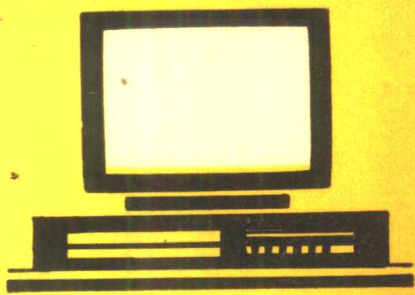


● 高等学校教材

计算机系统导论

● 刘瑞挺 编著

● 谭浩强 主审



高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书以广度优先为原则,对计算机系统的各个方面进行了广泛而新颖的描述.全书共12章,分别讨论了计算机系统的基本概念、发展简史、数据形态、输入设备、输出设备、存储设备、核心硬件、操作环境、编程语言、软件开发、集成应用、发展趋势.每章开始有本章的内容提要和学习要求.

本书视角广阔、资料翔实、图文并茂、通俗易懂,可作为高等院校计算机专业以及非计算机专业的本科生、大专生、电大业大学生学习计算机导论课的教材,也可供计算机工作人员、公司经理、领导干部阅读参考.

高等学校教材

计算机系统导论

刘瑞挺 编著

谭浩强 主审

*

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

高等教育出版社新技术中心照排

天津新华印刷一厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 23 字数 570 000

1993年6月第1版 1993年6月第1次印刷

印数 0 001—6 625

ISBN7-04-004196-0/TP·110

定价 7.25 元

前 言

近十年来,我国高等院校的计算机专业以及许多非计算机专业都在开设“计算机概论”、“计算机原理”之类的课程.相继出现了一些颇具特色的教材,取得了明显的教学效果.

一种新型的 入门教材

目前,我们看到的计算机入门教材约有四种类型:

(1)文字处理型

通常利用 Word Star、Lotus1-2-3 等文字处理、电子表格软件,学习中英文键盘输入和报表输出.常会收到立竿见影之效果.

(2)高级语言型

这是常见的模式.例如 Pascal 语言加程序设计方法、BASIC 语言加某些计算机基础知识.

(3)硬件原理型

介绍数字逻辑及组成原理的基本概念.例如以微机为典型,剖析机器内部的工作原理.

(4)操作系统型

介绍计算机的操作命令和使用方法.例如以 DOS 和 CCDOS 为主,有的还结合 dBASE 数据库讨论一些应用开发的方法.

随着改革的深入,开放的扩大,编写适应新形势的计算机基础教材已成为十分迫切的任务.同时,我们注意到 ACM/IEEE-CS 在 1991 年课程设置计划中,对计算机导论课提出的广度优先(breadth first)原则,强调必须尽量拓宽学生的知识面,才能适应激烈竞争的需要.

因此,我们意识到应该大胆编写一种广度优先型的入门教材.本书就是一个抛砖引玉的尝试.

本书的目的要求

本书的起点并不高,但是却对计算机系统的各个方面做了广泛而新颖的描述,几乎没有什么重要的内容被遗漏.既然是广度优先,我们就明确“求全面而不求高深”,允许初学者“知其然、不知其所以然”.

学了这门课程,读者当然不会立即成为计算机专家,但是它确能使你从门外汉变成一个具有计算机素养(computer literacy)的人,为将来的发展奠定基础.我们希望本书能帮助你达到下述目的:

(1)了解计算机对人类社会的冲击,体会它在我国现代化事业中的地位与作用.

(2)认识计算机系统各组成部分的全貌,懂得这些部分如何协调配合,才能把原始数据处理成有用的信息.

(3)明白计算机系统的性能与局限性,知道计算机能做什么,不能做什么.由于技术进步太快,计算机常使人们感到“买了就后悔”,但是“用上就合算”.

(4)清楚计算机系统发展的来龙去脉,了解世界著名计算机公司的竞争演变,熟悉名牌产品及流行软件的概况.

(5)辨别软硬件的功用,晓得人与机器的关系,分清哪些软硬件能支持哪些应用,知道系统配置及软件开发的途径.

(6)掌握计算机基本术语,以便与计算机专业人员进行对话.能确切描述自己的问题,取得专

家的指点和帮助。

(7)最终消除对计算机的神秘感与恐惧感。因为你对它已有多方面的认识。

顺便指出:编写计算机基础教材,除了传授知识外,还应注意激发求知欲与培养创造力。计算机对青年学生有巨大的魅力,是他们接触现代文明的重要窗口。如果因势利导,为他们尽量敞开门窗,就会为他们插上想象的翅膀。否则,如果在背景教育上孤陋寡闻,势必使学生目光短浅。正如一则有名的比喻所说:在工地询问两位瓦工在做什么时,其中一位回答:“我们在抹灰砌砖”;另一位则说:“我们在建造宫殿”。显然,我们需要培养敢于迎接挑战、富有创造性的人才。假如学生只满足能开机、会编程,为一技之长而自我陶醉,那怎么能适应国际竞争的需要?怎么能为现代化大展宏图?

