

中国人工智能 2.0 发展战略研究

Strategic Research on
Artificial Intelligence 2.0
in China

下 册

中国人工智能2.0发展战略研究项目组 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

中国人工智能 2.0 发展战略研究

Strategic Research on
Artificial Intelligence 2.0
in China

下 册

中国人工智能2.0发展战略研究项目组 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国人工智能2.0发展战略研究 / 中国人工智能2.0
发展战略研究项目组编. — 杭州: 浙江大学出版社,
2018. 12

(中国人工智能2.0发展战略研究丛书)

ISBN 978-7-308-18042-9

I. ①中… II. ①中… III. ①人工智能—产业发展—
发展战略—研究—中国 IV. ①F49

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第047453号

中国人工智能2.0发展战略研究

中国人工智能2.0发展战略研究项目组 编

出品人 鲁东明

策 划 徐有智 许佳颖

责任编辑 金佩雯

文字编辑 陆东海

责任校对 候鉴峰

装帧设计 程 晨

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路148号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州林智广告有限公司

印 刷 浙江海虹彩色印务有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 42.75

字 数 632千

版 次 2018年12月第1版 2018年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-18042-9

定 价 198.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社市场运营中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxbs.tmall.com>

第1章 人工智能2.0概述 / 1

- 1.1 人工智能60年发展历程 / 3
- 1.2 促进人工智能走向2.0的外在动力 / 4
- 1.3 人工智能2.0的构成 / 6
- 1.4 人工智能2.0研究历程 / 8
- 1.5 人工智能2.0专刊论文 / 10
- 1.6 结 论 / 13
- 参考文献 / 13

第2章 大数据智能 / 15

- 2.1 内容概述 / 17
- 2.2 大数据智能基础理论 / 18
 - 2.2.1 智能融合计算 / 18
 - 2.2.2 以自然语言理解为核心的认知方法 / 23
 - 2.2.3 综合推理与创意人工智能 / 27
 - 2.2.4 非完全信息下的智能决策基础理论与框架 / 35
 - 2.2.5 通用智能数学模型与算法理论 / 38
- 2.3 大数据智能关键技术 / 42
 - 2.3.1 知识计算引擎 / 42
 - 2.3.2 可视交互引擎 / 45
 - 2.3.3 创新设计知识服务技术 / 49
 - 2.3.4 数字创意知识服务技术 / 53
 - 2.3.5 以可视媒体为核心的商业智能知识服务技术 / 56

2.3.6	基于全息数据的通用人工智能发展技术	/ 59
2.4	大数据智能支撑平台	/ 64
2.4.1	大数据人工智能开源软件集基础平台	/ 64
2.4.2	终端与云端协同的人工智能云服务平台	/ 69
2.4.3	新型多元智能传感器件与集成平台	/ 71
2.4.4	基于AI硬件的新产品设计及其平台	/ 75
2.4.5	未来网络中大数据智能化服务平台	/ 78
2.4.6	城市新经济大数据智能服务平台	/ 82
2.4.7	人工智能交易风控	/ 87
	参考文献	/ 90

第3章 群体智能 / 103

3.1	内容概述	/ 105
3.2	群体智能基础理论	/ 106
3.2.1	群体智能结构理论与组织方法	/ 108
3.2.2	群体智能激励机制与涌现机理	/ 111
3.2.3	群体智能学习理论与方法	/ 115
3.2.4	群体智能通用计算范式与模型	/ 119
3.3	群体智能关键技术	/ 124
3.3.1	群体智能主动感知与发现	/ 124
3.3.2	群体智能知识获取与生成	/ 127
3.3.3	面向群体智能的协同与共享	/ 131
3.3.4	面向群体智能的评估与演化	/ 134
3.3.5	群智空间的服务体系结构	/ 138
3.3.6	群体智能的人机整合与增强	/ 141
3.3.7	群体智能的自我维持和安全交互	/ 144
3.3.8	多移动体群体智能协同控制	/ 148
3.4	群体智能支撑平台	/ 152

