



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

北京市教学名师名作

清华大学 | 北京大学 | 北京邮电大学
知名专家联袂推荐

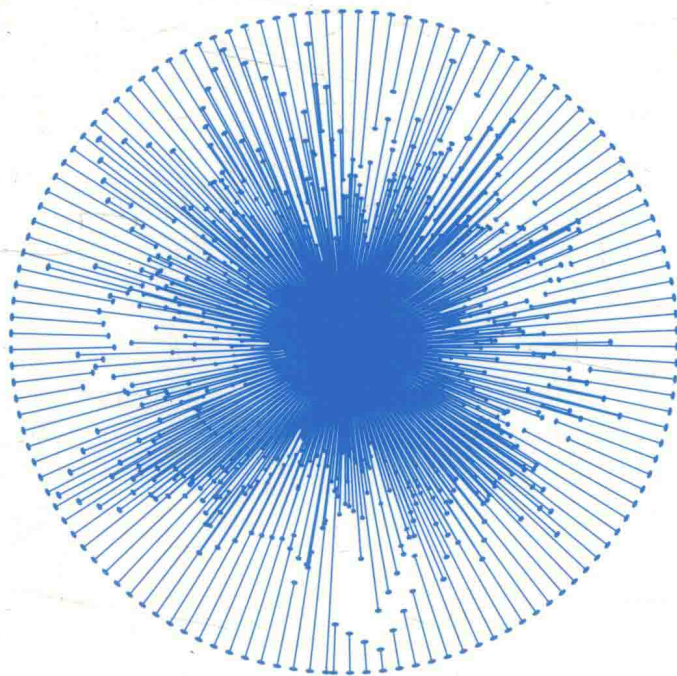
信息与通信工程

I nformation Network Theory and Technology

信息网络理论与技术

罗森林 吴舟婷 潘丽敏 编著

Luo Senlin Wu Zhouting Pan Litmin



清华大学出版社



教学课件



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Information Network Theory and Technology

信息网络理论与技术

罗森林 吴舟婷 潘丽敏 编著

Luo Senlin

Wu Zhouting

Pan Limin

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统、全面地研究和论述了信息网络相关理论及技术,主要内容包括网络数据通信基础、信息网络体系结构、信息网络通信协议、信息网络基础应用、信息网络规律特征、信息网络文化基础、信息网络技术实践等。本书可满足高校多样化人才长期培养的需求,可供计算机科学与技术、软件工程、网络空间安全、信息安全与对抗等相关学科专业的教学、科研、应用人员阅读和使用,对从事信息网络空间相关研究的人员具有重要的实用和参考价值。

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

信息网络理论与技术/罗森林,吴舟婷,潘丽敏编著.—北京:清华大学出版社,2019

(高等学校电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-51904-1

I. ①信… II. ①罗… ②吴… ③潘… III. ①信息网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 290189 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:梁毅

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

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:20

字 数:483千字

版 次:2019年7月第1版

印 次:2019年7月第1次印刷

定 价:59.00元

产品编号:071419-01

高等学校电子信息类专业系列教材

顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科技大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

