

《心理学报》审稿意见与作者回应

题目：虚拟仿真场景中威胁性视觉刺激搜索的注意偏向效应

作者：袁小钧 崔晓霞 曹正操 阚红 王晓 汪亚珉

第一轮

审稿人 1 意见：

意见 1：本研究让被试在虚拟现实的丛林场景中完成搜索任务，结果发现相对于非威胁性的目标(蘑菇或花)，被试能更快地并在更远的距离搜索到威胁性的目标(蛇或蜘蛛)。但本稿件目前还不能发表在《心理学报》上，主要原因是研究发现的效应可能有混淆变量的作用。实验自变量威胁 vs 非威胁有一个混淆，因为现在威胁刺激必然是动物，而非威胁性刺激必然是植物。那么本研究发现的效应到底是威胁与非威胁之间的差异，还是动物与植物的差异呢？尽管这个混淆在 Öhman, Flykt 和 Esteves(2001)的研究中也存在，但本研究中这个混淆似乎更严重。因为本研究为了提高生态效度，加入了丛林背景。而对于丛林背景而言，动物更容易成为物体(object)，而植物更容易成为背景(background)。换句话说，直觉上，在丛林中发现一只兔子似乎也比在丛林中发现一朵花要容易一些。也就是说，由于丛林背景的存在，这里还有一个相似性的混淆：蛇(或蜘蛛)与丛林的差异高于蘑菇(或花)与丛林的差异。

为了解决这里提出的这个相似性的混淆，本研究进行“.....视觉搜索目标物物理属性差异的评定”但由于评定图片只是搜索场景很小的一部分，这样的评定没有什么意义。因为评定只是一个分类任务，不能说明目标物物理属性是否有差异。而且，更重要的不是搜索目标物的物理属性的差异问题，更关键的是目标与环境的相似性的差异问题。

建议增加非威胁性的动物作为搜索目标，比如兔子。如果仍然能得出搜索蛇或蜘蛛快于兔子，那么威胁性刺激有注意偏向的结论更让人可信。本来还应该增加威胁性的植物，但这类似乎很少，或大家都不熟悉，难道用荆棘类？

当然，尽管加了兔子作为对照，还是无法说明 搜索目标与环境的相似性差异问题。这个问题可以通过一些算法得出。具体算法下面给出的仅是 saliency 的算法的相关出处，而且似乎还有复杂性等其他相关算法，但感觉兔子的问题比这个问题更严重。(有关 saliency 的算法可参考 itti 等工作，比如

[A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis](#)

作者: Itti, L; Koch, C; Niebur, E

IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE 卷: 20 期: 11 页: 1254-1259 出版年: NOV 1998

[A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention](#)

作者: Itti, L; Koch, C

VISION RESEARCH 卷: 40 期: 10-12 页: 1489-1506 出版年: 2000)

其他问题请见审改稿。

回应：感谢审稿人的意见。根据您的意见，我们查阅文献得知：人对动物的反应的确快于对

植物的反应。于是我们对研究进行了以下补充。首先，研究补充了实验二，增加了松鼠和蝉作为搜索目标，与蘑菇和花进行对照。选择松鼠而不是兔子的原因是：兔子家养的较多，人们对其有较高的熟悉度。研究结果显示：威胁刺激的反应时依然快于非威胁刺激，具体信息请见文章中研究报告部分。其次，我们对目标物与环境的差异显著性进行了检验，从检验的结果看：目标物与环境的差异显著性尚未对结果构成实质性影响，因为场景自身的显著更多地掩盖了目标物的显著性，如下图所示。

