

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* *****
* 計 畫
* : 兩個太多嗎? — 突現刺激的數量與記憶的效果
* 名 稱
* *****

執行計畫學生：黃琦翔
學生計畫編號：NSC 100-2815-C-040-014-H
研究期間：100年07月01日至101年02月28日止，計8個月
指導教授：何明洲

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學心理學系（所）（臨床組）

中華民國 101年02月28日

摘要

突現物會抓取注意力並自動地存進視覺短期記憶 (Belopolsky, Kramer, & Godijn, 2008)，是否多個突現物仍然有這樣的記憶促進效果？實驗一呈現一個突現物，結果複製了 Belopolsky 等人之研究。實驗二呈現兩個突現物，結果發現突現物仍能抓取注意力，但記憶促進效果消失了。我們認為可能是中央瓶頸 (central bottleneck) 造成這樣的結果，因此我們在實驗三 A 與 B 均使用呈現在中央的內生線索 (endogenous cue) 幫助維持物件的記憶表徵。實驗三 A 採用強迫二選一作業 (2AFC 作業)，而實驗三 B 使用敏感度較高的異同作業 (same-different 作業)。結果發現不管是 2AFC 作業還是異同作業，使用內生線索無法讓突現物的記憶促進效果出現。我們猜測或許內生線索因為比較沒有強制性而效果不明顯，因此我們在實驗四使用呈現在邊緣的外生線索 (exogenous cue) 幫助維持物件的記憶表徵並進行異同作業，結果與實驗三相同，使用外生線索無法讓突現物的記憶促進效果出現。我們認為或許是當有兩個突現物時作業難度太高，未來預計在實驗五時降低作業難度以確認存進視覺短期記憶的突現物數量。

關鍵字：突現、注意力、視覺短期記憶、強迫二選一作業、異同作業、內生線索、外生線索

研究問題

突現物會抓取注意力 (Belopolsky, Zwaan, Theeuwes & Kramer, 2007; Franconeri, Hollingworth & Simons, 2005; Rauschenberger & Yantis, 2001; Scholl, 2000)，並自動地存進視覺短期記憶中 (Belopolsky, Kramer, & Godijn, 2008; Schimdt, Vogel, Woodman, & Luck, 2002; Woodman, Vecera & Luck, 2003)，是否多個突現物仍能抓取注意力並自動地存進視覺短期記憶？本研究將進行一系列實驗加以探討。

文獻回顧

在房間裡打電腦時，一閃而過的窗外黑影會引起注意。走在人聲鼎沸的街上，突然出現在視野內的美女也總會立刻吸引注意。在日常生活中，突然進入視野的刺激往往會由下而上地抓取注意力，雖然其代表的意義或許不大，但總會暫時記住這個事件。

注意力會影響視覺短期記憶的表現

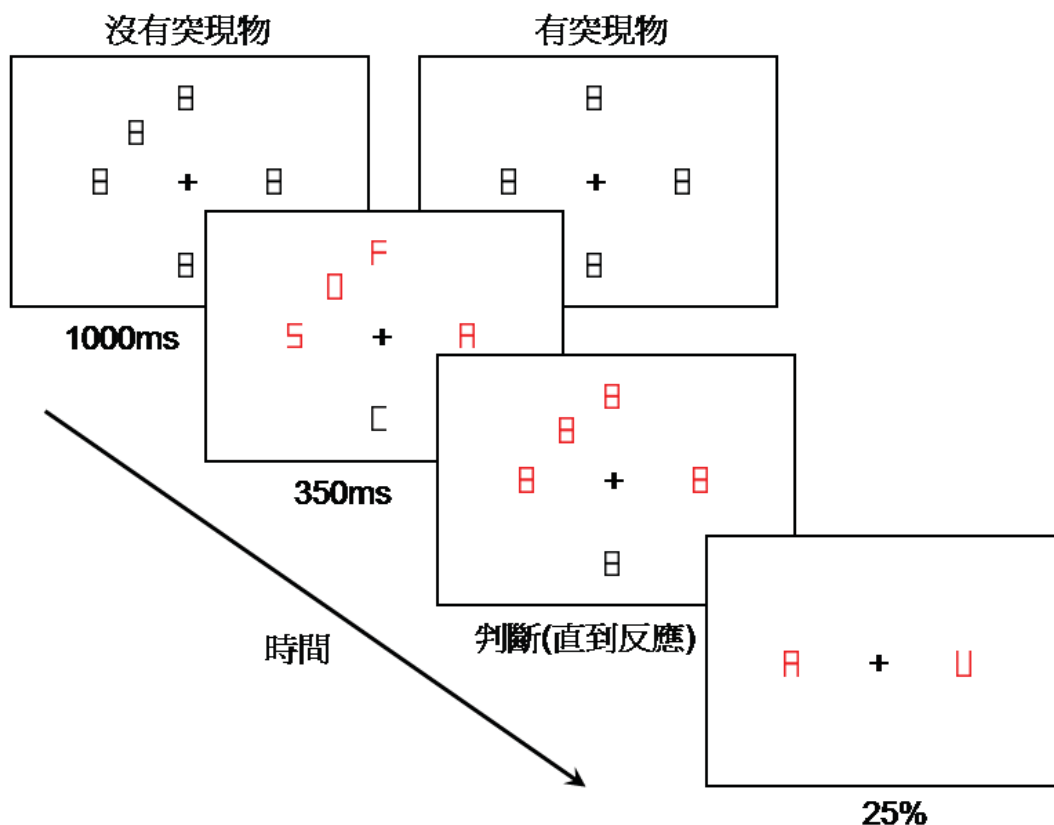
視覺短期記憶 (Visual short-term memory, vSTM) 的編碼和維持需要注意力 (Makovski, Shim & Jiang, 2006; Schimdt, Vogel, Woodman & Luck, 2002)，例如在

