



教育部大学计算机课程改革项目规划教材

大学计算机基础

主 编 储岳中

副主编 王小林 王广正 黄洪超

高等教育出版社



教育部大学计算机课程改革项目规划教材

大学计算机基础

Daxue Jisuanji Jichu

主 编 储岳中

副主编 王小林 王广正 黄洪超

高等教育出版社·北京

内容提要

本书以培养计算思维能力为导向来构建教学内容。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、信息的表示与存储、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。本书采用案例将计算思维的意识、方法和能力 3 个层次的培养贯穿于知识讲解中。每章均给出教学目标、知识要点、举案引思, 并且配有相应的微视频和辅导教材《大学计算机基础实践教程》, 方便读者学习与参考。

本书既可作为高等学校计算机类专业的计算机导论课程教材, 又可作为非计算机专业的计算机公共基础课程教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

大学计算机基础/储岳中主编. --北京: 高等教育出版社, 2018.8

ISBN 978-7-04-050071-4

I. ①大… II. ①储… 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 (2018) 第 149337 号

策划编辑 武林晓
插图绘制 于博

责任编辑 武林晓
责任校对 刘丽娴

封面设计 张志
责任印制 耿轩

版式设计 童丹

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 北京市白帆印务有限公司
开 本 850mm×1168mm 1/16
印 张 20.25
字 数 460 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.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2018 年 8 月第 1 版
印 次 2018 年 8 月第 1 次印刷
定 价 45.00 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 50071-00

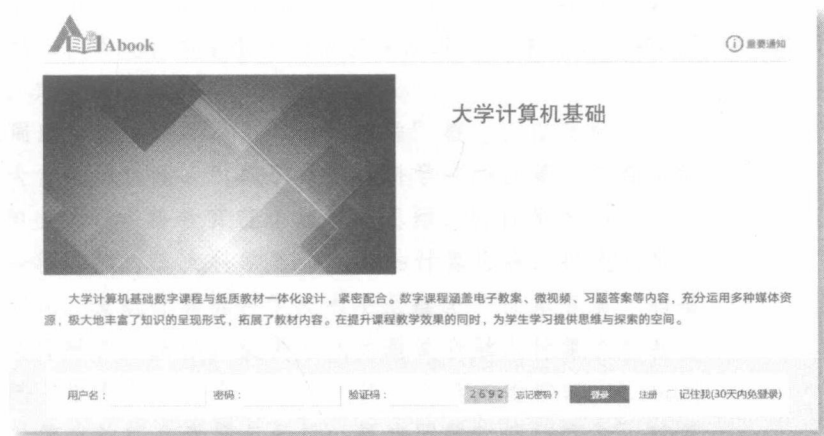
大学计算机基础

主 编 储岳中

副主编 王小林 王广正

黄洪超

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/18610213>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。

电子教案

微视频

习题答案



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/18610213>

。前言

• 写作背景

在人类历史上,相对于其他学科、技术与工具,计算机科学与技术的发展速度之快,应用普及之广,是前所未有的。尽管计算机不像空气与水对于生命那么重要,但它与人们日常的工作、学习、生活日益密切相关。如今,人们从小学到大学都要接受计算机基础课程教育。尽管各地中小学信息素质教育的水平有所不同,但接受计算机教育的大学生已不再是“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年著名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,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应用的广泛性,使得它成为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。

本书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,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,以当代大学生必须具有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10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。同时大部分章节均通过二维码提供微视频资源。

第1章 计算科学与计算思维,主要介绍思维的概念、分类和作用,计算思维的本质和特征及其与计算机的关系,用案例说明利用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、大数据、人工智能、物联网等)。

第2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,以及计算机的基本工作原理。

第3章 信息的表示与存储,主要介绍信息的定义、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4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：顺序查找、有序表的查找、直接插入排序、冒泡排序等。

第5章 计算机操作系统，结合常见的操作系统介绍其定义、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，并对 Windows 8 和 Windows 10 做了简要介绍。

第6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、信息搜索、TCP/IP 协议等，并对网页制作的相关知识、基本概念、相关工具做了简要介绍。

第7章 多媒体技术基础，主要介绍多媒体的概念、多媒体数据的压缩技术、多媒体通信的关键技术和应用、虚拟现实的概念和特征以及全息幻影技术。

第8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、数据库系统的组成和模式结构、数据库管理系统、关系模型与关系数据库的基本概念、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。并详细介绍了 Access 2010 的使用方法。

