

國立交通大學應用藝術研究所

碩士論文

作業範圍大小對視覺注意力之影響

The effect of display size on visual attention



指導教授：陳一平 博士

研究生：葉士豪

中華民國 九十四 年 六 月

作業範圍大小對視覺注意力之影響

學生：葉士豪

指導教授：陳一平 博士

國立交通大學應用藝術研究所碩士班

摘 要

本研究之目的是探討視覺作業範圍（視角）大小對注意力之影響。我們採用視覺搜尋作業，包括平行搜尋與序列搜尋兩組情況，以三種大小倍增的視角範圍呈現不同數量刺激物，測量受試者反應之時間。並為確保各視角所得之數據不會因距離因素影響，另增設一距離控制組以相同視角不同距離狀況下施測。實驗結果顯示：在序列搜尋中，反應時間會隨刺激物數量增加而呈現線性提升，並且在視角越大情況下，單位項目所需的搜尋時間也愈長；而在平行搜尋中，反應時間並未隨視角與刺激物數量不同而有影響。且由距離控制組結果得知，距離遠近因素在相同視角下對反應時間與刺激物數量並不會造成影響。就以上實驗結果顯示，於序列搜尋時，作業範圍大小確實會影響所需反應時間。

關鍵字：視覺注意力，作業範圍，視覺搜尋，反應時間，應用人因工程

The effect of display size on visual attention

Student: Shih-Hao Yeh

Advisor: I-Ping Chen

Institute of Applied Arts
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Attention plays an important role in designing various human-machine interfaces. However, our current knowledge about attention is largely based on data obtained with devices of moderate display sizes. As the display technology advances, the need for understanding the behavior of attention in wider range of viewing sizes increases accordingly. We studied the effect of display size on the observer's performance of visual search. The participants were required to do two types of visual search task, parallel and serial search, under three display size conditions (16°, 32°, and 60°). To rule out the possibility that the difference in viewing distances might contaminate the results, a control experiment was conducted to evaluate the effect of viewing distance. Our results show that serial, but not parallel search, is affected by the display size. The reaction time for detecting a target increases with the display size.

Keywords: Visual attention, Display size, Visual search, Reaction time, Ergonomics, Human factor

誌 謝

對我來說，交大應藝所的這兩年充滿了快樂的回憶。兩年前原以為跨領域會是一份艱難的任務，但在所上各位老師的照顧下，卻比想像中順利許多。論文的完成，首當要感謝指導教授陳一平老師，在百忙之中給予許多指導。同時也要感謝應藝所的大家長張恬君老師，帶領我進入藝術神秘的殿堂，在此祝福張老師身體健康，早日康復。莊明振老師教授的量化課程，對實驗後的分析有莫大幫助。而遠道而來的黃雪玲老師，在口試時也給予我許多寶貴的意見。雖然沒有上過鄧怡莘和賴雯淑老師的課，也非常感謝你們對我的鼓勵與教誨。再次感謝以上所有老師，因為你們的指導，我才能有所成長。

除了老師們的指導，我也要感謝應藝所的同学、學長姐、學弟妹的幫忙及陪伴。包括所有被我實驗荼毒過的受試者：嵩季、宗慶、清雲、招財、子晴、秀娟、上瑜、治綱、逸原、思葶、俊瑋、任遠。非常感謝你們的耐心幫助，做完我所有的實驗。沒有你們，就無法得到實驗中最重要數據。還有最重要的，幫我完成實驗程式的博班學長於懋，謝謝！

最後，我也要感謝我的家人，包括父母、奶奶、外公婆、弟弟以及女友，在背後給予我莫大的支持，包容我的任性。爺爺，我又向您的期許邁進了一步。

要感謝的人太多，我的感激之情溢於言表。除了感謝，還是感謝。再次謝謝所有人給我的支持與鼓勵。有了你們，才有今天的我。

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
致謝	iii
目錄	iv
圖目錄	vii
表目錄	x
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究問題	2
1.4 研究架構	2
第二章 文獻探討	4
2.1 視覺系統	4
2.1.1 視覺構造	4
2.1.2 視角與視域	7
2.1.3 視覺範圍	8
2.2 視覺訊息處理模式	9
2.2.1 視覺注意力	9
2.2.2 視覺搜尋	13
2.3 反應時間	15
2.3.1 反應時間概述	15
2.3.2 反應時間種類	16
2.3.2.1 簡單反應時間	17
2.3.2.2 複雜反應時間	17
2.3.3 影響反應時間之因素	18
2.3.3.1 刺激感官差異	18

2.3.3.2	受試者準備狀態	19
2.3.3.3	訊號刺激強度	20
2.3.3.4	訊號刺激數量	20
2.3.3.5	額外動機因素影響	21
2.3.3.6	速度與準確性衡量	22
2.3.3.7	反應時間與練習	22
2.3.3.8	個體差異因素	23
第三章	實驗	24
3.1	實驗說明	24
3.1.1	受試人員	24
3.1.2	實驗環境	24
3.1.3	硬體環境	25
3.1.4	軟體環境	25
3.1.5	實驗程序	25
3.2	實驗一：實驗組	26
3.2.1	實驗設計	26
3.2.2	實驗結果	27
3.3	實驗二：距離控制組	44
3.3.1	實驗設計	44
3.3.2	實驗結果	44
第四章	綜合討論	47
4.1	各組實驗結果總覽	47
4.2	結果與應用	47
4.3	後續研究與建議	48
4.3.1	不同刺激圖形	48
4.3.2	受試者樣本選擇	48
4.3.3	不同視角與距離	49
4.3.4	其他因素影響	49



第五章 參考文獻	51
附錄一 實驗指導語	53
附錄二 設計學報投稿版	53



圖目錄

圖 1-1-1	車用抬頭顯示器示意圖	1
圖 1-1-2	擴增實境頭戴式顯示器	1
圖 1-4-1	研究組織架構	3
圖 2-1-1-1	眼球構造	5
圖 2-1-1-2	視網膜構造	5
圖 2-1-1-3	視覺訊號傳導路徑	6
圖 2-1-1-4	視覺訊號處理過程	7
圖 2-1-2-1	視角示意圖	8
圖 2-1-2-2	視域示意圖	8
圖 2-2-1-1	人類複雜資訊的處理模式	9
圖 2-2-1-2	Broadbent 過濾器模型	10
圖 2-2-1-3	Treisman 衰減模型	11
圖 2-2-1-4a	早期選擇理論	11
圖 2-2-1-4b	晚期選擇理論	11
圖 2-2-1-5	多重資源理論	12
圖 2-2-2-1a	基本特徵辨識圖 a	13
圖 2-2-2-1b	基本特徵辨識圖 b	13
圖 2-2-2-1c	基本特徵辨識圖 c	13
圖 2-2-2-2a	序列搜尋示意圖 a	14
圖 2-2-2-2b	序列搜尋示意圖 b	14
圖 2-2-2-3a	平行搜尋示意圖 a	14
圖 2-2-2-3b	平行搜尋示意圖 b	14
圖 2-2-2-4a	序列搜尋下斜率示意圖	15
圖 2-2-2-4b	平行搜尋下斜率示意圖	15
圖 2-3-1-1	心理歷程實驗情境	16
圖 2-3-2-1	反應時間模式	17
圖 2-3-2-2-1	反應時間比較	18
圖 2-3-3-1-1	不同網膜部位反應時間之差異	19

圖 2-3-3-2-1	反應時間過程	20
圖 2-3-3-5-1	不同額外動機反應時間次數分配	21
圖 2-3-3-6-1	準確度－速度取捨曲線	22
圖 3-1-2-1	實驗環境示意圖	24
圖 3-1-3-1	實驗使用之筆記型電腦	25
圖 3-1-5-1	實驗進程序	26
圖 3-2-1-1	序列搜尋(4+1)圖形範例	27
圖 3-2-1-2	平行搜尋(4+1)圖形範例	27
圖 3-2-2-1a	受試者一之序列搜尋圖形	32
圖 3-2-2-1b	受試者一之平行搜尋圖形	32
圖 3-2-2-2a	受試者二之序列搜尋圖形	33
圖 3-2-2-2b	受試者二之平行搜尋圖形	33
圖 3-2-2-3a	受試者三之序列搜尋圖形	34
圖 3-2-2-3b	受試者三之平行搜尋圖形	34
圖 3-2-2-4a	受試者四之序列搜尋圖形	35
圖 3-2-2-4b	受試者四之平行搜尋圖形	35
圖 3-2-2-5a	受試者五之序列搜尋圖形	36
圖 3-2-2-5b	受試者五之平行搜尋圖形	36
圖 3-2-2-6a	受試者六之序列搜尋圖形	37
圖 3-2-2-6b	受試者六之平行搜尋圖形	37
圖 3-2-2-7a	受試者七之序列搜尋圖形	38
圖 3-2-2-7b	受試者七之平行搜尋圖形	38
圖 3-2-2-8a	受試者八之序列搜尋圖形	39
圖 3-2-2-8b	受試者八之平行搜尋圖形	39
圖 3-2-2-9a	受試者九之序列搜尋圖形	40
圖 3-2-2-9b	受試者九之平行搜尋圖形	40
圖 3-2-2-10a	受試者十之序列搜尋圖形	41
圖 3-2-2-10b	受試者十之平行搜尋圖形	41
圖 3-2-2-11a	受試者十一之序列搜尋圖形	42
圖 3-2-2-11b	受試者十一之平行搜尋圖形	42

圖 3-2-2-12a	受試者十二之序列搜尋圖形	43
圖 3-2-2-12b	受試者十二之平行搜尋圖形	43
圖 4-1-1	不同視角情況下序列搜尋時間之比較	47
圖 4-1-2	不同視角情況下平行搜尋時間之比較	47



表 目 錄

表 2-2-1-1	注意力理論建立時期與各學派提出之理論	13
表 2-3-3-1-1	人類各感覺通道平均時間	19
表 3-2-2-1	實驗組之各受試者平均數據表	28
表 3-2-2-2	實驗組之數據變異數分析表 (Summary Table of ANOVA)	29
表 3-2-2-3	實驗組之作業範圍 (A) 因子杜凱式事後比較表 (Tukey Test for .A)	30
表 3-2-2-4	實驗組之作業範圍 (A) 因子趨勢分析表 (Trend Analysis for A)	30
表 3-2-2-5	實驗組之刺激物數量 (C) 因子杜凱式事後比較表 (Tukey Test for C) ...	30
表 3-2-2-6	實驗組之刺激物數量 (C) 因子趨勢分析表 (Trend Analysis for C)	31
表 3-2-2-7	實驗組之作業範圍 (A) 與視覺搜尋 (B) 因子交互影響表 (Interaction Effects of AB)	31
表 3-2-2-8	實驗組之作業範圍 (A) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 (Interaction Effects of AC)	31
表 3-3-2-1	距離控制組之各受試者平均數據表	45
表 3-3-2-2	距離控制組之數據變異數分析表 (Summary Table of ANOVA)	46
表 3-3-2-3	距離控制組之視覺搜尋 (B) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 (Interaction Effects of BC)	46

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

人類的視覺經驗深受視覺注意力好壞之影響，必須選擇並將有限的資源運用於處理特定的事物。視覺注意力會決定個體在一特定作業中反應時間的長短和反應正確率的高低，故反應時間和反應正確率是評量視覺注意力的重要參數。

