

计算机科学与技术规划教材 信息系统方向

信息系统技术基础及应用

宋金玉 赵水宁 廖湘琳 刘斌 赵成 编著



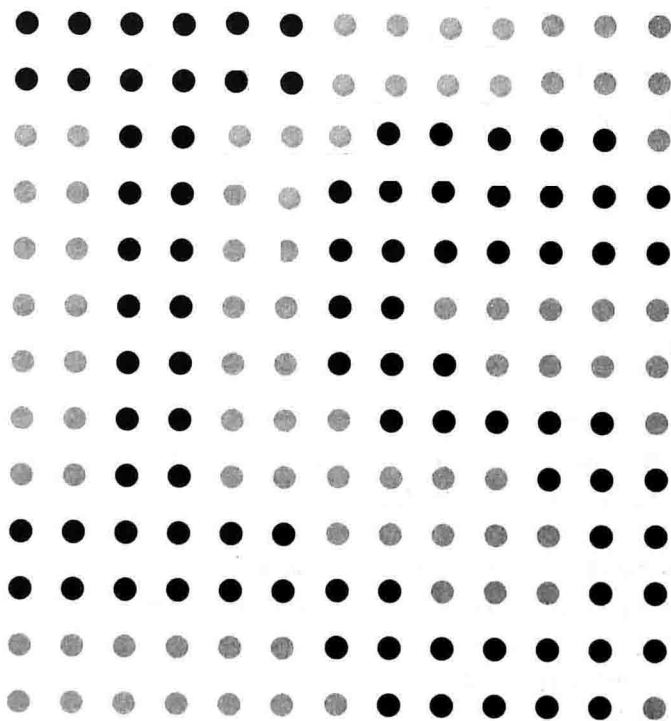
清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

计算机科学与技术规划教材 信息系统方向

信息系统技术基础及应用

宋金玉 赵水宁 廖湘琳 刘斌 赵成 编著



清华大学出版社

内 容 简 介

本书第1~2章介绍信息、信息技术、信息系统、军事信息技术与系统的概念,信息系统的开发过程与方法,以及应用软件的一般架构等;第3~7章介绍数据库设计各阶段所涉及的理论与方法,包括数据库管理技术、数据库设计的方法与步骤、关系数据模型、关系数据库的逻辑结构设计、数据存储及物理设计等;第8~9章介绍数据库管理系统为实现数据一致性提供的事务并发控制,为实现数据安全性提供的身份认证、授权控制和数据恢复功能等;第10~13章介绍一个案例应用系统的设计,及其所涉及的程序设计思想和语言、应用界面程序设计和数据访问技术等。

本书适合作为高等学校信息技术或信息系统及其相关专业信息管理或数据库系统课程的教材;也可作为从事信息应用系统开发,以及信息系统管理与维护人员的参考书。

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

信息系统技术基础及应用/宋金玉等编著.--北京:清华大学出版社,2015

计算机科学与技术规划教材·信息系统方向

ISBN 978-7-302-39711-3

I. ①信… II. ①宋… III. ①信息系统—信息技术—高等学校—教材 IV. ①G202

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第062391号



责任编辑:张瑞庆

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

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:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.25 字 数:592千字

版 次:2015年5月第1版 印 次:2015年5月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:44.50元

产品编号:063001-01

目前,计算机信息系统在国民经济、科技文化和国防建设等领域得到了广泛应用,信息系统相关基础技术也成为各专业技术领域中技术和管理人员必须具备的基础。

信息是一个复杂的概念,信息技术有庞大的体系,信息技术的综合可生成各种各样具体应用的信息系统,各种信息系统的目的、功能、类型和规模千差万别,所采用的信息技术也各有侧重。本书的编写以教育部高等学校教学指导委员会编制的《高等学校计算机科学与技术专业公共核心知识体系与课程》和《高等学校计算机基础核心课程教学实施方案》为指导,提炼信息系统技术的基础知识,以军事信息系统为实例,帮助学生理解抽象的信息、信息技术和信息系统等概念,以构建一个小型的信息系统为工程技术目标,以掌握一门具体的信息管理技术为学习手段,夯实其信息系统的相关工程技术基本知识,帮助学生具备构建信息系统的基本技能,提高信息管理能力。以此触类旁通,培养学生运用和构建各类信息系统的信息素养。

