

“十三五”国家重点图书出版规划：重大出版工程



中国人工智能自主创新研究丛书
国家科学技术学术著作出版基金资助出版

机制主义 人工智能理论

钟义信◎著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

本书发现并提出了以“信息转换与智能创生定律”为本质内涵的普适性智能生成机制，开创了以实现智能生成机制为特色的全新的人工智能研究路径——机制主义研究路径。由此不仅创立了“机制主义人工智能理论”，而且使一直鼎足三分的结构主义的人工神经网络、功能主义的专家系统和行为主义的感知动作系统三大人工智能学派达成了和谐融通与统一。而“信息转换与智能创生定律”本身，则与“质量转换与物质不灭定律”和“能量转换与能量守恒定律”一起，成为由物质、能量、信息三大资源所支撑的现代科学体系完备而严密的三大定律。

中国人工智能自主创新研究丛书

- ▶ 机制主义人工智能理论
- ▶ 命题级泛逻辑与柔性神经元
- ▶ 因素空间与人工智能

JIZHI ZHUYI RENGONG ZHINENG LILUN

策划编辑：姚 顺 刘纳新
责任编辑：刘 颖
封面设计：七星博纳
投稿邮箱：yaoshun@bupt.edu.cn

ISBN 978-7-5635-6251-0



9 787563 562510 >

定价：68.00元



“十三五”国家重点图书出版规划：重大出版工程
中国人工智能自主创新研究丛书

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

机制主义人工智能理论

钟义信 著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书发现“科学观→方法论→研究模型→研究路径→基本概念→基本原理”是建立新学科所需的完整研究纲领。于是,总结了信息科学的科学观和方法论,构筑了全新的人工智能研究模型,开创了机制主义的人工智能研究路径,重构了一批人工智能基本概念和基本原理,使长期鼎足三分的人工智能三大学派实现了和谐统一,构建了“基础意识—情感—理智”三位一体的高等人工智能,从而首创了机制主义人工智能理论。

本书可作为人工智能、大数据、计算机、自动化、通信等领域的高校教师、研究生、本科生学习和研究人工智能的教科书,也可作为科研机构和企业的研究人员及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机制主义人工智能理论 / 钟义信著. -- 北京 : 北京邮电大学出版社, 2021. 3

ISBN 978-7-5635-6251-0

I. ①机… II. ①钟… III. ①人工智能 IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 210990 号

策划编辑: 姚 顺 刘纳新 责任编辑: 刘 颖 封面设计: 七星博纳

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京玺诚印务有限公司

开 本: 720 mm×1 000 mm 1/16

印 张: 24.75

字 数: 491 千字

版 次: 2021 年 3 月第 1 版

印 次: 2021 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-6251-0

定价: 68.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

《中国人工智能自主创新研究丛书》

总 序

人工智能是以自然智能(特别是人类智能)为原型、探索和研究具有智能水平的人工系统为人类提供智能服务的学科。毫无疑问,这在整个人类科学研究发展的进程中,是一座前所未有的历史性巅峰。

2016年,人工智能在全球范围内“火”起来了!

2017年,国务院的《新一代人工智能发展规划》提出了我国人工智能发展三步走的战略:2020年前我国人工智能研究达到与国际同步的水平,到2025年实现人工智能基础理论的重大突破,到2030年人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平。

2018年,习近平总书记提出:要加强基础理论研究,支持科学家勇闯人工智能科技前沿的“无人区”,努力在人工智能发展方向和理论、方法、工具、系统等方面取得变革性、颠覆性突破,确保我国在人工智能这个重要领域的理论研究走在前面、关键核心技术占领制高点。

可以看出,党和国家对人工智能的研究、特别是人工智能基础理论的研究给予了极大的关注:只有实现了人工智能基础理论的重大突破,我国的人工智能才能实现领跑世界的目标。

回顾科学技术发展的历史,从工业革命至今的数百年间,我国科学研究总体上处于引进、学习、跟踪的地位。那么,怎样才能做到“勇闯无人区,取得变革性、颠覆性突破,确保我国在人工智能这个重要领域的理论研究走在前面”呢?

