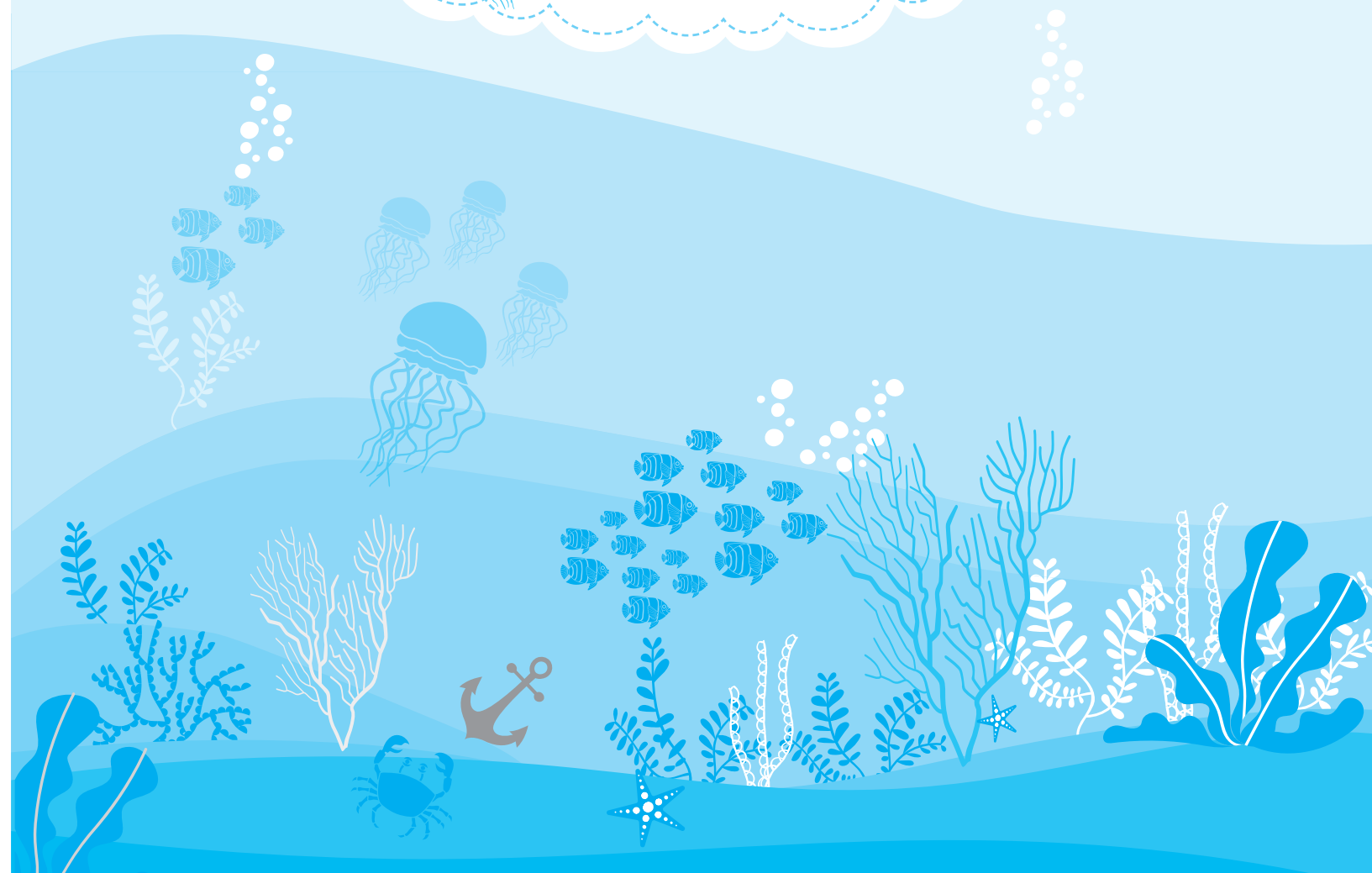


第 1 章

计算机基础知识

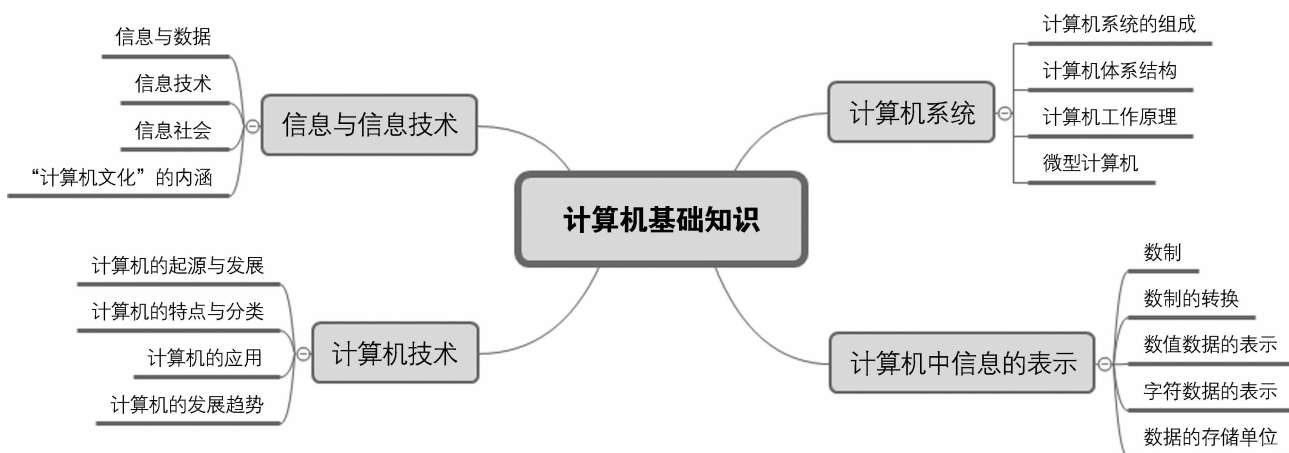


本章知识串讲





知识图解



知识梳理

1.1 信息与信息技术



考纲要求

掌握信息技术和计算机文化的基础知识:信息与数据、信息技术、信息社会、计算机文化等。



考点梳理

考点 1: 信息与数据的概念及特征

- (1) 信息是人们利用通信手段传输和处理的对象。
- (2) 数据是现实世界客观事物的符号记录,是信息的载体,是计算机加工的对象。
- (3) 信息具有载体依附性、时效性、传递性、共享性、真伪性、价值性等特点。

考点 2: 信息技术的概念

(1) 广义的信息技术,指人们获取、存储、传递、处理、开发和利用信息资源的相关技术,是能够扩展人的信息器官功能的技术。

(2) 狭义的信息技术,分为 3 种:信息处理的技术;计算机技术与通信技术的结合;计算机技术与通信技术、控制技术 3 种技术的结合。

考点 3: 信息社会的特征

包括数字生活、信息经济、网络社会和在线政府。

考点 4: 计算机文化

计算机文化是以计算机为核心,集网络文化、信息文化、多媒体文化为一体,并对社会生活和人类行为产生广泛、深远影响的新型文化。

1.1.1 信息与数据

1. 信息与数据的概念

信息是人们利用通信手段传输和处理的对象。数据是现实世界客观事物的符号记录,是信息的载体,





是计算机加工的对象。

信息与数据的关系是:有意义、有价值的数据才是信息,数据是信息的载体。

在大数据时代,数据不仅是信息的载体,也是人们提取信息、做出决策的重要依据,更是人们认识和理解现实世界客观事物的重要资源。

2. 信息的特征

- (1)载体依附性。信息必须依附于一定的载体方可存在。同一信息可以依附不同的载体。
- (2)时效性。信息具有生命周期。信息的使用价值会随着时间的推移而发生变化。
- (3)传递性。信息的传递是与物质和能量的传递同时进行的。
- (4)共享性。信息共享和物质共享不同,信息可以同时被多个信息使用者共享。
- (5)真伪性。孙膑的“减灶退敌”和诸葛亮的“空城计”都体现信息的真伪性。
- (6)价值性。信息在一定程度上可以满足人们的需要,具有一定的价值。

此外,信息还具有可增值性、普遍性、客观性等特征。

1.1.2 信息技术

信息技术(Information Technology, IT)的定义可以分为狭义和广义两种。

狭义的信息技术分为3种:一是信息处理的技术,即将信息技术等同于计算机技术;二是计算机技术与通信技术的结合;三是计算机技术、通信技术与控制技术的结合。

广义的信息技术是指人们获取、存储、传递、处理、开发和利用信息资源的相关技术,是能够扩展人的信息器官功能的技术。可以理解为信息技术就是能够提高或扩展人类信息能力的方法和手段的总和。

信息技术是以现代计算机技术为核心,融合智能技术、通信技术、传感技术和控制技术于一体的综合技术。

1.1.3 信息社会

信息社会也称信息化社会,是以电子信息技术为基础,以信息资源为基本发展资源,以信息服务性产业为基本社会产业,以数字化和网络化为基本社会交往方式的新型社会。

信息社会的主要特征体现在数字生活、信息经济、网络社会和在线政府4个方面。

1. 数字生活

在信息社会中,信息技术在改变人们生活、工作与学习的同时,也塑造出一种全新的生存与发展方式。数字化(如工具数字化、方式数字化、内容数字化)已经成为信息社会的显著特征。数字化的结果使得在人们生活的现实空间之外又产生了一个数字化的虚拟空间。现实空间和虚拟空间交织并存。

2. 信息经济

在信息社会中,以知识为基础的信息经济是最基本的经济形态。信息经济与信息技术的应用和普及存在着密切的关联,决定着信息社会发展水平的高低。正是信息技术的应用极大地提高了信息与知识的生产和创造能力,降低了获取信息与知识的成本,加快了信息与知识的传播和扩散,提升了人们利用信息与知识的能力。

信息经济以知识和人才为基础,以创新为主要驱动力,其特点包括人力资源知识化、以创新核心技术应用为主、第三产业比重不断上升、经济水平发达。

3. 网络社会

网络化是信息社会最为典型的社会特征。网络社会具有鲜明的时代特征,即信息基础设施完备,数字鸿沟转为数字机遇,更加注重城乡、区域、不同社会群体之间的协调发展,更加强调信息服务的可获得性和社会发展的全面性,从而推动社会信息化、智能化的建设与发展,催生现实空间与虚拟空间并存的信息社

会,并逐步构建出智慧社会。

4. 在线政府

政府是最大的公共信息的采集者、处理者和拥有者。信息社会的发展对政府治理提出了新的要求,同时也为实现治理体系的现代化创造了条件。政府在现代技术的支撑下,采集并处理各种各样的公共信息,形成政策、战略、法规或计划,实现社会管理和公共服务。

在线公共信息的处理和服务是充分利用现代信息技术实现社会管理和公共服务的新型政府治理模式,具有科学决策、公开透明、高效治理、互动参与等特征。

1.1.4 “计算机文化”的内涵

1. 文化的定义

文化是人类社会的特有现象,是人类行为的社会化,是人类创造功能和创造成果的最高和最普遍的社会形式。

人类长期以来依靠语言、文字和印刷术作为传播信息的主要手段。

2. 文化具有的基本属性

文化应具有以下几方面的基本属性:

(1)广泛性。文化的广泛性体现在两个方面,即既涉及全社会的每一个人、每一个家庭,又涉及全社会的每一个行业和每一个应用领域。

(2)传递性。文化应当具有传递信息和交流思想的功能。

(3)教育性。文化应能成为存储知识和获取知识的手段。

(4)深刻性。文化的普及应用给社会带来的影响极为深刻,即不是带来社会某一方面而是给整个社会带来全面、深刻的根本性变革。

3. 计算机文化

所谓计算机文化,就是以计算机为核心,集网络文化、信息文化、多媒体文化为一体,并对社会生活和人类行为产生广泛、深远影响的新型文化。

计算机文化是人类社会的生存方式因使用计算机而发生根本性变化而产生的一种崭新文化形态,是人类文化发展的4个里程碑(前3个分别为语言的产生、文字的使用与印刷术的发明)之一,且内容更深刻,影响更广泛。人们利用计算机这种工具使自己从繁重的记忆性劳动中解放出来,更多地从事创造性劳动。所以,计算机文化代表一个新的时代文化,它将一个人经过文化教育后所具有的能力由传统的读、写、算上升到了一个新高度——具有计算机信息处理能力。这就是计算机文化的真正内涵。



真题链接

【单项选择题】1. 下面关于信息技术的叙述正确的是()。

- A. 信息技术就是计算机技术
- B. 信息技术就是通信技术
- C. 信息技术就是传感技术
- D. 信息技术是可以扩展人类信息功能的技术

解析 D。信息技术是指人们获取、存储、传递、处理、开发和利用信息资源的相关技术,是可以扩展人类信息功能的技术。

【单项选择题】2. 简单地讲,信息技术是指人们获取、存储、传递、处理、开发和利用()的相关技术。

- A. 多媒体数据
- B. 信息资源

C. 网络资源

D. 科学知识

解析 B。信息技术是指人们获取、存储、传递、处理、开发和利用信息资源的相关技术,是可以扩展人类信息功能的技术。

1.2 计算机技术



考纲要求

掌握计算机的概念、起源、特点、类型、应用及其发展趋势。



考点梳理

考点 1: 第一台真正意义上的电子计算机 ENIAC 的诞生

(1) ENIAC 诞生的时间、地点, 发明人员, 用途以及意义。

(2) ENIAC 与其他计算机的区分。

考点 2: 计算机发展的 4 个阶段

计算机的发展按电子元件划分, 可分为 4 个阶段。

考点 3: 计算机的特点和分类

(1) 计算机的特点: 运算速度快、计算精度高、“记忆”能力强、具有逻辑判断功能、工作自动化、支持人机交互、通用性强。

(2) 计算机的分类:

① 按处理数据的信号, 可分为数字计算机、模拟计算机和数模混合计算机。

② 按用途及应用范围, 可分为专用计算机和通用计算机。

③ 按处理问题的规模、功能、速度、存储容量等综合性指标, 可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机、服务器和 workstation。

考点 4: 计算机的应用

用于科学计算、数据处理、电子商务、计算机辅助技术、人工智能、过程控制、数据通信与网络等。

考点 5: 计算机的发展趋势

计算机正朝着巨型化、微型化、网络化和智能化的方向发展。

1.2.1 计算机的起源与发展

计算机的诞生源于计算工具的不断改进, 计算机产生的动力是人们想发明一种能进行科学计算的机器, 因此称为计算机。它一诞生, 就立即成为先进生产力的代表, 引起了自工业革命后的又一场新的科学技术革命。

1. ENIAC

世界上第一台真正意义上的电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer, 电子数字积分计算机) 于 1946 年 2 月在美国宾夕法尼亚大学诞生, 由莫奇利博士和他的学生埃克特设计, 中文译为“埃尼阿克”, 如图 1-2-1 所示。



图 1-2-1 ENIAC

ENIAC 是计算机发展史上的里程碑,它通过不同部分之间的重新接线编程,拥有并行计算能力。ENIAC 由美国政府和宾夕法尼亚大学合作开发,使用了 18 000 个电子管,70 000 个电阻器,有 500 万个焊接点,耗电 160 kW,占地 170 m²,重 30 t,用十进制计算,每秒运算 5 000 次。虽然它和今天的计算机相比而言相当“笨拙”,功能也远不如现在的一台普通微型机,但它在人类文明史上具有划时代的意义,它的诞生表明了计算机时代的到来。

最初的电子计算机主要应用在科学和工程项目中,ENIAC 是在第二次世界大战中,美国军方为了精确计算弹道轨迹而研制的,它解决的第一个问题是氢弹设计中使用的数值模拟,只用了 20 s 就完成了使用机械计算器需要 40 h 才能完成的计算。



知识拓展

要追溯计算机的发明,可以由中国古代开始说起。我国最早采用的一种计算工具称为筹策,又称为算筹,约二百七十枚为一束,多用竹子、木头、兽骨制成。珠算盘是我国古代计算工具的另一项发明,利用拨弄算珠的方法,人们无须进行心算,通过固定的口诀就可以将答案计算出来,这种被称为“计算与逻辑运算”的运算概念传入西方后,被美国人加以发扬光大。16 世纪,人们发明了一部可协助处理乘数等较为复杂数学算式的机械,称为“棋盘计算器”,但这一时期只属于纯计算的阶段,直到 19 世纪,计算机才有了快速的发展。

2. 冯·诺依曼体系结构计算机

埃克特、莫奇利和 ENIAC 项目的顾问冯·诺依曼(John Von Neumann)在 ENIAC 完成之前就已经开始研究新的计算机项目,他们随后研发的 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer,离散变量自动电子计算机)的主要贡献是提出“存储程序”的概念。如图 1-2-2 所示,EDVAC 通过使用足够大的存储器来容纳指令和数据,并使用存储在存储器中的程序来控制算术运算的顺序,EDVAC 的运行速度比 ENIAC 快几个数量级。通过将指令存储在与数据相同的介质中,设计人员可以集中精力改善机器的内部结构,而不必担心将其与外部控制的速度匹配。

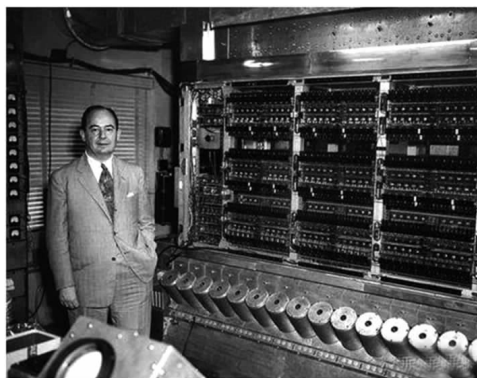


图 1-2-2 冯·诺依曼和 EDVAC

EDVAC 方案明确提出机器由 5 个部分组成,包括运算器、逻辑控制装置、存储器(Memory)、输入设备(Input Device)和输出设备(Output Device),并建议在电子计算机中采用二进制。EDVAC 方案对计算机的发展具有重要意义,其体系结构被现代计算机沿用至今,同时是多学科联合研发的成功范例。冯·诺依曼的逻辑背景,再加上埃克特和莫奇利的电子工程技能,他们组成了一支非常强大的跨学科团队,造就了具有历史意义的产品。后来,埃克特和莫奇利研发了第一台商用计算机 UNIVAC(Universal Automatic Computer,通用自动计算机),于 1951 年投入使用。



知识拓展

值得一提的是,EDVAC 虽然最早提出了“存储程序”的概念,但由于工程上遇到困难,一直到 1952 年才完成。世界上第一台实际运行的存储程序式电子计算机是由英国剑桥大学的莫里斯·文森特·威尔克斯(Maurice Vincent Wilkes)领导设计的 EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator,电子延迟存储自动计算机),于 1949 年投入运行。



1.2.2 计算机的特点与分类

1. 计算机的特点

计算机是20世纪人类最伟大的发明创造之一,现已成为当今社会各行各业不可缺少的工具。计算机有许多优点,其中最重要的是高速度、能“记忆”、善判断、可交互。

1) 运算速度快

计算机由电子元器件构成,具有很高的处理速度。目前世界上最快的计算机每秒可运算几亿亿次,普通微型机每秒也可处理上百万条指令,这使时限性强的复杂处理也可以在限定的时间内完成,极大地提高了工作效率。

2) 计算精度高

由于计算机采用二进制数字进行计算,因此,可以运用计算技巧等手段,使数值计算的精度越来越高,根据需要可获得千分之一到几百万分之一精度。

3) “记忆”能力强

计算机的存储器类似于人的大脑,可以记忆大量的数据和计算机程序,随时提供信息查询、处理等服务。由于早期的计算机存储容量小,存储器常常成为限制计算机应用的瓶颈,如今一台普通的微型机内存可达几吉字节,能支持运行大多数窗口应用程序。当然,有些数据量特别大的应用,如大型情报检索、卫星图像处理等,仍需要使用具有更大存储容量的计算机,如巨型机等。

4) 具有逻辑判断功能

逻辑判断是计算机的又一重要特点,是计算机能实现信息处理自动化的重要原因。冯·诺依曼型计算机的基本思想就是将程序预先存储在计算机中。在程序执行过程中,计算机根据上一步的处理结果,能运用逻辑判断能力自动决定下一步应该执行哪一条指令。这样,计算机的计算能力、逻辑判断能力和记忆能力三者结合,使计算机成为人类脑力延伸的有力助手。

5) 工作自动化

计算机是由程序控制其操作过程的。只要根据应用的需要,事先编写好程序并输入计算机,计算机就能自动、连续地工作,完成预定的处理任务。存储程序是计算机工作的一个重要原则,是计算机能自动处理的基础。

6) 支持人机交互

计算机具有多种输入/输出设备,配上适当的软件后,可支持用户进行方便的人机交互。以广泛使用的鼠标为例,用户手握鼠标时,只需将手指轻轻一点,计算机便随之完成某种操作功能。当这种交互性与声像技术结合形成多媒体用户界面时,可以使用户的操作更自然、方便、丰富多彩。

7) 通用性强

计算机能够在各行各业得到广泛的应用,原因之一就是具有很强的通用性。计算机可以将任何复杂的信息处理任务分解成一系列的基本算术运算和逻辑运算,反映在计算机的指令操作中。然后按照各种规律要求的先后次序把它们组织成各种不同的程序,存入存储器中。在计算机的工作过程中,这种存储指挥和控制计算机进行自动、快速的信息处理,并且十分灵活、方便、易于变更,这就使计算机具有极大的通用性。同一台计算机,只要安装不同的软件或连接到不同的设备上,就可以完成不同的任务。

2. 计算机的分类

计算机种类很多,分类方法也有多种,可以按以下方式分类。

1) 按计算机处理数据的信号分类

计算机可分为数字计算机、模拟计算机和数模混合计算机。

(1) 数字计算机。数字计算机所处理的电信号在时间上是离散的(数字量),采用的是数字技术。数字化之后的信息具有易保存、易表示、易计算、方便硬件实现等优点,所以数字计算机已成为信息处理的主流。通常所说的计算机都是指电子数字计算机。

(2)模拟计算机。模拟计算机所处理的电信号在时间上是连续的(模拟量),采用的是模拟技术。

(3)数模混合计算机。数模混合计算机是将数字技术和模拟技术相结合的计算机。

2)按计算机的用途及应用范围分类

计算机可分为专用计算机和通用计算机。

(1)专用计算机。专用计算机是指为解决某一专门问题而设计的计算机,其功能单一、适应性差,但是在特定用途下最有效、最经济,速度最快。

(2)通用计算机。通用计算机是指为解决多方面问题而设计的计算机,其功能齐全、结构复杂、适应性强,通常所说的计算机一般是指通用计算机。通用计算机应用面很广,不但能办公,还能做图形设计、制作网页动画、上网查询资料等。但其运行效率、速度和经济性依据不同的应用对象会受到不同程度的影响。

3)根据计算机处理问题的规模、功能、速度、存储容量等综合性指标分类

1989年11月,美国电气与电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)的一个委员会根据当时计算机的发展趋势,提出将计算机划分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机、服务器和 workstation 7类。

(1)巨型机。巨型机即巨型计算机,又称超级计算机,在所有计算机类型中体积最大、价格最高、功能最强、浮点运算速度最快。目前只有少数几个国家的少数几个公司能够生产巨型机,多用于战略武器(如核武器和反导弹武器)的设计、空间技术、石油勘探、中长期大范围天气预报及社会模拟等领域。

