

胡宏智 主编

王小林 黄晓梅 王 峰 王广正 副主编



TP3-43
638



大学计算机基础

Daxue Jisuanji Jichu

胡宏智 主编

王小林 黄晓梅 王 峰 王广正 副主编



TP3-43

TP3-43
638



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航

C1675190

01308189

内容提要

本书是教育部大学计算机课程改革项目规划教材,是以培养计算思维能力为导向来构建教学内容的教材。全书共分10章,主要内容包括计算科学与计算思维、计算机系统组成及其工作原理、信息的表示与技术、常用数据结构与算法、计算机操作系统、计算机网络、多媒体技术基础、数据库基础及应用、信息安全和Office应用基础。本书的每个知识点均采用相应的案例,寓知识讲解中贯穿计算思维的意识、方法和能力等3个层次的培养。每章均给出教学目标、知识要点、举案引思,以方便读者学习与参考。本书配有相应的电子课件,以供教学参考,并且配有相应的辅导教材《大学计算机基础实验与指导》。

本书既可作为高等学校计算机专业的计算机导论教材,又可作为非计算机专业的计算机公共基础教材。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 胡宏智主编. --北京:高等教育出版社, 2013.8

ISBN 978-7-04-038205-1

I. ①大… II. ①胡… III. ①电子计算机-高等学校-教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第174616号

策划编辑 刘茜
插图绘制 尹莉

责任编辑 张珊
责任校对 杨凤玲

封面设计 于文燕
责任印制 张福涛

版式设计 于婕

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 人民教育出版社印刷厂
开本 787mm×1092mm 1/16
印张 17
字数 410千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版次 2013年8月第1版
印次 2013年8月第1次印刷
定价 32.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 38205-00

前言

写作背景

人类历史上, 计算机科学与技术相对于其他学科、技术和工具, 其发展速度之快, 应用普及之广, 是前所未有的。尽管计算机不会像空气与水对生命之重要, 但它与人们日常的工作、学习、生活日益密切相关。1984年, 邓小平提出“计算机普及要从娃娃抓起”, 从此国内计算机教育不仅仅是少数人的专业化教育与培养, 而且“计算机基础”成为高等学校的通识教育课程, 其宗旨是普及计算机基础知识, 传承计算机文化, 培养基本技能, 破除计算机神秘感, 并迅速、广泛地普及到中、小学信息素质教育当中。

如今, 就像数学课程一样, 从小学到大学, 人人都要接受计算机基础课程教育。尽管中、小学信息素质教育水平有差异, 但接受计算机教育的大学生并非都是“零”起点。因此, 有必要因地制宜地改革“大学计算机基础”课程, 改革的重点是教学内容, 其取舍取决于教学目标。

2006年美籍华裔计算机科学家周以真教授首次提出“计算思维”概念, 以及有关“计算思维”对人类社会发展的重大作用的论述, 广泛地引起了计算机科学家和计算机教育家的高度重视。数学、物理、化学和生物学等学科教育蕴含着逻辑思维、验证思维的培养与训练, 同理论思维和验证思维一样, 作为三大科学思维之一的计算思维, 也是人类认识自然、改造世界的重要思维方式。虽然计算机科学技术不是蕴含“计算思维”的唯一学科, 但是计算机的特点及其广泛应用, 却是最适合融入计算思维教育和培养的学科。基于此, 人们把“培养学生健全的思维主体、系统的思维能力、良好的思维方式与品质”作为“提升学生的综合素质与分析、解决问题的综合能力”的目标之一。

本教材坚持思维与知识并进, 知识教育中融入问题求解的思维启发, 训练之教育理念, 强化计算思维意识, 提升计算思维认识, 加强计算思维方法和能力培养, 以当代大学生必须达到对计算机的认知能力、运用计算机解决问题的能力、基于网络的学习能力、依托信息技术的共处能力为基本要求, 在构建课程的知识结构、内容体系中, 注重融入计算思维方法, 体现计算思维能力的培养。

组织结构

全书共由十章组成, 每章均给出教学目标、知识要点、举案引思, 以方便读者学习与参考。

第一章 计算科学与计算思维, 主要介绍思维的概念、分类, 计算思维的概念、特征和本质及其与计算机的关系, 用案例说明计算思维进行问题求解的一般过程, 计算思维在人类社会发展中的作用和对人的能力发展的影响, 计算科学研究与应用(普适计算、网格计算和云计

