

关于演绎推理的三个前沿理论

曾建敏¹，傅小兰²

(1 中山大学逻辑与认知研究所，广州 510275； 2 中国科学院心理研究所，北京 100101)

摘要：本文介绍心理学上关于演绎推理的三个前沿理论——心理逻辑理论、心理模型理论、信息获取理论，并作简要评论。

关键词：演绎推理；心理逻辑理论；心理模型理论；信息获取理论

中图分类号：B84 **文献标识码：**A

引言

所谓演绎推理，就是前提为真时结论一定为真的推理。如，三段论，假言推理等。若无特别说明，以下提及的“推理”均指演绎推理。

研究推理有两个角度。一个是逻辑的角度，它指出“人们应该怎样推理”；一个是心理学的角度，它描述“人们实际怎样推理”。本文提及的推理研究、研究推理均指后一角度的研究；本文介绍的理论都是后一角度的理论。

研究推理有着重要的意义。从理论上讲，推理活动是人类心理活动的一个重要组成部分，所以研究推理与研究感知觉等有着同样的重要性；从应用上讲，了解人类推理的长处与弱点，有助于改善人们的推理能力，进而有助于改善基于推理能力的其它能力（如数学能力）。

从上世纪初开始的推理研究，发现人们的实际推理跟演绎逻辑既有相同之处，又有各式各样的偏差。如何解释这些相同与偏差呢？或者说，人类推理的心理机制是怎样的呢？围绕这个问题，历史上先后出现了许多关于推理的理论。

一些早期理论，如“气氛效应”理论和换位理论等，往往描述了现象而没有解释原因，并且局限于考察某一种推理形式，而且对这一种推理形式下的实验结果也不能完全解释(Manktelow, K. 1999. pp. 16-20)^[1]。而当今三个推理理论——心理逻辑（推理规则）理论、心理模型理论和信息获取理论——能够广泛地解释和预测心理学实验中被试的推理表现(Manktelow, K. 1999.)^[1]。本文介绍这三个理论并略作评论。

心理逻辑（推理规则）理论

心理逻辑（推理规则）理论包括两个类似的理论。一个理论的提出者是 Rips，其代表作是“*The Psychology of Proof*”^[2]。另一个理论的提出者是 Braine 和 O'Brien，代表作是“*Mental Logic*”^[3]。两种理论有很多相同之处，这里以 Rips 的理论为例进行介绍。

心理逻辑理论的核心思想是，未受教育的人的心理也配置有某种先天的逻辑系统，它使

【作者简介】傅小兰，女，中国科学院心理研究所研究员。

曾建敏（1975 - ），男，江西瑞金人，中山大学逻辑与认知研究所博士生，主要研究方向：人类的决策行为、人类的推理行为，E-mail: james_002@126.com

我们能够进行演绎推理。具体而言，当一个人面临演绎推理任务时，他会试图通过一系列的步骤从对问题初始状态的描述逐步达到问题的解决，而这些步骤是由心理推理规则来保证的。心理推理规则有两类，即向前的推理规则和向后的推理规则。

向前的推理规则有 10 个，它们使人们能够从前提中得出蕴涵。例如，if 消去原则，相当于逻辑上的 MP，该规则的使用能够消去 if。再如，and 消去原则，能够消去 and，如从“有一只狗在花园里并且有一只猫在花园里”可以得出“有一只猫在花园里”。

向后的推理规则操作于结论上，向后推理以发现对于论证所必需的断言。它包括 and 引进原则和 if 引进原则等 14 个引进原则。

对于带有量词的推理（如三段论推理），还要补充三个推理原则，它们是传递原则、排除原则和换位原则。其中排除原则如下所示：

$$\begin{array}{l} \text{If } x \text{ is } A \text{ then } x \text{ is } B \\ \text{Not } (y \text{ is } B \text{ and } y \text{ is } C) \\ \hline \text{Not } (z \text{ is } A \text{ and } z \text{ is } C) \end{array}$$

为了避免量词可能带来的推理规则的复杂性，含有量词的命题，在推理前必须转换成 IF 或 AND 形式：

$$\begin{array}{l} \text{All } A \text{ are } B: \text{ If } A(x) \text{ then } B(x) \\ \text{Some } A \text{ are } B: A(b) \text{ and } B(b) \\ \text{No } A \text{ are } B: \text{ Not } (A(x) \text{ and } B(x)) \\ \text{Some } A \text{ are not } B: A(b) \text{ and not } B(b) \end{array}$$

