

视觉表象扫描中的视角大小效应*

游旭群¹ 邱香^{2,3} 牛勇⁴

(¹ 陕西师范大学心理学系, 西安 710062) (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)

(³ 中国科学院研究生院, 北京 100049) (⁴ 北京交通大学, 北京 100044)

摘要 采用视觉表象的几何距离扫描任务,通过两个实验首次揭示了视觉表象扫描中的视角大小效应。实验一采用 3 (视角: 2.7°, 5.5° 和 8.2°) × 3 (扫描距离: 0.0cm, 0.4cm, 0.8cm) 组内实验设计,探讨了视角大小这种表象前加工因素是否影响心理扫描的问题;实验二采用 8 (视角: 2.7°, 4.1°, 5.5°, 6.9°, 8.2°, 9.6°, 12.3° 和 17.1°) × 2 (扫描距离: 0.4cm 和 0.8cm) 组内实验设计,探讨了视角大小如何影响心理扫描加工过程的问题。结果表明: (1) 在视觉表象扫描中,扫描时间会受到表象对应刺激的视角大小影响,即使扫描的几何距离相等,不同视角大小条件下的扫描时间仍存在显著差异; (2) 在 4 到 10 这个视角范围内心理扫描的时间显著短于这个范围之外的扫描时间,6.5 左右是视觉表象扫描的最佳视角。视角大小效应有别于心理扫描的大小效应和距离效应,为 Kosslyn 的表象计算理论增加了新的内容,具有重要的理论意义。同时它对仪表、图形设计以及棋牌游戏等工作和生活实践具有一定的应用价值。

关键词 视觉表象,心理扫描,视角大小,几何距离。

分类号 B842

1 引言

视觉表象 (visual mental image) 是指当客体不在眼前时人脑中出现的关于它的图像形式,人们会产生“用心理之眼看”的体验^[1]。视觉表象中的客体同样具有大小、方位、位置等空间特性,同时也可以被加以扫描。视觉表象扫描就是个体构成一个视觉表象并对其加以审视的过程,如同利用内部的“眼睛”来扫描,以确定其中的空间特性^[2]。表象扫描常常被人们用来对一些可能的方案形成表象并对所发生的某事件做出预先判断以及对各种表象模式进行检查^[3]。在现实生活中,大到航空航海等交通运输领域,小到各种棋牌游戏,都需要人们对各种仪表设置或棋盘格局先构成一个视觉表象模式,进而对这些表象模式进行想象、搜索和操作,最终达到指导实际操作的目的,并且对这些表象模式进行心理操作的速度必然会对实际操作的效率产生影响。因此它是获得一个良好情境意识水平的基础,对众多工作或生活实践领域具有重要应用价值。

Kosslyn (1978) 用三种不同的实验任务首次揭示了视觉表象扫描中的距离效应^[4],即从表象中的一个部位扫描到另一个部位所需的时间与两个部位间的几何距离大小呈线性关系。这个研究被后人看成是表象研究中的一座里程碑^[5],启发人们从不同角度来研究心理扫描的特性和功能,其中主要包括:由视知觉产生表象和由言语描述产生表象对心理扫描的影响研究^[5-7];在阵列观 (array spectacle) 和路线观 (route spectacle) 两种不同观察视点下形成的表象对心理扫描的影响研究^[7,8]以及不同感觉通道的表象扫描的特性研究^[5,6,9]。Kosslyn 在其随后的研究又发现了视觉表象的大小效应,即不同主观大小的表象操作难易程度是不同的,搜索或扫描较大视觉表象相对容易^[2],并且对不同主观大小的表象的操作激活了大脑的不同区域^[1]。Kosslyn 对被试视觉表象的心理视角和视角范围也进行过测量^[10],随后 farah (1992) 等人又发现某些脑损伤病人的视觉表象心理视角范围会变小^[11]。

既然视觉表象存在心理视角且 (心理视距一定

收稿日期: 2005 - 09 - 07

* 国家自然科学基金项目 (30570602); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”(NCET - 05 - 0862); 北京市重点实验室 - 首都师范大学《学习与认知实验室》经费资助。

通讯作者: 游旭群, E-mail: youxuqun@snnu.edu.cn, 电话: 029 - 85303852

时)主观表象的大小对表象操作产生影响,那么引起表象的那些客观物体的实际视角大小是否也会对表象操作产生影响呢? Kosslyn 虽在其表象计算理论中多次提到表象的大小效应并探讨了视觉表象操作的各种属性,但他并没有把研究延伸到考虑是否存在外界因素能够影响人们的内部的主观的视觉表象加工,许多有关表象的研究都没有将视角大小作为一个影响因素来考虑并在研究中对之加以控制。