巨型机的研制水平、生产能力及其应用程序,已成为衡量一个国家经济实力与科技水平的重要标志。在2012年6月的世界500强超级计算机排行榜中,运行速度最快的计算机是美国IBM公司研制的“红杉(Sequoia)”,其持续运算测试达到每秒16 324兆次运算,其理论峰值运算速度高达每秒20 132兆次。我国于1983年研制成功第一台巨型机“银河-I”,运算速度为1亿次/秒。后来相继研制了“银河-II”“银河-III”“天河一号”等。

(2)大型机。大型机规模仅次于巨型机,这包括国内常说的大、中型机。其特点是大型、通用,具有很强的处理和管理能力,主要用于大银行、大公司、规模较大的高校和科研院所及计算机通信网。大型机上所配备的软件比中、小型机要丰富得多。

(3)中型机。中型机的标准是计算速度每秒10万至100万次,字长32位,主存储器容量为1兆字节以下的计算机,主要用于中小型局部计算机通信网中的管理。

(4)小型机。小型机与大型机相比,成本较低,规模较小,维护容易。小型机用途广泛,既可用于科学计算和数据处理,也可用于生产过程自动控制和数据采集及分析处理。

(5)微型机。微型机又称个人计算机(Personal Computer, PC),是第四代计算机时期出现的一个机型,它虽然问世较晚,却发展迅猛。现在初学者接触和认识计算机基本上就是从PC开始的。微型机较小型机体积更小、价格更低、灵活性更好、可靠性更高、使用更加方便。它能够提供各种各样的计算功能,典型的功能有字处理、照片编辑、收发电子邮件和登录因特网。个人计算机包括台式计算机、便携式计算机、笔记本式计算机、掌上型计算机、平板电脑等,如图1-2-3所示。

目前微型机是日常生活中普遍使用的一种机型,已广泛地应用在办公自动化、事务处理、过程控制、小型数值计算以及智能终端、工作台等领域。



台式计算机



笔记本式计算机



掌上型计算机



平板电脑

图 1-2-3 个人计算机

(6)服务器。在计算机网络中,可供多个用户共享的、高性能的计算机就是服务器。与普通计算机相



比,服务器一般具有大容量的存储设备和丰富的外部设备,在其上运行的是网络操作系统,要求具有较高的运行速度。服务器上的资源可供网络上多个用户同时共享。

(7)工作站。“工作站”(Workstation)这个词有双重含义。常说的工作站通常是指为完成某些特定任务而设计的功能强大的桌面计算机。它具有多任务、多用户能力,又兼具个人计算机的操作便利和良好的人机界面,能够完成一些需要高速处理的工作,如医学成像和计算机辅助设计。某些工作站还有专为创建和显示三维动画而设计的电路系统。由于价格较高,工作站往往专门用于设计工作,而不是像个人计算机那样用于字处理、照片编辑和上网。

目前,多媒体等各种新技术已普遍集成到工作站中,使其更具特色。它的应用领域也已从最初的计算机辅助设计扩展到商业、金融、办公领域。

1.2.3 计算机的应用

1. 科学计算

科学计算也称数值计算,是指用计算机完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题。计算机作为一种计算工具,科学计算是它最早的应用领域,也是最重要的应用之一。在科学技术和工程设计中存在着大量的各类数学计算,如求解几百乃至上千阶的线性方程组、大型矩阵运算等。这些问题广泛出现在导弹实验、卫星发射、灾情预测等领域,其特点是数据量大、计算工作复杂。

在数学、物理、化学、天文等众多学科的科学研究中,经常遇到许多数学问题,这些问题用传统的计算工具是难以完成的,有时人工计算需要几个月、几年,而且不能保证计算准确,使用计算机则只需要几天、几小时甚至几分钟就可以精确地解决。所以,计算机是发展现代尖端科学技术必不可少的重要工具。

2. 数据处理

数据处理又称信息处理,是指对数字、字符、文字、声音、图形和图像等各种类型的数据进行收集、存储、分类、加工、排序、打印和传送等工作。数据处理具有数据量大、输入/输出频繁、时间性强等特点,一般不涉及复杂的数值计算。

计算机的应用从数值计算到非数值计算,是计算机发展史上的一个飞跃。据统计,在计算机的所有应用中,数据处理方面的应用约占全部应用的 $3/4$,甚至更多。数据处理是现代管理的基础,广泛地用于情报检索、统计、事务管理、生产管理自动化、决策系统、办公自动化等方面。

3. 电子商务

电子商务是指利用计算机系统和网络进行商务活动,它是在 Internet 技术成熟与信息系统资源相结合的背景下产生的,是一种网上开展的相互关联的动态商务活动。作为一种新型的商务方式,电子商务将企业和消费者带入一个数字化生存的新天地,让人们通过网络以一种简单的方式完成过去较为烦琐的商务活动。根据交易双方的不同,常见的形式有以下 3 种:

- (1)B2B(Business to Business)。该形式表示交易双方为企业与企业,典型代表有阿里巴巴。
- (2)B2C(Business to Consumer)。该形式表示交易双方为企业与消费者,典型代表有京东。
- (3)C2C(Consumer to Consumer)。该形式表示交易双方为消费者与消费者,典型代表有淘宝。

4. 计算机辅助技术

计算机辅助技术就是利用计算机辅助人力完成特定领域的工作。常用的计算机辅助技术如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 计算机辅助技术

名 称	简 写
计算机辅助设计	CAD
计算机辅助制造	CAM
计算机辅助工程	CAE

续表

名 称	简 写
计算机辅助教学	CAI
计算机辅助教育	CBE
计算机辅助质量管理	CAQ
计算机辅助工艺规划	CAPP
计算机集成制造系统	CIMS

5. 人工智能

人工智能(Artificial Intelligence, AI)又称智能模拟,主要研究利用计算机系统来模拟人类的思维和行为,对出现的各种情况进行比较、分析和判断,并且通过自己的学习功能来提高自己的能力。

6. 过程控制

过程控制也称实时控制,是指利用计算机及时采集数据,按最佳值迅速对控制对象进行自动控制或自动调节。利用计算机进行过程控制,不仅提高了控制的自动化水平,而且提高了控制的及时性和准确性。在电力、机械制造、化工、冶金、交通等部门采用过程控制,可以提高劳动生产效率、产品质量、自动化水平和控制精确度,降低生产成本和劳动强度。在军事上,可使用计算机实时控制导弹,根据目标的移动情况修正飞行姿态,以准确击中目标。

7. 数据通信与网络

数据通信主要是利用通信卫星群和光导纤维构成的计算机应用网络,实现信息双向交流,同时利用多媒体技术扩大计算机的应用范围。通信卫星的覆盖面广,光导纤维传输的信息量大、保密性好,它们的优势互补,利用计算机将两者结合起来可在全球范围内双向传送包括电视图像在内的各种信号,把全球的网络连接起来,使人们在家里就可以收看世界上任何一个电视台的节目,通过屏幕与远在千里之外的友人面对面地通信。

1.2.4 计算机的发展趋势

1. 计算机的发展阶段

第一台计算机诞生后,电子元件得到了飞速发展,计算机在发展过程中也经历了几次重大的技术革命。根据计算机所采用的物理器件,一般把电子计算机的发展分成4代,如表1-2-2所示。

表 1-2-2 计算机的发展分代

特 点	时 间			
	第一代 (1946—1957 年)	第二代 (1958—1964 年)	第三代 (1965—1970 年)	第四代 (1971 年至今)
物理器件	电子管	晶体管	中小规模集成电路	大规模、超大规模集成电路
存储器	磁芯存储器	磁芯存储器	磁芯存储器	半导体存储器
运行速度(每秒)	几千次至几万次	几十万次	几百万次	亿亿次
软件	机器语言、汇编语言	高级语言	操作系统	数据库、计算机网络
应用	军事领域、科学计算	数据处理、工业控制	文字处理、图形处理	社会的各个方面
典型机器举例	IBM 650、IBM 709	IBM 7090、CDC 7600	IBM 360	微型计算机、高性能计算机

 **提示:**微型计算机属于第四代计算机,通常以微处理器为标志划分微型计算机。



2. 计算机的未来发展趋势

计算机从出现至今,经历了机器语言、程序语言、简单操作系统和 Linux、Mac OS、BSD、Windows 等现代操作系统 4 代,运算速度也得到了极大的提升。未来计算机主要朝着巨型化、微型化、网络化和智能化的方向发展。

1) 巨型化

巨型化是指为了适应尖端科学技术的需要,发展高速度、大存储容量和功能强大的超级计算机。随着人们对计算机的依赖性越来越强,特别是在军事、科研、教育方面对计算机的存储空间和运行速度等要求会越来越高。此外计算机的功能将更加多元化。

2) 微型化

随着微型处理器的出现,计算机中开始使用微型处理器,使计算机体积缩小了、成本降低了。另外,软件行业的飞速发展提高了计算机内部操作系统的便捷度,计算机外部设备也趋于完善。计算机理论和技术上的不断完善促使微型计算机很快渗透到全社会的各个行业和部门中,并成为人们生活 and 学习的必需品。因此,未来计算机仍会不断趋于微型化,体积将越来越小。

3) 网络化

互联网将世界各地的计算机连接在一起,人类社会进入互联网时代。计算机网络化彻底改变了人类世界,人们通过互联网进行沟通、交流,共享教育资源,共享信息查阅等,特别是无线网络的出现,极大地提高了人们使用网络的便捷性,未来计算机将会进一步向网络化方向发展。

4) 智能化

计算机智能化是未来发展的必然趋势。现代计算机具有强大的功能和极快的运行速度,但与人脑相比,其智能化和逻辑能力仍有待提高。人类在不断探索如何让计算机能够更好地反映人类思维,使计算机能够具有人类的逻辑思维判断能力,可以通过思考与人类进行沟通交流,抛弃以往的通过编写程序来运行计算机的方法,直接对计算机发出指令。



真题链接

【单项选择题】1. 下列关于计算机历史判断错误的是()。

- A. 冯·诺依曼提出现代计算机体系结构
- B. 图灵提出计算机内部采用二进制
- C. 第一台电子计算机 ENIAC 内部采用十进制
- D. 第一代电子计算机基本元件是电子管



解析 B。冯·诺依曼提出计算机内部采用二进制,以冯·诺依曼思想为基础的计算机称为冯·诺依曼计算机,该体系结构被沿用至今,其主要特点可以归结为以下几点:①采用二进制表示数据;②“存储程序”,即程序和数据一起存储在内存中,计算机按照程序顺序执行;③计算机由 5 个部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

【单项选择题】2. 第一台电子计算机是 1946 年在美国研制的,该机的英文缩写为()。

- A. EDSAC
- B. EDVAC
- C. ENIAC
- D. UNIVAC

解析 C。第一台真正意义上的电子计算机 ENIAC 于 1946 年 2 月在美国的宾夕法尼亚大学正式投入运行。

【单项选择题】3. 在计算机辅助系统中,CAM 的含义是()。

- A. 计算机辅助设计
- B. 计算机辅助制造
- C. 计算机辅助教学
- D. 计算机辅助测试

解析 B。常见的计算机辅助技术有计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助教育(CBE)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机集成制造系统(CIMS)等。

【多项选择题】 4. 计算机的特点主要有()。

- A. 具有记忆和逻辑判断能力
- B. 运算速度快,但精确度低
- C. 可以进行科学计算,但不能处理数据
- D. 存储容量大、通用性强

解析 AD。计算机具有运算速度快、计算精度高、“记忆”能力强、具有逻辑判断功能、工作自动化、支持人机交互、通用性强等特点。计算机可以处理数据,数据处理是其主要应用之一。

【单项选择题】 5. 计算机的发展趋势不包括()。

- A. 巨型化
- B. 微型化
- C. 智能化
- D. 专业化

解析 D。计算机的发展趋势包括巨型化、微型化、网络化和智能化。

1.3 计算机中信息的表示



考纲要求

1. 掌握计算机中数据的表示、存储与处理:二进制、八进制、十进制、十六进制及其相互转换。
2. 数值、字符(西文、汉字)、图像在计算机中的表示。
3. 数据的表示和存储单位(位、字节、字)。



考点梳理

考点 1: 数制的分类

数制可分为十进制、二进制、八进制、十六进制等。

考点 2: 进制的转换

(1) 十进制数转换成 R 进制数: 采用“除 R 取余”法和“乘 R 取整”法。

(2) R 进制数转换成十进制数: 各位数字与其位权相乘, 然后将各项相加。

(3) R 进制数间相互转换:

① 二进制数与八进制数: 使用“三位一体”和“一位转三位”方法, 不足位补 0。

② 二进制数与十六进制数: 使用“四位一体”和“一位转四位”方法, 不足位补 0。

③ 八进制数与十六进制数: 借助二进制或十进制进行转换。

考点 3: 数值数据的表示

(1) 机内数据的编码表示: 二进制形式。

(2) 整数的机内表示: 原码、反码和补码。

(3) 小数点的机内表示: 定点数和浮点数。

考点 4: 字符数据的表示

(1) 西文字符编码: ASCII 码、MBCS 码、Unicode 码。

(2) 汉字编码: 汉字输入码、国标码(汉字交换码)、汉字机内码、汉字字形码。



考点 5:常用的数据存储单位

常用的数据存储单位有位、字节、字等。

1.3.1 数制

1. 数制的基础知识

数制也称计数制,是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。按进位的原则进行计数的方法,称为进位计数制。常用进位计数制有十进制(Decimal)、二进制(Binary)、八进制(Octal)和十六进制(Hexadecimal)。

日常生活中用得最多的是十进制数,而计算机中存放的是二进制数。

1) 进位计数制的两个要素

(1) 基数。基数就是进位计数制的每位上可能有的数码的个数。例如,十进制数每位上的数码有 0、1、2、…、9 共十个数码,所以基数为 10。

(2) 位权。位权是指一个数值每一位上的数字的权值的大小。例如,十进制数 4567 从低位到高位的位置权分别为 10^0 、 10^1 、 10^2 、 10^3 。

2) 数的位权表示

任何一种数制的数都可以表示成按位权展开的多项式之和。例如,十进制数 435.05 可表示为

$$435.05 = 4 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 0 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}.$$

位权表示法的特点是:每一项=某位上的数字×基数的若干幂次,而幂次的大小由该数字所在的位置决定。

2. 数制的分类

在进位计数的数字系统中,如果只用 R 个基本符号(如 0,1,2,⋯, R)来表示数值,则称其为 R 数制。例如,十进制的基数 $R=10$,二进制的基数 $R=2$ 。

1) 十进制数

(1) 定义:按“逢十进一”(和“借一当十”)的原则进行计数,称为十进制数,即每位上计满 10 时向高位进一。

(2) 特点:每个数的数位上只能是 0~9 共十个数字;十进制数中的最大数字是 9,最小数字是 0;基数是 10。例如, $(123.45)_{10}$ 是一个十进制数。其位权表示为

$$(123.45)_{10} = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}.$$

2) 二进制数

计算机中为何采用二进制? 因为二进制运算简单、电路简单可靠、容易实现、逻辑性强。数值、字符、指令等数据在计算机内部的存放和处理都采用二进制数的形式。

(1) 定义:按“逢二进一”(和“借一当二”)的原则进行计数,称为二进制数,即每位上计满 2 时向高位进一。

(2) 特点:每个数的数位上只能是 0、1 两个数字;二进制数中的最大数字是 1,最小数字是 0;基数是 2。例如, $(10011010)_2$ 与 $(1101.101)_2$ 是两个二进制数。 $(1101.101)_2$ 的位权表示为

$$(1101.101)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}.$$

3) 八进制数

(1) 定义:按“逢八进一”(和“借一当八”)的原则进行计数,称为八进制数,即每位上计满 8 时向高位进一。

(2) 特点:每个数的数位上只能是 0、1、2、3、4、5、6、7 共八个数字;八进制数中的最大数字是 7,最小数字是 0;基数是 8。例如, $(1347)_8$ 与 $(107.13)_8$ 是两个八进制数。 $(107.13)_8$ 的位权表示为

$$(107.13)_8 = 1 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1} + 3 \times 8^{-2}.$$

4) 十六进制数

(1) 定义: 按“逢十六进一”的原则进行计数, 称为十六进制数, 即每位上计满 16 时向高位进一。

(2) 特点: 每个数的数位上只能是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 共十六个数字; 十六进制数中的最大数字是 F, 即 15, 最小数字是 0; 基数是 16。例如, $(109.13)_{16}$ 与 $(2FDE)_{16}$ 是两个十六进制数。

$(109.13)_{16}$ 和 $(2FDE)_{16}$ 的位权表示为

$$(109.13)_{16} = 1 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + 9 \times 16^0 + 1 \times 16^{-1} + 3 \times 16^{-2};$$

$$(2FDE)_{16} = 2 \times 16^3 + F \times 16^2 + D \times 16^1 + E \times 16^0.$$



知识拓展

为了与其他数制区别开来, 除了在各个数制的外面加括号, 且在其右下方加注相应数字外, 还可以在其后面使用大写英文字母进行标注, 其定义如下: 十进制数在其后面加“D”(一般可省略); 二进制数在其后面加“B”; 八进制数在其后面加“O”; 十六进制数在其后面加“H”。

3. 常用计数制之间的关系

常用计数制的对应关系如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 常用计数制的对应关系

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
1	1	1	1	9	1001	11	9
2	10	2	2	10	1010	12	A
3	11	3	3	11	1011	13	B
4	100	4	4	12	1100	14	C
5	101	5	5	13	1101	15	D
6	110	6	6	14	1110	16	E
7	111	7	7	15	1111	17	F
8	1000	10	8	16	10000	20	10

4. 二进制数的运算规则

1) 算术运算规则

加法规则: $0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $1+1=10$ (向高位进一位)。

减法规则: $0-0=0$; $1-0=1$; $1-1=0$; $10-1=1$ (向高位借一位)。

2) 逻辑运算规则

逻辑或运算(OR): $0 \vee 0=0$; $0 \vee 1=1$; $1 \vee 0=1$; $1 \vee 1=1$ 。

逻辑与运算(AND): $0 \wedge 0=0$; $0 \wedge 1=0$; $1 \wedge 0=0$; $1 \wedge 1=1$ 。

逻辑非运算(NOT): $\bar{1}=0$; $\bar{0}=1$ 。

逻辑异或运算(XOR): $0 \oplus 0=0$; $0 \oplus 1=1$; $1 \oplus 0=1$; $1 \oplus 1=0$ 。

提示: 在逻辑异或运算中, 只有当两个逻辑值不相同, 结果为 1, 否则为 0。

1.3.2 数制的转换

1. 十进制数与 R 进制数之间的转换

1) R 进制数转换成十进制数

基数为 R 的数制, 只要将各位数字与它的位权相乘, 然后将其各项相加, 其结果就是一个十进制数。

【例 1-1】 分别将 $(1101.1)_2$ 、 $(45.6)_8$ 、 $(3AC)_{16}$ 、 $(10F.A)_{16}$ 转换成十进制数。

$$(1101.1)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$



$$=8+4+0+1+0.5$$

$$=13.5$$

$$(45.6)_8 = 4 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1}$$

$$=32+5+0.75$$

$$=37.75$$

$$(3AC)_{16} = 3 \times 16^2 + A \times 16^1 + C \times 16^0$$

$$=3 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 12 \times 16^0$$

$$=940$$

$$(10F.A)_{16} = 1 \times 16^2 + 0 \times 16^1 + F \times 16^0 + A \times 16^{-1}$$

$$=256+15 \times 16^0 + 10 \times 16^{-1}$$

$$=256+15+0.625$$

$$=271.625$$

2) 十进制数转换成 R 进制数

将十进制数转换为 R 进制数时,需要先将十进制数分成整数部分和小数部分分别进行转换,然后将其拼接起来。其具体规则如下。

(1) 整数部分。整数部分遵循“除 R 取余, 逆序排列”的规则。

(2) 小数部分。小数部分遵循“乘 R 取整, 顺序排列”的规则。

【例 1-2】 将十进制数 25 转换为二进制数。

2	25	余数	
2	12	1	↑ 逆序排列
2	6	0	
2	3	0	
2	1	1	
	0	1	

因此, $(25)_{10} = (11001)_2$ 。

【例 1-3】 将十进制数 0.24 转换为二进制数(保留到小数点后 5 位)。

	0.24		取整数位	
×	2			↓ 顺序排列
	0.48	→	0	
×	2			
	0.96	→	0	
×	2			
	1.92	→	1	
	0.92			
×	2			
	1.84	→	1	
	0.84			
×	2			
	1.68	→	1	

因此, $(0.24)_{10} \approx (0.00111)_2$ 。

【例 1-4】 将十进制数 231.125 转换为二进制数。

整数部分转换:

2	231	余数	
2	115	1	
2	57	1	
2	28	1	
2	14	0	
2	7	0	
2	3	1	
2	1	1	
	0	1	逆序排列

把所得的余数逆序排列为 11100111, 就是十进制数 231 所对应的二进制数。因此, 整数部分 231 转换为二进制数为 11100111。

小数部分转换:

	整数部分	
0.125×2=0.250	0	
0.250×2=0.500	0	
0.500×2=1.000	1	
0.000 转换结束		顺序排列

把转换后的整数部分顺序排列为 001, 就是十进制数 0.125 所对应的二进制数。因此小数部分 0.125 转换为二进制数是 001。

因此, $(231.125)_{10} = (11100111.001)_2$ 。

2. 二进制数与八进制数之间的转换

1) 二进制数转换成八进制数

由于存在 $2^3 = 8^1$ 这样的关系, 三位二进制数正好可以用一位八进制数表示, 因此将二进制数转换成八进制数时, 只要将二进制数按照三个一组, 每组转换成一个八进制数即可。其具体方法是: 将二进制数以小数点为界, 整数部分从右向左数, 每三位一组进行转换, 不足三位的在左边用 0 补足; 小数部分从左向右数, 每三位一组进行转换, 不足三位的在右边用 0 补足。

【例 1-5】 将二进制数 10110011.01011 转换成相应的八进制数。

$$\frac{(010)}{(2)} \quad \frac{110}{6} \quad \frac{011}{3} \cdot \frac{010}{2} \quad \frac{110}{6})_8$$

所以, $(10110011.01011)_2 = (263.26)_8$ 。

2) 八进制数转换成二进制数

八进制数的一位相当于二进制数的三位, 因此转换时只要将八进制数中的每个数字用相应的二进制数替换即可。

【例 1-6】 将八进制数 731.3 转换成相应的二进制数。

$$\frac{(7)}{(111)} \quad \frac{3}{011} \quad \frac{1}{001} \cdot \frac{3}{011})_2$$

所以, $(731.3)_8 = (111011001.011)_2$ 。

3. 二进制数与十六进制数之间的转换

1) 二进制数转换成十六进制数

由于存在着 $2^4 = 16^1$ 这样的关系, 四位二进制数正好可以用一位十六进制数表示, 因此将二进制数转换成十六进制数时, 只要将二进制数按照四个一组, 每组转换成一个十六进制数即可。其具体方法是: 将二进制数以小数点为界, 整数部分从右向左数, 每四位一组进行转换, 不足四位的在左边用 0 补足; 小数部分从左向右数, 每四位一组进行转换, 不足四位的在右边用 0 补足。



【例 1-7】 将二进制数 1010110.10101 转换成相应的十六进制数。

$$\frac{(0101)}{(5)} \frac{0110}{6} \cdot \frac{1010}{A} \frac{1000}{8)}_{16}$$

所以, $(1010110.10101)_2 = (56.A8)_{16}$ 。

2) 十六进制数转换成二进制数

十六进制数的一位相当于二进制数的四位,因此转换时只要将十六进制数中的每个数字用相应的二进制数替换即可。

【例 1-8】 将十六进制数 5B2.F 转换成相应的二进制数。

$$\frac{(5)}{(0101)} \frac{B}{1011} \frac{2}{0010} \cdot \frac{F}{1111)}_2$$

所以, $(5B2.F)_{16} = (10110110010.1111)_2$ 。

4. 八进制数与十六进制数之间的转换

八进制数与十六进制数之间的转换有以下两种方法:

