

计算 - 表征认知理论的认识语境分析

魏屹东

(山西大学科技哲学研究中心哲学系, 太原 030006)

摘要:科学是一种认知现象,是在其认知语境中产生的。本文以认知科学的中心假说——心智的计算-表征理解(CRUM)作为“文本”,对其进行语境分析,提出“认知语境”的概念,揭示了CRUM的认知语境结构及其工作机制,并对CRUM的认知语境作了进一步扩展与补充。

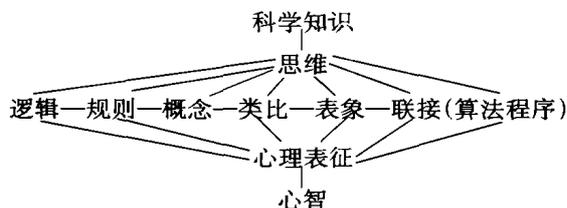
关键词:心智 计算-表征 心理表征 认知语境 再语境化

[中图分类号]N031 [文献标识码]A [文章编号]1000-0763(2003)01-0037-07

科学是一种认知现象。认知是心智(mind)的表现和行为。心智对于认知行为具有决定性,就像大脑之于身体。因此,理解和认识心智的工作机理对于科学研究是至关重要的。那么,人的心智是如何认知的?是通过什么途径认知的,即心智如何进行心理表征的?认知科学(cognitive science)对这些问题进行了研究,提出了目前被认为最富有成效的CRUM中心假说(Computational-Representational Understanding of Mind),^[1]在一定程度上揭示了心智的认知机制和规律。但对心智的认知本质的理解和把握还有很大的局限性。笔者认为,心智是理性与非理性的统一体,需要在整体的认知语境中去理解,离开认知语境,心智的秘密难以揭开。据此,我们提出“认知语境”(cognitive context)概念,运用语境分析探讨CRUM的认知机制,揭示心智的工作秘密。

一、CRUM 认知语境化结构及其缺陷

认知科学是20世纪70年代末兴起的一门以研究心智系统活动机制为目的的交叉性、综合性科学。它是哲学、心理学、人类学、信息学、系统学、语言学、人工智能、神经科学、自组织科学等相互渗透的结果。认知科学提出:人们是通过在心理表征之上运行心理程序(mental procedure)而产生出思维和行为,而逻辑、规则、概念、类比、表象、联接等六项不同类型的心理表征则支持不同类型的心理程序。认知科学目前最富有成效的方式是依据表征和计算来理解心理的活动,其中心假设是:对思维最恰当的理解是将其视为心智中的表征结构以及在这些结构上进行操作的计算程序。这一中心假设被称为CRUM,CRUM是认知科学的内核,它超过了以前所有关于心智的理论如行为主义、功能主义。从语境的角度看,CRUM的认知过程可语境化为:



CRUM 的认知语境化表明,人的认知过程是整体思维过程。任何一个单一的心理表征程序都不能表征

[收稿日期]2002年1月4日

[作者简介]魏屹东(1958—)男,科技哲学研究中心专职教授,山西大学哲学系教授,哲学博士,主要从事科技哲学与科技史研究。

认知。不同心理表征程序的语境化整合才能更准确地描述认知过程。因此,CRUM 需要语境化整合。这是我们对 CRUM 进行语境分析的原因所在。但语境化的 CRUM 并不是全部,CRUM 虽然有相当的表征力,但它无法刻画人类思维的全貌,像焦虑、灵感、直觉等非理性因素 CRUM 还无能为力。这就是说,心理表征可以通过不同的算法程序或思维类型产生出我们关于客观世界的知识。那么,心智是如何通过这些不同的思维类型进行思维呢?

