

人工智能

1.1 人工智能的定义与发展

1.1.1 人工智能的定义

相比于天然河流，人工开凿的叫做运河。相比于天然卫星，人类制造的叫人造卫星。人工智能本质上有别于自然智能，是一种由人工手段模仿的 **人工智能**。

人类的自然智能只能伴随着人类活动时处处存在，人类的许多活动如下棋、竞技、解算题，甚至开车骑自行车都需要智能。如果机器能够执行这种任务，就可以认为机器已经具备了某种性质的“人工智能”。

1.1.2 人工智能的起源与发展

不妨按时期来说明国际人工智能的发展过程，尽管这种时期划分方法有时难以严谨，因为许多事件可能跨越不同时期，另外一些事件虽然时间相隔甚远但又可能密切相关。

1. 孕育时期(1956年前)

人类对智能机器和人工智能的梦想和追求可以追溯到三千多年前。早在我国西周时代（公元前1066—前771年），就流传有关巧匠偃师献给周穆王一个歌舞艺伎的故事。作为第一批自动化动物之一的能够飞翔的木鸟是在公元前400年—前350年间制成的。在公元前2世纪出现的书籍中，描写过一个具有类似机器人角色的机械化剧院，这些人造角色能够在宫廷仪式上进行舞蹈和列队表演。我国东汉时期（公元25—220年），张衡发明的指南车是世界上最早的机器人雏形。我们打算列举三千多年来人类在追梦智能机器和人工智能道路上的万千遐想、实践和成果，而是跨越三千年转到20世纪。时代思潮直接帮助科学家去研究某些现象。对于人工智能的发展来说，20世纪30年代和40年代的智能界，发生了两件最重要的事：数理逻辑（它从19世纪末起就获得迅速发展）和关于计算的新思想。弗雷治(Frege)怀特赫德(Whitehead)、罗素(Russell)和塔斯基(Tarski)以及另外一些人的研究表明，推理的某些方面可以用比较简单的结构加以形式化。1913年，年仅19岁的维纳(Wiener)在他的论文中把数理关系理论简化为类理论，为发展数理逻辑作出贡献，并向机器逻辑迈进一步，与后来图灵(Turing)提出的逻辑机不谋而合。1948年维纳创立的控制论(cybernetics)，对人工智能的早期思潮产生了重要影响，后来成为人工智能行为主义学派。数理逻辑仍然是人工智能研究的一个活跃领域，其部分原因是由于一些逻辑演绎系统已经在计算机上实现过。不过，即使在计算机出现之前，逻辑推理的数学公式就为人们建立了计算与智能关系的概念。

丘奇(Church)、图灵和其他一些人关于计算本质的思想，提供了形式推理概念与即将发明的计算机之间的联系。在这方面的一个重要工作是关于计算和符号处理的理论概念。1936年，年仅26岁的图灵创立了自动机理论（后来人们又称为图灵机），提出一个理论计算机模型，为电子计算机设计奠定了基础，促进了人工智能，特别是思维机器的研究。第一批数字计算机（实际上为数字计算器）看来不包含任何真实智能。早在这些机器设计之前，丘奇和图灵就已发现，数字并不是计算的主要方面，它们仅仅是一种解释机器内部状态的方法。被称为人工智能之父的图灵，不仅创造了一个简单、通用的非数字计算模型，而且直接证明了计算机可能以某种被理解为智能的方法工作。

事过20年之后，道格拉斯·霍夫施塔特(Douglas Hofstadter)在1979年写的《永恒的金带》(An Eternal Golden Braid)一书对这些逻辑和计算的思想以及它们与人工智能的关系给予了透彻而又引人入胜的解释。

麦卡洛克(McCulloch)和皮茨(Pitts)于1943年提出的“拟脑机” (mindlike machine) 是世界上第一个神经网络模型（称为MP模型），开创了从结构上研究人类大脑的途径。神经网络连接机制，后来发展为人工智能连接主义学派的代表。