编审委员会

主任 吕志伟 哈尔滨工业大学

副主任 刘旭 浙江大学 王志军 北京大学
隆克平 北京科技大学 葛宝臻 天津大学
秦石乔 国防科技大学 何伟明 哈尔滨工业大学
刘向东 浙江大学

委员 王志华 清华大学 宋梅 北京邮电大学
韩焱 中北大学 张雪英 太原理工大学
殷福亮 大连理工大学 赵晓晖 吉林大学
张朝柱 哈尔滨工程大学 刘兴钊 上海交通大学
洪伟 东南大学 陈鹤鸣 南京邮电大学
杨明武 合肥工业大学 袁东风 山东大学
王忠勇 郑州大学 程文青 华中科技大学
曾云 湖南大学 李思敏 桂林电子科技大学
陈前斌 重庆邮电大学 张怀武 电子科技大学
谢泉 贵州大学 卞树檀 火箭军工程大学
吴瑛 解放军信息工程大学 刘纯亮 西安交通大学
金伟其 北京理工大学 毕卫红 燕山大学
胡秀珍 内蒙古工业大学 付跃刚 长春理工大学
贾宏志 上海理工大学 顾济华 苏州大学
李振华 南京理工大学 韩正甫 中国科学技术大学
李晖 福建师范大学 何兴道 南昌航空大学
何平安 武汉大学 张新亮 华中科技大学
郭永彩 重庆大学 曹益平 四川大学
刘缠牢 西安工业大学 李儒新 中国科学院上海光学精密机械研究所
赵尚弘 空军工程大学 董友梅 京东方科技集团股份有限公司
蒋晓瑜 陆军装甲兵学院 蔡毅 中国兵器科学研究院
仲顺安 北京理工大学 冯其波 北京交通大学
黄翊东 清华大学 张有光 北京航空航天大学
李勇朝 西安电子科技大学 江毅 北京理工大学
章毓晋 清华大学 张伟刚 南开大学
刘铁根 天津大学 宋峰 南开大学
王艳芬 中国矿业大学 靳伟 香港理工大学
苑立波 哈尔滨工程大学

丛书责任编辑 盛东亮 清华大学出版社

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

我国成立“网络安全和信息化领导小组”之后,相继建立了网络空间安全一级学科及博士点,信息科技已向网络空间发展。广义的网络是由具有无结构性质的节点与相互作用关系构成的体系,其中直接承载信息采集、传输、存储、处理、管控和应用的信息网络起着举足轻重的作用。有关计算机网络的课程是计算机科学与技术、软件工程、网络空间安全、信息与通信工程等学科的必修教学内容,几乎所有的重点院校均有这些学科和专业。同时,广大民众均已直接接触网络、应用网络,工作生活已经离不开各类网络。

本书基于广义网络空间的概念,重新思考信息网络相关理论与技术,并根据工程教育认证以及 OBE 培养方案的要求,在介绍具体理论、技术的同时注重思维方法的分析,以持续增强学生的创新意识、创新能力。本教材的蓝本讲义已在信息对抗技术专业试用多年,实践证明,对促进学生主动性探索、理论联系实际取得了积极效果。

信息网络理论与技术问题涉及面很广,知识内容庞大复杂,其本身是一个系统性问题,遵守“全量大于各分量之和”的原理。本书强调知识的系统性、全面性和层次性,突出重要知识点,充分保证在有限的学时内形成有效的教学效果,让读者掌握信息网络的核心理念。

本书纵向上从上至下分为三个层次,即信息网络的基本原理和方法分析、信息网络的基础技术讨论、信息网络的工程实践与应用;横向上融入了军事专用网络、网络空间文化等内容。本书从其重要知识点入手浓缩信息网络相关的理论与技术,在抓住其精要的同时尽量覆盖相关信息,在涵盖了多门单项技术内容的同时保持了结构的清晰和知识的系统性,避免了“只见树木不见森林”。

本书注重信息网络空间的动态发展和时空范围,紧跟信息科技和社会的发展,时效性强,并注重信息网络的基础性理论分析深入性和技术先进性。通过学习信息网络文化基础,学生能够较为深刻地理解网络文化,有效地促进信息网络应用的健康发展。本书深入讲解信息网络的理论特征,故同样适用于研究生教学。通过本书,可以较为系统、全面地学习、理解信息网络领域的重要知识点,掌握信息网络的核心理念、原理和方法,从更高层次认识信息网络的系统工程思想,同时还可以实践信息网络的具体技术。

本书充分考虑读者的兴趣(既有理论内容又有技术应用的系统设计与实践,还有需要思考的创新性内容)和讲授内容的灵活性(既可以作为独立的理论教材,又可供主干课程用作辅助实践教材,讲授时可根据学生的情况灵活运用),在内容、方法上保证专业人才培养的需求并具有前瞻性和可持续发展性。讲授时可根据学时数以及学生兴趣程度及时选取合适的章节,浅显讲解时可只讲其基本概念、原理;深入讲解时可讲其基本体系结构以及设计、实现的方法。

