

文章编号: 1006-8309 (2009) 03-0006-05

沉浸式虚拟现实环境下走动对场景识别的影响

刘书青^{1,2},张慧^{1,2},牟炜民¹

(1. 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;

2 中国科学院 研究生院,北京 100039)

摘要:采用沉浸式虚拟现实技术,在典型空间更新范式下研究: 运动对场景识别的影响; 沉浸式虚拟现实技术本身在场景识别研究中的效度。组间变量是测试视点情况(与学习视点相同和与学习视点不同),组内变量是桌子状况(桌子静止和旋转)。因变量是正确判断物体位置改变的比率。结果发现: 视点依赖效应:在相同测试视点的识别成绩显著好于在不同测试视点条件下的识别成绩。 空间更新效应:无论不同测试视点还是在相同视点条件下,桌子静止时的识别成绩显著好于桌子转动条件下的识别成绩。 沉浸式虚拟现实环境下获得与真实环境结果一致的模式,说明沉浸式虚拟现实技术是场景识别研究中的一种十分有效的方法。

关键词:沉浸式虚拟现实环境;沉浸式虚拟现实技术;空间更新;运动;场景识别

中图分类号: B842; TP317. 4 **文献标识码:** A

The Influence of Locomotion on Scene Recognition in the Immersive Virtual Reality Environment

L U Shu - qing , ZHANG Hui , MOU Wei - min

(1. State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The present study investigated the influence of locomotion on scene recognition and the validity of immersive virtual reality technology in scene recognition research. The inter group variable was test view (familiar view vs novel view), and the within group variable was table condition (table stationary vs table rotated). The results were as follows: First, the viewpoint dependent effect meant performance at the familiar test view was better than performance at the novel test view. Second, the spatial updating effect indicated that participants was more accurate when the table were stationary than when the table was rotated. Third, the experiment in the immersed virtual reality environment got the same result pattern with that in the physical environment, suggesting VR technology is a very effective method to do research on the scene recognition studies.

Key words: immersive virtual reality technology, immersive virtual reality environment, spatial updating effect, locomotion

1 引言

我们运动时会改变自身的位置(position)和方向(orientation)或其中之一,这导致我们和环境中的其它物体的空间关系也改变了。例如,当一个

人转向右边时,原本在他前面的瓶子会转到他的左边。为了拿到瓶子,他必须在运动的时候明确瓶子相对于他的位置。这个认知过程就是“空间更新”(spatial updating)^[1]。已有研究表明,我们

作者简介:刘书青(1981 -),女,山西太原人,研究生,研究方向:空间认知与虚拟现实,(电话)13466573636(电子信箱)liusqpsy2008@126.com。

能够获得许多线索来更新位置和方向,例如,运动时获得的视觉变化信息、本体信息(前庭信号和动觉反馈信息)等等^[2]。

在实际中,我们很少单独地识别某个物体,而是在物体和物体组成的场景中识别物体。所以,研究场景识别的空间更新机制能够为人类适应环境提供重要的参考信息。以往场景识别研究中较多采用观察者静止的方法研究观察视点变化对场景识别的影响(例如,Diwadkar & McNamara, 1997)^[3],却很少考虑运动过程引起观察视点的变化对场景识别的影响。然而,在真实环境里,观察视点的变化可以由场景旋转和观察者运动产生(在绝大多数情况下是后者)。这两种方式能够获得相同的视网膜映像,但是,两者在场景识别中的行为表现和内在机制都可能不同。有研究表明非视觉的运动信息对场景的识别和再认有着重要的影响,Wang和 Simons(1998)采用典型的空间更新实验范式,研究了真实环境中观察者运动和场景旋转对桌面场景识别成绩的影响。结果发现观察者运动引起的视点变化不影响对场景变化的识别,而桌子旋转造成的视点变化却降低了识别成绩。这说明观察者更新了自身和场景的空间关系,这种更新机制不依赖视觉信息,只通过前庭和本体线索就可以获得^[4]。虽然该实验在黑暗环境中进行,但是他们的研究没有排除被试的视觉适应对识别作业成绩的影响,比如,被试可能因为暗适应,利用了场景周围的背景信息,而非单纯使用了运动信息。另外,该研究以被试运动情况(走动和静止)为组间变量,桌子状况(转动和静止)为组内变量,不能有效地考察走动在场景更新中的具体作用。