值得庆幸的是,在引进、消化、吸收、跟踪、学习的主流之下,我国确有一些具有整体科学观和辩证方法论素养以及自主创新精神的学者,长期以来坚韧不拔地在人工智能基础理论研究领域艰辛探索,勤奋耕耘。

他们敏锐地注意到:人工智能的学科整体被“分而治之”方法论分解为结构主义的人工神经网络、功能主义的专家系统、行为主义的感知动作系统三大学派,无

法实现统一；同时，人工智能研究的信息、知识、智能被“纯粹形式化”的方法摒弃了内容和价值因素，使人工智能系统的智能水平低下。

由此他们认识到：传统科学的方法论（连同它的科学观）已经不适合于人工智能理论研究的需要，人工智能需要新的科学观和方法论，这正是自主创新的最重要立足点。

他们不甘心跟在国际人工智能研究的主流思想后面随波逐流。他们顽强地坚持“整体论的科学观”和“辩证论的方法论”思想独立自主地展开人工智能基础理论研究。经过几十年的艰苦努力，先后创建了一批体现整体观和辩证论精神、极富创新性和前瞻性的人工智能学术成果。

《中国人工智能自主创新研究丛书》的出版目的，就是通过展示这些科技工作者在人工智能基础理论领域取得的变革性、颠覆性突破和开辟崭新理论空间的杰出成就，弘扬我国学人在人工智能科技前沿自主创新的奋斗精神。丛书的成功出版可以证明，中国科技工作者有志气、有能力在当代最重要的科技前沿驾驭和引领世界学术大潮，而不再仅仅是学习者和跟踪者。

《中国人工智能自主创新研究丛书》的撰写、编辑和出版，得到了我国科技工作者的热烈响应，得到北京邮电大学出版社的大力支持。在此，丛书编委会表示由衷的感谢。

根据作者们完稿的先后，丛书编委会将分批推荐这些优秀的自主创新学术著作出版，与广大读者共同分享。

丛书编委会也将继续与北邮出版社和作者们一起，共同为出版、传播我国信息科技领域（包括信息、智能、量子等科技等领域）的创新成果而努力，为实现我国“两个一百年”奋斗目标做出积极的贡献。

《中国人工智能自主创新研究丛书》编委会
(钟义信执笔)
2020年冬日

致 谢

感谢国家自然科学基金

作者一直从事“信息科学原理”和“人工智能理论”的基础理论研究。其间所取得的诸多创新成果,基本都是在国家自然科学基金和社会科学基金资助下完成的。没有这些资助,完成上述成果几无可能。这些基金包括:68872014,69171023,69982001,60496327,60575034,60873001,18ZDA027 等。

感谢中国人工智能学会“吴文俊人工智能科学技术奖”

2012年5月,作者的系列研究成果《创建信息科学理论基础,创新人工智能核心理论》获得首届“吴文俊人工智能科学技术奖”的成就奖。奖励的意义不仅仅在于认可了作者的研究成果,更在于激励了作者不断创新的研究动力。

感谢母校

1951年—1957年,作者在江西省龙南中学求学;1957年—1965年,作者先后在北京邮电学院接受无线电通信与广播专业本科和信息论研究生专业的教育,均受到国家最高等级助学金资助。没有师长的教诲和学校的资助,作者不可能完成上述学业。

感谢家人

感谢父母在极其艰难困苦条件下的抚养与教育之恩；感谢终身伴侣和子女对作者从教和研究工作的体悉理解、全力支持和无私奉献。没有这一切，作者不可能如此心无旁骛专心致志地投入信息科学与人工智能基础理论的奋力攻坚。

新版前言

这是一部经历了 30 多年艰辛探索、终于从学术源头上实现了全面自主创新的人工智能理论学术专著。它的学术创新理念和创新路径发人深省。

“AI is dead. Long live neural networks!”是 1987 年在美国加利福尼亚南部海滨城市圣地亚哥(San Diego)举行的“IEEE 第一届神经网络国际会议”现场曾经爆发过的呐喊。我痛感,这样的学术之争严重违背了学术“整体性”的原则!