- 3.4.1 群智众创计算支撑平台 / 152
- 3.4.2 科技众创服务系统 / 156
- 3.4.3 开放环境的群智决策系统 / 160
- 3.4.4 群智软件学习与创新系统 / 164
- 3.4.5 群智软件开发与验证自动化系统 / 168
- 3.4.6 群智共享经济服务系统 / 171

参考文献 / 175

第4章

跨媒体智能 / 189

- 4.1 内容概述 / 191
- 4.2 跨媒体感知计算理论 / 192
 - 4.2.1 超越人类视觉能力的感知获取 / 192
 - 4.2.2 面向真实世界的主动视觉感知及计算 / 196
 - 4.2.3 自然声学场景的听觉感知及计算 / 199
 - 4.2.4 自然交互环境的言语感知及计算 / 202
 - 4.2.5 面向异步序列的类人感知及计算 / 205
 - 4.2.6 面向媒体智能感知的自主学习 / 207
 - 4.2.7 城市全维度智能感知推理引擎 / 212
- 4.3 跨媒体分析推理技术 / 215
 - 4.3.1 跨媒体统一表征理论和模型 / 215
 - 4.3.2 跨媒体关联理解与知识挖掘 / 220
 - 4.3.3 跨媒体知识图谱构建与学习 / 223
 - 4.3.4 跨媒体知识演化及推理 / 228
 - 4.3.5 跨媒体智能描述与生成 / 232
 - 4.3.6 跨媒体分析推理引擎 / 236
 - 4.3.7 跨媒体分析推理验证系统 / 240
- 4.4 智能计算芯片与系统 / 245
 - 4.4.1 神经网络处理器 / 245
 - 4.4.2 类脑计算芯片 / 248

- 4.4.3 新型感知芯片与系统 / 252
- 4.4.4 智能计算体系结构与系统 / 257
- 4.4.5 人工智能操作系统 / 261
- 4.4.6 通用人工智能系统 / 264
- 4.4.7 人工智能开源开放平台 / 268

参考文献 / 272

第5章 混合增强智能 / 285

- 5.1 内容概述 / 287
- 5.2 混合增强智能基础理论 / 289
 - 5.2.1 人在回路的混合增强智能 / 289
 - 5.2.2 脑机协作的人机智能共生 / 292
 - 5.2.3 机器直觉推理与因果模型 / 296
 - 5.2.4 联想记忆模型与知识演化方法 / 304
 - 5.2.5 复杂数据和任务的混合增强智能学习方法 / 307
 - 5.2.6 云机器人协同计算方法 / 310
 - 5.2.7 真实世界环境下的情境理解及人机群组协同方法 / 314
- 5.3 混合增强智能的共性关键技术 / 319
 - 5.3.1 混合增强智能核心技术 / 319
 - 5.3.2 认知计算框架 / 323
 - 5.3.3 新型混合计算架构 / 327
 - 5.3.4 人机共驾 / 330
 - 5.3.5 在线智能学习 / 334
 - 5.3.6 平行管理与控制的混合增强智能框架 / 337
- 5.4 混合增强智能支撑平台 / 342
 - 5.4.1 人工智能超级计算中心 / 344
 - 5.4.2 大规模智能超级计算支撑环境 / 348
 - 5.4.3 在线智能教育平台 / 351
 - 5.4.4 产业发展复杂性分析与风险评估的智能系统 / 356

