

# 序列刺激分布对信息整合策略的影响

任衍具<sup>1</sup>, 禩宇明<sup>2</sup>, 傅小兰<sup>2</sup>

(1. 中国科学院 研究生院, 北京 100049;

2 中国科学院心理研究所 脑与认知科学国家重点实验室, 北京 100101)

**摘要:**以序列点阵为实验材料,由 12 名本科生被试在计算机上完成空白单元格定位任务,旨在考察序列刺激分布和时间间隔对信息整合策略的影响。结果发现,正确率与点阵 1 中的圆点数呈近似 U 型的关系,点阵 1、2 的错误数随着相应点阵中圆点数的增加而增加。由此得出结论,当点阵 1 中的圆点数较少时,结果支持图像 - 知觉整合假说,表现为被试倾向于采用记圆点的策略,而当点阵 1 中的圆点数较多时,结果支持转换 - 比较假说,表现为被试倾向于采用记空格的策略。

**关键词:**序列刺激分布;时间间隔;空白单元格定位;图像 - 知觉整合假说;转换 - 比较假说

**中图分类号:**B849 **文献标识码:**A

## Effects of Distribution of Sequential Stimuli on the Strategies of Information Integration

REN Yan-ju, XUAN Yu-ming, FU Xiao-lan

(Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** To examine the effects of the distribution of sequential stimuli and interstimulus interval on the subjects' strategies for integrating information of two sequential dot arrays, 12 undergraduate students were asked to perform empty cell localization task on computers. The results showed that the accuracy was approximate a U-shaped function of the number of dots in array 1, and the amounts of array 1 errors and array 2 errors increased as the number of corresponding dots in array 1 and array 2 increased. It was concluded that when the number of dots in array 1 was less than empty cells, the results supported the image - perception integration hypothesis and subjects would be more likely to remember the dot locations in array 1; when the number of the dot in array 1 was more than empty cells, the results supported the convert - and - compare hypothesis and subjects would be more likely to remember the unoccupied locations in array 1.

**Key words:** distribution of sequential stimuli; interstimulus interval; empty cell localization; image - perception integration hypothesis; convert - and - compare hypothesis

### 1 引言

视觉信息整合是当前知觉领域的研究热点之一<sup>[1-7]</sup>。其中,研究者们主要采用空白单元格定位任务,该任务要求被试整合序列呈现的两个点阵,找出没有被两个点阵中的圆点所占据的空白单元

格的位置。那么,被试是如何整合序列呈现的点阵信息呢?目前有两种对立的观点。Brockmole 等人认为,被试先形成点阵 1 的图像,即先记住点阵 1 中圆点的位置,然后与点阵 2 进行整合,进而确定空白单元格的位置,这被称为图像 - 知觉整合假说

**基金项目:**中国科技部 973 项目 (2002CB312103);国家自然科学基金重点项目 (60433030);青年科学基金项目 (30500157; 30600182)

**作者简介:**任衍具 (1977 - ),男,山东微山人,博士研究生,研究方向为视觉认知,知觉与信息整合, (电话) 010 - 64837210 (电子信箱) renyj@psych.ac.cn

(image - percept integration hypothesis)<sup>[1-4]</sup>。而 Jiang 等人认为,被试先形成点阵 1 的负图像 (negative image),即先记住点阵 1 中空白网格的位置,然后与点阵 2 进行比较,进而确定空白单元格的位置,这被称为转换 - 比较假说 (convert - and - compare hypothesis)<sup>[5,6]</sup>。Hollingworth 等人的研究也支持 Jiang 等人的观点<sup>[7]</sup>。

分析支持这两种观点的实验证据后发现,圆点数目在序列点阵中的分布有所不同。在 Brockmole 等人的实验中,点阵 1 有 5 个圆点,点阵 2 有 10 个圆点<sup>[4]</sup>。而在 Jiang 等人的实验中,点阵 1 有 7 个圆点,点阵 2 有 8 个圆点<sup>[5]</sup>,在 Hollingworth 等人的实验中,点阵 1 有 8 个圆点,点阵 2 有 7 个圆点<sup>[7]</sup>。我们认为圆点数目的分布可能会影响被试的整合策略。如果图像 - 知觉整合假说正确,被试需要记住的是点阵 1 中的圆点位置,那么随着点阵 1 中圆点数目的增多,被试的绩效就会下降;如果转换 - 比较假说正确,被试需要记住的是点阵 1 中空白网格的位置,那么随着点阵 1 中圆点数目的增多,相应的空格数就会减少,被试的绩效就会提高。本研究的主要目的就是通过操纵圆点数目在两个点阵中的分布对信息整合绩效的影响来验证以上假设。