那正是我刚刚完成《信息科学原理》书稿决定全力以赴投入人工智能研究的时刻。这种呐喊无疑给了我“当头棒喝”!使我不得不用了几乎两年多的时间去系统研习人工智能和神经网络两个方面的历史文献,以探究究竟。终于,我得到这样的认识:人工神经网络研究和人工智能研究两者的目标都是希望在机器上实现人类智能,但是前者遵循的是结构主义(模拟人类大脑新皮层的生物神经网络结构)的研究路线,后者遵循的是功能主义(模拟人类大脑的逻辑思维功能)的研究路线——其实两者遵循的都是以“机械唯物论”为特色的科学观和以“分而治之”为特色的方法论,它们都是不适于人工智能研究的科学观和方法论!正是由于遵循了不恰当的科学观和方法论,才使得同样以“智能研究”为目的的人工神经网络的研究和人工智能的研究两者不但不能实现“殊途同归”,反而成为“同行冤家”。

这是我所读过的所有科学文献都从来没有明言过的重大问题!

为了破解这个含义深刻而意义重大的科学观方法论问题,我同时开启了对于人工智能和神经网络这两个研究领域持续 30 多年冷峻而艰辛的学习、研判、深思和探索,并决心另辟一条与“结构主义”“功能主义”和“行为主义”完全不同的研究路径。

于是,陆续收获了一批满是泥泞和汗水的研究成果:

1992 年,我和潘新安、杨义先合作的学术专著《智能理论与技术:人工智能与神经网络》在人民邮电出版社出版,论述了神经网络与人工智能的互补与合作关系,直接批评和否定了“AI is dead. Long live neural network!”的无理狂言。

2000 年,我的一篇 14 页的学术长文《知识论框架:信息、知识、智能的统一理论》在中国工程院的学术刊物《中国工程科学》问世(那时,一般论文篇幅被限制在 4 页左右),首次阐明“信息、知识、智能的转换”是生成智能的共性机制,开辟了完全不同于结构主义和功能主义的人工智能研究新路径——机制主义研究路径。

2007年,我的学术专著《机器知行学原理:信息、知识、智能的转换与统一理论》在科学出版社出版,首次以机制主义理论和谐地融通了长期鼎足三分的人工智能专家系统、人工神经网络、感知动作系统的研究。

2014年,我的另一部学术专著《高等人工智能原理:观念·方法·模型·理论》在科学出版社出版,用机制主义方法不仅和谐沟通了专家系统、神经网络和感知动作系统研究,而且打开了长期被视为禁区的“意识研究”的大门,建立了“基础意识、情感、理智三位一体”的高等人工智能理论。

这便是“机制主义人工智能理论”研究突破结构主义、功能主义、行为主义藩篱的探索之路及其阶段性标志。

2017年7月,国务院发布了《新一代人工智能发展规划》。把人工智能研究提到国家战略的高度。人工智能研究的春天到来了。2018年初春,北京邮电大学出版社决定出版《中国人工智能自主创新研究丛书》。我决定加入这套丛书的写作。

我知道,《信息科学原理》《知识理论框架》《机器知行学原理》和《高等人工智能原理》这些论著都是“机制主义(信息、知识、智能的转换)人工智能理论”的几个具有标志意义的里程碑,都是典型的“自主创新”和“源头创新”成果。不过,我最终决定以后者加盟《中国人工智能自主创新研究丛书》,理由是:它比其他几部论著更加明确而深刻地回答了30多年前我所触及的那个“科学观和方法论”课题——抓住了人工智能理论研究的真正源头。而且,“高等”的高就高在“机制主义”。

