

人工智能领域研究

上海人大人科技创新服务有限公司 主办

2017 年 3 月 20 日

第 5 期

(总第 5 期)

本期主题

人工智能产业发展态势（一）

百家评说

人工智能走向 2.0 （一） 潘云鹤 中国工程院院士

通讯地址：上海市南京东路 800 号
新一百大厦 17 楼

联系人：陈海燕

联系方式：chenhy@chinardr.net



本期主题

人工智能产业发展态势（一）

自 1956 年达特茅斯会议提出“人工智能”以来，人工智能经过 60 年的发展，已逐渐从技术走向应用。近几年，在深度学习的推动下，人工智能取得了飞速发展。世界各国纷纷将人工智能作为国家战略积极推动产业发展、各主要企业将人工智能作为未来的发展方向积极布局、围绕人工智能的创新创业也在不断涌现，人工智能即将成为改变人类经济、社会的新技术引擎，深刻改变人类的生产、生活方式。

1 人工智能 60 年

1.1 对人工智能的不同认知

从（思考还是行动、像人还是理性这）两个维度，可以将业界对“人工智能”的认知分为以下 4 种（*Stuart Russell and Peter Norvig, 2009*）：像人一样思考、像人一样行动、合理地思考、合理地行动。目前，由于技术受限等原因，前三种认知方式下的人工智能尚未实现大规模产业化应用，以合理地行动为代表的人工智能带动了新一轮的人工智能浪潮。

（1）像人一样思考：认知建模 优点：精确 缺点：需要足够精确的人脑理论	（3）合理地思考：逻辑主义 优点：原则上可解 缺点：原则上可解
（2）像人一样行动：图灵测试 优点：60年后仍适用 缺点：过于强调模仿	（4）合理地行动：感知+理解+决策 优点：有限合理性 缺点：无法实现完美合理性

图 1：对人工智能的不同认知及其特点（资料来源：《Artificial Intelligence: A Modern Approach》3rd Edition）

例 1：对人工智能的 4 种不同认知

1、像人一样思考：认知建模

像人一样思考基于认知建模，强调像人一样思考(Haugeland, 1985)，使之自动化进行（决策、问题求解、学习等）与人类思维相关的活动(Bellman, 1978)。不过，（美国、欧盟等国的）人脑研究尚未破解“大脑思考方式”这一世界难题，现阶段的人脑研究尚不足以支撑人工智能建立像人一样思考的系统。

2、像人一样行动：图灵测试

像人一样行动以图灵测试 (Alan Mathison Turing, 1950) 为代表，强调人工智能应该像人一样行动：使用机器执行人需要智能才能完成的功能(Kurzweil, 1990)，并使计算机能够做到目前人比计算机做得更好的事情(Rich & Knight, 1991)。近年来，有人（在原有图灵测试基础上增加了视觉信号和物理操纵需求而）提出全面图灵测试，使图灵测试覆盖了自然语言处理、知识表示、自动推理、机器学习、计算机视觉、机器人六大学科，从而使得图灵测试（在提出 60 年后）仍然可以用于“验证一个系统是否具备智能”。

3、合理地思考：逻辑主义

合理地思考基于规则（逻辑主义流派），强调使用计算模型研究心智能力(Charniak & McDermott, 1985)，模拟人类的知觉、推理、行动活动(Winston, 1992)，从而通过制定规则使智能系统合理地思考。虽然这种认知方式可以开发出精准度较高人工智能系统，但对非形式的知识制定规则并不容易，因此仅适用于规则清晰的专业领域，而在通用领域中难以得到大规模应用。

4、合理地行动：感知+理解+决策

合理地行动认为，计算智能需要注重“研究如何设计智能化智能体(Poole et al, 1998)，使其具备智能行为(Nilsson, 1998)”。现阶段，该类认知的人工智能以基于深度学习的人工智能为代表，强调通过“感知+理解+决策”实现（基于大量先验知识的）相对合理判断和决策。尽管基于深度学习的人工智能需要基于大量先验知识做出判断，无法实现完美合理性，但在海量数据的支撑下，该类人工智能有望不断接近完美合理，并大规模应用于产业。

