

关于轮廓与视觉搜索顺序的实验研究

邵志芳* 王小佳

(华东师范大学心理学系, 上海, 200062)

摘要 轮廓是图形识别的重要线索,在平行加工形成轮廓的基础上,进一步的特征搜索会与轮廓有关。本研究通过3个实验探讨轮廓对于搜索顺序的作用。实验一的目的在于确认轮廓因素在视觉搜索中的关键作用,实验结果进一步验证了视觉搜索中存在“可能目标”的心理表征。实验二结果显示,图形的重叠虽然可以产生新的特征,但是未必提高搜索速度。由此引入关于轮廓与视觉搜索顺序的关系问题,提出了在轮廓形成的基础上搜索区别性特征的顺序为轮廓外区—轮廓本身—轮廓内区的假设。实验三进一步检验这个假设。

关键词: 视觉搜索 轮廓 搜索顺序 轮廓内区 轮廓外区

1 前言

Treisman 的特征整合理论是上世纪八、九十年代最有影响的信息加工理论之一(Quinlan^[1], 2003)。Treisman(1986)认为,对于图形的知觉分两个阶段:前注意阶段和集中注意阶段。在前注意阶段,表征视野内物体的各个特征——颜色、大小、形状、方向、深度等,形成“特征地图”。对于这些特征信息的加工是平行的,无需集中注意力;在集中注意阶段,机体的任务就是将各个特征整合起来,分别为它们找到自己的“位置”,从而形成“位置地图”,这是一个顺序加工的过程^[2]。特征整合理论对搜索过程的“二分法”有效地解释了单一特征搜索和特征结合搜索之间的难度差别,但却无法解释不同特征结合搜索的难度差异——Nakayama(1990)甚至发现,有些特征的结合(如大小和颜色)无需集中注意^[3]。D. J. Cohen(1997)在也提出,颜色和形状也可以在知觉早期结合在一起^[4]。

Humphreys(1989)针对视觉搜索的实验结果提出一个替代理论——相似理论(Similarity Theory):搜索任务的难度取决于目标刺激与分心刺激的差异性以及分心刺激之间的相似性。特征结合搜索任务中,目标刺激与分心刺激至少有一个共同的特征,因此搜索难度较大^[5]。

Cave 和 Wolfe(1990)则在特征整合理论的基础上提出了指向性搜索理论(Guided Search Theory)。该理论认为,一切搜索过程都包含两个连续的阶段:①在平行加工阶段,根据刺激是否含有定义目标的特征,同时激活“可能目标”的心理表征;②在序列加工阶段,依次评价被激活的各个刺激表征,根据激活的水平,选择出真正的目标。根据指向性搜索理论,同为特征结合搜索,含有目标特征的分心刺激越

多,搜索难度越大^[6]。

上述理论均着重于搜索过程中的特征分析,没有论及搜索活动中的顺序问题。本研究感兴趣的是:轮廓作为知觉组织的早期产物,对于搜索顺序会产生怎样的作用?

刺激轮廓的形成是平行加工的产物。Bravo 和 Blake(1990)的实验中,要求被试在由短横组成的背景上,搜索由短竖组成的特殊方向的条状物。结果发现:被试的搜索时间很短且不受分心刺激的影响^[7]。轮廓是图形识别的重要线索,我们推想,在平行加工形成轮廓的基础上,进一步的特征搜索会与轮廓有关。

2 实验

2.1 实验一

2.1.1 实验目的

实验一的目的在于确认轮廓因素在视觉搜索中的关键作用。

2.1.2 实验方法

2.1.2.1 被试

被试共 22 人,均为华东师范大学心理系学生,年龄 20~23 岁。

2.1.2.2 工具

实验利用自编程序在电脑上完成。显示器背景设为浅黄色。在搜索任务中,先呈现相同背景色的空白卡片 907 毫秒,正中有一黑色的注视点。接着呈现刺激卡片,直至被试做出不同的按键反应。计算机将纪录被试的反应时。若反应错误,计算机发出声音反馈。每个搜索任务共呈现 32 张刺激卡片:其中一半含有 3 个刺激,另一半含有 8 个;一半包含目标,另一半不包含目标。另备 20 张同样格式的练习卡片。

