维普资讯 http://www.cqvip.com

人工智能 人工神经系统 心理学

计算机科学 1994Vol. 21№. 1

44－46,43

人工神经系统的心理学方法

TP18

刘宗田
（合肥工业大学微机所 合肥 230001）

摘要 A method based on evolutionism, behaviorism, and psychological test is suggested for developing artificial neural systems. With the method, an artificial neural system can be incrementially built.

一、引言

人工智能研究至今已走过了三十多年的艰难历程，取得了举世注目的成绩。八十年代专家系统的出现，曾使人工智能达到了高潮，似乎曙光在望，以至于开始了第五代机这样的巨额投资计划。然而好景不长，人工智能研究多方受挫，计算机的智能水平，除计算一项外，远不及人的智能，甚至连一只鸽子都不如。

为了摆脱困境，人工智能工作者进行了认真的反思，围绕人工智能出路问题，展开了激烈的争论，各种学派，互不相让。

与此同时，一些与传统人工智能研究截然不同的新方法被提出，例如神经达尔文主义[1]和人工智能行为主义方法[2]等等。这些方法批判了传统人工智能的认识主义倾向，重审智能进化和行为分解这些心理学领域中的观点，并将这些观点用于指导人工智能的研究。心理学中的这些方法，有其科学性的一面，也有片面性的一面，但从开拓人工智能新的研究方法角度来看，无疑是有意义的。

作者在研究人工智能传统方法和分析心理学各派观点的基础上，提出了人工神经系统的心理学方法，它既吸收了进化论的观点，又接受了行为主义条件反射的理论，同时又对由低级智能到高级智能的纯进化模拟的幻想，对由简单行为累积为复杂心理活动的观点以及对绝对排斥认知主义的倾向进行了批判。

本文首先分析了神经达尔文主义和人工智能行为主义方法，然后介绍人工神经系统的心理学方法，并提出了基于这一方法的人工智能系统结构和人工神经系统的心理测试方法。最后提出并讨论该方法的进一步研究内容。

二、神经达尔文主义

进化论的思想源远流长，达尔文总结了前人的成果，并从实地调查中收集了大量无可辩驳的事实，写成了第一本有系统的进化论著作《物种起源》。在此之前，英国哲学家斯宾塞已把进化观引入心理学，提出了生物神经系统进化观点。

生物神经系统进化观点可归纳如下：

1. 高级神经系统是由低级神经系统进化而来的。

2. 进化的原动力是自然选择（包括经验选择）。

3. 进化的方向是逐步提高适应外部环境和改造环境的能力。

将进化论的观点引入人工智能则形成新的方法学。G. Edelman 论述了这一方法学[1]，他提出假说："所有的认知和所有的知觉必须以在物理世界中的排列次序和进展为基础。" Edelman 的研究基线是由 Donald Norman 提出的十二个认知科学观一览表：信念系统、意识、发展、情感、互相作用、语言、学习、记忆、基本感知、行为、技巧和思维。其中关键是发展、感知（特别是感知归类）、记忆和学习，并按此序开展课题。为了说明经验选择如何产生感知分类器，Edelman 和他的同事开发了

维普资讯 http://www.cqvip.com

一系列能处理这样的归类的达尔文自动机。

Edelman 的另一值得注意的观点是神经组选择理论(TNGS)。试图用单个神经细胞的活动分析生物的表现可能没有特别的希望，而神经元组的表现通性才是值得注意的。

Edelman 为用进化理论研究知觉提出了四个必须达到的目标：(1)提出解释知觉是如何产生的明确神经模型，(2)在进化和发展过程中使这些模型与知觉的出现联系起来，(3)将这些模型与概念形成、记忆和语言联系起来，(4)用已知的神经生理术语描述对这些模型的严格测试。

无疑，Edelman 的神经进化研究在一定范围内是有意义的。但是，我们知道，只有那些具备了某种结构的神经系统才能通过经验选择发展出相应智能。希望单纯用经验选择机制在实验室里将低级智能进化为具有人类智能的设想并不现实。自然界的智能进化经历了几亿年的历程，其间由于个体变异而形成的由量到质的变异不止数十次或数百次，神经进化不仅仅是内部互连的改变，而且伴随着神经组织结构的调整，而这些结构的调整，决非在实验室里通过选择可模拟的。

三、人工智能行为主义

心理学的行为主义是美国心理学家华生在 20 世纪初期提出来的，当时正值认知主义的内省方法因无意象思维的争论而从顶峰上跌落下来的时期。巴甫洛夫的条件反射理论以其客观的实验引起了强烈的反响。华生用条件反射理论作为推动行为主义运动的方法论工具，并试图把一切活动归因于行为。

