

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

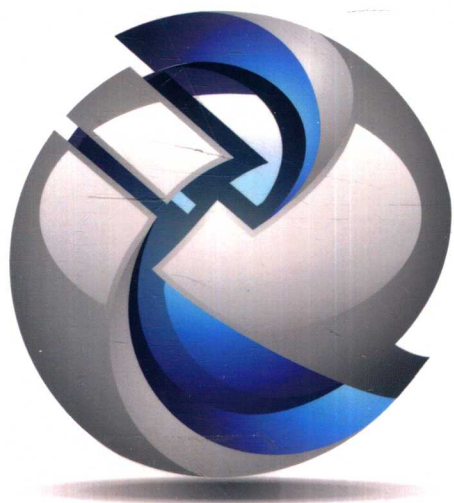
信息技术导论

Introduction to Information Technology

黄正洪 赵志华 主编

唐亮贵 曹晓莉 唐灿 副主编

- 内容丰富、由点到面、循序渐进
- 突出科学与技术、系统与工程
- 拓展读者综合素质



高校系列



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

信息技术导论

Introduction to Information Technology

黄正洪 赵志华 主编

唐亮贵 曹晓莉 唐灿 副主编



高校系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

信息技术导论 / 黄正洪, 赵志华主编. — 北京 :
人民邮电出版社, 2017. 1
21世纪高等学校计算机规划教材. 高校系列
ISBN 978-7-115-42628-4

I. ①信… II. ①黄… ②赵… 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(2016)第308163号

内 容 提 要

全书共分 11 章, 在介绍信息科学基本理论形成的基础上, 重点介绍了信息技术、应用及发展趋势。本书主要内容有信息技术与信息社会、计算机技术、软件技术、云计算与大数据、微电子与传感技术、通信与网络技术、物联网技术及应用、电子商务与电子政务、人工智能技术、自动化与智能控制、智能家居与智能汽车。

本书内容丰富、由点到面、循序渐进, 通过对信息技术的源流与演变、理论建立与转变进行较为全面的介绍, 助读者拓展综合素质。本书可作为高等学校各专业通识教育课教材或教学参考书, 也可供科技爱好者参考阅读。

-
- ◆ 主 编 黄正洪 赵志华
副 主 编 唐亮贵 曹晓莉 唐 灿
责任编辑 刘 博
责任印制 沈 蓉 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.75 2017 年 1 月第 1 版
字数: 385 千字 2017 年 1 月北京第 1 次印刷
-

定价: 39.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

前 言

随着经济的全球化和信息社会的到来，社会迫切需要具有创新精神、工程应用能力强的高素质人才。而对信息技术的应用能已成为衡量人才水平的重要标准之一。2012 年，重庆工商大学将“信息技术通论”列入全校核心通识课，其目的是让学生了解现代信息技术发展的重要内容，理解信息技术解决各类自然与社会问题的基本思想和方法，获得当代信息技术前沿的相关专题知识，扩展专业视野，提高科学文化素质和应用文理知识的综合能力。

本书内容突出科学与技术、系统与工程、深度与广度、现在与未来、历史过程与杰出领袖的融合。本书可提高读者探究信息技术奥秘的兴趣。学习本书的读者可比较深入地理解信息技术在延伸人的想象力、创造力以及理解力方面的作用与空间，集聚创新动力，为专业学习奠定重要基础。

本书以信息技术发展过程为线索，介绍了信息技术原始创新的探寻、智慧的火花、发展历程、成就的形成；同时，也介绍了探索过程中的科学思想、科学范式，以及技术创新的研究分析方法。

本书由黄正洪、赵志华任主编，唐亮贵、曹晓莉、唐灿任副主编，全书由黄正洪、赵志华统稿，由黄正洪审稿并定稿。具体编写分工如下：第 1、2、9 章由黄正洪教授编写，第 3、4 章由唐灿副教授编写，第 5、7 章由曹晓莉教授编写，第 6、8 章由唐亮贵副教授编写，第 10、11 章由赵志华教授编写。学校教务处给予本书出版大力支持，何希平教授为本书编写前期做出努力，谨致衷心感谢。

本书编写过程中，作者参考了大量国内外相关文献，受益匪浅，特向其作者表示谢意。
限于作者水平有限，书中难免不足之处，恳请读者、专家指正。

编 者
2016 年 10 月

目 录

第 1 章 信息技术与信息社会1	2.2.4 组装技术.....21
1.1 信息科学、技术与社会.....1	2.3 计算机技术的应用.....22
1.1.1 数据、信息、知识与智慧.....1	2.4 计算机技术的特点.....23
1.1.2 信息的特点.....3	2.5 信息技术与计算机技术.....24
1.1.3 信息科学.....3	2.6 计算机技术的发展.....25
1.1.4 信息技术.....4	2.6.1 主要发展方向.....25
1.1.5 信息产业.....4	2.6.2 主要发展领域.....27
1.2 信息社会.....5	习 题.....28
1.2.1 信息社会的含义及信息社会特征.....5	第 3 章 软件技术30
1.2.2 我国信息社会发展状况.....7	3.1 数据表示技术.....30
1.2.3 信息技术正在改变人们的社会.....8	3.1.1 多媒体技术.....30
1.3 历史回顾.....8	3.1.2 人机交互.....31
1.3.1 人类社会的四次信息技术革命.....8	3.2 数据存储技术.....34
1.3.2 信息技术及其发展概述.....8	3.2.1 关于数据.....34
1.3.3 重要发现与创造.....10	3.2.2 从文件到数据库.....34
1.4 对信息技术认识的转变.....12	3.2.3 关系数据库.....35
1.4.1 从重视信息技术的内涵转到更加重视其外延.....13	3.2.4 SQL.....37
1.4.2 从狭义工具论转到计算思维.....13	3.2.5 结构化数据与非结构化数据.....37
1.4.3 从人机共生思想转到基于三元社会模式的新信息世界观.....13	3.3 生产软件的技术——软件工程.....38
1.4.4 信息科学技术重点研究方向的改变.....14	3.3.1 人月神化.....38
1.5 我国信息化发展战略.....14	3.3.2 软件工程的观念.....40
1.5.1 目标.....14	3.3.3 软件过程.....40
1.5.2 重点.....14	3.3.4 软件项目管理.....41
习 题.....15	习 题.....42
第 2 章 计算机技术16	第 4 章 云计算与大数据43
2.1 计算机技术的概念和早期发展.....16	4.1 云计算.....43
2.2 计算机技术主要分类.....19	4.1.1 云计算的由来.....43
2.2.1 系统技术.....19	4.1.2 概念.....43
2.2.2 器件技术.....20	4.1.3 特点.....44
2.2.3 部件技术.....20	4.1.4 云计算的模式.....45
	4.1.5 云计算的核心技术.....47
	4.1.6 经典云服务提供商.....49
	4.1.7 云计算的应用技术.....51