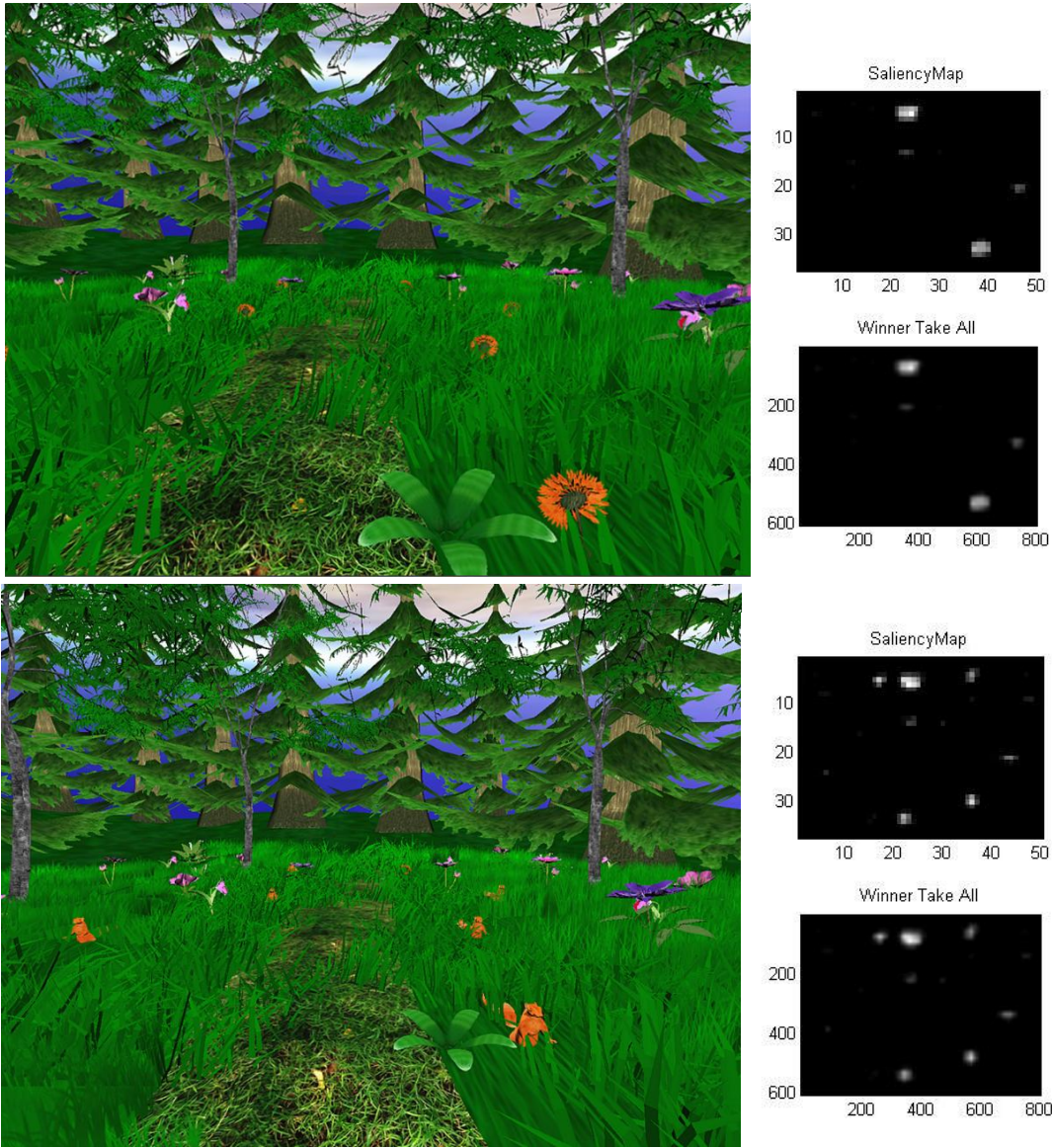


图 1 整体实验场景中的目标物显著性

.....

审稿人 2 意见：

由于本文属于利用新技术验证经典结论，因此方法部分尤其重要。但文中研究方法还有很多细节不够完善，一些重要的细节缺失，因此给阅读和结果的理解造成一定困难。

意见 1：很重要的图 2 缺失，图 3 很不清晰。

回应：已对图 2 的格式进行更改并重新绘制了图 3。

意见 2：视觉搜索实验的反应时从何时开始计时？

回应：大门打开即开始计时

意见 3：没有关于如何剔除数据的描述。

回应：已增加。例如：剔除平均数在 3 个标准差之外的数据、错误反应的数据以及位置 5、位置 6、位置 7、位置 15、位置 16、位置 17 小于各自最小值的数据

意见 4：图 3 中的长斜线是行走路线，为何不设定为小径(弯曲的)的中线？

回应：将路线设为直线是为降低被试的晕眩感

意见 5：视觉搜索中是否可以测量刺激视角的大小？

回应：实时测量非常困难，我们采用的是事后根据被试反应时进行计算。

关于结果的问题：

意见 6：为何表 1 中出现“Tomb Raider”与“Half Life”的分数，文中没有说明。

回应：是文中提到的两款游戏的问卷分数，文中已增加说明。

意见 7：刺激材料评定结果的统计分析中，为何分别对三个距离条件下的反应时做方差分析？三个距离条件之间的差异是应该得到关注的，它们之间的差异是区别清晰与模糊的主要依据。

回应：因为三个距离的模型图片大小不一致，因此分别对三个距离条件下的反应时做方差分析。

意见 8：数据是如何剔除的，剔除的比例是多少？

回应：剔除平均数在 3 个标准差之外的数据、错误反应的数据以及位置 5、位置 6、位置 7、位置 15、位置 16、位置 17 小于各自最小值的数据。剔除比例已在文中增加。

意见 9：图 10 中为何位置 14 有一个极端值？但图 9 中反应时数据没有这个极值。按照我的理解，实验中摄像机的位置既是被试的位置，而摄像机速度的固定的，因此距离与反应时两个指标应是对应的关系，出现上述的这个差异比较奇怪。