值得一提的是控制论思想对人工智能早期研究的影响。正如艾伦·纽厄尔(Allen Newell)和赫伯特·西蒙(Herbert Simon)在他们的优秀著作《人类问题解决》(Human Problem Solving)的“历史补篇”中指出的那样，20世纪中叶人工智能的奠基者在人工智能研究中出现了几股强有力的思潮。维纳、麦卡洛克和其他一些人提出的控制论和自组织系统的概念集中讨论了“局部简单”系统的宏观特性。尤其重要的是，1948年维纳发表的《控制论关于动物与机器中的控制与通信的科学》，不但开创了近代控制论，而且为人工智能的控制论学派（即行为主义学派）树立了新的里程碑。控制论影响了许多领域，因为控制论的概念跨越了许多领域，把神经系统的工作原理与信息理论、控制理论、逻辑以及计算联系起来。控制论的这些思想是时代思潮的一部分，而且在许多情况下影响了许多早期和近期人工智能工作者，成为他们的指导思想。

从上述情况可以看出，人工智能开拓者在数理逻辑、计算本质、控制论、信息论、自动机理论、神经网络模

型和电子计算机等方面做出的创造性贡献，奠定了人工智能发展的理论基础，孕育了人工智能的胎儿。人们将很快听到人工智能婴儿呱呱坠地的哭声，看到这个宝贝降临人间的可爱身影！

2. 形成时期(1956-1970年)

到20世纪50年代，人工智能已躁动于人类科技社会的母胎，即将分娩。1956年夏季，由年轻的美国数学家和计算机专家麦卡锡(McCarthy)、数学家和神经学家明斯基(Minsky)、IBM 公司信息中心主任朗彻斯特(Loch ester) 以及贝尔实验室信息部数学家和信息学家香农(Shannon) 共同发起，邀请IBM 公司莫尔(More) 和塞缪尔(Samuel)、MIT 的塞尔夫里奇(Selfridge) 和索罗蒙夫 (Solomonoff)，以及兰德公司和CMU 的纽厄尔和西蒙共10 人，在美国的达特茅斯(Dartmouth) 大学举办了一次长达两个月的十人研讨会，认真热烈地讨论用机器模拟人类智能的问题。会上，由麦卡锡提议正式使用“人工智能”这一术语。这是人类历史上第一次人工智能研讨会，标志着人工智能学科的诞生，具有十分重要的历史意义。这些从事数学、心理学、信息论、计算机科学和神经学研究的杰出年轻学者，后来绝大多数都成为著名的人工智能专家，为人工智能的发展作出了重要贡献。

最终把这些不同思想连接起来的是由巴贝奇(Babbage 巴图灵、冯·诺依曼(von Neumann) 和其他一些人所研制的计算机本身。在机器的应用成为可行之后不久，人们就开始试图编写程序以解决智力测验难题、数学定理和其他命题的自动证明，下棋以及把文本从一种语言翻译成另一种语言。这是第一批人工智能程序。对计算机来说，促使人工智能发展的是什么？是出现在早期设计中的许多与人工智能有关的计算概念，包括存储器和处理器的概念、系统和控制的概念，以及语言的程序级别的概念。不过，引起新学科出现的新机器的唯一特征是这些机器的复杂性，它促进了对描述复杂过程方法的新的更直接的研究（采用复杂的数据结构和具有数以百计的不同步骤的过程来描述这些方法）。

1965 年，被誉为“专家系统和知识工程之父”的费根鲍姆(Feigenbaum) 所领导的研究小组，开始研究专家系统，并于1968 年研究成功第一个专家系统DENDRAL，用于质谱仪分析有机化合物的分子结构。后来又开发出其他一些专家系统，为人工智能的应用研究做出了开创性贡献。

1969 年召开了第一届国际人工智能联合会议(International Joint Conference on AI,IJCAI)，标志着人工智能作为一门独立学科登上国际学术舞台。此后，IJCAI 每两年召开一次。1970 年《人工智能国际杂志》(International Journal of AI) 创刊。这些事件对开展人工智能国际学术活动和交流、促进人工智能的研究和发展起到了积极作用。

