

认知心理学



视觉搜索不对称实验

专业	:	心理学
班级	:	心理 2202
学号	:	3220102692
姓名	:	毛沛炫
性别	:	男

视觉搜索不对称实验

毛沛炫¹

¹浙江大学心理与行为科学系, 浙江杭州 310027

摘要 本研究验证了视觉搜索不对称现象, 即在不同搜索任务中搜索效率的差异。参与者为 28 名浙江大学心理与行为科学系的本科生, 年龄在 19 至 24 岁之间, 男女各半。实验采用三因素被试内设计, 探究搜索任务、搜索集大小和靶子出现情况对搜索效率的影响。结果显示, 特征存在搜索任务的反应时显著低于特征缺失搜索任务; 且在特征缺失搜索任务中, 反应时随搜索集大小增加而显著上升, 干扰子的异质性条件下反应时高于同质条件。研究支持了特征整合理论, 揭示了视觉搜索不对称的机制, 对认知心理学和视觉搜索应用领域具有重要意义。

关键词 视觉注意机制; 视觉搜索不对称; 特征整合理论;

分类号 B84

1 实验背景

视觉搜索不对称现象最早由 Neisser (1963) 提出, 是指以反应时为指标, 在刺激 B 中搜索 A 与在刺激 A 中搜索 B, 其搜索效率是不同的。Treisman 和 Souther (1985) 设计了经典的视觉搜索不对称实验 (图 1), 发现 a 图案对应的搜索任务, 被试的反应时几乎不随搜索集的变化而变化, 反映的是高效的并行搜索, 而 b 图案对应的搜索任务, 被试的反应时随搜索集的增大而迅速增大, 反映的是低效的系列搜索。

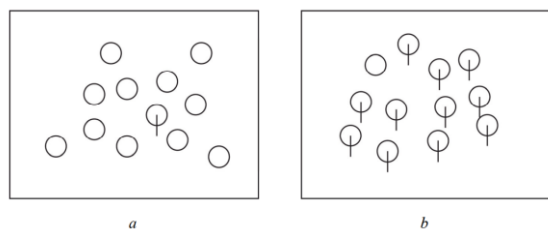


图 1 Treisman 实验中两种类型的靶子
(Treisman & Souther, 1985)

特征整合理论 (Treisman & Gormican, 1988) 常被用来揭示这种现象 (图 2)。该理论认为视觉系统的加工可分为两个阶段: (1) 特征登记阶段, 视觉系统从光刺激模式中抽取特征, 且不检测特征间的关系, 这是一种平行的、自动化的加工过程; (2) 特征整合阶段, 知觉系统将知觉到的特征正确地联系起来, 把原始的、彼此分开的特征整合为一个单

一的客体, 从而形成对某一客体的表征。特征整合阶段要求对特征进行定位, 即确定特征的边界位置在哪里, 并在位置地图 (map of locations) 上标志出来, 是一种系列加工过程。

Treisman 认为, 与干扰子相比, 靶子具有某项基本特征时, 在激活特征地图的特征登记阶段就可以被探测到, 因而这时的加工属于自动化的并行加工; 而当靶子缺少了干扰子都具有的某项基本特征时, 就需要在位置地图上将其标示出来, 因而这时的加工属于非自动化的串行加工。因此, 当靶子与干扰子互换时, 就产生了视觉搜索不对称现象。

本实验旨在对 Treisman 等人的经典视觉搜索不对称实验进行验证, 并进一步探讨引起视觉搜索不对称的原因及其影响因素。

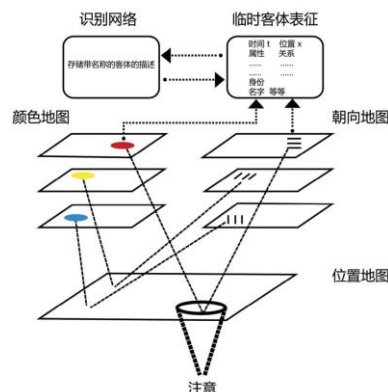


图 1 特征整合理论框架示意图
改编自 Treisman 和 Gormican (1988)

2 实验方法

2.1 被试

浙江大学心理与行为科学系本科生 28 名（男女各半），年龄 19~24 岁，平均年龄 2.36±.91 岁。均为右利手，无躯体疾病及精神障碍，视力正常或矫正视力均达到 1.0 以上，无色盲色弱。

