

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



C程序设计快速进阶 大学教程

蒋光远 田琳琳 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

C程序设计快速进阶 大学教程

蒋光远 田琳琳 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书按照快速了解、详细解读、深入研讨的顺序展开,目的是使读者尽快领略 C 语言的全貌,进而产生强烈的兴趣和深入探讨的愿望。依据此思想本书分为三篇:第一篇感知篇,通过一个简单任务驱动,让读者在很短的时间内了解 C 语言的主要知识点及 C 程序所能完成的任务;第二篇详解篇,逐步展开对每个知识点的详细研究,按照理解概念、语法规则、使用方式进行深入探讨,以掌握计算机语言的基本要素;第三篇进阶篇,分析、设计、实现一些有一定难度的案例,深层次运用各个知识点,进而培养读者结构化程序设计的能力。本书组织方式完全符合人类对语言的学习过程,即模仿、理解、应用,也符合软件工程迭代式开发过程的思想,对读者从事软件研发大有裨益。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

C 程序设计快速进阶大学教程/蒋光远等编著. —北京:清华大学出版社,2010.9
(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-23119-6

I. ①C… II. ①蒋… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 114251 号

责任编辑:梁 颖 徐跃进

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.25 字 数:490 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版 印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:31.00 元

产品编号:036982-01

编审委员会成员

(按地区排序)

| | | |
|----------|-----|-----|
| 清华大学 | 周立柱 | 教授 |
| | 覃征 | 教授 |
| | 王建民 | 教授 |
| | 冯建华 | 教授 |
| | 刘强 | 副教授 |
| 北京大学 | 杨冬青 | 教授 |
| | 陈钟 | 教授 |
| | 陈立军 | 副教授 |
| 北京航空航天大学 | 马殿富 | 教授 |
| | 吴超英 | 副教授 |
| | 姚淑珍 | 教授 |
| 中国人民大学 | 王珊 | 教授 |
| | 孟小峰 | 教授 |
| | 陈红 | 教授 |
| 北京师范大学 | 周明全 | 教授 |
| 北京交通大学 | 阮秋琦 | 教授 |
| | 赵宏 | 教授 |
| 北京信息工程学院 | 孟庆昌 | 教授 |
| 北京科技大学 | 杨炳儒 | 教授 |
| 石油大学 | 陈明 | 教授 |
| 天津大学 | 艾德才 | 教授 |
| 复旦大学 | 吴立德 | 教授 |
| | 吴百锋 | 教授 |
| | 杨卫东 | 副教授 |
| 同济大学 | 苗夺谦 | 教授 |
| | 徐安 | 教授 |
| 华东理工大学 | 邵志清 | 教授 |
| 华东师范大学 | 杨宗源 | 教授 |
| | 应吉康 | 教授 |
| 东华大学 | 乐嘉锦 | 教授 |
| | 孙莉 | 副教授 |
| 浙江大学 | 吴朝晖 | 教授 |

| | | |
|----------|-----|-----|
| 扬州大学 | 李善平 | 教授 |
| 南京大学 | 李云 | 教授 |
| | 骆斌 | 教授 |
| 南京航空航天大学 | 黄强 | 副教授 |
| | 黄志球 | 教授 |
| 南京理工大学 | 秦小麟 | 教授 |
| 南京邮电学院 | 张功萱 | 教授 |
| 苏州大学 | 朱秀昌 | 教授 |
| | 王宜怀 | 教授 |
| 江苏大学 | 陈建明 | 副教授 |
| 中国矿业大学 | 鲍可进 | 教授 |
| 武汉大学 | 张艳 | 副教授 |
| 华中科技大学 | 何炎祥 | 教授 |
| 中南财经政法大学 | 刘乐善 | 教授 |
| 华中师范大学 | 刘腾红 | 教授 |
| | 叶俊民 | 教授 |
| | 郑世珏 | 教授 |
| 江汉大学 | 陈利 | 教授 |
| 国防科技大学 | 颜彬 | 教授 |
| 中南大学 | 赵克佳 | 教授 |
| 湖南大学 | 刘卫国 | 教授 |
| | 林亚平 | 教授 |
| 西安交通大学 | 邹北骥 | 教授 |
| | 沈钧毅 | 教授 |
| 长安大学 | 齐勇 | 教授 |
| 哈尔滨工业大学 | 巨永峰 | 教授 |
| 吉林大学 | 郭茂祖 | 教授 |
| | 徐一平 | 教授 |
| 山东大学 | 毕强 | 教授 |
| | 孟祥旭 | 教授 |
| 中山大学 | 郝兴伟 | 教授 |
| 厦门大学 | 潘小轰 | 教授 |
| 仰恩大学 | 冯少荣 | 教授 |
| 云南大学 | 张思民 | 教授 |
| 电子科技大学 | 刘惟一 | 教授 |
| | 刘乃琦 | 教授 |
| 成都理工大学 | 罗蕾 | 教授 |
| | 蔡淮 | 教授 |
| 西南交通大学 | 于春 | 讲师 |
| | 曾华燊 | 教授 |