第9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等方面介绍保障信息安全的方法。

第10章 Office 应用基础，简单介绍 Office 2010 办公软件统一风格的界面及其具有共性的知识点，针对 Word、Excel 和 PowerPoint 的差异部分，分别讲解各自的功能，编辑、排版、图文混排及特殊格式、效果设置等。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《大学计算机基础实践教程》进行学习。

本书由储岳中主编，各章分别由安徽工业大学的胡宏智、黄洪超、黄瑾婷、陈学进、赵帼英、王广正、周义莲、柯栋梁、王小林和储岳中编写，全书由储岳中统稿。

• 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类专业的计算机导论课程教材，又可作为非计算机专业的计算机公共基础课程教材。

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。教学内容与学时分配的建议如下表所示。注*号的章节，可以根据情况选讲或安排自学。

讲授章节	供参考的学时分配	
	讲授	实验
第1章 计算科学与计算思维	2~4	
第2章 计算机系统组成及其工作原理	2~4	
第3章 信息的表示与存储	4	
第4章 常用数据结构与算法	4~6	4

续表

讲授章节	供参考的学时分配	
	讲授	实验
第5章 计算机操作系统	4 ~ 6	2 ~ 4
第6章 计算机网络	2 ~ 4	2 ~ 4
*第7章 多媒体技术基础	2 ~ 4	
第8章 数据库基础及应用	4 ~ 6	2 ~ 4
第9章 信息安全	2	
*第10章 Office 应用基础	2 ~ 4	2 ~ 4
小计	28 ~ 44	12 ~ 20

本书配有电子课件和微视频以供教学参考，并配有相应的辅助教材《大学计算机基础实践教程》。

• 致谢

在安徽工业大学教务处和计算机科学与技术学院的有关领导和同仁的鼎力支持下，我们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深表谢意！

作 者

2018年1月

○ 目 录

第1章 计算科学与计算思维

1.1 思维概念、分类和作用	002	1.4.1 计算机促进计算思维的研究与发展	013
1.1.1 思维的概念	002	1.4.2 计算思维研究推动计算机的发展	013
1.1.2 科学思维的分类	003	1.5 计算学科的典型案例分析	014
1.2 计算思维的本质、特征及其对人能力的影响	004	1.5.1 问题求解的基本步骤	018
1.2.1 计算思维的本质	004	1.5.2 案例解法分析	019
1.2.2 计算思维的特征	004	1.6 计算科学研究与应用	019
1.2.3 计算思维品质对人的能力的影响	005	1.6.1 普适计算	019
1.2.4 计算思维的应用领域	006	1.6.2 网格计算	021
1.3 科学与计算科学	007	1.6.3 云计算	022
1.3.1 什么是科学	007	1.6.4 人工智能	024
1.3.2 什么是计算科学与计算学科	008	1.6.5 物联网	025
1.3.3 计算机科学与计算机学科的关系	010	1.6.6 大数据	028
1.4 计算机与计算思维的关系	013	本章小结	030
		习题	030

第2章 计算机系统组成及其工作原理

2.1 计算机硬件设计思路的演变	034	2.3.1 计算机硬件系统概述	037
2.1.1 最早的计算机模型	034	2.3.2 微型计算机硬件组成	038
2.1.2 改进后的计算机模型	034	2.4 计算机软件系统	050
2.1.3 现在的计算机模型	035	2.4.1 系统软件	051
2.2 冯·诺依曼计算机及其工作原理	036	2.4.2 应用软件	053
2.2.1 冯·诺依曼的设计思想	036	2.5 计算机硬件和软件的关系	053
2.2.2 计算机工作原理	037	本章小结	054
2.3 计算机硬件系统	037	习题	054

第3章 信息的表示与存储

3.1 信息及信息技术	058	3.2.1 数制	061
3.1.1 信息的定义	058	3.2.2 常用的数制	062
3.1.2 信息的特征	058	3.2.3 各种数制的转换	064
3.1.3 信息技术	059	3.2.4 二进制数	066
3.2 数制与运算	061	3.3 数据的存储	068

