

国外微型计算机应用译文集

上海科学技术情报研究所 编

上海科学技术文献出版社

内 容 介 绍

内容主要有微处理机和微型计算机的应用概况,微处理机和微型计算机在生产过程控制、生产自动线、机床、机械手、轧钢、火力发电、仪器仪表、通讯、电视广播、实验室、医疗设备等方面的应用,以及应用系统的基本设计思想、注意事项和今后展望。可供计算机研制、生产单位和有关应用单位的科技人员、工人参考。

国外微型计算机应用译文集

上海科学技术情报研究所 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 13.75 字数 352,000

1979年8月第1版 1979年8月第1次印刷

印数: 1—15,000

书号: 15192·46 定价: 1.70 元

《科技新书目》133-104

目 录

1. 微处理机应用概观	(1)
2. 微型计算机应用的展望	(5)
3. 微处理机应用的注意事项	(9)
4. 微型计算机应用的基本设计思想	(13)
• 5. 控制计算机及其典型应用	(21)
6. 微型计算机在生产自动化方面的应用	(31)
7. 微型计算机在生产线上的应用	(35)
8. 微型计算机在工业过程方面的应用	(41)
9. 微型计算机在过程控制方面的应用	(48)
10. 微处理机对仪器发展和仪表设计人员的冲击	(56)
• 11. 微处理机作为一个仪器接口元件	(60)
• 12. 示波器和微处理机的结合	(65)
• 13. 数字处理接口给示波器带来了计算机的能力	(75)
• 14. 用微处理机控制数字读出的示波器	(82)
15. 一只快速微型计算机控制的导纳电桥	(89)
16. 微型计算机控制的集成电路测试仪	(93)
17. 微处理机用于数字集成电路廉价测试器	(96)
18. NI2001- 微处理机技术的一项应用	(102)
• 19. 微处理机辅助科学实验室实验工作	(108)
20. 微处理机在通信方面的应用	(115)
21. 微处理机在各种通信系统中的应用	(119)
22. 微型计算机在通信设备方面的应用	(126)
• 23. 微处理机控制的数字交换系统	(129)
• 24. 微处理机的非数值应用	(135)
25. 机床和微型计算机	(143)
26. 在工业机械手方面的应用	(149)
27. 微型计算机控制电子束焊接机	(156)
• 28. 微型控制器在钢铁生产过程控制中的应用	(160)
29. 化学过程控制用的微型计算机系统	(168)
30. 微型计算机在火力发电设备上的应用	(183)
31. 超声诊断用的一台微处理机空间定位系统	(191)
32. X 线诊断机自动控制装置	(202)
• 33. 用微型计算机的直接数字控制	(208)
34. 用示波器检测带微型计算机的装置	(214)

微 处 理 机 应 用 概 观*

〔摘要〕 微处理机已经成为电子设备设计工作者的重要工具。之所以如此,主要的原因是它们具有价廉和设计灵活等优点。本文叙述了微处理机的优点,介绍了以微处理机为基础的典型应用,并展望了将来的趋势。

当四年多以前第一台微处理机出现时,电子工业对它并不重视。然而,今天这种器件已经成为现代技术最热门的课题。当实际应用问题没有得到解决时,当然,很多技术突破还只是作为热门话题谈谈而已。微型计算机独特之处是其应用技术上的限制比使用它们的设计人员思想上的限制要少。因此,当愈来愈多的产品设计人员对微型计算机的性能变得更为熟悉的时候,新的应用项目便会以几何级数增加。

微型计算机发展方面最令人兴奋的局面,是在短短几年内我们已使其从实验室的珍品解放出来,在成千上万的产品中大量使用。大多数这种应用中,新的技术已经取代了过去用 TTL 逻辑完成的设计。然而,这种情况在微型计算机时代之前是不可能实现的。

微处理机的优点

为什么微型计算机能够适应各种新的应用?为什么它们能够打破以前在体积、重量、功耗和价格方面的限制?它们怎样使得新产品功能更加完善?

第一,微处理机是半导体集成电路集成度不断提高的结果。如图 1 所示,集成电路的复杂性每年几乎增加一倍。由于微处理机是比较新的装置,我们将可指望它们在很少几块硅片上集中很大的功能,因此,仅以最近的技术为基础,微处理机将有可能用比过去

的器件更少的数目去完成指定的功能。

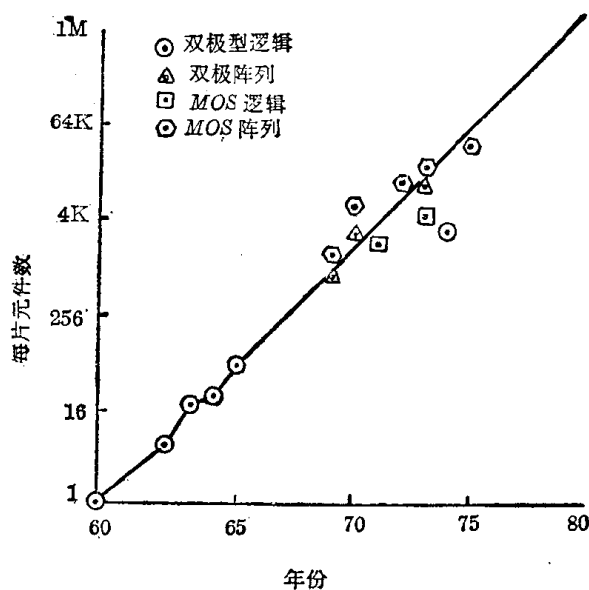


图 1 集成电路的元件数与其相应年份

还有,微处理机以程序逻辑代替硬布线逻辑。程序逻辑可以放入半导体只读存储器里,只读存储器结构很规则,且每个片子可提供更大的功能。已经表明,一个只读存储器能够取代许多标准的逻辑门。例如,一个 16,384 位的只读存储器与 100 个以上逻辑门的 TTL 集成电路等效。这样,基本的微处理机组件被建立起来了,只用少数附加的集成电路便可增加巨大的逻辑能力。如图 2 所示,由微处理机组成的系统的价格是 TTL 系统价格增长率的 15%。