1.2 人工智能的三个发展阶段

人工智能研究始于 1942 年（机器人三定律）、诞生于 1956 年（达特茅斯会议），根据人工智能技术及产业发展的整体形势，可将其分为三个阶段。

1.2.1 第一阶段（1950s ~ 1980s 初）

随着神经元模型(McCulloch & Pitts, 1943)、图灵测试(Alan Mathison Turing, 1950)、SNARC 神经网络计算机(Marvin Lee Minsky & Dean Edmonds, 1951) 的相继诞生，图灵奖获得者 McCarthy(Stanford)、Minsky(MIT)、Simon(CMU)、Newell(CMU)和 Shannon(Bell Labs, 信息论提出者)、Rochester(IBM)在达特茅斯(Dartmouth)学院（1956）首次确立了“人工智能”的概念（即让机器能像人那样理解、思考和学习）。随后，人工智能快速发展，感知机(F. Roseblatt, 1957)（是深

度学习模型和 AlphaGo 增强学习的雏形）被发明，但由于“缺少通用而非专门化的主题知识、AI 试图解决的很多问题自身的不可操作性、用于产生智能行为的基本结构存在限制”，自动机、中央神经系统、机器人的研究进展均非常令人失望(*James Lighthill 报告, 1973*)，无法解决“更宽范围的问题，更难的问题”，美国、英国相继缩减经费支持，人工智能进入低谷。

1.2.2 第二阶段（1980s 初 ~ 2000s 初）

1980s 初起，人工智能逐渐成为产业并迅猛发展（从 1980 年的几百万美元猛涨到 1988 年的数十亿美元）：商用专家系统 R1（1982）在 DEC 公司成功运转并有效创造效益（至 1986 年，每年为 DEC 节约 4000 万美元费）后，“财富 500 强”公司开始热衷于开发或使用“专家系统”，日本（*通产省, 1982*）、美国（*MCC 研究集团*）随即正式开始研发（具备“能直接推理与知识处理”的新型结构的）第 5 代人工智能计算机，斯坦福大学（1984）也试图通过专家人工的方式构建一个包含人类常识的知识百科全书 Cyc。然而，1990s，两大研发计划的失败使得人工智能再一次跌入低谷。尽管如此，（支持向量机、Boosting 和最大熵方法等）浅层学习在 1990s 得到了广泛应用。

例 2：1990s 初，2 大研发计划的失败原因及教训

1、第 5 代人工智能计算机研发的失败

日本 1982 年开始研发第 5 代人工智能计算机，计划用（具有 1000 个处理单元的）并行推理机连接（具有 10 亿信息组的）数据和知识库，使其具备听说能力。但是，由于该计划的技术路线明显背离（IBM、苹果台式机在 1990s 初奠定的）计算机工业的发展方向，该项（至 1992 年已耗资约 8.5 亿美元的）计划没能突破关键性的技术难题，最终以失败告终。这次挫折的教训是：驱动人工智能的发展主要靠创新的知识和软件，硬件只起支持其运行的作用(*潘云鹤, 2016*)。

2、Cyc 的失败

斯坦福大学（1984）试图通过专家人工的方式，来构建一个包含人类常识的知识百科全书 Cyc，并期望基于此实现类人的推理能力。但是，由于搜索引擎的崛起，Cyc “基于自身知识库（截止 2015 年 11 月，已经包含了 23 万多个概念和实体、200 多万三元组）和（Dbpedia、Freebase、CIA World Fact-book 等后期链接的）外部知识库的专家人工表达”的推理没能赢过“基于互联网和大数据的自动学习”的推理，于 1990s 后期开始衰败。这次挫折的教训是：海量知识不能靠专家人工表达，要从环境中自动学习(*潘云鹤, 2016*)。

