

• 研究方法(Research Method) •

决策中的过程追踪技术：介绍与展望^{*}

余 雯 闫巩固 黄志华

(北京师范大学心理学院; 应用实验心理北京市重点实验室, 北京 100875)

摘 要 在过去 50 年的决策研究中, 随着对核心问题的深入探索和信息技术的发展, 决策过程信息得到了越来越多的重视。过程研究技术主要包括鼠标实验室技术、眼动技术及新提出的决策移窗技术。鼠标实验室技术和眼动技术已被用于解决多种决策问题。决策移窗技术结合了前两种技术的优势, 其适用范围需在日后研究中进行更多探索。在未来的研究中, 多种技术的结合使用将有助于回避单一技术的缺陷, 分离研究方法对于被试行为的影响, 提高研究效度。

关键词 过程模型; 鼠标实验室技术; 眼动技术; 决策移窗技术

分类号 B841; B849:C91

1 从决策现象到决策过程

在决策研究领域, 主要存在两种研究范式 (Schulte-Mecklenbeck, Kühberger, & Ranyard, 2011): 形式模型/虚拟模型(formal / as-if model)和过程模型(process model)。也有研究者将两者分别称为结构化建模(structural modeling)/结构化途径(structural approach)和过程追踪(process tracing) (Riedl, Brandstätter, & Roithmayr, 2008; Glaholt & Reingold, 2011)。在形式模型中, 研究者关注不同的心理现象和可能的理论解释。他们通过设置影响决策行为的各种参数, 考察不同条件下被试的反应和决策行为。例如, Kahneman 与 Tversky (1984)在框架效应(framing effects)研究中, 运用不同描述方法呈现期望值相同的决策问题, 考察被试对于备选方案的选择结果, 奠定了影响深远的预期理论(prospect theory)。在过程模型中, 研究者不仅关心被试的决策结果, 也关心被试做出决策的具体过程。Weber 和 Johnson (2009)在回顾近 50 年的决策研究时指出, 当被试在相同的情境下做出相同的决策时, 依然存在多种不同的理论模型能够

解释决策行为, 无法判别哪种解释是更合理的。但在加入对决策过程的考察之后, 由于有了不同现象内部的实际过程证据, 使过程模型能够对更多的决策现象做出条件约束下的确定性解释。并且, 由于不同心理现象可能具有相同的心理过程, 它也为理论建构提供了更高层次的整合系统。

鉴于过程模型在内部证据收集方面的优势, 一些判断与决策(judgment and decision making, JDM)研究已从关注人类行为如何背离经济学原理转变为解析决策背后的心理过程。据统计, 近 10 年社会心理学领域的决策研究论文数量基本保持不变, 而认知心理学领域的决策研究数量却增加了 50% (Weber & Johnson, 2009)。这一转变意味着研究者已经不满足于单纯的行为数据, 开始挖掘决策过程中处理的信息和处理顺序。神经生理学、认知心理学等领域的研究技术不断被引入到决策领域的研究当中, 扫平了方法学上的障碍。研究者能够通过生理探测技术考察人类决策中的思维过程与情绪反应。如何准确地获取过程数据, 过程数据是否正确地反应了研究者希望考察的心理过程, 变成了新的焦点问题。

对于收集过程数据的尝试, 至少可以追溯到冯特(Wundt)以及华生(Watson)等人的先驱研究。自上个世纪 20 年代以来, “大声思维”(thinking aloud, Watson, 1920)一直是心理学家研究思维、决

收稿日期: 2012-07-09

^{*} 中央高校基本科研业务费专项资金支持。

通讯作者: 闫巩固, E-mail: gregyan@bnu.edu.cn

策等复杂高级心理现象及其过程的主要方法,同时性报告、回溯性报告、结构化报告与非结构化报告等方法改进在不同时代为心理学的研究做出了巨大贡献。然而,基于被试口头报告的方法尽管在揭示过程信息上提供了有价值的证据,但它本身也存在着诸多问题,如回溯性报告时被试存在大量遗忘和扭曲现象,报告内容难以进行全面的分析,言语报告需要被试投入额外的认知资源,会对被试的决策过程产生干扰,降低被试完成任务的准确性,无法考察被试的直觉判断过程等(Russo, 1978; Russo, Johnson, & Stephens, 1989; Bowers, Regehr, Balthazard, & Parker, 1990; Russo, Johnson, & Stephens, 1985, 引自 丁夏齐, 马谋超, 王詠, 樊春雷, 2004)。

随着信息科学技术的发展,尤其是电生理技术、眼动技术以及计算机和网络化技术的发展与应用,在过去三四十年的决策过程研究上,人们已发展出鼠标实验室技术(Mouseelab)、眼动技术等过程研究技术。Franco-Watkins 和 Johnson (2011a)在融合以上两种技术的基础上,提出了决策移窗技术(Decision Moving Window, DMW),为人类复杂决策与判断过程奥秘的揭示开辟了一条崭新的途径。

