

因果模型在类比推理中的作用*

王婷婷 莫 雷

(华南师范大学心理应用研究中心, 广州 510631)

摘 要 通过操纵因果模型的特征维度及推理方向, 探讨因果模型在类比推理中的作用。实验一探讨了当结果特征未知时进行类比推理的情况, 发现在一果多因时, 被试采用因果模型进行类比推理, 而在一因多果时, 被试同时采用因果模型和计算模型进行类比推理。实验二探讨当原因特征未知时进行类比推理的情况, 发现在一果多因和一因多果时, 被试均采用因果模型进行类比推理。结果表明: (1)当结果特征未知时, 人们会建构因果模型进行类比推理。且当因果模型和计算模型处于冲突情境时, 人们会采用因果模型进行类比推理; 但当因果模型和计算模型处于非冲突情境时, 人们会同时采用因果模型和计算模型。(2)当原因特征未知时, 即按照因果模型推理的难度增加时, 人们仍会建构因果模型进行类比推理。

关键词 类比推理; 因果模型; 计算模型

分类号 B842

1 前言

类比推理是指根据两个对象在某些属性上相同或相似, 而且一个对象具有某一特定属性, 从而做出另一个对象也具有该特定属性的推理。例如, 已知动物 A 具有特征 X、W、Z。现有一只刚被科学家发现的新动物 B, 其具有特征 X、W。问: 动物 B 具有特征 Z 的概率有多大? 如下例:

动物 A 有特征 X、W、Z;

动物 B 有特征 X、W;

所以, 动物 B 也具有特征 Z。

这里, 动物 A 为源类比物, 动物 B 为目标类比物。将动物 A 的特点映射到动物 B, 并做出“动物 B 也具有特征 Z”的推断过程, 就是类比推理。在做出这种推理结果时的信心和把握程度称为归纳力度 (Holland, Holyoak, Nisbett, & Thagard, 1986)。类比推理既是人们日常生活中一项基本的认知任务, 也是构成其他更复杂认知任务的主要成分。因此, 其认知加工过程一直备受心理学家的关注。

以往关于类比推理的理论主要是计算模型。计

算模型认为, 类比推理的归纳力度直接基于两类比物间的相似性, 类比过程中仅仅涉及了特征结构的匹配, 而并未涉及到语义层面的理解 (Gentner, 1983)。类比推理的计算模型主要包括相似性理论、结构映射理论、ACME (Analogical Constraint Mapping Engine) 模型、以及 LISA (Learning and Inference with Schemas and Analogies) 模型等。其中, 相似性理论认为, 源类比物和目标类比物越相似, 类比推理的归纳力度越强 (Tversky, 1977)。结构映射理论强调, 类比物间高水平关系的匹配数量越多, 类比推理的归纳力度越强 (Gentner, 1983)。大量研究支持了计算模型的假设。如: Lassaline (1996) 的研究表明, 相似性和归纳力度均随相同特征数量的增加而增加; 莫雷、刘丽虹 (1999) 发现, 样例与新问题的表面内容越相似, 越有利于对新问题的解决; Catrambone (2002) 的研究发现, 表面特征匹配和结构特征匹配共同决定了类比通达的程度。来自文本阅读的研究也表明, 相似性和结构特征匹配会影响阅读理解的成绩 (佟秀丽, 莫雷, ZheChen, 2005; 佟秀丽, 莫雷, ZheChen, 吴俊, 2007; Day & Gentner, 2007)。尽管计算模型在类比推理中起着相当大的作

收稿日期: 2009-10-14

* 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目 (05JZD00034) 的资助。

通讯作者: 莫雷, E-mail: molei@scnu.edu.cn

用,但却不能解释类比推理中的所有现象。如 Lassaline (1996) 的研究发现:类比物间相同关系数量的增加并不必然导致归纳力度的增加,即相似性不是影响归纳力度的唯一因素。

随着研究的深入,许多研究者开始关注因果关系在类比推理中的独特地位。Gentner (1983) 在结构映射理论中强调,因果关系是高水平关系的典型代表。Holyoak (1985) 指出,源类比物与目标类比物间的因果关系在类比推理中起着重要作用。Lassaline (1996) 的研究进一步揭示了类比物间具有因果关系时比具有其它关系(如顺序关系等)时,类比推理的归纳力度更强。另外,来自归纳推理的相关研究也表明,在因果关系与相似性发生冲突时,人们会按照因果关系进行推理(Rehder & Burnett, 2005; Rehder, 2006; Rehder & Kim, 2006; Sloman, 1997; Waldman, 2006)。更重要的是, Lassaline 发现,人们会将源类比物中的因果关系迁移到目标类比物,从而运用因果关系对目标类比物的未知特征进行推断。如下例,当源类比物 A 具有因果关系(X 导致 Z),而目标类比物 B 中没有因果关系,但具有原因特征(X)时,人们会将源类比物中的因果关系迁移到目标类比物中,从而推断出目标类比物中也具有结果特征(Z)。

动物 A 具有特征 X, W, Z;

对于动物 A, 特征 X 导致了特征 Z 的生成。

动物 B 具有特征 X, W, Y。

所以, 动物 B 也具有特征 Z。

基于上述研究,许多研究者提出用因果模型来解释类比推理的加工过程(Griffiths & Tenenbaum, 2005, 2007; Waldmann & Holyoak, 1992)。因果模型认为,当类比物中存在可利用的因果关系时,人们会建构因果模型来进行类比推理。类比推理时,不仅涉及了特征结构的匹配,还涉及了语义内容的深层加工 (Buehner & Cheng, 2005)。而并非如计算模型所阐述的“类比过程中仅仅涉及了特征结构的匹配,而并未涉及到语义层面的理解”(Gentner, 1983)。Lee 和 Holyoak (2007) 将因果模型的原因分为两种:生成性原因(Generative Cause)和阻止性原因(Preventive Cause)。生成性原因指,能够增加特定结果出现可能性的原因;阻止性原因指,能够减少特定结果出现可能性的原因。类比推理的归纳力度随类比物间相同生成性原因数量的增加而增加,随类比物间相同阻止性原因数量的增加而减少。