(1) 先转换成二进制数然后再相互转换。

(2) 先转换成十进制数然后再相互转换。

提示: 转换后的整数前的高位 0 和小数末尾的低位 0 可以省略。

1.3.3 数值数据的表示

数值数据用来表示量的大小、正负,如整数、小数等。在计算机内,数值是用二进制来表示的,也就是说,无论多大的数,在计算机中都只能用 0 和 1 来表示。

1. 机内数据的编码表示

计算机中所有的信息都是以二进制形式存放的,因此数的正、负号也用一个二进制位来表示,这个二进制位一般在数的最高位,称为符号位。符号位为“0”表示正数,为“1”表示负数。

如果用 8 个二进制位表示一个有符号的整数,则最高位为符号位,具体表示数值的只有 7 位。如果用 16 个二进制位表示一个有符号的整数,除去最高位的符号位,具体表示数值的只有 15 位。显然,在表示一个数时,使用的二进制位数越多,其表示数值的范围就越大。

例如,用 8 位二进制表示,则十进制数 +50 与 -50 的二进制数表示分别为

$$(+50)_{10} = (00110010)_2$$

$$(-50)_{10} = (10110010)_2$$

其中最左边的位(即最高位)为符号位,“0”表示正数,“1”表示负数。

又如,用 16 位二进制表示,则十进制数 +513 与 -513 的二进制数表示分别为

$$(+513)_{10} = (0000001000000001)_2$$

$$(-513)_{10} = (1000001000000001)_2$$

显然,用 8 位二进制无法表示这两个数。其中最左边的位(即最高位)为符号位,“0”表示正数,“1”表示负数。

2. 整数在计算机中的表示

1) 无符号整数

无符号整数,即非负整数,与手写表示法相同。在计算机中,无符号整数通常可用 1 个、2 个、4 个或 8 个字节来存储和传输。

1 个字节的位串,能够表示的数值范围是 $0 \sim 255$ (即 $11111111 = 2^8 - 1$)。

2 个字节的位串,能够表示的数值范围是 $0 \sim 65\,535$ (即 $2^{16} - 1$)。

4 个字节的位串,能够表示的数值范围是 $0 \sim 4\,294\,967\,295$ (即 $2^{32} - 1$)。

2) 有符号整数

有符号整数的值,又称为真值。因为真值有正负号,所以在计算机中无法直接用位串来表示,因此要采用某种编码来间接表示有符号整数。

在某个取值范围中的所有有符号整数构成了一个(有限个元素的)集合,因此,可以用一定长度的二进

制位串来对其进行编码。用二进制位串通过编码来表示有符号整数,有多种编码规则,最常用的有原码、反码和补码。

(1)原码。原码是一种机器数表示方式,若用一个字节存储,则需要补满 8 位,若用两个字节存储,则需要补满 16 位,以此类推。

例如, +78 如果用一个字节存储,则其原码为 $(01001110)_2$, -78 的原码为 $(11001110)_2$ 。用原码表示的数在进行全正数的加法运算时结果正确,但若有负数参与,则运算结果不正确。例如,使用一个字节存储数据,考虑十进制运算 $3+5$ 和 $3+(-5)$:

$$\begin{aligned}(3)_{10} + (5)_{10} &= (00000011)_2 + (00000101)_2 \\ &= (00001000)_2 \\ &= (8)_{10}\end{aligned}$$

运算结果正确,然而

$$\begin{aligned}(3)_{10} + (-5)_{10} &= (00000011)_2 + (10000101)_2 \\ &= (10001000)_2 \\ &= (-8)_{10}\end{aligned}$$

显而易见,这并不是正确的运算结果。这说明仅使用原码无法正确完成含有负数的运算。为了解决这一问题,人们引入了反码表示形式。

(2)反码。正数的反码与该数的原码相同,负数的反码是将原码中除符号位以外的其他各位都取反,即 0 变为 1,1 变为 0,如 3 的原码为 $(00000011)_2$,反码为 $(00000011)_2$; -5 的原码为 $(10000101)_2$,反码为 $(11111010)_2$ 。利用反码计算 $3+(-5)$ 的步骤如下:

$$\begin{aligned}(3)_{10} + (-5)_{10} &= (00000011)_2 + (11111010)_2 \\ &= (11111101)_2 \\ &= (10000010)_2 \\ &= (-2)_{10}\end{aligned}$$

(3)补码。正数的补码与该数的原码相同,负数的补码是将其反码的最低位加 1。例如, -5 的原码为 $(10000101)_2$,反码为 $(11111010)_2$,补码为 $(11111011)_2$ 。数值数据在计算机中都是以二进制补码形式存储的,反码只在求补码的中间过程中使用。

总结: 3 种机器数的特点可归纳如下:

- (1)补码中 0 只有唯一编码。
- (2)3 种机器数的最高位均为符号位。
- (3)当真值为正时,原码、补码和反码的表示形式均相同,即符号位用 0 表示,数值部分与真值相同。
- (4)当真值为负时,原码、补码和反码的表示形式不同,但其符号位都用 1 表示,而数值部分有这样的关系,补码是原码的“求反加 1”,反码是原码的“每位求反”。

3. 小数点在计算机中的表示

在计算机中,小数点不用专门的格式表示,而是按约定的方式标出,小数点有两种表示方法,即定点表示和浮点表示。定点表示的数称为定点数,浮点表示的数称为浮点数。

1) 定点表示

小数点固定在某一位置的数为定点数,定点数有以下两种格式。

(1)定点整数。小数点在数值位之后的为定点整数,其格式如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2 定点整数格式

符 号	数值部分	小 数 点
X_s	$X_1 X_2 \cdots X_n$	.



定点整数数值表示:

$$X = X_s X_1 X_2 \cdots X_n, X_i = \{0, 1\}, 0 \leq i \leq n$$

即

$$\pm X_1 2^{n-1} + \cdots + X_{n-1} 2^1 + X_n$$

数值范围为 $-2^n \leq X \leq 2^n - 1$ 。

(2) 定点小数。小数点在符号位之后的为定点小数,其格式如表 1-3-3 所示:

表 1-3-3 定点小数格式

符 号	小 数 点	数值部分
X_s	.	$X_1 X_2 \cdots X_n$

定点小数数值表示:

$$X = X_s X_1 X_2 \cdots X_n, X_i = \{0, 1\}, 0 \leq i \leq n$$

即

$$\pm X_1 2^{-1} + \cdots + X_{n-1} 2^{-n+1} + X_n 2^{-n}$$

数值范围为 $-1 \leq X \leq 1 - 2^{-n}$ 。

因为位数是定长的,所以表示的值是有限的,运算结果超出表示范围,称为溢出。

溢出的判定也是计算机常用的操作。对于定点数,除可以用数值判定外,还可用次高位向最高位进位异或($\oplus$)最高位向进位位进位的方法判定,其值为 1,表示有溢出,也可用双符号位来判定。

2) 浮点表示

浮点表示法就是指在数的表示中,其小数点的位置是浮动的。任何一个二进制数 X 都可以表示为

$$X = \pm S \times B^{\pm E}$$

其中各项字段含义如下:

(1) 尾数 S 。定点小数,即浮点数的小数部分。使用原码或补码表示,其位数决定数的精度;其数符“ $\pm$ ”表示数的正负。

(2) 阶码底 B 。阶码底是隐含的,且不需要存储,默认为 2(二进制的基数等于 2)。

(3) 阶码 E 。阶码是定点整数,使用移码或补码表示,其位数决定数值范围;阶符“ $\pm$ ”表示阶码的正负。



真题链接

【单项选择题】1. 将十进制数 56 转换成二进制数是()。

A. 111000

B. 000111

C. 101010

D. 100111

解析 A。将十进制数 56 转换为二进制数的过程如下:

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 56} \ 0 \quad \uparrow \text{低位} \\
 2 \overline{) 28} \ 0 \\
 2 \overline{) 14} \ 0 \\
 2 \overline{) 7} \ 1 \\
 2 \overline{) 3} \ 1 \\
 2 \overline{) 1} \ 1 \quad \uparrow \text{高位} \\
 \quad \quad 0
 \end{array}$$

所以 $(56)_{10} = (111000)_2$ 。

【判断题】2. 所有的十进制小数都能完全准确地转换为二进制小数。()

A. 正确

B. 错误

解析 B。并不是所有的十进制小数都能完全准确地转换成二进制小数。十进制小数部分转换成二进制是用小数部分乘以 2,然后取整数部分,直至小数部分全部变成 0 为止。如果小数乘以 2 后小数部分永远无法变成 0,就会进入一个无限循环状态,比如 0.1,无论进行多少次乘以 2 的运算,小数部分都不会为 0,即 0.1 无法用准确的二进制数表示,所以并不是所有的十进制小数都能完全准确地转化成二进制小数。

1.3.4 字符数据的表示

1. 西文字符编码

1) ASCII 码

目前,国际上广泛使用的字符编码是美国标准信息交换码(American Standard Code for Information Interchange),简称 ASCII 码。虽然 ASCII 码是美国国家标准,但已被国际标准化组织(ISO)确定为国际标准,全球通用。ASCII 码有两种版本,一种是 7 位版本,另一种是 8 位版本,目前国际上通用的是 7 位版本。

7 位的 ASCII 码称为标准 ASCII 码字符集,计算机采用 1 个字节(8 位)来表示一个字符,但实际只使用字节的低 7 位,字节的最高位为 0,所以可以表示 128 个字符,其中包括 10 个数字,52 个大小写英文字母,32 个标点符号、运算符和 34 个控制符。标准 ASCII 码字符集如表 1-3-4 所示。

表 1-3-4 标准 ASCII 码字符集

低 位	高 位							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	空格	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	↑	n	~
1111	SI	US	/	?	O	↓	o	Delete

如果想要确定一个字符的 ASCII 码,则在 ASCII 码表中先查出其位置,然后分别确定列对应的高三位编码以及行对应的低四位编码,将高三位的编码和低四位的编码连在一起,即为所要查找字符的 ASCII 码。

常见 ASCII 码的大小规则:0~9<A~Z<a~z。

提示:字母“A”的 ASCII 码是 1000001,对应的十进制、十六进制数分别是 65 和 41H;字符“a”的 ASCII 码是 1100001,对应的十进制、十六进制数分别是 97 和 61H;数字字符“0”的 ASCII 码是 0110000,对应的十进制、十六进制数分别是 48 和 30H;空格字符的 ASCII 码是 0100000,对应的十进制、十六进制数分别是 32 和 20H。因此 ASCII 码值的大小比较为:小写字母>大写字母>数字>空格。

【例 1-9】 查找字符“A”的编码。

(1)找到字符“A”所对应的列和行。

(2)在列上确定高三位为“100”。

(3)在行上确定低四位为“0001”。

(4)确定字符“A”的编码为“1000001”。



知识拓展

8 位版本的 ASCII 码,是用 8 位二进制来表示一个字符,共能表示的字符有 $2^8=256$ 个。当最高位为 0 时,称为基本 ASCII 码,这时的编码与 7 位 ASCII 码相同。当最高位为 1 时,称为扩充的 ASCII 码,它表示的范围为 128~255,可表示 128 个字符。各个国家通常把扩充的 ASCII 码作为自己国家文字符号的代码。

2)MBCS 码

为了扩充 ASCII 编码,以用于显示本国的语言,不同的国家和地区制定了不同的标准,由此产生了 GB 2312、BIG5、JIS 等各自的编码标准。这些使用 2 个字节来代表一个字符的各种汉字延伸编码方式,称为 ANSI 编码,又称为 MBCS(Multi Bytes Character Set,多字节字符集)。在简体中文系统下,ANSI 编码代表 GB 2312 编码,在日文操作系统下,ANSI 编码代表 JIS 编码,所以在中文 Windows 下要转码成 GB 2312、GBK(汉字国标扩展码),把文本保存为 ANSI 编码即可。但是不同 ANSI 编码之间互不兼容,当信息在国际上交流时,无法将属于两种语言的文字存储在同一段 ANSI 编码的文本中。同一个编码值,在不同的编码体系里代表着不同的字,很容易造成混乱,这导致了 Unicode 码的诞生。

3)Unicode 码

Unicode(统一码、万国码、单一码)是计算机科学领域里的一项业界标准,包括字符集、编码方案等。Unicode 是为了解决传统的字符编码方案的局限而产生的,它为每种语言中的每个字符设定了统一并且唯一的二进制编码,以满足跨语言、跨平台进行文本转换、处理的要求。Unicode 于 1990 年开始研发,1994 年正式公布。Unicode 编码系统可分为编码方式和实现方式两个层次。

Unicode 编码共有 3 种具体实现方式,分别为 UTF-8、UTF-16 和 UTF-32,其中 UTF-8 占用 1~4 个字节,UTF-16 占用 2 或 4 个字节,UTF-32 占用 4 个字节,比较常用的是 UTF-8。



真题链接

【填空题】已知字母 G 的 ASCII 码对应的十六进制数为 47H,则字母 J 的 ASCII 码对应的十六进制数为_____。

解析 4AH。

2. 汉字字符编码

用计算机处理汉字的时候,必须先对汉字进行编码。与英文不一样,英文只有 26 个字母,采用不超过 128 个字符的字符集就能满足英文处理的需求,而中文汉字种类繁多、数量大、字形复杂、同音字多,编码比英文困难得多。一个汉字处理系统中,输入、内部存储、处理和输出等对汉字的编码要求也不尽相同。因此,在处理汉字的时候,需要进行一系列的汉字代码转换。汉字信息处理中各编码及流程如图 1-3-1 所示。

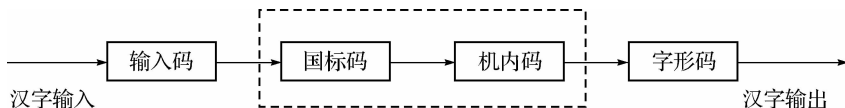


图 1-3-1 汉字信息处理中各编码及流程

1)汉字输入码

汉字输入码也称外码,是为了通过键盘字符把汉字输入计算机而设计的一种编码。英文输入时,想输

入什么字符便按该字符键,输入码和内码是一致的。而汉字输入规则不同,可能要按几个键才能输入一个汉字。汉字和键盘字符组合的对应方式称为汉字输入编码方案。汉字外码是针对不同汉字输入法而言的,通过键盘使用某种输入法进行汉字输入时,人与计算机进行信息交换所用的编码称为汉字外码。对于同一汉字而言,输入法不同,其外码也是不同的。例如,对于汉字“啊”,在区位码输入法中的外码是 1601,在拼音输入法中的外码是 a,而在五笔字型输入法中的外码是 KBSK。

汉字的输入码种类繁多,大致有 4 种类型,即音码、形码、顺序码和音形码。

(1)音码。音码主要是以汉语拼音为基础的编码方案,如全拼、双拼、智能 ABC、搜狗拼音等。该编码简单易学,与人们的习惯一致。但由于汉字同音字太多,输入重码率很高,所以按字音输入后还必须进行同音字选择,影响了输入速度。

(2)形码。形码是以汉字的形状确定的编码。汉字总数虽然多,但都是一笔一画组成的,全部汉字的部件和笔画是有限的。因此,把汉字的笔画部件用字母或数字进行编码,按笔画书写的顺序依次输入,就能表示一个汉字,如五笔字型输入法、郑码输入法等。

(3)顺序码。顺序码是一种使用历史较长的编码方法,是用 4 位十六进制数或 4 位十进制数编成一组代码,每组代码表示一个汉字。编码可以按照汉字出现的概率大小顺序进行,也可以根据汉字的读音顺序进行。但这种代码不易记忆、不易操作。

(4)音形码。音形码从汉字的音和形两个角度出发,结合了汉字的两部分信息进行编码。但由于在输入时既要考虑音也要考虑形,考虑时间变长,所以学习和使用都相对困难。

2) 国标码

国标码也称汉字交换码,简称 GB 码,是国家标准 GB 2312—1980 中提供的一种十六进制形式的编码。国标码是指在不同汉字信息系统间进行汉字交换时所使用的编码。

国标码对汉字进行编码时,每个汉字的编码占 2 个字节。考虑到与 ASCII 码的关系,国标码使用每个字节的低 7 位。这个方案最大可容纳 $128 \times 128 = 16\,384$ 个汉字集字符,并将常用的 6 763 个汉字和 682 个非汉字图形符号分为两级:一级汉字 3 755 个,按汉语拼音排列;二级汉字 3 008 个,按部首次序排列。

为了编码,将国标码中的汉字和字符符号分成 94 个区,每个区又分成 94 个位,所有的汉字和字符符号组成一个 94×94 的矩阵。第一个字节代表区码,第二个字节代表位码,区码和位码分别用一个 2 位的十进制数来表示,由区码和位码构成了区位码。因此,区位码和国标码是一一对应的,区位码是十进制表示的国标码,国标码是十六进制表示的区位码。

区位码和国标码之间的转换方法是将一个汉字的区号和位号分别转换成十六进制数,然后分别加上 20H,计算公式为:

$$\text{国标码} = \text{区位码} + 20\,20\text{H}$$

提示: H 表示该数为十六进制数。

3) 汉字机内码

汉字机内码又称汉字 ASCII 码或机内码,简称内码,由扩充 ASCII 码组成,指计算机内部存储、处理加工和传输汉字时所用的由符号“0”和“1”组成的代码。输入码被接受后就由汉字操作系统的输入码转换模块转换为机内码,与所采用的键盘输入法(汉字输入码)无关。

机内码是汉字最基本的编码,不管是什么汉字系统和汉字输入方法,输入的汉字外码到机器内部都要转换成机内码,才能被存储和进行各种处理。人们通常所说的内码是指国标内码,即 GB 内码。GB 内码用 2 个字节来表示(一个汉字要用 2 个字节来表示),每个字节的高位为 1,以确保 ASCII 码的西文与用双字节表示的汉字之间的区别。

汉字的输入码是多种多样的,但汉字的机内码是相同的。有专用的计算机内部存储汉字使用的汉字内码,将输入时使用的多种汉字输入码统一转换成汉字机内码进行存储,以方便机内的汉字处理。

在汉字输入时,根据输入码,通过计算机或查找输入码表完成输入码向机内码的转换。其转换公式为:

$$\text{汉字机内码} = \text{国标码} + 80\,80\text{H} = \text{区位码} + \text{A0}\,\text{A0H}$$

【例 1-10】“中”字的国标码为 56 50H,其机内码为 D6 D0H。

$$56\ 50\text{H} = 01010110\ 01010000$$

+

$$80\ 80\text{H} = 10000000\ 10000000$$

$$11010110\ 11010000 = \text{D6 D0H}$$



知识拓展

一个汉字用 2 个字节的内码表示,计算机显示一个汉字的过程首先是根据其内码找到该汉字字库中的地址,然后将该汉字的点阵字形在屏幕上输出。内码的形式也有多种,除 GB 内码外,还有 GBK、BIG5、Unicode 等。

4) 汉字字形码

汉字字形码也称为汉字字模或汉字输出码,是表示汉字字形编码的信息,在显示或打印时使用。目前汉字字形码通常有两种表示方式:点阵方式和矢量方式。

(1) 点阵方式。此方式是将汉字字形码用汉字字形点阵的代码表示,所有汉字字形码的集合构成了汉字库。经常使用的汉字库有 16×16 点阵、24×24 点阵、32×32 点阵、64×64 点阵等。点阵越大,输出的字形越清晰美观,占用的存储空间就越大。在汉字字形点阵中的每个点对应一个二进制位,1 个字节又等于 8 个二进制位,所以 16×16 点阵字形的字要使用 32 个字节存储,由此可得,点阵字形码所占字节数的计算公式为:

$$\text{点阵字形码所占字节数} = \text{点阵行数} \times \text{点阵列数} / 8$$

(2) 矢量方式。矢量字库保存的是每一个汉字的描述信息,当要输出汉字时,字形和大小与计算机的分辨率无关,节省存储空间。使用矢量方式记录的字体可以任意缩放而不变形、变色,不会出现锯齿状边缘。Windows 中使用的 TrueType 就是汉字矢量方式。



真题链接

【填空题】1. 在计算机中,英文字符编码形式主要采用_____字符编码,即美国标准信息交换代码。

解析 ASCII。ASCII 字符编码是美国标准信息交换(代)码,是国际上使用最广泛的一种西文字符编码。

【单项选择题】2. 汉字信息交换码()是我国颁布的国家标准。

- A. GB 2312—1980 B. UTF-8 C. 原码 D. 补码

解析 A。1980 年,我国颁布了第一个汉字编码字符集标准,即 GB 2312—1980《信息交换用汉字编码字符集 基本集》,该标准编码也称为国标码,简称 GB 码,是我国大陆地区及新加坡等海外华语区通用的汉字交换码。

【单项选择题】3. 用于在计算机内部存储、处理汉字的编码称为汉字()。

- A. 交换码 B. 机内码 C. 字形码 D. 输入码

解析 B。汉字机内码是指汉字在计算机系统内部处理和存储而使用的编码。

1.3.5 数据的存储单位

在计算机内部,一切数据都是用二进制数的编码来表示的。为了衡量计算机中数据的量,人们规定了一些表示数据量的常用单位,有位、字节和字。

1. 位

位是计算机中存储数据的最小单位,指二进制数中的一个位数,其值为“0”或“1”,因其英文名为“bit”,

故称为“比特”,常用“b”表示。

2. 字节

字节是计算机存储容量的基本单位,计算机存储容量的大小是用字节的多少来衡量的。其英文名为“Byte”,通常用“B”表示。字节经常使用的单位还有 KB(千字节)、MB(兆字节)和 GB(吉字节)等,它们与字节的关系是:

$$1 \text{ B} = 8 \text{ bit}$$

$$1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B} = 1\,024 \text{ B}$$

$$1 \text{ MB} = 2^{10} \times 1 \text{ KB} = 1\,024 \text{ KB} = 2^{10} \times 2^{10} \text{ B} = 1\,024 \times 1\,024 \text{ B}$$

$$1 \text{ GB} = 2^{10} \times 1 \text{ MB} = 1\,024 \text{ MB} = 2^{10} \times 2^{10} \times 1 \text{ KB} = 2^{10} \times 2^{10} \times 2^{10} \text{ B} = 1\,024 \times 1\,024 \times 1\,024 \text{ B}$$

通常,一个 ASCII 码用 1 个字节表示,一个汉字的国标码用 2 个字节表示,整型数用 2 个字节表示,单精度实型数用 4 个字节表示,双精度实型数用 8 个字节表示,等等。



知识拓展

由于数据量的大量增长,可使用的计算机计量单位还有 TB(太字节)、PB(拍字节)、EB(艾字节)、ZB(泽字节)、YB(尧字节)等。其中 $1 \text{ TB} = 1\,024 \text{ GB}$, $1 \text{ PB} = 1\,024 \text{ TB}$ 。

3. 字

字是计算机内部作为一个整体参与运算、处理和传送的一串二进制数,其英文名为“Word”。字是计算机内 CPU 进行数据处理的基本单位。

字长(Word Length)是计算机 CPU 一次处理数据的实际位数,是衡量计算机性能的一个重要指标。字长越长,一次可处理的数据二进制位越多,运算能力就越强,计算精度就越高。目前,计算机字长有 8 位、16 位、32 位和 64 位,通常我们所说的 N 位计算机是指该计算机的字长有 N 位二进制数。例如,586 微机内部总线的字长是 64 位,被称为 64 位机,则 586 计算机一次最多可以处理 64 位数据。