Schimdt 等人 (2002; 實驗一) 的研究中, 他們藉由操弄線索 (cue) 的預測性, 要求受試者判斷記憶陣列的其中一個色塊與再認陣列是否相同, 探討注意力在空間中的分布是否會影響視覺短期記憶的表現。結果發現線索與探測 (probe) 位置距離越遠, 再認作業正確率越低, 顯示空間的線索會影響視覺短期記憶的表現。由於線索會影響注意力的分布, 故注意力會影響視覺短期記憶的表現。

突現刺激會抓取注意力並進入短期記憶

已知注意力在空間的分佈會影響視覺短期記憶的表現 (Makovski et al., 2006; Schimdt et al., 2002), 如果在注意力分布的空間中, 有一物突然出現, 此突現之物可能會存進視覺短期記憶。Belopolsky 等人 (2007) 操弄注意力窗 (attentional window) 的大小 (分散或聚焦), 要求受試者執行視覺搜尋作業。根據受試者在不同注意力窗大小的表現, 探討注意力窗大小對於視覺搜尋作業表現的影響。他們發現當注意力窗的大小增加, 會使受試者更容易受不相關刺激之影響。所以在注意力範圍內之與作業無關的單一突現刺激可以由下而上抓取注意力。Schimdt 等人 (2002; 實驗二) 藉由操弄突現物的預測性, 將突現物本身當作線索, 探討突現物對於注意力的影響。結果發現, 不管突現物能否有效預測探測位置, 突現物的再認正確率皆遠大於非突現物的再認正確率。代表突現物會自動抓取注意力, 並且存進視覺短期記憶中。

在 Belopolsky 等人 (2008) 的研究中, 藉由操弄突現刺激的出現與否來探討突現物對於視覺短期記憶的影響。實驗程序如圖一, 也是本研究主要引用的實驗典範。首先, 畫面會出現凝視點及一些「日」呈現 1000 毫秒。在有突現物的嘗試中會有四個「日」, 在沒有突現物的嘗試中則會有五個「日」。然後會呈現由英文字母組成的記憶陣列 350 毫秒, 在呈現記憶陣列後, 這些英文字母會變回原本的「日」, 此時, 受試者要做的作業是視覺搜尋作業, 要判斷記憶陣列中出現的 C 的開口方向 (左或右)。在少數 (25%) 的嘗試中, 受試者在完成視覺搜尋作業之後, 還需要再進行再認作業。在再認作業中, 受試者要進行強迫二選一作業 (2AFC 作業), 畫面會呈現兩個英文字母, 受試者要判斷哪個字母曾在記憶陣列中出現。畫面會呈現到受試者回答為止。實驗結果發現, 突現刺激會抓取注意力, 且會將訊息自動地編碼進視覺短期記憶之中, 這些結果都與先前的研究 (如 Schmidt et al., 2002; Woodman et al., 2003) 一致。Belopolsky 等人更進一步發現, 注意力越受突現物影響的受試者, 其對突現物的記憶就越好。



圖一、修改自 Belopolsky 等人 (2008) 的典範。

注意力分散時 vSTM 的表徵易受干擾

以上討論的都是只有一個突現物的情況，目前沒有研究指出突現物的數量與記憶效果的關係，但是有研究探討非突現物數量與記憶效果的關係，可提供我們重要的假說依據。Makovski 和 Jiang (2007; 實驗一) 利用後向線索 (retro-cue) 來檢驗注意力在 vSTM 中的分布對短期記憶的影響。他們在呈現記憶陣列 (內有六個要記憶的物件) 後，呈現一個中央線索 (箭頭)。此線索指向其中一個記憶物件。研究者發現在提供線索的情況下，被提示的物件其再認正確率會比沒有線索的情況來得高。這表示被提示的物件在 vSTM 中較不容易受其他物件干擾。

Makovski 和 Jiang 進一步探討後向線索的數量對視覺短期記憶的編碼之影響，他們操弄線索的數量 (0, 1, 2, 3 或 6) 及線索出現的時機 (記憶陣列之後或記憶陣列之前)。結果發現當線索出現在記憶陣列之前時 (前向線索, pre-cue)，記憶表現隨著線索數量的增加而降低。而當線索出現在記憶陣列之後時 (後向線索, retro-cue)，當只呈現一個線索時，其再認表現比其它數量以及沒有線索時，都來得好。當呈現超過一個線索時，其再認表現與沒有線索時，沒有差別。此採用後向線索的結果給了我們重要的啟發，也就是注意力在 vSTM 中僅能夠穩固一個記憶物件，使其不受其他記憶物件干擾。當注意力在 vSTM 中分布在兩個或更多的記憶物件時，無法穩固這些物件不受干擾，所以其再認表現與沒有線索時一樣。

因此在本研究中，兩個突現物的記憶效果有兩種可能性。當有兩個刺激突然出現時，這兩個突現物可能會抓取注意力，且傳到 vSTM 中儲存，使突現物的再認正確率較高。也可能會由於同時有兩個突現物的表徵在 vSTM 中，所以無法儲存得很好（Makovski & Jiang, 2007; 實驗二），導致其再認正確率並未因突現而較佳。

