

类比迁移研究综述

曲衍立 张梅玲

中国科学院心理研究所(北京 100101)

摘要 该文在介绍类比迁移的概念、阶段、影响类比迁移的因素,以及研究类比迁移的意义的基础上,主要介绍了类比迁移的三个重要理论:结构映射理论、实用图式和示例理论,并对其进行简单的评价。

关键词 类比迁移, 映射, 图式归纳, 源问题, 靶问题, 结构, 内容

分类号 B849:G44

1 前言

1.1 类比迁移的概念

当人们遇到一个新问题(靶问题)时,人们往往想起一个过去已经解决的相似的问题(源问题),并运用源问题的解决方法和程序去解决靶问题,这一问题解决策略被称之为类比迁移(analogical transfer)。在一些情况下,类比迁移发生在具有相同的结构特征的两种不同的概念领域,这种类比迁移称为不同领域间的类比迁移(between-domain analogical transfer);在另外一些情况下,类比迁移发生在相同或非常接近的概念领域,这种类比迁移称为相同领域间的类比迁移(within-domain analogical transfer)。许多研究者都认为类比迁移是解决所有新问题的一个主要方法;更有甚者,认为它是解决新问题的唯一方法。虽然这一极端观点受到人们的质疑,但是它足以说明类比迁移在问题解决中的重要地位。

1.2 类比迁移的阶段

关于类比迁移的阶段,虽然不同的学者有不同的划分,但是他们基本上在以下四个阶段达成一致:

(1)源问题和靶问题的编码(encoding)或称为表征(representation);

(2)在表征靶问题的基础上对源问题的提取(retrieval),有时也将它分为多个靶问题的激活(activation)和一个靶问题的选择(selection);

(3)源问题应用(application)到靶问题,应用包括在源问题和靶问题之间建立映射(mapping)关系以及改造源问题的解决原则以适应(adaptation)靶问题的过程;

(4)在运用源问题解决靶问题时的图式归纳(schema induction),如果在对源问题进行编

本文初稿于 1999-09-04 收到,修改稿于 1999-10-11 收到。

码时没有产生这样的图式归纳。

1.3 影响类比迁移的因素

1.3.1 问题之间的相似性

问题之间的相似性能够促进迁移。两个问题之间的相似性包括以下三个方面:抽象原则 (abstract principles), 问题内容 (problem content) 和实验环境 (experiment context) 的相似性。问题内容主要包括两个方面的内容。一是语义领域, 另一个是表面元素。抽象原则在正规问题中指公式, 如在数学和物理问题中; 在无法定义的问题中, 常常被称为图式和深层结构。实验环境包括实验过程中的背景、实验者和实验程序等。两个问题之间在抽象原则、问题内容和实验环境方面的相似性对类比迁移的影响是非常复杂的, 后面将做详细的介绍。

1.3.2 知识、动机和能力

儿童在多大年龄才能以类比的方式解决新问题一直是心理学家关注的问题。一些心理学家认为, 12岁以下的儿童缺乏类比推理的心理能力, 因而不能产生类比迁移^[1]。现在的研究表明, 12岁以下的儿童不能运用类比的方式解决新问题并不是他们缺乏类比推理的能力, 而是他们只有有限的概念知识和缺乏类比迁移的动机^[2]。对于成人的研究也表明, 能否产生类比迁移主要取决于成人在某一专业领域知识的多少和能力的高低, 而与总类比推理能力的高低无显著相关^[3]。

1.4 研究类比迁移的意义

1.4.1 理论意义

认知科学的一个主要目标就是了解人类思维的本质和结构。但是, 思维的两种主要特性对于我们的研究提出了很大的挑战。一种特性就是思维的结构敏感性, 推理、问题解决和学习依赖我们对事物之间关系进行编码和操纵的能力。另一种特性是思维的灵活性, 人们往往应用学过的知识解决类似但不是相同的新问题。思维的这两种特征在类比迁移的研究中得到很明显的体现, 对于类比迁移的研究, 可以使我們更好地认识思维的本质和结构。