在表象研究领域有关视角大小的研究很少。国内学者冯洪海从人类功效学的角度研究发现,根据人眼的生理构造特点,实际的视角范围常被划分为成 3 段,即 $[0, 5]$ 、 $[5, 8]$ 、 $[8, 180]$, 其中的交界点为 5 和 8°;而 5 左右识别效果最好,被认为是生理意义上的最适宜视角^[12];黄希庭等人在将汉字当作图形的前提下,研究了不同视角对高频汉字识别的影响特点,结果发现汉字识别的最适宜视角为 $10^\circ \sim 11^\circ$ ^[13],但是汉字与图形的编码方式是不同的,该结果是否适用于表象加工过程或者说表象加工过程是否另有适宜的视角范围迄今无人研究。国外 Iachini 等人曾进行过一个与视角大小有关的研究^[15],从他的研究中可以看出被试在较大的表象轮廓 (survey) (视距一定)上行走比较小的表象轮廓中行走相同距离所用时间少。但是他使用的是路线观的研究范式 (路线观的观察视点是指被试形成一个表象之后,想象自己也身临其中,并且表象会随着自己的参与活动而发生变化,心理行走是最典型的一种),被试感觉自己在表象中行走,会有动觉策略的参与,另外该研究没有对类别距离 (categorical distance) 和几何距离 (Euclidean distance) 进行严格的区分,很容易使人对其结论提出质疑。Rinck 和 Denis 最近提出在传统的心理扫描研究范式中可能存在类别距离和几何距离的混淆^[14]。几何距离即通常所说的两点或两物之间的实际长度,所谓的距离效应就是指主体扫描的时间与扫描的几何距离的长短成线性关系;但是主体在连续扫描一系列目标物时,可能对每一个目标物根据其在扫描中的顺序进行标识,如第一个扫描的是小屋,就标识为 1;第二个扫描到的是水井,就对水井标识为 2;其余以此类推,这些标识就构成了类别距离;主体可能将类别距离作为有效线索来确定扫描时间,而不去考虑真实距离。因为人们很容易判断第一个经过的目标物所用时间肯定比第二个扫描到的物体短,比第三个扫描到的目标物的时间更短。

本研究的主要目的就是采用视觉表象几何距离

扫描的研究任务,在排除类别距离干扰的情况下,探讨视角大小这种表象前加工因素是否影响以及如何影响心理扫描加工过程的问题。

2 实验一 视角大小是否影响视觉表象扫描

实验一旨在探讨刺激的视角大小对随后产生的相应表象及其扫描是否会产生影响的问题。将游旭群 (2002) 等人关于心理扫描可塑性研究中的心理扫描任务改进成一种几何距离扫描任务^[11],该任务属阵列观研究范式的一种,阵列观的观察视点是指被试形成表象后独立于表象对其进行观察,或者是想象他人或某物在表象中活动。它具有不牵涉到肢体的动觉策略参与的优点,同时该任务每次从起点到终点只扫描一个目标物并不进行连续扫描,从而排除了表象中的类别距离干扰,仅对表象中的几何距离进行心理扫描。根据人眼的生理构造特点,实际的视角范围常被划分成 3 段,即 $[0, 5]$ 、 $[5, 8]$ 、 $[8, 180]$, 其中的交界点为 5 和 8°;实验一在这三段范围中各选一个组成三种视角条件。具体视角大小的确定借用了黄希庭等人 (2004) 研究中确定视角的方法,即固定视距,改变刺激的绝对大小来形成不同大小的视角^[13]。实验中均采用 $\theta = 2 \times \arctg(1/2d) \times 180$ (θ : 视角; E : 汉字大小; d : 视距; 3.14) 的公式计算视角大小。

2.1 被试

26 名陕西师范大学本科生和研究生,男 11 名,女 15 名,平均年龄为 25.8 岁 (21 ~ 34 岁),视力或矫正视力正常,无弱视、斜视等视力问题,均为右利手。

2.2 实验设计

采用 3 (视角大小: $2.7^\circ \times 2.7^\circ$; $5.5^\circ \times 5.5^\circ$ 和 $8.2^\circ \times 8.2^\circ$) $\times 3$ (几何距离: 0.0cm、0.4cm 和 0.8cm) 组内实验设计,自变量刺激视角大小和几何距离均为被试内变量。因变量是被试作业的正确率和反应时,根据前人关于心理扫描的众多研究,将反应时作为检验效应的主要指标。

