

80

时代的电子计算机

27

69

上海科学技术文献出版社

八十年代的电子计算机

上海市电子学会计算机技术专业组 编

上海科学技术文献出版社

JS640/21

八十年代的电子计算机
上海市电子学会计算机技术专业组 编

上海科学技术文献出版社出版
(上海高安路六弄一号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.75 字数 169,000

1980年7月第1版 1980年7月第1次印刷

印数: 1—12,700

书号: 15192·86 定价: 0.86 元

《科技新书目》160-113

前 言

1976年1月美国电机与电子工程学会(IEEE)计算机分会组织了一个专门小组,对八十年代计算机技术的发展动向进行预测,1978年3月在美国俄勒冈州召开讨论会,交流了该小组的研究成果,会后出版了“八十年代的计算机技术”论文集。1978年10月美国IEEE代表团来我国访问时,将该论文集赠送我上海电子学会,这本论文集反映了美国当前计算机技术主要方面的最新动向,它包括计算机系统组成,软件工程,个人计算机,数据库系统,计算机教育及训练,基础技术,分析等八个方面,共计论文44篇。这些论文虽然没有深入到某一领域的具体问题,但对我们了解美国计算机技术的动向还是有一定帮助的。因此我们选译了8篇文章,其中计算机系统组成3篇,软件工程2篇,数据库系统2篇,基础技术1篇。同时1978年9月出版的计算机杂志(IEEE计算机分会会刊)也刊载了俄勒冈报告会的其它7篇文章,我们选择了其中的3篇,包括计算机系统组成1篇,软件工程1篇,数据库系统1篇,最后我们还增加1篇有关用位片式微处理机组成通用计算机系统的文章,共计12篇文章,供从事计算机的有关工作人员参考。

上海市电子学会计算机技术专业组

一九七九年六月

目 录

八十年代的计算机系统	1
计算机系统组织: 八十年代的问题	6
分布计算中诘难问题	15
向软件的工程化迈进: 八十年的课题	20
八十年代的程序验证	32
数据库机器	43
八十年代分布数据库管理	49
超大规模集成电路的潜在障碍	57
八十年代计算机系统组织	63
软件工程: 转折点	74
数据库系统	85
采用位片式微处理机组成的通用电子计算机	99

八十年代的计算机系统

Barry Borgerson Henry L. Affelbaum

本文阐述在八十年代影响计算机系统组成的一些主要趋势。它们将按基础技术、存储器、计算机结构、可靠性与可用性、安全保密、便于使用以及分布式处理等项目分别叙述。

基础技术

自从进入计算机时代以来,一个始终不变的趋势是每当一种新的计算机系统研制成功并投入生产时,总在价格/性能上获得很大的改善。这主要基于基础制版刻蚀的器件技术才能使价格/性能得到不断改善,从而使计算机获得非常广泛的应用。同时计算机系统中唯一主要的组成部份,其价格随时间降低,也基于此种基础技术。当观察这种技术的流程时,我们完全可以预言,在八十年代这种趋势还将继续下去。八十年代将会看到半导体集成技术的下一轮进展——超大规模集成技术(VLSI)。不久,将能实现在一个芯片上集成几万个逻辑门的规模。到八十年代后期,进入市场的主要计算机系统都将采用这种技术。

VLSI能真正成为计算机的基本组成单元(积木式元件)之前必须克服几个障碍。目前产生半导体图案的常用制版方法系采用光学技术,这种技术能获得的最细线条宽度约为一微米,还不能满足八十年代集成度对宽度的要求。此外,在一个芯片上集成几万个门,目前采用的设计、制图、调整、测试等方法都不能适应。而且即使是当前最新的半导体器件设计与制造工艺也不能实现VLSI。最后还存在处理机的划分问题,也就是封装外壳在有限引出端的条件下能放置多少个门的

问题。由于光学制版的限制所带来的问题可以用下述二种可能采用的技术加以解决。这二种技术都是利用电子束来获得非常微细的线条。一种方案是电子束直接在基片上刻蚀图案,另一种方案是先由电子束产生掩模,然后用X线通过掩模在基片上刻蚀。前一种工艺比较简单而且基本设备的投资也省,但在很多应用场合中速度太慢,而电子束/X线工艺可用于大规模生产,目前这些工艺还处于实验阶段,均未达到工业生产水平,通过不断的发展估计在不久的将来可投入生产。用于对VLSI进行设计、制图、调整、测试的辅助手段没有像制版技术那样取得重大的成果。虽然在目前的工艺上不断取得进展可以使集成度进一步提高,但是在技术进展超过人们可预见到的另外一个方面是如何在很宽的应用范围内有效的利用VLSI。

如果在VLSI线路的设计、制作图案等方面采用高级语言,那就可以大大缩短设计时间并节省设计费用。当然任何一种能达到这些功能的语言与手工操作相比将是低效率的,而手工操作仅仅在理论上是可能做到的。采用高级语言对VLSI线路进行设计、制作图案所引起的争论与采用高级程序语言代替机器语言时所引起的争论是一样的,而反驳的理由也完全相同。毫无疑问,用手工绘制版图,从理论上讲可能会更有效一些,但事实上,如果不研制出用于VLSI芯片设计的高级语言,用手工操作的方法是无法接受的。而上面我们要求的功能等级将比目前的计算机辅助设计系统高出许多。