真题链接

【单项选择题】1. 计算机中,通常用英文字母“bit”表示()。

- A. 字 B. 字节 C. 二进制位 D. 字长

解析 C。位也称为“比特”,用英文字母“bit”表示,是计算机存储数据的最小单位,每个二进制数 0 或 1 就是一个位。字节是存储信息的基本单位,用英文字母“Byte”表示, $1 \text{ B} = 8 \text{ bit}$ 。CPU 通过数据总线一次存取、加工和传递的数据称为字,是进行数据处理的基本单位。计算机 CPU 一次处理的二进制位数称为字长,字长是衡量计算机性能的一个重要指标。

【填空题】2. 计算机中采用_____个字节存储一个 ASCII 码字符。

解析 1。

【单项选择题】3. 下列等式中,正确的是()。

- A. $1 \text{ KB} = 1\,024 \times 1\,024 \text{ B}$ B. $1 \text{ MB} = 1\,024 \text{ B}$
C. $1 \text{ KB} = 1\,024 \text{ MB}$ D. $1 \text{ MB} = 1\,024 \times 1\,024 \text{ B}$

解析 D。 $1 \text{ MB} = 1\,024 \text{ KB}$, $1 \text{ KB} = 1\,024 \text{ B}$, 所以 $1 \text{ MB} = 1\,024 \times 1\,024 \text{ B}$ 。

1.4 计算机系统



考纲要求

1. 掌握计算机系统的组成及主要技术指标。





2. 掌握计算机体系结构及工作原理。
3. 掌握计算机硬件系统的组成、软件系统的组成。
4. 了解微型计算机的分类、性能指标及常见硬件设备。



考点梳理

考点 1: 计算机系统的组成

- (1) 硬件系统。包括主机和外部设备,即运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备。
- (2) 软件系统。包括系统软件和应用软件。

考点 2: 冯·诺依曼体系结构

- (1) 采用二进制形式表示数据与指令。
- (2) 提出存储程序和程序控制的核心思想。
- (3) 计算机由 5 个部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

考点 3: 微型计算机的分类、性能指标

- (1) 微型计算机可分为单片机、单板机、个人计算机和便携式计算机。
- (2) 微型计算机的性能指标包括主频、字长、运算速度、存储容量、存储周期等。

1.4.1 计算机系统的组成

计算机系统是由硬件系统和软件系统组成的,如图 1-4-1 所示。计算机硬件是指构成计算机的所有实体部件的集合,通常这些部件由电路(电子元件)、机械元件等物理部件组成。它们都是看得见摸得着的物体。软件主要是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合。1983 年,IEEE 对软件给出了一个较为全面的定义:软件是计算机程序、方法和规范及其相应的文档以及在计算机上运行时所必需的数据。软件是相对于机器硬件而言的,没有软件的计算机是无法工作的,其被称为“裸机”。

硬件系统和软件系统在计算机系统中相辅相成,缺一不可,它们有机结合才构成一个完整的计算机系统。

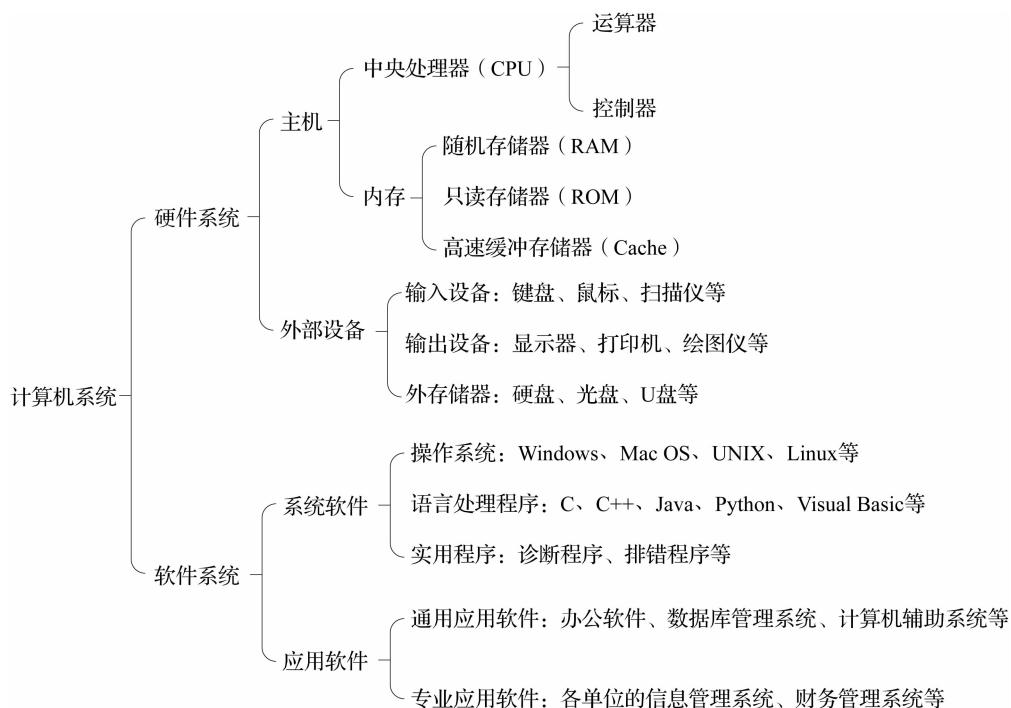


图 1-4-1 计算机系统的组成

1. 硬件系统

计算机硬件系统是指计算机系统中由机械、电子和光电元件等组成的各种物理装置的总称。这些物理装置按系统结构的要求组成一个整体,为计算机软件运行提供物质基础。概括地说,计算机硬件系统的功能是输入并存储程序和数据,执行程序,把数据加工成人类可以理解的形式。

计算机硬件系统主要由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部件组成。

1) 运算器

运算器由算术逻辑部件(Arithmetic and Logic Unit, ALU)、累加器、状态寄存器、通用寄存器组等部分组成。现在的运算器内部还集成了浮点处理单元(Floating-point Processing Unit, FPU),用来提高浮点运算速度。

算术逻辑运算单元的基本功能为加、减、乘、除四则运算,与、或、非、异或等逻辑操作,以及移位、求补等操作。当计算机运行时,运算器的操作和操作种类由控制器决定。运算器处理的数据来自存储器,处理后的结果数据通常送回存储器,或暂时寄存在运算器中。

2) 控制器

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件发出控制信号,统一指挥整个计算机完成指令所规定的操作。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设备。

控制器的主要部件由程序计数器(PC)、指令寄存器(IR)、指令译码器(ID)、时序控制电路以及微操作控制电路等组成。通常把控制器与运算器合称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU)。

3) 存储器

存储器是计算机系统记忆设备,用来存放程序和数据。计算机中的全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中,它根据控制器指定的位置存入和取出信息。存储器的工作速率相对于CPU的运算速率要低很多。

存储器按用途可分为内存储器和外存储器两种类型,如图1-4-2所示。

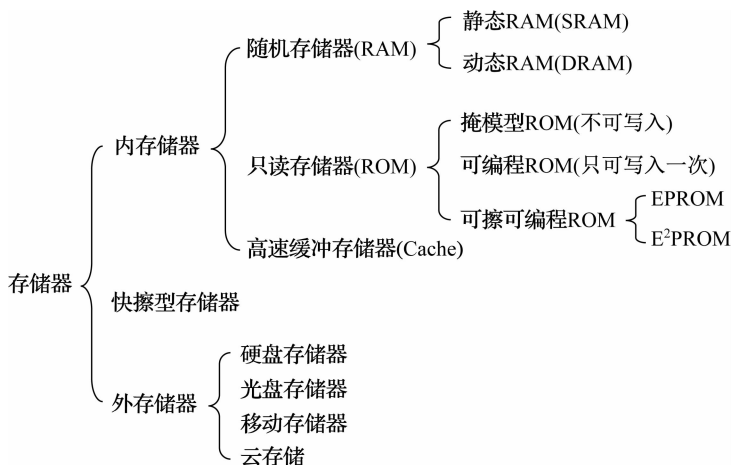


图 1-4-2 存储器分类

(1)内存储器。内存储器也称为主存储器,简称内存或主存,用来存放要执行的程序和数据。计算机可以直接从内存储器中存取信息,即内存储器是CPU能够直接访问的存储器。内存储器按功能可分为随机存储器(Random Access Memory, RAM)、只读存储器(Read Only Memory, ROM)和高速缓冲存储器(Cache)3种类型。

①随机存储器。随机存储器又称读写存储器,是指能够通过指令随机地、个别地对其中各个单元进行读/写操作的一类存储器。在计算机断电后, RAM 中的信息会丢失。

a. RAM 的性能指标。RAM 的性能指标主要有两个:存储容量和存取速度。



b. RAM 的分类。按照存储信息原理的不同, RAM 可分为静态随机存储器 and 动态随机存储器。

- 静态随机存储器(Static RAM, SRAM)。SRAM 是用触发器作为存储单元存放 0 和 1 的, 存取速度快。“静态”是指这种存储器只要保持通电, 里面储存的数据就可以恒常保持, 当电力供应停止时, SRAM 储存的数据会消失。一般静态 RAM 的集成度较低, 成本较高。

- 动态随机存储器(Dynamic RAM, DRAM)。DRAM 是最为常见的系统内存。DRAM 只能将数据保持很短的时间, 为了保持数据, DRAM 使用电容存储, 所以必须隔一段时间刷新一次。如果存储单元没有被刷新, 存储的信息就会丢失, 并且关机就会丢失数据。目前, 微机上配置的主存储器均采用 DRAM。

除此之外, 常用的内存种类还有 SDRAM、SRAM、DDR、DDR2、DDR3 等。

提示: SRAM 要比 DRAM 的速度快, 常用作计算机的 Cache。

②只读存储器。ROM 是在微机系统的在线运行过程中, 只能对其进行读操作, 而不能进行写操作的一类存储器。

由于 ROM 中的信息是厂家在制造时用特殊方法写入的, 因而 ROM 中的信息可以读出, 但不能向其中写入数据, 而且断电后其中的数据也不会丢失。ROM 中通常用来存放固定不变的程序、汉字字型库、字符及图形符号等。

随着半导体技术的发展, 只读存储器也出现了不同的种类, 如可编程只读存储器(Programmable ROM, PROM)、可擦可编程只读存储器(Erasable Programmable ROM, EPROM)和电擦除可编程只读存储器(Electric Erasable Programmable ROM, EEPROM/E²PROM)以及掩模型只读存储器(Masked ROM, MROM)等, 近年来发展起来的闪速存储器(Flash Memory)、快擦除存储器, 具有 EEPROM 的特点。

③高速缓冲存储器(Cache)。Cache 是介于 CPU 和内存之间的一种可高速存取信息的芯片, 是 CPU 和 RAM 之间的桥梁, 用于解决这两者之间的速度冲突问题。

Cache 中存放常用的程序和数据, 当 CPU 访问这些程序和数据时, 首先从 Cache 中查找, 如果所需程序和数据不在 Cache 中, 则到内存中读取数据, 同时将数据写入 Cache 中。因此采用 Cache 可以提高系统的运行速度。

提示: CPU 的 Cache 容量、速度是衡量 CPU 的重要技术指标之一, 可直接影响 CPU 的工作效率, 并决定了 CPU 的价格。

(2)外存储器。外存储器也称为辅助存储器, 简称外存或辅存, 用来长期存放程序和数据。外存通常是磁性介质(如机械硬盘)或光学存储介质(如光盘)等, 能长期保存信息, 但其速度与 CPU 相比慢得多。

通常, 外存不和计算机内其他装置直接交换数据, 只和内存交换数据, 而且不是按单个数据进行存取, 而是以成批数据进行交换。由于外存设置在计算机外部, 因此也可归属于计算机外部设备。

常用的外存可分为硬盘存储器、光盘存储器、移动存储器和云存储。

(3)内存储器与外存储器的比较。内存储器与外存储器的比较如表 1-4-1 所示。

表 1-4-1 内存储器与外存储器的比较

存储器种类	容 量	存储速度	价 格	是否可以与 CPU 直接交换数据
内存储器	小	快	高	是
外存储器	大	慢	低	否

(4)存储器的性能指标。存储器的主要性能指标有存储容量、存取时间、存储周期和存储器带宽。

①存储容量。存储器可以存储的二进制信息总量称为存储容量。其计算公式为:

$$\text{存储容量} = \text{存储器单元数} \times \text{每单元二进制位数}$$

存储容量越大, 能存储的信息就越多。存储容量有两种表示方法。

a. 位表示方法。以存储器中的存储地址总数与存储字位数的乘积表示, 如 1 K×4 位, 表示该芯片有 1 K 个单元(1 K=1 024 B), 每个存储单元的长度为 4 个二进制位。

b. 字节表示方法。以存储器中的单元总数表示(一个存储单元由 8 个二进制位组成, 称为 1 字节, 用 B 表示)。例如, 128 B 表示该芯片有 128 个单元。

知识拓展

在计算机中,可根据存储器的地址编号计算存储器的容量,计算公式为:存储容量=末位地址一起始地址+1。默认单位为B。

②存取时间。存储器的存储速度可以用两个时间参数表示,一个是“存取时间”,另一个是“存储周期”。存取时间定义为从启动一次存储器操作到完成该操作所经历的时间。

③存储周期。存储周期是指连续启动两次独立的存储器操作之间所需的最小时间间隔。一般存储周期略大于存取时间,其时间单位为ns(纳秒)。

④存储器带宽。存储器带宽是单位时间内存储器所存取的信息量,通常以bit/s或B/s作度量单位。带宽是衡量数据传输速率的重要指标。

4) 输入设备

输入设备是外部与计算机进行交互的一种装置,用于把原始数据和处理这些数据的程序输入计算机。计算机能够接收各种各样的数据,既可以是数值型的数据,也可以是各种非数值型的数据,如图形、图像、声音等都可以通过不同类型的输入设备输入计算机,进行存储、处理和输出。输入设备包括字符输入设备(如键盘、条形码阅读器、光笔、手写输入板等)、图形输入设备(如鼠标、数字化仪、操纵杆等)、图像输入设备(如光学扫描仪、数码相机、摄像机等)、模拟量输入设备(如模/数转换器、话筒等)。

(1)鼠标。鼠标(Mouse)控制在显示器上显示为指针。鼠标指针通常以箭头的形状出现,也可以改变形状,这取决于应用程序。鼠标可以有一个、两个或多个按钮,用于选择命令选项和控制显示器上的鼠标指针。有些鼠标有一个滚轮按钮,可以通过旋转来滚动显示在显示器上的信息。鼠标有多种设计,但光学鼠标的使用最广泛,它通过发出并感知光来检测鼠标的移动,被检测到的鼠标移动通过鼠标线被传送到系统单元。除此之外,无线鼠标使用无线电波或红外线光波与系统单元通信。这些设备没有鼠标线,为操作带来了便利。

鼠标根据工作原理的不同可以分为机械式、光机式、光电式和无线式4类。

(2)键盘。通过键盘输入数据是最常见的方式之一。键盘将数字、字母和人们能理解的特殊字符转换成电信号,这些信号被发送到系统单元,并由系统单元进行处理。键盘有各种各样的设计。它们的范围从全尺寸到微型,甚至可以是虚拟的。键盘有4种基本类型:传统键盘、笔记本电脑键盘、虚拟键盘和拇指键盘。

(3)光笔。光笔是计算机的一种输入设备,结构简单,价格低廉,响应速度快,操作简便,常用于交互式计算机图形系统中。在图形系统中,光笔将人的干预、显示器和计算机三者有机地结合起来,构成人机通信系统。利用光笔能直接在显示屏幕上对所显示的图形进行选择或修改。

(4)触摸屏。和鼠标一样,触摸屏用于控制鼠标指针并进行选择。然而,与鼠标不同的是,触摸屏是通过移动或在触摸屏表面轻敲手指来操作的。触摸屏允许用手指或类似钢笔的设备触摸屏幕来选择操作或命令。多点触摸屏可以用一个以上的手指触摸屏幕,这样可以实现互动,比如通过捏和拉伸手指来缩小和放大屏幕。多点触摸屏通常用于平板电脑和智能手机,以及一些笔记本电脑和桌面显示器。

(5)光学扫描仪。光学扫描仪也称为扫描仪,是一种光电一体化的高科技产品,它是将各种形式的图像信息输入计算机的重要工具,如图1-4-3所示。



图 1-4-3 扫描仪

扫描仪按照其处理的颜色可以分为黑白扫描仪和彩色扫描仪两种,按照扫描方式可以分为手持式、台式、平板式和滚筒式4种。扫描仪的性能指标有分辨率、扫描区域、灰度级、图像处理能力、精确度、扫描速度等。常用的接口有USB接口、SCSI接口和火线(IEEE 1394)接口等。

(6)数字化仪。数字化仪是一种图形输入设备,它可以将各种图纸的图形信息转换成相应的计算机可以识别的数字信号输入计算机中,与绘图仪一起常用于工程设计单位。

(7)话筒。利用话筒也可以进行语音输入,这项技术实现了人们长期以来所追求的文字输入理想。

(8)数码相机和摄像头。数码相机(Digital Camera, DC),又称数字式相机,是集光学、机械、电子一体化的产品。它集成了影像信息的转换、存储和传输等部件,具有数字化存取模式、与计算机交互处理和实时拍摄等特点,是一种能够进行拍摄,并通过内部处理把拍摄到的景物转换成以数字格式存放的图像的特殊相机。

目前常见的单反数码相机品牌有尼康、佳能、宾得、富士等。图 1-4-4 所示为佳能单反数码相机。

摄像头是一种数字视频的输入设备。如图 1-4-5 所示,它利用光电技术采集影像,通过内部的电路把这些代表像素的“点电流”转换成能够被计算机处理的数字信号 0 和 1,而不像视频采集卡那样首先用模拟采集工具采集影像,再通过专用的模/数转换组件完成影像的输入。

感光器件分为 CCD 和 CMOS 两类。摄像头又分为内置和外接两种,外接摄像头主要通过手机上的摄像头接口与摄像头相连,实现拍照的功能。



图 1-4-4 数码相机



图 1-4-5 摄像头

(9)其他输入设备。人们根据不同要求研制开发出许多输入设备。例如,在购物交款时,营业员使用的 RFID(射频识别)阅读器;用于 PC 游戏的游戏手柄;对标准化答卷进行评分的光电阅读仪等。

5) 输出设备

输出设备也是十分重要的人机交互接口,它的功能是输出人们所需要的计算机的处理结果。输出的形式可以是数字、字母、表格、图形、图像等。最常用的输出设备是各种类型的显示器、打印机、绘图仪、音频输出设备和投影仪,以及 X-Y 记录仪、数/模(D/A)转换器等。

(1)显示器。最常用的输出设备是显示器。显示器也被称为显示屏,它显示文本和图形的视觉图像。图像是由一系列的点或像素在显示器上形成的,分辨率表示为这些点或像素的矩阵。显示器的分辨率越高(像素越多),产生的图像越清晰。显示器在大小、形状和成本方面各不相同,一台显示器的优劣直接影响所显示图像的质量。

①主要技术参数。显示器的主要技术参数如表 1-4-2 所示。

表 1-4-2 显示器的主要技术参数

技术参数	简 述
扫描方式	显示器的扫描方式分为“逐行扫描”和“隔行扫描”两种。隔行扫描价格低廉,但人眼明显感到闪烁,长时间使用,眼睛会感到疲劳,已被淘汰。逐行扫描克服了上述缺点,长时间使用眼睛不会感到疲劳
刷新频率	刷新频率就是屏幕刷新的速度,刷新频率越低,图像闪烁和抖动就越厉害,眼睛就越容易疲劳,一般采用 75 Hz 以上的刷新频率时可基本消除闪烁,因此,75 Hz 的刷新频率应是显示器稳定工作的最低要求。此外,还有一个常见的显示器性能参数是行频,即水平扫描频率,是指电子枪在屏幕上扫描过的水平点数,以 kHz 为单位
点距	点距是同一像素中两个颜色相近的磷光体间的距离。点距越小,显示出来的图像越细腻,成本也越高,大多数显示器的点距至少为 0.28 mm,有些高档显示器的点距为 0.25 mm,甚至更小
分辨率	分辨率是显示器的一个重要的性能指标。例如,1 024×768、1 280×1 024 等。1 024×768 中的 1 024 是指屏幕水平方向的像素数,768 指屏幕垂直方向的像素数。分辨率越高,图像越清晰
带宽	带宽是衡量显示器综合性能最重要的指标之一,以 MHz 为单位。带宽决定一台显示器可以处理的信息范围,即特定电子装置能处理的频率范围

续表

技术参数	简 述
亮度和对比度	亮度的含义是屏幕显示白色图形时白块的亮度,其量值单位是 cd/m^2 。一般情况下,背景较暗时白色的亮度在 $70 \text{ cd}/\text{m}^2$ 以上即可令人满意。对比度的含义是显示画面或字符(测试时用白块)与屏幕背景底色的亮度之比。对比度越大,显示的字符或画面就越清晰
尺寸	显示器的屏幕尺寸实际上是指显像管或液晶屏的尺寸,而实际使用的远远达不到这个尺寸,原因是显像管或液晶屏的边框占了一部分空间。大小或活动显示区域,是由显示器可视区域的对角线长度来测量的,常见的尺寸有 13、14、15、17 in(1 in $\approx$ 2.5 cm)等
长宽比	长宽比表示显示器的宽度和高度之间的比例关系。目前大部分显示器都采用 16:9 的屏幕宽高比来显示宽屏内容

②显示控制卡。显示控制卡简称显卡,又称为显示接口卡(Video Card)、图形卡(Graphics Card)、显示适配器(Video Adapter),是计算机最基本的组成部分之一。显卡的用途是将计算机系统所需要的显示信息进行转换驱动,并向显示器提供行扫描信号。显卡是连接显示器和计算机主板的重要元件,是“人机对话”的重要设备之一。显卡作为主机的一个重要组成部分,承担输出显示图形的任务,其基本功能是完成计算机数字信号和显示器模拟信号之间的信号转换。显卡可分为两类,如表 1-4-3 所示。

表 1-4-3 显卡的分类

显卡名称	简 述
集成显卡	集成显卡是将显示芯片、显存及其相关电路都做在主板上,与主板融为一体。集成显卡的显示芯片有单独的,但大部分集成在主板上。一些主板集成的显卡也在主板上单独安装了显存,但其容量较小。集成显卡的显示效果与处理性能较弱,不能对显卡进行硬件升级,但可以通过 CMOS 调节频率或刷入新 BIOS 文件实现软件升级来挖掘显示芯片的潜能。集成显卡的优点是功耗低、发热量小、部分集成显卡的性能已经可以与入门级的独立显卡相媲美,所以不用花费额外的资金购买显卡
独立显卡	独立显卡是指将显示芯片、显存及其相关电路单独做在一块电路板上,自成一体而作为一块独立的板卡存在,它需占用主板的扩展插槽(ISA、PCI、AGP 或 PCI-E)。独立显卡单独安装有显存,一般不占用系统内存,在技术上较集成显卡先进得多。与集成显卡相比,它能够得到更好的显示效果和性能,容易进行显卡的硬件升级;其缺点是系统功耗有所加大,发热量也较大,需额外花费资金购买显卡

