

全国高等教育自学考试应试指导丛书
中国计算机函授学院图书编写中心 组编

计算机及应用专业
(本科)

计算机系统结构 自考应试指导

李学干 主编



南京大学出版社

中国计算机函授学院图书编写中心 组编

全国高等教育自学考试应试指导丛书

计算机及应用专业(本科)

计算机系统结构自考应试指导

主 编 李学干

南 京 大 学 出 版 社

0711870

中国计算机学会团体标准

内 容 简 介

本书是为参加全国计算机及应用专业(本科)《计算机系统结构》课程考试的考生编写的辅导教材。该书分两部分:第一部分围绕自学考试大纲对各章的考核内容及知识点进行了全面的讲解。通过对每一章所含的习题和题例进行的分析和解答,以及配套的大量自测题与参考答案,可以帮助考生加深对该课程内容中知识点、重点、难点的领会和掌握;第二部分提供了两套历年试卷与参考答案。

本书对考生复习和顺利通过该课程考试将会有大的帮助,是必备的参考书。同时,该书也可用作其他人员学习计算机系统结构的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机系统结构自考应试指导/李学干主编. —南京:南京大学出版社,2001.7

ISBN 7-305-02183-0

I.计... II.李... III.计算机体系结构—高等教育—自学考试—自学参考资料
IV.TP300

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 034613 号

书 名 计算机系统结构自考应试指导
主 编 李学干
丛书主编 牛允鹏 胡学联
责任编辑 王 勇
出版发行 南京大学出版社
地 址 南京汉口路 22 号 邮编 210093 电话 025-3593695
印 刷 合肥学苑印刷厂
经 销 全国各地新华书店
开 本 787×1092 1/16 印 张 13.25 字 数 318 千字
版 次 2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷
定 价 19.00 元
ISBN 7-305-02183-0/TP·213

声明:(1)版权所有,侵权必究。

(2)本版书若有质量问题,可向经销商调换。

组编前言

国家教育部考试中心于2000年开始,正式执行自学考试新计划,同时使用新编的大纲和教材。

为适应新调整的考试计划及密切配合新大纲新教材开展自学辅导,中国计算机函授学院利用多年积累的自考教学辅导资源和经验,全面系统地剖析了本专业各门专业课程新大纲和教材的内容体系,重新组织编写了一套“全国高等教育自学考试计算机及应用专业应试指导”丛书,推向全国,以满足考生之急需,适应社会之需要。

这套丛书堪称“通关必读”,其主要特征是:

首先,担纲编写应试指导丛书的作者基本上都是该专业全国自考指定教材及大纲的主编。

其次,自考应试指导丛书的作者,都在书中融入了自己多年从事该专业自考教学辅导的直接经验。他们既是本专业的教授,又是自考辅导的专家,二者集于一身,有些作者就是当年在中央电视台担任自考辅导教学讲座的教授。

最后,精心组织、细心筹划、用心编撰,是这套丛书的又一质量保证。

编写该套丛书的指导思想是,切实解决考生自学应试中的三个问题:

(1)在自学过程中起到答疑解惑作用,帮助考生顺利阅读、掌握教材内容;

(2)帮助考生抓住课程重点、难点,不入迷津;

(3)帮助考生理清课程主线,建立清晰的知识结构体系,在掌握知识点的前提下,沉着应战,顺利过关。

较之其他专业而言,计算机及应用专业自学考试是有一定难度的,因此,请一位好“教师”,找一位好“辅导”,尤为重要。这套“自学考试指导”丛书,可望成为你攻克一门又一门课程,克服一个又一个难关的良师益友;帮助你扫清学习中的障碍,增强你的必胜信心,伴随你走向成功的彼岸。

我们真诚地为计算机及应用专业的广大考生奉献这份精品、真品。愿广大考生早成夙愿。

2000年1月

编者的话

为了帮助参加自学考试的考生能顺利通过“计算机系统结构”这门课程的考试,特根据自考大纲及指定教材《计算机系统结构》,编写了这本《计算机系统结构自考应试指导》。

全书共分两个部分。第一部分围绕自学考试大纲对各章的考核内容和知识点进行了全面的讲解。通过对典型题例进行的分析与解答,以及给出的大量自测题与参考答案,可以帮助考生加深对该课程知识点、重点、难点的领会和掌握;第二部分提供了两套历年试卷和参考答案。希望考生通过对试卷的自测,能够充分熟悉这些题型,这样在考试中就能做到胸有成竹、沉着应试;另外,在引言中,强调了自学考试学习和应试该课程时要注意的问题。

