



北京高校“优质本科教材”
北京高校人工智能通识教材
人工智能专业教材丛书
国家新闻出版改革发展项目库入库项目
高等院校信息类新专业规划教材

人工智能导论 (第2版)

INTRODUCTION TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE

郭军 徐蔚然◎主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



北京高校“优秀本科教材”

北京高校人工智能通识教材

人工智能专业教材丛书

国家新闻出版改革发展项目库入库项目

高等院校信息类专业规划教材

人工智能导论

(第2版)

郭 军 徐蔚然 主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书第一版是为理工科专业大一新生所设计的人工智能入门教材,以“导认识”“导兴趣”“导原理”“导重点”为目标,旨在为高中基础的大学生量身定制学习人工智能的先行知识体系,使学生在树立人工智能正确认识的基础上,找准学习方向和重点,激发学习兴趣,打下专业基础。第一版在三个方面具有原创性。一是提出人工智能的能力属性、工具属性和实用属性,着力从根本上认识人工智能,把握人工智能与应用紧密结合的主流方向;二是提出以数学原理为核心的人工智能圈层知识结构,揭示人工智能的数学本质;三是提出智能函数的概念,指出机器学习的本质是智能函数中的参数优化。这些内容支撑了课程的教学理念和知识架构。

本次改版是根据国家和北京市对人工智能通识教育的新要求以及大模型等最新技术进展对第一版所进行的结构改造和内容更新。在结构上,将易于理解的应用部分提前,以更好地激发学习兴趣;在内容上,大幅增加了大模型所带来的新知识,增加了“人工智能的社会角色”这一新的重要内容。根据教学经验,对难点和重点部分进一步改进表述和讲解,力求深入浅出,易于理解。

本书可作为高等院校计算机类、自动化类、电气类、电子信息类等相关专业的学生学习人工智能的通识课程教材,也可供非理工科专业的学生以及人工智能交叉学科研究的科研人员学习使用,同时也适用于对人工智能领域感兴趣的具有高中水平以上的普通读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能导论 / 郭军, 徐蔚然主编. -- 2版.

北京: 北京邮电大学出版社, 2024. -- ISBN 978-7-5635-7363-9

I. TP18

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024QM6649 号

策划编辑: 姚 顺 责任编辑: 姚 顺 责任校对: 张会良 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: 保定市中画美凯印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15.25

字 数: 404 千字

版 次: 2021 年 10 月第 1 版 2024 年 11 月第 2 版

印 次: 2024 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7363-9

定价: 39.80 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 ·



人工智能专业教学交流群
(仅限教师使用)

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

人工智能专业教材丛书

编委会

总主编：郭 军

副总主编：杨 洁 苏 菲 刘 亮

编 委：张 闯 尹建芹 李树荣 杨 阳

朱孔林 张 斌 刘瑞芳 周修庄

陈 斌 蔡 宁 徐蔚然 肖 波

肖 立

总策划：姚 顺

秘书长：刘纳新

深度学习和大语言模型这两次重大技术突破使人工智能正以雷霆之势推动着人类社会的发展和变革。了解人工智能、学习人工智能、拥抱人工智能已经成为全人类的紧迫任务。教育部于2018年发布《高等学校人工智能创新行动计划》，提出将人工智能纳入大学计算机基础教学内容。2024年7月北京市教委发布文件，将在市属公办高校全覆盖开设人工智能通识课。可以预见，在北京实施之后，人工智能通识教育即将在全国范围内普遍展开。

2020年，北京邮电大学人工智能学院在全国率先开设面向全校大一新生的“人工智能导论”课程，至今已持续4年，收到很好的效果。北京市教委高度重视这一宝贵的探索经验，对课程内容进行了专家论证，在此基础上构建了面向北京市高校的“人工智能导论”课程内容。

本书第一版是北京邮电大学人工智能学院“人工智能导论”课程的教材，出版于2021年。教材根据大一新生的基础和特点，以“导认识”“导兴趣”“导原理”“导重点”为目标，为高中基础的大学生量身定制学习人工智能的先行知识体系，使学生在树立人工智能正确认识的基础上，找准学习方向和重点，激发学习兴趣，打下专业基础。

