

# 巡航过程中场景类型对空间记忆的影响

张亚南, 刘仙芸\*

天津师范大学心理学部, 天津

收稿日期: 2023年3月15日; 录用日期: 2023年5月12日; 发布日期: 2023年5月19日

## 摘要

空间记忆与生活息息相关, 该研究探讨外出巡航中不同类型场景中对空间知识获取的影响。研究借助虚拟场景让被试在不同条件下完成陌生路线和环境的学习, 然后通过空间任务测量他们的空间知识。结果证实了丰富场景下的被试在再巡航正确率、地图绘制正确率以及场景再认正确率上的表现优于简单场景下的被试。表明丰富场景对地标知识和全局知识的获取具有明显的促进作用, 且相比较于男性, 女性在简单场景中对道路的注视更多。

## 关键词

空间记忆, 虚拟场景, 场景类型

# The Effect of Scene Type on Spatial Memory during Navigation

Yanan Zhang, Xianyun Liu\*

Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin

Received: Mar. 15<sup>th</sup>, 2023; accepted: May 12<sup>th</sup>, 2023; published: May 19<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Spatial memory is closely related to life, and this study explores the effects on spatial knowledge acquisition in different types of scene in the outing cruise. The study allowed participants to complete unfamiliar routes and environments under different conditions with the help of virtual scenes, and then measured their spatial knowledge through spatial tasks. The results confirmed that participants in the rich scene outperformed those in the simple condition in terms of correct re-cruising, correct map-drawing, and correct scene recognition. It shows that rich scenes have a

\*通讯作者。

significant contribution to landmark knowledge and global knowledge acquisition, and that females gaze more at roads in simple scenes compared to males.

## Keywords

Spatial Memory, Virtual Scenes, Scene Type

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

研究者将寻路和巡航定义为通过已知路径或在未知环境中寻找出路的一个连续的过程[1]。一般来说,人类阶段性地获得空间知识:从地标到路线再到全局[2]。人们通过在环境中巡航学习空间信息,产生心理表征或认知地图[3],从而外化以实现各种需求,例如重复路线,完成地图绘制[4];通过考虑目标和起点的位置,回忆沿途地标寻找最短的路线[5]等。寻路和巡航代表了我们的外出的能力和对空间知识的构建程度,经常不可避免地与其他认知过程相结合,如果一些空间信息能够被自动处理,那对我们的外出和巡航将是非常有利的[6]。

在以往以地图作为实验材料的研究中,研究者发现随着地图复杂性的增加,物体位置记忆表现会提高[7][8]。然而基于地图或草图对空间的认知表征也容易受到系统性扭曲的影响[8],因此在真实环境或者虚拟环境中研究场景复杂性对空间记忆的影响很有必要。与郊区相比,闹市区的复杂性通常更大[9],该研究者使用距离估计任务发现,如果路线位于城镇中心(通常有丰富的视觉体验),就会被认为比位于边远地区的路线更长。这就提出了一个问题,更丰富的视觉体验是否会导致更好的空间记忆?有研究者在真实环境中测量了环境中丰富的视觉地标能否提高对路线的记忆。他们选取了同一地区的两条路线分别记为路线1和路线2(丰富路线),然后用任务全面测量了被试空间知识表征的各个方面。实验结果表明路线2条件下的被试有更丰富的路线描述,他们正确绘制的路口数量显著高于路线1;此外,在反应时相似的情况下,路线2被试的再认表现也更好。证明了环境的丰富程度能够决定环境的可记忆性[10]。在其他一些借助虚拟环境的研究中,研究者通过视觉和认知显著性不同的地标考察了年轻被试和年老被试在观看虚拟行程后的指向任务表现,发现视觉和认知显著性的地标提高了两个年龄组的表现[11]。

综上,现有任务大多只是从某一层次的空间知识出发考察被试在地图材料学习或者虚拟环境学习中的知识获得;此外,行为指标和任务的测量并不统一,仍缺少有关心理指向性指标的结果。考虑到真实环境中众多的不确定性和数据收集的复杂性,本研究参考以往研究同样通过构建虚拟环境,试图考察被试在不同环境类型中空间知识的获得程度是否存在差异。基于以往研究提出以下假设:1) 相比较于简单场景,借助虚拟技术构建的丰富场景能够给被试提供更多的地标参照点,从而帮助巡航者更好地把握部分的空间信息;2) 由于空间知识涉及到不同阶段的知识获得,所以场景类型至少会对部分阶段的空间知识获得产生积极作用,但是具体是哪个阶段还需要实际验证。

## 2. 实验

### 2.1. 被试

使用 G-power 估计样本量,参照同类型研究取  $f = 0.4$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $\text{power} = 0.8$  [12]时,实验需要至少

