

Attention Capture Based on Auditory Working Memory in Search Task

Xinyi Fang

School of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: fangxinyi0115@126.com

Received: Feb. 6th, 2017; accepted: Feb. 20th, 2017; published: Feb. 24th, 2017

Abstract

The present study adopts dual-task paradigm, which asks subjects to do the auditory search task while maintaining the contents in auditory working memory. It is found that compared to neutral trails in which distractors are irrelevant to the working memory item, in exact-matching trials in which the working memory item reappears as one of the distractors, search time is longer only on the condition that the memory-matching distractor appears before the target in the search array. The present study proves that auditory working memory can also guide attention automatically in the search task, and provides experiment materials and parameters for reference for future study in this field.

Keywords

Working Memory, Attentional Capture, Auditory, Dual-Task Paradigm

搜索任务中基于听觉工作记忆的注意捕获

方欣怡

西南大学心理学院, 重庆
Email: fangxinyi0115@126.com

收稿日期: 2017年2月6日; 录用日期: 2017年2月20日; 发布日期: 2017年2月24日

摘要

采用双任务范式, 要求被试在保持听觉工作记忆内容的同时完成听觉搜索任务。结果发现, 当搜索序列出现与工作记忆内容相同的干扰物(即匹配条件), 且匹配干扰物出现在目标之前时, 其搜索时间比中性条件下目标出现在同等位置的搜索时间更长。研究表明与视觉工作记忆一样, 听觉工作记忆在搜索任务

中同样能诱发注意捕获，并为今后此领域听觉通道的研究提供了可用的实验材料和参数。

关键词

工作记忆，注意捕获，听觉，双任务范式

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

已有研究表明保存在工作记忆中的内容对注意有导向作用，但在注意究竟是指向还是偏离与工作记忆内容匹配的刺激这一问题上，目前仍存在争论。已有文献总结了现有研究的争论，归纳出三个观点。1) 注意会指向与工作记忆内容匹配的刺激输入，这个现象被称为工作记忆对注意的自动捕获效应。2) 注意会偏离与工作记忆内容匹配的刺激输入，当被试知道与工作记忆匹配的项目不可能是搜索目标时，反而会采用策略，主动引导注意偏离匹配项目，以提高搜索效率。这个现象被称为基于工作记忆的注意抑制。3) 在视觉搜索中，与工作记忆内容匹配的项目在知觉阶段就会被优先加工，但认知控制的介入需要一定的准备时间。任务难度的高低影响了认知控制是否能及时地介入。如果在被试完成搜索之前，认知控制能够介入，则被试能够策略性地抑制对匹配项目的加工(佐堃，徐展，2012)。

目前，学者已深入研究了视觉工作记忆对注意的自动捕获效应，通过操纵视觉刺激材料的各个维度得到了丰富的结论，揭示了基于视觉工作记忆的注意捕获的内部机制(Calleja & Rich, 2013; Sasin & Nieuwenstein, 2016)。也有一些研究探讨了工作记忆对于跨通道任务的影响(Burnham, Sabia, & Langan, 2014)。但鲜有研究探讨听觉工作记忆内容在听觉搜索任务中对注意的导向作用。根据 Baddeley 的工作记忆多成分模型，语音环路和视空画板是两个不同的成分，负责不同感觉通道的信息加工(Baddeley, 2012)。研究者在研究工作记忆领域的相关问题时需要考虑不同感觉通道的特异性，在不同感觉通道对研究假设加以验证。已有研究表明，视听搜索范式中奇异刺激的注意捕获具有不对称性，且存在着一种超感觉通道的注意资源(李毕琴 等，2013)。因此，本文认为探究听觉工作记忆内容在听觉搜索任务中对注意的导向作用是有必要的。并且希望通过本研究的初步探索为今后的研究提供可用的实验材料和实验参数。

本研究采用的是研究注意的导向作用时普遍采用的双任务范式。具体来说，该范式的实验过程是 1) 记忆，要求被试记住一个信息，告诉被试事后要进行再认；2) 搜索，要求被试从多个项目中搜索某个特定的目标；3) 再认，给出一个项目，要求被试判断是否是 1) 中记忆的内容。搜索任务中，部分的试次会出现与工作记忆内容相匹配的干扰物(称为匹配条件)，另一部分试次中的干扰物全部和工作记忆内容无关(称为中性条件)。通过比较匹配条件和中性条件下被试的成绩，可以判断工作记忆中的内容是否影响了搜索过程。

