

认识论应当成为人工智能的主要基础*

6.19
92(2) 1-5 —兼评当前国际上关于人工智能基础之论争

洪家荣 (150006 哈尔滨工业大学计算机系)

TP18

摘

要

In this paper, a major shortcoming of current research on artificial intelligence is discussed, a new point of view stating that epistemology should be used as the major foundation of and guide to artificial intelligence is proposed, and a way of acquiring intelligence by simulating human thought process is presented. Finally, a general epistemology-based intelligence architecture called THOUGHT capable of training an expert system at novice stage to be a new expert system at expert stage is described.

一、引言

自从一九六五年人工智能(AI)问世以来,它经历了一条坎坷曲折的发展道路。其间专家系统(ES)的出现,曾使AI获得蓬勃的生机,并在八十年代初达到了一个高潮。但好景不长,专家系统因其固有的缺欠已停滞不前,人工智能也随之转入低潮。在这种情况下,近年来国际人工智能界的一些仁人志士不得不对AI的基本问题进行反思,这导致了关于AI基础问题的一场论争。各派各持已见,排斥异己,争论不休。国际著名刊物《Artificial Intelligence》一九九一年出专辑记录了这场争论的一个侧面^[1]。其中有代表性的学派有: N.J. Nilsson和J. McCarthy的逻辑学派; A. Newell和H. Simon的认知学派; D.B. Lenat和E.A. Feigenbaum的知识工程学派; J.L. McClelland, J.D. Rumel-

hart和G. Hinton的联结学派; C. Hewitt的分布式AI学派以及最近出现的R. A. Brooks的进化学派。无可置疑,各派主张都有其科学性的一面,都从不同侧面对AI做出过自己独特的贡献。例如,逻辑学派为AI提供有效的知识表示方法和强有力的推理机制;认知学派对人类某些认知功能进行了成功的模拟;知识工程学派揭示了知识在智能中的主导地位;联结学派对中枢神经系统结构进行了有效模拟;分布式AI学派展示出对大规模开放系统的初步认识;以及进化学派对感觉与运动功能的模拟实现等等。然而,各派都具有明显的局限性和本质的缺欠,单独构不成AI的主要基础。例如,逻辑学派企图将AI纳入一个严密的形式体系中,但人类智能是任何逻辑框架所容纳不了的,对许多智能活动(如高级智能活动的联想、直觉与灵感)逻辑方法显得太弱了,甚至无能为力;认知学

*国家自然科学基金和国家863资助项目

派的理论基础——物理符号系统假设过于空泛和脆弱,认知模拟也仅局限于个别的、简单的低级智能行为(如组块);知识工程学派力图建立包罗万象的知识大百科全书,但却不知道如何组织、构造和使用这庞然大物;对联结学派,如所周知,它较适用于感觉与识别,而不大适用于高级思维活动;分布式AI学派无论理论或方法都还不成熟;进化学派幻想从低能昆虫活动一下子进化到人类智能,一举跨越数亿年,既不可能也不现实。

作者认为,当前关于AI基础的论争既没有给人们带来多少启迪,也没有使人们看到使AI走出低谷的一线曙光。原因是多方面的:在客观上,主要困难是人类智能的机制至今尚不清楚,人工智能的理论与方法尚不成熟;在主观上,人工智能主流学派源于西方,因此受到唯心主义和形而上学的局限。就是说,他们在AI的各个侧面,各个局部研究得都很深入,取得了可贵的成果,但在AI研究的整体上是违背唯物辩证法的,陷入了机械唯物论和形而上学。例如,在西方AI界争论的关于AI基础的所谓“五大问题(big issues)”^[1]中,竟然回避如下几个最根本的问题:人类智能是从哪里来的?怎样才能获得人工智能?什么是人工智能的真正基础?辩证唯物主义的认识论对这些问题给出明确的回答^[2]。辩证唯物主义的认识论承认认识是对存在的能动的反映,实践是基础,一切认识(包括智能)都来源于实践。人类获得智能是从实践开始,通过感性认识到理性认识,再回到实践中去的不断反复、螺旋上升的过程。认识论是关于人类思维普遍规律的学说。由于人工智能是人类智能的计算机模拟,因此,它必然遵守人类思维的相同规律——认识论。换句话说,认识论应当成为人工智能真正基础和研究指南。西方学者由于他们不承认辩证唯物主义认识论,否认实践在认识中的决定作用,不把智能看做一个认识过程的结果,而是把它同认识过程割裂开来,孤立地进行研究与模拟,如同认知心理

