

关于智能系统工程科学技术体系的思考

刘增良

(国防大学 信息作战与指挥训练教研部,北京 100091)

摘 要:就建立智能系统工程科学技术体系提出了创新观点,从智能、系统、工程多重组合角度对智能系统工程的内涵进行了详细分析研究,从理论、技术、工程应用、学科建设不同层面对智能系统工程研究对象、研究领域、研究方法进行了系统分析,构建了智能系统工程科学技术体系框架,对智能系统工程发展前景谈了作者的思考看法。

关键词:智能系统工程;科学技术体系;智能系统;智能工程;系统工程

中图分类号: TP182 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4785 (2009) 01-0012-04

Development prospects in intelligence systems engineering

LIU Zeng-liang

(Institute of Information Operation, National Defence University of PLA, Beijing 100091, China)

Abstract: Detailed analysis and study in the field of intelligence systems engineering has been focused on scientific and technological studies in recent years. A systematic analysis was conducted for research objects, fields, and methodologies in the aspects of theory, technology, engineering application and discipline construction. In this paper the author proposes new science and technology structures, and a framework of scientific and technological systems for intelligence systems engineering was constructed. The prospects for further development were also analyzed.

Keywords: intelligence systems engineering; science and technology system; intelligence system; intelligence engineering; system engineering

智能系统工程是一门既古老又年轻的科学技术。

说它古老是因为智能系统工程的思想历史渊源,在《史记·高祖本纪》中就有“夫运筹帷幄之中,决胜于千里之外”的描述,那时先人就把智能运筹方法与广阔千里疆场结合了起来,可谓有大系统智能化思想。公元前 6 世纪我国著名军事家孙武的《孙子兵法》也有这样的描述,“夫未战而庙算胜者,得算多也;未战而庙算不胜者,得算少也。多算胜,少算不胜,而况于无算乎!”,他把智能计算与复杂战争胜负联系了起来,把定性分析与定量分析结合起来,可谓有复杂系统智能决策思想。

说它年轻是因为智能系统工程由思想变为技术、系统、工程,与现代科学技术、社会实践融合应用只是近代的事情,近些年有迅速发展之势。但智能系

统工程作为一门独立的学科,尚未形成完整统一的科学技术体系,急待进一步研究、开发、开拓、发展。近年来,著名专家涂序彦^[1]、李德毅^[2]、钱学森、戴汝为、张钹、李未、钟义信、李衍达、吴宏鑫、汪培庄、史忠植、刘增良等在智能理论、智能工程、复杂系统方面的研究成果,为智能系统工程研究奠定了坚实基础^[3-6]。2001 年中国人工智能学会筹备成立了智能系统工程专业委员会,文献[7]就智能系统工程的内涵、研究对象、研究领域、研究方法、发展前景等谈了作者的几点看法。本文将在文献[7]基础上进一步探索智能系统工程科学技术体系建立以及学科相关问题进行深入研究探讨。

1 智能系统工程的内涵与研究对象

智能工程学的科学内涵可以从多方面加以理解,从字面看,它是智能、系统、工程 3 个主题词的组合,因此它应该既有智能科学特性,又有系统科学属

收稿日期:2008-11-07.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(6073127,60572162,60173057,90818025).

通信作者:刘增良. E-mail: chinaphd@tom.com

性,还有工程技术特点.从这一点引申,综合起来作者认为应从三方面特别理解.

1.1 智能系统工程化

智能系统作为一个二级学科专业,已在 1997 年国家教委学科专业分类目录中明确列出,关于智能系统理论、方法、技术研究已有了较系统的成果.从智能系统工程化角度考虑,智能系统工程研究的重点之一,将在深入探索智能系统理论、方法、技术的同时,更加注重智能系统理论、方法、技术的工程化、实用化、应用化研究.着重探索其工程化理论、实用化理论、应用化理论,以及着重探索智能系统物化技术和实现方法、技术与工程,并将智能系统研究按社会实践需求,按行业、应用层次、转化层次分门别类地探索其工程化理论与实践体系.

1.2 系统工程智能化

系统工程既是一种思想也是一个学科专业,已形成了丰富的研究内涵和较完整的科学技术体系,研究成果极为丰富.尤其是随着现代工业、农业、国防、科学技术的发展,系统、大系统、复杂巨系统问题研究已被提到了相当重要的地位,系统工程思想已成为一种核心的现代科学思想.从系统工程智能化的角度看,智能系统工程将重点研究系统工程与人工智能的结合理论、方法、技术与应用问题,探索应用智能理论提升系统工程问题智能化的理论、技术、方法与工程实践.