半导体器件的设计与制造在今后几年将

不是一个限制因素,将有几种可供选用的 VLSI 工艺。

在双极器件方面, I²L 是可以达到 VLSI 级的一种工艺。在 MOS 方面,有几种工艺可供选用。主要的有 NMOS, CMOS/SOS, VMOS 与 DMOS。本文将不对这些工艺作具体分析,但简单叙述一下某些非常有希望的工艺中总的特性还是有益的。短沟道 NMOS 目前可以达到的指标是级延迟小于 5 毫微秒,功耗小于 1 毫瓦/门,如果希望进一步提高速度,这种工艺很容易达到 1 毫微秒的级延迟。但更重要的是,如果要达到 VLSI,每门的功耗必需降低,对于一个空冷封装件而言,较好的估计是功耗为 3 瓦,因此要达到每个封装件包含 10,000 个门,每门的功耗就不能超过 0.3 毫瓦。短沟道 NMOS 为什么看来如此有价值,是因为传输延迟随沟道长度下降而按比例降低,而功耗随沟道长度的平方而降低。这就得到非常需要的结果,即功耗延迟乘积随沟道长度的立方而下降。随着制版技术的改进,正在研制沟道更短的器件,在制造这种器件时,同时也要解决由于沟道太短而引起电压击穿的问题。

上面讨论的技术研究趋势,它的主要动力是降低价格,而提高性能则作为一个附加的结果。实际上对性能非常高的系统还是有要求的,但仅有少数用户愿意为之支付费用以获得在单一处理机中具有这样高的性能,这种应用主要在大型数值计算系统,例如气象模型与经济模型方面,这里不可能采用多台独立的处理机组成的系统。这类系统所要求的逻辑元件超过了当前技术发展的主流,这就导致付出昂贵的费用,因此只有这种需要性能集中在一台处理机上的系统,会在将来提出需要超高性能的处理机。

超高速计算机的主要障碍在于缺少超高速逻辑电路。问题还是在于提出超高速系统的用户太少,因此很难下决心投入研究力量去发展超高速技术,因为它比发展计算机主

流中所需的技术要花费大得多的投资。

对高性能系统来讲,二种技术已在准备之中,其一是砷化镓,它比硅有更高的迁移率,因此将来在高性能器件方面可代替硅。砷化镓器件的制造工艺正在发展。估计到八十年代中期将会出现由这类器件组成的计算机系统。另一种比砷化镓更快的是约瑟夫逊结器件,这种采用超低温技术的器件,开关速度可达 10 微微秒,但是这种技术达到实用阶段还需解决很多困难,估计在八十年代还不会出现由这种器件组成的计算机系统。

存储器

计算机系统存储器也在继续不断地发展,从而使总的价格/性能得到进一步的改善。改进的工作可在移动头磁盘的各方面都看到,包括更好的取数臂移动技术,薄膜磁头,定向介质,润滑介质,更好的编码技术,这些特性使移动头磁盘在很长一段时间内还具有生命力。在可预见的将来还看不到与之相竞争的技术。采用磁鼓或固定头磁盘的快速中间存储器看来将被非移动式介质所替代。磁泡或电荷耦合器件(CCD)将代替磁鼓或固定头磁盘作为中间存储器。由于电荷耦合器件采用了与 MOS 随机存取存储器同样的工艺,差别仅仅在器件组合方式上,此外由于对 MOS RAM 的需求量非常大,对这类器件已投入大量的研制力量,因此,在不久的将来,CCD 器件的价格不会比随机存取动态 MOS 存储器的低得多。看来这一领域中主要将是磁泡存储器占优势,因为磁泡存储器的结构简单,但速度也相应低得多,但即使这样低的速度比起固定头磁盘或磁鼓还远远快得多。

随着磁泡存储器的发展,对中间存储器的组成形式也必需改变,目前中间存储器与移动头磁盘是分开的。因此操作系统必需明确指出信息存储在哪一种存储体中,一种较好的组成形式是将中间存储器作为移动头磁盘的缓冲器或隐存缓冲存储器。这样可大大

提高总的性能,因为一方面可降低操作系统的开销,另一方面可使访问中间存储器的频率高于移动头存储器。

计算机结构

在计算机结构范围内,我们必须同时考虑宏结构与微结构。所谓宏结构是指程序可觉察到的计算机结构。所谓微结构是计算机的基础结构,有时也称为处理机结构。

改革宏结构的最大阻力在于:大部份用户对他们所写的程序花费了非常巨大的投资,要使一个新的结构能提供更多的好处,这些用户必须对已有的软件进行改写,如果所有的程序都用高级语言,则改写的工作量并不大。不幸的是,目前已有的情况并非如此,因此需要使改进的结构具有向上兼容的能力,在系统中可以增加某些特性而不致使已有的程序无用,也不要使得在执行现有的程序时需要完全不同的工作方式。过去对这个问题没有引起足够的重视,但现在越来越清楚,为了满足用户要求的特性,这一点是必需做到的。

对计算机的微结构来说并不存在这个问题,因此用新的微结构来实现已有的宏结构时,就有更多的灵活性,一个非常重要的要求是在应用 VLSI 时如何设计一个微结构使之能最大限度地解决分割问题。