二、CRUM 认知语境的工作机制

CRUM 是通过逻辑、规则、概念、类比、表象、联接等算法程序进行心理表征,进而反映客观世界的。

逻辑(形式逻辑和数理逻辑)表征是心理表征的有效方式之一。从亚里士多德的“三段论”到弗雷格和罗素的现代逻辑的发展表明,逻辑的形式表征和演绎能力不断增强,自然科学也越来越多地运用逻辑来表征理论,计算机的发展是逻辑表征力的最好证明。不少逻辑学家和数学家如邱奇、图灵、麦卡锡等视逻辑为最恰当的思维方式。人们可以通过命题逻辑、模态逻辑、认识逻辑、道义逻辑、谓词逻辑来进行表征和计算,从而达到思维。命题逻辑可将简单句子用符号及其组合来表达;模态逻辑用算子表达可能性与必然性事件;认识逻辑增加了代表知识和信念的算子;道义逻辑可表示准许、禁止、命令等道德观念;谓词逻辑通过谓词演算(谓词与常项),引入一些变量来表达较复杂的事件。事实上,人们在思维的时候,都自觉或不自觉地运用了上述逻辑的一种或几种。人们在求解问题、决策规划、科学解释、学习、使用语言中都要用逻辑思维或逻辑推理。逻辑理性对科学更为重要,无论是归纳的还是演绎的理性对于科学都是必不可少的^[2]。

规则表征指“如果—那么”模式。这一结构虽然简单,但却能用来表达多种不同类型的知识。它虽然与逻辑条件句非常相似,但却有不同的表征和计算性质,通常含有表示目标的行为,可方便地表达关于该做什么的策略性信息。例如,如果你想考博士,你就得加倍努力地学习。这种带有目标的信念促使基于规则的问题的求解者集中解决当前的任务。更重要的是,逻辑表征的基本操作是逻辑演绎,而规则表征的基本操作是“搜索”。搜索有一个可供求解者选择的可能性空间,人们不可能考虑所有的可能性,而是依据经验性规则以求得满意的解法。问题求解、学习和语言的使用都可以看成是一个在复杂的可能性空间里进行基于规则的启发式搜索。一个有力的证据来自心理学,心理学上将人的记忆分为长时记忆和短时记忆。前者是心智中长久的信息存贮,后者是可供即时选择并加工的信息。长时记忆存有許多规则,但仅有一部分规则可激活在短时记忆中的事件,也就是在短时记忆的信息中进行搜索以激活长时记忆。譬如你的生日长时存在你的记忆中,当你看到和你的生日相同的数字时,就会立即想到你的生日,原因是你的生日在你的短时记忆中被激活了。

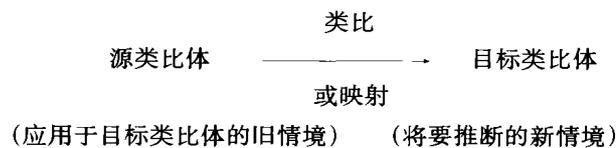
规则可以正向推理,也可反向推理,如“要想成功就得努力”,这也是常说的逆向思维。“搜索”也可以是双向的,即可以从起点向目标搜索,也可以由目标向起点搜索。例如在解题时,可以从已知求出未知,也可从未知推向已知。总之,规则表征可以描述很多的人类知识,而且人类思维活动可以基于规则的系统来模拟,从密码数字问题求解到语言的运用都可以运用规则表征来实现。

