

语义记忆系统中概念知识的组织

傅小兰

概念是对各类事物的心理表征。人们的概念知识多种多样,不仅包括可对物体快速归类的显著的视觉特征(如颜色、形状和运动方式等),还包括人们不易从感官直接获取的信息(如“可食”和“危险”等)。例如,当我们想到“狗”的时候,我们能回忆起狗的知觉特征(如四条腿,毛茸茸,会吠叫等)、功能属性(追逐猎物,警戒看门等)、联想关系(人类的朋友,对主人忠诚等)以及百科全书式的信息(哺乳动物,有不同的品种等)。所有这些概念知识的记忆都属于“语义记忆”,其特点是缺少特定的时间信息或与自身经验直接相关的信息。例如,当我们想起诸如“原子结构”或“英国的首都”之类的知识时,一般不会回忆起习得这些知识时的情景。

显然,图画、书面语、口语、声音、触摸或气味等各种输入模态都能够通达我们已有的概念知识。但是,语义记忆系统中的概念知识究竟是如何组织的呢?这一直是个难解的谜。近些年来,神经心理学对病人的研究,发展心理学对儿童的研究,比较心理学对动物的研究,尤其是认知心理学用实验方法、计算机模拟和人脑功能活体测量技术(如PET, fMRI和EPR)对正常成人的研究,为说明语义记忆系统中概念知识的组织提供了大量有用的测试数据和实验结果,而其中一个非常重要的神经心理学发现就是:不同概念范畴会发生特异性语义缺失。

一、范畴特异性语义缺失

众所周知,概念知识可指向特定的语义范畴,例如生物或非生物、植物或动物、蔬菜或水果等,还有诸如有理数或无理数、整数或分数、偶数或奇数之类的无形事物。所谓“范畴特异性语义缺失”是指某个范畴的概念比其他范畴的概念缺失更严重。大量证据表明,某些病人的脑损伤导致的生物知识缺失显著大于非生物知识缺失,但也有少数病人的缺失模式与之相反:动物、植物、食物和非生物等一些范畴在神经病理学中能选择性地独立受损。其中一个非常著名的病人就是米开朗基罗。

1984年5月,38岁的意大利人米开朗基罗突然出现了时空定向障碍和严重的顺行性遗忘,后来他被确诊为患了疱疹单纯性脑炎。1985年1月,Sartori等人用线条图对米开朗基罗进行图片命名测试,结果发现他能正确地命名54张动物图片中的17张(正确率为31%)、31张蔬菜图片中的11张(35%)和175张非生物图片中的131张

(75%),显然他对动物和蔬菜图片的命名成绩要比对人造物图片的命名成绩差很多。有趣的是,米开朗基罗曾是世界野生动植物基金会的活跃分子,也曾是一个潜水员。据他的妻子和同事称,他在患病前能识别相当多的哺乳动物、鱼类和鸟类。

1985年,Sartori等人还进行了另外两个图片命名测试。其中一套彩色图片选自瓢虫书,包括20种动物、39种蔬菜和61种非生物。测试结果表明,普通正常人对照组在动物、蔬菜、非生物三个范畴的命名成绩都很好,平均正确率分别是98%、99%和100%,而米开朗基罗的成绩却分别是45%、74%和77%,他对动物的命名要比他对非生物和蔬菜的命名差很多。另外一套图片是48幅动物照片,普通正常人对照组的命名平均正确率为89%,而米开朗基罗仅为33%。

总之,米开朗基罗的语义缺失的首要特征是对动物范畴实例的严重的命名障碍。经过历时10年的反复测试和检验,米开朗基罗的范畴特异性语义缺失被证明并不是人为的假象。

二、还原论解释:感觉-功能假说

相对于非生物知识(例如,直升飞机和钳子),病人为什么会表现出对生物知识(例如,斑马和胡萝卜)的特异性缺失?大部分神经心理学家倾向于选择还原论的解释,认为语义空间不是统一而均衡的,同类的物体往往共享相同的特征。可以设想,如果同类物体的特征在语义空间中聚集在一起,那么,语义空间中某个区域的损伤就有可能仅造成某类概念知识的严重缺失,而其他类概念知识则完好无损。还原论的假说众多,其中最具有影响力的就是感觉-功能假说(Sensory/Functional Account,以下简称SF假说)。