5.4.5 核电人机协同智能安全保障平台 / 362

5.4.6 人机共驾技术研发测试平台 / 366

参考文献 / 371

第6章

智能无人系统 / 385

6.1 内容概述 / 387

6.2 智能无人系统基础理论 / 388

6.3 智能无人系统关键技术及支撑平台 / 394

6.3.1 无人机智能技术及支撑平台 / 394

6.3.2 无人车智能技术及支撑平台 / 401

6.3.3 轨道交通自动驾驶技术及支撑平台 / 409

6.3.4 服务机器人智能技术及支撑平台 / 414

6.3.5 空间机器人智能技术及支撑平台 / 421

6.3.6 海洋/极地机器人智能技术及支撑平台 / 426

6.3.7 离散制造业无人车间/智能工厂智能技术及支撑平台 / 432

6.3.8 流程工业无人车间/智能工厂智能技术及支撑平台 / 439

6.3.9 高端智能控制技术及支撑平台 / 444

6.3.10 自主无人操作系统 / 449

参考文献 / 455

第7章

人工智能2.0在制造领域中的应用 / 463

7.1 内容概述 / 465

7.2 智能制造关键技术 / 465

7.2.1 智能制造系统应用技术研发 / 465

7.2.2 智能制造应用产业工程 / 477

7.2.3 智能制造系统应用工程 / 486

7.2.4 面向离散制造全产业链活动的智能制造应用工程 / 493

7.2.5 面向流程制造全过程的智能制造应用工程 / 500

7.2.6 智能创新设计应用工程 / 507

参考文献 / 514

第8章 人工智能2.0在智能城市建设领域中的应用 / 517

8.1 内容概述 / 519

8.2 智能城市建设应用研究任务 / 521

8.2.1 城市智能化应用共性关键技术研究开发 / 521

8.2.2 人工智能支持城市规划决策关键技术和应用 / 526

8.2.3 城市综合运行管理智能化应用 / 529

8.2.4 城市基础设施智能化应用 / 532

8.2.5 城市交通出行及驾驶智能化应用 / 534

8.2.6 城市环境监测智能化应用 / 539

8.2.7 政务与民生服务智能化应用 / 543

8.2.8 产业经济发展智能化应用 / 547

8.2.9 城市智能化产业发展工程 / 549

8.3 展 望 / 552

参考文献 / 553

第9章 人工智能2.0在农业中的应用 / 559

9.1 内容概述 / 561

9.2 智能农业研究任务 / 562

9.2.1 农业智能传感技术与设备 / 562

9.2.2 智能化农业遥感监测网络 / 565

9.2.3 农业大数据智能决策与分析系统 / 568

9.2.4 大田智能化农业装备 / 573

9.2.5 农业机器人与自主作业系统 / 577

9.2.6	智能化植物工厂	/ 580
9.2.7	智能牧场	/ 584
9.2.8	智能渔场	/ 590
9.2.9	智能果园	/ 594
9.2.10	农产品加工智能车间	/ 596
9.2.11	农产品绿色智能供应链	/ 600
9.2.12	农业知识智能服务系统	/ 605
9.3	展 望	/ 609
	参考文献	/ 610