本书对考生复习和顺利通过该课程的考试,将会有很大的帮助,是必备的参考书。

本书由西安电子科技大学李学干教授编写。由于水平有限,恳请读者对本书的缺点和错误予以指正。

编者

2000年12月

目 录

引言 学习和应试中应注意的问题	(1)
第一部分 知识点及典型题分析解答	(3)
第1章 计算机系统结构的基本概念	(4)
1.1 基本要求	(4)
1.2 基本知识点	(5)
1.3 典型题分析与解答	(10)
1.4 自测题及参考答案	(15)
第2章 数据表示与指令系统	(20)
2.1 基本要求	(20)
2.2 基本知识点	(21)
2.3 典型题分析与解答	(27)
2.4 自测题及参考答案	(38)
第3章 总线、中断与输入输出系统	(45)
3.1 基本要求	(45)
3.2 基本知识点	(46)
3.3 典型题分析与解答	(51)
3.4 自测题及参考答案	(61)
第4章 存储体系	(71)
4.1 基本要求	(71)
4.2 基本知识点	(72)
4.3 典型题分析与解答	(81)
4.4 自测题及参考答案	(99)
第5章 重叠、流水和向量处理机	(109)
5.1 基本要求	(109)
5.2 基本知识点	(110)
5.3 典型题分析与解答	(117)

5.4	自测题及参考答案	(134)
第6章	阵列处理机	(143)
6.1	基本要求	(143)
6.2	基本知识点	(144)
6.3	典型题分析与解答	(148)
6.4	自测题及参考答案	(155)
第7章	多处理机	(165)
7.1	基本要求	(165)
7.2	基本知识点	(166)
7.3	典型题分析与解答	(170)
7.4	自测题及参考答案	(178)
第8章	其他计算机结构	(186)
8.1	基本要求	(186)
8.2	基本知识点	(186)
8.3	典型题分析与解答	(188)
第二部分	历年试卷及参考答案	(190)
	第一套试卷(1997年10月)	(191)
	第二套试卷(2000年7月)	(199)

引言 学习和应试中应注意的问题

《计算机系统结构》是从计算机组织和结构的角学习领会计算机系统的课程。计算机系统是软件和硬件相结合的一个复杂的综合体。根据现有硬件和器件技术的状况,面向各种不同的应用,需要研究如何对计算机系统的软件和硬件功能进行更合理的分配,并要研究如何更好地实现分配给硬件的那部分功能,使系统有尽可能高的性能价格比。

通过对本课程的学习,使自学者能进一步树立和加深计算机整体概念,特别着重于正确掌握有关计算机系统结构的基本概念、基本原理,了解目前采用的比较成熟的基本结构,掌握结构设计的基本思想和方法,提高分析问题和解决问题的能力。同时,也让自学者能了解到近十几年里,在并行处理和系统结构技术上的一些重要进展及今后可能的发展趋势。

本课程的内容广泛,涉及面较宽,要求自学者有数字逻辑、程序设计语言、概率论、数理统计、计算机组成原理、数据结构、操作系统等方面的基础知识。课程的内容概念性和理论性很强,且有一定的深度,学习起来难度是比较大的。尤其是对只接触过微处理机,而对中、大型机缺乏感性知识的自学者来讲,深刻领会和吃透教材中各章节的知识点,应该说是需要一定功夫的。

在学习本课程的教材之前,自学者应仔细阅读教材后所附的自学考试大纲。对大纲中所列的基本要求、本课程与相关课程的联系等要有一定的了解。

在学习教材每一章前,自学者应了解清楚自学考试大纲上对该章所定的学习目的和总的要求、考核要求和考核知识点,弄清其中的重点和难点在什么地方,以及对这些知识点的能力层次要求。

学习时,应依据教材和本辅导教材,对其中的重点和难点部分多花些时间消化领会,对所学的基本原理、方法等理论性、概念性较强的部分,应着眼于理解其精神实质,进行必要的归纳和小结,理出有关要点和思路。