本书由罗森林、吴舟婷、潘丽敏共同撰写,其中第 2、3、4、5、8 章由吴舟婷主要负责撰写,

第6、7章由潘丽敏主要负责撰写,其余部分由罗森林负责撰写。罗森林负责全书的章节设计、内容规划和统稿。同时,衷心感谢盛东亮先生详细、认真地修改书稿,衷心感谢清华大学出版社多方面的支持和帮助。

由于时间所限,加之笔者能力的限制,对于书中的不足、疏漏之处,敬请广大读者批评指正,以便使其日渐完善。谢谢!

罗森林

于北京理工大学

2019年2月

目录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 信息及其信息系统	1
1.2.1 信息与信息的概念	1
1.2.2 信息系统及其功能要素	6
1.3 信息网络知识基础	14
1.3.1 复杂网络基本概念	14
1.3.2 信息网络基本概念	15
1.3.3 网络空间基本概念	16
1.4 网络空间发展简况	17
1.4.1 网络空间的起源	17
1.4.2 网络空间的发展	17
1.5 小结	18
1.6 习题	18
第 2 章 网络数据通信基础	19
2.1 引言	19
2.2 数据通信基础知识	19
2.2.1 基本概念	19
2.2.2 数据通信网的分类	21
2.2.3 数据通信网的性能指标	22
2.3 数据通信网传输	24
2.3.1 传输媒介	24
2.3.2 通信方式	24
2.3.3 信道容量	25
2.3.4 串行传输与并行传输	26
2.3.5 同步传输与异步传输	27
2.3.6 基带传输与频带传输	27
2.3.7 信道复用	28
2.4 数据通信网交换	29
2.4.1 电路交换	29
2.4.2 报文交换	30
2.4.3 分组交换	30
2.4.4 交换技术比较	33

2.5	数据的差错控制	34
2.5.1	差错类型与差错控制	34
2.5.2	纠错编码	35
2.6	小结	43
2.7	习题	43
第3章	信息网络体系架构	44
3.1	引言	44
3.2	有线和无线网络	44
3.2.1	有线网络	44
3.2.2	无线网络	47
3.3	局域和广域网络	49
3.3.1	局域网	50
3.3.2	广域网	69
3.4	公共和专用网络	73
3.5	窄带和宽带网络	74
3.6	小结	74
3.7	习题	75
第4章	信息网络基础应用	76
4.1	引言	76
4.2	计算机互联网	76
4.2.1	计算机互联网简介	76
4.2.2	因特网	78
4.3	公共电话网络	84
4.3.1	公共电话网系统架构	84
4.3.2	公共电话网接入技术	88
4.4	移动通信网络	94
4.4.1	移动通信网络简介	94
4.4.2	蜂窝移动通信系统	101
4.5	广播电视网络	113
4.5.1	广播电视网的发展	113
4.5.2	广播电视网的结构	114
4.5.3	广电接入网双向改造	114
4.5.4	三网融合	116
4.6	无线传感网络	118
4.6.1	无线传感网络简介	118
4.6.2	无线传感网络管理平台	122
4.7	万物互联网络	122
4.7.1	物联网简介	122
4.7.2	物联网的系统	125
4.7.3	物联网的应用	128
4.8	军事专用网络	129
4.8.1	军事专用网简介	129
4.8.2	典型军事专用网	133