4.2 大数据	52	6.3.3 网络安全	110
4.2.1 大数据的由来	52	习 题	112
4.2.2 大数据的定义	53	第 7 章 物联网技术及应用	113
4.2.3 Hadoop	55	7.1 物联网及其发展	113
4.2.4 大数据的问题	60	7.1.1 物联网的概念	113
4.2.5 大数据的未来	62	7.1.2 物联网的构成及关键技术	114
习 题	63	7.1.3 物联网的典型应用	116
第 5 章 微电子与传感技术	65	7.1.4 物联网的典型应用	117
5.1 微电子技术	65	7.1.5 物联网的发展前景	118
5.1.1 微电子技术及其发展历程	65	7.2 新一代信息技术	121
5.1.2 微电子集成电路的分类及应用	68	习 题	121
5.1.3 微电子集成电路的封装及外形	70	第 8 章 电子商务与电子政务	122
5.1.4 微电子集成技术的发展趋势	72	8.1 电子商务基础	122
5.2 传感器技术	73	8.1.1 电子商务概念与模式	122
5.2.1 传感器概述	73	8.1.2 移动电子商务	130
5.2.2 传感器的定义和组成	74	8.1.3 电子商务支付技术	132
5.2.3 传感器的作用和分类	75	8.1.4 电子商务与物流	140
5.2.4 传感器的静态特性	77	8.2 电子政务基础	141
5.2.5 智能传感器及其发展	81	8.2.1 电子政务概念与模式	141
5.2.6 传感器技术未来趋势	84	8.2.2 电子政务服务体系	144
5.3 微机电系统 (MEMS) 传感技术	85	8.2.3 电子政务	147
5.3.1 MEMS 技术	85	习 题	148
5.3.2 MEMS 的技术应用	88	第 9 章 人工智能技术	149
5.3.3 常用的 MEMS 器件	89	9.1 智能及其本质	149
习 题	91	9.2 人工智能的概念	150
第 6 章 通信与网络技术	92	9.2.1 人工智能的定义	150
6.1 通信技术的发展	92	9.2.2 智能机器	150
6.1.1 信息的传递方式	92	9.2.3 脑智能和群智能	150
6.1.2 通信技术的发展	93	9.2.4 符号智能和计算智能	150
6.1.3 未来的通信技术	101	9.3 人工智能的发展简史	151
6.2 计算机网络技术的发展	102	9.4 人工智能的主要内容	152
6.2.1 计算机网络的发展历程	102	9.4.1 搜索与求解	152
6.2.2 三网融合	103	9.4.2 学习与发现	152
6.2.3 计算机网络的未来	104	9.4.3 知识与推理	153
6.3 计算机网络体系结构及网络管理	105	9.4.4 发明与创造	153
6.3.1 计算机网络体系结构及协议	105	9.4.5 感知与交流	153
6.3.2 网络管理	108		

9.4.6 记忆与联想	153	10.2.4 自动化的核心——自动控制	180
9.4.7 系统与建造	154	10.3 自动控制系统的基本控制方式	181
9.4.8 应用与工程	154	10.3.1 最简单的控制——开环控制	182
9.5 人工智能的研究途径与方法	154	10.3.2 自动控制的精髓——反馈控制	183
9.5.1 心理模拟, 符号推演	154	10.4 最基本的控制方法——PID 控制	188
9.5.2 生理模拟, 神经计算	154	10.4.1 比例控制作用	190
9.5.3 行为模拟, 控制进化	154	10.4.2 积分控制作用	191
9.5.4 群体模拟, 仿生计算	155	10.4.3 微分控制作用	192
9.5.5 博采广鉴, 自然计算	155	10.4.4 PID 控制的优点、缺点和改进思路	192
9.5.6 原理分析, 数学建模	155	10.5 最热门的控制方法——智能控制	193
9.6 人工智能的应用	155	10.5.1 从传统控制到智能控制	194
9.6.1 难题求解	155	10.5.2 专家控制	195
9.6.2 自动规划、调度与配置	156	10.5.3 模糊控制	197
9.6.3 机器定理证明	156	10.5.4 智能控制的特点	202
9.6.4 自动程序设计	157	10.5.5 对智能控制的展望	203
9.6.5 机器翻译	157	10.6 自动化技术与信息技术	203
9.6.6 智能控制	157	10.7 自动化与信息化	205
9.6.7 智能管理	157	习 题	206
9.6.8 智能决策	158	第 11 章 智能家居与智能汽车	207
9.6.9 智能通信	158	11.1 家庭自动化——智能家居	207
9.6.10 智能仿真	158	11.1.1 家庭自动化的基本概念和 发展概况	207
9.6.11 智能人机接口	158	11.1.2 家庭自动化的主要功能和特点	210
9.6.12 模式识别	159	11.1.3 未来的家庭自动化—— 智能家居	213
9.6.13 数据挖掘与数据库中的知识 发现	159	11.1.4 家庭自动化发展过程中值得注意 的问题	214
9.6.14 机器博弈	159	11.2 汽车中的自动化系统——智能汽车	215
9.6.15 智能机器人	160	11.2.1 汽车自动化系统概述	215
9.7 人工智能的发展方向	162	11.2.2 汽车中的自动控制系统	217
9.7.1 人工智能历史的大事件	162	11.2.3 汽车导航信息系统	222
9.7.2 需求推动人工智能的发展	162	11.2.4 汽车中的先进控制系统—— 智能汽车	223
9.7.3 人工智能发展的方向与趋势	163	习 题	225
习 题	164	参考文献	227
第 10 章 自动化与智能控制	165		
10.1 自动控制理论的发展	165		
10.2 自动化	167		
10.2.1 自动化的基本概念	168		
10.2.2 自动化的发展历程	171		
10.2.3 自动化的作用与应用概况	175		