学习中若遇到一时理解不透或搞不清的问题,可将其暂时搁置,等学习完其他各章后,再来重读、领会和加深理解。

对于典型的应用或计算、设计等问题,应领会其分析的方法和解题的思路和步骤。

学完每一个章节时,自学者应认真完成教材中所列的习题,不要急于去看本辅导教材所提供的解答。等到做完后再和本书提供的解题范例或步骤进行比较,分析其间有什么大的差异和问题,通过融会贯通,就能进一步加深对所学知识的理解和掌握,提高灵活运用知识和分析、解题的能力。不能只是背题和死记参考答案,否则,题目稍加变化,就会做不出来。

本课程的考试采用闭卷笔试形式,时间为150分钟。试题份量是以中等水平考生在规定时间内答完全部试题为度。评分采用百分制,60分及格。考试时无需使用除笔、橡皮、直尺之外的任何器具。除图可以使用铅笔描绘外,其他文字形式的解题、计算等一律只能用蓝色或黑色钢笔或圆珠笔书写,否则答案无效。答题不用计算器。

应考前考生应认真阅读教材中所附的《计算机系统结构自学考试大纲》的要求。考试大纲中所列各章的基本要求,考核要求中所列的各个知识点及知识点内的细目均属于考核的内容。试题知识点覆盖到章,并适当突出重点,加大重点内容的覆盖密度。

试卷中对不同能力层次要求的分数比例大致为:“识记”占 20%，“领会”占 30%，“简单应用”占 30%，“综合应用”占 20%。在不同能力层次上,试题的难度又有容易、较容易、较难和难 4 个档次。按中等水平的考生衡量,试题的难度所占比例依次约为 2:3:3:2。

具体试题的类型可能会有所变化,但一般不外乎有如下几种:

(1)单项选择题。在每小题的四个备选答案中选出一个符合题意的正确答案。对这类题目应从正面能够肯定,反面能够否定,两个方面来获得正确的选择结果。

(2)填空题。每小题给出一或二个空格,请将正确的答案填于空格中。这类题目主要是一些基本概念、术语、定义等,也有少量非常简单的计算题。

(3)名词解释。这类题目主要是简要解释名词术语。解释要精练,表意要准确、清楚,但又不一定是书中内容的背述。

(4)判断题。给出一个命题,判断其是否正确。如正确,只需打√即可;如不正确,除了要打×外,还必须说出出错的理由。如不好说理由,可以订正。如果理由不对,或订正不正确,仍然无分。这样做的目的是防止猜题。

(5)简答题。对给出的问题扼要综述,归纳出其基本要点、思路解释或途径综述,其中也会有一些简单的计算或画图。一般,每个小题含有 2 或 3 个小的知识点。这类题一定要围绕要点,做到解答简明扼要,切中要害,点到为止,切忌离题,不要烦琐冗长地解答。

(6)简单应用题。每个题一般又包含若干个小题,每小题分数不等。这类题一般是根据要求,进行简要分析和计算,或综述要点,或画逻辑框图、时空图、状态转移图,或完善部分程序等。

(7)综合应用题。一般内含 3~4 个小题,每小题分数不等。这类题相对来说,带有综合性的应用,主要是分析、计算、画图等,也有综合要点的论述。

在答题前一定要完整地看清题目,看懂题意,再针对题意解答,否则会白白浪费时间,欲速而不达。解答时应先回避一些一时难以回答的题目,先将易答的,或有把握的题答好,确保基本分。然后,再来解答较难的题。

第一部分

知识点及典型题分析解答

在本部分中,按照全国高等教育自学考试委员会审定的计算机及应用专业独立本科段《计算机系统结构自学考试大纲》规定的考核要求,对《计算机系统结构》教材中各章的基本知识点进行了精简提炼和归纳说明,并给出了要点和结论,从而使考生能明白课程中各章内容的重点和难点在什么地方。

在辅导方式上,通过对具有代表性习题和题例进行的分析解答,以及配备的大量自测题和参考答案,来加深考生对知识点、重点、难点的领会和掌握,了解考核的深度、广度和考核的形式。

因为同一知识点,完全可以以不同的形式来命题,所以,最终的考试题型和题目不见得会和这里所提供的自测题相同。但是,只要掌握了这些内容和要点,领会了解题的方法和技巧,考生就能比较容易地通过本课程的考核。