当我们从 LSI 转向 VLSI 时,为了采用最新的技术,系统的微结构也将随之改变。对 LSI 来讲,采用多个微处理机构成较大的系统是非常有效的。如果采用更为灵巧的微处理机或 ALU (算术逻辑部件,这里指位片式微处理机——译注)片子,这种技术也可外推到 VLSI 领域,但有很多明显的区别,在某些应用中,特别是集成度在 10,000 个门左右,几乎不需要分割,因为整个功能都可放在一个芯片上。对于用多个微处理机组成大型通用计算机系统的微结构,还很难找到利用集成度达 10,000 门的有效方法。

由于引入新的宏结构比较困难,迫使人

们采用不同的技术来达到用户所需要的特性而不致重写已有的程序。一个有前途的技术是制造专用结构的处理机附加到现成的宏结构上去。现成的宏结构可作为用户指令处理机,为了使某些应用执行得更有效,可实行负载分担,这种负载分担,通过操作系统,用户是觉察不到的。可供选用的负载分担类型有数据库管理系统,科学处理以及通讯系统。

将某一功能分担到另一个通用计算机的评价还很困难。如果采用二台结构相同的处理机,对任何一台机器最好不要使功能固定。利用相同的处理机组成的对称多处理机系统会带来某些益处——最主要的优点是高可用性,而功能固定形式必须带来附加的好处,才能补偿由于可用性下降而引起的损失。很难达到的一个情况是采用相同结构处理机组成的固定功能多处理机形式在吞吐率方面会比对称形式的更高。结构上相同而性能上完全不同的处理机组成功能固定的多处理机系统将是很有效的,但如果用一台包含系统全部功能的处理机来实现可能更有效。因此,如果将某一特定功能分担出去,承担这个功能的处理机必须是专门设计的,对实现特定功能效率一定要高。例如将逆矩阵运算或数据库操作等功能分担出去时,就必需利用专用功能结构的处理机来执行。在这些领域中进展很快。已经利用阵列处理机附加到主机上进行科学计算,也正在研究数据库操作的更有效的结构。支持数据能互相联系的结构是一个追求的目标,因为现有的结构很难实现数据互相联系。更进一步看,数据互相联系呈现出非常有规律与并行性,用功能固定的结构更易实现。

可靠性与可用性

可靠性一词是非常容易混淆的。它的正式含义应该是平均无故障时间,但这对用户越来越无关,因为大部份故障已不为用户所觉察,系统仍可继续运行。所谓可靠,更可称为完整性,即系统硬件的正确运行。因此高

可靠性也可理解为由于硬件而引起错误结果的概率最低。几乎所有的用户都希望计算机系统具有这种特性,他们也愿意支付大量资金以获得高可靠性,将来也是如此。

可用性一词可有几种解释,一种定义是系统正常运行时间所占的百分比。另一种定义是整个运行过程中,有效吞吐所占的百分比由于某些元件损坏,而使系统性能下降,但不是整个系统瘫痪,仍认为整个系统是工作的,第一种定义对估价计算机处理某些关键业务的能力是有用的。第二种定义对估价真正的系统吞吐率是有用的。但无论哪一种定义,高可用性都要求系统具有软失效功能,因此这二种定义是高度相关的。进入八十年代后,人们对高可用性的要求将继续增长。

为了获得恰当的软件可靠性,必须实现某种突破,目前为了控制复杂性以及研制更可靠的软件,所采用的技术还是对大量软件在研制过程中所产生的问题加以跟踪。将来,在非常巨大的软件系统中一定要使用完全不同的技术才能获得可靠的系统,可能采用与硬件中的容错技术相仿的测试与恢复等形式以得到可靠的软件,软件的不可靠性以及高昂的价格很难满足用户对方便使用与功能上的要求,在软件生产(即通常所谓的软件工程)的方法上进展将仍是缓慢的,因此这方面的发展将非常迫切,到目前为止产生的许多技术还只是改良方面的,本质上的发展将拭目以待。

安全保密

许多用户将继续要求提高安全保密水平,因为由于泄密将影响到他们的商业利益。目前已有多种技术可达到较高的安全保密水平,它们包括链,密码,操作系统的安全核心,以及结构中的“可能与门限”(Capabilities and gates)技术,要做好安全保密的最大障碍在于对安全与保密缺少用户模型,目前发展水平最高的模型仅有军用安全保密环境(秘密,绝密,可允许了解等),它们并不适宜移用于商

业环境,其中一个主要考虑是被授权使用这一系统及其敏感的数据时会产生不法行为。硬件结构诸如环保护,可能性,它们主要用于查找代码错,而对安全、保密、检查、防止舞弊、侦察等帮助较少,估计对这些领域在结构上提供相应的支持机构将会有所发展。

目前存在的一个很重要的问题是任何一个系统还无法验证其安全保密的水平。如果用户无法确信他能得到高水平的安全保密,他们不愿意为此而付出代价。验证系统安全方法的突破,还有很长的一段路程,才能达到系统安全机构的可调试性,也即是达到可以接受的安全水平。

便于使用

便于使用也是一个捉摸不定的题目,在不同情况下具有不同的含义,通常定义为非程序人员能更方便地使用,以便更多的人能应用计算机系统。根据这一定义,在八十年代将对便于使用有非常巨大的要求。这种要求不会是万能的,因为易于使用的系统往往是低效率的,很多经理人员将继续雇用熟练的程序人员,用面向过程的高级语言编制程序。