Warrington和Shallice于1984年最早提出SF假说,认为概念知识组织的首要原则是语义特征的类型(E. K. Warrington and T. Shallice, Brain, 1984: 829-854)。SF假说有两个基本假定:(1)语义知识由一套模态特殊的子系统组成,视觉子系统存储物体的视觉-语义特征(例如,椅子有靠背,马有尾巴),而功能/联想子系统存储物体的功能特征和其他非感觉特征的信息(例如,钢琴用来演奏,奶牛产奶);(2)视觉-语义特征和功能/联想-语义特征对于生物和非生物的意义不同,前者对生物而言更为重要(例如,颜色对识别水果很重要),而后者对非生物而言更为重要。

SF假说做了以下两个预测:(1)既然某

些模态对于某些范畴比其他范畴更重要,那么范畴特异性语义缺失应该群集出现。例如,既然假设视觉特征对于确定生物范畴的意义很重要,生物范畴就应该总是同时受损;(2)某类信息(视觉-语义特征或功能/联想-语义特征)的加工损伤必然会与某类语义范畴(生物或非生物)的缺失一起出现。例如,生物范畴特异性语义缺失必然与物体的视觉-语义特征的加工损伤一起出现,而非生物范畴特异性语义缺失必然与物体的功能/联想-语义特征的加工损伤一起出现。

但是,SF假说的上述两个预测都与事实不符。近期许多报告显示,一方面,范畴特异性语义缺失并不一定与模态特异性损伤一起出现,例如,某些病人有生物的缺失却没有知觉特征的缺失,而有些病人有知觉特征的缺失却没有生物的缺失,另一方面,范畴特异性语义缺失病人所缺失和保存的范畴可以比生物/非生物的划分更为精细,例如,有些病人有水果和蔬菜范畴严重缺失而动物和人造物范畴完好无损,有些病人有动物范畴严重缺失而水果、蔬菜和人造物范畴完好无损。

三、单一内容组织假说

Caramazza等人于1990年提出的单一内容组织假说(Organised Unitary Content Hypothesis,以下简称OUC)提供了另一种还原论解释,认为早期的知识源于领域一般性机制,这种机制拾取所有物体容易观察的特征并在语义空间中将这些知识组织起来以使相关的特征群集在一起,因此,领域特异性区分最初是基于可观察的知觉特征(A. Caramazza, A. E. Hillis, B. C. Rapp, and C. Romani, Cognitive Neuropsychology, 1990: 161-189)。

OUC有两个核心假设:(1)语义特征在各范畴中并非均匀分布,而是独立于模态地群集在一起,彼此高度相关;(2)同一范畴的物体比不同范畴的物体共享更多的语义特征。例如,动物一般会做特定的运动,有特定的外形和气味,由特定的材料构成,发出特定的声音,在特定的环境中出现。因此,表征语义空间的一个“成块”区域的脑区的损伤可以产生范畴特异性语义缺失。

OUC能正确预测范畴特异性语义缺失的两个主要事实:(1)缺失可能包含精细的划分(例如,动物与水果和蔬菜之分);(2)缺失不必同时伴随某种类型的模态知识的选择性损伤。但是,OUC类假说却不能回答以下的问题:为什么神经心理学家观察到这么多生物范畴特异性语义缺失的病例

却观察不到家具和交通工具范畴特异性语义缺失的确切病例? 换言之, 为什么语义空间的一些区域重复受损而另一些区域不会受损?