* 通讯作者:邵志芳,男。E-mail: zfsiao@psy.ecnu.edu.cn

2.1.2.3 搜索任务

本实验涉及 3 个搜索任务。搜索任务 1 的目标是同心的大圆与小方(外圆内方 )，分心刺激是同心的小圆和大方(内圆外方 )；搜索任务 2 的目标和分心刺激与任务 1 相反：目标是内圆外方 )，分心刺激是外圆内方 )；搜索任务 3 的目标是大方以及以大方的右下顶点为圆心的小圆所组成的图形 )，分心刺激是内圆外方 。即从内圆中找边圆。

2.1.2.4 实验步骤

本研究一共有 9 个搜索任务，实验步骤完全相同，这里一并介绍：

通过抽签法决定被试的按键匹配方式；计算机显示指导语，要求被试在卡片中搜索目标并在准确的基础上，尽快做出反应；先进行 20 次练习；练习完毕，进行正式实验。随机呈现 32 张刺激卡片，每张呈现 3 次。如果反应错误，该卡片会在后面的搜索中再次呈现，直到被试 3 次反应正确为止。

实验二和实验三所用被试、工具、步骤均与实验一相同。

2.1.3 结果

以下为被试在 3 个任务中的平均反应时(反应时以毫秒计，其中 1-3-0、2-8-1 等编码表示任务条件。例如 1-3-0 表示搜索任务 1、刺激数为 3、没有目标刺激，2-8-1 表示搜索任务 2、刺激数为 8、有目标刺激，依此类推)。

1-3-0:549.63;1-3-1:525.43;1-8-0:602.89;1-8-1:538.03

2-3-0:571.86;2-3-1:551.13;2-8-0:615.80;2-8-1:550.21

3-3-0:510.40;3-3-1:494.55;3-8-0:553.40;3-8-1:527.32

可见，无论有无目标和刺激数多少，都是任务 3 最快，任务 1 次之，任务 2 最慢。

2.1.4 讨论

本实验说明：第一，视觉搜索中存在“可能目标”的心理表征。在无目标的情况下，任务 3 中被试看到的项目与任务 1 是一样的，但是任务 3 的搜索仍然极其显著地快于任务 1 和任务 2，这说明，不同的目标刺激使得被试产生不同的目标表征，搜索过程中不断寻找刺激卡片中是否有表征中的特征，从而影响了反应速度。第二，小图形的叠加影响了搜索速度。这三个任务所涉及的基本特征只有两个小图形——“圆”和“方”，根据 Treisman 的特征整合理论，被试在这三个任务中的反应时应该是一样的。但

是，实验结果表明，任务 3 方圆重叠的搜索速度显著快于寻找方圆之间相互包含但是不重叠的组合图形。这说明，重叠产生了有利于搜索的新特征。观察重叠的图形，很容易想到，可能产生的新特征是面积和交点。因为重叠之后，方块和圆连成一体，占据的面积大了一些；另外，方块的边和圆的圆周产生了两个交点。实验二将进一步探究这两个特征能否真正加快搜索。

2.2 实验二

2.2.1 实验目的

实验二在控制其他特征的前提下，检验重叠图形产生的新特征能否确实提高搜索速度。

2.2.2 实验方法

本实验涉及 4 个搜索任务。前 2 个任务就是实验一中的任务 1 和任务 3。搜索任务 4 的目标是大方与同大方右下角内切的小圆所组成的图形 )，分心刺激是同心大方和小圆 。设置这个任务的目的是为了检验图形重叠产生的交点是否能够加快搜索速度。搜索任务 5 的目标是大方与以大方的右下顶点为圆心的小圆所组成的图形 )，分心刺激是大方与同大方右下角内切的小圆所组成的图形 。设置这个任务的目的是为了检验图形重叠产生的面积变化是否能够加快搜索速度。

2.2.3 结果

以下为被试在 3 个任务中的平均反应时：

3-3-0:510.40;3-3-1:494.55;3-8-0:553.40;3-8-1:527.32

4-3-0:625.83;4-3-1:584.50;4-8-0:738.22;4-8-1:649.98

5-3-0:532.84;5-3-1:508.02;5-8-0:587.21;5-8-1:568.71

2.2.4 讨论

本实验进一步探究图形重叠后产生的新特征：大小和交点能否真正加快搜索。

第一，本实验的结果是任务 3 的搜索速度快于任务 5，任务 5 又快于任务 4。任务 4 是任务 3 的变型，圆和方的线段不再交叉，而是圆在方块内部与方相切，这样就保留了交点，但是不会造成目标刺激面积增大。结果，任务 4 的搜索速度最慢。可见，新产生的交点不会加快搜索速度。第二，如果再比较任务 1 和任务 5，就会发现两者没有显著差异。这也说明了目标刺激面积增大也不会直接、显著地促进搜索。