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21世纪高等学校规划教材·财经管理与计算机应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

从事了多年的 C 语言教学工作,怎样提高教学水平一直是萦绕笔者脑海的问题。总结学生学习中的问题,大致有以下三点:第一,学习过程的初期对计算机语言没有整体的认识,不了解 C 程序所能完成的功能,以及各知识点所扮演的角色,学习时没有明确的目的性;第二,C 语言本身知识点繁多、晦涩难懂,对于初次接触计算机语言的读者来说难于掌握,久而久之,产生畏难情绪,因而丧失了学习的兴趣;第三,只能初步了解各知识点语法规则,不能够融会贯通,并综合运用,更谈不上程序设计。

C 语言具备一般语言的特点,笔者认为计算机语言的学习能不能借鉴人类自然语言的学习方式?人类对自然语言的学习过程,总是从模仿开始,这个阶段只知道这么说,并不理解其语法规则;然后在生活、学习当中逐步懂得语言的结构及语法;最后,通过阅读、分析文章和撰写文件才能够熟练地应用语言。

C 语言的学习是为了软件的研发,回顾多年的软件研发经验,其中最困难的当然是了解用户的需求。如果不熟悉问题领域的需求,学习起来很困难。如何解决呢?我们通常采用迭代式的软件开发方法,因为开始很难详知开发问题领域的所有问题,可以选一条主线完成一个基本结构,然后经过多次迭代,每次软件有一定增量,使得每次的迭代产品都越来越接近目标系统。

于是,笔者萌生这样一个想法,C 语言对于初学来说,知识点繁多且难于理解,想一次完全掌握对于大多数读者来说相当困难。C 语言的学习与人类学习自然语言以及软件开发过程中理解问题域的知识非常相似,就可以把人类对自然语言的学习过程和软件开发过程的迭代方法应用到 C 语言学习当中来,我们称之为“三次迭代法”。

三次迭代法采用三个周期,每个周期有一定的增量,递增地学习各个知识点。具体方法如下:感知部分(第一次迭代)让读者在很短的时间内亲身感受到 C 语言的全貌,建立起对 C 语言的兴趣,分析典型样例,并给出相似的模仿习题;详解部分(第二次迭代)对 C 语言逐步展开介绍,对每个知识点按照理解、语法规则、使用方式的次序做深入探讨;进阶部分(第三次迭代)综合运用各个知识点分析、设计、实现一些有一定难度的案例,不但再次深层次运用各个知识点,而且培养了程序设计能力。这就完全符合了人类学习自然语言的过程,同时,三次迭代过程每次迭代都是对前一次的深化。