本书的编写原则

为达到上述目的,在编写本书时我们贯彻了下述原则:

(1)系统性——把人才、数据、设备、程序、规程等因素结合起来,力求全面地理解计算机系统。不仅要克服只重视硬件而轻视软件的片面性,而且要纠正只注意主机而忽视外设的偏向。

(2)开放性——让学生知道发达国家在计算机系统上做了或正在做什么,使读者能放开眼界、观察全球、审视自己,增加紧迫感与使命感,强化参与国际竞争的意识。

(3)历史性——科学史是充满人类智慧的宝藏。现代计算机孕育于英国、生长于美国、分布于全世界。国内教材对此介绍较少,有些情况与史实尚有出入。真实地把计算机发展的重要历史加以叙述,对培育学生的计算机文化素养是有益的。

(4)实用性——希望能在理论与实践相结合的基础上,克服在原理与应用之间的不平衡现象,使它在某些方面具有索引参考的价值。

(5)趣味性——在内容编排及选材上,在写作上都力求通俗易懂,增加趣味性与可读性。

主要内容及其剪裁

全书共分12章,分别叙述了计算机系统的概念、发展简史、数据形态、输入设备、输出设备、存储设备、核心硬件、操作环境、编程语言、软件开发、集成应用、发展趋势。每章开始都有内容提要和学习要求。

本书内容虽多,但容易剪裁。教师对重点内容加以讲授,其余均可自学阅读。每章列出的学习要求可以成为重点讲授的题目。这些题目正好是72个,因此,对计算机专业以及非计算机专业的本科生、大专生、电大业大学生,均可用72学时完成本课程的讲授。

致谢

1988年11月,全国高校计算机基础教育研究会和高等教育出版社在成都召开的教材评审会上,酝酿出版高等学校计算机基础教育系列教材时,就提出编写本书的计划。1989年7月在山西省大同市成立系列教材编委会时,通过了本书的编写大纲及目的要求。1990年9月在长沙召开的计算机教材研讨会上,对本书初稿进行了评审。最近,笔者又根据新的发展对全书作了修改,于1992年4月全部脱稿。

在本书编写过程中,得到了中国计算机学会陈树楷秘书长、教育与培训专业委员会领导许镇宇教授、施伯乐教授、谭浩强教授、张吉锋教授的热情鼓励。特别是谭浩强教授对本书的编写提出了指导性意见,主持了多次评审工作,并对全书作了最后审定。高校计算机基础教育研究会及系列教材编委会的史济民、唐兆亮、麦中凡、李大友、何莉、谢柏青、樊成、席先觉等教授给笔者许多帮助。南开大学计算机与系统科学系的李乐天教授、系主任陈有祺教授、副系主任吴功宜副教授;津科公司总经理黄书基教授,都对编著工作给与了大力支持。宋杏珍同志做了许多绘图制表工

作. 在此谨向他们表示衷心的感谢.

由于笔者才疏学浅、水平有限, 书中谬误在所难免. 恳请专家及各位读者朋友不吝指教, 以期日后修改订正.

刘瑞挺 谨识

1992.5 于南开大学

目 录

第1章 计算机系统的基本概念	1	2.5.3 欧洲的 ESPRIT	30
1.1 系统的观点	1	2.6 我国计算机事业的成长	31
1.1.1 系统的定义及类型	1	2.6.1 发展过程	31
1.1.2 系统的基本特点	2	2.6.2 经验教训	33
1.2 计算机系统的组成	3	第3章 计算机系统的数据形态	34
1.2.1 硬件系统说法	3	3.1 人类使用的数据	34
1.2.2 软硬结合说法	3	3.1.1 数据的基本形态	34
1.2.3 广义系统说法	4	3.1.2 数据的组织层次	35
1.3 计算机人才	5	3.2 机器可读的数据	36
1.3.1 计算机人才的分类	5	3.2.1 Bit、Byte 与机器字	36
1.3.2 终端用户	6	3.2.2 数制及其相互转换	37
1.3.3 系统开发人员	6	3.2.3 字符的编码	41
1.3.4 水平考试	7	3.3 汉字的编码	46
第2章 计算机系统的发展简史	9	3.3.1 电报码	46
2.1 系统发展的早期阶段	9	3.3.2 国标码	47
2.1.1 机械式计算器	10	3.3.3 拼音码	50
2.1.2 机械式逻辑器	11	3.3.4 笔形码	52
2.1.3 机械式输入输出装置	11	3.3.5 汉字编码的发展	61
2.2 近代计算机的产生	11	第4章 计算机系统的输入设备	55
2.2.1 巴贝奇及其分析机	12	4.1 输入设备概述	65
2.2.2 爱达·第一位程序员	13	4.1.1 输入设备的作用	65
2.2.3 艾肯及其 Mark I	14	4.1.2 输入设备的种类	66
2.3 现代计算机的发展	15	4.1.3 输入方式与速度	67
2.3.1 图灵及图灵机	15	4.2 键盘	68
2.3.2 ENIAC 的诞生	17	4.2.1 QWERTY 与 DVORAK 键盘排列	68
2.3.3 冯·诺依曼及 EDVAC	18	4.2.2 IBM PC 与 TI PC 键盘比较	70
2.3.4 UNIVAC 迎来计算机时代	20	4.3 指点式输入设备	72
2.4 计算机年代的划分	21	4.3.1 鼠标器	72
2.4.1 第一代计算机	22	4.3.2 触摸技术	74
2.4.2 第二代计算机	23	4.3.3 光笔、数字板及其它	76
2.4.3 第三代计算机	25	4.4 扫描式输入设备	77
2.4.4 第四代计算机	27	4.4.1 条形码技术	77
2.5 新一代计算机	29	4.4.2 扫描器技术	81
2.5.1 日本的 FGCS	29	4.4.3 光学字符识别(OCR)	83
2.5.2 美国的 MCC	30		