第1章 计算机系统结构的基本概念

1.1 基本要求

本章着眼于建立和掌握计算机系统结构应设计具备的基本知识和概念,为进一步深入学习后续各章打下基础。

本章的基本要求是:

1)领会一台完整的通用计算机系统可以被看成是由多个不同机器级构成的多级层次结构,每一级都可以看成是一台机器,都有其自己的机器语言和实现方法;了解这样的多级层次结构一般可分为哪几级,各机器级所处的相对位置及所用的主要实现方法。

2)掌握计算机系统结构、计算机组成和计算机实现三者的定义、各自研究的方面和内容;领会计算机系统结构是软件和硬件的主要分界面的概念;理解计算机系统结构、计算机组成和计算机实现三者存在着相互的影响;领会透明性概念,能从不同角度对某个具体问题正确选择是否应设计成透明的结论。

3)领会一个功能分别用软件和硬件实现的优点和缺点;掌握在功能分配中的软、硬件比例取舍的基本原则;领会计算机系统分别采取“由上往下”、“由下往上”设计的方法、各自存在什么问题,对通用机为什么应采取“从中间开始”向两边设计的方法,如何进行设计,这样设计有什么优点。

4)理解系统结构设计为什么要解决好软件的可移植性。掌握采用统一高级语言、系列机、模拟和仿真三种途径来实现软件移植,各自的方法、适用场合、存在问题及应采取的对策;领会系列机软件所谓向前、向后、向下、向上兼容的定义,以及系列机对软件兼容的基本要求;能正确判断在系列机中发展新型号机器时,哪些作法是可取的。

5)了解应用和器件的发展对系统结构设计的影响。理解非用户片、现场片和用户片的定义,以及器件发展是如何改变了逻辑设计的传统作法。

6)领会并行性的定义,并行性的二重含义和开发并行性的三种途径;掌握各种并行性等级的划分和并行性级别高低的顺序;了解计算机系统沿三种不同的并行性发展途径开发出的多级系统类型和特点;了解多机系统的耦合度概念;了解计算机按指令流数据流及其多倍性进行分类的方法及典型机器结构的例子。

本章的重点是:计算机系统结构、计算机组成、计算机实现三者的定义及所包含的内容;有关透明性问题的判断;软件和硬件的功能分配原则;软件可移植性的途径、方法、适用场合、存在问题和对策;有关并行性的概念;系统结构中开发并行性的途径和类型等。

本章的难点是:透明性的判断与分析。

1.2 基本知识点

1. 计算机系统的多级层次结构

(1) 多级层次结构的划分

现代通用的计算机系统从功能和概念上,可以看成是由多个机器级组成的一个层次结构。在层次结构中,按由高到低的次序分别是应用语言机器级、高级语言机器级、汇编语言机器级、操作系统机器级、传统机器语言机器级和微程序机器级。对每一个机器级的用户来说,都可以将此机器级看成是一台独立的机器,都可以有自己的机器语言。

(2) 各机器级的实现技术

各个机器级的实现技术不外乎是翻译或是解释,或者是翻译和解释的结合。

翻译是先用转换程序将高一级机器级上的程序整个地变换成低一级机器级上等效的程序,然后再在低一级机器级上实现的技术。解释是在低级机器级上用它的一串语句或指令来仿真高级机器级上的一条语句或指令的功能,通过对高级机器级程序中的每条语句或指令逐条解释来实现的技术。

采用翻译技术实现的典型例子有:用翻译程序将应用语言机器级上的应用程序包翻译成高级语言程序,用编译程序实现将高级语言源程序转换成机器语言目标程序,用汇编程序实现将汇编语言源程序转换成机器语言目标程序。解释实现的典型例子有用解释方式在传统机器上执行高级语言程序,用微指令程序解释实现机器指令,用微程序或机器指令程序解释实现操作系统的操作命令等。

软件和硬件在逻辑功能上是等效的,但是,在性能、价格、实现的难易程度上却是各不相同的,是不等效的。

就目前状况来讲,应用语言机器级、高级语言机器级、汇编语言机器级、操作系统机器级是以软件为主来实现的,但也根据性能价格的要求不同,增加了不少硬件的支持。我们称以软件为主实现的机器为虚拟机器。微程序机器级和用组合控制的传统机器语言机器是用硬件实现的,而采用微程序控制的传统机器语言级是用固件实现的。我们称以硬件或固件为主实现的机器为实际机器。固件(firmware)是一种具有软件功能的硬件,如将软件固化在只读存储器这种大规模集成电路的硬、器件上,就是一种固件。