学所做的那样。这样,他们就把人工智能变成了无源之水,无本之木,陷入了盲目性和形而上学。他们煞费苦心寻求各种解决办法,到头来也只能头痛医头,脚痛医脚,无法使人工智能摆脱困境。然而,人工智能当前的停滞状态并不表明人工智能将面临失败的厄运。相反,这仅仅表明人工智能需要反思,并在反思中寻求新的生机,以酝酿一个新的研究高潮。换句话说,以往由西方学者垄断人工智能研究,只此一家、别无分店的局面应当打破,代之而起的应是一种百家争鸣、百花齐放的生动活泼的新局面。

在本文中,作者提出以辩证唯物主义认识论为指南、以认知模拟为目标、博采各家所长的人工智能研究路线,如图1所示。在图1中,位于上层的学科为下层的学科提供理论指导和研究目标,下层学科为上层学科提供技术和手段。显然,这是一条集东方哲学与西方技术为一体的人工智能新的研究路线。

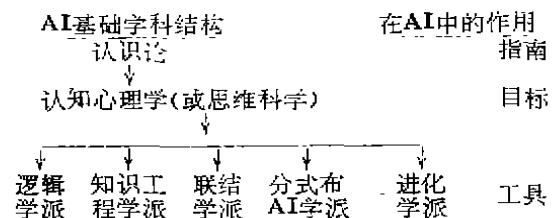


图1 人工智能基本学科及其作用

作者将这条研究路线应用于人工智能的一些困难问题,如专家的直觉模拟,知识发现等,取得初步的成功。具体地,我们研究成功了两种新型专家系统叫THOUGHT^[3]和NGES^[4],和一个知识发现系统KD₁^[5]。THOUGHT能够将现存处于生手水平的专家系统通过它自身的实践(运行)、认识(运行、经验的分析与加工)、再实践、再认识的过程将自己培养成具有专家水平(如直觉)的新一代专家系统。NGES用认识论做指导,以认知心理学为目标,将逻辑方法的专家系统与联结方法的神经网络有机地集成在一起。KD₁模拟人的理性认识,从经验中发现知识。最

后,本文还通过分析现代的施肥模型发现的方法来印证这条新的人工智能研究路线的普遍适用性。

二、智能做为从感性认识向理性认识不断飞跃过程的结果

智能做为认识的高级形式产生于实践,并在实践基础上从感性认识能动地飞跃到理性认识;又从理性认识能动地飞跃到实践;实践、认识、再实践、再认识、循环往复,以至无穷。不仅对高级的思维活动是这样,对低级的感觉活动及运动也是这样。例如,幼儿的呀呀学语和踉跄学步,成人的吟诗作画,以及从学徒到技工、从生手到专家无不经历这一过程。我们仍以文[5]中介绍的从见习生到医生的成长过程为例说明专家直觉——一种高级智能的获取过程。一个医学院学生在读完大学之后,有了书本知识成为一名见习医生。然后他进行多年的临床实践,积累了丰富的经验。在这个过程中,他的头脑对这些经验“加以去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的改造制作工夫,造成概念和理论的系统”^[3]。这是更高层次的理性思维过程。然后将这些概念和理论用于实践并在实践中加以验证和修正。这一过程不断往复,数年之后,他就由见习生变成一名医术高明的医生了。

既然智能做为实践、认识能动过程的结果,因此,要获取人工智能就要模拟这个能动过程本身。换句话说,要让智能系统像人那样去实践(运行),并对运行的经验(结果)进行再加工制作,以获取智能。

三、认识辩证运动的计算模拟

在人工智能中,感性认识可粗略地看做智能系统运行的经验(即结果)。理性认识的获取过程(即经验的加工制作过程)比较复杂,但本质上是对感性认识的分析与综合,抽象与概括的过程;而分析与综合在许多场

合表现为分析与分类。幸好,机器学习为模拟理性认识提供了有效的工具。即经验的分析分类,由概念聚类方法模拟,经验的抽象与概括可由示例学习方法实现。我们研制的THOUGHT就是模拟上述认识过程的通用智能结构。