由于信息系统和信息技术专业方向的人才致力于信息系统相关组织的运行过程中的信息源的获得、配置与管理,利用软件产品(尤其是数据库管理系统)开发为组织提供信息的系统等,因此本书在介绍信息、信息技术和信息系统等相关概念后,以信息管理的主要技术——数据库技术——作为信息系统技术基础的主要内容。掌握数据库技术的基本理论、基本设计方法,以及数据库管理系统中的相关实现技术,并将其应用在实际的信息系统中,对于把握各领域计算机信息系统和装备制造系统控制软件设计中的共性问题,进一步提高计算机应用的能力和水平等,都具有重要的意义。

本书共 13 章内容,可分为如下 4 个部分。

第 1 部分包括 2 章(第 1~2 章)。介绍信息、信息技术和信息系统的概念,以及这些概念在军事上的体现;介绍信息系统的开发过程与方法,以及应用软件的一般架构等。

第 2 部分包括 5 章(第 3~7 章)。为帮助学生进一步了解信息系统的开发方法与技术,以信息系统中数据库的设计为主线,介绍数据库设计各阶段所涉及的理论与方法,包括数据库管理技术、数据库设计的方法与步骤、关系数据模型、关系数据库的逻辑结构设计、数据存储及物理设计等。

第 3 部分包括 2 章(第 8~9 章)。介绍数据库管理系统为实现数据一致性提供的事务并发控制,为实现数据安全性提供的身份认证、授权控制和数据恢复功能,帮助学生了解信息系统为保障信息完整性和安全性所采用的技术思想。

第 4 部分包括 4 章(第 10~13 章)。以构建一个小型信息管理系统为目标,帮助学生进一步了解信息系统的基本开发过程,掌握数据库设计和应用软件设计的一般方法和技术。

并介绍实现该案例系统所涉及的程序设计思想和语言、应用界面程序设计以及数据访问技术。

宋金玉编写了第1章和第3~9章,并对全书进行了统稿和审校,赵水宁编写了第2章,刘斌编写了第10章,赵成编写了第11章,廖湘琳负责编写了第12~13章。中国人民解放军理工大学给予了大力的支持和保障,也得到许多专家和同事的指导与帮助,在此一并表示感谢!

由于作者才学有限,书中不足和疏漏之处望相关专家批评指正,并请老师和学生在使用过程中多提宝贵意见,我们将不胜感激。可将您的宝贵意见反馈到 sjyhello@163.com。

作 者

2015年3月于中国人民解放军理工大学

F O R E W O R D

第 1 章 信息与信息技术	/1
1.1 信息	/1
1.1.1 信息的概念	/1
1.1.2 信息的分类	/4
1.1.3 信息的性质	/5
1.1.4 信息的特征	/7
1.1.5 数据与信息	/8
1.1.6 信息的度量	/9
1.2 信息科学与信息技术	/10
1.2.1 信息科学的概念	/10
1.2.2 信息技术的定义与内涵	/13
1.2.3 信息技术体系	/14
1.3 信息系统	/15
1.3.1 系统科学基础	/16
1.3.2 信息系统的基本概念	/17
1.3.3 信息系统的产生、发展和应用	/18
1.3.4 信息系统的组成	/21
1.3.5 信息系统的结构	/23
1.3.6 信息系统技术体系	/27
1.4 军事信息技术与系统	/28
1.4.1 军事信息	/28
1.4.2 军事信息技术	/29
1.4.3 军事信息系统	/30
1.4.4 军事指挥控制系统	/32
1.5 小结	/38
习题	/39
第 2 章 信息系统开发	/40
2.1 信息系统生命周期	/40
2.1.1 系统定义	/40
2.1.2 可行性研究	/40
2.1.3 需求分析	/41
2.1.4 系统设计	/43

