

# 自遮挡关系对物体知觉的影响

冉恬<sup>1,2</sup>, 宇明<sup>1</sup>, 傅小兰<sup>1</sup>

(1. 中国科学院心理研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:**采用 Baylis 等人和 Hulleman 等人的顶点高低判断范式, 使用黑白线条图、灰度图和红绿彩图为刺激材料, 探讨单一物体自遮挡关系及刺激图形颜色对物体知觉的影响。研究结果表明: ①当目标顶点位于遮挡成分中时反应被易化, 而当目标顶点位于被遮挡成分中时反应被抑制, 这表明物体形状加工过程受到物体深度线索(自遮挡关系)的影响; ②刺激图形的颜色对物体顶点高低判断加工没有显著影响。

**关键词:**形状知觉; 自遮挡关系; 不可能图形; 易化; 抑制

**中图分类号:** TB18; B842.2 **文献标识码:** A

## Effect of Self Occlusion on Shape Perception

RAN Tian, XUAN Yur-ming, FU Xiaolan

(Institute of Psychology, CAS, Beijing 100101, China;

Graduate School, CAS, Beijing 100039, China)

**Abstract:** The present study aims to investigate how self occlusion and color influence the object shape perception. The Baylis' paradigm, in which subjects had to judge which of the two vertices of an object was higher, was applied to this study. The results shows that: a) If the vertices to be selected are in occluding part of the object, responses are facilitated; while for the vertices in occluded part, responses are inhibited. It indicates that the processing of shape perception is affected by self occlusion; and b) Color has no effects on the vertices position judgment task.

**Key words:** shape perception; self occlusion; impossible figure; facilitation; inhibition

## 1 引言

自遮挡(self occlusion)是指同一物体的多个成分间存在的遮挡关系<sup>[1]</sup>。虽然自遮挡很普遍, 但它在物体形状知觉中的作用并不清楚。

有关物体形状知觉的研究表明, 人类视觉根据物体的组成部分及各部分间的空间关系来表征物体形状<sup>[2]</sup>, 即人类视觉系统以一种高度协同的方式对物体的多个成分进行建构。从早期的格式塔理论到当代认知科学都认为, 视觉以一种整体性的(holistic)方式加工物体的形状。近期 Ganel 等的研究<sup>[3]</sup>进一步揭示, 感知视觉(vision for perception)通过整体性的方式加工物体的形状, 也即当仅需对物体的形状进行感知加工时, 我们会同时加工物体各个维度的信息而不忽略某一维度。

因此, 当视知觉建构某一视觉成分时, 会对其他成分的建构产生巨大的影响。

我们认为, 若物体自遮挡关系对反应任务产生易化或抑制的作用, 则说明在对物体形状的加工过程中可能存在对单一物体自遮挡关系的加工。如果单一物体自遮挡关系对任务绩效不存在影响, 则说明形状知觉加工可能自下而上、从局部特征开始, 不受物体整体性质(如自遮挡关系)的影响。本研究采用 Baylis 等人<sup>[4]</sup>和 Hulleman 等人<sup>[5]</sup>研究物体知觉的顶点高低判断范式, 即要求被试迅速判断图形轮廓上的左右两边顶点的高低关系, 考察单一物体自遮挡关系对物体形状知觉加工的影响。

有研究表明, 与彩图相比, 人们能够同样快速

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60433030); 国家自然科学基金资助项目(30270466); 中国科技部 973 项目(2002CB312103); 中国科学院心理研究所创新重点项目(0302037)

作者简介: 冉恬(1982-), 女, 土家族, 贵州贵阳人, 基础心理学专业硕士研究生, 研究方向为认知心理学。

准确地通过平面线条图(仅提供形状信息)识别物体<sup>[6]</sup>。因此,本研究使用黑白线条图、灰度图和红绿彩图三种材料,将刺激图形的颜色作为一个可能的影响因素进行考察。