最近在便于使用领域内,一个重大的进展是采用对话处理技术,这是一种交互式技术,它使非程序人员也能有效地使用计算机系统。计算机系统作为一个树型网络的根部,并提供给用户一个交替的序列组(犹如菜单一样),然后经过树型通路达到所需要的结果,但是应用这种技术,必需要花费很大精力使对话数据库能适应专门用途。因此建立一个有效的最终用户对话环境,能力是有限的。在这个领域内的任何突破,将能为非程序人员提供一个方便的交互方法,以便在非常广泛的应用范围内与计算机对话,但这种突破还有漫长的路要走,才能使计算机在将来得到更为广泛的应用。

便于使用的另一个方面是人与计算机通信所采用的介质,计算机的声音输入/输出得

到相当的发展,但目前应用这种最新技术的例子还很少,当前输入技术系基于声学模式匹配,这要求使用者将整个字典背诵数遍,同时每隔一个单词要停顿一下。此外正在发展一种精巧的面向语言学的技术,这种技术对新的使用者更适合,他只要背诵一些关键的句子便能使用这一系统,由于这种技术是面向语言学的,并且是分析整个句子的,使用者就不必每读一个词停顿一下。这个领域的继续发展使声音输入/输出将获得非常广泛的应用。

对话处理与语言识别技术将最终受到系统中使用者本身所具有的知识限制。人工智能领域中,目前正在取得重大进展的是基于知识系统的发展。用户与计算机的联接系统将在很大程度上依靠人工智能领域以及人类工程学,才能达到使真正的未经训练的使用者适用。

分布式处理

分布式处理可认为是计算机工业的一次革命,但是真正能被一般用户使用还有很多技术——其中特别是软件——要大力发展。目前作为分布式处理而存在的绝大部分是不共享联机数据的分散(decentralized)型处理或者是在高度正规环境下实现的结果。推动分布式处理的动力是希望能获得局部控制能力[摆脱官僚机关的控制(bureaucratic administration)]以及降低硬件价格使这种希望能实现,另外,通信价格的昂贵是实现局部计算所必须付出的学费之一。

在理想情况下,分布处理能提供一种用户所需要的环境,在这种环境中,计算机系统联接的结构形式与用户组织的需要方式相一致。处理机的数量与位置由局部处理的需要所决定,但是信息的可交换性应由组织的结构方式以及是否需要知道等因素来决定。必须在由权威人士决定数据结构的方法上进行研究。这样局部控制也可在适当的,不失去集中数据管理的利益下运行。一定要发展完整的机构使分散信息能得到有效的互锁与恢复。性能上的需要往往要求有多份的数据副本,因此要有能保持副本在时间上具有一致性的机构。

最后,在集中型数据处理系统中的经济概念在分散环境中已不复存在,分散系统带来的复杂性必需被便子使用,更适于个人操作等优点所补偿,但这一点尚未被发现。

结束语

由于计算机系统的设计周期很长,八十年代初期,计算机系统所采用的技术已是现成的。目前正在研制中的技术将要在八十年代中、后期才能成为产品。虽然还会遇到巨大的挑战,但从用户角度看到的计算机所有主要属性仍将继续取得重大进展,这一前景是非常光明的。计算机行业中哪种飞跃前进的势头将在今后某一日结束,但由于子正在进行充分的技术进展,可以保证在八十年代不会出现这种情况。

宋百川译

计算机系统组织：八十年代的问题

Henry Apfelbaum Bruce Shriver

Richard P. Case Harold S. Stone

J. Egil Juliussen James E. Thornton

在本文中，我们阐述了八十年代中计算机系统的设计与组织问题。有些系统的整个目标是提高终端用户的工作效率，我们也展望一下将影响这样一些系统的组织的研究工作。当然，计算机系统是由软件与硬件汇集而成的，现代多级系统的终端用户所能接触到的最重要的软件是操作系统、数据库管理系统、电传处理系统以及各种程序语言和应用程序包。系统硬件的研究通常属于系统结构设计者的职责，他们所关心的是信息处理机的基本构成部件的特点与相互连接方式，这些基本部件包括了处理器、存储器、外部设备和本地与远程连结结构。

计算机系统的设计取决于硬件设计者、计算机系统结构设计者和软件程序工作者的技能。非常希望每一方面的设计师都能具有所有这三方面的技能，不幸的是，并非总是如此。

计算机系统必须设计成易于使用的、可靠的、可维护的、保密的、可扩充的而又经济。我们把这一些陆续提出的越来越多的要求归因于“用户的压力”。除此之外，计算机系统结构设计者还受到“技术的促进”。随着大规模集成电路投入生产，我们不得不提出这样一个问题：“我们在这硅片上要做什么电路呢？”系统建筑师在承担设计任务时，面临着一些至关重要的、潜在的约束条件。一些用户在现有的程序与数据库上有着极大的投资，一个新系统也许不得不设法维持这类既得利益。许多用户也可能并不真正理解他

们需要些什么，只有在新系统工作之后，那时他们才能明确地指出还需要些什么。于是，系统必须设计得能适应于“合理的”改变。标准化和相互之间的约定也对设计添加了巨大的限制。

像易于使用和可靠性之类特色对任何一个计算机系统说来都十分需要。可是，当审定一个具体系统组织时，总可能为实现某一特色而牺牲另一特色的情况。当评价互相矛盾的解决方案时，所考虑的关键是经济性：用户为满足需要愿意花多少钱？我们能提供高吞吐量的系统，我们也能提供高度保密的系统，可是要花多少钱呢？在下面几节中，我们讨论了关于计算机系统组织的问题，即有关目前与未来在功能上的需求情况、用户界面和系统质量。我们所讨论问题中许多有在孤立的系统中或在特定的环境中已经解决了，我们在这里讨论它们是为了强调需要有更一般性和更普遍适用的解决方案。我们经常以提出一系列必须回答的问题的方式来阐述上面一些问题。我们也提到了在计算机系统组织中的一些研究方向，我们确信，应该继续研究这些方向。