在自然环境中,自身运动提供的视觉线索和非视觉线索很难被分离。虚拟现实技术为研究一种或几种线索的整合在空间更新中的作用提供了很好的途径^[5]。因此,本研究采用 Simons和 Wang(1998)实验范式,以及 Burgess, Spiers和 Paleologou(2004)的实验设计方法^[6],在沉浸式虚拟现实环境中排除其它无关的环境信息,考察纯粹的无视觉运动过程对桌面场景识别的影响;并且,通过跟自然环境中的作业成绩相比较,进一步探讨虚拟环境技术本身在场景识别研究中的效度。

2 研究方法

2.1 仪器

虚拟环境中三维场景由轻便携式头盔显示器 I - glasses PC/SVGA Pro 3D head - mounted display (HMD, I - O Display Systems, Inc California)产生。被试头部运动由 InterSense IS - 900 运动追踪系统 (InterSense, Inc, Massachusetts)实时确定位置。虚拟现实设备放置在 6 m(长) × 6 m(宽) × 2.5 m(高)实验室内。头盔显示器以 800 × 600 像素呈现于电脑屏幕相同的映像(image),被试看到的是立体成像,视野(a field of view, FOV)是 31°。虚拟场景采用 ATI Radeon X300 图形加速器呈现,以 100Hz 更新图形和场景。虚拟物体组成的场景呈现在虚拟桌面(桌面在实验中不出现)的中心。无论何时,当被试观察桌面的中心时,场景在视野中心出现。学习与测试位置距离桌面中心的距离是 1.9m,以桌面中心为圆心,学习位置和测试位置组成 49°角。

2.2 被试

32名大学生和研究生,男、女各 16名,视力或矫正视力正常。

2.3 实验设计

实验采用 2 × 2 混合设计。组间变量是测试视点情况(与学习视点相同和与学习视点不同),组内变量是桌子状况(桌子静止和桌子旋转)。实验中记录被试正确判断目标物体改变位置的比率。被试走动和桌子旋转的角度都是 49°。桌子静止条件下的测试视点与更新的表征一致,而在桌子旋转条件下的测试视点与更新的表征不一致。实验条件详见图 1。

2.4 实验材料

实验室周围的墙用黑色的遮光窗帘覆盖。在虚拟环境中,被试看到位于 1 个圆形桌面(在实验中看不到,直径是 80 cm,据地面 20 cm)上有 5 个虚拟的物体(电池、夹子、锁、瓶子、蜡烛)。物体由 3D MAX 软件生成,随即排放在 9 个可能位置上的其中 5 个。9 个位置中任意 2 个位置的距离变化范围为 18 到 29 cm。实验在完全黑暗的环境中进行,被试只能看到 5 个物体以及它们的位置。

测试由 5 个物体组成的 40 个不规则的场景,在每个场景中,随机选出一个位置,作为移动物体的位置。物体被移动到其余 4 个没有被其他物体占据的位置之一。被移动物体的新位置通