上述事件表明，人工智能经历了从诞生到成人的热烈（形成）期，已成为一门独立学科，为人工智能建立了良好的环境，打下了进一步发展的重要基础。虽然人工智能在前进的道路上仍将面临不少困难和挑战，但是有了这个基础，就能够迎接挑战，抓住机遇，推动人工智能不断发展。

3. 暗淡时期(1966-1974 年)

在形成期和后面的知识应用期之间，交叠地存在一个人工智能的暗淡（低潮）期。在取得“热烈”发展的同时，人工智能也遇到一些困难和问题。一方面，由于一些人工智能研究者被“胜利冲昏了头脑”，盲目乐观，对人工智能的未来发展和成果做出了过高的预言，而这些预言的失败，给人工智能的 **声誉造成重大伤害**。同时，许多人工智能理论和方法未能得到通用化和推广应用，专家系统也尚未获得广泛开发。因此，看不出人工智能的重要价值。追究其因，当时的人工智能主要存在下列三个局限性：

- **知识局限性**。早期开发的人工智能程序包含太少的主题知识，甚至没有知识，而且只采用简单的句法处理。例如，对于自然语言理解或机器翻译，如果缺乏足够的专业知识和常识，就无法正确处理语言，甚至会产生令人啼笑皆非的翻译。
- **解法局限性**。人工智能试图解决的许多问题因其求解方法和步骤的局限性，往往使得设计的程序在实际上无法求得问题的解答，或者只能得到简单问题的解答，而这种简单问题并不需要人工智能的参与。
- **结构局限性**。用于产生智能行为的人工智能系统或程序存在一些基本结构上的严重局限，如没有考虑不良结构，无法处理组合爆炸问题，因而只能用于解决比较简单的问题，影响到推广应用。

另一方面，科学技术的发展对人工智能提出新的要求甚至挑战。例如，当时认知生理学研究发现，人类大脑含有 **1011 个以上神经元**，而人工智能系统或智能机器在现有技术条件下无法 **从结构上模拟大脑的功能**。此外，哲学、心理学、认知生理学和计算机科学各学术界，对人工智能的本质、理论和应用各方面，一直抱有怀疑和批评，也使人工智能四面楚歌。例如，1971 年英国剑桥大学数学家詹姆斯(James) 按照英国政府的旨意，发表一份关于人工智能的综合报告，声称 **“人工智能不是骗局，也是庸人自扰”**。在这个报告影响下，英国政府削减了人工智能研究经费，解散了人工智能研究机构。在人工智能的发源地美国，连在人工智能研究方面颇有影响的IBM，也被迫取消了该公司的所有人飞智能研究。人工智能研究在世界范围内陷入困境，处千低潮，由此可见一斑。任何事物的发展都不可能一帆风顺，冬天过后，春天就会到来。通过总结经验教训，开展更为广泛、深入和有针对性的研究，人工智能必将走出低谷，迎来新的发展时期。

4. 知识应用时期(1970—1988 年)

费根鲍姆(Feigenbaum) 研究小组自1965 年开始研究专家系统, 并于1968 年研究成功第一个 **专家系统 DENDRAL**。1972-1976 年, 他们又开发成功MYCIN 医疗专家系统, 用于抗生素药物治疗。此后, 许多著名的专家系统, 如斯坦福国际人工智能研究中心

的杜达(Duda) 开发的PROSPECTOR 地质勘探专家系统, 拉特格尔大学的CASNET 青光眼诊断治疗专家系统, MIT 的MACSYMA 符号积分和数学专家系统, 以及RI 计算机结构设计专家系统、**ELAS 钻井数据分析专家系统和ACE 电话电缆维护专家系统等被相继开发, 为工矿数据分析处理、医疗诊断、计算机设计、符号运算等提供了强有力的工具。在1977 年举行的第五届国际人工智能联合会议上, 费根鲍姆正式提出了知识工程(knowledge engineering) 的概念**, 并预言20 世纪80 年代将是专家系统蓬勃发展的时代。

