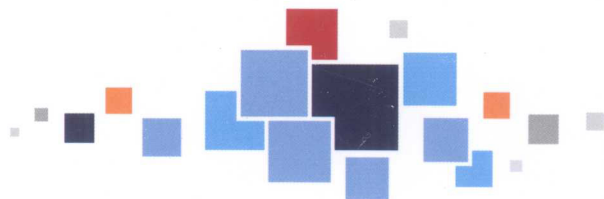


21世纪普通高校  
计算机公共课程规划教材

# 大学计算机基础 与计算思维

赵锋 王诚 主编



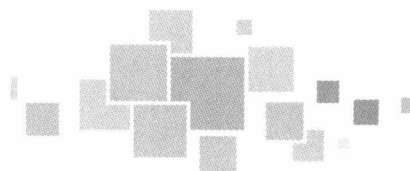
清华大学出版社



21世纪普通高校  
计算机公共课程规划教材

# 大学计算机基础 与计算思维

赵锋 王诚 主编



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书从计算思维的概念入手,围绕艺术思维和计算思维教育的内涵、特征及融合对比分析,创新地提出以计算思维为核心的教学特色,探讨了艺术作品创作中的计算思想,摆脱了传统计算机基础教学中以计算机应用为主线的教学模式,突出数字媒体作品创作过程中所体现出来的计算思维理念,既兼顾了传统计算机应用教育,又重点结合音频、图像、动画及视频制作软件阐述了计算思维对艺术创作过程的渗透和提升。同时,本书还介绍了计算机基础知识、操作系统和常用办公应用软件,并从基本概念、网络应用、网络安全与道德、网络资源及文献检索四个方面对网络应用进行了介绍,最后介绍了有关网页设计与制作方面的相关知识。

本书内容丰富,特色鲜明,图文并茂,讲解清晰,深入浅出,适合作为艺术类院校各专业及综合类院校文科专业大学计算机基础课程教材,也适合作为其他相关专业大学计算机教育的入门教程。

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

大学计算机基础与计算思维/赵锋,王诚主编.--北京:清华大学出版社,2016

21世纪普通高校计算机公共课程规划教材

ISBN 978-7-302-43471-9

I. ①大… II. ①赵… ②王… III. ①电子计算机—高等学校—教材 ②计算方法—思维方法—高等学校—教材 IV. ①TP3 ②O241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 071414 号

责任编辑:刘 星 战晓雷

封面设计:刘 键

责任校对:时翠兰

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.75

字 数:458千字

版 次:2016年7月第1版

印 次:2016年7月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:39.50元

# 前 言

---

高等院校的计算机基础教育是大学新生入学以后所接触到的第一门计算机学科知识教育,是大学通识教育的基础课程之一,对于引导学生深入了解计算机常识、熟悉计算机应用、培养计算思维、助力专业技能教育以及衔接后续信息技术课程等均具有非常重要的意义。

目前,针对高校计算机基础教育的教材主要分为两类:一类是以计算机基本概念、操作系统、办公软件和计算机网络为主要内容,强调计算机基础应用和与信息技术课程的衔接;另一类则以计算机组成、操作系统、数据结构和算法、数据库、网络与信息安全以及高级语言等为主要内容,偏向纯粹计算机学科的认识,对文科类或非计算机专业学生则缺乏吸引力。但无论哪一类组织方式,都缺乏对信息素养层面的全面教育和对计算科学计算思维能力的培养,学生难以有效利用所学计算机知识、技能、思想和方法来解决专业学习过程中所遇到的问题。

随着社会信息化进程的突飞猛进和网络应用的飞速发展,搞好计算机基础教育已成为各类高校综合素养教育中的重要一环。2010年陈国良院士在第六届大学计算机课程报告论坛上第一次正式提出将“计算思维能力培养”作为计算机基础课程教学改革切入点的倡议。2012年和2013年前后两年相继举办的第一、二届“计算思维与大学计算机课程教学改革研讨会”中展现了许多对计算思维的深入研究成果。计算思维教育风生水起,席卷了包括工学、医学、农学、生物学、经济学、化学等在内的多个学科方向的计算机教育领域,但对于计算思维在艺术领域的影响和应用研究却极为罕见。国内有关计算思维和其他非艺术类学科的学科交叉教育类教材也颇有一些,但艺术类计算思维教育方向的相关书籍及出版物凤毛麟角,教材更是一本难求。一方面原因在于国内艺术院校相对较少,艺术类学生的计算机教育问题并没有得到足够重视;另一方面就是艺术教育所强调的以直觉、抽象和想象为特征的艺术思维模式和基于抽象、自动化的计算思维之间的和谐关系尚未获得深入发掘,有待进一步的研究。因此,以贴近艺术类学生特点的计算机教育为定位的教材出版也迫在眉睫。