行为主义一度对心理学的发展起了推动作用，使用反射弧理论解释低层心理活动是成功的，但用以解释高层心理活动，却很难令人信服。

九十多年后，正当以认知主义和逻辑主义为基础的人工智能方法陷入常识推理、知识表示和机器学习困境时，R. A. Brooks 提出了人工智能行为主义方法[2]。他将智能系统分解为独立的活动过程，每一活动直接通过感知器和活动器与外界交互，中心和外围系统的概念消失，知识表示消失。根据这一思想，他和他的同事用渐增方式建立了一系列自动灵活的机器人。

虽然人工智能行为主义是一种新的人工智能方法学，但用简单的感知活动元件累积构成高级智能系统的观点我们不能苟同。正如格式塔心理学家们批评的那样，“整体不等于部分之和，意识经验不等于感觉和感情等元素的集合，行为也不等于反射弧的集合”。虽然新行为主义者对华生行为主义观点做了一些修正，例如托尔曼引进中介变量概念，但并没有根本上克服行为主义的局限。无怪乎有人断言，行为主义方法只能模拟简单的低级智能行为。

四、人工神经系统的心理学方法

人工神经网络研究在以神经系统的底层为起点的观点上与神经达尔文主义和智能行为主义是一致的，但目前的研究未能与智能进化理论结合起来。

人工神经网络的最小单元——神经元模型体现了单个神经细胞的工作原理[3]，但它并不是具有神经基本特性的基本单元。我赞同 Edelman 的观点：神经元组是神经系统的基本单元。这可由两点证实，(1)神经解剖中发现以外鞘包围着的神经束，(2)Hebb 规则不能定量地解释艾宾豪斯的学习遗忘曲线。

Hopfield 网络模型能求解 TSP 之类的复杂问题[4]，前向多层网络有很强的分类功能，但在生物神经系统中尚不清楚是否存在这些拓扑结构和收敛缓慢的学习算法[5]。目前的神经网络研究对于理论探讨及其推广应用是重要的，但缺乏沿智能进化方向的研究。

作者提出的人工神经系统的心理学方法基于如下几点假设：

1)低级生物的行为是由无条件反射和条件反射形成，反射弧通过神经元组之间的互联产生。

2)智能系统是由低级向高级进化的。

3)进化不是一平稳过程，它包含多次量

维普资讯 http://www.cqvip.com

到质的变异。

4)自然界的事件关联规律对进化起作用。

5)生物行为的产生遵从摩尔根吝啬定律。

根据这些假设，提出人工神经系统构造原则如下：

(1)自底向上，逐层构造神经系统。

(2)每形成一层，则用相应层次的心理学手段进行测试，根据测试反复修改该层结构。

(3)上层结构是下层结构的变异，根据上层心理特征需要和适应自然规律的准则人工诱发或设计这一变异。

五、渐增式人工神经系统

基于上一节的观点，作者提出如图1所示的人工神经系统方案。由下而上，代表了智能发展的方向，也是该方案实施方向。

整个系统分为四层，最下层是无意识层，上三层为有意识层。

最低层是无条件反射层和条件反射层，由反射弧组成。与传统观念的反射弧不同的是，活动器分为外控和内控两种，内控活动器

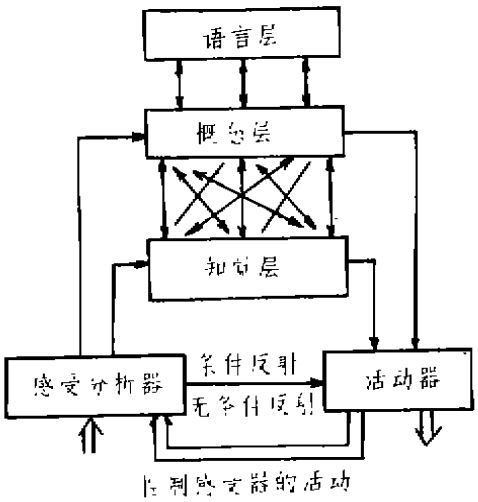

图1 渐增式人工神经系统

中包含控制感受器的活动器，这样就形成了感受与活动之间的反馈回路，这可解释神经系统的注意和期望等现象。反应器又分为兴奋型和抑制型两类。

第二层是知觉层，它由反射层进化而来。通过知觉层也形成感知活动回路。

第三层为概念层。概念形成可认为是知觉层记忆信息的再分类。

最上层是语言层。语言层和概念层构成了串行的思维活动，而串行思维又带动了知觉层的并行活动。用符号逻辑难以表示的常识推理有希望通过这一模型得到解释。

另外还有时间序神经线路。时间序存在于神经系统的每一层中，例如在声音感受分析器中，图型感受分析器中，运行感受分析器中以及在回忆过程和语言活动中，都离不开时间序，雪崩(avalanche)就是记录时间序的一种神经线路。