四、THOUGHT——将生手培养成专家的新一代专家系统工具

直觉是专家与生手的本质区别,在这个意义上,现存专家系统基本上处于生手水平。THOUGHT能够将一个专家系统通过实践与认识的过程培养成具有类似直觉能力的专家系统。THOUGHT的结构功能如图2所示。THOUGHT主要由五部分集成而成:专家系统MEST^[6],经验学习系统SGESA^[7],概念聚类系统LEOBS^[8],概念获取系统

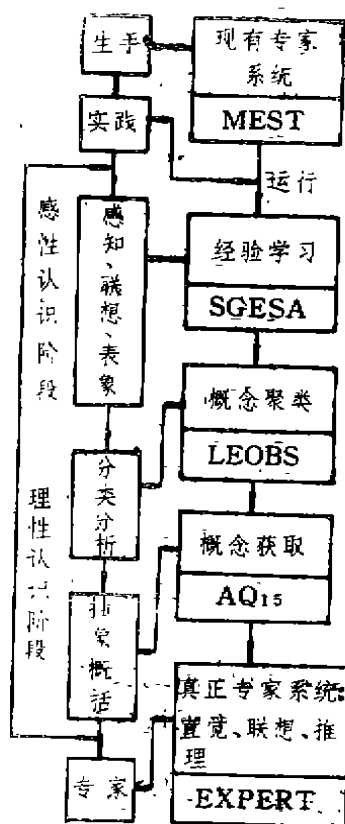


图2 专家思维形成计算机模拟

AQ₁₅^[10]和待产生的新一代专家系统EXPERT。原来的专家系统MEST运行,由经验学习系统SGESA搜集成功的经验,一条成功经验是由已知事实为前提并以所求得解为结论的一条新的产生式规则,例如,“如果某动物有奶、吃肉、黄褐色且带有黑条纹,则该动物是虎”就是一条经验。当积累的经验足够丰富时,概念聚类系统LEOBS将根据彼此的概念相关性进行分析与分类;每一次分类之后,都由示例学习系统AQ₁₅从每一类中抽象概括出满足该类经验而排除其余类经验的一般概念描述。这一过程递归进行下去,最后形成一棵判定树状的知识结构^[10]。在这种判定树中,结点是经验的子类,弧上的索引是相应子类的概念描述,树叶对应于问题的解。如所周知,具有 n 个叶子的 K 叉判定树,其检索的费用为 $\log_K n$,这是迄今为止计算机检索所能达到的最快速度。如果人类的中枢神经系统的神经元(大约 10^{12} 个)组成一棵10叉判定树的话,那么检索一个具体的神经元至多用 $\log_{10} 10^{12} = 12$ 次索引。如果神经元形成组块(Chunks),则索引次数就会更少。根据认知心理学^[11],直觉的主要特征是快速准确的判断和自动化(即不需要推理)。因此,我们有理由认为由生手MEST“成长”起来的新专家系统EXPERT具有了专家直觉的相似功能。不难看出,MEST同EXPERT有许多本质上的差异。例如,在内部知识结构方面,MEST的知识库是一个推理网络或线性表,而EXPERT的知识库是一棵判定树;在外部表现出来的问题求解能力方面,MEST只能一步步推理,而EXPERT则兼有推理、联想和直觉等多种能力。

五、理性认识到实践的 计算机模拟

一个完整的认识过程包括由感性认识上升到理性认识,再由理性认识回到实践中去。由实践对理性认识进行检验和发展;对正

确的认识得到证实,对不完善的认识进行补充和完善,对不正确的认识加以纠正。

THOUGHT获取的理性认识即判定树结构,它通过实际应用进行检验。对每一组新的测试事实,如果满足从根到叶的每一个弧上的索引,则判定树获得一次验证,结果的置信度给以增强;如果在某一中间结点到其所有子结点的弧上,无一索引被满足,这说明该判定树不完善,可以通过生成新的分枝使其完备化;如果已给事实同判定树发生冲突(如它满足两个以上索引,或它满足了不该满足的索引),这可通过渐近学习^[12]对判定树进行修正。