三次迭代法的教材组织与教学方法对传统模式的变革,类似于软件开发过程由“瀑布式开发”到“迭代式开发”演变,这种思路对读者从事软件研发也会大有裨益。

有了以上想法,笔者异常兴奋,废寝忘食,奋笔疾书,望早日呈书于读者面前,希望为 C 语言的学习者提供些许帮助。

鉴于笔者水平有限,书中难免有纰漏,欢迎广大读者多提宝贵意见。

编者

2010年6月

目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 第 0 章 概述 | 1 |
| 0.1 计算机的由来及组成 | 1 |
| 0.2 计算机程序 | 3 |
| 0.3 C 语言发展史 | 4 |
| 0.4 C 程序基本结构 | 5 |
| 0.5 C 程序开发步骤 | 6 |
| 0.6 集成开发环境 | 7 |
| 习题 | 12 |
| 第 1 篇 感 知 篇 | |
| 第 1 章 数据的基本操作 | 15 |
| 1.1 数据的存储与输出 | 15 |
| 1.2 数据的输入与运算 | 17 |
| 1.3 数据的比较与判断 | 19 |
| 第 2 章 结构化程序设计初探 | 23 |
| 2.1 重复与循环语句 | 23 |
| 2.2 基本结构的组合 | 26 |
| 2.3 模块化编程 | 29 |
| 第 3 章 数据结构 | 33 |
| 3.1 数组 | 33 |
| 3.2 结构体 | 35 |
| 3.3 动态数组 | 38 |
| 3.4 文件 | 41 |
| 第 4 章 算法描述和编码规范 | 46 |
| 4.1 程序设计与算法描述 | 46 |
| 4.1.1 程序设计与算法 | 46 |
| 4.1.2 FC 流程图 | 48 |
| 4.1.3 NS 盒图 | 48 |
| 4.2 C 语言编码规范 | 50 |

| | |
|----------|----|
| 习题 | 52 |
|----------|----|

第2篇 详解篇

| | |
|----------------------------|----|
| 第5章 数据类型与输入输出 | 55 |
| 5.1 C语言要素 | 55 |
| 5.1.1 字符集 | 55 |
| 5.1.2 标识符与关键字 | 56 |
| 5.1.3 可执行语句 | 57 |
| 5.2 数据类型 | 58 |
| 5.2.1 理解数据类型 | 58 |
| 5.2.2 变量 | 59 |
| 5.2.3 常量 | 60 |
| 5.2.4 整型数据 | 61 |
| 5.2.5 浮点型数据 | 63 |
| 5.2.6 字符型数据 | 65 |
| 5.3 输入与输出操作 | 67 |
| 5.3.1 输入与输出的概念 | 67 |
| 5.3.2 格式化输出函数 | 68 |
| 5.3.3 格式化输入函数 | 71 |
| 5.3.4 字符的输入与输出 | 73 |
| 5.4 编程错误 | 74 |
| 5.4.1 语法错误和警告 | 75 |
| 5.4.2 运行错误 | 76 |
| 5.4.3 逻辑错误 | 76 |
| 习题 | 77 |
| 第6章 运算符与表达式 | 78 |
| 6.1 概述 | 78 |
| 6.2 算术运算 | 79 |
| 6.3 赋值运算 | 81 |
| 6.4 表达式中的类型转换 | 84 |
| 6.4.1 隐式类型转换 | 84 |
| 6.4.2 显式类型转换 | 85 |
| 6.5 自增与自减运算 | 86 |
| 6.6 关系与逻辑表运算 | 88 |
| 6.7 其他运算符 | 91 |
| 6.8 运算符的优先级与结合性 | 93 |
| 6.9 案例分析 | 94 |
| 习题 | 97 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 第 7 章 选择结构 | 99 |
| 7.1 理解选择结构 | 99 |
| 7.2 简单分支语句 | 99 |
| 7.2.1 单分支 if 语句 | 100 |
| 7.2.2 双分支 if-else 语句 | 101 |
| 7.3 多分支语句 | 102 |
| 7.3.1 嵌套 if 语句 | 103 |
| 7.3.2 多分支 else if 语句 | 106 |
| 7.3.3 switch 语句 | 108 |
| 7.4 案例分析 | 111 |
| 习题 | 115 |
| 第 8 章 循环结构 | 117 |
| 8.1 理解循环结构 | 117 |
| 8.2 循环语句 | 118 |
| 8.2.1 while 语句 | 118 |
| 8.2.2 do 语句 | 119 |
| 8.2.3 for 语句 | 120 |
| 8.2.4 几种循环语句的比较 | 122 |
| 8.3 循环条件 | 122 |
| 8.3.1 计数器控制循环 | 123 |
| 8.3.2 标记控制循环 | 123 |
| 8.4 循环嵌套 | 125 |
| 8.4.1 循环嵌套结构 | 125 |
| 8.4.2 循环中的选择结构 | 127 |
| 8.5 循环中的跳转 | 128 |
| 8.5.1 break 语句 | 128 |
| 8.5.2 continue 语句 | 130 |
| 8.5.3 goto 语句 | 131 |
| 8.6 案例分析 | 132 |
| 习题 | 139 |
| 第 9 章 数组 | 142 |
| 9.1 理解数组 | 142 |
| 9.2 一维数组 | 142 |
| 9.2.1 一维数组定义 | 142 |
| 9.2.2 一维数组引用 | 144 |
| 9.2.3 一维数组初始化 | 145 |

