

●汪冰

关于信息与信息科学

——《信息科学》评介

摘要 美国学者 David Luenberger 的《信息科学》一书是 21 世纪初一部重要的信息科学著作。全书共 5 大部分 22 章,装帧考究、内容丰富、结构严谨。全书的总体框架与结构基于信息的 5 个“E”:Entropy(熵)、Economics(经济学)、Encryption(加密)、Extraction(抽取)、Emission(发射)。这 5 个“E”不仅是本书 5 大部分的标题,而且在各自属下的章节中得到发挥和展开。本书存在对信息检索论述过于简单,对信息用户的关注不足等缺点。参考文献 13。

关键词 信息 信息科学 信息检索 书评

分类号 G256.4

ABSTRACT David G. Luenberger's *Information Science* is an important work in information science in the early twenty-first century. The overall framework and structure are based on five E's of information: Entropy, Economics, Encryption, Extraction and Emission. They are not only the titles of the chapters, but are also elaborated in respective chapters. However, the part on information retrieval is too simple, and the author didn't pay sufficient attention to information users. 13 refs.

KEY WORDS Information. Information science. Information retrieval. Book review.

CLASS NUMBER G256.4

2006 年,美国斯坦福大学管理科学与工程系的知名学者 David Luenberger 教授出版了《信息科学》(Information Science)一书。这本信息科学与信息研究领域的重要著作,是在作者多年来为该校本科生二年级以上和硕士生开设的同名课程的基础上完成的。全书共 5 大部分 22 章,不仅装帧考究,而且内容丰富,结构严谨,堪称教科书之典范。该书一俟出版即获广泛肯定,被评为美国出版商协会 2006 年度计算机与信息科学类最佳专业/学术著作。通读本书之后笔者留下了深刻的印象,在这里对其做些初步的评介。

1 关于信息概念的界定

信息一词在中国大约最早出现于 1100 多年前的晚唐。大诗人杜牧(803~852)在其诗作《寄远》中写道“塞外音书无信息,道傍车马起尘埃”,而略晚一些时候五代十国时的南唐诗人李中在律诗《暮春怀故人》中更是留下了“梦断美人沉信息,目穿长路倚楼台”的佳句。他们大概是最早在汉语中使用信息一词的人。英文中的 Information 也是一个相当古老的词语。根据 Schement 的研究^[1],Information 一词大约在 1372~1386 年间就出现在英国作家乔叟的有关作品中。莎士比亚在其作品《考利欧雷诺斯》(Coriona-

lus)的第四幕中也使用了信息一词。

人们可能会认为,如果一个英文词语拥有 600 余年的使用历史,历经涤炼和变迁,大约会使其意义“尘埃落定”从而达成一致性的理解。事实情况并非如此。1984 年,C. E. Shannon 发表了著名的“通信的数学理论”,此后几十年里,随着各种被称为信息现象渐次成为人类研究与探索的对象,信息这个词语的含义就愈发地复杂起来:它被人们用以刻划物理组织的测度(或熵的减少),或者一种物理属性,或者能够影响其他模式形成与变形的模式,或信源与信宿之间的一种通信模式,或控制和反馈的一种形式,或一条讯息经由某个信道得以传输的概率,或一种认知状态的内容,或一种语言形式的含义,或某种知识结构的改变,或者记录和文献,或者某种不确定性的减少。可以说,“信息这个概念因为变化多端而已经变得臭名昭著”^[2]。

什么是信息?1999 年美国图书馆信息科学界名家 T. Saracevic 在回顾 20 世纪信息科学发展历程的时候,曾以些许遗憾又无奈的笔触写道:“在科学的意义上,对此问题的答案是‘我们不知道’”^[3]。2005 年,在中国学者李喜先主编的《21 世纪 100 个交叉学科难题》一书中,“信息是什么”被列为第 88 号难题榜上有名^[4]。结合历史与现实,看来“给信息下定义

