

人工智能的泛符号机制

白振兴¹, 何华灿², 王勇¹¹(空军工程大学 工程学院航空装备管理工程系, 陕西 西安 710038)²(西北工业大学 计算机科学系, 陕西 西安 710072)

摘要: 针对90年代以来人工智能研究逐步转入低潮的局面,提出了关于人工智能的泛符号机制的新思想、新理论,泛符号机制=泛逻辑+知识表示的超拓扑结构+多维信息空间。

关键词: 人工智能;泛符号机制;泛逻辑学;知识表示的超拓扑结构;多维信息空间

分类号: TP11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2000)01-0059-04

1 人工智能的困惑

人工智能(AI)自1956年在美国诞生以来,已取得了丰硕成果,令世人瞩目。学者们公认AI、空间科学、原子能技术一起被称为20世纪的三大科技成就。智能一词更成了传媒中的时髦名词,不提智能二字似乎就不足以表示其先进程度。尤其是以日本80年代初拟花巨资要用10年时间研制出智能计算机(KIPS)为契机,全球掀起了一股高涨的AI研究热潮,各国都制定出各自的智能机研究计划,大有时间一到,智能必克的气势。然而,事情并不象人们想象的那样容易,随着1989年日本不得不宣告智能计算机计划失败以来,AI的研究逐步转入低潮。在这股AI的研究热潮中,虽然KIPS研究计划的目标没有完全实现,但却大大促进了多媒体技术(MMT)的发展。

进入90年代以来出现了一种奇特的现象:一方面,已有的AI原理和方法,正在向各学科、领域迅速渗透,促进了其自身的智能化进程,出现了智能CAD,智能通讯,智能决策,智能仪器及智能洗衣机、智能电饭煲等;另一方面在AI基础理论研究方面又陷入了长期的争论和分歧,面临一场理论危机。

人们在冷静下来以后进行了深刻地反思,认识到:

①智能的研究对象——大脑,是一个超复杂、非线性的巨信息系统,智能不是靠若干个公式或定律就能解决问题的。AI研究目标的实现是长期的、持久的、艰难的、渐进的及战略性的。AI研究目前是越搞越难,其难度是始料不及的。

②AI已诞生40多年,形成了许多行之有效的原理和方法,并取得了许多成功的运用。如在博弈方面战胜了世界级的国际象棋冠军卡斯帕罗夫。而作为一门年轻的学科,还没有建立起自己完整的、科学的理论体系,尚处在经验发展阶段。

③知识是AI的核心。在过去的40余年中,AI的研究者们探索了各种各样的道路,走过了漫长而曲折的行程,但殊途同归,条条道路都汇合在一个中心问题上——知识。要搞AI,就要象人那样拥有广博的知识,电脑的最大弱点就是缺乏知识,缺乏人类在几千年的文明史中积累起来的巨量知识。而在实际生活中,人就是根据知识来行事的,智能的实现离不开知识的获取、知识的表示(KR)与知识的使用。

④布尔的真假二值逻辑相对于人脑的思维来说太刚性,Zadeh的模糊逻辑忽略了事物间的相关性。AI需要高级的柔性逻辑体系与包容度更大的多维空间(MDIS)的超拓扑结构知识表示方法(KRHTS)。

2 人工智能的三大学派

AI作为一门学科、计算机科学的一个分支,与任何新生事物一样,自诞生以来其发展是曲折与不平坦

收稿日期:1999-12-17

基金项目:航空基础科学基金(96F53063);国家教委博士学科点专项科研基金(98069923)

作者简介:白振兴(1953-),男,副教授(博士)。

的。在理想与现实、成功与失败的矛盾中探索着自己发展的有效途径和技术并逐渐成长起来。40多年来,许多有造诣的科学家都参加到这一领域,从人脑思维的不同层次对 AI 进行研究,因而形成了符号机制、连接机制和行为机制三大学派,但经典的符号机制学派一直起着主导作用。