4.4.4 磁字符识别(MICR)	85	6.3.4 磁带及其设备	138
4.5 语音输入与识别	86	6.4 光盘存储器	142
4.5.1 语音系统的分类	86	6.4.1 只读型光盘	142
4.5.2 语音系统的工作原理与指标	87	6.4.2 一次写入型光盘	143
4.5.3 语音系统的应用	89	6.4.3 可抹型光盘	143
第5章 计算机系统的输出设备	91	6.5 特殊固态存储器	145
5.1 输出设备概述	91	6.5.1 磁泡存储器	145
5.1.1 输出设备的作用	91	6.5.2 电荷耦合存储器	148
5.1.2 输出设备的种类	92	6.5.3 电子束存储器	149
5.1.3 输出方式与速度	93	第7章 计算机系统的核心硬件	150
5.2 显示器	94	7.1 处理单元概述	150
5.2.1 显示器件的原理与性能	94	7.1.1 单处理系统	151
5.2.2 显示系统的标准	97	7.1.2 并行处理与多处理系统	155
5.3 打印机	100	7.1.3 分布处理系统	158
5.3.1 击打式打印机	101	7.1.4 计算机系统的分类	158
5.3.2 点阵式中英文打印机	102	7.2 个人计算系统	168
5.3.3 非击打式打印机	105	7.2.1 微处理器芯片	162
5.3.4 激光中英文印字机	106	7.2.2 IBM-PC 及其兼容机	167
5.4 绘图机	111	7.2.3 Macintosh 系列	177
5.4.1 笔式绘图机	111	7.2.4 PS/2 个人系统	181
5.4.2 非笔式绘图机	114	7.2.5 MCA 与 EISA 之争	184
5.5 影像输出系统	114	7.3 小型计算机系统	186
5.5.1 计算机缩微输出	115	7.3.1 DEC 的 VAX 系列	186
5.5.2 计算机录象输出	116	7.3.2 DG 的 MV 系列	190
5.6 语音输出系统	118	7.3.3 IBM 的 AS/400 系列	192
5.6.1 计算机语音输出	118	7.3.4 HP 的 3000 系列	194
5.6.2 计算机音响输出	119	7.3.5 富士通的 K 系列	196
第6章 计算机系统的存储设备	120	7.4 工作站	197
6.1 存储设备概述	120	7.4.1 工作站的特点与分类	197
6.1.1 存储层次的概念	120	7.4.2 RISC 技术及其芯片	199
6.1.2 存储设备的种类	121	7.4.3 SUN 工作站	202
6.1.3 存储性能的指标	123	7.4.4 HP/Apollo 工作站	203
6.2 半导体存储器	124	7.4.5 SGI 工作站	204
6.2.1 随机存储器	125	7.4.6 IBM 工作站	204
6.2.2 只读存储器	126	7.4.7 其它工作站	208
6.3 磁记录存储器	128	7.5 大型主机系统	208
6.3.1 磁记录的基本概念	128	7.5.1 主机系统的发展概况	208
6.3.2 软磁盘及其设备	132	7.5.2 主机系统的特点与类型	208
6.3.3 硬磁盘及其设备	135	7.5.3 IBM 大型主机系统	210
		7.5.4 富士通大型主机系统	213
		7.6 巨型机系统	215

7.6.1 巨型机的发展概况	215	第9章 计算机系统的编程语言	262
7.6.2 Cray 巨型机简介	217	9.1 编程语言的发展	262
7.7 小巨型机系统	219	9.1.1 一个有趣的比喻	263
7.7.1 小巨型机的特点与类型	219	9.1.2 编程语言的发展历程	263
7.7.2 C 系列与 FX 系列小巨型机简介	220	9.1.3 计算机语言的划代	270
第8章 计算机系统的操作环境	222	9.2 编程语言的比较与选择	271
8.1 操作系统概述	222	9.2.1 按应用领域的需要选择	271
8.1.1 软件技术的发展	222	9.2.2 按编程范式的类型选择	272
8.1.2 操作系统的组成	223	9.2.3 按性能比较的优劣选择	273
8.1.3 操作系统的种类	224	9.3 常用语言的简介	275
8.2 CP/M 操作系统及其它	225	9.3.1 BASIC	275
8.2.1 8 位微机的标准操作系统	225	9.3.2 FORTRAN	276
8.2.2 CP/M 的工作原理	226	9.3.3 COBOL	278
8.2.3 Apple-DOS 的工作原理	227	9.3.4 Pascal	280
8.2.4 CEC 操作系统简介	230	9.3.5 C	281
8.3 PC-DOS 操作系统	230	9.3.6 Ada	283
8.3.1 DOS 的发展过程	231	9.4 编程技术与编程风格	284
8.3.2 DOS 命令及功能调用	232	9.4.1 编程技术概述	284
8.3.3 DOS 的模块结构与内存分配	237	9.4.2 编程风格要点	287
8.3.4 DOS 的安全保密	241	第10章 计算机系统的软件开发	288
8.3.5 CCDOS 简介	242	10.1 软件开发的基本概念	288
8.4 高档微机的操作系统	244	10.1.1 软件工程的兴起	288
8.4.1 Windows 集成化操作环境	244	10.1.2 软件生存周期	290
8.4.2 XENIX 操作系统	247	10.1.3 软件开发进程的模型	291
8.4.3 OS/2 操作系统	247	10.2 系统分析	293
8.4.4 Macintosh OS 操作系统	248	10.2.1 项目的概念构思	293
8.5 UNIX 操作系统	249	10.2.2 系统的需求分析	294
8.5.1 UNIX 的发展过程	249	10.2.3 需求规格说明	297
8.5.2 UNIX 的结构与特点	250	10.3 系统设计	298
8.5.3 UNIX SVR 4.0 概述	251	10.3.1 系统设计概述	298
8.5.4 SunOS、ULTRIX、AIX 简介	252	10.3.2 模块化设计	299
8.6 VAX/VMS 操作系统	253	10.3.3 结构化设计	301
8.6.1 VAX 的设计目标	253	10.4 软件测试与维护	305
8.6.2 VMS 操作系统的要点	254	10.4.1 软件测试技术	305
8.7 IBM/MVS/VM 操作系统	255	10.4.2 软件质量评价	307
8.7.1 IBM 主机操作系统的发展	255	10.4.3 软件维护管理	309
8.7.2 MVS 操作系统的要点	257	第11章 计算机系统的集成应用	313
8.7.3 VM 操作系统的要点	258	11.1 集成应用的典范: CIMS	313
8.7.4 CP 与 CMS 的环境与命令	259	11.1.1 CIMS 的观念演化	313