“系统工程”(system's engineering),简称 SE,是关于系统建模,分析综合与组织管理的理论方法和应用技术.涂序彦教授曾提出“智能系统工程”的概念,如式(1)所示:

$$AI + SE \rightarrow ISE. \quad (1)$$

式中:AI 为人工智能(artificial intelligence);SE 为系统工程(system's engineering);ISE 为智能系统工程(intelligent system's engineering).式(1)表示在“人工智能”AI 与“系统工程”SE 相结合的基础上,研究开发“智能系统工程”ISE.

1.3 工程系统智能化

工程系统是按社会需求建立的各类科学技术工程实践系统,各类各种工程系统的集合构成了人类需要的人造世界.从学科角度讲,形成了理、工、农、医不同门类、学科专业.围绕各类各种工程系统的设计,工程系统实现了从不同角度进行研究.智能系统工程包含工程系统智能化的深刻涵义,它重点探索的是如何提升工程系统的智能化理论、技术、方法,以及如何实现工程系统智能化的实践技术、实际工程.比如,对庞大的国防战略战役级指挥自动化

C⁴ISR 系统而言,可以通过智能系统工程研究探索其实现智能化的理论、技术、方法与实践问题^[4-6].

随着现代工业、农业、国防、科学技术的发展,各类工程系统、大工程系统、巨型复杂工程系统大量出现.按行业、专业、应用层次等分门别类,工程系统不计其数,其集合分类便构成了复杂的工程体系.从工程系统智能化角度考虑,智能系统工程将重点研究工程系统设计实现理论与人工智能理论、方法、技术的结合,探索应用智能理论提升工程系统设计实现的智能化的理论、技术、方法与工程实践^[2-3].

2 智能系统工程的研究层次与领域

智能系统工程研究层次与研究领域的划分,也有多种分类方式.若从理论、技术、工程应用 3 个层次看,智能系统工程研究领域是极其广泛的.

在理论研究层次上,智能系统工程将广泛涉及人工智能理论与系统工程、工程系统理论结合的一体化理论研究,涉及智能系统工程科学技术理论体系研究及普适理论、方法,领域应用专有理论、方法以及专题创新理论、方法等研究问题.

在技术层面上,智能系统工程将广泛涉及智能系统工程化技术体系与技术方法的研究;涉及智能系统工程化通用技术方法与专有技术的研究;涉及智能系统专有技术与其他工程技术融合的研究;将广泛涉及系统工程智能化技术体系与技术方法的研究;涉及各级各类复杂系统工程智能化技术的研究;涉及系统工程化方法与智能化技术方法一体化技术方法的研究;涉及领域智能系统专有技术的研究等等.

在工程应用层面上,智能系统工程将广泛涉及各级各类智能系统工程化实现方案、实现技术、实现工程问题的研究;将广泛涉及各种智能系统工程理论、技术、方法的应用化问题研究;将广泛涉及系统工程智能化的实现方案、实现技术、工程实现问题的研究;广泛涉及系统工程智能化理论、技术、方法在各级各类应用领域如工业、农业、金融、国防等领域具体应用问题的研究;涉及各级各类应用系统如大型复杂系统、中型智能系统、小型智能系统等智能化、工程化问题研究等等.

智能系统工程将广泛涉及工程系统智能化设计理论、实现理论、实现技术、工程实现问题的研究,重点探索如何提升工程系统智能化的理论、技术、方法,以及如何实现工程系统智能化的实践技术、实际工程.尤其是面向现代工业、农业、国防、科学技术,注重各类工程系统、大工程系统、巨型复杂工程系统智能

化理论、技术、方法研究,并按行业、专业、应用层次等分门别类的工程系统分别研究其智能化理论、技术、方法问题,探索应用智能理论提升工程系统设计实现的智能化的理论、技术、方法与工程实践。

从创新角度看,智能系统工程创新研究包含4个层面:

1)理论创新.智能系统工程理论创新,包括各类智能化数学模型方法、智能化控制理论模型方法、智能化系统理论模型方法。

2)技术创新.有关智能系统工程化、系统工程智能化、工程系统智能化实现技术创新成果,包括机器学习、专家系统、知识工程、分布智能、网络智能、机器智能、智能控制、计算智能、自然语言理解、机器翻译、机器感知、虚拟现实、智能CAD、智能制造等各类技术创新成果。

3)应用创新.涉及智能系统工程化、系统工程智能化、工程系统智能化中各类实际应用系统,包括智能油气勘探开发系统、智能油气测控系统、智能交通系统、智能电信系统、智能制造系统、智能军事系统等。

