

运动觉、布局无关运动与路径整合

周佳树*^{1,2} 张侃²

(¹中国科学院研究生院, 100039) (²中国科学院心理研究所, 脑与认知国家重点实验室人因与工程心理学实验室, 100101)

摘要 路径整合是空间导航的一个重要子领域。本研究采用了一种三角形完成任务的新变式来研究路径整合问题, 发现在剥夺被试的视觉输入的前提下, 去除被试部分运动觉后, 其绩效有不同水平的下降; 同时还发现在编码过程中与路径布局无关的不同方向旋转间并无显著性差异。此外, 由于本研究是在室外空间中所做的现场研究, 故得到的结果优于室内所做的经典研究, 进而验证了前人的一个猜测。

关键词: 路径整合 运动觉 无关运动 现场研究

1 引言

1.1 路径整合与三角形完成任务

路径整合 (Path Integration) 是空间认知 (Spatial Cognition)、空间导航 (Spatial Navigation) 研究中一个重要的子领域。简而言之, 路径整合即是人或动物在空间中运动时, 利用多种感觉信息形成对某个路径或局部空间的单一表征的过程。与路径整合有关的心理学实验至少有 50 年历史了, 最近 20 年内使用较多的实验任务是三角形完成任务 (Triangle completed task)^[1-3], 即由主试引导被试完成三角形的前两条边, 然后脱离接触, 让被试自动走回自认为的出发点。本研究采用了这个任务的变式。相关的实验程序将在下文中阐明。

1.2 运动觉对路径整合绩效的影响

前一节中已说到: 人与动物在路径整合过程中对空间位置和方向的确定要利用到多种感觉信息, 这些感觉信息来源多种多样, 如视觉、听觉、运动觉、本体觉, 甚至对温差和稳定风向的感觉等^[4-7]。笔者认为, 这些感觉信息中除了视觉和听觉之外, 运动觉信息对空间表征的形成和空间导航任务的完成具有重大的贡献。因此采用一定的实验技法 (详见 2.4.2) 去除了部分的运动觉, 比较了人在丧失部分运动觉前后三角形完成任务的绩效差异。

1.3 路径布局与无关运动

先前曾经有人在三角形完成任务中加入了一些无关运动^[2], 包括后行、前行和侧行, 但这些无关运动的一个问题在于可能破坏了被试对路径布局表征的完整性。因此, 笔者觉得有必要检验与路径布局无关的运动对三角形完成任务的绩效的影响, 于是在本研究中设计了对称的两种无关旋转 (顺时针或逆时针旋转一周) 并加在被试的编码过程中。

2 方法

本研究共 2 个程序类同的实验, 其唯一的区别为是否剥夺了被试的部分运动觉。实验中用各种处理排除了学习或练习的因素。

2.1 被试

2.1.1 人数及其分配

本研究由 2 个实验组成, 参加的被试为年龄在 20~24 岁间的大学生或研究生各 20 名, 共计 40 人。每个实验中被试分为二个实验组, 分别从二个出发点 (O1 或 O2) 出发 (出发点的位置详见图 1)。被试具体的分配结构请见表 1。

表 1 被试分配结构表

| | 出发点 1 (O ₁) | | 出发点 2 (O ₂) | | 合计 |
|------|-------------------------|---|-------------------------|---|----|
| | 男 | 女 | 男 | 女 | |
| 实验 1 | 6 | 6 | 3 | 5 | 20 |
| 实验 2 | 5 | 5 | 7 | 3 | 20 |

2.1.2 对被试的安排和处理

参加实验 1 的被试不参加实验 2, 反之亦然。所有被试在整个实验过程中都戴着眼罩, 即剥夺视觉输入。

2.2 材料

眼罩。30 cm 长, 直径为 1.5 cm 的木制引导棒。宽 44 cm, 长 70 cm, 坐面离地高为 80 cm 的推车 (推车仅用在实验 2 中)。大号木制量角器。50 m 长皮尺。记号笔若干。胶带。

2.3 实验设计

实验均采用 2 × 2 × 8 的混合设计。被试间因素是不同的出发点 (如图 3 所示的两处)。一个被试内因素是被试在 M 点旋转的方向 (分顺时针和逆时针两种); 另一个被试内因素是 8 条不同的路径 (对应 8 个不同的回程), 在本实验中做控制变量。因此, 对每个被试而言, 需完成 2 × 8 共 16 次三角形完成尝试

* 通讯作者: 周佳树。E-mail: jiashu_zhou@hotmail.com

(trials),即在两种不同的条件下各完成 8 条路径的整合,各尝试按拉丁表随机排列。实验 1 和实验 2 的唯一区别是:在编码过程(如 2.4.2 所述由出发点 O_1 或 O_2 运动到 S 点的过程中),实验 2 采用推车引导的办法剥夺了被试的部分的运动觉输入,而实验 1 的运动觉却未被剥夺。