2 鼠标实验室技术

2.1 鼠标实验室技术原理

鼠标实验室技术(Mouseelab)是一种追踪被试信息获取过程的研究系统,由 Payne (1976)提出的信息板技术(Information Display Board, IDB)发展而来,旨在将被试的信息获取模式外显化(Glaholt & Reingold, 2011)。

信息板技术是将不同决策备择项在不同特质维度上的信息装入信封内,被试需要决定获取哪些信封内的信息,并根据得到的信息做出选择。随着电脑的普及,基于鼠标所处位置代表了大脑当前处理内容的假设,一种可以在电脑上通过鼠标移动研究信息获取问题的程序——鼠标实验室(Payne, & Braunstein, 1978)应运而生。鼠标实验室程序目前也在不断更新,不仅加入了更多鼠标追踪功能,研究者也可以利用其网络版(MouseelabWeb)在网上收集数据(袁明, 李晓明, 2011)。

研究者在使用鼠标实验室技术时,需要在 $m \times n$ 的矩阵中呈现 m 个备择选项在 n 个特质维度

上的信息。所有信息在一开始都被遮蔽起来。当被试决定获取某单元内的信息时,只要将鼠标移动到对应单元上,遮蔽就会消失,显示里面的内容。当鼠标移开后,信息再次被遮蔽。在被试获取信息的同时,程序会记录被试查看的内容、查看顺序、鼠标停留时间及被试最终的决策结果。研究者通过鼠标停留的位置推测被试获取了哪些信息,通过鼠标的停留时间表征被试加工信息的深度,通过获取信息的顺序推测被试的决策策略。利用鼠标实验室技术,研究者从中可以获得详细的过程数据,并进行多种复杂的统计分析,包括比例分析、平均数、ANOVA、MANOVA、时间序列分析和随机效应模型等(Norman & Schulte-Mecklenbeck, 2010)。

针对信息获取顺序问题,目前认为在不同单元之间转移注意力的形式有 4 种(Norman & Schulte-Mecklenbeck, 2010),其中受研究者们关注最多的有两种:基于备择项的信息获取(获取某选项在不同特质上的信息)和基于特质的信息获取(获取某特质上不同选项的信息)。Payne 提出了 Payne 指数(Payne Index, PI),又称为搜索指数(The Search Index, SI),用以表征两种信息获取方式之间的比例大小。Payne 指数现已被研究者修正为策略测量(Strategy Measure, Böckenholt & Hynan, 1994)。

2.2 决策中的实证研究

鼠标实验室技术目前已经被广泛应用在不同的决策领域之中。例如,在消费决策领域的研究中 Johnson, Payne 和 Bettman (1988)利用鼠标实验室技术对著名的偏好翻转(preference reversal)现象进行了考察,探讨了信息呈现方式对该现象的影响。研究者得到的过程数据显示,当概率数据通过难以加工的形式呈现时,被试花了更多的时间注视概率信息,总决策时间明显变长,偏好的偏移量会增加。Payne 指数也发生了显著变化,表明决策者因为信息呈现方式不同而改变了信息加工策略。Dhar, Nowlis 和 Sherman (2000)利用该技术考察了时间压力对背景效应的调节作用,以分辨消费者的决策过程是依赖于最省力原则(effort minimization)还是知觉对比原则(perceptual contrast)。实验中通过鼠标实验室程序呈现不同的备择项,以折中效应(compromise effect)和对极端选项与平均选项(an extreme and an all-average

option)的偏好为两种决策任务。结果发现在时间压力下,考察折中效应的任务中,被试获取信息数量减少,在每个备择项上花的时间也变少,更多地运用基于特质的决策策略,折中效应减少。结合行为数据的分析结果,研究者证明了时间压力调节作用的存在,并且支持了知觉对比原则在其中起到了更大的作用。Levin, Huneke 和 Jasper (2000)利用该技术考察了消费行为中的认知需求与信息利用和决策结果之间的关系。结果表明,高认知需求的被试多获取了近 30%的信息,并且花了更多时间进行基于特质的信息搜索。无论是在形成备择项集合阶段,还是在进行最终决策阶段,高认知需求的被试都会对选项进行更长时间的信息检索。这表明高认知需求被试的信息加工深度更高,从行为结果来讲,他们的决策质量也更好。丁夏齐等人(2004)对鼠标实验室技术在消费决策领域的研究进行了更为全面的介绍。

研究者也将鼠标实验室技术应用在风险决策领域和决策模型检验问题上。Payne, Bettman 和 Johnson (1988)考察了决策适应过程中努力和准确性的作用,尤其着重在比常规程序更省力的启发式选择策略(heuristic choice strategy)。鼠标实验室技术也被用作占优启发式模型的检验(The Priority Heuristic, PH, Schulte-Mecklenbeck et al., 2011)。Johnson, Schulte-Mecklenbeck 和 Willemsen (2008)通过数据模拟方法证明对于 PH 模型验证,仅仅通过行为数据分析可能导致错误的结论,必须结合鼠标实验室等过程数据收集方法才能对模型进行充分验证。