2.2 仪器与材料

被试个人计算机一台，认知心理学教学管理系统。本实验呈现的符号集为“○”“⊙”“△”和“▲”，符号的颜色为黑色，每个符号的大小约为 1.5cm×1.5cm。

3 实验设计

本实验采用三因素被试内设计。因素一为搜索集的大小，该因素共有 3 个水平，分别为：4 个、8 个和 12 个；因素二为干扰子的性质，该因素有 2 个水平，分别为：同质干扰子和异质干扰子；因素三为靶子是否出现，该因素也有 2 个水平，分别为：出现和不出现。被试有两个任务：特征存在搜索任务和特征缺失搜索任务。特征存在搜索任务要求被试在一些不带柄的圆圈和三角形中搜索是否存在一个带柄的圆圈；而特征缺失搜索任务则要求被试在一些带柄的圆圈和三角形中搜索是否存在一个不带柄的圆圈。两个任务的顺序在被试间对抗平衡。

单次试验流程图见图 3。

对于特征存在搜索任务：首先在屏幕上中央呈

现一个黑色“+”注视点，500~1500 毫秒后在屏幕上随机呈现一些符号，这些符号可能包括“○”“△”和“⊙”，其中靶子是“⊙”，干扰子是“○”和“△”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“⊙”，并立即做出按键反应。如果存在按“J”键；不存在则按“F”键。为了减少被试按键过程中的反应定势，生成的实验序列经 Wald-Wolfowitz 游程检验，显著性大于.10（双侧）。

特征缺失搜索任务流程和特征存在搜索任务相同，其中靶子是“○”，干扰子是“▲”和“⊙”。被试的任务是判断这些符号中是否存在靶子“○”，并立即做出按键反应。如果存在按“J”键；不存在按“F”键。为了减少被试按键过程中的反应定势，生成的实验序列经 Wald-Wolfowitz 游程检验，显著性大于.10（双侧）。

被试做出按键后，会得到相应的反馈，指示被试反应正确与否及反应时。如果被试在字符出现后 3000 毫秒内不予以反应，程序将提示反应超时，告诉被试尽快反应。随机空屏 600~1300 毫秒后，自动进入下一次试验。

特征存在搜索任务或特征缺失搜索任务实验开始前，从正式实验中随机抽取 20 次作为练习，练习的时候，无论反应正确、错误或超时均有反馈，但结果不予以记录。练习的正确率达到 90%后方可进入正式实验。正式实验在被试做出正确反应后没有提示，反应错误或反应超时则会有提示。正式实验有 168 次试验，分 4 组（每组 42 次），组与组之间分

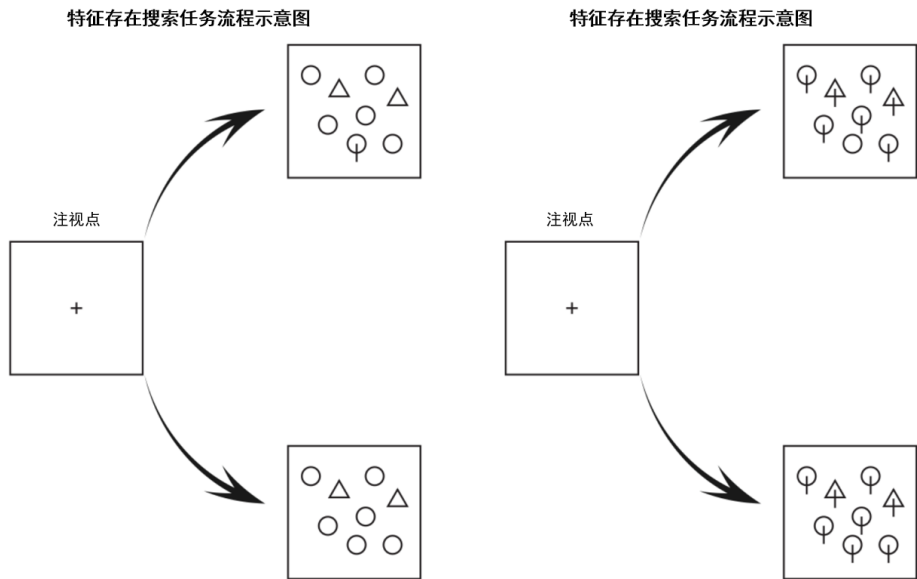


图 3 实验刺激与流程图

别有一段休息时间。正式实验结束后，进入错误补救程序，即将之前做错的试验再次呈现，直到被试全部反应正确为止。整个实验包括特征存在搜索任务和特征缺失搜索任务两部分，两者全部完成需时约 20 分钟。