2. 计算机系统结构、组成与实现

(1) 计算机系统结构

计算机系统结构是指多级层次结构中传统机器级的结构,它是软件和硬件/固件的主要界面,是让编制的机器语言程序、汇编语言源程序以及将高级语言源程序编译生成的机器语言目标程序能在机器上正确运行所应看到的计算机属性。计算机系统结构是与汇编语言程序或机器语言程序所能实现的功能、要用到的数据类型、寻址方式等密切相关。

(2) 计算机组成与实现

计算机组成主要指的是机器级内部数据流和控制流的组成及逻辑设计。它与指令和编

程等没有直接关系,主要是看硬件系统在逻辑上如何组织。计算机组成主要与计算机操作的并行度、重叠度、部件的共享度等有关,直接影响系统的速度和价格。

计算机实现指的是计算机组成的物理实现,着眼于用什么样的器件技术和微组装技术。它也直接影响到系统的速度和价格。

(3) 结构、组成与实现三者的内涵

教材中列举了计算机系统结构、计算机组成和计算机实现各自应研究的一些内容和方面,它们都是对各个设计不透明的方面。

例如,机器中应设哪些机器指令和汇编指令,主存的容量和编址方式,寄存器的数量和使用规定等均由计算机系统结构设计来确定。而指令中微操作顺序的编排,主存是否采用多体并行交叉组织是计算机组成设计考虑的。是否采用超大规模集成电路,如何将各部件在物理上组装到一起,则是由计算机实现设计来考虑了。

(4) 计算机的透明性概念

在计算机中,客观存在的事物或属性从某个角度看不到,称对他是不透明的。计算机中的“透明”与社会生活中的透明,含义正好相反。社会生活中所称的“透明”,是要公开,让大家看得到的意思,而计算机中的“透明”,则是指看不到的意思。如同玻璃瓶中装着东西,从某个角度去看,却是透过瓶子,看不到瓶子内装的东西那样。

对目前多数的通用计算机来说,采用什么系列机,机器级和汇编级的指令系统,指令的条数、种类、功能、格式和编码,主存的容量、编址空间和所用的编址方式,硬件直接识别的数据类型、格式和种类,I/O系统采用通道处理机还是外围处理机,I/O设备的编址,I/O接口的使用规定等,对计算机系统结构都设计成不透明的。而系列机内部搞哪几种型号的计算机,指令的解释采用顺序、重叠还是流水,乘法指令是用加法器和移位器经一连串时钟脉冲控制实现其操作,还是用专门的高速乘法器来实现,主存采用单体还是多体交叉并行组织,数据总线线数的多少即数据通路宽度的大小,通道采用结合型还是独立型,系统采用单总线还是多总线,控制器微操作信号是用微程序控制器产生还是用组合逻辑电路控制器产生等,所有这些对计算机组成设计来说都应是不透明的。

(5) 结构、组成与实现三者的相互影响

相同结构的计算机可以因速度不同而采用不同的组成,相同的组成也可有多种不同的实现。这都取决于计算机系统的性能、价格及器件技术的状况。

结构不同会影响到可用的组成技术有不同,而不同的组成又会反过来影响到系统结构的设计。因此,系统结构的设计必须结合应用来考虑,要为软件和算法的实现提供更多更好的硬件支持,同时还要考虑可能采用和准备采用哪些组成技术,不能过多或不合理地限制各种组成、实现技术的采用与发展。

组成与实现可以折衷权衡,这主要取决于器件的来源、厂家的技术特长和性能价格比能否优化。应当在当时的器件技术条件下,做到价格不增或只增很少,却尽可能地提高系统的性能。

3. 软硬件取舍与计算机系统的设计思路

(1) 软硬件取舍

计算机系统结构设计主要是确定软件和硬件的功能分配。在计算机系统上,一个功能

用硬件实现可以提高其执行的速度,减少程序所需要的存储空间,降低软件部分所需的成本,但会提高硬件部分的成本,降低硬件的时间利用率和系统的灵活性和适应性。因此,在确定计算机系统软硬件的功能分配比例时,应考虑在现有的硬件和器件条件下,如何使系统有高的性能价格比。从降低实现费用来分析,如果一个功能是经常用的基本单元功能,且是属固定不变的功能,才适合于采用硬件实现;而对产量大的计算机系统,增大硬件功能实现的比例才是有利的。我们不能去盲目追求扩大硬件功能实现的比例。