4)学科创新.智能系统工程学科体系创新成果,包括智能系统工程学科体系结构、知识体系结构、培训对象与目标体系结构、教材体系结构等方面。

3 智能系统工程的发展前景

智能系统工程具有广泛的研究与应用前景.尤其是随着网络技术的发展与应用,智能系统工程的需求越来越明显,越来越迫切.以智能化军队指挥自动化系统C3I建设为例就可看出这一明显特征.由于现代战争远程、快速、精确、超限打击的特点,对运用指挥自动化系统实现侦察、决策、计划、部队调动、武器运用一体化提出了前所未有的新要求.对侦察系统而言,就广泛涉及了陆、海、空、天、电多维空间,不仅应用了地面侦察设备、海上侦察设备,还应用了侦察飞机、预警飞机、卫星等空中侦察设备;对通信系统而言,不仅涉及无线通信、有线通信,而且还有卫星通信、光纤通信等等;对信息处理设备而言,将涉及多种多样的计算机设备等等;对武器控制系统而言,他将涉及陆、海、空、各种武器平台;对美军战略级全球指挥控制系统而言,其覆盖范围涉及五大洲.面对这样一个立体、多维、复杂的巨系统,要达到现代战争远程、快速、精确、超限打击和实现侦察、决策、计划、部队调动、武器运用一体化的要求,就必须能够处理来自不同来源、不同性质的信息,实现高速智能融合处理,实现智能信息快速分发,实现海量数

据智能通信,实现高速准确的智能决策与控制.试想,什么样的技术方法能满足这一要求呢?如果能有一种智能系统工程的思想、理论、技术、方法能做到这一点那该多好呀?

军事是智能系统工程的重要应用领域,因为一般来说先进的思想技术都首先应用于军事领域.研制智能化武器装备及实现军事决策、作战模拟、作战指挥智能化等都需要智能系统工程关键技术.美、日、德等高技术发达国家,谁都想摘取这方面研究的桂冠.因为各国都很清楚,要想夺取未来高技术战争的胜利,要想夺取信息革命的主动权,就不能不突破智能化研究这一科学上的堡垒难关.20世纪中后期以来,各国都集中了大批优秀的科学家,制定了国家研究与发展计划,投入了大量的研究经费,争相从事这一研究。

20世纪中期随着人工智能技术的产生,其军事应用就已经起步,智能化武器系统就开始了研制与应用.1966年,美国海军使用水下机器人“科沃”在750m深的海底成功地打捞起一枚失落的氢弹,使人们第一次看到了机器人潜在的军用价值.由此,各国对军用机器人的发展看的很重,也在战争应用中取得了突破性进展.在越南战争中,美国空军具有智能特征的“闪电虫”遥控飞机执行了3500次空中侦察任务;英国军队20世纪70年代就使用“车轮”机器人在北爱尔兰进行了排雷工作;20世纪80年代,具有一定判断能力的第三代智能机器人诞生以来,被军方更为看好,仅美国列入研制计划的军用机器人就达100多种,前苏联也有30多种;美军一些部队已经开始装备应用型机器人并发挥了重要作用,如美第一装甲师7台扫雷机器人,已排除引爆地雷1000余枚而无一伤亡.在科索沃战争中,美国军队使用了“猎人”、“食肉动物”、“全球鹰”3种无人驾驶侦察机,五角大楼认为“无人驾驶飞行器对整个战争的胜利起了重要作用”.近年来在世界各国军队装备的智能系统很多,包括车辆救护机器人、布雷机器人、排雷机器人、步兵先锋机器人、无人驾驶坦克、无人驾驶侦察机、无人智能潜艇、太空机器人等等.智能弹药作为人工智能技术军事应用的重要成果,已成为现代战争克敌制胜的关键手段.在阿富汗战争中,《今日美国报》评述认为,“未动用一辆作战坦克或者装甲运输车,……,获得了21世纪第一场重要战争的胜利.美国国防部采用的克敌制胜的武器是:……数以千计卫星制导的智能炸弹”.目前已经研制的智能弹药主要有:智能导弹、智能炸弹、智能炮弹、智能地雷、智能水雷等.海湾战争中,美军使

用 282 枚具有智能特征的“战斧”巡航导弹攻击 450~2 600 km 内的目标,其命中率竟达 90% 以上。科索沃战争中,虽然精确制导弹药只占对地攻击弹药的 35%,但其摧毁的目标数量却占总数的 74%。伊拉克战争更是具有智能特征武器装备的“成果实验场”,使用精确制导弹药占总量的 68%,打击精度达到 3~5 m,比海湾战争提高了一倍。由此可见,智能弹药对战争胜负影响很大。