从今天的价格以及电路的复杂性看,图 2 中的交叉点在 TTL 电路 30 到 50 这个范

* Proceedings of the IEEE, Vol. 64, No. 6, pp. 951~953, 1976. 何迺贤译, 须一平校

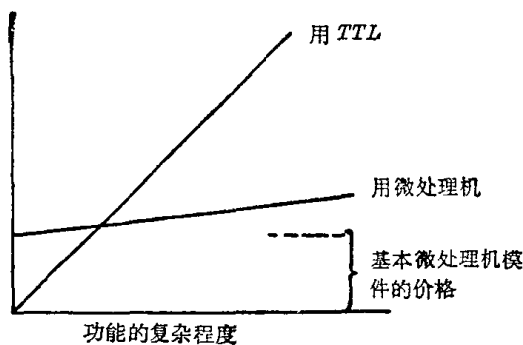


图2 以微处理机为基础的系统比TTL系统低得多的价格添加的功能

围之内。当产品产量很大以及当单片集成电路功能更多时，基本微处理机组件价格迅速下降，这个交叉点便降得较低。

尽管价格便宜这优点是重要的，但微处理机带给设计工作最重要的变化，是电子设备设计原理深刻的改变。在标准逻辑门的互连方面，过去产品所采用的逻辑技术已经被逻辑存贮于只读存贮器中的标准硬件的标准互连所代替。这办法允许设计人员在总的设计中一个很小部分放置几乎所有的产品逻辑。也就是说，逻辑是在少数几片集成电路中，而不在布线中分散于整个设计。逻辑互连仅用很少几个元件，设计的灵活性极高。

上面所有这些情况带来了下面以微处理机为基础的体系结构的七项最基本的优点，这超过他们的随机逻辑相应的优点。

(1) 产品的制造价格一般比较低，事实上，假如我们重画一下图2，可以得到如图3一样的曲线，我们将看到，典型的、用微处理机组成的系统其成本等于TTL的60%~20%。

(2) 最初研制的时间短和价格比较低。一个熟练的设计组可节约设计时间大约2/3左右，若手段进一步改进，设计周期还可继续缩短。

(3) 其结果是产品能够较快地供应市场，并且与市场的需要更加紧密联系。这样，在夺取和扩大市场方面，又提供了一种重要手段。

(4) 其固有的灵活性使得能够对市场竞争的压力迅速作出反应，从而大大延长产品的寿命。

(5) 可以以合理的价格提供更大的功能。这使得以同样或更低的价格更好地使产品实用化。

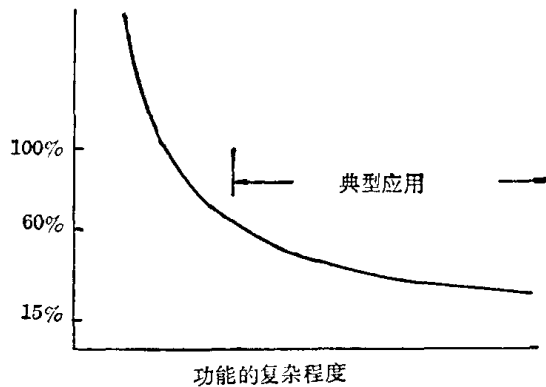


图3 由微处理机构成的系统同以TTL电路组成等效系统的成本百分比

(6) 微处理机系统元件数目比较少，因而提高了产品的可靠性。

(7) 如果仍然发生失效现象，可用一台微处理机来对产品进行自诊断，从而大大地减少了维修费用。

目前的应用情况

观察微处理机种种应用的方法是看一下它在工业范畴的应用情况，如图4示出的一样，我们发现，仪器仪表，工业控制，以及宇宙航行跑在所列各项应用的前面。然而，很多实际应用通常都是跨越工业范围的。看一下它执行工作的类型以及它与过去所采用的方法的关系，便可更多地了解。

取代TTL电路结构和应用不足的小型计算机占到微型计算机目前应用的60%~70%。因此，我们发现它们集中在如数据汇集终端，办公设备，事务机器，计算器，销售点(POS)终端，以及各种数据通信设备等这些产品之中。甚至在所取代的许多应用中，我们正在看到产品发生变化。如图2所示的，

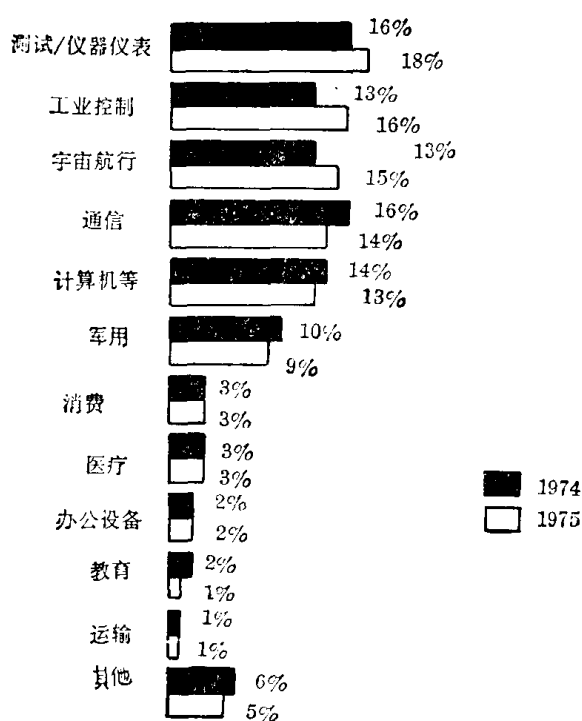


图4 微处理机在工业方面的应用

由于增加功能所增加的价格对整个由微处理机组成的系统来说是很小的。因此,附加比过去的设计技术更大的功能有增加的趋势。这种趋势在仪器仪表领域是最显著的,在那里,日益成熟的产品正找到它们发展的市场。例如,仪器仪表制造商正找到附加诸如远程控制,程序可控性,改进读出,以及使用对产品价格冲击很少的外部接口的实际应用。这趋势对所有仪表,包括那些电子实验室仪表,医用仪表,物理分析仪表以及各种其他科学设备仪表都是很实在的。