注意力是認知心理學中非常受重視的議題，多年來在許多傑出學者的研究下，無論在理論或實徵資料上均累積了相當豐富的成果，但是過去關於視覺搜尋與注意力之研究，實驗環境均以傳統螢幕（CRT）大小為限，其視角約 15° 左右，對於超乎此視角範圍的大面積搜尋並無深入探討，故保守而言，實驗結果與後續應用也因而侷限於此。但隨科技日漸進步，許多更大範圍之呈現硬體出現，並廣為應用於日常生活，例如車用或航空用之抬頭顯示器（HUD, head-up display）、擴增實境（AR, augmented reality）、號稱視野無死角之 IMAX 電影放映系統等等，觀察視角均超過傳統之實驗視角許多，以致許多傳統實驗所測得之數據可能不敷使用。為了檢驗傳統以小視角範圍資料所建構的注意力理論是否適用於大範圍的顯示情境，本研究採用注意力研究中被使用得最廣泛、瞭解得最為徹底的視覺搜尋作業為例，比較在不同顯示範圍下作業者注意力表現的異同，期望檢討並拓展傳統注意力理論的適用範圍，以茲設計工作者在考量人因工程問題時之依據。



圖 1-1-1 車用抬頭顯示器示意圖，

圖片來源：HP Cooltown 網站（2004）

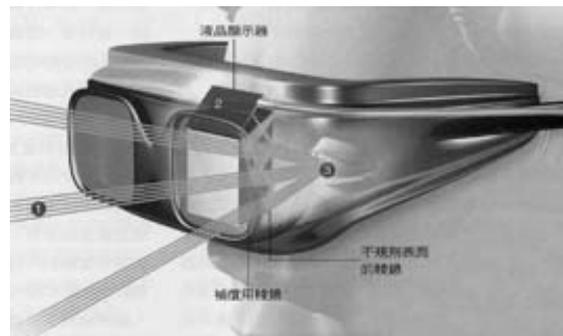


圖 1-1-2 擴增實境頭戴式顯示器，

圖片來源：科學人雜誌（2002）

1.2 研究目的

本研究目的在探討視覺作業範圍（視角）大小對注意力之影響。主要分為兩組實驗：實驗組與距離控制組，分別以測量反應時間之方式來評估注意力對於作業範圍大小與刺激物數量的相互關係。

(1) 實驗組：作業範圍大小對反應時間的影響

受試者於不同視角下進行平行與序列搜尋作業，並記錄其反應時間，以探討視角對於注意力表現的影響。

(2) 距離控制組：距離因素對反應時間的影響

由於實驗組需營造各種不同作業範圍視角，但受限於場地與器材，不得不將受試者與螢幕之間距離做調整。為驗證距離因素對於實驗結果的可能影響，本研究另外進行一組對照實驗，在對照實驗中我們將刺激的視角大小固定，改變觀測距離，以評估距離的變化是否會影響主實驗的結果。



1.3 研究問題

本研究目的在探討視覺作業範圍（視角）大小對注意力之影響，主要問題如下：

- (1) 作業範圍大小對於不同視覺搜尋法則的反應時間相互關係？
- (2) 視覺搜尋法則對於不同數量刺激物的反應時間相互關係？
- (3) 作業範圍大小對於不同數量刺激物的反應時間相互關係？
- (4) 距離因素對於不同視覺搜尋法則的反應時間相互關係？
- (5) 距離因素對於不同數量刺激物的反應時間相互關係？

1.4 研究架構

本研究以心理物理學的實驗方式來檢驗不同的作業範圍對受試者注意力的影響。初步商討研究方向後，藉由相關的文獻蒐集與整理，並回顧過往相關研究結果，在經過數次前測與實驗

改良，確定適當的研究主題，著手兩個主要實驗。實驗後，分別對於實驗中收集到的數據分析並討論結果。最後則將各實驗結果交叉比較與分析，進行綜合討論。本研究的架構與流程圖如下：

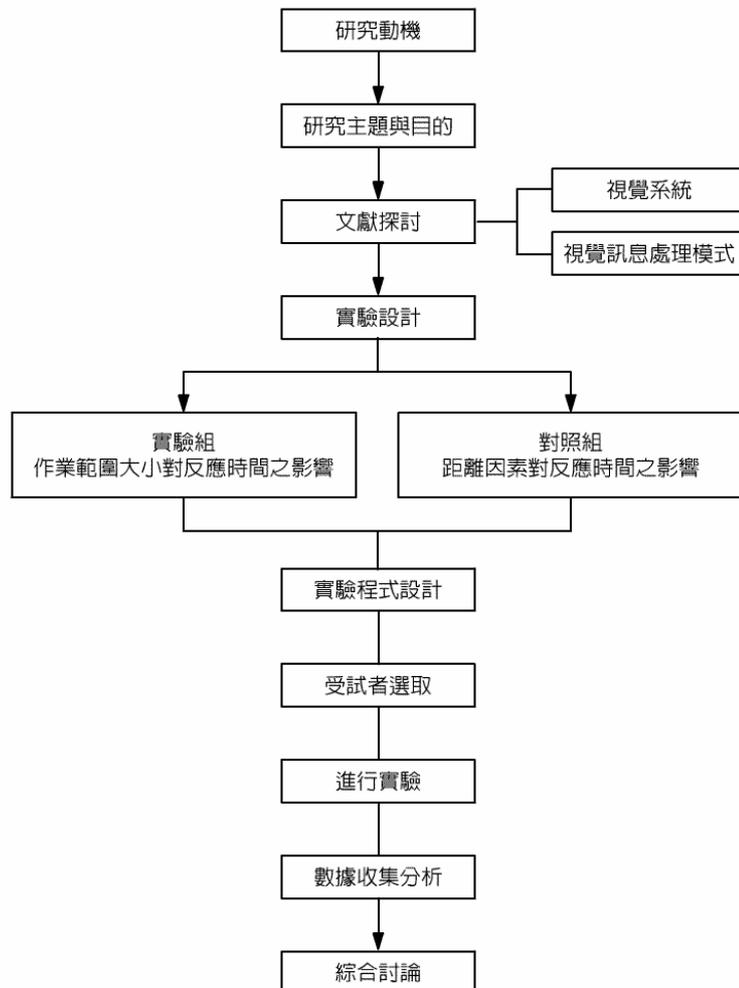


圖 1-4-1 研究組織架構

第二章 文獻探討

2.1 視覺系統

在此章節，將由簡單的視覺系統基本構造切入，回顧與注意力功能相關的視覺訊息處理模式。

2.1.1 視覺構造

眼睛為人類接收訊息的重要器官之一，外界的光線刺激透過眼睛內的視網膜轉變為神經訊號，傳遞到大腦，使得我們得以「看見」外界事物。而眼睛的構造通常和相機相比喻，角膜 (cornea) 和水晶體 (lens) 為相機調整焦距的鏡片組；虹膜 (iris) 為相機調整光線進入量的光圈；視網膜 (retina) 則為相機內感光的底片。

眼球內徑約 1.7 公分，由外而內分別由鞏膜、脈絡膜及網膜所包住，如圖 2-1-1-1 所示。鞏膜是高密度而強韌無彈性的組織，可以維持眼球的形狀，外表呈現白色，內面為棕色，有血管和神經嵌在其中。脈絡膜為一佈滿血管的柔軟膜層，前端變為三種結構：睫狀體、懸韌帶及虹彩。角膜下有一層彩色環即為虹膜，虹膜可使瞳孔 (pupil) 擴大或縮小。虹膜和瞳孔的後方為水晶體，形狀類似一放大鏡的圓盤，光線進入眼睛時，由水晶體將之折射聚集在眼球後方的視網膜上，邊緣的睫狀肌 (ciliary muscles) 可使水晶體鬆弛變厚，以看見近距離的東西；或將之拉緊，使其焦距變長，以看見遠方之物。充滿在水晶體和視網膜之間的玻璃液 (vitreous) 為透明無色膠狀物，佔眼球內腔的五分之四，約 4.6 毫升，內含水份約 99%，具有支撐眼球壁的作用。而最後投射在視網膜上的影像，為上下左右顛倒的。

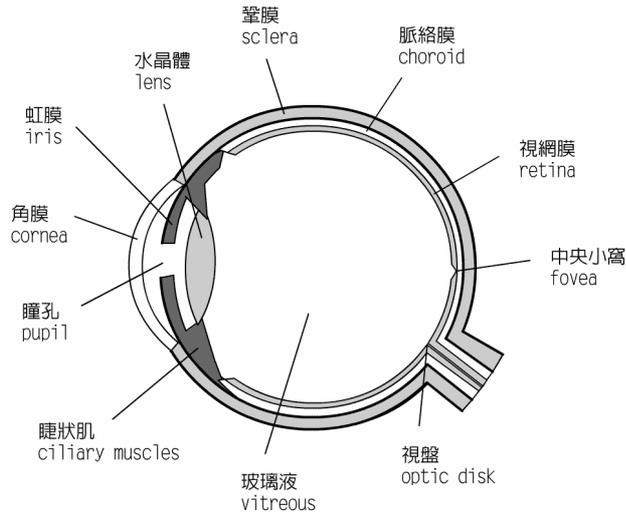


圖 2-1-1-1 眼球構造，改自 Goldstein, 1999

視網膜是由數層神經細胞構成，據估計，人類眼球中約有一億兩千萬個桿細胞 (rods) 和五百萬個錐細胞 (cones) 位於視網膜最外層，負責將光刺激轉換為神經訊號。桿細胞分佈於整個視網膜上，但只在微光或昏暗時發生作用，且無法分辨顏色。而錐細胞絕大多數 (約 99%) 集中於中央小窩附近，即視軸和視網膜交叉點附近，視覺在此也最為敏銳。

光線刺激經由錐細胞和桿細胞轉換為神經訊號後，透過兩極細胞 (bipolar cells) 和節細胞 (ganglion cells) 將訊號做初步整理。節細胞的軸突集中組成視神經，經由視網膜上的視盤 (optic disk) 離開眼球，往大腦傳送訊號。(圖 2-1-1-2)

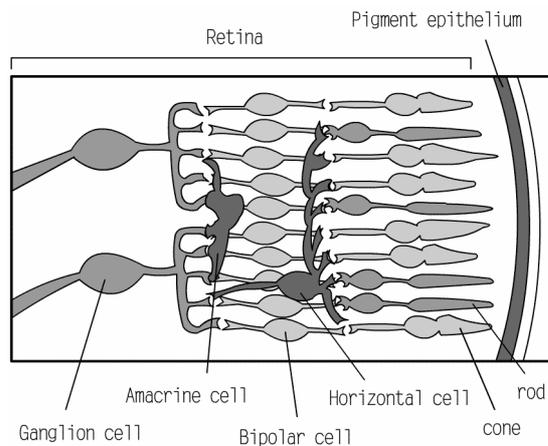


圖 2-1-1-2 視網膜構造，改自 Goldstein, 1999

兩眼視神經離開眼球後，於視交叉（optic chiasm）會合，將眼球左右側之訊號分別傳至側膝核（LGN, lateral geniculate nucleus），之後再輻射至大腦皮質的 V1 區（如圖 2-1-1-3）。側膝核是位於視丘上的神經組織，左右各一，各分六層，內側兩層主要處理深度、運動知覺相關訊息，又稱 MLGN（Magno layers LGN）；外側四層主要處理色彩和形狀相關訊息，又稱 PLGN（Parvo layers LGN）。