由上可见，这些推理规则与数理逻辑上的几个公理与推理规则是有很大差别的。

心理逻辑理论认为，推理的难度取决于推理需要用到多少次规则与每个规则的难度。例如，

$$\begin{array}{l} \text{如果约翰是大主教，那么他是信仰者} \quad [\text{前提 } 1] \\ \text{如果约翰是信仰者，那么他是礼拜者} \quad [\text{前提 } 2] \\ \text{约翰是大主教} \quad [\text{前提 } 3] \\ \hline \text{约翰是礼拜者} \end{array}$$

这个论证成立吗？Rips 提出可以用两种办法来检验：

办法一，运用向前的 IF 消去原则（其实就是 MP），我们把前提 1 与前提 3 结合，产生结论“约翰是信仰者”（证明中的一个子目标）；再把它与前提 2 结合，产生结论“约翰是礼拜者”。从而证明了结论（主目标）。这里用到的都是向前原则。

办法二，也可以运用向后的 IF 引进原则来证明。把结论与前提 2 的第二部分相比较，我们知道，如果我们能够证明前提 2 的第一部分（子目标），就可以证明结论了（主目标）；我们再把这个子目标与前提 1 的第二部分比较，得知，如果前提 1 的第一部分得到满足，那么子目标得证；而前提 3 确认了这点，因此，子目标得证，进而结论得证。

这个推理，无论采用哪一种证明，都只需要运用两次规则，规则又比较容易，所以是比较容易的，被试作业的正确率较高。而在下述推理中，

所有的礼拜者是信仰者

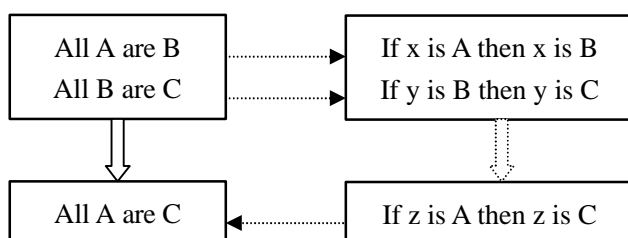
有些不可知论者不是信仰者

有些不可知论者不是礼拜者

需要运用以下四个推理规则：向前的“和”引进原则，向后的“和”引进原则，向后的“非”引进原则和向后的“如果”引进原则；而且有的规则又比较难。所以这个推理在难度上比前一个推理要大得多，只有较少的被试能够得到正确的答案。

基于心理逻辑理论对人们如何完成演绎推理的上述说明，我们对心理逻辑理论作了进一步的细致分析。

按照心理逻辑理论，完成一个如下左图实线所示的AAA式推理，要经过如下图虚线所示的转换与推理。即，把语言上含量词的命题转化为心理上含命题联结词的命题，推理实质上是在命题联结词形式下进行的：



心理模型理论

心理模型理论的代表人物是 Johnson-Laird 和 Byrne，代表作是“Mental Model”^[4]和“Deduction”^[5]

心理模型理论把推理划分为三个阶段：

第一，理解阶段：理解前提，构造前提的模型；

第二，描述阶段：联合前提模型，产生试探性结论；

第三，检验阶段：寻找其它的与前提一致

而与试探性结论不一致的模型。如右图所示。

该理论认为推理的难度主要由推理过程需要构造多少模型来决定。

例如，前提是 All A are B, All B are C 时的推理，

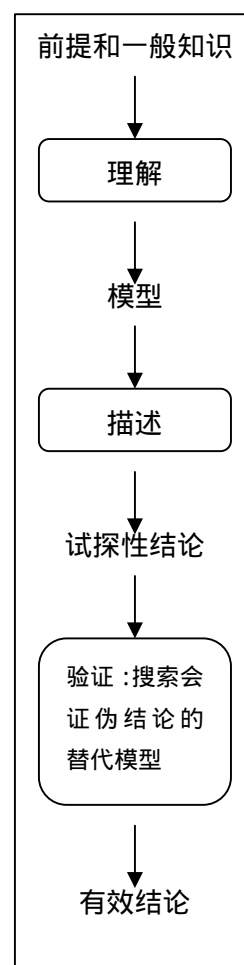
理解阶段：

第一个前提：[a] b
 [a] b
 ...

第二个前提：[b] c
 [b] c
 ...

描述阶段：

[[a] b] c



[[a] b] c

...

试探性结论：

[a] c

[a] c

...

其中[]表示所有的元素已经表达出来,反之,没有[]则表示可能还有元素没有表达出来。而...表示隐含信息,如第一前提之模型里还隐含了~a b与~a ~b。

然后,试图构造其它模型以检验该试探性结论。而这里没有其它模型可以构造,所以这个推理是简单的。

下面看一个更复杂的例子：

All B are A

No B are C

?