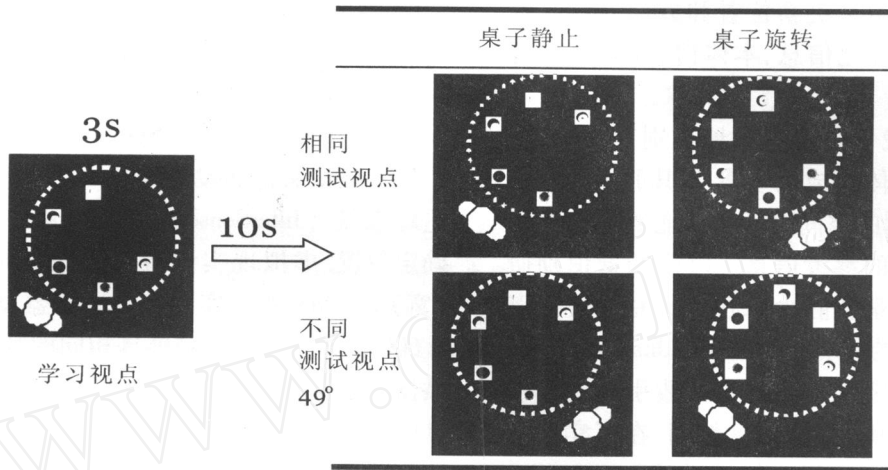


图 1 四种实验条件

常距离它原来的位置很近,并且两个位置距离桌面中心的距离相等。

2.5 实验程序

被试戴着眼罩,在主试的牵引下进入完全黑暗的测试房间并且站在学习的位置,面向呈现场景的方向。实验分为两个阶段:练习阶段、学习和测验阶段。

在练习阶段,被试戴着头盔和眼罩,在主试的带领下,沿着预先标记的弧线练习走动,走动过程中始终面向学习场景的方向。每个被试练习走动时间为 15min 左右,直到完全熟练地沿着圆弧走动。这时,主试帮助被试去掉眼罩,然后主试走到黑色窗帘后面,打开追踪器,启动程序。被试进行 10 个练习测试(5 个桌子静止条件; 5

个桌子旋转条件)熟悉实验程序。

在学习和测验阶段,被试先将呈现在视野的一个红色箭头作为注视点,并且保持在视野的中央。主试按空格键,被试开始学习。首先呈现一个学习场景,3s 钟后,场景消失。如果是走到新位置判断的条件,被试沿着弧线走到新的位置;如果是在原地判断的条件,则站在原地不动,10s 之后,出现测验场景,被试口头报告哪个物体的位置发生了改变。如果是走到新位置判断的条件,被试判断之后返回原地。在实验中间的每个环节都会有语音提示被试,比如“向右走”、“请学习物体的位置”等。每个被试都要完成 40 个测试(trial),每个测试的流程见图 2。

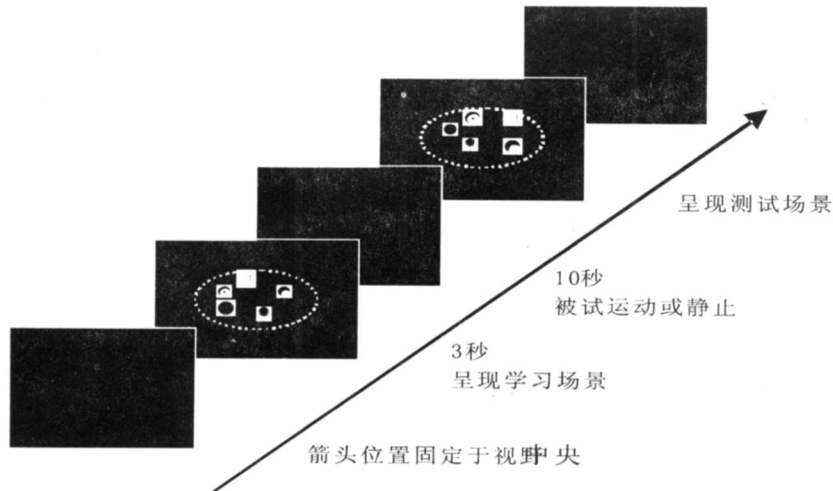


图 2 每个测试的流程

3 实验结果

以测试视点情况(与学习视点相同和与学习

视点不同)作为组间变量,桌子状况(旋转或静止)作为组内变量,利用 SPSS11.0 对识别正确率

做重复测量方差分析。结果发现,测试视点的主效应显著, $F(1, 30) = 23.212, P < 0.01$, 被试在相同的测试视点的正确率显著高于在不同的测试视点的正确率;桌子运动条件的主效应显著, $F(1, 30) = 17.944, P < 0.01$ 。在桌子静止条件下的正确率显著高于桌子旋转条件下的正确率。桌子状况和测试视点情况的交互作用不显著, $F(1, 1) = 1.121, P > 0.05$ 。也就是说,无论在相同的测试视点还是在不同测试视点的被试,在桌子静止条件下的准确率都显著高于在桌子旋转条件下的正确率(见图 3)。

