

Visual Attention Driven by Content-Based Working Memory under the Condition of Shape Highlight

Yangna Xie, Wenchun Wu*

School of Education Science, Hanshan Normal University, Chaozhou Guangdong
Email: *wenchun98@126.com

Received: Aug. 31st, 2016; accepted: Sep. 19th, 2016; published: Sep. 26th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This study adopted the dual task paradigm combined with memory mission and visual search task, to explore the guiding role of visual working memory content toward visual attention via using color and frame geometry as the materials. It was a 2 × 2 mixed experimental design in this research, which respectively adopted different highlight condition (match the distraction highlight vs. search target highlight) and matching types (match vs. mismatch) as between-subject variable and within-subject variable. The results showed that under different highlight conditions, the visual search reaction time in the mismatches condition is shorter than that in the matches condition. The results, thus, demonstrate that the information content of visual working memory can effectively guide the visual attention.

Keywords

Shape Highlight, Visual Working Memory, Attention Capture, Visual Search

形状凸显条件下工作记忆内容 对视觉注意的引导

谢燕娜, 吴文春*

*通讯作者。

韩山师范学院教育科学学院, 广东 潮州
Email: *wenchun98@126.com

收稿日期: 2016年8月31日; 录用日期: 2016年9月19日; 发布日期: 2016年9月26日

摘要

该研究采取记忆探测任务与视觉搜索任务相结合的双任务实验范式, 以彩色边框几何图形为材料, 探究视觉工作记忆内容在形状凸显条件下对视觉注意的引导作用。实验设计为 2×2 的混合实验设计, 其中不同凸显条件(匹配分心物凸显、搜索目标凸显)为被试间变量, 不同匹配类型(有匹配项、无匹配项)为被试内变量。结果发现: 不同凸显条件下, 无匹配项的视觉搜索反应时皆显著小于有匹配项的视觉搜索反应时。这说明视觉工作记忆中的信息内容对于视觉注意的引导作用是十分有效的。

关键词

形状突显, 视觉工作记忆, 注意捕获, 视觉搜索

1. 引言

在我们的生活中, 每时每刻都有着大量的刺激作用于感觉系统。但人的信息加工系统是一个资源有限的系统, 为了避免系统超载, 它只允许少量的刺激进入神经中枢并得到进一步的加工; 这就需要一个高效的通道控制机制, 来应对复杂多变的视觉环境, 并对各种刺激进行快速搜索, 以优化对靶子刺激的选择。这种控制机制即为注意选择机制。而在执行加工的过程中, 为完成当前活动和任务, 需要对大脑所接收到的内容进行暂时性的编码、贮存和提取, 这个容量有限的系统即为工作记忆。在人类的思维、记忆、知觉和行为间的动态交互作用中, 选择性注意和工作记忆这两个认知系统的存在对于人类生活有着十分重要的意义(张明, 王爱君, 2012)。长久以来, 这两大系统一直都是心理学家们热切关注的两大课题, 其各自也得到了许多学者们深入的探讨研究, 同时形成了大量成熟的实验范式和理论模型。但对两者间的交互作用, 研究者们直至近十年来才开始高度关注, 并对此进行了深入系统的研究。

研究者们发现视觉注意的导向会受到工作记忆的内容的影响, 即视觉注意会优先关注那些与工作记忆中暂时储存的内容相似的事物, 从而对相匹配的空间或物体进行选择(Kumar, Soto, & Humphreys, 2009; Downing, 2000; Oliver, Meijer, & Theeuwes, 2006; Soto et al., 2005; Soto et al., 2010; Pan & Soto, 2010; Soto et al., 2011)。Downing (2000)的研究还发现, 当记忆探测项目出现在记忆匹配项所在的空间位置时, 被试的反应速度相比较位于非记忆匹配项空间位置的探测项目的反应速度明显更快, 这说明和工作记忆内容相似或相同的物体能够主动地吸引视觉注意。