11.1.2 CIMS 的工作原理	315	12.1 计算机演化的内在规律	341
11.1.3 CIMS 的关键技术	318	12.1.1 平衡性法则	341
11.2 从 MIS 到 DSS	319	12.1.2 简单性原则	342
11.2.1 管理、决策与信息	319	12.1.3 多重性与分散化	343
11.2.2 数据库技术	320	12.2 计算机学科的知识结构	343
11.2.3 管理信息系统	325	12.2.1 主题领域	343
11.2.4 决策支持系统	327	12.2.2 理论、抽象、设计	344
11.3 从联机系统到 ISDN	329	12.2.3 重复概念	345
11.3.1 局域网技术	329	12.3 计算机系统的未来趋势	346
11.3.2 广域网技术	336	12.3.1 笔式电脑技术	347
11.3.3 ISDN 的发展	340	12.3.2 面向对象技术	349
		12.3.3 多媒体技术	353
第 12 章 计算机系统的发展趋势	341		

第1章 计算机系统的基本概念

内 容 提 要

作为本书的开始,我们首先回答:什么是系统?什么是计算机系统?

你可能已经听说计算机系统是由硬件和软件组成的.不过,这并非无懈可击.如果我们观察一个利用计算机实现的应用系统,它镶嵌在现实环境中,就会看到它是由人员、数据、设备、程序、规程这五个要素组成的.

鉴于人的因素极为重要,我们分析了计算机人才的层次,讨论了各类人才的知识结构与技能条件.希望你能找到自己的位置以及将来的目标.

学 习 要 求

1. 解释系统的定义.为什么说系统的整体会大于各部分之和? 你应搞清开放系统的概念,它在计算机与通信系统中可是个相当重要的概念.
2. 硬件和软件是怎样从销售行话演变为科学术语的? 你能说明硬件与软件的辩证关系吗?
3. 怎样理解计算机系统是由人员、数据、设备、程序、规程这五个要素组成?
4. 计算机人才的金字塔结构由哪些层次组成? 你离一个程序员还有多远? 你将来能成为计算机科学家吗?
5. 计算机素养的 3R 包括哪些内容? 扫除计算机盲对现代化有什么意义?

1.1 系统的观点

如果有人问你:一个细胞、一台电脑、一所大学或者一座航天飞机发射中心有什么共性? 那么,正确的回答可能是:它们全都构成一个系统.事实上,只要你注意观察客观世界,认真钻研科学知识,那就不难理解:从基本粒子到遥远的宇宙星系;从单细胞生物到复杂的人类社会;从半导体集成电路芯片到连接世界各地的通信网络,它们无一不自成系统,这确实是大自然的奥妙之一.

1.1.1 系统的定义及类型

系统(system)一词来自希腊文,是由部分组成整体的意思.从技术的角度看,我们可以给出如下定义:

为完成特定任务而由相关部件或要素组成的有机整体就称为系统.

系统存在的形式是多样的,系统类型的划分是相对的.例如,按照人类是否参与系统可把它们分为自然系统和人工系统;按照系统状态是否随时间变化,则可分为静态系统和动态系统;按照系统的各组成要素有无比例关系可分为线性系统和非线性系统;按照系统有无概率现象又可分为随机系统和确定系统.此外,按照系统与外部环境的关系还可分为开放系统、封闭系统以及

孤立系统. 所谓开放系统就是与环境全面进行交换的系统, 包括物质交换、能量交换、信息交换. 而封闭系统是只进行能量交换与信息交换而没有物质交换的系统; 如果系统与环境完全隔绝开来, 不进行任何物质的、能量的与信息的交换, 那它就成为孤立系统. 这些分类如图 1.1 所示. 当然, 系统划分类型远不止此. 例如, 按规模分有大系统和小系统; 按范围分有宏观系统和微观系统; 按性质分有平衡系统和非平衡系统等等.

显然, 一个单细胞生物是自然系统, 而一台计算机则是人工系统. 一所大学由于主客观条件的不同, 可能成为与国内外广泛交流的开放系统, 也可能成为闭塞听的封闭系统. 一座火箭发射控制中心, 如果仅从安全保密的角度看, 它必须保持封闭甚至孤立, 参加工作的人员要进行极严格的安全检查, 而对其从事的研究在今后若干年内都不允许公开.