概念表征对于心智的思维来说是相当重要的。概念是判断和推理的基础,没有概念,便说不上判断和推理,更说不上整体的知识。关于概念在知识中的作用早在古希腊哲学家柏拉图那里就提到了,他认为像“正义”、“道德”等概念是天赋的,因而是很难定义的,后天教育的作用是唤起人们对概念的本质的回忆。莱布尼茨、笛卡尔等也认为重要的概念来自心灵。其他一些哲学家如洛克、休谟等则认为概念是通过人的感觉经验获得的,概念的天赋论和经验建构论之间至今还在争论着,但认知科学关注的是从经验或是其它概念而学习新的概念的具体过程。20 世纪 70 年代以来,不少认知科学家引入诸如“框架(frame)、程式(schema)和脚本(script)、原型(stereotype)等术语来描述概念的本质。明斯基(M. Minsky)提出思维是对框架的应用,而不是逻辑演绎^[3];香农和阿倍尔逊(Schank, Abelson)揭示出脚本构成了大量的社会性知识,它描述典型性的时序事件^[4];罗姆哈特(Rumelhart)运用程式结构来描述知识,程式表征的不是像“花”这种概念的所谓实质,而是“花”的典型特征^[5];普特南(H·Putnam)认为概念是所指物的原型,而不是其定义条件^[6]。看来,基于概念的心理表征是复杂的、多样的,人们很难严格、准确地定义一个概念,概念只能在研究探索之后才能得到定义,而不是在研究的开始。由框架、程式、脚本等构成的概念是从对典型实体或情境的

表征来理解的,而不是根据定义。这就是说,概念这种心理表征是难以严格定义的,人们将概念视为典型特征的集合,由框架、程式、脚本来表征,在概念与外部世界之间寻求一种近似的匹配,从而产生出行为。

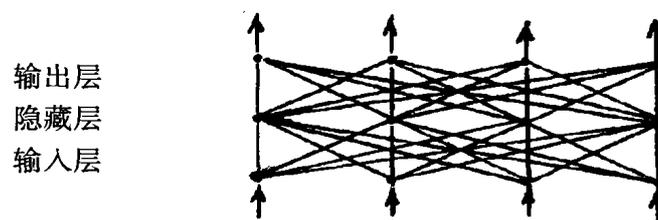
单个概念不是知识,概念组织起来才能表达思想。那么如何组织概念,运用什么程序使用概念以形成思想呢? 认知科学认为,人们具有一定概念,通过形成类别和部分层次以及其它联系方式的槽(slot)组织起来。槽即通道或规则,它是联接不同概念的桥梁。人们还具有一定运用概念的程序,这些程序包括继承(inheritance)、传播激励和匹配^[7]。继承是指通过类别槽确立起来的层次,有关概念依层次推导,就像从后一个概念继承前一个概念的信息一样。传递激励是指一个概念被激活,激励沿着槽或网络传到另一个概念上,就像电荷的传播,一带电物体会使与之相联的物体带电^[8]。传播激励即联想,它使人们由一个概念想到另一个概念。匹配指一个概念与一个情境相适合。将这些程序应用到概念上便可产生行为。

类比表征是人类思维的一种重要形式,在问题求解、决策制定、科学解释与发现、语言交流中都发挥着重要作用。类比思维是用一个人们熟悉的情境去处理一个新的相似的情境。如用高速公路类比信息高速公路,太阳系模型类比原子模型。也就是说类比是将两个相似的事物相比较,用一个你熟悉的事物推断出另一个你不熟悉事物的结构或性质。在人工智能中,类比推理被称为基于案例的推理^[9],其过程可描述为:



运用类比推理有四个步骤:一是面临一个目标需要解决;二是知道一个已得到解答的相似源;三是将源问题与目标问题进行比较,将二者的结构和性质一一对应;四是采用源问题对目标问题进行解释。如果用一个旧的问题解决了一个新的问题,类比推理即告完成。从格式塔心理学的观点看,人的头脑中都有多个基于经验的格式塔,当遇到新目标或新问题时,就用已有的格式塔同化新目标或问题,如果同化了,说明新目标也具有与已有格式塔相似的结构或性质,因此,类比也就是用已有格式塔同化新目标。语言学中的隐喻就是一个具有类比特征的认知机制,如社会是一个大舞台,即用社会类比舞台。仿生学就是一个类比的学科,如大脑——电脑,鸟——飞机,耳朵——电话,等等。可见,类比思维对于科学研究具有十分重要的意义。

