

人工智能研究途径的多样化趋势

Trend of Diversification of Research Approaches in Artificial Intelligence

酆全民

(上海东华大学人文学院科技哲学研究室, 副教授 上海 200051)

在当代科学技术中,为了解决某一学科中的问题或催生新的学科而借用另一相关学科中业已成熟的理论和方法已经颇为常见。不过,能像人工智能(AI)学科这样,能够利用从自然科学到社会科学,再到技术科学中的如此众多的理论和方法,来解决其问题的,也许尚绝无仅有。作为一门年轻而又前沿的学科,人工智能一开始便是多种相关学科和技术综合的产物。而如今乍看,许多似与其并无多少关联的学科(如物理学、经济学)中的理论和方法,现已,或正在用于解决AI的问题,以致几乎形成了一幅“条条道路通AI”的壮观风景。不仅如此,由人工智能本身所产生的思想、方法以及实用产品反过来又能成为促进其它学科进一步发展的有力手段,从而铺垫出一条条丰富多彩的“双行道”。显然,我们若从方法论的角度就这一风景作番述评,对于人工智能及其它学科的发展或许都是有益的。

一、一幅多途径的风景

因为人们欲通过建构智能系统而达到理解智能这一目标,加之自然智能系统——人类为这一建构的实现提供了可能性,遂使人工智能自诞生之日起便与研究人类智能或知识的一些学科结下了不解之缘。从人工智能发展的早期轨迹中,我们可以看到心理学和哲学中的认识论、逻辑学的深刻影响。两者从一开始便导致人工智能的不同研究途径,即以西蒙和纽韦尔为代表的心理主义途径和以麦卡锡为代表的逻辑主义途径。而且,早期人工智能还从其它相关学科(如控制论、神经科学等)中吸取了大量有用的思想和方法。至于后来计算机科学许多分支所产生的影响就更无庸赘言了。

尽管传统人工智能所呈现的多样性,使人们多将其视作一门综合性较强的学科,但在基于符号处理的传统研究范式下,这一共同体成员基本上只从与人工智能研究目标和对象密切相关的人类智能学科中寻求有用的理论和方法,而一直把表面上看

来似乎没有多少联系的其它学科置于视线之外。只是在进入20世纪80年代以后,局面才开始打破,人们开始探寻人工智能研究的新途径。如今,不仅心理学、逻辑学等学科依然为人工智能的发展作出贡献,而且像物理学、生物学、生态学、人类学、经济学、社会学甚至哲学中的现象学理论都已经开始为人工智能研究提供新的途径或有用的思想^[1]。在此,我们不妨列举两例。

1. 物理学途径 尽管物理学理论具有极大的普遍性,但是人们还是倾向于认为它只是洞察无生命世界中各种自然现象的有效方式,而不太可能为研究智能——这种只有高级生物体才有的属性,提供理论框架和方法。因此,在相当长的一段时间内,成熟的物理学理论并没有为相对年轻的人工智能的发展作出多少直接的贡献。首先改变这种局面的当推美国加州理工学院的物理学家霍普费尔德(J.J.Hopfield)。他在1982年成功地运用统计物理学方法研究了人工神经网络,从而掀起了研究人工神经网络的新热潮。如今,统计物理学已经成为研究人工神经网络和机器学习的主要手段之一。

如果说神经网络作为由大量神经元组成的复杂系统可以借助于统计物理学方法加以研究尚不难理解的话,那么在人工智能的主要技术——搜索技术中能够用上相变理论,并在多主体(Multi-agent)系统的协调中成功地运用了经典力学方法,则多少有点让人感到意外和惊喜。可事实上,就人工智能中的计算和搜索问题而言,问题空间中的诸问题实例中,从低约束到超约束的转变,与启发式删除效率相关的平均搜索成本从多项式到指数增长的转变,以及自动规划、优化问题等情形中,均呈现出与物理相变类似的特征(如局域行为小的变化导致全域行为大的变化)。并进而发现,出于许多不同问题和不同算法之中的相变,竟具有令人惊奇的规则性,因而可以借助于物理学中的相变理论来研究计算问题的相变^[2]。目前,这方面的研究已取得了许多实质性的成果,如对符号逻辑的基础问题——SAT问题(The satisfiability problem)中的问题实例从易到

难再到易的相变过程的研究,就基本弄清了问题实例的易难分布,发现最难解的实例位于相变点附近,这就为选择用于已知问题的算法类型提供了依据^[3]。至于在大尺度多主体系统中,运用经典力学方法也已取得了不少有价值的研究结果,如,有效地解决了大城市中货物运输的优化问题^[4]。