2.1 符号机制学派

符号机制,又称为符号主义、符号智能、认知智能、认知机制、符号计算等,是以知识为基础,通过推理进行问题求解的传统 AI 学派。一些成功的专家系统、自然语言理解系统的研制者大都属于这一派别。其主要的立论依据是以物理符号系统假设和有限合理性假设。物理符号系统假设是说明思维过程可以符号化,有限合理性假设是说明在知识的非单调情况下推出的结论不能保证绝对正确。符号机制认为人认识世界的基本元素是符号,认知过程是符号表示下的符号运算,思维就是符号演绎(计算),知识可以用符号表达出来,对符号进行推理就可得出结论。故符号机制认为 AI 的主要研究对象是人类抽象思维层次中的经验性思维。符号机制在 AI 研究中一直起着举足轻重的主导作用,故称为经典符号机制。

2.2 连接机制学派

连接机制,又称为连接主义或神经计算,是模拟人脑智能特点和结构的人工神经网络(ANN)学派。连接机制认为神经元是脑组织的基本单元,用电子器件来模拟人脑的神经元,作为控制和信息处理的基本单元,称其为结点,把大量的神经元(结点)按一定的规则广泛互连就形成神经网络,所以称为连接机制,是一种自底向上的智能架构方式。连接机制就是这种由简单结构和规则复合而成的高度复杂的非线性动力学系统,是一种具有协同行为和集体计算功能的物理机制,它研究非程序的、具有自适应的、大脑风格的信息处理系统;它是一种开放式的,能使新的网络模型比较方便地进入系统中,利用系统提供良好的用户界面和各种工具,对网络算法进行调试和修改的模式。连接机制研究的重点侧重于模拟和实现人的认识过程中的感知过程、形象思维、分布式记忆和自学习、自组织过程,特别对并行搜索、联想记忆、时空数据统计描述的自组织以及相互关联的活动中自动获取知识时更显示出其独特的能力。连接机制被普遍认为适合低层次的模式处理,其显著特点是以分布方式存储信息、并行方式处理信息、具有自学习和自组织能力。

2.3 行为机制学派

行为机制,又称行为主义,是以 R. Brooks 为代表的学派。行为机制的思想是无知识,光有学习程序,让机器在实践中摸索并自己积累知识,例如六腿机器人训练走路就是这样的。40年代就有人做电子老鼠来走迷宫,但充其量是昆虫级的智能。1991年在澳大利亚的悉尼举行的第12届国际 AI 联合大会上,MIT 的年轻教授 R. Brooks 针对传统的 AI 研究中的核心问题:表示(Representation)和推理(Reasoning),提出了具有挑战性的 No Representation 与 No Reasoning 的智能看法。在目前要求机器人象人一样的思维确实太困难了,在做象样的机器人之前,不如先做一些象样的机器虫。他是以自己研制的具有某种自适应能力的人造昆虫作为论据的,机器虫虽然没有象人那样的推理、规划能力,但是应付复杂环境的能力却大大超过了现有的机器人。行为机制的优点是研究全过程,避免了推理和表示问题,但有局限性,如技巧就很难表示,但可以进行训练。也有人对此抱怀疑态度,他们提出:今天的虫,明天能变成人吗?

2.4 三大学派应优势互补

人的智能活动主要分为感知思维、抽象思维、形象思维三个不同的层次,连接机制、符号机制和行为机制是对这三个不同层次智能活动进行抽象和模拟,各有其优缺点和最佳适应范围。符号机制、连接机制和行为机制特点的比较详见表 1。

科学的进程是渐进性的。过于夸大自身作用是不可取的,符号机制,连接机制和行为机制都有各自的优点和片面性,不可能取代对方。大百科计划(CYC)的主持人 D. Lenat 就曾指出,智能行为不会依赖于一个象物理学那样的精彩理论,这是患了物理学嫉妒病,应将符号机制和连接机制综合起来。框架理论的创始人 M. Minsky 也认为自顶向下与自底向上两种策略的综合集成方法是一类更高层次的方法论,对符号机制与连接机制“哪种方法是最好的?”这个问题本身就是错误的。

如单从表面来看,符号机制与连接机制采用的是完全不同的研究方法,符号机制基于知识,而连接机制基于样板;前者依靠推理,后者通过映射。但从人类

表 1 符号机制、连接机制和行为机制特点的比较

层 次	符号机制	连接机制	行为机制
认识层次	离 散	模 式	连 续
表示层次	符 号	连 续	行 动
求解层次	自顶向下	自底向上	自底向上
处理层次	串 行	并 行	并 行
操作层次	推 理	映 射	交 互
体系层次	局 部	分 布	分 布
基础层次	逻 辑	模 拟	直觉判断