六、人工神经系统的心理学测试

人工神经系统的心理学方法的另一突出优点是为智能产物找到了合理的测试标准和测试手段。几千年来，心理学家对自然生物进行了大量观察和认真测试。尽管在对观察现象和测试结果的解释上存在着严重的分歧，但这些观察和测试基本上是客观的。

判断一个人工装置是否具备了某一层次的智能，首先应当用心理学中该层次的心理测试予以判断。

与根据鸟的飞行仿制人工飞行物的情况类似，并非自然生物的所有特性都是必须仿效的。从原理上弄清楚哪些是有关特性，哪些是无关特性，相当重要。但在尚未清楚的情况下，宁可多一些特性仿效，然后通过实验剔除无关特性。

心理现象的层次方向与智能物的层次方向应当一致，这有利于智能物的结构分解，便于对中间产品的测试。

此外，对于心理学中的现象用人工神经的术语解释和描述，将有利于消除心理学各派之间的分歧。

根据心理学的分析，暂列出十四种需要

(转第43页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

Pearl[13]的工作相比，Bacchus 的框架具有整体性的特点。比如，Geffner 和 Pearl 把知识库分成证据和背景，在 Bacchus 的系统中二者是合一的；Geffner 和 Pearl 把推理分成"保守核"(conservative core)和"冒险壳"(adventurous shell)，其中保守核是条件逻辑的变形，在遇到非单调情形时用冒险壳引发无关性(irrelevance)假设而得到缺省的结论。

Bacchus 给出了关于缺省的统计解释，因此可以在逻辑语言内部表示缺省，而不是象缺省逻辑那样把缺省解释成一种延伸信念的规则；其次，便于代理人通过在环境的经历中学习不同的缺省，这种学习能力对常识推理是至关重要的；第三，由于归纳通常与统计量联系在一起，常识推理与归纳推理有了沟通的桥梁。

使用统计量来进行推理，为除去与直觉相违背的理论(延伸)提供了便利，在关于抽奖过程的推理中引入概率就说明了这一点。

五、结论

传统的非单调推理在其它方面的应用是有效的，例如，数据库中使用的封闭世界假设，逻辑程序设计中使用的失败即否定，这些计算机制通常作为人工智能中过程式非单调性的基础。但是，在以常识表示、推理为核心的常识推理中，计算具有非过程式的特点，非单调推理的逻辑途径并不能令人满意地解决常识中的缺省。

本文倡导的统计途径是一个值得进一步研究的新领域，利用以概率为基础的不确定测度来描述代理人的知识状态、控制推理过程、激发学习机制，过去虽取得了一些结果，但一直比较零乱，现在应该将它们综合起来，为常识推理提供一个在理论及实际方面都有重大意义的研究背景。(参考文献共 13 篇略)

(接第 46 页)

解释的现象：(1)条件反射，(2)时间延迟，(3)保持与遗忘，(4)泛化与分化，(5)习惯强度，(6)操作性条件反射，(7)内驱力，(8)期望与需要，(9)表象，(10)概念形成，(11)联想，(12)顿悟，(13)常识推理，(14)语言形成。

七、结束语

人工神经系统的心理学方法是人工智能方法学的新尝试。要推动和完善这一方法，不仅需要运用该方法进行大量实践，而且需要在理论上进行深入研究。

在实践方面，需要研究层次功能划分，各层结构原理及构造技术，各功能的实现技术，实验测试技术，实验结果的心理学解释以及遗传信息及经验信息的人工植入技术等等。

在理论方面，则需要对各层功能范围，个体变异的形成，自然选择与经验选择的作用等进行研究。

本文仅是对该方法的粗浅勾画，希望能起到抛砖引玉的作用。

参考文献

[1] G. M. Edelman, Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection (Basic Books. New York. 1987)

[2] R. A. Brooks, Intelligence without representation, Artif. Intell. 47(1991)139-159

[3] W. S. McCulloch and W Pites. A logicl Calculus of the Ideas Imminent in Nervous Activity. Bulletin of Mathematical Biophysics. 5, 115-133. 1943

[4] J. J. Hopfield and D. W. Tank. Neural computation of decisions in optimization problems. Biol. Cybern. 52: 141-152(1985)

[5] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton and R. J. Williams, Learning internal representations by error propagation, Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition ed. D. E. Rumelhart and J. L. Mclelland (Cambridge. M A: MIT Press) Vol 1. pp318-62