艺术和科学本是同源,相辅相成。以逻辑思维为主的理性思考及创作需要和以形象思维为主的感性思考及创作相结合,艺术利用科学更好地通过艺术品来表达情感,科学借助艺术创作来说明世界。艺术思维和计算思维为我们提供了观察世界和生活不同的视角,为艺术类学生提供了把握世界和生活的一个独特的支点,因此,为艺术类学生出版一本具有科学思维内涵的学科交叉教材,将具有非常广阔的应用意义和市场前景。本书以《高等学校文科专业大学计算机教学基本要求(2011年版)》规定的计算机基础教学大纲为基础,紧跟计算机信息技术发展的步伐并结合自身院校的特点,适当扩展教学内容,重点传授学生利用计算机工具和计算思维方法寻求解决专业问题的技巧和能力。

全书共分为7章,其中:

第1章阐述思维的概念与科学思维的方法和内涵,通过分析计算思维与计算机之间的关系,深入探讨艺术思维与计算思维两者在内涵与发展、特征与方法、交叉与融合等多方面的异同点,并概要地叙述艺术创作中的计算思想。

第2章介绍计算机软件和硬件系统在不同抽象层次上提供的问题求解的计算环境,重点介绍计算机的发展与应用领域、计算机系统的组成、计算机内部的数制与信息编码等。

第3章介绍计算机操作系统的应用技巧,理解计算机解决实际问题的方式。

第4章探讨多媒体技术与多媒体艺术的问题,介绍了多媒体系统的构成及数字音频、数字图像、动画处理及数字视频处理技术,并依托四款专业工具软件进行了艺术实践。

第5章介绍目前广泛应用于各领域办公自动化的文字处理软件 Word、电子表格软件 Excel 和演示文稿软件 PowerPoint。

第6章探讨基于互联网的应用及其常用工具软件,介绍网络安全及防范措施,网络文明及网络道德,最后针对网络文献检索知识和技巧进行详细阐述。

第7章介绍网页基本组成元素、网页设计的基本原则和网页布局知识。

本书的特色在于通过艺术思维和计算思维的对比探讨二者的交叉和融合,展现了艺术与科学之间的和谐之美,有利于艺术类专业学生的科学能力和非艺术类专业学生的艺术修养培养。大学生的公共基础教育离不开科学和艺术,本教材就完美地兼容了两者,为艺术类学生提供了多维的视角进行作品的创作和解读,又为日常计算机和网络工具的应用提供了很好的学习基础,必将大大提升学生利用计算机解决专业问题的能力。

本书由赵锋、王诚主编,其中第1章和第4~7章由赵锋编写,第2、3章由王诚编写,全书由赵锋负责组织统稿。作者在编写本书过程中,所在单位和部门领导给予了大力支持,在此一并表示感谢。书中所有实例、课件及所涉及的素材均可在清华大学出版社网站下载,也可登录 <http://multi.ys168.com/> 网站共同学习探讨,或直接与作者联系(10035154@qq.com)。由于时间关系和作者水平有限,书中疏漏和不足之处在所难免,敬请广大读者朋友和专家批评指正。

作者

2016年1月

# 目 录

第 1 章 计算思维概论	1
1.1 思维与科学思维	1
1.1.1 什么是思维	1
1.1.2 什么是科学思维	3
1.1.3 科学思维与科学方法	4
1.2 计算思维概念	6
1.2.1 计算思维的来源和定义	6
1.2.2 计算思维的本质及特征	7
1.2.3 计算机与计算思维关系	8
1.3 计算思维应用领域	10
1.3.1 生物学	10
1.3.2 化学	11
1.3.3 艺术学	12
1.4 艺术思维与计算思维	14
1.4.1 内涵与发展	14
1.4.2 特征与方法	15
1.4.3 交叉与融合	16
1.5 艺术创作中的计算思想	18
1.5.1 黄金比例与黄金矩形	18
1.5.2 图形艺术与分形	19
1.5.3 算法设计	21
习题	22
第 2 章 计算机基础知识	24
2.1 计算机发展与应用	24
2.1.1 计算机的发展与分类	26
2.1.2 计算机的主要用途	32
2.2 计算机系统	40
2.2.1 计算机系统组成	40
2.2.2 计算机硬件系统	41