一、目前与未来对计算机系统的需求情况

由于半导体技术的发展和对计算机系统的需求使计算机系统获得了新的应用领域。可是在设计与研制满足特定要求的计算机系

统时还存在着很多困难,假如计算机系统想要成功地用于新的领域,在今后几年中必须克服这些困难。在这里考虑有需求的三个主要方面:信息管理系统、数据通信和自动控制的应用。

信息管理系统

从计算机发展的短暂历史中,我们懂得了信息具有实质性的含义,完全可以看成是一个实体。使用这实体的能力,如读它、改写它和取消它是现代社会中很有价值的,而且经常是基本的职能。我们能想象出无数个具有不可思议的变化形式的数据库。在已存在的许多数据库中,我们略举几例:公司和事务管理信息系统(职员、卖主、财会、帐目);金融和银行信息系统(存户帐目、安全形势、投资分析);政府信息系统(立法活动、民意分析、投票记录);司法信息系统(可用的法律、判例);医务信息系统(诊断、处方、病历)。

软件和硬件这二方面代价之高势必限制了大型项目的实施与大型机器的使用。数据库管理软件的改进以及可以在较小的机器上运行它,使得较大范围内的用户可以以较少的代价来开发数据库。硬件性能价格比的改善使得可以经济地存贮更多的数据。于是规模更大一些以及规模更小一些的应用项目就变得可行了。

可以预料计算机的存储器最终将用来作为大量供家庭中、商业中和工业中实际应用的无数类型的数据库。我们可以看到所存储的信息有:报纸、期刊、杂志、乐曲、信件、备忘录、宗卷、教科书、小册子、书籍、零售商品目录、电话号码簿和记事日历等。其中有些应用项目现在已经有了,可是大多数项目还未普遍使用。要使计算机系统能用于这样一些项目与类似的项目之前,必须克服价格上和性能上的障碍。所有这些障碍并不都能由设备的发展而消除,某些障碍有待于计算机组

织的发展来克服。下面是这方面的几个例子。

甚至在单个数据库中,数据的格式和编码也有各种各样的形式。假如处理数据的算法与特定的格式、编码紧密相连的话,不管修改算法,还是修改格式和编码,数据管理将变得极其复杂,代价极高。为了避免翻译算法和数据库的问题,我们有必要把数据管理和数据描述函数分离开来。如何将计算机系统组织得适宜于这样进行分离呢?是否能发明某些组织形式,在其中数据描述函数基本上可由硬件处理呢?

用于数据库的标准专用子系统有存在的理由吗?若有的话,它们可以采用什么样的形式?在三种类型数据库的界面结构方面已投入了大量的资金,这就是分层型、网型和关系型。有可能确定一种适合于处理所有这些结构的数据库的中间语言机器吗?

数据库可以分散到什么样的程度,使用户能在当地处理它的各个部分呢?能经济地构成分布式系统吗?分布式系统能适应于完整性和可靠性的要求吗?

共享数据库必须满足保密和保护的要求,计算机系统如何能有助于满足这些要求呢?

在速度和每一位的价格方面,大多数的存储技术不断取得进展。而高速度的技术仍然比大容量的技术代价更大。这就提出了这样的解决方案,对频繁使用的数据块,当需要用它们时就应该送入高速存储器,而当不需要用它们时,就应该送入低速存储器。目前,许多分时系统具有这种功能。那末,在什么范围内未来的数据库系统能借用这种传送技术呢?什么样的新性能应该成为适应于这类传送的硬件系统的组成部分呢?在八十年代中,廉价的相联存储器将作为系统的有效组成部分出现吗?在数据库管理机器中我们将有这种相联处理机吗?

在家庭、小型事务和办公室信息管理的
应用项目中, 我们看到计算机在做了一些
和怎样做的这些方面具有较大的效果, 这
主要是建立在微处理机基础上的文本处理
及检索。在这里, 价格是一个主要的考虑
因素。可是, 假定以下二个问题提了出
来, 看来开销是可以低到足以广泛使用
的。

1. 添加到系统中去的功能必须用于实
际的需要, 那末这是些什么样的功能呢?
文本编辑吗? 文本存档吗? 电子“邮政”
吗? 查找和检索吗?

2. 正在为未经专门训练的用户研制非
过程性语言, 什么样的结构和中间语言适
用于用这类语言书写的程序呢?

一个用户必须能与其它用户共享数
据库, 从而计算机系统应该提供数据共享
的手段。这里又有二个问题:

1. 共享数据的能力往往与保证数据保
密性的能力互相矛盾, 一个计算机系统怎
样才能设计成既提供共享功能面又具有保
密性呢?

2. 是否有可能研制一些提供数据共
享功能的新算法吗? 它们能与保护的要
求兼容吗?