由此可见, 由于学科领域与研究角度的不同, 对同一术语的解释会大相径庭. 例如, 开放系统一词在计算机领域内广泛使用, 对它就赋予特殊的含义. 对于不同厂家按照同一标准生产的各种计算机设备, 如果能毫无问题地互连接构成系统, 就称为开放系统(open system). 显然, 这与前面引用的系统论中的开放系统的定义是有差别的.

尽管许多事物都可视为系统, 但并非随便什么都能凑成系统. 系统与非系统的不同, 犹如“训练有素的足球队”与“堆积如山的汽水瓶”的区别. 如果前者的 11 名球员有人缺席, 它就无法参赛, 而且随便从街上找 11 个人并不就能组成足球队; 可是后者的瓶子多一个或少一个, 它仍旧是一堆汽水瓶.

把客观事物的整体看作一个系统, 从系统与部件、部件与部件、系统与环境之间的相互联系中去分析系统, 综合地考察对象的结构、特点和变化过程, 全局地把握系统的性质、功能和发展规律, 以便找出解决问题的最优化途径, 这就是研究客观事物的系统观点、系统方法(system approach).

1.1.2 系统的基本特点

1. 整体性: 任何系统都是一个有机整体. 它不是各部件的简单相加, 因此系统具有各部件所没有的整体功能. 由于各部件之间产生了关联, 所以会出现“整体大于部分之和”的优化效果.

2. 层次性: 系统不可能单独存在, 它具有包含关系, 大的系统包含小的子系统, 小的子系统又包含更小的子系统.

3. 适应性: 系统能使自身保持一定的状态, 起到维持现状的作用, 称为自稳定性. 当系统受到内外影响而不能维持现状时, 应能产生适应性变化, 称为自组织性.

我们认为, 计算机的结构越来越复杂, 计算机的应用越来越广泛. 因此, 在学习和研究计算机时, 应该从一开始就建立正确的系统观点. 这正如一个著名的比喻所说, 在建筑工地有人问两位瓦工在干什么. 其中一位回答: “我们在抹灰砌砖”; 而另一位则回答: “我们在建造宫殿”. 显然他

• 2 •

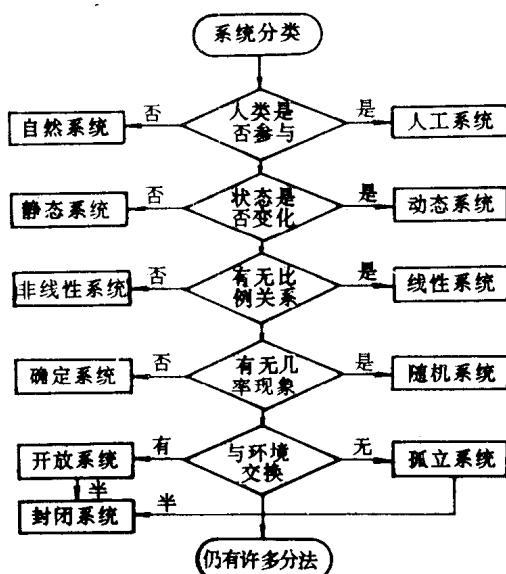


图 1.1

们是从不同角度思考问题,我们认为只有既掌握具体技术,又通晓整体系统的人,才能出色地、创造性地完成任务。

1.2 计算机系统的组成

贯穿全书我们将经常使用计算机系统(computer system)这个术语,这是一个不难理解又容易混淆的概念.通常可以听到三种说法.

1.2.1 硬件系统说法

第一种说法认为计算机系统是由运、控、存、输入输出组成.即由运算器、控制器、存储器、输入和输出(I/O)装置五个部件组成.其中,运算器和控制器合称为中央处理单元(CPU);存储器又分内存(或称主存,memory)和外存(或称辅存,storage)两种.所以这种说法又可简称化为:I/O—CPU—M/S的模式,如图1.2.1所示.

这种说法其实只是指计算机的硬件而言.所谓硬件(hardware)就是指实际的物理设备,包括计算机本身及其外围设备.因此,说这五部分组成硬件系统是可以的,但说它组成计算机系统就片面了.因为只有硬件的裸机是无法运行的,而全硬件实现的计算机系统目前还没有出现.

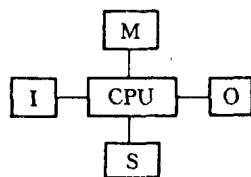


图 1.2.1

1.2.2 软硬结合说法

第二种说法认为计算机系统是由硬件和软件两部分组成.所谓软件(software)就是指实现算法的程序及其文档,包括计算机本身运行所需的系统软件(system software)和用户完成任务所需的应用软件(application software)。

其实,硬件软件本来并非科学术语,最初只流行于推销人员的商业活动中.由于说得顺口、词义简明,又自然地反映了顾客对计算机需求的两个重要方面,于是逐渐被专业人员接受,成为计算机领域内频繁使用的专业术语。