52人。在控制被试空间能力水平的前提下, 首先通过线上发布 SBSOD 问卷, 收集 66 份有效问卷, 选取符合条件的中等空间能力被试 48 名参加正式实验, 均为在校大学生或研究生( $M_{age} = 21.59, SD_{age} = 1.88; M_{SOD} = 4.40, SD_{SOD} = 0.81$ ), 丰富场景和简单场景下各 24 名被试, 性别在两个场景条件下平衡。被试的视力或矫正视力正常, 无红绿色盲, 均为右利手。实验前需要签署知情同意书, 实验后获得一定金额的报酬。

## 2.2. 材料和仪器

实验采用 Tobii TX300 型眼动仪记录被试学习时的眼动注视情况。被试机屏幕大小为 23", 采样率为 300 HZ, 屏幕分辨率为  $1920 \times 1080$  像素, 屏幕刷新率 75 Hz。主机为 LENOVO 笔记本电脑, i7 处理器。为保证采样质量, 要求被试头部在整个过程中保持不动。被试与屏幕之间的距离为 64 cm 左右。实验场景采用 sketchup 2018 绘图软件自行编制的独立的城市道路。被试需要学习的道路总长度约 5.8 km, 路宽为 3.5 m, 共经过 7 个真路口(行驶过程中需要做出转弯决定的路口, 三个路口向左转, 四个路口向右转), 12 个假路口(无需做出转弯决定的路口), 路线两边设置有地标线索, 包括常见的建筑物和标志物等。虚拟交互采用 Vizard5 软件编程实现, 由被试通过控制桌面式模拟驾驶环境完成, 实验中被试通过游戏手柄控制速度和转向, 虚拟场景采用第一视角呈现, 示例详见图 1。

采用视听结合的导航模式为被试提供导航指示, 视觉导航路面路口处有代表直行或向左向右转弯的箭头, 语音导航同时采用传统的“前方路口左转”“前方路口右转”“前方路口直行”的提示方式进行, 导航是以自我中心的方式进行提示的。正式实验前对被试的方向感能力进行调查。采用圣巴巴拉方向感问卷(SBSOD) (Hegarty *et al.*, 2002)来测量评定被试的空间能力, 该量表被广泛用来测量被试对自己导航能力的评估, 共 15 个题, 采用李克特 7 点评分量表。其中题目 1/3/4/5/7/9/14 为反向计分, 反向计分并累加后得到问卷总分, 得分越高, 代表认为自己的空间导航能力越强。



Figure 1. Virtual scene on the screen

图 1. 屏幕上呈现的虚拟场景图

## 2.3. 程序

练习阶段。在正式实验开始之前, 先做一个简短的调查, 包括性别年龄等人口统计学信息。之后做一个小练习, 要求被试根据导航提示的信息在虚拟场景中完成模拟移动, 直至走到标有终点字样的红色标识牌跟前方可结束(不得中途无故停车)。在练习过程中, 被试需要尽可能的: 熟练使用游戏手柄转向功能和速度控制; 熟悉正式实验中路线学习时导航模式的呈现形式: 视觉导航和语音导航同时呈现; 模拟驾驶行为需要符合交通法规, 如: 靠右行驶并最好走中间车道, 不得骑轧黄线; 练习试次中的场景与真实实验场景类似但不相同, 练习过程中不会出现正式学习过程中将出现的建筑和地标。

学习阶段: 正式实验与练习时的要求一致, 即要求被试在两种场景类型中(丰富场景和简单场景)跟随导航提示移动至终点。此外指导语告诉被试需要尽可能地对学习过程中的场景进行记忆, 学习后会有几个任务测量他们的记忆程度。学习一次, 学习时使用 Tobii TX300 眼动仪记录被试路线学习时的眼睛注视轨迹, 并在开始之前进行五点校准。

测试阶段: 整个测试过程按照场景再巡航、地图绘制、场景再认和顺序再认的顺序依次进行, 被试练习和完成整个实验的时间为 35 min 左右。

### 3. 结果

#### 3.1. 行为数据

行为指标。丰富场景下有两名女生的数据丢失, 因此最终纳入分析的行为数据共 46 份(丰富场景: Male = 10, Female = 12; 简单场景: Male = 12, Female = 12)。首先对各个因变量指标进行正态性检验, 发现真路口正确率、地图绘制正确率、场景再认正确率符合正态分布, 再巡航总路口正确率和顺序再认正确率不符合正态分布, 故采用以场景类型为自变量的单因素方差分析和非参数检验结合的方式对数据进行处理。结果发现场景类型主效应显著,  $F(1, 45) = 2.736$ ,  $p = 0.032 < 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.255$ , 在各个因变量指标上的显著性具体见表 1:

Table 1. Behavioral data statistics

表 1. 行为数据统计

	丰富场景(N = 22)		简单场景(N = 24)		P	$\eta^2$
	M	SD	M	SD		
再巡航总路口正确率	75.12%	11.96%	64.47%	15.46%	0.009	0.133
真路口正确率	59.09%	14.82%	44.05%	22.65%	0.012	0.137
地图绘制正确率	65.91%	17.33%	51.04%	29.24%	0.044	0.089
场景再认正确率	79.38%	9.54%	71.73%	10.99%	0.012	0.125
顺序再认正确率	58.44%	8.92%	59.38%	9.98%	0.768	0.003

#### 3.2. 眼动数据

眼动指标。有三名被试的眼动数据不符合采样率要求, 因此纳入最终分析的眼动数据共 43 份。在对眼动数据的分析上, 首先重复了正态性检验的步骤, 然后进行了以场景类型为自变量, 道路注视时间占比、建筑注视时间占比、道路注视次数占比、建筑注视次数占比为因变量的单因素方差分析, 结果如表 2 所示:

Table 2. Eye-movements data statistics of scenes

表 2. 场景类型对眼动注视的影响

	丰富场景(n = 21)		简单场景(n = 22)		P
	M	SD	M	SD	
道路注视时间占比	64.26%	26.39%	61.08%	24.14%	0.689
建筑注视时间占比	35.74%	26.39%	38.92%	24.14%	0.689
道路注视次数占比	58.76%	23.02%	55.71%	18.04%	0.653
建筑注视次数占比	41.24%	23.02%	44.29%	18.04%	0.653

分析结果没有发现场景类型的主效应。以往研究中认为性别是影响空间策略使用的重要因素, 考虑到性别可能会通过影响被试的记忆策略从而产生不同性别下注视区域的差异, 又进行了以性别为自变量, 各个兴趣区眼动注视比率为因变量的单因素方差分析, 结果发现性别对各个兴趣区指标无显著影响, 但是在以场景类型和性别为自变量, 各个兴趣区眼动注视比率为因变量的两因素方差分析中发现了性别和场景类型的交互效应,  $P = 0.019 < 0.05$ ,  $\eta^2 = 0.188$ 。在道路注视次数占比上, 丰富场景下女性的注视次数( $M = 53.32$ ,  $SD = 6.43$ )低于男性( $M = 63.71$ ,  $SD = 6.13$ ); 而在简单场景下, 女性对道路的注视次数( $M = 61.59$ ,  $SD = 6.13$ )高于男性对道路的注视次数( $M = 49.83$ ,  $SD = 6.13$ ), 筑注视次数占比的数据则表现出了完全相反的趋势。

## 4. 讨论

借助虚拟环境和眼动技术, 本研究主要探讨了人们在视觉丰富程度不同的场景中的空间知识获得和记忆是否有差异。实验结果表明相比较于简单场景, 具有较多可参考地标的丰富场景确实会提高被试的空间任务表现, 证实了视觉丰富的场景对空间知识获得具有促进作用。

由于研究中选取了不同种类的空间任务测量用来不同层次的空间记忆, 所以在行为数据的分析中得到了关于不同层次空间知识的不同结果。本研究的实验结果与以往研究结果基本一致[7][8], 较多地标的条件确实提高了被试的空间任务表现; 同样也符合以真实环境为实验材料的已有结果[10]。本研究同时采用了不同种类的回忆任务和再认任务作为测量任务。回忆任务主要反应了在大范围内成功地进行路线学习和定向的过程[7], 而再认记忆对情景记忆和语义记忆两种记忆系统的依赖程度比较高[13]。与以往以平面地图为材料的再认任务中未发现再认表现差异的结果不同, 本研究的场景再认任务中同样发现了场景类型的主效应, 但是却没有得到丰富场景在顺序再认中的积极作用。