图 1 可以较清晰地体现出计算模型和因果模型

在类比推理中的争议点之所在(Lee & Holyoak, 2008)。图中,源类比物具有四个特征: G_1 , G_2 , P 和 E。其中, G_1 , G_2 , P 为原因特征, E 为结果特征。 G_1 , G_2 表示生成性原因,可以增加 E 生成的可能性; P 表示阻止性原因,可以减少 E 生成的可能性。目标类比物 1 具有三个特征(G_1 , G_2 , P), 目标类比物 2 具有两个特征(G_1 , G_2)。基于相同的源类比物,目标类比物 1 与目标类比物 2 中,哪个更有可能推理出结果特征 E 的存在呢? 如果根据计算模型,那么,目标类比物 1 更有可能推理出结果特征 E。因为相对于目标类比物 2, 其与源类比物具有更多的相似性(相同特征和相同关系均为三个)。而如果根据因果模型,那么,目标类比物 2 更有可能推理出结果特征 E。因为相对于目标类比物 1, 其没有了阻止性原因特征 P 的阻碍作用,因而体现出更强的归纳力度。基于此, Lee 和 Holyoak (2008) 运用了 Lassaline (1996) 的范式,探讨了人们在类比推理中运用因果模型的可能性。结果表明,在生成性原因特征数量不变的情况下,去除阻止性原因,会增加类比推理的归纳力度。即人们是通过建构因果模型来进行类比推理的。这一研究与计算模型的假设相悖,却有力的支持了因果模型的假设。

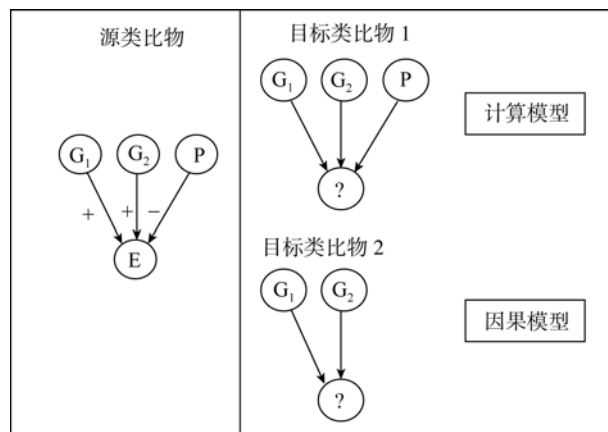


图 1 计算模型与因果模型的争议

尽管 Lee 和 Holyoak (2008) 对因果模型在类比推理中的重要作用做出了验证,但在其研究材料中,类比物间的特征结构均是一果多因的因果模型。而因果模型在特征维度上,可以分为一果多因、一因多果、多因多果等;在推理方向上,可以分为由因推果和由果推因(Waldmann & Holyoak, 1992; Waldmann, 2000; 胡清芬, 林崇德, 2002; 李红, 郑持军, 高雪梅, 2004) (如图 2)。研究表明,按照因果模型的假设,一果多因的因果模型与一因多果的因

果模型在推理机制上存在诸多相异之处。一果多因时,针对结果特征,影响其产生的原因有多个。当推测结果出现的可能性时,人们会考虑所有已知原因对结果的综合作用。此时,每个原因的性质和数量均可能影响推理力度,即原因之间有竞争。而一因多果时,针对某一结果特征,影响其产生的原因有且只有一个。当推测某一结果出现的可能性时,人们只需考虑唯一的原因对该结果的作用即可。其他结果的性质和数量均不会影响推理力度,即结果之间无竞争(Waldmann & Holyoak, 1992; Waldmann, 2000)。既然一果多因时的因果模型与一因多果时在推理机制上具有上述差异,那么,当特征结构为一因多果时人们还会建构因果模型进行类比推理吗? Lee 和 Holyoak 的研究结果是反映了人们在类

比推理中的真实情况,还是仅仅由其选取模型的特殊性所导致?有必要对此进行更为深入的探讨。另外,已有研究多聚焦于结果特征未知时类比推理的情况,而较少关注原因特征未知时类比推理的情况。当原因特征未知时,被试若按照因果模型进行类比推理,则需要建构由果到因的因果模型。而研究表明,由于因果表征顺序的制约性,以及对思维可逆性的高要求,由果到因的逆向推理过程的难度要高于由因到果的顺向推理过程。那么,当原因特征未知,即按照因果模型推理增大了推理难度时,人们还能建构因果模型进行类比推理吗?还是会根据认知经济原则,采用计算模型进行推理呢?为了回答以上问题,本文通过操纵推理方向和特征维度设计了如下两个实验。

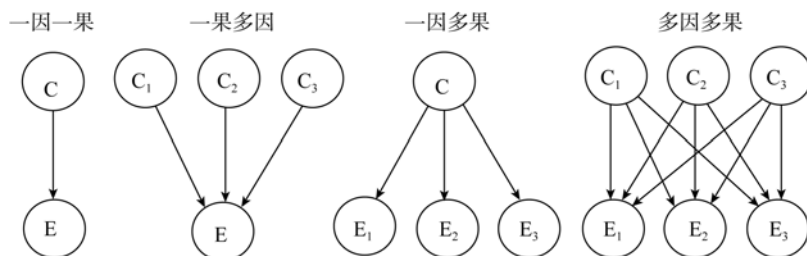


图2 因果模型的类型

实验一探讨当原因特征已知,而结果特征未知时,人们是否会建构因果模型进行类比推理。包括两个分实验,分别探讨在一果多因和一因多果的情境下,被试进行类比推理的情况。实验二探讨当结果特征已知,而原因特征未知时,人们是否会建构因果模型进行类比推理。同样包括两个分实验,分别探讨在一果多因和一因多果的情境下,被试进行类比推理的情况。

2 实验1 原因特征已知而结果特征未知时的类比推理

实验一采用 Lassaline (1996) 的研究范式,其目的是探讨当原因特征已知,而结果特征未知时,在类比物特征间的结构为一果多因、一因多果的条件下,人们是否会建构因果模型进行类比推理。