正如《高等人工智能原理:观念·方法·模型·理论》的标题所表明的那样,这是一部“高等”的(而不是初等的)人工智能原理性著作。其“高等”特征的基本标志主要是指:它在科学观、方法论、研究模型、研究路径、基础概念、基本原理等方面都远远超越了中外人工智能著作。

20世纪中叶是时代演进的分水岭:此前的数百年,人类社会处于“工业时代”,此后则兴起了“信息时代”;与此相应,此前的科学是经典物质科学主导的时代;此后的信息科学迅速崛起而且广泛渗透,越来越呈现出“现代信息科学主导”的特色。

依据影响力的大小,科学研究的层次顺序包括:科学观→方法论→研究模型→研究途径→基础概念→基本原理。对于新学科的研究来说,首先要在实践的基础上形成清晰而正确的科学观和方法论,然后在它们的支配下构筑科学的研究模型和开辟正确的研究途径,最后重构充分必要的基础概念和基本原理,从而完成学科理论的系统创建。

智能是在主体与客体相互作用的过程中主体对相关信息进行复杂加工而生成的最高级产物。因此,人工智能是信息科学的核心、前沿和制高点,它所需要的科学观和方法论应当是现代信息科学的科学观和方法论。然而,不无遗憾的是,由于“意识总是落后于存在”的缘故,现代信息科学(包括人工智能)的研究虽然已经成为当今时代的社会存在,但是它所需要的科学观和方法论(它们属于意识领域)却尚未形成。于是研究者们便自发地沿用了早已存在的经典物质科学的科学观和方法论来开展信息科学和人工智能理论的研究,按照“分而治之”的方法论原则把智

能分割成为一些互相孤立的局部理论,割断了局部理论之间的联系,因而迷失了整体理论。

这就是“人工智能理论被分割为互相脱节的三个分支:结构模拟的人工神经网络理论、功能模拟的物理符号系统理论、行为模拟的感知动作系统理论,却没有人工智能的整体理论”的历史原因。

既然迄今人工智能研究所沿用的“科学观和方法论”错位了(虽然如上所说这种错位有其历史的必然性而无可责怪),那么,在错了位的科学观和方法论的引领与支配下的研究模型、研究途径、基础概念和基本原理便不可避免地存在严重的局限和失准。

《机制主义人工智能理论》就是对当今人工智能理论展开的全面变革:(1)颠覆机械唯物科学观和机械还原方法论在人工智能研究领域的统领地位;(2)总结和创立适合人工智能研究需要的信息科学辩证唯物科学观和信息生态方法论;(3)突破人工智能研究一直沿用的孤立的“脑模型”,创立“主客互动演进”的人工智能全局模型,后者实际上就是人类认识世界和改造世界这一活动过程的普适模型;(4)突破人工智能研究所遵循的“结构主义、功能主义、行为主义”研究路径,开辟以“生成智能的共性机制”为核心的人工智能研究新路径;(5)突破人工智能基础概念的局限性,特别是突破 Shannon 信息论的(统计型的语法)信息概念的局限性,创立“全信息”的新概念,突破原有的静态知识概念,创建“知识生态学”的新概念,突破原来的浅层“智能”概念,创建“意识-情感-理智”三位一体的综合智能新概念;(6)挖掘和总结人工智能的基本原理,提出和建立一组“信息转换原理”。由此,《机制主义人工智能理论》不仅实现了对人工智能互不认可的三大局部理论的和谐融通,而且揭开了基础意识的神秘面纱,实现了人工智能理论的全面突破和源头创新,如下表所示。