4 结果分析

4.1 分别计算每个被试和所有被试在同质干扰子和异质干扰子下对不同搜索集（SetSize）、不同搜索任务（特征存在搜索任务、特征缺失搜索任务）的平均反应时

计算每位被试在同质干扰子和异质干扰子对不同搜索集（SetSize）、不同搜索任务（特征存在搜索

任务、特征缺失搜索任务）的平均反应时，并得到所有被试的平均反应时，如表 1、图 4A 所示。

表 1 不同干扰子下对不同搜索集、不同搜索任务的反应时（ms，Mean±SD）

干扰子	搜索任务	搜索集大小		
		4	8	12
同质	特征存在	534.32±63.74	524.66±6.15	534.08±67.20
		584.93±74.27	62.00±76.90	647.16±81.60
	特征缺失	532.72±65.81	536.89±66.57	529.30±59.00
		622.76±75.34	67.02±10.73	704.84±84.95

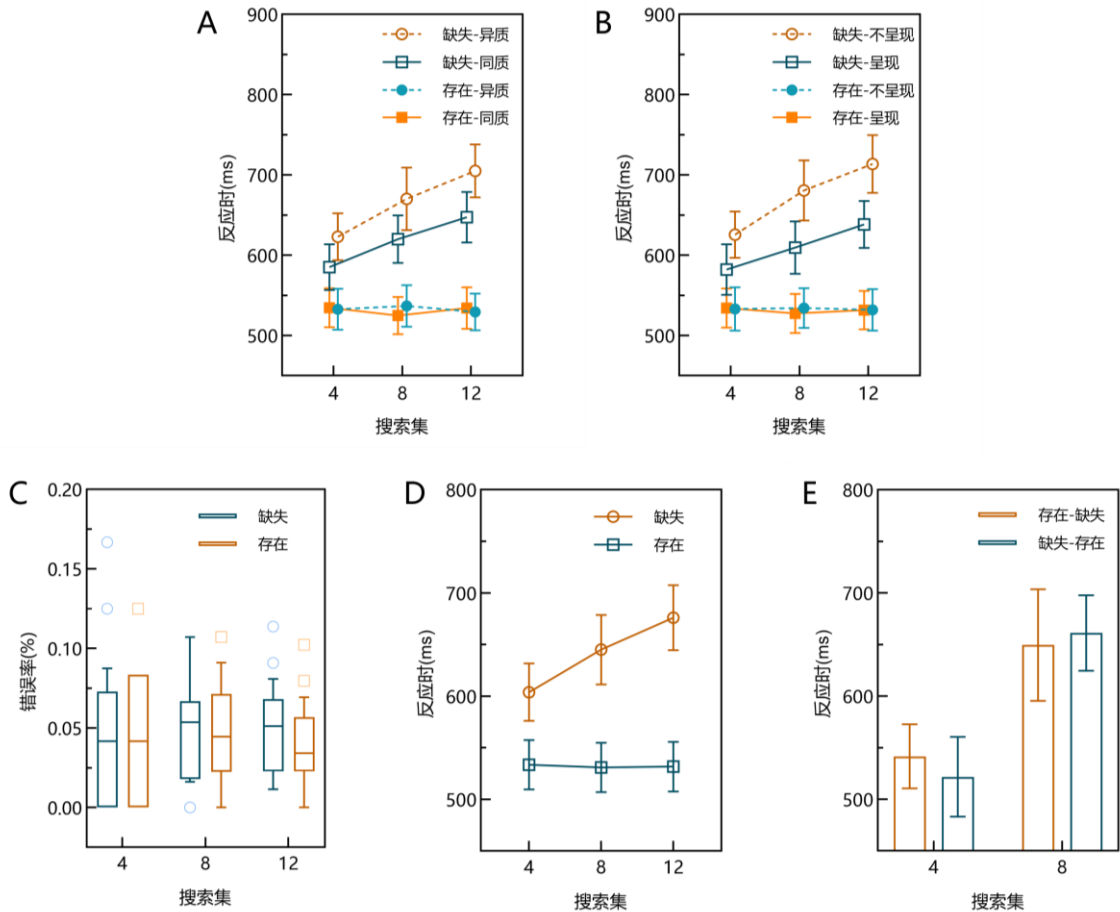


图 4 各因素条件下被试反应时结果图

注：A）所有被试在同质干扰子和异质干扰子下对不同搜索集、不同搜索任务的平均反应时折线图，误差线是置信区间（95%CI）。可以看到，特征缺失搜索任务的反应时随搜索集大小增大而增大，且干扰子同质性对特征缺失搜索任务影响显著。B）所有被试在不同搜索任务条件下，靶子呈现与否的反应时折线图。误差线为置信区间（95%CI）。C）不同搜索任务下被试错误率随搜索集的大小变化的箱型图（10%~90%），搜索任务和搜索集对被试错误率的影响不大。D）不同搜索任务下被试反应时随搜索集的大小变化的折线图，搜索任务影响显著，且特征缺失搜索任务的反应时随搜索集增加而增大。E）不同任务顺序中不同搜索任务的反应时柱状图，误差线是置信区间（95%CI）。

4.2 以搜索集为横坐标, 反应时为纵坐标, 分别绘制不同搜索任务条件下, 靶子呈现与否的反应时折线图, 计算反应时与搜索集间的直线回归方程, 并计算搜索斜率和 R^2 值, 考察其是否显著

以搜索集为横坐标, 反应时为纵坐标, 分别绘制不同搜索任务条件下, 靶子呈现与否的反应时折线图 (如图 4B 所示), 并计算在不同搜索任务和靶子呈现与否的条件下, 反应时对搜索集的回归方程。在特征存在搜索任务中, 不论靶子是否呈现, 整体的回归效果不显著 ($p > .05$), 且反应时对搜索集的回归系数不显著 ($p > .05$)。