2.1 实验 1a

重复 Lee 等人的实验,其目的是验证当原因特征已知,而结果特征未知时,在类比物的特征结构为一果多因的条件下,被试是否会建构因果模型进行类比推理。

2.1.1 被试 选取本科生 50 名,男女各半。

2.1.2 设计 单因素两水平被试内设计。自变量为目标类比物的已知特征类型,包括两个水平: G_1G_2P , G_1G_2 。其中, G 代表生成性原因特征, P 代表阻止性原因特征。 G_1G_2P 表示,有两个生成性原因特征和一个阻止性原因特征; G_1G_2 表示,只有两个生成性原因特征(如图 3)。

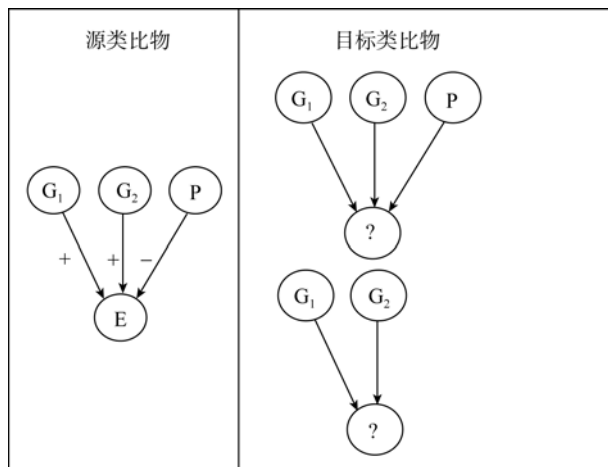


图3 实验 1a

如果被试根据计算模型进行类比推理,那么,

G_1G_2P 条件下更有可能推理出结果特征 E。因为相对于 G_1G_2 条件, 其与源类比物具有更多的相似性(相同特征为三个)。而如果被试根据因果模型进行类比推理, 那么, G_1G_2 条件更有可能推理出结果特征 E。因为相对于 G_1G_2P 条件, 其没有了阻止性原因特征 P 的阻碍作用, 因而体现出更强的归纳力度。

2.1.3 材料 编制两篇描述虚构动物特征的段落材料, 每篇段落材料分为特征类型 G_1G_2P 和特征类型 G_1G_2 两个版本。两篇段落材料随机分为 A、B 两组, 每组一篇包含两个版本。用 A 组材料的 G_1G_2P 版本和 B 组材料的 G_1G_2 版本组成第一套阅读材料(A1B2), 用 A 组材料的 G_1G_2 版本和 B 组材料的 G_1G_2P 版本组成第二套阅读材料(A2B1)。即每一套阅读材料包含两个项目, 对应两种特征类型。每套材料中项目的呈现顺序在被试中加以平衡。具体材料以 G_1G_2P 类型为例:

动物 A 具有薄片状的皮肤、肌肉发达的前臂、脆弱的免疫系统, 及粗大的毛孔。其中,

薄片状的皮肤会促进粗大毛孔的生成;

肌肉发达的前臂会促进粗大毛孔的生成;

而脆弱的免疫系统会阻碍粗大毛孔的生成。

动物 B 具有薄片状的皮肤, 肌肉发达的前臂, 脆弱的免疫系统。

所以, 动物 B 也具有粗大的毛孔。

2.1.4 程序 每个被试领一套材料, 50 人中, 25 人阅读第一套材料(A1B2), 另 25 人阅读第二套材料(A2B1)。这样, 所有的被试都阅读了两篇材料, G_1G_2P 和 G_1G_2 两种条件各半。指导语中要求被试对结论句, 如“动物 B 也具有粗大的毛孔”成立的可能性进行评定(归纳力度评定)。评定分数的范围为 0~100, 分数越高, 表示被试对结论句成立的可能性的把握越大。每个被试独立完成实验, 无时间限制。

2.1.5 结果与分析 统计被试在各种已知特征类型条件下的归纳力度评定分数(评定分数的范围为 0 至 100), 利用 SPSS 12.0 进行数据处理。各特征类型的归纳力度评定分数的平均数、标准差见表 1。

表 1 实验 1 a 两种条件下归纳力度评定分数的比较
($N=50$)

已知特征类型	归纳力度评定分数($M \pm SD$)	t 检验
G_1G_2P	75.46 $\pm$ 8.94	$t = -6.20^{***}$
G_1G_2	87.16 $\pm$ 12.75	

如表 1, 相关样本 t 检验表明, G_1G_2 条件下归纳力度的评定分数显著地高于 G_1G_2P 条件下($p < 0.001$)。

根据本实验的研究逻辑, 如果被试认为 G_1G_2 条件下的归纳力度更大, 则表明因果关系对类比推理的影响力度更大, 人们进行类比推理时会更基于因果模型。实验 1 a 结果表明, 当原因特征已知, 而结果特征未知时, 在一果多因的情境中, 人们更倾向于根据因果模型进行类比推理。这一结果与 Lee 和 Holyoak (2008) 的研究结果一致。

那么, 一因多果时的情况又如何呢? 如前文所述, 特征结构为一因多果时, 对于每个结果特征而言, 影响其存在的原因只有一个。此时, 若根据因果模型的假设, 则无论已知特征数量的多寡, 未知结果的存在只与原因特征对该结果特征的作用有关; 若根据计算模型的假设, 则无论原因特征对结果特征的作用如何, 未知结果的存在只与已知特征的数量有关。那么, 在这种情境下, 人们仍然会选择因果模型进行类比推理吗? 实验 1b 对此进行探讨。

2.2 实验 1b

其目的是探讨当原因特征已知, 而结果特征未知时, 在类比物的特征结构为一因多果的条件下, 被试是否会建构因果模型进行类比推理。

2.2.1 被试 选择本科生 56 名, 男女各半。

2.2.2 设计 两因素被试内设计, 目标类比物的未知特征类型(正性结果特征未知/负性结果特征未知) $\times$ 目标类比物的已知特征数量(4 个/3 个)。正性结果特征指, 原因特征对其有促进作用的结果特征(如图 4 中的 E_1 和 E_2); 负性结果特征指, 原因特征对其有阻碍作用的结果特征(如图 4 中的 E_3 和 E_4)。如图 4 所示, 目标类比物的未知特征类型分为两种: 负性结果未知(E_4 未知), 或正性结果未知(E_2 未知)。目标类比物的已知特征数量也分为两种: 4 个或 3 个。由处理的组合水平得到如下四种特征类型: $CE_1E_2E_3$, $CE_1E_3E_4$, CE_1E_2 , CE_1E_3 。