③显示器的分类。显示器可分为以下 4 类。

a. CRT 显示器。CRT 显示器是一种使用阴极射线管的显示器,如图 1-4-6 所示。早期的 CRT 显示器只有绿色的一小块,而如今 20 in 以上的 CRT 显示器都司空见惯。除了某些特定的场合,还在使用 CRT 显示器,在绝大多数场合,它已经被轻薄、低功耗、低成本的液晶显示器所取代。

b. LCD 显示器。LCD 显示器是由液态晶体组成的显示屏,是目前最好的彩色显示设备之一,也是现在个人计算机的主流显示设备。LCD 显示器不仅具有厚度薄、耗电低、重量轻等特点,同时具有 CRT 显示器不具备的低辐射、几乎无颜色失真且无闪烁的特点。

c. LED 显示屏。LED 显示屏使用 LED 光源替代传统的荧光灯管,画面更优质,寿命更长,制作工艺更环保,并且能使液晶显示面板更薄。但目前市面上的部分 LED 显示屏并不是真正意义上的 LED 显示屏,准确地说就是 LED 背光型液晶显示器,液晶面板依然是传统的 LCD 显示屏。严格意义上的 LED 显示器,是指完全采用发光二极管组成的显示器。我们经常见到的 LED 发光广告牌等,就是一种 LED 点阵显示屏,它已经完全摆脱了液晶的存在,是一种全新意义上的自发光显示屏。

d. OLED 显示屏。OLED 即有机发光二极管,其显示技术与传统的 LCD 显示方式不同,无须背光灯,采用非常薄的有机材料涂层和玻璃基板(或柔性有机基板),当有电流通过时,这些有机材料就会发光。而且 OLED 显示屏可以做得更轻更薄,可视角度更大,并且能够显著节省耗电量。OLED 曲屏显示器如图 1-4-7 所示。



图 1-4-6 CRT 阴极射线管显示器



图 1-4-7 OLED 曲屏显示器

(2) 打印机。打印机是最常用的输出设备之一,用户使用打印机打印文档、照片和网页等。打印机将系统单元处理过的信息转换成纸上的信息。打印机的输出常称为硬拷贝。

打印机有许多不同类型,几乎所有的打印机都有区别,包括分辨率、颜色能力、速度、内存和双面打印。打印机的分辨率类似于显示器的分辨率,它是衡量图像清晰度的标准。打印机的分辨率是用 dpi(每英寸点数)来衡量的,dpi 越高,生成的图像质量越好。

① 喷墨打印机。喷墨打印机在纸的表面高速喷射油墨,这个过程可以产生各种颜色的高质量图像,非常适合打印照片。喷墨打印机相对便宜、实用且噪声较少,使用较为广泛。

② 激光打印机。激光打印机使用一种类似于复印机的技术,它使用激光光束产生的图像具有良好的字母和图形质量。激光打印机比喷墨打印机更贵,速度更快,用于需要高质量输出的应用。

③ 3D 打印机(见图 1-4-8)。3D 打印机是由描述要创建的对象形状的数据控制的,这些数据通常来自 3D 建模程序创建的文件或使用 3D 扫描仪扫描物理模型。然后,专业的程序将这些数据进一步处理,以创建描述数百或数千个水平层的数据,当一个水平层置于另一个水平层之上时,就形成了目标对象的形状。3D 打印机通过添加非常薄的一层又一层的材料来创建三维形状,直到最后的形状完全成型。现在每一层的创建都可以使用不同的工艺和材料,其中最常见的材料是通过类似喷墨打印机的喷嘴喷射液体塑料或类似塑料的物质。



图 1-4-8 3D 打印机

④ 其他打印机。打印机还有其他几种类型,包括云打印机、热敏打印机和绘图仪等。

a. 云打印机。云打印机是连接到 Internet 的打印机,为 Internet 上的其他人提供打印服务,用户可以通过智能手机或任何其他类型的联网电脑在任何地方访问打印机。例如,使用智能手机从几乎任何地方发送文件到办公室的打印机上打印。

b. 热敏打印机。热敏打印机使用热元件在热敏纸上打印图像,这些打印机广泛用于自动柜员机等地方打印收据。

c. 绘图仪。绘图仪是一种特殊用途的打印机,用于产生各种各样的特殊输出,如使用图形平板和其他图形输入设备的输出,绘图仪通常被平面设计师、工程师和建筑师用来打印设计草图和测绘图。

(3) 虚拟现实(VR)设备。VR 是一种由计算机以 3D 方式创建的人工或模拟的现实。它通过使用包括头盔和手套在内的专门硬件来创造虚拟或身临其境的体验,这种头盔有耳机和三维立体屏幕,手套有传感器,可以收集手部运动的数据,再加上软件,这种交互式的感觉设备让用户沉浸在一个计算机生成的世界。VR 作为未来计算机交互的发展方向,有望在不久的将来更加普及。

(4) 投影仪。投影仪主要用于电化教学、培训、会议等场合,它通过与计算机连接,可以把计算机的屏幕内容全部投影到幕布上,如图 1-4-9 所示。投影仪分为透射式和反射式两种。投影仪的主要性能指标有显示分辨率、投影亮度、投影度、投影尺寸、投影感应时间、投影变焦、输入源和投影颜色等。



图 1-4-9 投影仪

提示: 触摸屏、磁盘驱动器和磁带机既是输入设备又是输



出设备。

2. 软件系统

软件系统是指为运行、管理和维护计算机而编制的各种程序、数据和文档的总称。广义地说,软件系统还包括电子和非电子的有关说明资料、说明书、用户指南、操作手册等。

软件系统又可以分为系统软件和应用软件两大类。

1) 系统软件

系统软件是指管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的软件。系统软件为计算机的使用提供了最基本的功能,但并不针对某一特定应用领域。

目前常见的系统软件有操作系统、各种语言处理程序(微机的监控管理程序、调试程序、故障检查和诊断程序、高级语言的编译和解释程序)、数据库管理系统以及各种服务程序等。

(1)操作系统。操作系统是底层的系统软件,它是对硬件系统功能的首次扩充,也是其他系统软件和应用软件能够在计算机上运行的基础。

操作系统实际上是一组程序,它们用于统一管理计算机中的各种软、硬件资源,合理地组织计算机的工作流程,协调计算机系统各部分之间、系统与用户之间、用户与用户之间的关系。操作系统在计算机系统中占有非常重要的地位。

目前典型的操作系统有 Windows、UNIX、Linux、Mac OS 等,不同操作系统的特征、应用和发展过程也有所不同,详细介绍见 3.1.5 小节。

(2)程序设计语言。人们要利用计算机解决实际问题,首先要编制程序。程序设计语言就是用来编写程序的语言,它是人与计算机之间交换信息的渠道。

程序设计语言是软件系统的重要组成部分,而相应的各种语言处理程序属于系统软件。程序设计语言一般分为机器语言、汇编语言和高级语言 3 类。

①机器语言。机器语言是最底层的计算机语言,是由二进制代码 0 和 1 按照一定规则组成的、能被计算机硬件直接识别并执行的指令集合。机器语言由操作码和操作数组成。

②汇编语言。为了克服机器语言难读、难编、难记和易出错的缺点,人们用与代码指令实际含义相近的英文缩写词、字母和数字等符号来取代指令代码(如用 ADD 表示运算符“+”的机器代码),于是就产生了汇编语言。汇编语言是用助记符号书写程序的规范、语法规则和标准的集合,是人和计算机都可以理解的语言,也称符号语言。汇编语言采用助记符号编写程序,比用机器语言编程要方便,在一定程度上简化了编程过程。

③高级语言。高级语言是由各种意义的词和数学公式按照一定的语法规则组成的,它更容易阅读、理解和修改,编程效率高。高级语言不是面向机器的,而是面向问题,与具体机器无关,具有很强的通用性和移植性。

(3)语言处理程序。在所有的程序设计语言中,除了用机器语言编制的程序能够被计算机直接理解和执行外,其他程序设计语言编写的程序都必须经过一个翻译过程才能转换为计算机能够识别的机器语言程序,可以实现这个翻译过程的工具就是语言处理程序,即翻译程序。翻译程序包括汇编程序、解释程序和编译程序。

(4)数据库管理系统。随着计算机在信息处理、情报检索及各种管理系统中应用的发展,要求大量处理某些数据,建立和检索大量的表格。如果将这些数据和表格按一定的规律组织起来,可以使得这些数据和表格处理起来更方便,检索更迅速,用户使用更方便,于是出现了数据库。数据库就是相关数据的集合,数据库和管理数据库的软件构成了数据库管理系统。

数据库管理系统目前有许多种类型,例如,常用的关系数据库有 Microsoft Access、Oracle、SQL Server、MySQL 等。

(5)服务程序。服务程序有编辑程序、计算机硬件初始化程序和测试排错程序等,主要用于计算机设备自身的应用服务。例如,内存检查,优化管理,磁盘格式化、查错,光盘写入,网络连接等都属于服务程序。

2) 应用软件

应用软件是指除了系统软件以外的所有软件,是用户利用计算机软、硬件资源为解决各类应用问题而编写的软件。应用软件一般包括用户程序及其说明性文件资料。应用软件可以分成两大类:一类是通用应用软件,该类软件被广泛使用,并完成最常见的任务;另一类是专用应用软件,该类软件只是用在特定领域





和场合,用于完成某些专门的任务。

常见的应用软件有各种用于科学计算的程序包,各种字处理软件,计算机辅助设计、计算机辅助制造和计算机辅助教学等软件以及各种图形软件等。例如,文字处理软件 Word、WPS 和 Acrobat,报表处理软件 Excel,防病毒和反恶意软件 Norton(诺顿),绘图软件 AutoCAD、Photoshop 等。



真题链接

【多项选择题】1. 计算机重启后数据会丢失的有()。

- A. 只读存储器
- B. 随机存储器
- C. 剪贴板
- D. 回收站

解析 BC。随机存储器(RAM)用于存储正在运行的程序和指令,计算机重启或断电后,RAM 中所存信息会丢失;剪贴板是内存中开辟的一块存储区域,其中存储的数据会随着计算机的重启或断电而丢失;只读存储器(ROM)常用于存放固定的程序和数据,其存储的数据断电后仍能长期保存;回收站是硬盘上的一块存储区域,可以长期存放从硬盘上删除的文件或文件夹,并不会断电即丢失。

【多项选择题】2. 下列选项中可以作为输入设备的有()。

- A. 手写板
- B. 麦克风
- C. 投影仪
- D. 硬盘

解析 AB。输入设备的主要功能是把原始数据和处理这些数据的程序输入计算机中。常用的输入设备有鼠标、键盘、手写板、扫描仪、麦克风、数字化仪、数码相机、条形码阅读器等。投影仪属于输出设备,硬盘属于外部存储设备。

【多项选择题】3. 下列属于系统软件的有()。

- A. Linux
- B. Photoshop
- C. WPS
- D. DOS

解析 AD。Linux 和 DOS 是常见的操作系统,属于系统软件。Photoshop 是常用的图像处理软件,WPS 是常用的办公软件,二者均属于应用软件。

【单项选择题】4. 软件是指使计算机运行所需的程序、数据和有关文档的总和。计算机软件通常分为()两大类。

- A. 高级语言和机器语言
- B. 硬盘文件和光盘文件
- C. 可执行文件和不可执行文件
- D. 系统软件和应用软件

解析 D。计算机软件通常分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是管理、监控和维护计算机资源的软件,主要包括:操作系统、语言处理程序、数据库管理系统以及各种服务程序等。应用软件是为解决计算机各类应用问题而编写的软件,分为通用应用软件和专用应用软件。

1.4.2 计算机体系结构

1. 冯·诺依曼体系结构的基本内容

计算机体系结构在整个计算机系统中占据核心地位,是设计和理解计算机的基础。1946 年 6 月,冯·诺依曼在 EDVAC 方案中正式提出了以二进制、存储程序和程序控制为核心的思想,对 ENIAC 的缺陷进行了有效的改进,从而奠定了冯·诺依曼计算机的结构基础。

冯·诺依曼体系结构也称冯氏结构或普林斯顿结构,如图 1-4-10 所示,它是一种将数据存储器 and 指令存储器合并在一起的存储器结构,取指令和取操作数都经由同一个总线进行串行传输。由于指令存储地址和数据存储地址指向同一个存储器的不同物理位置,因此程序指令和数据二者宽度(即位宽)相同。冯·诺依曼理论的要点是:数字计算机的数制采用二进制,且计算机应该按照程序顺序执行。其基本内容如下:

(1)采用二进制形式表示数据与指令。

(2)将程序(数据和指令)预先存放在主存储器中,使计算机在工作时能够自动高速地从存储器中取出指令,并加以执行;程序中的指令通常是按一定顺序逐条存放的,计算机工作时,根据系统内部给出的程序



入口地址,按照程序指定的逻辑顺序从存储器中逐条提取、分析、执行指令并传送结果,最终完成程序所描述的全部工作。

(3)计算机由 5 个基本部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。计算机以运算器为中心,输入/输出(I/O)设备与存储器间的数据传送都通过运算器来完成。

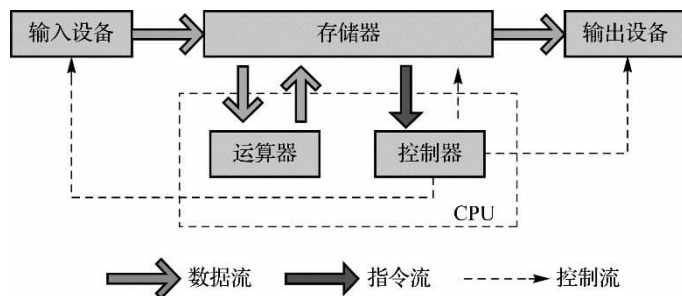


图 1-4-10 冯·诺依曼体系结构

2. 冯·诺依曼体系结构的特点

冯·诺依曼体系结构一般具有以下几个特点:

(1)顺序执行程序。计算机在运行过程中,把要处理的数据和要执行的程序首先存入主存储器(内存),当它执行任务时,将自动地按顺序从主存储器中取出指令并逐一执行,这一概念称为顺序执行程序。

(2)一定有一个控制器,其作用是控制程序的运行。

(3)一定有一个存储器,其作用是存储指令与数据。

(4)一定有一个运算器,其作用是完成逻辑运算与算术运算。

(5)一定有输入/输出设备,其作用是完成人机交互。

1.4.3 计算机工作原理

现代计算机还是采用冯·诺依曼提出的基本工作原理,其基本思想是:存储程序和程序控制。存储程序是指人们必须事先把程序及运行过程中所需的数据,通过一定的方式输入并存储在计算机的存储器中。程序控制是指计算机运行时能自动地逐一取出程序中的一条条指令,加以分析并执行规定的操作。这样,计算机一经启动,就能按照程序指定的逻辑顺序把指令从存储器中读出来并逐条执行,自动完成由程序所描述的处理工作。

1.4.4 微型计算机

1. 微型计算机的分类

微型计算机按其性能、结构和特点可分为以下几种。

1) 单片机

单片机又称单片微控制器,它将微处理器、存储器以及 I/O 接口电路集成到一个芯片上。单片机具有体积小、功耗低、存储容量小的特点。

2) 单板机

微处理器、存储器以及 I/O 接口电路安装在一块印刷电路板上,即为单板机。

3) 个人计算机

个人计算机即指供单个用户使用的微机。它是目前使用最多的一种微机。

4) 便携式计算机

便携式计算机包括笔记本式计算机和个人数字助理(PDA)等。

2. 微型计算机的性能指标

1) 主频(时钟频率)

CPU 的主频,即 CPU 内核工作的时钟频率,是指 CPU 在单位时间内发出的脉冲数,其基本单位是 Hz(赫兹)。通常描述的某 CPU 为多少兆赫,就是指 CPU 的主频。微型计算机一般采用主频来描述运算速





度,如 Pentium 4 的主频为 1.5 GHz。一般来说,主频越高,运算速度就越快。

2) 字长

字长是 CPU 一次能处理数据的二进制位数,决定了计算机的一次运算精度、指令字长度、存储单元长度等,字长越长,处理能力就越强。常见的微机字长可以是 8 位、16 位、32 位和 64 位等。

3) 运算速度

运算速度是衡量计算机性能的一项重要指标。通常,计算机运算速度是指平均运算速度,即平均每秒所能执行的指令条数。它的单位是百万条指令每秒(MIPS)。

4) 存储容量

存储容量通常指存储器的容量,以字为单位的计算机常以字数乘字长来表明存储容量,以字节为单位的计算机则常以字节数表示存储容量。存储容量越大,能处理的数据量就越庞大。

习惯上常将 $1\,024(2^{10})$ 简称为 1 K, $1\,024\text{ K}(2^{20})$ 简称为 1 M(兆), $1\,024\text{ M}(2^{30})$ 简称为 1 G(吉), $1\,024\text{ G}(2^{40})$ 简称为 1 T(太)。

5) 存储周期

存储周期即存储器进行一次读或写操作所需的时间,称为存储器的访问时间(或读写时间),而连续启动两次独立的读或写操作(如连续的两次读操作)所需的最短时间称为存取周期。把信息代码存入存储器,称为“写入”;把信息代码从存储器中取出,称为“读取”。

除了上述指标外,衡量计算机的性能还包括系统的兼容性、可靠性、可维护性、性价比和 I/O 的速度等因素。



真题链接

【多项选择题】1. 冯·诺依曼原理的基本思想是()。

- A. 存储程序 B. 程序控制 C. 科学计算 D. 人工智能

解析 AB。冯·诺依曼原理的基本思想是存储程序和程序控制,存储程序是指人们必须事先把计算机的执行步骤序列(即程序)及运行中的数据,通过一定的方式输入并存储在计算机的存储器中;程序控制是指计算机运行时能自动地逐一取出程序中的一条条指令,加以分析并执行规定的操作。

【多项选择题】2. 冯·诺依曼提出的计算机体系结构决定了计算机硬件系统由输入设备、输出设备、运算器和()5个基本部分组成。

- A. 主机 B. 控制器 C. 外部设备 D. 存储器

解析 BD。冯·诺依曼提出的“存储程序”和“程序控制”工作原理决定了计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备5个基本部分组成。

【多项选择题】3. 下列选项中,属于微机主要性能指标的有()。

- A. 运算速度 B. 内存容量
C. 能配备的设备数量 D. 接口数

解析 AB。微机的主要性能指标包括主频、字长、运算速度、存储容量、存储周期等。

【填空题】4. 用 MIPS 为单位来衡量计算机的性能,它用来描述计算机的_____。

解析 运算速度

【判断题】5. 主频即时钟频率,是指计算机 CPU 在单位时间内发出的脉冲数,它在很大程度上决定了计算机的运算速度。()

- A. 正确 B. 错误

解析 A。主频即时钟频率,是指计算机 CPU 在单位时间内发出的脉冲数,它在很大程度上决定了计算机的运算速度,主频的基本单位是 Hz。



课后一练

一、单项选择题

- 下列有关信息的说法中,正确的是()。
 - 出现计算机之后才出现信息技术
 - 经过加工处理的信息发生了改变,其价值也会随之被损耗
 - 同一信息可以有不同的表达方式,但只能使用一种表达技术
 - 计算机只能按照人编制的程序行事,不能脱离程序的安排去完成任何工作
- 第四代计算机采用大规模和超大规模()作为主要电子元件。
 - 微处理器
 - 集成电路
 - 存储器
 - 晶体管
- 美国宾夕法尼亚大学在 1946 年研制成功了一台大型通用电子数字计算机()。
 - ENIAC
 - EDSAC
 - EDVAC
 - Pentium
- 计算机最早应用的领域是()。
 - 科学计算
 - 数据处理
 - 计算机辅助系统
 - 电子商务
- 目前,各企业在人事、财务、仓库等管理上广泛使用计算机,从计算机应用领域分类看,它们属于()。
 - 数据处理
 - 过程控制
 - 科学计算
 - 计算机辅助设计
- 有一个数值 311 与十六进制数 C9 相等,则该数值是()数。
 - 二进制
 - 五进制
 - 八进制
 - 十进制
- 下列进制数中数值最大的是()。
 - $(1001)_2$
 - $(21)_8$
 - $(10)_{16}$
 - $(45)_{10}$
- 两个二进制数 111010 和 100111 相加的结果是()。
 - 1100001
 - 1001011
 - 1110011
 - 1011001
- 在微型计算机中,应用最普遍的字符编码是()。
 - 汉字编码
 - ASCII 码
 - BCD 码
 - 补码
- 下列关于字符编码的说法正确的是()。
 - 一个汉字的国标码不等于它的区位码
 - 同一个汉字使用不同的输入法输入时,其机内码不同
 - ASCII 码和汉字编码均使用 2 个字节表示
 - 7 位 ASCII 码最多可以表示 256 个字符
- 显示或打印汉字时,系统使用的是汉字()。
 - 机内码
 - 字形码
 - 输入码
 - 国标码
- 在计算机中,构成存储器的基本单位是()。
 - 字节
 - 二进制位
 - 字
 - 字长
- 微型计算机硬件系统中最核心的部件是()。
 - 内存存储器
 - 输入输出设备
 - CPU
 - 硬盘
- 下列关于 RAM 与 ROM 的说法中,不正确的是()。
 - ROM 是只读存储器,可以写入数据
 - RAM 是随机存储器,可以写入数据
 - 断电后,ROM 中存储的信息不会丢失
 - 断电后,RAM 中存储的信息会丢失
- 能直接与 CPU 交换信息的存储器是()。
 - 硬盘存储器
 - CD-ROM
 - 内存存储器
 - 盘存储器
- 下列存储器存取速度最快的是()。
 - 高速缓冲存储器
 - 硬盘
 - RAM
 - CD-ROM





17. 下列选项中,均属于计算机硬件的是()。
- A. CPU、显示器和 DOS B. 存储器、键盘和 Windows
- C. 软盘、硬盘和 RAM D. 键盘、打印机和 Word
18. 下列说法正确的是()。
- A. 计算机断电后,所有存储器的内容都会丢失
- B. 从存储器的某个单元读取内容后,该单元的内容消失
- C. 存储器的某个单元存入新信息后,原来保存的信息自动消失
- D. CPU 访问外存的速度一定比访问内存的速度快
19. 在计算机中,一个 24×32 点阵的字形码占用存储空间的字节数是()。
- A. 96 B. 128 C. 79 D. 64
20. 以下计算机系统的说法中,表述不正确的是()。
- A. 应用软件必须在系统软件的支持下才能正常运行
- B. 计算机硬件系统是个独立的系统,没有软件的计算机也能正常工作
- C. 计算机软件分成系统软件和应用软件两大类
- D. 应用软件是为了完成某种应用或解决某类问题而编制的专用程序
21. 下列不属于系统软件的是()。
- A. Windows B. DOS C. Visual Basic D. AutoCAD
22. 中国铁路 12306 订票系统属于()。
- A. 系统软件 B. 表格处理软件 C. 应用软件 D. 字处理软件



二、多项选择题

1. 关于世界上第一台真正意义上的电子计算机的说法中,不正确的有()。
- A. 世界上第一台真正意义上的电子计算机主要作用是数据处理
- B. 世界上第一台真正意义上的电子计算机体积大,耗电量小,运算速度快
- C. 世界上第一台真正意义上的电子计算机使用的是晶体管逻辑部件
- D. 世界上第一台真正意义上的电子计算机的名字叫埃尼阿克(ENIAC)
2. 以下属于计算机特点的有()。
- A. 具有人类思维功能 B. 具有记忆和逻辑判断能力
- C. 能自动运行、支持人机交互 D. 运算速度快
3. 计算机辅助系统包含()。
- A. CAD B. CAM C. CAI D. CET
4. 下列数值中,表示形式正确的有()。
- A. 99D B. 128B C. 47O D. 2B5H
5. 计算机正朝着()和多功能化方向发展。
- A. 微型化 B. 巨型化 C. 小型化 D. 智能化
6. 根据计算机用途的不同,可将计算机分为()。
- A. 专用计算机 B. 数字计算机 C. 模拟计算机 D. 通用计算机
7. 下列属于汉字编码方式的有()。
- A. 输入码 B. 国标码 C. 机内码 D. 识别码
8. 下列关于显示器的说法中,正确的有()。
- A. 刷新频率的高低对人眼有影响
- B. 点距越小,显示出来的图像越细腻
- C. 屏幕尺寸一般用屏幕区域的宽度表示
- D. 显示器的分辨率一般表示为水平显示的像素个数 $\times$ 水平扫描线数
9. 下列不属于应用软件的有()。
- A. Word B. UNIX C. Linux D. Windows 7



10. 常用的输入设备有()。

A. 打印机

B. 鼠标

C. 键盘

D. 显示器

三、判断题

1. 计算机内部信息表示的方式是二进制数。

()

A. 正确

B. 错误

2. 用补码表示的、带符号的 8 位二进制数可表示的整数范围是 $-128 \sim +128$ 。

()

A. 正确

B. 错误

3. 位是计算机存储单位中的基本单位。

()

A. 正确

B. 错误

4. 如果计算机中存储的编码用十六进制表示是 B0A1B1A4,那么存储的可能是 4 个英文字母。

()

A. 正确

B. 错误

5. 电子计算机是只用来进行科学计算的电子设备。

()

A. 正确

B. 错误

6. 决定计算机精度的主要技术指标是计算机的字长。

()

A. 正确

B. 错误

7. 在计算机中,存储信息的最小单位是字节。

()

A. 正确

B. 错误

8. 将二进制数 10101010 与 101010 进行算术加法运算,其结果是 11010100。

()

A. 正确

B. 错误

9. 微型计算机系统由主机和外设组成。

()

A. 正确

B. 错误

10. 光盘属于外存储器,也属于辅助存储器。

()

A. 正确

B. 错误

四、填空题

1. 信息技术的缩写是_____。

2. 在计算机中,存储信息的最小单位是_____。

3. 一个汉字的国标码需用_____个字节。

4. 为了避免混淆,十六进制数在书写时常在后面加上字母_____。

5. 已知字符“H”的 ASCII 码的二进制值是 1001000,如果某字符的 ASCII 码的十进制值为 71,那么这个字符是_____。

6. 在标准 ASCII 码字符集中,数字、小写英文字母和大写英文字母的前后次序(从小到大)是_____。

7. 字长为 16 位的计算机表示其中的数值以 16 位_____进制表示。

8. 没有安装任何软件的计算机被称为_____。

9. 计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 个部分组成,其中运算器和控制器统称为_____。

10. 某工厂的仓库管理软件属于_____软件。(应用/系统)



五、简答题

1. 简述计算机的发展。

2. 某计算机的内存地址为 00000H 至 7FFFFH,则其存储容量是多少?