3 眼动技术

3.1 眼动技术的原理

眼动技术在心理学界已经被运用得相当广泛,自 20 世纪 70 年代起就在决策领域中有所应用(汪祚军,李纾,2012),通常用来检验决策过程中被自然激发的信息获取过程。最基本的理论假设是眼脑假设(eye-mind hypothesis),即眼睛正在获取的信息和大脑正在加工的信息是一致的(Just & Carpenter, 1980)。即使人们在转移注意力时眼睛的注视位置不一定发生变化,但在处理复杂信息时,注视点的变化和注意力的转移是耦合的(Rayner, 1998)。因此,眼动数据可以为决策研究提供稳定可靠的信息获取方面的证据。

眼动仪通过高频率地记录角膜反射为研究者提供了丰富的数据信息,包括注视(fixation)、眼跳(saccade)、平滑尾随跟踪(smooth pursuit)、瞳孔大小、视觉轨迹等。研究者通过注视点的数量判断被试获取信息量的多少,注视时间可以作为信息加工深度的指标之一,瞳孔的大小可以作为被试在任务中投入的努力程度指标,通过注视点的移动轨迹可以判断被试的决策策略(如是基于备择项的信息获取还是基于特质的信息获取)。在庞大的数据量能够提供数据检验方面优势的同时,Norman 等人(2010)指出,研究者需要预先提供更细致的假设才能驾驭动辄以 Mb 为单位的海量数据。

3.2 决策中的实证研究

在决策领域,眼动技术的有效性在四十多年来的应用中已经得到了广泛的确认,成为模型验证的有利工具。例如,许多研究者利用眼动技术对直觉型决策(intuitive decision making)和审慎型决策(deliberate decision making)进行区分。Horstmann, Ahlgrimm 和 Glöckner (2009)发现,在考察自动化决策和审慎型决策(automatic and deliberate decision making)之间的差异时,持续注视时间可以作为稳定的指标。在被试进行审慎型决策时,被试会出现更多的注视行为,对信息进行更完整的搜索和重复检查。相对于 Mouselab 而言,眼动技术更适用于考察直觉型决策过程(Norman & Schulte-Mecklenbeck, 2010)。Seth, Dienes, Cleeremans, Overgaard 和 Pessoa (2008)也提出,眼动技术能够客观地反映被试无意识下的行为特征。汪祚军和李纾(2012)利用眼动技术检验风险决策整合模型和占优启发式模型,研究者通过对兴趣区的注视次数、注视时间考察被试对备择项的兴趣,通过眼跳次数考察信息搜索策略。针对整合模型,结果发现,在迫选任务条件下,被试更多基于备择项进行信息搜索,而自主决策任务条件下,被试更多基于特征进行信息搜索,实验结果不支持整合模型。针对占优启发式模型,结果发现,自主决策任务条件下信息搜索策略不符合占优启发式模型,对最小结果的关注程度反而不及对最大结果的关注程度。而迫选任务条件下决策者的信息搜索策略符合占优启发式模型的预期。研究者据此提出需要建立新的启发式决策过程模型。

眼动技术也被应用在赌博游戏研究和消费者

决策等领域。Russo 和 Doshier (1983)利用眼动技术考察了在简单的多维双选项赌博游戏中人们的优势策略。结果发现,在不同任务难度、不同相似性程度和不同备择项数量的任务中,被试一致地在获取、比较不同维度的特质信息上花费更多的时间,并且,被试在维度信息上的平均注视时间更长,意味着被试进行了更深入的认知加工。这一结果表明,在适合多种策略的环境下,人们更倾向于使用基于特质的策略(dimensional strategies),而非基于选项的策略(holistic strategies)。甚至当这样的策略运用可能导致选择期望值更小的选项时,人们依然有这样的偏好。Russo 和 Leclerc (1994)利用眼动技术所获得的数据,将消费者的购买行为划分为定向(orientation)、评价(evaluation)和核对(verification)三个阶段。对产品分类更熟悉的消费者,在评价阶段所需的时间更短,关注更少的维度。

4 决策移窗技术

4.1 决策移窗技术的原理

决策移窗技术是在以上两种技术基础上发展出来的。在信息呈现方式上,沿用了鼠标实验室技术的方法,在信息获取方式和实验过程中数据收集方面则吸取了眼动技术的优势。

具体方法如下。研究者首先在屏幕上以遮盖方式呈现 m 个备择选项在 n 个特质维度上的信息。当被试决定获取某条信息时,只需持续注视对应的单元。当眼动仪捕捉到注视点时,系统程序将自动撤掉该单元上的遮蔽,呈现单元内信息。当被试不再注视该单元时,信息被重新遮蔽。在实验进行过程中,眼动仪持续记录被试的眼动变化,包括注视点、眼跳、注视轨迹、瞳孔大小等。每个信息单元及选项和特质标签均可以作为兴趣区(area of interest, AOI)。