回应：我们重新对数据进行了计算，发现数据 14 的极值是计算有误。重新计算的结果如下图 2 所示。

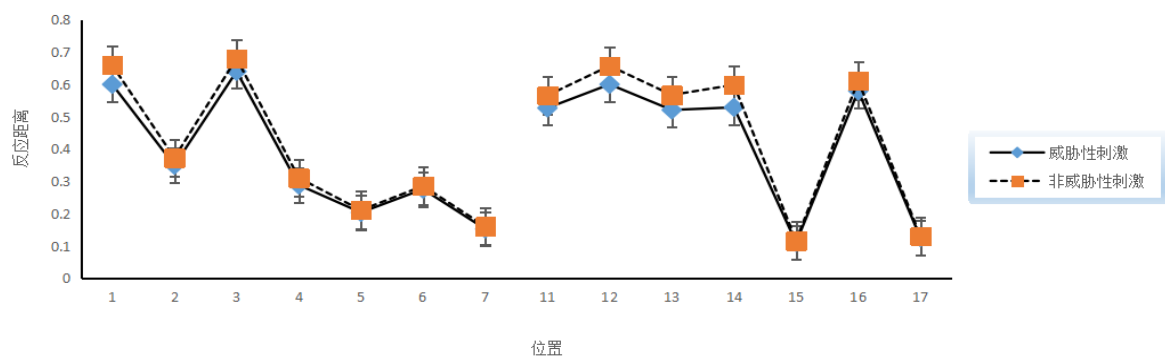


图 2 原版本中极值问题图

在整体下降的趋势下，位置 14 没有极值，但是相应的位置 16 出现了极值。观察实验场景发现，曲线出现波动，是因为我们计算的 α 值不仅仅受被试反应时的影响，它还受模型摆放位置的影响。当模型的位置较隐蔽，遮挡物较多时， α 值就会上升。如下图所示，6 位置的花比较清晰，16 位置的花遮挡物较多，因此，位置 16 的 α 值较大。

意见 10：另外文中有若干错别字。

回应：已经修改。

第二轮外审

审稿人 1 意见：

修改稿增加了实验 2，较好回答了上次审稿人提出的问题。但仍有以下小问题需要修改

意见 1：图 2 中的蝉，真的是蝉吗？看起来很像螃蟹

回应：是真的蝉的模型，因为贴图需与其他模型保持一致，因此不是那么逼真。在实验开始前，会告知被试蝉的样子。

意见 2：两个实验均缺少评定实验反应时的图或表

回应：已添加。

意见 3：实验 1 和实验 2 的图的标题没有区分实验 1 或者实验 2，比如图 6 和图 10 的标题是一样的，看着很别扭。图的标题和说明最好是自洽的，也就是单独出现的时候读者能清楚地明白本图的意义和目的。

回应：已更改。谢谢。

意见 4：图 4 标题是“四种实验刺激物在场景中三种距离下所拍摄的图片示例”，但只显示了蘑菇的示例。要么改标题要么改图

回应：已更改标题。

意见 5: 现在实验二之前没有任何说明, 虽然在 introduction 里有说明两个实验的逻辑。但在实验 2 之前应该也有说明。

回应: 已添加说明, 谢谢。在一审修改时我们已经在前言的第 7 段专门说明了实验二设计的必要性, 没有相应标示为蓝色。

审稿人 2 意见:

作者针对第一轮审稿的意见做出了很多改进, 并补充了一个实验, 新的一稿质量提高了很多。但这里我想强调的是, 作为利用新技术验证经典结论的论文, 方法细节的描述非常重要。我这里还是有一些疑问需要回答。

意见 1: 关于数据剔除标准, 作者招募了 5 名被试进行测试, 得到可以看到刺激物的最小反应时, 并以这个最小值为标准提出数据。作者在新的一稿中对这部分内容作了补充, 但最小方应时如何定义以及定义的依据还是不太清楚。为何这 5 个被试的值就是标准的最小值? 个体之间在视觉搜索能力上有一定差异, 不能排除正式实验被试中有搜索更快的被试。

回应: 数据剔除实验与视觉搜索实验的实验要求是不一样的, 数据剔除实验中没有干扰刺激, 只要发现刺激物就按键, 而视觉搜索实验是在干扰刺激物中搜索辨别目标刺激。如果被试在视觉搜索实验中的反应时比数据剔除实验的反应时还要快, 是不太合理的。虚拟现实技术支持的场景搜索实验我们此前还没有看到相关报告, 所以我们当初设计这一测试是想更好地查看虚拟现实实验里的被试反应情况, 我们当初甚至担心会不会出现被试在搜索实验中的反应时会非常快, 于是就设计了这么个剔除测试作为对比。通常, 反应时实验会考虑剔除 3 个标准差之外的反应, 我们进一步分析了视觉搜索实验的数据, 发现剔除测试出的平均值反应时均在视觉搜索实验反应时的 3 个标准差之外。我们的这个对比说明, 虚拟现实场景中的搜索反应时表现是符合传统的实验预期的, 这为后续实验的设计提供了一个参考依据。

此外, 我们还特别做了说明, 我们在 Virtools 里使用的反应时记录是基于 CPU 时钟来记录的, 这个记时器是我们实验室做的开发, 原本 Virtools 里的记时器是基于刷新率来记的。如果是做反应时实验, 进行刷新率记时是很不准确的, 大场景加载时会出现很大的刷新率波动, 而且刷新率上不去, 反应时的精确性很差。

文稿中所说明的渲染距离问题, 我们专门咨询了专家, 回答是 Virtools 场景渲染并没有距离一说, 它的渲染是固定模块处理的, 无参数可改变。至少, 在我们的实验场景中, 我们没有发现远处的物体没有被渲染的问题。对比, 我们也对文稿中的相应部分做了修改说明。

表 1 数据剔除实验反应时

位置	平均数(ms)	标准误
位置 5	5306.80	122.41
位置 6	5997.55	138.11
位置 7	6912.65	119.33
位置 15	4935.95	109.64
位置 16	5983.80	101.94
位置 17	6612.70	141.75

表 2 视觉搜索实验反应时

位置	平均数(ms)	标准误
位置 5	8954.53	49.33
位置 6	9931.15	55.04
位置 7	11083.40	93.19
位置 15	8695.07	71.53
位置 16	10240.52	84.76
位置 17	11277.64	72.49

