



2007-2008

控制科学与工程 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN CONTROL SCIENCE AND ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国自动化学会 编著



 中国科学技术出版社



0231/78
:2007-2008
2008

2007-2008

控制科学与工程

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN CONTROL SCIENCE AND ENGINEERING

中国科学技术协会 主编
中国自动化学会 编著

中国科学技术出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

控制科学与工程学科发展报告:2007—2008/中国科学技术协会主编;
中国自动化学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2008.2
(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4864-8

I. 控... II. ①中... ②中... III. 自动化技术-技术发展-研究
报告-中国-2007~2008 IV. TP2-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017815 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

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

科学普及出版社发行部发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:12.25 字数:294 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:32.00 元

ISBN 978-7-5046-4864-8/TP·354

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

序

基于我国经济社会发展和国际社会竞争态势的客观要求,党中央、国务院做出增强自主创新能力、建设创新型国家的战略部署。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。在科学技术繁荣、发展的过程中,传统的自然科学学科得以不断深入发展,新兴学科不断产生,学科间的相互渗透、相互融合的趋势不断增强;边缘学科、交叉学科纷纷涌现,新的分支学科不断衍生,科学与技术趋向综合化、整体化。及时总结、报告自然科学的学科最新研究进展,对广大科技工作者跟踪、了解、把握学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、融合与渗透,推动多学科协调发展,促进原始创新能力的提升,建设创新型国家具有非常重要的意义。为此,中国科协在连续4年编制《学科发展蓝皮书》基础上,自2006年开始启动学科发展研究及发布活动。

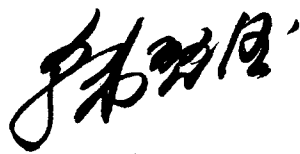
继2006年中国科协组织中国力学学会等30个全国学会开展30个相应一级学科发展研究,并编辑出版中国科协学科发展研究系列报告之后,2007年又组织了在中国物理学会等22个全国学会,分别对物理学、天文学、海洋科学、生物学、管理科学与工程、水利、工程热物理、控制科学与工程、航天科学技术、核科学技术、石油与天然气工程、能源科学技术、安全科学与工程、园艺学、畜牧兽医科学、植物保护学、作物学、公共卫生与预防医学、城市科学、车辆工程等20个学科的发展状况进行了系统的研究,并编辑出版了学科发展研究系列报告(2007—2008)。在各分卷报告基础上,组织有关专家编撰了全面反映上述20个学科发展状况的综合报告——《学科发展报告综合卷(2007—2008)》。

中国科协是中国科学技术工作者的群众组织,是国家推动科学技术事业发展的重要力量,开展学术交流,活跃学术思想,促进学科发展,推动自主创新是其肩负的重要任务之一。开展学科发展研究及学科发展报告发布活动,是

贯彻落实科教兴国战略和可持续发展战略,弘扬科学精神,繁荣学术思想,展示学科发展风貌,拓宽学术交流渠道,更好地履行中国科协职责的一项重要举措。这套由21卷、600多万字构成的系列学科发展报告(2007—2008),对本学科近两年来国内外科学前沿发展情况进行跟踪,回顾总结,并科学评价近年来学科的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法、新技术等,体现学科发展研究的前沿性;报告根据本学科发展现状、动态、趋势以及国际比较和战略需求,展望本学科的发展前景,提出本学科发展的对策和建议,体现学科发展研究的前瞻性;报告由本学科领域首席科学家牵头、相关学术领域的专家学者参加研究,集中了本学科专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的全国学会和科学家、科技专家劳动智慧的结晶,也是他们学术风尚和科学责任的体现。

希望中国科协所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,充分体现中国科协“三服务、一加强”的工作方针,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

中国科学技术协会主席



2008年2月

前言

根据中国科学技术协会 2007 年《学科进展研究及发布项目》的工作安排,中国自动化学会于 2007 年 7 月组织了近 50 名专家学者,启动《2007—2008 控制科学与工程学科发展报告》的编写工作。经过大家 5 个多月的辛勤劳动,完成了报告的写作。