1.2.3 第三阶段（2000s 初 ~ 至今）

近 20 年，得益于（深度信念网络(Deep Belief Networks, DBN)(*Science, Geoffrey*

Hinton, 2006)、深度学习算法(Depth learning algorithm)(*Geoffrey Hinton*)等)统计方法和概率的采用,(摩尔定律和云计算带来的)计算能力的提升,(互联网和大数据广泛应用带来的)海量可用数据量的积累,(机器学习、感知、自然语言处理、形式逻辑、知识展示、机器人技术、控制理论、认知系统架构、搜索和优化技术等领域的)人工智能方法显著增加,推动了语音识别、图像识别等技术快速发展,围绕语音、图像、机器人、自动驾驶、精准医学等人工智能技术的创新创业大量涌现,人工智能迅速进入发展热潮。

未来,人工智能的热度将可能会有所回落,但人工智能技术的发展将深入到金融、交通、医疗、工业等各个领域,逐渐改变人类的生产生活方式。

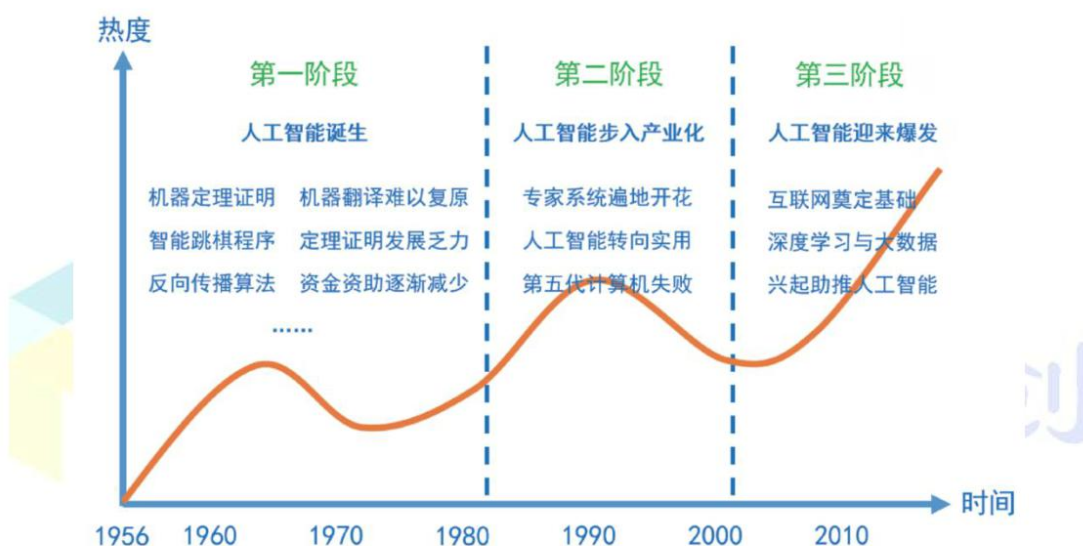


图 2: 人工智能发展历程

百家评说

1 人工智能走向 2.0（一）

潘云鹤 中国工程院院士

1 引言

近年来，产业界、媒体、政界等都对人工智能产生了浓厚兴趣，人工智能的研究与应用在国内外迅速升温。

产业界首先对布局人工智能展开行动。根据美国风投数据公司 CBInsight 2016 年 7 月的报告，从 2011 年以来的 5 年中，美国谷歌、微软、Twitter、Intel、Apple 等 IT 巨头收购了约 140 家人工智能领域的创业公司。仅 2016 年上半年，资本市场对人工智能方向的投入就已经超过 2015 年全年。200 家与人工智能相关的公司在股市上筹集到了 15 亿美元。

大量的并购与资本的涌入加速了人工智能技术更紧密地与应用结合，更快地向经济转化。以谷歌为例，2013 年，当谷歌高价收购由多伦多大学的教授 Geoffrey Hinton 创办的只有 3 位员工的神经网络公司 DNNresearch 时，曾引起轩然大波，如今 Geoffrey Hinton 发起的深度学习，已经成为产业界最热门的技术，帮助谷歌切实提升了图像搜索的准确度，成为谷歌眼镜、谷歌无人车等项目的核心支撑。2014 年，谷歌又以 4 亿英镑收购了 DeepMind 公司。2016 年，DeepMind 研制的 AlphaGo 战胜了围棋世界冠军而崭露头角。谷歌自称正在从一个移动优先(Mobile first)的公司进化到人工智能优先(AI first)的公司。