经过理解阶段,进入描述阶段,可能会得到这么一个组合模型：

[a [b]]

[a [b]]

[c]

[c]

...

这个模型支持 No C are A 的结论,这也是人们最常得出的结论。但从前提还可以得到这样的模型：

[a [b]]

[a [b]]

a [c]

[c]

...

这个模型显示了 C 是 A 的可能性。而下面一个模型表达了有种情形是没有 C 不是 A 的：

[a [b]]

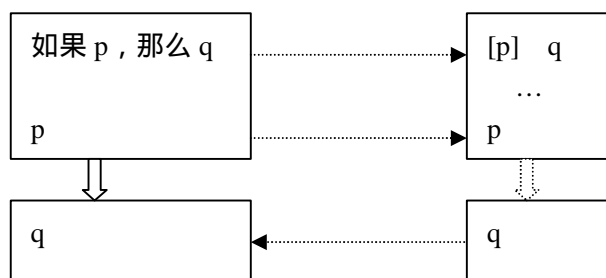
[a [b]]

a [c]

a [c]

这三个模型只跟一个结论一致：Some A are not C。很少人能够得到这个结论,心理模型理论把困难主要归结为该推理需要考虑不止一个组合模型,其次归结为从前提的原始模型得出隐含信息(即明确...部分)有困难。

上面两个例子都是带量词的推理的例子,对于不带量词的推理,例如,从两个前提“如果 p,那么 q ; p”得出一个结论“q”的推理(如实线所示),在心理模型理论看来,要通过如下图虚线所示的转换和推理来实现(此图是我们根据自己的理解作出的。)这种转换的实质是:把语言上的含命题联结词的命题转换成心理上的量词形式的命题。推理实质上是在量词形式上进行的。



从上面我们对两种理论的分析中可以看到:心理逻辑理论中作为其基础的推理规则,是联结词(IF, AND 等)型的,因此,它在解决量词(ALL, SOME)型的推理问题时,必须把量词型命题转换成联结词型命题;而心理模型理论中作为其基础的心理模型,是量词型的(例如,[p] q 的意思就是所有的 p 是 q),在解决联结词型的推理问题时,需要把联结词型命题转换成量词型命题。显然这两种理论对于人们的演绎推理的心理机制的描述完全不同。

信息获取理论

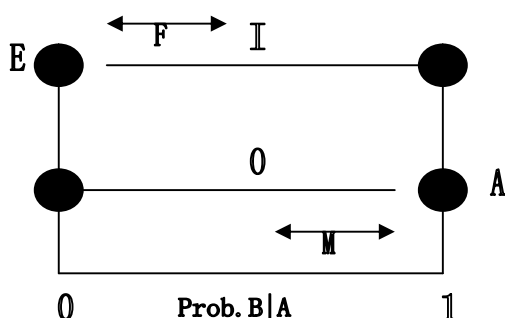
信息获取理论的代表人物是 Oaksford 和 Chater, 代表作是“ A rational analysis of the selection task as optimal data selection ”^[6]和“ Optimal data selection in the reduced array selection task (RAST) ”^[7]

信息获取理论的核心思想是,推理既不是依赖于规则,也不是依赖于模型,而是,作为认知行为,是适应于环境的结构的。而适应环境就意味着信息获取,信息获取就是要减少不确定性。

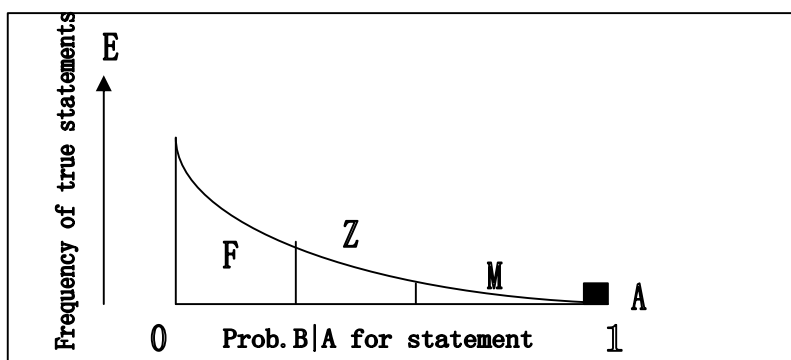
它所描述的人类推理的原理是这样的:

第一步,用条件概率表达三段论命题的意义,即给出 A, E, I, O, M, F 各自的概率。所谓条件概率就是当给定 A 时 B 的概率,记作 prob.(B|A)。(其中 M 代表 Most A are B, F 代表 Few A are B, 对这两个命题的考察是这个推理理论特有的。)

容易推知, A 命题的概率是 1, E 命题的概率是 0, I 命题的概率是大于 0 且小于或等于 1, O 命题的概率是大于或等于 0 且小于 1, M 命题的概率大于 1/2 小于 1, F 命题的概率大于 0 而小于 1/2。图示如下:



这里所讲的是 B 相对于 A 的概率。而一个命题在世界上为真的概率则如下图所示：



图中的面积的大小就是代表每一种命题在世界上为真的概率大小。图中已经给出命题 A, M, F, E 在世界上为真的概率。Z 不代表任何命题。I 命题为真所对应的区域是 A, M, Z, F 的区域之和, 0 命题为真所对应的区域是 M, Z, F, E 的区域之和。

根据信息量与该命题在世界上为真的概率反变的规律, 得出, 信息量大小排列如下:

$$A > M > F > I > E > > 0。$$

第二步, 根据一系列启发式得出结论。这些启发式包括如下步骤与部分:

1. 产生结论:

1.1. 结论类型:

最小启发式: 按照最小信息量的前提的类型选取结论的类型。

P 衍推: 如果没有得出最小结论, 选一个可以从最小结论概率衍推出来的结论。

最大启发式: 对最小结论的信心取决于最大信息量的前提所覆盖的信息。(例如, 如果被试觉得最大信息量的前提的信息量太小, 他就很可能认为从前提得不到有效的结论。)

1.2. 结论的顺序:

黏附启发式: 使结论的语气 (mood) 与其中一个前提的语气 (mood) 匹配, 并使用它的端项作为结论的主语; 如果没有匹配, 使用最大前提的端项作为结论的主语。

2. 检验结论:

避免 0 结论 (因为它信息量太小); 对有效性进行检验。

巧合的是, 在心理模型理论里提到的比较难的推理, 即需要构造两个、三个模型的推理, 刚好都是有着 0 结论, 因而信息获取理论正好能够解释为什么它们会比较难。在心理模型理论里提到的比较容易的推理, 即只需要构造一个模型的推理, 刚好是较有信息性的结论 (A, E, I), 因而信息获取理论正好能够解释为什么它们会比较容易。

我们对上述信息获取理论提出一点质疑: 按照信息获取理论, 当人们对推理问题作出反应时, 无论他们做对了还是做错了, 他们都没有理由确认自己做对了还是做错了! 那么, 它如何能够解释以下基本事实——人们能够创建传统意义上完全正确的逻辑系统; 而且这个系统能够得到人们的公认; 在具体的推理问题上, 人们不论起初做对做错, 通过足够的讨论, 最终一般都能达成共识?

最后, 我们还要指出上述三种理论共同存在的一个问题: 它们忽视了对推理策略差异的研究。我们的直觉是: 在解决相同的推理任务时不同个体的推理策略不完全相同, 同一个体

在解决不同的推理任务时所运用的推理策略也不完全相同。上述三种理论只是三种可供选择的策略而已，另外还有其它的策略。

参考文献

- [1] Manktelow, K. 1999. *Reasoning and thinking*. Psychology Press.
- [2] Rips, L. J. 1994. *The psychology of proof : deductive reasoning in human thinking*. Cambridge, Mass. : MIT Press.
- [3] Braine, M.D.S. & O'Brien, D.P. (edit) 1998. *Mental Logic*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- [4] Johnson-Laird, P.N. 1983. *Mental model*. Harvard University Press.
- [5] Johnson-Laird, P.N., & Byrne, R. M. J. 1991. *Deduction*. L. Erlbaum Associates.
- [6] Oaksford, Mike; Chater, Nick. *A rational analysis of the selection task as optimal data selection*. Psychological Review, Vol 101(4), Oct 1994. pp. 608-631.
- [7] Oaksford, Mike; Chater, Nick; Grainger, Becki. *Optimal data selection in the reduced array selection task (RAST)*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition, Vol 23(2), Mar 1997. pp. 441-458.

Three Frontier Theories on Deductive Reasoning

Zeng Jianmin¹, Fu Xiaolan²

(1. Institute of Logic and Cognition, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China ; 2. Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: This Article introduces three frontier theories on deductive reasoning, i.e., Mental Logic Theory, Mental Model Theory and Information Obtaining Theory.

Key Words: Deductive reasoning; Mental Logic Theory; Mental Model Theory; Information Obtaining Theory