

利用系統多因子技術探討 pip-and-pop effect 的認知歷程

吳孟洵
指導教授：楊政達 教授

Introduction

Pip-and-pop effect

- 聲音提示能將同步的視覺目標物從數個干擾物中凸顯而出的現象。
- Van der Burg 等人 (2008) 認為 pip-and-pop effect 的歷程是由刺激引發 (stimulus-driven) 的自動化視聽整合。
- Zou 等人 (2012) 與 Gao 等人 (2021) 經由眼動結果認為 pip-and-pop effect 是由注意力攫取而引起的現象。

研究目的：

- 實驗一重製 Van der Burg 等人 (2008) 的實驗，利用 SFT 解釋加入聲音提示後，視覺搜尋作業的表現。
- 實驗二操弄視覺管道與聽覺管道的突顯性 (salience)，利用 SFT 解釋聲音提示在不同刺激材料突顯性下對視覺搜尋作業帶來的影響。
- 實驗三操弄工作記憶負荷量 (working memory load)，探討參與者在缺乏認知處理資源的狀態下，是否會有不同的表現，以及聲音提示如何影響不同工作記憶負荷量的視覺搜尋作業。
- 上述實驗旨在釐清上而下歷程與下而上歷程對 pip-and-pop effect 的視聽整合機制之影響。

研究假設與預期結果：

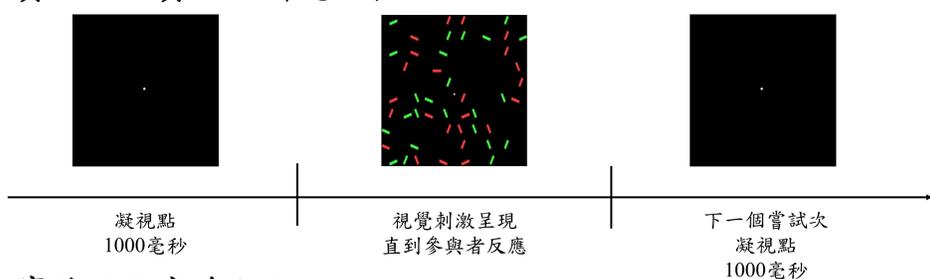
- 實驗一預期結果與 Van der Burg 等人 (2008) 一致，且處理容量為超級容量。
- 實驗二預期在刺激物突顯性高的情況下，反應時間更快。且處理容量為超級容量。
- 實驗三預期若 pip-and-pop effect 的認知歷程由下而上歷程介入，反應時間不會隨工作記憶負荷量提高而變慢。

Methods

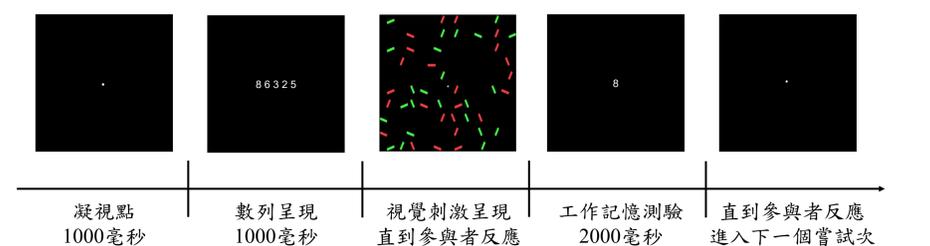
參與者：

本研究招募 18-26 歲，聽力及視力正常的學生。各實驗參與者數量分別為：實驗一共 19 位參與者，實驗二共 23 位參與者，實驗三共 36 位參與者。

實驗一、實驗二研究流程：



實驗三研究流程：



系統多因子技術 (Systems Factorial Technology, SFT)

- 採用雙因子典範 (double factorial paradigm) 估算反應時間分佈，計算出容量係數 (capacity coefficient, $C(t)$)
- 處理容量 (processing capacity) 分為有限容量 (limited capacity)、無限容量 (unlimited capacity) 及超級容量 (supercapacity)。

Reference

Gao, M., Chang, R., Wang, A., Zhang, M., Cheng, Z., Li, Q., & Tang, X. (2021). Which can explain the pip-and-pop effect during a visual search: Multisensory integration or the oddball effect? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 47(5), 689-703. <https://doi.org/10.1037/xhp0000905>

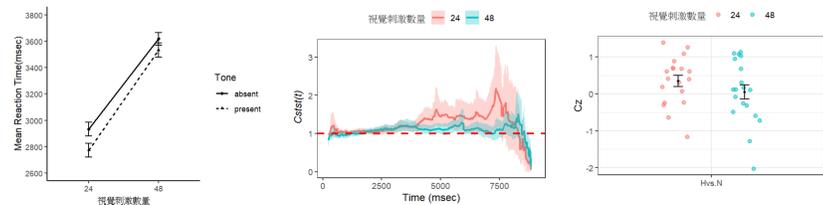
Townsend, J. T., & Nozawa, G. (1995). Spatio-temporal properties of elementary perception: An investigation of parallel, serial, and coactive theories. *Journal of Mathematical Psychology*, 39(4), 321-359.