算、人工智能、物联网等)。

第二章 计算机系统组成及其工作原理, 主要介绍计算机系统的硬件与软件组成结构, 计算机的基本工作原理。

第三章 信息的表示与技术, 主要介绍信息的概念、特征与信息技术, 常用数制的转换, 数据的存储, 数值和非数值的表示等。

第四章 常用数据结构与算法, 介绍数据结构的基本概念, 问题求解算法的概念及算法的描述方式, 常用数据结构(线性表、栈、队列、树及二叉树、图)以及最常用的算法有: 顺序查找、有序表的查找、直接插入排序、冒泡排序等。

第五章 计算机操作系统, 结合常见的操作系统介绍其概念、作用、类型、功能, 操作系统的基本操作(应用软件操作、磁盘操作、系统资源管理、文件及文件夹操作)、安装与运行, 人机交互界面设计方法, 计算机资源优化等。

第六章 计算机网络, 主要介绍计算机网络的概念、常见网络设备、网络协议、网络体系结构、Internet 基础、邮件服务、文件传输服务、WWW 服务、信息搜索、TCP/IP 协议等。

第七章 多媒体技术基础, 主要介绍多媒体的概念、基本特征, 多媒体数据的压缩技术与方法, 多媒体通信的关键技术, 虚拟现实的概念、重要特征和硬软件基础及其技术的体系结构和主要应用领域。

第八章 数据库基础及应用, 结合现实案例讲解数据库的基本概念, 数据库系统的组成、模式结构, 数据库管理系统, 关系模型与关系数据库的基本概念, 关系模型, 完整性约束规则, 关系的规范化, 数据库及数据库表的定义, 数据库表结构的维护、操纵与查询。

第九章 信息安全, 主要介绍信息安全的概念, 引发信息安全问题的因素, 从物理保护、访问控制、网络保护、数据加密、数据备份与恢复、防治计算机病毒、加强职业道德教育防范措施 7 个方面介绍保护信息安全的方法。

第十章 Office 应用基础, 简单介绍 Office 办公软件统一风格的界面及其共性的知识点, 针对 Word、Excel 和 PowerPoint 差异部分, 分别讲解 Word、Excel 和 PowerPoint 各自的功能, 编辑、排版、图文混排及其常见的和少量的特殊格式、效果的设置等。本章以操作为主, 一般作为学生自学内容, 可结合本书配套的辅导教材《大学计算机基础实验与指导》进行学习。

本书由胡宏智主编, 第一、二、三、四、六、九、十章分别由安徽工业大学的胡宏智、黄洪超、黄瑾娉、陈学进、王广正、王小林和储岳中编写, 第五章由阜阳师范学院的王峰编写, 第七、八章分别由安徽建筑工业学院的管锦亮和黄晓梅编写。

授课建议

本书内容丰富, 可供不同专业、不同起点的读者学习, 既可作为高等学校计算机专业的计算机导论教材, 又可作为非计算机专业的计算机公共基础教材。

大学计算机基础教学内容的取舍、课时的分配, 应根据具体情况做适当的安排。建议教学的内容与学时分配如下表。

注 * 号标注的章节, 可以根据情况选择讲或不讲。

讲 授 章 节	供参考的学时分配	
	讲 授	实 验
第一章 计算科学与计算思维	2~4	
第二章 计算机系统组成及其工作原理	2~4	
第三章 信息的表示与技术	4	
第四章 常用数据结构与算法	4~6	4
第五章 计算机操作系统	4~6	2~4
第六章 计算机网络	2~4	2~4
* 第七章 多媒体技术基础	2~4	
第八章 数据库基础及应用	4~6	2~4
第九章 信息安全	2	
* 第十章 Office 应用基础	2~4	2~4
小计	28~44	12~20

本书配有电子课件以供教学参考，并有相应的辅助教材《大学计算机基础实验与指导》。

致谢

在安徽工业大学教务处、计算机学院、安徽建筑工业学院和阜阳师范学院有关领导和同仁的鼎力支持下，顺利地完成了本书的编写工作。在本书编写过程中参考了许多文献资料。在此，对有关领导、同仁，以及参考文献的作者一并表示深深感谢。