第一版在三个方面具有原创性。一是提出人工智能的能力属性、工具属性和实用属性，着力从根本上认识人工智能，把握人工智能与应用紧密结合的主流方向；二是提出以数学原理为核心的人工智能圈层知识结构，揭示人工智能的数学本质；三是提出智能函数的概念，指出机器学习的本质是智能函数中的参数优化。这些内容支撑了课程的教学理念和知识架构。

本次改版是根据国家和北京市对人工智能通识教育的新要求以及大模型等最新技术进展对第一版进行结构改造和内容更新的。在结构上，将易于理解的应用部分提前，以更好地激发学习兴趣；在内容上，大幅增加了大模型所带来的新知识，增加了“人工智能的社会角色”这一新的内容。根据教学经验，对难点和重点部分进一步改进表述和讲解，力求深入浅出，易于理解。

本次改版将为人工智能通识教育新形势下的“人工智能导论”课程提供优质教材。

本书共有9章，主要内容如下。

第1章 认识人工智能。首先结合人工智能的起源及发展简史提出并阐释其能力属性、工具属性和实用属性，以及其以数学原理为核心的圈层知识结构；其次以智能函数为基本概念阐述人工智能的数学原理以及机器学习在其中的关键作用；最后介绍人工智能的姊妹科学——认知科学。

第2章 自然语言处理。首先讲解自然语言处理的基本概念和技术——文本语义表示和相似性度量;其次介绍文本摘要、机器翻译、知识图谱等经典任务及其关键技术;最后重点讲解大语言模型的技术特点及其应用。

第3章 计算机视觉。首先阐述计算机视觉中的图像表示与特征提取,介绍特征提取的常用神经网络模型;其次讲解计算机视觉的基本原理和工作流程;最后对视觉大模型的技术特点、发展状况和典型应用进行介绍并对计算机视觉的未来研究方向进行展望。

第4章 智能音频技术。首先讲解智能音频技术的基本概念和处理流程;其次分别以音频信息识别和音频信息检索为例,介绍相关系统的技术特征、核心能力和应用场景;最后介绍音频大模型的技术特点和应用案例,并对智能音频技术的发展前景进行展望。

第5章 机器学习基础。首先通过智能函数的模型形式、求解算法、优化目标等内容讲解机器学习中的基本数学问题;其次从哲学视角讨论机器学习的基本范式;最后具体介绍几种典型的机器学习算法。

第6章 深度神经网络。首先阐述神经网络的基本概念、计算机理和学习过程;其次讲解深度神经网络的基本特征、主要挑战和关键技术;最后对构建大模型的核心技术注意力机制和 Transformer 架构进行剖析,并对 Transformer 的主要应用进行介绍。

第7章 大模型:人工智能的新前沿。首先介绍语言模型的发展历程,讨论大模型通用性和开放性的主要特点;其次讲解大模型的核心技术原理、知识工程和攻击防范;最后分析大模型在应用中可能出现的问题和风险,对大模型的未来发展进行展望。

第8章 人工智能的社会角色。首先从人工智能的基本属性出发给出其社会角色的基本定义,进而对其发展愿景进行宏观描绘;其次介绍与人工智能发展愿景相背离的各种风险、威胁和挑战;最后介绍和解读保证人工智能正确发挥其角色作用的法律治理体系、技术防范方法和行政管理措施。

第9章 人工智能计算基础。讲解人工智能算力系统的各类计算单元、芯片和架构的基本知识,计算机集群的类型和工作过程,深度学习服务器的组成及 GPU 的工作原理,云-边-端协同工作模式以及各个组成部分。

本书由郭军和徐蔚然担任主编,另有多名作者参与编写,所有作者来自同一个友爱共事、亲如一家的教学科研团队。在教材编写过程中,集体讨论和修改不计其数,每位作者都贡献了宝贵的智慧和辛勤的汗水。

本书第一版编写者包括郭军、徐蔚然、马占宇、张闯、吴铭、陈光、梁孔明、刘瑞芳、邓伟洪、刘刚、李思和徐雅静。

在第二版的编写中,郭军主笔第1章和第8章并对全书进行审校和统稿,李思和徐雅静主笔第2章,胡佳妮主笔第3章,刘刚主笔第4章,徐蔚然主笔第5章并对全书进行审校,吴铭主笔第6章,陈光主笔第7章,张闯主笔第8章,刘瑞芳主笔第9章。

