

# 平滑运动条件下的图形颜色及形状加工特性的研究<sup>①②</sup>

丁锦红 王东晖 林仲贤

(中国科学院心理研究所,100012)

**摘 要** 本研究对在运动图形识别过程中,有关图形的不同特征(颜色、形状等)的加工特性、方向性效应以及不同空间位置(或时间间隔)对图形识别的影响进行了探讨。结果发现,视觉系统在运动信息加工时,对目标的不同特征的加工存在不平衡性,加工的难度有差异。颜色的加工难度要比形状的加工难度小。视觉系统对不同运动方向上的图形匹配反应特性也存在差异,图形匹配过程受时间或距离因素的影响,匹配的反应时随着两个比较图形之间的空间距离的增加而减少。

**关键词:** 视觉运动、颜色、形状、图形匹配

## 1 引言

图形是指图画的总体,着重对象与背景结构,具有颜色、形状、大小等特征。形状则着重图画的轮廓,它是图形特征之一。一个运动目标,除运动特性外,它可能还包括如颜色、形状和大小等特征。由于这些特征的空间位置随时间的变化而变化,因此,它们也必然会影响到视觉运动知觉。

在视觉系统中,同时存在着色觉机制和动觉机制<sup>[1]</sup>。但人们对这两类信息加工的看法上还存在着分歧。Ramachandran 等<sup>[2]</sup>认为,大脑皮层对运动的分析是在颞叶上沟后部进行的,而颜色编码细胞则主要分布在 V4 部位。因此,颜色和运动的加工在视觉系统中是相互独立的,波长信息不能被脑中的运动觉察机制加工,即运动区域内的细胞不对颜色反应。Frank 等也认为,视觉系统对颜色和运动的加工是平行的,至少部分地是在独立通道上进行的<sup>[3]</sup>。但也有些研究者对这种观点提出异议,Papathomas 等<sup>[4]</sup>认为,颜色在似动觉察中确实是起了重要作用的,在知觉神经通路中,颜色和运动知觉之间存在着明显的交互作用。此外,Cavanagh 等<sup>[5]</sup>通过颜色对色觉正常和色觉异常观察者的运动知觉的影响,进一步证明了颜色在运动知觉中起着重要作用。看来,颜色和运动的信息加工可能具有不同的通路,通路之间又可以相互影响,它们之间的关系是双向的。

在图形视觉搜索过程中,视觉系统往往采用平行加工策略对刺激物的外在特征进行加工,即对颜色、形状等特征的加工是等同的。Jordar 等的研究表明,搜索包含三个特征(颜色、大小和形状)的目标比搜索只包含两个特征的要快。这是因为三个平行的加工过程能更有效地引导注意,从而加工速度增加<sup>[6]</sup>。然而,在运动知觉中,刺激的非颜色特征并不都等同地被用来进行运动加工的;单独的形状信息不能提供较强的线索,它必须与其他视觉信息相互作用,才能更好地确定运动方向。例如,小孔问题就是一个典型的现象。但也有研究表明,在小孔现象中,改变小孔的形状,可以改善运动识别效果。因此,形状信息同样也可以影响运动信息的加工<sup>[7]</sup>。

以往的研究结果大多建立在似动现象的基础上。这虽然可以说明一些运动加工的规律,但在多数情况下,人们所看到的都是连续运动。通过对连续运动目标信息加工的研究,将有助于揭示人们的运动视觉信息加工规律。运动目标的单个特征(如颜色、形状等)对运动信息加工有影响,那么,这些特征之间是否会存在差异或相互影响?此外,不同空间位置(或时间间隔)及运动方向对图形识别会产生什么影响?在本文中着重探讨这些问题。

① 本研究是国家自然科学基金项目。

② 实验得到了辽宁师范大学教育系韩玉昌、李立洁两位老师的大力支持与帮助,谨致谢意。

## 2 方法

### 2.1 被试

辽宁师大本科生 19 名。其中男生 7 名,女生 12 名。裸眼视力均在 1.0 以上,色觉正常。被试均为右利手。

### 2.2 仪器

486 兼容计算机, SVGA 显示卡及 1024×768 高分辨率显示器。

### 2.3 刺激

刺激特性包括颜色(红、绿、黄)、形状(圆、横向椭圆、纵向椭圆)。共 3×3 种图形。大小为 1°×1°视角。图形运动方向为向上、向下、向左和向右。速度大小为 2.4 度/秒。运动距离为 7.2°。视距为 59cm。