| | |
|-------------------------|------------|
| 9.2.4 一维数组案例分析 | 146 |
| 9.3 二维数组 | 151 |
| 9.3.1 二维数组定义 | 151 |
| 9.3.2 二维数组引用 | 152 |
| 9.3.3 二维数组初始化 | 152 |
| 9.3.4 二维数组案例分析 | 153 |
| 习题 | 155 |
| 第10章 函数 | 157 |
| 10.1 理解函数 | 157 |
| 10.2 函数定义和分类 | 160 |
| 10.2.1 函数定义 | 160 |
| 10.2.2 函数分类 | 161 |
| 10.3 函数调用和声明 | 163 |
| 10.3.1 函数调用 | 163 |
| 10.3.2 函数声明 | 164 |
| 10.4 函数参数和函数值 | 166 |
| 10.4.1 形式参数与实际参数 | 166 |
| 10.4.2 函数返回值 | 168 |
| 10.4.3 数组作函数参数 | 169 |
| 10.5 函数递归调用 | 173 |
| 10.6 变量作用域与生存期 | 176 |
| 10.6.1 变量作用域 | 176 |
| 10.6.2 变量存储类别与生存期 | 179 |
| 10.7 内部函数和外部函数 | 184 |
| 习题 | 185 |
| 第11章 指针 | 187 |
| 11.1 理解指针 | 187 |
| 11.2 指向变量的指针 | 188 |
| 11.2.1 指针变量定义 | 188 |
| 11.2.2 指针变量引用 | 189 |
| 11.3 数组与指针 | 193 |
| 11.3.1 一维数组与指针 | 193 |
| 11.3.2 二维数组与指针 | 197 |
| 11.3.3 指针数组 | 202 |
| 11.3.4 指向指针的指针 | 203 |
| 11.4 函数与指针 | 206 |
| 11.4.1 指针作函数参数 | 206 |

| | | |
|---------------|----------------------|------------|
| 11.4.2 | 数组名作函数参数 | 209 |
| 11.4.3 | 返回指针值的函数 | 211 |
| 11.4.4 | 指向函数的指针 | 213 |
| 11.5 | 字符串 | 214 |
| 11.5.1 | 字符数组与字符串 | 214 |
| 11.5.2 | 字符串与指针 | 216 |
| 11.5.3 | 字符串函数 | 218 |
| 11.5.4 | 字符串程序举例 | 222 |
| 11.5.5 | main 函数参数 | 224 |
| 11.6 | 动态空间管理 | 225 |
| | 习题 | 228 |
| 第 12 章 | 自定义数据类型 | 230 |
| 12.1 | 结构体 | 230 |
| 12.1.1 | 结构体声明 | 230 |
| 12.1.2 | 结构体变量定义 | 231 |
| 12.1.3 | 结构体变量引用 | 233 |
| 12.1.4 | 结构体数组 | 234 |
| 12.1.5 | 结构体与指针 | 236 |
| 12.2 | 链表 | 238 |
| 12.3 | 枚举类型 | 241 |
| | 习题 | 244 |
| 第 13 章 | 文件 | 245 |
| 13.1 | 文件概述 | 245 |
| 13.2 | 文件的打开与关闭 | 246 |
| 13.3 | 文件读写 | 248 |
| 13.3.1 | 字符读写函数 | 249 |
| 13.3.2 | 字符串读写函数 | 251 |
| 13.3.3 | 数据块读写函数 | 252 |
| 13.3.4 | 格式化读写函数 | 256 |
| 13.3.5 | 文本文件与二进制文件 | 256 |
| 13.4 | 文件的随机读写 | 258 |
| 13.5 | 文件检测函数 | 259 |
| | 习题 | 260 |

第 3 篇 进 阶 篇

| | | |
|---------------|-------------------|------------|
| 第 14 章 | 函数进阶 | 263 |
| 14.1 | 分解与抽象 | 263 |

| | |
|---------------------------|------------|
| 14.2 递归 | 272 |
| 第 15 章 数组进阶 | 279 |
| 15.1 数据模型 | 279 |
| 15.2 查找与排序 | 289 |
| 15.2.1 简单查找算法 | 289 |
| 15.2.2 简单排序算法 | 294 |
| 第 16 章 数据管理 | 298 |
| 16.1 简单链表 | 298 |
| 16.2 数据文件 | 305 |
| 附录 A ASCII 表 | 308 |

