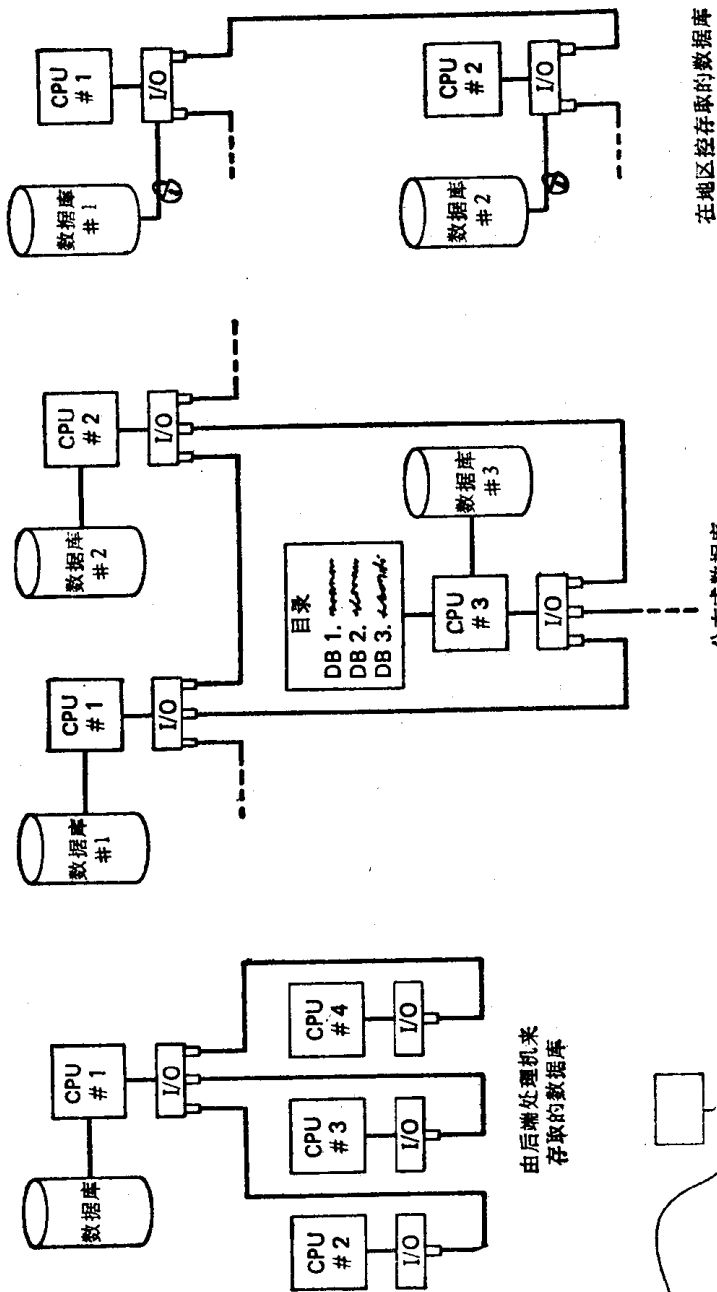


图 1-3 在分布式微型和小型计算机系统中对数据库的操作方法

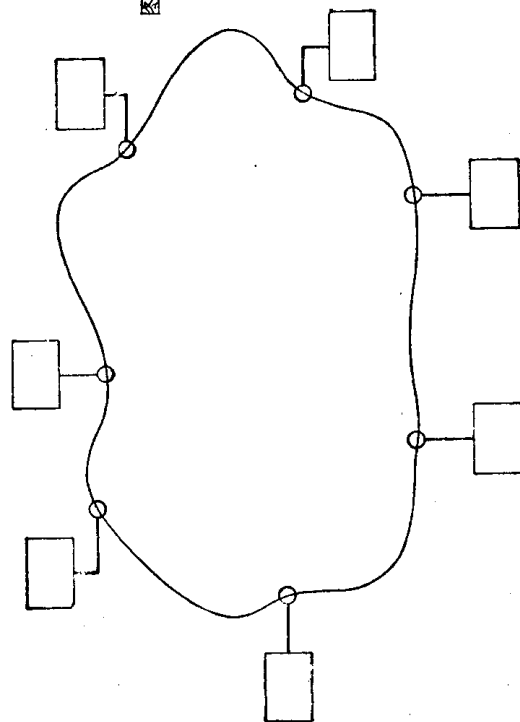


图 1-4 共享总线或环

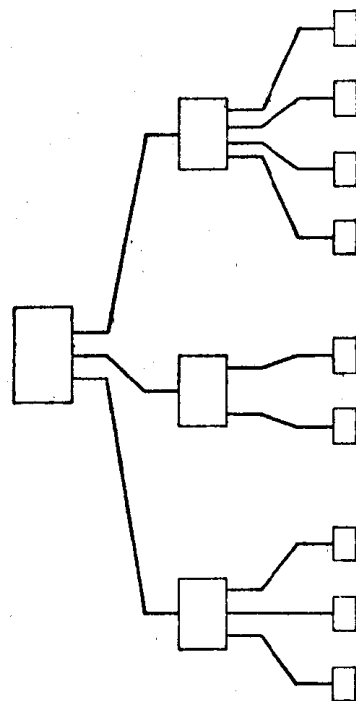


图 1-5 分层结构

们用 ASO II 代码与主机交换数据。有数的几个小型计算机制造厂家随后发展了具有总线转接器的公用总线,允许用户通过共享总线互连两个或多个小型机。自然,早期的用户不得不发展他们自己的软件,用以支持在总线上的通信。最后,这种总线得到发展,起了很多变化,包括了一些设备,就象总线开关、总线转接器、总线链路和总线窗口等。至少有一个小型计算机制造商发展了固态多站、高速存储器,它允许用户通过共享存储器互连到四个小型计算机上。当然,所有这些方案依赖于采用同样型号的小型计算机,至少也是同系列的小型计算机。

就在最近,商用小型计算机多机系统已经出现,用用户的话来说,这种系统是极好的,而这些用户几乎都要求 100% 的有效性,在这里,系统中任何一个故障,不管在哪个位置上,都不影响整个系统的运行。这一点,一般通过冗余度已经达到了(也就是串级计算机)。