是极其困难的,也许要经历几代人的努力”^[5]。

在《信息科学》一书中,Luenberger 充分意识到信息在当代社会的无所不在,但也承认“信息作为一个研究对象和主题是如此巨大,想以简单明了的陈述来充分界定它的各个方面是不可能的”。因而他的态度是:“可能更有成效的做法是对术语持一种粗略的理解,而后对该主题中重要和感兴趣的某些层面展开严肃认真的探讨”^[6]。基于这种理念,作者并不令人意外地回避了直接定义“什么是信息”这一难题,而是从信息的五个一般性的特征方面入手,构建了自己的理论体系和对信息的阐释。他把全书的总体框架与结构构建基于信息的5个“E”:Entropy(熵),Economics(经济学),Encryption(加密),Extraction(抽取),Emission(发射)。

尽管作者指出定义信息的巨大困难,本书第2章标题却为“信息定义”。这似乎前后矛盾,但细读之下原来这一章是用简单的数学语言描述和交代一些最基本的术语和概念,包括信息、熵、信源及其组合、比特等。Luenberger 对于信息的描述可以说完全继承自 Shannon,比如他指出“不同寻常且不易预测到的讯息,比那些在被收到之前已被认定可能出现的讯息,要承载更多的信息……可以通过考虑各种可能讯息的概率来对信息进行量化。低概率的讯息比高概率的能代表更多的信息。”任何对 Shannon 信息论稍有熟悉的人,都会马上识别出这些源自 Shannon 的观点。Luenberger 不仅在理论上与 Shannon 信息论一脉相承,而且在科学方法上也受之影响甚深。在处理复杂问题时,Shannon 很擅长首先去除细枝末节,将复杂问题简化为简单本质,分而治之之后再将子问题的答案组合起来,从而形成原始问题的有效解决方案。Luenberger 对之推崇有加,不仅介绍了 Shannon 的科学方法,希望读者能用心揣摩,而且在介绍信息论及其影响的过程中,活灵活现地引领读者感受着 Shannon 是如何解决复杂的信号通信问题的。在这一过程中,Luenberger 表现出了高超的语言驾驭能力,不仅行文流畅,而且准确到位。

Luenberger 和 Saracevic 对于定义信息的态度是相似的。Saracevic 认为,作为一种基本现象的信息,和物理学中的能量或重力、生物学中的生命等现象一样,我们都“无法回答它们是什么”,但这并不妨碍我们探索信息的表征(manifestations)、行为(behaviors)和效应(effects),信息科学可以沿着这些维度对信息进行研究,帮助我们更深入和正式地理解与解释信息

是什么^[3]。信息定义本身并无对错之分。人们可以自由地按照自己喜欢的方式来定义术语,但这些定义在现实中或许会遇到麻烦。儿童们做游戏的时候可以把椅子定义成桌子,只要孩子们记得这点并遵守自己的约定,而且不在与外界交流时使用自己的约定,一切都没有问题。同样的道理也适用于对歧义性甚强的信息的理论探讨,能否自始至终遵守自己的约定,并围绕自己对概念的理解展开理论,是一部理论著作能否有说服力和生命力的关键之一。

2 关于信息科学的内涵

信息科学的内涵,实际上就是什么是信息科学的问题。这也是一个争议较大的问题。笔者这里只结合《信息科学》一书的内容发表一些感想和评论。Luenberger 归纳的信息五个“E”可以算作是对信息所作的范畴化努力,更是对信息科学研究内涵的理解。这5个“E”不仅是本书5大部分的标题,而且在各自属下的章节中得到发挥和展开。

第一部分“熵:信息之基础”。这一部分对有关编码的 Shannon 第一定理和有关信道容量的 Shannon 第二定理进行了详细介绍。Luenberger 认为比特和字节、编码和错误、信道容量与压缩等方面构成了信息的微观表征。而熵的概念为这类微观问题提供了分析基础。相对于微观方面,还存在着信息的宏观表征,Luenberger 称之为信息产品与服务,宏观方面的问题构成了第二部分的研究内容。