另外，我们非常有幸参加浙江大学何钦铭教授主持的教育部教学改革项目“基于计算思维的理工类‘大学计算机系列课程’改革及教材建设”的研究工作，并承担“以培养计算思维能力为导向的大学计算机基础课程教学改革”子项目，在此对何教授的帮助和指导深表感激和敬意。本书是该课程改革探索过程中的初步成果，由于水平有限，其内容组织与知识体系设计是否合理有待实践检验，书中难免存有不妥和错误之处，恳请读者不吝赐教，并希冀本书在大学计算机基础课程改革的进程中起到“抛砖引玉”之作用。

作 者
2013 年 6 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一章 计算科学与计算思维 1	第二章 计算机系统组成及其工作原理 ... 30
1.1 什么是思维,思维有哪些种类,思维对人的能力培养有什么作用? 2	2.1 计算机硬件设计思路的演变 31
1.1.1 思维的概念 2	2.1.1 最早的计算机模型 31
1.1.2 科学思维的分类..... 4	2.1.2 改进后的计算机模型 31
1.2 计算思维的本质、特征及其对人能力的影响 4	2.1.3 现在的计算机模型 32
1.2.1 计算思维的本质..... 4	2.2 冯·诺依曼计算机及其工作原理 ... 32
1.2.2 计算思维的特征..... 5	2.2.1 冯·诺依曼的设计思想 32
1.2.3 计算思维品质对人的能力影响作用 5	2.2.2 计算机工作原理 33
1.2.4 计算思维的应用领域 6	2.3 计算机硬件系统 33
1.3 科学与计算科学 8	2.3.1 计算机硬件系统概述 33
1.3.1 什么是科学 8	2.3.2 微型计算机硬件组成 34
1.3.2 什么是计算科学与计算学科 9	2.4 计算机软件系统 42
1.3.3 计算机学科与计算机科学的关系 ... 10	2.4.1 系统软件 43
1.4 计算机与计算思维的关系 13	2.4.2 应用软件 45
1.4.1 计算机促进计算思维的研究与发展 13	2.5 计算机硬件和软件的关系 45
1.4.2 计算思维研究推动计算机的发展 13	本章小结 46
1.5 计算学科典型案例 14	习题 46
1.5.1 问题求解的基本步骤 17	第三章 信息的表示与技术 49
1.5.2 案例解法分析 18	3.1 信息及信息技术 50
1.6 计算科学研究与应用 19	3.1.1 信息的定义 50
1.6.1 普适计算..... 19	3.1.2 信息的特征 50
1.6.2 网格计算..... 20	3.1.3 信息技术 52
1.6.3 云计算 22	3.2 数制与运算 53
1.6.4 人工智能..... 24	3.2.1 数制 53
1.6.5 物联网 24	3.2.2 常用的数制 54
本章小结 28	3.2.3 各种数制的转换 56
习题 28	3.2.4 二进制数 58
	3.3 数据的存储 61
	3.3.1 数据存储单位 61
	3.3.2 存储设备结构 62
	3.3.3 编址和地址 62

