

人工智能与神经网络

余少波

胡守仁

(海军工程学院601)(国防科大计算机系)

摘要

近三十年来,人工智能这门学科取得了巨大的进展。与此同时,人工智能也面临着许多难以解决的问题。本文从分析这些问题的本质出发,探讨神经网络在人工智能中的应用。最后讨论了在神经网络上实现人工智能系统的基本方法以及有待进一步研究的问题。

1. 引言

自1956年到现在,人工智能的发展已经历了三十多个春秋,取得了巨大的进展。特别是专家系统的出现标志着人工智能走向应用的开始。在一定范围内,专家系统求解问题的能力已达到了人类专家的水平。但人工智能的发展也面临着新的难以解决的问题,这主要表现在以下几个方面:

- a. 对包含有许多知识的人工智能系统,如何解决它的实时性问题。
- b. 对现实环境中大量存在的不完整、模糊的、甚至带有错误信息的知识如何处理。
- c. 知识的获取问题。

下面我们从知识和层次两个角度来讨论这些问题的本质,并给出在神经网络上实现人工智能系统的一种方法以及有待进一步研究的几个问题。

2. 从知识的角度看

知识是人工智能系统的一个很重要方面,知识越多,人工智能系统的能力越强。但另一方面,知识越多,知识库越庞大,人工智能系统的效率就越低。那么这一问题的症结在哪儿呢?一种合理的解释是,其症结在于传统 von Neumann 计算机的结构本身。传统 von Neumann 计算机上的计算与推理能力完

全集中在处理单元(即CPU)中,而完成计算和推理所需要的知识则存放在计算机的存储器中。在这种计算机上任何时刻只能进行一步计算,而且每一步计算只访问存储器的一、两个存储单元。在给定一个时间片内,只能处理系统知识的一个极小的部分。另一方面,智能活动则需要许多知识片(或概念、证据与前提等)间的密切相互作用。任何进行智能信息处理的计算结构都应该支持这种许多知识片间的密切相互作用,这样才能提高效率。因此,一种可行的思想就是:对于每一个存储单元,不仅仅是把它当作一个信息的储藏所,更为重要的是把它作为一个活跃的处理单元,它能够与类似的处理单元进行相互作用。从这一思想出发,便产生了巨大型并行计算机的概念,这种计算机由极多(至少是应与传统计算机存储单元相同数目)的简单处理单元构成。它的处理能力分布在其各处理单元上,实现信息的存储与处理的结合。更进一步说,这种计算机允许同时进行知识片之间的相互作用,从而实现本质上的并行性。这样,计算和推理就相当于知识片相互作用的传播过程,从而在本质上解决了人工智能的效率问题。

神经网络正好为上述思想提供了支持。

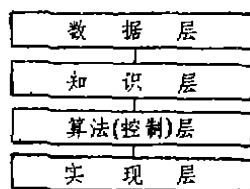
在神经网络中,每个处理单元被赋给一个知识片,而且,知识片之间的推理连接就表现为处理单元之间的互连。

也许更为重要的一个方面是,神经网络对于不完全或不确定的知识的处理提供了有效的支持。例如,实验表明,在以 Hopfield 神经网络模型为基础的图象信息处理过程中,若将表示图象的25%的象素随机打乱,仍可得出完整的图象。

就知识获取而言,神经网络可以通过内部自组织,从外界环境获取信息,以使自己更为有效地适应环境,完成指定的各种计算与推理任务。

3. 从层次的角度看

对于人工智能系统的层次划分有许多人进行过研究,比如Marr的视觉计算理论,Newell的知识层次以及 Yuichizo Anzai 的层次概念等。一般说人工智能可划分为四个层次:



数据层 从外界进入系统、用于陈述知识的输入,都是以针对待解决的特殊问题的数据或事实方式进入系统的。对于陈述知识的表达有多种方法,选择何种合适的表达方式,有赖于应用的需要,主要的有:谓词演算;框架;语义网。

知识层 知识层描述系统建立所要解决的某一类的问题。它通常涉及如何使用关于某个问题的知识来解决问题。一般专家系统的能力也体现在这一点上。这里也有许多方法可供选择使用:传统计算机程序;模式触发程序;产生式规则;逻辑表述;条件概率。