思维模型来看,符号机制研究的思维形态是抽象思维,而连接机制是形象思维。这就如人的大脑一样,左半球负责抽象思维,右半球负责形象思维,但大脑的左、右半球是相互联系,互为补充的。作者认为符号机制是从智能的顶部向下攻坚,而连接机制是从智能的底部向上突击,双方应在各自的思维层次上寻找新的突破口,连接机制和符号机制“两军”或许最终将会在智能的中部会师。行为机制有自己的一套独特方法,但偏向于连接机制。人脑的左、右半球是如何相互联系,怎样互为补充以及脑的机理等问题是 AI、认知科学、神经科学研究的重点课题之一。AI 的先驱之一 Minsky 认为,符号计算与神经计算可以结合起来,神经网络是符号系统的基础,应致力于混合系统的研究。

综上所述,三大学派应相互促进、渗透,优势互补,向广泛的领域扩展,开拓更宽的应用范围,在各方面发挥更大的作用,使其具有更强生命力的同时促进自身的进一步成熟和发展。

3 人工智能的泛符号机制

AI 诞生与成长在国外,多年来我们都是跟着国际上 AI 大师们的足迹在走。面对 90 年代以来 AI 研究的低潮局面,我们提出了一些自己独到的设想和解决办法即 AI 的泛符号机制(GS:Generalized Symbolism)。

GS 由泛逻辑学(GL)、知识表示的超拓扑结构和多维信息空间理论三部分组成^[1,6]。

GS 是一种全新的符号机制,它的主要研究对象是人脑中可以用语言显式表示的抽象思维过程,但排除了完全可以用传统的数学方法解决的那一部分(属于传统计算机科学的研究对象即经验性思维过程),它继承了物理符号系统假设和有限合理性假设及知识原理, $GS=GL+KRHTS+MDIS$ 。

3.1 泛逻辑学

GL^[2,3]是针对经验性思维的需要而提出的一

种逻辑运算可连续调控的全新逻辑体系,是根据在经验性思维中逻辑运算本身也存在不确定性的新发现而提出的。范数是建立 GL 的数学工具,其中的泛非、泛与、泛或、泛平均、泛组合等逻辑运算都是可以根据变量之间存在的关系,如相关性、宽严度、权重、风险系数等进行任意调控的数学运算。利用 GL 可以建立起全新的、适合经验性思维规律的、有严格理论基础的、非确定性推理理论,以取代现有的各种凭直觉经验提出的非确定性推理模型,改变符号机制缺乏自己严格逻辑理论基础的状况。

3.2 知识表示的超拓扑结构理论

经分析研究发现,无论是宇宙、大脑、细胞、物质、城市、机器等有客观存在的物质系统结构,还是象概念、知识、想象等无客观实体存在的信息系统结构,都是拓扑结构(HTS)^[6],都可以用 HTS 来描述和处理,因此 HTS 不仅是事物的普遍现象,而且是分析与认识复杂事物的一种有效方法。

$HTS=HN+HL$,超结点(HN)超在向上能抽象与包容,向下可细化与分层;超线段(HL)超在上一层面的一条有向线段能展开为下一层面的一幅 HTS 图;也可把下一层面的一幅 HTS 图抽象为上一层面的一条有向线段。HTS 是一种上不封顶、下不包底、可大可小、可分可合、层层嵌套,纵横交错、无所不包、沉浸其中、超越其上、进出自由的结构与机制。

KR 是经典符号机制的核心问题之一,现有的 KR 方法都是基于知识的拓扑结构(TS)模型的,是 TS 的某种等价表示。TS 在形式上是赋值有向与/或图,由于其比较简单,无法描述客观实际存在中的许多较复杂的知识结构。实际上知识的自然存在形态是 HTS 的,人的思维过程是外部刺激形成的兴奋灶在这种 HTS 中的传递过程,所以 GS 应以 HTS 为其 KR 的基本模型。KR 方法的研究,应以知识的 HTS 为基础,面向对象程序设计与超媒体,能对该研究提供思想和技术支持。