2.2.3	计算机软件系统 .....	43
2.3	进制与编码 .....	47
2.3.1	进位记数制 .....	47
2.3.2	不同进制之间的换算 .....	49
2.3.3	计算机常用信息编码 .....	51
2.3.4	二维码 .....	57
2.4	微型计算机硬件系统 .....	59
2.4.1	主机 .....	59
2.4.2	外部设备 .....	60
	习题 .....	64
<b>第3章</b>	<b>Windows 操作系统 .....</b>	<b>66</b>
3.1	Windows 系统安装与启动 .....	66
3.1.1	Windows 7 系统的安装 .....	67
3.1.2	Windows 7 操作系统快速恢复(系统还原) .....	68
3.1.3	BIOS 启动与 EFI 启动对比 .....	69
3.2	Windows 7 的基本操作 .....	70
3.2.1	Windows 7 的窗口基本操作 .....	70
3.2.2	Windows 7 的快捷键 .....	70
3.2.3	Windows 7 任务栏 .....	72
3.3	Windows 文件和文件夹管理 .....	74
3.3.1	文件及文件夹的基本概念 .....	74
3.3.2	Windows 7 系统文件夹 .....	76
3.3.3	Windows 7 文件与文件夹操作 .....	76
3.4	Windows 应用程序管理 .....	79
3.4.1	应用程序的概念 .....	79
3.4.2	应用程序的快捷方式 .....	80
3.4.3	应用程序的安装 .....	80
3.4.4	应用程序的运行 .....	80
3.4.5	应用程序的删除 .....	80
3.4.6	Windows 7 自带功能的添加和删除 .....	81
3.4.7	任务管理器 .....	82
3.5	Windows 磁盘管理 .....	82
3.5.1	文件系统 .....	82
3.5.2	磁盘管理 .....	83
3.5.3	磁盘整理 .....	83
3.6	Windows 7 系统安全管理 .....	84
3.6.1	关闭默认共享 .....	84
3.6.2	修改组策略 .....	85

3.6.3	注册表的维护 .....	85
3.6.4	用户账户设置 .....	86
3.6.5	检测并更新系统 .....	88
3.6.6	安装并更新杀毒软件 .....	89
3.7	Windows 7 常用工具 .....	89
3.7.1	画图软件 .....	89
3.7.2	截屏软件 .....	90
3.7.3	计算器软件 .....	90
习题	.....	91
<b>第 4 章</b>	<b>多媒体技术与应用 .....</b>	<b>93</b>
4.1	多媒体技术概述 .....	93
4.1.1	多媒体技术基本概念 .....	93
4.1.2	多媒体技术的发展及应用 .....	94
4.1.3	多媒体信息的组织 .....	94
4.2	数字音频处理 .....	95
4.2.1	音频的数字化 .....	95
4.2.2	声音文件格式 .....	96
4.2.3	常用音频编辑软件 .....	96
4.2.4	Adobe Audition .....	98
4.3	数字图像处理 .....	101
4.3.1	图形与图像 .....	101
4.3.2	数字图像属性 .....	103
4.3.3	数字图像文件格式 .....	105
4.3.4	常用图像处理软件 .....	106
4.3.5	Adobe Photoshop .....	107
4.4	数字动画制作 .....	125
4.4.1	数字动画基础 .....	125
4.4.2	计算机动画常用文件格式及制作软件 .....	126
4.4.3	Adobe Flash .....	127
4.5	数字视频处理 .....	145
4.5.1	视频处理过程 .....	146
4.5.2	视频文件格式 .....	146
4.5.3	Adobe Premiere .....	147
习题	.....	150
<b>第 5 章</b>	<b>计算机应用基础 .....</b>	<b>152</b>
5.1	文字处理软件 Word .....	152
5.1.1	文档基本编辑与操作 .....	154



5.1.2	图文混排及表格	161
5.1.3	页面布局、引用及文档打印	165
5.1.4	邮件合并及审阅	170
5.2	电子表格软件 Excel	173
5.2.1	电子表格基本操作	174
5.2.2	工作表管理和格式化	177
5.2.3	公式及函数	179
5.2.4	数据图表	182
5.2.5	数据管理	184
5.3	演示文稿软件 PowerPoint	191
5.3.1	演示文稿基本操作	192
5.3.2	母版设置	194
5.3.3	多媒体元素操作	195
5.3.4	动画效果	198
5.3.5	放映设置及打包	199
	习题	202
<b>第 6 章 计算机网络应用</b>		<b>204</b>
6.1	网络基本概念	204
6.1.1	计算机网络定义	204
6.1.2	网络分类	206
6.1.3	网络协议及域名系统	207
6.1.4	局域网及其典型应用	209
6.2	网络应用服务	213
6.2.1	WWW 服务	213
6.2.2	FTP 应用及软件	216
6.2.3	Email 应用及软件(Foxmail)	219
6.2.4	搜索引擎应用	223
6.2.5	网络云	227
6.3	网络安全与网络道德	230
6.3.1	计算机病毒与防范	230
6.3.2	信息安全与知识产权	233
6.3.3	网络文明与道德	235
6.4	网络资源及文献检索	236
6.4.1	网络资源类型	236
6.4.2	网络资源获取途径	240
6.4.3	网络资源检索技巧	240
6.4.4	常用数据库及特种文献检索	242
	习题	243