2.3 实验材料和仪器

实验材料与游旭群 (2002) 等人进行的心理扫描可塑性研究中所用材料类似,由 20 个小正方形构成的环状正方形 (每边 6 个小正方形),环状正方形每条边上均有两个黑色小正方形。环状正方形有三种不同面积大小,分别为: $2.4\text{cm} \times 2.4\text{cm}$; $4.8\text{cm} \times 4.8\text{cm}$, $7.2\text{cm} \times 7.2\text{cm}$, 相应的视角为 $2.7^\circ \times 2.7^\circ$

(小视角条件), $5.5^\circ \times 5.5^\circ$ (中视角条件), $8.2^\circ \times 8.2^\circ$ (大视角条件)。一个长 0.5cm、视角为 0.6 的箭头在被试按空格键后出现在环内的中心区域。这个箭头可以分别指向上、下、左、右四个方向。此外,箭头顶端距目标正方形的距离分别为 0.4cm (短距离条件), 0.8cm (长距离条件) 以及 0.0cm (即相连,零距离条件), 相应的视角为 0.5° , 0.9° 和 0.0° 。一个环状正方形和一个箭头随机组合成一个刺激对, 每个环状正方形中, 箭头在上下左右四种指向、指向黑正方形或白正方形上保持平衡, 不同视角条件下的环状正方形不同, 但在黑色小正方形是否相邻等重大特征上匹配, 任务难度相当, 刺激材料示例图见图一。实验采用 E-prime 编程, 在室内正常照明条件 (40W 日光灯) 下进行, 实验器材主要为一台 486/PC 电脑、一个 17 寸三星显示器 (分辨率为 1280×1024 ; 刷新率为 70Hz) 和一个后置式头部支架。

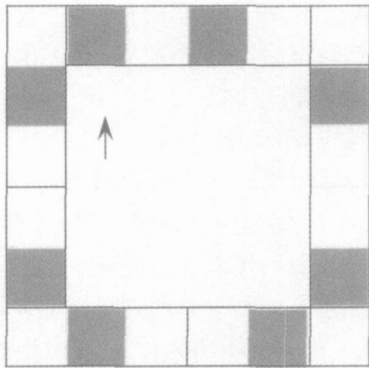


图 1 实验材料示例

2.4 实验程序

每个被试进行单独测试, 一开始要求被试端坐于电脑前, 主试调整后置式头部支架, 使被试眼睛与屏幕保持 50cm 的距离。被试逐行阅读指导语后进行练习, 如有不懂可以向主试提问。正式实验中, 被试学习环状正方形, 学习时间自定, 当觉得脑中形成

了对应的图像之后按空格键继续, 被试按键之后图形消失, 保持白屏 250ms, 随后屏幕上很快闪现一个小箭头, 呈现时间为 50ms, 要求被试判断箭头是否指向刚刚学习过的环状正方形上的涂黑正方形, (被试只有在心理表象中将箭头沿直线延长到小正方形的内边线上才能做出判断) 若是就按 1 键, 否则按 2 键。被试要又快又准地完成作业。电脑自动记录被试的反应时和正确率。在正式实验前有 12 个练习刺激对, 每次的练习结果会反馈给被试。正式实验 9 种处理水平一共有 360 个刺激对, 处理水平之间以及每种处理下实验刺激对的呈现顺序均经随机化处理。分两个单元完成, 两个单元之间休息 1 分钟。

2.5 结果与分析

表 1 给出了被试在九种处理水平下的正确率和平均反应时。对被试的平均反应时和正确率做相关分析, $r=0.047$, $p=0.82$, 二者不存在显著正相关。另外, 小视角条件下的反应时较长, 但其正确率却是最低的, 平均值为 0.615; 大视角条件下的反应时最短, 但是其正确率最高, 平均值为 0.70; 中视角条件下的平均正确率则居中。这些都说明被试在完成任务的过程中没有出现速度—准确性的权衡效应。

对于反应时而言, 剔除错误反应的反应时数据以及在平均数两个标准差之外的极值数据。重复测量方差分析发现: 视角大小的主效应极其显著, $F(2, 25) = 13.172$, $p < 0.001$; 进一步的多重比较发现, 小视角条件和大、中视角条件之间差异均极其显著, $p < 0.001$; 大视角和中视角条件之间的差异不显著。几何距离的主效应极其显著, $F(2, 25) = 9.812$, $p < 0.001$, 进一步多重比较发现, 长距离和零距离条件之间差异极其显著, $p < 0.01$; 长距离和短距离条件以及短距离条件和零距离条件之间差异均达显著性水平, $p < 0.05$ 。视角大小和几何距离之间的交互作用差异不显著, $F(4, 25) = 1.522$, $p > 0.05$ 。