意见 2: 结果中提到“对缺失值采用序列均值的方法替换”，这里的替换指的是什么操作？为什么要替换？以及 3%剔除比例的基数是什么？

回应: 缺失值的替换是错误描述，本研究没有缺失值，已将错误描述删除。

3%剔除比例的基数是 2400。基数=10(被试)×2(56+40+24)(不同距离的图片的张数×每张图片出现两次)

意见 3: 图 9 和图 13 中反应距离的单位是什么？

回应: 反应距离是用视角的 tan 值表示的，因为 tan 是个比值，所以没有单位。

意见 4: 作者增加了物理显著性的分析，并指出条件间没有可以导致结果产生的显著性差异。针对这个分析有两点建议。第一，在方法中增加对这个分析方法的描述。因为没有这个描述，读者不会知道 saliency map 和 winner take all 两个图的意义。第二，条件间的图看起来没有什么差异，但需要定量的描述，也就是针对一个显著性指标的统计检验。

回应: 已添加对分析方法的描述，已增加定量描述。

意见 5: 标题“2 实验一”应该是“2 方法”一类的。

回应: 已更改

第三轮外审

审稿人 2 意见:

修改稿中关于数据剔除标准的部分比较清楚了, 其他问题也得到了很好的回答, 我现在只有一个疑问了。作者这次关于反应距离的问题回复是“反应距离是用视角的 \tan 值表示的, 因为 \tan 是个比值, 所以没有单位”。在上一稿的回复中, 作者提到“5、视觉搜索中是否可以测量刺激视角的大小? 答: 实时测量非常困难, 我们采用的是事后根据被试反应时进行计算”。如果视角很难测量, 那么反应距离如何根据视角得到? 如果是通过反应时间间接计算, 那么反应时的结果和反应距离的结果应该具有很强相关了, 但从结果图中看不是这样的。这一点文中没有说的很清楚, 希望能补充相关细节。作者在文章中提到 VR 实验的优势之一是可以提供反应时之外的反应距离信息。我很认同这一点, 因此也认为在文中给出视角和反应距离的测量细节会对读者有很有帮助。

回应: 感谢审稿专家的仔细审阅。实际上, 在仿真场景中的反应距离虽然与反应时密切相关, 但两者之间并非线性关系, 反应距离会随着目标物的特定位置以及遮挡等而产生差异的, 本研究中的目标物位置并非等距离选取, 以以减少被试猜测。针对专家的问题, 我们再次梳理了我们原有的计算方法, 做了两点改善。第一, 原有的方法中我们没有去考虑摄像机的高度, 主要考虑地平面坐标中的反映距离。虽然高度视角对距离没有水平距离那么敏感, 但若考虑进去能更精确地反应反应距离。第二, 为了更清晰地呈现反应距离的计算过程, 我们将此前的示意图做了修改, 并且做了计算过程的详细说明, 如图 1 和图 2 所示。

我们将摄像机行走的路径和虚拟世界坐标分开来, 建立两个坐标系来说明。s-t 摄像机运动坐标系定位的是被试主观感受到的运动方位, y-x 虚拟世界三维坐标系定位的是摄像机在虚拟世界中的实际位移。前者反应的是被试的反应时间 RT 和摄像机移动距离的函数; 后者反应的是摄像机移动一定空间距离后到达反应位置(见图 5 和图 6 中绿色的点, 蓝色点为搜索目标位置, 红色点为起止点, 红色线段为摄像机行走的路径), 该位置于搜索位置的相对位置可以通过反应距离 RD(Respond Distance)来表示。我们目前的计算方法是, 首先在 s-t 摄像机运动坐标系中, 摄像机行走速度固定, $S_{OA} = v \times RT$, S_{OA} 可以用 RT 来表示。那么摄像机行进距离 S_{OA} 与总距离 S_{OE} 的比值可以通过反应时 RT 与行进总时长 T_{total} 来表示。这样在 y-x 虚拟空间坐标系中, 我们可以根据开始点 O 及 RT 与 T 的比值, 通过相似三角形计算出 A 点的平面位置二维坐标。同时我们又知道摄像机的高度, 可得出 A 点的空间位置三维坐标。知道 A 点的三维坐标和搜索位置 4 的三维坐标, 可以求出反应位置距离搜索目标的距离 l。根据开始点 O 和终止点 E, 我们可以计算出摄像机行动路径的平面直线方程为 $20x + y + 10 = 0$, 搜索位置 4 (设为 x_4, y_4) 距离摄像机行动路径的垂线长度 d 为 $|20 \times x_4 + y_4 + 10| / \sqrt{(20^2 + 1^2)}$ 。知道 l 和 d 可根据勾股定理求出 m, 最后可通过 d/m 算出反应距离 $\tan \alpha$ 的值。

我们使用 Photoshop 做了计算示意图并编写 MATLAB 程序对数据进行了重新的统计分析。反应距离的结果和旧的方法趋势基本一致(见图 3 和图 4), 方差分析的结果也基本一样, 不过实验一的结果更显著了。我们在文中插入一张计算示意图来展示反应距离的计算过程并配上相应的方法描述。我们同时修改了统计结果数据及相应的折线图。我们在反应距离统计结果段落后面添加了反应时与反应距离的相关分析。实验一和实验二的相关分析结果表