那么，任务 3 搜索的高速度是怎样产生的呢？如果将目标刺激中比较大的那个组成构件(在任务 1

中是圆,在任务2-5中都是方)的外形线作为轮廓,则可以将轮廓内外两边的区域分别称为“轮廓内区”和“轮廓外区”。仔细考察这5个任务的目标刺激和分心刺激,可以发现这样一个特点:任务1、3、4的分心刺激都是内圆外方(可以推测,三个任务在背景中争夺注意力的竞争线索的强度相同),它们各自的目标刺激中较大的组成构件分别是圆、方、方,而目标刺激和分心刺激的区别性特征分别出现在轮廓本身(任务1)、轮廓外区(任务3)和轮廓内区(任务4)。根据前面的实验结果,三个任务搜索速度的排序——(3)>(1)>(4),三种目标刺激区别性特征则分别位于轮廓外区→轮廓本身→轮廓内区。这就提示我们:这样的由外而内的顺序,也许就是在轮廓形成的基础上搜索区别性特征的顺序。

2.3 实验三

2.3.1 实验目的

实验二的讨论中提出,在轮廓形成的基础上搜索区别性特征的顺序为轮廓外区→轮廓本身→轮廓内区。在实验三中,我们试图进一步检验这个假设。

2.3.2 实验方法

本实验涉及4个搜索任务(任务6-任务9)。

任务6的分心刺激为白色圆,目标刺激为白色圆上端小黑色弓形。任务7的分心刺激为黑色圆,目标刺激为黑色圆上端小白弓形。任务8的分心刺激为白色圆,目标刺激为白色圆上端大黑色弓形。任务9的分心刺激为黑色圆,目标刺激为黑色圆上端大白弓形。

2.3.3 结果

以下为被试在4个任务中的平均反应时:

6-3-0:453.40;6-3-1:448.43;6-8-0:448.72;6-8-1:455.63

7-3-0:459.38;7-3-1:451.87;7-8-0:455.76;7-8-1:461.10

8-3-0:440.75;8-3-1:434.66;8-8-0:438.62;8-8-1:437.70

9-3-0:461.44;9-3-1:439.37;9-8-0:461.31;9-8-1:458.89

根据上述结果进行逐对检验,发现任务8的搜索速度最快,显著高于其它3个任务,任务9次之,任务6和任务7最慢。

2.3.4 讨论

任务6和任务7的目标刺激都是圆上端小弓形。显然,小弓形难以形成自己的轮廓,而起主要作用的轮廓应该是圆的圆周。这样,小弓形作为区别性特征位于圆形轮廓的内区,应该较晚被搜索到,反

应时应该比较长。任务8和任务9的目标刺激都是圆上端大弓形。大弓形实际上已经是一个半圆,它们形成自己的轮廓能力强。这样,大弓形的轮廓外的半个补色圆作为区别性特征位于圆形轮廓的外区,应该较早被搜索到,反应时应该比较短。

根据上述分析,任务8和任务9的搜索速度应该快于任务6和任务7,实际结果也确实如此。这进一步说明,在轮廓形成的基础上搜索区别性特征的顺序为轮廓外区→轮廓本身→轮廓内区。不过,同样是圆上端大弓形作为目标刺激,任务8的搜索速度更加快一些。这可能是因为其目标刺激为大黑色弓形,而黑色图形在灰色背景中更容易突出出来。

3 总讨论

任务1和任务2的搜索速度都比较慢,并且随着刺激的增多而显著增加。任务1中圆形目标的搜索速度快于任务2中方形目标的搜索速度。原因也许是目标轮廓的形状与分心刺激组成部分的形状相同,彼此容易混淆的缘故。

任务4的搜索速度是最慢的。过去的解释是,任务4属于空间结构搜索(spatial configuration search)。空间结构搜索尤其受到注意资源的限制,我们的实验结果也许说明了这种限制起作用的机制。

虽然任务5的区别性特征位于轮廓外区,但是搜索速度较之任务1并没有显著差别。可能的原因是:在任务5中,分心刺激是一种内圆与外方在右下角相切,产生了交点。这种交点虽然位于分心刺激轮廓内区,但是毕竟是一种竞争性线索,较多分心刺激进而占用较多的注意资源,从而阻碍了搜索。