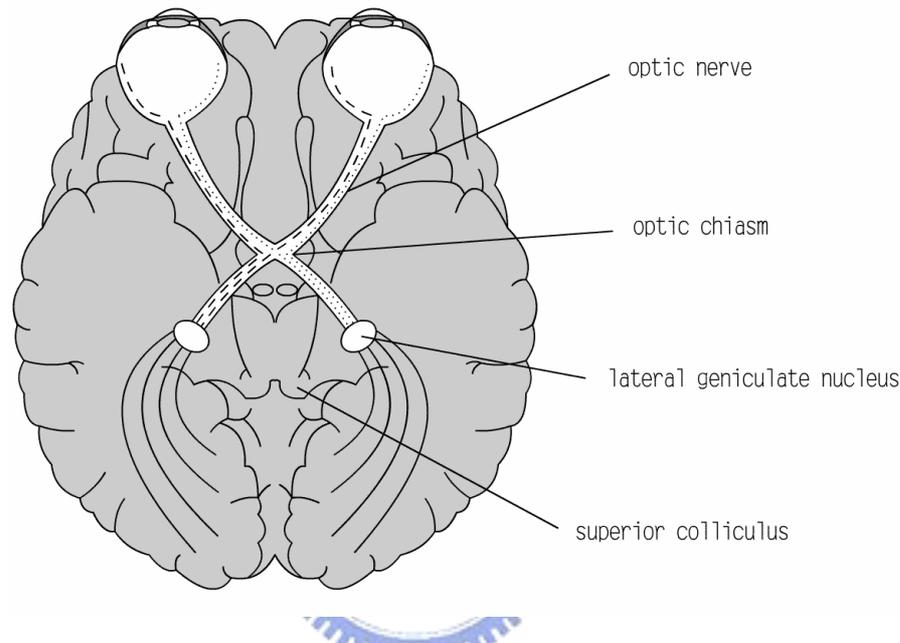


圖 2-1-1-3 視覺訊號傳導路徑，改自 Goldstein, 1999

而由側膝核傳出的訊號最後會到大腦枕葉的 V1 區。於此區，Simple Cells 將點狀視野組合成條狀視野，並對不同方向敏感；Complex Cells 針對特定方向移動敏感；End-Stopped Cells 針對線段端點敏感等等，V1 中遍佈對各種不同特徵敏感的偵測器。與形狀處理有關的 V1 細胞投射到 V2 細胞做進一步高階的邊界處理（陳一平，1999）。

在經過 V1 與 V2 的處理後，和物體運動與位置相關的訊息會繼續往大腦頂葉的 V3、MT 等區域進行，此路徑稱為 Parietal pathway 或 Where pathway（何處路徑）；而關於色彩、形狀相關的訊息則往大腦顳葉的 V4、IT 等區域傳遞，此路徑稱為 Temporal pathway 或 What pathway（何物路徑）。

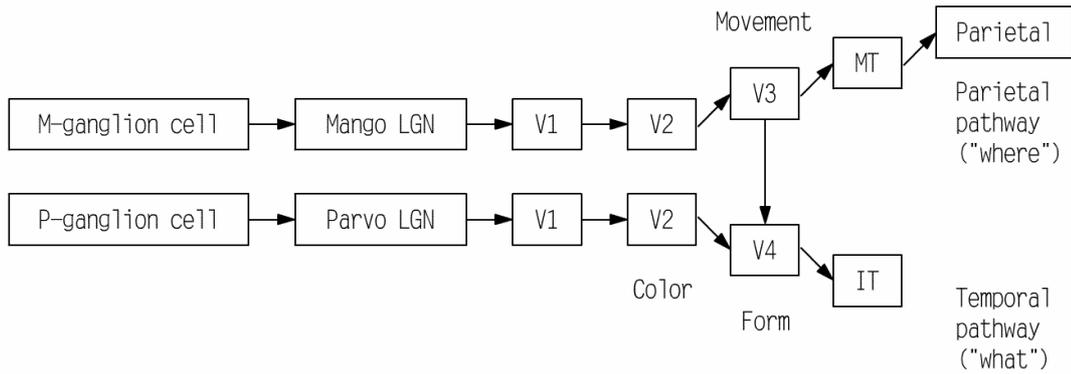


圖 2-1-1-4 視覺訊號處理過程，改自 Goldstein, 1999

而其中 V1 具有最詳細的空間表徵，視覺注意力的搜尋動作最有可能在 V1 的空間表徵上進行。

2.1.2 視角與視域

視角 (visual angle) 是視覺目標的兩端與眼球的光學節點 (nodal point) 所形成的角度 (圖 2-1-2-1)，視角是以弧度表示 (1 弧度 = 60 弧分 = 3600 弧秒)，與目標物和眼的距離 (D) 與長度 (L) 有關：

$$\alpha = 2 \times \arctan(0.5 \times L \times D^{-1}) \quad (\text{單位：度})$$

視角小於 10 度時，可用下列近似公式表示：

$$\alpha = 57.3 \times L \times D^{-1} \quad (\text{單位：度})$$

視域 (Visual Field) 為雙眼 (靜態時) 可看見的區域 (圖 2-1-2-2)，視域亦以弧度表示大小，眼球僅對視域中心約 1 弧度之中心目標調整焦距，視域約可分為三區：

1. 中心目標 (明晰區)：1 弧度視角。
2. 中區：1 至 40 弧度視角。
3. 外區：40 至 70 弧度視角。

人眼無法看清中區物體，但可看見強烈的明暗對比與運動，外區為前額、鼻、頰所限制，外區內物體如不移動不太為人所注意。(張一岑，2004)

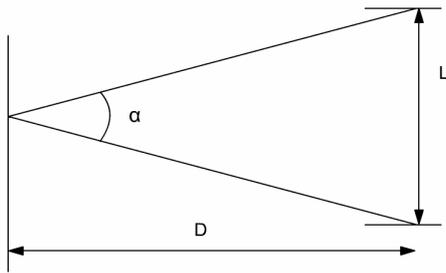


圖 2-1-2-1 視角示意圖

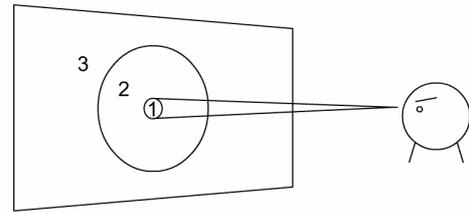


圖 2-1-2-2 視域示意圖

2.1.3 視覺範圍

所謂最大視覺範圍是指，若頭和眼保持不動，視野所及之區域。單眼視物時（假定為右眼），視覺範圍是右方 104 度，左方 60 至 70 度。若眼球允許轉動，則視覺範圍可擴大至左右各 166 度。當然，視覺範圍可藉頭部或身體的轉動，更進一步擴大。（Bailey, 1995）

而人類的視野範圍，根據視覺軸心角度可分為：1-2 度的 foveal vision，10 度以內的 parafoveal vision 以及超過 10 度的 peripheral vision。敏銳的視覺區域只存在於中央小窩（fovea）所能涵蓋之 1-2 度視角中，在如此小範圍的角度內，視力才能精準的分辨事物，而超過中央小窩 1-2 度視角之外的區域（parafovea）所產生的視覺影像就較模糊，但仍可以被偵測到某些形式的訊號。人類之所以需要眼球的運動，乃由於大部分網膜的解像力（resolving power）很差，而空間敏感度（spatial sensitivity）最高的部位集中於中央小窩附近，為要看清楚目標則必須移動視線，使目標物影像正好坐落於兩眼敏感度最高的中央小窩處，藉由大量的個別注意檢視細節，將所有的圖像訊息組合而成整體的影響知覺。而大部分情況下，眼球的移動方向與注意力的聚焦目標是一致的。

2.2 視覺訊息處理模式

2.2.1 視覺注意力

訊息從外界刺激進入大腦處理，其過程可分為兩個階段，第一為刺激來源至感覺受器，稱為「訊息登錄」，屬於生理活動；第二階段則為感覺受器到大腦處理到最終反應，稱為「資訊處理」，屬於心理活動部份（Wickens, 1992; Mark & Ernest, 1992）。

外界刺激經由「知覺」階段傳遞訊息後，透過「認知」分析比較判斷，做出適當決策進行「行動」，產生「反應」，圖 2-2-1-1 可以表示人類複雜資訊的處理模式（Kantowitz, 1989）。由圖 2-2-1-1 可以發現的一點是注意力是連結感覺與認知階段的重要橋樑，也由於注意力在視覺消息處理歷程所居的關鍵地位，使得注意力的研究不但在基礎的認知心理學，也在應用的人因工程學中備受重視。

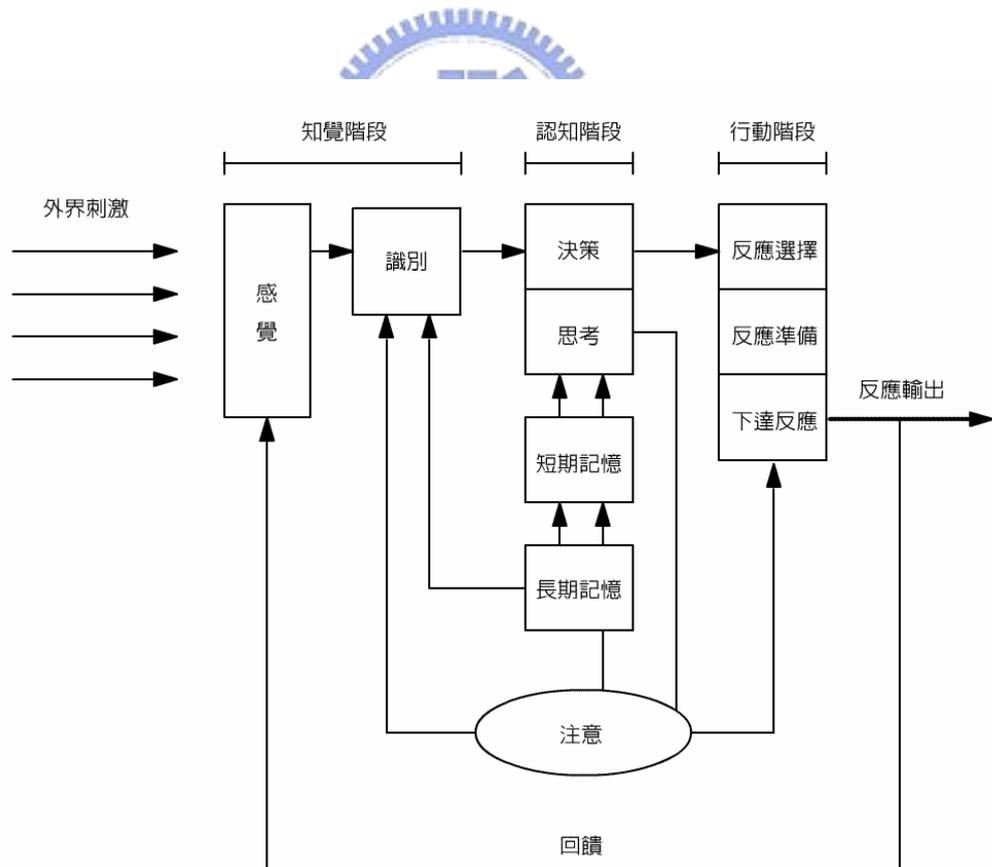


圖 2-2-1-1 人類複雜資訊的處理模式，改自 Kantowitz, 1989

外界的刺激不斷進入，視覺系統所扮演的角色即是將零碎的訊息組織成爲合理有意義的整體。但是並非所有的訊息都是重要且有用，也因爲我們所能處理的訊息有限，所以知覺必須透過選擇，將不需要的訊息排除，而這就是「注意力」(attention)的功能。注意力運用某種方式，將進入視野範圍的點依照形狀、色彩、運動和位置等特質分類整合，也就是進行對訊息的選擇與分析。因此，若沒有了「注意力」，資訊將不會被處理，可見「注意力」在人類資訊處理過程中所扮演的重要性。