## 2 方法

### 2.1 被试

12 名本科生 (男女生各 6 名) 参加了本实验。所有被试视力 (或矫正视力) 正常,无色盲色弱;年龄在 19 ~ 22 周岁之间,平均年龄为 20.42 周岁,标准差为 0.90 岁。实验结束后支付一定报酬。

### 2.2 仪器与刺激

全部实验在 PC 机上进行,屏幕分辨率为 800

× 600 dpi,刷新频率为 100Hz。实验刺激如图 1 所示,4 × 4 的矩阵网格呈现在背景为亮灰色 (RGB: 192, 192, 192) 的屏幕上,网格线为亮蓝色 (RGB: 0, 0, 255),圆点为黑色 (RGB: 0, 0, 0),单元格大小为 3.5° × 3.5°,圆点大小为 2.8°,实验材料由 E - Prime 1.1 自动生成。视距约为 65cm,实验在低照明条件下进行。

### 2.3 实验设计与程序

采用 5 × 3 的被试内设计。其中,两个点阵中圆点数目的分布 (以下简称分布,用  $n_1 - n_2$  表示,其中  $n_1$  为点阵 1 的圆点数,  $n_2$  为点阵 2 的圆点数) 有 3 - 12, 5 - 10, 7 - 8, 9 - 6 和 11 - 4 五个水平;刺激时间间隔 (interstimulus interval, ISI) 有 500, 1500 和 2500ms 三个水平。以分布为 7 - 8 的情况为例说明单次试验的流程 (图 1)。首先在屏幕中央呈现一个 4 × 4 的网格,按空格键后网格继续呈现 500ms,然后序列呈现点阵 1、2 各 30ms,时间间隔为 ISI 之后呈现空格和鼠标指针,要求被试找出没有被两个点阵中的圆点占据的空白网格的位置,并用鼠标左键点击;点击后网格消失,在练习阶段呈现反馈信息 1000ms,告诉被试反应是否正确,正式实验为 1000ms 的空屏,然后进入下一次试验。程序自动记录被试点击的网格位置。

根据圆点数目的分布将实验分为 5 个区组 (顺序随机),相邻区组之间有一定的休息时间。被试先完成 15 次练习试验,稍做休息进入正式实验。正式实验采用 ISI 的区组内设计,同一个区组内包含 3 个水平的 ISI 每个水平包含 32 次试验,共有 96 次试验,顺序随机;正式实验共有 480 次试验。整个实验持续时间大约 1h。

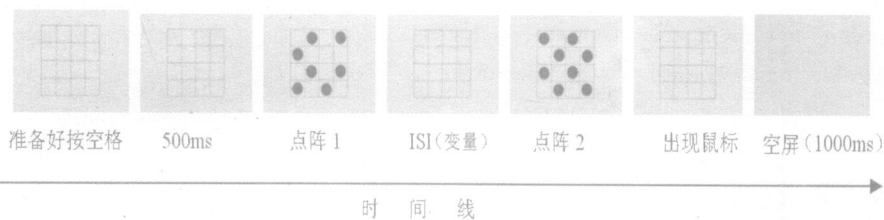


图 1 单次实验流程图 (以 7 - 8 的分布为例)

## 3 实验结果

### 3.1 正确率

正确率反映被试整合信息的程度 (图 2)。方差分析表明,分布的主效应显著,  $F(4, 44) = 7.965, P < 0.001$ , ISI 的主效应显著,  $F(2, 22) = 7.903, P < 0.005$ , 二者的交互作用不显著,  $F(8, 88) = 1.719, P$

$> 0.05$ 。图 2 中的粗线表示不同 ISI 水平下平均的正确率。可以看出,正确率与点阵 1 中的圆点数有一个近似 U 形的关系。以点阵 1 中的圆点数为自变量,以正确率为因变量进行多项式拟合,拟合后的方程为  $Y = -0.1203X^3 + 3.1843X^2 - 24.12X + 95.817$  ( $R^2 = 0.9952$ ),当  $X = 5.513 - 6(X \in [3, 11])$  时, Y 有最小值 39.467 2。