2.1.5	编码	/43
2.1.6	测试	/43
2.1.7	系统维护与评价	/45
2.2	信息系统开发过程与过程模型	/46
2.2.1	瀑布模型	/46
2.2.2	快速原型模型	/48
2.2.3	喷泉模型	/49
2.3	信息系统开发方法	/50
2.3.1	结构化开发方法	/50
2.3.2	面向对象的开发方法	/61
2.4	应用软件架构	/62
2.4.1	三层架构	/62
2.4.2	三层架构的实施	/64
2.5	系统质量管理与评估	/65
2.6	案例信息系统开发简介	/67
2.7	小结	/69
	习题	/69
第3章	数据管理技术	/70
3.1	数据管理技术的发展	/70
3.2	数据库的基本概念	/73
3.2.1	数据库	/73
3.2.2	数据库管理系统	/77
3.2.3	数据库系统	/78
3.3	数据库系统体系结构	/80
3.3.1	数据库系统的三级模式结构	/80
3.3.2	两级映射与数据独立性	/84
3.3.3	数据库管理系统的模块组成	/86
3.4	小结	/88
	习题	/88
第4章	数据库设计	/91
4.1	数据库设计概述	/91

4.1.1	数据库设计的内容	/91
4.1.2	数据库设计的方法	/91
4.1.3	数据库设计的阶段	/92
4.2	需求分析	/94
4.2.1	需求分析的任务	/94
4.2.2	需求分析的方法	/94
4.2.3	数据字典	/97
4.3	概念结构设计	/98
4.3.1	概念模型的概念	/99
4.3.2	E-R 模型	/101
4.3.3	概念模型设计方法	/102
4.4	逻辑结构设计	/105
4.5	物理设计	/105
4.6	数据库的实施与维护	/108
4.6.1	数据库数据的载入	/108
4.6.2	数据库的运行和维护	/108
4.7	小结	/109
	习题	/110
第 5 章	关系数据模型	/112
5.1	数据模型	/112
5.1.1	数据模型的组成要素	/112
5.1.2	数据模型的种类	/113
5.2	关系模型概述	/113
5.2.1	关系的数据结构	/114
5.2.2	关系的完整性约束	/119
5.2.3	关系操作	/121
5.3	关系代数	/121
5.3.1	传统的集合运算	/122
5.3.2	专门的关系运算	/123
5.3.3	用关系代数表达式实现关系 操作	/128
5.4	关系数据库标准查询语言 SQL	/129

5.4.1	SQL 语言概述	/130
5.4.2	数据定义	/132
5.4.3	数据查询	/137
5.4.4	数据更新	/155
5.4.5	触发器	/160
5.4.6	视图	/164
5.5	小结	/171
	习题	/172
第 6 章	数据库逻辑结构设计	/180
6.1	关系模式的设计问题	/180
6.2	关系模式的规范化	/181
6.2.1	函数依赖	/181
6.2.2	基于函数依赖的范式	/183
6.2.3	关系模式的规范化	/188
6.3	关系模式设计	/190
6.3.1	E-R 图向关系模型的转换	/190
6.3.2	数据模式的优化	/193
6.3.3	用户外模式的设计	/193
6.4	小结	/194
	习题	/195
第 7 章	数据的组织与存储	/198
7.1	数据库存储管理的数据	/198
7.2	数据库存储	/201
7.2.1	存储介质	/201
7.2.2	数据库存储文件	/202
7.2.3	数据库创建和管理	/202
7.3	存储优化	/205
7.3.1	文件组	/205
7.3.2	分区	/207
7.3.3	索引	/208
7.4	数据库的物理设计	/217

7.5 小结	/219
习题	/219
第8章 数据一致性与事务并发控制	/221
8.1 数据不一致性问题	/221
8.2 事务的概念	/223
8.2.1 事务的定义	/223
8.2.2 事务的 ACID 特性	/225
8.3 并发控制	/226
8.3.1 事务的调度	/226
8.3.2 非串行调度可串行化	/228
8.3.3 封锁技术	/228
8.3.4 死锁问题	/232
8.3.5 封锁粒度	/234
8.3.6 事务的隔离级别	/238
8.4 小结	/241
习题	/241
第9章 数据恢复和数据安全	/243
9.1 故障	/244
9.1.1 故障类型	/244
9.1.2 故障导致的错误状态	/244
9.2 数据库恢复	/245
9.2.1 恢复的实现技术	/245
9.2.2 恢复的策略	/249
9.3 DBMS 的安全性控制	/254
9.3.1 身份认证	/254
9.3.2 访问控制	/256
9.3.3 数据库加密	/256
9.4 DBMS 的授权控制	/257
9.4.1 自主访问控制	/257
9.4.2 基于角色的授权	/260
9.4.3 视图的授权	/260