明，反应时和反应距离有显著的负相关。此外，我们在讨论部分也做了少量修改。

为了保证论文中图片的质量，现阶段我们将论文中的多张图进行调整或重新做。我们重新做了更清晰的刺激评定流程图(文中图 5); 对刺激物模型及颜色对比图(文中图 2)进行修剪, 使得图中的小图片大小一致并对齐; 也对文中丛林草地上的路径图(文中图 3)进行了图片文字对齐等修改。

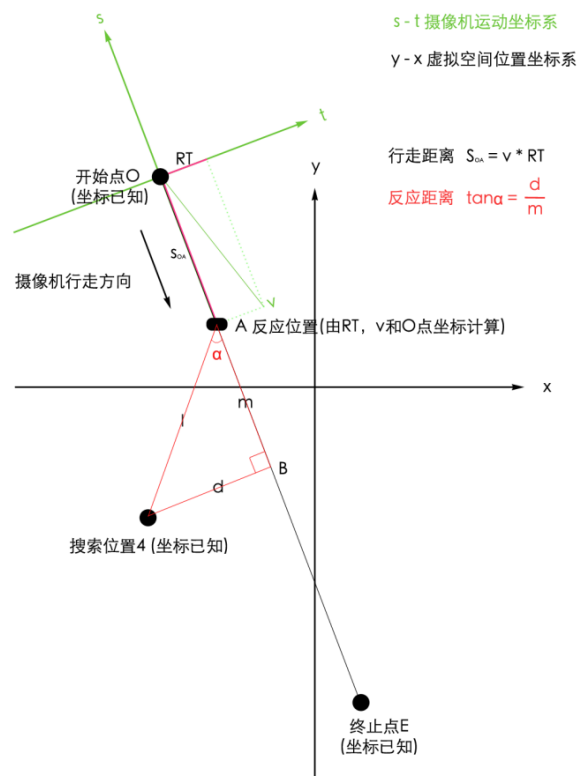


图 1 总体上摄像机与虚拟场景坐标系关系图

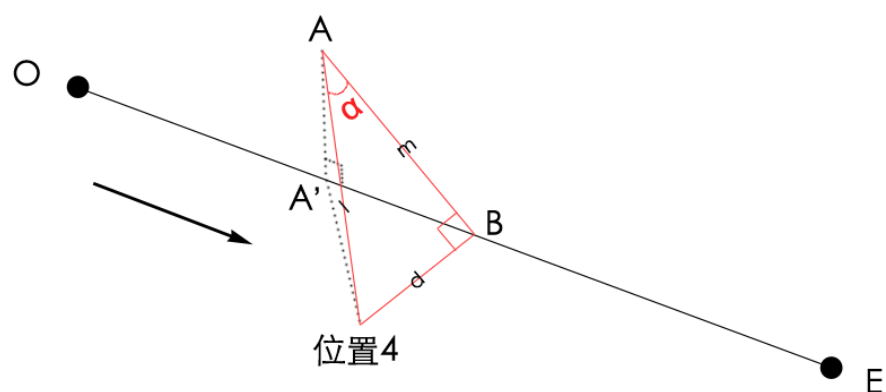


图 2 摄像机行进时距离变化示意图

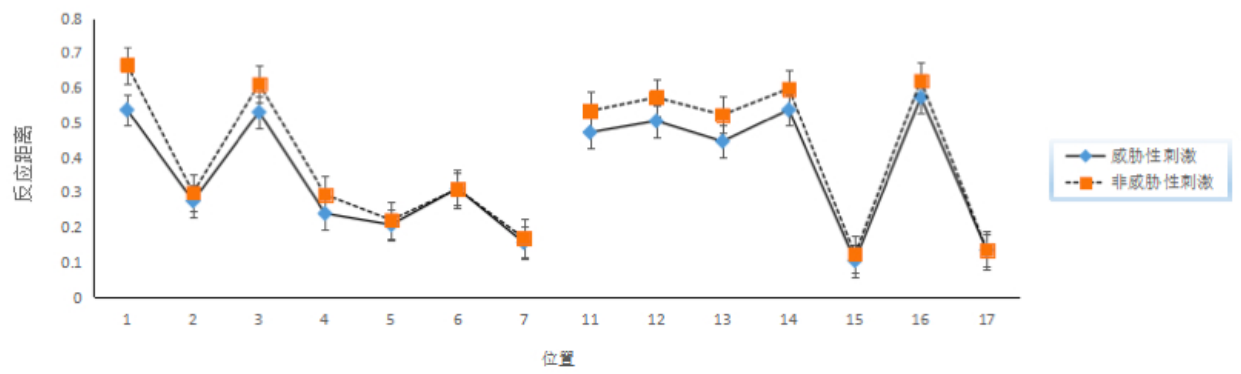


图 3 实验二反应距离结果图(旧方法)