四、领域特异性知识系统假说

事实上, 对范畴特异性语义缺失现象的最简单的解释就是: 不同范畴的知识在行为上的分离直接反映了概念知识的内在组织方式, 即概念系统分别独立地存储各范畴的知识。Caramazza 和 Shelton (1998) 提出了领域特异性知识系统假说, 即领域特异说 (Domain-Specific Hypothesis), 认为范畴特异性语义缺失可能是因为专属于动物、植物和人造物领域的不同的进化-适应性神经机制受损伤造成的 (A. Caramazza and J. R. Shelton, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1998, 1-34)。

领域特异说假定, 认知不是被一套能够处理任何认知问题的通用计算机机制所调节控制, 而是由一组专门化的加工系统构成的, 每个加工系统只适于分析某种特定类型的信息, 也就是说, 不同内容领域的概念知识结构有重大差异。例如, 有关人造物的知识可能包括我们对于设计者的意图的理解, 有关物体外形及外形与功能的关系的信息, 以及人们用它完成某类动作的知识等; 而有关动物的知识则可能包括其外部视觉特征 (例如, 颜色和表面的斑纹), 运动模式, 内在结构, 以及它是否危险, 通常会在哪里出现等。

领域特异说也假定, 构成人类认知的范畴并非随机分布, 而是瞄准了那些在进化历史中人类必须解决的难题, 因此, 能够选择性受损的范畴的数量和类型都是有限的。一些在进化中很重要的范畴 (如动物、食物和工具) 的知识拥有自己专用的神经系统, 用以快速解决那些重要而计算复杂的生存问题 (如找到食物和躲避天敌)。例如, 觅食任务在种系发生史上很古老: 所有的动物都必须找到可吃的东西, 避开不可食或有毒的东西, 找到适宜的食物显然是个复杂的认知任务 (涉及到导航, 分类等), 然而学习觅食的机会却是稍纵即逝, 因为如果不能快速学会觅食那就会饿死。觅食活动也十分危险, 错误的代价很高甚至可能导致死亡。因此, 自然选择很可能更偏爱解决任务时准确有效的领域特异性机制, 而不是需要费时学习还可能出错的领域通用机制。这些领域特异性机制可能独立地受到病灶性脑损伤的影响, 从而导致语义系统真正的特异性缺失。与此观点一致的是, 近些年的脑损伤研究和功能神经成像研究都有证据证明, 从不同的语义范畴提取知识涉及到大脑皮层不同区域的活动。

认知发展和认知进化领域内的近期研

究说明, 成人、婴儿和若干灵长类物种在加工不同领域的信息时都有某些共性。采用非言语实验范式的心理学研究发现, 人类甚至在婴儿时期就在人造物、动物和食物之间做了某些重要的区分。例如, 在实验中, 14个月的婴儿将狗“喝水”和“睡觉”的动作仅推广到动物领域的物体 (如鸟) 上, 而将“乘车”和“使用钥匙”的动作仅推广到交通工具领域的物体上。婴儿也在动物和非动物所展示的不同运动类型之间做出区分。例如, 在实验中一个运动的球与另一个静止的球相撞, 6个月大的婴儿就能预测到: 当且仅当运动的球首先接触到了静止的球, 静止的球才会运动。因此, 领域特异说不仅与范畴特异性语义缺失的大量实证观察一致, 而且还令人满意地解释了人类儿童语义知识的习得和灵长类动物与人类语义知识的共享。

但是, 领域特异说也面临挑战。领域特异说预测, 特定脑区的病灶性损伤和特定领域的知识缺失之间会有强烈关联。虽然这种关联得到了某些支持, 例如, 双侧中颞叶的损伤常常与生物知识的缺失同时出现, 而左额顶区的损伤常常与人造物知识的缺失同时出现; 但是也有例外, 有些范畴特异性语义缺失的病人受到的是扩散性的而非病灶性的脑损伤。另外, 一些病人表现出的缺失症也与生物-非生物分离原则不一致。例如, 一些病人表现出水果和蔬菜知识的缺失而有关动物的知识完好无损, 另一些病人既表现出生物知识缺失, 也表现出乐器、食物和宝石知识的缺失。

五、概念结构假说

Moss等人于2002年明确提出了概念结构假说 (Conceptual Structure Account), 试图用一个整合框架来同时模拟正常和失调的概念知识系统 (H. E. Moss, L. K. Tyler, and J. T. Devlin, *Category Specificity in Brain and Mind*, 2002, 115-147)。概念结构假说并没有假定语义记忆存在任何外显的分割 (无论是沿着特征类型边界的分割, 还是沿着范畴领域边界的分割), 而是认为, 语义记忆是一个单一的高度分布式的网络, 不同的节点对应于语义特征或“微特征” (microfeatures), 所有的概念都表征为许多节点的激活模式。