### 2.4 实验过程

先进行手指分化训练,再做一组与正式实验一致的练习。然后做正式实验。在正式实验中,屏幕上有一个 15°×15°视角的参考框。500ms 的“+”提示之后,参考框中心的一个正方形目标开始运动。当运动到距参考框的相应边一定距离(0.8°、或 2.4°、或 4.0°、或 5.6°)时,运动目标上出现一个彩色图形,共持续 300ms,目标仍继续向前运动。当行至参考框的边缘时,运动目标消失,与此同时,在参考框外的相邻位置上出现一个比较图形,被试的任务是,将一运动目标上短时呈现的图形与一静止图形进行比较,当所有的特征都相同时,尽量快并且准确地按“同”键,否则,尽量快且准确地按“异”键。“同”与“异”两种反应分别对应于鼠标上的两个键。为了消除系统误差,不同被试所按的“同”键和“异”键位置不同,一半被试按左边键对“同”反应,另一半被试则按右边键对“同”作反应。计算机记录被试的反应时和反应正确率。

## 3 主要结果

几个因素之间无交互作用,其它结果如下:

### 3.1 不同刺激特征的匹配反应时及正确率比较

表 1 不同刺激特征反应时及正确率

特征组合	反应时(ms)	正确率(%)
①仅颜色同	722	90.3
②仅形状同	595	97.3
③颜色、形状都相同	616	94.4
④颜色、形状都不同	577	98.5

方差分析(MANOVA)结果表明,几种特征组合的匹配反应时之间有显著性差异( $F=38.5, P<.01$ )。进一步分析发现,“仅颜色相同”时的反应时比其他几种反应时显著地长。 $t$ 检验结果依次为: $t=7.63, P<.01; t=7.70, P<.01; t=10.11, P<.01$ 。另外,“颜色、形状都相同”和“颜色、形状都不同”两种条件下的匹配反应时之间的差异也显著( $t=4.47, P<.01$ )。而其它几种特征组合反应时之间则无显著性差异。

### 3.2 不同运动方向上匹配反应时及正确率比较

MANOVA 结果表明,几个方向上的匹配反应时之间有显著性差异( $F=3.01, P<.05$ )。实际上,这几种差异只表现在“向左”运动的匹配反应时分别与“向右”和“向下”两种条件下的匹配反应

表2 不同运动方向上匹配反应时及正确率

运动方向	反应时(ms)	正确率(%)
①向右	602	95.9
②向上	625	95.9
③向左	628	94.9
④向下	603	94.7

时之间( $t=2.31, P<.05; t=2.37, P<.05$ )。其他几个方向上的图形匹配反应时之间无显著性差异。正确率之间也无差异。

### 3.3 不同空间距离的图形匹配反应时及正确率比较

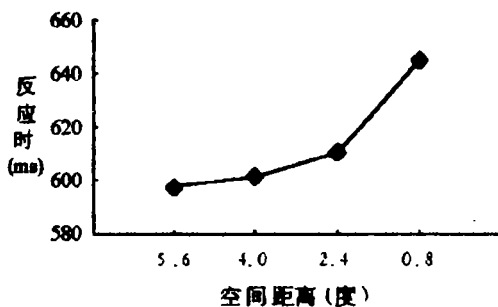


图1 不同时间间隔(或空间距离)的图形匹配反应时

四种距离的图形匹配反应时之间也存在显著性差异( $F=7.14, P<.01$ )。但用  $t$  检验表明,只有在相距 0.8° 时的匹配反应时分别与其他几种距离的反应时之间有显著性差异( $t=2.27, P<.01; t=4.06, P<.01; t=4.38, P<.01$ )。其余各种组合的图形匹配反应时之间的差异不显著。四种距离图形匹配的正确率依次为 94.7%、95.3%、96.5% 和 94.9%。它们之间无明显差异。