第 7 章 网页设计与制作	245
7.1 网页设计原则与布局	245
7.1.1 网页的本质	245
7.1.2 网页组成元素	246
7.1.3 网页布局方法与工具	249
7.1.4 网页设计原则与色彩	251
7.2 超文本标记语言 HTML	251
7.2.1 简单 HTML 网页	251
7.2.2 HTML 文档结构	254
7.2.3 HTML 语法规则	254
7.2.4 常用 HTML 标签	255
7.3 网页制作工具	262
7.3.1 Photoshop	262
7.3.2 Dreamweaver	267
7.4 网站重构 DIV+CSS	276
7.4.1 布局思考方式	276
7.4.2 CSS 样式表应用	279
7.4.3 CSS 选择器	281
7.4.4 DIV+CSS 网页设计	282
7.5 HTML 5 构建页面	285
习题	287
参考文献	288

科学和艺术本是同源。艺术思维和计算思维,为我们提供了不同的视角来观察世界和生活。以逻辑思维为主的理性思考及创作需要和以形象思维为主的感性思考及创作相结合,艺术利用科学更好地通过艺术品来表达情感,科学借助艺术创作来说明世界,二者相辅相成,提供了把握世界和生活的不同支点。本章首先阐述思维的概念与科学思维的方法和内涵,通过分析计算思维与计算机之间的关系,详细介绍计算思维的提出、定义、本质、特征和应用领域,并深入探讨艺术思维与计算思维两者在内涵与发展、特征与方法、交叉与融合等多方面的异同点。

## 1.1 思维与科学思维

### 1.1.1 什么是思维

思维,作为人和动物最明显和最本质的区别,是人脑对客观事物的一般特性和规律性的一种概括的、间接的反映,是对客观事物本质和规律的一种抽象和高级认知,它运用分析和综合、抽象和概括等智力操作对所感知的信息进行加工,以存储记忆中的知识为媒介,以概念、判断和推理的形式反映事物的共同本质和规律性联系。

人类通过感觉媒体认知世界,通过记忆来组合世界,感觉和知觉是当前事物在人头脑中的直接印象,而记忆是过去经历过的事物的印迹在人头脑中的再现。如果说记忆对应人类的过去,那么感知则对应人类的现在,通过对记忆和感知的分析和比较,进而形成抽象和概括的思维过程则对应人类的未来。人们在生活实践中常常遇到许多仅靠感觉、知觉和记忆解决不了的问题,实践要求人们在已有的知识经验的基础上能预见到事物的未来变化和发展,通过迂回、间接的途径去寻找问题的答案。这种通过迂回、间接的途径去寻找问题的答案的认识活动就是思维活动。如农民依据光照、温度和作物生长周期判断作物大概的成熟日期并做出收割计划,医生依据医学知识、临床经验和一定的辅助检查判断病人的病因、病情并做出治疗方案,艺术家依据大众的审美水平、社会背景和典型的艺术形象来传达自己的情感并创作艺术作品,数学家依据人体上下结构的最优比例和艺术作品的几何尺寸发现黄金分割并为体型的优劣提供了科学依据等。直观的感觉和知觉只能反映事物的个别属性,而思维则能够反映事物的本质和事物之间的规律性联系。例如,人类通过感觉和知觉,能感知苹果从树上掉落,而月亮却能一直悬挂于星空,思维活动则能揭示这种现象背后万有引力的本质。

思维以感知为基础又超越感知的界限,它既包含理性的判断、推理、想象,又包含非理性

的直觉、灵感和幻想,是人们认识客观世界的高级阶段。人们的思维过程是一种对客观事物的概括的、间接的反映过程,因此间接性、概括性是思维的两个重要特征。

思维这两个重要特征在实践中处处存在。例如,两把从外观看几乎一模一样的菜刀,我们要知道它们哪一把更坚硬。看,看不出;摸,摸不清;闻,也闻不到。直观的感知都无法得到精确的答案,只能通过思维活动去想办法。可以让两把菜刀以同样的初始速度和角度相互对砍,就会发现其中一把有豁口或者两把有不同的豁口。根据这个结果,就可以推断出哪一把刀具更为坚硬。感知不能直接告诉我们结果,但根据两者相互作用的结果可以间接地推断出来。任何一门学科都可以找到给予我们间接认知的例证,与区别两把刀具的硬度问题相比,认知自然界或社会上更为复杂的现象就需要更为复杂的思维活动,需要更为深入的对感性材料进行加工抽象的间接认知过程。这种通过事物相互作用结果或通过其他媒介间接认知事物的活动,就体现了思维的间接特征。

