

57-59, 66

一种表象思维模型的研究

刘宗田

TP18

(合肥工业大学微机所 合肥 230009)

摘 要 The paper analyzes the phenomenon about representation, and proposes a model of representation thought based on representation demonstration. The model consists of experience base, assembler of representation, and reader of situation. The functions of the model are developed by evolution.

关键词 Representation, Representation thought, Thought model.

模拟人脑形象(直觉)思维的研究已成为人工智能研究的主要突破方向之一。早在八十年代初,我国著名科学家钱学森教授就已明确倡导开展这类研究^[1]。日本的第五代计算机计划曾经把人工智能向形象(直觉)的突破作为其主要目标之一,第六代计算机计划更明确地坚持这一主要目标^[2]。

在人的形象(直觉)思维中,表象(意象、心象)的存在及作用问题是心理学家们在两千多年来一直关心和争论的问题。早在公元前,亚里士多德(Aristotle 公元前 384—322)就认为缺乏之感引起所缺乏之物的意象,意象引起追求这个对象的欲望,从而引起相当的动作。他以为,外物作用于特殊感官发生感觉,感觉遗留下意象,一物多次留下意象,就形成对它的简括形象,即经验,人由这些经验抽象出概念或概括成原理,以进行思维。戈尔登(Francis Galton)用问卷法研究意象,结论是很多科学家没有清晰的意象,普通人的意象通常比科学家的更清晰,有的人是视觉型,有的人是听觉型,有的人是肌肉运动觉型,大多数人是混合型。马尔贝(K. Marbe)发现一些判断的意象与判断无关,受试者有迟疑、信心等心理状态,称为意识姿态,有决定趋势。而行为主义心理学家则不承认表象的存在,例如华生(J. B. Watson)写道:“请给我证明一下您具有视觉表象、听觉表象或任何其它形式的心理(无实体的)过程,直到现在我的只不过是你们那些不可思议的、声称您具有的东西的空洞声明。”

近几十年内,心理学家们继续对表象现象作观察、实验和分析,例如谢珀德(R. Shepard)等所进

行的视觉表象在思想上的转动实验,科斯林(S. Kosslyn)等的思想上扫描想象的画图的实验,这些实验所得出的结论可有条件的划为激进的形象理论、心理命题理论和双重编码理论。有关内容可参看文[3][4][5]的介绍。

尽管心理学家们对表象的认识存在着严重的分歧,并且至今也未取得一致共识,但根据大量心理研究,我们认为,表象是客观存在的心理现象,表象反映着大脑思维内部活动过程的片断,形象(直觉)思维是表象与无表象、意识与无意识并存的过程,熟练的表象思维过程可以转化为无表象的过程。既然表象是大脑思维活动的可自我观察的一些片断,我们就有可能通过这些片断恢复出整个过程,这其中需要通过对不可观察的片断的设想,与可观察片断的弥合,反复完善这一过程。

本文就是根据这一思想,研究基于表象演示的一种直觉判断机制,称之为演示判断(demonstration judging),并建立模型,该模型是作者的渐增式神经系统方案^[6]的次低层中的一部分。

一、演示判断现象分析

演示判断的依据是思维中的表象演示现象。这是一个久经争论的问题,一些心理学家根据无表象思维及表象差异的内省测试结果,否认表象在思维中的作用,而另一些心理学家则认为表象在思维中是起作用的,至少在一类思维中。许多心理现象表明,思维不依一种模式进行,表象演示作为模式之一是可信的。例如当被试者在回答问题“A 坐在 B 的左

边,B坐在C的左边,问A坐在C的哪边”时,将会想象出一条长凳状背景,一人坐在另一人的左边,然后又增加一人坐在最右边,由此得出A坐在C左边的结论。象这类例子还可以举出很多。

此外,还会发现,表象演示的深度及清晰度受短期记忆容量限制。为了克服这一限制,人们很自然地学会了用模型演示补充表象演示。儿童学算术一开始采用扳手指方法,中国人发明的算盘,甚至汉字的创造,都是模型演示补充表象演示的例证。简单的模型演示实质上也是表象演示,只不过以模型作为表象索引,以对表象的操作,指挥对模型的操作,复杂的模型演示还能对表象演示起验证作用。在通常情况下,对表象操作快于对模型的操作,且更少受到外界条件的限制。近代的心算学家发明利用算盘的表象进行心算,结果比操作算盘快得多。科学家时常用表象模拟在实验室里不能做或不便做的实验,甚至连睡梦中也会做这类模拟实验。