由心理學近代發展歷史看來，早期的研究以認知系統的處理能力是資源有限爲出發點，注意力被比喻成一個過濾器，此過濾器被放置在感覺登錄 (sensory registration) 和知覺分析之間，其中有一個有限的容量管道 (瓶頸)，若訊息無法通過此管道，就無法得到進一步的處理。最早提出此想法的是英國心理學家 Broadbent (1958)，他認爲人類處理外界進入的訊息量有限，因此需要過濾排除不必要，以選擇必須資訊進入深層的分析階段加以辨識、解析與儲存於記憶中。此理論即爲著名的「過濾理論」，也稱爲「瓶頸理論」(bottleneck theory)。(圖 2-2-1-2)

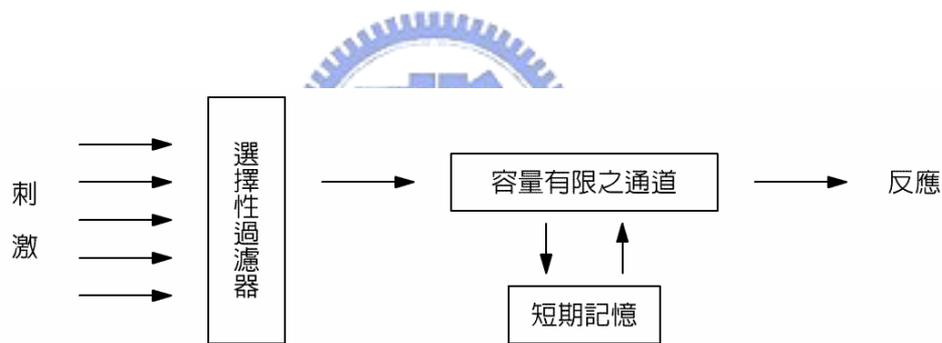


圖 2-2-1-2 Broadbent 過濾器模型

Treisman 於 1960 年對過濾器模型進一步改進，提出衰減模型理論 (attenuation model)。其認爲外界刺激皆有強度分配，而相對應的通過管道也具有不同的敏感度，刺激強度必須高於各管道的閾值 (threshold) 才能被偵測，而各管道的敏感度依注意力程度而定，注意力所在的管道具有最高的敏感度。(圖 2-2-1-3)

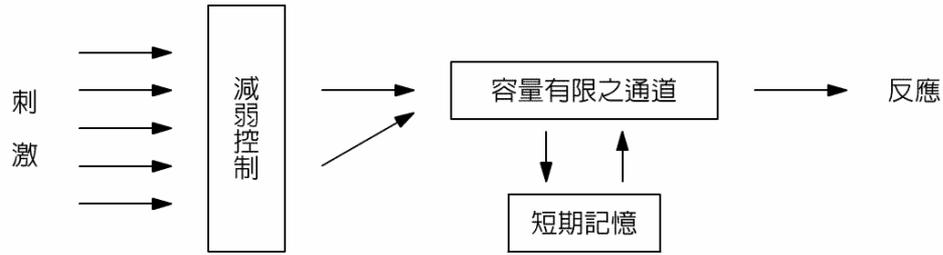


圖 2-2-1-3 Treisman 衰減模型

另一方面，若從注意「發生」的時間來看，前述之「過濾理論」與「衰減理論」均屬於「早期選擇理論」，其認為注意發生選擇作用在訊息處理的早期，意即在刺激未獲得辨識之前，注意力就介入影響。而另一派學者則持相反意見，其認為注意發生選擇作用在訊息處理的晚期，即在刺激獲得辨識之後，此派理論稱為「晚期選擇理論」，由 Deutsch 夫婦於 1963 年提出 (Deutsch & Deutsch, 1963)。(圖 2-2-1-4a，圖 2-2-1-4b)

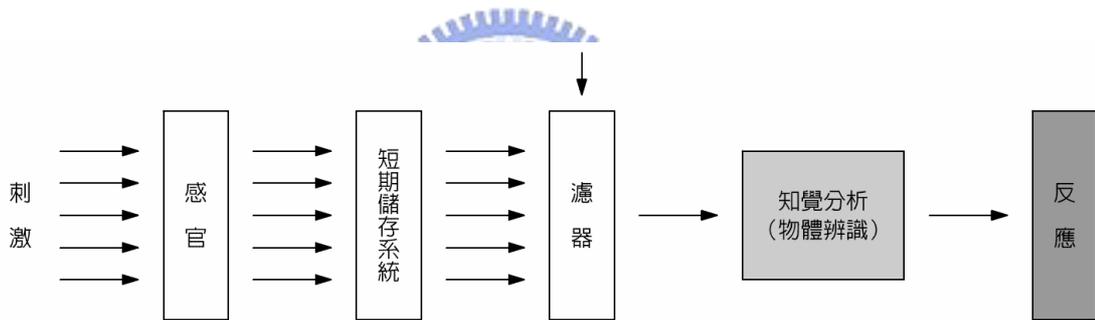


圖 2-2-1-4a 早期選擇理論，改自 葉素玲，1999

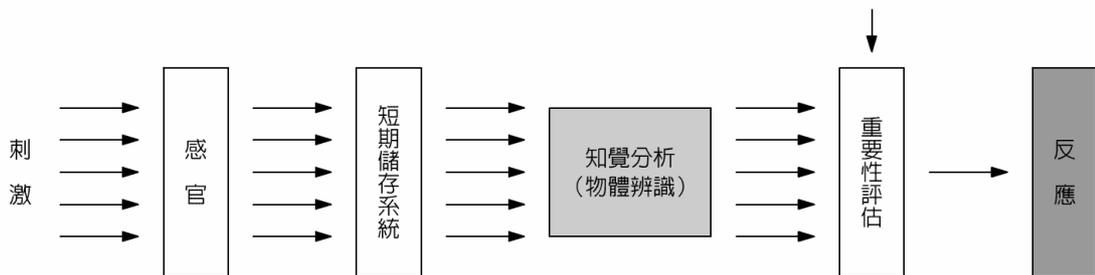


圖 2-2-1-4b 晚期選擇理論，改自 葉素玲，1999

而探照燈理論 (searchlight theory) 正好可為以上所述的理論作為一隱喻，意指注意的瞬間方向就是探照燈光束，光束之焦點即是瞬間所知覺的訊息，在光束內的每樣東西都會被處理，而之外則不被處理 (Wickens, 1987)。

Neisser 於 1967 年提出知覺歷程可被分為「前注意階段 (preattentive stage)」與「注意階段 (attentive stage)」。前注意階段是指注意力尚未作用之階段，以刺激引發反射，依照「相似性」、「位置接近」、「相似運動」等原則先約略區分不同物體。注意階段則為主動式，可以控制的。

而 1970 年後，心理學家重新將注意力機制概念化為一種可以分配的處理方式，經由不同的需求將注意力分配到不同的處理歷程中，主要分為 Kahneman (1973) 提出之「單一資源理論」和 Wickens (1984) 提出之「多重資源理論」。Kahneman 認為人類的認知資源有限，僅能被分配配置有限的任務之上，在資源未被用完之前，可以有效同時進行許多作業，若作業程度複雜，則資源很快會被用光。而此理論並無法完整解釋注意力的許多現象，Wickens 則提出了一個三次元的資源系統，此理論更能合理解釋許多分時作業的現象，無論注意力如何被分配，它們仍然散佈在此資訊模型中的各個階段。(圖 2-2-1-5)

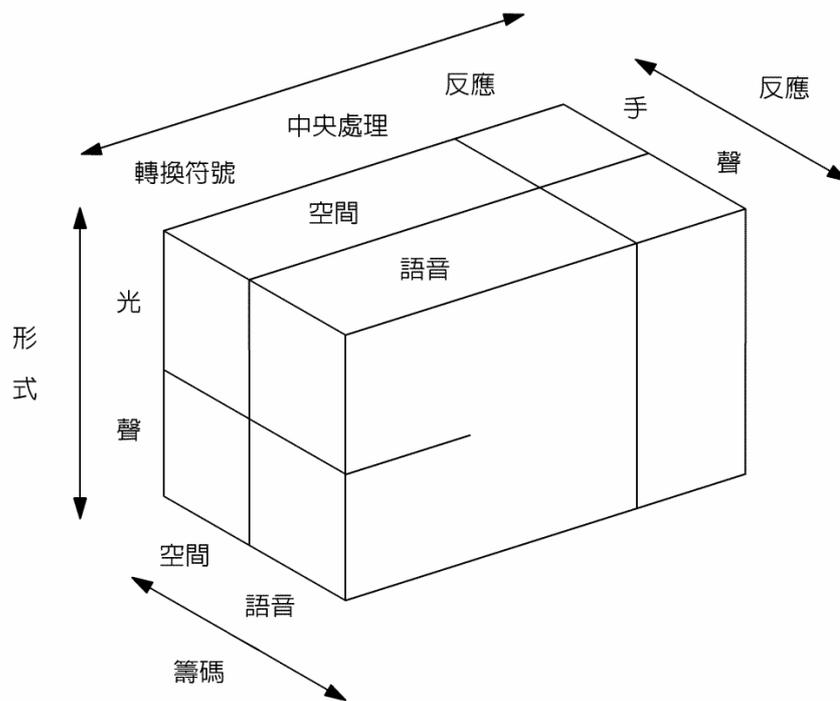


圖 2-2-1-5 多重資源理論，改自 Wickens, 1984

受到 Neisser 的理論影響，Treisman 於 1980 年提出「特徵整合理論」(feature integration theory)。在此理論中，所有物理刺激均由前注意階段處理成不同之特徵圖譜 (feature map)，如：曲度 (curvature)、傾斜度 (tilt)、顏色 (color)、端點 (terminator)、運動 (motion)、封閉 (closure)、對比 (contrast)、亮度 (brightness)，主動式注意力在位置圖譜中選擇並結合特徵。特徵圖譜的