然而,这种间接认知之所以可能,首先有赖于人们对事物的概括的认识,有赖于人们对事物的一般特性的认识。例如,为什么推断没有豁口或者豁口小的刀具比有豁口或者豁口大的刀具更硬一些呢?这是因为人们在生活实践中概括地知道金属的相对硬度和刀具豁口之间的关系。人们概括了所观察的诸如此类现象,并由此得出这类现象的一般特性,发现这类现象之间的规律性的联系和关系,即当两个硬度不同的刀具相互碰撞时,其中较硬的一方往往没有豁口或者豁口更小一些。这种规律和关系并不只存在于某一两个物体碰撞中,而且具有一般特性,它存在于任何具有不同硬度的两个物体碰撞中,如鸡蛋碰石头、斧头砍木头等。这种事物的概括性,对事物一般特性和规律性的联系和关系的认识,是思维过程的第二个重要特征。



图 1-1 蝙蝠与雷达

人的思维虽然决定于客观世界,但客观世界并不是直接地、机械地决定着思维,而是通过人的改造,通过人脑对感知材料进行加工后间接地决定着思维的。因此,思维具有一定的能动性,能借助感知材料经过加工处理的方式与途径来改造客观世界。如人类通过研究飞鸟进而发明了飞机,通过研究蝙蝠进而发明了雷达(图 1-1),通过生物工程进而提高了作物产量等,都是借助思维改造客观世界的典型案例。

思维借以实现的形式称为思维形式,形象思维、抽象思维、灵感思维是三种普遍的思维形式。形象思维是借助于具体形象来展开的思维过程,亦称直感思维。由于艺术家、文学家在进行创造活动时较多地运用形象思维,所以也有人称之为艺术思维。抽象思维是运用概念、判断、推理等来反映现实的思维过程,亦称逻辑思维。灵感思维是在不知不觉之中突然迅速发生的特殊思维形式,亦称顿悟思维或直觉思维。具体人的思维在现实生活中不可能局限于哪一种。解决一个问题,做一项工作或某个思考过程,至少是两种思维并用,即抽象思维和形象思维,当然,偶然也会加上灵感思维。

根据思维的凭借物和解决问题的方式,可以把思维分为直观动作思维、具体形象思维和抽象逻辑思维;根据思维过程中是以日常经验还是以理论为指导来划分,可以把思维分为经验思维和理论思维;根据思维的形成和应用领域来划分,思维可分为科学思维和日常思

维,科学思维比日常思维更具有严谨性和科学性。

### 1.1.2 什么是科学思维

要理解科学思维,还需要从科学抽象这个词入手。从对思维的理解可以发现,人类对自然、社会和意识活动的本质及其客观规律性的研究,都是基于具体的感知形象而存在的。思维活动经过分析和综合,从而能够将其抽象为经验或理论。抽象既与感性直观相区别,又是感性直观的发展。抽象过程的作用在于从客体的各种属性中区分并提取出它的一般属性,任何科学认识过程都是以获得对客体的这种具体认识为目标的。运用理性思维进行一番去伪存真、由表及里的改造制作,去掉感知形象非本质的、表面的、偶然的的东西,抽取出事物本质的、内在的、必然的东西,从而揭示客观对象的本质和规律。科学抽象的作用更在于对对象的混沌表象进行“解剖”,发现并析取其某些本质的属性、关系和联系,即对它的内在矛盾的诸方面及其关系和联系进行分别考察,并以概念、范畴和规律的形式使之确定化。历史上曾经有一些自然科学家认为,经验的方法是自然科学唯一正确的方法。但随着自然科学进一步发展,当需要对材料进行整理时,事实说明了这样一条真理:知识不能单从经验中得出,只能依靠理性思维的帮助,才能揭示自然的本质。因此,科学抽象是科学认识从感性认识阶段上升到理性阶段的飞跃的决定性环节(图 1-2)。

科学抽象的产物包括科学概念、科学符号、思想模型,广义上还包括科学判断、科学假说和理论等。科学概念是科学认识中人们对事物本质属性的认识,是科学思维的最基本的单元与形式。科学概念是通过抽象抽取共同点并经过辩证分析而得出来的,必须要有实践上的可检验性,随着认识的发展而深化、变化,甚至更新,但是在一定阶段和时段具有稳定性。科学符号是思想、意义的承载体,在方法上是推动科学研究不可缺少的有力

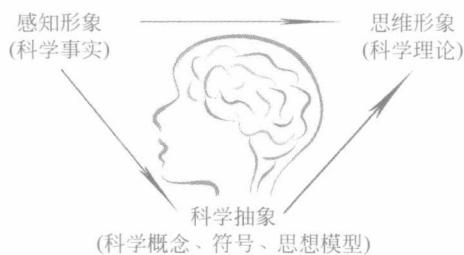


图 1-2 科学抽象

工具,如自然语言、科学术语中的元素符号、计算机语言等。思想模型则将对象的本质属性和基本过程以最纯粹的形式甚至以某种极限状态表现出来,如原子模型、3D 打印模型、DNA 模型等。科学理论研究的直接对象是思想模型,以实践为基础建立的思想模型,可间接地起到关于原型知识的真实性的判据作用,往往甚至可以超越现实条件,揭示研究对象在理想条件下可能出现的情况。