在数据分析方面,尽管有很多分析方法可以对被试获取信息的顺序加以处理,但都较少适用于决策领域。Franco-Watkins 和 Johnson (2011b)提出了一种新的分析方式:转移矩阵(transition matrix)。即不考虑注意力的变化方向,计算被试的注意力在两个兴趣区之间发生变化的次数,以百分比形式呈现为(m×n)×(m×n)的对角矩阵。研究者可以直观地根据矩阵考察被试常用的信息获取策略。不同研究技术和决策任务产生的矩阵之间

可以进行统计分析,并能简单转化为信息板技术中常用的 Payne 指数。

4.2 使用决策移窗技术的实证研究

作为一种最新技术,DMW 技术目前只有 Franco-Watkins 和 Johnson 将其应用在两种不同的决策任务中,比较这种新的技术和传统的鼠标实验室技术及眼动技术之间存在的差异。

4.2.1 概率推理

Franco-Watkins 和 Johnson (2011a)考察了 DMW 在概率推理任务(probabilistic inferential task)中的应用情况。研究者将 71 名被试随机分配到 DMW、鼠标实验室和眼动方法组中,被试需要评价三部电影在一些指标(如票房)上的得分。被试得到的信息被分配到“预算”、“影星”等 4 个维度(或特质),每个维度有不同的权重。电影在每个维度上的信息采用二分法,优秀则标为“+”,否则标为“-”。具体呈现为表 1。

表 1 Franco-Watkins 等人概率推理任务设计矩阵

	影星	预算	评价	原创性
电影 A	+			
电影 B			+	+
电影 C		+		+

被试共进行 30 次评价,每次任务时间 20s。信息获取结束后出现决策窗口,由被试输入决策结果。

研究结果发现,首先,在使用 DMW 和眼动技术时,被试都会获取更多的信息,并且会更多地获取重复信息,表明遮盖呈现方式并不会降低被试获取信息的意愿与行为。其次,从单个矩阵的获取信息比例看,使用 DMW 和鼠标实验室技术时,获取信息比例更高,超过 90%,而眼动组获取信息比例仅有 77%。研究者提出了三种可能的解释:在开放信息情境下,被试可以通过余光获取外周信息,减少了注视点数量;遮盖的呈现方式诱发了被试查看信息的欲望;在使用 DMW 和鼠标实验室技术时,被试的信息查看更具有系统性,一致地基于属性进行信息检索,这种系统性导致了更高比例的信息查看。另外,三种技术组中被试获取信息的时间长度不同,鼠标实验室组中被试用时最长,而眼动技术组中被试用时最短。这些研究结果中,针对鼠标实验室技术和眼

动技术部分的结果基本与 Lohse 和 Johnson (1996) 的对比研究中的结果一致。

值得注意的一个发现是,随着实验不断进行,鼠标实验室组中被试查看的信息量和信息获取花费的时间都显著地越来越少,而 DMW 和眼动技术组均不存在这个问题。这一结果意味着,被试可能受到鼠标实验室技术本身的影响,在实验过程中出现了明显的疲劳效应或练习效应。在这个研究中,研究者尚无法区分具体发生了哪种效应,但是这都意味着鼠标实验室技术对于被试的正常决策产生了影响。

4.4.2 风险选择

在 DMW 被应用于概率推理任务之后,研究者又将其拓展到风险选择(risky choice)领域的研究中(Franco-Watkins & Johnson, 2011b),同样利用三种研究技术考察了被试在五种不同的风险决策任务中的表现,比较了不同技术之间的差异。相比于之前的概率推理任务研究, Franco-Watkins 等人进一步增加了对 DMW 技术中获得的眼动数据的分析,以期完整分析 DMW 的特点。所使用的五种风险决策任务是 Glöckner 和 Herbold (2011)设计的赌博任务。在使用 DMW 和鼠标实验室时,每个赌博任务中所赢金钱的数量和概率都被遮盖,由被试决定是否获取相应信息。

研究结果表明,在决策结果上,被试在不同类型的风险决策任务中的选择偏好有显著差异,而在不同研究技术组中没有显著差异。被试决策的最终结果几乎没有受到研究者使用的技术影响。从决策时间来看,鼠标实验室技术组的被试所需时间更长,决策类型和研究技术之间的交互作用存在边缘显著。

针对决策过程数据的分析表明,DMW 组被试整体获取的信息显著较少。在获取每个单元信息时,鼠标实验室技术组被试所花的时间显著高于 DMW,眼动技术组被试所花时间远小于鼠标实验室和 DMW 组。眼动技术组获取的信息比例较小,而重复获取的比例较高。研究者认为,这可能是因为在 DMW 组中,被试在获取每个单元信息时花费了更长时间阅读,因而减少了重复获取信息的需要。但在眼动组中,被试更多地通过余光获取外周信息,注视点数量偏少,查看信息的时间较短,导致了较高的重复获取信息比例。和已有的研究相比,在不同类型的决策任务中,通过