第 1 章

信息技术与信息社会

信息技术的广泛应用与普及,不仅改变了人类的生活方式和内容,而且推动了经济与社会的发展与进步。当代大学生应该了解信息技术发展的科学思想、主要内容及发展历程,拓宽专业视野,提高综合素质。

1.1 信息科学、技术与社会

信息已经成为最活跃的生产要素和战略资源,信息技术正深刻影响着人类的生产方式、认知方式和社会生活方式,信息技术和应用水平已是衡量一个国家综合竞争力的重要指标。信息科学技术已经是一种典型的通用技术,它不再是与数、理、化、天、地、生平行的一门学科,而是与很多学科相关的横向学科。信息科学技术已不再是主要以研究信息获取、传输、存储、处理等为主的一门单独的学科,而是更加强调与社会、健康、能源、材料等其他领域的紧密联系。以美国工程院列出的 21 世纪工程科技重大挑战为例,其有关信息技术的内容包括“促进医疗信息科学发展、保障网络空间安全、提高虚拟现实技术、促进个性化学习和大脑逆向工程”等,这些几乎都不是单独的信息处理和通信技术,而是信息领域与其他领域的交叉。

1.1.1 数据、信息、知识与智慧

数据是对客观事物的性质、状态和相互关系等进行记载的物理符号,是信息的载体,主要有数值、文字、声音及图形图像等不同形式。

信息是人类对自然世界的事物的变化和特征的反映,又是事物之间相互作用和联系的表征。信息一般泛指包含消息、情报、指令、数据、图像、信号等形式的新知识和新内容。

数据与信息是信息科学中常用的术语,它们之间的区别可以理解为:数据是计算机加工处理的对象,是未加工的对象;而信息是数据经过加工以后能为某个目的使用的数据,是数据的内容或诠释。

从不同的角度和不同的层次出发,人们对信息概念有许多不同的理解。信息论的创始人香农认为,“信息是能够用来消除不确定性的东西”。控制论的创始人诺伯特·维纳(Norbert Wiener)认为,“信息是我们适应外部世界、感知外部世界的过程中与外部世界进行交换的内容”。

信息有两方面的含义:在客观上信息是反映某种客观事物的现实情况。在主观上信息是可接收的、可利用的,并能指导人们的行为。

一般而言,可以将信息定义为:信息是物质系统运动的本质特征,是物质系统运动的方式、

状态及有序性的表现。其基本含义是：信息是客观存在的事实，是物质运动轨迹的真实反映。

信息按产生的先后或加工深度划分，可分为一次信息、二次信息、三次信息；按表现形式划分，可分为文献型、档案型、统计型、动态型、图像型；按来源划分，可分为书本、报刊、电视、人、具体事物。

一次信息是指未经加工的原始信息，可以是口头的、图片的、数字的，也可以是表格、清单等。

二次信息是指对一次信息进行加工处理后得到的信息。这种信息已经变成规则有序的信息，如文摘、索引、数据卡片等。经过加工后的二次信息易于存储、检索、传递和使用，有较高的使用价值。

三次信息是系统地组织、压缩和分析一次信息和二次信息的结果，是通过二次信息所提供的线索对某一范围的一次信息、二次信息进行分析、综合研究、整理加工生成的信息，是人们深入研究的结晶。综述、专题报告、辞典、年鉴等都属于三次信息。

文献型主要包括各种研究报告、论文、资料，以及它们的二次文献等。文献型信息的特点是以文字为主，有明确的专业或学术领域，可以进行编目、分类等排序处理。

档案型与文献型有很多相似之处，都以文字为主。不同之处在于档案型信息主要用于反映历史的事实和演变过程，是“事后的”、经过整理、筛选的文献，按时间序列贯穿始终。

统计型是数字型信息的集合，是反映大量现象的特征和规律的数字资料。统计型信息包括以数据为基础的情况分析、趋势分析等内容。区别于其他类型信息之处在于其以数据、图表为主要表现形式。

动态型主要是行情、商情、战况等瞬息万变的情况反映。它的特点是生命周期很短，强调时效性。动态型信息只有经过加工才能产生有价值的信息。动态型信息的收集、加工、存储和传递都与其他类型的信息不同，它对接收主体的要求很高，人们需要丰富的知识和分析能力，才能利用和判别动态型信息，从而得到正确的结论。

图像型比较容易理解，在此不再赘述。

来源于各种书本上的信息：这类信息比较稳定，随时间的变化不大。

来源于报纸、杂志、广播、电视和各种报告等消息：这类信息具有很强的时效性。超过一定的时间，其使用价值会大大降低。

来源于人与人之间的各种交流活动的信息：这类信息只在很小的范围内流传。

来源于具体事物的信息：这类信息是重要的，同时也最难获得，因为这类信息能增加整个社会的信息量，能给人们带来更多的财富。

消息与信息是有区别的。哈特来（信息论的先驱）于 1928 年在《信息传输》中阐述了消息与信息的关系和区别。他认为信息是包含在消息中的抽象，消息是具体的，其中蕴涵着信息。信息经过编码（符号化）成为消息以后才能由媒介传播；而信息的接收者收到消息以后，总是要经过译码（解读）才能获取其中的信息。

