类比推理研究综述

张向葵 张雪琴 高 琨 孙树勇
(东北师范大学心理学系,长春,130024) (吉林省人才测评中心,长春,130024)

0 引言

类比推理是哲学、逻辑学和心理学等学科研究的重要内容,是人类能够进行整合思维活动的重要机制,也是保证个体有效学习的工具。它的产生、发展和成熟是个体认知活动顺利完成的主要保障。近年来,类比推理机制研究已经逐渐成为探讨认知过程和机能的一个十分活跃的研究领域。为此,本文拟从以下四个方面对类比推理研究加以综述。

1 类比推理的主要理论

从 50～60 年代开始,类比推理的研究始终沿着两条路线前进:一条是研究类比推理的本质,另一条是研究类比推理与问题解决关系。尽管这些方面的研究获得了被学者们认同的结论,但在源类比物性质、过程限制及知觉特征对目标类比物的影响上,则存在不同主张。有代表性的理论如下:

1.1 结构映射理论(structure mapping theory)

该理论是由 Gentner. D(1983)[1]提出来的,其基本思想是,类比中最关键因素是源类比物与目标类比物之间的联系。要实现这种联系,必须具备三个特征:一是结构连续性,即形成平行结构和一对一的对应关系。前者需要关系和主题的共同匹配,后者要求表征内的每个要素都要与另一表征内的要素形成匹配。二是以关系为中心性,即它要求类比物必须包括共同的关系而不是共同特征。三是系统性,即趋向于形成关系体系的匹配。例如,当一种结构上的联系给定后,就会从类比中产生进一步的推理,其含义是,系统性所蕴涵的意义在于产生自发性的推理。由此说来,结构映射理论对类比推理中关系的性质、特征要求很高,即对类比物的一致性、公平性和可匹配性要求更高。

1.2 多重限制理论(multiconstraint theory)

此理论的倡导者们(Keith Holyoak & Paul Thagard,1997)[2]指出,类比的最后形成是由于在类比思维过程中大量结合在一起的总的限制所引起的:一是相似性限制,即类比在某种程度上是由于所含要素的直接相似所引起的;二是结构性限制,这种限制揭示的是类比映射和推理背后的关键的结构限制,就是在源类比物与目标类比物的各要素之间建立起连续的、一一对应的对应物的氛围;三是目标限制,要求推理者的目标与类比的目的(要解决什么问题)建立联系。从可被限制类比推理过程的因素来看,限制物越多,类比推理进行越困难。

1.3 高水平知觉理论(high - level - perception theory)

该理论(B. Markman,1997)[3]指出,人的知觉分低、高两种水平。前者包括各种感觉中的信息加工过程;后者包括对低水平知觉加工的信息进行总体把握,并从这些精确的材料中提取意义,使之在概念水平上对情境进行知觉。这个范围包括从对事物的再认到抓住事物间抽象的联系,到对整个情境的理解和把握。即类比包括情境知觉过程和映射过程。在前个过程中,负责对材料过滤和组织,形成情境的心理表征。在后个过程中,同时激活两个情境表征,并形成一对一的对应,进而产生最后的类比。这两个过程是相互作用、不可分割的,即每个映射过程都需要知觉过程产生表征,而每一个知觉过程都需要映射过程的参与才能成为有意义的知觉。情境知觉水平越高,情境表征就越清晰,类比推理效果就越好。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 类比推理发展的研究

2.1 结构发展观

2.1.1 Piaget 的结构阶段理论

Piaget(1977)[4]认为,类比推理是形式运算结构发展完备的典型例子,在 12 岁之前,儿童只是具备了条件,即获得了解决该类问题的抽象能力,但不具备此种能力。通过实验,Piaget 将儿童类比推理分为三个阶段,并证明此观点。

前运算阶段的儿童,他们对 A 和 B、C 和 D 项的匹配是十分不稳定的,所依据的属性极易变化,无法进行逻辑分类。尽管 Piaget 进一步将此阶段区分为 IA 和 IB 两个亚阶段,但在 IA 中,儿童完全不能形成低位联系(即将 A、B 项和 C、D 项联系起来的能力);在 IB 中,虽然他们偶然可以在 A、B 项匹配过程中运用正确的低位联系,但有很强的自我中心性。