1.4.2 实践意义

有关类比迁移的研究表明, 类比迁移是学习新技能、学习科学知识和数学知识、进行科学发现和探索、培养创造性的一个重要途径。这是因为人类逐渐认识到, 学习并不仅仅是简单地增加新知识, 掌握抽象规则, 成功的学习经常依靠我们从记忆中提取相关的知识和技能, 并以此为出发点去学习新的知识和技能, 即类比迁移。因此, 有关类比迁移的研究, 必将为我们学习新知识和技能, 教育的改革和发展具有重要的实践意义和指导意义。

2 类比迁移的理论

在类比迁移研究中主要有三种理论。它们分别是: 结构映射理论 (structure-mapping theory), 实用图式理论 (pragmatic schema theory) 和示例理论 (exemplar theory)。

2.1 理论观点

2.1.1 结构映射理论

该理论主要由 Gentner 等人提出^[4]。其主要观点是：类比迁移是一个结构映射过程，源问题各因素之间的关系，即结构，被提取并被用于解决靶问题。结构映射是类比迁移产生的前提。源问题和靶问题的内容，包括语义领域和问题中的事物，则是相对次要的。问题的内容在源问题的提取阶段起作用，但是在选择源问题和应用于靶问题的解决阶段，问题的结构起着主要作用。

该理论区分了问题的内容和结构。内容包括条目(entities)和属性(attributes)。条目指问题中出现的个体或事物。如堡垒问题中的“堡垒”和“将军”。属性是指条目的属性，如堡垒问题中的高高的将军中的“高高的”。问题结构是指初级关系(low-order relation)和高级关系(high-order relation)。初级关系指两个物体之间的关系所形成的完整命题。如堡垒问题中的将军从多个方向同时在城堡下集合军队。高级关系是指在初级关系基础上建立的关系。如堡垒问题中的将军从多个方向同时在城堡下集合军队引起将军的军队攻占了城堡。

源问题和靶问题之间的匹配或映射可以发生在多种水平上，如事物之间、属性之间、初级关系和复杂关系。但是，只有由复杂关系所构成的关系系统被选择和应用到靶问题的解决中去。这被称之为系统性原则。那些孤立的低级关系以及事物的属性对问题的解决无关，因此在映射过程中则被扔掉。例如，堡垒问题中的“高高的”与问题的解决毫无相关，则不会迁移到靶问题。

2.1.2 实用图式理论

该理论由 Holyoak 和他的同事们提出并发展的^[5]。其主要观点是：认为实用图式在类比迁移的选择和映射阶段起着重要的作用。实用图式是指对问题因果关系，即有助于问题目标完成的关系的抽象概括。对源问题因果关系和靶问题因果关系相似性的再认，引导着相关源问题的提取和选择，以及应用到靶问题的解决中去。

该理论区别了基于图式基础上的问题解决和基于问题基础上的问题解决。基于图式基础上的问题解决是一个抽象原则应用到一个问题的解决中去；而基于问题基础上的问题解决是一个问题应用到同一水平的另一个问题解决中去，通常是具体问题对具体问题，抽象问题对抽象问题（如光波模型和声波模型）。实用图式理论认为虽然问题解决可以通过单个类比问题的推理完成，但是一个完整图式的发展和形成却是源问题成功地类比迁移到靶问题的关键，它在源问题类比迁移到靶问题中起到一个桥梁和纽带的作用。

该理论强调了图式归纳的存在及其在问题解决中的机制和作用。实用图式理论认为图式归纳并不是自动形成的，而是通过两个或多个类比问题的映射和比较，或者通过教师的指导才能形成一个图式。一个类比问题不足以形成一个图式，因为没有机会和其它类比问题建立映射关系。图式归纳是建立在对问题解决因果分析的基础上，与问题解决因果相关