表象表征是人类思维的一个本质,从亚里士多德到洛克的哲学家都十分看重表象,认为没有表象就没有思维。20世纪70年代以来,大量的计算、心理学和神经科学上的研究表明心智思维不仅借助语言也借助于图象,图象表征是语言表征的补充。表象有多种多样包括视觉表象、味觉表象、听觉表象、触觉表象等,认知科学主要研究视觉表象^[10]。当你看到某个物体后闭上眼睛,大脑中就会浮现该物的图象,这就是视觉表象。表象表征有时比语言表征更方便、更有力,如绘制一幅地图比用语言描述更能准确地说明行走线路。设计师和工程师的创造性心理活动主要是基于表象的心理表征。魏格纳看到世界地图上非洲和南美洲两块大陆凹凸部分十分吻合,这启示他提出大陆飘移说。在科学中,思想实验是典型的表象,它是科学家在头脑中进行的实验蓝图。作为人的心智具有对情境的视觉表象,通过一系列操作如变形、移动、扫描、旋转等产生出智能行为^[11]。



人的大脑有大约一千亿个神经元,相互联接形成神经网络。联接就是指各神经元之间通过突触相连,进行信息的交流与传递,这是80年代兴起的联接主义的研究纲领。联接主义强调简单的类神经元结构之间联接的重要性。它目前已发展出许多关于心智和大脑的模型,主要有“局部式”表征和“分布式”表征两种^[12]。两种表征均可用以“实现并行约束满足”模型。在局部式表征中,神经单元结构被赋予特定的概念或

命题的可确立的解释,一个单元的激励值可以解释为对一个概念的可用性或一个命题的真值判断。联接可以是单向的,激励从一个单元流向另一个单元。也可以是双向的,激励在两个单元之间来回流动。联接要么是兴奋型的,一个单元增强另一个单元的激励值;要么是抑制型的,一个单元压制另一个的激励值。分布式表征是将意义分布到神经元的结构的网络中,是对概念或命题更复杂的表征。其表征方式类似于矩阵网。

分布式表征的特点是传递通道多,神经元相互间联系多,每一个神经元都处于周围神经元组成的语境中,因此,分布式表征体现出整体性、关联性、动态性。分布式神经网络提供强有力的感觉表征,能比使用日常语言更好地表征味觉、嗅觉,它在问题求解、规划、决策、解释、学习以及语言运用中有广泛应用。

可见,CRUM 有相当的表征力,应用广泛,前景诱人,但它无法刻画人类思维的全貌,如对焦虑、灵感、直觉等非理性因素 CRUM 还无能为力。因此,基于计算—表征的 CRUM 模型需要修正与扩展。

三、CRUM 认知语境的再语境化

认知科学的 CRUM 模型虽不能全方位地说明心智的认知机制,但对它的语境化可以提供—个由心智的不同思维方式构成的认知语境。语境化提高了 CRUM 的解释力。但与心智的高级性、复杂性、灵活性相比,CRUM 语境化的还是低级的、简单的、呆板的。因此,语境化的 CRUM 需要再语境化。

P·萨伽德对 CRUM 的六种不同表征方式的优缺点作了深刻的分析,他认为逻辑的表征力是相当强的,借助于算子如“非”、“或”以及量词“所有的”、“有些”等能够生成复杂的命题,但逻辑对自然语言的精妙描述如“意形于色”、“心慌意乱”颇感棘手,逻辑必须借助于其他方式如非理性方式才可能有所突破。局限于规则、类比、概念、表象、联接的表征也存在同样的问题。

联接主义的表征比语言表征具有更大的灵活性,它在表征象味觉、嗅觉经验时比语言描述更准确,但另一方面,简单的神经元如何表达那些自然地包含在逻辑、规则、类比的计算模型中的复杂关系,却是联接主义模式无法回避的难题。如大脑如何经过神经元的相互联接产生语言,如何经过神经元的激励传播进行推理等。