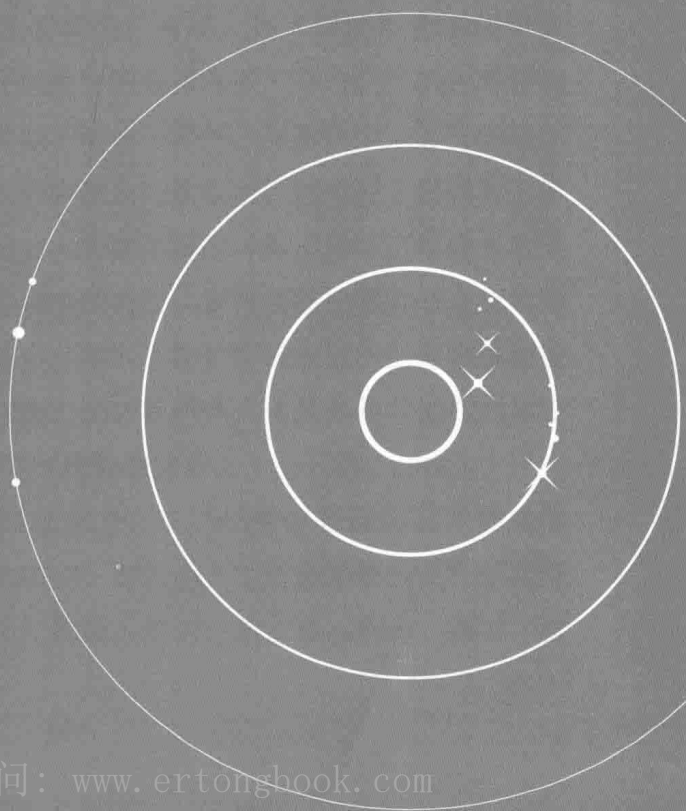
第10章 人工智能2.0在医疗健康领域中的应用 / 617

10.1	内容概述	/ 619
10.2	智能医疗关键技术	/ 620
10.2.1	智能诊断关键技术	/ 620
10.2.2	智能治疗关键技术	/ 623
10.2.3	智能群体健康管理关键技术	/ 626
10.2.4	智能医药监管关键技术	/ 628
	参考文献	/ 632

索 引 / 635

第5章

混合增强智能



5.1 内容概述

人工智能是一种引领许多领域产生颠覆性变革的使能技术，合理并有效地利用人工智能技术，意味着价值创造和竞争优势。人机协同的混合增强智能是新一代人工智能的典型特征。智能机器已经成为人类的伴随者，人与智能机器的交互、混合是未来社会的发展形态。

人类面临的许多问题具有不确定性、脆弱性和开放性，人类也是智能机器的服务对象和最终“价值判断”的仲裁者，因此，人类智能与机器智能的协同是贯穿始终的。任何智能程度的机器都无法完全取代人类，这就需要将人的作用或认知模型引入人工智能系统，形成混合增强智能形态，这种形态是人工智能或机器智能的可行的、重要的成长模式。这种形态可分为两种基本形式：人在回路的混合增强智能，基于认知计算的混合增强智能（Zheng et al., 2017）。

将人的作用引入智能系统，形成人在回路的混合增强智能范式。人在回路的混合增强智能是指需要人参与交互的一类智能系统。人始终是这类智能系统的一部分。当系统中计算机的输出置信度低时，人主动介入并给出判读指示，构成提升智能水平的反馈回路。把人的作用引入智能系统的计算回路，可以把人对模糊、不确定问题分析与响应的高级认知机制跟机器智能系统紧密耦合，使得两者相互适应，协同工作，形成双向的信息交流与控制，使人的感知与认知能力和计算机强大的运算与存储能力相结合，形成“1+1>2”的智能增强智能形态（潘云鹤，2016）。

在当前大数据、深度学习在不同领域不断取得突破性成果之际，更需要清楚地认识到，即使为人工智能系统提供充足甚至无限的数据资源，也无法排除人类对它的干预。例如，面对人机

交互系统对人类语言细微差别和模糊性的理解，特别是将人工智能技术应用一些重大领域（如产业风险管理、医疗诊断、刑事司法）时，如何避免人工智能技术的局限性带来的风险、失控甚至危害？这就需要引入人类的监督与互动，允许人参与验证，提高智能系统的置信度，以最佳的方式利用人的知识，最优地平衡人的智力和计算机的计算能力，从而实现大规模的非完整、非结构化知识信息的处理，有效避免由当前人工智能技术的局限性引发的决策风险和系统失控等问题。

基于认知计算的混合增强智能是指通过模仿人脑功能提升计算机的感知、推理和决策能力的智能软件或硬件，以更准确地建立像人脑一样感知、推理和响应激励的智能计算模型，尤其是建立因果模型、直觉推理和联想记忆的新计算框架。