第二部分“经济学:价值之策略”。这一部分利用了很多微观经济学的理论和方法,研究了与信息相关的诸多问题,如需求、生产者、社会剩余、竞争、边际成本价格之优化、版权和垄断以及寡头等等。作者还将信息性与广义熵(Generalized Entropy,即 GE 指数)以及决策过程等联系起来,进而探讨信息的价值。信息经济学近 20 年来发展迅速,日益引人注目,如 1994 年和 1996 年的诺贝尔经济学奖均授予了信息经济学方面的学者。Luenberger 虽然并不专长于信息经济学,但他在微观经济学方面素有深入研究,著有《微观经济理论》这一经典著作,以基本经济理论提供的框架研究信息产品与服务在他也是自然而然的事情。

第三部分“加密:通过数学获得安全”。这部分对于加密在人类社会中的重要作用进行了描述和历史溯源,在介绍 DES(数据加密标准)和 AES(高级加密标准)之后,从技术的角度阐释了如何运用加密技

术来弄乱电话讯息,或者对 Internet 通信进行加密,以及如何对智能信用卡和数字货币交易采取安全防范措施等等。

第四部分“抽取:来自于数据的信息”。这部分基本上是计算机科学或信息系统引论性质的内容,如数据结构一章和数据库系统一章介绍的内容都会出现在任何一个计算机科学系“数据结构”和“数据库系统”课程的内容中。虽然本书这两章并无太多创见,但也中规中矩,描述清楚,繁简得当,作为入门性材料确也相宜。

在这一部分笔者最关注的是信息检索这一章,恐怕这也是图书馆信息科学界所认知的“信息科学家”们所熟悉的部分。本章的内容包括倒排文档、标引策略、倒排文档压缩、查询、排序方法和网络排序等。这些方面固然重要,但显然遗漏了很多重要议题,如布尔模型检索、向量空间检索、检索评价、相关性反馈与查询扩展、XML 检索、概率信息检索、信息检索语言模型与跨语种检索、聚类、Web 搜寻、Web 爬行与索引以及链接分析等。虽然本书主要涉及信息检索基础,但也应该适当地对以上方面有所交代。

第五部分“发射:控制频率”。频率的概念在几乎所有形式的电子与光学通信中都扮演着重要角色。与频率相关的概念尽管今天看来相当清楚和简单,但一开始的时候是相当的神秘和令人捉摸不定。人们对于它的发现和理解经历了相当长的一段时间,而强调对这段历史的研究正是本部分的特色。作者对历史进行了简洁优雅的叙述,指出了关键人物的重大贡献发生的背景和具体内容,其行文流畅自然,让人触摸到整个通信技术发展的思想史,令人受教颇深。

以上叙述的是《信息科学》主要章节及其内容。表面上看五部分一定程度上可以彼此相互独立,但一直有一条若明若暗的线索贯穿着全书始终,即熵的概念。第2和第3章提供了展开全书理论所需要的概念、基本定理和背景知识,后面的许多章节都频繁地用到熵的概念和理论,信息价值、密码系统理论和抽样与容量这几章还设有专节讨论熵的具体应用。作者能够始终围绕自己对于信息的理解来搭建理论体系,是非常难能可贵的,也是本书具有相当强的理论内敛性的原因所在。

信息科学作为一个概念从诞生之日就具有歧义性。1955年英国信息科学家协会创始人 J. Farradane 曾明确提出用“信息科学”概念指称源于欧洲文献工作,而1959年美国宾夕法尼亚大学使用的“信息科