在本研究中，我們修改 Belopolsky 等人（2008）的典範，檢驗突現刺激的數量對 vSTM 之影響。在實驗一，我們採用一個突現物，並複製 Belopolsky 等人之實驗結果。在實驗二，我們採用兩個突現物，探討當有兩個突現物時之記憶促進效果。在實驗三 A，藉由使用內生線索檢驗是否兩個突現物皆存入 vSTM 中，並在實驗三 B 提高作業敏感度再次檢驗實驗三 a 的結果。最後，我們在實驗四修改實驗三 B，使用外生線索檢驗存入 vSTM 的表徵數量。

實驗一

修改自 Belopolsky 等人(2008)的典範，預期結果會與 Belopolsky 等人(2008)類似。

受試者

32 名中山醫學大學學生，視力正常或矯正後正常，年齡介於 18 到 22 歲之間。

刺激材料

在視覺搜尋作業中，刺激材料在十字形凝視點的周圍形成一個半徑 4.3° 的虛擬的圓。十字形凝視點的上下左右四個位置總是會出現刺激，而突現物則呈現在非這四個位置的虛擬的圓上任意一個位置。視覺搜尋作業的干擾物為 A、E、F、H、L、O、P、S、U 等英文字母，大小為 $1.22^\circ \times 0.64^\circ$ （長 \times 寬）。所有的刺激皆呈現在黑色背景上，受試者與螢幕的距離為 80 公分。

實驗設計與程序

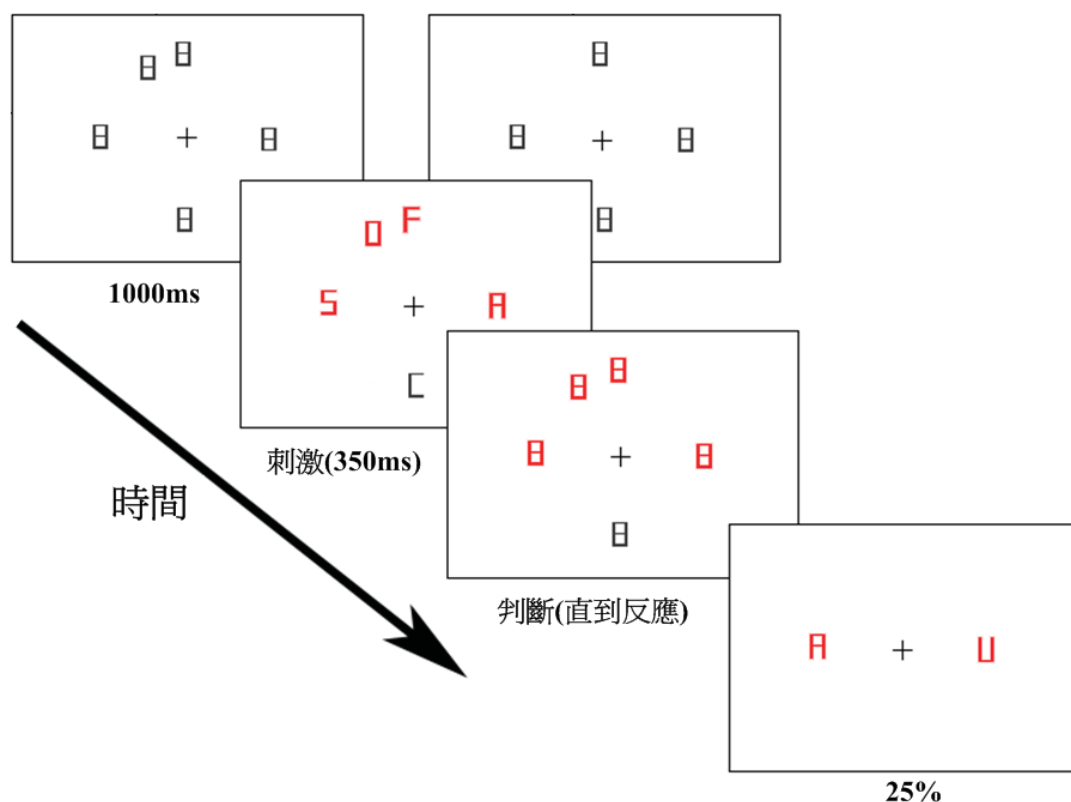
本實驗採取突現（出現/不出現） \times 位置（軸線/象限）的 2×2 受試者內設計。軸線位置是以凝視點為中心的上下左右四個位置，象限位置則是所有非軸線位置的其它八個點。實驗程序如圖二。

視覺搜尋作業

一開始先進行視覺搜尋作業，受試者會看到一個十字形的凝視點，且在凝視點的周遭出現四個（有突現物的嘗試）或五個（沒有突現物的嘗試）白色的「日」。這四個或五個的「日」出現之後 1000 毫秒，會同時變換，其中一個會變成 C 或反 C，其它的會變成紅色的英文字母，此畫面停留 350 毫秒後，所有英文字母隨即變回「日」，受試者需判斷 C 的開口方向，若 C 的開口向左按「Z」，若開口向右按「/」，待受試者回答之後才會進入下一個嘗試。受試者被要求儘量快且正確地反應，若答錯會有音效提醒。突現物必定會出現在象限位置。

再認作業

有 25% 的嘗試在視覺搜尋作業之後會進行 2AFC 再認作業，受試者需選出視覺搜尋作業中出現過的干擾物（英文字母），不需要儘快回答，答錯沒有音效，若不知道答案憑直覺回答即可。再認作業之英文字母不包含 C。在實驗正式開始之前，會先練習 20 個嘗試。