在特征缺失搜索任务中, 当靶子呈现时, 整体的回归效果显著, $R^2 = .08$, $F(1, 82) = 7.00$, $p = .01$; 搜索集的回归系数 $\beta = 7.06$, 搜索集与反应时之间的这种正相关关系具有统计学意义, $t(82) = 2.64$, $p = .01$, 说明搜索集大小对反应时的预测能力显著。在特征缺失搜索任务中, 当靶子不呈现时, 整体的回归效果显著, $R^2 = .14$, $F(1, 82) = 13.84$, $p < .001$; 搜索集的回归系数 $\beta = 1.98$, $t(82) = 3.72$, $p < .001$, 说明搜索集大小对反应时的预测能力显著。

4.3 不同搜索任务下被试反应时和错误率随搜索集的大小有何变化, 并考察其是否存在差异

所有被试在不同搜索任务下错误率和反应时随搜索集大小的变化见图 4C、图 4D。为探究不同搜索任务和搜索集大小对被试反应时的影响, 以反应时为因变量, 搜索任务和搜索集大小为被试间变量, 进行双因素重复测量方差分析。Mauchly 检验表明数据未违反球形性假设 ($p > .05$)。分析表明: 搜索任务主效应显著, $F(1, 27) = 81.56$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .75$; 搜索集大小主效应显著, $F(1, 27) = 25.45$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .45$; 搜索任务和搜索集大小交互作用显著, 反应时随搜索集大小变化的趋势在不同搜索任务下不同, $F(2, 54) = 29.12$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .52$ 。

随后进行简单效应分析 (所有 p 值经过 Bonferroni 矫正)。在搜索集大小为 4、8、12 时, 特征存在搜索任务中, 被试的反应时均显著低于特征缺失搜索任务 ($p < .001$)。对于特征存在搜索任务, 随着搜索集大小的变化, 被试的反应时没有显著变化。对于特征缺失搜索任务, 当搜索集大小从 4 增加至 8 时, 被试的反应时显著增加 ($p < .001$); 随后当搜索集大小从 8 增加至 12 时, 被试的反应时显著增加 ($p < .001$)。