学”概念,指代的则是关于计算机方面的一组课程。虽然名称已有50年历史,但信息科学的内容一直界定不清,正如北京大学闫学杉先生所言“它时而指计算机科学家所说的信息,时而指文献学家所说的信息,有时又代表通讯科学家所说的信息。而真正的信息科学家所关注的信息,应该不是指任何个别信息领域里的特定信息,它应该反映着一切和信息有关领域里的信息现象,关怀着一切和信息有关领域里的信息问题”^[7]。他还认为信息研究的历史上至少有三种赞同这一分析判断和对三种信息科学的归纳。如果以此分类方式来衡量 Luenberger 对信息科学内涵的理解,应该将之归纳为哪一门类?从书名来看,作者的尝试似乎并不特定于任何一个具体领域。从内容来看,第一部分是对 Shannon 信息论及其基本概念的介绍;第五部分对于频率的探讨更是侧重于通信技术及其发展历程;第三和第四部分关注计算机、密码与信息安全方面;第二部分是个例外,从经济学角度以数学的语言研究信息产品与服务。因而,说本书涵盖“概率论信息科学”和“计算机信息科学”应该不会有什么争议。那么,Luenberger 是否涉及了所谓“图书馆信息科学”方面的内容?如果说“信息检索”所代表的知识是“图书馆信息科学”的核心内容之一,那么我们可以认为本书由于对信息检索也有所涉及,而至少不完整地探讨了图书馆信息科学。事实上,20世纪60年代计算机文献检索实验的进步与初步成就,曾极大地刺激了图书馆学家们的兴趣,他们也迅速地用“信息科学”这个概念来代表他们对文献信息检索的研究。在很长的一段时间内,信息检索等同于信息科学恐怕是不争的事实。另外,信息经济学虽然并不从属于图书馆信息科学,但对于信息现象的经济学研究在图书馆信息科学界的研究日程上占有重要地位,也取得了很多重要的成果。从这个角度来看,Luenberger 的信息科学体系实际上涵盖前述三种信息科学,是一次真正的试图建立统一信息科学的尝试。

3 关于信息科学与计算机科学的关系

既没有定义信息又没有明确什么是信息科学的 Luenberger,以信息的五个“E”建立了他的理论体系。显然该体系具有很强的面向计算机科学与通信领域的技术色彩。事实上,有一位评论者就曾指出“对于信息系统和计算机科学本科或研究生层次的学位计

划来说,这是一本非常好的导论性教科书”^[8]。这位评论者紧接着又指出:“这本书中的一些部分清晰地指明了在图书馆信息科学教育机构中应该开设的课程”^[8]。这就引出了一个有趣的话题:信息科学与计算机科学到底有着什么样的关系?信息检索在信息科学和计算机科学中有着什么样的地位?

Peter Denning 曾给出过一个被广泛引用的计算机科学定义:“计算机科学是系统研究关于描述和传输信息之算法过程的学科:包括理论、分析、设计、效率、实施和应用。所有计算的一个最基本的问题就是:‘什么可以被(高效地)自动化?’”^[9]。信息科学这边,美国《信息科学文摘》主编 D. T. Hawkins 也曾给出过一个典型定义:“信息科学是一个跨学科领域,它关注着处理知识传输的理论和实践以及技术、法律和产业等,也关注信息的来源、产生、组织、表达、处理、分发、传播交流与使用,以及信息用户在满足信息需求过程中的相互交流与行为”^[10]。我们仅仅从字面定义上就可以感受到这两个学科的不同。在信息检索方面享有国际声誉的 Saracevic(曾获得美国计算机协会信息检索方面 1997 年度的 Gerard Salton 奖),曾以 Denning 的上述定义为基础,指出计算机科学关心的是与信号或讯息意义上的信息相关的算法,而信息科学关注的是信息的本质以及信息如何为人类所利用,这里的信息不仅包括经过人类认知加工处理的讯息,也涉及情形、认为与手头问题等情境。计算机科学是关于符号操作的,而信息科学是面向内容的,符号操作是内容不可或缺的基础设施。他认为在这个意义上两个学科不是相互竞争的,而是互补的关系^[3]。

信息科学和计算机科学之关系的基础在于计算机与计算技术在信息检索中的应用,以及相关的产品、服务和网络。这种关系还涉及近年来发展迅速的、具有很强技术性的数字图书馆研究。从历史来看,自信息检索在 20 世纪 50 年代成为一个研究领域以来,最早且最有名望的一批研究者多来自计算机科学领域,如 Hans Peter Luhn, Gerard Salton, Karen Sparck Jones, C. J. van Rijsbergen 等。以他们为代表的一批计算机专业人员一直从事着与信息相关的研究与开发,并逐渐成为信息科学的领军人物。还有一批计算机专业人员虽然与信息科学的早期演化没有直接关系,但他们所探讨的信息问题与信息科学领域的研究非常相像,比如专家系统、基于知识的智能系统、超文本、人机交互等。近十几年兴起的数字图书