3.4 数值的表示	63	5.2 操作系统功能概述	113
3.4.1 机器数与真值	63	5.2.1 进程管理	114
3.4.2 数的原码、补码和反码	64	5.2.2 内存管理	117
3.4.3 定点数与浮点数	67	5.2.3 设备管理	118
3.5 非数值数据的表示	69	5.2.4 文件管理	121
3.5.1 逻辑数据的表示	69	5.2.5 用户接口	124
3.5.2 字符数据的表示	70	5.3 操作系统基本操作	125
3.5.3 声音的表示	74	5.3.1 应用软件操作	125
3.5.4 图形与图像的表示	75	5.3.2 磁盘操作	126
本章小结	78	5.3.3 系统资源管理	129
习题	78	5.3.4 文件及文件夹操作	131
第四章 常用数据结构与算法	82	5.4 操作系统应用案例	132
4.1 计算机程序概述	83	5.4.1 操作系统安装与运行	132
4.1.1 计算机程序	83	5.4.2 驱动程序与驱动故障的解决	133
4.1.2 程序设计语言	84	5.4.3 计算机资源优化	135
4.1.3 算法和算法描述语言	86	本章小结	136
4.1.4 程序结构与流程图	87	习题	137
4.1.5 用流程图表示求解 5! 的算法	87	第六章 计算机网络	139
4.2 常用数据结构	88	6.1 计算机网络基础	140
4.2.1 线性表	88	6.1.1 概述	140
4.2.2 栈	89	6.1.2 常见网络设备	143
4.2.3 队列	90	6.2 网络协议与体系结构	148
4.2.4 树及二叉树	91	6.2.1 网络协议	148
4.2.5 图	95	6.2.2 网络体系结构	148
4.3 常用数据结构算法	99	6.3 Internet 应用	154
4.3.1 顺序查找	99	6.3.1 Internet 基础	154
4.3.2 二分查找	100	6.3.2 Internet 工作方式	154
4.3.3 直接插入排序	100	6.3.3 信息搜索	155
4.3.4 冒泡排序	101	6.3.4 信息发布	155
本章小结	102	本章小结	158
习题	102	习题	158
第五章 计算机操作系统	104	第七章 多媒体技术基础	160
5.1 操作系统概述	105	7.1 多媒体的概念	161
5.1.1 操作系统的定义	105	7.1.1 多媒体概述	161
5.1.2 操作系统的作用	106	7.1.2 多媒体的基本特征	162
5.1.3 操作系统的发展过程	107	7.2 多媒体数据压缩技术	162
5.1.4 操作系统的类型	109	7.2.1 多媒体数据压缩的必要性	162
5.1.5 常用的操作系统	110	7.2.2 多媒体数据压缩的可行性	163

7.2.3 多媒体数据压缩方法	164	9.1.3 网络入侵与攻击	208
7.2.4 量化	165	9.2 管理制度	210
7.3 多媒体信息的交互与展现	166	9.3 信息安全防护技术	211
7.4 多媒体通信技术	168	9.3.1 物理保护	211
7.4.1 多媒体通信的重要性	168	9.3.2 数据备份	211
7.4.2 多媒体通信的应用	169	9.3.3 加密技术	213
7.4.3 多媒体通信的关键技术	171	9.3.4 认证技术	213
7.5 虚拟现实技术	171	9.3.5 计算机病毒防范措施	213
7.5.1 虚拟现实的定义、重要特征和 软硬件基础	171	9.3.6 防火墙技术	215
7.5.2 虚拟现实技术的体系结构	173	9.3.7 入侵检测技术	218
7.5.3 虚拟现实技术的主要应用领域	174	9.3.8 访问控制技术	219
本章小结	176	9.3.9 安全审计技术	221
习题	176	9.3.10 数字签名和数字水印技术	221
第八章 数据库基础及应用	178	9.4 职业道德	221
8.1 数据库基本概念	179	9.4.1 道德规范	222
8.1.1 概述	179	9.4.2 用户道德	222
8.1.2 数据库的发展	180	9.4.3 企业道德	222
8.1.3 数据库系统的组成	182	9.4.4 隐私与公民自由	223
8.1.4 数据库系统的模式结构	182	本章小结	223
8.1.5 数据库管理系统	184	习题	223
8.2 关系模型与关系数据库	185	第十章 Office 应用基础	224
8.2.1 基本概念	186	10.1 Office 2010 简介	225
8.2.2 关系模型	188	10.1.1 Office 2010 组件介绍	225
8.2.3 完整性约束规则	189	10.1.2 Office 2010 新功能	226
8.2.4 关系的规范化	189	10.2 Word 2010	228
8.3 关系数据库标准语言——SQL	191	10.2.1 Word 2010 的基础知识	228
8.3.1 SQL 基础	192	10.2.2 文档的基本操作	229
8.3.2 基本表的定义	194	10.2.3 文本的编辑	231
8.3.3 修改表结构	194	10.2.4 文字和段落格式设置	232
8.3.4 数据操纵	195	10.2.5 页面的设置	233
8.3.5 数据库查询	196	10.2.6 图片编辑和图形绘制	233
本章小结	201	10.2.7 表格制作	234
习题	201	10.2.8 生成目录	236
第九章 信息安全	203	10.3 Excel 2010	237
9.1 信息安全概述	204	10.3.1 Excel 2010 的基本知识	237
9.1.1 引发安全问题的偶然因素	205	10.3.2 Excel 2010 表格的基本操作	238
9.1.2 计算机病毒和恶意软件	205	10.3.3 Excel 2010 表格的格式设置	239
		10.3.4 数据处理	241