處理屬於前注意階段，而在位置圖譜上的選擇則屬於注意階段。下節將述之平行搜尋，便是前注意階段即可完成之作業，而序列搜尋則必須到達注意階段才能完成。

以上所述之各注意力理論，可以下表 2-2-1-1 整理所示（陳俊瑋，2000）。

表 2-2-1-1 注意力理論建立時期與各學派提出之理論

理論建立時期	第一時期		第二時期
年代	1950-1960	1960-1970	1970-至今
注重特性	選擇性 (selective)、焦點性 (focused)		分割性 (divided)
主要理論	過濾理論 vs 減弱理論	早期選擇理論 vs 晚期選擇理論	單一資源理論 vs 多重資源理論
重要隱喻	探照燈		有限容量資源
提出學者	Broadbent、Treisman	Deutsch & Deutsch	Kahneman、Wickens

2.2.2 視覺搜尋



物體具有其基本特徵，而注意力會將這些特徵結合起來，運用這些基本特徵，就可將目標物輕易從背景中分辨出來。下圖 2-2-2-1a 與 b 均可以明顯而迅速的分辨出圖、地之間的差異，因其所相差的特徵—方向與線條結束端點，為明顯可辨識之特徵；而圖 2-2-2-1c 則較不容易迅速辨識出圖、地之間的差異。

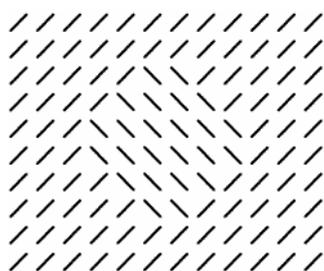


圖 2-2-2-1a 基本特徵辨識圖 a

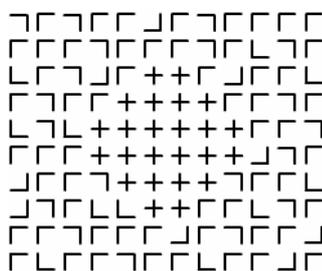


圖 2-2-2-1b 基本特徵辨識圖 b

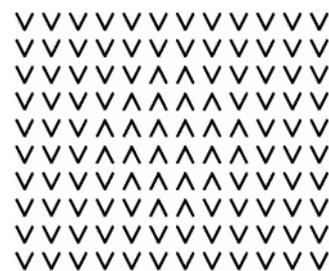


圖 2-2-2-1c 基本特徵辨識圖 c

所謂視覺搜尋 (visual search) 作業，指在一群文字、數字或圖形中搜尋特定之目標物。通常目標物只有一個，呈現在數目不等的非目標物 (干擾物) 之間。若目標物與非目標物之差別

需要注意力序列地逐一掃描每一物體才能偵測出差別，則非目標物數量越多，搜尋到目標物所須之時間越長，因此反應時間與刺激總數之函數必定為一斜率大於零之直線，如此稱為「序列搜尋 (serial search)」。如下圖 2-2-2-a 與 b 所示，要找出目標物 R 則必須一一進行 P、Q 之間的比對，而 P 與 R 所相差的特徵斜線，剛好又是 Q 所具備的特徵，因此需要將兩種特徵以注意力連結 (又稱為「conjunction search」)，如此作業自然較為困難，所需時間也會隨刺激物數量增加而增加。



圖 2-2-2-a 序列搜尋示意圖 a

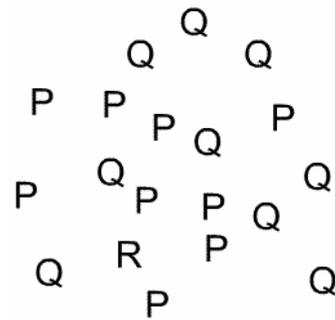


圖 2-2-2-b 序列搜尋示意圖 b

反之，若目標物與非目標物之差別在前注意階段便可看出，則此函數則會為一斜率等於或近似於零之直線，意即非目標物數量多寡並不會影響反應時間的快慢，如此稱為「平行搜尋 (parallel search)」。下圖 2-2-2-3b 中刺激物數量雖較圖 2-2-2-3a 多，但仍不會影響反應時間，如此只差一種基本特徵的搜尋作業又稱為「feature search」。



圖 2-2-2-3a 平行搜尋示意圖 a



圖 2-2-2-3b 平行搜尋示意圖 b

故序列與平行搜尋的函數斜率示意圖可以下圖 2-2-2-4a 與 b 所示。(葉素玲，1999)

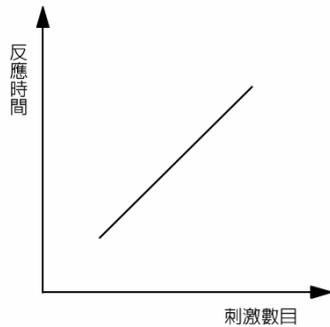


圖 2-2-2-4a 序列搜尋下斜率示意圖

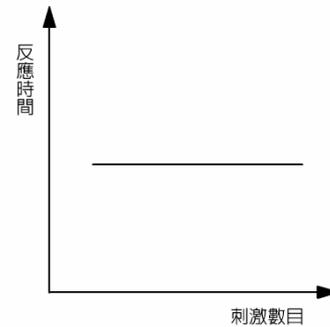


圖 2-2-2-4b 平行搜尋下斜率示意圖

因為「資源有限」之理論，視覺系統無法同時處理大量進入的資訊，導致在序列搜尋狀況下，刺激物數量越多則所需反應時間越長；而在平行搜尋狀況下，反應時間並不會受到刺激物數量的影響；進而造成兩者之間的差異。

2.3 反應時間



本研究以測量反應時間方式作為研究方法，以評估作業範圍大小對注意力的影響程度。茲介紹如下：

2.3.1 反應時間概述

反應時間是心理實驗中最早也是應用最廣的反應變項之一。最早將反應時間應用於心理學實驗的是荷蘭生理學家 F. C. Donders，而心理學家 Wundt 也於 1879 年指出 Donders 的計算心理時間方法為研究心理實驗的有效方法。(Kantowitz & Sorkin, 1983)

1950 年代中期後，認知心理學家利用處理歷程中所產生的反應時間來研究某個訊息的處理階段或是連續處理的歷程。反應時間的研究，隨著研究方式不斷在進步，已經成為研究訊息處理歷程中最為廣泛的反應變項之一。

在心理實驗研究過程中，並非所有刺激都會直接對受試者產生立即反應，而是刺激作用於感官後，感官所引起的興奮刺激傳到大腦，大腦再對此訊息形成神經脈衝，以產生物理性的外在反應。而在此歷程中，每一段都需要時間處理，又以大腦處理所花費的時間為最長。因此，為求最短反應時間，實驗通常設計成為簡單的判斷反應。

不論任何形式的反應時間實驗，都會要求受試者在保證反應正確的前提下做最快反應。而正確的反应時間應是將錯誤不正確的反应排除，蒐集正確的反应，如此實驗結果才具有意義。整個心理歷程的實驗情境可由 S-O-R 結構加以了解，如下圖 2-3-1-1：

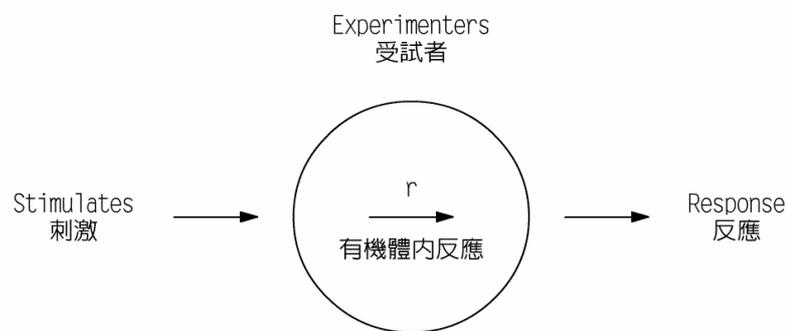


圖 2-3-1-1 心理歷程實驗情境

S (stimulates) 代表任何形式之物理刺激，R (response) 代表有機體產生的反應，r 則表示有機體內產生的反應，有機體內產生的反應是從外表察覺不到的，而此部分即為心理學實驗中與了解的歷程，也就是實驗需要的結果。

2.3.2 反應時間種類

人對於刺激的反應過程參考圖 2-3-2-1 可分為以下三種：(A) 簡單反應、(B) 選擇反應、(C) 分辨反應。其中 (A) 屬於簡單反應，(B) 與 (C) 屬於複雜反應。

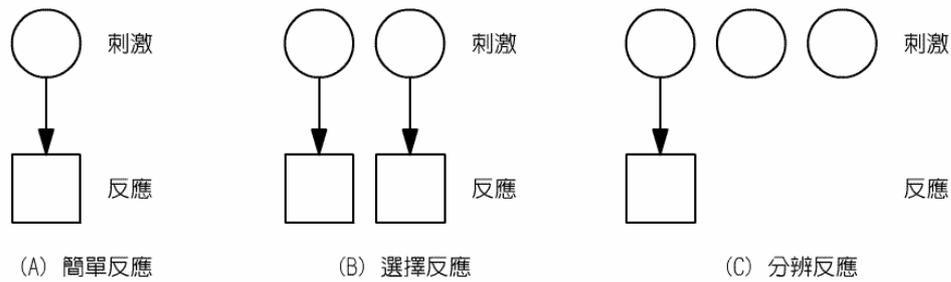


圖 2-3-2-1 反應時間模式，改自 Kantowitz & Sorkin, 1983

2.3.2.1 簡單反應時間

在刺激反應實驗中，給予受試者單一的刺激訊號，並要求其對刺激做單一的立即反應，如此測得的刺激與反應之間的時間距離就成為簡單反應時間（或稱為 A 反應）。

2.3.2.2 複雜反應時間



複雜反應時間主要分為兩種：

1. 選擇反應時間(或稱 B 反應): 在刺激反應實驗中，要求受試者從多個刺激訊號中，做出事先規範的多項相對反應。此反應中包含簡單反應時間與選擇反應時間。
2. 分辨反應時間(或稱 C 反應): 在刺激反應實驗中，要求受試者從多個刺激訊號中，只對事先規範的一種刺激做出反應，而對其他刺激不反應。此反應中包含簡單反應時間與分辨反應時間。

而由以上所述，可歸納出不同過程所需之時間（圖 2-3-2-1）：

(A) 簡單反應時間 = 神經傳導

(B) 選擇反應時間 = 神經傳導 + 刺激辨識 + 反應選擇

(C) 分辨反應時間 = 神經傳導 + 刺激辨識

因此，也可以說簡單反應（A）即為平行搜尋，分辨反應（C）則為序列搜尋。

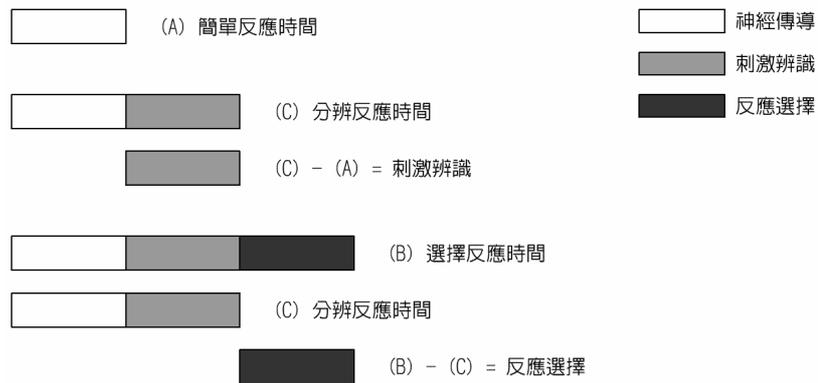


圖 2-3-2-2-1 反應時間比較，改自 Kantowitz & Sorkin, 1983

2.3.3 影響反應時間之因素

在心理學測量反應時間的實驗中，反應時間會受到許多外在與內在因素影響。因此，實驗前的指導語必須明確指示受試者應對何種刺激進行適當反應，而通常反應時間均會具有練習效果，並呈現波動現象，因此，無論是受試者內或受試者間設計，實驗次數都須以多次呈現，以獲得較穩定的數據後加以平均計算。下述章節將介紹影響反應時間之因素。