数 据 通 信

数据通信是计算机组织的最活跃的领
域之一。现在已有能提供终端用户与
其它用户交往的手段, 用户与程序及进
程交往的手段以及进程与其它进程通信
的手段的系统。可以看到在七十年代中,
已经建立了计算机/终端网络, 它利用了
为传输声音而设计的电话技术。现在由
制造厂商所提供的网络结构对终端相关
性、网络控制、纠错及外购件的连结等
问题有着各种各样的解决方案, 没有一
种解决方案被认为是标准的, 也未必能
有希望获得一个合适的标准解决方案, 因
为这是一个极端复杂的、竞争激烈的领
域。

数据通信的主要技术基础是电话传

线, 它是上个世纪发明的, 频带宽度有
限。计算机通道的速率大约比贝尔系统
通常所能提供的速率要高三到四个数量
级。这就使得计算机总体设计师花了很
大的努力来优化电话传输线的使用。正
在讨论中的系统包括微波与卫星传输和
远程电缆传输线。可是没有希望能在近
期内更换系统。

这种情况对计算机组织有二方面的影
响。第一方面是主计算机已划分成前端
通信处理机与中央处理机。通信处理机
协助主处理机处理低传输率的数据和在
电话系统中使用的低级约定。

第二方面是分布式系统的出现。分布
式系统是包含有若干个可编程序的处
理机的计算机系统, 一般的计算任务在
一次执行期间使用了二台或二台以上的
这样的处理机(我们用含糊的语言给出
了这个定义, 使得它能包括许多种现在
已有的以及被人们所推荐的系统)。

ARPANET (ARPA 网络) 是早期的分
布式系统的例子, 虽然在 ARPANET 的
结点之间的通信频带之低使得在结点之
间的传输所化的开销大得很, 以至于一
般的计算任务很少在执行期间从一个结
点转移到另一个结点。更有代表性的例
子是 O. mmp, O_m, PLURIBUS (通信-开
关多处理机) 以及最近出现的具有由微
处理机控制的智能外围设备的计算机系
统。

如果我们把分布式系统看成是新的计
算机系统结构, 那末必须考察一下促使
开发建立在现有技术基础上的那些新技
术的一个论题, 这就是开销、性能及可
靠性。能预见的新技术的收益必须大到
足以使人愿投资于研究发展生产新产
品, 否则新技术就无法发展, 以取代现
有技术。那末, 在目前什么样的潜在的
利益引起了对分布式系统的兴趣呢? 那
些利益能刺激研究与开发活动吗? 为
了获得潜在的利益必须解决什么类型
的问题呢?

共享数据的能力是分布式计算机系统无可置疑的优点

分布式不仅意味着一个程序能在许多不同的机器上运行,而且反过来,一个处理机与它相联系的数据库能在许多不同的地点读写。共享并不是一个新的概念,分时的发展是由以合理的开销获得可使用的计算能力的需要所引起的。在开始时,数据共享看成是附带的优点。今日,经济观念已经大大改变了,已经到了可以使用微型、小型、中型机以低开销取得可使用的计算能力的程度。因而,单从取得计算能力而共享处理机的需要已经减退,许多从前的分时用户已经购买了独立的计算机用于他们特定的任务。因为已经证明独立的配置是更经济的,当分时机器的计算设施不能满足用户的计算负荷的峰值时经常采用这样解决方案。在提出可能存在着一种从强调大型分时机器转变到强调较小的独立使用设备的趋向的同时,我们相信主要是由于共享数据的需要,这些较小型的机器一般将以多机的配置方式连结起来。

分布式系统的处理机之间的通信距离变化范围很大。短程数据通信根据通信约定使用了串行传输技术,并以计算机通道速率或接近于计算机通道速率进行信息传输。这些短程网络在提供分布式系统、存储器的分级、微型小型与大型计算机的复合,专业化的资源以及计算机“族”的扩展方面大大丰富了计算机的结构。短程网络所具有的问题与远程网络所具有的问题完全一样,只是短程网络约定较为简单。

大型计算机和磁盘控制器的数目逐步增加,这在许多中心处理设施中已产生了初步的“后端”网络。它们利用了六十年代早期为了不同的目的而设计的标准 I/O 通道,组成了初步的分布式系统。所有的主要生产厂商都生产他们自己的独特的 I/O 通道。联合起来对通道设计标准化的想法可能是出现得

太迟了(若有这种想法的话),看来不太可能解决界面问题,除非它也能产生出整个一族的高质量的通道。

目前通道的传输速率大于每秒 10MB,通道在距离与共享两个方面都是有局限性的(由于距离上的局限性,有人建议理想的方案是把计算设施安置在直径为 100 英尺的球面上)。由于使用了互锁的约定,要求先确认本次传输的通道字被接收后才开始发送后一个通道字,这样距离与传输速率就有了直接的关系。对简单的传输控制,这方式是最有效的,可是它不适用于高速数据流。例如,对磁盘信息传输而言,当传输块逐渐增大时,它几乎不能确定块的位置。磁盘的性能主要随着沿旋转方向的记录密度的增长而提高。我们要求未来的通道能提供更高的传输速率。可以通过加长通道字来减轻“传输速率的压力”,可是不幸的是本地网络的约定要因此作出重大的变革。当有可能采用更复杂的互连结构时,保密性、可靠性、纠错条件等看来将变得更为复杂。保护与隔离的技术代表了构造各功能组织的实际需要。

自动控制的应用

为了明确八十年代的自动控制应用问题,我们将把注意力集中在未来的自动化工厂上面。目前,对生产过程中某个特定机能的自动化是很普遍的,例如,具体生产步骤的自动化;自动测试和检验;过程控制与数据提取。为了使整个工厂自动化,进一步的系统需要把这些独立的机能集中起来,成为一个生产控制系统。为了调整生产计划、材料供应与市场需求情况,未来的工厂的系统必须与其它共同的数据处理系统打交道。在可以做到这一切之前,需要研究几个问题:为达到这些目的需要什么样的系统?这些独立的机能如何能汇集成一个系统?在这系统与其它公司的数据处理中心之间需要些什么样的数据流?