4.9	小结	140
4.10	习题	140
第5章	信息网络通信协议	141
5.1	引言	141
5.2	网络协议简介	141
5.2.1	网络协议分层结构	141
5.2.2	参考模型	142
5.3	TCP/IP	145
5.3.1	TCP/IP 基本概念	145
5.3.2	TCP/IP 体系结构	145
5.3.3	网际协议	146
5.3.4	路由选择协议	167
5.3.5	用户数据报协议	185
5.3.6	传输控制协议	187
5.3.7	资源预留协议	196
5.3.8	IPv6 协议	199
5.4	ATM	205
5.4.1	ATM 的基本概念	205
5.4.2	ATM 体系结构	206
5.4.3	ATM 的信元结构	207
5.4.4	ATM 的逻辑连接机制	208
5.5	IP over X	212
5.5.1	IP over ATM	212
5.5.2	IP over SDH	213
5.5.3	IP over MPLS	214
5.6	移动通信协议	215
5.6.1	3G 空中接口协议栈	215
5.6.2	4G 空中接口协议栈	217
5.7	其他协议	218
5.7.1	无线传感网络体系结构	218
5.7.2	物联网的体系结构	224
5.8	小结	228
5.9	习题	228
第6章	信息网络规律特征	230
6.1	引言	230
6.2	复杂网络的特征量	230
6.3	复杂网络基本特征	232
6.3.1	度分布的幂律特性	232
6.3.2	聚集特性	233
6.3.3	小世界特性	233
6.3.4	自相似性	233
6.3.5	网络拓扑特性	235
6.4	信息网络主要规律	236

6.4.1	基础定律	236
6.4.2	技术规律	238
6.4.3	发展规律	239
6.5	信息网络思维模式	244
6.5.1	人类几种主要思维模式	244
6.5.2	信息网络思维基本含义	249
6.5.3	信息网络思维的主要模式	250
6.6	信息网络部分模型	251
6.6.1	拓扑结构典型模型	251
6.6.2	信息网络传播模型	252
6.6.3	社交网络模型实例	253
6.7	小结	254
6.8	习题	254
第7章	信息网络文化基础	256
7.1	引言	256
7.2	网络文化知识基础	256
7.2.1	文化的基本概念	256
7.2.2	网络文化的概念	257
7.3	网络文化主要功能	258
7.4	网络文化基本特征	261
7.4.1	网络文化的技术特征	261
7.4.2	网络文化的精神特征	262
7.4.3	网络文化的主体特征	263
7.5	网络文化社会影响	264
7.5.1	网络文化的正价值	264
7.5.2	网络文化的负价值	266
7.6	网络文化法律法规	267
7.7	网络文化若干悖论	269
7.8	小结	276
7.9	习题	277
第8章	信息网络技术实践	278
8.1	引言	278
8.2	网线的制作与测试	278
8.2.1	实验目的	278
8.2.2	实验环境	278
8.2.3	实验原理	278
8.2.4	实验方法	282
8.2.5	实验要求	283
8.3	局域网组建与配置	283
8.3.1	实验目的	283
8.3.2	实验环境	283
8.3.3	实验原理	283
8.3.4	实验方法	283

8.3.5 实验要求	285
8.4 路由器及路由协议配置	285
8.4.1 实验目的	285
8.4.2 实验环境	285
8.4.3 实验原理	286
8.4.4 实验方法	287
8.4.5 实验要求	289
8.5 网络数据捕获系统	289
8.5.1 实验目的	289
8.5.2 实验环境	289
8.5.3 实验原理	289
8.5.4 实验方法	292
8.5.5 实验要求	296
8.6 网络编程	296
8.6.1 实验目的	296
8.6.2 实验环境	297
8.6.3 实验原理	297
8.6.4 实验方法	298
8.6.5 实验要求	301
参考文献	302

1.1 引言

计算机网络向空间网络发展,其内涵已发生了较大的变化,本章从信息及信息系统的基础知识出发,讨论信息网络、复杂网络、网络空间的基本概念以及网络空间发展简史与现状。

1.2 信息及其信息系统

信息是人类社会的宝贵资源,功能强大的信息系统是推动社会发展前进的催化剂和倍增器。信息系统越发展到它的高级阶段,人们对其依赖性就越强。本章主要讨论信息系统相关基础知识,主要内容包括信息、信息技术、信息系统、信息网络的概念,信息系统的要素分析,工程系统基础知识。