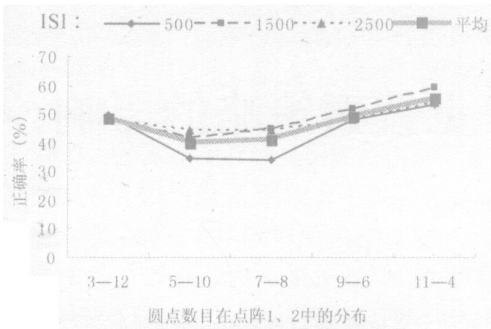


图 2 被试完成实验任务的正确率

3.2 错误类型及错误率

被试主要犯两种类型的错误:一种是选择点阵 1 中圆点占据的位置为空白单元格的位置,称为点阵 1 错误;另一种是选择点阵 2 中圆点所占据的位置为空白单元格的位置,称为点阵 2 错误。

点阵 1 错误数的方差分析表明,分布的主效应显著,  $F(4, 44) = 13.870, P < 0.001$ , ISI 的主效应显著,  $F(2, 22) = 17.655, P < 0.001$ , 二者的交互作用显著,  $F(8, 88) = 2.988, P < 0.01$ 。图 3 中的粗线表示不同 ISI 水平下平均的点阵 1 错误率。

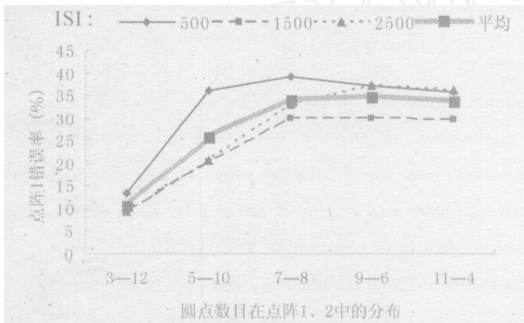


图 3 被试所犯的点阵 1 错误

点阵 2 错误数的方差分析表明,分布的主效应显著,  $F(4, 44) = 25.982, P < 0.001$ , ISI 的主效应边缘显著,  $F(4, 44) = 28.552, P = 0.052$ , 二者的交互作用显著,  $F(8, 88) = 3.000, P < 0.01$ 。图 4 中的粗线表示不同 ISI 水平下平均的点阵 2 错误率,可以看出,被试完成实验任务时所犯的点阵 2 错误率与点阵 1 中的圆点数有比较明显的线性关系。

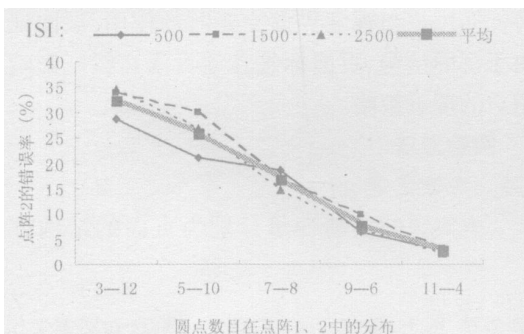


图 4 被试所犯的点阵 2 错误

4 讨论

本研究有两个主要的发现:

第一,两种类型的错误率会随着相应点阵中圆点数的增加而增加。这点比较容易理解,因为点阵 1、2 中圆点数的增加会增加编码的难度。

第二,被试的正确率与点阵 1 中的圆点数有一个近似 U 形的关系,这一结果不符合图像 - 知觉整合假说<sup>[1~4]</sup>和转换 - 比较假说<sup>[5,6]</sup>的预测。比较合理的解释是:被试根据点阵 1 中的圆点数来调整整合的策略。当点阵 1 中圆点数较少时,记忆圆点位置相对容易,被试采用记圆点的策略,支持图像 - 知觉整合假说<sup>[4]</sup>。随着点阵 1 中圆点数的增加,记忆空格位置越来越容易。当点阵 1 中的圆点达到一定数目时,被试就会从记圆点的策略转变为记空格位置的策略,此时支持转换 - 比较假说<sup>[5]</sup>。因此,两种假说都只是在一定条件下才成立,本研究的发现在一定程度上澄清了二者之间的争论。