相对于艺术思维、宗教思维、情感思维等种种不同的思维形式,科学思维是指人类从事科学活动时的思维形式。因此,科学思维通常是指理性认知及其过程,是在科学研究中通过对各种经验材料的比较与分析,去其次要因素,抽取本质因素,形成科学抽象的成果——概念、符号和思想模型所进行的揭示研究对象的普遍规律和因果关系的思维方法,是主体对客体本质理性的、逻辑的、系统的认识过程,是人脑对客观事物能动的和科学的反映。科学思维具有逻辑思维、非逻辑思维(形象思维和直觉思维)两种基本类型。从西方的发展历程来看,科学思维的主要表现包括理性思维、逻辑思维、系统思维和创造性思维等几个方面,其中创造性思维是科学与艺术的灵魂和基础。以目前的认识,在科学思维的谱系中,真正具备了系统和完善的表达体系的思维模式只有三个,分别是理论思维、实验思维和计算思维。其中

计算思维是最晚一个被研究和整理的思维模式。一般来说,理论思维、实验思维和计算思维分别对应于理论科学、实验科学和计算科学。

理论思维又称逻辑思维,其推理源于数学,是通过定义、定理、证明和公理化方法,以推理和演绎为特征,利用抽象概括建立描述事物本质的概念,并应用科学的方法探寻概念之间联系的一种思维方法。理论思维以数学学科为代表,支撑着所有的学科领域。

实验思维又称实证思维,是通过观察和实验获取自然规律法则的一种思维方法,其先驱是意大利科学家伽利略。实证思维以观察和归纳自然规律为特征,往往借助特定设备来获取数据并进行分析,以物理学科为代表,其先驱是被誉为“近代科学之父”的意大利科学家伽利略。

计算思维由美国卡内基·梅隆大学周以真教授提出,是通过约简、抽象、转化和仿真等方法,利用计算机学科的基本概念把困难的问题重新阐释,或选择一个合适的方式去陈述问题,或对问题相关方面进行建模使其变得易于处理的思维方法。它以设计和构造为特征,以计算机学科为代表,其本质为抽象和自动化。

### 1.1.3 科学思维与科学方法

科学思维方法是各门具体科学通用的研究方法,是进行科学探索、科学实践、科学研究的一般方法。它是对只适用于某一门具体科学的专门方法的概括与总结,是具体科学思维方法和哲学思维方法之间的中介层次的方法,一般具有跨学科的特征。尽管一般科学思维方法只是从某一角度或侧面来审视世界,但由于它具有较高的概括力和较大的适用范围,因而能够同时应用于不同的学科。这种方法的客观基础是科学研究对象和科学本身存在着共同的属性与规律,这些共同的属性与规律通过客体向主体、客观向主观的转化,形成了各门科学通用的思维规则和手段,即各门科学共同的方法,这便是科学思维方法。

科学思维方法分逻辑方法和非逻辑方法两种。逻辑方法包括比较与分类、归纳与演绎、分析与综合、论证与反驳、抽象与具体等,非逻辑方法包括联想与类比、想象、灵感与直觉等。

比较用于确定对象之间的相同点和差异点,可同中求异,也可异中求同,还可以在同一对象的不同方面、不同部分之间进行。比较方法可以建立科学概念,也可以导致新的理论的诞生,如比较教育学。根据对象的相同点和不同点,也可以将对象划分为不同的分类。

归纳是从同类的个别事实推演出共同本质或一般原理的逻辑思维方法。它可以帮助我们发现自然界及人类活动的一些规律,我们甚至可以根据画家的一幅作品特征归纳出他在一段时间内的绘画风格,如毕加索 1907 年绘制的画作《亚威农少女》(图 1-3),是第一张被认为有立体主义倾向的作品,在以后的十几年中竟使法国的立体主义绘画得到空前的发展,甚而波及舞台设计、文学、音乐等其他领域,开创了法国立体主义的新局面,毕加索也成了这一画派的风云人物。

演绎则以科学理论为前提,通过提供逻辑证明把知识联系起来形成公理体系。如欧氏几何就是演绎系统的典范,欧几里得在《几何原本》(图 1-4)中以 23 个定义、5 条公设和 5 条公理作为出发点,推演出 467 个数学命题,将古代关于几何学的知识系统化为一个逻辑上完美、严密的体系。