自动化是一门综合性科学技术,主要涉及自动控制和信息处理两个方面,控制科学与工程学科包括五个下属二级学科:(1) 控制理论与工程;(2) 模式识别与智能系统;(3) 系统工程;(4) 检测技术与自动化装置;(5) 导航、制导与控制。《2007—2008 控制科学与工程学科发展报告》围绕这些二级学科,同时考虑自动化领域一些新兴的研究方向,较为全面地总结了国内自动化领域在近三年来的主要研究成果,并对学科的现状与发展态势进行了概述、分析和展望。

经过半个多世纪的发展,自动化已成为保障和促进现代社会发展和生产力提高的核心科学技术之一。而且,一个国家的自动化程度已成为衡量其发展水平和现代化程度的重要标志。随着网络技术的普及和智能科学的深化,自动化技术将面对着更加艰巨的问题不确定性、功能多样性和系统复杂性等诸多挑战。当然,这些挑战同时也使自动化领域面临着前所未有的发展机会。

控制理论与技术是自动化的基石。半个多世纪之前,现代控制理论的奠基人、美国学者维纳教授就认识到由控制论引发的自动化将给社会带来一次新的工业革命,即“第二次工业革命”。钱学森教授随后出版的《工程控制论》更是为这场革命从理论到现实开启了具体的方法和技术。正如英国物理学家和科学史家贝尔纳所指出的,自动化的兴起不仅是一次“新的工业革命”,而且这场革命或许可以更公允地叫做“第一次科学技术革命”。

今天,这场革命已把我们带到了信息社会,也为自动化的发展带来了巨大的挑战和无尽的生机,更使智能科学和方法成为新时期自动化的灵魂。科技发展表明,自动化是信息化的必然,是智能化的基础,是人类体能和智力扩展的关键技术,是我们从信息社会迈向知识社会的必经之路。因此,我们必须进一步加强控制科学与工程学科的建设与发展,为国家社会与经济的深入发展提供有力的保障。

在现代控制理论与工程萌生之初,以中国自动化学会首任理事长钱学森

教授为代表的中国学者作出了开创性的贡献,极大地推动了控制基础理论的发展,并促进了自动化技术的实际应用。在过去几年里,从神舟飞船到嫦娥探月工程,我国自动化领域的科技人员取得了巨大的成就,为科学的发展和国家的国防与经济建设作出了重要的贡献。然而,在许多方面,特别是在自动化应用和产业化方面,我们离国际先进水平,国家安全的迫切要求以及社会经济的发展需求还有很大的差距。我们必须发扬老一辈科学家的科学精神和工作态度,系统并且前瞻性地规划控制科学与工程学科的未来发展。在进一步加强自动化科学的基础研究的同时,更加深入地开展自动化技术的自主创新和实际应用;在满足国家战略需要的同时,为中国整体产业的转化和升级,从制造大国到制造强国提供强有力的科技支持;为中国整体社会经济的科学和高效发展,从协调可持续到和谐社会,作出切实的贡献。

这是中国自动化学会第一次组织撰写本学科的发展报告。我们谨代表学会向参与编写的所有专家学者表示衷心的感谢。同时,也向中国科学技术协会的有关领导和工作人员、中国科学技术出版社的有关工作人员以及中国自动化学会的有关工作人员,表示衷心的感谢。

由于时间和经验所限,本报告将不可避免地存在一些问题。我们希望自动化领域的《学科进展研究及发布项目》能够持续下去,而本报告的组织与编写工作将为后续报告的组织撰写提供宝贵的经验。

中国自动化学会

2008年1月

目 录

序	韩启德
前言	中国自动化学会

综合报告

控制科学与工程学科发展现状及趋势	(3)
一、引言	(3)
二、国内外现状概述	(3)
三、国内主要进展和成果	(7)
四、国内发展中的问题与国际先进水平的比较	(19)
五、促进控制科学与工程学科发展的措施和建议	(21)
六、结束语	(22)
参考文献	(22)