对当前人工智能而言，解决某些对人类来说属于智力挑战的问题可能相对简单，但是解决对人类来说习以为常的问题却非常困难。例如，很少有三岁的孩童能下围棋（除非受过专门的训练），但所有三岁孩童都能认出自己的父母，且不需要经过标注的人脸数据集的大量训练。人工智能研究的重要方向之一是借鉴认知科学和计算神经科学的研究成果，使计算机通过直觉推理和经验学习将自身引导到更高层次。

另外，在现实世界中，人们无法为所有问题建模，这里存在条件问题（qualification problem）和分支问题（ramification problem），即不可能枚举出一个行为的所有先决条件，也不可能枚举出一个行为的所有分支。人脑对真实世界环境的理解能力、非完整信息的处理能力和复杂时空关联的任务处理能力是机器学习不能比拟的，而人的大脑神经网络结构的可塑性以及人脑在非认知因素和认知功能之间的相互作用是形式化方法难以描述甚至无法描述的。人脑对非认知因素的理解更多地来自于直觉，并受到经验和长期知识积累的影响。人脑所具有的自然生物智能形式，为提高机器对复杂动态环境或情景的适应性，加强非完整、非结构化信息处理和自主学习能力，以及构建基于认知计算的混合—增强智能提供了重要启示。

5.2 混合增强智能基础理论

研究混合增强智能,有助于实现像人一样与环境具有自然交互和学习的“平滑性”的机器智能,解决认知的“不可穿透性”问题,提升机器理解并适应真实世界环境、完成复杂时空关联任务的能力;研究人在回路的人机协同混合增强智能,有助于构建人机协同共融的情境理解与决策学习框架;研究基于认知计算的混合增强智能,有助于实现直觉推理与因果模型、记忆和知识演化。因此,要研制智能计算前移的新型传感器件和通用混合计算架构,构建高度集成灵敏感知、综合分析、准确判断和自主执行的混合增强智能系统及支撑环境。

对混合增强智能基础理论的研究,可以分解为以下几项任务:①人在回路的混合增强智能;②脑机协作的人机智能共生;③机器直觉推理与因果模型;④联想记忆模型与知识演化方法;⑤复杂数据和任务的混合增强智能学习方法;⑥云机器人(cloud robotics)协同计算方法;⑦真实世界环境下的情境理解及人机群组协同方法。

5.2.1 人在回路的混合增强智能

1. 研究背景

人类智能与机器智能的协同在人工智能发展中是贯穿始终的,任何智能程度的机器都无法完全取代人类,这就需要将人的作用或认知模型引入人工智能系统,形成混合增强智能形态,这种形态是人工智能或机器智能的可行的、重要的成长模式。将人的交互引入智能系统,就形成了人在回路的混合增强智能(Zheng et al., 2017)。人在回路的混合增强智能可以更容易地处理传统机器学习方法难以训练或分类的问题。

2. 研究现状

(1) 人类智能与人工智能

人类智能具有创造性、复杂性和动态性的特点(Guilford, 1967;

Sternberg, 1984)。人类智能的创造性指的是人类的抽象思维、推理和创新能够产生新知识并进行联想。人类智能的复杂性包括人类大脑神经系统的结构复杂性和连接可塑性,以及直觉、意识、思维机制的复杂性。人类知识演化和学习能力的动态特性使得人类更擅长从事学习、推理、协作以及其他一些高级智能活动。

同人类智能类比,人工智能具有标准化、重复性、逻辑性的特征。标准化指的是人工智能当前只能处理结构化信息,即程序的输入需要遵从规定格式;重复性指的是人工智能的力学特性,重复性工作不会降低机器的效率和准确性,这是因为计算机强大的计算能力和非生命特性;逻辑性指的是人工智能在处理符号问题方面具有优势,这就意味着人工智能更擅长处理一些离散任务,而不是自身发现或打破规则(Poole et al., 1997)。因此,人工智能和人类智能各有优势,且二者优势高度互补。