比较事项	现有人工智能理论	机制主义人工智能理论
科学观	物质科学的科学观(主客分离)	信息科学的科学观(主客互动)
方法论	机械还原方法论(分而治之)	信息生态方法论(生态演化)
研究模型	脑模型	主客互动的演进的信息模型
研究路径	结构主义,功能主义,行为主义	机制主义(生成智能的共性机制)
基础概念	纯形式化的信息概念 纯形式化的知识概念 纯形式化的智能概念	语法、语用、语义一体的感知信息 形式、内容、价值一体的知识概念 意识、情感、理智一体的智能概念
基本原理	未曾明确	信息转换与智能创生原理
最终结果	鼎足三分的三个局部理论	机制主义人工智能理论

总之,《机制主义人工智能理论》成功的秘诀在于:抓住了“科学观和方法论”这个科学研究的源头,总结了信息科学的科学观和方法论,在它们引领下构筑了“主客互动信息过程”的人工智能模型,发现并开辟了“信息→知识→智能”的机制主义

研究路径,系统重构了“信息→知识→智能”转换所涉及的基础概念和基本原理体系。

为了突出“机制主义”的学术特色,同时又能表明本书与第一版的内在联系,此次再版采用了更加明确的标题《机制主义人工智能理论》。新版本完全删除了原书第7、8、9三章,增加了全新的第1、2、8三章,大幅度改写了新版本第9章的第4节内容,使它更加深刻化和体系化,而且在整体面貌上焕然一新。

经过这样的大增大删,《机制主义人工智能理论》很好地保持了相当优美的体系结构:

- 第1章 为什么要研究人工智能
- 第2章 怎样研究人工智能
- 第3章 人工智能的原型理论
- 第4章 历史上的人工智能研究方法
- 第5章 人工智能理论的源头:信息理论
- 第6章 人工智能理论的支柱:知识理论
- 第7章 人工智能的第一类信息转换原理:感知
- 第8章 人工智能的第二类信息转换原理:认知
- 第9章 人工智能的第三类信息转换原理:谋略
- 第10章 人工智能的第四类信息转换原理:执行与优化

2018年10月31日,习近平主席指出:人工智能是引领这一轮科技革命和产业变革的战略性技术,具有溢出带动性很强的“头雁”效应。要加强基础理论研究,支持科学家勇闯人工智能科技前沿的“无人区”。对于我们这些从事人工智能基础理论探索达半个多世纪之久的老科技工作者们来说,这是明确的肯定和巨大的鼓舞。实事求是地说,此前半个多世纪,我国确有一小群人在极其困难的条件下披荆斩棘,孤军深入,深深闯入了人工智能科技前沿无人区的腹地,建立了远远超越国内外现有的人工智能理论的“中国自主创新的人工智能理论”。今后这些人也定将继续勇闯智能理论新的无人区,努力攻克人工智能科技前沿更多的新的制高点。

感谢国家制定了《新一代人工智能发展规划》,感谢北京邮电大学出版社对我国自主创新的人工智能理论研究成果的关注和支持,也感谢广大同行对人工智能理论自主创新的执着坚持和取得的丰富成果,使以往分散无助的自主创新研究可以凝聚成为汹涌澎湃的创新洪流,为我国和世界人工智能理论的发展做出更加巨大的贡献!

钟义信
2019年秋日
北京

前 言

当您拿起这本《高等人工智能原理》的时候,您(特别是比较熟悉人工智能相关领域的读者)很可能会提出这样的问题:为什么作者要在这个时候提出“高等人工智能”的概念和阐述“高等人工智能”的原理?

这正是作者希望在前言交待的基本问题,包括:什么是智能和人工智能?人们应当怎样来研究智能和人工智能科学技术?什么是高等人工智能?它与现行人工智能在科学观念、研究方法、基本概念、系统模型、工作原理上有什么不同?为什么本书要定名为《高等人工智能原理》?它的基本动力和主要目标是什么?与迄今国内外出版的各种人工智能学术著作相比,它的与众不同的学术观点、学术思想、学术特色和可能的学术贡献是什么?