分析就是在思想中把研究对象的整体分解成为多个部分、多个层次、多个方面和多个要素,或者把一个复杂的过程分解为多个阶段分别加以考察,把复杂的过程简单化,便于进行

研究。而综合则把研究对象结合成为一个统一的整体加以考察,以便从整体上认识和把握研究对象。综合并不是简单的因素堆积,而是采用某种观点把它们联系起来。分析是综合的基础,综合是分析的结果。

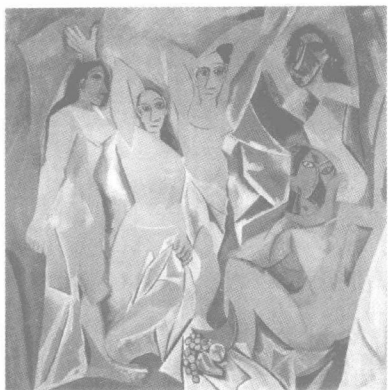


图 1-3 《亚威农少女》(毕加索)



图 1-4 《几何原本》(欧几里得)

抽象通常指在认识上把事物的规定、属性、关系从原来有机联系的整体中孤立地抽取出来,具体是指尚未经过这种抽象的感性对象。人对客观事物的认识是在实践的基础上,由感性的具体上升为理性的抽象的过程。抽象的本质是一种归类行为,把类似的东西归为一类并寻找对这一类都适用的统一描述方法来描述它们。客观存在的东西具有物质特性,很多具体的形象特征放在一起,会发现或体现一定的客观规律,这些规律就是抽象的,是人们主观对客观规律的认识。这种抽象在艺术上也有体现,如图 1-5 所示,徐悲鸿先生绘制的奔马图,就是从千千万万马匹的形态特征中抽象出一个具体的艺术形态,这也是长年累月仔细观察形象主体的特征,然后提炼出来的结果。

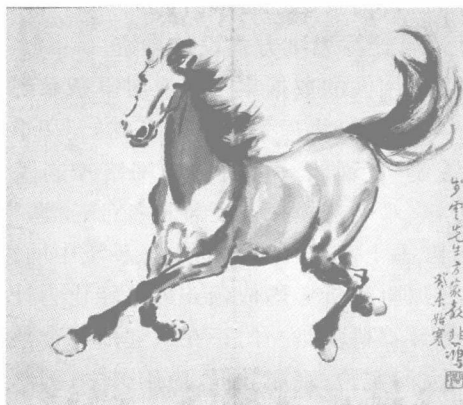


图 1-5 《奔马图》(徐悲鸿)

联想是由于某种诱因导致不同表象之间发生联系的一种没有固定思维方向的自由思维活动。主要思维形式包括幻想、空想、玄想。其中,幻想,尤其是科学幻想,在人们的创造活动中具有重要的作用,诸如无线传电、手势操作控制等很多科幻电影中的科技产品均已实现。类比则是根据两类不同对象的部分属性相似,联想推论出两类对象的其他属性也可能相似的一种推理方法。

想象在于对艺术形象情感的联想,中国传统文化所强调的内在美,即意境,意义即在于此。想象能突破时间和空间的束缚,达到思接千载、神通万里的境域。灵感则是主体对于反复思考而尚未解决的问题,因某种偶然因素或潜意识信息启发而得到突然顿悟的心理状态。直觉思维是指思维对感性经验和已有知识进行思考时,不受某种固定的逻辑规则约束而直接领悟事物的本质的一种思维方式。

## 1.2 计算思维概念

### 1.2.1 计算思维的来源和定义

目前国际上广泛使用的计算思维的概念是由美国卡内基·梅隆大学周以真教授提出的,即计算思维是运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类行为的涵盖了计算机科学之广度的一系列思维活动。

如何去理解上述计算思维的定义呢?可以从三个方面进行阐述。

#### 1. 计算思维方式求解问题

国际教育技术协会(ISTE)和计算机科学教师协会(CSTA)于2011年通过给计算思维的各要素作描述的方式下了一个操作性的定义,即计算思维是一个问题解决的过程,该过程包括以下特点:指定问题,并能够利用计算机和其他工具来帮助解决问题;要符合逻辑地组织和分析数据,并能通过抽象,如模型、仿真等,再现数据;通过算法思想(一系列有序的步骤),识别、分析和实施可能的解决方案,找到最有效的方案并支持自动化;有效结合这些步骤和资源,将该问题的求解过程进行推广并移植到更广泛的问题中。

求解问题依赖于常识性的过程、非规范性的表示、朴素思想指导下的经验和科学合理的过程、形式化的描述、专家经验等。大学课堂常识性的知识不值得教,教了学生也觉得乏味,但求解问题需要的过程和方法,学生不自觉地能进行应用,也是大学课堂最值得传授的知识。