如果被试认为无论未知结果特征的性质如何, 已知特征数量为 4 个时均比已知特征数量为 3 个时结果特征存在的可能性更大, 则表明人们进行类比推理时会更基于计算模型。而如果被试认为无论已知特征数量的多寡, 正性结果 E_2 存在的可能性均比负性结果 E_4 存在的可能性更大, 则表明人们进行类比推理时会更基于因果模型。因为这表明被试认识到了原因特征与不同类型结果特征之间的因果关系: 原因特征 C 促进正性结果特征 E_2 的生成

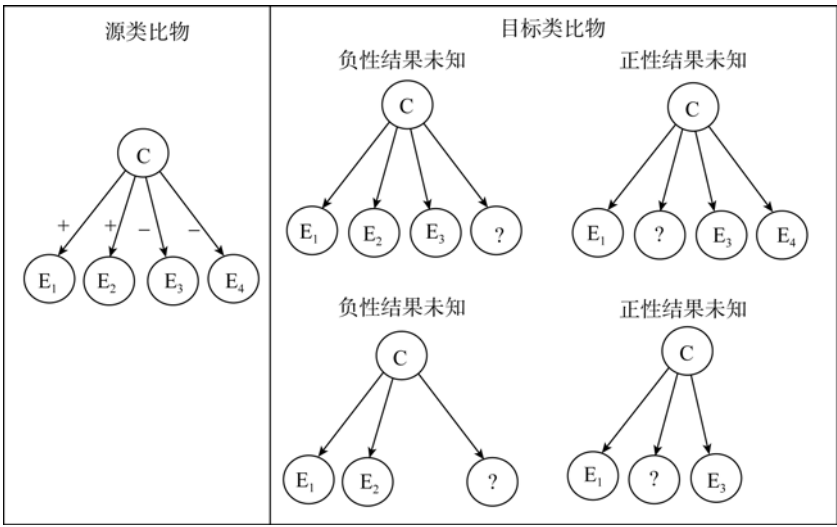


图 4 实验 1b

(归纳力度大), 却阻碍负性结果特征 E_4 的生成(归纳力度小)。

2.2.3 材料 编制四篇描述虚构动物特征的段落材料, 每篇段落材料分为特征类型 $CE_1E_2E_3$, $CE_1E_3E_4$, CE_1E_2 , CE_1E_3 这四个版本。四篇段落材料随机分为 A、B、C、D 四组, 每组一篇包含四个版本。用 A 组材料的 $CE_1E_2E_3$ 版本、B 组材料的 $CE_1E_3E_4$ 、C 组材料的 CE_1E_2 、D 组材料的 CE_1E_3 版本组成第一套阅读材料(A1B2C3D4), 用 A 组材料的 $CE_1E_3E_4$ 版本、B 组材料的 CE_1E_2 、C 组材料的 CE_1E_3 、D 组材料的 $CE_1E_2E_3$ 版本组成第二套阅读材料(A2B3C4D1), 用 A 组材料的 CE_1E_2 版本、B 组材料的 CE_1E_3 、C 组材料的 $CE_1E_2E_3$ 、D 组材料的 $CE_1E_3E_4$ 版本组成第三套阅读材料(A3B4C1D2), 用 A 组材料的 CE_1E_3 版本、B 组材料的 $CE_1E_2E_3$ 、C 组材料的 $CE_1E_3E_4$ 、D 组材料的 CE_1E_2 版本组成第四套阅读材料(A4B1C2D3)。即每一套阅读材料包含四个项目, 对应着四种特征类型。每套材料中项目的呈现顺序在被试中加以平衡。具体材料以 $CE_1E_2E_3$ 类型为例:

动物 A 具有如下特征: 浓重的体味、颈粗、犬齿外突、弓形腿、新陈代谢好。其中,

浓重的体味会促进颈粗、犬齿外突的形成;

浓重的体味会阻碍弓形腿的形成, 阻碍新陈代谢过程。

动物 B 具有特征: 浓重的体味、颈粗、犬齿外突、弓形腿。

所以, 动物 B 也具有良好的新陈代谢。

2.2.4 程序 每个被试领一套材料, 56 人中, 14 人

阅读第一套材料, 14 人阅读第二套材料, 14 人阅读第三套材料, 14 人阅读第四套材料)。这样, 所有的被试都阅读了四篇材料, 每种条件各一篇。其余同实验 1a。

2.2.5 结果与分析 统计被试在各特征类型条件下的归纳力度评定分数(评定分数的范围为 0 至 100), 利用 SPSS 12.0 进行数据处理。各特征类型的归纳力度评定分数的平均数、标准差见表 2。

表 2 实验 1b 归纳力度评定分数($N = 56$)

已知特征数量/ 未知特征类型	正性结果特征未知	负性结果特征未知
已知特征为 4 个	75.65 ± 13.13	56.47 ± 19.13
已知特征为 3 个	59.84 ± 13.90	38.12 ± 17.98

重复测量方差分析结果表明, 推理的特征类型的主效应显著, $F(1,55)=84.62, p<0.001$, 表现为: 人们认为正性结果特征存在的可能性显著高于负性结果特征。已知特征数量的主效应显著, $F(1,55)=124.67, p<0.001$, 表现为: 人们认为目标类比物与源类比物的匹配特征为 4 个时结果特征存在的可能性大于目标类比物与源类比物的匹配特征为 3 个时。未知结果特征类型和已知特征数量的交互作用不显著, $F(1,55)=2.832, p>0.05$ 。

根据本实验的研究逻辑, 被试认为正性结果未知时比负性结果未知时归纳力度更强, $F(1,55)=84.62, p<0.001$, 表明被试在类比推理时会考虑到因果关系, 即运用了因果模型。另外, 被试认为已知特征为 4 个时比已知特征为 3 个时归纳力度更强, $F(1,55)=124.67, p<0.001$, 表明被试进行类比推理

时也会考虑到相似性,即运用了计算模型。由实验结果可知,未知结果特征类型和已知特征数量的主效应均显著,这表明,当结果特征未知,在一因多果的情境下,被试进行类比推理时会同时采用因果模型和计算模型。