4 结论

4.1 一、本研究进一步验证了视觉搜索中存在“可能目标”的心理表征;

4.2 图形的叠加产生了新的特征,但是未必提高搜索速度;

4.3 在轮廓形成的基础上搜索区别性特征的顺序为轮廓外区→轮廓本身→轮廓内区。

5 参考文献

- 1 Philip T. Quinlan. Visual Feature Integration Theory: Past, Present, and Future. *Psychological Bulletin*, 2003, 129:643-673
- 2 Treisman, A. Features and objects in visual processing. *Scientific American*, 1986, 255:106-115

(下转第893页)

- model model. *Current Directions in Psychological Science*, 1995, 4:109 - 113
- 2 Gentner, D. & Markman, A. B. Similarity is like analogy. In: C. Cacciari (Ed.). *Similarity*. Brussels, Belgium: BREPOLIS, 1995:111 - 148
- 3 Gentner, D. & Markman, A. B. Structural alignment in comparison. *Psychological Science*, 1994, 5:152 - 158
- 4 Karmiloff - Smith, A. Constraints on representational change: Evidence from children's drawing. *Cognition*, 1990, 34:57 - 83
- 5 Medin, D. L., Goldstone, R. L., & Gentner, D. Similarity involving attributes and relations: Judgments of similarity and difference are not inverses. *Psychological Science*, 1990, 1:64 - 69
- 6 Medin, D. L., Goldstone, R. L., & Gentner, D. Respects for similarity. *Psychological Review*, 1993, 100:254 - 278
- 7 王亚同. 类似性结构组合的实验研究. *心理科学*, 2001, 4:436 - 438

The Processes of Conceptual Comparison in Children Aged 3 - 5

Wang Yatong, Zhao Gaoxiang, Li Jia

(Department of Psychology, Henan University, Kaifeng, 475000)

Abstract This research investigated the development of both commonality and alignable difference. Children aged 3 - 5 responded to either similar or dissimilar word pairs. Then they were asked to determine if commonality, alignable difference or nonalignable difference was available. The results in Experiment 1 showed that children aged 3 did not show any sign of alignable difference. Children aged 4 - 5 have a basic ability to distinguish between commonalities and differences. Further research in Experiment 2 provided another evidence that children aged 5 showed more significant alignable difference than children aged 4, who just compared parts of word pairs correctly. Commonality has a priority over alignable difference in the process of similarity comparisons. Finally, the results were discussed within the framework of structural alignment.

Key words: commonality, similarity judgment, alignable difference

(上接第 900 页)

- 3 Nakayama, K. The iconic bottleneck and the tenuous link between early visual processing and perception. In: C. Blakemore (Ed.). *Vision: Coding and efficiency*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1990:411 - 422
- 4 Cohen, D. J. Visual detection and perceptual independence: Assessing color and form. *Perception & Psychophysics*, 1997, 59: 623 - 635
- 5 Humphreys, G. W., Quinlan, P. T., & Riddoch, M. J. Grouping processes in visual search: Effects with single - and combined - feature targets. *Journal of Experimental Psychology: general*, 1989, 118: 258 - 279
- 6 Cave, K. R. & Wolfe, J. M. Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 1990, 22 (2): 225 - 271
- 7 Bravo, M. & Blake, R. Preattentive Vision and Perceptual Groups. *Perception*, 1990, 19:515 - 522

An Experimental Research on Search Order Based on Contour

Shao Zhifang, Wang Xiaojia

(Department of Psychology, East China Normal University, Shanghai, 200062)

Abstract Contour is an important cue for pattern recognition. Further feature search may have something to do with contour, which is produced by parallel processing. In this research, 3 experiments were undertaken to explore the effects of contour on the searching sequence. Experiment 1 aims at confirming the key role of contour in visual search. Its results show that there exists mental representation of potential targets in visual search. Experiment 2 aims to verify the hypothesis that the new features produced by two figures' overlapping will accelerate visual search. The results show that although the figures' overlapping may produce new features, these byproducts may not make search faster. An alternative hypothesis is introduced that contour has effects on the searching sequence. On the basis of contour, the search of distinct features follows this order: in the outer band of contour—along contour—in the inner band of contour. Experiment 3 further tests this hypothesis.

Key words: visual search, contour, searching sequence, outer band of contour, inner band of contour