2. 方法

2.1. 被试

选取 16 (男 8) 名自愿参加实验的西南大学在校生，平均年龄 21.38 岁(SD = 1.54)。视力或矫正视力正常，听觉正常，右利手。实验结束后得到一定报酬。

2.2. 材料和仪器

实验材料为 Adobe Audition CS6 软件制作的 13 个纯音片段, 时长均为 500 ms。目标声音为第 6 个八度区的主音 Fa (简谱记为 F6), 频率为 1397 Hz。工作记忆和搜索序列的声音材料为第 4 个和第 5 个八度区的 12 个主音 C4 (262 Hz), D4 (294 Hz), E4 (330 Hz), G4 (392 Hz), A4 (440 Hz), B4 (494 Hz), C5 (523 Hz), D5 (587 Hz), E5 (659 Hz), G5 (784 Hz), A5 (880 Hz), B5 (988 Hz)。这 12 个声音片段中不包括 F4 和 F5, 避免和目标声音 F6 混淆。预实验表明, 相对于实验中使用的其他声音片段, F6 音调较高容易辨认, 适合作为目标声音。本研究中采用的声音频率和已有研究中常用的声音频率基本保持一致, 这个频率区间已经被证明是容易识别的(Trehub, Schellenberg, & Kamenetsky, 1999; Nolden et al., 2013)。

实验程序用 16 寸 CRT 显示器呈现, 分辨率为 1024 × 768 像素, 刷新率为 85 Hz。实验过程中被试使用头戴式耳机。

2.3. 实验设计

采用单因素 3 水平(干扰物状态: 相同条件, 相似条件, 中性条件)被试内设计。

2.4. 实验程序

用 E-prime 1.0 编制。被试在开始双任务实验之前, 需要进行目标练习和搜索任务练习。目标练习旨在帮助被试熟悉目标声音, 将它保存在长时记忆中。所得数据不纳入分析。首先, 被试重复听 7 次目标声音。接着, 进行 10 次判断(听到的声音是否是目标声音), 正确率达到 80% 方可进入搜索任务练习。搜索任务练习旨在帮助被试熟悉搜索任务的流程。所得数据不纳入分析。每个试次的实验流程是, 1) 注视点 500 ms; 2) 屏幕上呈现三音符图片, 提示被试即将听到 3 个声音, 图片呈现时间为 800 到 1500 ms 随机; 3) 耳机呈现由 3 个纯音片段组成的声音序列, 每个片段 500 ms, 其中一个是目标声音, 每两个音之间有 100 ms 的间隔; 4) 搜索任务要求被试判断目标声音在第几个, 按 F 代表 1, 按 G 代表 2, 按 H 代表 3, 若 4000 ms 内未反应则跳到下一屏; 5) 给予正确与否的反馈 500 ms。目标声音出现的位置是随机的, 被试需要完成 20 个试次。

双任务阶段要求被试在保持工作记忆内容的同时在声音序列中搜索目标声音。流程图如图 1 所示。被试需要做 20 次练习, 正确率达到 70% 方可开始正式实验。练习阶段每个试次的流程是, 1) 注视点 500 ms (图 1 未画出); 2) 呈现两音符图片, 时间为 800 至 1500 ms 随机; 3) 耳机重复呈现两次记忆声音(即保持在工作记忆中的声音), 每次 500 ms, 间隔 500 ms, 同时屏幕上出现“记住此声音”的提示; 4) 空屏 1500 ms (图 1 未画出); 5) 呈现三音符图片 500 ms; 6) 耳机呈现由 3 个纯音片段组成的声音序列, 每个片段 500 ms, 每两个片段之间间隔 100 ms; 7) 搜索屏, 搜索任务要求被试判断目标声音在第几个, 反应时间上限为 4000 ms; 8) 搜索反馈 500 ms (图 1 为未画出); 9) 呈现单音符图片 500 ms; 10) 耳机呈现再认声音 500 ms; 11) 再认屏, 再认任务要求被试判断再认声音是不是保持在工作记忆中的那个声音, 按 F 代表是, 按 H 代表否, 反应时间上限为 4000 ms; 12) 再认反馈 2000 ms 后自动消失或按空格键消失(图 1 未画出), 告诉被试此次判断正确与否。在再认阶段, 出现与工作记忆中的声音一致或不一致的概率是相等的。