不过, 尽管工作记忆表征对注意自上而下的引导方式越来越受到国内外研究者的关注, 但有个问题也一直存在着争议, 即工作记忆内容对注意的引导是否是一个自动化的过程? 有学者(Downing, 2000)认为, 工作记忆内容可以通过自上而下的方式主动引导视觉注意去优先关注视野中的匹配项目, 即工作记忆内容能捕获注意。Soto (2005)等人通过采取工作记忆任务与视觉搜索任务相结合的双任务实验范式, 探究了工作记忆内容以自上而下的方式来引导视觉注意的这一控制作用。要求被试在对一个记忆项目进行记忆保持的阶段中执行一个搜索任务。在视觉搜索任务中有三种实验条件: 视觉搜索刺激中不存在记忆匹配刺激物(中性条件), 视觉搜索刺激中存在着包含了搜索目标的记忆匹配刺激物(有效条件), 视觉搜

索序列里存在包含了干扰项目的记忆匹配刺激物(无效条件)。在此当中记忆匹配刺激物是类似于工作记忆内容的物体或与之完全一样的物体, 干扰刺激是指跟搜索目标不一样的干扰物。结果发现, 在上述三种条件下的搜索反应时中, 有效条件最短, 中性条件次之, 无效条件最长。说明工作记忆内容不仅可以主动吸引视觉注意, 而且视野中与工作记忆内容相匹配的项目也能捕获注意。另一些观点则反对工作记忆内容对视觉注意的引导是以全自动的方式进行, 他们认为工作记忆内容对视觉注意的引导是灵活可控的, 并非所有与之匹配的刺激都能捕获注意。**Woodman & Luck (2007)**的双任务实验范式发现, 在明确告知被试记忆项目永远与搜索目标不同的情况下, 无效试验的搜索速度与基线条件下的搜索速度相比, 不仅没有下降, 而且有所提高。研究者认为, 实验者在知道搜索目标与工作记忆内容无关时, 会主动采取回避与记忆项目相匹配的干扰刺激的策略来分配注意, 所以, 实验者通过工作记忆内容来吸引视觉注意这个过程是灵活主动的。

对于这些相互矛盾的实验结果, 研究者们考察了诸多影响因素。在外部因素方面, **Oliver (2009)**的研究发现, 当搜索目标固定不变时, 有多余的资源对客体工作记忆内容进行加工, 记忆匹配分心物能够捕获注意, 而当搜索目标在试次间不断变化时, 注意资源全部集中于对目标的保持过程中, 没有足够的资源加工其他项目, 因此匹配分心物难以捕获注意。**Oh 和 Kim (2003)**指出, 在搜索目标模糊时, 会出现工作记忆内容自动捕获视觉注意的现象, 而在搜索目标清晰时, 视觉注意导向被工作记忆内容影响的现象则不会出现; 这表明搜索目标的明确程度也是工作记忆内容能否引导视觉注意的一个因素。除此之外, 刺激强度、刺激复杂度、知觉负载、匹配分心物的数量、时间间隔等外部因素也被认为是导致已有实验结果不一致的原因。在内部因素方面, 除了认知控制时程, **胡艳梅等(2013)**发现了被试的动机抑制水平的高低也会影响匹配分心物捕获注意。