概念结构假说提出了3个基本原则: (1) 每个概念有特定的结构, 该结构由它激活的特征集和特征集内诸特征之间的关系决定; (2) 不同范畴的概念有不同的特殊的内在结构; (3) 系统如果受到随机的整体的损伤, 不同概念将受到不同方式的影响, 这种方式是概念内在结构的函数。因为语义空间中相似的概念表征得很靠近 (即相似的概念有重叠的激活模式), 因此, 当语义空间受到损伤时, 一个范畴的概念可能会

比另一个范畴的概念受到更大的影响。

概念结构假说指出, 生物和人造物概念的内在结构有明显差别: (1) 相比较而言, 生物有更多的共享特征 (例如, 哺乳动物都呼吸, 移动, 有眼睛, 看得见, 有生气勃勃的幼仔, 吃东西等), 而人造物却有更多的特异特征; (2) 生物的共享特征频繁地同时出现, 有很强的相关, 而人造物的特异的外形和功能特征之间有很强的相关; (3) 生物的外形-功能相关 (例如, 眼睛-看见, 腿-移动) 包括的主要是共享特征 (例如, 眼睛, 腿), 而人造物的外形-功能相关包括的主要是特异特征 (例如, 锯子的齿状边缘, 叉子的尖头总是与它们被设计来实现的特定功能相关联)。由于相关的特征可以通过互相激活来互相支撑, 因此可以预期, 人造物的特异特征比生物的特异特征更不易受损, 而生物的共享特征比人造物的共享特征更不易受损。

概念结构假说强调概念结构中概念的外形和功能之间的相关模式, 在一定程度上说明了生物和非生物的范畴特异性语义缺失, 并提供了一些支持性数据。但是, 概念结构假说现阶段的模型还不能对文献中报告的每位有生物缺失或非生物缺失的病人提供解释, 它目前也不能算是一个完整的认知理论, 因为它只是描述了概念系统本身的结构, 尚未说明物体识别和词汇输出过程的性质, 其模型也有待补充一些重要的变量 (如概念的熟悉性)。

六、小结

综上所述, 研究者们对范畴特异性语义缺失已经提出了众多假说, 但每一种假说都面临着一系列未解决的问题。不同的研究者用来支持或反对上述各种理论假说的主要标准包括: (1) 生物或非生物范畴特异性语义缺失的病人的视觉和功能知识的相关缺失; (2) 能够从病人身上发现的各种范畴的语义缺失和语义保留的精细模式; (3) 计算机模拟产生的生物和非生物的范畴特异性缺失。而许多混淆变量 (例如, 被命名图画的名称词频、视觉复杂性和视觉熟悉性, 获得物体名称的年龄, 与物体接触的经验等) 在研究中时常未能得到严格控制这个问题, 也已得到研究者的关注。

毋庸置疑, 精确地阐明语义记忆系统中概念知识的组织是认知和行为科学研究的主要目标之一。我们相信, 对范畴特异性语义缺失的研究极有可能深化我们对语义记忆系统中概念知识的组织形式的理解。一方面, 范畴特异性语义缺失的研究, 为建构语义记忆系统中概念知识的组织理论提供了丰富翔实的数据; 另一方面, 解释范畴特异性语义缺失的各种假说, 也为深入探讨概念知识系统提供了极富启发价值的研究思路。■

多学科的认知科学研究

人类进入21世纪,有两大秘密将要被揭开,一是生命的奥秘,二是心智的奥秘。美国为此正在实施“人类基因组计划”,并积极建议实行“人类认知组计划”。在这种前提下,破解人类心智的奥秘也越来越成为人们探求的目标。从而,认知科学(Cognitive Science)的研究也就越来越引起人们的重视。

新世纪开始,美国国家科学基金会(NSF)和美国商务部(DOC)共同资助了一个雄心勃勃的计划“聚合四大技术,提高人类性能”(Convergent Technology for Improving Human Performance),将纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学看作21世纪四大前沿技术,并将认知科学视为最优先发展领域,主张这四大技术融合发展,并描绘了这样的科学前景:“聚合技术以认知科学为先导。因为一旦我们能够在如何(how)、为何(why)、何处(where)、何时(when)这四个层次上理解思维,我们就可以用纳米科技来制造它,用生物技术和生物医学来实现它,最后用信息技术来操纵和控制它,使它工作。”可见认知科学研究在其科学发展战略中占有重要地位。