在某些人工智能层次划分方法中,将知识层和数据层合为一个层次。

算法层 算法层就是对知识进行操作以取得结果的计算算法。比如说,同样的一组语法规则就有许多算法:词法分析;自顶而下的DCG算法;自底而上的PAX算法。

在这里有各种各样的算法。

实现层 实现层就是用某种硬件或软件结构来实现算法层中的算法。这里要强调指出的是,即使是同一算法,既可以在串行机器上实现也可以在并行机器上来实现。

上面简要地介绍了人工智能的层次划分概念。现在的问题是,当前人工智能技术所面临的困难问题症结何在?自Marr的视觉计算理论推出之后,人工智能取得了一系列的重大成果。那么Marr的视觉计算理论的威力又来自何方呢?其中最为关键的一点就是Marr的视觉计算理论的各个层次之间是相互连系的,而不是相互独立的。这种各层次之间的相互密切联系正是现在的人工智能技术所缺乏的。下面我们将进行更详细的讨论。

知识层。为了讨论方便起见,我们将数据层和知识层合二为一,统称为知识层,因为现在的人工智能技术已较好地解决了这两个层次之间的联系问题。事实上,它们之间也正是紧密相连的。

算法层。在现在的人工智能技术中,算法层与知识层实质上是相互独立的。不同的串行或并行算法同样可以支持相同的知识层模型,而它们的最大区别却在于效率问题。而且,在现在人工智能技术中,一个共同的现象是模型把人的思维以及下意识的操作也放在这一层次上。这样,一个自然的问题就是,在这一层次上应有什么样的并行性?相对于知识层应该有多大的独立性?对于后者,很显然算法层无法也没有必要完全依赖于知识层。对于算法层的问题,最终要归结到如何把我们对智能的理解反映到算法的结构当中去。

实现层。同样,在现在的人工智能技术中,实现层与算法层也是相互独立的。同样的算法可用各种软件或硬件结构来实现。这显然违反了结构与功能相互统一的法则。实现层与算法层的这种关系,展现了两种截然不同的实现方法,一是取得足够的速度以解决两个层次之间的语义差别,比如特殊用途

的神经芯片以及图象处理机。另一方法是寻找一个与算法无关的结构,即所谓的通用机,它可以快速地运行各种算法,比如超级并行计算机、PROLOG 机、LISP 机等。很显然,较之后者,前者能够将实现层与算法层有机地结合起来,并解决它们之间的语义差别。

从现在人工智能技术(物理符号系统)的观点来看,实现层没有考虑到意识问题,它所强调的是知识层和算法层,并强调它们与实现层的关系。而神经网络至少是部分地打破了这一点。智能本身并不只是由所给定的有限的符号的内部过程来决定,其核心应是与外界环境的动态的交互作用。因而,实现层要支持这种与外界环境的交互,亦即不仅与算法层有更紧密的联系,而且与知识层之间也有密切的联系。神经网络正好可以对这两种联系提供良好的支持。

4. 神经网络在人工智能中的应用

近几年来,人们对神经网络在人工智能中的应用作了一些工作,比如NETL, THISTLE和BOLTZMANN 机等。NETL 中,元素互连而形成节点,语义网的链则表示某种知识实体。其计算与归纳则是通过从一个节点到另一个节点的标志传递,其知识采用局部表达方式。THISTLE与NETL相似,只不过其计算与归纳是通过标志与值混合的传递来完成的。

BOLTZMANN 机是完全通过值的传递来完成计算与归纳。BOLTZMANN 机结构能有效地支持“假设”的组合查寻,以最大限度地满足输入数据的以及网络内在的各种限制。为了度量这个最大满足的程度,一个较好的方法是使用一个测度。例如, Hopfield使用了能量函数。将这一测度推广到包含有外界环境输入的情况,有:

$$E = -1/2 \sum_{i,j} w_{ij} s_i s_j - \sum_i (\eta_i - \theta_i) s_i$$

这里 η_i 为外界环境对单元 i 的输入, w_{ij} 为权值; s_i 为二进制值,即或为0或为1,它表征了

单元 i 的状态。 θ_i 为单元 i 的门限。

利用神经网络方法来实现人工智能系统的一个较好的框架,也是最为常用的框架如图1所示。这个框架是一个极粗糙的模型。

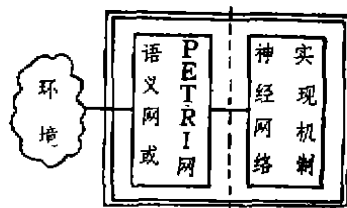


图1 基本框架

外界环境进入系统的陈述性知识输入是以数据或事实的形式用语义网络或用PETRI网的节点来表示的。外界环境进入系统的知识可以是确定的或不确定的,甚至可以带有错误。各个知识片之间的支持强度用对应的链的权值来表示。

所谓神经网络实现机制就是要给语义网络或PETRI网提供一个实现环境。这个环境可以是一个硬件环境——比如说神经计算机(也许要在二十年后才能实现),也可以是一个用软件包模拟的神经网络环境(这是现在所采用的主要方法,这种模拟神经网络的软件包现已发展到第二代,正向第三代发展)。

这种人工智能系统的推理和计算过程就是在各个节点之间传递值(标志或值与标志的混合)的过程。对此,我们用一个简单的系统加以说明。

考虑图2所示的简单系统。这是一个动物类型判别系统。这个系统由神经网络和高层软件两部分组成。知识的表达以及推理计算由神经网络来完成。高层软件的作用是将提出的问题送到神经网络中,并从神经网络中获取推理计算的结果。神经网络各节点间的支持强度表示在互连链路上。

当从环境来的动物属性进入系统后,询问过程就驱动相应的神经元。在这里驱动“生长在沙漠”“能跑”“不能飞”“卵生动物”四个神经元。这四个神经元激励“鸵鸟”和“牛”两个神经元。但“牛”这个神经元受到的激励

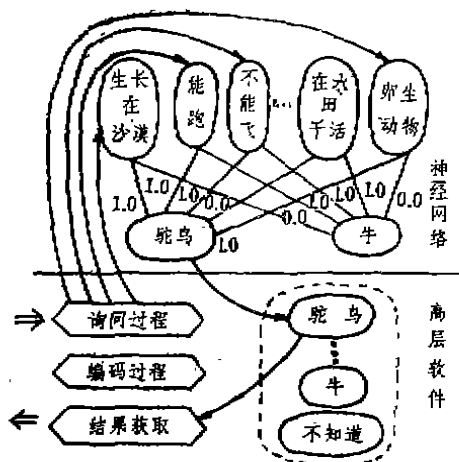


图2 基于神经网络的动物识别系统

信号不能超过其门限（在学习时已确定），故无信号输出。相反地，“驼鸟”这个神经元有信号输出。结果获取过程就将这个推理过程结果输出到环境。

如果这个系统所处的环境变了，编码过程就要将新环境的信息送到神经网络中，神经网络通过自组织来适应新的环境。

虽然这个例子很简单，但能说明我们的实现思想。

5. 有待进一步研究的问题

研究神经网络在人工智能中的应用只是近几年才开始的事情。而且，神经网络本身的发展虽然经历了四十年，但其真正的突破性发展还是自82年之后。一方面由于神经网络在人工智能中的应用的研究刚刚开始，另一方面也由于神经网络理论本身的不完善性，使得在神经网络应用于人工智能这个领域的研究有许多开拓性的工作要做。因此将来的工作主要集中在以下方面：

a. 表达语言：对于知识、属性、概念、继承性等方面，如何开发一个有效的形式化语言来表达它们。

b. 推理机制：计算和推理虽然可以简单地描述为一个标志或值的传递过程，但问题并不这样简单。对于不确定或不完全知识的运用，虽然神经网络已初步展示了其优越性，但还没有达到人们所期望的程度。这一问题不仅仅是在这一领域，而且在神经网络理论研究中也是一个很重要的方面。

c. 神经网络的编码：知识是被编码到神经网络中去的，如何使这个过程很有效也是一个要探讨的问题。

d. 实现环境：这是神经网络设计工作者所追求的。

e. 知识获取：现在提出的学习算法虽然多达二十种，但如何很好地用到人工智能系统中还有许多问题要解决。另一方面，这些学习算法本身的局限性也使得要很好地解决知识获取问题，还有一定的难度。