专题报告

控制理论	(31)
企业综合自动化系统及应用	(41)
网络控制	(51)
模式识别	(57)
智能机器人	(67)
脑影像与脑认知	(77)
基于混合智能优化的生产与物流调度	(87)
数字服务系统	(94)
检测技术	(100)
控制装置	(110)
动态系统的故障诊断技术	(116)
中国无线传感器网络的研究进展与挑战	(122)
导航技术	(126)
飞行控制	(133)
无人机	(139)
生物信息学	(145)
智能空间	(154)
智能交通系统	(161)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Control Science and Engineering	(171)
---------------------------------------	-------

Reports on Special Topics

A Survey on Control Theory	(175)
Computer Integrated Process Systems and Their Applications	(175)
Networked Control System and Networked System Control	(176)
Advances in Pattern Recognition in China	(177)
Development of Intelligent Robotic Systems	(177)
Brain Imaging and Cognition	(178)
Hybrid Meta-heuristics Based Research of Production and Logistics Scheduling	(178)
Digital Service Systems	(179)
Measurement Technology	(179)
Control Equipment	(180)
Fault Diagnosis Techniques for Dynamic Systems	(181)
Wireless Sensor Network	(181)
Advances in Navigation Technology	(182)
Flight Control	(183)
Control Science and Technology in Unmanned Aerial Vehicles	(184)
Bioinformatics	(184)
Intelligent Spaces	(185)
Intelligent Transportation Systems	(185)

综合报告

控制科学与工程学科发展现状及趋势

一、引言

自动化是人类文明进步和社会现代化的标志。人类最初的活动,便具有扩展自身体力和智力的意识和追求。自动化伴随人类社会的发展进步、在社会需求的不断推动下不断发展,人类的生产活动是自动化发展的主要推动力。控制科学与工程学科的研究、应用和推广,对人类的生产、生活等方式已经并正在产生深远影响。

在中国古代的指南针、地动仪、自动水利灌溉系统等一系列改造自然的发明和创造活动中,已体现了自动化思想和技术最初的启蒙和实践。到 18 世纪,自动化技术在世界范围得到充分的发展,特别是调速蒸汽机的发明和应用,极大地推动了人类社会的进步。到了 20 世纪,以频域分析和设计方法为代表的经典控制理论得到了迅速发展,在工业和军事装备上获得了成功应用。由于第二次世界大战以及冷战期间的军备竞赛的推动,以状态空间方法为代表的现代控制理论和方法得到飞速发展。电子和计算机技术的发展,又把自动化技术和研究推到了一个新的高度,进而把人类文明和科学技术的发展提高到了前所未有的高度。现代生产和科学技术的发展,对自动化水平提出越来越高的要求,同时也为自动化的发展提供了重要条件。今天,互联网的飞速发展给自动化提供了新的平台,同时也为自动化的发展带来新的挑战。

自动化是一门涉及多个学科、应用广泛的综合性科学技术。它主要涉及自动控制和信息处理两个方面,主要研究内容包括理论、方法、硬件和软件等。在我国,“控制科学与工程”作为一级学科,共包括五个下属二级学科:①控制理论与工程;②模式识别与智能系统;③系统工程;④检测技术与自动化装置;⑤导航、制导与控制。本报告将围绕这些二级学科,同时考虑自动化领域一些新兴的研究方向,综述近年来,特别是近 3 年来,国内自动化领域的主要研究成果,分析控制科学与工程学科未来的发展方向。

二、国内外现状概述

自动化是延伸人类体能和智能、提高劳动生产率和产品质量的关键技术,自动控制理论是自动化的研究方法,是自动化的基础和灵魂,自动化的器件和系统是实现自动控制理论的工具和载体。

从自动化发展的初级阶段到经典控制理论时期,再到现代控制理论时期,自动化的研究方法和基础——自动控制理论经历了从专用机械装置的设计、个别应用数学问题、频域设计分析方法、状态空间矢量方法、动态系统离散事件、混合动力学系统和智能控制等发展阶段;相应地,自动化器件和系统也发生了巨大变化,从分离的传感和执行到一体化器件,从模拟控制系统到数字控制系统,再到 DCS 以至网络化控制系统。