由于作者水平有限,加之人工智能技术发展迅速,新知识还在不断积累、沉淀和升华之中,本书中难免存在不当乃至错误之处,恳请广大读者批评指正。

作者

第 1 章 认识人工智能	1
1.1 何谓人工智能?	1
1.2 人工智能的发展简史	2
1.3 人工智能的内在逻辑及知识体系	5
1.4 人工智能的数学基础	9
1.4.1 人工智能的数学本质	9
1.4.2 常用的基元函数及其功能	10
1.4.3 智能函数的参数学习	14
1.4.4 学习方式	14
1.4.5 深度学习架构	17
1.5 认知科学	18
1.5.1 何谓认知科学	18
1.5.2 认知科学的研究主题	19
1.5.3 认知科学的研究方法	20
小结	21
思考题	22
第 2 章 自然语言处理	23
2.1 引言	23
2.2 文本分析基础	24
2.2.1 文本语义表示	25
2.2.2 文本相似度	30
2.2.3 文本相似度计算示例	33
2.3 经典自然语言处理任务	34
2.3.1 文本摘要	34
2.3.2 机器翻译	36
2.3.3 知识图谱	37

2.4 大语言模型	39
2.4.1 大语言模型背景	39
2.4.2 大语言模型的发展历程	40
2.4.3 大语言模型关键技术	44
2.4.4 代表性大语言模型	49
2.4.5 以 KimiChat 为例的大语言模型应用	53
小结	56
思考题	57
第3章 计算机视觉	58
3.1 引言	58
3.2 图像表示与特征提取	59
3.2.1 图像表示	59
3.2.2 特征提取	60
3.3 计算机视觉的应用	63
3.3.1 应用方向	63
3.3.2 人脸检测与特征点定位	65
3.3.3 特征表达与学习	66
3.3.4 属性识别与身份识别	67
3.3.5 安全性和公平性问题	68
3.3.6 人脸编辑与生成	68
3.4 视觉大模型	71
3.4.1 Transformer 在计算机视觉中的应用: ViT	71
3.4.2 视觉大模型的发展	72
3.4.3 多模态大模型	74
3.5 计算机视觉的展望	76
小结	77
思考题	77
第4章 智能音频技术	78
4.1 引言	78
4.2 智能音频技术简介	79
4.2.1 从“声音”到“音频”	79
4.2.2 智能音频信息处理	80
4.3 音频信息识别	85
4.3.1 概述	85
4.3.2 语音识别	90
4.3.3 音频事件识别	92

4.4 音频信息检索	94
4.4.1 概述	94
4.4.2 音频信息检索方法	96
4.4.3 语音检索	98
4.4.4 音频样例检索	99
4.4.5 哼唱检索	100
4.5 音频大模型	101
4.5.1 音频大模型	101
4.5.2 音频相关多模态大模型	101
4.6 智能音频技术应用案例	102
4.6.1 智能语音助手	102
4.6.2 智能音乐创作	104
4.7 总结和展望	105
小结	106
思考题	106
第5章 机器学习基础	108
5.1 引言	108
5.2 智能函数的模型形式	110
5.2.1 机器学习中的智能函数	110
5.2.2 复合智能函数的构成	111
5.3 智能函数的自动求解算法	112
5.3.1 基于智能函数的知识获取、表示和利用	112
5.3.2 学习的数学形式	112
5.3.3 智能函数的求解算法	113
5.4 智能函数的优化目标	113
5.4.1 机器学习的评价方法	113
5.4.2 影响泛化能力的主要因素	114
5.4.3 目标函数的正则化	117
5.5 机器学习的基本范式与推理方式	118
5.5.1 机器学习的基本范式	118
5.5.2 基于数据的归纳推理	119
5.5.3 机器学习是基于统计学的归纳推理	120
5.6 机器学习基本方法	122
5.6.1 朴素贝叶斯分类器	122
5.6.2 决策树	123
5.6.3 线性模型	125
5.6.4 K近邻学习	126