## 2 方法

### 2.1 被试

中国农业大学本科生 19 名(男性 11 名)。年龄为 19~ 22 岁,平均年龄 20.36 岁。被试的视力或矫正视力及颜色知觉正常。

### 2.2 实验仪器

TCL Pentium III 计算机,17 英寸平面真彩显示器,分辨率 800×600。室内日光灯照明。

### 2.3 实验材料及任务

刺激材料包括黑白线条图(图 1A)、灰度图(图 1B)和红绿彩图(图 1C)。参考 Hulleman 等人的研究<sup>[5]</sup>,刺激图形高 8.7°,宽 6.4°。一半刺激图形轮廓上的左右顶点高度不存在差异(无差异条件),另一半刺激图形轮廓上的左右顶点高度存在 0.5° 差异(有差异条件,如图 1 所示)。刺激图形包括可能图形(图 1 上行)和不可能图形(图 1 下行)。设计材料时,对图形中较高顶点出现的左右位置进行平衡,并对图形中不同颜色出现的左右位置进行平衡。

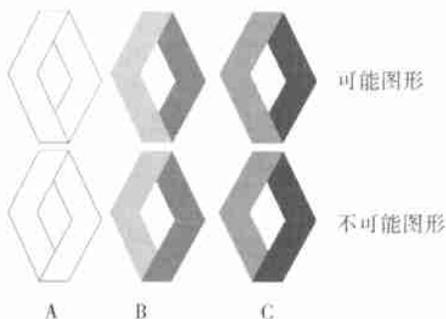


图 1 有差异条件下的刺激材料样例

实验中在屏幕上呈现一个图形,要求被试迅速对图形轮廓上左右两边顶点的高低关系进行判断并做出反应,若较高顶点在图形左边则按键盘上的“F”键,若较高顶点在右边则按“J”键。

### 2.4 实验设计

分无差异和有差异两种条件,首先利用无差异条件下的反应比率验证使用不可能图形作为反应时指标基线的合理性,再利用有差异条件下的不可能图形的反应时指标为基线,考察自遮挡关系对顶点高低判断反应的影响。

#### 2.4.1 无差异条件

采用单因素被试内设计,自变量图形颜色包含 3 个水平,即黑白线条图、灰度图、红绿彩图。

可能图形的上下遮挡关系提供的信息一致,因此对可能图形遮挡成分对应的顶点反应记为“遮挡”(如对图 2A 左顶点反应),对被遮挡成分对应的顶点反应记为“被遮挡”(如对图 2A 右顶点反应)。不可能图形的上下遮挡关系提供的信息不一致,因此对不可能图形上遮挡成分对应的顶点反应记为“上遮挡”(如对图 2B 左顶点反应),对下遮挡成分对应的顶点反应记为“下遮挡”(如对图 2B 右顶点反应)。

记录被试在 3 种图形颜色条件下所做的上述 4 种类型共 12 种反应的反应比率。

#### 2.4.2 有差异条件

对可能图形,采用 2×3 两因素被试内设计。目标顶点所处的遮挡关系有两个水平:目标顶点位于遮挡成分中(如图 2C),目标顶点位于被遮挡成分中(如图 2D)。图形颜色因素有 3 个水平:黑白线条图(如图 1A),灰度图(如图 1B)、红绿彩图(如图 1C)。被试对 3 种图形颜色的不可能图形(如图 2E 和 F)的反应作为基线。

记录被试在 6 种实验条件和 3 种基线条件下对图形刺激的顶点高低判断反应的正确率和反应时。

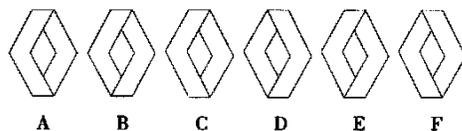


图 2 刺激图形样例说明

### 2.5 实验程序

用 E-prime 编写实验程序。刺激呈现在屏幕中央,背景为白色。被试与计算机显示屏间的距离保持在 57 cm 左右,被试在实验过程中保持平视显示屏中央。

被试首先阅读指导语;明确实验任务后进入练习阶段,共进行 30 次试验,以熟悉实验任务及实验流程;然后进入正式实验。在每次试验中,首先出现 500 ms 的空屏;然后在屏幕中央出现注视点“+”,呈现时间在 500 ms 至 700 ms 范围内随机波动;紧接着屏幕中央呈现刺激图形 150 ms,刺激由计算机程序随机选取;随后呈现空屏,待被试做