#### 2. 计算思维方式设计系统

利用大的数据集来完成对复杂系统的建模、仿真、分析和验证。例如地球系统(地球科学),引力波(物理学),星系形成(天文学),高度复杂的动态系统仿真,健康检查,预测,设计和控制(工程领域),通信和网络控制及最优化(信息技术),人类和社会行为仿真(社会科学),灾难响应模拟及反恐预备(国土防御),采用自治响应技术的减轻外在威胁的智能系统设计(国土安全),多样的生态环境中的进化过程的预测(生物科学),软件开发(信息技术),以及风险分析等均依赖并最终转化为计算来完成。

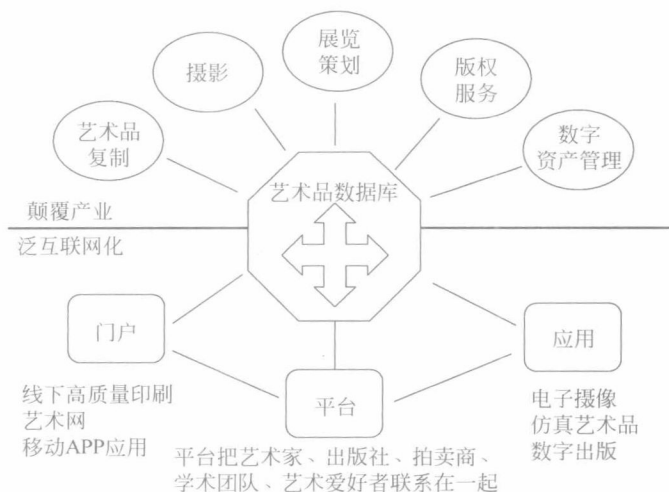
计算科学是一门正在兴起的综合性学科,它依赖于先进的计算机及计算技术对理论科学、大型实验、观测数据、应用科学、国防以及社会科学进行模型化、模拟与仿真、计算等。特别是对极复杂系统进行模型与程序化,然后利用计算机给出严格理论及实验无法达到的过程数据或者直接模拟出整个复杂过程的演变或者预测过程的发展趋势。计算科学对基础科学、应用科学、国防科学、社会科学以及工程技术等的发展有着不可估量的科学作用与经济效益。

#### 3. 计算思维方式理解人类行为

利用计算手段来研究人类的行为,可视为社会计算。社会计算涉及人们的交互方式、社会群体的形态及其演化规律等问题。目前人们广泛地以各种不同形式、方式生活在各种网络中,人们频繁地检查电子邮件和使用搜索引擎,随时随地拨打移动电话和发送短信,每天刷卡乘坐交通工具,经常使用信用卡购买商品,在朋友圈发微信,通过社交APP来维护人际关系。在公共场所,监视器可以记录人们的活动情况;在医院,人们的医疗记录以数字形式被保存;在互联网,大数据把艺术家作为金融市场的“个股”来进行分析,从这个角度观察



艺术品和艺术家成长的轨迹,并借助这些数据去分析艺术品的走向,为投资人提供艺术品投资市场的准确发展方向(图 1-6)。以上的种种事情都留下了人们的数字印记。这些数据中蕴含的关于个人和群体行为的规律可能足以改变我们对个人生活、组织机构乃至整个社会的认知。



利用大规模数据收集和分析能力揭示个人和群体的行为模式,与传统社会科学通过问卷调查形式获得的数据不同,可以借助以上种种新技术获得长时间的、连续的、大量人群的各种行为和互动的数据。继计算与网络融合、计算与物理系统融合、计算与脑科学及认知科学即智能的融合之后,计算与社会学融合形成计算社会科学已经是信息时代人类世界的必然趋势。

计算思维的详细描述是:计算思维就是通过约简、嵌入、转化和仿真等方法,把一个看来困难的问题重新诠释成一个人人们已知其解决方案的问题。计算思维是一种递归思维,是一种并行处理,是数据与代码之间衔接与转译的媒介;计算思维是一种采用抽象和分解来控制繁杂的任务或进行巨大、复杂系统设计的方法,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并使其易于处理的思维方法;计算思维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折中的思维方法。在自然的、工程的、社会的和艺术的系统中,很多过程都是自然计算的,计算成为一种通用的思维方式。

需要特别指出的是,计算思维不是今天才有的,它早就存在于中国的古代数学之中,只不过周以真教授使之清晰化和系统化了。中国古代学者认为,当一个问题能够在算盘上解算的时候,这个问题就是可解的,这就是中国的“算法化”思想。吴文俊院士正是在这一基础上围绕几何定理的证明展开了研究,开拓了一个在国际上被称为“吴方法”的新领域——数学的机械化领域,并于 2000 年获得国家首届最高科学技术奖。

### 1.2.2 计算思维的本质及特征

当看到图 1-7 这幅画时,人类直觉上会直接识别出绘画的主体为一个人物,这是为什么呢?不难发现,这其实是人类对人类自身观察并经过简化后得到的一个模糊形象,是人类自