(一) 智能和人工智能含义的再理解

宇宙的起源,生命的本质,智能的奥秘,是耸立在现代科学技术地形图上三座巍峨壮阔的峻岭险峰。攀上这些高峰,将可能使人们对世界的认识为之一新。由此,可以体会智能科学技术研究的复杂与艰难,由此,也可以领略智能科学技术研究的价值与意义。

智能,是研究智能科学技术,特别是研究“高等人工智能理论”必须首先准确把握的基础概念。相信人人都会同意:如果在基础概念的理解上差之毫厘,那么,研究的结果就很有可能失之千里。这就是为什么开张明义就应当对智能和人工智能含义进行“再理解”。

那么,什么是智能?

现代汉语词典对“智能”的解释非常简明:智慧能力。

韦氏大字典的解释是“Capacity for understanding and for other forms of adaptive behavior(理解能力以及各种适应行为的能力)”。

牛津字典的解释则是“Power of seeing, learning, understanding, and knowing (观察、学习、理解和认识的能力)”。

显然,这些工具书对智能的释义都有道理,而且通俗易懂。然而,毕竟辞书的释义是为广大的非专业读者服务的。因此,它不可避免地美中不足,不能满足科学研究的需要。可是,智能的概念是整个智能理论的基础。如果这么基础的概念都没有深刻定义,那么整个智能理论的研究就可能存在比较大的风险。为了科学研究的需要,这里将给出两个不同层次而又互相密切关联的智能概念(姑且也称之为“定义”)。

人类智能

总的来说,人类智能是人类智慧的子集。

具体地说,人类智慧就是人类为了追求不断改善生存发展条件这个永恒目的而凭借已有的先验知识去发现问题(包括发现和定义所处环境中需要解决而且可能解决的问题,并预设求解的目标)和解决问题(即在获得问题和目标这些信息的基础上,提取必要的专门知识,进而在目标引导下运用信息和专门知识来制定求解策略,并把策略转化成行为,从而解决问题实现目标)的能力;以及在解决老问题之后又发现新问题和解决新问题的能力。

人类发现问题的能力依赖于人类的目的和知识,是一类思辨性、内隐性和创造性的能力,称为隐性智慧,人们对这种能力至今知之甚少;而解决问题的能力依赖于收集信息、提取知识和在目的导引下生成解决问题的策略的能力,是操作性、外显性和学习性的能力,称为显性智慧,人们对它的了解日益深入并获取了越来越多的成果。为此,人们把显性智慧专门称为人类智能。显然,人类智能是人类智慧的子集。

人工智能

人工智能是人造机器所实现的人类智能。

具体来说,人工智能是指:针对人类设计者所给定的问题、领域知识、目标,机器根据这些初始信息去提取求解问题所必要的专门知识,进而在目标引导下运用信息和专门知识制定求解策略,并把策略转化成行为,从而解决问题实现目标的能力。

同样需要注意的是,一般,求解问题所需要的专门知识可以从领域知识提取,但在领域知识不足以支持问题求解的情况下,就需要通过学习来提取新的知识。

不难看出,这里给出的两个智能概念与各家词典所做的解释之间不存在矛盾,因为上述人类智能和人工智能的定义显然都需要观察、学习、理解、认识和适应能力的支持。然而这两个定义却更为明确更为深入,更具有科学研究的可操作性:不仅阐明了两类智能概念的内涵和相互关系,而且揭示了生成智能的科学途径,使它

们不仅可望,而且可及。这是科学研究所特别期待的。

定义表明,一方面,人类智能和人工智能两者是相通的,表现在两者都要通过获取信息、提取知识和在目标引导下制定策略解决问题。另一方面,它们之间又存在原则的差别:人类具有自身的目的和一定的先验知识,因而在面对具体环境的时候能够自主发现和定义需要解决的问题并预设求解问题的目标,而且,人类可以通过获取信息和提取知识创造性地制定策略解决问题;而机器则没有自身固有的目的和知识,因此机器本身不能自主地发现和定义问题以及预设求解目标,它的问题、知识和目标都是人类设计者事先给定的,因而机器只能在人类给定的框架内解决问题;而且,由于人类所给定的“问题-领域知识-目标”不一定充分和合理,因此,机器解决问题的“创造性”也会受到局限。