表 1 不同几何距离与视角大小条件下的正确率和反应时间 (ms)

| 几何距离 (cm) | 视角大小 | | | | | |
|--------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | 8.2° | | 5.5° | | 2.7° | |
| | 正确率 | 反应时 | 正确率 | 反应时 | 正确率 | 反应时 |
| 长距离 | 0.69 \pm 0.08 | 1088.89 \pm 234.30 | 0.67 \pm 0.09 | 1108.53 \pm 261.79 | 0.60 \pm 0.11 | 1229.62 \pm 266.42 |
| 短距离 | 0.69 \pm 0.07 | 1071.65 \pm 217.00 | 0.69 \pm 0.09 | 1061.16 \pm 288.25 | 0.63 \pm 0.10 | 1159.24 \pm 309.09 |
| 零距离 | 0.72 \pm 0.08 | 1056.59 \pm 256.07 | 0.70 \pm 0.09 | 1073.13 \pm 234.51 | 0.62 \pm 0.11 | 1066.42 \pm 250.49 |

对于正确率而言, 重复测量方差分析发现: 视角大小的主效应极其显著, $F(2, 25) = 16.477$, $p <$

0.001 ; 进一步的多重比较发现, 仍是小视角条件和两种较大视角条件之间差异极其显著, $p < 0.001$ 。

两种较大视角条件之间的差异不显著。几何距离的主效应显著, $F(2, 25) = 4.125, p < 0.05$, 进一步多重比较发现, 只有长距离和零距离条件之间差异显著, $p < 0.05$; 长距离和短距离条件以及短距离条件和零距离条件之间差异均未达显著性水平, $p > 0.05$ 。视角大小和几何距离之间的交互作用差异不显著, $F(4, 25) = 1.147, p > 0.05$ 。

2.6 结果讨论

从上述结果可以看出, 在视觉表象的心理扫描中, 扫描不同的几何距离时, 扫描时间不仅随着扫描的几何距离的增加而增长, 也随着刺激图形视角的减小而增大, 更具体地说, 在扫描相同的几何距离时, 刺激图形视角较大的扫描时间较短。证明产生表象的对应客体的视角大小对心理扫描过程确实会发生影响。在反应时和正确率上几何距离与视角大小都不存在交互作用。另外, 表象的视角大小效应主要表现在 2.7° 视角与两种较大视角 5.5° 和 8.2° 之间的差异, 扫描大视角条件下形成的表象所需时间显著少于扫描小视角条件下形成表象所需时间。显然, 本实验中较大视角条件下形成的表象对心理扫描这种表象操作起到了易化的作用。但是存在一个疑问就是: 是不是视角越大, 心理扫描这种表象操作就越快呢? 在本研究中, 两种较大视角条件之间反应时和正确率并不存在显著差异, 而且这种实验结果有人提出另一种可能性解释, 就是本实验中不同视角大小条件中所用到的环状正方形不同, 视角大小效应也有可能是由它引起的。实验二将帮助我们澄清这些疑问, 先确定视角大小效应是由不同视角大小引起还是由刺激图形的差异引起, 如果是由视角大小引起, 还可进一步探讨心理扫描的最佳视角或适宜视角范围。

3 实验二 视角大小如何影响视觉表象扫描

如果实验一的结果确实是视角大小的效应而非不同刺激图形具体形状的作用, 那么视角大小影响心理扫描的方式一般存在三种假设。假设 1: 视角越大, 越有利于心理扫描的操作, 即扫描所需时间越短; 假设 2: 视角越小, 越有利于心理扫描的操作; 假设 3: 心理扫描存在一个最佳的视角范围或最佳视角, 在这个视角范围内或者最佳视角上, 扫描时间最短。实验二对实验一作了两点改进: 首先, 统一所有视角条件下的环状正方形, 排除由于环状正方形的不同给实验效应带来的影响; 其次, 扩大了视角大小

的范围, 由原先的三种视角条件增加到现在的八种条件, 全面考察视角对心理扫描的影响并探讨心理扫描是否存在一个适宜视角或视角范围, 这八种视角也基本覆盖了以往有关表象扫描研究中所用刺激的视角大小。实验二旨在探讨视角大小如何影响视觉表象扫描操作的问题, 也即确定三种假设中哪一种假设成立。

3.1 被试

28名陕西师范大学本科生, 男 15名, 女 13名, 后因一名男被试无法完成作业任务被剔除, 正式被试一共 27名, 平均年龄 19.3岁 (17~22岁)。所有被试视力或矫正视力正常, 无弱视、斜视等视力问题, 均为右利手。

3.2 实验设计

采用 8 (视角大小: $2.7^\circ \times 2.7^\circ$; $4.1^\circ \times 4.1^\circ$; $5.5^\circ \times 5.5^\circ$; $6.9^\circ \times 6.9^\circ$; $8.2^\circ \times 8.2^\circ$; $9.6^\circ \times 9.6^\circ$; $12.3^\circ \times 12.3^\circ$; $17.1^\circ \times 17.1^\circ$) $\times 2$ (几何距离: 0.4cm 和 0.8cm) 组内实验设计, 其中自变量刺激视角大小和几何距离均为被试内变量。因变量是被试作业的正确率和反应时, 主要指标仍为反应时。