归纳起来,可以得出如下结论:

(1)表象演示是高级生物大脑使用的一种直觉判断方法。模型演示是对表象演示的补充。二者具有共同的内部机理,统称为演示判断。

(2)演示判断不同于逻辑思维,是一种较少依赖符号,更多带有经验性的思维。

(3)演示判断是不完全的和非协调的,例如第一个例子,如果你能想象出一张圆桌的背景,那么你可以得出A坐在C的右边的结论。

(4)表象演示属于想象,但想象还包括幻想,表象演示不允许幻想。幻想也是一种思维方式,它类似于表象演示,又区别于表象演示。

(5)演绎可看作高层演示,是更抽象的、更符号化的演示,也就是针对符号的演示。

演示判断过程主要是对表象的操作。这引出几个问题:①表象在大脑中是如何存放和查找的,②通过内省自我观察到的表象如何显示的,③复杂表象如何通过一些简单表象组装而成,④组装的表象是如何被阅读的。

二、表象记忆与经验库

几乎所有的承认表象存在的心理学家都认为表象是外界事物多次作用于感觉器官并经大脑加工而成的。存在决定意识。表象与外部世界的类似性,视觉表象的转动、视野的一致性都说明了表象的客观性,说明对主体所反映的东西的表象决不是某种副现象。

• 58 •

但是,表象又不同于物理世界中的通常的物质与现象,因为直到目前为止,表象还只能通过个人的内省所观察,不能由几个人同时观察同一个表象,也不能用仪器进行记录,只能通过口述。尽管如此,通过对大量的有关表象的口述的分析,可以总结出有关表象的一些特征,例如:1)替代性。有时用子类表象代替总类表象,例如人的表象可能会显示男人的表象,有时用多个子类表象的交替跳跃出现以表示全类的表象,例如鸟的表象,有时用相关类的表象代替另一类表象,例如先天盲人对颜色的表象;2)不完全性。每一类的表象都仅反映出该类的部分特征,表象不同于实物,它所包含的信息量远小于实物,例如视觉表象,其亮度、形准度、色彩、反差、稳定性等都低于实物。3)柔性。在一次显示的持续时间内,表象也是不断变化着的,两次显示的表象差别更大。

由表象的这些外部特征还不能推断出表象的存储结构的特点,只能给出一些推测。而表象的存储与形成是有关的,因此可一起进行研究。因为表象仅反映着大脑思维内部活动过程的片断,形象(直觉)思维是表象与无表象、意识与无意识并存的过程,所以就不可能单纯通过分析弄清楚表象的结构,而只能通过设想、模拟、再设想、再模拟的方法逐步完善设想。到目前为止,已提出了多种这类的设想,例如心象计算理论,傅立叶模式,文理表示理论和形态学理论等。经分析,我们比较倾向计算理论,并对该理论作了适当的修改,表述如下:

1. 表象是客体在头脑中的反映。

2. 表象生根于经验库,只能部分地被显示,显示的限制与短期记忆容量有关。

3. 表象在经验库中是以内容、名称、各种联想为检索的。

4. 视觉表象的结构框架是柔性图形和动画。

5. 表象的属性分为内部属性、外部属性,外部属性又分为相关属性和组装属性。这些属性又分为可视的和不可视的,外部属性一般是不可视的,有些内部属性也是不可视的。

6. 经验库是表象的有机的组合。

三、表象的显示与组装

心理学家对表象再现也有一些不同的理解,一种理解是把表象视为脑的一部分呈现给另一部分的画因,另一种理解是把表象视为具有复杂微结构的内化的动作,而U. 奈瑟则认为当某人用言语报告自

己的表象时他实际上讲的是他期望看到的东西。事实上,这些理解并没有本质的不同,而是在不同层次上理解表象的再现。综合这几种理解,已勾画出一幅较全面的表象再现机制的草图:

1. 期望是唤醒表象再现的主要动因之一;
2. 被唤醒的表象的有关神经元组的特定的兴奋状态引起头脑中某些神经元的兴奋,这些神经元是由表象所对应的外部实物或实物类通过感觉器曾经所引起过兴奋的神经元集合的一个子集;
3. 该子集中的部分神经元的兴奋还与短期记忆和注意的机制有关,也就是说,没有注意的参与,单凭与表象有关的神经元组的兴奋不足以引起这些神经元的兴奋,或者,没有注意的参与,与表象有关的神经元组也不能兴奋;
4. 视觉表象的结构框架是柔性的图形和动画,因此视觉表象的再现可以理解为脑的一部分呈现给另一部分的画图。

演示推理的重要步骤之一是表象的组装。在实际例子中,如果不用模型演示相辅助,表象组装一般仅包含几个组装步。因为表象的柔性,单凭其可视部分,很难判断两个表象是否可装配。判断的依据应当是表象的组装属性和表象的其它属性,这是比演示判断更广泛的判断,包括无表象判断、表象判断或演绎推理判断。这样就出现了无穷递归的依赖。解决无穷递归的依赖的唯一途径是进化,建立一个基于进化的判断系统内核,然后发展出复杂的判断。经历的实物的组装结果和通过表象组装的确信的判断将作为表象的组装属性加入经验库,进而转化为无表象的判断。

四、演示情景阅读

判断演示的结果是要靠对演示情景的阅读。人脑中似乎有一机构掌管对表象演示情景的阅读与解释,这一部分的功能如此之强,似乎和整个人脑的功能差不多,这就是 D. Home(1771-1776)等所称的脑中的小人问题,而且他们已意识到了这种无限回归的危险性。到二十世纪六十年代,这个无结论的问题重新被提出,并试图在信息加工的较早水平上完成小人的某些机能,例如阿特尼夫的“保护小人”一文。然而阿特尼夫所提出的人的信息加工模型中小人实际上是一个感受信号分析器,该分析器的工作需要依据感情—评价系统。如此,感情—评价系统反到成了模型的关键,小人连同感情—评价系统的功能才类似于我们所提的情景阅读器分析器的功能。但是,感

情—评价系统如何工作,所依赖的经验知识存于何处,又引出一连串问题。

我们设想的情景阅读器的工作机制仍依赖于演示判断系统的经验库,是由表象向表象属性的检索。表象记忆的双重编码理论或三重编码理论对于用传统计算机模拟实现情景的阅读是有利的,但表象的以语言表示的属性如何存放,该语言如何被理解,理解过程是否又需要表象演示,如果限定该语言是无需表象的,其表达能力受限并且语言与表象联系的双向性未能体现。因此,我们则设想情景阅读器的内核可以不依赖于语言,语言是该内核通过进化逐渐产生发展的,语言和逻辑亦应采用表象演示的相同机制,这可由生物的进化过程和人脑的发展过程的事实得到支持。

五、演示判断模型

根据以上分析,演示判断模型可表示如图1所示,该模型的开发必须以进化的方法,首先构造模型的内核,该内核只具备简单的表象操作,然后逐渐发展出复杂的判断功能。在该模型的基础上,进而产生出概念,形成语言的功能和逻辑的功能。这些高层的功能又加入对表象的表示和表象演示的判断,形成更强的功能。该模型应当具有与现实世界交互的能力,这与表象的产生密切相关,本文中未及细化探讨。

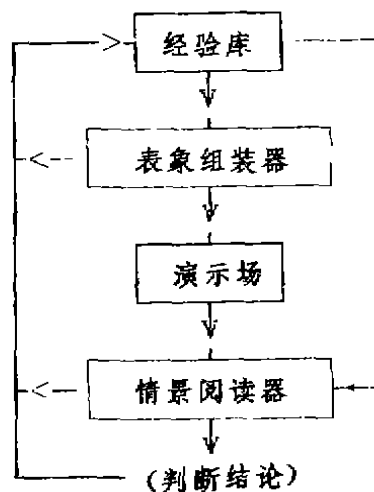


图1 演示判断模型

结束语 表象是人脑思维活动中的非常复杂的心理现象,在目前科学技术条件下,要想在短期内弄清楚

(下转第66页)