香农认为，在通信的过程中，消息是信息的载体，信息是消息的内容，信号在各种实际的通信系统中，为了克服时间或空间的限制而进行通信，必须对消息进行加工处理。把消息变换成适合在信道中传输的物理量，这种物理量称为信号。

信号携带消息，是消息的运输工具。信号是数据的电磁或光脉冲编码。信号可以分为模拟信号和数字信号。模拟信号是一种随时间而连续变化的信号；数字信号是在时间上离散的一种信号。

知识是让信息从定量到定性的过程得以实现的、抽象的、具有逻辑的东西，知识是为生产有意义的信息而生的。

智慧是从完全不同的知识中导出的一般性原理。例如,1996年美国人口普查的出生数是490万,该数值表示一个数据值,将该数据和前40年的出生数关联,可以导出一个有用的信息——二战结束后的1950—1960年所形成的“婴儿潮”的缘故,也告诉“婴儿潮”中出生的人正在变老,他们正为其生育年龄结束前做最后的生育努力。

该人口普查数据还可以和其他好似无关的信息相关联,例如,将在下个十年需要的初级中学教师的数量;初级中级教育毕业的学生数;随着学生数量的增长而增加教师数量、教学校舍与场地等,这些义务教育支出增加需要纳入有关预算及规划,这也成为制订地方、国家的预算和发展规划的基础。同时,这些信息可以被组合和挖掘而成用知识表示的形式,根据该知识,一个个商业机会可能形成,社会上也将存在重要的机会去开发新的更有效的领域和模式。

1.1.2 信息的特点

信息的特点是指信息区别于其他事物的本质属性,主要表现在8个方面:①信息的普遍性、无限性和客观性。②信息的可共享性。③信息的可存储性。④信息的可传输性。⑤信息的可扩散性。⑥信息的可转换性。⑦信息的可度量性。⑧信息的可压缩性。

维系人类社会存在及发展的三大要素为:物质、能源、信息。信息的重要意义有以下5点。

- (1) 信息是人类认识客观世界及其发展规律的基础。
- (2) 信息是客观世界和人类社会进程中不可缺少的资源要素。
- (3) 信息是科学技术转化为生产力的桥梁和工具。
- (4) 信息是管理和决策的主要参考依据。
- (5) 信息是国民经济建设和发展的保证。

1.1.3 信息科学

“科学”是指探知事物的本质、特征、内在规律,以及与其他事物的联系,是关于自然、社会和思维的发展与变化规律的知识体系。“技术”是指运用科学规律解决实现某一目的的手段和方法,泛指根据生产实践经验和科学原理而发展形成的各种工艺操作方法、技能和技巧。“工程”是指将科学原理应用到工农业等生产部门中而形成的各门学科的总称。

信息科学(Information science)是研究信息现象及其运动规律和应用方法的科学,是以信息论、控制论、系统论为理论基础,以电子计算机等为主要工具的一门新兴学科。

信息论是研究信息的产生、获取、变换、传输、存储、处理识别及利用的学科。信息论不仅研究信道的容量、消息的编码与调制的问题以及噪声与滤波的理论等方面的内容,信息论还研究语义信息、有效信息和模糊信息等方面的问题。

信息论有狭义和广义之分。狭义信息论是香农早期的研究成果,它以编码理论为中心,主要研究信息系统模型、信息的度量、信息容量、编码理论及噪声理论等内容。广义信息论又称信息科学,主要研究以计算机处理为中心的信息处理的基本理论,包括文字处理、图像识别、学习理论及其各种应用,它是一种物质系统的特性以一定形式在另一种物质系统中的再现,包括了狭义信息论的内容,但其研究范围却比通信领域广泛得多。它的规律也更加一般化,适用于各个领域,所以广义信息论也称为信息科学。

控制论、系统论主要研究如何利用信息,即研究如何利用信息进行有效控制和组织最优系统的原理和方法。

系统论的奠基人是贝塔朗菲(Bertalanffy, Ludwig von),他创立了一门逻辑和数学领域的科

学,其目的是探索确定适用于普遍系统的一般原则,研究一切客观现实系统共同的特征、本质、原理和规律。

系统论认为:世界上一切事物、现象和过程几乎都是有机整体,且又都自成系统、互为系统;每个系统都是在与环境发生物质、能量、信息的交换中变化发展的,并能保持动态稳定的开放系统;系统内部及系统之间保持一种有序状态。

诺伯特·维纳的研究对象是控制系统,是在机构、有机体和社会中的控制和通信、揭示不同系统的共同的控制规律为理论目的的科学。控制论方法有功能模拟法和黑箱法。维纳于1948年出版了《控制论》一书。

我国著名科学家钱学森于1954年出版的《工程控制论》,已成为工程控制论的奠基性著作之一。

1.1.4 信息技术

信息技术(Information technology)主要研究信息的产生、获取、存储、传输、处理及其应用,也就是扩展人类信息器官功能的技术。信息主体技术包括信息获取、传输、处理和存储技术。

信息技术的范畴包括传感技术、通信技术、计算机技术和控制技术。

传感技术是信息的采集技术,对应于人的感觉器官。

通信技术是信息的传递技术,对应于人的神经系统。

计算机技术是信息的处理和存储技术,对应于人的思维器官。

控制技术是信息的使用技术,对应于人的效应器官。

1.1.5 信息产业

1. 信息产业的含义

日本学者认为信息产业是为一切与各种信息的生产、采集、加工、存储、流通、传播和服务等有关的产业。美国信息产业协会(AIIA)认为信息产业是指依靠新的信息技术和信息处理的创新手段,制造和提供信息产品和信息服务的生产活动组合。欧洲信息提供者协会(EURIPA)认为信息产业是指提供信息产品和服务的电子信息工业。我国有些学者认为信息产业是与信息的收集、传播、处理、存储、流通、服务等相关的产业的总称。还有人认为信息产业是指从事信息技术的研究、开发与应用,信息设备与器件的制造,以及为公共社会需求提供信息服务的综合性生产活动和基础结构。