六、其他领域的例证

用认识论指导,达到对客观事物的理性认识已成为普遍适用的科学技术研究方法。在这一节,我们以农作物优化施肥的现代科学方法来说明通过认识过程模拟获得智能的普遍性。

现代科学施肥是寻求氮、磷最佳配方的施肥方案。这一问题相当复杂,目前主要通过如下步骤实现。

(1) 均匀布点种实验田,获得多点资料(每点资料包括土壤肥力、有机质百分比、全氮、碱解氮、速效磷配方、土壤PH值、亩产等)。

(2) 多点资料的分类:对多点试验资料进行合理的分类,用分类指导优化施肥。一般采用人工分类(如按产量或土壤肥力分类)或各种计算机聚类方法分类。

(3) 用回归分析和最小二乘法获得每一类的施肥模型和最佳配方公式 $y=f(N,P)$,其中 y 为产量, f 为氮 N 和磷 P 的多项式。

(4) 用施肥模型指导施肥,并根据结果对模型进行修正。

不难看出上述施肥模型的获取过程是一个由实践(第一步),到认识(第二步分析分类、第三步抽象概括),再由认识到实践(第四

步)的认识过程。用类似于THOUGHT的方法可用两种AI方法实现:

(1) 第二步用概念聚类系统LEOBS分类,第三步用科学发现(Scientific discovery)发现施肥模型。

(2) 如果将多点试验资料的数据先定性化,则第三步可用概念获取系统AQ₁₁实现,这样除第一步仍须人工实现之外,其余同THOUGHT的结构完全相同。目前我们正用THOUGHT实现施肥模型发现。

这个例子生动说明了通过认识辩证过程的(人工的或计算机的)模拟来获得理性认识与智能是一个普遍有效的方法。尽管认识过程的计算机模拟方法可以有几种,但THOUGHT提供的结构和方法不仅是合理的而且是普遍适用的。

七、结 论

本文对人工智能基础进行了讨论,指出当前人工智能研究的根本缺欠,提出以辩证唯物主义认识论做为人工智能理论基础和研究指南的新观点,并提出通过模拟认识或智能的辩证运动来获取认识或智能的人工智能研究路线。最后,本文还介绍了基于认识论的一个通用智能结构——THOUGHT,它成功地将处于生手水平的专家系统培养成具有专家直觉与联想的新一代专家系统。

致谢 在本文形成过程中,曾同北京航空航天大学李未教授进行过有益的讨论,尤其是用认识论指导人工智能研究方面我们有一个共识,并做出了各自的努力^[14]。

参考文献

- [1] *«Artificial Intelligence»*, Vol.47, Nos. 113, Jan 1991. 或中译本《人工智能基础》,石纯一,吴铁华编辑,国家智能计算机开发中心技术资料NCIC—YM91, 1991年10月
- [2] 毛泽东,《实践论》,《毛泽东著作选读》上册,第120—136页
- [3] 洪家荣,思维模拟——人工智能的根本途径,

计算机科学, 1981年No.4

- [4] 洪家荣, NGES——下一代专家系统的一个原型,《中国机器学习91》, 镜泊湖, 1991年7月
- [5] 洪家荣, 知识发现的原理及其应用, 自动化学报录用, 1991年
- [6] 洪家荣、王义和、吴家毅, HD₁——大庆石油录井油、气、水综合解释专家系统, 技术报告, 1991年
- [7] J.R.Hong and X.Song, SGESA, A Second Generation Expert System Architecture, Proc. of International Symposium on New Generation, Computer, Beijing, Apr. 1989
- [8] R.S.Michalski and R.E.Steepe, Automated Construction of Classifications, Conceptual clustering versus numerical taxonomy, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 5: 4, pp396—410, 1983
- [9] J.R.Hong, I.Mozetic and R.Michalski, AQ₁₁, Incremental Learning of Attribute-Based Descriptions from Examples, The Method and User's Guide, Rept. IJSG 86—5, UIUCDGS-f-86-949, Dept. of Comp.Sci Univ. of Illinois, Urbana, 1986
- [10] C.J.Mao and J.R.Hong, Toward Reorganizing the Structure of Knowledge Bases, Proc. of the World Congress on Expert System, Florida Orlando, USA, Dec. 1991
- [11] R.Glase, Thoughts on Expertise, Cognitive Functioning and Social Structure over the Life Course, C.Schooler and K.W.Schale (Eds.), Ablex Publishing Corp., Norword, NJ, 1987
- [12] 洪家荣, 示例学习与多功能学习系统AE₂, 计算机学报, Vol.12, No.2, 1989
- [13] 《黄淮海中原主要作物优化施肥和土壤培肥技术》, 杨守春主编, 中国农业科技出版社, 1991年3月
- [14] 李未, 一个开放的逻辑系统,《中国科学》录用, 1991年