六、综合应用题

已知某汉字的区位码为 3721,则其国标码和机内码分别为多少?(用十六进制表示)

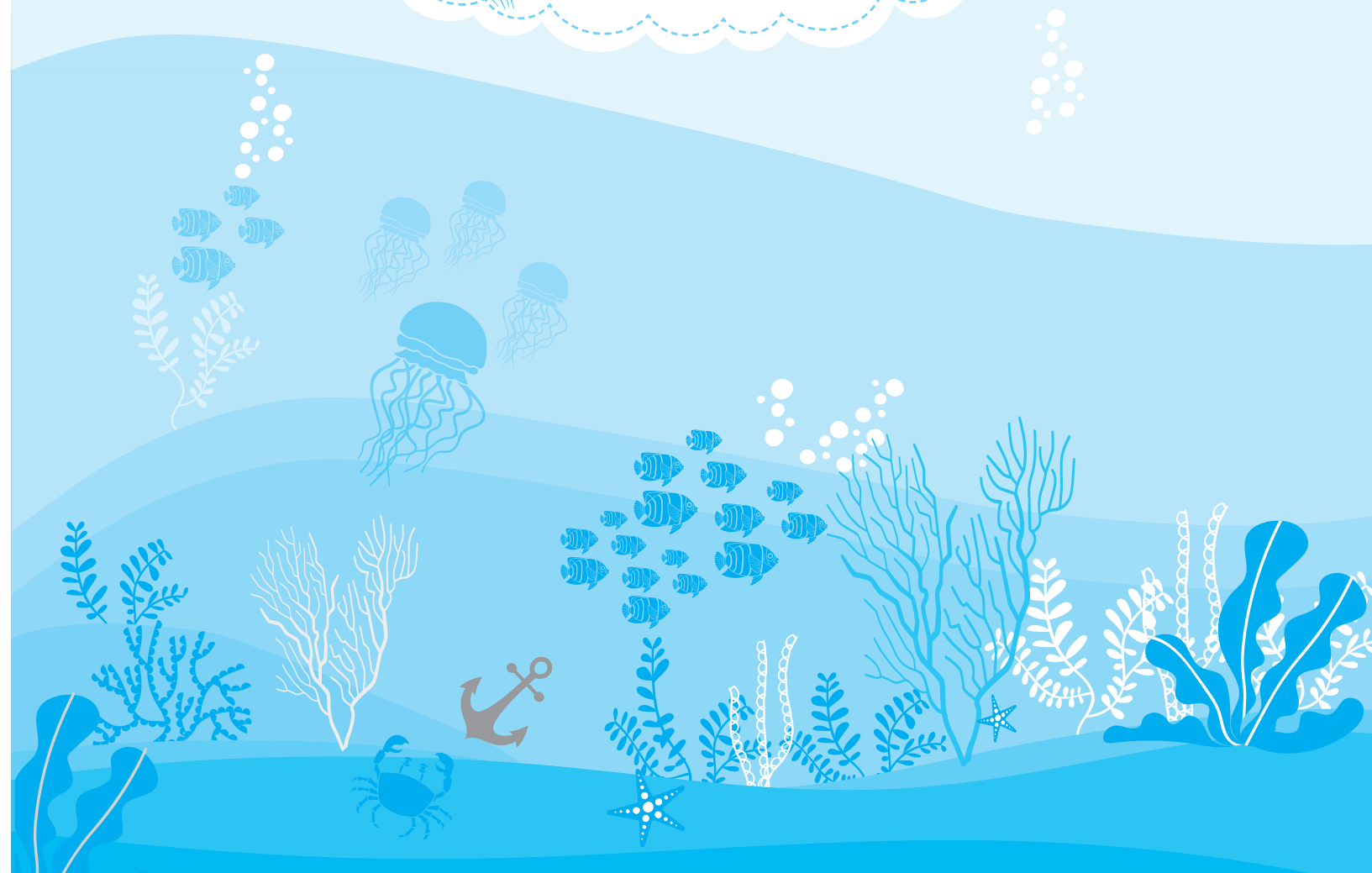
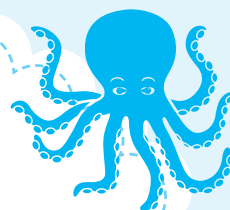


第 2 章

计算思维

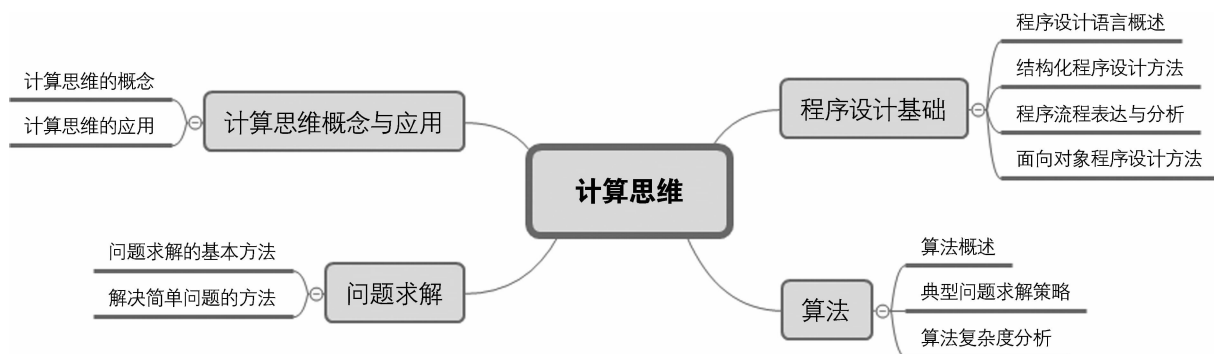


本章知识串讲





知识图解



知识梳理

2.1 计算思维概念与应用



考纲要求

1. 掌握计算思维的概念。
2. 了解计算思维在社会生活中的应用。



考点梳理

考点 1: 计算思维的概念

计算思维是指运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。

考点 2: 计算思维的应用

计算思维目前在生物学、数学、金融、医疗、环境学、影视制作等领域均有应用。

2.1.1 计算思维的概念

2005 年 6 月,美国总统信息技术咨询委员会(PITAC)给美国总统提交了报告《计算科学:确保美国竞争力》(Computational Science: Ensuring American Competitiveness)。报告写道:虽然计算本身也是一门学科,但是其具有促进其他学科发展的作用,21 世纪科学上最重要的、经济上最有前途的研究前沿都有可能通过熟练地掌握先进的计算技术和运用计算科学而得到解决。

2006 年 3 月,美国卡内基·梅隆大学计算机科学系主任周以真(Jeannette M. Wing)教授在美国计算机权威期刊 *Communications of the ACM* 上首先提出并定义了“计算思维(Computational Thinking)”这一概念:计算思维是指运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。周以真教授将“计算思维”做了更进一步的定义:通过约简、嵌入、转化和仿真等方法,把一个看似困难的问题重新阐释成一个我们知道问题怎样解决的方法;是一种递归思维;是一种并行处理方法,能够把代码译成数据又能把数据译成代码;是一种多维分析推广的类型检查方法;是一种采用抽象和分解来控制庞杂的任务或进行巨大复杂系统设计的方法;是基于关注分离的方法(SoC 方法);是一种选择合适的方式去陈述一个问题,或对一个问题的相关方面建模使其易于处理的思维方法;是按照预防、保





护及通过冗余、容错、纠错的方式,并从最坏情况进行系统恢复的一种思维方法;是利用启发式推理寻求解答,即在不确定情况下的规划、学习和调度的思维方法;是利用海量数据来加快计算,在时间和空间之间、在处理能力和存储容量之间进行折中的思维方法。

所以,计算机不仅为不同专业提供了解决专业问题的有效方法和手段,而且提供了一种独特的处理问题的思维方式。计算思维不仅仅属于计算机科学家,也是每个人的基本能力。因此,在培养学生的解析能力时不仅要求学生掌握阅读、写作和算术(Reading, Writing and Arithmetic—3R)能力,还要使学生接触计算的方法和模型,学会计算思维。

2.1.2 计算思维的应用

1. 生物学领域

生物学家正在使用深度学习算法对细胞图像进行分类、建立基因组联系、推进药物发现,从基因组学、成像到电子病历均有深度学习的应用。人工智能为生物数据的测量和分类提供了强有力的帮助,深度学习可以检测到人类无法看到的数据特征,算法模型可以较高精准度识别图像标签。

2. 数学领域

安德鲁·布克(Andrew Booker)教授在超级计算机的帮助下找到了三立方数和问题中数 33 的一组整数解,随后,在地球计算网格 Charity Engine 的帮助下,利用 50 多万台家用 PC 的闲置算力,该问题中的最后一个数 42 的解也被找到。三立方数和问题是指丢番图方程 $x^3 + y^3 + z^3 = k$ (k 为 100 以内的正整数)是否存在整数解的问题。该问题始于 1954 年,多年来,除了 33 和 42,其他数都被证明或证否了。

3. 金融领域

通过数据挖掘技术能够实现对客户价值和客户行为的分析,掌握相关规律,为金融领域降低经营风险。客户价值是寻求潜在客户和重点客户的过程,是对客户行为进行深入研究和分析的环节。对数据库中的客户信息利用不同的挖掘标准展开数据分析,通过分析客户对金融产品的使用频率等指标来了解客户的忠诚度即价值,从而保证金融领域客户开发的定向性和工作效率。

4. 医疗领域

在放疗中,以往用手工计算剂量分布和制订放疗计划,由于计算过程复杂,所以要花费许多时间。因而,在手工计算的情况下,通常只能选择几个代表点来计算剂量值。利用计算机则只须花费很短的时间,且误差不超过 5%。这样,对同一个病人在不同的条件下进行几次计算,从中选择一个最佳的放射治疗计划就成为可能。

5. 环境学领域

在水污染的治理中,相关的计算机数据库系统可以进行实时的监测和控制,通过现场的硬件以及相应的软件操作进行实际划分。同时,针对相关的网络控制系统装置设备、电气装置设备以及远程的监测和控制管理设备等,进行合理的分析。

6. 影视制作领域

受到时间、空间、人力、物力和财力因素的影响,电影中很多场景仅仅依靠现场特效是远远不够的,例如,电影《异形》中陌生神秘的外星星球和邪恶的异形造型,《无极》中野牛冲入马蹄谷的浩大场面,《盗梦空间》中整个城市和街区的弯曲折叠等。这些镜头如果要通过现实场景去构建,操作难度往往很大,CG(Computer Graphics)技术的应用,就能起到画龙点睛的功效。采用 CG 技术,能够创造出观众身临其境的观影体验,达成在观影体验上的共鸣。例如,迪士尼公司不惜重金将数码技术应用到现实背景的组合加工上,将世界各地采集的场景进行重组,制造出令人叹为观止的史前时代气氛,使观影的民众切实体验到充满紧张气氛的恐龙时代,其所制作出的惊心动魄且具有震撼力的场景远超同类非 CG 影片。

7. 心理学领域

计算机测验已成为心理测验的一种重要方式。这种测验的形成是事先预测过的,得到各个测验项目的区分

度、难度、猜测度等参数,并把这些项目和它们的参数一起存储到计算机。这些测验的实施过程都可以让测试者通过键盘来输入答案,然后由计算机程序进行分析和计分,极大地节约了时间,促进了心理测验学科的发展。

8. 教育领域

多媒体教学软件逐渐被广泛应用在教学过程中,教师使用多媒体技术可以更生动形象地呈现教学内容,从而更好地调动学生学习的积极性;学生通过计算机可以更好地开展自主学习,以及进行在线学习交流、在线教学测试等。在教学过程中采用计算机技术可以更加充分地发挥交流互动、独立思考、强化训练等方面的优势,是传统教学过程无法比拟的。

9. 军事领域

在现代化战争中,谁掌握了高新技术,谁就掌握了战争的主动权。以计算机技术为基础的信息化战争,已经成为各国关注的焦点和必争的高地。信息化战争简称信息战,简单地说,它是敌我双方在信息领域中争夺信息控制权的战争。其主要作战对象不是人,而是对方的各种信息系统以及与之有关的各项设施;其任务是获取、管理、使用和控制各种信息,同时防止对方获取和有效地使用各种信息。无论是在信息获取、信息传递、信息处理和利用这3个基本环节中,还是在侦察与反侦察、干扰与反干扰、破坏与反破坏、摧毁与反摧毁、控制与反控制这5种基本手段中,计算机技术都发挥了不可替代的作用。

2.2 问题求解



考纲要求

1. 了解计算机求解问题的基本方法。
2. 掌握利用计算思维解决简单计算问题的方法。



考点梳理

考点1:计算机解决问题的基本过程

经过分析问题、设计算法、描述流程、编写程序和调试运行程序5个过程。

考点2:解决简单问题的方法

利用抽象化思想,使问题可自动化解决。

2.2.1 问题求解的基本过程

计算机求解问题主要经过分析问题、设计算法、描述流程、编写程序、调试运行程序5个过程。

1. 分析问题

分析一个要由计算机解决的问题,首先需要分析题意,明确所要解决的问题属于什么类型,原始数据是什么,怎样加工,经过计算机处理后需要输出什么结果,然后建立相应的数学模型,确定解决问题的方案。

2. 设计算法

如何确定算法是计算机程序设计的一个重点。它规定了一个操作的步骤,按照这个有限的步骤就可以完成对特定类型问题的求解。

3. 描述流程

确定算法后,根据算法的描述绘制出算法的流程图,以确定解决问题的步骤。

4. 编写程序

有了算法和流程后,就可以选定一种高级语言,以程序的形式将算法描述出来,从而形成应用程序设计语言编写的源程序。





5. 调试运行程序

完成程序源代码的编写之后,就可以对程序进行调试。调试工作主要分为排错和测试两部分:排错主要是发现程序中隐藏的错误,并予以纠正;测试是确认程序在各种可能的情况下都可以正确执行。

2.2.2 解决简单问题的方法

在解决问题的过程中,抽象是方法和手段,贯穿整个过程的每个环节;自动化是最终目标,让计算机去做计算的工作,从而将人脑解放出来。下面举个简单的实例。

【例 2-1】百钱买百鸡问题。

这是中国古代《算经》中的问题:鸡翁一,值钱五;鸡母一,值钱三;鸡雏三,值钱一,百钱买百鸡,问翁、母、雏各几何?即已知公鸡 5 元/只,母鸡 3 元/只,小鸡 3 只/1 元,要用一百元钱买一百只鸡,问可买公鸡、母鸡、小鸡各几只?

(1)抽象。假设将可以买到的公鸡设为 x 只,母鸡为 y 只,小鸡为 z 只,则将百钱买百鸡问题化为一个三元一次方程组:

$$\begin{aligned} x+y+z &= 100 \\ 5x+3y+z/3 &= 100 \end{aligned}$$

这是一个不定解方程问题(三个变量,两个方程),只能将各种可能的取值代入,其中能同时满足两个方程的值就是问题的解。

由于总共一百元钱,而且这里 x, y, z 为正整数(不考虑为 0 的情况,即至少买 1 只),那么可以确定: x 的取值范围为 1~20, y 的取值范围为 1~33。

(2)自动化。在此阶段设计算法和编写程序。

①设计算法。本题使用枚举法求解,采用自然语言描述算法如下:

S1:初始化: $x=1, y=1$;

S2: x 从 1 循环到 20;

S3:对于每一个 x ,依次地让 y 从 1 循环到 33;

S4:在循环中,对于上述每一个 x 和 y 值,计算 $z=100-x-y$;

S5:如果 $5x+3y+z/3=100$ 成立,就输出方程组的解;