圖二、實驗一程序。

結果

刪除視覺搜尋作業正確率小於 90% 的受試者，只分析視覺搜尋作業反應正確的嘗試，並扣除視覺搜尋作業反應時間超過三個標準差的嘗試，共扣除 1.3% 的嘗試。

在視覺搜尋作業中，比較突現出現與不出現的嘗試，結果發現突現有主要效果 ($F(1,31)=40.822, p<0.001, \eta_p^2=0.568$)，突現的干擾物有出現的嘗試較突現的干擾物沒有出現的嘗試反應時間長 23 毫秒，表示突現物有抓取注意力。在再認作業中，將突現（出現/不出現）與位置（軸線/象限）進行重複量數二變項變異數分析，結果發現突現沒有主要效果 ($F(1,31)=0.752, p=0.392, \eta_p^2=0.024$)，位置有主要效果 ($F(1,31)=5.538, p=0.025, \eta_p^2=0.152$)，突現與位置兩因素有交互作用 ($F(1,31)=5.551, p=0.025, \eta_p^2=0.152$)。進一步分析顯示，突現的干擾物出現在象限與突現的干擾物出現在軸線有顯著差異 ($F(1,31)=10.298, p=0.003, \eta_p^2=0.249$)，

且突現的干擾物出現在象限與非突現的干擾物出現在軸線達邊際顯著差異 ($F(1,31)=3.942, p=0.056, \eta_p^2=0.113$)，其餘比較皆沒有顯著差異。突現的干擾物出現在象限的正確率顯著大於隨機猜測 ($t(1,31)=3.953, p<0.001$)，非突現的干擾物出現在軸線的正確率顯著大於隨機猜測 ($t(1,31)=3.679, p=0.001$)，其餘情況與隨機猜測皆沒有顯著差異。表一呈現實驗一的主要結果。

表一、實驗一的主要結果。

突現物有出現			突現物不出現		
反應時間(ms)	再認正確率(%)		反應時間(ms)	再認正確率(%)	
	象限	軸線		象限	軸線
304	0.62	0.53	281	0.55	0.56

討論

在視覺搜尋作業中，突現的干擾物較非突現的干擾物長 23 毫秒的反應時間，表示突現物將注意力暫時抓走使得受試者的主要作業反應變慢。在再認作業中，突現的干擾物出現在象限的正確率最高，表示突現物記得比較好。上述結果顯示，單一的突現物會抓取注意力並自動地存進 vSTM，而當突現物有兩個時是否仍然如此？我們將在實驗二探討。

實驗二

沿用實驗一的典範，唯一不同在突現物改成兩個，檢驗兩個突現物時的記憶促進效果。

受試者

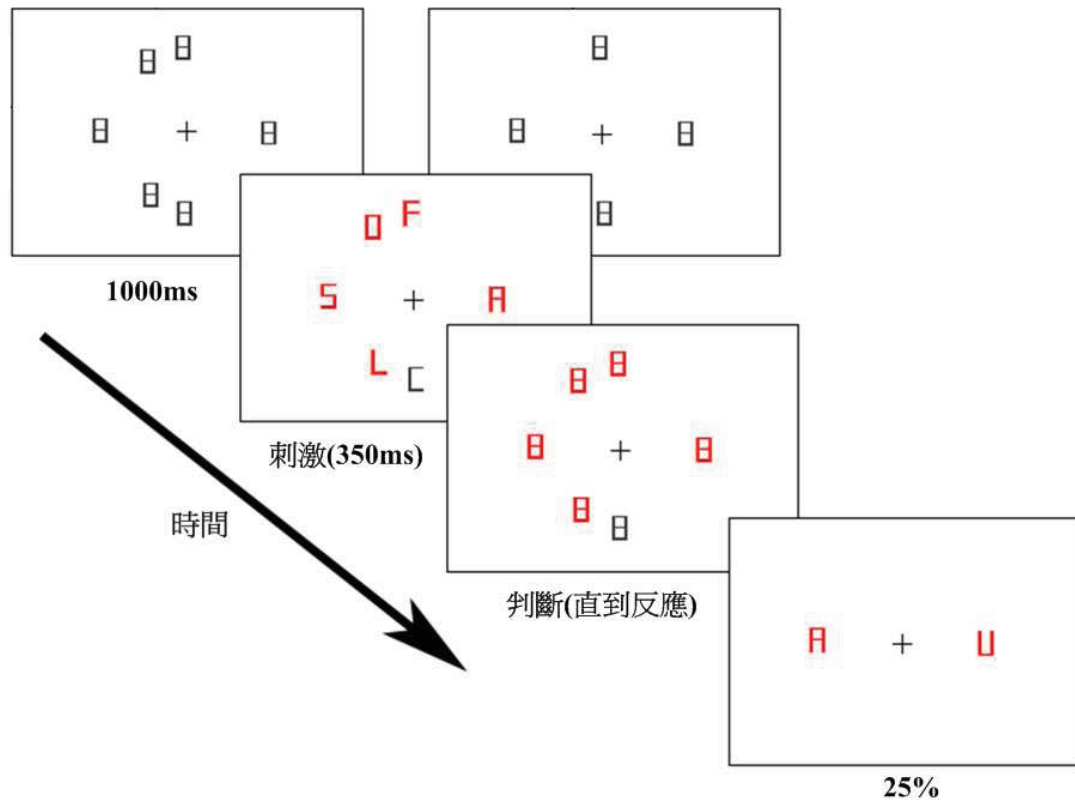
30 名中山醫學大學學生，視力正常或矯正後正常，年齡介於 18 到 22 歲之間。