2.4 实验场地与程序

2.4.1 实验场地

如图 1 所示。由 O_1 和 O_2 两点出发的箭头所在的两条直线(又称主方向)是被试出发的线路,线段 O_1F 或 O_2F 即被试所运动的三角形的第一边,此段长度是 5 m,贴上胶带并标记 O_1 、 O_2 和 F 点。之后,被试从 F 点运动到 S 点(S 点共有 8 个,相邻线段 FS 间的夹角(β)的大小为 45°)的距离为三角形的第二边,其长度为 3 m。从主方向开始,按顺时针方向,以 15° 为起始角(α),每隔 45° 一个角贴上一条胶带标出 8 条 FS 线段,并在胶带上标注第二边朝向角及第二边的中点。两个主方向间的夹角为 135° 。

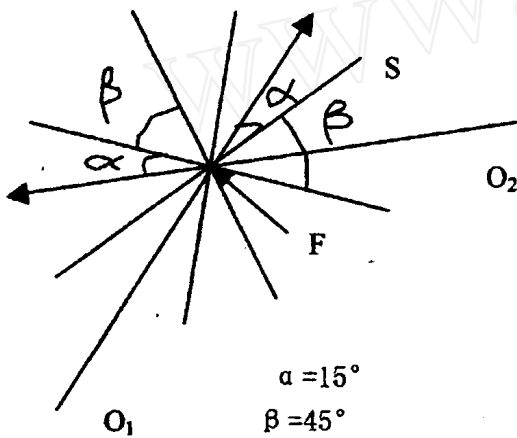


图 1 实验场地示意图

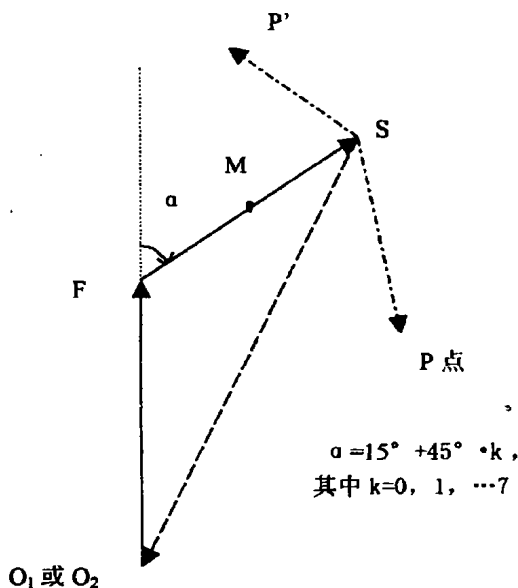


图 2 实验过程示意图

2.4.2 实验程序

实验的过程如图 2 所示。

在实验 1 中,被试由第一主试用引导棒引导从 O_1 点或 O_2 点(请参照图 2)出发,沿直线行走至 F 点。然后用顺时针(转 度)的方式引导被试到 FS ,即第二边的朝向上。之后再引导被试到达 FS 点的中点 M ,引导被试顺时针或逆时针旋转一周(与路径无关的旋转),旋转后仍然在 FS 的朝向上,最后引导被试抵达 S 点并脱离引导(抽出木棒)。然后由被试走回他心理上的“出发点”(P)。

在实验 2 中,有所不同的是:在每次尝试中,被试由第一主试用推车引导按实验 1 的程序从 O_1 或 O_2 运动到 S 点,并在 S 点让被试下车。之后的过程与实验 1 相同。被试上车时及在引导过程中须注意被试的坐姿,务必保持其上身的正直且要求其双脚并拢踏在车的横杠的中点上。

在每次尝试后,都由第一主试沿不定路径引导被试回到出发点,所有实验过程中被试自始至终都蒙着双眼,即完全剥夺视觉输入。

与经典三角形完成任务^[1,3]不同的是,这里在编码过程中加入了与路径布局无关的旋转,形成了新的变式。

2.5 数据的测量与处理

2.5.1 数据的测量

实验中记录的主要是被试实际的“回程矢量”(homing vector)^[1,2],即 SP 。而 SP 又是由回程距离(SP 的距离)和回程朝向($\angle PSF$)组成的——详见图 2。在被试的每次尝试后由第二主试测量 $\angle PSF$ 的度数。若 P 点在远离 O_1 或 O_2 的另一侧(如点 P'),则按负值记录 $\angle P'SF$ 的度数,但在处理时取其绝对值(见 Klatzky, 1999 年的数据处理方法)^[3]。同时,第一主试测量线段 $PS(P'S)$ 的距离。但无论是回程距离还是回程朝向,都存在着实验中所测得的测量值与无误值间的函数关系。