2002 年 3 月,美国军方启动了向深海发展无人军事系统计划,加快了研制“无人驾驶潜艇”;美国陆军投资 1.54 亿美元研制机器人士兵;据英国 2002 年 7 月《星期日泰晤士报》报道,英国将组建一支打击恐怖分子的机器人空中部队。

智能化武器是以人工智能技术与武器系统“物化结合”实现的新型智能化武器装备,它能自主或部分自主地完成侦察、搜索、识别、瞄准、攻击目标等具有人脑部分(特定)智能功能的任务。与其他武器相比,智能武器可以“有意识地寻找、辨别需要打击的目标,有的还具有辨别自然语言的能力,是一种“会思考”的武器系统。智能化的作战指挥系统是具有一定辅助决策和智能控制功能的网络化综合指挥平台。未来战争中,谁掌握先进的智能化武器及手段,谁将拥有更强的战斗力和更多的主动权。

在军事领域,智能系统工程主要发展的关键技术有:智能化信息获取技术、知识提取技术、智能系统工程技术、智能机器人、专家系统、智能机及智能接口、机器视觉与图像理解、语音识别与自然语言理论、武器精密控制与灵巧武器、目标自动识别、无人驾驶载体、模糊技术、神经网络技术、软计算及其应用等。这些技术的重大突破,必将带来一场智能技术革命。

军事家与科学家预测,智能化武器、军事专家系统、军用机器人、智能化作战指挥系统,将在未来军事领域占有重要地位。军事系统是这样,工业、农业、商业、交通、通信等其它系统也是这样,如工业设计、制造、生产一体化智能化自动化系统、银行电子化存取智能化系统、金融投资决策一体化系统、农业智能化系统、邮政电子化系统等等都是智能系统工程的需求范例。

4 结束语

综上所述,智能系统工程思想虽然源远流长,但从来没有像今天这样对它的需求如此明显迫切。也从来没有像今天这样感觉到其理论、技术、方法的不完善不成熟。本文就智能系统工程科学技术体系的

建立,智能系统工程的内涵、研究对象、研究领域、研究方法、发展前景谈了作者的思考看法。意在抛砖引玉,迫切需要同仁能够共同努力,积极探索其理论、技术、方法及应用问题,为创建一个完备的智能系统工程学科体系和成熟的工程技术方法奠定坚实的基础。智能系统工程研究将大有可为。

参考文献:

- [1] 涂序彦. 大系统控制论 [M]. 北京:国防工业出版社, 2003.
- [2] 李德毅. 发展中的指挥自动化 [M]. 北京:解放军出版社, 2004.
- [3] 刘增良, 刘有才. 因素神经网络理论与实现策略研究 [M]. 北京:北京师范大学出版社, 1991.
- [4] 刘增良, 刘有才. 模糊逻辑与神经网络——理论与探索 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1996.
- [5] 郑连清, 刘增良, 吴耀光. 战场网络战 [M]. 北京:军事科学出版社, 2001.
- [6] 刘有才, 刘增良. 模糊专家系统原理与设计 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1996.
- [7] 刘增良. 关于智能系统工程科学技术体系的几点思考 [C]//中国人工智能进展(2001). 北京:北京邮电大学出版社, 2001: 33-34.

作者简介:



刘增良,男,1958 年生,教授,博士生导师,理学博士、计算机博士后,国防大学首届作战指挥学、信息作战学学科带头人,因素神经网络理论、计算机网络战学科的开创者之一。兼任国防科技大学教授、中国科学院、北京理工大学、北京科技大学博士生导师、中国博士联谊会执行理事长、中国人工智能学会智能工程专业委员会主任,中国运筹学会模糊信息与工程分会副理事长,国家网络与信息安全办公室专家组成员等职。在智能工程理论、信息作战、战略指挥自动化、计算机网络战前沿领域取得了多项开创性工作。中国计算机网络战、战略指挥自动化学科的最早开拓者之一,培养了我国第一个专门研究计算机网络战的博士,培养了我国第一个专门研究战略指挥自动化的军事学博士,研制了一批具有国内领先水平、国际先进水平的标志性科研成果。主要研究方向为智能系统工程、信息对抗、指挥自动化。享受国务院政府特殊津贴。先后获得国家科技进步二等奖 1 项,军队科技进步二等奖 8 项,国家 863 高科技成果展金奖 1 项,中国图书奖 1 项。先后主持国家自然科学基金、国家 863 计划及军队“十五”计划等 20 多项研究课题,提出的因素神经网络理论属国际首创,荣立二等功 1 次,三等功 5 次。发表学术论文 40 余篇,出版专著 5 部。