刺激材料

與實驗一相同。

實驗設計與程序

大部分與實驗一相同，唯一不同在突現物改成兩個。實驗程序如圖二。



圖二、實驗二程序。

結果

刪除標準同實驗一，共扣除 1.5%的嘗試。在視覺搜尋作業中，比較突現出現與不出現的嘗試，結果發現突現有主要效果 ($F(1,29)=23.586, p<0.001, \eta_p^2=0.449$)，突現的干擾物有出現的嘗試較突現的干擾物沒有出現的嘗試反應時間長 19 毫秒，表示突現物有抓取注意力。在再認作業中，將突現（出現/不出現）與位置（軸線/象限）進行重複量數二變項變異數分析，結果發現突現沒有主要效果

($F(1,29)=0.061, p=0.807, \eta_p^2=0.002$)，位置沒有主要效果 ($F(1,29)=1.687, p=0.204, \eta_p^2=0.055$)，突現與位置兩因素沒有交互作用 ($F(1,29)=1.235, p=0.276, \eta_p^2=0.041$)。所有情況皆與隨機猜測沒有顯著差異。表二呈現實驗二的主要結果。

表二、實驗二的主要結果。

反應時間(ms)	突現物有出現		突現物不出現		
	再認正確率(%)		再認正確率(%)		
	象限	軸線	反應時間(ms)	象限	軸線
319	0.52	0.51	300	0.49	0.53

討論

雖然突現的干擾物仍然抓取注意力 19 毫秒，但突現物的記憶促進效果消失了。我們認為或許兩個表徵都有保留在 vSTM 但表徵強度較只保留一個表徵時弱，或是因為中央瓶頸造成兩個表徵互相競爭資源，使得只有一個表徵保留在 vSTM。因此我們將在實驗三探討存在 vSTM 中的表徵數量。

實驗三 A

此實驗程序與實驗二類似，但在進行再認作業前，為了確認存在 vSTM 中的表徵數量，我們使用內生線索幫助維持其中一個突現干擾物的表徵(如 Makovski, & Jiang, 2007)，如果存在 vSTM 中的表徵是兩個的話，不管提示哪一個突現干擾物的表徵都可以幫助維持，使得突現干擾物出現在象限的再認正確率高於其它情況的再認正確率。但如果存在 vSTM 中的表徵只有一個的話，會因為提示的表徵與進入 vSTM 中的表徵是同一個的機率過低而再認正確率與隨機猜測沒有差異。

受試者

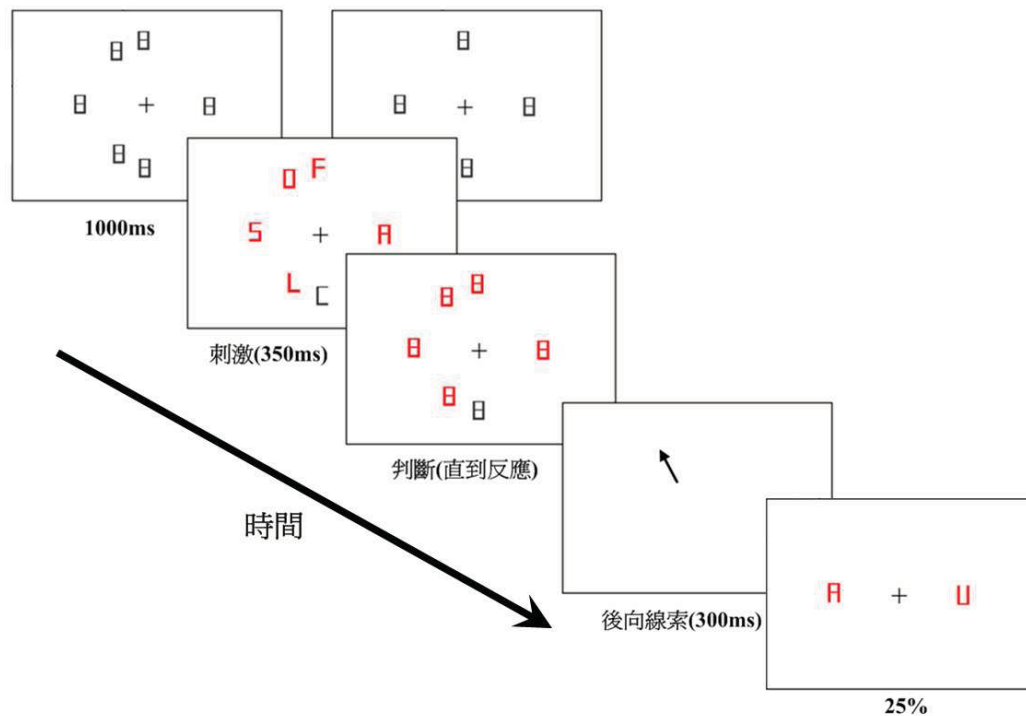
20 名中山醫學大學學生，視力正常或矯正後正常，年齡介於 18 到 22 歲之間。

刺激材料

大部分與實驗二相同，唯一不同的是在突現物出現之後，會在螢幕中央出現長 1.86° 的箭頭，提示即將測驗的是哪一個位置的字母。

實驗設計與程序

同實驗二呈現兩個突現物。在有再認作業的嘗試中，受試者判斷 C 的方向之後會出現內生線索指向任意刺激的位置（包括突現干擾物與非突現干擾物），呈現 300 毫秒，然後才進行再認作業。再認作業只會測驗提示位置的刺激。實驗程序如圖三。