馆更是吸引了包括计算机科学在内的许多学科的人士。许多传统上一直为信息科学所探讨的问题,如信息表达、知识组织与链接、元信息、信息查询、搜索与检索、过滤、信息使用、质量、价值与影响,从用户和使用角度评价信息系统等,都得到计算机科学及其它学科程度不一的关注。其中最受瞩目的信息检索已经被某些计算机专业人士视为计算机科学的一个新领域。

计算机科学界又是如何认识这两个学科的关系?首先,他们很清楚“信息科学”概念在图书馆学院和计算机科学系都有使用的历史与传统。其次,他们倾向于认为自己研究的是计算的理论基础和高效数据结构与算法,关心的是围绕计算机机械之设计、实现和使用的活动(如计算机体系结构、操作系统、编译器、算法、逻辑、数据结构与编程语言等)。而信息科学作为应用科学是与信息技术及其应用相伴而生的,一般更关注数据,不仅包括数据库管理,也包括信息管理、数据质量、数据挖掘等^[11]。由于信息科学强调用户、人和界面,信息科学家看起来更像是社会科学家或商学院的学者,因为他们的工作重心在于分析数据和现有系统与过程,而并不强调系统的开发。数据存储、检索、使用与分析,通过数据挖掘和知识发现等手段对数据进行理解 and 意义构建,不仅是信息科学传统上关注的核心,近年来也日趋成为计算机科学界较为认同的对信息科学的理解。2000 年以来,美国一些大学计算机科学系下新设的、独立的信息科学学位,大都侧重于数据存储与管理、数据库、数据挖掘和 Internet 技术应用等(有些计算机系称数据库系统与管理为信息管理)。最后,不少计算机科学人士承认,虽然信息科学多被视为主要对信息的人和界面这些方面感兴趣,但很多由前图书馆信息科学学院改制而成的信息学院或信息科学学院,在所提供的学位课程的技术广度和深度方面,已经与计算机科学系的信息科学计划非常相似,甚至于模糊了信息科学本身与计算机科学的边界。比如, D. Kraft 曾调查了美国匹兹堡大学、密歇根大学、华盛顿大学、锡拉丘兹大学等校信息学院所提供的学位与课程,发现它们开设的课程包括数据库系统、人机交互、数字图书馆、生物信息学、多媒体系统、人工智能、分布式信息系统和网络、Web 信息系统、信息检索、项目管理、软件工程、数据与文件结构、计算机体系结构、编程与编程语言、信息处理、地理信息系统、信息技术分析与设计、电子商务、电信、信息资源等等。这些学院除了开设大量的

技术性课程外,还设有信息政策、信息伦理、信息经济学、知识产权、信息安全、隐私、信息构建等研究方向。Kraft 指出即便是计算机科学系也未必能全部涵盖上述的众多技术课程。他的结论是,计算机科学界和教育者必须正视信息科学,因为它作为一个学科已经取得了合情合理的地位^[11]。

从上文对于信息科学与计算机科学关系的讨论中可以看出,信息检索的研究在这两个学科的相互关系中占有重要的地位。信息检索是有着骄人成绩的领域,它所探讨的许多问题以及从中衍生的对象和现象,一直居于信息科学的核心。在笔者看来,任何一种研究信息科学的严肃专著,不管是源自于图书馆信息科学领域,还是站在计算机科学的立场,都应对这一领域进行繁简适宜的论述。但是,《信息科学》一书对信息检索的讨论过于简单,而且也不像作者探讨信息经济学和通信科学时那样得心应手,显示出作者在此方面的专业局限性,是为本书的一大不足之处。