出反应后自动进入下一次试验。

刺激材料集包括 60 个不同刺激, 对无差异条件下的 20 个刺激加倍, 以与有差异条件的刺激数目相等, 故共有 80 个刺激图形。在每一实验组块 (block) 中, 每个刺激图形出现 2 次, 顺序随机安排, 被试需做 160 次反应。整个实验分为 5 个组块, 被试共需完成 800 次反应。

### 3 结果分析

#### 3.1 无差异条件下的反应比率

表 1 呈现了无差异条件下的平均反应比率。进行单因素重复测量方差分析, 结果表明图形颜色主效应不显著,  $F(2, 36) = 2.011, P = 0.149$ 。

$\chi^2$  检验的结果表明: 对于可能图形, 遮挡的反应比率和被遮挡的反应比率之间的差异显著,  $\chi^2(1) = 6.480, P = 0.011$ , 遮挡的反应比率 (58.86%) 显著高于被遮挡的反应比率 (41.14%); 对于不可能图形, 上遮挡的反应比率 (43.40%) 和下遮挡的反应比率 (56.60%) 之间的差异不显著,  $\chi^2(1) = 3.380, P = 0.066$ 。

以上结果表明, 若物体各成分间存在有效遮挡关系(可能图形), 自遮挡关系对物体形状知觉可能存在影响; 若物体提供的遮挡信息内部存在矛盾(不可能图形), 判断结果接近几率水平, 这可能是由于遮挡信息不起作用, 或者是由于图形提供的上下遮挡信息所起的作用相互抵消, 因而当强迫被试在无差异的两顶点中判断出较高的一个顶点时, 被试完全凭猜测做出反应。因此, 在有差异条件下将不可能图形的判断反应时作为基线可以反映自遮挡关系对反应任务的影响。

表 1 无差异条件下被试的平均反应率(%)

颜色	可能图形		不可能图形	
	遮挡	被遮挡	上遮挡	下遮挡
线条	56.71	43.29	42.76	57.24
灰度	60.07	39.93	44.61	55.39
彩图	59.80	40.20	42.83	57.17

#### 3.2 有差异条件下的反应正确率和反应时

表 2 和表 3 分别呈现了有差异条件下的 9 种反应的平均正确率和反应时。

对可能图形的正确率进行 2(目标顶点所处的遮挡关系) × 3(图形颜色) 两因素重复测量方差分析, 所有主效应和交互作用均不显著 ( $F_s < 1.039, P_s > 0.158$ )。对基线(不可能图形)正确率进行单因素重复测量方差分析, 颜色主效应不显

著,  $F(2, 36) = 0.612, P = 0.548$ 。

表 2 有差异条件下被试的平均正确率(%)

颜色	目标顶点所处的遮挡关系		基线
	遮挡	被遮挡	
线条	87.37	87.90	87.24
灰度	88.68	87.11	86.41
彩图	88.82	85.13	87.24

对可能图形的反应时进行 2(目标顶点所处的遮挡关系) × 3(图形颜色) 两因素重复测量方差分析, 结果表明: 目标顶点所处的遮挡关系主效应显著,  $F(1, 18) = 19.104, P < 0.001$ , 目标顶点位于遮挡成分中的反应时 (552 ms) 明显快于目标顶点位于被遮挡成分中的反应时 (586 ms); 颜色主效应不显著,  $F(2, 36) = 0.078, P = 0.925$ ; 目标顶点所处的遮挡关系与颜色的交互作用不显著,  $F(2, 36) = 0.152, P = 0.860$ 。对基线(不可能图形)反应时进行单因素重复测量方差分析, 颜色主效应不显著,  $F(2, 36) = 0.114, P = 0.892$ 。

表 3 有差异条件下被试的平均反应时(ms)

颜色	目标顶点所处的遮挡关系				基线	
	遮挡		被遮挡		$\bar{x}$	s
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
线条	553	16	585	23	569	20
灰度	553	21	583	20	566	20
彩图	552	18	589	17	565	18