人工智能与产业需求的结合也催生出服务模式的重大转变，如微软开发的小冰聊天机器人，正在引导传统使用方式从“图形界面”向“自然语言和情感理解交互界面”转变。微软在 2016 年 6 月以 262 亿美元收购社交网站 LinkedIn，准备利用人工智能技术来重建互联网社区。IBM 开发的 Watson 系统，已经在医院运行，包括快速筛选癌症治疗史中的 150 万份患者记录、诊断疑难白血病、提供治疗方案的建议，正在改变肿瘤治疗与临床诊断的运作模式。中国的百度公司也因在机器翻译、自然语言理解和智能汽车的布局，被评为“最聪明的公司”。

这一系列引人瞩目的突破与转变，也提升了大众对人工智能技术的预期，尤

其近期谷歌 DeepMind 研发的 AlphaGo 引起了媒体的高度关注。AlphaGo 结合深度强化学习和自我博弈策略训练得到策略网络与价值网络,并结合蒙特卡洛树搜索(Monte Carlo Tree Search, MCTS)来学习与运用围棋知识,于 2016 年 3 月,以 4:1 战胜了围棋世界冠军李世石。李世石在赛后表示,AlphaGo 有两点让他感到震惊:一是其初期布局能力;二是在他感觉双方都很难落子的情况下机器往往出手干脆。AlphaGo 所表现出来的超越人类智能的行为,引发了世人的震惊与思考。法新社报道说:英国物理学家霍金表示,人工智能的完全开发“可能导致人类的灭绝”,“从现在起的一百年内,计算机将比人类聪明”。

2016 年 6 月,《科学美国人》发表题为“人工智能觉醒”的专题报道,其副标题为“人工智能,曾经被认为是过时丢弃的技术,如今正在强力复苏”。本文下面将分析提出,这种看似的复苏实质上正预示着一人工智能的技术飞跃。

2 人工智能 60 年发展历程

从诞生至今,人工智能已经经历了 60 年的发展。这 60 年的成果是丰富的,历程也是坎坷的。回顾其中的经验教训,能使我们进一步看清人工智能的发展趋向。

2.1 人工智能的诞生

1956 年,斯坦福大学 McCarthy 教授、麻省理工学院 Minsky 教授、卡内基梅隆大学的 Simon 和 Newell 教授(以上四位皆为图灵奖获得者)以及贝尔实验室的 Shannon (信息论提出者)、IBM 公司的 Rochester 等学者在美国达特茅斯(Dartmouth)学院首次确立了“人工智能”的概念,即让机器能像人那样理解、思考和学习,即用计算机模拟人的智能。

自 20 世纪 70 年代以来,人工智能形成了如下典型研究领域:机器定理证明、机器翻译、专家系统、博弈、模式识别、机器学习、机器人与智能控制等。在探索这些领域的过程中,发展了大量技术,从中又形成了符号学派、连接学派、行为学派等多个学派。

2.2. 人工智能的三次低谷

然而人工智能的发展并非一帆风顺,60 年中经历了三次大低谷。第一次挫折

发生在 1973 年，英国发表了 James Lighthill 报告。该报告主要评判人工智能基础研究中自动机、机器人和中央神经系统，并得出结论：“自动机和中央神经系统的研究有价值，但进展令人失望。机器人的研究没有价值，进展非常令人失望。建议取消机器人的研究。”遭此打击之后，人工智能进入严冬(AI Winter)。现在看来，当时的人工智能尚属婴儿期，其实很难对其进行准确的评判。

人工智能的第二次挫折是由日本智能(第五代)计算机的研制失败导致。日本通产省 1982 年开始了第五代计算机的研制计划，希望计算机具备能直接推理与知识处理的新型结构。该计划的目标是：构成一个具有 1000 个处理单元的并行推理机，连接 10 亿信息组的数据和知识库，具备听说能力。到 1992 年，该计划耗资约 8.5 亿美元，因没能突破关键性的技术难题，最终以失败告终。这次的失败说明：驱动人工智能的发展主要靠创新的知识和软件，硬件的作用是支持其运行。