在人工智能研究中采用物理学途径的优点在于:(1)对人工智能中所采用的算法或解通常要通过形式证明或模拟来检验其有效性,而如果运用基于物理学方法的模型,则能够利用物理学中的已知理论和实验结果作为检验的依据;(2)物理学的模型可以在只考虑局域相互作用条件下,导出系统的全域行为,在许多场合,这可以降低计算的复杂性;(3)鉴于计算系统的整体属性,故可使用统计物理学的概念和方法来加以分析。因此,这对解决人工智能问题(尤其是计算问题)将是大有可为的^[4]。

2. 经济学途径 像经济学这样的社会科学能够为人工智能提供新的研究途径吗?乍一想,答案也许是否定的。确实,长期以来经济学未曾对人工智能的发展产生过什么影响。这主要是由于两个领域的研究目的不同,智力范畴也很不一样。就目的而言,经济是解释作为主体(Agent)的人的决策和相互作用,人工智能则是关注建构智能主体,而这对经济理论来说,这主体就是现存的实体。不过,近年来在人工智能中已经表现出对经济理论和模型的日益增长的兴趣。我们知道,人工智能的一个主要目的是建造具有决策功能的主体,它能代表其设计者、拥有者或使用者,且能以一定的自主性展开行动。为此,人工智能研究者考虑多主体系统时就需要赋予每个主体以自我利益和基于某种理性原则的前提。而这种具有自我利益的主体,其与环境相互作用时表现出的决策行为、产生的突现属性,以及影响这些行为的机制,正是经济理论所研究的领域。而且,当代经济学内部对决策行为、心理定向和计算理论的研究也正呈日益增长的趋势。因此,人工智能与经济学在一定条件下开始相互接近(尤其在设计和建造多主体系统方面)就显得很自然了^[5]。

鉴于经济现象的复杂性,大多数经济模型具有理想化的特征,而这恰恰可以为人工智能所接受和运用,因为许多实用的人工智能系统其实也是理想化的。例如,与真实环境相比,由因特网所形成的电子生态系统可以视为是一种理想化的环境,而基于经济模型建构的主体就可能在这样的环境下良好地运行以实现某种特定的功能。如今,人工智能中研究的热门领域之一是“多主体系统”。人工智能研究者现已根据市场原理建构了计算市场模型,用于设计多主体系统,以求在不确定环境下使主体的局部决策最终达到全局的、有效的自发秩序。另外,还依据对策论的协商模型,构建出了用于分析和处理

多主体之间的协商和冲突过程的理论框架。

二、研究途径多样化的成因

那么,当今在人工智能研究中缘何会呈现出一幅几乎“条条道路通AI”的风景呢?对此,我们可以从两个主要方面来加以分析:一是人工智能这门学科自身的特质,另一就是人工智能的发展和环境变化所产生的需要。

作为一门综合性较强的学科,人工智能跟其它学科相比具有自身的特质。从人工智能所追求的基本目标和当前活跃在该领域前沿的研究者的实践中,我们可以辨认出这一特质,并从中认识到人工智能研究途径多样化的内在必然性。尽管不同的研究者对本学科所要达到的具体目标在理解上有所不同(如有人倾向于对智能本质的纯粹探究,而另一些人则更侧重于工程的考虑,以建构有用的智能系统为己任),但这一共同体核心的多数成员对人工智能的基本目标在认识上还是一致的,那就是通过建构智能系统而理解智能,尤其是理解人类级的智能。就理解智能这一基本目标而言,人工智能理应被看作是一门经验科学^[6]。不过,与其它学科相比,人工智能作为一门科学所运用的方法却是非常独特的。通常,经验科学是在预设研究对象存在的前提下,运用观察和实验等手段获取关于对象的经验事实,并依仗人的创造性思维提出假设或理论以解释和预言经验事实。人工智能则不同。它并不着眼于对实际存在的智能系统的直接研究,而是试图通过建构人工智能系统以达到对这些系统(包括自然和人工)及其行为的理解。由于建构人工智能系统是一个技术创造的过程,其方法和产品本身往往可以为人所用因而具有实用价值,故人工智能又常常被认为是一种技术。正是以这样一种独特的方法,人工智能的具体目标才得以有机地统一,并在学科性质上表现出既是科学又为技术的两重性。同时,这一特质也迫使人工智能研究者不仅要对付自然界的复杂性,还要处理人工系统的复杂性。

人工智能的基本目标是理解包括人在内的自然智能系统及其行为,而这样的系统在实在世界中是以分层进化的方式形成了一个谱系,而智能作为系统的整体属性其表现形式又具有多样性(即一个智能系统往往具有多种智能行为),故从本体论上看,自然的智能谱系及其多样的行为不仅为建构人工智能系统的可能性提供了存在证明,而且也就潜在地注定了人工智能研究的具体目标和对象的多样性。另一方面,自然智能系统并非是人类智能研究的直接对象,而应当属于神经科学、心理学和认识论等等学科的范围。这样,当人工智能研究者建构人工智能系统需要知识来源时,一种方便且可行