20 世纪 30 年代到 40 年代为经典控制理论发展时期, H. Nyquist, H. Bode, W. Evans, N. Nichols, N. Wiener 等人的工作奠定了自动控制理论的前期基础^[1]。由于这一时期工作建立在频率法和根轨迹法基础上, 这一阶段通常被称为经典控制理论。

经典控制理论的研究对象一般为单输入、单输出的自动控制系统, 特别是线性定常系统。经典控制理论的特点是以输入输出特性(主要是传递函数)为系统的数学模型, 采用频率响应法和根轨迹法这些图解分析方法, 分析系统性能和设计控制装置。经典控制理论的数学基础是拉普拉斯变换, 占主导地位的分析和综合方法是频域方法。经典控制理论主要研究系统运动的稳定性、时域和频域中系统的运动特性、控制系统的设计原理和校正方法^[1]。

经典控制在理论上和应用上获得了一系列重要成就。经典控制理论在解决比较简单的控制系统的分析和设计问题方面是很有效的, 至今仍不失其实用价值, 其局限性主要表现在一般仅适用于单变量和定常系统。

经典控制理论的成功促进了自动化的发展, 同时也促使人们思考把这些研究方法进一步推广应用到生物、经济及社会等复杂系统。

美国数学家 N. Wiener 综合了控制和通信系统共有的特点, 把这类系统与动物机体、神经系统、社会经济等加以模拟, 并从统计观点出发研究了这些自控系统的一般规律^[1]。1948 年, Wiener 的《控制论——动物和机器中的控制和通讯》一书出版^[2], 标志着自动化的核心理论体系——控制论的诞生, 控制论的出现并被广为接受则标志着自动化作为一个独立学科的形成。

1954 年, 钱学森的《工程控制论》英文版正式出版^[3]。《工程控制论》总结了经典控制理论的成果, 开拓了控制论研究的新领域; 吸引了大批数学家和工程技术专家从事控制论的研究, 形成了控制科学在 20 世纪 50 年代和 60 年代的研究高潮^[4]; 奠定了工程控制论的基础, 对控制科学与工程学科的发展起了重要作用。

值得提出的是, 1954 年, 中国科学图书仪器公司在上海出版了由刘豹编写的中国第一本《自动控制原理》^[5]。1963 年, 他又在该书的基础上完成了《自动调节理论基础》^[6], 这些都是我国控制科学与工程学科发展过程中比较重要的著作。

20 世纪 50 年代, 自动控制经历了从经典控制理论到现代控制理论的转变。现代控制理论逐渐形成, 这一时期代表性的工作包括前苏联数学家 Pontryagin 的极大值原理、美国数学家 Bellman 的动态规划和 Kalman 的递推滤波以及状态空间模型的能控性、能观测性、反馈正定等理论的出现。半个多世纪来, 现代控制理论在工程技术需求和计算机发展的有力推动下得到了蓬勃发展, 特别在非线性控制、自适应控制、鲁棒控制、分布参数控制、随机控制、离散事件动态系统等若干主要方向上取得了重要进展^[7,8]。

现代控制理论以线性代数和微分方程为主要的数学工具, 以状态空间法为基础, 分析与设计控制系统。状态空间法本质上是一种时域的方法, 它不仅描述了系统的外部特性, 而且描述和揭示了系统的内部状态和性能。较之经典控制理论, 现代控制理论的研究对象要广泛得多, 原则上讲, 它既可以是单变量、线性、定常、连续的, 也可以是多变量、非线性、时变、离散的。

20 世纪 70 年代后, 控制论向社会、经济领域渗透, 从工程领域向非工程领域扩散, 在

更广泛范围内得到应用和发展。在此期间,出现了经济控制论、社会控制论和人口控制论等多方面的论著^[9],产生和发展了大系统控制论^[10]。

自动化是一门涉及学科较多、应用广泛的综合性科学技术。控制科学与工程学科的发展也在不断吸收其他学科领域的最新成果,在新技术新思想的推动下不断发展。

在这些新的成果和需求的推动下,控制科学与工程学科出现了一些新的理论和方法。其中,最引人注目的应当是智能控制^[11]。智能控制可以概括为自动控制和运筹学、计算智能、人工智能等学科的结合,其结构是:识别、推理、决策、执行。在低层次的控制中用常规控制器,而在高层次的控制中则应用具有在线学习、修正、组织、决策和规划能力的控制器,模拟人的某些智能和经验来引导求解过程。