人工智能的第三次挫折开始于 1984 年，斯坦福大学试图通过专家人工的方式，来构建一个包含人类常识的知识百科全书 Cyc[9]，并期望基于此实现类人的推理能力。截至 2015 年 11 月，虽然 Cyc 已包括 23 万多个概念、实体和 200 多万个三元组，但因为搜索引擎开始崛起，互联网和大数据更显威力，实际上，Cyc 在 20 世纪 90 年代后期就开始衰败。虽然 Cyc 后来也开始链接外部知识库(如 Dbpedia、Freebase、CIA World Fact-book 等)，但已无法挽回颓势。这次挫折的教训是：海量知识不能靠专家人工表达，要从环境中自动学习。

3 人工智能走向 2.0

回顾人工智能发展历程中的主要挫折，我们不难发现，当它与信息环境的变化趋势不符时，往往就会导致失败。促使人工智能变化的动力既有来自人工智能研究的内部驱动力，也有来自信息环境与社会目标的外部驱动力，两者都很重要，但相比之下，往往后者的动力更加强大。

当前，随着互联网的普及、传感器的泛在、大数据的涌现、电子商务的发展、信息社区的兴起，数据和知识在人类社会、物理空间和信息空间之间的交叉融合与相互作用，人工智能发展所处的信息环境和数据基础已经发生了巨大而深刻的变化，这些变化形成了驱动人工智能走向新阶段的外在动力。与此同时，一系列

的技术萌芽也预示着内存动力的成长。

3.1 促进人工智能走向 2.0 的外在动力

促进人工智能 2.0 形成的外在动力至少来自四种外部环境的变化：

第一，21 世纪的信息环境已发生巨大而深刻的变化。随着移动终端、互联网、传感器网、车联网、穿戴设备等的流行，感知设备已广泛遍布城市，计算也与人类密切相伴，遍布全球的网络正史无前例地连接着个体和群体，开始快速反映与聚集他们的发现、需求、创意、知识和能力。与此同时，世界已从二元空间结构 PH (Physics, Human Society) 演变为三元空间结构 CPH (Cyber, Physics, Human Society)。CPH 的互动将形成各种新计算，包括感知融合、“人在回路中”、增强现实(AR)、跨媒体计算等。

第二，社会对人工智能的需求急剧扩大。人工智能的研究正从过去的学术牵引迅速转化为需求牵引。智能城市、智能医疗、智能交通、智能物流、智能机器人、无人驾驶、智能手机、智能游戏、智能制造、智能社会、智能经济等应用中的新目标、新问题，都迫切需要人工智能的新发展。为此，很多企业和城市已主动布局，进行人工智能新研发。

第三，人工智能的目标和理念也在发生大的转变。人工智能的目标正从过去追求“用计算机模拟人的智能”转化为：①用机器与人结合成增强的混合智能系统；②用 机器、人、网络结合组织成新的群体智能系统；③用人、机器、网络和物相结合而成的智能城市等更复杂的智能系统。

第四，人工智能的数据资源也在发生大的改变。人工智能的基本方法是数据驱动的计算。今后会更更多地涌现出大数据驱动计算、传感器和网络驱动计算、跨媒体驱动计算。因此，大数据智能、感知融合智能、跨媒体智能的发展均为不可避免的趋势。而传统的以字符为基础的机器智能测试图灵方法将受到挑战。

上述种种环境的巨变，将促成人工智能技术的重大提升，为人工智能 2.0 的形成与发展创造了切实的外部环境。同时，一系列新智能技术已处萌芽阶段。

3.2 人工智能走向 2.0 的技术萌芽

在新的外部环境下，若干新的技术变化已初露端倪，并表现在近几年来的人

工智能技术的前沿中。

3.2.1 大数据智能

大数据的知识化,以 DeepMind 的 AlphaGo 技术为一大热门。与传统博弈人工知识不同,AlphaGo 深度强化学习发展了“直觉感知”(下一步在哪)、“棋局推理”(全局获胜机会如何)和“新颖落子”(想人所不敢想)等能力,并将记忆人类棋局和自我博弈积累棋局结合了起来。此外,DeepMind 的软件还控制着 Google 数据中心的制冷系统、风扇和窗户等 120 个变量,使其用电效率提升了 15%,几年内共节约电费数亿美元。中国的诸多数据中心也需类似改造。据统计,它们的总能耗相当于三峡水电站的发电量。