2.5.2 RTVF 曲线及其参数特征

在路径整合的研究领域内,把测量值称为反应,将无误值称为真实值——理想状态下 SP 和 SO (这里 O 指的是 O_1 或 O_2)是重合的,实际中将前者看成是后者的函数,称为反应——真实值函数(response-true value functions, RTVF)^[3]。在具体处理的时候,通常将回程矢量的距离和朝向的 RTVF 分开来分析。但一般而言,其特性不变。RTVF 这种曲线一般由线性回归分析获得,因此主要参数有三:斜率、在 Y 轴上的截距和 R^2 值。在经典的室内情况下^[3],RTVF 的斜率不高于 0.58,在 Y 轴上的截距大于 0, R^2 值普遍小于 0.80。

3 结果

3.1 去除运动觉前后 RTVF 的参数变化

本研究中所有 RTVF 的各项参数整理如表 2。

从总体参数特征上看,发现不管是距离的

表 2 去除部分运动觉前后 RTVF 各项参数变化表

| | | 斜率 | | 在 Y 轴上的截距 | | R ² | |
|-----------------|-------|-------|-------|-----------|--------|----------------|-------|
| | | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 | 下限 | 上限 |
| 实验 1 (剥夺运动觉前) | 朝向(度) | 0.376 | 0.769 | 15.414 | 27.186 | 0.452 | 0.937 |
| | 距离(米) | 0.778 | 0.860 | 0.467 | 1.960 | 0.960 | 0.996 |
| 实验 2 (剥夺部分运动觉后) | 朝向(度) | 0.524 | 0.611 | 29.541 | 34.990 | 0.818 | 0.970 |
| | 距离(米) | 0.497 | 0.670 | 1.549 | 3.063 | 0.905 | 0.990 |

对比实验 1 和实验 2 的结果,发现在剥夺被试部分的运动觉后,朝向的 RTVF 的斜率值的变化范围在缩小,距离的 RTVF 的斜率值总体有所下降。而无论是朝向还是距离的 RTVF 在 Y 轴上的截距都有所上升。

3.2 对实验因素的 MANOVA 统计的结果

表 3 是对本研究中实验因素的 MANOVA 统计汇总表。在表 3 中转弯 2,即角 与实际路径中的 PSF 一一对应,而 PSF 是与回程矢量的朝向一一对应的。

从表 3 中可发现,两个实验中无关旋转方向(即在 M 点处正旋或逆旋一周)对被试的回程矢量的交互作用均未达到显著性水平。

表 3 对实验因素的 MANOVA 统计汇总表

| | | F(1,16) | | p | |
|------|--------|---------|-------|-------|--|
| 实验 1 | 无关旋转方向 | 转弯 2 | 0.042 | 0.840 | |
| | | 回程距离 | 0.034 | 0.856 | |
| | 性别 | 转弯 2 | 0.690 | 0.419 | |
| | | 回程距离 | 2.394 | 0.141 | |
| 实验 2 | 无关旋转方向 | 转弯 2 | 0.210 | 0.653 | |
| | | 回程距离 | 0.057 | 0.815 | |
| | 性别 | 转弯 2 | 1.107 | 0.308 | |
| | | 回程距离 | 0.000 | 0.986 | |

性别因素对回程距离和转弯 2 的交互效应均不显著。传统空间认知研究中显著的男女性别差异并未得到本研究的数据支持^[8]。

4 讨论

4.1 运动觉是使三角形完成的必要感觉因素

在本研究中有一点是可以确信的,即当使用推车剥夺被试的部分运动觉后,被试就不可能按步数计算回程距离(实验 2 的情况)。因此,对距离的 RTVF 的斜率出现总体下降的现象而言(见表 2),尚不能排除因为部分运动觉丧失而导致的空间计算能力而导致的削弱作用。此外,在被剥夺部分运动觉后,RTVF 在 Y 轴上的截距也普遍上升,说明被试对回程矢量总体上有高估的倾向,说明剥夺运动觉后

RTVF 还是朝向的 RTVF,顺时针和逆时针旋转的结果间没有显著差异。且从 R² 值(多在 0.90 以上)可以看出,数据的拟合度很高,说明线性度很好,实验的控制是有效的。

被试出现了一定程度的空间迷向。

4.2 与路径布局无关的旋转运动不影响绩效

研究中发现无关旋转的方向对回程矢量没有显著的交互作用(表 3),又因为本研究所采取的三角形完成任务的实验变式中的无关运动是与路径布局无关的,因此本研究验证了与路径布局无关的旋转运动不影响绩效这一结论,补充 May 和 Klatzky 先前对路径整合中的无关运动的结论^[2]。