那么, 与工作记忆内容相同或相似的刺激是能捕获注意还是能抑制注意, 其影响因素也不少; 就刺激属性来说, 不同的属性对引导注意的效力是不相同的。**Zhang et al. (2010)**认为, 工作记忆表征是否能捕获注意在某种程度上取决于工作记忆表征的刺激属性是否对注意具有强有力的引导效力。**Wolfe 和 Horowitz (2004)**通过对以往大量视知觉成果的整合, 发现被称为可引导注意的“绝对属性”, 如颜色、大小等在绝大部分研究中都发现可以有效的引导注意选择; 而被称为可引导注意的“可能属性”, 如形状, 则对注意的引导力要较差一些。**张豹等人(2014)**的研究结果也证实了工作记忆表征中的颜色属性在注意的导向作用中, 要比形状属性具有更大的优先性。同时在视觉搜索中刺激的凸显性是一个重要的影响因素, 因此有研究(**张明, 王爱君, 李毕琴, 张阳, 2013**)从刺激颜色凸显角度出发, 对被试在存在抑制匹配分心物动机的前提下, 通过操纵背景颜色来凸显匹配分心物或凸显搜索目标这两种情况, 探究在视觉搜索中, 工作记忆内容对其的一个导向作用。结果表明跟工作记忆内容相似或相同的刺激物是能够十分有效地捕获注意。而对于注意引导效力较差的形状属性, 有不少研究(**Wolfe & Horowitz, 2004; Soto et al., 2005; Houtkamp & Roelfsema, 2006; Soto et al., 2006; Peters, Goebel, & Roelfsema, 2009; Downing & Dodds, 2004**)表明其对视觉注意没有起到引导作用; 不过目前尚未发现有研究通过操纵底纹以凸显形状, 来验证刺激形状凸显条件下工作记忆内容是否能主动引导视觉注意。为此, 本研究拟通过底纹突显方式来实现刺激凸显, 以探究被试在有抑制匹配分心物的动机(被试知道与工作记忆内容匹配的刺激永远不会成为搜索目标), 和有底纹来凸显匹配分心物的情况下, 是否能改变抑制注意的过程, 重新捕获注意; 而为了进一步验证工作记忆内容引导注意的有效性, 排除凸显性较高的底纹所带来的自上而下自动捕获视觉注意这一干扰因素, 因此操纵底纹凸显搜索目标形状, 以探究匹配分心物是否仍然能捕获注意。如果匹配分心物仍然能够捕获注意, 则证实了工作记忆内容对注意的引导过程是自动化的, 自上而下的抑制动机与目标搜索凸显都不能成功抑制匹配分心物; 如果不能, 则说明分心物是具有较高凸显性而捕获注意的, 工作记忆内容对注意的引导是需要前提的, 并不是全自动的。

2. 研究方法

2.1. 研究对象

选取大学本科生 40 人, 男生 16 人, 女生 24 人, 年龄在 19~24 岁($M = 21.67$, $SD = 1.03$)。所有被试均是右利手, 没有色盲或色弱者, 视力或者矫正视力都正常, 实验后获得小礼品一份。

2.2. 仪器与材料

实验在光线充足的单间隔音实验室里进行。实验材料显现在 15 英寸的计算机显示屏上(屏幕分辨率是 1360×768 , 刷新率是 60 Hz), 计算机屏幕背景为白色。实验程序采用 e-prime1.1 软件编制。被试视线与屏幕中心基本处于同一水平, 距离约 70 cm。记忆项目和记忆探测项目都是一个彩色边框几何图形。图形备选形状包括正方形、等腰三角形、梯形、菱形、心形、新月形和圆, 如图 1 所示。

备选颜色包括红、黄、绿、蓝、紫(RGB 值分别是: 255/0/0、255/255/0、0/255/0、0/0/255、255/0/255), 5 种颜色与 7 种几何图形随机组合。所有图形像素均为 96×92 。搜索系列由 6 个彩色边框几何图形组成, 包括一个搜索目标和 5 个分心物, 每个图形中镶嵌一个箭头, 每个系列中只有搜索目标的箭头是水平方向的, 其余分心物中的箭头都是竖直方向, 搜索目标的形状和颜色与某两个分心物的都相同, 剩余 3 个分心物的形状和颜色都相同。凸显条件下的图形均为用正斜底纹填充的, 非凸显条件下的均用白色填充。

2.3. 实验设计与程序

该实验的实验设计为 2×2 混合设计, 被试内自变量是匹配类型(匹配条件、不匹配条件), 匹配条件被定义为视觉搜索序列中与记忆项目在形状和颜色上都相同的分心物, 在匹配试验中, 存在 3 个分心物在形状和边框颜色上跟记忆项目的都相同, 其余则都不同; 不匹配条件为搜索目标与分心物的形状和边框颜色跟记忆项目的都不相同。被试间自变量是凸显类型(匹配分心物凸显、搜索目标凸显), 匹配分心物凸显条件下, 搜索系列中的匹配分心物均用正斜底纹填充, 其余都用白色填充; 搜索目标凸显条件是指在搜索序列中, 只有搜索目标用正斜底纹填充, 其它都是白色填充。为消除被试在视觉搜索时主动注意与匹配分心物的动机, 实验前明确告知被试与工作记忆内容匹配的项目永远不会是搜索目标, 可对其采取主动回避策略。40 名被试随机分为两组, 分别完成凸显类型两个水平条件下的试次。因变量是记忆探测项目的准确率、搜索目标的准确率、搜索目标的反应时。