鼠标实验室技术收集到的过程数据形态基本保持一致,而通过 DMW 和眼动技术收集到的过程数据存在差异。研究者认为,风险决策任务中对于信息的需求量较少,而推理任务中被试为了保证正确作答会多次确认信息,因此鼠标实验室对于注意活动不够敏感,导致过程数据出现了同样的模式。但是这一推论需要经过更多的实证研究才能得到确认。

针对眼动数据的分析表明,DMW 组被试决策过程中瞳孔直径会显著放大,并持续至任务结束。而眼动组被试的瞳孔直径自始至终没有显著差异。以往的研究表明,瞳孔直径与被试在任务中投入的努力程度有关(Beatty & Kahneman, 1966),并且可以用于区分直觉型和审慎型决策(Horstmann et al., 2009)。研究者据此认为,在使用 DMW 技术时,被试存在着更明显的工作记忆的参与。

5 三种过程研究技术之比较

综合前人对 DMW、鼠标实验室和眼动技术的评价,基于 Schulte-Mecklenbeck 等人(2011)对过程考察技术的总结框架,我们归纳出对这三种技术的具体比较(见表 2)。

5.1 鼠标实验室技术的优势及问题

在实证研究中,鼠标实验室技术表现出了成本低廉、对主试水平和数量要求低的优点。研究者可以要求被试使用特定策略进行决策任务,甚至可以控制信息呈现的数量和位置,考察被试决策结果的差异。但是该技术存在以下的几个主要问题:

其一,鼠标的移动位置和被试注意力之间的联结尚存在一定的争议,以鼠标数据作为指标可能会对一些决策策略不够敏感(Franco-Watkins & Johnson, 2011a)。

其二,由于信息获取要求被试进行额外的努力,会对被试自然的决策行为和决策策略产生影响,降低研究的外部效度。Glöckner 和 Betsch (2008)发现,被试在信息完全呈现条件下能够在短时间内完成复杂的加权计算,但在使用鼠标实验室技术时则会采取认知负荷较小的非补偿式启发式策略。Franco-Watkins 和 Johnson (2011a)也认为,通过鼠标悬停获取信息的方式不自然,导致被试获取信息的行为减少,并且被试的行为表现会随着实验进程发生变化。

表 2 三种过程追踪技术的特点对比

	技术名称		
	DMW	眼动技术	鼠标实验室(及网络版)
实验地点	实验室	实验室	实验室 / 网络
被试数量	单人	单人	多人
材料呈现自由度	中	高	中
可检验的决策模型	尚待探索	直觉型与审慎型决策	占优启发式模型
举例			
技术方法	通过矩阵形式呈现遮蔽的信息，通过眼睛注视撤除单一单元的遮蔽，记录获取信息的内容、数量、顺序，记录瞳孔直径等眼动数据	通过记录角膜反射，获得注视点数量、注视时间、眼跳、瞳孔直径、注视轨迹等数据	通过矩阵形式呈现被遮蔽的信息，由鼠标悬停撤除单一单元的遮蔽，记录鼠标悬停位置、持续时间、轨迹等数据
优势	基于眼脑假设，提高了过程数据与真实认知过程的一致性；被试无法获取外周信息，增强了注视点与注意过程之间的联结；被试不会受到研究进程的影响，数据稳定；数据量大，能够提供更好的统计结果	基于眼脑假设，有扎实的理论基础和大量实证证据；能够对直觉型决策进行考察；能提供大量可靠的反映认知处理过程的数据；被试不会受到研究进程的影响，数据稳定；反映被试自然状态下的决策过程，外部效度高	能够要求被试依据特定的策略进行决策；增加研究者对于实验的控制，提高内部效度；成本低廉，可以短时间内收集大量数据，支持网上资料收集
问题	目前缺乏实证研究的验证，尚无对理论验证、突破的贡献；数据量庞大，需要事先针对过程数据进行详细假设；研究的时间、人力成本较高；信息结构化程度较低，外部效度受到影响	难以排除外周信息对于实验数据准确性的影响；数据量庞大，需要事先针对过程数据进行详细假设；研究的时间、人力成本较高	研究基于鼠标和脑活动之间的联结存在一定争议；信息结构化较强，与被试的心理结构不一定一致；研究者的干预较多，外部效度低；被试表现随实验进程会发生变化，不够稳定

其三，也有研究者认为，该技术通过矩阵模式呈现信息简化了信息搜索过程，信息拥有了更强的结构，而这种结构与被试决策时所用的信息结构不一定一致(丁夏齐等, 2004)。但在在线消费中，人们所面对的购物环境愈趋结构化，因此降低了消费决策领域对于该技术的批评。

5.2 眼动技术的优势及问题

在应用过程中，眼动技术所基于的眼脑假设有扎实的理论基础。随着眼动仪的不断更新，眼动技术不仅能够提供越来越精确的、大量的过程数据，而且也在不断减少仪器本身对被试完成任务的限制和影响。