一般进行信息的收集、整理、存储、传输、处理及其应用服务的产业称为信息产业。

2. 信息产业的特征

信息产业的特征如下。

(1) 信息产业是具有战略性的新兴主导产业。

(2) 信息产业是高渗透型、高催化型产业。

(3) 信息产业是知识、智力密集型产业。

(4) 信息产业是更新快、受科技影响大的变动型产业。

(5) 信息产业是需要大量智力和资金投入的高投入型产业。

(6) 信息产业是效益高的高增值型产业。

(7) 信息产业是增长快、需求广的新型产业。

(8) 信息产业是就业面大、对劳动者的文化层次要求高的新职业供给型产业。

(9) 信息产业是新兴、知识密集型、有资源无公害、高效益高增长型产业。

信息技术革命正迅猛改变人们所生存的社会,人类开始从工业社会进入信息时代。信息技术在世界新技术革命中,不仅作为一项独立的技术而存在,而且还广泛渗透于各个高技术领域以及生产、经营、管理等过程,成为它们发展的基本依据和重要手段。信息科学与技术的特色可以概括为:发展迅猛、影响深远、需求紧迫、淘汰迅速。目前信息产业已成为全世界第一大产业。

1.2 信息社会

1.2.1 信息社会的含义及信息社会特征

1. 信息社会的含义

信息化是充分利用信息技术,开发利用信息资源,促进信息交流和知识共享,提高经济增长质量,推动经济社会发展转型的历史进程。有人说,农业时代为人们的生活带来了农业化,工业时代的作用之一是引起了农业的工业化,信息时代则是导致了农作物工业的信息化。

信息化是一个国家由物质生产向信息生产,由工业经济向信息经济,由工业社会向信息社会转变的动态的、渐进的过程。与城镇化、工业化相类似,信息化也是一个社会经济结构不断变换的过程。这个过程表现为信息资源越来越成为整个经济活动的基本资源,信息产业越来越成为整个经济结构的基础产业,信息活动越来越成为经济增长不可或缺的一支重要力量。

1963年,日本社会学家梅棹忠夫在《信息产业论》中首次提出了“信息社会”(Information Society)的概念,其后又有多位学者提到“信息社会”。1979年,贝尔认为“信息社会”的概念比“后工业社会”更确切,此后,“信息社会”的概念被人们广泛接受。

信息社会,也叫信息化社会、知识社会、网络社会、虚拟社会、后工业社会等。信息社会是人类社会从技术角度定义的未来社会,实质上就是社会生活中广泛应用现代化通信、计算机和终端设备结合的新技术的社会,是以信息科技的发展和应用为核心的高科技社会,是由信息、知识起主导作用的知识经济社会。信息化是这个时代最明显的趋势。信息社会初期受到基础系统和信息终端技术、性能的限制,“信息”并不能得到淋漓尽致的发挥。

信息社会也称信息化社会,是脱离工业化社会以后,信息起主要作用的社会。信息社会是以信息技术为基础,以信息产业为支柱,以信息价值的生产为中心,以信息产品为标志的社会。信息社会起主导作用的是知识密集型产业,战略资源是信息和知识。

1980年,阿尔文·托夫勒(Alvin Toffler)在《第三次浪潮》中,完整地阐述了他的思想体系,他以科学技术的发展为核心研究人类发展历史和现实,回顾历史、分析现实并展望未来。他在书的序言中说:“《第三次浪潮》是一本规模庞大综合的书。它传述了我们许多人生长于其中的旧文明,细致全面而又生动地描绘了一个正在闯入我们生活中的新文明”。阿尔文·托夫勒以科学技术为核心,把人类历史的发展划分为3个“浪潮”,借用“浪潮”的概念说明人类社会发展的历史,他认为整个人类社会历史的发展从过去到现在以至未来,可以概括为3个“浪潮”。“第一次浪潮”是大约公元前八千年前开始的农业革命,形成了农业社会和农业文明,延续了几千年左右;到十七八世纪中期以后,蒸汽机的发明掀起了“第二次浪潮”,导致了工业社会和工业文明,经历了大约二百年的历史;随着电子技术的发展,20世纪60年代开始了“第三次浪潮”。阿尔文·托夫勒认为,在未来几十年内,人类将由工业社会达到信息社会,产生现代文明。

信息化特性可以归纳为“四化”和“四性”。

信息化的“四化”指的是智能化、电子化、全球化和非群体化。

(1) 智能化。知识的生产成为主要的生产形式,知识成为创造财富的主要资源。这种资源可以共享;可以倍增;可以“无限制的”创造。这一过程中,知识取代资本,人力资源比货币资本更为重要。由于信息传播的即时性和技术扩散的高效性,在信息社会中,无论个人或公共部门都将变得空前富裕,且社会经济生活方式和空间组织形态也会发生空前快速的变化。

(2) 电子化。电子化是指光电和网络代替工业时代的机械化生产,人类创造财富的方式不再是工厂化的机器作业,而是被人们称为“柔性生产”的生产方式。柔性生产是指主要依靠有高度柔性的以计算机数控机床为主的制造设备来实现多品种、小批量的生产方式。

(3) 全球化。信息技术正在取消时间和距离的概念,信息技术及发展大大加速了全球化的进程。随着物联网的发展和全球通信卫星网的建立,国家概念将受到冲击,各网络之间可以不考虑地理上的联系而重新组合在一起。