正式实验阶段的程序和练习阶段基本相同, 但是正式实验时没有反馈。练习阶段的反馈屏被“#”符号代替, 两次“#”符号的呈现时间均为 500 ms。

正式实验共有 180 个试次, 每完成 20 个试次休息一次。

3. 结果与分析

对正式实验的数据进行分析, 首先剔除了反应时在 3 个标准差之外的试次(所有试次的 5%), 和搜索

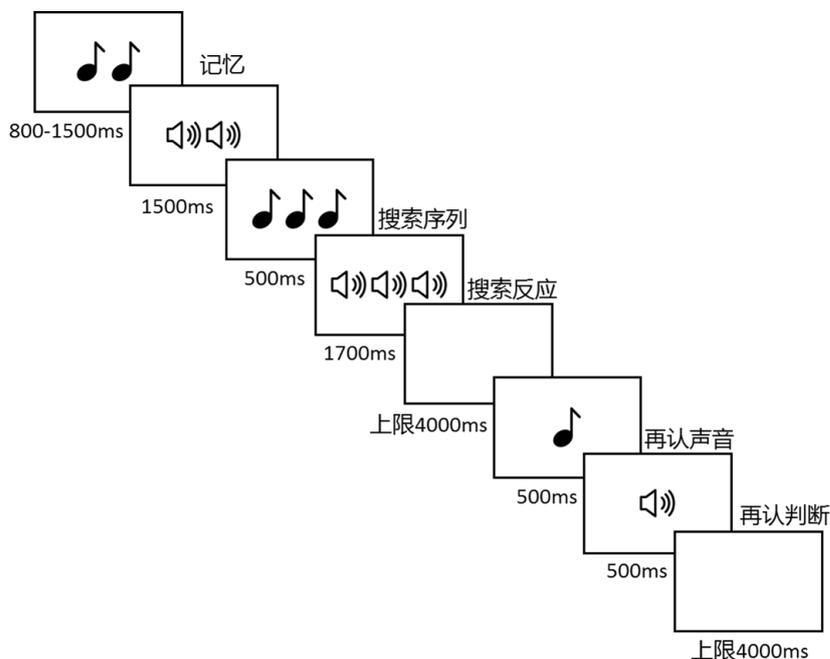


Figure 1. The flow diagram of single trial in the auditory dual-Task
图 1. 听觉双任务单个试次流程图

或者再认错误的试次(所有试次的 12.9%)。然后,对四种条件的平均反应时进行重复测量方差分析,干扰条件的效应不显著($p > 0.09$)。这可能是因为 1) 极端数据的影响, 2) 目标在搜索序列中的位置的影响。据此,一个再认正确率为 72%的被试被剔除。剩下 15 个被试的正确率都 $\geq 75\%$ 。另外,对相同和相似条件下,目标在匹配干扰物之前和目标在匹配干扰物之后的搜索反应时进行了重复测量方差分析。结果表明,目标位置的效应边缘显著,与目标在匹配干扰物之后相比,目标在匹配干扰物之前时,被试的搜索反应时更长($F(1,28) = 4.57, p = 0.051$)。对中性条件下,目标分别在第一、第二、第三时的搜索反应时进行了重复测量方差分析。结果表明,目标位置的效应显著($F(2,42) = 6, p < 0.01$),与目标在搜索序列的第一个时相比,目标在第二或第三时被试的搜索反应时更短。

据此,将相同和相似条件下目标在匹配干扰物之后时的反应时(分别记为 a_1, a_2)和中性条件下目标在第二和第三个时的反应时(记为 a_3),做重复测量方差分析,结果发现干扰条件的效应边缘显著($F(2,42) = 3.24, p = 0.054$)。两两比较发现, a_1 和 a_3 的差异显著($p < 0.05$),其他差异不显著。见图 2 左侧。

将相同和相似条件下目标在匹配干扰物之前时的反应时(分别记为 b_1, b_2)和中性条件下目标在第一和第二个时的反应时(记为 b_3),做重复测量方差分析,结果发现干扰条件的效应不显著($F(2,42) = 1.31, p > 0.05$)。见图 2 右侧。

4. 讨论

本研究从 Baddeley 的工作记忆理论模型出发,考虑到不同感觉通道的特异性,讨论了一个在视觉工作记忆领域被广泛且深入探讨的现象——基于视觉工作记忆内容的注意导向作用。关于注意的导向作用存在三种主要的争论,而本研究的实验结果支持了自动捕获的观点。同时,本文为今后此领域听觉通道的研究提供了可用的实验材料和参数。