20 世纪 90 年代中后期以来,信息检索的理念越来越多地渗透到计算机科学界的思维中,也获得了前所未有的关注,“似乎一夜之间,信息检索和其他技术一起站在了舞台的中心”^[12]。而这一切主要是拜 WWW 的发展和搜索引擎技术之进步所赐。信息检索被公认是搜索引擎技术之根,为之提供算法和数据结构基础。搜索引擎技术的巨大成功也一再证实着信息检索界关于“简单的查询和排序是在基本无结构的信息世界中存取信息的适宜技术”这种长久主张和信念的有效性。与此同时,笔者也感到,被前所未有的关注的信息检索,正在从不那么显赫的图书馆信息科学迅速走向信息科学之核心,但在今日,却有些踟躇了。技术导向、算法优先的计算机科学对信息检索领域从技术和算法角度做出了显著贡献,而图书馆信息科学却没有相应地在对人—系统—信息的探索中产生令人尊敬和有实用价值的成果,如果信息检索领域的主要进步是作为计算机科学的一个新分支而取得的,那么,好似被抽去了“脊梁”一般的图书馆信息科学,还能有什么令人信服的“硬核”?

4 关于信息科学对信息用户的关注

Luenberger 在《信息科学》一书中清楚地指明自己探索的是人类产生的信息,而非自然信息:“尽管人类产生和记录下来的信息数量非常巨大,但相较于大自然中的信息而言确是很少的……我们的兴趣在于人类产生的信息。这种信息经由各种方式得到存

储、利用和传输,并为人类的心智所吸收。”^[6]显然他认为人类产生的信息最终是要为人类心智所吸收和利用的,但遗憾的是,他尽管在理念上认识到这一点,却并没有对人和信息用户给予任何关注。这是本书的另一缺陷。用户(或者说是信息活动中的人)无疑应该出现在信息科学的理论图景中,而且应该占据着重要的地位。

对于信息用户的关注,或者说对于人的信息需要与查询行为的研究,在信息科学中有着悠久的历史,更是信息科学有别于计算机科学的一个核心特征。不管人们对于信息科学的理解分歧有多大,定义有多不一致,这个领域对于研究信息用户及其行为的重视从来就没有停止过,和心理学、认知科学等其它学科一道帮助人类了解自身的信息行为。近十年来,一个称为“人类信息行为”的子领域已经悄然而成,它试图从更一般性的角度探索人类在日常生活中、具体任务情境中和社会交往中的信息查询、搜索和使用方面的行为。这方面的研究是图书馆信息科学除了信息检索以外,理论成果最为丰硕的领域。比如,2005 年出版的《信息行为理论》一书,根据人们如何在不同情景中需要、查询、管理、给予和使用信息,总结出 72 种有一定影响的相关理论、模型或假说^[13]。

信息科学对于信息用户的关注除了“人类信息行为”的研究以外,还应包括研究人如何借助技术系统与信息进行交互作用。比如美国康奈尔大学 2002 年开创的“康奈尔信息科学”跨科学学位计划,即将视角放在计算机科学与社会科学彼此交叉重叠、又能互相促进的方面。他们秉承的理念继承自信息检索先驱 Gerard Salton 开创的“视用户与交互作用为信息存取之要素”的传统,以研究人和社会借助信息系统与信息的相互作用为己任,焦点在于系统及其使用,而并不是奠定这些系统之基础的计算与通信技术本身。该计划的师资来自于计算机科学、通信科学、科学学、认知心理学、运筹学、语言学、经济学、社会学和法学等学科,计划主任是计算机科学教授 William Y. Arms。该信息科学计划虽然有着很强的技术内核,但也同样重视信息系统所应用的文化、经济、历史、法律、政治以及社会情景,尤其是人在其中的作用。

Luenberger 无疑忽视了对信息用户及其与系统和信息交互作用的探讨。个中原因固然有其专业背景局限性,也与其观念和思想受 Shannon 影响甚深密不可分。虽然 Shannon 及其理论的影响非常之大,但我们也必须注意到内在于其理论和最简化的通信模