(4) 非群体化。在信息时代,信息和信息交换遍及各个地方,人们的活动更加个性化。信息交换除了可以社会之间、群体之间进行外,个人之间的信息交换也日益增加,以至将成为主流。经济组织形式主要不是自由市场经济,而是制度经济,跨国公司、政府和工会是经济舞台的共同统治者。

信息化的“四性”指的是综合性、竞争性、渗透性和开放性。

(1) 综合性。信息化在技术层面上指的是多种技术综合的产物。它整合了半导体技术、信息传输技术、多媒体技术、数据库技术和数据压缩技术等;在更高的层次上它是政治、经济、社会、文化等诸多领域的整合。人们普遍用协同(Synergy)一词来表达信息时代的这种综合性。

(2) 竞争性。信息化与工业化的进程不同的突出特点是,信息化是通过市场和竞争推动的。政府引导、企业投资、市场竞争是信息化发展的基本路径。

(3) 渗透性。信息化使社会各个领域发生全面而深刻的变革,它同时深刻影响物质文明和精神文明,已成为经济发展的主要牵引力。信息化使经济和文化的相互交流与渗透日益广泛和加强。

(4) 开放性。创新是高新技术产业的灵魂,是企业竞争取胜的法宝,各企业参与竞争,在竞争中创新,在创新中取胜。开放不仅是指社会开放,更重要的是心灵的开放。可以说开放是创新的源泉。

2. 信息社会的基本特征

(1) 知识型经济:人力资源知识化、发展方式可持续化、产业结构软化、经济水平发达。随着信息时代的到来,科学、技术、知识、信息等无形资产在生产中的地位和作用日益突出,越来越成为最重要的经济资源,成为经济增长的源泉,成为竞争能力的标志。同时,信息技术革命催生了一大批新兴产业,并促使产业结构发生重大调整,形成新的社会产业结构。信息产业迅速发展壮大,信息部门的产值在全社会总产值中的比重迅速上升,成为整个社会最重要的支柱产业和经济发展的引擎。

(2) 网络化社会:信息基础设施的完备性、社会服务的包容性、社会发展的协调性。信息技术是建立在现代科学基础上的信息获取、传递、处理、存储的技术,是一个以微电子技术为基础,由计算机技术、通信技术、自动化技术、光电子技术、光导技术和人工智能技术等构成的高新技术群。其中,微电子技术是整个技术群的硬技术基础,建立在微电子技术及软件技术基础上的电子计算机是现代社会的“大脑”;而由程控交换机、大容量光纤、通信卫星及其他现代化通信装备交织而成、覆盖全球的电信网络则是现代社会的“神经系统”。信息社会的产生、发展与信息科技的发展、应用密切相关,特别是与信息科技的高度发达和高度普遍相关。

(3) 数字化生活:生活工具数字化、生活方式数字化、生活内容数字化。信息技术最新颖、独特之处当推“数字化”“虚拟化”,这导致人们数字化、虚拟化的生产和生活方式的形成。借助

信息技术、虚拟技术，通过互联网，人们可以坐在家中“进入”虚拟图书馆、博物馆、艺术馆、旅游胜地；可以驾驶模拟的飞机、轮船、宇宙飞船，上天入地自由翱翔；可以建立虚拟企业组织生产，通过电子商务将产品配送到顾客手中；可以建立虚拟课堂，聚集最优秀教师的最出色的劳动，让所有人自由地接受远程教育；乡村医生也可以约请全球的医学专家对疑难病人进行会诊，施行远程手术……许多过去受到时空、物质手段和社会经济等因素制约的活动范围，由于虚拟技术的出现而不再受到限制。在各种虚拟实践活动中，人们的能动性、自由度较以前大大提高，人类认识和实践活动的深度、广度得到前所未有的拓展，人类的生活实践获得了新的活动空间和表现形式……

（4）服务性政府：科学决策、公开透明、高效治理、互动参与。信息技术、电子新媒体极大地促进了文化、知识、信息的传播，普遍地提高了大众的文化知识水平，为人们充分表达意愿提供了技术条件。传统的组织管理结构正在由传统的金字塔型组织管理结构逐渐向网络型的分权式管理结构演变，普通大众将在和自己有关事务的管理与决策中发挥日益重要的作用；社会组织管理中的代议制民主、间接民主开始向参与式民主或直接民主演变；这一切也为人们多样化的生活方式、价值选择、社会行为提供了强有力的支持。

1.2.2 我国信息社会发展状况

2010 年 7 月 30 日，国家信息中心信息化研究部在北京发布《走近信息社会：中国信息社会发展报告 2010》，这一国内首份关于信息社会发展水平的定量测评报告，初步建立了信息社会的基本理论框架，提出了信息社会发展指数（ISI）和测评体系，适用于对地区之间、国家之间信息社会发展水平进行横向比较分析和历史对比分析。在信息社会的初级阶段，主要信息技术产品广泛应用，经济、社会、生活的数字化和网络化基本实现，网络成为政府公共服务的主要通道。在信息社会进入中高级阶段后，主要信息技术产品已经高度普及，经济、社会、生活的数字化、网络化和智能化均达到相当高的水平，数字鸿沟大大缩小，政府部门间资源共享、协同办公、网上审批得到普遍实现，社会管理和公共服务基本实现智能化。

信息社会发展大体上可分成：起步期（ISI 值 0.3 以下）、转型期（ISI 值 0.3~0.6）、初级阶段（ISI 值 0.6~0.8）、中级阶段（0.8~0.9）、高级阶段（0.9 以上），如表 1-1 所示。