2.3.3.1 刺激感官差異

人類接受外來刺激的感官不同，所需的反應時間也不同。視覺對光線的反應就比聽覺對聲音的反應時間來的長，原因來自光線刺激視網膜，但視網膜上的感光細胞並無法直接引起興奮作用，而須經過光化學反應的中介歷程等等。下表 2-3-3-1-1 為人類各感覺通道所需的平均反應時間：

表 2-3-3-1-1 人類各感覺通道平均反應時間，改自 朱滢，2002

感覺通道	平均反應時間 / ms
觸覺	117-182
聽覺	120-182
視覺	150-225
冷覺	150-230
溫覺	180-240
嗅覺	210-390
痛覺	400-1000
味覺	308-1082

在視覺刺激中，隨影像作用於網膜的部位不同，對於光刺激產生的反應時間也有所差異。光線刺激於中央小窩部分所需的反應時間較短，而距離中央小窩越遠，所需時間也增長。(圖 2-3-3-1-1)

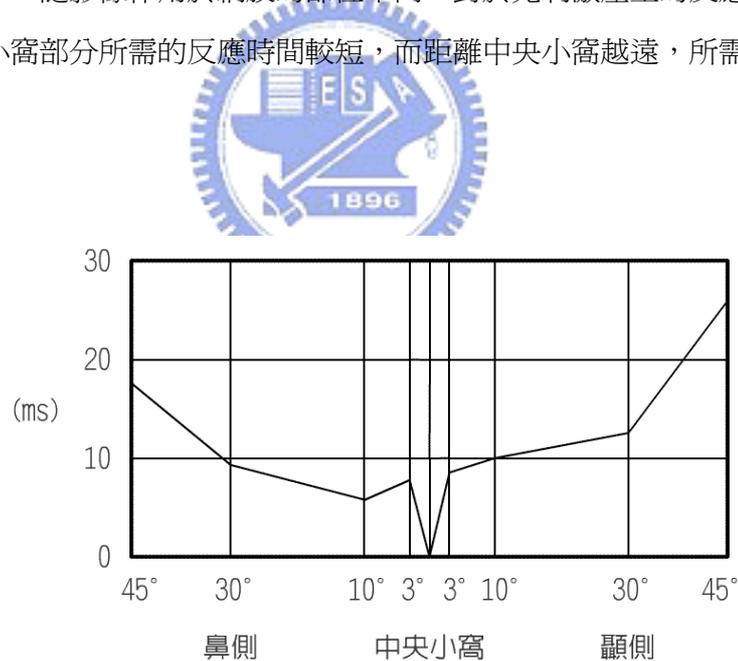


圖 2-3-3-1-1 不同網膜部位反應時間之差異，改自 朱滢，2002

2.3.3.2 受試者準備狀態

在反應時間的測試實驗中，受試者的準備狀態會隨指導語或實驗流程的影響而造成差異，若準備時間過短，會造成受試者可能來不及反應；若準備時間過長，則可能造成受試者的最佳

準備狀態衰減。一般受試者反應包含從預備信號到刺激前期階段、刺激到反應發生階段以及明顯反應階段到結束。從許多研究中發現，最佳準備時間約在 1.5-2 秒之間，在此準備時間內受試者能呈現較佳反應。(Telford, 1931)

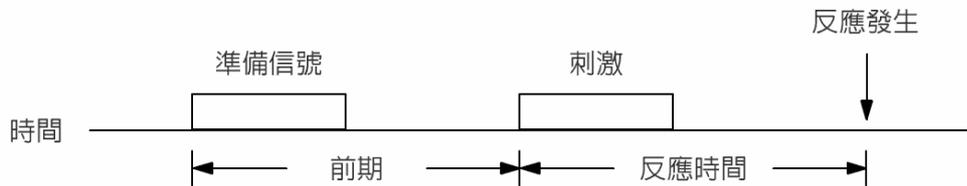


圖 2-3-3-2-1 反應時間過程，改自 劉英茂，2000

2.3.3.3 訊號刺激強度

由 Bloch 定律得知，刺激訊號的強度會影響反應時間的長短，一般而言越弱的刺激，所需的反應時間越長；而越強的刺激，反應時間越短。當刺激強度增加到一定程度時，反應時間會縮短，甚至停留在某一水準，使反應時間漸近於一個極限，公式如下：

$$I \times t = C \quad \dots\dots\dots (1)$$

I 為刺激強度，t 為刺激持續時間，C 為一定的感覺效果。

2.3.3.4 訊號刺激數量

選擇反應時間 (choice reaction time) 與刺激數量有關，選擇的數量越多，反應時間越長，W. E. Hick 曾探討兩者之間的定量關係，並提出反應時間與刺激數目的對數成正比 (Hick, 1952)，公式如下：

$$RT = a + b \log_2(N) \quad \dots\dots\dots (2)$$

RT 為反應時間，a、b 為常數，N 為刺激數量。

2.3.3.5 額外動機因素影響

在反應時間的實驗中，都希望受試者能夠以最快速度進行正確反應，而實驗中的獎勵和懲罰回饋機制都會對受試者造成不同的反應，Johenson 於 1922 年的實驗結果說明反應的額外動機影響反應時間的關係如下圖 2-3-3-5-1：

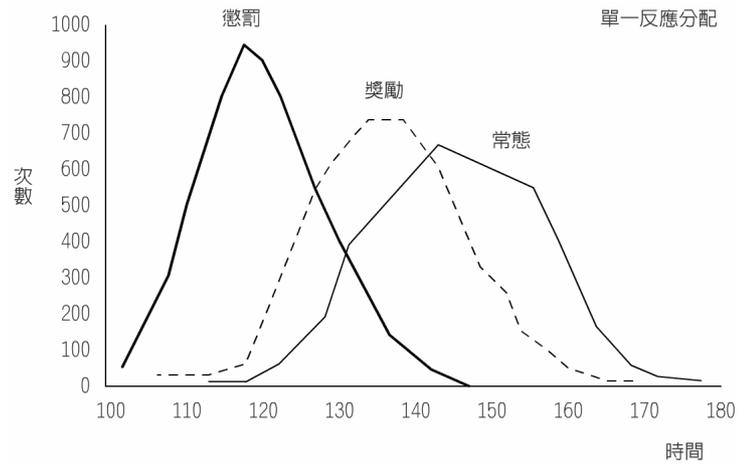


圖 2-3-3-5-1 不同額外動機反應時間次數分配，改自 朱滢，2002



2.3.3.6 速度與準確性衡量

在選擇反應中，失誤是不可避免的。若不要求準確性，只要求速度，受試者可能只憑臆測就做出反應，如此速度雖然提升，但是正確率卻下降，得到的數據也不正確；相反的，若要求完全辨識後再進行反應，則會花去過多時間。下圖 2-3-3-6-1 準確度－速度取捨曲線（speed-accuracy trade-off）顯示準確度與平均反應時間的相對關係。

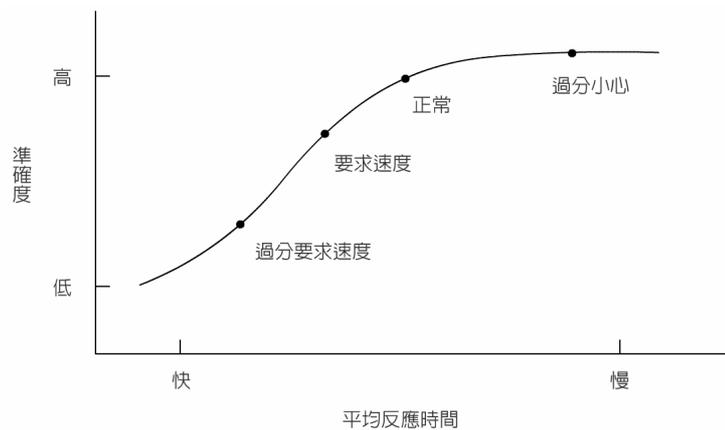


圖 2-3-3-6-1 準確度－速度取捨曲線，改自 Proctor & Zandt, 2002

2.3.3.7 反應時間與練習

練習不僅可以加速反應時間，更可以促使受試者排除由於不相容（不熟悉）所造成的困擾。Teichner 和 Krebs（1974）二人曾將 59 個文獻中的結果整理，發表以下公式：

$$RT = K \log_{10} NT + a \quad \dots\dots\dots (3)$$

RT 為反應時間，NT 為練習次數，a 為常數。

選擇的數目越多，練習的效果越大；當選擇數目為 2 時， $K = -0.099$ ， $a = 0.725$ ；當選擇數目為 8 時， $K = -0.217$ ， $a = 1.54$ 。也就是當練習次數越多，反應時間的函數越平緩；換言之，對於練習熟練的受試者，其反應時間幾乎為常數。（Kantowitz & Sorkin, 1983）

2.3.3.8 個體差異因素

在反應時間的實驗中，儘管將刺激強度、實驗環境、指導語、練習等因素，都加以考慮並排除，但對於受試者個體間的差異仍無法避免，許多的研究證明：情緒、身體狀況等等均會影響反應時間的變化。這些因素造成反應實驗的隨機誤差，即使同一位受試者，在不同時間前後接受同樣實驗，得到的數據仍然具有差異。



第三章 實驗

本研究分為兩組主要實驗：實驗組與距離控制組，以測量反應時間之方式來評估注意力對於作業範圍大小與刺激物數量的相互關係。茲介紹如下：

3.1 實驗說明

3.1.1 受試人員

12 名國立交通大學應用藝術研究所學生參與本實驗，年齡 24-27 歲之間，均具有視覺藝術或設計相關背景。所有受試者視力均正常或矯治後達 1.0 正常視力水準。受試者參與本實驗後均贈與小禮物以茲答謝。

3.1.2 實驗環境



- (1) 照明環境：實驗環境控制在正常照明且無眩光的室內環境，隔絕外來光線，並盡量保持每位受試者的相同環境。
- (2) 螢幕距離：各視角下受試者距離螢幕分別保持為 150 公分、62 公分、86 公分與距離控制組的 129 公分。