微处理机逐渐用于各种产品之中,在那里,以前由于作业可以通过机-电装置进行,因此是不用电子设备的。例如,微处理机正被用于控制交通线,各种仪表,电梯,以及鸡尾酒(Cocktail)的混合。可以期待,如果微处理机的价格低到3~5美元的话,现在用机-电技术来实现的许多工作将转让给微处理机。在10年之内,微处理机的价格降到这个范围是完全可能的。

最后,这技术可以不断增加应用项目,而这些应用在几个月之前全都是不能做到的。

例如,用于缓慢减压的计算机现在已经存在,它增加了深海潜水者的安全。眼睛自动检查设备能够分析反射的激光图像,并可以测定各种眼睛的异常情况。已有许多帮助有缺陷的人的方案,包括一个微型计算机控制的系统,该系统可以合成通过声音延迟打印在键盘上的文字。最后,世界上至少有一种高级燃料的赛车,其硝基甲烷和乙醇的燃料混合物是动态控制的,其他马达的功能,例如多火星点火就是这样的。微处理机也控制复杂的关闭程序,这种程序用惰性气体代替燃料混合物,以防止马达爆炸。

应用趋势

就现在的应用和不远的将来而论,将来的趋势有如下几点:

(1) 随着新的以微处理机为基础的产品的出现、原来的产品将迅速得到改进。

(2) 以微型计算机技术为基础的分析仪器数目将激增。这些仪器的复杂性将惊人地增加,同时,简化了操作员的操作。

(3) 家庭中无疑会有微处理机,它们将控制我们生活的许多方面,如各种器具,温度,照明和安全。

(4) 招待会将成为微处理机一个主要应用领域,复杂的实时娱乐设备将进入起居室。

(5) 将大力进入运输领域。微处理机将在许多运输工具,如汽车、火车、飞机,及船舶中出现。此外,交通控制中的设备运行控制和卡车一样将越来越依赖这项新的技术。

(6) 在过程控制及其他制造工作中,如库存管理,数据采集中将发生一场重大的革命。

(7) 在通信组件中,微型计算机的应用将继续增加。它们将可能成为更加复杂的交换系统,倍增器,误差检测和校正电路以及编码(encryption)设备。

简言之,微处理机将不断扩展到日益增

加的新产品中。尽管从它们出现算起仅仅只有四年多时间，然而微处理机目前已出现在几千项产品中。要不了几年，它们将从几千项增长到几百万项。

而且，象我们能够很容易看到的一样，微型计算机正在迅速地脱离单纯的技术应用，并正在迅速地进入门外汉的日常生活之中。在八十年代末，微处理机将进入日常工作之中，象货物的购买，疾病的医疗，家务的处理，汽车的驾驶，以及空闲时间的利用等等。事实上，微型计算机的潜在应用是如此之多，以

致于要正确地预言我们将来将会看到那些新的应用几乎是不可能的。其前景方面，就其在广泛的驱动设备产品线上的应用情况而论，可认为微处理机好比是分数功率马达。当然在分数功率马达应用的早期，任何人也不会认为在某一天我们将会用这装置来刷牙齿。

同样，任何时候我们都不可能用微处理机来刷牙刷，但是，许多今天难以想象的应用明天则等待着我们。

微型计算机应用的展望*

现在微型计算机已经成为一个独立存在的电子系统,并在很多电子产品中得到应用。它们可用大约 15 家半导体厂商的微处理机和存储器来制造。在三年多以前就已经着手生产某些简单的微处理机了。而且一些非半导体厂商还生产了一种与微型计算机功能不相上下的模块化的小型计算机。

在未来的五年中,微型计算机在性能方面的进步将达到小型计算机的水平。而且同时在售价上保持其竞争力。然而它们将不能有效地与小型计算机去竞争,但它们将开辟一个小型计算机无法担当的新的特殊的应用领域。在这些新的领域中私人用户、通讯以及工业部门将代表其最大的未开辟过的市场。但要进入这些市场必将不是轻而易举的。

微型计算机是什么?

微型计算机是一个围绕着一个微处理机建立的,并使用现代计算机结构、编址存储器、算术运算和指令定向逻辑控制的一个小数字子系统。某些微型计算机制造商主张:一台微型计算机应是“在一块基片上的计算机”,因而其售价为 50 到 100 美元,这种看法将把设计引入歧途。因为这样的一个基片不可能是一台完整的计算机,而仅是一个中央微处理器。为了发挥作用,一台完整的微型计算机要求有附加的基片作为读写以及只读存储器,输入/输出译码器、时钟脉冲发生器,地址分类,控制和中断逻辑和数据缓冲器,甚至在一块印刷电路板上的装配和检测,电源和外壳等,而且还要加上软设备的价格。今天一台完整可用的微型计算机的总售价至少

要比微处理机片贵一个数量级,因此现在生产的微型计算机不是 100 元而要贵 10~20 倍。

存储器是微型计算机中最贵的部分,它一般由大约 80% 只读存储器和 20% 读写存储器组成。为了台式化,大多数只读存储器 (ROM_s) 它是可编程序只读存储器 (PROM_s)。一般宁愿要只读存储器而不要读写存储器,因为它们的存储是不破坏的,而每位的价格也较为便宜。

今天微型计算机中所包含的存储器标准价格比中央处理机要贵 7~15 倍,即存储器占微型计算机价格的 70% 而微处理机则占大约 5%,其它有关的设备占 25%。

与一台小型计算机的复杂性相类似,一台微型计算机由硬件和软件组成。随着时间的推移,硬件的价格将下跌,(正如半导体存储器和逻辑的价格过去几年来几经下降的情况那样)而软件的价格则将提高。这是由于预期劳动力支付代价及其系统的复杂性将提高的缘故。对于微型计算机能力的线性上升,软件的价格将指数地提高。硬件售价下跌和软件售价上升的比率将决定整个微型计算机系统价格的趋向。

典型结构

大多数微型计算机的结构遵循经典的通用计算机的结构,因此它由四个程序段组成:算术运算、控制、存储和输入/输出,另外再加上时钟。计算器、小型计算机和微型计算机包括这四个相同的程序段,虽然只具有有限定