3.3 实验材料和程序

实验材料与实验一中的材料类似, 只是刺激图形由原来的三种视角大小条件变为八种, 并且在每一种视角条件中的环状正方形是一样的。此外, 箭头顶端距目标正方形的距离分别为 0.4 cm (短距离条件) 和 0.8 cm (长距离条件), 其中相应的视角为 0.5° 和 0.9° 。练习刺激对为 16 个, 正式实验刺激对一共有 512 个。其余实验程序与实验一相同。

3.4 实验结果

被试的平均反应时和正确率之间的相关系数 $r = 0.056, p = 0.80$, 二者不存在显著正相关。在 5.5° 视角条件下平均反应时最短, 为 858.56 ms, 但其正确率最高, 为 0.715。在最大视角 17.1° 条件下, 平均反应时最长, 为 921.22 ms, 但是其正确率最低, 为 0.660。这些都说明被试在完成任务的过程中没有出现速度—准确性的权衡效应。

对反应时进行分析之前数据处理方法同实验一, 先将错误反应的反应时剔除, 然后将超过平均值两个标准差之外的数据剔除, 重复测量方差分析表明: 视角条件的主效应极其显著, $F(7, 26) = 8.343, p < 0.001$; 进一步进行多重比较发现: 最小的视角除了与最大的两种视角之间差异不显著外, 与中间的五种视角差异均显著, $p < 0.05$; 最大的两种视角条件除了它们之间以及和最小的视角之间的

反应时差异不显著之外,与其他的五种视角条件差异均显著, $p < 0.05$;从 4.1 到 9.6 之间的五种视角之间差异不显著,与最小的视角和最大的两种视角之间差异显著, $p < 0.05$;扫描几何距离的主效应极其显著, $F(1, 26) = 44.09, p < 0.001$;二者的交互作用不显著, $F(1, 26) = 2.003, p > 0.05$ 。

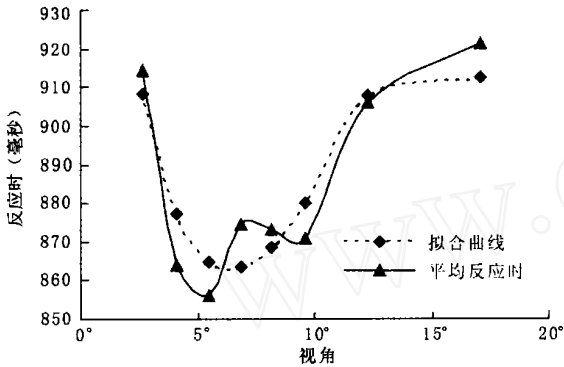


图 2 不同视角条件下

为了探寻心理扫描的最佳视角或视角范围,对反应时数据进行回归分析,预先进行的曲线估计中发现三次函数的拟合优度最高 $R^2 = 0.856, F = 7.92$,相伴概率为 0.037。因此根据反应时和视角之间的曲线性质,得反应时和视角之间的回归方程如下:

$$y = 1018.77 - 56.157x + 6.17x^2 - 0.19x^3$$

其中 y 为平均反应时, x 为视角大小,详见图 2。根据回归方程,计算出两个顶点坐标 (6.51, 862.25), (15.14, 923.465),在保证反应时大于 0 的前提下,视角大小的最小值出现在 6.5 左右,说明在 6.5 左右反应最快,平均反应时为 862ms 左右。

对于正确率而言,重复测量方差分析发现:视角大小的主效应显著, $F(7, 26) = 2.561, p < 0.05$;进一步的多重比较发现,最大视角条件下的正确率与其余七种视角条件下的正确率之间差异均显著,其他视角条件的两两比较,均无显著性差异。几何距离的主效应显著, $F(1, 26) = 4.134, p < 0.05$ 。视角大小和几何距离之间的交互作用差异不显著, $F(7, 26) = 1.740, p > 0.05$ 。

3.5 结果讨论

通过上述分析,可以看出实验二在对额外变量进一步控制的情况下,仍然得到了与实验一一致的结果,说明实验效应并非由于刺激图形的不同引起的。对视觉表象的心理扫描中除了存在距离效应之外,刺激的视角大小也对它产生影响,本研究称之为“视角大小效应”(effect of visual angle):在对视角大