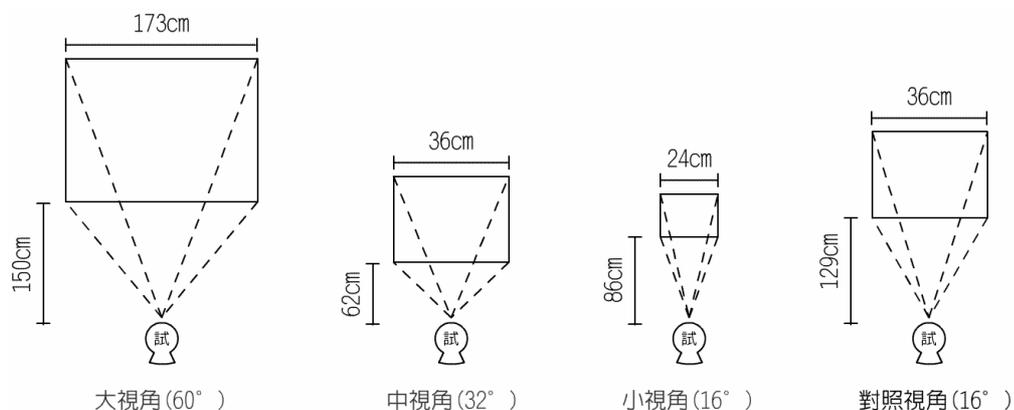


圖 3-1-2-1 實驗環境示意圖

3.1.3 硬體環境

- (1) 實驗設備：以 IBM X31 2672-IGV 筆記型電腦進行實驗，電腦之 CPU 為 Intel Pentium 4 1.2G、記憶體為 256MB、顯示晶片為 ATI Mobility RADEON，螢幕解析度均設定 1024 × 768 pixel 並搭配不同尺寸螢幕呈現。
- (2) 控制方法：以外接之三鍵滑鼠作答，受試者按鍵反應及反應時間由實驗程式自動記錄。



圖 3-1-3-1 實驗使用之筆記型電腦

3.1.4 軟體環境

- (1) 作業系統：Microsoft® Windows XP Home
- (2) 程式環境：Neurobehavioral Systems Presentation (version 0.71 Build 09.24.03)
- (3) 計時單位：毫秒 (ms)

3.1.5 實驗程序

所有受試者都是個別施測，每個人共接受：(1) 實驗組 6 段實驗；(2) 距離控制組 2 段實驗，實驗順序為隨機打亂，每段實驗內刺激物數量的各水準以區段隨機方式決定順序。受試時間也維持單次不超過 8 分鐘為上限分段施測，避免疲勞效果的干擾。受試者在看完電腦所呈現

的指導語後，主試者先進行例題示範，再次解釋整個實驗程序，並讓受試者進行練習操作至熟悉按鍵方法。

每一小段實驗需時約 8 分鐘，8 小段實驗共需約 64 分鐘，每一小段實驗之間，均讓受試者休息約 3 分鐘。

每段小實驗共有 160 次嘗試，每次嘗試出現間均間隔 1 秒，並出現一提示畫面，待受試者確認按鍵後 1 秒，再出現下一張受試畫面，以確保不會發生連續習慣按鍵的錯誤情況。

當受試圖形出現後，受試者須用最快反應速度，以宏觀視野觀察整個畫面，搜尋出目標物，並按鈕反應（在此設定為滑鼠左鍵），若無目標物，則按滑鼠右鍵。若反應正確則不會出現錯誤提示音，反應錯誤則會出現錯誤提示音，並且此數據不列入統計範圍。每張畫面出現前受試者都須將視現焦點重新放置於畫面中央十字線上。程序如圖 3-1-5-1。

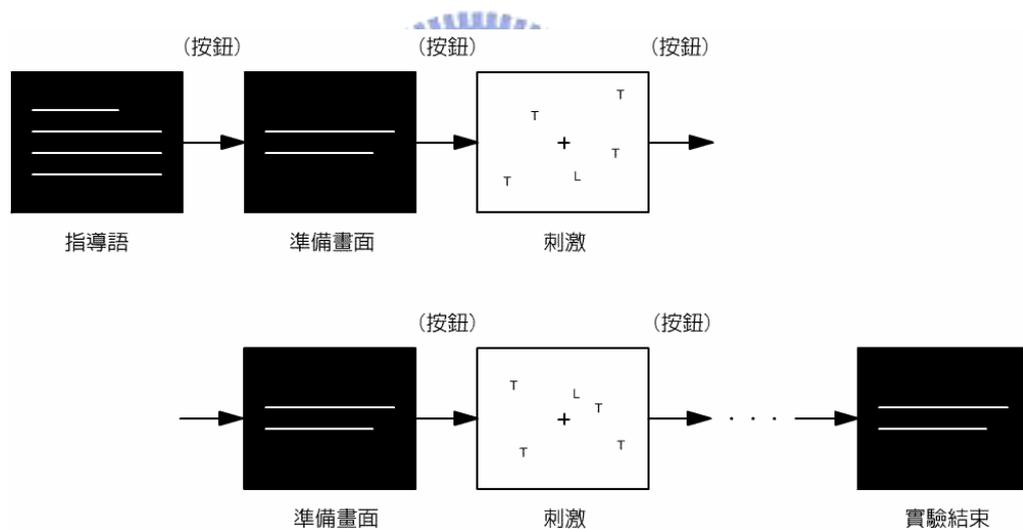


圖 3-1-5-1 實驗進程序

3.2 實驗一：實驗組

3.2.1 實驗設計

本實驗主要目的是想藉由不同視覺作業範圍大小測量對搜尋作業中的反應時間是否有影響。受試者分別以大中小三種不同視角（60°視角：單槍投影機投影至寬 173 公分之 87 吋布幕，

距離 150 公分，以下簡稱為大視角；32°視角：寬 36 公分之 17 吋液晶螢幕，距離 62 公分，以下簡稱為中視角；16°視角：寬 24 公分之 12 吋液晶螢幕，距離 86 公分，以下簡稱為小視角。在這三種呈現視角中目標物之視角分別為 1.375°、0.646°、0.335°）接受平行搜尋（干擾物：V，目標物：O）與序列搜尋（干擾物：T，目標物：L）共六種實驗類別（圖形範例如圖 3-2-1-1、圖 3-2-1-2），每類別包含 160 次嘗試，其中干擾物+目標物的數量分別為 4+1、8+1、16+1、32+1，計有 4 種水準，每種水準的嘗試次數各 30 次，另外還有 40 次為無目標物（以避免受試者連續按鍵得到不正確數據）的情況，無目標物的情況並不納入資料分析，干擾物與目標物出現之位置為隨機出現。受試者需要以宏觀的視野，在第一反應時間觀察畫面，當有出現目標物時立即按下反應鍵，記錄反應時間，以進一步驗證作業範圍大小與反應時間之關係。

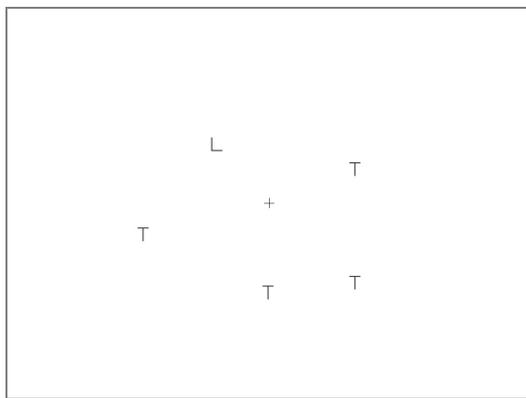


圖 3-2-1-1 序列搜尋(4+1)圖形範例

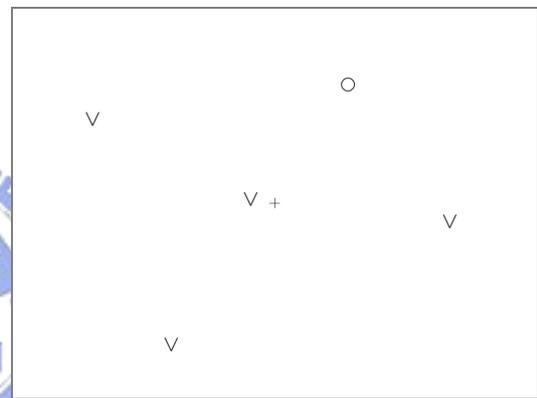


圖 3-2-1-2 平行搜尋(4+1)圖形範例

本實驗採用 $3 \times 2 \times 4$ 之三因子完全受試者內設計，三個因子分別為 (1)作業範圍大小：由受試者位置與目標距離分別計算出約略倍數視角 60°、32°、16°；(2)視覺搜尋：平行搜尋或序列搜尋；(3)刺激物（干擾物+目標物）數量：分別為 4+1、8+1、16+1、32+1。

本實驗共分為 6 小段實驗，分別為大視角序列搜尋、大視角平行搜尋、中視角序列搜尋、中視角平行搜尋、小視角序列搜尋、小視角平行搜尋。

3.2.2 實驗結果

陳學志與鄭昭明（1999）提供了一套專為心理學實驗使用之變異數分析暨趨勢分析程式 Tanova，由於大多數實驗結果均以相似之統計程序進行，只要將資料以特定格式輸入即可立即

獲得結果，本實驗之資料分析均使用 Tanova3 做變異數分析。

為去除猜測與失誤因素，所有反應時間數據，均依照刺激物數量分類，先行統計後剔除超過 2.5 個標準差外的極端數值，再求其餘數值之平均。所得到數據如表 3-2-2-1 所示。

表 3-2-2-1 實驗組之各受試者平均數據表（單位：ms）

		序列搜尋				平行搜尋			
		(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)	(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)
1	大	547.8	545.9	642.6	977.8	340.0	321.5	364.9	387.6
	中	456.1	463.4	491.3	614.5	353.9	400.7	374.5	443.1
	小	420.5	424.2	535.4	550.9	377.9	361.4	393.9	425.8
2	大	634.6	707.6	779.7	892.9	372.3	381.4	363.2	380.2
	中	552.6	639.3	712.2	858.3	353.6	356.9	378.2	361.1
	小	546.0	593.5	683.1	783.1	470.6	453.8	418.3	472.2
3	大	644.0	707.4	770.2	833.6	399.5	398.5	387.5	407.2
	中	632.8	603.3	761.3	791.1	478.5	472.6	459.7	474.4
	小	656.4	640.7	743.0	816.0	420.7	449.1	442.1	451.9
4	大	636.5	627.3	794.0	938.2	388.5	399.2	414.0	449.1
	中	501.5	536.1	540.1	662.1	379.9	391.8	404.1	402.5
	小	487.3	521.8	572.0	610.1	430.0	463.9	466.4	501.7
5	大	863.4	839.7	1008.4	1297.2	431.0	444.9	438.4	486.5
	中	600.9	647.2	831.1	943.2	390.8	407.4	425.6	426.4
	小	594.0	571.2	681.2	753.8	402.0	406.1	421.7	447.4
6	大	623.9	587.2	751.7	983.4	470.7	551.3	536.9	501.4
	中	515.2	570.7	638.0	752.5	464.9	472.1	509.1	485.5
	小	531.0	600.6	562.0	540.1	431.4	476.7	527.8	501.6
7	大	821.7	846.0	1127.9	1256.4	520.1	464.8	484.2	534.4
	中	544.8	650.9	647.6	748.4	438.7	423.7	429.4	472.8
	小	550.9	574.1	610.0	558.2	339.5	407.9	415.1	387.0
8	大	610.0	625.6	821.3	945.7	497.0	529.0	496.7	521.8
	中	494.7	459.7	629.7	739.1	371.3	409.6	424.7	395.8
	小	455.0	451.5	472.6	557.6	367.5	373.0	376.1	372.0

