

信息化的 科学梦

——从计算机科学到信息化科学

屈延文 著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
<http://www.phei.com.cn>

信息化的科学梦

——从计算机科学到信息化科学

屈延文 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本面向未来的计算机与信息化科学的理论思想书籍,介绍了高阶无穷计算机、代理化、互操作性平台理论、群体计算理论、网络世界行为学、信息化服务性理论、信息化安全性理论、信息化监管理论、信息化认证理论、网络行为对抗理论、信息化总体学与体系结构、可信网络世界体系结构框架、信息化技术法规、信息化标准化理论、信息化评估理论、信息化测评认证理论和信息化科学使命等诸多方面的内容。

本书还提出了170个信息化科学研究问题,其中大部分可以作为博士论文的选题。作者以其几十年计算机和信息化工作的长期研究与实践为基础提出与阐述的研究成果与主张,值得从事IT与信息化工作的相关人士关注。对于大多数热衷于信息化的读者来说,本书是一本长期有用的书籍,今年看有收获,明年再看还会有新收获,值得研读、体会和保存。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

信息化的科学梦——从计算机科学到信息化科学 / 屈延文著.

—北京:电子工业出版社,2006.7

ISBN 7-121-01271-5

I.信... II.屈... III.信息技术—研究 IV.G202

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第065051号

责任编辑:牛晓丽

排版制作:华信卓越公司制作部

印 刷:北京智力达印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编:100036

经 销:各地新华书店

开 本:850×1168 1/32 印张:11.875

字数:304千字

印 次:2006年7月第1次印刷

定 价:55.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。



屈延文

现任中国信息产业商会信息安全产业分会常务副理事长，北京大学、武汉大学等大学的兼职教授，是信息化与安全的总体咨询机构 QNS 工作室的主要成员之一，中国 CAD 事业、软件工程与计算机科学的开拓者与推动者之一，中国计算机程序设计语言、操作系统、信息安全和软件工程专家，中国著名的计算机科学学者，中国信息系统总体设计师。

他是软件行为学学科的创始人，是《形式语义学基础与形式说明》、《实用类型程序设计》、《软件行为学》等著作的作者，也是《银行行为监管——银行监管信息化》和《银行行为控制——银行信息化与安全》等著作的主笔。目前，他以 QNS 工作室为基础，联合众多的业界人士，为创立信息化科学并推动其发展，编写并出版了本书。



贺卫东

毕业于华中理工大学，于1995年创立天融信公司并任董事长，是中国信息产业商会信息安全产业分会的副理事长、中国信息安全产业与高新技术产业的优秀企业家。

天融信公司是中国信息安全行业的龙头企业，致力于国家、社会、公众信息化服务的安全体系的建设，把推动与支持科学发展和技术创新作为自己的神圣职责，愿与社会、业界的朋友和同仁共同推进信息化的科学发展。

序

本书的作者屈延文教授将他的论著《信息化的科学梦——从计算机科学到信息化科学》的清样送给我，请我写个序言，我原以为这是一本讲述计算机科学发展过程的书。初步翻阅全书后，才发现它是一本面向未来的计算机与信息化科学的理论性书籍。作者在几十年从事计算机科学、计算机系统研制、程序设计语言与操作系统和信息化工作的长期研究与实践基础上，提出“信息化科学”这一命题，是颇有创意和勇气的。当然，一种新的学说的创立是不容易的，往往不是单独可毕其功。作者在书名中使用“梦”这个字，表达他对“信息化科学”的发生与发展的展望与憧憬，希望关怀信息化事业的广大学者和工作者能给予重视并积极参与研究。

本书系统地阐述了计算机科学发展与信息化科学的新思想和新观点，并提出了我国信息化要从当前初级阶段走向高级阶段必须实现科学发展，必须通过建立信息化科学体系来指导信息化事业发展的主张。