表 1-1 信息社会发展阶段

发展阶段	准备阶段		发展阶段		
	起步期	转型期	初级阶段	中级阶段	高级阶段
信息社会指数（ISI）	0.3 以下	0.3~0.6	0.6~0.8	0.8~0.9	0.9 以上
基本特征	信息技术初步应用	信息技术应用扩散加速，实效开始显现	信息技术的影响逐步深化	经济、社会各领域都发生了深刻的变化	实现包容的社会
面临问题	基础设施跟不上需求	发展不平衡	互联互通问题、实用性问题	包容性问题	进一步的技术突破与创新应用
主要任务	加快基础设施建设，加强教育培训（提高认识）	加快调整与改革，逐步消除发展不利因素。加强教育培训并注重信息素质培养	改进体制机制	关注弱势群体、实施普遍服务	鼓励创新

信息社会不同的发展阶段呈现不同的特点，同时也面临不同的任务和问题。

国家信息中心发布的《冲出迷雾：中国信息社会测评报告 2013》显示，我国信息社会发展水平显著提高，2012 年信息社会指数达到 0.4391，比 2010 年提高了 17%，仍处于从工业社会向信息社会过渡的加速转型期。

我国信息社会发展不平衡，2012 年东、中、西部地区信息社会指数均值分别为 0.541、0.386、0.358，发展水平最高省份的信息社会指数是最低省份的 2.5 倍。

2015 年东、中、西部地区信息社会指数分别为 0.5489、0.3880、0.3729，东部地区信息社会指数比全国平均水平高 26.15%，比中、西部地区分别高 41.5%和 47.20%。中、西部地区信息社会指数比全国平均水平分别低 10.83%和 14.30%。

1.2.3 信息技术正在改变人们的社会

以信息技术为主导的信息产业的发展，将使社会生产得到迅速提高，从而带来社会经济生活各个方面的新变化。信息产品作为一种知识形态的特殊产品，已逐渐被认为是一种商品，它是人类劳动的产物，其生产目的是交换或转让信息，人们可以通过交换和有偿转让来满足社会对信息的需要，从而实现其价值。信息产品商品化，表明了科学技术本身也可作为一种特殊商品通过信息市场流通，促进科研、生产、信息的有机结合，加速科学技术向生产力转化，促进科学技术全面发展。信息技术改变了人们通信交流的方式，处理信息的方式，学习、工作和研究的方式；同时也改变了我们设计和建造事物的方式，商业、政府运作的方式，医疗保健的方式，以及对环境的理解。

1.3 历史回顾

1.3.1 人类社会的四次信息技术革命

第一次革命是人类创造了语言和文字，接着出现了文献。语言、文献是当时信息存在的形式，也是信息交流的工具。

第二次革命是造纸和印刷技术的出现。这次革命结束了人们单纯依靠手抄、撰刻文献的时代，使得知识可以大量生产、存储和流通，进一步扩大了信息交流的范围。

第三次革命是电报、电话、电视及其他通信技术的发明和应用。这次革命是信息传递手段的历史性变革，它结束了人们单纯依靠烽火和驿站传递信息的时代，大大加快了信息传递速度。

第四次革命是电子计算机和现代通信技术在信息工作中的应用。电子计算机和现代通信技术的有效结合，使信息的处理速度、传递速度都得到了惊人的提高，人类处理信息和利用信息的能力达到了空前的高度。

1.3.2 信息技术及其发展概述

第四次信息技术革命奠基于 20 世纪 40 年代，它源于数理科学、无线电通信与电子技术。20 世纪 50 年代以后，数理科学等又与计算机技术紧密结合，从而获得了很大发展。信息科学技术是研究有关信息的产生、传输、处理、接收、存储、显示与控制的一门学科。由于信息普遍地存在于自然界和人类社会中，因此决定了信息科学技术是一门有广泛影响的学科，它已经渗透到各个学科领域，其中也包括社会科学与人文科学，同时也渗透到社会的各个行业。在这个过程中，

信息科学技术不断从其他学科和行业中吸取营养来丰富自己,同时也大大促进其他学科和行业的更新、发展,并产生新兴交叉学科和行业。在现代科学技术中,信息科学技术虽如此强劲、重要,并得到广泛应用,但它还不能说已成为一门很成熟的学科。对于信息的含义还各有不同的理解,它的理论体系还不完整成熟,它应包含的内容还有各种不同说法,在哲学界对于信息的实质问题还存在争论。这些问题都有待在今后的发展过程中逐步得到解决。

1. 信息技术的基础

组成信息科学技术的基础主要是经典信息论与控制论。20 世纪 40 年代后期,由于第二次世界大战,通信技术与雷达技术得到了飞跃发展,通信与自动控制的研究受到特别重视,从而促使科学家香农和维纳分别从不同角度创立了信息论和控制论。

1948 年香农对信息和通信系统的模型进行研究,信息作为事物运动发展的表征,其度量体现了该事物的不肯定性信息的基本度量,即所谓的熵(Entropy),事物的变化越复杂,熵就越大。香农将熵成功地应用于信源、信道与编码等通信过程中,从而导出了著名的香农编码定理。它的大意是在正态噪声干扰下,通信系统存在极限信息传输能力,如实际的信息传输速率小于这个极限,则总可找到一种理想的编码方法,使信息以任意小的误差传送到接收端。关于熵的理论,四十多年来一直在不断发展。

1942 年维纳在研究雷达控制防空炮火时得出一个开创性的结论,认为可设计一种最佳过滤器与预测器。它的响应能使信号加噪声的输入与输出之间的均方误差为最小。二战后,维纳和一些生物医学家合作,对在机器和生物之间进行信息传输、交换、处理和控制的一般规律进行了研究,并于 1948 年发表了《控制论》专著,此专著的副标题是“在动物和机器中的控制和通信的科学”,可见维纳的控制论实际上是较广义的信息论。

在维纳提出过滤理论后,20 世纪 60 年代初,卡尔曼(R.E.Kalman)和布什(R.S.Buoy)提出了一种递归滤波方法,这种方法大大减少了存储量和运算量,可做到实时处理,同时适用范围也不限于平稳随机信号。卡尔曼滤波方法出现后,很快被成功地应用于各类飞行体的导航,导弹的制导,再入弹道的计算,以及武器火力的控制等方面。近些年来这一方法在工业自动化和气象预报等方面也得到应用。