小不同的相同刺激图形的相应表象进行心理扫描时,视角大小不同,即使扫描的几何距离相同,扫描时间也不相同,视角太大或太小都会使得扫描时间延长,在 6.5 左右的视角时,反应时最快。由于在对八种视角条件进行的事后分析表明 4.1°、5.5°、6.9°、8.2° 和 9.6° 的反应时显著短于最小视角 2.7° 和两种较大视角 12.3° 和 17.1°,而在这五种视角之间的反应时差异不显著,可以认为 4 到 10 视角之间是进行视觉表象心理扫描的适宜视角范围。另外,无论在反应时还是正确率上,视角大小与距离之间的交互作用均不显著,这与实验一的结果也是相符合的。

4 总讨论

Kosslyn 自上个世纪 70 年代提出表象的距离效应和大小效应以来,一直致力于研究表象及其加工的各种深层特性,他在 1980 提出并于 1994 年修正及扩展的表象计算理论中提出了表象加工的 12 个子系统,能解释一系列有关表象的实验效应^[1,15]。然而,该理论虽很好地解释了表象产生、贮存及加工的一系列内部过程,却一直没有考虑外部因素会如何影响这些加工过程。大量研究已证明了视觉表象与视知觉的机能等价^[2,4,6],但人们似乎很少关注影响视知觉加工的因素如视角是否也会影响视觉表象的加工。无法通过操控外部因素来影响人们内部的表象加工过程进而提高各项工作实践的效率是众多表象研究结果以及理论难以应用于生活实践的一个重要原因。

本研究通过两个实验探讨了刺激图形的视角大小这个外部的表象前加工因素是否会影响到以及如何影响表象扫描这个内部加工过程的。实验一证明了视角大小对视觉表象的几何距离扫描存在影响,在排除类别距离干扰的情况下,扫描时间不仅随着扫描的几何距离的增加而增长,也随着刺激图形视角的减小而增大,更具体地说,在扫描相同的几何距离时,两种较大视角 5.5° 和 8.2° 下的扫描时间比小视角 2.7° 下的扫描时间要短。实验二首先澄清实验一结果不是由不同任务之间难度不同造成的,然后进一步确定了视角大小影响表象扫描的方式,通过回归分析发现,心理扫描存在一个适宜的视角范围:4 到 10 之间,其中 6.5 左右是心理扫描的最佳视角,在这个视角下,心理扫描所用时间最短。这个结果比从视觉的生理结构意义上得到的最适宜视角 5.6^[12] 稍微大一点,而比黄希庭等人得到的汉字识别

的最佳视角 10 到 11^[613]要小得多,这再一次验证了汉字与图形在认知加工上的重大差别。本研究将这种视觉表象心理扫描的时间会受到刺激视角大小的影响并且在 4 到 10 这个视角范围内心理扫描的时间要显著短于这个范围之外的扫描时间,在 6.5 度左右扫描时间最短这个结果模式称为心理扫描的视角大小效应。

Kosslyn 将表象分为深层表征 (deep representation, 通俗地说就是记忆表象) 和表层表征 (surface representation, 也叫注意表象)^[12]。记忆表象可以通过言语表述或要求获得,其大小是主体关于该物体历来经验的综合的结果,要改变其大小需要耗费主体的认知资源;将某一物体向主体视觉呈现较短一段时间后撤离,就可以在主体脑中形成该物体的注意表象,这个过程不需要太多认知资源,注意表象大小的改变更多地取决于网膜像。在表象计算理论中主司注意表象的空间特征子系统 (spatial properties subsystem) 要从视觉缓冲器获得信息输入,而视觉缓冲器上的空间信息与客体在视网膜上的位置有关,这一子系统的主要功能之一就是传输这种视网膜位置表征 (retinotopic representation)^[15]。本研究即是通过客体的视角大小影响客体落在视网膜上的网膜像大小进而对随后的注意表象产生及其扫描产生影响的。

视角是一个由刺激绝对大小和视距组成的复合因素,因此有人认为实验一中的效应来自于刺激绝对大小而非视角大小。在知觉领域中,网膜像大小确实同时受到刺激绝对大小和视距的影响,但是这两个因素互相倚重又互相牵制 (这一点至关重要),一个因素对网膜像的影响可以通过另一个因素的作用来抵消。物理刺激较大时网膜像也可以较小,物理刺激较小时网膜像也可能较大;如果研究刺激绝对大小和视距对网膜像的影响,不会得到刺激绝对大小或视距的主效应,而只会得到交互作用即视角的主效应。因此刺激大小和视距中的任何一个都不能够单独决定网膜像的大小进而影响视觉表象的大小,表象大小并不与刺激绝对大小或视距相对应,这正是表象研究的独特之处,也是本研究将视角而非绝对大小或视距作为自变量的原因, Kosslyn 等人在研究表象的属性时也是将心理视角 (mental angle) 作为自变量而非表象的大小^[10,11]。可以说单独研究刺激的绝对大小对表象扫描的影响没有任何意义。心理扫描的视角大小效应与心理扫描的刺激绝对大小效应是绝对不能相提并论的。从另一个角度