3.3.1 数据存储单位	069	3.5 非数值数据的表示	078
3.3.2 存储设备结构	069	3.5.1 逻辑数据的表示	078
3.3.3 编址和地址	070	3.5.2 字符数据的表示	078
3.4 数值的表示	071	3.5.3 声音的表示	083
3.4.1 机器数与真值	071	3.5.4 图形与图像的表示	084
3.4.2 数的原码、补码和反码	072	本章小结	088
3.4.3 定点数与浮点数	075	习题	088

第4章 常用数据结构与算法

4.1 计算机程序概述	094	4.2.4 树及二叉树	102
4.1.1 计算机程序	094	4.2.5 图	106
4.1.2 程序设计语言	095	4.3 常用算法	111
4.1.3 算法和算法描述语言	097	4.3.1 顺序查找	111
4.1.4 程序结构与流程图	098	4.3.2 二分查找	112
4.1.5 流程图表示求解 5! 的算法	098	4.3.3 直接插入排序	112
4.2 常用数据结构	099	4.3.4 冒泡排序	113
4.2.1 线性表	099	本章小结	115
4.2.2 栈	100	习题	115
4.2.3 队列	101		

第5章 计算机操作系统

5.1 操作系统概述	120	5.3 操作系统基本操作	138
5.1.1 操作系统的定义	120	5.3.1 应用软件操作	138
5.1.2 操作系统的作用	121	5.3.2 磁盘操作	140
5.1.3 操作系统的发展过程	122	5.3.3 系统资源管理	143
5.1.4 操作系统的类型	124	5.3.4 文件及文件夹操作	145
5.1.5 常用的操作系统	125	5.4 操作系统应用案例	146
5.2 操作系统功能概述	126	5.4.1 操作系统安装与运行	146
5.2.1 进程管理	126	5.4.2 驱动程序与驱动故障的解决	148
5.2.2 内存管理	130	5.4.3 计算机资源优化	148
5.2.3 设备管理	131	5.4.4 Windows 8 和 Windows 10 简介	150
5.2.4 文件管理	133	本章小结	152
5.2.5 用户接口	137	习题	153

第6章 计算机网络

6.1 计算机网络基础	156	6.2.2 网络体系结构	165
6.1.1 概述	156	6.3 Internet 应用	171
6.1.2 常见网络设备	159	6.3.1 Internet 基础	171
6.2 网络协议与体系结构	164	6.3.2 Internet 工作方式	171
6.2.1 网络协议	165	6.3.3 信息搜索	172

6.3.4 信息发布	172
6.4 网页制作概述	175
6.4.1 相关概念	175
6.4.2 网站建立与网页发布流程	176

6.4.3 HTML 简介	177
6.4.4 Dreamweaver 简介	179
本章小结	183
习题	183

第7章 多媒体技术基础

7.1 多媒体的概念	186
7.1.1 多媒体概述	186
7.1.2 多媒体的基本特征	187
7.2 多媒体数据压缩技术	187
7.2.1 多媒体数据压缩的必要性	187
7.2.2 多媒体数据压缩的可行性	188
7.2.3 多媒体数据压缩的种类	188
7.3 多媒体通信技术	190
7.3.1 多媒体通信的重要性	190
7.3.2 多媒体通信的关键技术	191
7.3.3 多媒体通信的应用	192

7.4 常用动画制作技术简介	194
7.5 虚拟现实技术	194
7.5.1 虚拟现实系统的分类	195
7.5.2 虚拟现实系统的特征	196
7.5.3 虚拟现实技术的应用	197
7.6 全息幻影	198
7.6.1 全息幻影的概念	198
7.6.2 360 度全息幻影成像的特点	199
本章小结	199
习题	199

第8章 数据库基础及应用

8.1 数据库系统概述	202
8.1.1 数据库的基本概念	202
8.1.2 数据库的发展	204
8.1.3 数据模型及组成要素	206
8.1.4 常见数据库管理系统	207
8.2 关系数据库标准语言——SQL	210
8.2.1 SQL 基础	210
8.2.2 基本表的定义	212
8.2.3 修改表结构	212
8.2.4 数据操纵	213

8.2.5 数据库查询	214
8.3 Access 2010 入门与实例	215
8.3.1 Access 2010 的功能特点	216
8.3.2 Access 2010 的基本对象	216
8.3.3 Access 2010 的工作界面	217
8.3.4 数据库的创建	219
8.3.5 数据表的创建	223
8.3.6 窗体和报表的创建与使用	232
本章小结	238
习题	239