智能控制的概念出现于20世纪70年代初期,进入80年代开始被广泛地接受,并且日益受到重视,现在已出现了不少层次不同、方法不同、技术不同、新颖各异的简单智能控制系统。实际的工业过程或复杂系统常常具有非线性、时变性和不确定性,难以建立精确的数学模型。把人工智能、计算智能和控制理论结合起来,从而使控制系统的设计不完全依赖于被控对象的数学模型,而主要利用人的有关知识使被控对象按一定要求达到预定的目的。

智能控制具有交叉学科和定量与定性相结合的分析方法的特点。1965年,傅京孙首先提出把人工智能的启发式推理规则用于学习控制系统。1971年,傅京孙提出把人工智能与自动控制结合起来的的思想,并正式给出了智能控制的术语。1977年,美国学者 G. Saridis 进而提出把人工智能、控制论和运筹学结合起来的的思想。1985年,在美国首次召开了智能控制学术讨论会,1987年在美国召开了首届智能控制国际学术会议。

智能控制理论是以专家系统、模糊控制、神经网络等智能计算方法为基础的智能控制。智能控制的发展还不完善,甚至可以说才刚刚开始,但是可以预见智能控制的发展与完善终将引起控制科学与工程学科的全面革命。

20世纪70年代以来,自动化开始向复杂系统的智能控制发展,例如企业综合自动化系统、全国铁路自动调度系统、国家电力网自动调度系统、全国航空交通管制系统、城市交通控制系统、国民经济管理系统等,同时也广泛应用到国防等领域,其中,生产过程和管理自动化是首先需要解决的问题。

集散控制系统(DCS)就是在生产过程自动化的巨大需求的背景下发展起来的一种自动化技术。它把控制技术、计算机技术、图像显示技术以及通信技术结合起来,实现对生产过程的监视、控制和管理。它既打破了常规控制仪表功能的局限,又较好地解决了早期计算机系统对于信息、管理和控制作用过于集中带来的危险性。目前,国内外推出了各种型号的DCS,大约不少于60余种。国内大型企业基本上都是引进的,投资较高,中小型企业很难承受,为此,国内的大学、科研机构和企业开发了适合我国中小型企业用的DCS。当前,DCS发展的一个新趋势是基于无线工业网络的集散控制系统,采用DCS不是简单地取代传统的控制设备,而是一种高新技术的发展^[116]。

在信息时代,传统产业的设计、生产制造和运销管理等环节都已经或正在实现信息化、自动化、智能化。自动化不仅可以部分或全部代替人的体力或脑力劳动,而且可以完成人类依靠自身的体力和脑力劳动无法直接完成的任务。自动化减轻了人类的劳动、降低了原材料和能源消耗,创造了前所未有的社会效益,从而导致国家实力的增长、生

态环境的改善和人民生活水平的普遍提高。

航空、航天和国防是控制科学与工程学科最重要的研究和应用领域之一。自动化是国防现代化的标志,自动化使得人类对太空和深海的探索成为可能,自动化导致了国防科学与技术的革命。具有自动导航和控制功能的无人和载人航天器、航空器、航海器需要控制科学与工程学科的支撑,网络技术赋予自动化新的内涵,使自动化超越了时空和地域的限制,网络化和自动化的军事指挥和武器系统是现代高技术战争的基础。

进入 21 世纪后,由于新学科和交叉学科的发展,新时期的控制理论与工程应用面临新的机遇与问题,特别是国际上控制理论的研究人员正在融入新的研究方向。在 21 世纪来临之际,美、欧的一些自动控制学者组织了一个《关于控制、动力学和系统未来发展方向》专家小组,并完成了《信息爆炸时代的控制》(*Control in an Information Rich World*)专题报告^[12,13]。在此报告中,专家们指出:为了充分实现应用于这些新兴领域的控制潜力,必须发展新方法和技术。下列几个问题可以帮助我们理解面临的挑战。