的做法就是从以自然智能为直接对象的学科中寻求事实依据和有用的理论、方法。又由于自然智能的复杂性和多层次性,对其的探索已经形成了从自然科学到社会科学的一系列学科,因此人工智能也就具有了出现多种多样研究途径的内在必然性。另一方面,建构人工的智能系统本身是一项极其复杂和复杂的工程,其实现过程肯定会表现出以问题为中心的特征,因而必然需要运用从硬到软的各种技术(特别是计算机技术)。故从技术的角度看,人工智能的研究途径也势必趋向多样化。

由上可见,人工智能研究的基本目标和独特的方法内在地决定了它几乎可与其它所有的学科发生联系。然而,在很长一段时间内,诸如像物理学、进化生物学和经济学这样的研究途径并没有进入人工智能研究者的视野或一直受到冷落。究其原因,一方面是由于基于符号处理的传统人工智能在这个领域一直居于主导地位,使人难以认识到引入其它途径的可能性和有效性;另一方面则是由于计算机技术及其它物理实现装置的局限或不成熟。只是到了80年代以后,由于传统人工智能范式在实现基本目标方面步履维艰,并导致共同体内部出现信任危机,加之微电子技术的飞速发展,以及计算机的广泛普及和大规模并行处理技术的产生,才使得人们开始另辟蹊径寻找其它可能的途径,终于促使人工智能研究进入了一个“革命”的时期。于是,以往不曾注意到或受冷落的途径终被发现或重又成为关注的热点,由此导致了人工智能研究途径的多样化。此外,人工智能因社会需要而发生的重心转移,也促成了新途径的产生。过去,鉴于智能本身的多样性和多层次性,传统人工智能的研究者往往把注意力集中于其中的某个方面或层面(或知识表示,或自动推理,或机器学习,等等)。这类研究尽管发展出了不少有用的技术,而且也都一个个融入了主流计算机及各种应用系统,但却没有形成一个集成化的综合智能体,使人看不到人工智能作为一个学科在整体上有多大的威力。而近年来,随着网络技术的飞速发展,特别是因特网的迅速普及,迫切需要建构能够自主地对网络信息资源实现搜寻、管理并从中发现有用知识的智能体。而另一方面,网络信息世界本身却又为人工智能的发展提供了天然的试验场所。正是在这样的背景下,人工智能的研究重心发生了重大转移,掀起了对智能主体和多主体系统的研究和开发的热潮,以致已经有人提出了基于主体的人工智能观^[7]。更进一步,人工智能研究者所热衷建构的主体实际上可以形象地看作是具有某些个性且能与特定环境相互作用的“单面人”,而多主体之间以及它们与环境相互作用的过程则形成了一个“人工社会”。鉴于人本身就是智能主体,人类社会就是一个自然的多主体系统,因而

当人工智能研究者在设计和建构主体和多主体系统时,就自然可以利用以人为基本对象的哲学社会科学成果。于是,经济学、社会学、人类学、发生认识论乃至现象学中的众多理论和方法便与人工智能挂上了钩,进而开辟出了人工智能研究中应用哲学社会科学成果的新途径。

三、研究途径多样化的学术意义

正如任何一门学科在研究方法发生改变后总会产生新的学术意义一样,人工智能研究途径日趋多样化后,至少在三方面展现了新的重要价值。

第一,就人工智能自身的发展而言,由于从多种途径对智能系统及其行为进行探索和建构,致使人工智能研究摆脱了基于符号处理的传统范式的束缚,从而朝实现基本目标方向迈出了突破性的一步。正是这些新途径、新方法,才给人工智能带来了新的希望和繁荣。近年来,整个科学共同体中最优秀的青年学子纷纷向以人工智能为核心的计算机科学会聚,便很好地说明了这一点。同时,飞速发展的计算机技术和因特网又为人工智能新途径所带来的研究成果付诸实际提供了必须的物质基础和广阔的前景,如遗传算法、基于行为的人工智能方法等均已工程技术和机器人领域获得了实际的应用。目前,人们热衷于谈论知识和知识经济,但严格地说,我们将处的是一个智能和知识的时代,因为离开了智能,便谈不上知识的创造、传播和使用。因此,人工智能显然会成为21世纪科学技术版图上最耀眼的亮点之一,而如今所呈现的研究途径多样化趋势将能促使其达到这样的辉煌。

第二,人工智能研究途径的多样化从方法论的角度看也具有重要的价值。可以说,人工智能这一学科典型地体现了当今科学研究“以问题为中心、多种途径相互贯通、多种方法相互移植”的这一特征。从物理学的相变理论用于解决计算问题、生态学和经济学协作和协商模型用于设计多主体系统、人类学的社会智力学说用于论证智能的社会性等实例中,我们不仅可以进一步认识到实在世界本身的相互联系和统一性,而且更能体会到方法论上的多元主义对于保护科学研究的生命力所具有的重要价值,尤其当一门学科尚未成熟或原有范式失去活力的时候。