为探究不同搜索任务下被试的错误率随搜索集大小的变化, 以正确率为因变量, 搜索任务和搜索

集大小为被试间变量, 进行双因素重复测量方差分析。Mauchly 检验表明数据违反了球形性假设, $\chi^2(2) = 16.71$, $p < .001$, $\epsilon = .68$, 因此采用 Greenhouse-Geisser 球形矫正对自由度进行矫正。分析表明: 搜索任务的主效应不显著, $F(1, 27) = .19$, $p = .67$, $\eta_p^2 = .01$; 搜索集大小的主效应不显著, $F(1.4, 36.6) = 2.01$, $p = .16$, $\eta_p^2 = .07$; 搜索任务和搜索集交互作用不显著, $F(1.9, 5.2) = .93$, $p = .40$, $\eta_p^2 = .03$ 。该结果说明搜索任务和搜索集大小都不会显著影响任务的错误率。

4.4 考察被试在实验过程中是否存在搜索任务的顺序效应

不同搜索任务在不同顺序下的反应时如图 4E 所示。为探究搜索任务的顺序效应, 以反应时为自变量, 搜索任务为组内变量, 搜索任务顺序为组间变量, 进行双因素重复测量方差分析。分析表明: 搜索任务与任务顺序交互作用不显著, $F(1, 26) = 1.47$, $p = .24$, $\eta_p^2 = .05$ 。进行简单效应分析, 不论被试先进行特征存在搜索任务还是先进行特征缺失搜索任务, 特征缺失搜索任务的反应时都显著高于特征存在搜索任务 ($p < .001$)。特征存在搜索任务的反应时在不同任务顺序之间没有显著差异, $p > .05$, Cohen's $d = .28$; 特征缺失搜索任务的反应时在不同任务顺序之间没有显著差异, $p > .05$, Cohen's $d = .16$ 。

5 讨论

本实验对 Treisman 等人的经典视觉搜索不对称实验进行了验证, 并分析了不同搜索任务的顺序效应。我们发现, 特征存在搜索任务的反应时会显著低于特征缺失搜索任务; 在特征缺失搜索任务中, 反应时对搜索集大小的回归方程显著, 反应时随着搜索集的增加显著上升; 在特征缺失搜索任务中, 干扰子异质条件下的反应时会显著高于干扰子同质条件。这些结果和 Treisman 等人的结果相符。

然而, 在本实验中, 特征存在搜索任务中反应时对搜索集大小的回归方程不显著, 这和 Treisman 的结果不同。我们猜测这可能是由于实验操作不同有关。Treisman 的实验中, 搜索集大小为 1、6、12, 且干扰子只有同质条件, 这种处理可能使搜索集大小为 1 时, 反应时比搜索集大小为 6 和 12 更小, 使得回归方程系数显著。

我们还额外探索了顺序效应对反应时的影响, 结果表明不管是先进行特征存在搜索任务还是先进行特征缺失搜索任务, 特征存在搜索任务的反应时

都显著低于特征缺失搜索任务；且同一搜索任务的反应时在不同顺序条件下没有显著差异。

参 考 文 献

- Neisser, U. (1963). Decision-Time without Reaction-Time: Experiments in Visual Scanning. *The American Journal of Psychology*, 76(3), 376.
- Treisman, A., & Souther, J. (1985). Search asymmetry: a diagnostic for preattentive processing of separable features. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114(3), 285.
- Treisman, A., & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological review*, 95(1), 15.

Search Asymmetry Experiment

Peixuan Mao¹

¹*Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027)*

Abstract

This study investigated the search asymmetry, which refers to the difference in search efficiency during opposite search tasks. Participants consisted of 28 undergraduate students from the Department of Psychology and Behavioral Sciences at Zhejiang University, aged between 19 and 24 years old, with an equal gender distribution. A within-subjects design with three factors was employed to explore the effects of search tasks, set size, and target presence on search efficiency. Results indicated that the reaction time in the feature presence search task was significantly lower than that in the feature absence search task. Moreover, in the feature absence search task, reaction time increased significantly with the enlargement of set size, and reaction time was higher under heterogeneous distractor conditions compared to homogeneous conditions. The study supports the Feature Integration Theory, revealing the mechanism behind search asymmetry, which is of significant importance to cognitive psychology and the application fields of visual search.

Key words Visual Attention, Search Asymmetry, Feature Integration Theory.