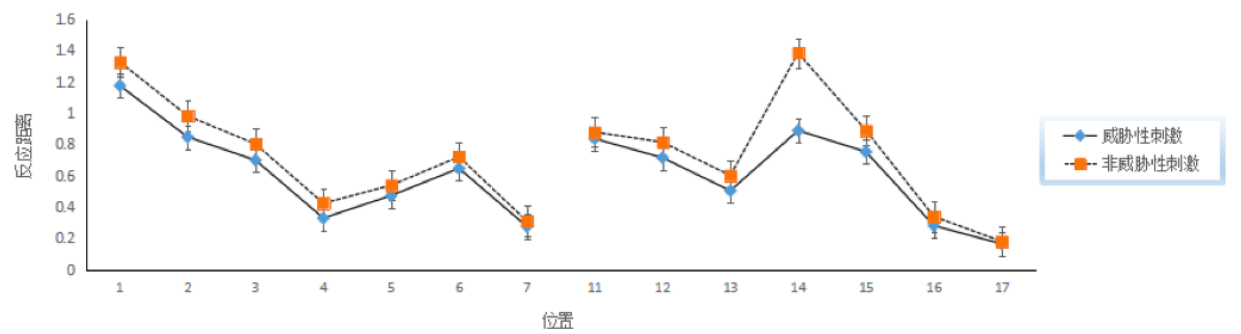


图 4 实验二反应距离结果图(新方法)

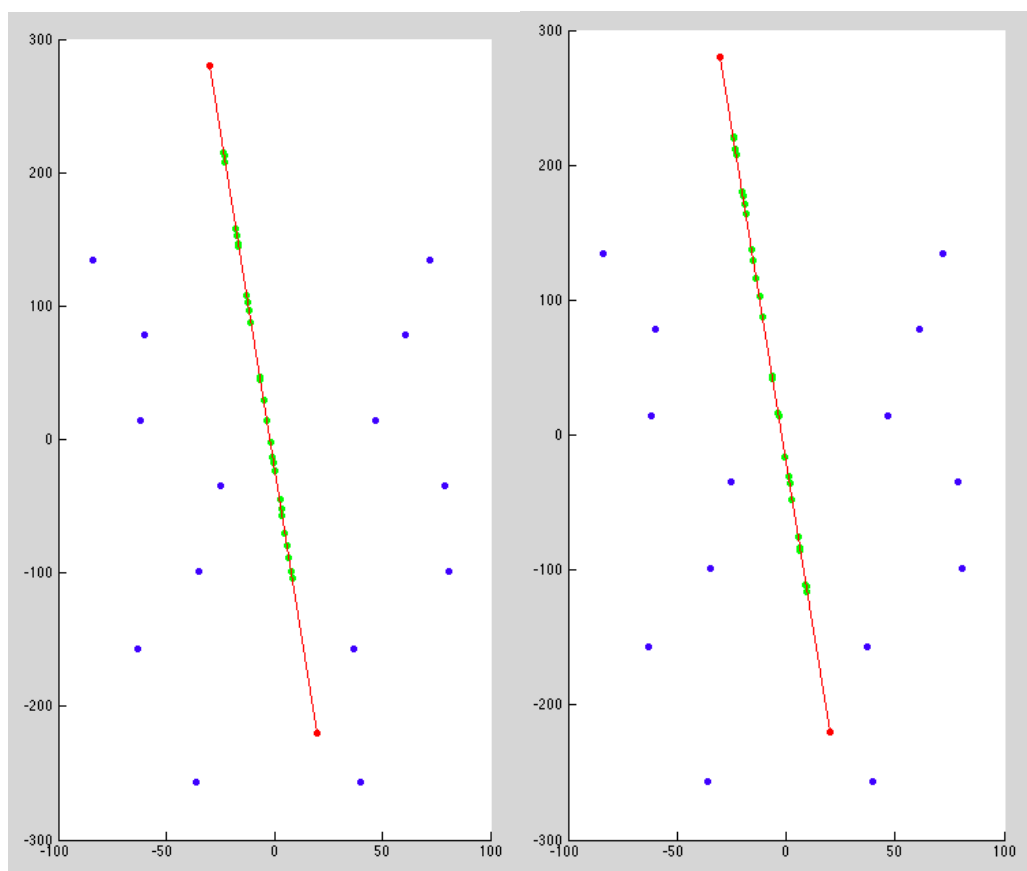


图 5 实验一反应位置图 6 实验二反应位置

第四轮 主编终审

意见 1: 文中存在多出细节错误: P14 “招募大学生被试共 89 名(男 29 名, 女 29 名)” P25 对实验刺激的描述突然从“刺激类型”变为“情绪刺激类型: 威胁性刺激、非威胁性刺激”, 而前言和文章其他部分均未使用情绪刺激类型的概念。建议作者将文中概念统一。 P25 交互作用后, 应进行简单效应分析, 文中表述有误 “事后检验表明, 所有位置两种刺激的差异都显著, $p=.000$, 所有位置搜索威胁性刺激都显著快于非威胁性刺激” P28 错别字 “会看到中间 4 各位置” P31 语病 “更为重要的是, 反应距离数据的另外一个重要的意义在于它的进化心理学意义。” P32 文中引用 “魏铮(2013)” 没有出现在参考文献中。另外还有一些错误, 不再一一列举。希望作者能够认真修改, 特别是针对数据、统计方法和结论部分的描述。