眼动技术的应用极大地促进了针对决策过程的研究，但它也有一些缺陷。其中最主要的缺点是研究者无法剔除外周信息对实验精确度的影响。研究者假设被试所注视的部分即为当前的注意点和正在获取的信息，被试没有注视的信息则不会被获取。但是被试用余光获取信息的行为无

法通过眼动技术记录，这会导致实验结果受到质疑。如 Simion 和 Shimojo (2006, 2007)在对凝视级联效应(gaze cascade effect)的解释中就提到了这一问题。尽管两位研究者随后使用了 Gaze-contingent window 技术将注视点周围的信息进行了遮蔽，剔除了外周信息的影响，但是这一技术限制了被试自由获取信息的行为，在一定程度上降低了外部效度。

5.3 决策移窗技术的优势、问题及未来的发展

鼠标实验室技术和眼动技术各自存在着优点和问题。以往也有研究者讨论这两种技术在研究中的适用性(如 Glöckner & Betsch, 2008; Norman & Schulte-Mecklenbeck, 2010; Glaholt & Reingold, 2011)。但是在以往比较鼠标实验室技术和眼动技术的研究中，因为获取信息时采用的交互方式(鼠标—眼睛)和信息的呈现方式(遮蔽—全开放)均存在差异，因此很难将实验结果的差异具体归因为某一个因素，在解释方面存在一定的模糊性

(Franco-Watkins & Johnson, 2011a), 限制了研究者对于研究技术的选择。

从本质上讲, 新的决策移窗技术沿用了鼠标实验室技术的框架结构, 更多是一种对鼠标实验室的革新和完善。它同时具备了眼动和鼠标实验室两种技术的优势, 能够收集到更大量的且和认知活动过程相关更紧密的数据, 能够丰富研究者对决策过程中细节的认识。它也能够解决以往方法比较研究中存在的问题, 将实验结果的不一致性归结为特定的一个原因, 方便研究者对方法和成本进行权衡。

相对于鼠标—脑联结, 决策移窗技术采用的眼—脑联结更加紧密, 也有更扎实的实证基础。这些更准确的生理学证据能够减少研究者对鼠标实验室技术有效性的疑问和批评, 让研究结果得到更多的保障。更自然的交互方式也极大地改善了鼠标实验室技术对被试决策中信息收集阶段的负面影响: 被试不需要进行多余的操作即可获取到与决策相关的信息, 缩短了实验整体的时间; 过程数据不会受到实验进程的影响, 保证了研究结果的稳定性。决策状态更接近于一般情境中的状态, 也在一定程度上提高了生态学效度(尤其是在消费决策领域的研究中)。通过决策移窗技术, 研究者将可以更准确的剥离出被试在获取完一条信息到决定获取下一条信息之间的潜伏期(Franco-Watkins & Johnson, 2011b), 用以衡量信息获取成本对于被试的影响。

相对于全信息呈现的眼动技术, DMW 技术的信息遮蔽能够避免被试通过余光获取外周信息, 增强了注视点和信息获取之间的联系, 保证被试所有的信息获取行为都被记录和分析, 增强了研究结果的可靠性。并且, DMW 技术中允许被试自由选择查看哪些信息, 比起 Gaze-contingent window 技术, 被试具有更高的自由度, 实验也因此具备更高的效度。

尽管决策移窗技术对鼠标实验室技术进行了一定的改善, 但是仍然回避不了鼠标实验室技术中的一些缺陷。如信息依然以结构化的方式呈现给被试, 降低了外部效度。信息的遮蔽也可能诱发被试在不考虑实际信息需求的情况下进行信息搜索。而且研究者无法考察被试在获取信息后对信息进行整合处理的过程, 过程数据与决策结果数据之间有一定的跳跃。相比于鼠标实验室技术,

DMW 技术增加了编程方面的工作量, 也增加了主试培训和仪器费用等研究成本。

目前应用 DMW 技术的实证研究还比较有限, Franco-Watkins 和 Johnson 从概率推理任务和风险决策任务中获得的结论是否是可靠的, 他们所提出的推论和在其他决策问题上的拓展还需要后续研究的进一步证实和探索。除技术本身的问题, 它的存在是否能够成为研究者目前争论的理论问题的解决方法, 仍需要进一步的实证研究。

例如, 从前人的研究结果来看, 鼠标实验室技术仅适用于考察审慎型决策, 而眼动技术可以考察直觉性决策, 也可以在给被试一定认知压力的情境下考察审慎型决策。新的 DMW 技术所收集到的过程数据显示出了不同于这两种技术的模式, 那么它是否能够区分或同时有效检验两种类型的决策呢? 相对于鼠标实验室技术, DMW 技术需要被试额外的认知努力更少, 可能允许被试仅仅通过直觉系统就得出决策结果。这需从今后的研究中得出结论, 并且会决定 DMW 技术在研究应用中的发展广度。