的因素则被编码成为图式，而非因果关系的因素则不能成为图式。

该理论认为提取相关的源问题可以通过表面特征的重叠，或者通过实用图式的匹配。在同一领域的类比迁移中，表面特征对提取相关的源问题起着重要的作用；而在不同领域的类比迁移中，由于源问题和靶问题很少或者几乎没有相似的表面特征，因而实用图式对提取相关的源问题中起到重要的作用。

2.1.3 示例理论

该理论主要是由 Ross 提出并发展的^[6]。其主要观点是：与抽象原则相比，先前学习过的例子，在类比迁移中起着决定性的重要作用，并引导抽象原则解决靶问题。抽象的原则只有在例子中才能被理解和运用。非常低水平的信息，即以前学过的例子，被储存并被用于解决新问题。

虽然示例理论的个别研究者认为，在类比迁移中并不存在图式归纳，但是大部分人认为，图式不可避免地要从具体事例中归纳推理出来。

该理论将问题的内容分为两个部分：具体的事物或元素和总的语义领域两个方面。语义领域在源问题的激活和提取过程中起着重要作用，而具体元素在应用阶段起着重要的影响作用。总之，问题内容在类比迁移的各个阶段起着非常重要的作用。

2.2 类比迁移理论中的焦点问题

2.2.1 图式归纳是自动的还是策略的?

自动的图式归纳认为，只要提供几个解决原则相似的问题，图式归纳就会自动产生；而策略的图式归纳则认为，只有通过两个问题的深层结构进行有目的有意识地编码，即通过对两个或更多的问题之间的相似性进行比较，或通过对一个或几个例子的图式原则进行加工和指导，或通过用一个问题解决另一个问题时的映射过程，图式归纳才能产生。

实用图式理论和示例理论都认为图式归纳不是自动的，需要通过对类比问题的比较或者映射才能产生，因而图式归纳是策略的。而结构映射理论则认为对问题结构的认知是自动的。只要提供几个相似的问题，认知系统则会自动地检测到它们的重叠程度，然后把这些重叠的特征作为独立的问题表征储藏起来。

2.2.2 图式归纳是保守性的还是消除性的?

保守性图式归纳认为，图式归纳之后的某些表面信息与抽象原则一起，分别以不同的表征形式保存在记忆中。消除性图式归纳认为，图式归纳之后，只有结构的信息保存在记忆中，而那些表面信息或具体事例则被遗忘。

结构映射理论认为这种图式归纳是消除性的，在类比迁移的过程中，那些孤立的低级关系以及事物的属性被遗忘，只有结构特征启动并决定着迁移。而实用图式理论和示例理论则认为这种图式归纳是保守性的。问题的表面特征的相似性能够促进迁移，而且由于源问题和靶问题之间缺乏相似性所造成的不同领域的解题迁移的成功率要小于同一领域解题迁移的成功率，这些都说明问题的表面特征一定保存在记忆中。

2.2.3 在回忆和应用阶段, 问题的结构和表面信息那一个更重要?

问题的结构信息和表面信息哪一个更重要, 也一直是各个类比迁移理论争论的焦点问题。结构映射理论和实用图式理论都认为, 问题的抽象信息和表面信息在回忆阶段是同等重要的, 而在应用阶段, 问题的结构和实用图式则更加重要; 示例理论则认为在记忆阶段, 表面信息更加重要, 而在应用阶段大部分情况下都是表面信息更加重要。