1.2.1 信息与信息的概念

1. 信息基本概念

“信息”一词古已有之。在人类社会早期的日常生活中,人们对信息的认识比较广义而模糊,对信息和消息的含义没有明确界定。到了 20 世纪尤其是中期以后,随着现代信息技术的飞速发展及其对人类社会的深刻影响,迫使人们开始探讨信息的准确含义。

1928 年,哈特雷(L. V. R. Hartley)在《贝尔系统电话杂志》上发表了题为《信息传输》的论文。他在文中将信息理解为选择通信符号的方式,并用选择的自由度来计量这种信息的大小。他注意到,任何通信系统的发送端总有一个字母表(或符号表),发信者发出信息的过程正是按照某种方式从这个符号表中选出一个特定符合序列的过程。假定这个符号表一共有 S 个不同的符号,发信息选定的符号序列一共包含 N 个符号,那么,这个符号表中无疑有 S^N 种不同符号的选择方式,也可以形成 S 个长度为 N 的不同序列。这样,就可以把发信者产生信息的过程看作是从 S 个不同的序列中选定一个特定序列的过程,或者说是排除其他序列的过程。然而,用选择的自由度来定义信息存在局限性,主要表现在这样定义的信息没有涉及信息的内容和价值,也未考虑到信息的统计性质;另外,将信息理解为选择的方式,

就必须有一个选择的主体作为限制条件,因此这样的信息只是一种认识论意义上的信息。

1948年,香农(C. E. Shannon)在《通信的数学理论》一文中,在信息的认识方面取得重大突破,堪称信息论的创始人。香农的贡献主要表现在推导出了信息测度的数学公式,发明了编码的三大定理,为现代通信技术的发展奠定了理论基础。香农发现,通信系统所处理的信息在本质上都是随机的,因此可以运用统计方法进行处理。他指出,一个实际的消息是从可能消息的集合中选择出来的,而选择消息的发信者又是任意的,因此,这种选择就具有随机性,是一种大量重复发生的统计现象。香农对信息的定义同样具有局限性,主要表现在这一概念未能包容信息的内容与价值,只考虑了随机不定性,未能从根本上回答信息是什么的问题。

1948年,就在香农创建信息论的同时,维纳(N. Wiener)出版了专著《控制论——动物和机器中的通信与控制问题》,并创立了控制论。后来,人们常常将信息论、控制论以及系统论合称为“三论”,或统称为“系统科学”或“信息科学”。维纳从控制论的角度认为,“信息是人们在适应外部世界,并使这种适应反作用于外部世界的过程中,同外部世界进行互相交换的内容的名称”。他还认为,“接收信息和使用信息的过程,就是我们适应外部世界环境的偶然性变化的过程,也是人们在这个环境中有效地生活的过程。”维纳的信息定义包容了信息的内容与价值,从动态的角度揭示了信息的功能与范围。但是,人们在与外部世界的相互作用过程中同时也存在着物质与能量的交换,不加区别地将信息与物质、能量混同起来是不确切的,因而也是有局限性的。

1975年,意大利学者朗高(G. Longo)在《信息论:新的趋势与未决问题》一书的序中指出,信息是反映事物的形成、关系和差别的东西,它包含在事物的差异之中,而不在事物本身。无疑,“有差异就是信息”的观点是正确的,但“没有差异就没有信息”的说法却不够确切。譬如,我们碰到两个长得一模一样的人,他(她)们之间没有什么差异,但人们会立即联想到“双胞胎”这样的信息。可见,“信息就是差异”也有其局限性。

1988年,中国学者钟义信在《信息科学原理》一书中,认为信息是事物运动的状态与方式,是事物的一种属性。信息不同于消息,消息只是信息的外壳,信息则是消息的内核。信息不同于信号,信号是信息的载体,信息则是信号所载的内容。信息不同于数据,数据是记录信息的一种形式,同样的信息也可以用文字或图像来表述。信息不同于情报,情报通常是指秘密的、专门的、新颖的一类信息,可以说所有的情报都是信息,但不能说所有的信息都是情报。信息也不同于知识,知识是认识主体所表达的信息,是序化的信息,而并非所有的信息都是知识。他还通过引入约束条件推导了信息的概念体系,对信息进行了完整而准确的论述。通过比较,中国科学院文献情报中心孟广均研究员等在《信息资源管理导论》一书中认为,作为与物质、能量同一层次的信息的定义,信息就是事物运动的状态与方式。因为这个定义具有最大的普遍性,不仅能涵盖所有其他的信息定义,而且通过引入约束条件还能转换为所有其他的信息定义。