尽管还有许多问题有待进一步探讨和解决，但正如前面所说的，毫无疑问，神经网络作为解决人工智能所面临的难以解决的问题是一种好的手段。

参考文献

- [1] 胡守仁、余少波“神经网络导论”国防科大出版社（即将出版）
- [2] 余少波、胡守仁“神经网络的能力”海军工程学院学报 1989.3.
- [3] Shao-Bo Yu and Shou-Ren Hu “Quantum Learning Algorithm of Neural Network” INNC-90 Paris (submitted)
- [4] 余少波、严隽永“神经网络的应用”海军工程学院学报 1989.3.
- [5] 余少波、刘孟仁“神经网络的容错研究”海军工程学院学报 1989.3.
- [6] L. Shastri “Semantic Network” Morgan Kaufman Publishers, Inc. San Mateo, California 1987
- [7] Marr, D “Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information” W. H. Freeman 1982
- [8] Newell, A. “The Knowledge Level” Artificial Intelligence 18, 1982, 87—127
- [9] Yuichiro Anzai “Artificial Intelligence and Neural Computing” Proceeding of the Int. Conf. on fifth generation Computer System 1988, 1025—1030
- [10] Yi Zong Cheng and R. L. Kashyap “A study of Associative Evidential Reasoning” IEEE Trans. on PAMI—11, No. 6, June 1989, 623—631

人-机交互作用领域未来的研究方向

施鸿宝

(西安交通大学计算机系)

摘要

1989年9月18日至9月22日在美国波士顿召开了第三届人-机交互作用国际会议。会议参加者极为广泛,来自26个国家的大学、研究机构、工业界和政府机关的科学家、技术人员500多名出席了会议。会议组织了13个辅导报告、3个专题报告和由1432名作者所提交的论文中选择了243篇文章供大会交流。

近几年来,随着计算机软硬件的发展和应用领域的不断扩大,用户对人-机交互作用的理解和要求不断深化和提高,人-机交互作用作为一个新的独立的研究领域正在兴起。其研究内容涉及使用计算机工作时认知问题和人的因素、用户界面理论和技术、计算机化对社会组织和人体健康的影响等各个方面。

本文仅就与计算机科学与技术直接有关的议题,作一介绍,供大家参考。首先介绍人-机交互作用的一个重要趋势,然后介绍几个未来研究课题,最后扼要提及一些其它议题。

一、一个重要趋势

近年来随着语音输入/输出设备、视觉设备等信息媒介的开发和完善,人-机交互的一个重要趋势是不同类型信息表示组成的多态集成界面的出现,即今后的用户界面将是信息可在不同的媒介上表示和对这些不同的媒介不同的交互技术进行集成设计。这里所言的不同类型信息是指正文、图形、图象、动画(animation)、视觉、语音和对话的信息。因此,从人的因素观点来看,理解多媒介的特性,它们对所处理任务的内容能作出怎样的贡献和用户如何来处理这些不同类型的信息,是重要的。

会议上西德H. J. Bullinger提到欧洲Esprit计划中正在开发的一个多媒介专家系统MULTEX。它的一个应用实例是,如何利用多媒介用户界面去示范系统表达修复自行车的能力。系统可要求用户提供自行车的状态,或告知用户如何检查,或给予用户提示,或者显示如何修理。信息可用语音输入输出,也可用屏幕显示,要求执行动作时可用动画片分片显示如何做,修复动作较长,或要给出一个连贯情景时,可用视觉进行。MULTEX系统结构如下图所示。

尽管这是一个简单的应用例子,但其结构可用于其他机械的修理,只要改变知识库

[11] D. E. Rumelhart etc "Parallel Distributed Processing" MIT Press 1986

[12] R. Eckmiller and Ch. v. d. Malsburg (ed) "Neural Computers" NATO ASI Series vol. F41. Springer-Verlag Berlin 1988

[13] James L Elbert and Richard M. Sa-

lter "Modeling neural Networks in Scheme" Simulation May 1986 193-199

[14] C. L. D'Autrechy etc "A general-purpose simulation environment for developing connectionist models" simulation July 1988 5-19.