规则表征虽简单,计算上有优势,表达上相互独立,但却牺牲了逻辑表征的丰富性。与规则的简洁、表达上相互独立相比,概念、类比、表象则把信息束集结为有组织的结构。一个概念是关于某一类事物的一个信息集,一个类比则将关于一个情境的信息聚拢在一起,表象提供的是一个特殊的封装方式,与视觉紧密结合在一起。视觉表象生动地将相互联系的信息集聚在一起,这一点用语言表达是困难的。

萨伽德评价道,一个统一的心理表征理—应满足三个条件:(1)表象和联接所具有的感知的丰富性;(2)概念、类比和表象所具有的组织能力;(3)规则和逻辑命题所具备的语言表现力。([1], p. 129)这三点 CRUM 认知语境基本都具有,所缺少的是心智的灵活性、主观性、自我意识性等。这的确是认知科学面临的一个难题。能够说明人的所有心理现象的心理表征理论肯定是令人兴奋、妙不可言的,但这样的理论的出现不能说—不可能,至少还需很长一段时间。

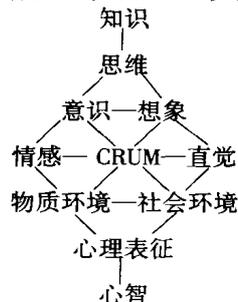
但可以肯定,认知科学是不断完善的、不断进步的,CRUM 模型同样会不断完善。要做到这一点,就需要不同类型思维方式的整合,不同心理表征形式的整合,理性与非理性的整合,不同学科间的整合。一句话,需要对不同的认知因素进行语境化整合。

前面讲到,心智是一个理性和非理性的统一体,CRUM 的缺陷就在于偏重理性,忽略了非理性。CRUM 所描述的逻辑、规则、概念、类比、想象和联接不可否认是心智的心理表征的一种方式,我们可以狭义地说,心智是一个逻辑系统、规则系统、概念系统、类比系统、想象系统和联接系统。但从广义上看,这的确太狭窄了,心智如果少了非理性这一块,就变成了机器。由于心智是一个超乎寻常的极其复杂的系统,由多种多样的思维方式构成的认知语境肯定不是封闭的,而是开放的。尽管非理性的思维方式如直觉、意识、情感等的工作机制我们还不—太清楚,或根本还不清楚,但这并不妨碍我们从哲学角度去建构广义的认知语境。

萨伽德通过对认知科学的广泛研究,提出了 CRUM 面临的六种重要的挑战:情绪、意识、物质环境、社会性、动力学和数学。他认为这些因素在人类的思维中都起着重要作用,而 CRUM 却忽视了它们。CRUM 面临着四种选择:要么否认构成这些挑战的基础的那些主张;要么扩展 CRUM 以增加计算表征能力,从而消除

这些挑战所提出的问题;要么用非计算、非表征的观念补充 CRUM,使其能面对挑战;要么干脆放弃 CRUM。萨伽德认为这些挑战不足使我们放弃 CRUM,但这些挑战也表明 CRUM 需要扩展和补充,特别是与生物性、社会性因素进行整合,补充超越计算—表征解释模式的概念和假设。我们认为,萨伽德的看法是正确的,但他没有给出一个扩展和补充后的 CRUM 认知语境,这正是我们要做的。

我们认为,CRUM 是心智的心理表征的核心部分,应当坚持,但还必须补充像社会、物质、文化等外在因素和情绪、直觉、想象等内在非理性因素,以扩展和完善 CRUM,即将其再语境化。CRUM 与社会的、非理性的因素的整合才会是更合理的认知语境。扩展后的 CRUM 认知语境可描述为:



情感是整个心智的心理表征的基础。是一种价值性的非理性因素。在审美学中,情感被看作是一种情感思维,是人对客观事物的一种主观态度,是人以自己独特的主观体验及外部表现形式评价客观事物的一种心理机制。人的情感是非常丰富的,情感的变化势必影响着心智的各种思维方式。譬如,心智在进行逻辑思维、形象思维时,心绪的精神状态是喜是悲、是乐是忧肯定会影响到逻辑思维、形象思维的效果。情绪是情感的一种,情绪的好坏,直接影响到心智的思维效果。萨伽德认为,情绪是人类思维的一个重要方面,它具有评价、聚焦和行为相关的重要认知功能。因此,应当将情绪这种非理性因素补充到 CRUM 中以增加经验的和生理的方面的特性^[15]。