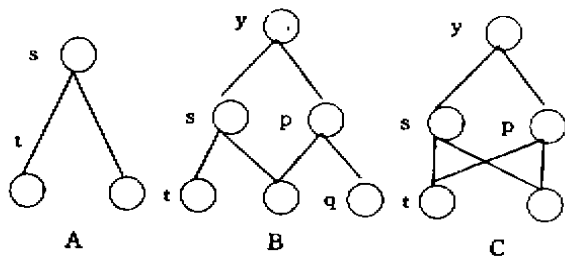


图3 神经网络的动态重构

```

NEURALNETWORK A
{
    OUTPUT LAYER NEURON s;
    INPUT LAYER NEURON t(2);
    CONNECTION;
    {LINK(s,t)};
    BEHAVIOR;
    {
        void learning(...)
        {
            BACKPROPAGATION(...);
            /* 求解逻辑与的学习算法 */
            NEURON * y, * p, * q;
            void reconfiguration 1()
            {
                p=NEW NEURON;
                q=NEW NEURON;
                y=NEW NEURON;
                OUTPUT LAYER y
                LAYER s;
                INPUT LAYER q
                LAYER p;
                LINK(y,p);
                LINK(p,t(1));
                LINK(p,q);
                BACKPROPAGATION(...);
                /* 重新学习以求解异或问题 */
            }
        }
        void reconfiguration 2()
        {
            DELETE LINK(p,q);
            DELETE q;
            LINK(p,t(0));
            BACKPROPAGATION(...);
            /* 重新学习 */
        }
    }
}

```

网络 A 经过 learning(...) 学习后, 已具备求解逻辑与的功能。此时, reconfiguration 1() 引入新节点 y、p、q, 并增加必要的连接, 从而构成了网络 B。注

意, 网络的拓扑结构改变后, 如果一节点的属性发生变化, 如节点 s 由输出节点转化为中间隐含节点, 则必须在程序中显示说明。对新增的节点, 也要说明其是属于哪一类节点。如 y 则说明成输出节点, p 则说明成隐含节点, q 则为输入节点。新增节点连接好后, 经重新学习后即可求解异或逻辑。

reconfiguration 2() 执行的结果使得网络的拓扑结构演化成网络 C (如图 3. C 所示)。这里删除了多余节点 q。

还应指出, 由于网络的封装机制, 一个网络的动态重构只能由其自身来完成, 因为网络的内部状态对外界来说是不可见的。对外, 网络仅表现其应有的行为。

结束语 本文通过神经元的扩展定义统一了一般对象、神经元、神经网络的概念。众多的神经元通过相互联结从而形成更复杂的网络, 这就是所谓的面向神经元的系统。这种联结是基于神经元之间的动态的通讯, 因此, 通讯方向、对象的改变, 就意味着拓扑结构的改变。换句话说, 网络的拓扑结构可以动态重构。由于大神经元同时具有面向对象和神经网络的性质, 神经网络的继承、遗传等也就成了自然而然的事。

参考文献

- [1] 李涛, The Fundamental Theory of Big-Neuron, Proc. of ICNNSP95, Nanjing, China, Dec., 1995
- [2] 李涛, ONPL, 面向神经元的程序设计语言, 《高技术通讯》, 1995(6)
- [3] 李涛, Concurrent C++, 面向对象的并发程序设计语言, 《电子科学大学学报》, 1995(4)
- [4] Object-Oriented Concurrent Programming, edited by Akinori Yonezawa and Mario Tokoro, The MIT Press, 1987

(上接第 59 页)

其内部活动机理是不可能的, 本文在对表象的已有的研究成果进行分析, 提出基于表象演示的直觉思维模型的蓝图, 试图通过模拟、分析、修改、再模拟的方法逐步使模型贴近人脑的思维表现。本文关于表象的一些讨论以及所设想的演示判断模型还很粗糙, 有关意识与非意识的产生、思维过程的串并行配合等问题还未涉及到。

参考文献

- [1] 钱学森主编, 《关于思维科学》, 上海人民出版社, 1986

- [2] 袁安杰, 日本计划研制模仿人脑的计算机, 国外科技动态, 1993 年第十一期
- [3] B. M. 维里契科夫斯基, 《现代认知心理学》孙峰、张世英等译, 社会科学文献出版社, 1988
- [4] 尹红凤、戴汝为, 论思维及模拟智能, 中国人工智能, 吉林大学出版社, 1990. 6
- [5] 潘云鹤、耿卫东、何志均, 形象思维中的心象及表征理论, 计算机科学, 1994 年第一期
- [6] 刘宗田, 人工神经系统的心理学方法, 计算机科学, 1994 年第一期