3 对类比迁移理论的评论

Gentner 的结构映射理论很好地解释了在结构相似的基础上对相似的源问题的选择并应用于解决靶问题能够促进迁移的现象。但是它同时也是受到批评最多的一个类比迁移理论。结构映射理论存在一个逻辑问题。如果迁移是通过源问题和靶问题在结构方面建立映射和匹配的基础上, 我们则必须知道靶问题在结构方面的部分信息, 否则无法建立结构映射。这对于同一领域的类比迁移来说是有可能的, 可是对于不同领域的类比迁移来说, 由于在表面内容方面存在很大差异, 问题解决者很难了解靶问题的结构, 那么结构映射就无从谈起。因此, 这一理论不能解释不同领域间的类比迁移。结构映射理论的第二个缺陷在于虽然承认图式归纳的存在, 但是这一理论却不能解释图式归纳的机制。结构映射理论的第三个缺陷在于, 这一理论认为只要在源问题和靶问题的结构之间建立映射关系就会成功地产生类比迁移。但是, 在源问题和靶问题并不是同型的问题的情况下, 源问题的解决模型则要做出相应的调整以便适应靶问题的独特特征。因此, 在某些情况下, 在映射和迁移之间还存在一个适应过程^[3]。所以, 迁移不是结构匹配的自然结果。

Holyoak 和他的同事们的贡献在于, 实用图式理论证明了图式归纳的存在, 并且很好地解释了图式归纳的机制。可是这一理论和结构映射理论存在一样的逻辑错误。如果源问题和靶问题要在因果关系上建立匹配才能产生迁移, 那么问题解决者至少得知道靶问题因果关系的部分信息。如果问题解决者既然已经知道靶问题的部分因果信息, 那么他至少能部分地解决靶问题, 因而对源问题的需要会减少。因此, 这种情况下不能说是类比迁移。

Ross 的示例理论对类比迁移的大多数方面都有研究。这一理论认为利用以前学过的例子解决新问题时, 我们可以学到更抽象的原则; 并指出推理是保守性的, 因此很好地解释了问题内容在迁移的各个阶段, 包括回忆、选择和应用阶段, 所起到的重要作用。

对于类比迁移中的焦点问题一, 大量的实验研究表明, 除以下两种情况之外: (1) 只有被试在某个题目方面有足够的知识, 被试才可能从单个例子推理出一个图式原则; (2) 如果提供四个或更多的例子, 被试才可能自动地进行图式归纳, 在其它情况下, 图式归纳都是策略的。

对于类比迁移中的焦点问题二, 大量实验研究表明, 除了被试认为表面信息与问题的解决原则毫不相关之外, 问题的表面细节被保存在记忆中。

对于类比迁移中的焦点问题三, 大部分实验研究表明, 应该把回忆阶段分成注意 (通达和激活) 阶段和选择阶段, 注意阶段主要受表面信息或问题内容影响, 而选择阶段主要

受图式的或结构的信息影响。结构的或图式的信息对应用阶段的影响得到人们的一致同意，而受人们怀疑的问题内容影响应用问题也得到大量的肯定。

所有的类比迁移理论都没有得到实验研究完全支持。这表明每种理论都有其优缺点。由于示例理论很好地解释了许多问题，因此它应该成为完整的类比迁移理论的核心。但是它必须得到其他两种理论的支持和补充。例如，实用图式理论很好地解释了图式归纳的机制，而这正是示例理论所缺乏的；结构映射理论指出在结构相似性的基础上解决同领域的新问题，有助于新知识的学习。因此，这三种理论结合起来，才能构成一个相对完整的、合理的类比迁移理论。

参考文献

- [1] Inhelder B., Piaget J. The growth of logical thinking from childhood to adolescence, 1958.
- [2] Alexander P A., White C.S., Daugherty, M. Analogical reasoning and early mathematics learning. Mathematical reasoning: analogy, metaphor, metonymy, and images, 1995: 117- 147.
- [3] Novick L R, Holyoak K J. Mathematical problem solving by analogy. Journal of Experimental Psychology: learning, Memory, and Cognition, 1991, 17: 398- 415.
- [4] Gentner D. Structure- mapping: A theoretical framework for analogy. Cognitive Science, 1983, 7: 155- 170.
- [5] Holyoak K J. The pragmatics of analogical transfer. In: G. H. Bower ed. The psychology of learning and motivation(Vol. 19) .San Diego, CA: Academic Press ,1985.
- [6] Ross B H. Distinguishing types of superficial similarities: Journal of Experimental Psychology: learning, Memory, and Cognition, 1989, 15: 456- 468.