10.3.5	数据管理	242	10.4.4	演示文稿的动画设置	253
10.3.6	数据图表	245	10.4.5	演示文稿的播放设置	254
10.4	PowerPoint 2010	247	本章小结	255	
10.4.1	PowerPoint 2010 的基本知识	247	习题	255	
10.4.2	演示文稿的编辑	250	参考文献	257	
10.4.3	演示文稿版面的设置	252			

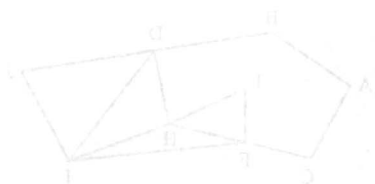


图 1-1-1 图

第一章

计算科学与计算思维

教学目标

- 了解计算科学、计算学科与计算思维的基本概念。
- 了解计算学科与其他学科之间的关系。
- 了解计算思维的作用，学会计算思维的基本方法，并掌握其基本技能。
- 了解运用计算机求解问题的基本思路和一般过程。

知识要点

本章主要简述计算、可计算性和计算学科的概念，以及从现实案例中引出思维、计算思维进行问题求解的一般过程；计算思维在人类社会的经济、科技等各领域发展中的作用和对人的能力发展的影响；计算科学研究与应用（如普适计算、网格计算和云计算、人工智能、物联网等）。

举案引思

① 皇帝会答应大臣的请赏吗？

古代皇帝和他的大臣下象棋，大臣赢了。皇帝问大臣：“你想要得到什么奖赏？”大臣向皇帝说：“微臣不敢奢求，只要皇上按棋盘的格子数，依次给予1粒黄豆，2粒黄豆，4粒黄豆，8粒黄豆，16粒黄豆，……，按此规律（每次给出黄豆的数目是前一次给出黄豆数目的2倍）给64次就无比地感谢皇上了”。请问皇帝会答应这个大臣的请赏吗？你能很快（10秒内）给出答案吗？

② 到底谁说真话?

张三说: 李四在说谎。

李四说: 王五在说谎。

王五说: 张三和李四都在说谎。

已知 3 人中只有一人说真话。

你能在 3 分钟内给出结论吗? 可以用计算机求解吗?

③ 如图 1-1 所示, 从哪一点出发开始旅行既能游览每一个景点 (A~J 表示景点, 连线表示通路), 又不走重复路线?

上述问题, 可能有些同学能够很快回答出部分问题。大多数同学能否回答呢? 有的同学也许觉得容易, 有的同学可能觉得不知所措。对同一问题, 为什么不同的人对其感觉的难易度会有很大的差异? 主要原因在哪儿?

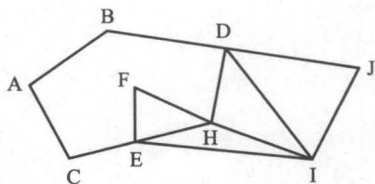


图 1-1 旅游景点与线路图

1.1 什么是思维，思维有哪些种类，思维对人的能力培养有什么作用？

1.1.1 思维的概念

思维是指人的意识活动，是物质性的人脑加工事物及其信息的处理过程。

1. 思维对于知识具有本原作用

思维是人的高级心理活动，是认识事物的高级形式，是人和动物的根本区别之一，是人的重要本质所在。人类文明、人化的世界、重要源泉是人的思维。

知识不是从天上掉下来的，也不是从地里冒出来的，知识是从人的头脑中生长出来的，是人类头脑思维的产物。没有文明的人类就没有知识，没有善于发明创造的思想家、科学家、文学家、艺术家、工程技术专家就不会有知识。