回应: 谢谢。我们对全文的实验描述、统计、参考文献等进行了认真的修改。

P14 “招募大学生被试共 89 名(男 29 名, 女 29 名)……”改为招募大学生被试共 89 名(男 45 名)。实验一共有 59 人参与。其中 10 名(男 5 名)参加了刺激材料的评定实验, 24 名(男 12 名)填写了虚拟现实场景的体验问卷, 20 名(男 10 名)参加了视觉搜索实验, 5 名(男 3 名)参加了数据剔除标准的评定测验。实验二共有 30 人参与。其中 10 名(男 5 名)参加了刺激材料的评定实验, 20 名(男 10 名)参加了视觉搜索实验。

P25 对实验刺激的描述突然从“刺激类型”变为“情绪刺激类型: 威胁性刺激、非威胁性刺激”均将情绪刺激类型统一为刺激类型

P25 交互作用后, 应进行简单效应分析, 文中表述有误 “事后检验表明, 所有位置两种刺激的差异都显著, $p=.000$, 所有位置搜索威胁性刺激都显著快于非威胁性刺激”改为简单效应分析表明, 威胁性刺激与非威胁性刺激的差异均显著($ps < .05$), 搜索威胁性刺激显著快于非威胁性刺激

实验二的简单效应分析也做了相应的修改。

P28 错别字 “会看到中间 4 各位置”改为 4 个位置

P31 语病 “更为重要的是, 反应距离数据的另外一个重要的意义在于它的进化心理学意义。”改为因此, 反应距离信息在视觉搜索实验中可以作为反应时数据之外的一个重要补偿性指标。同时, 它具有进化心理学的重要意义。

P32 文中引用 “魏铮(2013)” 没有出现在参考文献中。修改后将魏铮的文章替换为 Theeuwes(2010)发表在 Acta Psychologica 上的文章, 替换原因为魏铮的文章为硕士毕业论文, 未正式发表。因此以正式发表的同类文章替换。并将替换后的文献增加到参考文献中。

除以上更改外, 在文章数据与统计方法处: 将 0.001 等类似表述更改为 .001; 统一了 η 为非斜体、英文大小写。在文献处: 规范了正文文献的引用格式, 将文献列表中的“-”统一为“—”。更改了文章错别字与标点错误, 将空格补充完整。

文献列表中的

Van, L. Q., Isbell, L. A., Matsumoto, J., Nguyen, M., Hori, E., Maior, R. S., ... Nishijo, H. (2013).
Pulvinar neurons reveal neurobiological evidence of past selection for rapid detection of

snakes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(47), 19000

这条文献,根据心理学报下载中心参考文献著录要求“如果有6个或更多著者,只写第一著者的姓(名),后面用“等”或“et al.”。(文后的文献列表中,6/7个著者的姓名都需列出。超过7个,列出前6位和最后1位著者,其余著者用省略号代替)。”所要求的,已将中间作者用省略号代替。

意见 2: 在数据剔除测试中,为何只选取位置 5、位置 6、位置 7 和对应位置 15、16、17?

回应: 这个问题是虚拟现实实验不同于传统二维静态呈现实验的一个地方。本研究中,实验开始时门自动打开,此时 1~4 位置及 11~14 位置的刺激是可以直接看见清楚的,但对 5~7 位置和 15~17 位置,被试在开门的瞬间是不可能清楚地辨认出来的,因此过早反应的即为需要剔除的数据。本研究中所使用的 Virtools 虚拟现实软件在渲染时,至少在本实验的场景范围内是都给予了渲染的,所以在很远处的物体其呈现就如同现实中搜索草地上的目标物一样,是非常模糊非常小的,但是被试在场景漫游的动态环境下,由于有很多类似颜色的花草等干扰刺激存在,很容易把较远处花草辨认为目标物。开始位置处出现误认按键的可能性较小,而后面的这些位置出现误操作的概率就较大,故此设置了剔除标准。因为没有前人的研究可以参照,所以我们在反复实验测试中确立了这么一个做法。**我们认为,这一点可能正是虚拟现实实验与传统静态二维呈现刺激的实验的差别所在。虚拟现实环境在提高生态效度的同时也增加了被试对目标物的误认的机率。**

意见 3: P18 设计“特别要说明,这种间接计算需要以 CPU 时钟计时器才可以实现的,否则误差会很大。因此,本研究中就以某个目标位置(比如位置 4)搜索时的平均反应时 RT 为基础(即摄像机行走 SOA(图 4 中的 2D 子图)所用的时间)进行计算。”P24 实验一结果部分“需要特别说明的是,我们实验中的反应时记录是采用了我们实验到自己进一步开发的计时器来完成的,它是基于 CPU 时钟来记录的,比较精确”根据理解,作者是想说明实验采用了自己设计的 CPU 时钟记录,所以可以基于反应时,对位置进行事后计算。但是作者目前的表述很混乱,前后不一致,容易引起误会。建议修改。

回应: 谢谢,已修改。修改之后的内容是:在实验设计出的表述为:特别要说明,实验中采用了我们实验室开发的计时器来完成的,它是基于 CPU 时钟来记录的,比较精确。如果采用 Virtools 软件本身提供的计时器,由于它是基于刷新率来记录时间的,所以在加载高清场景时,刷新率不容易稳定,计时精度也不够高,值得注意。