事实果真如此, 整个80 年代, 专家系统和知识工程在全世界得到迅速发展。专家系统为企业等用户赢得了巨大的经济效益。例如, 第一个成功应用的商用专家系统RI,1982 年开始在美国数字装备集团公司(DEC) 运行, 用于进行新计算机系统的结构设计。到1986 年, RI 每年为该公司节省400 万美元。到1988 年, DEC 公司的人工智能团队开发了40 个专家系统。更有甚者, 杜珀公司已使用 **100 个专家系统**, 正在开发500 个专家系统。几乎每个美国大公司都拥有自己的人工智能小组, 并应用专家系统或投资专家系统技术。20 世纪80 年代, 日本和西欧也争先恐后地投入对专家系统的智能计算机系统的开发, 并应用于工业部门。其中, 日本1981 年发布的“第五代智能计算机计划”就是一例。在开发专家系统过程中, 许多研究者获得共识, 即人工智能系统是一个知识处理系统, 而知识表示、知识利用和知识获取则成为人工智能系统的三个基本问题。

5. 集成发展时期(1986 年至今)

到20 世纪80 年代后期, 各个争相进行的智能计算机研究计划先后遇到严峻挑战和困难, 无法实现其预期目标。这促使人工智能研究者们对已有的人工智能和专家系统思想和方法进行反思。已有的专家系统存在缺乏常识知识、应用领域狭窄、知识获取困难、推理机制单一、未能分布处理等问题。他们发现, 困难反映出人工智能和知识工程的一些根本问题, 如交互问题、扩展问题和体系问题等, 都没有很好解决。对存在问题的探讨和对基本观点的争论, 有助于人工智能摆脱困境, 迎来新的发展机遇。

人工智能应用技术应当以知识处理为核心, 实现软件的智能化。知识处理需要对应用领域和问题求解任务有深入的理解, 扎根于主流计算环境。只有这样, 才能促使人工智能研究和应用走上持续发展的道路。

20 世纪80 年代后期以来, **机器学习、计算智能、人工神经网络和行主义** 等研究的深入开展, 不时形成高潮。有别于 **符号主义的连接主义和行为主义的人工智能学派** 也乘势而上, 获得新的发展。不同人工智能学派间的争论推动了人工智能研究和应用的进一步发展。以**数理逻辑**为基础的符号主义, 从命题逻辑到谓词逻辑再至多值逻辑, 包括模糊逻辑和粗糙集理论, 已为人工智能的形成和发展做出历史性贡献, 并已超出传统符号运算的范畴, 表明符号主义在发展中不断寻找新的理论、方法和实现途径。传统人工智能(我们称之为AI) 的数学计算体系仍不够严格和完整。除了模糊计算外, 近年来, 许多**模仿人脑思维、自然特征和生物行为的计算方法(如神经计算、进化计算、自然计算、免疫计算和群计算等)** 已被引入人工智能学科。我们把这些有别于传统人工智能的智能计算理论和方法称为 **计算智能(computational intelligence, CI)**。计算智能弥补了传统AI 缺乏数学理论和计算的不足, 更新并丰富了人工智能的理论框架, 使人工智能进入一个新的发展时期。人工智能不同观点、方法和技术的集成, 是人工智能发展所必需, 也是人工智能发展的必然。

在这个时期, 特别值得一提的是**神经网络的复兴和智能真体(intelligent agent)** 的突起。麦卡洛克和皮茨1943 年提出的“**似脑机器**”, 构造了一个表示大脑基本组成的神经元模型。由于当时神经网络的局限性, 特别是硬件集成技术的局限性, 使人工神经网络研究在20 世纪70 年代进入低潮。直到1982 年霍普菲尔德(C Hopfield) 提出离散神经网络模型, 1984 年又提出连续神经网络模型, 促进了人工神经网络研究的复兴。布赖森(Bryson) 和何(He) 提出的反向传播(BP) 算法及鲁梅尔哈特(Rumelhart) 和麦克莱伦德(C McClelland) 1986 年提出的并行分布处理(PDP) 理论是人工神经网络研究复兴的真正推动力, 人工神经网络再次出现研究热潮。1987 年在美国召开了第一届神经网络国际会议, 并发起成立了国际神经网络学会(INNS)。这表明神经网络已置身于国际信息科技之林, 成为人工智能的一个重要子学科。如果人工神经网络硬件能够在大规模集成上取得突破, 那么其作用不可估试。现在, 对神经网络的研究出现了21 世纪以来的一次高潮, 特别是基于神经网络的机器学习获得很大发展。近10 年来, 深度学习(deep learning) 的研究逐步深入, 并已在自然语言处理和人机博弈等领域获得比较广泛的应用。在深度学习的基础上, 一种称为“**超限学习(extreme learning)**”的机器学习方法在近几年得到越来越多的应用。这些研究成果活跃了学术氛围, 推动了机器学习的发展。