实验程序如图 2 所示。首先在屏幕中心会出现一个呈现时间为 500 ms 的注视点“+”, 紧接着屏幕中央呈现 3 个随机的个位数字, 呈现时间为 1000 ms, 要求被试以正常的音量连续不断地出声复述它们(发声抑制任务, 以排除语音编码的干扰, 只进行视觉编码)。数字消失后间隔 500 ms, 在显示屏中心会显示出一个记忆项目, 该项目持续时间为 1000 ms, 此时需要被试记忆该图形的形状和颜色。500 ms 的空屏后会出现持续时间为 3000 ms 的搜索序列, 被试的任务是又快又准地判断搜索目标的箭头是向左还是向右(向左按“D”键, 向右按“K”键)。500 ms 的空白屏后, 显示屏中央将会出现一个记忆探测项目, 此时被试需要再次做判断: 跟记忆项目的形状和颜色都完全一样就按“F”键, 不一样就按“J”键。正式实验前让被试先练习 12 个试次, 熟悉整个流程, 直到被试能准确理解实验并顺利对实验做出反应为止, 最后才开始正式实验。整个实验中, 4 种实验处理试次相同, 各 48 试次, 为抵消实验的顺序误差, 被试内的实验处理呈现顺序随机, 实验中间有适当休息。

3. 结果与分析

3.1. 搜索任务准确率与反应时分析

全部数据用 spss21 进行分析, 对反应时进行分析时, 依照三个标准差原则将被试的极端反应值剔除



Figure 1. Seven types of shapes used in experiment
图 1. 7 种备选形状

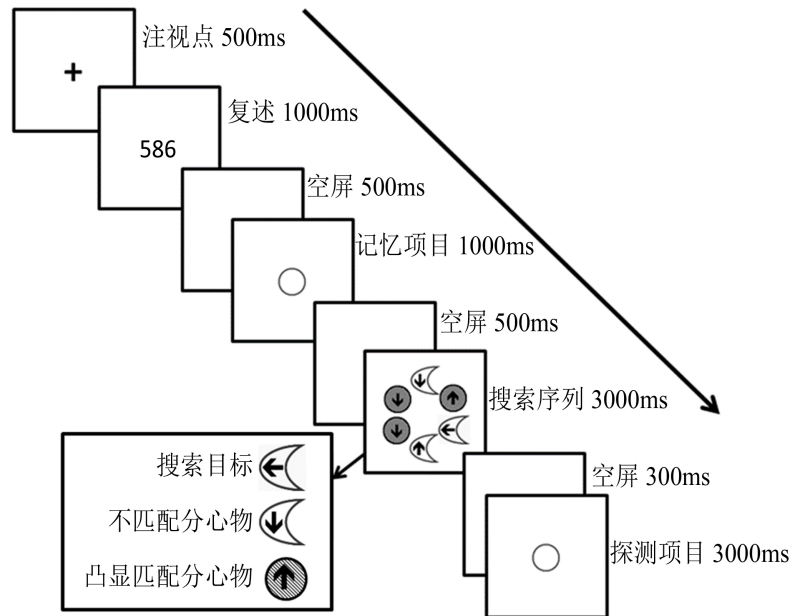


Figure 2. Sample trial of experiment
图 2. 实验流程图

掉, 仅对视觉搜索和记忆探测这两个任务都准确做出反应的试次做统计分析。各实验处理条件下搜索任务平均准确率与反应时的结果如表 1 所示。

3.1.1. 搜索任务准确率分析

统计检验结果发现: 匹配分心物凸显时, 有匹配项和无匹配项条件下搜索任务的准确率分别为 0.99、0.99; 搜索目标凸显的时候, 有匹配项和无匹配项条件下搜索任务的准确率分别为 0.97、0.99。由于各实验处理的搜索任务准确率均达到 0.95 以上, 故不对搜索任务准确率进行进一步统计分析。