应当指出,“面对具体环境,根据永恒目的和先验知识来发现和定义问题,并预设求解目标”的能力是人类创造力的首要前提,没有这个前提就谈不上人类智能。这是人类智慧特有而机器所没有的能力,而且通常在人类的思维过程中完成,因此,可以称为“隐性智慧”;相应地,可以把“获取信息、提取知识、制定策略和解决问题”的能力称为“显性智慧”。可见,人类智慧同时包含隐性智慧和显性智慧以及它们之间的交互;人工智能只有显性智慧。

由于隐性智慧比显性智慧更加复杂,目前还没有获得系统性的研究成果。而且,由于本书基本上定位于人工智能的研究,因此,这里将主要关注“显性智慧”的问题,而把“隐性智慧”作为未来进一步研究的课题。

和其他学科类似,智能科学技术的研究领域也由相辅相成的两个方面构成。

一方面是智能的原型研究,目的在于揭示和阐明智能的生成机理。智能的原型就是自然智能,即生物智能,包括人类的智能、动物的智能和植物的智能。但最受关注的是人类智能,因为,人是万物之灵,灵就灵在拥有至高无上的智能。原型研究主要是指脑神经科学和认知科学研究,也与医学、生物学、人类学、社会学、环境学、哲学、语言学等学科密切相关。它们构成了智能科学技术的基础理论研究。

另一方面是将原型智能转化为机器智能的研究,目的是在理解原型智能生成机理的基础上在机器系统中尽可能地复现自然智能,制造具有一定智能水平的机器。这种机器系统的智能就称为“人工智能”或者“机器智能”。这是智能科学技术的应用基础研究和应用研究。

人们记得,人工智能(Artificial Intelligence, AI)这个术语是 1956 年 McCarthy 在美国麻省 Dartmouth 夏季研讨会期间为了表述“利用计算机模拟人类逻辑思维能力”这个新生学科而创造的,它只关注和代表“计算机模拟人的逻辑思维能力”这种特殊的机器智能,而不代表全部“机器智能”。换言之,那个 AI 只代表关于逻辑思维智能的模拟,而不代表关于形象思维和创造性思维这类智能的模拟。例如,它不

代表“神经网络系统”，也不代表“感知-动作系统”。可见，AI 的实际含义只是 AI 的字面含义的一个特殊部分。

这样，就产生了 AI 的字面含义和实际含义不一致的问题，并在历史上产生过许多本不必要的矛盾。其中一个突出的矛盾事例就是 AI 拒绝接纳神经网络的研究，致使后者不得不与模糊逻辑研究和进化算法研究联合另立门户，称为“计算智能(Computational Intelligence, CI)”，造成国际智能科学技术研究学术界的“欠和谐”。

为了克服历史上遗留下来的这些矛盾，为了有利于今后智能科学技术研究与交流的和谐发展，这里有必要重新明确 AI 的定义，使它的实际含义和字面含义保持一致：字面的 AI 和实际的 AI 都表达“全部人工智能”。因此，在本书以下的行文中，“人工智能(AI)”就完全等同于“机器智能”(Machine Intelligence, MA)，把原来的“利用计算机模拟人类逻辑思维能力”的学科则称为“狭义的 AI”，或传统的 AI。