智能真体(以前称为智能主体) 是20 世纪90 年代随着网络技术特别是计算机网络通信技术的发展而兴起的, 并发展为人工智能又一个新的研究热点。人工智能的目标就是要建造能够表现出一定智能行为的真体, 因此, 真体(agent) 应是人工智能的一个核心问题。人们在人工智能研究过程中逐步认识到, 人类智能的本质是一种具有社会性的智能, 社会问题特别是复杂问题的解决需要各方面人员共同完成。人工智能, 特别是比较复杂的人工智能问题的求解也必须各个相关个体协商、协作和协调来完成的。人类社会中的基本个体“人”对应于人工智能系统中的基本组元“真体”, 而社会系统所对应的人工、智能“多真体系统”也就成为人工智能新的研究对象。

产业的提质改造与升级、智能制造和服务民生的需求，促进机器人学向智能化方向发展，一股机器人化的新热潮正在全球汹涌澎湃，席卷全世界。智能机器人已成为人工智能研究与应用的一个蓬勃发展的新领域。

人工智能已获得越来越广泛的应用，深入渗透到其他学科和科学技术领域，为这些学科和领域的发展作出不可磨灭的贡献，并为人工智能理论和应用研究提供新的思路与借鉴。例如，对生物信息学、生物机器人学和基因组的研究就是如此。

上述这些新出现的人工智能理论、方法和技术，其中包括人工智能三大学派，即符号主义、连接主义和行为主义，已不再是单枪匹马打天下，而往往是携手合作，走综合集成、优势互补、共同发展的康庄大道。人工智能学界那种势不两立的激烈争论局面，可能一去不复返了。我们有理由相信，人工智能工作者一定能够抓住机遇，不负众望，创造更多更大的新成果，开创人工智能发展的新时期。

我国的人工智能研究起步较晚。纳入国家计划的研究(“智能模拟”)始于1978年；1984年召开了智能计算机及其系统的全国学术讨论会；1986年起把智能计算机系统、智能机器人和智能信息处理(含模式识别)等重大项目列入国家高技术研究计划；1993年起，又把智能控制和智能化等项目列入国家科技攀登计划。进入21世纪后，已有更多的人工智能与智能系统研究获得各种基金计划支持，并与国家国民经济和科技发展的重大需求相结合，力求作出更大贡献。1981年起，相继成立了中国人工智能学会(CAAI)及智能机器人专业委员会和智能控制专业委员会、全国高校人工智能研究会、中国计算机学会人工智能与模式识别专业委员会、中国自动化学会模式识别与机器智能专业委员会、中国软件行业协会人工智能协会以及智能化专业委员会等学术团体。在中国人工智能学会归属中国科学技术协会直接领导和管理之后，又有一些省市成立了地方人工智能学会，推动了我国人工智能的发展。1989年首次召开了中国人工智能控制联合会议(CJCAI)。已有约60部国内编著的具有知识产权的人工智能专著和教材出版，其中，本书就已出版发行40多万册。1982年创刊《人工智能学报》杂志，《模式识别与人工智能》杂志和《智能系统学报》分别于1987年和2006年创刊。《智能技术学报》英文版即将创刊。2006年8月，中国人工智能学会联合兄弟学会和有关部门，在北京举办了包括人工智能国际会议和中国象棋人机大战等在内的“庆祝人工智能学科诞生50周年”大型庆祝活动，产生了很好的影响。今年4月又在北京举行《全球人工智能技术大会暨人工智能60周年纪念活动启动仪式》，隆重而热烈地庆祝国际人工智能学科诞生60周年。2009年，中国人工智能学会牵头组织，向国家学位委员会和国家教育部提出“设置‘智能科学与技术’学位授权一级学科”的建议，为我国人工智能和智能科学学科建设不遗余力，意义深远。2015年在中国最热门的话题和产业应该是机器人学，中国机器人学的磅礴热潮推动世界机器人产业的新一轮竞争与发展。2016年中国最为引人注目的科技应是人工智能，并出现了发展人工智能及其产业的新潮。中国的人工智能工作者，已在人工智能领域取得许多具有国际领先水平的创造性成果。其中，尤以吴文俊院士关于几何定理证明的“吴氏方法”最为突出，已在国际上产生了重大影响，并荣获2001年国家科学技术最高奖。现在，我国已有数以万计的科技人员和大学师生从事不同层次的人工智能研究与学习，人工智能研究已在我国深入开展，它必将为促进其他学科的发展和我国的现代化建设做出新的重大贡献。