Piaget 将具体运算阶段上的儿童也划分为两个亚阶段 IIA 和 IIB。在 IIA 中,儿童能通过试误和试验来建构和应用高位联系(即将材料按性质进行分类的能力),但低抗干扰的能力还很差,常受到相似答案的迷惑;在 IIB 中,他们抵抗相似答案迷惑的能力增强了。从总体上讲,这个阶段内的儿童,能够偶然表现出类比推理的能力。

在形式运算阶段上,标志着儿童类比推理能力的完全出现,即儿童已经具备抽象的运用高位联系的能力,能排除干扰,也能够理解用数学比例式表述的类比(如:船/桨 = 汽车/方向盘等)。这表明他们能够依据种属关系去匹配项目,进行类比推理。

很明显,Piaget 关于儿童类比推理的研究,一方面揭示了类比推理形成的内在机制,即结构在各阶段的变化(构建种类的能力);另一方面,也反映了类比推理理与儿童认知发展的总理论是紧密相连的。

2.1.2 Stenberg 的成分理论

Stenberg 从信息加工的角度研究了 Piaget 的经典类比推理发展。他指出在经典类比推理过程中,存在六种不同成分的技能,即 ①对类比项目编码; ②A、B 项目间关系的推导; ③在 A、C 项目间发现并建立关系,即映射; ④将这种关系应用于 B 项; ⑤确定 D 项与 B 项之间的匹配; ⑥作出反应(Stenberg,Nigri,1980)[5]。Stenberg 等人通过不同年龄阶段的儿童对不同成分的运用的比较研究表明,在类比推理的行为水平上几乎没有表现出质的发展差异性,只是在执行不同成分的速度上表现为随年龄增高而越来越快。Stenberg 和 Rifkin 认为,这种发展的差异性与 Piaget 的理论相一致,即映射的应用需要对 A 项 B 项和 C 项 D 项之间的高位联系进行再认。可实验却发现,8 岁以前儿童尽管再认项目之间的高位联系有困难,但在类比推理任务中有时也能取得成功。Stenberg 认为这种成功的原因是联想策略的作用而非类比推理。

2.1.3 Gentnet 的关系迁移理论

Gentner(1989)[6]从她的类比结构 ——映射理论出发,通过考察儿童类比问题的解决,提出了关系迁移理论。Gentner 认为,儿童类比推理的发展,主要是儿童从注意类比物表面相似性到更加注意类比物内部关系结构的相似性的转变。实现这种转变的关键是,儿童必须具备对类比物内部及其之间关系的组织能力,即系统化能力。儿童在早期由于缺乏这种能力,所以,他们只能依靠类比物表面相似性进行推理。

无论是 Piaget、Stenberg 和 Gentner,都从不同的角度对儿童类比推理发展的机制问题进行了探讨。其比较一致的观点是,儿童类比推理发展是受某种因素制约的,并且是分阶段的;儿童类比推理发展的主要障碍是高位关系推理能力的缺乏。

2.2 知识发展观

这种观点主要以 Brown & Kane(1989)[7]等人为代表,认为类比推理能力之所以随着年龄不断提高,主要是知识经验不断增加的结果。他们预言,如果呈现给儿童他们所熟悉的类比任务,让他们运

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用熟知的知识进行推理,那么,他们将表现出类比推理能力。Brown 认为,从生命的早期开始,寻求因果解释就是一种强有力的学习机制,假如在因果结构水平上存在关系的相似性,并且儿童具有相关领域的知识,那么,类比推理的能力很容易会表现出来,甚至是 20 个月的婴儿。Keil(1989)[8]认为,在儿童类比推理发展过程中,发展的不是类比机制本身,而是机制所操纵的概念系统。