3.1.2. 搜索任务反应时分析

两因素混合设计方差分析结果发现, 匹配类型的主效应非常显著, $F(1, 38) = 21.66, p < 0.001, \eta^2 = 0.36$, 表明有匹配项条件下对搜索目标的反应速度显著慢于无匹配项条件下对搜索目标的反应。凸显条件的主效应也显著, $F(1, 38) = 22.46, p < 0.001, \eta^2 = 0.37$, 表明在匹配分心物凸显的试验中对搜索目标的反应时显著大于搜索目标凸显试验中对搜索目标的反应时; 两者交互作用亦显著, $F(1, 38) = 4.76, p < 0.05, \eta^2 = 0.11$ 。

凸显条件在匹配类型各水平上的简单效应分析的结果表明, 在匹配类型各水平上, 不同凸显条件之间存在显著差异。在无匹配项的情况下, 匹配分心物凸显和搜索目标凸显之间存在显著差异, $F(1, 38) = 19.11, p < 0.001, \eta^2 = 0.34$, 表现为在无匹配项的时候, 搜索目标凸显前提下的视觉搜索速度快于匹配分心物凸显前提下的视觉搜索速度; 在有匹配项的情况下, 匹配分心物凸显和搜索目标凸显之间的差异也很显著, $F(1, 38) = 23.67, p < 0.001, \eta^2 = 0.38$, 表现为在有匹配项的时候, 匹配分心物凸显条件下的

Table 1. Mean accuracy and RT in visual search task of each experiment condition ($M \pm SD$)**表 1.** 不同实验处理条件下搜索任务的准确率与反应时($M \pm SD$)

	匹配分心物凸显		搜索目标凸显	
	无匹配项	有匹配项	无匹配项	有匹配项
准确率	0.99 ± 0.02	0.99 ± 0.02	0.99 ± 0.01	0.97 ± 0.03
反应时(ms)	1017 ± 308	1134 ± 335	690 ± 128	733 ± 153

Table 2. Mean accuracy in memory test task of 4 experiment conditions ($M \pm SD$)**表 2.** 4 种实验处理条件下记忆探测任务的准确率($M \pm SD$)

匹配类型	凸显条件	
	匹配分心物凸显	搜索目标凸显
有匹配项	0.95 ± 0.05	0.96 ± 0.03
无匹配项	0.94 ± 0.07	0.93 ± 0.05

视觉搜索速度显著慢于搜索目标凸显条件。在凸显条件各水平上, 不同匹配类型之间存在显著差异。在分心物凸显的情况下, 有匹配项和无匹配项之间存在显著差异, $F(1, 38) = 23.36$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.38$, 表现为在分心物凸显的时候, 无匹配项时视觉搜索的反应时显著小于有匹配项时视觉搜索的反应时; 在搜索目标凸显的情况下, 无匹配项与有匹配项之间存在显著差异, $F(1, 38) = 3.06$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.08$, 表现为在搜索目标凸显的时候, 有匹配项时视觉搜索的反应时大于无匹配项时视觉搜索的反应时。

3.2. 记忆任务平均准确率分析

4 种实验处理条件下记忆探测任务平均准确率的结果如表 2 所示。

方差分析结果显示, 匹配类型这一被试间变量的主效应显著, $F(1, 38) = 6.37$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.14$, 表明有匹配项条件下记忆探测任务的准确率显著高于无匹配项条件。凸显条件的主效应不显著, $F(1, 38) = 0.008$, $p > 0.05$ 。两者的交互作用也不显著, $F(1, 38) = 1.54$, $p > 0.05$ 。

4. 讨论

该研究采用记忆探测任务与视觉搜索任务组合成的双任务范式, 以彩色边框几何图形作为实验材料, 在排除语音编码对视觉工作记忆进行干扰的前提下, 操纵底纹来凸显几何图形的形状, 从而来探讨工作记忆内容对视觉注意的导向作用。结果显示, 在有抑制动机的前提下, 不仅凸显匹配分心物会使被试在有记忆匹配项目时对搜索目标的反应速度比无记忆匹配项目时的反应速度更慢, 而且凸显搜索目标也使得被试在有记忆匹配项目条件下的搜索速度显著慢于无记忆匹配项目条件, 这进一步排除了由凸显性较高的底纹引起注意捕获的可能性, 也验证了: 在视觉搜索中工作记忆内容对选择性注意的影响是自动的。