意识经验也叫感知特性(Qualia)不仅包括情绪,而且包括知觉和自我意识。意识具有一种整体性,它构成了连续的意识流的各部分。对于 CRUM 来说,意识的确是个难以应付的东西,前面提到的六种算法程序都是在意识水平之下运作的,即人们不能直接意识到执行这些程序的算法。表象与意识经验联系较密切,因为人们能意识到图形的形象,但在心理表征和计算中并未提及意识的作用。事实上,由于意识表征的复杂性,它超越了计算—表征的范围。但这并不意味着心智的心理表征与意识无关,相反,没有意识,心智的思维恐怕是不可能的。意识经验最能表达思维的特性在于,它能表征用语言难以描述的非常微妙的差别。意识还有助于心智将注意力集中到某一特别重要的方面,从而有意识地思维。克里克(F. Crick)的实验心理学研究表明,意识涉及到某种形式的注意机制,他推测进行视觉活动的大脑注意某一目标而不是另一目标的这一注意机制与相关神经元的激励有关,这种注意转移是相互协同的一组神经元联合起来压制另一组相互协同的神经元。他还注意到,意识与短时记忆有关,这种关联表明大脑神经元具有在一定时间内激活,然后再消退的趋向,这显然与思维相关。^[16]

想像是一种认识性心理要素,是思维的一种重要形式。想像不同于表象的地方在于它不依赖于视觉,具有自由性、超前性、超常性和虚幻性,其中虚幻性是想像最本质的特征。所谓虚幻性是指想像对原有表象的超越性建构。从这种意义上讲,想像既高于表象,同时又依赖于表象。CRUM 侧重表象而忽视了想像,显然是不合适的。想像一般分为科学想像和审美想像,均是思维的一种重要形式,前者依据人类理性理解力对感知表象材料进行理性的逻辑判断;后者则依据人类的悟性力对感知表象材料进行情感性的价值判断。因此,想像作为认知语境中的一个要素是不可缺少的。

直觉也是一种认识性非理性心理要素,一种重要的思维形式。爱因斯坦就是典型的直觉主义者,他非常相信直觉思维在科学创造中的作用。由于直觉的非理性特点,它在理性主义、科学主义的眼里,是神秘莫测的,因为它难以表征和计算。其实,直觉虽不像逻辑、概念等理性因素那么直观,但它的确存在。直觉不过是人们依据大量已有的理性知识与实践经验,当遇到突然出现的新问题时,无需经过中间环节而直接达到对问题本质的把握的一种思维方式。因此,直觉不是凭空产生的,也不是先天具有的,而是在大量的知识和实践经验的积累达到一定程度时实现的。心智具有这样一种创造性的能力,CRUM 之所以忽视了直觉,

是因为直觉难以以计算和表征的方式描述出来。这是认知科学要突破的难点之一,与直觉相关的另一种思维方式是灵感(或顿悟)。灵感不同于直觉的地方在于它是由于偶然因素的诱发而对长期反复思考却一直悬而未解问题的突然领悟。“茅塞顿开”、“豁然开朗”就是灵感的表现。灵感之所以神秘,也在于它的难以言表性和突然性。灵感比直觉更依赖于情感、意志、兴趣等非理性因素,因为灵感往往发生在思想高度集中、情绪特别高涨或思想暂时松弛的时刻。将灵感纳入 CRUM 是认知科学未来的重大研究课题之一。