知识发展观虽然解释了结构发展观一些难以解释的问题,但其观点中某些概念的模糊性也一直受到来自各方面的批评。而且在许多问题解决的类比任务中,如果不存在表面相似的线索,即使提供给被试进行类比所需要的知识和概念体系,他们也无法完成类比任务。

毫无疑问,上述两种类比发展观在解释儿童类比推理发展机制时都存在一定的偏颇,尤其对类比推理的应用研究显得还不够丰厚。

3　关于个案推理研究

依据类比推理所具有的灵活性和创造性特点,学者们(Kolodner,J.L.,Narayanan,H.,& Hmelo,C. 1996)[9]提出了个案推理(Case - based reasoning,CBR)。它强调在推导新问题答案时,回忆必须调整长时记忆中已经存在的个案及其类似物的重要性。一般情况下,CBR 着眼日常推理中对类比物的应用,并试图通过对编码、回忆、类比物的应用,以及记忆、推理和学习过程灵活的相互作用的关系,建立通用的解决问题的推理体系。CBR 认为,CASE 的主要作用就是使决定者处理不熟悉或不确定的信息。Ross,B. (1989)[10]指出,新手在运用他们知识经验时的困难在于:第一,他们通常不能把经验很好的编码,因此,不能在适当的时候进行回忆;第二,在映射过程中出现困难,是因为只注重特征的相似而忽略具有更重要作用的关系的相似;第三,在问题情境中,当他们没有相关的经验时,不能到其它领域中去寻找有用的经验。

CBR 的研究使人们更加关注类比推理思维的微观过程,激起了对编码、接近、映射、表征等机制的研究兴趣,极大促进了人工智能中思维的计算机模拟和心理学对思维本质的研究。更为重的是,CBR 的研究使人们对学习的本质有了新认识。首先,一个以个案为基础的推理者是靠获得个案和检索个案来进行学习。经验对学习起重要作用。其次,在新情境下,应用旧个案的失败,会导致对其的重新理解和检索。第三,一个现实的推理者更能够根据现实效果来评价旧有个案的效度和适用条件。第四,失败往往是促进思考的良好激励者,它能够使学习者更明确意识到他需要什么。第五,随着推理者知识经验的丰富,应用个案的能力也逐步增加。第六,对经验的分析越透彻,越利于以后表征的接近和学习。CBR 的研究也为教育带来一种崭新的风格,即学生应该获得丰富的经验,并获得应用知识的机会。这样,就会使他们注意到自己需要什么,亲身体验对所学知识的应用,学会如何应用知识。

4　类比推理的应用研究

4.1　关于对儿童学习活动影响的研究

Inagaki & Hatano 等人(1991)[11]研究了生物学习中类比推理的作用。他们发现,类比推理能够帮助儿童对生物概念的接受和学习。Winston,P. H. (1980)[12]等人还研究了阅读生词和阅读课文中类比推理的影响。在阅读生词研究中发现,当儿童掌握了类比关系后,呈现一些与生词部分相似的词,儿童能够把这些词作为线索帮助阅读生词;阅读课文的研究结果亦如此。此外,有些学者(Kass,A.,Burke,R.,Blevis,E.,& Williamson,M 1993)[13]研究了类比推理在理解自然现象中的作用。结果发现,通过对已经熟悉的自然事物的提取,能够帮助儿童学习新的知识,并较快地进行类比推理。尽管这些学者研究的领域不同,但一个较为一致的结论是:提供一定正确的类比,能帮助儿童对抽象、陌生知识的学习和掌握。

4.2　关于对类比推理操作的影响研究

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Chen ,I (1996)[14]研究指出,影响儿童类比推理的因素既不是结构,也不是知识,而是源领域与目标领域的相似性。他设计了两个实验,研究不同相似性对类比推理的不同影响。结果表明,不同相似性对类比推理过程影响不同,即表面相似性和结构相似性是通过影响儿童类比的抽取过程而影响儿童类比推理的操作,而程序相似性是通过影响类比的运用过程对儿童类比推理的操作产生影响。这说明教学中正确使用类比对学生认知过程的优化具有积极作用。