如果被试仅仅是在记忆圆点和空格之间做出权衡的话,那么策略的转换应该发生在点阵 1 中圆点数由 8 个增加到 9 个的时候。但本研究发现,当点阵 1 中圆点数由 5 个增加到 6 个时,被试的策略就发生了转变,似乎提前采用了记空格的策略。最近的眼动实验也表明,在分布为 8 - 7 的情况下,被试更多地注视点阵 1 中的空格位置而不是圆点位置。从认知加工的步骤上来看,记圆点的策略需要三步认知操作,先形成点阵 1 的图像,然后与点阵 2 进行整合,最后从矩阵中排除整合的图像并确定空白单元格的位置;记空格的策略仅需两步认知操作,先形成点阵 1 的负图像,再与点阵 2 的圆点进行比较即可确定空白单元格的位置;由此看来,记空格的策略比记圆点的策略更容易,但是形成点阵 1 的负图像比形成点阵 1 的图像要难<sup>[5,8]</sup>;当前的实验结果是被试权衡这两种情况得到的。

5 结论

(1)圆点数目在序列点阵中的分布会影响信息整合的绩效,二者呈近似 U 形的关系,分布较为均衡时,信息整合的绩效最低;

(2)当点阵 1 中的圆点数较少时,结果支持图像 - 知觉整合假说,表现为被试倾向于采用记圆点的策略;而当点阵 1 中的圆点数较多时,结果

(下转第 11 页)

- petitive Market Process: An Austrian Approach [J]. Journal of Economic Literature, 1997, 35 (1): 60 - 85.
- [3] Gaglio CM, Katz J A. The Psychological Basis of Opportunity Identification: Entrepreneurial Alertness [J]. Small Business Economics, 2001, 16 (2): 95 - 111.
- [4] Shane S. Prior Knowledge and the Discovery of Entrepreneurial Opportunities [J]. Organization Science, 2000, 11 (4): 448 - 469.
- [5] Ardichvili A, Cardozo R, Ray S. A Theory of Entrepreneurial Opportunity Identification and Development [J]. Journal of Business Venturing, 2003, 18 (1): 105 - 123.
- [6] Foxall G R, Hackett P M. The Factor Structure and Construct Validity of the Kirton Adaption - Innovation Inventory [J]. Personality and Individual Difference, 1992, 13 (9): 967 - 975.
- [7] Goldsmith R E, Kerr J. Entrepreneurship and Adaption - Innovation Theory [J]. Technovation, 1991, 11 (6): 373 - 382.
- [8] 苗青. 公司创业: 机会识别与决策机制研究 [M]. 北京: 兵器工业出版社, 2006: 175 - 188.
- [9] Timmons J A. New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century [M]. 5th edition. Boston: McGraw - Hill, 1999: 24 - 132.

[收稿日期] 2006 - 10 - 26

[修回日期] 2007 - 05 - 27

(上接第 3 页)

支持转换 - 比较假说, 表现为被试倾向于采用记空格的策略;

(3) 点阵 1、2 的错误率随着相应点阵中圆点数的增加而增加。

#### 参考文献:

- [1] Brockmole J R, Wang R F, Irwin D E. Temporal Integration of Visual Images and Visual Percepts [J]. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2002, 28 (2): 315 - 334.
- [2] Brockmole J R, Wang R F. Integrating Visual Images and Visual Percepts across Time and Space [J]. Visual Cognition, 2003, 10 (7): 853 - 873.
- [3] Brockmole J R, Irwin D E. Eye Movements and the Integration of Visual Memory and Visual Perception [J]. Perception & Psychophysics, 2005, 67 (3): 495 - 512.
- [4] Brockmole J R, Irwin D E, Wang R F. The Locus of Spatial Attention during the Temporal Integration of Visual Memories and Visual Percepts [J]. Psychonomic Bulletin & Review, 2003, 10 (2): 510 - 515.
- [5] Jiang Y, Kumar A, Vickery T J. Integrating Sequential Arrays in Visual - short Term Memory [J]. Experimental Psychology, 2005, 52 (1): 39 - 46.
- [6] Kumar A, Jiang Y. Visual Short - term Memory for Sequential Arrays [J]. Memory & Cognition, 2005, 33 (3): 488 - 498.
- [7] Hollingworth A, Hyun J, Zhang W. The Role of Visual Short - term Memory in Empty Cell Localization [J]. Perception & Psychophysics, 2005, 67 (8): 1332 - 1344.
- [8] Thorpe S, Fize D, Marlot C. Speed of Processing in The Human Visual System [J]. Nature, 1996, 381 (6 June): 520 - 522.

[收稿日期] 2007 - 01 - 26

[修回日期] 2007 - 05 - 10