考虑,研究视角比研究刺激绝对大小更具现实意义,在现实生活中视距和绝对大小是经常变化的,而视角大小则相对稳定。人们在应用实验中的结论时,可以根据自己的实际需要,改变对象大小或视距比率就可以达到最佳工作效率而无须严格按照实验中提供的刺激大小或视距来设计或工作。实验操作中改变视角大小有两种方法:一是固定视距,改变刺激的绝对大小;二是固定刺激绝对大小改变视距。本研究参照黄希庭等人的研究^[13],也从便于操作控制的角度选用了第一种方法。为了使研究更完善,采用第二种方法改变视角将是本研究下一步要进行的工作。

Kosslyn 于 1973 年到 1975 年陆续揭示了心理扫描的大小效应,即较小的表象较之较大表象难于扫描^[2,16]。心理扫描的视角大小效应与心理扫描的大小效应是有区别的。Kosslyn 采用人们较为熟知的事物作为刺激,要求被试经过足够的练习,能按要求在心里形成不同大小的表象,再进一步完成心理扫描的操作,可以说心理扫描的对象是记忆表象;而在本研究中,被试是即时学习一幅图形 (这些图形与现实生活联系较少,人们的生活经验对它的表象形成影响较小),紧接着就进行心理扫描,心理扫描的对象是注意表象。人们每知觉一个客体,会即时形成一个关于它的特定视角大小和特定位置的注意表象,多次知觉不同位置不同视角大小的客体之后,会在长时记忆里形成一个关于它的综合表象,而模糊了特定的视角大小和位置信息。这说明大小效应只适用于记忆表象,而视角大小效应只适用于注意表象,二者不能互相替代。以往的实验研究很少有对这两种表象形式进行区分的,可以说视觉表象扫描的视觉大小效应为 Kosslyn 的表象计算理论加入了新的内容。这些都使得视角大小效应具有重要的理论意义。

虽然视角大小效应和大小效应的作用对象不相同,但是无论是注意表象还是记忆表象都要经过视觉缓冲器并在空间特征子系统下完成操作,有可能会共用一些神经机制。在大小效应研究的基础上,脑成像研究已表明较大表象更多地激活了视觉 17 区靠前的部分,而较小表象则更多地激活了视觉 17 区靠后的部分^[17]。这些为下一步研究视角大小的神经机制提供了参考和比较标准。

从现实意义来讲,客体视角大小对视觉表象扫描又影响并存在一个适宜的视角范围可以为众多的涉及表象操作的实践工作——大到飞机、汽车轮船等

交通工具以及其他一些仪器的仪表盘设计,小到书籍插图、绘画摄影构图、游戏棋盘以及黑板、电视、电脑屏幕及各种广告牌的图案直观设计——都具有重要的参考价值和指导意义。一方面,制造商或设计者们可以根据视角大小效应提供的视角范围和个体所操作对象的常规距离(由此得出常规视距),不用将表盘或图案设计过大,既节省了原材料,又降低了成本。另一方面,操作者或使用者面对适宜视角大小的仪表或图案,更有利于他们快速准确地完成相应表象模式的操作,从而提高了实际的工作效率。

5 结论

研究在排除类别距离的干扰的情况下,验证了前人关于视觉表象的距离效应并进一步得出以下新的结论:(1)在视觉表象扫描中,扫描时间会受到表象对应刺激的视角大小影响,即使扫描的几何距离相等,不同视角大小条件下的扫描时间仍存在显著差异;(2)在4到10这个视角范围内心理扫描的时间显著短于这个范围之外的扫描时间,6.5左右是视觉表象扫描的最佳视角。视角大小效应有别于心理扫描的大小效应和距离效应,为Kosslyn的表象计算理论增加了新的内容,具有重要的理论意义。同时它对仪表、图形设计以及棋牌游戏等工作和生活实践具有一定的应用价值。