由于颜色因素的效应均不显著, 因此将被试对黑白线条图、灰度图、红绿彩图三种刺激的反应时合并, 得到目标顶点位于遮挡成分中的反应时、目标顶点位于被遮挡成分中的反应时及基线反应时。分别将前两个反应时与基线水平反应时进行配对  $t$  检验, 结果表明: 目标顶点位于遮挡成分中的反应时 (552 ms) 显著快于基线反应时 (567 ms),  $t(18) = 3.154, P = 0.005$ ; 目标顶点位于被遮挡成分中的反应时 (586 ms) 显著慢于基线反应时 (567 ms),  $t(18) = -3.504, P = 0.003$ 。

该结果表明, 当目标顶点位于遮挡成分中, 反应被易化, 反应时明显缩短; 当目标顶点位于被遮挡成分中, 反应被抑制, 反应时明显增长。这说明在形状加工过程中, 可能存在快速、自动地对物体成分进行分割并比较各成分间关系的过程。该发现与前人有关形状知觉加工过程的认识相一致。

### 5 结论

(下转第 55 页)

- California: ACM Press, 1998. 132-139.
- [9] Byrne M, Anderson J, Douglas S, et al. Eye tracking the visual search of click down menus [A]. Proceedings of CHI 99 [C]. NY: ACM Press, 1999. 402-409.
- [10] Cowen L. An eye movement analysis of web page Usability [D]. UK, Lancaster: Lancaster University, 2001.
- [11] Goldberg J, Stimson M, Lewenstein M, et al. Eye tracking in web search tasks: design implications [A]. Proceedings of the Eye Tracking Research & Applications Symposium [C]. New York: ACM, 2002. 51-58.
- [12] Albert W. Do web users actually look at ads? A case study of banner ads and eye tracking technology [A]. Proceedings of the 11th Annual Conference of the Usability Professionals' Association [C]. Orlando, Florida: UPA Press, 2002. 10-11.
- [13] Albert W, Liu A. The effects of map orientation and landmarks on visual attention while using an in-vehicle navigation system [A]. Gale AG. Vision in Vehicles 8 [M]. London: Oxford Press, 2003. 3-28.
- [14] Wooding D. Fixation maps: quantifying eye movement traces [A]. Proceedings of the Eye Tracking Research & Applications Symposium [C]. NY: ETRA Press, 2002. 31-36.
- [15] Findlay J, Walker R. A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition [J]. Behavioral & Brain Sciences, 1999, 22 (4): 661-721.

[ 收稿日期] 2004-09-16

[ 修回日期] 2005-04-12

(上接第3页)

根据实验结果,本研究得出以下两点结论:

(1)当目标顶点位于遮挡成分中,反应被易化,当目标顶点位于被遮挡成分中,反应被抑制,这表明物体形状加工过程受到物体深度线索(自遮挡关系)的影响。

(2)刺激图形的颜色对物体形状知觉加工没有影响。

#### 参考文献:

- [1] Anderson BL. The role of occlusion in the perception of depth, lightness, and opacity [J]. Psychological Review, 2003, 110(4): 785-801.
- [2] Singh M, Hoffman DD. Constructing and representing visual objects [J]. Trends in Cognitive Sciences, 1997, 1 (3): 98-102.
- [3] Ganel T, Goodale MA. Visual control of action but not perception requires analytical processing of object shape [J]. Nature, 2003, 426: 664-667.
- [4] Baylis GC, Driver J. Visual attention and objects: Evidence for hierarchical coding of location [J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 1993, 19(3): 451-470.
- [5] Hulleman J, Boselie F. Visual attention and objects: New tests of two object cost [J]. Psychonomic Bulletin & Review, 1997, 4(3): 367-373.
- [6] Biedeman I, Ju G. Surface versus edge based determinants of visual recognition [J]. Cognitive Psychology, 1988, 20(1): 38-64.

[ 收稿日期] 2004-07-20

[ 修回日期] 2004-12-28