2.3 讨论

实验一通过两个实验,分别探讨了当结果特征未知时,在一果多因和一因多果的情境下,人们是否会建构由因及果的因果模型进行类比推理。结果表明,当类比物的特征结构为一果多因时,被试主要运用因果模型进行类比推理;而当类比物的特征结构为一因多果时,被试会同时运用因果模型和计算模型。

深入分析两种因果模型,我们发现,一果多因时,针对结果特征,影响其产生的原因有多个,当结果特征未知时,每个原因的性质及原因的总数量均可能对推理力度起作用。因此,当去除了阻止性原因特征时,一方面减少了目标类比物与源类比物的相似性,另一方面却增强了目标类比物特征间的因果联结。因此,人们若根据因果模型进行推理,会认为归纳力度提高了;若根据计算模型进行推理,则会认为归纳力度降低了。在这种情境下,迫使人们要么选择因果模型,要么选择计算模型,从而使因果模型与计算模型处于“二选一”的冲突情境中。结果表明:在这种冲突情境下,被试更倾向于根据深层语义层面上的因果关系,而不是表面相似性进行推理。

而一因多果时,针对某一结果特征,影响其产生的原因有且只有一个。此时,若根据因果模型的假设,无论已知特征数量的多寡,未知结果的存在只与未知结果特征的性质有关;若根据计算模型的假设,则无论未知结果特征的性质如何,未知结果的存在只与已知特征的数量有关;若被试同时采用因果模型和计算模型,则未知结果的存在既与未知结果特征的性质有关,也与已知特征的数量有关。在这种情境中,被试有机会同时采用两种模型,而并非必须在因果模型与计算模型两者间进行迫选。因此,因果模型与计算模型处于一种非冲突情境中。结果表明,在这种非冲突情境中,为使推理结果更为全面、可靠,被试会同时依据因果模型和计算模型进行类比推理。

实验一的研究结果表明:当结果特征未知,因果模型和计算模型处于冲突情境(一果多因)时,人们主要采用因果模型进行类比推理;但当因果模型

和计算模型处于非冲突情境(一因多果)时,人们既会采用因果模型,也会采用计算模型。

实验一探讨了结果特征未知时类比推理的情况,那么,原因特征未知时类比推理的情况又如何呢?原因特征未知时,被试若按照因果模型进行推理,则需要建构由果到因的因果模型。而研究表明,由果推因时,由于改变了因果表征顺序,需要思维的高度可逆性,会使得推理的难度增加。那么,当按照因果模型推理难度增加时,人们还会根据因果模型进行类比推理吗?实验二通过设置因果模型与计算模型的冲突情境,进一步探讨当原因特征未知时,在一果多因、一因多果的条件下进行类比推理的情况。

3 实验2 结果特征已知而原因特征未知时的类比推理

实验二在 Lassaline (1996) 的研究范式上稍做改进,其目的是探讨当结果特征已知,而原因特征未知时,在类比物特征间的结构为一果多因、一因多果的条件下,人们是否会采用因果模型进行类比推理。

3.1 实验 2a

其目的是探讨当结果特征已知,而原因特征未知时,在类比物的特征结构为一果多因的条件下,被试是否会建构因果模型进行类比推理。

3.1.1 被试 选取本科生 62 名,男女各半。

3.1.2 设计 单因素两水平被试内设计。自变量为目物类比物的已知特征类型,包括两个水平:EG₁P,EP(如图 5)。其中,EG₁P 表示,该目标类比物有一个结果特征 E、一个生成性原因特征 G₁,和一个阻止性原因特征 P;EP 表示,该目标类比物有一个结果特征 E,和一个阻止性原因特征 P。

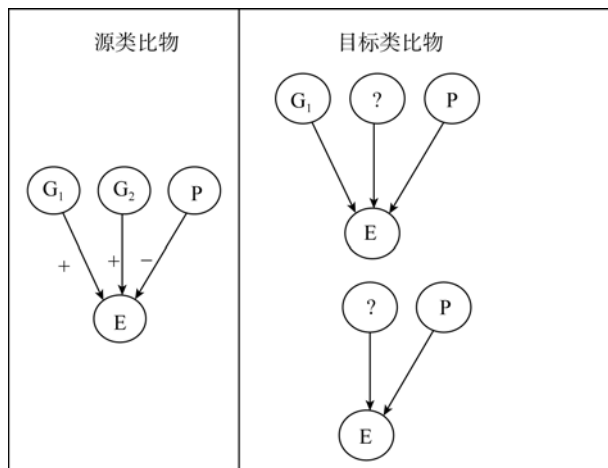


图5 实验 2a

如果被试根据计算模型进行类比推理,那么,EG₁P条件下更有可能推理出原因特征G₂。因为相对于EP条件,其与源类比物具有更多的相似性(相同特征为三个)。而如果被试根据因果模型进行类比推理,那么,EP条件更有可能推理出原因特征G₂。因为EP条件中,只有阻止性原因P的阻碍作用,而要保证结果特征E的存在,就必须有生成性原因的促进作用,因此,这种情况比在EG₁P条件下,更有可能推理出原因特征G₂。

3.1.3 材料 编制方法同实验1a。具体材料以EG₁P类型的材料为例:

动物A具有薄片状的皮肤、肌肉发达的前臂、脆弱的免疫系统,及粗大的毛孔。其中,

薄片状的皮肤会促进粗大毛孔的生成;

肌肉发达的前臂会促进粗大毛孔的生成;

而脆弱的免疫系统会阻碍粗大毛孔的生成。

动物B具有粗大的毛孔,薄片状的皮肤、脆弱的免疫系统。

所以,动物B也具有肌肉发达的前臂。

3.1.4 程序 每个被试领一套材料,62人中,31人阅读第一套材料,另31人阅读第二套材料。这样,所有的被试都阅读了两篇材料,EG₁P和EP两种条件各半。其余同实验1a。

3.1.5 结果与分析 统计被试在各特征类型条件下的归纳力度评定分数(评定分数的范围为0至100),利用SPSS 12.0进行数据处理。各特征类型的归纳力度评定分数的平均数、标准差见表3。