确定软、硬件功能分配时,还应考虑不能过多地限制各种组成和实现技术的采用。也还要考虑如何为编译和操作系统的实现、高级语言的编程等提供更多更好的硬件支持,以便缩短高级语言与机器语言、操作系统与计算机系统结构、程序设计环境与计算机系统结构之间的语义差距,否则,语义差距过大,软件实现的比例就会过大,将会使系统效率过份下降,这不适应当今计算机软件 and 硬件、器件发展的状况。

(2) 计算机系统的设计思路

从计算机多级层次结构的上或下开始设计,有“由上往下”、“由下往上”和“由中间开始”向两边设计等三种不同的设计思路。

“由上往下”设计是先考虑如何满足应用要求,设计好面对使用者那级机器应具有哪些基本功能和特性,再逐级地向下设计各机器级,让每一级都优化于上一级来设计。这是一种专用计算机的设计思路,不适合于一般的通用计算机的设计。因为应用改变,会使软、硬件功能分配很不合理,急剧降低了系统的效率。厂家在设计时,往往也做不到下一级完全优化上一级来设计。

“由下往上”设计是不管应用要求,只根据已有器件、硬件状况,先设计好微程序机器级和传统机器级,再为不同应用配多种不同的操作系统和编译系统软件,依次设计上面的各个机器级。这是一种通用机的设计思路。但由于软、硬件的脱节,软件得不到为优化软件设计所提供的硬件支持而显得十分繁杂。研制出的硬件机器的性能指标有可能是虚假的。所以,这种设计方法不好,已被淘汰。

计算机系统好的设计应采用从层次的中间开始向两边进行设计。这样,可以避免“由上往下”和“由下往上”地设计所带来的软件、硬件设计脱节的现象。既考虑能拿到的硬件、器件,又考虑应用中可能要用到的算法和数据结构,同时,还要考虑如何为操作系统、编译系统的实现提供更好的硬件支持。先确定好软件和硬件功能分配的界面,然后,再分头并行设计硬件和软件。这样做,不仅有利于缩短系统的设计时间,也有利于硬件和软件设计人员之间的交流协调,使软、硬件之间的功能分配更为合理,系统性能价格比更高。

4. 结构设计要解决好软件的可移植性

(1) 实现软件移植的好处和技术

软件的可移植性指的是,软件不用修改或只经少量的修改,就可以由一台机器搬到另一台机器上去运行,使得同一套软件可以应用于不同的硬件环境。这样,过去的计算机系统上所用的大量成熟可靠的软件,特别是应用软件,就可以在新的机器上长期使用,而不必重新编写,既大大减少软件编制的工作量,又能迅速用上新的硬件和器件技术,更新系统,让新系统立即发挥效能。软件设计者也能有精力去开发全新的软件。

实现软件移植的基本技术有统一高级语言、采用系列机、模拟和仿真等。

(2) 统一高级语言

统一高级语言是设计一种对各种应用领域都能比较高效的通用高级语言。这样,在结构相同以至完全不同的机器之间,通过配以不同的语言翻译程序就可以实现高级语言应用软件的移植。然而,不同的用途要求高级语言的语法和语义结构的差别较大;人们对统一的高级语言应当有什么样基本的结构看法不一;厂家为了便于在机器上高效地翻译,在高级语言中引入了方言;用户为节省程序空间和提高其运行速度,经常在高级语言源程序中嵌入了汇编语言或其他语言的程序;用户的习惯势力,不愿使用新的语言,所有这些因素,使得在短期内难以统一出一种通用的高级语言。对此技术存在的问题采取的对策是,从长远的目标,还是要争取统一出一种通用的高级语言,但近期只能作相对的统一。