在信息论与控制论的理论基础上,20 世纪五六十年代,统计接收理论得到了巨大发展。统计接收理论在电子技术与计算机技术的支持配合下,在国防、空间科学、生物医学、天文气象等领域得到了广泛的应用和进一步发展。

2. 数字信息处理

当前信息科学技术中最活跃的领域是数字信息处理,它兴起于 20 世纪 60 年代初期,这主要是由于离散取样理论、Z 变换理论、数字微电子技术和计算机发展到了较成熟阶段。特别是 1965 年库利·杜克(Cooley Tukey)提出离散傅里叶变换的快速算法以后,更促进了数字处理技术的飞速发展。当今数字处理技术比模拟处理技术更为精确、稳定、灵活,还具有分时操作等特点。信息数字处理的应用已广泛延伸到工农业生产、国防和科学技术的各个方面。数字信息处理主要包括 3 个方面,即数字信号处理、数字图像处理和模式识别,它们之间又是相互交叉和紧密联系着的。

数字信号处理是指一维信号的数字处理,它的应用面很广,可进行地震信号、语音信号、电生理信号、水声信号、雷达信号和各种振动信号的分析 and 处理。数字信号处理的主要内容包括变换理论、谱分析和数字滤波 3 个方面。信号可分为确定信号(时不变信号)和随机信号(时变信号)两大类,前者又可分为周期信号和瞬态信号,后者又可分为平稳随机信号和非平稳随机信号。在各种实际系统中,信号往往在它的持续时间、频带宽度和信号幅度(能量)方面具有某种约束。

19 世纪末, 休斯特就提出了周期图谱分析方法, 20 世纪 30 年代初, 卡切里尼柯夫得出了频带宽度受限制的信号能被一个离散数值的级数完全决定的抽样定理。20 世纪四五十年代, 维纳对平稳时间序列的外推、内插和平滑理论做出了著名的论述。而香农则将限带信号理论用于连续信号传输, 取得了重要结果。许多学者对信号采用正交函数级数展开的方法进行了分析研究, 解决了傅里叶谱分析技术所遇到的某些限制和不方便等问题。20 世纪六七十年代抽样定理又得到了推广, Cooley-Tukey 离散型快速傅里叶变换及 Walsh 变换等在计算机技术的支持下获得了广泛应用。倒谱技术、扩展谱技术、最大熵谱分析和最大似然度谱分析等非线性谱分析技术也相继被提出并获得应用。20 世纪 80 年代自适应数字信号处理得到了发展, 它主要针对具有时变特性的随机信号, 能从被处理信号所具有的特性出发来进行处理。自适应数字信号处理涉及线性与非线性系统理论、随机数字控制和人工智能等多方面知识。K-L (Karhunen-Loeve) 变换本质上也是一种自适应数字信号处理方法, 它从信号本身的相关特性出发确定一组归一化正交基, 使得信号的展开式具有均方误差最小的特性, 因而在数据压缩与传输中占有重要位置。自适应数字滤波 (如 LMS 算法等) 很适合于时变信号的处理。在模式识别和系统辨识中的自学习过程也属于自适应处理, 它通过学习与样本训练来提取最佳特征以加速识别过程和提高识别率。在神经网络中, 自适应处理表现为网络联结权系数的学习调整过程, BP (Back Propagation) 网络实际上就是一种自适应数字信号处理方法。数字信号处理的软硬件实现仍是一个活跃的研究领域。设计和构造一个数字信号处理设备, 如快速阵列变换器、谱分析仪和数字滤波器等, 以使它们的处理精度高, 有限字长引起的误差小, 硬件费用省、体积小和操作使用方便等, 仍是值得深入研究的课题, 特别是在使用一些新型器件和大规模集成块方面更是值得关注的新方向。

3. 数字图像处理

数字图像处理是一门应用数字技术与计算机技术来研究图像的学科。图像处理中所考察的图像十分广泛, 有黑白二值图像、多灰度图像和彩色图像; 有静态图像与动态图像; 有二维平面图像和多维立体图像等。数字图像处理与模式识别的主要研究工作起始于 20 世纪 60 年代, 是在数字电子计算机得到发展之后, 至今也不过 30 年历史。首批的数字图像处理和识别的学术会议召开于 20 世纪 60 年代, 而首批的数字图像处理与模式识别的专著则出版于 20 世纪 70 年代。30 年来, 论文和专著如雨后春笋般出现, 研究与应用的热潮至今兴盛不衰。近些年来, 人工智能、专家系统和神经网络等新方法的介入, 更使这个领域的研究应用进入了新的发展阶段。

数字图像处理的内容十分丰富, 主要包括过滤、增强变换、恢复、编码、压缩、存储、分割、合成与重建等, 有时还将描述、分类、识别与理解等也作为其内容。当前数字图像处理的研究主流大致有以下各方面: 图像并行处理或分布处理的算法研究, 图像数据表示与图像数据库的研究, 三维信息获取与表面重建的研究, 基于知识的图像处理方法研究, 图像形态学研究, 分形维图像处理技术的研究, 图像处理的神经网络方法研究, 图像处理专用芯片的研制, 高速大容量图像存储设备的研制, 高速高精度图像输入输出设备的研制, 以及快速实时图像处理系统的研制等。

近年来, 由于微电子技术的进步, 数字图像处理系统的价格日益下降, 而其功能则不断提高, 这就为图像处理技术的推广应用开辟了宽广前景。许多领域, 如遥感遥测、通信广播、天文气象、地质地理、生物医学、工业检测、交通监控、军事侦察等, 均广泛引用了数字图像处理技术, 并获得了很好的效益。

1.3.3 重要发现与创造

数字化是指对各种信息进行数字化处理, 将模拟信号通过抽样、量化、编码等环节变换成数