5.6.5 K 均值聚类算法	127
小结	129
思考题	129
第 6 章 深度神经网络	131
6.1 引言	131
6.2 多层感知机与神经网络	132
6.2.1 多层感知机与神经网络概述	132
6.2.2 误差反向传播法	134
6.2.3 参数的更新	140
6.3 深度神经网络的核心问题	141
6.3.1 加深网络	141
6.3.2 梯度消失和梯度爆炸问题	143
6.3.3 需要更多的数据	145
6.3.4 更快的优化算法	146
6.3.5 避免过拟合	149
6.4 注意力机制与 Transformer	150
6.4.1 注意力机制	151
6.4.2 Transformer 架构	154
6.4.3 Transformer 的应用	157
小结	160
思考题	160
第 7 章 大模型:人工智能的新前沿	161
7.1 引言	161
7.2 发展历程	161
7.3 通用性和开放性	163
7.3.1 通用性	163
7.3.2 开放性	163
7.4 核心技术原理	164
7.4.1 Transformer 架构	164
7.4.2 预训练—微调范式	165
7.4.3 提示学习技术	166
7.4.4 知识蒸馏	166
7.4.5 模型训练	167
7.4.6 量化和剪枝	168
7.4.7 网络架构搜索	168
7.4.8 云端部署和推理加速	169

7.5 知识工程及攻击防范	170
7.5.1 知识注入	170
7.5.2 幻觉检测与预防	171
7.5.3 人工对齐	172
7.5.4 攻击防范	174
7.6 未来发展	177
7.6.1 大模型在未来发展面临的挑战	177
7.6.2 大模型在未来发展的研究方向	178
小结	179
思考题	179
第 8 章 人工智能的社会角色	180
8.1 引言	180
8.2 基本定义和愿景	180
8.2.1 基本定义	180
8.2.2 愿景	181
8.3 威胁和挑战	182
8.3.1 根本背离人工智能社会角色的风险	183
8.3.2 人工智能角色作用面临的安全威胁	183
8.3.3 人工智能角色作用面临的伦理挑战	184
8.4 治理体系和防范方法	186
8.4.1 法律治理体系	186
8.4.2 技术防范方法	187
8.4.3 行政管理措施	190
小结	191
思考题	191
第 9 章 人工智能计算基础	193
9.1 引言	193
9.2 计算机系统	194
9.3 并行计算	196
9.3.1 计算机集群基础	197
9.3.2 分布式集群基础	199
9.4 深度学习服务器	202
9.4.1 多核 CPU	202
9.4.2 GPU	203
9.4.3 昇腾 AI 处理器	209
9.4.4 TPU 和 Tensorflow	210

9.4.5 深度学习编译框架	212
9.5 云-边-端协同计算	213
9.5.1 云计算	213
9.5.2 边缘计算	218
9.5.3 智能设备	222
9.6 未来展望	225
小结	226
思考题	226
参考文献	227

第 1 章

认识人工智能



第 1 章课件

学习人工智能首先要在总体上对人工智能有一个正确的认识,了解人工智能的起源和历史,研究人工智能奠基人和主要开拓者的学术思想,以及人工智能理论和技术的发展脉络,从而认清人工智能的本质属性内涵和基本内涵。

本章首先对上述问题进行讲解,提出并阐释人工智能的能力属性、工具属性和实用属性,分析和描述人工智能基本能力的内在逻辑关系,用圈层结构概括人工智能的知识体系。然后介绍人工智能的数学基础,阐述人工智能的数学原理以及机器学习在其中的核心作用。最后介绍人工智能的姊妹科学——认知科学,从更加广阔的视野来认识人工智能。

1.1 何谓人工智能?

智者灵也,能者动也。人工智能则乃人类所创造之灵动者也。其魅自神奇,其功在造化。其诱人深焉,其助人也劲焉!