应当指出这里有一条很有意义的原理,那就是硬件和软件在逻辑上是等效的(logically equivalent),称为软硬件等效性原理.例如,早期计算机的运算器硬件只有加减法器,当时要作乘除运算就要通过编程把乘除法变换为加减法才能实现,因此这种机器的加减指令是用硬件实现的,而乘除指令则是借助软件方法完成的.当然,后来的计算机都有了乘除法器硬件,于是乘除指令也都用硬件直接实现.这说明软硬件能提供同样的运算逻辑功能,只不过用硬件实现成本高但速度快,而用软件完成则速度慢但成本低.所以对于某项功能,甲公司可能提供的是硬件,而乙公司可能提供的是软件,这就给用户更多的选择余地。

根据等效性原理不难看出:软硬件之间的界面并非固定不变,软硬件之间的转换在不停地进行着,如图1.2.2所示,其中我们用虚线表示软硬件的界面。

大家知道计算机的控制器应该说是典型的硬件.但是它有两种基本形式:组合控制逻辑和存储控制逻辑.其中,组合控制逻辑是全硬件实现的;而在存储控制逻辑中则将每个控制操作通过由一系列微指令组成的微程序(microprogram)完成,这说明在硬件中包含了软件.还有,系统软件中的操作系统应该说是典型的软件,但现代操作系统的许

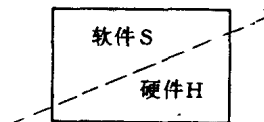


图 1.2.2

多关键模块都已固化,实现了软件的硬化.因此,我们可以说昨天的硬件变成今天的软件,今天的软件又会变成明天的硬件.确实是硬中有软,软中有硬,相互转换,彼此渗透,这就是软硬件的辩证法.事实上对于软硬件功能的分配及其界面的确定正是计算机体系结构(computer architecture)研究的内容之一.

应当承认第二种说法是相当流行的,也是基本正确的.不过,相对而言我们称它为关于计算机系统的狭义说法.

1.2.3 广义系统说法

现在又有人提出计算机系统是由人员(people)、数据(data)、设备(equipment)、程序(program)、规程(procedure)五个部分组成,只有把它们有机地结合在一起才能完成各种任务.我们把这种说法称为关于计算机系统的广义说法,如图 1.2.3 所示.

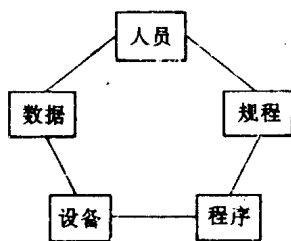


图 1.2.3

计算机是人类发明的模仿简单智慧活动的机器.它能把原始数据处理为有用信息,帮助我们作出决策、解决问题,并已经部分代替了人类繁重的脑力劳动.显然,与人完全无关的计算机是不存在的,人在这个系统中起着主导作用,正是人的因素才把其它四个部分有机地综合在一起.关于人的重要性,许多有经验的专家意味深长地指出:为建立一个计算机系统,研究人比研究设备更重要!

所谓数据是指人们听到的事实(fact)和看到的景象(figure).我们把这些数据收集起来,以计算机可读的形式(machine-readable form)输入,经机器处理后又以人可读的形式(people-readable form)输出,这就得到人们所需要的信息(information).至于设备和程序,就是指硬件和软件,这些我们在后面将详细讨论.

下面介绍一下规程.大家知道,procedure 的词义很广,含有工序、步骤、规程、过程、方法、措施、处置、行动等意义.在计算机文献资料中,特别是在编程语言和操作系统中,通常都把它译为“过程”.为了尽量准确地反映它在计算机系统中所起的作用,这里把它译为“规程”.这能体现它的内涵,也符合我国的习惯.那么,什么是规程呢?

当你进入计算中心(computer center 或 computing services)时,你就会看到一系列规程,明确告诉你应该做什么,不应该做什么,以及如何去做应该做的事.例如,机房规则;用户手册及各种说明书的查阅方法;怎样建立户头帐号,对各类用户的收费标准;上机时如何登录(log-in),下机时如何注销(log-off);磁带磁盘存于何处及使用须知;出现事故如何处理,尤其是遇到紧急情况该怎样处置等等,所有这些都有具体明确的规程.因为有许多人要在一起使用计算机,规程可以帮助人们正确利用计算机完成自己的任务.否则就会出现许多不该发生的事故.例如把有用数据和程序删掉;找不到所需的文件和手册;甚至造成硬件的损坏等.

必须指出,不要错误地认为只有大型的计算中心才需要规程.其实,任何人即使是使用自己的个人计算机也必须遵守一定的规程.例如,怎样正确开机和关机;怎样保护磁盘;如何经常进行预防性的维护;不许边吃边操作;机器工作不正常该怎么检查;出了事该找谁帮助等.所以,规程是对任何类型的机器都不可缺的,是计算机系统的组成部分之一.事实上,近年来计算机病毒的蔓延,除暴露了软硬件的脆弱性外,也反映了规章制度、知识产权方面的漏洞.

总之,要组成一个高效而可靠的计算机系统,必须把人员、数据、设备、程序、规程这五个部分

有机地结合起来.因此,我们在本书中将采纳这一关于计算机系统的广义说法.

1.3 计算机人才

人才一直是计算机发展的决定性因素,人员素质的提高在我国尤其具有战略性意义.

1.3.1 计算机人才的分类

根据人们介入计算机的程度深浅,我们可以把人与计算机的关系粗略地分为四类:

第一类是间接地受到计算机技术影响的人,称为一般人员(general people).

第二类是把计算机当作最终产品而使用的人,称为计算机用户(computer user).