第9章 信息安全

9.1 信息安全概述	244
9.1.1 引发安全问题的偶然因素	245
9.1.2 计算机病毒和恶意软件	246
9.1.3 网络入侵与攻击	249
9.2 管理制度	252
9.3 信息安全防护技术	252
9.3.1 物理保护	252
9.3.2 数据备份	252
9.3.3 加密技术	254

9.3.4 认证技术	255
9.3.5 计算机病毒防范措施	255
9.3.6 防火墙技术	258
9.3.7 入侵检测技术	261
9.3.8 访问控制技术	263
9.3.9 安全审计技术	264
9.3.10 数字签名和数字水印技术	265
9.4 计算机职业道德与法规	265
9.4.1 道德规范	266

9.4.2 用户道德	266	9.5.2 网络化	267
9.4.3 企业道德	266	9.5.3 标准化	268
9.4.4 隐私与公民自由	267	9.5.4 集成化	268
9.5 信息安全技术的发展趋势	267	本章小结	268
9.5.1 可信化	267	习题	268

第10章 Office 应用基础

10.1 Office 2010 简介	270	10.3.1 Excel 2010 的基本知识	284
10.1.1 Office 2010 组件介绍	270	10.3.2 Excel 2010 表格的基本操作	285
10.1.2 Office 2010 新功能	270	10.3.3 Excel 2010 表格的格式设置	287
10.2 Word 2010	273	10.3.4 数据处理	288
10.2.1 Word 2010 的基础知识	273	10.3.5 数据管理	292
10.2.2 文档的基本操作	275	10.3.6 数据图表	294
10.2.3 文本编辑	276	10.4 PowerPoint 2010	297
10.2.4 文字和段落格式设置	277	10.4.1 PowerPoint 2010 的基本知识	297
10.2.5 页面的设置	278	10.4.2 演示文稿的编辑	300
10.2.6 图片编辑和图形绘制	279	10.4.3 演示文稿的版面设置	302
10.2.7 表格制作	280	10.4.4 演示文稿的动画设置	303
10.2.8 生成目录	281	10.4.5 演示文稿的播放设置	304
10.2.9 邮件合并	281	本章小结	305
10.3 Excel 2010	283	习题	305
参考文献	309		

第1章

计算科学与计算思维

教学目标

- 了解科学计算、计算科学与计算学科、思维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，掌握计算思维的基本方法与基本技能。
- 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、可计算性以及计算科学的概念，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、科技等领域发展中的作用和对人的能力发展的影响，以及计算科学研究与应用（普适计算、网格计算、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？

古时有个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的2倍）给64次就无比地感谢皇上了。”请问皇帝是否会答应这个大臣的请赏，你能很快（10秒内）给出答案吗？

2. 到底谁说的是真话？

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。

已知三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？

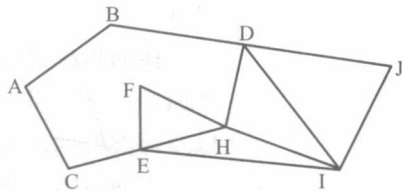


图 1-1 旅游景点与路线图

上述问题，有人也许觉得容易，有人可能觉得困惑。对同一问题，为什么不同的人感觉的难易度会有很大的差异？主要原因在哪里？

1.1 思维概念、分类和作用

微视频 1-1:
计算思维的概念、
本质和特征



1.1.1 思维的概念

思维是指人的意识活动，是人脑加工事物及其信息的处理过程。

1. 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。人类文明和文化世界的重要源泉是人的思维。

思维对于知识具有本原作用。知识不是与生俱来的，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。

2. 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。

思维是加工知识的机器。知识是一种很精致的精神产品，如同玉器一样。玉器来自大自然的石头为基础，只有经过打磨、精心雕刻才能变成宝贝。思维是加工知识的利器，是产生知识的工作母机。“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 $S=LH/2$ ，虽只有3个参数，但达到这一步需要几千年时间，经过了若干次思维飞跃：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，实际凝聚了大量的智慧，需要数辈人的思维接力，在持久的思维加工下才打磨成型。其他知识，也都是经过思维长期孕育而产生的。