2. 思维是加工知识的机器

思维是人脑对现实事物的概括、加工，最终揭示其本质特征和内在规律。人脑对信息的处理包括分析、抽象、综合、概括等。思维是人类获得知识的途径。

知识是一种很精巧的精神产品，如同玉器一样，虽然以来自大自然的石头为基础，但要经过玉工打磨、精心雕刻方可变成宝贝。思维是加工知识的利器，是产生知识的工作机器。“客观的原材料”在思维加工下，不断萃取提炼、变形、升华，最后成为精致的知识产品。例如，三角形面积公式 $S=LH/2$ ，虽然只有 3 个参数，但达到这一步需要几千年时间，要经过若干次思维飞跃：①提出数量概念，能够计数；②提出长度和单位概念，能测量长度；③提出“形状概念”，分清各种形状；④提出“面积”概念；⑤归纳出“各种形状的面积公式”。所以，看上去很简单的公式，实际消耗了大量的智慧，需要数辈人的思维接力，在持久的思维加工下才打磨成型。其他种种知识，也都是历经辛苦的思维，经过思维长期的孕育而产生的。

通过以上对思维的定义与阐述，可以看出思维是由思维主体（人脑）、思维材料（大自

然)和思维工具(认识的反映形式)3个要素构成的。思维的结果(成果)就是知识(低级成果为经验,高级成果为科学理论)。一个人的思维能力、思维品质决定了他认识事物、解决问题的工作效率与能力水平,个体之间的知识储量、水平存在的差异,其原因就是思维能力有差距。

3. 思维的分类

从思维的进程方向可分为:横向思维、纵向思维、发散思维和收敛思维。

横向思维是指思维具有其横向性、往宽处发展的特点。具有这种思维特点的人,思维面都很宽,善于举一反三。既可以轻而易举地把已有的知识应用于对同类(或加以改造用于类似)事物的认识,以及对同类或类似问题的分析与解决应用中,也容易从同类事物中汲取相应的知识。

纵向思维是指思维从对象的不同层面切入,具有纵向跳跃、突破性、递进性、渐变的联系过程特点。具有这种思维特点的人,对事物的见解往往入木三分,一针见血,对事物动态把握能力较强,具有预见性。其特点是:具有由轴线贯串的思维进程、清晰的等级、层次、阶段性、良好的稳定性、目标性与方向性明确、强烈的风格化的特点。

发散思维是从一个目标出发,沿着各种可能的方向扩散,探求多种合乎条件的答案的思维。发散思维是创造性思维的最主要特点,是测定创造力的主要标志之一。发散思维是大脑在思维过程中呈现的一种扩散状态的思维模式,其特征是思维视野广阔,思维呈现出多维发散状。从问题的要求出发,沿不同的方向去探求多种答案的思维形式。通过从不同方面、多角度思考同一问题,如“一题多解”、“一事多写”、“一物多用”等方式。发散思维是创新型人才最重要的优良思维品质之一。

收敛思维又称“聚合思维”、“求同思维”、“辐集思维”或“集中思维”。其特点是思维始终集中于同一方向,使思维条理化、简明化、逻辑化、规律化。收敛思维与发散思维,如同“一个钱币的两面”,是对立的统一,具有互补性,不可偏废。

从思维的抽象程度可分为:直观行动思维、具体形象思维和抽象(或逻辑)思维。

直观行动思维是指通过实际动作来解决问题的思维,也叫操作思维、实践思维。这种思维具有明显的外部特征,通常以直观、具体的实际动作表现出来。3岁前的幼童在活动中思考,思维离不开触摸、摆弄物体的运动,他们的思维就属于直观行动思维。聋哑人靠手势与表情进行交流也属于这种思维。

能够在脑海中形成具体图像的思维叫形象思维,无法根据现有物体来描述的思维叫抽象思维。

具体形象思维是指凭借事物的具体形象和表象来进行的思维。它是一般形象思维的初级阶段,也是个体智慧发展必须经历的重要阶段。成人虽然以概念思维为主要形式,但不可能完全脱离形象思维,特别是在解决比较复杂的问题时,鲜明生动的形象有助于思维过程的顺利进行。作家、画家、诗人、设计师的创造活动更多地运用形象思维,数学家、物理学家、化学家也离不开形象思维。成人的形象思维是一种概括的形象思维,也称形象逻辑思维。形象思维在认识过程中带有强烈的情绪色彩,对解决问题具有动力作用,它是创作或其他创造活动不可缺少的一种特殊的思维活动。