第三,值得注意的是,通往人工智能的众多研究途径其实每一条都不是“单通道”,而是可以频繁往来的“双行道”。这一点对于人工智能本身和其它学科的发展来说显得非常重要,实际上,人工智能研究不仅可以采用别的学科中成熟的理论、模型和方法,而其本身又因是一门通过建构智能系统以达到理解智能的学科,故研究过程中所形成的新成果

世界气象卫星的发展与应用

Development and Application of the World's Meteorological Satellite

江晓华

(西昌卫星发射中心 西昌 615000)

据美国《宇航日刊》2000年4月6日报道,美国国防部在战时将控制气象卫星数据发送。1999年底,由美国国家海洋大气局、空军和航空航天局联合授予洛克希德·马丁等公司一项“国家极轨业务环境卫星系统”(NPOESS)计划合同,以设计、制造和

发射下一代 NPOESS 卫星。该卫星系统将把国防部和商业部过去分别经管的“国防气象卫星计划”(DMSP)卫星及“极轨业务环境卫星计划”(POES)卫星合二为一,同时为军、民用户提供高质量的气象与环境数据。在该合并协议中规定:在战争期间,国

反过来又可以为其它学科所用,从而促进后者的进一步发展。例如,从人工智能中发展起来的人工神经网络、进化计算和分类系统等都已成功地运用于经济理论和各种应用领域(特别是金融领域)^[8]。同时,人工智能所建构的模型和应用系统在一定程度上也可以验证其它学科的理论和方法的有效性,如人工智能产品对认知心理学和科学哲学的研究成果所起到的辅助检验作用。

意义更为深远的是,当人工智能的产品与科学研究工作者结合在一起时,实际上创造了一种全新的智能系统。它比科学家个体或单纯由这些个体所组成的群体在许多智能行为上表现得更强更广(如计算和发现能力),从而将大大改变传统意义上的科学研究过程。这样,今后科学的成果更多的将是人与人工智能系统协同的产物,而且越来越难以分清究竟哪一部分属于科学家的劳作。不仅如此,人工智能系统事实上已经能够独立地发现人类迄今从未知晓的科学定律^[9]。显然,随着人工智能的发展,智能主体在认识和改造世界方面的能力将会进一步提高。这不仅可以大大提高人类认识和改造自然的能力,推进整个科学事业的发展,而且也提醒我们需要对人在科学研究过程中所扮演的角色重新加以审视和定位。

四、结束语

基于上述分析,我们可以得到这样的结论:人工智能研究途径日趋多样化不仅具有内在的必然性,而且对其自身的发展有着十分重要的意义。由此而引出的问题是:作为人工智能的研究者,该如何及时适应并有效利用这一变化来为自身学科的

繁荣和发展作出更多更大的贡献?显然,这对研究者的知识结构提出了更高的要求。他们除了必须具备数学、计算机科学和技术等方面的知识外,还需要熟悉(至少是了解)其他众多相关的学科(包括自然科学和哲学社会科学)。不过,任何个人或专业团体的能力和精力毕竟是有限的,因此人工智能研究者不妨与其他学科的专家、学者建立起友好合作的联盟,以便从对方那里吸取有用的思想和方法;反过来,其他学科的研究者也可以借助人工智能的理论、方法和产品来促进本学科的进一步发展。

主要参考文献

- [1] Agre P E, Computational research on interaction and agency. Artificial Intelligence, 1995, 72(1-2): 1 ~ 52
- [2] Hogg T, Huberman B A and Williams C P, Phase transitions and the search problem, Artificial Intelligence, 1996, 81(1-2): 1 ~ 15
- [3] Hayes B, Can't get no satisfaction. American Scientist, 1997, 85: 108 ~ 112
- [4] Kraus S, Negotiation and cooperation in multi-agent environments. Artificial Intelligence 1997, 94(1-2): 79 ~ 97
- [5] Boutilier C, Shoham Y and Wellman M P, Economic principles of multiagent systems. Artificial Intelligence 1997, 94(1-2): 1 ~ 6
- [6] Simon H A, Artificial Intelligence: an empirical science. Artificial Intelligence 1995, 77(1): 95 ~ 127
- [7] Russell S J, Rationality and intelligence. Artificial Intelligence 1997, 94(1-2): 57 ~ 77
- [8] Vriend N J, Artificial Intelligence and economic theory. In Hillebrand E and Slender J (eds.), Many-Agent Simulation and Artificial life, IOS Press, 1994: 31 ~ 47
- [9] Gillies D, Artificial intelligence and scientific method. Oxford, Oxford University Press, 1996

(责任编辑 蔡德诚)