* Proceedings of the Technical Program, International Microelectronics Conference, pp. 213~215, 1975. 孙椿海译,凌燮亭校

的存储器。

微型计算机将来主要结构的变化将遵循位片的途径。这里一台微处理机组装将仅包含一个字的一位或两位而不是今天普通使用的四位或八位组装，这个结构将更好的利用今天半导体技术的优点来进一步改进其灵活性和速度，另一方面它将相当大地增加所要求的软件的复杂性和多用性。

一个低档的半导体微处理机加上一些存储器可以用作计算器。微型计算机许多私人用户方面的应用，如用于家庭娱乐的产品和设备等方面，将使用和小计算机相比更象计算器的特殊的计算机。

应用——现在代替随机逻辑 将来则是全新的应用

在微型计算机市场的发展中有三个阶段：第一个阶段是微型计算机代替随机逻辑，第二个阶段是在那些使用小型计算机计算能力有多余的地方用微型计算机来代替小型计算机，第三个阶段是微型计算机进入全新的应用。在这方面用随机逻辑或小型计算机在经济上是行不通的。微型计算机潜在的应用可分为如下三个方面：

(1) 用来代替硬联接的随机逻辑，以把现存的系统升级或加上一个系统的程序性。这是当今主要的应用，但在今后数年中，这种重要性将会消失。

(2) 由于小型计算机的计算能力有多余，因此对它的需求将下降。如图 1 所示这种应用在数量上是最不重要的但在经济上是重要的。

(3) 今天由于价格、大小、重量或功率消耗的限制，因此在早先几乎没有考虑新的运用，但在今后几年中这种应用将成为微型计算机市场主要增长的方面。

在今后数年内，这三方面的应用发展(见图 1) 说明了今天所出售的大部分微处理机

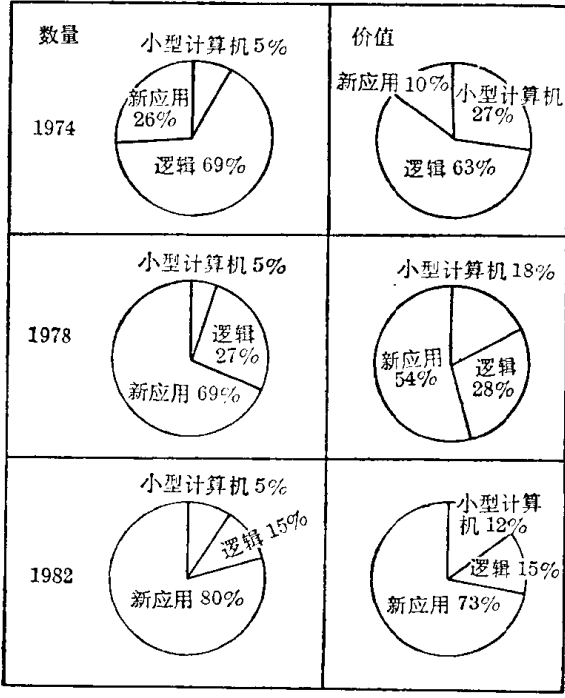


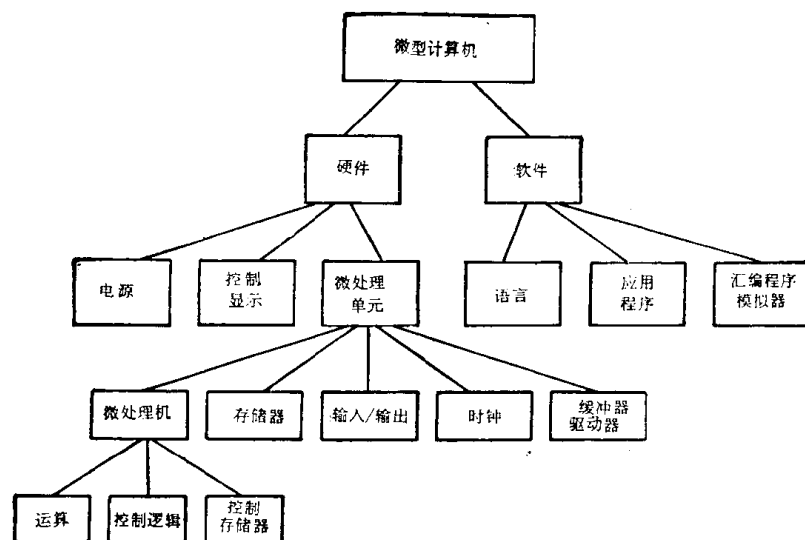
图 1 今天大部分出售的微处理机应用在代替逻辑上，而将来在全新的应用中，它们的大部分将用来构成微型计算机

将代替随机逻辑，到 1978 年它的主要用途将进入全新的领域，而代替随机逻辑将降至 27%，对小型计算机的替代总量将仅为 4%。

如果考虑经济价值而不是微型计算机的数量，那么将会呈现略为不同的展望。到 1978 年新的应用将占总数的一半以上，而用来替代小型计算机的微处理机的价值将下降为 18%，用来代替随机逻辑的微处理机的价值则降为总量的 28%。

通过字长来考查微型 计算机的应用

微型计算机具有两个主要的功能：数据处理应用和数据控制应用。前者要求有较多的程序和数据的存储，而控制应用则一般使用微程序并要求比较小量的存储器。在数据处理应用中，所用的存储器主要是读写型 (R/WM) 存储器，在控制应用中，主要是只读型存储器 (ROM)。数据处理系统是按字节组合的，控制系统是按位组合的。



微型计算机的整体

图2 微型计算机中硬件和软件的分级结构。今天来自一些半导体制造商的基本微处理机(由算术运算单元、控制逻辑和控制存储器组成)

考察微型计算机的另一个方法是通过字长来进行(见本文附表),字长越短则这个系统越是适应慢速的控制功能的系统,字长越长则越能适应于数据处理或开关功能的系统。下面是引起从更短的字长(4位或更少)到更长的字长(16位以上)间移动的其他趋向。