心智现象与其周围的物质环境和社会环境也是密不可分的。思维发生在人与物质世界及社会的交互作用中。海德格尔就极力拒斥计算—表征认知观点,主张心智“存在于世”(Being-in-the-world),心智是内在地非计算和非表征的,人完成像“用锤子钉钉子”这样的任务是依靠人自身的物理技能,而不需任何类型的表征,他认为用形式化表征知识的作法是没有希望的,因为形式化表征不可能表征作为人类各种能力基础的大量的背景信息。德雷弗斯(H. L. Dreyfus)^[17]、温诺格拉德(T. Winograd)、弗洛尔斯(F. Flores)^[18]和史密斯(B. C. Smith)^[19]等人的研究侧重于心智与外部物质世界的交互作用,而不是内部的计算—表征加工处理。布鲁克斯(R. A. Brooks)^[20]提出了不同于 CRUM 的建构,以及具有从环境中进行学习能力的机器人的新途径。人类学家和心理学家苏彻曼(L. Suchman)^[21]和雷弗(J. Lave)^[22]等人也认为心智是借助于与外部世界的交互作用的情境化而较少依赖于心理表征。

心智与外部世界的关系与心智哲学中的一个重要概念“意向性”有关。意向性是心智指向外部对象的指向性,心理表征肯定具有意向性,是关于外部事物的,而 CRUM 恰恰忽视了这一点。塞尔(J. Searle)指出,依据 CRUM 建构的计算机只是在操作它并不理解的符号,而人的心智操作的符号具有意向性这样的语义性质,则是基于我们与外部世界的交互^[23]。因此,CRUM 必须补充意向性特征才能更好地表征心智。

人的思维具有固有的社会性,这一点 CRUM 也忽视了。我们知道,人的本质特征是社会性,人的心智必然具有社会性。科学哲学家、科学社会学家、科学史家、认知心理学家都在关注心智的社会性。但如何表征心智的社会性却没有更好的办法。人类学家从文化概念出发,探索认知的社会性,因为文化概念本身是社会性的,它关注的是社会的共有信念与价值。人类学研究表明,人的智力在几千年的发展几乎没有变化,而人变得越来越聪明是文化在起作用。赫希菲尔德(L. A. Hirschfeld)与格尔曼(S. A. Gelman)^[24]认为心智“与其说是一个通用目的问题的求解者,不如说是针对各种与环境相关任务的、稳定且独立的子系统的集合”。一些科学社会学家如拉图尔(B. Latour)等认为世界是社会建构性的,人们的信念不是来源于他们的认识过程,而是来源于他们的社会环境^[25]。看来,心智的确离不开社会环境,CRUM 应补充社会性的心理表征。萨伽德就认为,CRUM 应在社会性方向上进行扩展,将思维理解需借助的诸如群体、网络、文化、交流等概念纳入 CRUM,他把这种研究心智的途径称为 CRUMBS,即心智的生物—社会的计算—表征理解(Computational—Representational understanding of mind, Biological—social)^[26]。他主张一种他叫做综合式唯物主义的观点、即主张计算、神经生物学和意识经验的理论综合,反对心身问题上的二元论、还原式唯物主义、排除式唯物主义和功能主义。这一观点应引起我们足够的重视。

〔参 考 文 献〕

- [1] P. 萨伽德,认知科学导论.朱菁译[M],合肥:中国科学技术大学出版社,1999,8.
- [2] C.G. Hempel. Aspects of Scientific explanation[M]. New York: Free Press, 1965.
- [3] M. Minsky. A framework for representing Knowledge[M]. In P. H. Winston, ed., The Psychology of computer Vision, 211—227. New York; Mc Graw—hill, 1975.
- [4] R. C. Schank, R. P. Abelson. Scripts, plans, goals and understanding: An inquire into human knowledge structures[M]. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1977.
- [5] D. E. Rumelhart. Schemata: The building blocks of cognition[M]. In R. Spiro, B. Bruce, and W. Brewer, eds, Theoretical issue in reading comprehension, 33—58. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, 1980.
- [6] H. Putnam. Mind, language, and reality[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1975.
- [7] J. R. Anderson. The architecture of cognition[M]. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1983.
- [8] P. Thagard. Computational philosophy of Science[M]. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1988.
- [9] J. Kolodner. Case—based reasoning[M]. San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann, 1993.
- [10] S. M. Kosslyn, S. P. Shwartz. A simulation of Visual imagery[J]. Cognitive Science, 1997, 1: 265—295.