9.5	小结	/263
	习题	/263
第 10 章	面向对象程序设计——C# 语言	/265
10.1	C# 语言特点	/265
10.2	C# 控制台应用程序	/266
10.3	面向对象程序设计的基本概念	/268
	10.3.1 类的基本概念	/268
	10.3.2 类成员的存取控制	/269
	10.3.3 对象的基本概念	/270
	10.3.4 类的构造函数和析构函数	/270
	10.3.5 构造函数的重载	/271
	10.3.6 面向对象程序设计完整 示例	/271
10.4	C# 的数据类型	/272
	10.4.1 值类型和引用类型的区别	/272
	10.4.2 值类型变量	/273
	10.4.3 引用类型	/276
	10.4.4 类型转换	/279
10.5	C# 的运算符	/280
	10.5.1 运算符分类	/280
	10.5.2 测试运算符 is	/281
	10.5.3 typeof 运算符	/281
	10.5.4 溢出检查操作符 checked 和 unchecked	/282
	10.5.5 new 运算符	/283
	10.5.6 运算符的优先级	/283
10.6	C# 的程序控制语句	/283
	10.6.1 C# 和 C 语言的不同点	/283
	10.6.2 foreach 语句	/284
	10.6.3 异常语句	/285
	10.6.4 名字空间	/286
10.7	面向对象程序设计基础	/287

10.7.1	类的继承	/287
10.7.2	类的成员	/289
10.7.3	类的字段和属性	/290
10.7.4	类的方法	/292
10.7.5	类的多态性	/297
10.7.6	接口	/299
10.8	小结	/301
	习题	/302
第 11 章	Windows 窗体程序	/303
11.1	Windows 窗体的基本概念	/303
11.1.1	Windows Forms 程序的基本 结构	/303
11.1.2	WinForm 程序的代码结构	/304
11.2	WinForm 中的常用控件	/306
11.2.1	简介	/306
11.2.2	基本控件的使用	/306
11.3	多文档界面处理	/312
11.4	Windows 高级控件	/315
11.4.1	ListView 控件	/315
11.4.2	TreeView 控件	/318
11.5	小结	/323
	习题	/323
第 12 章	ADO.NET 数据访问技术	/324
12.1	ADO.NET 的起源	/324
12.1.1	OLE DB	/324
12.1.2	ADO	/325
12.1.3	ADO.NET	/325
12.2	ADO.NET 的对象模型	/325
12.2.1	数据提供程序	/325
12.2.2	数据集	/327
12.3	ADO.NET 的数据访问	/327

12.3.1	连接保持模式	/327
12.3.2	无连接保持模式	/330
12.4	小结	/331
	习题	/333
第 13 章	案例应用系统设计	/334
13.1	案例系统背景介绍	/334
13.2	数据库设计	/335
13.2.1	调查研究与可行性分析	/335
13.2.2	数据需求分析	/335
13.2.3	概念结构设计	/339
13.2.4	逻辑结构设计	/340
13.2.5	物理设计	/341
13.2.6	数据库的实施与维护	/344
13.3	应用程序设计	/348
13.3.1	系统规划和可行性分析	/349
13.3.2	需求分析	/349
13.3.3	系统设计	/351
13.3.4	实现与测试	/357
13.3.5	运行与维护	/373
13.4	小结	/374
	习题	/374
参考文献	/375

第 1 章 信息与信息技术

人类出现伊始就一直在不停地同信息打交道。人类在进化过程中所形成的感觉器官、语言器官、神经系统和思维器官等,就是专门为了同信息打交道而造就的,用感觉器官来获取信息,用神经系统把信息传给大脑进行处理和加工,再由语言器官等把加工出来的信息发送出去。人类不但通过自己天生的这些信息器官来同信息打交道,而且还在长期的实践中创造了许多方法,发明了许多技术来延长、增强和扩展自己天生信息器官的功能。例如,蚩尤同黄帝作战,利用大雾来掩蔽信息;黄帝发明指南车,增强了识别方向信息的能力;烽火告警,使传递信息的速度大大加快;后来,又创造了文字,发明了纸张和印刷术,扩展了人脑存储信息的功能,等等。