型中的局限性,如 Shannon 所说的信息完全不同于我们日常生活中使用的“信息”概念,不关心意义、内容、评价和秩序,将信息等同于某种完全没有“意义”的、某种与无序或不确定性非常相关的东西。几十年来在试图将 Shannon 理论移植于社会与人文领域时,人们经历了很多的挫折与失败,究其根源就在于该理论是通信领域关于有噪声信道中信号传输的理论,信息的意义和内容并不在其视线范围之内。与 Shannon 一样出身于电子工程领域,对 Shannon 理论烂熟于心的 Luenberger,在理论上和 Shannon 其实是一脉相承的,本书的第一部分再清楚不过地凸现了这一点。如此也就不难理解为什么 Luenberger 不关心信息用户和信息的意思了。

5 结语

《信息科学》是一本非常典型的美国大学教科书。它在写作方式上力求完全符合教学法的要求,期望能够充分地调动学生和读者的阅读兴趣。全书不仅结构清晰,章节分明,而且具体到每一章时,作者能将理论由浅入深地阐述得井井有条,并辅之以简洁准确的数学推理和证明,再配上相应的实例,不仅帮助理解数学定理及其潜在应用,而且可以轻易地转换为实验,以增强学习的效果。每章之后附有练习题和进一步学习可查阅的参考书目。作者也善于用读者感兴趣的一些题目吸引注意力,比如 Internet 如何将巨量讯息传送到目的地, JPEG 和 ZIP 压缩算法的工作原理等,而且他把诸如此类的复杂主题讲解得深入浅出,令人读来饶有趣味。此外,作者还匠心独运地在书中介绍各领域先驱人物、他们的思想与科学研究方法,以轶事的笔调介绍他们的科学成就是偶来灵感之顿悟,还是长年挣扎之结果,一个个生动的小故事,一个个鲜活的大人物,为本书增色许多,掩卷之余,犹令人遐想与钦佩不已。

参考文献:

[1] Schement, J. R. An Etymological Exploration of the Links Between Information and Communication. In: J. R. Scement & B. Ruben (Eds), Information and Behavior (Vol. 4, pp. 173 - 187). New Brunswick, NJ: Transaction

Books. 1993.

- [2] Bodan, R. J. Ground For Cognition: How Goal-Guided Behavior Shapes the Mind [M]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1994.
- [3] Saracevic, T. Information Science. Journal of the America Society for Information Science, 1999, 50 (12): 1051 - 1063.
- [4] 李喜先. 21 世纪 100 个交叉科学难题 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [5] 陈禹. 复杂系统中的信息——概念、视角与特征 [J]. 首都师范大学学报 (社会科学版), 2003 (2).
- [6] Luenberger, D. G. Information Science. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2006.
- [7] 闫学杉. 关于 21 世纪信息科学发展的一些见解 [J]. 科技导报, 1999 (8).
- [8] Wilson, T. D. Review of Luenberger, David G. Information Science. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2006. Information Research, 11 (4), reviee no. R225. <http://informationr.net/reviews/revs225.html>.
- [9] Denning, P. j. Is Computer Science Science? [J] Communication of ACM. 2005, 48 (4): 27 - 31.
- [10] Hawkins, D. T. Information Science Abstracts: Tracking the Literature of Information Science [J]. Journal of the America Society for Information Science and Technology. 2001, 52 (1): 44 - 53.
- [11] Mitchell, W., Ford, C., Kraft D., Talburt J. What is the Difference Between Information Science and Computer Science? Journal of Computing Sciences In Colleges. 2003, 18 (6): 80 - 83.
- [12] Baeza-Yates, R., Ribeiro-Neto, B. Modern Information Retrieval [M]. Addison-Wesley, 1999.
- [13] Fisher, K. E., Erdelez S., McKechnie. Theories of Information Behavior. Medford, NJ: Information Today, Inc. 2005.

汪冰 博士,曾就学和任职于中国科学院文献情报中心,现在美国从事计算机软件开发行业,任资深软件工程师和应用开发经理。通讯地址: Bing Wang, 321 prescott Drive, Chester Springs, PA19425, U. S. A.

(收稿日期: 2007-08-13)