当前国际公认的认知科学的核心包括心理学、神经科学、计算机科学、语言学、人类学、哲学6个相关学科。这些相关学科互相交叉,又产生出众多的分支学科,如控制论、神经语言学、神经心理学、认知过程仿真、计算语言学、心理语言学、心理哲学、语言哲学、人类语言学、认知人类学、脑进化等等。

为促进我国认知科学的发展,亟需促进多学科的认知科学研究。国内一批与认知科学相关学科有关的专家学者正在积极发起召开若干次高层的国内和国际的认知科学会议。这些会议以多学科的认知科学为特征,积极探索认知科学的规律,寻找符合我国认知科学研究现状和发展趋势的新的生长点。这个倡议得到国内认知科学领域的多位知名专家学者的积极响应。

当前的认知科学研究,既要反映国际主流的认知科学研究成果,又要反映我国认知科学最具特色的若干领域。最近即将召开的一次国内认知科学会议以“经验在认知中的作用”为主题,因为这是当前认知科学研究的主要倾向。本次会议的中心议题设计为4个板块:1)脑、计算机与认知;2)心理、行为与认知;3)语言、逻辑与认知;4)文化、艺术与认知。这些研究领域,涵盖了认知科学的若干最活跃的领域,突出了认知的经验基础与多学科特征。

本刊约请会议综述报告和四个主题的发言人,从多学科角度撰写了有关认知科学的一组文章,予以发表。

本选题策划人:清华大学 李学勤 蔡曙山
本刊编辑部 王继红



李学勤 教授、博士生导师。先后任中国科学院历史研究所副所长、所长,现任清华大学思想文化研究所、国际汉学研究所所长,“夏商周断代工程”专家组组长、首席科学院,中国先秦史学会理事长等。曾获“有突出贡献的中青年专家”称号、“九五国家重点科技攻关计划突出贡献者”,“全国杰出专业技术人才”称号。1997年当选为国际欧亚科学院院士。



蔡曙山 教授、博士生导师。清华大学文科建设处处长、清华大学哲学系教授,清华大学科学技术与社会研究中心研究员,博士生导师。兼任中山大学逻辑与认知研究所学术委员会副主任,中山大学、中国人民大学、苏州大学、西南师范大学兼职教授,中共深圳市委党校客座教授。研究方向逻辑学、科学技术哲学。主要学术著作有:《言语行为和语用逻辑》,在国内外核心期刊发表学术论文60余篇。



周昌乐 毕业于北京大学理论计算机科学专业,获理学博士学位。毕业后曾任浙江大学人工智能研究所副所长、教授、博士生导师。现为厦门大学软件学院院长、人工智能研究所所长、教授、博士生导师,长期从事人工智能及其应用技术领域的研究工作。目前主要从事隐喻逻辑、类脑计算和机器诗歌等研究工作;并热衷于探讨有关心智、语言、计算的哲学问题。



傅小兰 研究员、博士生导师。1984年毕业于北京大学心理学系,1987年获得北京大学理学硕士学位,1990年获得中国科学院理学博士学位。现任中国科学院心理研究所认知与复杂信息实验室主任、中国心理学会国际学术交流工作委员会主任、北京市青联常委。主要采用心理学实验和计算机模拟方法研究人的认知活动规律和信息加工机制,也关注技术发展过程中的各种心理、行为问题。



苏彦捷 北京大学心理学系教授、博士生导师、副主任。1983年考入北京大学,1987年获理学和法学学士学位,1992年获理学博士,并留校任教至今,讲授神经解剖、动物心理学、环境心理学等课程,并承担国家自然科学基金、教育部十五规划项目等。研究内容主要涉及心理认知能力的发生发展研究,动物的社会行为、社群结构及其与它们智慧水平发展之间的关系。1996年起任北京大学心理学系副主任,1998年起任北京心理学会秘书长。