实时控制对系统结构提出了环境上的要求: 操作管理必须是交互式的, 它允许人们作出必要的决定; 工厂中的恶劣环境对系统组织与设备特性附加了约束条件; 需要用这系统来执行目前是由人来执行的重复的和危险的工作。

为了满足这些要求, 必须取得几个技术上的成果: 必须研制更多的计算机控制的传感器与执行机构; 为了在生产中代替人的工作, 必须研制能依靠视觉读入的数据作出判决的设备, 解决这问题的方案需要在软件和算法方面取得新的成就; 最后, 因为在许多生产过程中, 人们必须使用他们的手与眼睛, 语音输入/输出设备看来比键盘和显示更为优越。

二、用户界面

一个系统是否是“易于使用的”、“难于使用的”或是“复杂的”主要由人来判定。人并不都是一模一样的, 在他们认为什么是方便的问题上也并不总是意见一致的。因为不管怎么样, 这取决于他们的经验和所受到的训练。尽管如此, 我们感到还是能确定一些原则, 这些原则对系统是有益的, 而用户将感到高兴。我们把这一些划分成三个论题: 使用方便、提供用户使用的工具和标准化。

使用方便

系统一定要设计成适合于人和适应于工作的环境。噪声、光线、对比度、标志、按钮大小的安排必须考虑到使用的方便和使用习惯。对那些非计算机专家来说, 所使用的技术与语言必须是人们所熟知的或是容易掌握的。在八十年代中, 我们不得不改变关于适当的响应时间的概念, 从“不管怎么样, 系统能方便地提供不超过三秒钟的响应时间”变为内容多得多的由人所确定的或由工作效率确定的详细说明书。实验证明了即使响应时

间的变化非常小, 也能大大影响人的工作效率。计算机的用户与买主现在已经开始领会到这个心理学上的现象, 这肯定会导致建立严格的关于响应时间的详细说明书。如果在结构上用从顶向下、逐步求精的方式来研制系统, 怎样才能把粗略的性能指标逐步转换成详细的具体实现方案呢?

经常议论到可是很少实现的现代交互式系统的原则是: 如果用户是新手或是他忘记了某些东西时, 可以向系统提出请求, 要求解释命令的使用方法。当用户所使用的命令或参数不恰当时, 系统能自动地提醒用户, 并帮助用户纠正它。这样用户就能够消除最后几条命令所造成的影响, 这事并不普遍但并非无关紧要。用户经常会发出一些完全合理而且在语法上是无懈可击的命令, 而仅仅是为了看一下这些命令是否的确是所想要使用的。应该有办法来纠正这类错误, 而不需要比起初产生这些错误花费更多的时间(所有的用户在一时间内, 都免不了要叫“啊呀!”)。使用户感到亲切的系统将不仅仅提供防止产生系统副作用的保护措施, 也将提供用户消除错误命令影响的手段。

提供用户所使用的工具

预料计算机专家和其它用户可以使用的用户工具都将大大增加。这些工具将提供非过程性和说明性的工作环境。这将大大提高上述二类人的工作效率。

有可能显著地改善程序工作者所使用的过程性语言的功能, 鼓励人们使用更安全的控制结构的语言和能允许编译器对语法进行严格检查的语言措施, 这二者都能改善程序工作者的工作效率以及在通常的使用中减少实现中的错误。与日俱增的事实说明了如能使用象队列、集合、表格这样一些在广泛使用的语言中所采用的数据结构, 则将有助于研制程序的整个过程。那末硬件能提供什么样的机构来有效地实现这些数据类型的呢?

许多潜在的用户几乎不能体会也很少有兴趣了解程序说明书与实现中的细节。非过程性的说明技术对这些用户是有好处的。相对来说使用这些语言所积累的经验较少,而且到目前为止大部分的这些经验还仅属于写报告者本人所有。现在正在进行工作,以基本上用非过程性的方式详细地说明复杂的数据库的查询。看来,如把非过程性的语言造成适合于特定的应用领域将是最有成效的,许多不愿意或者无能力学会即使是最简单的程序或命令语言的人将接受菜单式的或多重选择类型的界面。

目前广泛使用的文本编辑程序是为把电传机作为典型的输入输出设备的工作环境设计的。这种工作环境正在迅速改变,我们可以指望在八十年代中,几乎每一个交互式终端都是以显示技术为中心来建立的。随着终端面貌本质上的变化,生成与修改一批信息的用户界面随着将有相应的改变,不管它们是计算机程序还是图形文本。另外,可以获得廉价的处理能力促使了改变这些编辑程序的文件管理和显示管理部分所依据的前提。特别是文本的排版,看来提供直接修改被编辑的数据在荧光屏上外貌的一整套命令是合宜的(如在某些完备的字处理机上所做的那样),面不再在数据中插入,将导致在其它处理机或排版机上做工作的命令与指示。