- [11] S. M. Kosslyn. Image and brain: The resolution of the imagery debate[M]. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1994.
- [12] G. E. Hinton, J. A. Anderson, eds. Parallel models of associative memory [M]. Hillsdale, N. J. Erlbaum, 1981; D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, and the PDP Research Group. Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition[M]. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1986.
- [13] S. M. Kosslyn, O. Koenig. Wet mind: The new cognitive neuroscience. New York: Free Press, 1992: 21
- [14] P. Thagard. Conceptual revolutions[M]. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 1992.
- [15] P. Thagard. Societies of Mind: Science as distributed computing. Studies in History and philosophy of science [J]. 1993, 24: 49 - 67
- [16] F. Crick. The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul[M]. London: Simon and Schuster, 1994.
- [17] H. L. Dreyfus. Being - in - the - world[M]. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1991.
- [18] T. Winograd, F. Flores. Understanding computers and cognition[M]. Reading, Mass.: Addison - Wesley, 1986.
- [19] B. C. Smith. The owl and the electric encyclopedia. Artificial Intelligence[J] 47: 251 - 288, 1991
- [20] R. A. Brooks. Intelligent without representation[J] Artificial Intelligence 47: 135 - 159, 1991
- [21] L. Suchman. Plans and situated actions: The problem of human - machine communication[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [22] J. Lave, E. Wenger. Situated learning: Legitimate peripheral participation[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- [23] J. Searle. The rediscovery of the mind[M]. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992.
- [24] L. A. Hirschfeld, S. A. Gelman, eds. Mapping the Mind: Domain specificity in cognition and culture[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [25] B. Latour, S. Woolgar. Laboratory life: The construction of scientific facts[M]. Princeton N. J.: Princeton University Press, 1986.
- [26] P. Thagard. Mind, society and the growth of knowledge. Philosophy of Science[J] 61: 629 - 645, 1994.

[责任编辑 胡新和]

(上接第 50 页)

- [12] Rhodes, R(1996), *From institutions to dogma: Tradition, eclecticism, and ideology in the study of British public administration*, Public Administration Review, 56: 507 - 516.
- [13] Boyne, G. A(1996), *The intellectual crisis in British public administration: Is public management the problem or the solution?* Public Administration, 74: 679 - 694.
- [14] Pugh, D. S and Hickson, D. J(1976), *Organizational Structure in Its Context: The Aston Programme I*, Saxon House.
- [15] Pugh, D. S and Hinings, C. R(1976), *Organizational Structure: Extensions and Replications, The Aston Programme II*, Saxon House.
- [16] Greenwood, R., Walsh, K., Hinings, C. R. and Ranson, R(1980), *Patterns of Management in Local Government*, Martin Robertson.
- [17] Hogwood, B. W(1995), *Public Policy*, Public Administration, 73: 59 - 73.
- [18] Hood, C(1990), *Public administration: Lost an empire, not yet found a role?* in A. Leftwich(ed), *New Developments in Political Science*, Edward Elgar.
- [19] Bardouille, N(2000), *The Professional Public Administrator: A commentary on the profession and modalities of MPA training*, Proceedings of Public Administration Teaching Conference.
- [20] Minogue, M., Polidano, C and Hulme, D(1998), *Beyond the New Public Management*, Edward Elgar.
- [21] Ostrom, V(1989), *The intellectual crisis in American public administration*, University of Alabama Press.
- [22] Frederickson, H. G(1996), *Comparing the Reinventing Government Movement with the New Public Administration*, Public Administration Review, 56: 263 - 270.
- [23] Williams, D. W(2000), *Reinventing the Proverbs of Government*, Public Administration Review, 60: 522 - 534.

[责任编辑 胡志强]