6 决策过程研究技术应用的未来发展

Schulte-Mecklenbeck 等人提出(2011), 相较于单一方法, 结合多种研究方法能够显著增强不同技术的有效性。Russo 和 Rosen (1975)在对多选项决策的研究中, 同时使用了眼动技术和大声思维技术, 以相互印证研究结论。通过融合得到的 DMW 技术, 比起眼动技术增加了信息遮蔽, 比起鼠标实验室技术增加了眼动交互, 研究者可以在实验中同时运用两种甚至多种技术。通过比较数据, 不仅可以从中尝试分离研究方法所带来的影响, 也可以弥补单一方法所存在的缺陷, 结合决策数据为研究提供更高的会聚效度。

除了本文所提到的三种技术外, 认知神经科学领域的脑成像技术(ERP+fMRI)也开始应用于决策与判断领域的研究中。脑成像技术更偏向于考察决策行为背后的认知神经机制, 可以考察大脑不同脑区的功能以及它们之间的交互作用(薛贵, 陈传升, 吕忠林, 董奇, 2010)。例如, 大量决策神经科学领域的研究表明, 爱荷华博弈任务(Iowa gambling task, IGT)的加工同时依赖杏仁核、vmPFC 和 OFC (包括 mOFC 和 IOFC)等情绪脑网络的活动, 和 dLPFC、海马、腹侧纹状体、

岛叶皮层、pre-SMA 和扣带回皮层等脑区。因此, IGT 是一项涉及情绪、记忆与学习、认知评价、奖赏和运动程序编制与执行等多个系统协同活动的决策任务(蔡厚德, 张权, 蔡琦, 陈庆荣, 2012)。脑成像技术也能够在一定程度上反映被试在任务过程中涉及到的脑区活动, 但 DMW 等技术主要将人们在决策过程中的信息获取和比较过程反映出来。相比之下, 脑成像技术能够更直观有效地反映人的内部处理过程, 但是在时间敏感度方面不及 DMW 等技术。

越来越多的研究者已经注意到过程模型在信息收集方面的优势, 并发现它为决策研究提供了一条新的途径, 帮助构建全新的决策理论体系。但是在实际研究中过程模型这方面的优势并没有得到充分发挥, 过程数据更多地作为佐证支持外显的行为结果, 很少真正为建构理论模型和理论假设做出贡献(Schulte-Mecklenbeck et al., 2011)。研究者们依然更多地将注意力集中在人们决策行为与纯理性行为之间的偏差方面。因此, 对于过程数据的挖掘依然存在更大的空间和价值, 需要更多的研究者投入努力。

参考文献

- 蔡厚德, 张权, 蔡琦, 陈庆荣. (2012). 爱荷华博弈任务 (IGT) 与决策的认知神经机制. *心理科学进展*, 20(9), 1401-1410.
- 丁夏齐, 马谋超, 王詠, 樊春雷. (2004). 信息显示板(IDB) 实验在消费行为研究中的应用. *心理科学进展*, 12(2), 440-446.
- 汪祚军, 李纾. (2012). 对整合模型和占优启发式模型的检验: 基于信息加工过程的眼动研究证据. *心理学报*, 44(2), 179-198.
- 薛贵, 陈传升, 吕忠林, 董奇. (2010). 脑成像技术及其在决策研究中的应用. *心理学报*, 42(1), 120-137.
- 袁明, 李晓明. (2011). 决策过程追踪工具: Mouselab 与 MouselabWEB. *社会心理科学*, 26, 77-82.
- Beatty, J., & Kahneman, D. (1966). Pupillary changes in two memory tasks. *Psychonomic Science*, 5, 371-372.
- Böckenholt, U., & Hynan, L. S. (1994). Caveats on a process-tracing measure and a remedy. *Journal of Behavioral Decision Making*, 7, 103-117.
- Bowers, K. S., Regehr, G., Balthazard, C., & Parker, K. (1990). Intuition in the context of discovery. *Cognitive Psychology*, 22, 72-110.
- Dhar, R., Nowlis, S. M., & Sherman, S. J. (2000). Trying hard or hardly trying: An analysis of context effects in choice. *Journal of Consumer Psychology*, 9(4), 189-200.
- Franco-Watkins, A. M., & Johnson, J. G. (2011a). Decision moving window: Using interactive eye tracking to examine decision processes. *Judgment and Decision Making*, 43, 853-863.
- Franco-Watkins, A. M., & Johnson, J. G. (2011b). Applying the decision moving window to risky choice: Comparison of eye-tracking and mouse-tracing methods. *Judgment and Decision Making*, 6(8), 740-749.
- Glaholt, M. G., & Reingold, E. M. (2011). Eye movement monitoring as a process tracing methodology in decision making research. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 4(2), 125-146.
- Glöckner, A., & Betsch, T. (2008). Multiple-reason decision making based on automatic processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 34, 1055-1075.
- Glöckner, A., & Herbold, A. (2011). An eye-tracking study on information processing in risky decisions: Evidence for compensatory strategies based on automatic processes. *Journal of Behavioral Decision Making*, 24, 71-98.
- Horstmann, N., Ahlgrimm, A., & Glöckner, A. (2009). How distinct are intuition and deliberation? An eye-tracking analysis of instruction-induced decision modes. *Judgment and Decision Making*, 4, 335-354.
- Johnson, E. J., Payne, J. W., & Bettman, J. R. (1988). Information displays and preference reversals. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 42, 1-21.
- Johnson, E. J., Schulte-Mecklenbeck, M., & Willemsen, M. C. (2008). Process models deserve process data: Comment on Brandstätter, Gigerenzer, and Hertwig (2006). *Psychological Review*, 115(1), 263-273.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 329-354.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1984). Choices, values, and frames. *American Psychologist*, 39(4), 341-350.
- Levin, I. P., Huneke, M. E., & Jasper, J. D. (2000). Information processing at successive stages of decision making: Need for cognition and inclusion-exclusion effects. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 82(2), 171-193.
- Lohse, G. L., & Johnson, E. J. (1996). A comparison of two process tracing methods for choice tasks. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 68, 28-43.
- Norman, E., & Schulte-Mecklenbeck, M. (2010). Take a quick click at that! Mouselab and eye-tracking as tools to measure intuition. In A. Glöckner & C. Wittman (Eds.), *Foundations for tracing intuition: Challenges and*