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）三个要素构成的。思维的成果就是知识。一个人的思维能力、思维品质决定了其认识事物、解决问题的工作效率与能力水平，个体之间的知识水平存在差异的原因就是思维能力有差距。

3. 思维的分类

按照思维进程的方向，可以将思维分为横向思维、纵向思维、发散思维和收敛思维。

横向思维是指思维具有横向性、往宽处发展的特点。具有这种思维特点的人，思维面宽，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事物的认识，以及对类似问题的分析与解决中，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，具有纵向跳跃性、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，对事物动态把握的能力较强，具有预见性。其特点是：具有由轴线贯穿的思维进程，清晰的等级、层次、阶段性，良好的稳定性、目标性与方向性，以及明确、强烈的风格。

发散思维是从一个目标出发,沿着各种可能的方向扩散,探求多种符合条件的答案的思维。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,其特征是视野广阔,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。

按照思维的抽象程度,可以将思维分为直观行动思维、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际也属于这种思维。

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,对解决问题具有推动作用,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。

抽象思维又称逻辑思维或理论思维,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:科学思维和日常思维。

日常思维是指为了满足生活、工作等日常活动需要的本能、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。

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进行整理、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;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。其特点是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进行抽象、概括,形成描述事物本质的概念,是主要以推理和演绎的方法,探寻概念之间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。数学学科中概念的定义、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。

实验思维的先驱是被人们誉为“近代科学之父”的意大利科学家伽利略。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)又叫构造思维,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,人人都必须具备思维能力。

1.2.2 计算思维的特征

计算思维具有以下特征。

(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,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的科学,就像音乐产业不只是关于钢琴的产业一样。

(2) 是根本的,不是刻板的技术

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

(3) 是人的，不是计算机的思维

计算思维是人类求解问题的一种方式，它并不是要人类像计算机那样去思考。计算机按部就班，人类灵活且富有想象力。人类赋予计算机激情，而计算机则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

计算思维不只是将软硬件等人造物到处呈现在人们的生活中，更重要的是计算的概念、思想、方法，要被人们用于求解问题，管理日常生活，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) 是面向所有的人、所有场合

当计算思维真正融入人类活动时，它作为一个解决问题的有效工具，人人都应当掌握它，并在各个场合使用它。

(7) 关注依旧亟待理解和解决的智力上及有挑战性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组成部分之一，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的影响

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，数字只是其中的一种特例。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，就不能像在数学中那样进行简单的加减运算。问题求解的算法也是一种抽象，当然不能把多个算法简单地合在一起，构造出一种并行算法。

计算思维中的抽象最终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了计算的根本问题，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。

根据求解问题的需要，在分析问题的过程中，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,以控制问题解决的复杂性。

问题抽象层次的能力是衡量人的计算思维品质的重要方面。

为什么不同的人对于同一问题感觉的难易度会有所不同?对于同一问题的解决办法和处理方式也各不相同呢?这就是由人的大脑思维方法和计算思维品质的差异所引起的。

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,也是创新人才必备的专业素质,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的思维”,更重要的是可以激发公众对计算科学探索的兴趣,传播计算科学带来的快乐。

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、仿生计算、专家系统、数值计算、模拟、统计模式识别、虚拟现实等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。计算思维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能对计算科学的发展提供了重要的启示。计算科学中的许多仿生算法都是受到生物学中群体行为的启发而设计出来的。例如,遗传算法、蚁群算法、协同进化算法、生物免疫算法、突现计算算法、神经网络算法、粒子群算法等的设计思想,无不受益于生物进化中的群体智能行为。再如计算机病毒的概念与行为,也是模仿自然界中生物病毒行为而提出来的。计算机病毒就像生物病毒一样,具有潜伏性、传染性、自我繁殖性、变异性和适应性等特点。

由于计算科学与生命科学在本质上具有许多相通之处,因而计算科学中的研究成果应用于生命科学的研究会带来创新性的思维,而快速发展的生命科学会对计算科学提供重要的启示,促使计算科学的理论、方法与工程实践的迅速发展,推动了计算科学的许多领域渗透到生物信息学的应用与研究之中,如数据库、数据挖掘、人工智能、算法、图形图像学、软件工程、网络工程、并行计算等都被运用于生物信息计算的研究。计算机科学家运用巧妙的算法,使得对人类基因组利用分散霰弹法进行测序成为