这是多年前作者写的一段话,期间虽然经历了深度学习和大模型所带来的人工智能技术的飞跃,但仍然适合作为学习人工智能的导语。这段描述尽管不是严谨的学术定义,但是却道出了人工智能的本质,即它是人类创造的强大生产力,是人类的神奇助手。

在学术上,人工智能这一名词是 1956 年提出来的。英文是 Artificial Intelligence,简称 AI。提出者当时都是 20 多岁的年轻人,包括麦卡锡(John McCarthy)、西蒙(Herbert Simon)、纽埃尔(Allen Newell)、明斯基(Marvin Minsky)、香农(Claude Shannon)等。这几位年轻人为了探讨如何让机器模拟人类的思维能力,他们在美国的达特茅斯小镇足足开了 2 个多月的会议,会议达成的最重要共识就是将他们所谈论的内容用 Artificial Intelligence 来命名。

历史证明,这的确是一项划时代的成果,因为这个名词概括出了机器模拟人类的思维能力这一问题的实质,那便是 Artificial Intelligence,也就是人工智能。这一名词的提出,也标志着人工智能研究正式启航。

要理解这一名词,需要解读 Artificial Intelligence 这两个英文词的原意。Artificial 就是人造或人工的意思。关键是如何理解 Intelligence。根据词典的定义,Intelligence 是指学习、判断、理解等人类大脑的能力。这里的重点是能力 Ability,也就是说,Artificial Intelligence 就是人造的大脑能力。需要特别强调的是,能力是客观存在的,是可观测和可度量的,是与精

神或意识完全不同的概念。也就是说,人工智能本不涉及精神和意识。这一点十分重要,是使人工智能沿着正确方向发展的基本保证。

还有一点需要指出:“人工智能”是 Artificial Intelligence 的汉语直译,翻译本身虽然没错,但含义却变得模糊了。因为“智能”的意义不像“Intelligence”那样单纯,“智能”是复合词,合在一起有智慧和能力双重意思。另一个问题是汉语的“智能”不仅有名词的意思,还有形容词的意思。这难免会使人将关注的重点放在人工智能的程度强不强、高不高,而忽视“人工智能本身是什么”这一根本问题。

关于人工智能的严格定义,学术界一直在探讨和争论。但时至今日,并没有达成一个统一的意见。各派学者从不同的角度给出了形形色色的定义,表面上各不相同,本质上却大同小异。例如,理论学派将人工智能定义为对计算机系统如何能够履行那些只有依靠人类智慧才能完成的任务的理论研究;技术学派将人工智能定义为使计算机去做过去只有人类才能做的智能工作的技术研究;知识学派将人工智能定义为怎样表示知识以及怎样获得知识并使用知识的科学。而跨越各个学派的一种简单观点将实现利用机器进行问题求解作为定义人工智能的核心要义。事实上,这些争议并未对人工智能的发展产生实质性的影响,这说明这些定义以及它们之间的差异并不重要。本书认为,与其死抠人工智能的定义,不如从 AI 这一名词的本义出发,紧紧把握它的能力属性、工具属性和实用属性才更有利于认识人工智能的实质。

1.2 人工智能的发展简史



新一代人工智能
发展规划

人工智能的发展历史是人类在创造人工智能的同时不断认识其特征和本质的历史。从 1956 年人工智能元年以来,人工智能的发展经历了两次大的曲折,史称人工智能的两次寒冬。此后在深度学习和大模型技术的强力推动下,整体水平和能力迅猛达到了重构人类经济社会格局的高度,被称为新质生产力的核心要素。简要回顾这段历史,了解其中主流技术与理论思想的变迁,确定人工智能的正确路线和正确方法,这是认识和学习人工智能的第一步。

对人工智能进行研究的早期是以机器逻辑推理和数学定理证明为主要研究内容。在取得若干成功之后,全球范围的研究热潮迅速形成。乘着这一热潮,一些偏离方向且不切实际的研究项目纷纷涌现。结果,到了 20 世纪 70 年代,大批项目的研究目标落空,令支持研究的各国政府陷入尴尬,不得不宣布终止对项目的资助,人工智能的发展进入了第一个寒冬。

20 世纪 80 年代以知识工程为核心的专家系统技术异军突起,在很多重要领域得到应用。同期,日本又提出了雄心勃勃的第五代计算机研究计划,其核心便是制造具有人类感知能力和思维能力的计算机,也就是智能计算机。在这两大动力的共同作用下,人工智能的研究再次进入高潮。各国纷纷投入大量的研究力量和资金对相关项目进行资助和开发。可惜好景不长,到了 20 世纪 90 年代,由于开发的技术达不到市场预期,大量的投入得不到回报,人们再次对人工智能技术丧失信心和兴趣,人工智能的发展进入了第二个寒冬。