长期以来,人们就是这样时时刻刻生活在信息的海洋中,时时刻刻在利用着信息,却不知道信息为何物,更没有自觉地意识到信息是和物质、能量相并列的一种战略资源。

社会发展到近代,生产力的不断发展使生产的深度和广度出现了重大的飞跃,人类活动的领域越来越深入、越来越宽广。与此相适应的是,人类的行动器官功能和体力功能得到了极大的扩展和增强,能够较好地满足社会实践的需要:借助于飞机轮船,人们能够登天入海,日行万里;借助机械和爆破,人们能够移山填海,无坚不摧。然而,相形之下,人类的信息功能却基本上还是靠天生的“肉眼凡脑”,没有得到有效的延伸和扩展,根本无法满足越来越深入、越来越宽广的社会实践对于人类信息器官的功能提出的极为严峻的要求,成为社会生产进一步发展最为严重的技术障碍,成为矛盾的焦点。

电子计算机的诞生,首先拉开了当代信息技术革命的帷幕,开辟了用机器代替人类脑力劳动、扩展人类智能的新时代,造就了以信息技术革命为中心的社会变革。计算机的发展和应用,不仅已成为推动信息技术革命的主要动力,而且日益成为现代社会的重要支柱和社会信息化的重要基础。

1.1 信 息

信息与物质、能量并称为人类可利用的三大战略资源,对信息概念和本质把握得越准确,对信息认识得越透彻,人类就越能充分、合理、有效地利用宝贵的信息资源。

1.1.1 信息的概念

从通俗意义上讲,信息是指人们得到的消息,即原来不知道的知识。实际上,不仅人类能接受信息,其他生物也能接受信息,非生物也都受到信息的作用,只是在不同领域中通常不称其为信息,而称为刺激、激励或影响因素等。

在日常生活中,信息经常与消息、情报、信号、资料、数据、指令、程序等相互交错,与知识、经验、陈述等密切相关,但又不能相互等同。

对信息概念的讨论由来已久,人们从哲学、应用、技术等不同层次对信息的定义与本质

进行探讨。

关于什么是“信息”，控制论的奠基人维纳(N. Wiener)曾经指出：信息就是信息，不是物质也不是能量。信息论的创始人香农(C. E. Shannon)则认为：信息是用来消除观察者认识上不确定性的东西。此外，还有其他种种不同的信息定义。人们之所以对信息提出了数以百计的不同定义，主要原因就是信息是一个复杂的概念，不同的人局限于不同历史时期的科学发展水平、出于不同的需求、从不同的层次和不同的角度来考察信息，因而得出了不同的认识。例如，哲学家说，信息就是认识论；数学家说，信息就是概率论；物理学家说，信息就是熵；通信专家说，信息是解除不确定度。这就是说，对信息还没有形成一个统一的、完整的、公认的理论。其中，以香农信息论为基础的信息定义具有较大影响。

1948—1949年，美国数学家、贝尔实验室的香农(Claude Shannon, 1916—2001)连续发表了“通信的数学理论”(A Mathematical Theory of Communication)和“噪声中的通信”两篇论文，从理论上阐述了信源、信宿、信道以及编码等有关通信方面的一些基本问题，创立了通信系统模型，建立了信息量的度量公式，提出了信道的信息容量、信道中以最大速率传输最大信息量的基本途径、信息源的信息表达以及信息编译等。

在香农的通信系统模型中，把许多通信机构和过程归纳为由信源、编码、信道、噪声、译码和信宿组成的一个信息发送、传递、处理和接受的系统。通信是消息的传递过程，即能彼时、彼地、精确地或近似地复现原信号。通信又是一种从不确定到确定的过程，对接受者来说，通信前消息存在不确定性，收到消息后，不确定性部分或全部排除了，收信者就获得了信息。信源是产生消息的源，消息可以是语音、文字和图像等，可以是连续的，也可以是离散的，但都是随机的，即事先不可能知道它们的确切内容，否则通信就没有意义了。编码是把消息变换成适合信道传送的信号，即把语音、文字和图像等能够为人们所感知的物理现象变换成各种电信号，其以提高信息传输的效率为目的。信道是信号传递的通道或媒质，可以是架空明线、电缆、光缆，也可以是通过电离层反射实现信号的传输，常用的磁带、磁盘、光盘和书籍等都可看成信道。由于信号在信道中传输时，不可避免地会受到干扰，信息通过信道传输到目的地后，得到的是信号和各种噪声的混合物，译码就是从这些混合物中尽可能无误地将信号提取出来，还原成消息，最后送到信宿，即人、计算机或机器等。