(1)具有符号和连续动力学系统的控制。下一代的系统将把逻辑运算(如何符号推理和决策)和连续量(如电压、位置和浓度)结合起来。目前的理论不能有效地处理这样的系统,特别是描述大系统的时候。

(2)分布、异步和网络环境中的控制。为了保证系统的稳定性、性能和鲁棒性,分布在多个通过数据包通信而相互联接的计算单元之中的控制必须采用新的形式。对于那些控制时无法忽略计算与通信上的约束的应用而言,这一点尤为突出。

(3)高层次的协调与自主。反馈越来越多地应用于企业的决策系统中,包括供应链的管理和物流、空间管理和空中交通控制以及 C4ISR 系统。为了使系统在实际环境中能可靠地运行,需要将近二三十年鲁棒控制系统在分析和设计方面所取得的成就扩展到这些更高层次的决策系统里。

(4)控制算法的自动综合,且具有集成的验证和确认。未来的工程系统需要能够快速进行设计、再设计和实现控制的软件。研究人员需要开发功能更强大的设计工具,使得从建模到环路中含有硬件的仿真(hardware-in-the-loop simulation)的整个控制系统设计过程能自动完成,这包括系统级软件验证和确认。

(5)利用不可靠的部件建立可靠的系统。对于大部分的大工程系统,即使个别元件不能工作时,整个系统必须能够连续运行。进一步地,这要求系统的设计允许系统可以自动重构,以便它的功能逐渐下降而不是突然地停止。

从上述报告发表至今,以上所列的五个问题仍是当今自动化研究与发展所面临的最主要问题和研究热点。

由戴汝为主持的国家基金委重大课题“支持宏观经济决策的人机结合综合集成体系研究”,被称为 21 世纪的科学的开放的复杂巨系统和综合集成研讨厅体系,是中国科学家采用整体论和还原论相结合的系统论方法所获得的研究成果,是中国科学界对复杂性科学的原始创新性贡献,是在世界范围内首先提出处理“复杂性”的方法论,具有重大的理论和实践意义^[14]。

目前,复杂系统的分析与控制仍然是国际主流的研究方向^[15],尤其是网络化控制系统为代表体现了复杂系统研究的热潮。自 2005 年以来的近 3 年来,控制领域的国内外主

要期刊都举办了相应的网络化控制系统专刊^[16-18]。

与之相关,对各类智能合作控制策略与技术的研究,从群体智能(Swarm Intelligence)到基于代理的智能控制方法,也已成为受到广泛关注的热点课题。

机器人与智能机器是最典型的自动化应用,机器人已在制造、装配等工业生产领域得到充分应用,在海洋和宇宙探测、军事战争等领域也得到应用,国际上,智能机器人的研究方兴未艾,服务机器人、探险机器人、仿人智能机器人研究进展迅速。以国际机器人足球赛和全国大学生机器人大赛为代表的机器人比赛大大拉近了普通公众与自动控制和智能技术的距离,同时也促进了控制科学与工程学科对公众的影响力。

智能交通技术与交通堵塞、能源短缺和环境污染紧密相关,在欧洲、美国和日本有较严格的汽车尾气排放标准。因此,智能交通相关问题显得异常重要。目前,主要研究领域包括高效舒适汽车电子控制、尾气低排放控制、交通系统管理等。

生产自动化极大地提高了社会生产率和工作效率,在全球资源日益紧张的今天,自动化不但要保证和提高产品质量、改善劳动条件、提高劳动效率,同时也将为节约能源和原材料消耗、实现绿色环保提供重要的技术保障。另外,节约能源、降耗减排、绿色环保也为自动化技术提出了更高要求。新型的自动化技术将是未来的一个重要研究方向。

自动化在航空航天领域有重要的应用,航空航天技术是一个国家自动化水平的综合体现,随着美国无人驾驶飞机在实战中的成功应用,近年来,各国相继兴起了对无人飞机和空中机器人的研发,特别是无人飞机、超高音速飞行器等也为自动控制提出了新的挑战。