虽然经过了两次寒冬的打击,但是研究者们并没有放弃。在 2000 年以后,以辛顿 (Geoffrey Hinton, 1947—) 为代表的一批科学家将历时十多年研究的深度学习理论和方法与应用紧密结合逐渐崭露头角,在一系列重要技术竞赛中取得了令人刮目相看的成绩。2012 年,在 Image 图像识别大赛中深度卷积神经网络 AlexNet 的性能达到甚至超越了人眼的识别



精度,以显著优势拔得头筹。2016年,以神经网络为内核的AlphaGo战胜了人类围棋顶级选手柯洁和李世石,震惊全世界。

自此之后,以深度学习为特征的新一代人工智能在图像识别、语音识别、自然语言处理、机器翻译等重要应用中不断刷新性能,人工智能技术整体上发展势头迅猛,涉及领域之广,颠覆作用之大,令人猝不及防。为了抢占发展先机,占领科技制高点,各国政府纷纷制定了发展人工智能技术的国家战略,教育界、科技界、产业界积极响应,形成了人工智能发展新的时代洪流。

2022年11月,OpenAI(美国开放人工智能研究中心)发布了大语言模型ChatGPT,标志着人工智能进入了大模型时代。大模型以人机对话的方式提供广泛领域的智能服务,在与人的对话过程中,机器的“善解人意”和“无事不通”的人性化表现令人赞叹。生成的语言、程序代码、动画、图像、视频等内容流畅自然,问题回答、信息咨询、心理咨询、文案辅助、计划制定、娱乐消遣等功能灵巧实用。大模型涌现出的上下文理解和思维链推理等能力出乎意料,其所具备的完成多样化任务的功能令人感到通用人工智能已经不再遥远。

至此,人类对人工智能的关注已经超越了所有的技术领域,人工智能成为领跑公共舆论的最热门话题。产业界对大模型研发的投入几乎瞬间爆发,各大头部企业纷纷在不到一年的时间内发布了自己的大模型。在我国,以百度的文心一言、华为的盘古、阿里云的通义千问等为代表的一大批企业的大模型展现了不俗的水平 and 能力。

2024年2月,OpenAI发布了视频生成大模型Sora,使大模型具备了对三维物理世界进行精确建模的能力,从而引发了人们利用大模型构建“世界模型”的思考和努力。而这个方向的研究对人工智能所带来的改变目前是难以估量的。

上述人工智能的发展简史是如何体现人工智能的正确路线和正确方法的呢?这个问题需要从它的技术变迁之中寻找答案。总体上,我们可以用两句话概括人工智能近70年的技术变迁:一是核心内容由逻辑演算和规则决策转变为与实用紧密结合的机器学习;二是基本方法由逻辑精准推理转变为相关性概率推断。这说明机器学习是人工智能的“牛鼻子”,抓住它就能牵引人工智能的整体发展,就能为实现判别、推理、决策等能力奠定基础。同时,基于深度神经网络的概率推断方法是实现人工智能最有效的方法。

人工智能的发展历史不仅是技术的发展史,也是理论思想的发展史。如要回顾和总结它的理论思想发展史,则需要结合代表人物的贡献来加以梳理。

人工智能的首要奠基人当属英国数学家和逻辑学家图灵(Alan Mathison Turing,1912—1954年)。他提出的图灵机模型直接给出了计算机以存储器为核心的体系结构,为计算机的发明做出了决定性的贡献。图灵机模型阐述的思想是,记忆是计算的基础,只要有足够的记忆能力将所有中间结果和操作都记忆下来,那么任何计算都可以由机器实现。计算机的发明完全证明了这一点。

图灵对人工智能更直接的贡献是首次提出了机器能否思维,亦即是否可实现机器智能的问题。为了判断机器智能,他给出了具体的测试方法,即图灵测试。这是一个十分重要的准则,它明确地定义了人工智能的能力属性。

简而言之,所谓图灵测试,就是测试机器在与人的交互过程中,回答问题的能力是否达到了人类水平。如果测试者分辨不出问题的答案是人还是某个机器给出的,那么便判断该机器具有智能。图灵测试不涉及机器的结构和工作原理是否与人脑类似,机器是否具有主观意识等问题,而只是测试机器解答问题的能力是否达到了人类的水平,便判断它具有智能。这显然