(2) 现有机器学习方法的不足

机器学习可被认为是预测解析的自动化,根据数据产生模型。当处理新任务时,机器学习系统根据基于数据的模型做出判断,其学习模式为“训练+测试”。该学习模式完全依赖于机器的性能和学习算法(Bradley, 1997)。机器学习适用于环境具有紧约束和有限目标的条件,不能处理动态、非完整、非结构化的信息。无论机器学习技术如何发展,单独让机器完成人类社会中的所有任务(包括经济决策、医疗诊断等)是不可能的。虽然深度神经网络技术近年来取得了很大进步,但其仍然很难让机器像人一样做一些事情。传统的机器学习方法需要大量训练数据,而人类能从少量样本中提取抽象概念。因此,具有更强推理能力的机器学习需要在基础层面进行计算和推理的融合。

(3) 人在回路的混合增强智能

人在回路的混合增强智能是新一代人工智能的典型特征。一方面,通过人机交互、人机协作,人在回路的混合增强智能将逐步提高机器的自主学习和自适应能力,减少人的干预。另一方面,随着人机交互效率的提高,人在回路的混合增强智能将从人机交互、人机协作逐步发展到人机融合。在人在

回路的混合增强智能系统中，人机交互是一种高度耦合关系，人机需要紧密配合，协作完成目标任务，因此存在诸多困难和挑战。

3. 研究内容

人在回路的混合增强智能的基本框架如图5.1所示，它使用机器学习方法，从大量训练数据或少量样本中训练模型，并通过使用模型预测新的数据。当预测的置信度过低时，人主动进行干预，并做出判断。

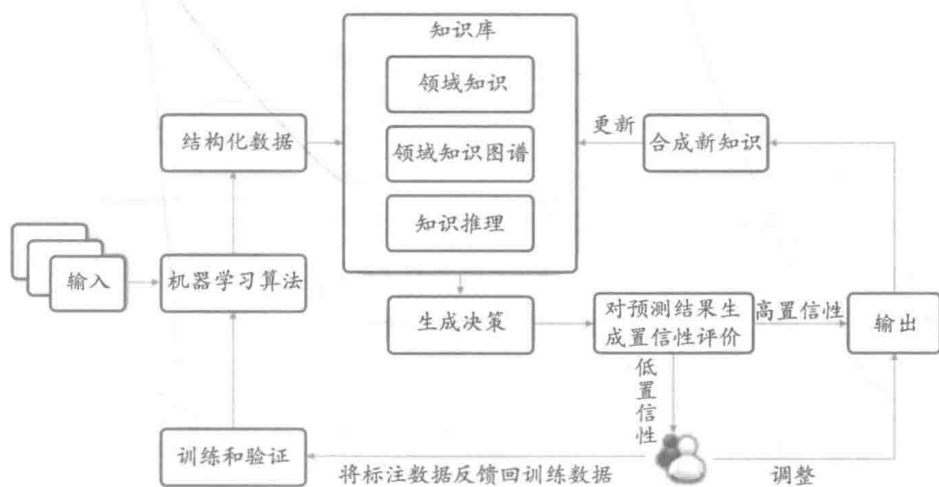


图5.1 人在回路的混合增强智能基本框架 (Zheng et al., 2017)

人在回路的混合增强智能的研究内容主要有以下几项。

(1) 知识概念层面上的人机自然交互。在人机交互中，存在人机之间的双向信息通路，需要研究不同模型的智能组件，充当人与机器之间的桥梁，在知识概念和行为层面实现人机之间无障碍的自然对话与协作。

(2) 任务层面的智能人机交互机理与协作控制机制。研究深度态势感知并构建新的动态预测智能人机交互模型，保证人在回路的智能交互的高效性和稳定性；研究多智能机器分布式协同控制系统，以提高人在回路的多智能机器协同完成复杂任务的能力。

(3) 高效的人机协同计算架构。研究面向人类和机器各自优势相结合的计算单元，以及不同计算单元的协同和组织；研究面向人机协同计算架构的