本文呈现搜索任务中的多个声音刺激时采用的是序列呈现,而以往对基于视觉工作记忆的注意捕获研究采用的大多是同时呈现。以后的研究可以使用立体的声音设备,将搜索序列中的多个声音刺激同时

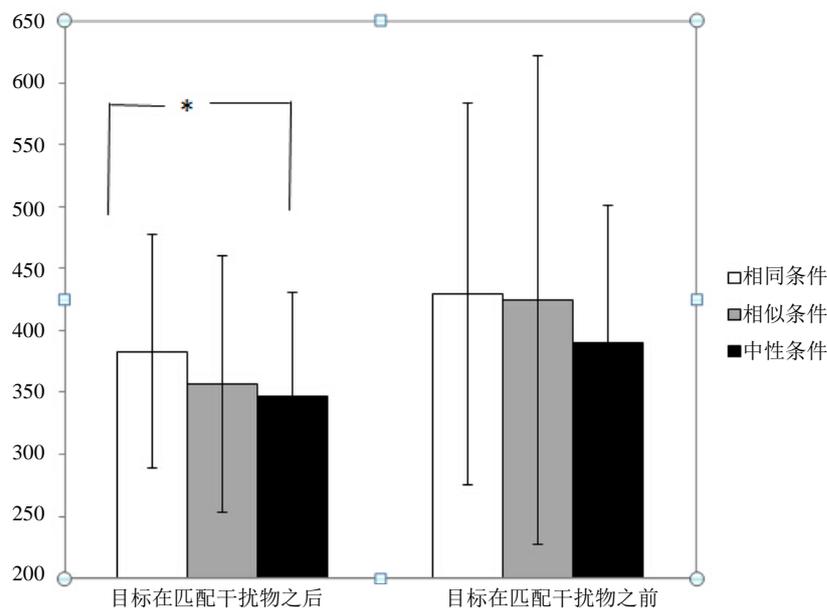


Figure 2. Rt under different distraction conditions (ms)

图 2. 不同干扰条件下的反应时(ms)

呈现, 并比较同时呈现和序列呈现得到的结果。本研究使用序列呈现得到的结果是, 只有在相同条件下当目标出现在匹配干扰物之前时, 被试的注意才受到搜索序列中与工作记忆内容相同的干扰物的影响, 搜索时间比中性条件目标在同等位置时的搜索反应时更长。这可能是因为本研究要求被试听完需要进行搜索的整个声音序列后才能按键反应, 而被试听到目标后就结束了搜索。以后的研究如果使用序列呈现, 可以考虑让被试听到目标声音后即可按键反应结束搜索。

5. 结论

通过本研究可以得出以下结论: 1) 在工作记忆任务和搜索任务结合的双任务范式中, 听觉工作记忆内容在搜索任务中能诱发注意捕获, 2) 本研究为今后此领域听觉通道的研究提供了可用的实验材料和实验参数。

参考文献 (References)

- 李毕琴, Parmentier Fabrice, B. R., 王爱君, 胡艳梅, 张明(2013) 视觉工作记忆负载对听觉偏差干扰效应的调控: 来自不同外周提示线索的证据. *心理学报*, 45(3), 263-275.
- 佐堃, 徐展(2012). 基于工作记忆内容的注意导向的影响因素. *重庆师范大学学报(自然科学版)*, 29(5), 105-111.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Burnham, B. R., Sabia, M., & Langan, C. (2014). Components of Working Memory and Visual Selective Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40, 391-403. <https://doi.org/10.1037/a0033753>
- Calleja, M. O., & Rich, A. N. (2013). Guidance of Attention by Information Held in Working Memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, 687-699. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0428-y>
- Nolden, S., Grimault, S., Gulmond, S., Christine, L., Patrick, B., & Pierre, J. (2013). The Retention of Simultaneous Tones in Auditory Short-Term Memory: A magnetoencephalography Study. *NeuroImage*, 82, 384-392. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.002>
- Sasin E., & Nieuwenstein M. (2016). *Psychonomic Bulletin Review*, 23, 1891-1897. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1041-6>

Trehub, S. E., Schellenberg, E. G., & Kamenetsky, S. B. (1999). Infants' and Adults' Perception of Scale Structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 965-975.
<https://doi.org/10.1037/0096-1523.25.4.965>

Hans 汉斯

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ap@hanspub.org