- methods (pp. 24–44). Hove: Psychology Press.
- Payne, J. W. (1976). Task complexity and contingent processing in decision making: An information search and protocol analysis. *Organizational Behavior and Human Performance*, 16, 366–387.
- Payne, J. W., Bettman, J. R., & Johnson, E. J. (1988). Adaptive strategy selection in decision making. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(3), 534–552.
- Payne, J. W., & Braunstein, M. L. (1978). Risky choice: An examination of information acquisition behavior. *Memory & Cognition*, 6, 554–561.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Review*, 124, 372–422.
- Riedl, R., Brandstätter, E., & Roithmayr F. (2008). Identifying decision strategies: A process and outcome-based classification method. *Behavior Research Methods*, 40(3), 795–807.
- Russo, J. E. (1978). Eye fixations can save the world: A critical evaluation and a comparison between eye fixations and other information processing methodologies. *Advances in Consumer Research*, 5, 561–570.
- Russo, J. E., & Doshier, B. A. (1983). Strategies for multiattribute binary choice. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9, 676–696.
- Russo, J. E., Johnson, E. J., & Stephens, D. L. (1989). The validity of verbal protocols. *Memory & Cognition*, 17, 759–769.
- Russo, J. E., & Leclerc, F. (1994). An eye-fixation analysis of choice processes for consumer nondurables. *Journal of Consumer Research*, 21, 274–290.
- Russo, J. E., & Rosen, L. D. (1975). An eye fixation analysis of multialternative choice. *Memory & Cognition*, 3, 267–276.
- Seth, A. K., Dienes, Z., Cleeremans, A., Overgaard, M., & Pessoa, L. (2008). Measuring consciousness: Relating behavioural and neurophysiological approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 314–321.
- Schulte-Mecklenbeck, M., Kühberger, A., & Ranyard, R. (2011). The role of process data in the development and testing of process models of judgment and decision making. *Judgment and Decision Making*, 6(8), 733–739.
- Simion, C., & Shimojo, S. (2006). Early interactions between orienting, visual sampling and decision making in facial preference. *Vision Research*, 46, 3331–3335.
- Simion, C., & Shimojo, S. (2007). Interrupting the cascade: Orienting contributes to decision making even in the absence of visual stimulation. *Perception & Psychophysics*, 69, 591–595.
- Watson, J. B. (1920). Is thinking merely the action of language mechanisms? *British Journal of Psychology*, 100(1), 87–104.
- Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009). Mindful judgment and decision making. *Annual Review of Psychology*, 60, 53–85.

Process Tracing Technologies in Decision Making: Introduction and Prospect

YU Wen; YAN Gonggu; HUANG Zhihua

(School of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

(Beijing Key Laboratory of Applied Experimental Psychology, Beijing Normal University, Beijing, 100875, China)

Abstract: With in-depth exploration of core issues and the development of information technology, process information has been receiving more and more attention in decision making researches in last 50 years. Process technologies mainly include Mouselab, Eye Track, and Decision Moving Window (DMW). Mouselab and Eye Track have been used in varieties of decision tasks to test prevailing decision-making theories. DMW is developed recently and combines the advantages of both Mouselab and Eye Tracking. Its scope of application needs to be extended in more researches. In future studies, the comprehensive use of different technologies will help avoid the defect of single technology, separate the impact of the research technology from people's behavior and improve the validity of studies.

Key words: process model; mouselab; eye track; decision moving window