表3 实验2a两种条件下归纳力度评定分数的比较
(N=62)

已知特征类型	归纳力度评定分数(M±SD)	t 检验
EG ₁ P	70.77 ± 13.11	t = -2.04*
EP	76.68 ± 18.84	

如表3,相关样本t检验表明,EP条件下的评定分数显著高于EG₁P条件下(p<0.05)。根据本实验的研究逻辑,如果被试认为EP条件下的结论句成立的可能性更大,则表明因果关系对其类比推理发生的影响力度更大,人们进行类比推理时会更基于因果模型。实验2a结果表明,当原因特征未知,在一果多因的情境下,被试会建构因果模型进行类比推理。

那么,当类比物的特征结构为一因多果时,被试还会建构因果模型进行类比推理吗?实验2b对此进行探讨。

此进行探讨。

3.2 实验2b

其目的是探讨当结果特征已知,而原因特征未知时,在类比物的特征结构为一因多果的条件下,被试是否会建构因果模型进行类比推理。

3.2.1 被试 选取本科生62名,男女各半。

3.2.2 设计 单因素两水平被试内设计。自变量为目物类比物的已知特征类型,包括两个水平: E₁E₂E₃, E₁E₂(如图6)。其中, E₁E₂E₃表示,该目标类比物具有两个正性结果特征,和一个负性结果特征; E₁E₂表示,该目标类比物只具有两个正性结果特征。

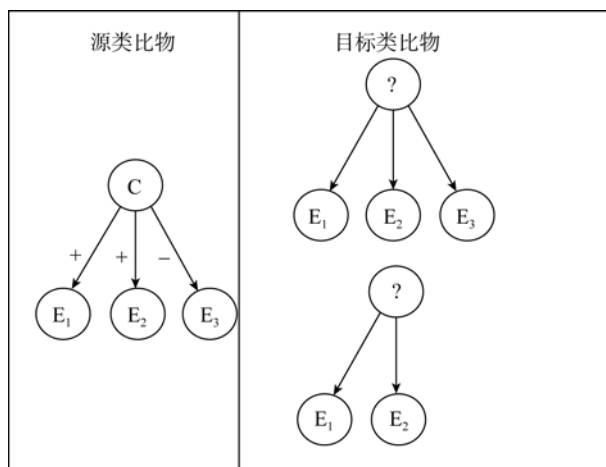


图6 实验2b

如果被试根据计算模型进行类比推理,那么, E₁E₂E₃条件下更有可能推理出原因特征C。因为相对于 E₁E₂条件,其与源类比物具有更多的相似性(相同特征为三个)。而如果被试根据因果模型进行类比推理,那么, E₁E₂条件更有可能推理出原因特征C。因为 E₁E₂条件中,要保证正性结果特征 E₁和 E₂的存在,就需要对其具有促进性作用的原因特征C。而 E₁E₂E₃条件中,一方面,要保证正性结果特征 E₁和 E₂的存在,就需要对其具有促进性作用的原因特征C;另一方面,要保证负性结果特征 E₃的存在,就不需要对其具有阻碍性作用的原因特征C,这就使得 E₁E₂E₃条件中比 E₁E₂条件中,原因特征C存在的可能性更小。

3.2.3 材料 编制方法同实验1a。具体材料以 E₁E₂E₃类型的材料为例:

动物A具有如下特征:浓重的体味、敏锐的味蕾、犬齿外突、弓形腿。其中,

浓重的体味会促进敏锐的味蕾、犬齿外突的

形成;

浓重的体味会阻碍弓形腿的形成。

动物 B 具有特征: 敏锐的味蕾、犬齿外突、弓形腿。

所以, 动物 B 也具有浓重的体味。

3.2.4 程序 每个被试领一套材料, 50 人中, 25 人阅读第一套材料, 另 25 人阅读第二套材料。这样, 所有的被试都阅读了两篇材料, $E_1E_2E_3$ 和 E_1E_2 两种条件各半。其余同实验 1a。

3.2.5 结果与分析 统计被试在各特征类型条件下的归纳力度评定分数(评定分数的范围为 0 至 100), 利用 SPSS 12.0 进行数据处理。各特征类型的归纳力度评定分数的平均数、标准差见表 4。

表 4 实验 2b 两种条件下归纳力度评定分数的比较

(N=50)		
已知特征类型	归纳力度评定分数($M \pm SD$)	t 检验
$E_1E_2E_3$	67.98 $\pm$ 12.94	$t = -6.58^{***}$
E_1E_2	86.78 $\pm$ 14.73	

如表 4, 相关样本 t 检验表明, E_1E_2 条件下的评定分数显著高于 $E_1E_2E_3$ 条件下($p < 0.001$)。根据本实验的研究逻辑, 如果被试认为 E_1E_2 条件下的结论句成立的可能性更大, 则表明因果关系对其归纳推理发生的影响力度更大, 人们进行类比推理时会更基于因果模型。即: 当原因特征未知, 在一因多果的情境下, 被试会建构因果模型进行类比推理。

3.3 讨论

实验二通过两个实验, 分别探讨了当结果特征已知, 而原因特征未知时, 在一果多因、一因多果的情境中, 人们能否会建构因果模型进行类比推理。结果表明, 在这两种情境下, 被试均能建构因果模型进行类比推理。

值得注意的是, 实验二的两个实验中, 均将因果模型与计算模型设置在了“二选一”的冲突情境中。尽管实验二中被试进行的是由果推因的推理, 但结果与实验一相似, 当因果模型和计算模型处于冲突情境时, 人们会选择因果模型进行类比推理。这一结果表明, 即使改变了因果表征的顺序, 按照因果模型进行推理的难度增加, 但只要人们意识到了类比物特征间的因果关系, 就会依据深层的因果语义层面的知识来推理, 而不会趋易避难, 仅仅依据类比物间的相似性进行判断。

4 讨论

本研究探讨了因果模型在类比推理中的作用。实验一结果表明, 当结果特征未知, 因果模型和计算模型处于冲突情境(一果多因)时, 人们主要采用因果模型进行类比推理; 但当因果模型和计算模型处于非冲突情境(一因多果)时, 人们既会采用因果模型, 也会运用计算模型。实验二结果表明, 当原因特征未知时, 在一果多因和一因多果的情境中, 人们都会建构因果模型进行类比推理。