眼动注视方面, 虽然在单因素方差分析中并未发现场景类型对被试注视区域倾向性的影响, 但是当考虑性别因素时, 交互效应表明性别是影响被试在两类场景学习后任务表现的一个重要因素。由于眼动注视过程本身就是心理加工过程注意偏向性的反映, 根据假设和行为数据结果, 丰富场景中可用作地标地建筑和标志物多于简单场景, 给被试提供了更多可以帮助路线记忆的参照物, 因此丰富条件下的被试应该更多地关注建筑区域, 由此他们在空间任务上的表现会整体优于简单环境。然而结果并非如此。相比较于男性, 女性在两个兴趣区的注视中更符合上述假设, 丰富场景下的女性更关注具有地标的建筑区域, 而在简单场景中, 由于可参照地标数量的减少, 她们将注视点更多放在路线本身, 以往的研究中也有相同结果[14], 但并不受性别影响。值得注意的是, 任务表现中并未发现性别在行为表现中的差异。也就是说, 虽然男女在两种场景下注视的模式有所不同, 但最终都未对空间记忆产生影响。尤其在丰富场景中, 男性即使在对地标较少注视的情况下也能具有和女性相当的任务表现, 而在简单场景中, 即使道路两侧并不能提供足够多的地标帮助记忆, 男性依然倾向于注视道路外的广泛区域, 这可能与男性本身在空间探索中更倾向于使用全局策略有关。

## 5. 结论

丰富场景中被试的地标知识和全局知识表现优于简单场景; 相比较于简单场景, 丰富场景下的女生更关注道路。因此在外出巡航时我们可以尽可能发挥地标作用, 以帮助形成在陌生环境中的空间记忆; 尤其是对于丰富场景中的女性来说。

## 基金项目

本研究得到天津市研究生科研创新项目(2021YJSS196)的支持。

## 参考文献

- [1] Keller, A.M., Taylor, H.A. and Brunyé, T.T. (2020) Uncertainty Promotes Information-Seeking Actions, But What Information? *Cognitive Research: Principles and Implications*, **5**, 42. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00245-2>
- [2] Siegel, A.W. and White, S.H. (1975) The Development of Spatial Representations of Large-Scale Environments. *Advances in Child Development and Behavior*, **10**, 9-55. [https://doi.org/10.1016/s0065-2407\(08\)60007-5](https://doi.org/10.1016/s0065-2407(08)60007-5)
- [3] Tolman, E.C. (1948) Cognitive Maps in Rats and Men. *Psychological Review*, **55**, 189-208. <https://doi.org/10.1037/h0061626>
- [4] Muffato, V. and De Beni, R. (2020) Path Learning from Navigation in Aging: The Role of Cognitive Functioning and Way Finding Inclinations. *Front Human Neuroscience*, **14**, 8. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00008>
- [5] van der Ham, I.J., Faber, A.M., Venselaar, M., van Kreveld, M.J. and Löffler, M. (2015) Ecological Validity of Virtual Environments to Assess Human Navigation Ability. *Frontiers in Psychology*, **6**, 637. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00637>
- [6] van Asselen, M., Fritschy, E. and Postma, A. (2006) The Influence of Intentional and Incidental Learning on Acquiring Spatial Knowledge during Navigation. *Psychological Research*, **70**, 151-156. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0199-0>
- [7] Bestgen, A.-K., Edler, D., Müller, C., Schulze, P., Dickmann, F. and Kuchinke, L. (2017) Where Is It (in the Map)?: Recall and Recognition of Spatial Information. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, **52**, 80-97. <https://doi.org/10.3138/cart.52.1.3636>
- [8] Edler, D., Bestgen, A.K., Kuchinke, L. and Dickmann, F. (2014) Grids in Topographic Maps Reduce Distortions in the Recall of Learned Object Locations. *PLOS One*, **9**, e98148. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098148>
- [9] Byrne, R.W. (1979) Memory for Urban Geography. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **31**, 147-154. <https://doi.org/10.1080/14640747908400714>
- [10] Denis, M., Mores, C., Gras, D., Gyselinck, V. and Daniel, M.-P. (2014) Is Memory for Routes Enhanced by an Environment's Richness in Visual Landmarks? *Spatial Cognition & Computation*, **14**, 284-305. <https://doi.org/10.1080/13875868.2014.945586>
- [11] Ligonnière, V., Gyselinck, V., Lhuillier, S., Mostafavi, M.A. and Dommes, A. (2021) How Does the Visual and Cognitive Saliency of Landmarks Improve Construction of Spatial Representations in Younger and Older Adults? *Spatial Cognition & Computation*, **21**, 320-345. <https://doi.org/10.1080/13875868.2021.1992410>
- [12] Rul von Stülpnagel, M.C.S. (2013) Active Route Learning in Virtual Environments: Disentangling Movement Control from Intention, Instruction Specificity, and Navigation Control. *Psychological Research*, **77**, 555-574. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0451-y>
- [13] Yonelinas, A.P. (2002) The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *Journal of Memory and Language*, **46**, 441-517. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jmla.2002.2864>
- [14] Keil, J., Edler, D., Kuchinke, L. and Dickmann, F. (2020) Effects of Visual Map Complexity on the Attentional Processing of Landmarks. *PLOS ONE*, **15**, e0229575. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229575>