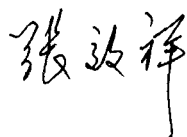
信息化已成为我国覆盖现代化建设全局的战略举措，信息化也是当今世界经济社会发展的大趋势。信息化应是人类共同的事业，内涵丰富，耗资巨大，过程很长。对信息化大量的实践和问题，理应从感性认识提高到理性认识，发现并梳理信息化本身所体现的一系列规律和理论问题，以指导人们更自觉和科学地开展信息化事业，这可能是“信息化科学”的首要使命。

信息化的全球性发展，使人类逐步迈入信息社会时代，使人类生活、生产活动从自然空间扩展到网络空间，在这样的新环境

IV ▶▶▶ | 信息化的科学梦——从计算机科学到信息化科学

里引发的人际关系、伦理形态、生活与生产方式、道德与行为准则、文化特征、法制体系等许许多多方面的变化，将成为人类必然要面对的新问题。这些问题似乎也应归入“信息化科学”的研究范畴，因此“信息化科学”可能是一种横跨自然科学和社会科学的综合性科学。

衷心祝愿“信息化科学”顺利成长和深入发展！



2006年4月24日

德国数学家莱布尼兹学习了易经，提出了二进制，但是他仅仅模仿了中国哲学思想最表面的东西。中国信息化的理论学者不应该把可信息化的社会科学与哲学的形式化留给下一个“莱布尼兹”，而应该争当到达成功彼岸的先行者。本世纪的信息化和 IT 技术大师是信息化科学的大师。

前 言

为什么要提出信息化科学？在当代信息化发展中，电子政务、电子商务、人民生活信息化和国家基础设施信息化等在传统的信息化推进模式（红头文件+资金投入）中变得十分困难，新世纪的信息化面对的不是具体的业务信息系统，而是研究信息化的运营模式、系统平台和技术体系结构，因为信息化越来越强调其综合效益。信息化研究甚至到了没有上层的信息化体系结构研究，就难于开展的程度。中国有强劲的信息化需求，却存在着实现信息化的困难。

传统的计算机科学面对现代信息化的发展要求，感到力不从心，失去了前期的指导和基础作用，不能适应信息化的发展。信息产业与计算机科学在早期提出的计算理论、计算机工程、软件工程、信息系统的理论和实践，曾经为信息化发展发挥过巨大作用。在大范围、大规模、超海量数据与对象以及高智能应用与管理的要求面前，在信息化越来越要求发挥综合效益的今天，虽然信息产业与计算机科学为信息化体系结构提供了标准化方法，但没有提供信息化的理论方法。大量的信息化问题没有基础理论研究支持，而具有的仅仅是“解决方案”的一个一个案例。当代信息化的特点是：有大量的信息化问题与现象，有大量信息化问题的解决方案，而没有深入的、更高层的信息化理论研究，当然也没有信息化学科和信息化科学。因此，我们说当代的信息化处在初级和混乱的阶段，只有通过建立信息化科学，以信息化科学指导信息化的发展，才能进入高级阶段。当前信息化面临的主要问题是：信息化如何科学发展？如何发挥信息化综合效益？如何加

强信息化总体学与体系结构的指导作用？如何强化信息化公众服务、互操作性、安全、监管与认证？如何强化信息化技术法规、标准、评估和测评？整个 IT 行业酝酿着重大的变革，随着信息化发展越来越脱离传统通信、计算机、软件和网络等学科研究范畴，信息化逐步产生了属于自己的独立学科：信息化科学。

近两年来，在全国许多大学讲授《软件行为学》和介绍新时代信息化与安全技术发展的展望期间，笔者了解了一些大学的研究生和博士生的学习与研究情况：许多大学的老师与学生都被捆绑在一些旧的知识上，虽然也研究一些新问题，但多数不是当前信息化需要解决的理论、体系、方法和技术方面的紧迫问题，而是一些从国外引入的不成熟的概念。这使笔者深深地感到，需要呼唤信息化科学的创立，来弥补计算机科学的不足与改变计算机科学研究的停滞状态，迅猛追赶信息化发展的脚步。在全世界的 IT 产业与信息化处于低谷的时期，我国信息化发展的需求十分强劲，我国有比任何国家更多、更复杂的信息化问题需要去研究。有志的青年信息化科学工作者应当勇挑重担，开辟信息化科学研究的新天地。