KRHTS 是 TS 的拓广,是由 HN 和 HL 组成的赋值有向 GL 图。HN 是结点的拓广,它本身也是一个 HTS 的抽象,即 HTS 中的一个 HN 可以细化为一个 HTS,反之一个 HTS 也可以抽象为一个 HN。HN 的运算又可分为泛非、泛与、泛或、泛平均和泛蕴涵等。HL 用来表示 HN 间的关系。从连接方向上分,可分为单向或双向;作为结点间的链路,HL 可代表多种信息传递方式,如单工、半双工、双工等;需要时也可把任何一条 HL 展开为一幅超拓扑图。KRHTS 的优点是包容度更大,可兼容已有的 KR 方法;符合人们的思维模式;可

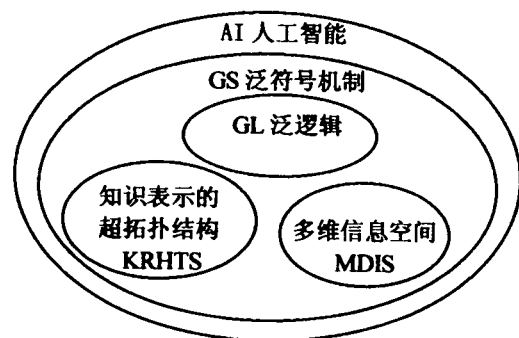


图 1 人工智能中泛符号机制示意图

以多维和多层次的表示知识,便于推理和联想及知识的共享与重用,方便计算机处理。

3.3 多维信息空间理论

能用文字、声音、图形、图象等 MMT 来表示信息、知识、数据等。MDIS 也是人类习以为常的思维空间,利用 MDIS 可以准确而形象地表达概念,方便快捷地传递思想。MMT 为在 MDIS 中 KR 提供了强有力的技术手段。但要利用 MDIS 来解决计算机视觉和听觉方面的问题,还必须引入知识以及 AI 的概念、方法和技术,这就是 MMT 与 AI 的融合而导致了智能 MMT 的产生。智能多媒体=多媒体技术+人工智能,经典符号机制是在单维(文字)的抽象符号空间中研究智能问题,而 GS 是利用智能 MMT 在 MDIS 来解决计算机智能问题,这样就必然包括 MDIS 的感知过程,多维化的概念描述、多维化的 KR、多维化的推理、多维化的机器学习、多维化的形象思维等。所以 GS 比经典符号机制更接近人类思维,更能反映人的智能特性,是智能科学的更高研究阶段。

4 结束语

本文的核心是为 AI 的符号机制学派设想新的 GS 理论框架。GS 由 GL 与 KRHTS 和 MDIS 三部分组成,是为 90 年代以来 AI 研究的低潮局面提出的解决办法。

参 考 文 献

- [1] 白振兴. 泛符号机制及知识表示的超拓扑结构研究[D]. 西安:西北工业大学,1998.
- [2] 何华灿,刘永怀,何大庆. 经验性思维中的泛逻辑[J]. 中国科学(E 辑),1996,26(1):72~78.
- [3] 何华灿,白振兴,刘永怀,等. 一级泛非运算研究[J]. 计算机学报,1998,21(增):24~28.
- [4] 戴汝为. 从现代科学技术看今后人工智能的工作[N]. 计算机世界报,1996-12-23(97).
- [5] 白振兴. 一种新的知识表示方法:概念结构[J]. 计算机科学,1992,19(6):1~26.
- [6] 白振兴,何华灿,艾丽蓉,等. 知识表示的超拓扑结构研究[J]. 西北工业大学学报,1999,17(4):61~65.

Generalized Symbolism of Artificial Intelligence

BAI Zhen-xing¹, HE Hua-can², WANG Yong¹

¹(Dept. of Aeronautical Equipment Management Engineering of the Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

²(Dept. of Computer Science, NPU., Xi'an 710072, China)

Abstract: Confronted with the condition that the research on artificial intelligence (AI) has turned to stagnation since 1990s, the author proposes some new ideas and theories on AI in the paper. Concentrating on the research on general symbolism in the AI, General Symbolism=Generalized Logic+Hyper Topology Structure of Knowledge Representation+Multiple Dimension Information Space.

Key words: Artificial intelligence; Symbolism; Generalized symbolism; Generalized Logic; Hyper Topology structure of knowledge representation; Multiple dimension information space