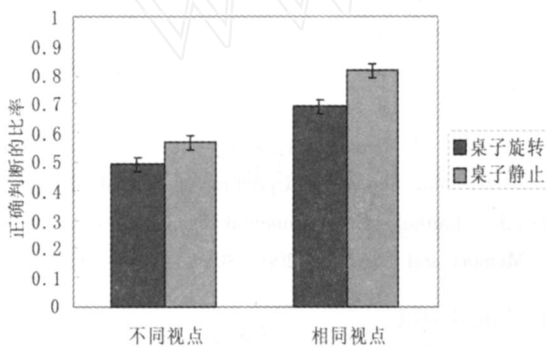


图 3 虚拟现实环境下的实验结果

4 讨论

本研究利用空间更新的经典实验范式,在沉浸式虚拟现实环境下,考察观察者走动对桌面大小的场景识别正确率的影响。结果发现,无论是在桌子静止还是旋转的条件下,在相同的测试视点的正确率显著高于在不同测试视点的正确率;并且无论在哪种测试位置,桌子静止时的识别正确率都显著高于桌子旋转时的识别正确率。

我们发现了两个效应:第一个是视点依赖效应 (viewpoint dependent effect)。无论被试在原来的位置静止不动还是走到新的位置做判断,从熟悉的视点识别场景变化比从新颖的视点识别更准确,否则,在这两种条件下的判断正确率应该没有显著的差异。我们采用的实验范式和数据的编码方式与 Burgess, Spiers 和 Paleologou (2004)的研究相同,得到与该研究相一致的结果,即:在场景变化识别任务中,基于走动的空间更新没有消除场景识别过程中的视点依赖效应;这一结果与 Wang 和 Simons (1998)的结果(根据走动提供的信息,观察者能够灵活调整或更新他们的表征,获得视点独立的识别)不一致。这可能与研究方法上的差异有关。首先是虚拟与真

实环境的差别:Wang 和 Simons (1998)实验不能完全排除被试利用周围环境的线索促进了对场景表征的更新;另外由于实验设计差别导致数据的编码方式不同:我们的编码方法能够更有效地考察视点 (viewpoint)效应和更新 (updating)效应。

另一个是空间更新效应 (spatial updating effect)。在新颖的视点识别场景时,虽然被试走动和场景旋转得到相同的视网膜映像变化,但是基于走动的识别比基于场景旋转的识别更准确,这表现出真实走动对空间更新的促进作用。这种促进作用可能是因为身体运动时提供的前庭信息和本体信息促进了自己相对于场景内在参照系的位置和朝向,而场景旋转时缺乏这些线索帮助更新。这种假设有待进一步研究。在相同测试视点时,虽然被试都是在熟悉的视点做判断,得到了相同的视网膜映像,但是基于走动的空间更新反而导致识别正确率下降,表现出真实走动对空间更新的阻碍作用,这说明基于走动的空间更新是自动化的,不能被忽略的。空间更新效应的这种双重作用与 Burgess, Spiers 和 Paleologou (2004)的结果相符(研究发现当视点改变是由于运动造成的比由桌子旋转造成的正确率高;人和桌子都静止的条件下的成绩好于桌子转动条件下、人走动和桌子转动条件下的成绩)。

浸入式虚拟环境下的场景识别研究与 Zhao 等人 (2006)物体识别任务的结果^[7]一样,同时表现出视点依赖和空间更新两个独立效应,这表明基于走动的空间更新不能像 Simons 和 Wang (1998)提出的能够获得视点独立效应,因而从场景识别角度为 Mou (2004)提出的空间更新的双系统模型^[8]提供了支持性证据;另外,我们采用真实实验环境中的空间更新范式,在沉浸式虚拟现实环境中得出与 Burgess, Spiers 和 Paleologou (2004)相一致的结果,即视点依赖效应和空间更新效应。这说明了浸入式虚拟现实技术可以作为一种十分有效的方法应用于场景识别研究。