(二) 智能科学的重大意义

根据人类智能和人工智能的定义，可以做出如下判断：

智能，是一切生物物种能力的最高体现：一种生物拥有的智能水平越高，它在生物物种谱系中所处的地位就越高。于是，智能科学技术是生命科学技术的制高点。

同时，智能是人们对信息资源进行深度加工所能获得的最高级产物，因此，智能科学技术是信息科学技术的核心、前沿和制高点。

由此也可以说，智能科学技术是 21 世纪信息科学技术和生命科学技术这两大带头科学技术所共生的而且是最精彩的交叉科学技术。

思想指挥行动。对一个人来说，智能水平越高，他能取得成就的可能程度就越高；对一个国家来说，它所拥有的智能科学技术水平越高，它的国民经济、社会文明、国计民生和国家安全的发展能力也就可能越好，在国际竞争中制胜的机会就越大。这是智能科学技术在整个科学技术体系和经济社会发展进程中的重大意义之所在，也是本书写作的根本动力。

由智能的定义可以知道，人类的智能活动(显性智慧)至少需要以下功能来支持，而且缺一不可：信息获取(由感觉器官系统承担)、信息传递(由传导神经系统承担)、信息处理(由初级皮层承担)、知识生成(由高级皮层承担)、策略制定(由联合皮层和前额叶组织承担)以及策略执行(由效应器官承担)。不难理解，“知识生成”和“策略制定”是整个智能活动过程的核心，是“智能”的主要承担者和体现者，因而

可以被称为“核心智能”。

在信息科学技术的体系中,信息获取功能的承担者被称为“传感系统”,信息传递功能的承担者被称为“通信系统”,信息处理功能的承担者被称为“计算系统”,知识生成和策略制定功能的承担者被称为“核心人工智能系统”,策略执行功能的承担者则被称为“控制系统”。其中,传感系统和控制系统是智能系统与外部世界之间的两端接口(输入环节和输出环节),通信系统是智能系统与这两端接口之间的联络中介,计算系统是智能系统的预处理,核心人工智能系统则是智能系统的真正核心。而整个传感、通信、计算、核心人工智能、控制的有机整体,才构成了完整的人工智能系统。

人类智力能力的进化规律和信息科学技术的发展规律,都是由简单走向复杂、由表层走向核心。具体地说,人类智力能力的进化是沿着由两端(感觉器官和执行器官)走向中介(传导神经系统)再至大脑前端(初级皮层),最后到达大脑新皮层而臻于成熟。同样,信息科学技术领域的发展也由两端(传感系统和控制系统)走向中介(通信系统)再至前端(计算系统),最后走向核心(核心人工智能系统)才能趋于完善。

二战结束的半个多世纪以来,传感、控制、通信、计算等领域突飞猛进,取得了长足的进步。信息科学技术的发展呈现出“万事齐备,只待智能”的态势。一方面,传感、控制、通信、计算等科学技术的进步为处于核心前沿和制高点的人工智能科学技术的发展准备了必要的基础,同时,也为它们自身的智能化以及整个科学技术和经济社会的智能化孕育了强大的社会需求。事实上,“智能化”已经成为当今世界社会各行各业普遍而强烈的共同呼唤。这就是为什么如今“智能 ABC”,……,“智能 XYZ”的呼声响彻了环球大地!

智能科学技术已经成为当代科学技术关注的焦点,智能科学技术登上科学技术核心舞台的时机已然到来。

(三) 应当怎样研究智能科学技术?

智能科学技术本身性质所固有的基础性和深刻性、智能科学技术研究工作所特有的复杂性和前沿性、智能科学技术应用所具有的普遍性和广泛性、以及智能科学技术应用可能给社会发展带来的革命性和转型性,这一切就决定了:智能科学技术的研究(包括自然智能的研究和人工智能的研究),决不可以等闲视之。

从科学研究的纵深角度看,由于智能科学技术研究的对象实质是信息(而不是人们所熟悉的物质和能量本身),是以信息为主导因素的开放复杂系统(而不是人们所熟悉的封闭系统和简单系统),是通过新颖的生成机制所演化的奇妙智能(而