圖三、實驗三 A 程序。

結果

刪除標準同實驗一，共扣除 0.7%的嘗試。在視覺搜尋作業中，比較突現出現與不出現的嘗試，結果發現突現有主要效果 ($F(1,19)=14.525, p=0.001, \eta_p^2=0.449$)，突現的干擾物有出現的嘗試較突現的干擾物沒有出現的嘗試反應時間長 21 毫秒，表示突現物有抓取注意力。在再認作業中，將突現（出現/不出現）與位置（軸線/象限）進行重複量數二變項變異數分析，結果發現突現沒有主要效果

($F(1,19)=0.045, p=0.834, \eta_p^2=0.002$)，位置沒有主要效果 ($F(1,19)=0.003, p=0.96, \eta_p^2=0.000$)，突現與位置兩因素有交互作用 ($F(1,19)=6.94, p=0.016, \eta_p^2=0.268$)。進一步分析顯示，非突現的干擾物出現在軸線與突現的干擾物出現在軸線有顯著差異 ($F(1,19)=4.854, p=0.04, \eta_p^2=0.203$)，其餘比較皆沒有顯著差異。突現的干擾物出現在象限的正確率顯著大於隨機猜測 ($t(1,19)=2.379, p=0.028$)，非突現的干擾物出現在軸線的正確率顯著大於隨機猜測 ($t(1,19)=3.228, p=0.004$)，其餘情況與隨機猜測皆沒有顯著差異。表三呈現實驗三 A 的主要結果。

表三、實驗三 A 的主要結果。

反應時間(ms)	突現物有出現		突現物不出現		
	再認正確率(%)		再認正確率(%)		
	象限	軸線	象限	軸線	
282	0.56	0.52	261	0.52	0.55

討論

突現的干擾物抓取注意力 21 毫秒，雖然由於突現的干擾物出現在象限的再認正確率沒有如實驗一的高，使得無法重複實驗一的結果，但對於檢驗存在 vSTM 中的表徵數量有獲得解答的趨勢。如果存在 vSTM 中的表徵只有一個的話，突現的干擾物出現在象限的再認正確率不會大於隨機猜測，因此我們認為只要再加強作業的敏感度就可以重複實驗一的結果。

實驗三 B

由於異同作業的敏感度較強迫二選一作業好 (Makovski, Watson, Koutstaal, & Jiang, 2010) 因此在本實驗再以異同作業檢驗實驗三 A 的結果。

受試者

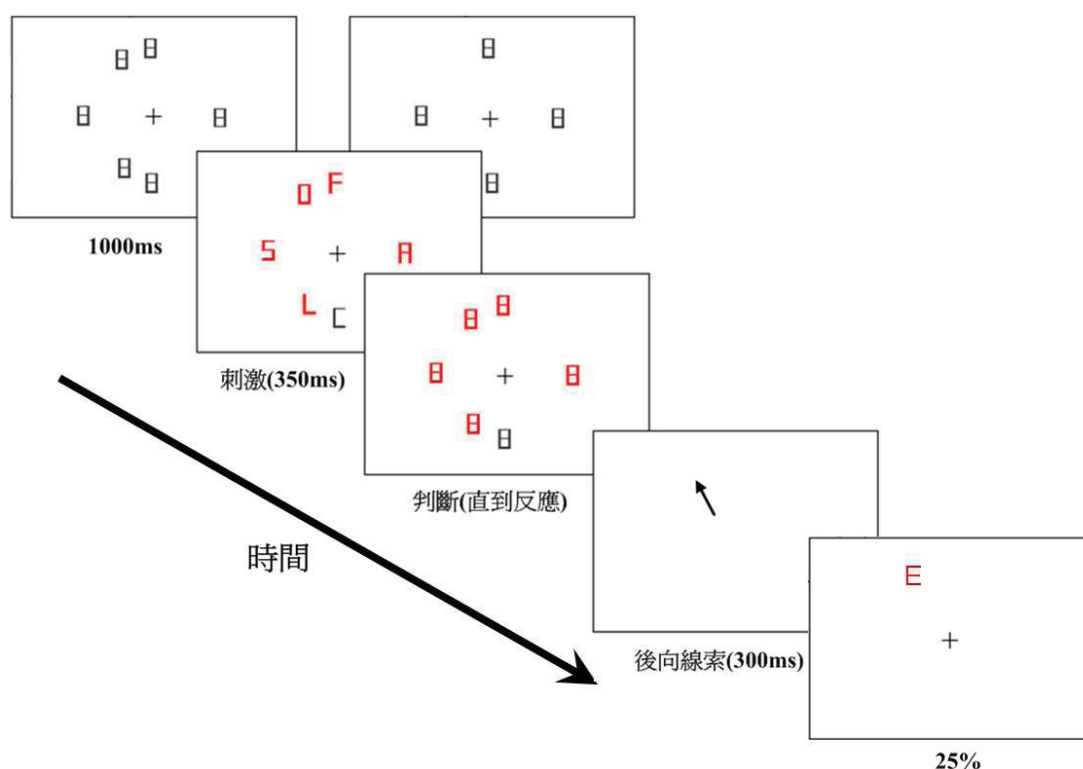
34 名中山醫學大學學生，視力正常或矯正後正常，年齡介於 18 到 22 歲之間。