S6:重复第 S2~S5 步,直到循环结束。

②编写程序。采用 C 语言编写的程序代码如下。

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int x,y,z;
    printf("百元买百鸡的问题所有可能的解如下:\n");
    for(x=0;x<=100;x++)
        for(y=0;y<=100;y++)
            for(z=0;z<=100;z++)
            {
                if(5 * x + 3 * y + z/3 == 100 && z % 3 == 0 && x + y + z == 100)
                {
                    printf("公鸡 %2d 只,母鸡 %2d 只,小鸡 %2d 只\n",x,y,z);
                }
            }
    return 0;
}
```

当面对复杂问题时,求解的形式极其复杂,但是抽象和自动化是不会变的。

日常生活中还有很多应用计算思维的例子。例如,当出去旅行时,会把一些可能用到的生活用品放进旅行箱以备不时之需,这就是“预置和缓存”;当回家的时候发现身上丢了东西,会沿着走过的路去寻找,这就是“回推”;在对租房还是买房做出决策时,这就是“在线算法”;在超市买东西排队时,决定排在哪个队伍后面,这就是“多服务器系统”的性能模型;很多企业在遭遇停电时会使用备用发电机,这就是“失败无关性”和“设计冗余性”。可见,计算思维和人们的生活与工作密切相关,是人类不可或缺的一种能力。

2.3 算法



考纲要求

1. 掌握计算机算法的基本知识。
2. 了解典型问题求解策略、算法复杂度分析及对应用程序进行时间优化和空间优化的实现方法与思路。



考点梳理

考点 1: 算法的概念及特征

(1) 算法是指对解决某一特定问题的操作步骤的具体描述。

(2) 算法的特征包括有穷性、确定性、有零个或多个输入、有一个或多个输出、可行性。

考点 2: 典型问题求解策略

包括迭代法、穷举法、递归法、回溯法、分治法、贪心算法等。

考点 3: 算法复杂度

包括时间复杂度和空间复杂度。

2.3.1 算法概述

1. 算法的概念

早期的算法指的都是数字上的运算法则,第一次人工编写的程序算法到 1842 年才出现,该算法是 Ada Lovelace 为巴贝奇分析机编写的,用于求解伯努利方程。巴贝奇未能完成巴贝奇分析机,所以这个算法未能在巴贝奇分析机上执行。由于缺少数学上的精确定义,19 世纪和 20 世纪早期的数学家、逻辑学家在定义算法上出现了困难。后来,英国数学家图灵提出了著名的图灵论题,并提出一种假想的计算机的抽象模型,这个模型被称为图灵机。图灵机的出现解决了算法定义的难题,图灵的思想对算法的发展起到了重要作用。

算法是指对解决某一特定问题的操作步骤的具体描述。简单地说,算法就是解决一个问题而采取的方法和步骤。当然,这样的步骤必须是有限的,否则,根据算法编写的程序在执行时不会自动停止。另外,算法必须是计算机算法,即计算机能执行的算法。例如,让计算机来算 $1+2+3+4+5+6+\cdots+100$,或者让计算机对一个班级里的学生成绩按照从高到低进行排序,是可以做到的,而让计算机去执行“替我到图书馆借本书”,是做不到的。

2. 算法的特征

一个算法必须具有以下特征。

1) 有穷性

一个算法必须保证在执行有限步之后结束,而不能是无限的,即根据该算法编写的程序中不能出现死循环。在实际应用中,“有穷性”往往通过将算法的执行步骤控制在“合理的范围之内”来体现。如果让计算机执行一个历时 100 年才结束的算法,这虽然是有穷的,但超过了合理的限度,不能把它视为有效算法。对





“合理的限度”并没有严格的标准衡量,需要根据实际情况而定。

2) 确定性

算法中的每一个步骤都应该有确切的含义,而不应该是含糊的。也就是说,算法中每一个步骤的含义应当是唯一的,而不应当产生歧义。例如,在一个算法中某个步骤写成“从键盘上输入几个数”,这就是“不确定”的,它没有说明从键盘上要输入的数据的具体个数,因此是无法执行的。

3) 有零个或多个输入

所谓输入是指算法在执行时需要从外界获取必要的信息。有的算法所需要的数据在设计时已经出现在算法内,在执行时就不需要输入数据,即有零个输入;有的算法在执行时需要通过输入设备输入若干数据。

4) 有一个或多个输出

算法的目的是求解,所以算法必须能够在执行后得到一个或者更多的结果。得到的结果通常要以一定的形式输出,以告知编写者或使用用户。当然,算法的输出不一定是计算机的显示终端输出,也可以是打印机输出或者输出到文件中。没有输出的算法是没有意义的。

5) 可行性

可行性即算法中的任何一个操作步骤在现有计算机软硬件条件下和逻辑思维中都“能够实施并实现”。例如,在算法中进行 x 除以 y 的运算时,就不能出现 $y=0$ 的情况,即要保证 x 除以 y 操作的可行性。

2.3.2 典型问题求解策略

1. 迭代法

迭代法也称辗转法或递推法,是一种不断用变量的旧值递推新值的过程。迭代法是用计算机解决问题的一种基本方法。它利用计算机运算速度快、适合执行重复性操作的特点,让计算机重复执行一定步骤,在每次执行时,都从变量的原值推出它的一个新值。

迭代法分为精确迭代法和近似迭代法两种。欧几里德算法属于精确迭代法,牛顿迭代法和二分法属于近似迭代法。

【例 2-2】 猴子吃桃问题。

小猴在第一天摘了若干个桃子,当天吃掉一半多一个;第二天接着吃掉剩下的桃子的一半多一个;以后每天都吃掉尚存桃子的一半零一个,到第 7 天早上要吃时只剩一个。问小猴在第一天摘了多少个桃子?

算法分析:猴子吃桃问题是典型的迭代循环问题。小猴在第 1~6 天都会吃掉当天一半多一个,第 7 天只剩一个桃子,假设小猴在第 $i+1$ 天有桃子 X_{i+1} 个,由此可得:在第 i 天,小猴有桃子 $(X_{i+1}+1) \times 2$ 个,其中 $i=6,5,4,3,2,1$ 。

算法步骤如下:

S1:置 $X=1$;

S2:计算第 6 天循环到第 1 天,对于每一天进行计算 $(X_{i+1}+1) \times 2$;

S3:循环结束, X 的值即为第一天的桃子数量。

2. 穷举法

穷举法也称枚举法或试凑法,其基本思想是根据提出的问题,列举所有可能的情况,并用问题中给定的条件检验哪些是需要的,哪些是不需要的。因此,穷举法常用于解决“是否存在”或“有多少种可能”等类型的问题,如求解不定方程的问题。这种方法的好处是最大限度地考虑各种情况,从而为求出最优解创造条件。下面通过实例来学习使用穷举法解决问题。

【例 2-3】 写出一个算法,求所有的水仙花数。所谓水仙花数,是指一个 3 位数,其各位数字的立方和等于该数本身,如 $153=1^3+3^3+5^3$ 。

算法分析:水仙花数是一个 3 位数,则其取值范围为 100~999,用 a 、 b 、 c 分别表示百位数、十位数、个位数,则 a 的取值范围为 1~9, b 的取值范围为 0~9, c 的取值范围为 0~9,该问题转化为寻找所有满足条件



$a * 100 + b * 10 + c = a^3 + b^3 + c^3$ 的 a, b, c 的组合。

算法步骤如下:

S1: 置 $a=1$;

S2: 置 $b=0$;

S3: 置 $c=0$;

S4: 判断 $a * 100 + b * 10 + c$ 是否等于 $a^3 + b^3 + c^3$, 若相等, 得到一个水仙花数 $a * 100 + b * 10 + c$;

S5: 如果 $c < 9$, 那么让 c 增加 1, 返回步骤 S4;

S6: 如果 $b < 9$, 那么让 b 增加 1, 返回步骤 S3;

S7: 如果 $a < 9$, 那么让 a 增加 1, 返回步骤 S2;

S8: 算法结束。

3. 递归法

递归是设计和描述算法的一种有力的工具, 在用计算机解决某些复杂问题时, 使用递归是十分有效的。递归过程一般通过函数或子过程来实现, 在函数或子过程的内部, 直接或者间接地调用自身, 这种用递归来描述的算法称为递归算法。

并不是所有的问题都能用递归来解决的, 能采用此算法通常具有这样的特点: 将求解规模为 N 的问题设法分解成规模较小的问题, 然后从这些小问题的解中方便地构造出大问题的解, 并且这些规模较小的问题也能采用同样的分解和综合方法, 分解成规模更小的问题, 并从这些更小问题的解中构造出规模较大问题的解。

一个比较经典的描述是“老和尚讲故事”: 从前有座山, 山上有座庙, 庙里有个老和尚在给小和尚讲故事。他说, 从前有座山, 山上有座庙, 庙里有个老和尚在给小和尚讲故事。他说……这样没完没了反复地讲故事, 直到最后小和尚听烦了打断为止。

这个故事就是递归的, 反复讲故事可以看成是反复调用自身, 但如果不能停下来那就没有意义了, 所以最终还要能停下来。递归的关键在于找出要递归的部分和递归终止条件, 即老和尚反复讲故事这样的递归部分要有, 最后小和尚听烦了打断故事这样的递归终止条件也要有。用一个递归的过程来描述这个故事:

老和尚讲故事()

{

从前有座山, 山上有座庙, 庙里有个老和尚在给小和尚讲故事;

如果小和尚听烦了, 故事结束;

否则, 老和尚继续讲故事();

}

从上面的递归事例不难看出, 递归算法的实质就是把问题转化为规模缩小了的同类问题的子问题, 然后递归调用函数(或过程)来表示问题的解。因此, 在使用递归的算法中, 必须包含下面两个关键点:

(1) 必须有一个明确的递归终止条件, 即递归出口。

(2) 函数或过程的调用中包含它本身。

在设计递归算法时, 如何将一个问题转化为递归的问题, 是初学者面临的难题。下面通过分析经典的汉诺塔问题, 来熟悉如何用递归算法来解决问题。

【例 2-4】 汉诺(Hanoi)塔问题。这是印度一个很古老的传说, 传说中开天辟地的神勃拉玛在一个庙里留下了三根金刚石棒, 第一根上面套着 64 个金环, 最大的一个在底下, 其余的一个比一个小, 依次叠上去。庙里的众僧不倦地把它们一个个地从这根棒搬到另一根棒上, 规定可利用中间的一根棒作为帮助, 但每次只能搬一个, 而且大的不能放在小的上面。并相传神同时发了咒语, 当所有的金环全部移完时, 就是世界末日到来的时候。

算法分析: 当金环比较多时, 问题比较复杂, 所以先分析简单的情况(设三根金刚石棒分别为 A、B、C)。

如果只有一个, 只需一步, 直接把它从 A 移动到 C;

如果是两个金环, 共需要移动 3 次;



如果 N 比较大,需要很多步才能完成,先考虑是否能把复杂的移动过程转化为简单的移动过程。如果要把 A 上最大的金环移动到 C 上去,必须先把上面的 $N-1$ 个金环从 A 移动到 B 上暂存。按这种思路,就可以把 N 个金环的移动过程分为三大步:首先,把 A 上面的 $N-1$ 个金环移动到 B 上,然后把 A 剩下的一个金环移动到 C 上,再把 B 上面的 $N-1$ 个金环移动到 C 上。

其中, $N-1$ 个金环的移动过程又可按同样的方法转化为一个递归的过程,直到最后只剩下一个金环,按照移动一个金环的方法移动,递归结束。

4. 回溯法

回溯法也称为试探法,该方法不考虑问题规模大小的限制,而是将问题的方案按某种顺序逐一枚举和试验。发现当前方案不可能有解时,就选择下一个方案,倘若当前方案不满足问题的要求,继续扩大当前方案的规模,并继续试探。如果当前方案满足所有要求,该方案就是问题的一个解。在回溯中,放弃当前方案,寻找下一个方案的过程称为回溯。扩大当前候选解的规模,以继续试探的过程称为向前试探。

【例 2-5】 跳马问题。中国象棋半张棋盘如图 2-3-1(a)所示。马自左下角往右上角跳。今规定只许往右跳,不许往左跳。图 2-3-1(a)所示为一种跳行路线,并将所经路线打印出来。打印格式为: $(0,0) \rightarrow (1,2) \rightarrow (3,3) \rightarrow (4,1) \rightarrow (5,3) \rightarrow (7,2) \rightarrow (8,4)$ 。

算法分析:如图 2-3-1(b)所示,马最多有 4 个跳行方向,设原来的横坐标为 i 、纵坐标为 j ,则 4 个方向的移动可表示为:

$(i,j) \rightarrow (i+1,j+2) \ (i < 8, j < 3);$

$(i,j) \rightarrow (i+2,j+1) \ (i < 7, j < 4);$

$(i,j) \rightarrow (i+2,j-1) \ (i < 7, j > 0);$

$(i,j) \rightarrow (i+1,j-2) \ (i < 8, j > 1);$

搜索策略如下:

S1: $A[1] = (0,0);$

S2:从 $A[1]$ 出发,按移动规则依次选定某个方向,如果到达的是 $(8,4)$,则转向 S3,否则继续搜索下一个到达的顶点;

S3:打印路径。

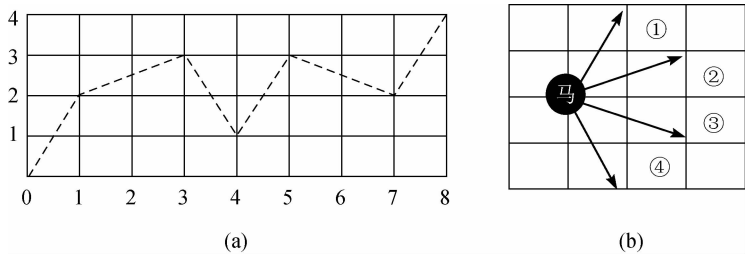


图 2-3-1 跳马问题分析

回溯法适用于解决难以归纳一般规律解法的问题,其适用范围广、灵活性大,在解一些列举方法的问题时尤其有用。但是,其缺点也是明显的,即时间耗用较多,因此在采用时还需要谨慎。

5. 分治法

分治法,顾名思义,就是“分而治之”的意思,是把一个复杂的问题分成两个或更多的相同或相似的子问题,再把子问题分成更小的子问题……直到最后子问题可以简单直接求解,原问题的解即为子问题的解的合并。

任何一个可以用计算机求解的问题所需的计算时间都与其规模 N 有关。问题规模越小,越容易直接求解,解题所需的计算时间也越少。例如,对于 n 个元素的排序问题,当 $n=1$ 时,不需任何计算; $n=2$ 时,只要进行一次比较即可排好序; $n=3$ 时,只要进行 3 次比较即可。而当 n 较大时,问题就不那么容易处理了。要想直接解决一个规模较大的问题,有时是相当困难的。

分治法的设计思想是:将一个难以直接解决的大问题分割成一些规模较小的相同问题,以便各个击破,

分而治之。

【例 2-6】 找假币问题。有一个装了 16 枚硬币的袋子,已知 16 枚硬币中有一枚是假币,并且假的硬币比真的硬币要轻一些。任务是找出这枚伪造的硬币。为了帮助完成这一任务,将提供一台可用来比较两组硬币重量的仪器,利用这台仪器,可以知道两组硬币的重量是否相同。

算法步骤如下:

S1:把这一问题分成两个小问题,每个小问题中包含随机分配的 8 枚硬币,将每个小问题中的硬币分别分组,第一组称为 A 组,第二组称为 B 组。这样,就把 16 枚硬币的问题分成两个 8 枚硬币的问题来解决。

S2:判断 A 和 B 组中是否有假币。可以利用仪器来比较 A 组硬币和 B 组硬币的重量。假如两组硬币重量相等,则可以判断假币不存在。假如两组硬币重量不相等,则存在伪币,并且可以判断它位于较轻的那一组硬币中。

S3:将较轻的一组中硬币等分为两份,重复上述做法。直到剩下两枚硬币,便可用天平直接找出假硬币。

利用分治策略求解时,所需时间取决于分解后子问题的个数、子问题的规模大小等因素。二分查找法划分简单、均匀,是经常采用的一种有效的方法。

提示:把从 16 枚硬币中找到假币的问题看成一个大问题。

6. 贪心算法

贪心算法也称贪婪算法。其是通过一系列步骤来构造问题的解,每一步都做出当前来看最好的选择,扩展已知的部分解,直到获得问题的完整解。这种“当前来看最好的选择”的策略就是该策略名称的来源。当算法结束时,如果贪心策略找到的是最优解,那么算法就是正确的;否则,算法得到的就是一个次最优解。尽管贪心策略只能用于最优化问题,但是计算机科学家把它作为一种通用的算法设计策略。

【例 2-7】 付款问题。

假设有面值为 5 元、2 元、1 元、5 角、2 角、1 角的货币,需要找顾客 7 元 8 角现金。如何找给顾客零钱,使付出的货币数量最少?

算法步骤如下:

为使付出的货币数量最少,首先选出 1 张面值不超过 7 元 8 角的最大面值的货币,即 5 元,再选出 1 张面值不超过 2 元 8 角的最大面值的货币,即 2 元,再选出 1 张面值不超过 8 角的最大面值的货币,即 5 角,再选出 1 张面值不超过 3 角的最大面值的货币,即 2 角,再选出 1 张面值不超过 1 角的最大面值的货币,即 1 角,总共付出 5 张货币。

在付款问题每一步的贪心选择中,在不超过应付款金额的条件下,只选择面值最大的货币,而不去考虑在后面看来这种选择是否合理,而且它不会改变决定:一旦选出了一张货币,就永远选定。付款问题的贪心选择策略是尽可能使付出的货币最快地满足支付要求,其目的是使付出的货币张数最慢地增加,这正体现了贪心法的设计思想。

2.3.3 算法复杂度分析

同一问题可用不同的算法解决,肯定要选择其中较好的算法,那么什么样的算法才算好的算法呢? 算法的执行效率是评价一个算法的重要指标,它主要从时间复杂度和空间复杂度来考虑,实际上这两个方面也体现了执行一个算法对计算机资源的占用情况。

1. 时间复杂度

时间复杂度描述了一个算法在计算机上执行时占用计算机时间资源的情况。同一个算法用不同的语言实现,或者用不同的编译程序进行编译,或者在不同的计算机上运行,效率均不同。这表明使用绝对的时间单位衡量算法的效率是不合适的。撇开这些与计算机硬件、软件有关的因素,可以认为一个特定算法“运行时间”的长短只依赖于问题规模(通常用整数 n 表示),它是问题规模的某个函数,记为 $T(n)$,反映在算法中就是算法中语句的执行次数。一个算法中的语句执行次数称为语句频度。当 n 不断变化时,语句频度 $T(n)$ 也会不断变化。若有某个辅助函数 $f(n)$,使得当 n 趋近于无穷大时, $T(n)/f(n)$ 的极限值为不等于零的



常数,则称 $f(n)$ 是 $T(n)$ 的同数量级函数。采用“大 O 表示法”记作 $T(n)=O[f(n)]$,称 $O[f(n)]$ 为算法的渐进时间复杂度,简称时间复杂度。

“大 O 表示法”中“ O ”表示的是量级,因此在各种不同算法中,若算法中语句执行次数为一个常数,则时间复杂度均为 $O(1)$;另外,在语句频度不相同,时间复杂度有可能相同,如 $T(n)=n^2+3n+4$ 与 $T(n)=4n^2+2n+1$ 的频度不同,但时间复杂度相同,都为 $O(n^2)$ 。

常见的时间复杂度按数量级递增排列依次为:常数阶 $O(1)$ 、对数阶 $O(\log_2 n)$ 、线性阶 $O(n)$ 、线性对数阶 $O(n\log_2 n)$ 、平方阶 $O(n^2)$ 、立方阶 $O(n^3)$ 、 k 次方阶 $O(n^k)$ 、指数阶 $O(2^n)$ 。

随着问题规模 n 的不断增大,上述时间复杂度不断增大,算法的执行效率降低。

2. 空间复杂度

一个算法的空间复杂度 $S(n)$ 定义为算法在计算机内执行时所需存储空间的度量,它也是问题规模 n 的函数,记作 $S(n)=O[f(n)]$ 。

空间复杂度是对一个算法在运行过程中临时占用存储空间大小的量度。一个算法在计算机存储器上所占用的存储空间,包括存储算法本身所占用的存储空间、算法的输入输出数据所占用的存储空间和算法在运行过程中临时占用的存储空间 3 个方面。

对于一个算法,其时间复杂度和空间复杂度往往是相互影响的。当追求一个较好的时间复杂度时,可能会使空间复杂度的性能变差,即可能导致占用较多的存储空间;反之,当追求一个较好的空间复杂度时,可能会使时间复杂度的性能变差,即可能导致占用较长的运行时间。另外,算法的所有性能之间都存在着或多或少的相互影响。因此,当设计一个算法(特别是大型算法)时,要综合考虑算法的各项性能、算法的使用频率、算法处理的数据量的大小、算法描述语言的特性、算法运行的机器系统环境等各方面因素,才能够设计出比较好的算法。

2.4 程序设计基础



考纲要求

1. 掌握计算机程序的基本结构(顺序结构、分支结构、循环结构)、程序流程表达与分析方法(程序流程图、伪代码等)。
2. 了解面向对象程序设计的思想与方法。



考点梳理

考点 1: 程序设计的 3 种基本结构

包括顺序结构、分支结构和循环结构。

考点 2: 程序流程表达与分析方法

常用的有自然语言、传统流程图、N-S 流程图、伪代码、计算机语言等。

2.4.1 程序设计语言概述

1. 程序设计语言的基本概念

程序是能够完成特定功能的一系列指令的有序集合,是由程序开发人员根据具体的任务需求,使用相应的语言,结合相应的算法编制出来的。而程序设计的过程包括从最初的构思到代码编写,再到调试运行的完成。

程序设计是设计、编写、调试程序的方法和过程,它是为完成具体的任务而进行的智力活动,可以用一个简单的公式表述为:

程序设计=数据结构+算法

数据结构是指相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合,是计算机存储、组织数据的方式。计算机算法是由计算机执行的、为解决某个问题所采取的方法和步骤。因此,程序设计还可以描述为:

程序设计=算法+数据结构+方法+工具

2. 程序设计语言的发展

计算机程序设计语言经历了从机器语言、汇编语言到高级语言的历程,并且还在向更高的层次发展。

1) 第一代程序设计语言——机器语言

计算机发明之初,人们只能写出一串串由 0 和 1 组成的指令序列交由计算机执行,这种由 0 和 1 组成的二进制数语言,就是机器语言。二进制是计算机语言的基础。例如,计算 $A=3+6$ 的机器语言程序如下:

```
10110000 00000011 //把 3 送到累加器 A 中
00101100 00000110 //6 与累加器 A 中的值相加,结果再送入 A 中
11110100 //结束
```

使用机器语言是十分困难的,特别是在程序有错需要修改时,更加困难。而且,由于计算机的指令系统各不相同,所以,在一台计算机上执行的程序,要想在另一台计算机上执行,必须另编程序,造成了重复工作。但由于使用的是针对特定型号计算机的语言,其编制的程序能够被计算机直接理解和执行,因此运算效率是所有语言中最高的。

机器语言占用内存少、执行速度快,但是难编写、难阅读、难修改、难移植、不便学习,所以很快就被汇编语言所替代,但作为第一代程序设计语言,它开辟了人机交互的历史。

2) 第二代程序设计语言——汇编语言

为了降低使用机器语言编程的难度,人们进行了一种有益的改进:用一些简洁的英文字母和符号串组成的助记符来替代一个特定的指令的二进制串。例如,用 ADD 代表加法,MOV 代表数据传递, SUB 代表减法操作等。例如,计算 $A=3+6$ 的汇编语言程序如下:

```
MOV A,3 //把 3 送到累加器 A 中
ADD A,6 //使 6 与 A 中的值相加,结果仍送入 A 中
HLT //结束
```

引入助记符以后,人们很容易读懂并理解程序在干什么,纠错及维护都很方便。所以汇编语言又称为符号语言,是将机器语言的每条二进制代码指令用便于记忆的助记符形式表示出来的一种语言,即第二代程序设计语言。用汇编语言编制的程序称为汇编语言程序,相对于机器语言程序而言易阅读、易修改。然而,汇编语言程序仍不能独立于计算机,没有通用性,而且必须翻译成机器语言程序,才能由机器执行,这就需要有一个专门的程序负责将这些符号翻译成二进制数的机器语言,这种翻译程序称为汇编程序。

机器语言和汇编语言都是面向机器的语言,比其他语言执行效率高,许多系统软件的核心软件由它们编写。其特点是对机器依赖性很大,程序通用性差,用户较难掌握。但汇编语言至今仍在使用,虽然其十分依赖机器硬件,移植性不好,但效率之高是其他语言很难达到的。针对计算机特定硬件而编制的汇编语言程序,能准确发挥计算机硬件的功能和优点,程序精练而且质量高,所以至今仍是一种常用且强有力的软件开发工具。

3) 第三代程序设计语言——高级语言

有了最初与计算机交流的困难经历,人们意识到,应该设计这样一种语言,这种语言接近于人的自然语言,同时不依赖于计算机硬件,编写出的程序能在所有机器上通用。经过努力,1954 年,第一个完全脱离机器硬件的高级语言——FORTRAN 问世。近几十年来,共有几百种高级语言出现,其中,影响较大、使用较普遍的有 FORTRAN、ALGOL、COBOL、Basic、PL/1、Pascal、C、C++、Java 等。

高级语言是用英语和人们熟悉的数学公式来表达的语言,它比较接近于人类的数学语言。不依赖于机器的具体指令形式,因为它是与计算机结构无关的程序设计语言,具有更强的表达能力,使用户很容易掌握。而且,它可以方便地表示数据的运算和程序控制结构,能更有效地描述各种算法,所以又称为算法语言。

从面向过程的结构化程序设计语言,到当今广泛使用的面向对象的程序设计语言多达上百种。



表 2-4-1 列出了几种常用的高级语言及其应用领域。

表 2-4-1 几种常用高级语言及其应用领域

语言名称	应用领域
Basic	数学、科学计算
FORTRAN	科学及工程计算
Pascal	专业数学、科学计算
C	科学计算、数据处理、系统开发
COBOL	商业管理
C++	面向对象程序开发
Java	网络编程

在众多高级语言中,C语言具有强大的功能以及高度的灵活性,它提供了丰富的数据类型、完备的数据处理运算符以及广泛实用的软件资源。C语言之所以能够得到长期发展并具有强大的生命力,主要是因为它具有优于其他语言的一系列特点。本书就是基于C语言进行描述的。

4) 第四代程序设计语言

第四代程序设计语言 4GL(Fourth-Generation Language)是由于商业需要而出现的。4GL这个词最早在 20 世纪 80 年代初期出现在软件厂商的广告和产品介绍中。这些厂商的 4GL 产品不论从形式上还是从功能上,差别都很大。但是,人们很快发现这一类语言由于具有“面向问题”“非过程化程度高”等特点,可以呈数量级地提高软件生产率,缩短软件开发周期,因此赢得了很多用户的青睐。1985 年,美国召开全国性的 4GL 研讨会,也正是在这前后,许多著名的计算机科学家对 4GL 展开了全面研究,从而使 4GL 进入了计算机科学的研究范畴。



真题链接

【单项选择题】1. 下列关于计算机语言的描述中,错误的是()。

- A. 计算机可以直接执行的是机器语言程序
- B. 汇编语言是一种依赖于计算机的低级语言
- C. 高级语言可读性好、数据结构丰富
- D. 与低级语言相比,高级语言程序的执行效率高

解析 D。计算机可以执行的是机器语言编写的程序。与低级语言相比,高级语言的可读性和可移植性好,易于书写与掌握,不依赖于计算机。但所有高级语言编写的程序(称为源程序)不能直接被计算机理解并执行,都必须经过翻译才能执行,其执行效率低。

【单项选择题】2. 以下()是计算机程序设计语言所经历的主要阶段。

- A. 机器语言、Basic 语言和 C 语言
- B. 机器语言、汇编语言和 C++ 语言
- C. 机器语言、汇编语言和高级语言
- D. 二进制代码语言、机器语言和 FORTRAN 语言

解析 C。计算机程序设计语言经历了机器语言、汇编语言和高级语言三个阶段,其中机器语言是计算机系统唯一一个不需要翻译,能够直接识别的程序设计语言。

【单项选择题】3. 将高级语言翻译成机器语言的方式有()两种。

- A. 图像处理和翻译
- B. 文字处理和图形处理
- C. 解释和编译
- D. 语音处理和文字编辑

解析 C。将高级语言翻译成机器语言的方式有解释和编译两种。解释程序是对源程序的每条语句逐句进行解释并执行,最后得出结果。解释程序对源程序是一边翻译,一边执行,不产生目标程序。编译程序是将用高级语言编写的源程序翻译成与之等价的用机器语言表示的目标程序,其翻译过程称为编译。

2.4.2 结构化程序设计方法

1. 结构化程序设计方法概述

结构化程序设计由 E. W. Dijkstra 在 1969 年提出,是以模块化设计为中心,将待开发的软件系统划分为若干个相互独立的模块,这样使完成每一个模块的工作变得简单而明确,为设计一些较大的软件打下了良好的基础。

结构化程序设计方法的基本原则可以总结为:

- (1) 自顶向下。
- (2) 逐步细化。
- (3) 模块化设计。
- (4) 结构化编码。

结构化程序设计是采用“自顶向下,逐步求精”的程序设计方法和“单入口单出口”的控制结构。“自顶向下,逐步求精”的程序设计方法从问题本身开始,经过逐步细化,将解决问题的步骤分解为由基本程序结构模块组成的结构化程序框图;“单入口单出口”的控制结构的思想认为一个复杂的程序,如果它仅是由顺序、选择和循环 3 种基本程序结构通过组合、嵌套构成,那么这个新构造的程序一定是一个单入口单出口的程序。据此就很容易编写出结构良好、易于调试的程序。

2. 结构化程序设计方法的基本结构

1) 顺序结构

顺序结构按照语句出现的先后顺序依次执行。顺序结构表示程序中的各个操作是按照它们在源代码中的排列顺序依次执行的,其流程如图 2-4-1 所示。图中的语句块 1 和语句块 2 分别表示处理步骤,这些处理步骤可以是一个非转移操作或多个非转移操作,甚至可以是空操作,也可以是 3 种基本结构中的任意 1 种结构。整个顺序结构只有 1 个入口点 a 和 1 个出口点 b 。这种结构的特点是:程序从 a 处开始,按顺序执行所有操作,直到出口 b 处,所以称为顺序结构。

大多数情况下,顺序结构都是作为程序的一部分,与其他结构一起构成一个复杂的程序。

2) 分支结构

分支结构也称选择结构,表示程序处理需要根据某个特定条件(某些变量或者表达式的值)来选择其中的一个分支来执行。选择结构分为单分支、双分支和多分支结构。其结构流程图如图 2-4-2 所示。其中最基本的选择语句在不同高级语言中的表示格式也不相同。

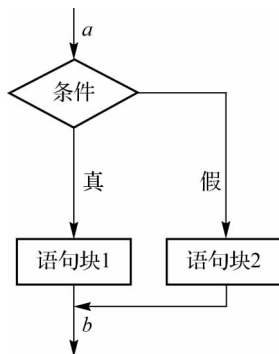


图 2-4-1 顺序结构流程图

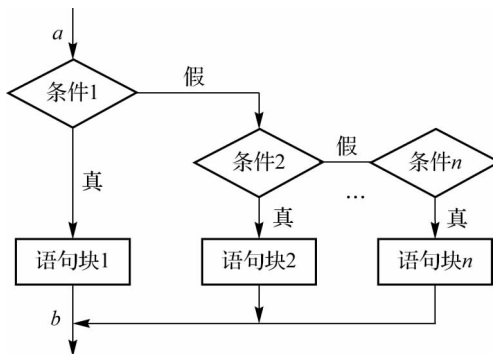


图 2-4-2 选择结构流程图



3) 循环结构

循环结构表示程序反复执行某个或某些操作,直到满足特定条件时结束。循环结构由初始化、循环控制和循环体 3 部分组成。

初始化部分通常完成对变量设置初值,循环体完成需重复执行的操作,循环控制用于判断循环是否结束,若结束则跳出循环,否则修改地址指针和计数器值,为下一轮循环做准备。循环结构可分为两类。

(1) 当型(while)型循环结构。当型循环结构如图 2-4-3(a)所示。它的功能是:在每次执行循环体前对循环控制条件进行判断,当条件满足时则执行循环体,然后再次对循环控制条件进行判断,如果仍然成立,再次执行循环体,如此反复执行循环体,直到某一次循环控制条件不满足时,则脱离循环。当型循环也称为“前测试型”循环。

(2) 直到(until)型循环结构。直到型循环结构如图 2-4-3(b)所示。它的功能是:在执行了一次循环体之后,对循环控制条件进行判断,当条件不满足时再次执行循环体,然后对循环控制条件进行判断,如果仍然不成立,再次执行循环体,如此反复执行循环体,直到某一次循环控制条件满足时,脱离循环。直到型循环又称为“后测试型”循环。

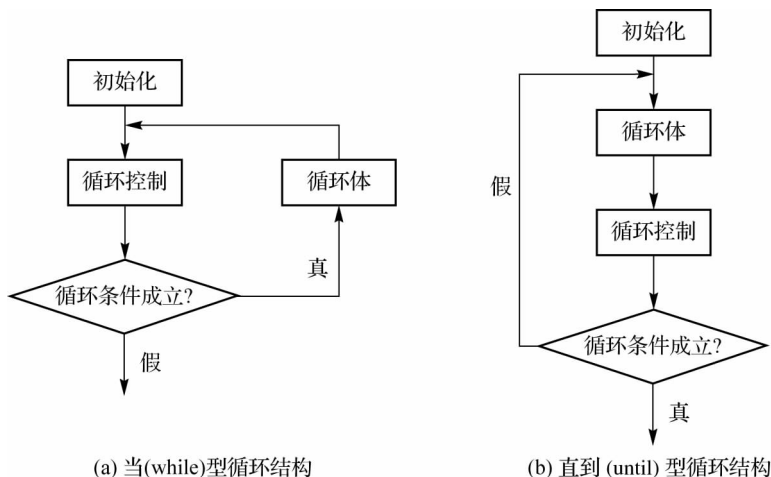


图 2-4-3 常用的循环结构流程图

2.4.3 程序流程表达与分析

1. 自然语言

自然语言就是人们日常生活中使用的语言,用自然语言来描述算法具有很明显的优点:通俗易懂,便于阅读。

以“鬼谷算题”为例进行分析:“今有物不知其数,三三数之剩二,五五数之剩三,七七数之剩二,问物几何?”

算法分析:从 1 开始,取出一个自然数判断它被 3、5、7 除后的余数是否为 2、3、2,如果是,则该数就是要求的数,求解结束;否则,用下一个数再试,直到找到这个数为止。

用自然语言描述该算法如下:

第一步:将 N 取初始值为 1。

第二步:如果 N 被 3、5、7 除后的余数分别为 2、3、2,则输出 N 的值,并转到第四步;否则,继续下一步。

第三步:将 N 值增加 1,并转到第二步。

第四步:程序结束。

这个问题的算法用自然语言描述起来一目了然,不需要太多的步骤,也很容易理解。但是自然语言固

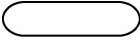
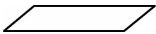
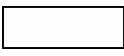
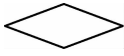
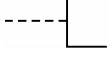


有的不严密性也会使得要简单清晰地描述算法变得很困难,并且易产生歧义。

2. 传统流程图

流程图是一种传统的算法表示法,它利用几何图形的框来代表各种不同性质的操作,用流程线来指示算法的执行方向,各种流程图符号的含义如表 2-4-2 所示。

表 2-4-2 流程图符号

符 号	名 称	含 义
	起止框	用于表示算法的开始和结束
	输入输出框	用于表示算法中的数据输入与输出操作
	处理框	用于表示算法中的数据处理
	判断框	用于表示算法中的条件判断,根据条件是否满足来控制执行不同的分支
	流程线	用于指明算法的流程走向
	连接点	用于将画在不同地方的流程线连接起来,表示是同一条流程线
	注释框	用于对流程图中某些框的操作做补充说明

下面将“鬼谷算题”的算法改用传统流程图表示,如图 2-4-4 所示。

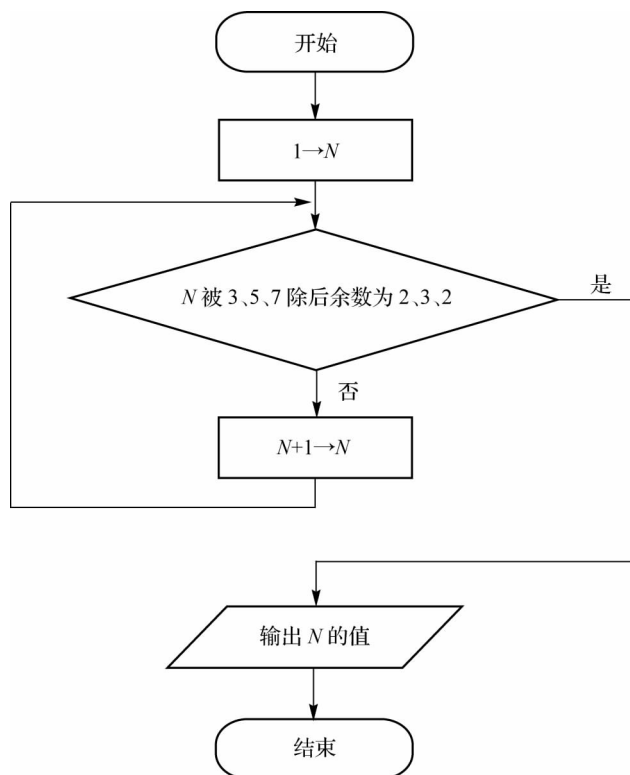


图 2-4-4 “鬼谷算题”算法的传统流程图

通过上面的例子可以看出,用流程图描述算法的方式比较直观形象,易于理解。

一个流程图应包括以下 3 个部分:





- (1)表示相应操作的框。
- (2)带箭头的流程线。
- (3)框内外必要的文字说明。

用传统流程图描述算法能比较清楚地显示出流程执行的先后次序,但由于这种流程图占用篇幅较多,在设计比较复杂的算法时,画流程图是十分花费时间的,也容易在流程控制上出错。因此,在结构化程序设计方法出现以后,逐渐用改进的 N-S 流程图代替传统流程图来描述算法。

3. N-S 流程图

N-S 流程图是由美国的 I. Nassi 和 B. Shneiderman 于 1973 年共同提出的,使用 N-S 流程图描述算法,需要用到结构化程序设计的 3 种基本结构:顺序结构、分支结构和循环结构。

(1)顺序结构。它是一种最简单的算法结构,在顺序结构中,算法的每一步操作都是按从上到下的顺序执行的,此时算法的执行顺序就是语句的书写顺序。图 2-4-5 就是顺序结构的 N-S 流程图的表示形式,其中 A 和 B 就是顺序执行的,即在执行了 A 部分操作以后,必然接着执行 B 部分操作。

(2)分支结构。分支结构又称为选择结构,在选择结构中,必包含一个判断条件 P ,根据条件 P 是否成立而选择执行 A 部分操作还是 B 部分操作。图 2-4-6 就是选择结构的 N-S 流程图的表示形式。

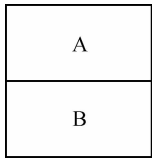


图 2-4-5 顺序结构

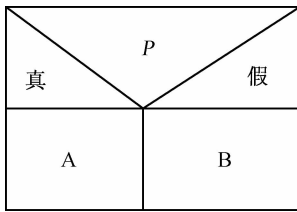
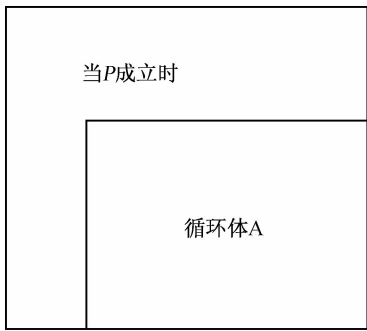


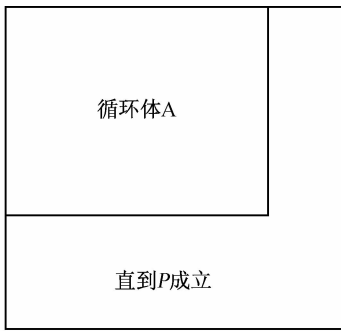
图 2-4-6 选择结构

(3)循环结构。循环结构又称为重复结构,即反复执行算法中某一部分的操作。循环结构可分为下面两类:

- ①当(while)型循环结构。其 N-S 流程图的表示形式如图 2-4-7(a)所示。
- ②直到(until)型循环结构。其 N-S 流程图的表示形式如图 2-4-7(b)所示。



(a)当型循环



(b)直到型循环

图 2-4-7 循环结构

使用 N-S 流程图描述任何算法,都可以使用这 3 种基本结构,故而 N-S 流程图是算法的一种结构化描述方法。在 N-S 流程图中,一个算法就是一个大矩形框,框内又包含若干基本框。“鬼谷算题”算法用 N-S 流程图表示如图 2-4-8 所示。

由图 2-4-4 和图 2-4-8 比较可以看出:N-S 流程图要比传统流程图紧凑、简练,更适合对结构化程序设计的算法进行描述。

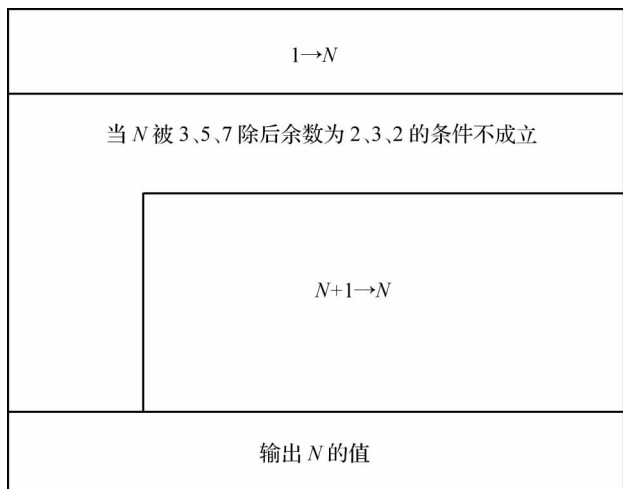


图 2-4-8 “鬼谷算题”算法的 N-S 流程图

4. 伪代码

用传统流程图或 N-S 流程图来描述算法比较直观易懂,但画起来比较花费时间,修改起来也比较麻烦。程序员在进行算法设计时,更青睐于一种被称为“伪代码”的工具。伪代码是用介于自然语言和计算机语言之间的文字和符号来描述算法。有如下简单约定:

- (1)每个算法用 Begin 开始,以 End 结束。若仅表示部分实现代码可省略。
- (2)每一条指令占一行,指令后不跟任何符号。
- (3)“//”标志表示注释的开始,一直到行尾。
- (4)算法的输入输出以 Input/Print 后加参数表的形式表示。
- (5)用“←”表示赋值。
- (6)用缩进表示代码块结构,包括 While 和 For 循环、If 分支判断等。块中多句语句用一对{ }括起来。
- (7)数组形式为数组名[下界…上界];数组元素为数组名[序号]。
- (8)一些函数调用或者处理简单任务可以用一句自然语言代替。

用伪代码描述算法并没有固定的、严格的语法规则,书写格式比较自由,只要意思表达清楚,书写的格式清晰、易读即可。但在实际使用过程中,常常借助于某种结构化程序设计语言的语法结构,辅以自然语言的叙述,作为伪代码的描述形式,比较常用的有类 Pascal 语言伪代码、类 C 语言伪代码等。

“鬼谷算题”算法也可以采用伪代码的形式描述,如下所示:

```

Begin
N←1 //变量初值
while(N 被 3、5、7 除后余数分别为 2、3、2 的条件不成立)
N←N+1
Print N
End
  
```

上述代码和 C 语言形式已经比较接近,这正突出了伪代码易于转化为计算机语言程序并实现算法的优点。

5. 计算机语言

无论是用自然语言,还是用流程图和伪代码描述的算法,都不能被计算机识别,必须把这样的算法转变成计算机语言程序后,才能被计算机执行,实现算法的功能。所以,用计算机语言来描述的算法,可以说是算法描述的终极形式。当然,用计算机语言表示算法必须严格遵循所采用的语言的语法规则。

下面以 C 语言的形式来描述“鬼谷算题”算法。

```
#include <stdio.h>
```





```
void main()
{
    int N;
    N=1;
    while(!(N%3==2 && N%5==3 && N%7==2))
        N=N+1;
    printf("The number is: %d",N);
}
```

2.4.4 面向对象程序设计方法

面向对象程序设计是程序设计的最新技术,也是程序设计技术的发展重点。面向对象技术的实质是:把程序要处理的任务分解成若干“对象”,对每一个对象进行程序设计,再将相关对象组合在一起构成程序。

面向对象程序设计方法模拟人类习惯的解题方法,用对象分解取代功能分解,也就是把程序需要处理的问题分解成许多对象,不同对象之间通过发送消息向对方提出服务要求,接收消息的对象主动完成指定功能。程序中的所有对象分工协作,共同完成整个程序的功能。

简单总结如下,面向对象方法具有4个要点。

(1)认为客观世界是由各种对象组成的。所谓“对象”,是指一个能独立存在的“事实”,如日常生活中的“学生”“课程”“书”等,软件界面中的“窗口”“按钮”等。每一个对象都有自己的“属性”和“行为”。对象的“属性”描述对象的静态特征,或说属性表示对象的特征,如“读者”对象都拥有“姓名”“班级”“专业”等属性,它们是一些关于对象的“数据”。不同的对象有不同的属性。

(2)把所有对象划分成各种对象类(Class,简称为“类”),每个类都定义了一组数据和一组方法。类具有继承性、多态性、封装性和抽象性等特点。

①继承性使一个类可以继承另一个类,前者称“子类”,后者称“父类”。子类沿用父类的特征,随父类的改变而相应地改变,即继承父类的新特征,体现了面向对象程序设计的共享机制。

②多态性使相关联的类可以包含同名的方法,使相同的操作作用于不同类型的对象上时可以获得不同的结果。这增强了系统的灵活性、可维护性和可扩充性。

③封装性使对象包含并隐藏其所有信息,如内部数据和处理代码。封装使操作对象的内部复杂性与应用程序的其他部分分隔开来,使软件具有很好的模块性。各模块具有明显的范围和边界,实现了模块内的高内聚性和模块间的低耦合性。

④抽象性是指提取了一个类或一个对象的与众不同的特征,而不对该类或对象的所有信息进行处理。例如,对一系列表的定位按钮,可以将它作为一个整体,而不关心其中的单个组件,以及它们相互间如何作用。

数据用于表示对象的静态属性,是对象的状态信息。类中定义的方法是允许施加于该类对象上的操作,是该类所有对象共享的,并不需要为每个对象都复制操作的代码。

(3)按照子类(或称为派生类)与父类(或称为基类)的关系,把若干对象组成一个层次结构系统(也称为类等级)。在这种层次结构中,通常下层的派生类具有和上层的基类相同的特性(包括数据和方法),这种现象称为继承(Inheritance)。但是,如果在派生类中对某些特性重新描述,则在派生类中的这些特性将以新描述为准,也就是说,低层的特性将屏蔽高层的同名特性。

(4)对象之间仅能通过传递消息互相联系。对象是进行处理的主体,必须发消息请求对象执行它的某个操作,处理它的私有数据,而不能从外界直接对对象的私有数据进行操作。也就是说,一切局限于该对象的私有信息,都被封装在该对象类的定义中,这就是“封装性”。

在面向对象的程序设计方法中,对象和传递消息分别表现事物及事物间相互联系的概念。类和继承是

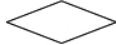
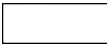


适应人们一般思维方式的描述方式。方法是允许作用于该类对象上的各种操作。这种对象、类、消息和方法的程序设计方式的基本特点在于对象的封装性和类的继承性。通过封装能将对象的定义和对象的实现分开,通过继承能体现类与类之间的关系,以及由此带来的动态联编和实体的多态性,从而构成了面向对象的基本特征。



课后一练

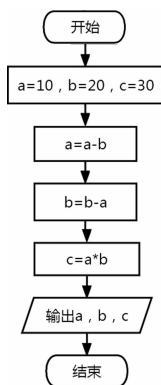
一、单项选择题

- 计算思维的主要本质是抽象和()。
 - 逻辑
 - 计算
 - 建模
 - 自动化
- 计算思维解决问题的思维过程包括四个基本要素,分别是()。
 - 分解、模式识别、抽象、算法设计
 - 建模、模式识别、抽象、程序设计
 - 分解、建模、自动化、程序设计
 - 建模、抽象、自动化、算法设计
- 用高级程序设计语言编写的程序,要转换成等价的可执行程序,必须经过()。
 - 汇编
 - 编辑
 - 解释
 - 编译
- 计算机硬件能够直接执行的语言是()。
 - 符号语言
 - 机器语言
 - 机器语言和汇编语言
 - 汇编语言
- 下面关于算法的描述中,正确的是()。
 - 一个算法只能有一个输入
 - 算法只能用框图来表示
 - 一个算法的执行步骤可以是无限的
 - 一个完整的算法不管用什么方法来表示,都至少有一个输出结果
- 一位爱好程序设计的同学想通过程序设计解决“韩信点兵”的问题。他制定的如下工作过程中,最恰当的是()。
 - 设计算法→编写程序→提出问题→运行程序→得到答案
 - 分析问题→编写程序→设计算法→运行程序→得到答案
 - 分析问题→设计算法→编写程序→运行程序→得到答案
 - 设计算法→提出问题→编写程序→运行程序→得到答案
- 衡量一个算法好坏的标准是()。
 - 运行速度快
 - 占用空间少
 - 时间复杂度低
 - 代码短
- 若想输出一个结果,应该使用()流程图符号。
 - 
 - 
 - 
 - 
- 结构化程序设计由三种基本结构组成,其中不包括()。
 - 顺序结构
 - 循环结构
 - 选择结构
 - 输入、输出结构





10. 以下流程图描述的算法运行结果是()。



- A. -10 30 -300 B. -10 10 -100
C. -10 30 200 D. -10 10 100

二、多项选择题

- 下列关于算法的描述中,正确的是()。
 - 算法本身就是一种程序设计语言
 - 对于同一个问题,只有同一个算法
 - 算法必须在有限步骤内实现
 - 算法可以使用自然语言、伪代码、流程图等多种不同的方法来描述
- 计算机算法的特性包括有输入、有输出和()。
 - 可行性
 - 有穷性
 - 确定性
 - 可扩充性
- 解决一个问题通常有多种方法。若说一个算法“有效”是指()。
 - 这个算法能在一定的时间和空间资源限制内将问题解决
 - 这个算法能在人的反应时间内将问题解决
 - 这个算法比其他已知算法都能更快地将问题解决
 - 这个算法除能解决该问题外,也可解决其他问题
- 下列选项中,属于算法描述方法的有()。
 - 流程图
 - 数据库
 - 伪代码
 - 自然语言
- 面向对象设计思想的特点有()。
 - 继承
 - 抽象
 - 模块化
 - 封装

三、判断题

- 机器语言、汇编语言、高级语言三类计算机语言中,汇编语言使用符号编程,和具体的机器指令无关。
()
 - 正确
 - 错误
- 编译程序能产生目标程序,解释程序不产生目标程序。
()
 - 正确
 - 错误
- 算法中执行的任何计算步骤都可以被分解为基本的可执行的操作步骤。
()
 - 正确
 - 错误
- 在用流程图描述算法时输入输出框的内容与形状都不相同。
()
 - 正确
 - 错误
- 一个算法可以用多种程序设计语言来实现。
()
 - 正确
 - 错误



6. 结构化程序设计采用自顶向下、逐步求精的设计方法和单入口单出口的控制结构。 ()

A. 正确 B. 错误

7. 抽象是认识复杂现象过程中使用的思维工具,即抽出事物本质的共同特性而暂不考虑它的细节,不考虑其他因素。 ()

A. 正确 B. 错误

8. 类和对象之间的关系是抽象和具体的关系。 ()

A. 正确 B. 错误

四、填空题

1. 第一代程序设计语言是_____。

2. 算法是指解决问题的_____或步骤的描述。

3. 任何算法都必须有的基本结构是_____、_____和_____。

4. 算法复杂度包括空间复杂度和_____复杂度。

5. _____是一组具有相同性质的对象的抽象定义。