传感网络已成为国内外近期的主要研发热点,尽管由于技术等方面的制约,无线传感器网络的大规模商业应用还有待时日,但其发展远景广阔。目前,无线传感器网络的应用主要集中在环境的监测和保护、医疗护理、军事领域以及其他探测用途。与之相关,智能空间技术也是未来自动化领域研究的主要方向之一。智能空间技术把控制、传感、通信、计算融为一体,其关键技术包括传感器网络、机器人技术等。

自动化的应用正从传统的过程工业领域向其他领域迅速扩展。自动化理论与技术已在医疗自动化、生物医学、经济管理自动化、电子商务、现代服务系统和社会态势分析等非传统控制领域内得到了切实和有效的应用。特别是,自动化在医疗诊断、手术和护理等方面取得显著效果。为了更深层次地研究人类的智能,对人类自身的认识也是自动化的重要研究领域。国际上,对脑认知、脑计算、神经交互、脑机交互等认知科学的研究正方兴未艾,并已经取得许多成就。在国内,对脑机交互的研究也取得了若干重要的进展。

人类已进入了一个信息时代,极其丰富的信息使得“信息超载”成为信息搜索和内容有效利用的一个很大的障碍。基于此,数字内容自动理解正在成为近期国内外模式识别方向的主要研究热点之一,数据挖掘和机器学习也得到了大力的发展并取得许多重要进展。

此外,国内外近年来在生物特征识别、生物医学、情报与安全信息学、智能材料等领域也都取得了重要进展。

三、国内主要进展和成果

随着国家改革开放的成功和经济建设的飞速发展,自动化发挥了重要的作用,同时控

制科学与工程学科也得到了快速地发展。这里首先给出 2005~2007 年度自动化领域获得的国家奖项,并讨论各个学科的主要进展和成果。

(一) 自动化领域所获得的主要国家奖励

2005~2007 年,自动化领域共获得国家科学技术进步二等奖 11 项,国家技术发明二等奖 1 项,国家自然科学基金二等奖 1 项,如表 1 所示。

表 1 2005~2007 年度自动化领域所获得的主要国家奖励

获奖时间(年)	获奖类别	项目名称	主要完成人
2005	国家科学技术进步二等奖	大型精对苯二甲酸(PTA)生产过程智能建模控制与优化技术	钱锋、钱积新、邢建良、郑国栋等
2005	国家科学技术进步二等奖	磨机负荷优化控制共性技术的研究与开发应用	张彦斌、贾立新、崔栋刚、曹晖等
2005	国家科学技术进步二等奖	井下工具检测技术及试验平台的研究与开发	胡小唐、刘合、刘喜林、王凤山等
2005	国家技术发明二等奖	虹膜图像获取与识别技术	谭铁牛、王蕴红、马力、孙哲南等
2006	国家科学技术进步二等奖	混合智能优化控制技术及应用	柴天佑、马鸿烈、郑秀萍、臧秋华等
2006	国家科学技术进步二等奖	大规模复杂生产过程智能调度与优化技术研究及应用	刘民、孙亮、吴澄、余炳祥等
2006	国家科学技术进步二等奖	全集成新一代工业自动化系统	孙优贤、王文海、皮道映、薛安克等
2006	国家科学技术进步二等奖	循环流化床锅炉本体和动态仿真关键技术的研究及产业化	岳光溪、李政、倪维斗、吕俊复等
2006	国家科学技术进步二等奖	大型高强度铝合金构件制备重大装备智能控制技术与应用	刘吉臻、蒋敏华、何新、牛玉广等
2006	国家科学技术进步二等奖	汉王 OCR 技术及应用	刘昌平、刘迎建、李志峰、刘正珍等
2007	国家科学技术进步二等奖	大型高强度铝合金构件制备重大装备智能控制技术与应用	桂卫华、喻寿益、贺建军、李迅等
2007	国家科学技术进步二等奖	新型高性能捷联惯性测量装置关键技术研究及应用	房建成、酆吉臣、王巍、李道京等
2007	国家自然科学基金二等奖	智能控制理论与方法的研究	王飞跃