2002年中国科学院、中国工程院两院院士王越教授指出,事实上定量、广义、全面地描述“信息”是不太可能的,至少是非常难的事,对“信息”本质的深入理解和科学定量描述有待长期进行,在此暂时给出一个定性概括性定义:“信息是客观事物运动状态的表征和描述”,其中“表征”是客观存在的,而描述是人为的。“信息”的重要意义在于它可表征一种“客观存在”,与人的认识实践相结合,进而与人类生存发展相结合,所以信息领域科技的发展体现了

客观与人类主观相结合的一个重要方面。对人而言,“获得信息”最基本的机理是映射(借助数学语言),即由客观存在的事物运动状态,经人的感知功能及脑的认识功能进行概括抽象形成“认识”,这就是“获得信息”加工“信息”的过程,是一个由“客观存在”到人类主观认识的“映射”。由于客观事物运动是非常复杂的广义空间(不限于三维)和时间维的动态展开,因此它的“表征”也必定是非常复杂的,体现存在于广义空间维在复杂的多层次、多剖面相互“关系”,以及在多阶段、多时段的时间维的交织动态展开,进而指出“信息”,它必定是由反映各层次、各剖面不同时段动态特征的信息片段组成,这是“信息”内部结构最基本的内涵。

据不完全统计,信息的定义有100多种,它们都从不同侧面、不同层次揭示了信息的特征与性质,但也都有这样或那样的局限性。信息来源于物质,但不是物质本身;信息也来源于精神世界,但又不限于精神的领域;信息归根到底是物质的普遍属性,是物质运动的状态与方式。信息的物质性决定了它的一般属性,主要包括普遍性、客观性、无限性、相对性、抽象性、依附性、动态性、异步性、共享性、可传递性、可变换性、可转化性和可伪性等。信息系统安全将处理与信息依附性、动态性、异步性、共享性、可传递性、可变换性、可转化性和可伪性有关的问题。

2. 信息技术概念

任何技术都产生于人类社会实践活动的实际需要。按照辩证唯物主义观点,人类的一切活动都可以归结为认识世界和改造世界。而人类认识世界和改造世界的过程,从信息的观点来分析,就是一个不断从外部世界的客体中获取信息,并对这些信息进行变换、传递、存储、处理、比较、分析、识别、判断、提取和输出,最终把大脑中产生的决策信息反作用于外部世界的过程。

“科学”是扩展人类各种器官功能的原理和规律,而“技术”则是扩展人类各种器官功能的具体方法和手段。从历史上看,人类在很长一段时间里,为了维持生存而一直采用优先发展自身体力功能的战略,因此材料科学与技术 and 能源科学与技术也相继发展起来。与此同时,人类的体力功能也日益加强。信息虽然重要,但在生产力和生产社会化程度不高的时候,人们仅凭自身的天赋信息器官的能力,就足以满足当时认识世界和改造世界的需要。但随着生产斗争和科学实验活动的深度和广度的不断发展,人类的信息器官功能已明显滞后于行为器官的功能,例如人类要“上天”“入地”“下海”“探微”,但其视力、听力、大脑存储信息的容量、处理信息的速度和精度,已越来越不能满足同自然作斗争的实际需要。只是到了这个时候,人类才把自己关注的焦点转到扩展和延长自己信息器官的功能方面。

经过长时间的发展,人类在信息的获取、传输、存储、处理和检索等方面的方法与手段,以及利用信息进行决策、控制、指挥、组织和协调等方面的原理与方法,都取得了突破性的进展,当代技术发展的主流已经转向信息科学技术。