参 考 文 献

- Kosslyn SM, Ganis G, Thompson W L. Mental Imagery and the Human Brain. CP 2004
- Wang Su, Wang Ansheng. Cognitive Psychology (in Chinese). Beijing: Peking University Press, 2001. 225 ~ 234
(王甦, 汪安圣. 认知心理学. 北京: 北京大学出版社, 2001, 225 ~ 234)
- You Xuqun, Yang Zhiliang. A Research on the plasticity in the visual images scanning process (in Chinese). Psychological Science, 2002, 25(1): 18 ~ 21
(游旭群, 杨治良. 视觉表象扫描加工可塑性水平的研究. 心理科学, 2002, 25(1): 18 ~ 21)
- Kosslyn SM, Ball TM, Reiser B J. Visual images preserve metric spatial information: evidence from studies of image scanning. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1978, 4: 47 ~ 60
- Iachini T, Giusberti F. Metric properties of spatial image generated from locomotion: The effect of absolute size on mental scanning. European Journal of Cognitive Psychology, 2004, 16(4): 573 ~ 596
- Denis M, Cocude M. On the metric properties of visual images constructed from verbal descriptions: evidence for the robustness of the mental scanning effect. European Journal of Cognitive Psychology, 1997, 9(4): 353 ~ 379
- Chabanne V, Peruch P, Dennis M et al. Mental scanning of images constructed from visual experience or verbal descriptions: the impact of survey versus route perspective. Imagination, Cognition and Personality, 2004, 23(2): 163 ~ 171
- Taylor H A, Tversky B. Spatial mental models derived from survey and route descriptions. Journal of Memory and Language, 1992, 31: 261 ~ 291
- Roder B, Rosler F. Visual input does not facilitate the scanning of spatial images. Journal of Mental Imagery, 1998, 22(3-4): 165 ~ 182
- Kosslyn SM. Measuring the visual angle of the mind's eye. Cognitive Psychology, 1978, 10: 356 ~ 389
- Farah M J, Soso M J, Dasheiff R M. Visual angle of the mind's eye before and after unilateral occipital lobectomy. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performances, 1992, 18(1): 241 ~ 246
- Feng Honghai. Subjective visual angle, size and number of the pictures (in Chinese). Human Factors Engineering, 2000, 3(6): 25 ~ 28
(冯洪海. 图形的直观视角、直观尺寸及直观数目. 人类工效学, 2000, 3(6): 25 ~ 28)
- Huang Xiting, Cai Zhi, Chen Lijun. The effect of visual angle on the recognition of Chinese character (in Chinese). Psychological Science, 2004, 27(4): 770 ~ 773
(黄希庭, 蔡治, 陈丽君. 视角对高频汉字识别的影响. 心理科学, 2004, 27(4): 770 ~ 773)
- Rinck M, Denis M. The metrics of spatial distance traversed during mental imagery. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 2004, 30(6): 1211 ~ 1218
- Kosslyn SM. Image and brain: the resolution of imagery debate. Cambridge, the MIT Press, 1994. 322 ~ 330
- Kosslyn SM. Information representation in visual images. Cognition Psychology, 1975, 7: 341 ~ 370
- Kosslyn SM, Thompson W. When is early visual cortex activated during visual mental imagery? Psychological Bulletin, 2003, 129(5): 723 ~ 746

The Effect of Visual Angle on Visual Image Scanning

You Xuqun¹, Qiu Xiang^{2,3}, Niu Yong⁴

(¹Department of Psychology, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

(²State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(³Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China) (⁴Beijing Jiao Tong University, Beijing 100044, China)

Abstract

Introduction

It was revealed that visual angle existed in visual image, and mental image influenced image operation. Kosslyn mentioned size effect in his image calculation theory, but didn't think about how external factors might act on the internal visual image processing. Most research on mental image didn't regard visual angle as a factor. Whether actual visual angles of objects influence image operation was explored in the present research.

Method

Two experiments were used to investigate the effects of visual angle on visual image scanning with the task of scanning the Euclidean distance on mental image. In Experiment 1, 3 (visual angle: 2.7°, 5.5° and 8.2°) × 3 (scanning distance: 0.0cm, 0.4cm and 0.8cm) within-subject factorial design was taken to examine whether visual angle influence image scanning. Experiment 2 investigated how visual angle influence image scanning process with a 8 (visual angle: 2.7°, 4.1°, 5.5°, 6.9°, 8.2°, 9.6°, 12.3° and 17.1°) × 2 (scanning distance: 0.4cm and 0.8cm) within-subject factorial design.

Results

The findings indicated that: (1) visual angle of stimulus did influence the scanning time of visual image, even though the scanning Euclidean distances were the same; (2) When the visual angle was in the range from 4 to 10, scanning time was significantly shorter than that of visual angle outside this range, the shortest scanning time was found on 6.5.

Conclusion

The present research dispelled the interferences of the category distance, and verified the distance effect in visual image. The size effect of visual angle was different from size effect of mental scan and distance effect. The present findings have significant theoretical values. They add to Kosslyn's image calculation theory. The findings have important practical implications as well. For it can be applied to the design of panel, illustration, game, interface, screen, and other instruments both in work and daily life.

Key words visual image, mental scanning, visual angle, Euclidean distance