人们对使用方便的终端用户查询设备很感兴趣。简单的交互式查询处理机不需要许多特殊书写的程序。我们可以指望出现许多种文本以及图形的方法来描述所需要的信息。将要有新的方法使用户可以指定或修改给出回答的格式和式样。未来的系统可以方便地生成新的数据集,并能跨越多个数据库来查询。查询系统的能力正在进行扩充,可以用方便易懂的方式进行复杂的查询。例如,在一个查询之前,可以有一个详细的查询说明书(很象一个子程序)。将扩充查询系统,使它能起典型的记者的作用。这些技术

的出现,当然有可能导致研制全新的计算机系统。

标 准 化

当越来越多的企业的数据置于以计算机为基础的系统控制之下时,当越来越多的工作场所(与家庭)直接具有信息处理能力时,就有可能出现通过协作产生新的价值的机会。这包括了数据共享以及通过远程读写或通过交换副本的方法来共享处理规程。没有必要在独立部件或系统一开始设计或设置时马上考虑这种协作关系。

这类协作关系是千变万化的,现在还远未定型。要考虑的情况很多,并不是在所有的场合下都需要查询所有的信息。一般,基本数据单位的表示(如字符、整数或实数)必须是一致的,否则一定要指出变化的情况。同样,记录与文件的格式必须是等价的或是可以相互转换的。办公室中与文本有关的应用要求能方便地处理印刷品,如页册、报告和书籍。在许多情况下,不仅需要传递并转换静态的表象,而且还需要调整至少是一部分可使用的操作命令的语义。

指定与查找数据,说明读取的授权与更新的权力,统一分配职责范围与管理全部并发程序的问题,这些的实现方案可采用各种各样的技术,而这就阻碍了共享的实现。看来很清楚,如果用户和制造厂商不在标准化上面花很大的力量,就不能获得最大的使用价值和使用的方便。这就带来了这样的问题,标准化可以搞到什么程度而不至于妨碍预计可以迅速扩展的作用与引入新的功能。

三、系 统 质 量

计算机系统的很多特色取决于组成系统的各个部分的相互作用的结果,而不是取决于单个组成部分的功能。在这里,我们试图

阐述一下某些属于这范畴中的更为重要的系统特色, 以及讨论一下在八十年代中为改进系统质量所面临的问题和要求, 这些特色是可靠性、保密性和价格性能比。

可 靠 性

部件的平均出错时间和平均修复时间在下一个十年中应该有实质性的改进。看来组成计算机的大多数物理设备的失误率正在下降, 软件的容错技术有能力处理许多遗留下来的问题。关于软件出错的前景并不如此光明, 因为软件的出错控制技术仍处于摇篮时期, 即使对每个交付使用的软件模块的出错率有了实质性的下降, 但由于所使用的模块数的增长快得无法真正地改善系统的可靠性。必须探索能更广泛地处理对硬件与软件二者都进行自动诊断的技术。当顾客转成在线操作时, 将需要更高的系统完整性与可用性, 而这些顾客将要求能广泛使用出错软化的设计。系统必须设计成能提供足够的信息来迅速地隔离出错部件, 并识别应该替换哪些部件。必须深入地研究并设计能远距离地维护和检修硬部件与软部件的系统。当系统的规模与复杂性增大时, 相互连结的部件数也增多了, 对系统某些部分的出错以及不能再继续使用的情况作出相应的设计变得更重要了, 而不能仅仅作为异常情况来处理。

**当系统的规模与复杂性增大时,
对作为可以预料到的出错情况
与不可用性作出相应的设计就
变得更重要了**

在以前, 若任一部件有故障, 整个系统就停下来, 直到故障部件被修复或人工地从系统上切除, 这样的设计是完全合理的。但对八十年代而言, 就不再能接受这种方案了。对远距离的相互连结的系统说来, 经常有可能系统的一部分不在工作, 或工作得不正常。

所设计的系统必须能处理这种情况, 并不管局部所遇到的困难, 保持这网络的其余部分能正常工作。在许多系统中有必要提供备用的部件与通路, 这样系统中部件的故障就可以不影响终端用户。

目前的系统在某些情况下只有重做整个处理过程才能克服故障所造成的影响, 不幸的是这种情况出现得太频繁了。特别是在经常不断地变化着的系统中, 如增加一些硬部件或功能以及修改应用的方式等。系统结构设计者在八十年代必须更加注意重新启动的问题。能不采用重新启动的办法吗? 如不能的话, 它能不能做得更快一些而不那末经常崩溃, 特别是对那些与出错无关或不受出错影响的那些系统部分及应用单位是否能如此?

保 密 性

人们对私人所有以及有可能误用数据库的关心程度迅速增长, 加上读写它们的能力与速度的增长和它们之间的公共数据连结关系的增加, 所有这一些因素都更强调了对系统所能提供的保密性、私人所有、完整性、使用权等诸方面需要有实质性的改进。尽管事实上有可能大量的对计算机设施的错误使用是由有使用权的用户自己干的, 对计算机系统的设计者说来, 最重要的仍然是给出公开而又合理的保证, 即已经采取步骤来限制利用精心策划的技巧成功地盗窃计算机与人们所存放数据的秘密的可能性。

最大的纯属保密性的问题是缺乏对用户所要求的保密性与私人所有的形式化的表达方法。目前现存仅有的高度发展的模型是用于军事上的保密环境之中(机密、绝密、必须知道)而没有必要用于商业使用的环境之中。在这种情况下所关心的基本问题是有使用系统和它的敏感性数据权力的人有可能乱搞一通。象保护环这样的硬件机构主要对发现执行中的错误是有效的, 可是对象维持保密性、