(3) 采用系列机

采用系列机的技术可以使同一系列内各档机器在汇编语言上实现统一,又能使系列内,发展出多种新的机器。因此,它适合于在结构相同或相近的机器之间实现汇编语言应用软件和部分系统软件的移植。系列机的设计就是由中间向两边设计的思路。采用系列机可以较好地解决软件设计环境要求相对稳定与硬件、器件、组成等技术飞速发展的矛盾。软件可以继续丰富和积累,又能不断更新器件、硬件和组成,使之短期内就能提供出性能更好、价格更便宜的新机器。

系列机应用软件的兼容从速度和性能上有向上兼容和向下兼容之外,在产品进入市场的前和后上,又有向前兼容和向后兼容之分。系列机必须保证应用软件向后兼容,力争做到向上兼容。因为现在编制的应用程序,以后都能在新的机器上使用,这是系列机软件兼容的根本,至于其后研制的软件完全可以发展,不一定非要向前兼容。从用户观点来讲,当然希望在低档机器上的软件能照搬到高档机器上运行,因此,应力争做到向上兼容。

由于系列机结构变化有限,所以到时候会阻碍该系列的发展。对此问题采取的对策应当是不能只局限于旧系列的发展,在适当时候应推出新的系列结构。

(4) 模拟和仿真

模拟和仿真能在结构不同的机器之间实现机器语言程序的移植。用机器语言程序解释另一机器的机器指令实现软件移植的方法称为模拟。模拟方法在机器指令系统差异比较大的时候,会使程序运行速度严重下降。用微程序直接解释另一机器的机器指令实现软件移植的方法称为仿真。仿真可以提高被移植软件的运行速度,但机器结构差异较大时,很难仿真。因此,对此问题采取的对策是在不同系列机器间的软件移植时,将模拟和仿真两种技术结合起来使用。让频繁使用并容易仿真的这部分机器指令采用仿真,以提高速度。而让很少使用,对速度要求不高的,难以仿真的这部分指令及 I/O 操作采用模拟实现。

模拟与仿真的区别是:模拟是用机器语言程序解释,其解释程序存在主存中;仿真是用微程序解释,其解释程序存在控制存储器中。

5. 应用与器件的发展对系统结构的影响

(1) 应用的发展对系统结构的影响

维持价格、提高性能,和保持性能、降低价格是多数计算机所采取的两种不同的发展途径。其中,后一途径更能促进产品的销售、推广和应用。从系统结构的观点来看,让低档(型)机器能引用甚至照搬高档(型)机器上的结构和组成,使新的微、小型机上具有原中、大

型机的性能,用户是欢迎的。而巨、大型机上则一般采取维持价格、提高性能,或是提高价格,提高性能的途径来发展新的结构和组成技术。要想维护微型机和小型机的价格,又能提高其性能,可采取的一种办法是用选购件或扩展部件来解决。系统结构设计应注意针对新的用途,不断研制出新的结构,同时注意在维持软件兼容的前提下,又能将这些研究成果尽快搬移到批量大的通用机上去。

(2) 器件的发展对系统结构的影响

器件的发展是系统结构和组成技术发展的关键因素。结构和组成技术的发展又会反过来促进器件技术的进一步发展。

器件已从非用户片发展成现场片和用户片。非用户片也称通用片,其功能是由器件厂生产时定死的。器件的用户即机器设计者只能使用,不能改变其内部功能。其中,逻辑类片子的集成度较难以提高,所以促使结构、组成设计中,更多地使用适合于集成度提高的存储类器件,从而发展存储逻辑。现场片使用户可根据需要从现场更改器件内部的功能,如可编程只读存储器 PROM、现场可编程逻辑阵列 FPLA 等。用户片是专为用户设计的高集成度 VLSI 器件,又分全用户片和半用户片。

一般同一系列内各档机器可分别用通用片、现场片或用户片实现。就是同一型号机器也是先用通用片或现场片实现,等机器成熟后,再改用半用户片或全用户片实现。至于高速机器一般一开始就用门阵列片或用户片,以便能发挥出单元电路的高速性。

器件的发展使逻辑设计已由过去传统上追求的逻辑化简,转变成强调在满足系统结构所提出的功能要求前提下,如何能够用得大批量生产的高集成度片子,提高其系统效能,缩短其研制周期,降低其生产成本。计算机的设计也已从过去只进行全硬的逻辑设计发展到现在所用的软硬件结合方法进行计算机的辅助设计和辅助制造。