第三类是结合具体任务对计算机进行再次开发以满足各种应用要求的人,称为应用程序员(applications programmer).

第四类是把计算机科学技术本身作为研究对象的人,称为计算机科学家(computer scientist).而对系统进行开发的人,则称为系统开发人员(systems developer).

从人数分布来看,按上述顺序依次大幅度减少,呈金字塔形结构,如图 1.3.1 所示.

当前,世界正进入信息社会.事实上每个人都直接或间接地、有意识或无意识地受到计算机技术和通信技术的影响.在我国,每个新生儿降生后,产院随即进行免疫性化验,并把数据存入婴儿保健数据库;每个公民的身份证数据大都通过户籍数据库来管理,人口普查结果也是依靠计算机来处理的;当你去银行储蓄时,计算机帮助处理你的存折,有的地方还实现了联机存取;当你打电话或看电视时,应该想到其中可能经过了计算机的程控交换或者卫星通信等先进技术才得以实现.

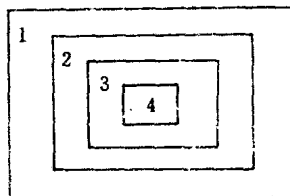


图 1.3.1

但是,大多数人不懂计算机,没有见过计算机,更谈不上会用计算机.而是间接地、被动地、无意识地享受着计算机发展所带来的方便,他们当然属于第一类,即计算机的门外汉或计算机盲.在我国,这一类人的数量极其庞大.在 11 亿人口中,从事计算机工作的人员只有 35 万,各层次的比例如表 1.3.1 所示.其中,大多数属于第二类和第三类.

表 1.3.1 我国计算机工作人员层次比例

	高级职称	中级职称	初级职称	比 例
硬件人员	0.86%	21.00%	78.14%	1 : 24 : 90
软件人员	3.12%	16.34%	80.54%	1 : 5 : 26
总计	2.28%	18.06%	79.66%	1 : 8 : 35

在计算机人才的金字塔结构中,计算机科学家是最高级的学术领导人.他们之中有的侧重于理论计算机科学的探索;有的则致力于新的体系结构、操作系统、编程语言以及工作环境的研究,例如系统结构设计家(system architect)、编程语言创建者(language creator)等.有幸荣获 ACM(美国计算机协会)图灵奖的人则是计算机科学家的杰出代表.

下面着重分析一下第二类和第三类人才.

1.3.2 终端用户

凡是直接地使用计算机处理数据,主动地利用计算机产生的信息,但不去改动系统硬件和系统软件的人,称为终端用户(terminal user)或简称为用户(user)。

显然,这些用户不必详尽掌握系统硬件和系统软件的细节,但是需要知道起码的软硬件知识,了解系统能做什么,不能做什么。他们应该熟悉计算机操作命令,正确掌握键盘输入、屏幕编辑、简单排错、打印输出等技能。他们还必须随着计算机技术的不断进步,跟踪适应更新的计算机工作环境。

从基础教育的角度看,过去我们普及文化知识主要是培养学生“能写会算”的基本功。国外把它归纳为三个R,即:读(reading)、写(writing)、算(arithmetic)。现在针对信息社会的要求又提出要培养使用计算机“能写会算”的人,或称为计算机素养(computer literacy)。于是又归纳出新的三个R,即:读计算机的书(read about computer)、写计算机程序(write a computer program)、取得计算机实践经验(real experience with a computer),这概括了计算机扫盲的基本要求。

所有大专院校的学生都应增强首先把自己培养成现代计算机终端用户的意识。理、工、农、医、财经管理方面的学生可着重掌握数值计算、实用图形技术、数据库技术等。文、史、政、法、音乐、美术、体育方面的学生似乎不必非掌握编程技术不可,但要接触计算机环境,了解计算机文书、计算机作曲、计算机绘画以及计算机模拟训练,这会给学生们的专业学习带来无穷的活力。毫无疑问,对于计算机专业的学生更需要加强基本功的训练,但不能停留在终端用户的水平上。至于中小学的计算机启蒙教育也属于终端用户这一范围,但应特别注意启发性和趣味性。

从技术培训的角度看,这类人才属于操作员、初级程序员的等级,即属于初级应用人才的范畴。与这个技术等级对应的职业有:

1. 数据录入员(data entry operator):主要是使用键盘或其它录入设备,把数据输入计算机并存储在磁盘或磁带上。在我国,尤其要注意打字指法和汉字输入技能的训练。
2. 数据管理员(data control clerk):从普通客户的手里接受数据,检查数据的完整性,转给录入员输入;然后再把计算机产生的结果报告交给客户。他们是客户与操作员之间的联系人,负责协调进出计算中心的信息,并管理帐目收费、磁盘磁带存放等。
3. 机器操作员(computer operator):负责运行计算机及有关外设,熟悉各种设备的操作步骤,掌握出现意外情况的应急措施。通常,计算中心是昼夜开放的,每天24小时都要由操作员轮流值班。
4. 服务技术员(service technician):主要职责是保持设备的良好工作状态,定期地检查计算机内部线路,清理打印机等。这些例行检验称为预防性维护。

从社会普及的角度看,每位领导干部、企业家、管理人员都应该按照终端用户的初步标准进行扫盲。他们尤其应当了解计算机在国民经济中的重要作用,知道国内外计算机应用的发展概况,懂得计算机的工作特点及环境要求,从而能热情支持、积极推动各行各业计算机应用的普及与提高。