刺激材料

與實驗三 A 相同。

實驗設計與程序

與實驗三 A 大部分相同，但再認作業由 2AFC 作業改為異同作業。實驗程序如圖四。



圖四、實驗三 B 程序。

結果

刪除標準同實驗一，共扣除 0.5% 的嘗試。在視覺搜尋作業中，比較突現出現與不出現的嘗試，結果發現突現有主要效果 ($F(1,33)=22.126, p<0.001, \eta_p^2=0.401$)，突現的干擾物有出現的嘗試較突現的干擾物沒有出現的嘗試反應時間長 20 毫秒，表示突現物有抓取注意力。在再認作業中，將突現（出現/不出現）與位置（軸線/象限）進行重複量數二變項變異數分析，結果發現突現沒有主要效果 ($F(1,33)=0.173, p=0.68, \eta_p^2=0.005$)，位置沒有主要效果 ($F(1,33)=0.323, p=0.574, \eta_p^2=0.01$)，突現與位置兩因素沒有交互作用 ($F(1,33)=2.611, p=0.116, \eta_p^2=0.073$)。突現的干擾物出現在象限的正確率顯著大於隨機猜測 ($t(1,33)=3.239, p=0.003$)，非突現的干擾物出現在軸線的正確率顯著大於隨機猜測 ($t(1,33)=2.909, p=0.006$)，其餘情況與隨機猜測皆沒有顯著差異。表四呈現實驗三 B 的主要結果。

表四、實驗三 B 的主要結果。

突現物有出現			突現物不出現		
反應時間(ms)	再認正確率(%)		反應時間(ms)	再認正確率(%)	
	象限	軸線		象限	軸線
250	0.55	0.52	230	0.53	0.55

討論

突現的干擾物抓取注意力 20 毫秒，實驗結果與實驗三 A 類似，不管是 2AFC 作業還是異同作業，使用內生線索無法讓突現物的記憶促進效果出現。由於內生線索是受試者看到之後依照線索代表的意義而產生作用，並不具有強制性。而外生線索也是一種突現物，具有由下而上抓取注意力的強制性，因此我們在實驗四使用外生線索以檢驗存在 vSTM 中的表徵數量。

實驗四

或許內生線索因為比較沒有強制性而效果不明顯，因此我們在實驗四使用外生線索幫助維持物件的記憶表徵並進行異同作業。

受試者

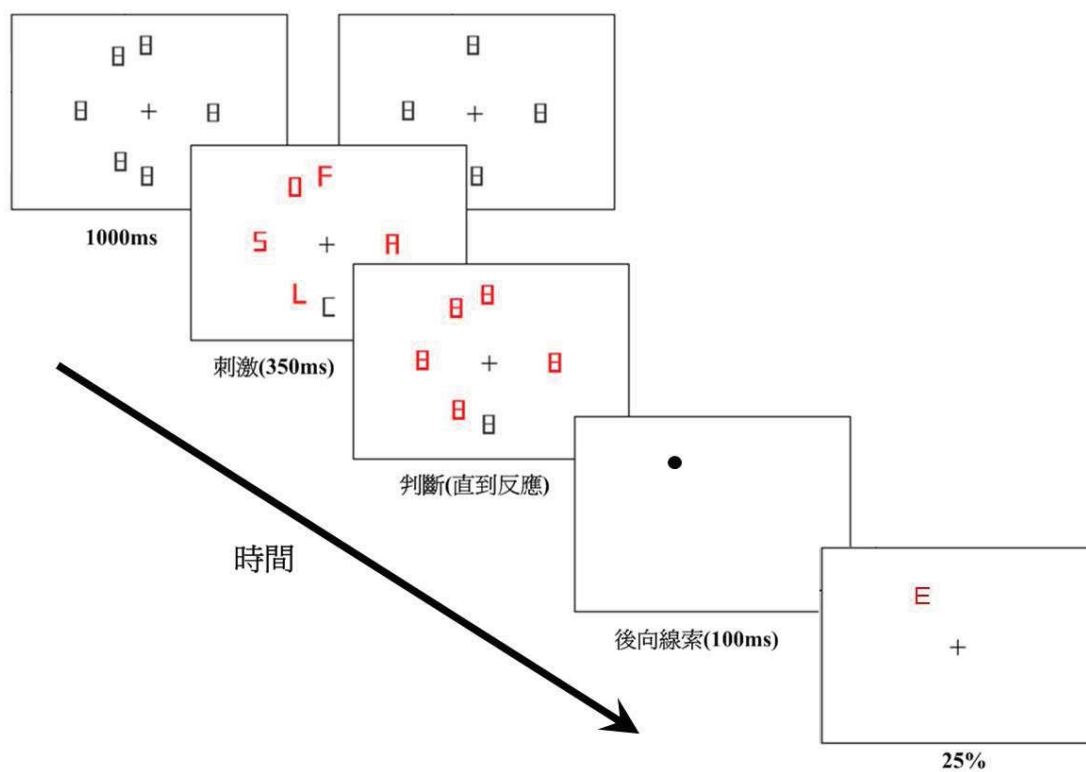
19 名中山醫學大學學生，視力正常或矯正後正常，年齡介於 18 到 22 歲之間。

刺激材料

大部分與實驗三相同，唯一不同的是線索從箭頭改成一個直徑 0.43° 的圓點，提示即將測驗的是哪一個位置的字母。

實驗設計與程序

在有再認作業的嘗試中，受試者判斷 C 的方向之後會出現外生線索提示任意刺激的位置（包括突現干擾物與非突現干擾物），呈現 100 毫秒，然後才進行再認作業。再認作業只會測驗提示位置的刺激。實驗程序如圖五。