## 4 讨论

### 4.1 不同特征组合的图形匹配

颜色和形状分别是图形的基本特征之一。在不同年龄阶段,儿童对形状和颜色的抽象存在年龄差异,在三岁以前主要是形状抽象。而三岁至五岁半则是颜色抽象占优势。到六岁以后,这种差异消失<sup>[8]</sup>。静态图形不同特征的加工研究表明,两者的加工既可以分开进行<sup>[9,10]</sup>,也可以联合起来<sup>[11,12]</sup>。但两者加工之间的难易程度的差异尚缺乏进一步研究。在动态图形识别中,形状和颜色之间也可能存在着相似的规律,也就是说图形的形状和颜色加工的难度之间存在着差异。研究发现,被试在进行图形匹配时,首先对颜色进行判断。当比较两个形状相同,而颜色不同的图形时,匹配反应时为 595ms,而对颜色、形状都不同相同的两个图形的判断的反应时为 577ms,两者相差 18ms。这一时间可能就是进行颜色对比所需的时间。而“仅颜色相同”的反应时为 722ms;“颜色、形状都相同”时的反应时则为 616ms,两者之差为 106ms,看来这是对形状加工所需时间。可以认为,这本实验条件下,对颜色的加工易于对形状的加工,或者说,视觉系统先对颜色进行加工,然后再对形状加工。这一点在正确率中也得到了验证,需要进一步进行形状判断的正确率低于需要进一步颜色加工的正确率。

### 4.2 图形匹配中的方向性效应和距离效应

在传统心理学中,有一种解释横—竖错觉的观点认为,由于不同方向上的眼动难易程度不同,从而导致了长度知觉的差异。在图形匹配反应时中也表现出方向性效应。即在四个方向上的运动

追踪难度是不同的。由于人们习惯于追踪自左向右和自上而下的运动,而不习惯于自下而上和自右向左的运动,所以,对向右和向下运动目标的匹配反应更加容易一些,反应时较短;而另外两个方向上的匹配反应时要长一些。两者相差 25ms 左右,接近于眼睛一次跳动所需的时间。但正确率间无差异。由此可见,方向性效应是由于眼睛运动的难易程度所引起的。

两个匹配图形之间的空间距离也是影响匹配反应的一个因素。结果表明,随图形之间的距离增大,反应时逐渐减小,正确率变化不大。运动过程中,运动距离越大,所需时间越长。当距离为  $0.8^\circ$  视角时,其运动时间约 330ms,而当距离为  $5.6^\circ$  时,运动时间增加到 2330ms。由于当两个图形呈现时间间隔很短时,它们之间就会产生掩蔽,出现相互干扰。Potter 认为,要消除后来图形的概念性掩蔽,图形的加工时间要超过 300ms<sup>[13]</sup>。在本研究中,相距  $0.8^\circ$  视角时的图形匹配反应时明显地高于其他几种距离的匹配反应时。而其他几种距离的匹配反应时之间相差很小,最大差异仅为 13ms。所以,足够长的时间,才能保证对图形进行进一步加工(例如复述等),减少相互干扰,使之容易提取。本项研究结果与 Potter 的研究结果比较一致。因此,空间距离效应实际上是一种时间效应。

## 5 小结

5.1 视觉系统运动信息加工时,对目标的不同特征的加工具有不平衡性;加工深度存在差异。颜色的加工难度要比形状加工难度小。

5.2 匹配反应的结果表明,视觉系统对不同方向运动的图形匹配反应特性存在差异,这与眼动模式有关。

5.3 匹配反应时随着两个比较图形之间的空间距离的增加而减少。在图形匹配过程中,当两个图形之间的时间间隔很小时,将产生相互干扰。

## 6 参考文献

- 1 Ellen CH. The measurement of visual motion. The MTT Press, 1983
- 2 Ramachandran VS, Gregor RL. Does color provide an input to human motion perception? *Nature*, 1978; 275: 55-56
- 3 Frank L K, Karen K. Properties of the recombination of one-dimensional motion signal into a pattern motion signal. *Perception & Psychophysics*, 1992; 52: 415-424
- 4 Papathomas TV, Gorea A, Julesz B. Two carriers for motion perception, color and luminance. *Vision Research*, 1991; 31: 1883-1891
- 5 Cavanagh P, Anstis S. The contribution of color to motion in normal and color-deficient observers. *Vision Research*, 1991; 31: 2109-2148
- 6 Jordan D, Harry JW. The perception of target motion during smooth pursuit eye movements in the open-loop condition; Characteristics of retinal and extraretinal signal. *Vision Research*, 1989; 29: 471-483
- 7 吴新年、汪云九等. 窗口形状对视觉局域运动知觉的影响. *心理学报*, 1991; (1): 48-52
- 8 陈立、汪安圣. 儿童色、形抽象的发展研究. *心理学报*, 1965; (2): 154-162
- 9 Price RW, Humphreys GW. The effect of surface detail on object categorization and naming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1989; 41A: 797-828
- 10 Boucart M, Humphreys GW et al. Automatic access to object identity: Attention to global information not to particular physical dimension is important. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1995; 21: 584-601
- 11 Cohe A. Asymmetries in visual search for conjunctive targets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1993; 19: 775-759
- 12 Hanna A, Remington R. The representation of color and form in long-term memory *Memory & Cognition*, 1996; 24: 322-330
- 13 Potter MC. Short-term conceptual memory for pictures. *Journal of Experimental Psychology Human Learning and Memory*, 1976; 2: 509-522