逻辑思维又称抽象思维或理论思维,它是思维的一种高级形式。其特点是以抽象的概念、判断和推理作为思维的基本形式,以分析、综合、比较、抽象、概括和具体化作为思维的基本

过程,从而揭示事物的本质特征和规律性联系。抽象思维既不同于以动作为支柱的行动思维,也不同于以表象为凭借的形象思维,不再依赖于感性材料。抽象思维一般有经验型与理论型。

从思维的形成与应用领域可分为:日常思维和科学思维。

(1) 日常思维

日常思维是指为了满足生活、工作等日常活动而需要的本能、自发的普通思维。其主要特点是:本能性、自发性、重复性、普遍性、实用性、非批判性。

(2) 科学思维

所谓科学思维是指形成并运用于科学认识活动的人脑,借助信息符号对感性认识材料,经过整理、归纳、加工处理,形成概念、分析、判断和推理,揭示事物的本质和内在规律的思维活动。它是人们认识自然界、社会和人类意识的本质和客观规律性的高级思维活动。其特点比日常思维更具理性、客观性、严谨性、系统性与科学性。

1.1.2 科学思维的分类

从人们认识与改造自然世界的思维方式来看,科学思维又可以分成理论思维、实证思维和计算思维3种。

理论思维如前所述,就是对事物的感性认识资料,经过抽象、概括,形成描述事物本质的概念,主要以推理和演绎的方法探寻概念之间相互联系的一种思维活动。理论源于数学,理论思维支撑着所有的学科领域。正如数学一样,定义是理论思维的灵魂,定理和证明是它的精髓。数学学科中的概念定义、定理的证明与公理化方法就是最典型也是最重要的理论思维方法。

实证思维又叫实验思维或验证思维,是指通过观察和实验的手段,揭示自然规律法则的一种思维方法。实证思维的特征是观察、整理、归纳、对比和验证。人们往往要借助于某些特定的设备、工具,通过实验获取资料,以便分析研究。例如,星球运行规律与万有引力的发现,设备性能的物理测量、化学的分解与化合、生物的解剖等实验,就是认识事物本质和变化规律的有效手段和思维方法。

实验思维的先驱是意大利科学家伽利略,被人们誉为“近代科学之父”。与理论思维不同,实验思维往往需要借助于某些特定的设备,并用它们来获取数据以供以后的分析。

计算思维(Computational Thinking, CT)又称为构造思维,是指从具体的算法设计规范入手,通过算法过程的构造与实施,来解决给定问题的一种思维方法。目前被广泛接受的计算思维概念是2006年美籍华裔计算机科学家周以真教授首次明确提出的定义:计算思维就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。

1.2 计算思维的本质、特征及其对人能力的影响

1.2.1 计算思维的本质

计算思维是运用计算的基础概念(Fundamental Concept)去求解问题、设计系统和理解人

类行为的一种方法 (Approach)。计算思维最根本的内容, 即其本质是抽象 (Abstract) 和自动化 (Automation)。如同所有人都具备“读、写、算”(简称 3R) 能力一样, 人人都必须具备的思维能力。

1.2.2 计算思维的特征

计算思维具有如下特征。

(1) 是概念化, 不是程序化。

计算机科学不是计算机编程。像计算机科学家那样去思维, 意味着远远不是只能为计算机编程, 还要求能够在抽象的多个层次上思维。

计算机科学不只是关于计算机, 就像音乐产业不只是关于钢琴一样。

(2) 是根本的, 不是刻板的技术。

计算思维是一种根本技能, 是每一个人为了在现代社会中发挥职能所必须掌握的。刻板的技术意味着简单的机械重复。

(3) 是人的, 不是计算机的。

计算思维是人类求解问题的一条途径, 但决不是要人类像计算机那样地思考。计算机枯燥且沉闷, 人类聪颖且富有想象力。计算机给予人类强大的计算能力, 人类应该好好地利用这种力量去解决各种需要大量计算的问题。

(4) 是思想, 不是人造品。

计算思维不只是将人们生产的软硬件等人造物到处呈现给人们的生活, 更重要的是计算的概念、思想、方法, 要被人们用于问题的求解、日常的生活管理, 以及与他人进行交流和互动。