圖五、實驗四程序。

結果

刪除標準同實驗一，共扣除 0.8% 的嘗試。在視覺搜尋作業中，比較突現出現與不出現的嘗試，結果發現突現有主要效果 ($F(1,18)=11.556, p=0.003, \eta_p^2=0.391$)，突現的干擾物有出現的嘗試較突現的干擾物沒有出現的嘗試反應時間長 16 毫秒，表示突現物有抓取注意力。在再認作業中，將突現（出現/不出現）與位置（軸線/象限）進行重複量數二變項變異數分析，結果發現突現沒有主要效果

($F(1,18)=3.202, p=0.09, \eta_p^2=0.151$)，位置沒有主要效果 ($F(1,18)=0.007, p=0.935, \eta_p^2=0.000$)，突現與位置兩因素沒有交互作用 ($F(1,18)=0.000, p=0.991, \eta_p^2=0.000$)。所有情況與隨機猜測皆沒有顯著差異。表五呈現實驗四的主要結果。

表五、實驗四的主要結果。

反應時間(ms)	突現物有出現		突現物不出現		
	再認正確率(%)		再認正確率(%)		
	象限	軸線	反應時間(ms)	象限	軸線
307	0.52	0.53	291	0.50	0.50

討論

突現的干擾物抓取注意力 16 毫秒，實驗結果與實驗二類似，與原先預期不同的是一個點的外生線索似乎反而變成屏蔽 (mask) 干擾所有被提示到的表徵，因此我們預計在後續實驗中將一個圓點的外生線索改成包圍干擾物的方框。

總結

突現物會抓取注意力並自動地存進視覺短期記憶 (vSTM)，但是當有兩個突現物時此記憶促進效果就消失了，儘管用提示 (cue) 保護物件的記憶表徵不受後續視覺訊息輸入干擾並提高作業的敏感度，突現物仍然沒有顯著的記憶促進表現。我們認為有四個可能性：一、兩個突現物都可以抓取注意力並存進 vSTM 中，因此這兩個突現物的表徵存在但不穩固。二、兩個突現物抓取注意力的時間與呈現一個突現物時相同，所以或許其實只有一個突現物抓取注意力並存進 vSTM，而另一個突現物因為沒有注意到而沒有產生記憶表徵，但也可能突現物抓取注意力的時間是不隨數量而增加的。三、雖然兩個突現物都可以抓取注意力，但因為中央瓶頸使得只能隨機固化其中一個表徵，而另一個表徵因為沒有固化而被後續視覺訊息輸入破壞。四、當有兩個突現物時由於突現物與周遭環境太過相似，使得作業難度大增使得產生地板效應 (floor effect) 進而看不見任何記憶促進表現，或許只要降低作業難度，記憶促進表現就會出現。此四個可能性分別代表 vSTM 中的表徵數量是存兩個、存一個、存一個與無法偵測。

為了檢驗這四種可能性，實驗五將先以降低作業難度著手，我們有兩個作法。一、將突現物改成電子錶式數字，使得突現物的物件種類與環境不同。二、由於突現物與非突現物都是電子錶式英文字母，在知覺上相似，因此將突現物改成不同字體的字母，使得突現物在知覺上與環境不相似。若降低作業難度後偵測到突現物的記憶促進效果，表示複數的突現物可以由下而上地抓取注意力並自動地存進 vSTM 中。若降低作業難度後仍無法偵測到突現物的記憶促進效果，即可確認只有一個表徵穩固存在 vSTM 中，我們將在後續的實驗中確認是中央瓶頸還是只有一個突現物能夠抓取注意力造成這個現象。

參考文獻

- Alvarez G. A., & Cavanagh P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15(2), 106-111.
- Belopolsky, A. V., Kramer, A. F., & Godijn, R. (2008). Transfer of information into working memory during attentional capture. *Visual Cognition*, 16(4), 409-418.
- Belopolsky, A. V., Zwaan, L., Theeuwes, J., & Kramer, A. F. (2007). The size of attentional window modulates attentional capture by color singletons. *Psychonomic Bulletin and Review*, 14, 934-938.
- Franconeri, S. L., Hollingworth, A., & Simons, D. J. (2005). Do new objects capture

- attention? *Psychological Science*, *16*(4), 275-281.
- Makovski, T., & Jiang, Y. V. (2007). Distributing versus focusing attention in visual short-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(6), 1072-1078.
- Makovski, T., Shim, W. M., & Jiang Y. V. (2006). Interference from filled delays on visual change detection. *Journal of Vision*, *6*, 1459-1470.
- Makovski T., Sussman R., & Jiang Y. V. (2008). Orienting attention in visual working memory reduces interference from memory probes. *Journal of Experimental Psychology*, *34*(2), 369-380.
- Makovski, T., Watson, L. M., Koutstaal, W., & Jiang Y. V. (2010). Method matters: Systematic effects of testing procedure on visual working memory sensitivity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *36*(6), 1466-1479.
- Rauschenberger, R., & Yantis, S. (2001). Attentional capture by globally defined objects. *Perception & Psychophysics*, *63*, 1250–1261.
- Schmidt, B. K., Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck S. J. (2002). Voluntary and automatic attentional control of visual working memory. *Perception & Psychophysics*, *64*(5), 754-763.
- Scholl, B. J. (2000). Attenuated change blindness for exogenously attended items in a flicker paradigm. *Visual Cognition*, *7*, 377-396.
- Woodman, G. F., & Vecera S. P. (2011). The cost of accessing an object's feature stored in visual working memory. *Visual Cognition*, *19*(1), 1-12.
- Woodman, G. F., Vecera, S. P., & Luck, S. J. (2003). Perceptual organization influences visual working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*(1), 80-87.