(1) 需要更快的执行速度,因而产生对双极型微处理机的要求。

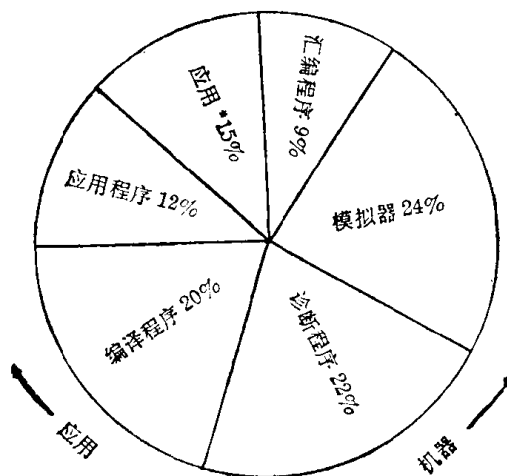
(2) 微型计算机价格的下降作为系统总价格的一个百分数。

(3) 计算能力随字长而增加,因为每一个字能储存更多的数据和更多的指令,其价格也随字长而增加,然而短的字长不能有效地使用存储器以储存数据和程序。因此除具有最简单的应用外,它们可能完全失去价格上的优点。

由于微型计算机的字长与小型计算机相比是相应地短的,除了可对部分存储单元直接寻址外要对全部存储单元进行寻址几乎是行不通的。因为还要被指令或数据占用一些位。多字长指令则允许有更多的位来直接寻址。

由于最基本的考虑是以又实用又少的内

循环把数据从输入送到输出,对于高速开关应用(开关,多路传输、集中、缓冲等)16位是可取的。数据本身可以是仅为8位,但是指令至少得有16位长,同时处理二个8位字节。



软件分配 (1982)

*仅为特殊的微程序

图3 到1982年时,主要软件之间的成本将下降,今天基本汇编程序和模拟器受到很大的重视,由于技术的成熟,投资将转移到诊断程序和编译程序方面。最后使用者的实际应用和特殊的微程序将代表主要的投资

表1 由字长所安排的微型计算机的应用领域

字 长	按功能的普通分类	低 性 能 设 备	中 性 能 设 备	高 性 能 设 备
4 位	计算器和控制	袖珍计算器 商业计算机 资料数据终端 交通控制 过程控制 数字控制 家用招待 自动机 设备装置 火警、盗警	科学计算器 数据输入 现金出纳 标记阅读器	
8 位	通讯和控制	计算器 医疗用病员监护 环境控制 比赛用计算机 印刷	商业终端 通信设备 计算机系统 计算器 电动开关(POS)终端 外围设备控制 数据系统 仪表	实时工业 通信系统 过程控制 绘图工艺 数据终端 专用控制器
12 位	数 据 处 理	计算器 字码处理 医疗电子学	通用控制器 外围设备器件控制器 (卡片阅读机,软磁盘等) 仪表	仪表 军事通讯和导航
16 位	小规模科研和 商 业 程 序		独立现金出纳 机床控制 数据终端 通讯设备 测试系统 外围设备器件控制 分散处理功能	实时工业 军用通讯和导航 过程控制 绘图工艺

在微型计算机具有预见的市场影响前,微型计算机厂商和使用者(初始设备制造或后期设备使用者)之间必须弥补相互间的一个空隙,制造商和用户两者都必须认识到相互间的问题,当选择其系统结构时,制造者必须估计使用者对软件的需要。他必须增加他

必须给予的支持。同时,使用者应不再低估软件的复杂性以及过高的估计硬件。

其间,为了弥补这一空隙的特殊目的,将建立许多小公司,同时把微型计算机技术用来解决新的应用问题。

微处理机应用的注意事项*

三年前当我刚听说微处理机这个名称时,我怀疑这种新型装置是否象销售商所宣传的那样具有革命性的意义?看了两篇销售商的介绍后,我才了解微处理机能为我做些什么。我发现正如所期望的那样,微处理机能替代大量的随机逻辑部件,并大大缩短设计时间,使得过去难以对付的任务,现在绝大部分工作只需一个人就能完成了。微处理机设计上的多方面的适应性,使得一个设计良好的系统日后稍多化一些费用就能获得许多附加的特点和功能。因此使我相信只要增加少许软件,我的系统就能进行任何工作。值得庆幸的是,在绝大多数情况下这种信念是现实的。

设计微处理机需要大量资料。为了了解其特性,使工作更有成效,现有的经验是十分重要的。在这些方面,我不能给读者以任何帮助,但能向读者保证,我已经发现在新的设计中收到的效果将是巨大而快速的。我试图做的是,把我在每一项微处理机任务中所采用的设计标准作一个介绍和评价,以便帮助读者应用他们所取得的新工具。

设计标准的选择

以下几点考虑可用以在微处理机设计中建立一套设计标准。1. 硬件最简化;2. 软件最简化;3. 处理速度、系统吞吐能力;4. 程序调度大小、成本。第1、2、3项是密切相关的,并且优化方法变化很快。而第4项尤其是程序调度,可能是最主要的设计标准。例如,目前我的设计任务是在有相当严格的调度限制的条件下赶出一个实用样机。在这项工作中,选用 Intel 8080 并非因为它是该项

目的最佳选择(虽然也可能如此),而是由于第4项标准的原故。我有一套 Intel 8008 的设计,可以容易地把它提高等级,在这上面采用现有硬件,就能发展和展示一种系统的构思。当这种构思证明是可行的之后,它接着就可被提高等级了。这里,如同在其他许多工作中一样,如果对你的产品进行最佳设计,使得上市太晚而失去市场岂不前功尽弃,相反,一旦市场有了保证,然后再重新设计,从进一步缩小体积,降低成本,我看这样似乎更为有效得多。