对于信息技术,目前还没有一个准确而又通用的定义。为了研究和使用的方便,学术界、管理部门和产业界等都根据各自的需要与理解给出了自己的定义,估计有数十种之多。信息技术定义的多样化,不只是反映在语言、文字和表述方法上的差异,而且也有对信息技术本质属性理解方面的差异。

目前比较有代表性的信息技术的定义主要有以下几种:

(1) 信息技术是基于电子学的计算机技术和电信技术的结合而形成的对声音的、图像的、文字的、数字的和各种传感信号的信息,进行获取、加工处理、存储、传播和使用的能动技术。

(2) 信息技术是指在计算机和通信技术支持下用以获取、加工、存储、变换、显示和传输文字、数值、图像、视频和声频以及语音信息,并包括提供设备和提供信息服务两大方面的方法与设备的总称。

(3) 信息技术是人类在生产斗争和科学实验中认识自然和改造自然过程中所积累起来的获取信息、传递信息、存储信息、处理信息与使信息标准化的经验、知识、技能,以及体现这些经验、知识、技能的劳动资料有目的的结合过程。

(4) 信息技术是在信息加工和处理过程中使用的科学、技术与工艺原理和管理技巧及其应用;与此相关的社会、经济与文化问题。

(5) 信息技术是管理、开发和利用信息资源的有关方法、手段与操作程序的总称。

(6) 信息技术是能够延长或扩展人的信息能力的手段和方法。

3. 信息主要表征

“信息”的客观表征非常广泛,源于各种各样运动状态的特征,信息的表征就是各种各样的“特殊性的表现”,也可认为“特征的表现”。

对人而言,人可以利用感觉器官和脑功能感知有关自然界的各种信息(通过多种信息荷载的媒体)。此外,人还会融合利用人类自己创立的“符号”来进一步认识、描述、记录、传递、交流、研究和利用“信息”。以上叙述可进一步认为人脑主宰的二重“映像”过程,即通过第一次映射,通过“信息”感觉及初步认识,然后进一步利用“符号”二次深化映射形成思维结果,需要时可以较长期记忆等,以备日后所需之用。以上分步骤描述二次映射实际上是一个变换形成“符号”的映射。“符号”是内涵非常广泛的一个概念,它是特定的“关系”。

又因人所能直接感知的信息种类和范围有限,因此人类不断努力扩大发现感知信息种类和扩大范围的新原理、新方法,并将新获得的信息转换为人类所能感知的信息,但其基本原理仍是映射和符号转换映射。

“符号”是内涵非常广泛的一个名词,研究“符号”及其应用已形成专门的“符号学”这门学科,在此简单举例说明:语言、文字、图形、图像,还有音乐、物理、化学、数学等各门学科中建立的专门符号,除语言文字外还有专门符号,如微分、积分符号发展为算子符号、极限、范数、内积符号等,物理中量子物理就有独特符号,如波矢(态矢)态函数等。推而广之,各种定理可以被认为是符号的有序构成的符号集合,是广义的符号,也是客观规律的“符号”。此外,通常人类的表情、动作(如摇头、摆手、皱眉等)也可认为是一种符号。

4. 信息主要特征

1) “信息”的存在形式特征(直接层次)

(1) 不守恒性。“信息”不是物质,也不是能量,而是与能量和物质密切相关的运动状态的表征和描述。由于物质运动不停,变化不断,故“信息”不守恒。

(2) 复制性。在非量子态作用机理情况,在环境中可区分条件下具有可复制性(在量子态工作环境,一定条件下是不可精确“克隆”的)。

(3) 复用性。在非量子态作用机理情况,在环境中可区分条件下具有多次复用性。

(4) 共享性。在信息荷载体具有运行能量,且运行能量远大于信息维持存在所需低阈值时,则此“信息”可多次共享,如说话声几个人可同时听到,卫星转播多接收站可以同时接收信号获得信息等。

(5) 时间维有限尺度特征。具体事物运动总是在时间、空间维有限度尺度内进行的,因