1.3.3 系统开发人员

凡是针对某项具体任务而对现有计算机系统进行改造与扩充,或者重新设计与开发新系统

的人称为系统开发人员(systems development personnel 或 systems developer)。系统开发人员可分为面向设备的(equipment-oriented)和面向人的(people-oriented)两大类。面向设备的开发人员包括程序员、高级程序员以及硬件工程师等,他们的工作更多是与机器设备打交道。面向人的开发人员主要是系统分析员,他们的工作更多是与人打交道。

1. 程序员(programmer):开发计算机应用系统时能进行单项程序设计的人员称为程序员,相当于助理工程师、研究实习员。程序员应具备计算机软硬件的基础知识;掌握编辑、编译、连接、调试过程的每一环节;了解不断涌现的实用软件包与工具箱;能运用程序设计的基本概念和方法去编制程序。程序员能在高级程序员的指导下,完成处理单一任务的程序设计、调试与维护工作。

2. 高级程序员(senior programmer):高级程序员是开发计算机系统的骨干力量,相当于工程师、助理研究员,属于中级技术人才,起着承上启下的作用。他们在系统分析员的指导下,参加系统调研和子系统设计,并根据总体设计的要求进行各种模块的设计与调试。在这一层次内,侧重软件的设计与调试者,称为软件工程师;侧重硬件及接口电路的设计与调试者,称为硬件工程师。他们应能指导程序员和操作员进行具体编程、组装线路、调试设备。至于有些公司的现场工程师(field engineer)其职责则与服务技术员类似。

显然,这一层次的人员应当系统地掌握计算机软硬件专业知识。软件工程师应有丰富的软件工程知识和实践经验;硬件工程师应有广泛的集成电路知识和进行数字逻辑与模拟电路的设计能力。他们还应该具备编撰系统使用说明书、系统维护等技术文档的写作能力。

3. 系统分析员(systems analyst):顾名思义,能够完成系统分析(systems analysis)任务的人员就称为系统分析员。他们是设计与实现计算机应用系统的核心人物,属于高级应用开发人材,通常由受过高层次教育和实际工作锻炼的计算机专家担任。系统分析员相当于高级工程师,从这个意义上看应该把这一译名改正为系统分析师。与此类似的职务还有系统设计师(systems designer),他们比系统分析师更多地卷入系统设计工作。

系统分析是对问题求解技术(problem-solving technique)的通称。问题求解曾是人工智能的一个研究领域,希望找出解决不同问题的共性,并企图用一个问题求解程序去解决各种人工智能问题。系统分析实质上就是解决问题的过程,而解决问题的过程就是从现有状态转移到目标状态的过程。系统分析的基本方法是生存期方法(life-cycle method),详见第10章第10.1.2节。

系统分析师的工作要贯穿于系统生存期的全过程。他们要对项目全面负责,主持系统的调研、分析,总体方案的设计和评估论证,组织开发计划的实施,并指导高级程序员的工作。

无疑,系统分析师应有全面系统的计算机专业知识,掌握本领域国内外当前状况和发展趋势,具备组织管理才能和综合解决问题的能力。他们要特别善于理解用户的需求并帮助用户理解计算机系统能为他们做些什么,从而让用户的各项需求得到满意而合理的实现。

4. 其它技术职务:在计算机与信息系统领域还有一些经营管理型的高级技术职务,如经理(manager)、总经理(general manager)、小组领导人或团队领导人(team leader)、项目主持人(project leader)、信息系统经理(information systems manager, ISM)以及各种技术官员(officer)等等。

1.3.4 水平考试

随着社会经济的发展和科学技术的进步,我国迫切需要培养和造就一大批高质量的计算机

系统开发与应用人才,这既需要依靠正规学校的教育培养,又必须依靠实际工作的锻炼、在职培训和自学成才。

1985年上海、云南、四川率先实施软件人员水平考试,1989年发展成全国32个省、直辖市、自治区以及计划单列市的程序员级、高级程序员级、系统分析员级的三级联合考试。五年累计应考人员约25000人,合格者4000余人。实践证明,这种水平认定考试具有权威性、公正性,各级水平的划分在国际上具有科学性、可比性。

美国、日本等技术发达国家的计算机人才也有很大短缺。1950年全世界一共不到30台计算机,然而1990年仅美国就有100万台通用计算机,这还不包括数量庞大的微型计算机。美国装机数与相应程序员人数的统计如表1.3.4所列。因此,美日等国均有若干机构组织水平考试。

表 1.3.4 美国通用计算机数与程序员人数统计

年份	计算机(千台)	程序员(千人)	每台平均人数
1960	0.5	3	6.0
1965	10	40	4.0
1970	100	340	3.4
1975	150	450	3.0
1980	600	1440	2.4
1985	900	1710	1.9
1990	1000	1800	1.8

[注] 不包括微型计算机与PC拥有者个人程序员

例如美国的 ICCP(Institute for Certification of Computer Professionals)计算机专业人员证书学会就组织水平考试并颁发 CDP(Certificate in Data Processing)数据处理证书。应试要求大学毕业生必须有2年实际工作经验,低于大学程度者则要在计算机信息系统方面有5年实际工作经验。考试内容包括五部分:(1)数据处理设备;(2)计算机编程与软件;(3)管理学原理;(4)会计与财经、数学、统计等定量方法;(5)系统分析与设计。获得证书者在求职竞争上处于有利地位。