使硬件减到最少

由于多种原因,硬件必须减到最少。这些原因包括成本、可靠性、封装尺寸、销售吸引力(精巧的比复杂的更有销路)等。然而,也有不把硬件减少到最少的理由。如果组件尺寸不受限制,你就不会想用一个大規模集成电路(LSI)组件来抵几个价廉的中規模集成电路(MSI)组件,以致成本提高。同时硬件最简化会增加对微处理机的要求并使重要的多用性方面受损失。一个典型的例子是在与电传打字机的配接中,你可采用一个通用异步接收传输器(UART),在这方面,Motrola 与 Intel 有一种是直接与各自己的微处理机相配接的,或者可以让微处理机负责全部的定时作用。让微处理机承担全部工作是比较经济的,但这样需要更多的软件,并且在传送和接收时还要占用微处理机,在有必要时通用异步接收传输器则可代微处理机分担一些要求,并能允许更高的波特速率(1波

* Proceedings of the Technical Program. International Microelectronics Conference, pp. 200~203, 1975.
叶京生译,吴振惠校

特=1 二进位/秒)。决定可能是不明确的。

使软件减到最少

这项设计标准可能是令人费解的, 因为如果软件最简化的结果既不能节省硬件又不能提高处理速度, 那本身就毫无价值。为了实现硬件最简化, 须将程序的规模缩小至更小一档的只读存储器 (ROM) 的界限内。这需要节省 1 个到 N 个字节, 其中 N 为只读存储器的容量, 可能是 256, 512, 1K 或 2K。

当只提供 256 个字节的 ROM 时, 设计者有可能节省一个 ROM, 但若用 2K 字节的 ROM 来说, 节省一个 ROM 的机会很小。在我最近的一项设计工作中程序量为 5K 字节, 我试图进一步将软件减到最少, 发现只能节省大约 60 个字节, 使我确信这种优化的价值很小。我也常常碰到这样的情况: 使软件一开始就减到最少, 并假设各寄存器预置在进入一个子程序, 我已增加了调试时间, 但只能节省一条或二条指令。如果对软件优化能使处理速度达到最佳值, 那这就是值得追求的目标。不幸的是, 软件最简化往往降低处理速度。

处理速度

处理速度在实时应用方面是一项重要的标准。一般地说, 要提高系统处理速度, 必须增加外围硬件或程序的规模, 或两者同时增加。因此确定每项任务所需要的速度是十分重要的。例如, 键盘扫描程序不需要毫秒级的响应速度, 因为人的介入没有这样快。为此我故意为键盘扫描编写了能达到最高处理速度的程序, 于是得到了一个不能抑制按钮抖动的程序。

当你使处理速度最佳化时, 复杂性是主要的敌人。一般来说精心编制的程序能优化程序的大小而不是吞吐能力, 这是我在这一

节中所关心的问题, 编制简练的程序的主要工具是条件调用和条件转移指令, 以形成循环。但循环程序比一系列的程序慢得多。图 1 就表明了这一点。方法一较方法二在简洁方面要差得多, 通用性也差, 而且程序较长, 但执行时间要比方法二快三倍以上。

增加硬件也能提高处理速度并且又能缩小程序的规模, 其原因是增加专用的硬件把智能从软件移到了硬件, 因而降低了对软件的要求。图 2 就说明了这一点。专用的并行输入串行输出 (PISO) 移位寄存器允许吞吐能力提高一倍, 并能减小程序的规模。

概念上一些简单的改变可使性能发生巨大变化。图 3 表明两种产生时钟脉冲的方法。在方法一中是通过先输出一个“1”, 然后输出一个“0”来产生时钟脉冲的, 方法二直接采用微型计算机逻辑内部的选通脉冲线。这使程序量减小到原来的 $1/6$, 速度提高三倍。

综合举例

以下是一个典型设计工作中的一个简化的例子。我需要一个用于军事化通讯装置的低功率、小尺寸的字母数字发光二极管 (LED) 显示器, 鉴于通讯装置所要求的尺寸和计算的需要, 因此选择了一个微处理器 (Intel 4004) 作为系统的核心部分。我们发现 4004 不能直接进行实时显示, 故决定附加硬件使显示能自行更新。又发现不是象通常那样地采用一个外部字符发生器, 而是将字形信息存于程序只读存储器 (ROM) 中, 使接口到显示器是串行视频数据脉冲, 这样对节省硬件比较有利。由于选通脉冲位于内部, 输入输出是自由的 (可在只读存储器 ROM 和随机存取存储器 RAM 片上利用), 采用图 3 方法一产生时钟脉冲。如图 2 方法一, 用累加器循环移位指令来建立串行信息流。采用如图 1 中方法一的循环程序使软件最简化。对一个 64 个字符的显示器, 装入时间为 500

代	码	说	明	代	码	说	明
	LBI 8	启动寄存器 B=8			OUT ××	产生一个时钟脉冲	
循环	OUT ××	产生一个时钟脉冲			OUT ××		
	DCB	寄存器 B 减 1			OUT ××		
	JFZ 循环	重复循环直至寄存器 B=0			OUT ××		
					OUT ××		
					OUT ××		
					OUT ××		
					OUT ××		
方 法 一				方 法 二			