这个概念并不是新的,而且在军事和空间应用上已经开发了好几年了,但是成本很高。一些研究单位和大学也已经着手进行这方面的工作,在那里,多机小型机用来作为各种研究课题的试验台架。

商用小型计算机多机系统在多数情况下是同类的,采用同样类型或同系列的小型机。“混合式的”或非同类的小型计算机多机系统,目前正由工业、教育机构和国防部门进行开发,其目的是为了在硬件和软件中探讨任务的划分,以及开拓专用和独特的小型计算机的能力:例如,仿真、显示处理、业务处理、快速傅立叶变换(FFT)处理、通信处理、信号处理等等方面。为了满足那些过去是专用的,稍后又要求互相连接的系统之间共享信息,于是“混合的”或非同类的微型和小型计算机多机系统就建造起来了。福特汽车公司地区网结构就是这样的一个系统,它将在第六章中进行讨论。由于在计算机硬件及软件两个方面均有差异,一般来说,非同类系统比同类系统更为复杂。

1.5 互连的多样性——共享存储器、公用总线、点对点连接及其它方法

在微型和小型计算机多机结构上的各种变化,一般说来,决定于某些特性,就象报文速率大小、微型机或小型机与开关部件之间的数据通路,开关元件的路由选定,以及从源(发送)微型机或小型机到目的(接收)微型机或小型机的控制信息等。各种互连方法在第二章中进行讨论。