# ENGLISH ABSTRACTS

## THE PSYCHOLOGICAL STRUCTURE OF PAST TIME

*Huang Xiting, Sun Chenghui, Hu Weifang*

(Southwest China Normal University, Chongqing)

By using seven kinds of time (i. e. second, minute, hour, day, week, month and year) and fuzzy statistical tests, 408 subjects of college students evaluated 40 indefinite temporal qualifiers. The result showed: 1) The mental time of past and future was symmetric in mental structure, and could be divided into 3 periods, that is, with second and minute as "nearer past" and "nearer future", and with hour, day and month as "near past" and "near future", and with year as "far past" and "far future". 2) If the semantic meaning of temporal qualifiers got near the present time, their fuzziness-grade would become small, and the number of assurance-score of evaluation would become large, and vice versa. 3) Only a few subjects evaluated the temporal qualifiers by the unit of week.

Key words: past time, temporal qualifier, fuzzy statistical test, past time perspective.

## THE PROCESSING OF COLOR AND SHAPE UNDER SMOOTH MOVING CONDITIONS

*Ding Jinhong, Wang Donghui, Lin Zhongxi-an*

(Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing)

The identification of moving pictures is a basic procedure of motion information processing. An experiment was conducted to identify the characteristics of the processing of pictures of different shapes and colors under smooth moving conditions. The results showed that: 1) Shape and color were processed at different time course and the matching of colors was easier than that of shapes; 2) The dimension of motion affected the comparison of two pictures; 3) The distance (or the time interval) between two pictures was another factor which affected the processing of moving pictures: the comparison time increased as the distance decreased.

Key words: visual motion, color, shape, matching of picture.

## THE PROCESS OF CHICK'S MEMORY FORMATION AND EXPRESSION OF JUN -

## LIKE PROTEIN IN CHICK BRAINS AFTER DIFFERENT TIME OF VISUAL DEPRIVATION

*Gao Yang, Guang Linchu, Chen Shuangshuang, Kuang Peizi*

(Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing)

*Liu Jun, Wu Weiping, Jiang Shujun, Kuang Peigen*

(Neurotransmitter Research Laboratory, General Hospital of the PLA, Beijing)

2-day-old chicks were trained to learn the one-trial passive avoidance task after being deprived of left-eye vision for 24 hours. Their process of memory formation was compared with that of chicks deprived of left-eye vision for 2 hours. The immunohistochemical technique was used in the present study to detect and compare Jun expressed in HV and LOP after different time of visual deprivation. It was shown that the 24-hour deprivation of left-eye vision did not have obvious effects on the stages of memory formation, and after 24 hours of visual deprivation, the expression of Jun-like protein was greatly higher than that of 2-hour visual deprivation, and the learning induced the expression of Jun-like protein at a high level especially in LPO after visual deprivation.

Key words: chick, Jun, one trail passive avoidance task, visual deprivation.

## THE DEVELOPMENT OF HYPOTHESES - TESTING STRATEGIES

*Zhang Qinglin, Yang Chunyan*

(Department of Psychology, Southwest Normal University, Chongqing)

Using a computer program designed by ourselves, we studied how primary school, secondary school and college students solved the problem about scientific rule discovery. We concentrated on thinking strategies in the process of hypothesis formation, experiment design and experiment performance. The results showed that pupils had difficulties using hypotheses-testing strategies and solving the problem, and secondary school students and college students could solve the problem successfully with the hypotheses-testing method.

Key words: thinking strategies, hypotheses -