6. 系统结构中的并行性发展及计算机系统的分类

(1) 并行性含义

研究改进计算机系统结构的一个主要方面是如何开发出并行性。并行性是指问题中具有可同时进行运算或操作的特性。开发并行性的目的是为了能予以并行处理,以提高解题效率。并行性包括同时性和并发性。两个或多个事件在同一时刻发生属于同时性,而在同一时间间隔内发生则属于并发性。

(2) 并行性等级

从计算机系统中执行程序的角度看,并行性等级由低到高,分别是指令内各微操作之间的并行,多条指令之间的并行,多个任务或进程之间的并行以及多个作业或程序之间的并行等。

从计算机系统处理数据的角度看,并行性等级由低到高,分别是位串字串(位串行单处理机,无并行性),位并字串(传统并行单处理机),位片串字并和全并行等。

从计算机信息加工步骤和阶段的角度看,并行性等级又有存储器操作并行(并行存储器、相联处理机),处理器操作步骤并行(流水线处理机),处理器操作并行(阵列处理机),指令、任务、作业间的全面并行(多处理机、分布处理系统、计算机网络)等。

(3) 开发并行性的途径

时间重叠、资源重复和资源共享是开发并行性的三个主要途径。时间重叠是在并行性

中引入时间的因素。它是让多个处理过程在时间上错开,轮流重叠地使用同一套硬件设备的各个部分,使之加快硬件使用的周转来赢得速度。典型的例子是流水。

资源重复是在并行性中引入空间的因素。它是靠重复设置硬件资源来提高可靠性或性能。典型的例子是双工系统、相联处理机和阵列处理机等。

资源共享是用软件方法让多个用户共用同一套资源,通过提高系统资源的利用率来提高系统的性能和效率。典型的例子是多道程序分时系统、计算机网络和分布处理系统等。

从单处理机向现代高性能并行的多处理机系统发展的过程来看,沿时间重叠途径,让多个处理机进行宏流水,构成的多处理机一般都是非对称型或异构型的;沿资源重复途径,构成的相联处理机和阵列处理机都是对称型或同构型的多处理机;沿资源共享途径发展的多处理机则既可以是同构型的,也可以是异构型的。

(4) 计算机系统并行性的进一步发展和 3T 性能指标

20 世纪 90 年代以来,计算机系统最主要的发展是开发大规模并行处理(MPP)。其中,多处理机和多计算机是其研究和开发的热点。它们可以是由数十至上千台微处理机构成的 MPP 系统,也可以是由多个高性能工作站或高档微型机使用高速通信网络互连进行高效并行处理的机群系统。

重大挑战性科学计算题目要求计算机系统能有 3T 性能,即 1TFLOPS 的计算能力,1TBYTE 的主存容量和 1TBYTE/S 的 I/O 带宽。

(5) 多机系统的耦合度

耦合度是反映多机系统中各处理机之间物理连接的紧密程度和交叉作用能力的强弱程度的。多机系统的耦合度可以有最低耦合、松散耦合和紧密耦合之分。

处理机之间没有物理上的连接,最多只是通过盘、带等存储介质来联系的脱机系统属于最低耦合系统。处理机之间通过通道或低速通信线路互连,共享一部分外围设备的系统属于松散耦合或间接耦合系统。而经高速总线或开关互连,共享主存的多处理机系统则属于紧密耦合或直接耦合系统。

(6) 计算机系统的分类

计算机系统可按指令流和数据流的多倍性分类成单指令流单数据流(SISD)、单指令流多数据流(SIMD)、多指令流单数据流(MISD)和多指令流多数据流(MIMD)四类。此即弗林(Flynn)分类法的分类。传统单处理机属 SISD 系列,阵列处理机和相联处理机及流水线单处理机均属 SIMD 系统,宏流水及脉动阵列机属 MISD 系统,能全面实现作业、任务、指令、数组各级全面并行的多处理机、多计算机系统则属于 MIMD 系统。

1.3 典型题分析与解答

- 1 有一台经解释实现的计算机,可以按功能划分成 4 级。每一级为了执行一条指令需要下一级的 N 条指令来解释。如果执行第 1 级的一条指令要 Kns 时间,那么执行第 2, 3, 4 级的一条指令各需要用多少时间?

【分析】因为计算机按功能分成级时,最底层是第 1 级,向上依次为第 2、第 3 和第 4 级。解释