1.2 人工智能的各种认知观

目前人工智能的主要学派有下列3家：

- (1) 符号主义(symbolicism)，又称为逻辑主义(logicism)、心理学派(psychologism)或计算机学派(computerism)，其原理主要为物理符号系统假设和有限合理性原理。
- (2) 连接主义(connectionism)，又称为仿生学派(bionicsism)或生理学派(physiologism)，其原理主要为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法。
- (3) 行为主义(actionism)，又称进化主义(evolutionism)或控制论学派(cyberneticsism)，其原理为控制论及感知-动作型控制系统。

1.2.1 人工智能各学派的认知观

人工智能各学派对人工智能发展历史具有不同的看法。

1. 符号主义

符号主义认为人工智能源于**数理逻辑**。数理逻辑从19世纪末起就获迅速发展；到20世纪30年代开始用于描述智能行为。计算机出现后，又在计算机上实现了逻辑演绎系统。其有代表性的成果为启发式程序LT（逻辑理论家），证明了38条数学定理，表明了可以**应用计算机研究人的思维过程**，**模拟人类智能活动**。正是这些符号主义者，早在1956年首先采用“人工智能”这个术语。后来又发展了启发式算法-专家系统-知识工程理论与技术，并在20世纪80年代取得很大发展。符号主义曾长期一枝独秀，为人工智能的发展作出重要贡献，尤其是专家系统的成功开发与应用，为人工智能走向工程应用和实现理论联系实际具有特别重要的意义。在人工智能的其他学派出现之后，符号主义仍然是人工智能的主流学派。这个学派的代表人物有纽厄尔、肖、西蒙和尼尔逊(Nilsson)等。

2. 连接主义

连接主义认为人工智能源于**仿生学**，特别是人脑模型的研究。它的代表性成果是1943年由生理学家麦卡洛克和数理逻辑学家皮茨创立的脑模型，即MP模型，开创了**用电子装置模仿人脑结构和功能的新途径**。它从神经元开始进而研究神经网络模型和脑模型，开辟了人工智能的又一发展道路。20世纪60-70年代，连接主义，尤其是对以感知机(perceptron)为代表的脑模型的研究曾出现过热潮。由于当时的理论模型、生物原型和技术条件的限制，脑模型研究在70年代后期至80年代初期落入低潮。直到前述Hopfield教授在1982年和1984年发表两篇重要论文，提出用硬件模拟神经网络后，连接主义又重新抬头。1986年鲁梅尔哈特等人提出**多层网络中的反向传播(BP)算法**。此后，连接主义势头大振，从模型到算法，从理论分析到工程实现，为神经网络计算机走向市场打下基础。现在，对ANN的研究热情仍然较高，但研究成果未能如预想的那样好。