0.1 计算机的由来及组成

1. 计算机发展史

社会上对先进计算工具多方面迫切的需要,是促使现代计算机诞生的根本动力。20世纪以后,各个科学领域和技术部门的计算困难堆积如山,已经阻碍了学科的发展。电子计算机的开拓过程,经历了从制作部件到整机从专用机到通用机、从“外加式程序”到“存储程序”的演变。1938年,美籍保加利亚学者阿塔纳索夫首先制成了电子计算机的运算部件。1943年,英国外交部通信处制成了“巨人”电子计算机。这是一种专用的密码分析机,在第二次世界大战中得到了应用。

1946年2月,美国宾夕法尼亚大学莫尔学院制成的大型电子数字积分计算机(ENIAC),最初也专门用于火炮弹道计算,后经多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机。这台完全采用电子线路执行算术运算、逻辑运算和信息存储的计算机,运算速度比继电器计算机快1000倍。这就是人们常常提到的世界上第一台电子计算机。但是,这种计算机的程序仍然是外加式的,存储容量也太小,尚未完全具备现代计算机的主要特征。

新的重大突破是由数学家冯·诺依曼领导的设计小组完成的。1945年3月,他们发表了一个全新的存储程序式通用电子计算机方案——电子离散变量自动计算机(EDVAC),推动了存储程序式计算机的设计与制造。

1949年,英国剑桥大学数学实验室率先制成电子离散时序自动计算机(EDSAC);美国则于1950年制成了东部标准自动计算机(SFAC)等。至此,电子计算机发展的萌芽时期宣告结束,开始了现代计算机的发展时期。20世纪中期以来,计算机一直处于高速度发展时期,计算机由仅包含硬件发展到包含硬件、软件和固件三类子系统的计算机系统。计算机系统的性价比平均每10年提高两个数量级。

计算机器件从电子管到晶体管,再从分立元件到集成电路以至微处理器,促使计算机的发展出现了三次飞跃。

第一代电子管计算机时期(1946—1959),使用真空电子管和磁鼓做主存储器。主要用于科学计算。其特点是操作指令是为特定任务而编制的,每种机器有各自不同的机器语言,功能受到限制,速度也慢。

第二代晶体管计算机时期(1959—1964),主存储器均采用磁芯存储器,磁鼓和磁盘

开始用作主要的辅助存储器。计算机中存储的程序使得计算机有很好的适应性,可以更有效地用于商业用途。中、小型计算机,特别是廉价的小型数据处理用计算机开始大量生产。

第三代集成电路计算机(1964—1972),集成电路使得更多的元件集成到单一的半导体芯片上,半导体存储器逐步取代了磁芯存储器的主存储器地位,磁盘成了不可缺少的辅助存储器,计算机变得更小,功耗更低,速度更快。这一时期的发展使用了操作系统,使计算机在中心程序的控制协调下可以同时运行许多不同的程序,推动了微程序技术的发展和应用。

第四代大规模集成电路计算机(1972到现在),大规模集成电路(LSI)可以在一个芯片上容纳几百个元件。到了20世纪80年代,超大规模集成电路(VLSI)在芯片上容纳了几十万个元件,后来的(ULSI)将数字扩充到百万级。1981年,IBM公司推出个人计算机(PC)用于家庭、办公室和学校。20世纪80年代个人计算机的竞争使得价格不断下跌,微机的拥有量不断增加,计算机继续缩小体积。与IBM PC竞争的Apple Macintosh系列于1984年推出,Macintosh提供了友好的图形界面,用户可以用鼠标方便地操作。20世纪70年代以后,计算机用集成电路的集成度迅速从中小规模发展到大规模、超大规模的水平,微处理器和微型计算机应运而生,各类计算机的性能迅速提高。随着字长4位、8位、16位、32位和64位的微型计算机相继问世和广泛应用,对小型计算机、通用计算机和专用计算机的需求量也相应增长了。