在此领域中,目前深度学习技术很重要,但其缺陷是不可解释、不够通用。解决此类问题,将形成大数据智能的发展。

3.2.2 互联网群体智能

基于网络的群体智能技术已经萌芽。今年,Science 的“群智之力量”的论文,将群体智能计算按难易程度分为三种类型:实现任务分配的众包模式(Crowd-sourcing),较复杂、支持工作流模式的群体智能(Complex workflows),以及最复杂的协同求解问题的生态系统模式(Problem solving ecosystem)。事实上,大规模个体通过互联网参与和交互,可以表现出超乎寻常的智慧能力,是新的智能系统。普林斯顿大学 Connectome 项目开发了 EyeWire 游戏,让玩家可以对显微图像中单个细胞及其神经元连接,按功能进行涂色。来自 145 个国家的 165 000 多名科学家(及志愿者)参与了这个游戏,从而第一次详细描述了哺乳动物视网膜的神经组织如何检测运动的结构功能关系。类似的还有 Wiki 百科、百度问答、知乎问答等研发的项目。

群体智能计算能极大地提高人类社会的智能水平,有广泛而重要的用途,目前其理论和技术尚在初期阶段。它的发展将提供一种前所未有的人工智能。

3.2.3 跨媒体智能

人类智能的重要特点之一,是综合利用视觉、语言、听觉等各种感知所记忆的信息,从而完成识别、推理、设计、创作、预测等功能。中国科学家据此提出

“跨媒体计算”概念。2010 年，Nature 的“2020 Vision”一文中，Norvig 等指出：文本、图像、语音、视频及其交互属性将紧密混合在一起，即为“跨媒体”。2014 年，Lazer 等在 Science 上发表的论文指出，多源融合及具有知识演化和系统演化特性的智能分析方法，是解决“大数据傲慢”(big data hubris)的必要手段。蒙特利尔大学的 Yao 等提出了一系列从视频中生成文本描述的方法。风靡全球的“精灵宝可梦 GO”游戏，是利用跨媒体的增强现实技术，将 3D 图形与手机实时视频有机结合起来。

近年来，随着计算机网络、多媒体以及移动终端的不断发展，全球数据呈现多媒体爆炸式增长的特性。跨媒体智能是实现机器认知外界环境的基础智能，在语言、视觉、图形和听觉之间的语义贯通，是实现联想、设计、概括、创造等智能行为的关键。

当前的跨媒体智能，尚处于发展萌芽状态，可望形成新一代人工智能的重要领域。

3.2.4 人机混合增强智能

人们经常会提出的问题是：机器智能会超过人类智能吗？人工智能专家的回答多数是：在专用领域，是的；对通用智能，至少在下一个 60 年内不会发生。

人的智能是自然生物的智能，它和人工智能各有不同的优劣。用计算机来模拟人的智能固然重要，而让计算机与人协同，取长补短成为一种“1+1>2”的增强性智能系统则更为重要。当前，各种穿戴设备、智能驾驶、外骨骼设备、人机协同手术纷纷出现，预示着人机协同增强智能系统将有一个广阔的发展前景。

3.2.5 自主智能系统

从人工智能诞生之时起，机器人就列入其目标领域，仿生学自然也成为重要的发展方向。但 60 年来所出现过的各种仿生机器人，多数已在实用中败下阵来。最著名的是四腿负重行走的“机械骡”，美国陆军试用后放弃，转用无人战车。另一类耳熟能详的例子是无人飞机和无人汽车，其发展之迅猛，已远远超过了机器人。

越来越多的例子说明，对机械装备进行智能化和自主化的升级，往往比类人

机器人更加高效。因此，自主智能系统将成为新一代人工智能的重要发展方向。把握这一趋势，对中国制造业的升级尤为重要。



人大人科创