报文可能由单个字符或是一系列字符组成。字符串或信息块可能是固定长度的,也可能是可变长度的。并且,信息块可能包括一个标题,其中有地址信息,有关报文长度的数据、以及供出错检查用的信息。另一方面,当控制信息通过平行的且物理上分开的通道传送时,信息块可能单纯地只包含纯数据。第三章将更详细地论述有关报文的格式以及数据通信的控制问题(数据通信控制的协议还将在附录中加以说明)。

在微型或小型机多机系统中,两个或多个小型机之间的数据通路,可以用在任意两个微型机或小型机之间的信息传输,或是当多于二个点存取时,可以为几个微型机或小型机所共享(见图 1-6)。这个通路可能由一个多站存储器(由两个或多个小型机所共享)、双扭线、无线电或卫星通信连线联系、公用的载波数据发送设备、同轴电缆或光纤总线所构成。各种数据通路将在第七章中做比较详细的讨论。

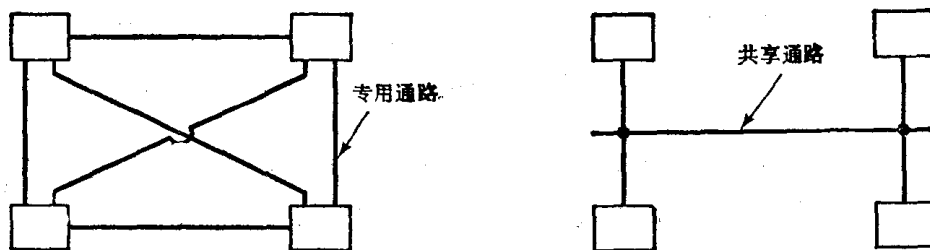


图 1-6 专用和共享通路结构

1.6 为什么要用多机微型机和多机小型机?

微型和小型计算机多机系统正在用于和将要用于大量的实际应用中, 如动力电的生产、分配和消耗的控制; 核动力工艺设备的安全和控制; 医院和医疗中心病历的传送; 大建筑物中的气温控制、安全、废物处理及防火; 城市和城市之间的密集的交通运输; 制造厂; 农业生产、加工、分配和市场销售; 以及能源和其它自然资源的勘探和使用。几个微型和小型计算机多机系统的应用将在第六章中讲述。

微型和小型计算机多机系统在所有这些应用中为什么是有用的呢? 这有几个理由: 这些系统通常使得用户比较容易对系统进行访问; 一般说来, 这些系统通过共享资源能提供比较多的功用; 并且他们常常会提高系统的有效性。总成本比较低的微型机或小型机网络, 常常能够完全顶得上一个大型昂贵系统的能力。随着不同时期系统所履行的功能不同, 微型和小型计算机多机系统将具有适应能力并能够迅速进行重新配置, 譬如可以作为一个很大的复杂问题的解算系统, 也可以作为每台专门从事一个单独任务的较小机器的网络, 或者作为两者之间的某种系统。微型和小型计算机多机系统通常也有较高的可靠性, 这是由于, 即使是单个的微型或小型计算机损坏了, 只要微型机或小型机之间的一些线路还保持完整, 整个系统仍然能够继续运行, 尽管能力下降了。此外, 由于采用了在一个相当大区域上分布的处理机系统, 就能够以比较低的成本得到冗余度, 该系统的生命力就能够得到提高, 特别是在军事上的应用中。

其次, 一个分布式的微型和小型计算机系统能够提供较高的、分布式的处理能力和响应能力, 因为它能够根据具体的应用而专门制作。为了保证合适的响应时间, 需要时, 还可以装备附加的微型机或小型机。

当运用到广泛的多种多样的实际应用时, 凡是计算机数量由分布式数据处理要求决定的地方, 微型和小型计算机多机系统同样也能够设计得经济合算。一个原来设计得合适的分布式微型或小型计算机系统, 在受到过载威胁时, 能够简单地通过附加更多的微型机或小型机而得到逐步的扩充。