本文通过操纵类比物特征间因果结构的特征维度和推理方向, 试图解决两个问题: 第一是当类比物的特征结构为一果多因、一因多果时, 人们能否建构因果模型进行类比推理; 第二是当原因特征未知, 即依据因果模型进行推理的难度增加时, 人们会采用何种模型进行类比推理。

首先, 对于第一个问题的回答, 本研究在 Lee 和 Holyoak (2008) 的研究基础上, 发现当类比物特征间的结构为一果多因和一因多果时, 人们均会建构因果模型进行类比推理。并且存在如下规律: 当因果模型和计算模型处于冲突情境(一果多因)时, 人们主要采用因果模型进行类比推理; 但当因果模型和计算模型处于非冲突情境(一因多果)时, 人们既会运用因果模型, 也会运用计算模型。深入分析两种因果模型的特征结构发现, 当类比物特征间的结构为一果多因时, 因果模型与计算模型处于“二选一”的冲突情境中。在这种冲突情境下, 被试只能依据其中的一种模型进行类比推理。根据本研究的结果, 此时, 被试会更倾向于依据深层语义层面上的因果关系, 而不是表面相似性进行推理。这与前人相关研究的结果是一致的(Lassaline, 1996; Lee & Holyoak, 2008; Rehder & Burnett, 2005; Rehder, 2006; Rehder & Kim, 2006; Sloman, 1997; Waldman & York, 2006)。同时, 我们发现, 当类比物特征间的结构为一因多果时, 因果模型与计算模型处于非冲突情境中。在这种非冲突的情境中, 被试会综合考虑类比物间的相似性程度及特征间的因果关系, 从而做出更为全面、可靠的推理。这说明, 人类的类比推理机制是一个灵活的、高度自动化的过程(Lee & Holyoak, 2007)。人们不会刻板的只考虑一种因素(相似性或因果关系), 而是会综合各个方面的因素, 做出最为合理和理性的推理。

其次, 对于第二个问题的回答, 本研究结果表明, 当原因特征未知时, 人们仍会建构因果模型进

行类比推理。已往研究表明,由果推因时不同于由因推果时。由果推因时,由于逆转了原因、结果的表征顺序,对思维可逆性的要求较高,因此,在原因特征未知时建构因果模型的难度会比在结果特征未知时更大。实验二通过设置冲突情境,探讨了在一果多因和一因多果的情境下进行类比推理的情况,结果表明,即使在建构因果模型的难度增加时,人们还是会采用因果模型进行类比推理,而不会趋易避难,根据类比物特征的相似性进行类比推理。这再一次证明了因果模型在类比推理中的重要地位,也再一次说明人们在类比推理过程中对语义层面进行了深入的理解,而并非仅仅关注类比物间特征的相似性和特征结构的匹配程度。这一点,有力地反驳了计算模型的观点:“类比过程中仅仅涉及了特征结构的匹配,而并未涉及到语义层面的理解。”(Gentner, 1983)。

然而,值得注意的是,尽管本研究及前人研究都证明了因果模型在类比推理中的重要作用,并且,当因果模型和计算模型相冲突时,人们会采用因果模型进行类比推理。但是,因果模型不能取代计算模型,更不能解释类比推理中的所有现象。因为首先,类比推理的前提是一物与另一物相似,无论是表面相似还是结构相似,类比物间具有相似性或共同之处是引发人们进行类比的前提条件。其次,人们将源类比物特征间的因果结构迁移到目标类比物中,这就是根据两类比物的相似性而进行的(Lassaline, 1996; Lee & Holyoak, 2008)。再次,因果模型与计算模型的竞争主要体现在对归纳力度判断的贡献上。因此,本研究会得到,当因果模型和计算模型处于冲突情境时,人们主要采用因果模型进行类比推理;但当因果模型和计算模型处于非冲突情境时,人们会同时采用因果模型和计算模型。这一点也恰恰体现了因果模型是不可能取代计算模型的。那么因果模型与计算模型在类比推理中的地位究竟如何呢?我们认为,类比推理首先要以两类比物相似为基点(即按照计算模型),由一物的特点映射到另一物。而在进行归纳力度判断时,就要寻找更为有力可靠的证据,比如因果关系,此时,再按照因果模型进行类比推理;若没有其他证据,则仍然按照相似性进行判断。因此,从这个角度上讲,因果模型和计算模型是并行不悖的,只是在类比推理中发挥作用的阶段不同,二者共同对类比推理发挥着作用。

深入分析本研究的结果及类比推理的相关研

究结果会发现,类比推理机制是一个相当复杂,并且高度灵活和自动化的过程,因此,不能仅仅用单一的模型对此进行解释。同时,还应认识到,类比推理的理论模型有待于进一步的完善。无论是计算模型,还是因果模型都不能解释类比推理现象的各个方面。必须将二者相结合,才会更为符合人类的类比推理加工过程。另外,需要说明的是,本研究中涉及到的仅是基于自下而上的材料驱动加工时进行类比推理的情况,而未考察自上而下的概念驱动加工时进行类比推理的情况(如被试的因果关系知识等主观因素在类比推理中的作用等)。因此,本研究的结论仅限于基于材料驱动加工时的类比推理,而基于概念驱动时的类比推理机制还有待于进一步的研究加以探讨。

5 结论

(1) 当结果特征未知,类比物特征间的结构为一果多因和一因多果时,人们均会建构因果模型进行类比推理。并且存在如下规律:当因果模型和计算模型处于冲突情境(一果多因)时,人们主要采用因果模型进行类比推理;但当因果模型和计算模型处于非冲突情境(一因多果)时,人们既会采用因果模型,也会运用计算模型。

(2) 当原因特征未知时,即按照因果模型推理的难度增加时,人们仍会建构因果模型进行类比推理。

致谢:本研究的英文摘要修改得到了范方博士的指点与帮助,在此表示衷心地感谢!