在这样的大形势下，推动信息化科学的研究与发展是带动信息化发展进入高级阶段的根本出路。在过去几十年内，计算机科学实际上是以乙方为中心的，即采用以信息产业为中心的信息化发展模式。这种模式以产业提供的产品与技术为中心来扩展应用领域。在这种认识体系中，信息化概念主要应理解为计算机应用，甲方是 IT 产业的客户。一些 IT 跨国公司提出了“服务科学”和“需求工程”，虽然认识到了当前信息化发展处于低谷的事实，但是开出的“药方”却仍然不能从根本上解决问题。信息化的发展从低级阶段到高级阶段越来越依赖于甲方，现在，应当建立以甲方为中心的发展模式。甲方如果仅仅作为 IT 技术与产品的用户，

而不去发展信息化科学，将信息化应用发展到更高阶段，那么信息化发展将会遇到根本性的困难。当代信息化事业的发展，既需要以产业为中心的计算机科学，也需要用户为中心的信息化科学，信息化科学与计算机科学为整个信息化构成了两个中心的新型的“太极”理论体系。2500年前诸子百家的敢想、敢说、敢创立新理论和新学说的智慧一定会指引中国信息化走向更光辉的未来！新时代的理论创新首先需要无比的勇气和气魄，其次需要从问题与实际出发进行理论研究的智慧和刻苦细致的工作。

信息化和信息产业的发展一般是通过开拓信息化应用与市场需求来促进的，而需求是由认识决定的，因此，提高认识水平，扩展自己的知识体系，建立新的理论及学说，就是牵动需求和促进发展。本书的目的就是通过建立新认识、新知识、新理论和新学说来促进信息化的发展。建立现代理论工作同样需要总体工作，需要对所研究的对象进行全局和结构性的构思，研究各种问题的关系，确立理论研究的框架结构。这种理论研究的总体工作，对于信息化科学尤其重要。

首先，本书献给那些希望了解各种信息化应用模式的数学家，使他们以此为启迪来研究更深层次的形式化和数学理论问题。其次，献给社会学家、经济学家、金融学家、管理学家和系统工程师，使他们把各自的方法学结合起来，把各自的关注点结合起来，建立一个统一的认识体系平台。在这个认识体系平台上，社会学家、经济学家、金融学家、管理学、系统工程师、计算机科学家和数学家各自实现新的方法和进行实践时，会得到其他学科的支持，从而达到一个新的高度，为实现我们共同的梦想而奋斗！

笔者与通信专家孙玉院士、信息安全与密码学专家南相浩教授以及中国信息化与安全业界同仁共同筹建了信息化与安全的总体咨询机构：QNS 工作室。QNS 工作室以构建中国信息化发展的

科学梦为己任，以建立独立的信息化科学体系为目标，联合众多的业界人士，以新认识、新知识、新理论、新学说来从事空前规模的信息化科学推动工作。

对于大多数热衷于信息化的读者来说，本书是一本长期有用的书籍，今年看有收获，明年再看还会有新收获。本书共分为 33 章，提出了 170 个信息化科学研究问题，其中的大多数问题都可以作为博士论文的选题。笔者编写本书不是为了宣扬什么，而是为了与信息化科学研究的志愿者进行交流。本书仅是在中国信息安全产业的博士论坛上的一篇开场报告，令人钟情的结果还在未来。

感谢深受敬重的张效祥院士字斟句酌地为本书写序，感谢孙玉、南相浩、林鹏，感谢吴世忠、姜广智、王贵驷、张焕国、吕述望等多年来的支持，感谢贺卫东、严立、刘毅、扬勇刚、申屠建中、曹斌等以及信息安全产业界的朋友们在长期合作中所给予的帮助，特别是贺卫东先生对本书出版与发行所做的工作。