(5) 是数学思维和工程思维的互补与融合。

计算机科学在本质上源自数学思维, 它的形式化基础构建于数学之上。

计算机科学又从本质上源自工程思维, 因为人们构建的是能够与实际世界互动的系统。所以计算思维是数学和工程思维的互补与融合。

(6) 面向所有的人、所有地方。

当计算思维真正融入人类活动的整体时, 它作为一个解决问题的有效工具, 人人都应当掌握, 处处都应该被使用。

(7) 关注依旧亟待理解和解决的智力上的及有挑战性的并且引人入胜的科学问题。

“计算”对于大多数人来说, 是一个可以领会却难于言表的数学概念。电子计算机的出现和计算机科学的发展泛化了这一概念。不论是过去、现在或者将来, 计算始终都是人类基本思维活动和行为方式的主要方面之一, 也是人类认识和改造世界的基本方法。

1.2.3 计算思维品质对人的能力影响作用

抽象的概念是由具体概念依其“共性”而产生的, 把具体概念的诸多个性排除, 集中描述其共性, 就会产生一个抽象性的概念。

计算思维中的抽象是超越物理时空的、完全可以用符号来表达, 其中数字只是一种特例。数学抽象的特点是: 忽略事物的物理、化学和生物特性, 只保留其量的关系和空间的

形式。计算思维中的抽象比数学更丰富、更复杂。例如，计算机科学中堆栈、队列、链表是常见的几种抽象数据类型，对这类数据的操作，就不能像数学中进行地简单的加减运算。问题求解的算法也是一种抽象，当然不能把多个算法简单的合在一起，构造出一种并行算法。

计算思维中的抽象最终是要能够被机器一步一步地自动执行。为了确保机器的自动化，需要在抽象的过程中采用精确且严格的符号标记系统进行描述和建模，同时也要求计算机系统或软件系统的生产厂家能够提供不同抽象层次的翻译工具，即计算思维的抽象和自动化反映计算的根本问题，即什么能被自动地执行。计算就是抽象的自动执行。而自动化需要合适的计算机对抽象予以解释并执行。从操作层面上讲，计算就是寻找或构造合适的计算机系统来求解问题。首先要把待解决的问题进行合适的抽象，然后选择合适的计算机去解释执行抽象。抽象的解释执行过程就是自动化。

在分析问题的过程中，根据求解问题的需要，人们可以对问题进行多层次的抽象，将注意力集中在感兴趣的抽象层次或关系相对密切的上下层，抛弃那些不感兴趣的（不重要的）层次或细节，使问题分析相对简单，从而控制问题解决的复杂性。

问题抽象层次的能力是衡量人的思维品质的重要方面。

为什么不同的人对于同一问题的感觉、难易度会有很大的差异？同一问题解决办法和处理方式各不相同呢？这是由人的大脑思维方法和思维品质的差异来决定的。

1.2.4 计算思维的应用领域

1972年图灵奖获得者，荷兰计算机科学家艾兹格·迪科斯彻（Edsger Wybe Dijkstra）曾说过“我们所用过的工具影响着我们的思维方式和思维习惯，从而也将深刻地影响着我们的思维能力”。正如印刷出版促进了阅读、写作和算术的传播一样，计算和计算机也促进着计算思维的传播。

计算思维是每个人应当具备的基本技能，也是对创新人才的基本要求和应具备的专业素质，每个人都应当学习和应用计算思维。

对计算思维的研究，不仅可以学习到“像计算机科学家一样思维”，更重要的是可以激发公众对计算机领域科学探索的兴趣，传播计算机科学的力量，使计算思维成为一种常识。

迄今为止，计算思维不仅渗透到每个人的生活，而且对生物信息学、生物计算、专家系统、经济学等学科领域产生了重大影响，在科技创新与教育教学中起着非常重要的作用。计算思维这一领域提出的新思想、新方法将会促进自然科学、工程技术和社会经济等领域产生革命性的发展。典型的应用领域有以下几个：

1. 生物信息学

生物信息学是生物学领域中的一门新兴学科，其研究内容之一是构成生命的基本要素（DNA和蛋白质等）的生物序列，而涉及搜索、匹配和组合生物序列的算法正是生物信息学的常用工具。这些算法运用了计算科学中的许多重要思想，如基于动态规划的序列比对算法、基于文法的序列结构识别算法等。

2. 仿生计算

计算科学的发展为系统生物学的发展奠定了坚实的基础，生物进化过程中所蕴含的智