从实验的结果也可以看出, 匹配分心物凸显时, 被试虽然明确知道工作记忆内容永远不会成为搜索目标, 但增强与工作记忆内容匹配的分心物表征的情况下, 被试的抑制动机呈减弱趋势, 从而难以抑制匹配分心物的注意捕获, 因此被试在进行搜索任务时, 虽然被试存在抑制动机, 目标刺激嵌入非记忆内容匹配项, 但由于记忆内容匹配项的存在, 且其得到了有效的凸显性, 使得被试会先被与工作记忆内容匹配的分心物所吸引, 当发觉当中并不包含目标刺激时, 才继续搜索, 直到找到目标刺激为止, 表现为存在匹配项的搜索反应时显著大于不存在匹配项的搜索反应时。为了进一步验证匹配分心物能够有效的捕获注意, 排除较高凸显性的影响。操纵底纹凸显搜索目标, 从而增强搜索序列中自上而下的搜索目标凸显性, 使得被试因为抑制动机的存在以及搜索目标的凸显性这两方面的影响下, 提高视觉搜索效率,

加快存在匹配项时的搜索反应速度,但实验结果却发现,即使在搜索目标凸显的条件下,存在匹配项的搜索反应速度仍比没有匹配项的搜索反应速度要慢。这表明跟工作记忆内容相似或相同的物体可以主动吸引视觉注意。

该研究从注意引导力较差的形状属性角度入手,发现了工作记忆内容对视觉注意的有效性引导,即使是在凸显搜索目标的情况下,这种注意捕获仍然存在。这一发现使得工作记忆内容主动捕获视觉注意的这一观点在新证据的支持下更具说服力。实验结果表明在匹配分心物凸显的情况下,与工作记忆内容匹配的刺激一旦在视觉搜索中出现,就很容易捕获注意。由此可以认为,当记忆匹配项本身不具备搜索任务的目标特征,而是充当干扰项目呈现在搜索界面中时,鉴于它跟搜索目标的相关表征不一致,而是跟另外一些贮存在工作记忆内容中的无关表征相一致,所以,被试将没有足够的动机去关注被充当为干扰物体的记忆匹配项,使得搜索任务的顺利进行不被妨碍。同时,由于被试在实验前已经知道搜索目标绝对不会是记忆阶段中出现过的项目,使被试存在抑制动机,让工作记忆表征处于抑制状态,以一种“拒绝模板”的形式引导注意偏离与之匹配的分心物,从而促进视觉注意搜索。Carlisle 等人(2011)的研究指出,当被试存在抑制动机时,所有与工作记忆内容客体或特征上匹配的刺激都是需要抑制的。但与工作记忆内容匹配的刺激由于其“独特性”依然会以自下而上的方式捕获注意,因此这种自下而上的注意捕获是在自上而下的工作记忆的基础之上形成的(Soto, Humphreys, & Heinke, 2006)。在搜索目标凸显的情况下,被试受到抑制动机的提示以及搜索目标凸显两方面的影响,将会主动去抑制与工作记忆内容匹配的刺激物,提高搜索任务效率,但实验结果却与 Soto 等人(2006)的研究结果相一致,发现纵然视觉搜索目标是一个具有明显特性的突显刺激物,但其搜索序列中有记忆匹配项的情况与无记忆匹配项的情况相比,记忆匹配项可能会因为被当做是干扰物,而导致其搜索反应速度明显变慢,说明在目标凸显时的搜索阶段中,工作记忆内容仍然可以通过自上而下的途径影响着视觉注意的选择。从而进一步证明了,在工作记忆内容的自上而下基础上,视觉搜索过程具有自动化特性。

5. 结论

无论是凸显工作记忆内容还是凸显搜索目标,与工作记忆内容匹配的刺激物总能够有效地捕获视觉注意。

基金项目

广东省哲学社会科学“十二五”规划 2014 年度项目(GD14XXL03)和韩山师范学院文科扶持项目(WF201403)。

参考文献 (References)