因实验设计处已表述清楚,遂删除实验一结果部分的相关表述。

意见 4: 关于文中结果部分,我不太理解如何根据现有的时间和距离数据,得到“实际搜索到目标物均在“基本可见”条件下发生”(P29)这一结论?即反应距离和几种可见条件的关系似乎没有描述。同样,在讨论部分,作者提到搜索距离可以为“威胁性刺激的早期自动加工”提供支持。但文中提供的数据是否能证明视觉搜索发生的阶段?虽然威胁性刺激相比于非威胁性刺激在更远的距离上被检测确认,但是作者提供的数据和计算方式,似乎并不能确定对

威胁性刺激的搜索是基于什么信息，希望作者进一步解释讨论中提到的“反应距离数据提示我们，搜索威胁性刺激更可能是一种低频自动化加工。”

回应：因为这些图片的选取，其目的是要评定比较不同图片上的物体之间是否存在明显的视觉显著性上的差别。所以三种条件下的图片的选取是经验性选取，并没有去记录选取时的距离值。具体图片见文章中的展示。实际上，我们还对这三种图片做了更进一步的显著性的计算机显著性计算，结果表明这些物体在场景中搜索时是无显著性上的差别的。

正式搜索实验中，被试对搜索物的反应有具体的距离数据，我们已经在文章正文当中增加了，见实验一与实验二的搜索实验结果介绍的第一段处。威胁性刺激物的反应视角平均为 3.65° (实验一)与 3.45° (实验二)，而非威胁性刺激物的反应视角为 4.05° (实验一)与 4.02° (实验二)。为了更具体展示，我们就位置 4 的蘑菇为例进行了平均反应时下的场景截图，如下图 1 所示。位置 4 的平均反应时为 7077ms。运行程序，在 7077ms 处暂停截图。图 1 中黄色箭头指示的就是位置 4 搜索目标上的蘑菇。由图 1 可知，搜索到目标物在“基本可见”条件下。

关于后续的讨论中，我们提到“威胁性刺激的早期自动加工”提供支持，这是基于正式的搜索实验的结果来做出的。被试对威胁性刺激做出反应时的视角在 3.5° 左右，距离在 10 米远处，而且是在有很多干扰刺激之下，在行走过程中来觉察的。应该说，被试实际搜索到物体时的视角比实际记录到的要更加地小，因为从看到到按键有一个时间差，这个过程中摄像机依然在向前运动。考虑严谨性，我们对讨论处的表述做了修改，修改为与早期自动加工说的预测趋势一致，见讨论第 2 段中的蓝色字体部分。

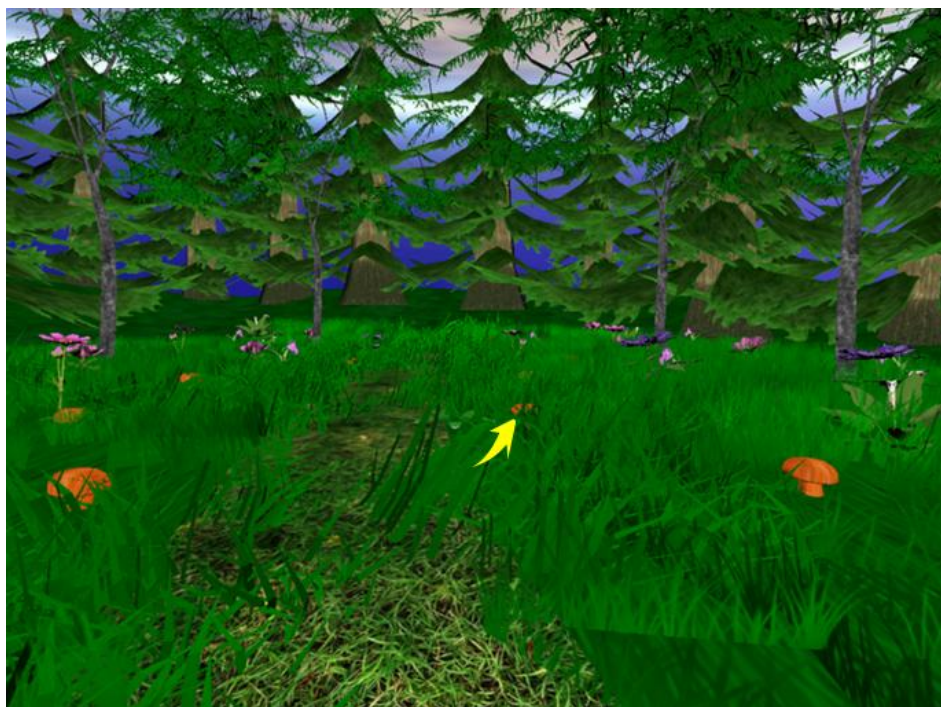


图 1 整体实验场景 7077ms 处截图

意见 5： 作者在前言和讨论部分都提到了光流信息对生态效度的重要性，但是在实验设计中没有进行描述。这个光流信息具体是什么？当前的实验设计如何体现光流的作用，是否对搜索结果有影响？

回应： 吉布森最早提出视觉识别时的光流(optic flow)信息观点，所谓光流信息就是在视觉场景中，因为相对运动所导致的物体、物体表面、物体边缘等部位在人眼中形成的一种似动模式。当前研究中，被试在仿真场景中行走本身就是一种相对运动，就如同吉布森当年坐在火车上看路边的物体一样。这部分我们在修改版本中，在文章引言的第 5 段加注了英文词(optic flow)，在第 6 段当中加了一句解释。见蓝色字体部分。