3. 行为主义

行为主义认为人工智能源于**控制论**。控制论思想早在20世纪40—50年代就成为时代思潮的重要部分，影响了早期的人工智能工作者。维纳和麦克洛(McCloe)等人提出的控制论和自组织系统以及钱学森等人提出的工程控制论和生物控制论，影响了许多领域。**控制论把神经系统的工作原理与信息理论、控制理论、逻辑以及计算机联系起来**。早期的研究重点是模拟人在控制过程中的智能行为和作用，如对自寻优、自适应、自校正、自镇定、自组织和自学习等控制论系统的研究，并进行“控制论动物”的研制。到60—70年代，上述这些控制论系统的研究取得一定进展，播下智能控制和智能机器人的种子，并在80年代诞生了**智能控制和智能机器人系统**。行为主义是20世纪末才以人工智能新学派的面孔出现的，引起许多人的兴趣。这一学派的代表作首推布鲁克斯(Brooks)的六足行走机器人，它被看作新一代的“控制论动物”，是一个基于感知—动作模式的模拟昆虫行为的控制系统。

以上三个人工智能学派将长期共存与合作，取长补短，并走向融合和集成，为人工智能的发展做出贡献。

1.2.2 人工智能的争论

1. 对人工智能理论的争论

人工智能各学派对于AI的基本理论问题，诸如定义、基础、核心、要素、认知过程、学科体系以及人工智能与人类智能的关系等，均有不同观点。

- **(1) 符号主义**

符号主义认为**人的认知基元是符号，而且认知过程即符号操作过程**。它认为**人是一个物理符号系统**，计算机也是一个物理符号系统，因此，我们能够用计算机来模拟人的智能行为，即用计算机的符号操作来模拟人的认知过程。也就是说，人的思维是可操作的。它还认为，知识是信息的一种形式，是构成智能的基础。人工智能的核心问题是知识表示、知识推理和知识运用。知识可用符号表示，也可用符号进行推理，因而有可能建立起基于知识的人类智能和机器智能的统一理论体系。

- **(2) 连接主义**

连接主义认为人的**思维基元是神经元，而不是符号处理过程**。它对物理符号系统假设持反对意见，认为人脑不同于电脑，并提出连接主义的大脑工作模式，用于取代符号操作的电脑工作模式。

- **(3) 行为主义**

行为主义认为智能取决于感知和行动（所以被称为行为主义），提出智能行为的“感知—动作”模式。行为主义者认为**智能不需要知识、不需要表示、不需要推理；人工智能可以像人类智能一样逐步进化**（所以称为进化主义）；智能行为只能在现实世界中与周围环境交互作用而表现出来。行为主义还认为：**符号主义（还包括连接主义）对真实世界客观事物的描述及其智能行为工作模式是过于简化的抽象，因而是不能真实地反映客观存在的。**

2. 对人工智能方法的争论

不同人工智能学派对人工智能的研究方法问题也有不同的看法。这些问题涉及：人工智能是否一定采用模拟人的智能的方法？若要模拟又该如何模拟？对结构模拟和行为模拟、感知思维和行为、对认知与学习以及逻辑思维和形象思维等问题是否应分离研究？是否有必要建立人工智能的统一理论系统？若有，又应以什么方法为基础？

- **(1) 符号主义**

符号主义认为人工智能的研究方法应为功能模拟方法。通过分析人类认知系统所具备的功能和机能，然后用计算机模拟这些功能，实现人工智能。符号主义力图用数学逻辑方法来建立人工智能的统一理论体系，但遇到不少暂时无法解决的困难，并受到其他学派的否定。

- **(2) 连接主义**

连接主义主张人工智能应着重于结构模拟，即模拟人的生理神经网络结构，并认为功能、结构和智能行为是密切相关的。不同的结构表现出不同的功能和行为。已经提出多种人工神经网络结构和众多的学习算法。

- **(3) 行为主义**

行为主义认为人工智能的研究方法应采用行为模拟方法，也认为功能、结构和智能行为是不可分的。不同行为表现出不同功能和不同控制结构。行为主义的研究方法也受到其他学派的怀疑与批判，认为行为主义最多只能创造出智能昆虫行为，而无法创造出人的智能行为。