本书也是笔者给电子计算机诞生 60 周年和中国电子计算机诞生 50 周年的献礼。

屈延文

2006 年 4 月

概 述

本书的目标是为创立信息化科学的新型学科摇旗呐喊。计算机科学对当代信息化的研究、应用与发展的指导能力不够，其理论研究必须确立为信息化发展服务的宗旨。信息化发展产生的许多现象使计算机科学家感到困惑。许多传统的计算机科学家对信息化发展出现的问题没有基本的认识，也难于理解。他们找不到信息化应当建立的模型。笔者希望计算机科学发挥在计算机诞生时代和促进计算机应用中所表现出的前瞻性优势，推动信息化科学的建立，并在其中发挥指导作用。

对于信息化而言，传统计算机科学的经典理论中有许多已经成为计算机科学史了，学习计算机科学的目的是了解当时的计算机科学家是如何在计算机诞生时期解决计算问题的，了解他们是如何在计算机应用中解决问题的。仅仅依靠图灵机理论、自动机理论、确定计算和不确定计算理论、计算复杂性理论，不能解决当代信息化面临的计算问题。例如，传统的系统概念不能再理解为自动机理论描述的字符集、状态集、状态转移、输入/输出、初始状态和终止状态的自动控制概念；现代的系统概念不仅涉及到信息基础设施和网络，规模巨大，而且人类本身已经进入到了系统之中了。又例如，程序设计语言、形式语言理论、程序正确性理论、形式语义理论、软件工程理论和人际交互理论对软件开发与生产发挥过且仍然正在发挥着重要的作用。再例如体系结构理论，在早期有计算机的体系结构，后来发展到软件的体系结构，甚至网络或系统的体系结构，但是目前发展起来的是信息化体系结构，不仅仅涉及到系统体系结构和技术体系结构，同时还涉及

到运营的体系结构（人类使用信息系统行为的体系结构）。也就是说，传统的计算机科学面对现代信息化的发展要求，感到力不从心，失去了前期的指导和基础作用，不能适应信息化的发展。

本书首先回顾了计算机科学的发展历史，接着介绍了现代数学与计算机科学、计算机可读数学、信息化与形式化、计算理论、电子计算机、程序设计语言、计算机操作系统、计算机应用、网络系统与网络世界、软件工程与面向对象的程序设计、并发程序设计与面向代理（主体）的程序设计、可视化与多媒体、光学计算与光学计算机、计算机理解科学（形式语义与形式说明）、系统集成、统一建模语言（UML）与可扩展标记语言（XML）、代理化、互操作性平台理论、网络世界行为学、信息化服务性理论、信息化安全性理论、信息化监管理论、信息化认证理论、网络行为对抗理论、群体计算理论、人类信息化活动行为学、信息化总体学与体系结构、可信网络世界体系结构框架（TCAF）、信息化技术法规、信息化标准化理论、信息化评估理论、信息化测评认证理论、可信息化科学（社会科学、军事科学、自然科学、物理科学、天文学、生物科学、地理科学、能源科学、环境科学等科学领域）形式化、哲学形式化和信息化科学使命等诸多方面的内容。

那么，什么是信息化呢？

我们可以给信息化下一个定义：信息化是人类社会的一切主体运用信息技术和信息产业提供的产品与服务，经过面向发展需求的规划、综合、标准化、设计、系统工程和项目建设，实现政治、经济、生产、社会、生活、文化、军事等一切领域的运营、工作、管理、组织等模式的变革进程。简单来说，信息化是人类使用 IT 技术与产品的社会活动。信息化技术是运用 IT 技术与产品的再工程和再设计的技术。

通常意义上的通信专家、计算机专家、网络专家、微电子专家、软件专家等并不能自然地成为信息化专家，因为通信领域通常关注的是通信效率和通信质量，计算机领域通常关注的是处理能力和存储能力，计算机网络领域通常关注的是信息共享和信息交换，信息基础设施领域通常关注的是高速宽带和资源利用。信息化的问题越来越多，而且也越来越脱离传统通信、计算机、软件、网络等学科的研究范畴。把这些信息化中产生的新问题综合在一起，采用区别于传统信息技术科学的方法进行研究，就形成了一个新学科，我们把这个新学科称为“信息化科学”。这个新学科关注的是互操作性、安全性、服务性、用户标准、技术法规、测评、认证、监管、配置、管理和服务等新问题。信息化科学逐步产生了自己独立的理论学科体系。