新一代计算机是把信息采集存储处理、通信和人工智能结合在一起的智能计算机系统。它不仅能进行一般信息处理,而且能面向知识处理,具有形式化推理、联想、学习和解释的能力,将帮助人类开拓未知的领域和获得新的知识。

2. 计算机组成

计算机由运算器、控制器、存储器、输入装置和输出装置五大部件组成,每一部件分别按要求执行特定的基本功能。

1) 运算器或称算术逻辑单元(Arithmetical and Logical Unit)

运算器的主要功能是对数据进行各种运算。这些运算除了常规的加、减、乘、除等基本的算术运算之外,还包括能进行“逻辑判断”的逻辑处理能力,即“与”、“或”、“非”这样的基本逻辑运算以及数据的比较、移位等操作。

2) 存储器(Memory Unit)

存储器的主要功能是存储程序和各種数据信息,并能在计算机运行过程中高速、自动地完成程序或数据的存取。存储器是具有“记忆”功能的设备,它用具有两种稳定状态的物理器件来存储信息。这些器件也称为记忆元件。由于记忆元件只有两种稳定状态,因此在计算机中采用只有两个数码0和1的二进制来表示数据。计算机中处理的各种字符,例如英文字母、运算符号等,也要转换成二进制代码才能存储和操作。

存储器是由成千上万个“存储单元”构成的,每个存储单元存放一定位数(微机上为8位)的二进制数,每个存储单元都有唯一的编号,称为存储单元的地址。“存储单元”是基本的存储单位,不同的存储单元是用不同的地址来区分的,就好像居民区的一条街道上的住户是用不同的门牌号码来区分一样。

3) 控制器(Control Unit)

控制器是整个计算机系统的控制中心,它指挥计算机各部分协调地工作,保证计算机按照预先规定的目标和步骤有条不紊地进行操作及处理。

控制器从存储器中逐条取出指令,分析每条指令规定的是什么操作以及所需数据的存放位置等,然后根据分析的结果向计算机其他部分发出控制信号,统一指挥整个计算机完成指令所规定的操作。因此,计算机自动工作的过程,实际上是自动执行程序的过程,而程序中的每条指令都是由控制器来分析执行的,它是计算机实现“程序控制”的主要部件。

通常把控制器与运算器合称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。工业生产中总是采用最先进的超大规模集成电路技术来制造中央处理器,即 CPU 芯片。它是计算机的核心部件。它的性能,主要是工作速度和计算精度,对机器的整体性能有全面的影响。

4) 输入设备(Input Device)

用来向计算机输入各种原始数据和程序的设备叫输入设备。输入设备把各种形式的信息,如数字、文字、图像等转换为数字形式的“编码”,即计算机能够识别的用 1 和 0 表示的二进制代码(实际上是电信号),并把它们输入到计算机内存储起来。键盘是必备的输入设备、常用的输入设备还有鼠标器、图形输入板、视频摄像机等。

5) 输出设备(Output Device)

从计算机输出各类数据的设备叫做输出设备。输出设备把计算机加工处理的结果(仍然是数字形式的编码)变换为人或其他设备所能接收和识别的信息形式如文字、数字、图形、声音、电压等。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

通常把输入设备和输出设备合称为 I/O 设备(输入输出设备)。

0.2 计算机程序

计算机每做的一次动作,一个步骤,都是按照已经用计算机语言编好的程序来执行的,程序是计算机要执行的指令的集合,而程序全部都是用人们所掌握的语言来编写的。所以人们要控制计算机一定要通过计算机语言向计算机发出命令。

计算机所能识别的语言只有机器语言,即由 0 和 1 构成的代码。但通常人们编程时,不采用机器语言,因为它非常难于记忆和识别。

目前通用的编程语言有两种形式:汇编语言和高级语言。

汇编语言的实质和机器语言是相同的,都是直接对硬件操作,只不过指令采用了英文缩写的标识符,更容易识别和记忆。它同样需要编程者将每一步具体的操作用命令的形式写出来。

高级语言是目前绝大多数编程者的选择。和汇编语言相比,它不但将许多相关的机器指令合成为单条指令,并且去掉了与具体操作有关但与完成工作无关的细节,例如使用堆栈、寄存器等,这样就大大简化了程序中的指令。同时,由于省略了很多细节,编程者也就不需要有太多的专业知识。

高级语言主要是相对于汇编语言而言的,它并不是特指某一种具体的语言,而是包括了