4.3 在含丰富信息的自然环境中进行路径整合实验的意义

RTVF 的参数特征的变化呈现了一个有趣的现象,即斜率大都高于经典的室内研究的结果(0.58)^[3],特别是实验 1。此前,Loomis 等人认为:“在可利用的空间信息更为丰富的自然条件下,被试的绩效可能更好^[8]。”无疑,本实验的结果是对这个猜测的一个验证。

4.4 其它

本研究中有两个结果是值得关注的。其一,为什么在剥夺运动觉后朝向 RTVF 的斜率波动范围变小了?其二,本研究中未出现显著性别差异的结果是偶然的还是存在某种必然因素?这些都有待进一步的实验验证和分析。

5 参考文献

- 1 Fujita, N., Loomis, J. M., Klatzky, R. L., & Golledge, R. G. A minimal model for dead-reckoning navigation: Updating the homing vector. *Geographical Analysis*, 1990, 22: 326-335
- 2 May, M., & Klatzky, R. L. Path integration while ignoring irrelevant movement, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 2000, 26(1): 169-186
- 3 Klatzky, R. L., Andrew, C. B., Loomis, J. M., Golledge, R. G., & Philbeck, J. W. Human navigation ability: Tests of the encoding-error model of path integration. *Spatial Cognition and Computation*, 1999, 1: 31-65 (下转第 1323 页)

- appearance - reality distinction. *Cognitive psychology*, 1983, (15) :95 - 120
- 9 Frye D, Zelazo P D, Brooks P et al. Inference and action in early causal reasoning. *Developmental Psychology*, 1995, (32) :120 - 131
- 10 王儒芳,李红. 学前儿童规则推理的研究进展及影响因素, *学前教育研究*, 2004, (1) :21 - 24
- 11 Diamond, A, Kirkham, N, Amso, D. Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, 2002, (38) : 352 - 362
- 12 Sloman S A. The empirical case for two system of reasoning. *Psychological Bulletin*, 1996, (1991) : 3 - 22
- 13 Baker L. An evaluation of metacognitive deficits in learning disabilities. *Topics in Learning and Learning. Disabilities*. 1982: 27 - 3
- 14 李红. 关于智力研究的几个理论问题. *西南师范大学学报(社)*, 1997, (5) :98 - 103

Effects of Rule Orders and Types on Children 's Rule-based Reasoning

Gong Yinqing¹, Li Hong², Fang Meiling³

(¹ College of Educational Science, Huzhou Teachers ' College, Huzhou, 313000)

(² School of Psychology, Southwest University, Key Laboratory of Basic Psychology, Chongqing, 400715)

(The Third Kindergarden of Huzhou, Huzhan, 313000)

Abstract This experiment studied the development of rule-based reasoning in 90 3- to-4-year-olds using a ramp apparatus with two input holes and two output holes. The results revealed that (1) children performed better in across-rule-based reasoning if the across rule was used first; (2) there was an effect of rule types, and straight-rule-based reasoning was easier than across-rule-based reasoning; and (3) children 's rule-based reasoning developed rapidly at the age of 3.5 to 4.

Key words: rule-based reasoning, rule orders, rule types, cognitive development

(上接第 1308 页)

- 4 Philbeck, J. W., & Loomis, J. M. Comparison of two indicators of perceived egocentric distance under full-cue and reduced - cue conditions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1997, 23: 72 - 85
- 5 Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Colledge, R. G., Cicinelli, J. G., Pellegrino, J. W., & Fry, P. A.. Nonvisual navigation by blind and sighted: Assessment of path integration ability. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1993, 122: 73 - 91
- 6 Passini, R., Proulx, G., & Rainville, C. The spatio - cognitive abilities of the visually impaired population. *Environment and Behavior*, 1990, 22: 91 - 118.
- 7 Loomis, J. M., Da Silva, J. A., Fujita, N., & Fukusima, S. S. Visual space perception and visually directed action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1992, 18:906 - 921
- 8 Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Colledge, R. G., & Philbeck, J. W. Human navigation by path integration. In: R. G. Colledge (Ed.). *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999:125 - 151

Kinesthetic, Irrelevant Motion and Path Integration

Zhou Jiashu^{1,2}, Zhang Kan²

(¹ College of Graduates, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039)

(² Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101)

Abstract Path Integration is an important sub field of Spatial Navigation. A new changed version of Triangle Completed Task is taken to study this issue in this research. It is found that on the basis of eliminating the visual input of participants, erased part kinesthetic, subjects ' performance decreased. Further more, it is discovered that reversed rotations inserted on the encoding course, which are irrelevant to the path configuration, do not cause significant difference. Last but not the least, since the research is done outdoors as a field one, its results are better than those classic ones done indoors so as to testify a hypothesis of formers.

Key words: path integration, kinesthetic, irrelevant motion, field research