信息化科学是人类信息化行为科学、网络行为科学与计算机科学组合与互动产生的新型学科。

信息化科学与传统科学的区别是什么？当今世界至少存在着三种科学体系：

- ◆ **经典科学（物理、化学、生物学和电子学等）** 经典科学理论正确与否是通过实验来验证的，理论的验证者通常在被研究对象之外（除非极其微小的研究对象，否则，实验仪器对对象会有一定的影响），验证活动是人类认识世界的活动，被研究的对象可以被认为是纯客观性的。
- ◆ **数学科学** 最基础的数学是唯物产生的，有直接的直观真理意义，但是，现代数学基本上已演变为一堆抽象的结构，具有唯心、主观和人造的特性。虽然每一个数学结构都建立在自己的公理体系上，但这些公理是任意的、人造的和纯粹的。这些数学的正确性是通过证明的方法来确认和验

证的，确认与具有直觉真理意义的数学是一致的、无悖论的。显然，数学理论的验证者在形式系统之外，这种验证活动是人类的推理活动。

- ◆ **应用科学** 尤其是信息化应用科学，其理论的正确性是通过应用来验证的，人类通常处于信息化应用系统之内，其验证活动是人类利用信息化活动本身进行的。显然，应用科学与经典科学及数学是不相同的。当前，信息化应用科学的重点是研究人类利用信息化的行为和网络世界中虚拟主体的行为以及它们之间的关系。

信息化科学涉及经典科学（电子学、磁学、光学、半导体学、电子计算机和光学计算机等），也涉及数学科学。例如，软件领域中主要涉及的是数学，这是传统计算机科学的研究领域。当然，信息化科学也涉及应用科学，这是当代信息化科学的研究重点。在信息化科学中，需要研究人类信息化行为和网络世界中虚拟主体的行为学理论，也需要研究软件行为学、行为形式逻辑学和事物变易原理的形式逻辑学。

中国人研究行为学具有最久远的历史，虽然那时不叫行为学，而叫做易经、道德经、礼仪、儒学和兵法等。由于这些科学非形式化，不能反复试验和重演，所以必须仔细体会和领悟，才能理解它们。在这方面，社会科学与自然科学在人类接受的程度上差别极大。

对于自然科学的认识，通过教育已经或在相当程度上解决了知识的继承性和发展的问题，那些早期自然科学最前沿的成果中有些现在已经成为大学甚至中学的教育内容，它们很容易被受教育者接受，因为受教育者对接受前辈的研究成果没有抵触情绪。

但是，对社会科学的认识与学习就没有这么简单了。在向学

生教授社会科学的成果时，很容易受到抵触。虽然 2500 多年前提出的社会科学方法与结论依然被人们当做神圣的东西来传授，儒学、孙子兵法等都是如此；虽然也有人利用“三字经”等强迫不懂事的孩子去背那些先人的研究成果与结论，但依然不能将人类社会科学的早期研究结果转变成学生可以理解的知识。所以，社会科学在认识论上有一个公理，这就是孔子的名言：**吾十有五而志于学，三十而立，四十而不惑，五十而知天命，六十而耳顺，七十而从心所欲，不逾规。**当人们体会到社会科学中的许多理论概念时，也已经到了老年。从出生到死亡，人对社会的认识就像锯齿波一样，随着人出生、成长和死亡的周期而起伏。社会科学没有形成一个形式系统供人们反复试验，来验证它的正确性（当然也是形式化正确的验证过程）。但是，社会科学教育与认识的可试验和重演，在信息化和网络化的时代变得可能了，其出路就是不断地完善信息化社会科学的形式化。当然，这种形式化必须是计算机可读的。