参 考 文 献

- Buehner, M., & Cheng, P. W. (2005). Causal learning. In K. J. Holyoak and R. G. Morrison (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 143-168). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Cathrambone, R. (2002). The effects of surface and structural feature matches on the access of story analogs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 318-334.
- Day, S. B., & Gentner, D. (2007). Nonintentional analogical inference in text comprehension. *Memory and Cognition*, 35(1), 39-49.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Griffiths, T. L., & Tenenbaum, J. B. (2005). Structure and strength in causal induction. *Cognitive Psychology*, 51, 334-384.
- Griffiths, T. L., & Tenenbaum, J. B. (2007). Two proposals for causal grammars. In A. Gopnik & L. Schultz (Eds.), *Causal learning: Psychology, philosophy, and computation* (pp.

- 323–345). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.
- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard, P. (1986). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Holyoak, K. J. (1985). The pragmatics of analogical transfer. In G. H. Bower (Ed). *The psychology of learning and motivation* (Vol. 19, pp. 59–87). New York: Academic Press.
- Hu, Q. F., & Lin, C. D. (2002). Young children's ability of causal inferences in different patterns of variation and covariation. *Psychological Development and Education*, 4, 11–15.
- [胡清芬, 林崇德. (2002). 因果变化模式与因果联结强度在幼儿因果推理中的作用. *心理发展与教育*, 4, 11–15.]
- Lassaline, M. E. (1996). Structural alignment in induction and similarity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 754–770.
- Li, H., Gheng, C. J., & Gao X. M. (2004). Effect of rule dimensions and reasoning direction on children's causal reasoning. *Acta Psychologica Sinica*, 36, 550–557.
- [李红, 郑持军, 高雪梅. (2004). 推理方向与规则维度对儿童因果推理的影响. *心理学报*, 36, 550–557.]
- Lee, H. S., & Holyoak, K. J. (2007). Causal models guide analogical inference. In D. S. McNamara & G. Trafton (Eds.), *Proceedings of the Twenty-Ninth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1205–1210). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Lee, H. S., & Holyoak, K. J. (2008). The role of causal models in analogical inference. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35, 1111–1122.
- Mo, L., & Liu, L. H. (1999). Influence of the similarities in superficial contents on the course of analogy transfer of problem solving. *Acta Psychological Sinica*, 31, 313–320.
- [莫雷, 刘丽虹. (1999). 样例表面内容对问题解决类比迁移过程的影响. *心理学报*, 31, 313–320.]
- Rehder, B., & Burnett, R. C. (2005). Feature inference and the causal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 50, 264–314.
- Rehder, B. (2006). When similarity and causality compete in category-based property generalization. *Memory & Cognition*, 34, 3–16.
- Rehder, B., & Kim, S. W. (2006). How causal knowledge affects classification: A generative theory of categorization. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 659–683.
- Slooman, S. A. (1997). Explanatory coherence and the induction of properties. *Thinking & Reasoning*, 3, 81–110.
- Tong, X. H., Mo, L., & Chen, Z. (2005). The effects of relational matches of entities and FORs refer to the separation and combination on the access of story analogs. *Acta Psychologica Sinica*, 31, 458–468.
- [佟秀丽, 莫雷, ZheChen. (2005). 实体和初级关系(FOR)匹配的分离与结合对故事类比通达的影响. *心理学报*, 31, 458–468.]
- Tong, X. H., Mo, L., Chen, Z., & Wu, J. (2007). The role of object similarity in spatial-acted relationship mapping. *Psychological Science*, 30, 10–18.
- [佟秀丽, 莫雷, ZheChen, 吴俊. (2007). 空间行为关系类比匹配中客体相似性的作用. *心理科学*, 30, 10–18.]
- Tversky, A. (1977). Features of similarity. *Psychological Review*, 84, 327–352.
- Waldmann, M. R., & Holyoak, K. J. (1992). Predictive and diagnostic learning within causal models: asymmetries in cue competition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121: 228–236.
- Waldmann, M. R. (2000). Competition among causes but not effects in predictive and diagnostic learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 53–76.
- Waldmann, M. R., & York H. (2006). Categories and Causality: The Neglected Direction. *Cognitive Psychology*, 53, 27–58.

The Role of Causal Models in Analogical Inference

WANG Ting-Ting; MO Lei

(Center for Studies of Psychological Application, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract

Analogical inference is important for academic tasks and daily life. There are two kinds of extant models, computational models and causal models, trying to explain the analogy process in different ways. Computational models of analogy assume that the strength of an inductive inference about the target is based directly on similarity of the analogs. In contrast, causal models suggest that analogical inference is also guided by causal models of the source and target. Lee and Holyoak (2008) reported that analogical inference appeared to be mediated by building and running a causal model. However, the causal model adopted in their materials was common-effect model, which was merely one kind of causal models. Causal models include cause-effect and

effect-cause in the reasoning directions; unique cause-effect model, common-effect model, common-cause model, and multiple cause-effect model in the feature dimensions. More importantly, the common-effect model is significantly different from the common-cause model both in reasoning direction and reasoning difficulty. Then whether the results of Lee and Holyoak (2008) can represent all kinds of causal models? To answer this question, this research focused on the possibility that people make analogical inference by running causal models in cause-effect and effect-cause order, under the conditions of common-effect and common-cause feature structure.

Two experiments were performed to investigate the possibility that people make analogical inference by running causal models. About fifty undergraduates were randomly selected to participate in each experiment. Participants were asked to read a description of imaginary animals in a booklet, and then evaluate the inductive strength of analogical inference. In experiment 1, participants were asked to make analogical inference in a cause-effect order under the conditions of common-effect and common-cause feature structure. In experiment 2, participants were asked to make analogical inference in an effect-cause order under the conditions of common-effect and common-cause feature structure.

The results of experiment 1 showed that in cause-effect direction, participants used causal models to make analogy in common-effect feature structure, but used both causal models and computational models in common-cause feature structure. The results of experiment 2 showed that in effect-cause direction, participants used causal models to make analogy in both common-effect and common-cause feature structure.

The present findings indicated that people could build and run causal models in both cause-effect order and effect-cause order to make analogical inference. When computational models and causal models competed with each other, people tended to use causal models in analogical inference; but if the two models didn't compete, people tended to use both. Future work should be focused on building a more perfect model to explain the cognitive process of analogical inference.

Key words analogical inference; causal models; computational models