- 胡艳梅, 张明, 徐展, 李毕琴(2013). 客体工作记忆对注意的导向作用: 抑制动机的影响. *心理学报*, 45(2), 127-138.
- 张明, 王爱君(2012). 视觉搜索中基于工作记忆内容的注意捕获与抑制. *心理科学进展*, 20(12), 1899-1907.
- 张明, 王爱君, 李毕琴, 张阳(2013). 颜色凸显条件下基于工作记忆内容的视觉注意. *心理科学*, 36(6), 1307-1311.
- 张豹, 黄赛, 候秋霞(2014). 工作记忆表征捕获眼动中的颜色优先性. *心理学报*, 46(1), 17-26.
- Carlisle, N. B., Arita, J. T., Pardo, D., & Woodman, G. F. (2011). Attentional Templates in Visual Working Memory. *The Journal of Neuroscience*, 31, 9315-9322.
- Downing, P. E. (2000). Interactions between Visual Working Memory and Selective Attention. *Psychological Science*, 11, 467-473. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9280.00290>
- Downing, P. E., & Dodds, C. M. (2004). Competition in Visual Working Memory for Control of Search. *Visual Cognition*, 11, 689-703. <http://dx.doi.org/10.1080/13506280344000446>
- Houtkamp, R., & Roelfsema, P. R. (2006). The Effect of Items in Working Memory on the Deployment of Attention and the

- Eyes during Visual Search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 423-442.
<http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.32.2.423>
- Kumar, S., Soto, D., & Humphreys, G. W. (2009). Electrophysiological Evidence for Attentional Guidance by the Contents of Working Memory. *European Journal of Neuroscience*, 30, 307-317.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06805.x>
- Oh, S.-H., & Kim, M.-S. (2003). The Guidance Effect of Working Memory Load on Visual Search. *Journal of Vision*, 3, 629.
- Oliver, C. N. L., Meijer, F., & Theeuwes, J. (2006). Feature-Based Memory-Driven Attentional Capture: Visual Working Memory Content Affects Visual Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1243-1265.
- Oliver, C. N. L. (2009). What Drives Memory-Driven Attentional Capture? The Effects of Memory Type, Display Type, and Search Type. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 1275-1291.
<http://dx.doi.org/10.1037/a0013896>
- Pan, Y., & Soto, D. (2010). The Modulation of Perceptual Selection by Working Memory Is Dependent on the Focus of Spatial Attention. *Vision Research*, 50, 1437-1444. <http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2009.10.016>
- Peters, J. C., Goebel, R., & Roelfsema, P. R. (2009). Remembered but Unused: The Accessory Items in Working Memory That Do Not Guide Attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 1081-1091.
<http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2009.21083>
- Soto, D., Heinke, D., Humphreys, G. W., & Blanco, M. J. (2005). Early Involuntary Top-Down Guidance of Attention from Working Memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 248-261.
- Soto, D., Humphreys, G. W., & Heinke, D. (2006). Working Memory Can Guide Pop-Out Search. *Vision Research*, 46, 1010-1018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2005.09.008>
- Soto, D., Wriglesworth, A., Bahrami-Balani, A., & Humphreys, G. W. (2010). Working Memory Enhances Visual Perception: Evidence from Signal Detection Analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 36, 441-456.
- Soto, D., Mok, A. Y. F., McRobbie, D., Quest, R., Waldman, A., & Rotshtein, P. (2011). Biasing Visual Selection: Functional Neuroimaging of the Inter-Play between Spatial Cueing and Feature Memory Guidance. *Neuropsychologia*, 49, 1537-1543. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.035>
- Wolfe, J. M., & Horowitz, T. S. (2004). What Attributes Guide the Deployment of Visual Attention and How Do They Do It? *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 495-501.
- Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2007). Do the Contents of Visual Working Memory Automatically Influence Attentional Selection during Visual Search? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 363-377.
- Zhang, B., Zhang, J. X., Kong, L. Y., Huang, S., Yue, Z. Z., & Wang, S. P. (2010). Guidance of Visual Attention from Working Memory Contents Depends on Stimulus Attributes. *Neuroscience Letters*, 486, 202-206.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2010.09.052>

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ap@hanspub.org