图 1 简洁与速度的比较

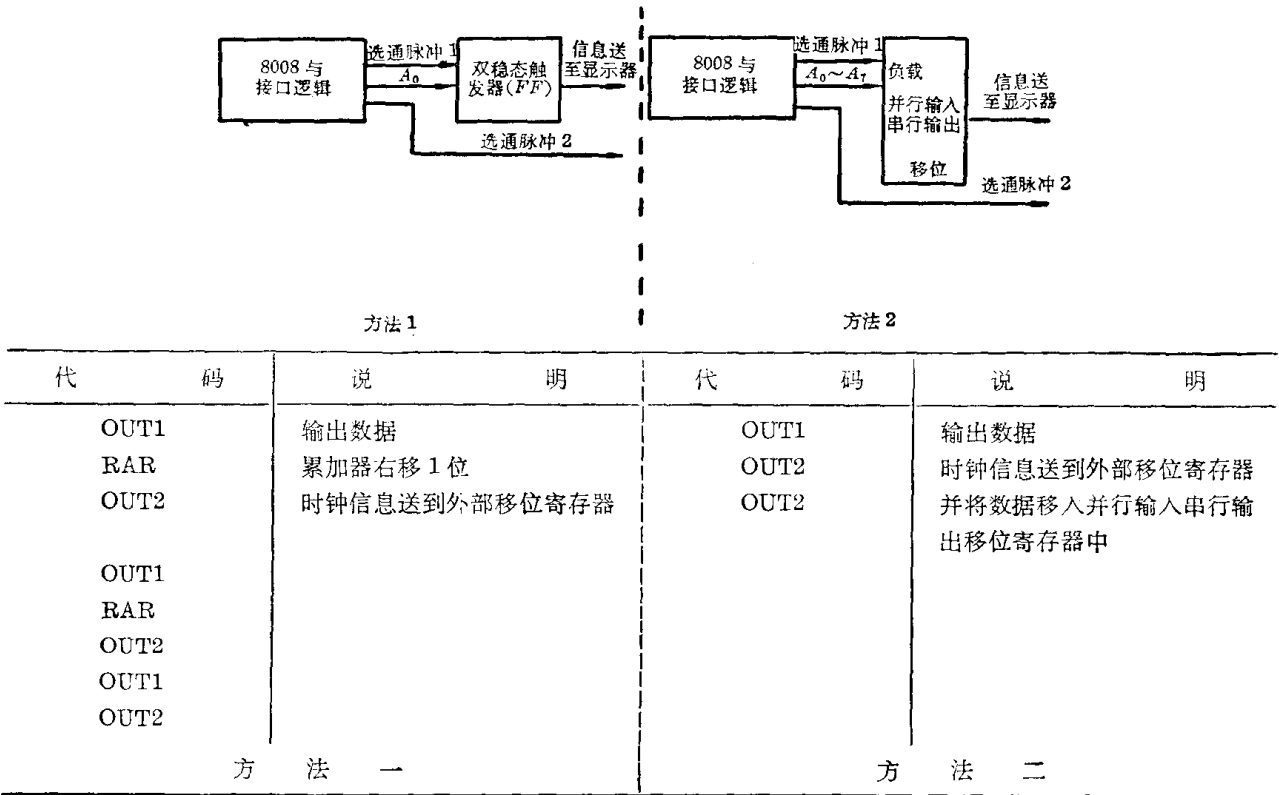


图 2 软件与硬件执行过程的对比

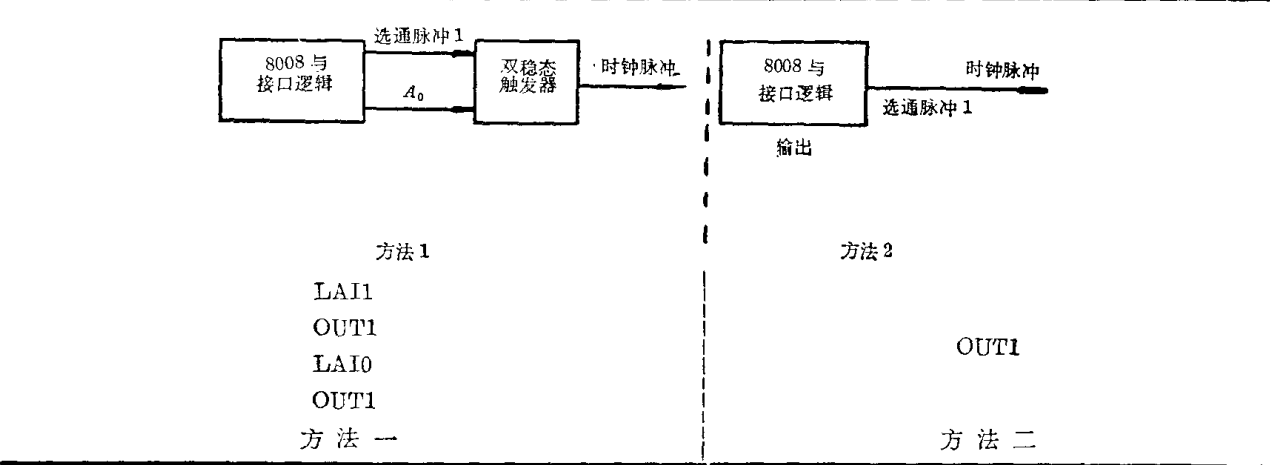


图 3 时钟脉冲的产生

毫秒——这一速度虽慢但是能满足要求。

对下一个系统来说采用 8008 是有利的,因为它易与更大的随机存取存储器 (RAM) 相配接,并对我公司的其他用户具有更广泛的吸引力。采用最小的调度方法把 4004 软件直接变换成适用于 8008,此系统的装入时间为 900 毫秒,这个速度对这种用途是不能满意的。装入时间增加的原因是:虽然 8008-1 的周期时间同 4004 相类似,但平均每条指令需要两倍的执行周期。通过采用图 3 方法二来实现新的时钟,用图 2 方法二新的数据串行以及图 1 中方法二那种高效率的编码技术,我就能将装入时间减小到 200 毫秒,这是相当大的改进。

我的最新系统是 8080 的不断改进,在增加指令系统的通用性和硬件最简化方面比速度的提高更多。但由于速度提高使我能够回复到 4004 的方案,因为对这种应用来说,我更关心的是把硬件减到最少,而不是提高速

度,我期望如果这样做我能够节省更多的硬件和软件,并比原先的 8008 设计在速度上还能有些改善。

结 语

本例和本文的重点是:每个新的微处理机和每项新的设计任务都对我们提出新的要求,提供新的工具,固定的答案是没有的。对于每个新的项目,我们的标准将随之而变。我发现第二代的微处理机(Intel 8080, Motorola 6800)确实大大简化了我们的工作,以致实际上只留下了一个标准,即尽可能最快地完成工作,只有,仅仅只有在时间许可时,再进一步优化。但是对这些微处理机的新能力来说,我断定将会找到新的应用来充分发挥他们的作用,所以老的优化标准仍将是重要的。

微型计算机应用的基本设计思想*

前 言

在微型计算机中,把由一块乃至几块大规模集成电路 (LSI) 芯片构成的中央处理装置 (CPU) 称为微处理机,在它的周围再加上各种存储器、输入输出接口电路、各种外围设备等构成计算机式的机器称为微型计算机。不过仅仅称为微处理机时也指一般的用微程序方式处理的装置。此外,在具有上述微小 CPU 这个意义的微处理机中也有微程序方式的处理机,这种说法就变得更加混乱了。但是,在此特意想要区别微型计算机和在微小 CPU 这个意义上所称的微处理机(下面只限于这种意义),因为微处理机比起按所谓计算机的形式所使用的机器来,它大多是装到各种机器内的以不象计算机的形式出现,因此本文的题目与其说是微型计算机应用莫如说是微处理机的应用也许更恰当。