Van der Burg, E., Olivers, C. N., Bronkhorst, A. W., & Theeuwes, J. (2008). Pip and pop: nonspatial auditory signals improve spatial visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(5), 1053-1065. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.5.1053>

Zou, H., Muller, H. J., & Shi, Z. (2012). Non-spatial sounds regulate eye movements and enhance visual search. *Journal of Vision*, 12(5). <https://doi.org/10.1167/12.5.2>

Results

實驗一：



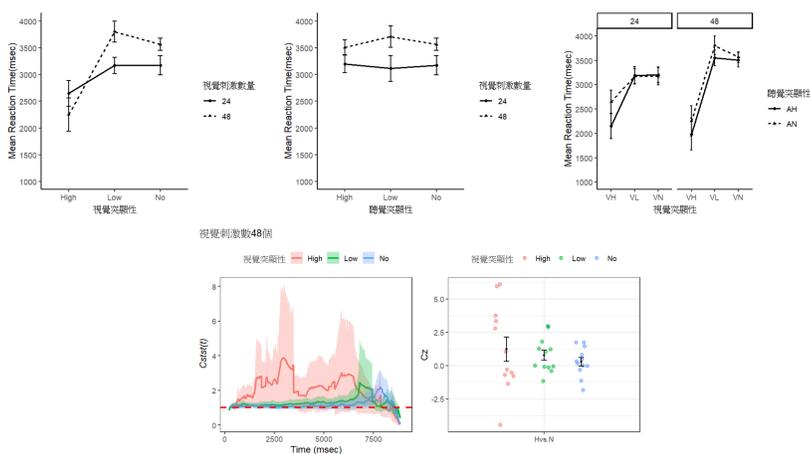
反應時間結果：

- 有聲音提示的情境比無聲音提示的情境快 ($p < .05$)。

處理容量結果：

- 在 24 個視覺刺激情境下， $C_{stst}(t) > 1$, $C_z > 0$ 。
- 在 48 個視覺刺激情境下， $C_{stst}(t) = 1$, $C_z = 0$ 。

實驗二：



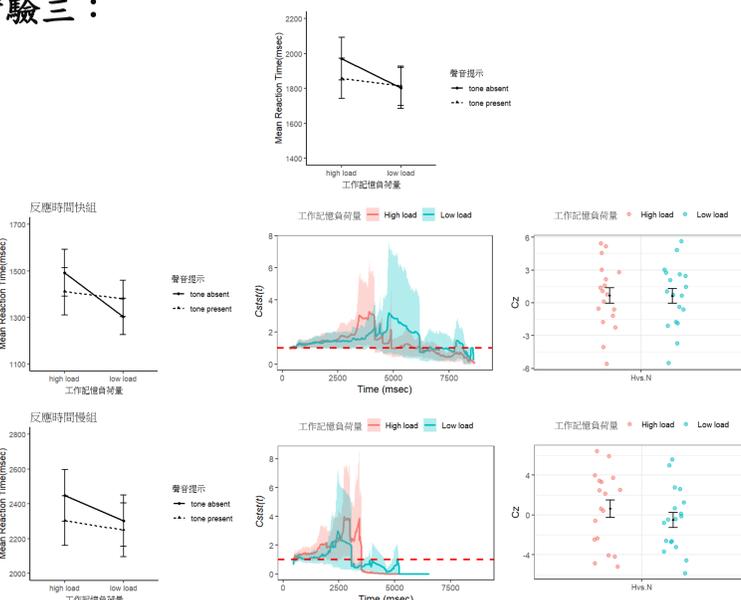
反應時間結果：

- 視覺突顯性高快於突顯性低及無突顯性 ($p < .001$)。
- 視覺突顯性低情境與無突顯性情境無顯著差異。
- 聽覺突顯性高情境與突顯性低情境無顯著差異。

處理容量結果：

- 視覺突顯性高情境， $C_{stst}(t) > 1$, $C_z = 0$ 。
- 視覺突顯性低及無突顯性情境， $C_{stst}(t) = 1$, $C_z = 0$ 。

實驗三：



反應時間結果：

- 工作記憶負荷量高比負荷量低慢 ($p = .057$)。
- 有聲音提示情境與無聲音提示情境無顯著差異。

處理容量結果：

- 反應時間快組， $C_{stst}(t) > 1$, $C_z = 0$ 。
- 反應時間慢組， $C_{stst}(t) = 1$, $C_z = 0$ 。

Conclusion

- Pip-and-pop effect 會受到下而上歷程的控制，當聲音提示在視覺突顯性高的情境下，會帶來更大的增益。
- Pip-and-pop effect 需要認知資源的參與，表示上而下歷程會介入並影響此視聽整合機制。
- 下而上歷程的資訊更加主導 pip-and-pop effect，因此本研究認為 pip-and-pop effect 的潛在機制為下而上的自動化視聽整合機制。