5 结论

本研究采用沉浸式虚拟现实技术研究在空间更新的过程中,运动对桌面大小的场景识别的影响,得到如下结论:

(1)视点依赖效应:无论是在桌子静止还是旋转的条件下,在相同测试视点的识别正确率显

著高于在不同测试视点的识别正确率。

(2)空间更新效应:在不同测试视点时,桌子静止条件下的识别成绩显著好于桌子转动条件下的识别成绩,这表现出运动对空间更新的促进作用;在相同测试视点时,桌子静止条件下的识别成绩显著优于桌子旋转条件下的识别成绩,表明空间更新是不可被忽略的。

(3)沉浸式虚拟现实技术可以作为一种十分有效的工具应用于场景识别研究。

参考文献:

[1] Wang R F. Between Reality and Imagination: When is Spatial Updating Automatic [J]. Perception & Psychophysics, 2004, 66(1): 68 - 76

[2] Klatzky R L, Loomis J M, Beall A C, et al. Spatial Updating of Self - position and Orientation During Real [J]. Imagined, and Virtual Locomotion Psychological Science, 1998, 9(4): 293 - 298

[3] Divadkar V A, McNamara T P. Viewpoint Dependence in Scene Recognition [J]. Psychological Science,

1998, 8(4): 302 - 307.

[4] Simons D J, Wang R F. Perceiving Real - word View Point Changes [J]. Psychological Science, 1998, 9(4): 315 - 320

[5] Loomis J M, Blascovich J. Immersive Virtual Environment Technology as a Basic Research Tool in Psychology [J]. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 1999, 31(4): 557 - 564.

[6] Burgess N, Spiers H J, Paleologou E. Orientational Manoeuvres in the Dark: Dissociating Allocentric and Egocentric Influences on Spatial Memory [J]. Cognition, 2004, 94(2): 149 - 166

[7] Zhao M, Zhou G, Mou W, et al. Spatial Updating During Locomotion Does not Eliminate View - dependent Object Processing [J]. Visual Cognition, 2007, 15(4): 402 - 419.

[8] Mou W, McNamara T P, Valiquette C M, et al. Allocentric and Egocentric Updating of Spatial Memories [J]. Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition, 2004, 30(1): 142 - 157.

[收稿日期] 2008 - 02 - 20

[修回日期] 2008 - 04 - 23

(上接第 5 页)

参考文献:

[1] 韩凯,沈大为,李波. FOK判断等级及其准确性的实验研究 [J]. 心理学报, 1999, 31(3): 249 - 255.

[2] 齐平,梁乘谋. 诱发正负情绪对外显记忆和内隐记忆的影响 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2003, 28(1): 143 - 146

[3] 梁三才,游旭群. 内隐和外显记忆任务之间的实验性分离:编码时不同注意状态的作用 [J]. 心理科学, 2003, 26(4): 751 - 752

[4] 李力红,赵秋玲,张德臣. 外显、内隐记忆与场依存——场独立认知风格关系的实验研究 [J]. 心理科学, 2002, 25(5): 614 - 615.

[5] 刘耀中. FOK与情节记忆、语义记忆和内隐记忆关

系的研究 [J]. 心理科学, 2001, 24(2): 184 - 187.

[6] 王还,常宝儒,李宜生等. 现代汉语频率词典 [K]. 北京:北京语言学院出版社, 1986: 2 - 490

[7] 沈大为,韩凯. FOK判断产生机制的研究进展 [J]. 心理科学, 1999, 22(2): 156 - 159

[8] 徐大真. 内隐记忆的理论及实验研究综述 [J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 2000, 20(3): 49 - 52

[9] 王培培,罗劲. 知道感 (FOK)和不知道感 (FOnK)的实验分离 [J]. 心理学报, 2005, 37(4): 442 - 449.

[10] 彭聃龄. 普通心理学 [M]. 北京:北京师范大学出版社, 2004: 239 - 242

[收稿日期] 2008 - 03 - 16

[修回日期] 2008 - 06 - 12