不利条件是否有可能超过有利条件, 取决于系统独特的要求。不足方面是, 设计者可能面临着增加软件的复杂性。在应用软件的开发上分布式系统要比集中式系统所花的费用更大。与仅有一个操作系统的, 以单个中央处理机为基础的系统相对比, 分布式系统一般要求每个微型机或小型机都包含它本身单独的操作系统, 它们必须能够与整个系统中所有其它的操作系统进行通信。反过来说, 这将要求每一个单独的操作系统具有处理任务的能力, 在那里不同处理机中的常驻任务能够互相通信, 而且, 在地区软件(或硬件)出

错的情况下,具有缺陷定位的诊断能力。这并不是说在大型的集中式的单个处理机系统中不需要或不使用诊断或出错检查的软件;但是,诊断软件的开发,对于分布式系统来说往往就更困难(费用更大)。

根据定义,分布式微型或小型计算机系统,也更多地依赖于通信技术,特别是在这种系统中计算机广宽地分散着,因而,计算机之间高峰通信的需求量是相当大的。

最后,设计和开发一个极好的分布式微型或小型计算机系统,可能需要硬件和软件两方面的专门技术,这不是轻而易举地做得到的。另一方面,在某种程度上依赖于多少系统部件能现成地得到(在第三章和第四章中将从微型和小型计算机的卖主角度提供哪些部件是有效的一些看法)。

因此,对“为什么要用多机微型机或小型机?”的回答,明显地依赖于微型或小型计算机多机系统将在哪里使用和怎样使用。图 1-7 将概括优点和缺点两个方面。

多机微型机和小型机的优点	多机微型机和小型机的缺点
• 提高了可靠性 • 提高了生命力 • 提高了分布处理的能力 • 提高了响应性 • 提高了模块化的程度 • 较少的添置就能扩充系统的能力	• 增加了软件的复杂性 • 系统试验和故障诊断比较困难 • 较多地依赖于通信技术 • 在设计与开发期间,需要专门的技术

图 1-7 多机微型机和小型机的优点和缺点

1.7 多机小型机在价格上是吸引人的吗?

一个大型计算机是否“等于”两个中型计算机、四个中小型计算机(大的小型计算机),八个小型机或十六个微型机呢?并且“等于”一词的意思是什么呢?

广泛使用的计算机比较的方法是对中央处理单元及其有关的外部设备,假设一组需要的或“要求”的吞吐量,然后取性能或是工作负荷能力对成本的比率(也就是说,每十万美元或其它某种美元值的能力,它们是每月维护费和每月租金的组合值,或者是包括分期付款的购置费)。吞吐量常常被认为是在给定的时间周期里能够完成的数据处理(工作)的总量,它可能是每秒钟所完成的指令的数目,也可能是一小时里处理的程序的数目,或是每分钟完成的数据库存取的数目,或者是其它的能用数字表示出来的(和可测量的)量。工作负荷能力常常是与中央处理单元、I/O 通道及外部设备有关的各种性能特点的综合指标。有一些比较高级的模型考虑到在一给定情况下,与成本有关的生产作业线效能,这个给定的情况,在预先确定的几年当中是根据发展或应用而变化的¹⁾。

在系统要设计成完成一个给定任务的情况下,选择过程是比较简单的;相反把系统使用在多用户的环境中,就并不简单。在多用户环境中使用的类型或种类,从这一小时到下一小时,或从这一用户到另一用户总是在变化着的。

按照惯例,大型机一般一直使用在多用户环境中,或是以批作业的方式,或是以实时的方式;反之,小型计算机则在一个给定的环境中为单独的一个用户服务。但是,多机小型计算机的应用,已有改变这种传统应用型式的趋势。事实上,在取代大型机上,多机系

1) Philip Ein-Dor, "A Dynamic Approach to Selecting Computers," *Datamation* pp. 103—108, June 1977.