香农对信息的定义、量化进行了分析，认为所有通信信息可以编码为通用的二进制语言(比特)传输、接受、处理，并引入热力学中的熵概念，给出了熵与信源的输入、输出函数关系，把熵看作信源内含有信息量的度量。香农还把统计论、概率论的观点引入通信理论，重新定义了信息和信息量，认为信息就是负熵，是系统组织程度和有序程度的标记。这是人类历史上第一次对信息的科学定义。

但是随着科学与社会的飞速发展，以及香农信息论的广泛应用，一些新的问题不断地被提出来，也逐步暴露出香农信息论的局限性。不少人认为，香农的信息论只能算是通信理论，所解决的是利用数理统计方法解决通信过程中的技术问题，对信息的含义、真实性、效用等并没有系统阐述，不具有普适的认识论和方法论意义。现代信息科学的发展，正为解决信息的语义和效用问题进行着积极的探索。

如果能从本体论层次和认识论层次上来把握信息的内涵，准确地理解不同层次的信息定义，然后阐明不同层次信息定义之间的联系与区别，那么可以更全面而深刻地认识信息的本质。

从理论研究的意义上说,本体论层次的信息定义是最基本的,因为本体论层次没有任何约束条件,可以在没有任何其他因素的干扰下揭示事物信息的实质。但是,从实际应用的观点来看,认识论层次的信息定义是最有用的,因为不仅考虑了客体因素,而且考虑了主体的因素,更适合于实际应用的需要。

1. 本体论层次

本体论层次的信息定义:事物的信息就是事物的运动状态及其变化方式。

这里,“事物”是外部世界的实在客体和主观世界的精神现象的泛称;“运动”泛指一切意义上的变化,包括机械、物理、化学、生物、思维和社会运动等一切意义上的变化。“运动状态”是指事物内部结构及其外部联系在一段时间内相对稳定的空间结构和行为。“变化方式”是指事物运动状态随时间而变化的式样和规律,例如日出、月落、花谢、鸟啼以及气温的高低变化等都是信息。作为一种“纯客观”的概念,信息与人们主观上是否感觉到它的存在没有关系。

2. 认识论层次

认识论层次的信息定义:信息就是指主体所感受或所表述的事物运动的状态及其变化方式,包括状态及其变化方式的形式、含义和效用。

我国古代有“周幽王烽火戏诸侯”和“梁红玉击鼓战金山”的典故。这里的“烽火”和“鼓声”都代表了能为特定接收者所能理解的军情,因而可称之为“信息”;公元前巴比伦和阿亚利亚等地广泛使用的楔形文字,很长时间里人们都无法读懂,那时候还不能说它是“信息”;后来,经过许多语言学家的努力,它能被人们理解了,于是它就成了信息。鸟语是鸟类的信息,而对人类来说也算不上是“信息”。在数字通信信道上传送的以及在交换、存储系统中进进出出的由“0”和“1”组成的抽象数据流,都具有一定的意义,人们称它为“数字信息”。

比较上述两个层次的信息定义可以发现,两者所关心的内容是相同的,都是“事物运动的状态及其变化方式”,因此,两个层次的信息定义是相通的。不同之处仅仅在于,本体论层次的信息定义不受任何条件的限制,因而适用范围最广,认识论层次的信息定义则引入了一个约束条件——作为观察者的“主体”,即观察和利用信息的人、生物或机器系统,因此,认识论层次的信息必须考虑认识主体,而且必须站在主体的立场来研究问题。

认识论层次的信息又分为两类,其中“主体所感受的事物运动的状态及其变化方式”是主体从外部世界所接收到的关于该事物的信息,即外部世界向主体输入的信息;而“主体所表述的事物运动的状态及其变化方式”则是主体所发出的关于该事物的信息,即主体向外部世界输出的信息。