在应用微处理机时,首先一个重要问题是要考虑一下微型计算机或者微处理机在和小型计算机等其他高档机比较时它本身的特点。这些特点如下:

(1) 比起独立的计算机来,它可以作为系统组件装在系统中,以代替以往的布线逻辑电路。

(2) 编好的程序通常存于 PROM 中固定起来,用这种方法准备一些 PROM 中的程序及数据稍经改变的新的 PROM,这样就可以生产出多品种少批量的机器。不过, PROM 作规定以外的变更,一般是比较困难的,所以需要充分保证程序的合理性,应该做到做好以后就没有必要再变更了。

(3) 在整个系统的电路中, CPU 部分是

很小的,费用上所占的比例也不大,因此,与其试用复杂的中断处理和多重程序还不如使用多个 CPU (如每一个过程(任务)用一台)更为有利。有的场合 CPU (特别是 4 位的)索性用普通的。

(4) 作为硬件的存储器、接口电路、接插件、印刷电路板、机壳、电源等 CPU 以外的部分,其费用和体积大小都是重要的指标。特别是存储器的费用在整个系统中往往很高,所以要选择存储器用得少的应用。

(5) 编制和检查程序,除了极其简单的以外一般需要用稍高一点的计算机,目的是可以使用除微型计算机以外的高级点的计算机上使用的软件。另外,在把程序写入 PROM 时还需要 PROM 写入器。

(6) 如果有电路设计方面的工具和电路所需要的零部件,则由一般人也可以自制计算机。最近出售了一种适合业余爱好者的成套元件。

微处理机的选择

在应用微处理机时,最重要的选择要算是采用什么样的机种。随着微处理机品种的增加,选择起来更日益困难了。另外,特别要提到的是 LSI 的价格在很大程度上要受生产数量和生产厂所左右,所以不可能简单谈论价格性能比。其次,在选择 CPU 片子时还有如下问题:

1. 字长

选 4 位、8 位、12 位、16 位或者选其他

* “情报处理”, Vol. 17, No. 4, 1976 年, pp. 289~296
陈宗奎译, 李毅校

位数要由使用的目的，特别是所要求的处理速度所决定。字长越短的 CPU 价格越便宜，不过进行同样的处理所需要的程序步要增加，这就有可能要增加存储容量。一位一位的处理十进制数最好用 4 位的 CPU，八位八位(一个字节)的处理文字最好用 8 位的 CPU 这是不用说的。需要高速处理时或者即使用 12 位或 16 位也不够时可用用户微程序方式(如英特尔公司的 3000 系列等)的几片双极型 CPU，但是这需要有写微程序的能力和检验微程序的设备。

2. 内存容量

在一般的应用中，程序即使是做成存在 PROM 中，还需要有存储可变数据和地址的随机存取存储器 (RAM)。不过，在必需存入的可变数据非常少的应用中，不用在外部特意加 RAM，希望只要用 CPU 的内存即寄存器及内部迭式存储器(存有效地址和数据的地方)。在这样的应用中最好用寄存器和内部迭式存储器容量大的 CPU 片子。希望今后的 CPU 的内存容量再大一些。

3. 第二个来源

在半导体生产厂的相互关系中，所谓第二个来源，是指另外一个生产厂和某厂订立正式契约以后，生产和该厂最先出售的芯片同样的芯片，或者不签订契约照样出售这种芯片，这时另一个生产厂就是第二个来源。有无这样的第二个来源很重要，一般认为有第二个来源最好。因为半导体产品市场是一个竞争激烈的世界，即使是重要的生产厂也常有倒闭的危险，如果从用户方面来看，能从几个厂家买到相同的产品是最好的，另外，若是外国的生产厂还有断交等原因引起禁运的担心。作为参考，表 1 为第二个来源的几个例子。

不用说，第二来源成为实际的问题是在大量应用时。在这种场合，即使外部规格完全相同，芯片要能真正调换就需要充分研究其电学特性是不是还一样。

表 1 微处理机的第二个来源

英特尔公司... 8080	{	日本电气、三菱电机
		德克萨斯仪器公司
		美国微器件公司(AMD)
[此外,软件方面还有科姆斯特公司的 M-8(微程序方式)]		
英特尔公司... 4004	{	国家半导体公司
		日立公司
仙童公司...莫斯特克公司		
F-8		
莫托洛拉公司... 6800	{	美国微系统公司(AMI)
		日立公司、富士通

4. 微型计算机的成套元件

在装成实际的系统时有一个要选择的问题，就是要决定是由本公司自己从 LSI 芯片开始布线呢？还是从已经布好线的 CPU 插件板、存储器插件板、接口插件板那样的电路插件板(印刷电路板)开始呢？如果是采用后面一种方法，组成特定机种所用的部件是否容易买到这是很重要的。

现在，国内外各种大小工厂已出售各种插件板，其中最好的是由美国 MITS 公司出售的适合于非专业人员使用的 ALTAIR8800 (用于组装英特尔公司的 8080)。在加利福尼亚等地成立了这种业余爱好者的俱乐部，常常召开发表研究成果的大会。这在扩大计算机技术人员上是一种不可忽视的趋势。日本也提出了微型计算机星期日工作中心的建议，但不大容易实现。

5. 软件开发的支援体制

微处理机即使作通常的计算用，从费用来考虑开发一套程序也是应用时的重要工作，所以在选择 CPU 芯片时，需要考虑软件开发的支援体制具备与否。这不一定限于半导体生产厂提供的软件，对各种人和用户的教育、软件开发的工具、程序库等应该考虑的东西很多。

还希望有测试硬件的设备。PRO-LOG 公司的系统分析器 M-821 (用于检查英特尔公司的 8008) 就是这样的一种测试设备。它