4.3 关于对发展过程影响研究

自 Piaget 提出儿童类比推理的阶段发展理论以来,一些学者在不停地进行验证,与此同时有许多置疑。其中 Hosenfeld(1997)[15]等人指出,儿童类比推理的阶段不像 Piage 所描绘的那样,是呈线性发展的,而是非线性的。他用五个非线性指标来表示:双峰性、不可接近性、突升性、突变性、突降性。为证实儿童类比推理发展表现出这些特点,他对 6—8 岁儿童进行了研究。结果发现,除了不可接近性表现不明显外,其他几个指标都得到了证明。也就是说,儿童类比推理的发展过程如同心理发展一样是非线性的,呈现出多峰、突变的特点。

5 小结

迄今为止,对类比推理的研究,不仅有理论的探讨、实验室的研究,也有儿童发展方面的研究。这些研究从不同角度揭示了类比推理的机制、成因、类型、结构和发展特点等基本问题,但也存在一些不足。从理论方面讲,无论是结构映射理论、多重限制理论,还是高水平知觉理论都属于静态的,表面的分类,缺乏深层次的、多维度的研究。从实践方面看,无论对儿童类比推理发展的研究,还是对个案推理的探讨,都没有离开结构模式和知识模式,缺少综合模式。更为重要的是,类比推理的应用研究范围比较窄,社会性关系问题的类比推理研究有待开展。因此,进行类比推理研究不仅要注意理论的动态性,更要注意应用的效价,从而为建立新的类比推理模式提供参考。

6 参考文献

1 Gentner D Structure-mappimg:A theoretical framework. Cognitve Science ,1983 ;7 :155 —170

2 Keith Holyoak & Paul Thagard. The analogial mind. American Psychology ,January 1997

3 B. Markman. Structure mapping in analogy and similarity. American Psychology ,January 1997

4 Piaget ,J. ,Montangero ,J. , & Billeter ,J. Les Correlats. In J. Piaget (Ed.) ,L 'Abstraction Reflechissante. Paris : Presses Universitaires de France ,1977

5 Stenberg ,. J. & Nigro , G. Developmental patterns in the solution of verb-alanalogies. Child Development ,1980 ;51 : 27 —38

6 Gentner ,D. The mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou & Ortony (Eds.) : Similarity and analogical reasoning ,pp. 199 - 241. Cambridge :A. Cambridge University Press ,1989

7 Brown ,A. L. , Kane ,M. J. , & Long ,C. Analogical transfer in young children :Analogies as tools for communication and exposition. Applied Cognitive Psychology ,1989 ;3 :275 —293

8 Keil ,F. C. Concepts ,kinds and cognitive development. Cambridge ,MA :MIT Press ,1989

9 Kolodner ,J. L. ,Narayanan ,H. , & Hmelo ,C. Problem-based learning meets cased-reasoning. In E. Domeshek & D. Eddeelman (Eds.) . Proceedings of the 1996 international Conference of the Learning Sciences (PP. 188 - 195) . VA : American Association for Computers in Education ,1996

10 Ross. B. Distinguishing types of super-ficial similarities : Different effects on the access and use of earlier problems Journal of Experimental Psychology :Learning ,Memory ,and Cognition ,1989 ;15 :456 —468

11 Inagaki , K. & Hatano , G. Constrained person analogy in young children 's biological inference. Cognitive Development ,1991 ;6 :219 —231

12 Winston ,P. H. Learning and reasoning by analogy. Communications of the ACM ,1980 ;23 :689 —703

13 Kass ,A. ,Burke ,R. ,Blevis ,E. , & Williamson ,M . Constructing Learning Sciences ,1993 ;3 :387 —428

14 Chen ,Z. Children 's Analogical problem Solving : The Effects of Super-ficial. Structural and Procedural Similarity. Journal of Experimental Child Psychology ,1996 ;62 :410 —431

15 Hosenfeld ,B. et al. Indicators of discontinuous Change in the Development of Analogical Reasoning. Journal of Experimental Child Psychology ,1997 ;64 :367 —395

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net