既然人类作为认识主体感知到的信息永远只能是认识论层次的信息,那么提出最高层次的本体论信息概念究竟有什么实际意义呢?我们认为,提出本体论层次的信息至少在下述两个方面具有重要的理论意义:一方面,它指出了信息的客观性、普遍性和绝对性,信息作为一种战略资源,如同物质和能量一样,是不以人的意志为转移的客观存在。另一方面,如同人类在无限的时空中对客观规律的认识过程是无限的,只能无限接近但永远不可能穷尽宇宙的真谛一样,人类对“客观事物运动的状态及其变化方式”的感知和认识也是一个无限的过程,永远不可能穷尽本体论层次的信息。但是,人类在认识世界和改造世界的无限循环中,通过不断地克服自身的局限性、提高自己的感知和理解能力、改善观察的外部条件、消除外部条件造成的种种偏差,使自己对客观对象的感知认识逐渐,并无限地趋近于本体论层

次的信息,才能更好地认识和改造世界。

1.1.2 信息的分类

为了对各种信息分门别类地进行描述和处理,以便更有效地利用信息,需要对信息进行分类。同其他事物一样,信息也有许多不同的分类准则和方法。举例如下。

(1) 信息按其性质可分为语法信息、语义信息和语用信息。

由于引入了作为观察者的“主体”,认识论层次的信息概念就具有了更丰富的内涵。具体来说,由于主体具有观察能力,因此主体将首先关心或注意到“事物运动状态及其变化方式”的形式,这就是“语法信息”。同时,由于主体具有理解能力,因此主体也必然会关心“事物运动状态及其变化方式”的逻辑含义,这就是“语义信息”。正常的主体还具有目的性和评价能力,因此主体必然最终要关心“事物运动状态及其变化方式”对其目的的效用,这就是“语用信息”。

一般来说,“语法信息”是纯客观的,就事物的运动状态及方式的形式方面来考虑,无论谁观察都是一样的。“语义信息”则不然,它与观察者的知识背景有关,能够理解事物的运动状态及方式的观察者才能从中得到相应的语义信息,而其他观察者就得不到。至于“语用信息”,主体因素的影响就更强烈,同样一种运动状态和方式,对于不同观察者的效用可能大相径庭。所以,认识论层次的信息概念与认识主体密切相关。只有在感知了事物运动状态及其变化的形式、理解了它的含义、判明了它的效用之后,才是真正掌握了该事物认识论层次的信息,才能做出正确的决策。因此,语法、语义、语用信息乃是认识论层次信息概念的三位一体,称为“全信息”。

香农信息论或统计理论就是基于概率型语法信息的信息理论。语法信息在传递和处理过程中永不增值。信息可以无限地复制和处理,为多方所共享,但是在复制、传递或其他处理的过程中,其语法信息将永远不会增加,还会因为噪声等干扰造成复制、传递和处理的误差,使得语法信息量有所减少(称为信息损失)。尽管香农信息论在解决通信工程问题方面做出了杰出的贡献,但是,香农的信息论排除了语义和语用的因素,还只是一种狭义的信息理论。对于信息科学来说,特别强调认识论层次信息(全信息)概念的重要意义。全信息及其理论是整个信息科学理论的基石。

(2) 信息按观察的过程可分为实在信息、先验信息和实得信息。

由于引入了主体、主体的观察过程以及主体与客体之间的关系,认识论层次信息还衍生出“实在信息”、“先验信息”和“实得信息”这样一组相当有用的概念。

“实在信息”是指事物实际所具有的信息。它是事物本身所固有的一个特征量,只取决于事物本身的运动状态及其变化方式,而与主体因素无关。

主体关于事物的“先验信息”是指主体在实际观察之前已经了解到的该事物运动的状态及其变化方式,它既与事物本身有关,又与主体的主观因素有关。

主体关于事物的“实得信息”是指主体在具体观察过程中实际观察到的该事物运动的状态及方式,它不仅与事物本身有关,而且与主体的观察能力及观察条件有关。

实得信息、实在信息和先验信息三者之间的关系,在理想条件下可用下式表示:

主体 R 关于事物 X 的实得信息量 = X 的实在信息量 - R 关于 X 的先验信息量

(3) 信息按其地位可分为客观信息(观察对象的初始信息、经观察者干预之后的效果信