9	大	612.8	538.7	687.4	746.8	322.9	311.0	314.6	334.9
	中	464.9	433.7	486.3	566.9	306.7	287.9	303.3	330.8
	小	476.4	475.2	448.5	439.6	333.1	317.2	327.6	319.4
10	大	805.5	878.0	997.1	1053.3	363.0	412.0	370.5	466.2
	中	610.5	524.7	590.0	869.0	408.1	384.8	395.9	431.3
	小	557.6	466.4	573.6	636.2	386.4	364.1	384.5	415.8
11	大	718.3	726.9	897.8	966.8	502.0	460.7	474.2	462.8
	中	623.2	659.1	744.7	820.2	466.7	452.6	467.5	495.8
	小	627.0	597.8	631.9	809.1	451.3	442.2	450.7	492.3
12	大	1134.9	1150.9	1124.9	1439.1	605.1	606.3	618.6	661.6
	中	775.6	877.0	810.6	1098.3	446.2	469.5	467.2	483.3
	小	736.2	778.0	771.1	1041.7	542.5	511.0	503.4	503.5

將所有數據依照十二位受試者分別繪出反應時間與刺激物數量關係圖（見圖 3-2-2-1a、b 至圖 3-2-2-12a、b），即可約略看出於序列搜尋時，反應時間明顯隨刺激物數量增加而提升，而平行搜尋時卻無明顯相對關係。由實驗組之三因子變異數分析（見表 3-2-2-2）顯示：作業範圍大小具有相當顯著的主要效果（ $F = 23.802, p = 0.0000 < 0.05$ ），刺激物數量多寡也同時具有顯著效果（ $F = 87.112, p = 0.0000 < 0.05$ ），另外平行與序列搜尋也具顯著效果（ $F = 107.278, p = 0.0000 < 0.05$ ），而此差異也早已被 Treisman（1980）等人證實，故不贅述。此外，三因子之間的交互影響也均達到顯著差異（ $F = 53.101, p = 0.0000 < 0.05$ ； $F = 64.757, p = 0.0000 < 0.05$ ； $F = 8.135, p = 0.0000 < 0.05$ ）。

表 3-2-2-2 實驗組之數據變異數分析表（Summary Table of ANOVA）

因子	作業範圍 (A)		視覺搜尋 (B)		刺激物數量 (C)	
顯著程度	**	(0.0000)	**	(0.0000)	**	(0.0000)
交互影響	A 與 B		B 與 C		A 與 C	
顯著程度	**	(0.0000)	**	(0.0000)	**	(0.0000)

註： ** 代表 p 值小於 0.01

對 (A) 因子（作業範圍）作杜凱式 (Tukey) 事後比較之結果列於表 3-2-2-3，大視角範圍

和中小視角範圍均達到顯著差異；趨勢分析表 3-2-2-4 顯示：一次線性走向呈現強烈顯著，二次曲線呈現顯著。而（C）因子（干擾物+目標物）杜凱式事後比較結果列於表 3-2-2-5，除了刺激物(4+1)與(8+1)之間無顯著差異外，其餘數量之間均具有顯著差異；趨勢分析表 3-2-2-6 顯示：一次線性走向與二次曲線均呈現強烈顯著。作業範圍（A）與視覺搜尋（B）因子交互影響表 3-2-2-7，與作業範圍（A）與刺激物數量（C）因子交互影響表 3-2-2-8 整體而言顯示：唯有在平行搜尋作業下，視角大小和刺激物數量無關聯外，其餘均呈現顯著差異。

本實驗將重點設定於探討作業範圍大小與反應時間之影響，而根據以上實驗數據檢定後發現，作業範圍越大，序列搜尋下所需反應時間也相對增加，反之亦同。

表 3-2-2-3 實驗組之作業範圍（A）因子杜凱式事後比較表（Tukey Test for A）

	大	中	小
大		**	**
中			
小			

註：** 代表 p 值小於 0.01。

表 3-2-2-4 實驗組之作業範圍（A）因子趨勢分析表（Trend Analysis for A）

	一次線性	二次曲線	三次立方
p 值	**	*	

註：** 代表 p 值小於 0.01。

* 代表 p 值小於 0.05。

表 3-2-2-5 實驗組之刺激物數量（C）因子杜凱式事後比較表（Tukey Test for C）

	(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)
(4+1)				
(8+1)				
(16+1)	**	**		
(32+1)	**	**	**	

註：** 代表 p 值小於 0.01。

表 3-2-2-6 實驗組之刺激物數量 (C) 因子趨勢分析表 (Trend Analysis for C)

	一次線性	二次曲線	三次立方
p 值	**	**	

註：** 代表 p 值小於 0.01。

表 3-2-2-7 實驗組之作業範圍 (A) 與視覺搜尋 (B) 因子交互影響表 (Interaction Effects of AB)

	顯著程度	p 值
B[A(大)]	**	0.0000
B[A(中)]	**	0.0000
B[A(小)]	**	0.0000
A[B(序列)]	**	0.0000
A[B(平行)]		0.4695

註：** 代表 p 值小於 0.01。

表 3-2-2-8 實驗組之作業範圍 (A) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 (Interaction Effects of AC)

	顯著程度	p 值
C[A(大)]	**	0.0000
C[A(中)]	**	0.0000
C[A(小)]	**	0.0000
A[C(4+1)]	**	0.0000
A[C(8+1)]	**	0.0000
A[C(16+1)]	**	0.0000
A[C(32+1)]	**	0.0000

註：** 代表 p 值小於 0.01。

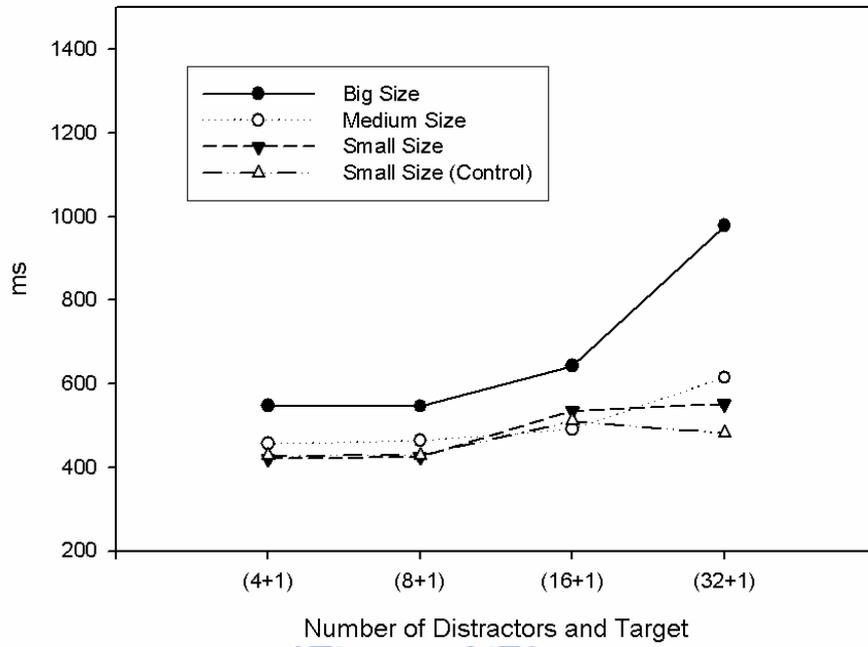


圖 3-2-2-1a 受試者一之序列搜尋圖形

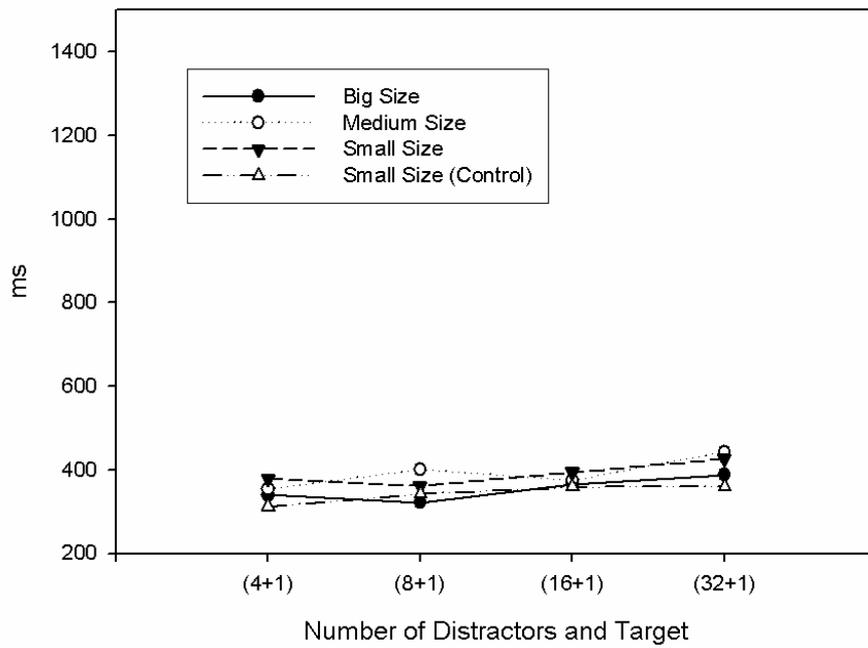


圖 3-2-2-1b 受試者一之平行搜尋圖形

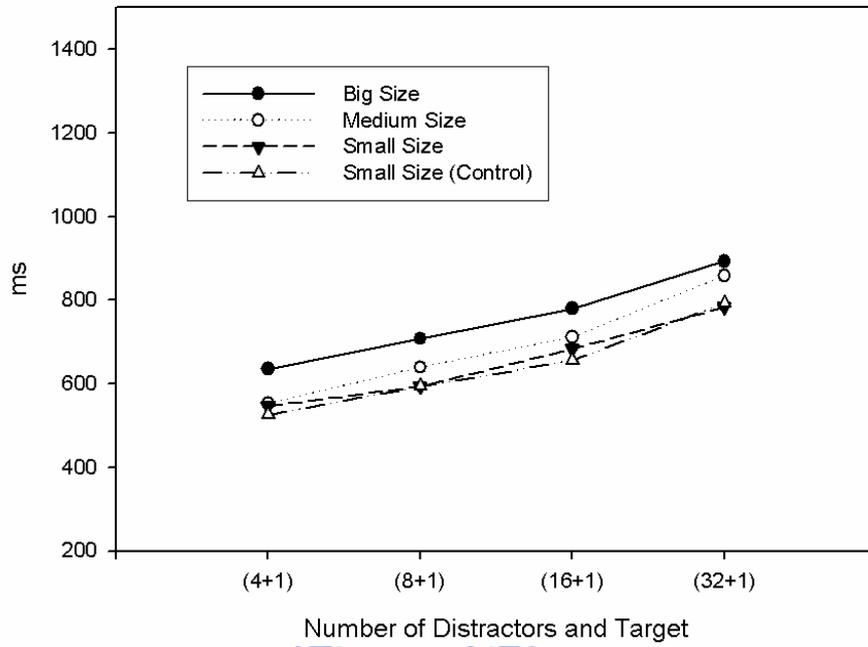


圖 3-2-2-2a 受試者二之序列搜尋圖形

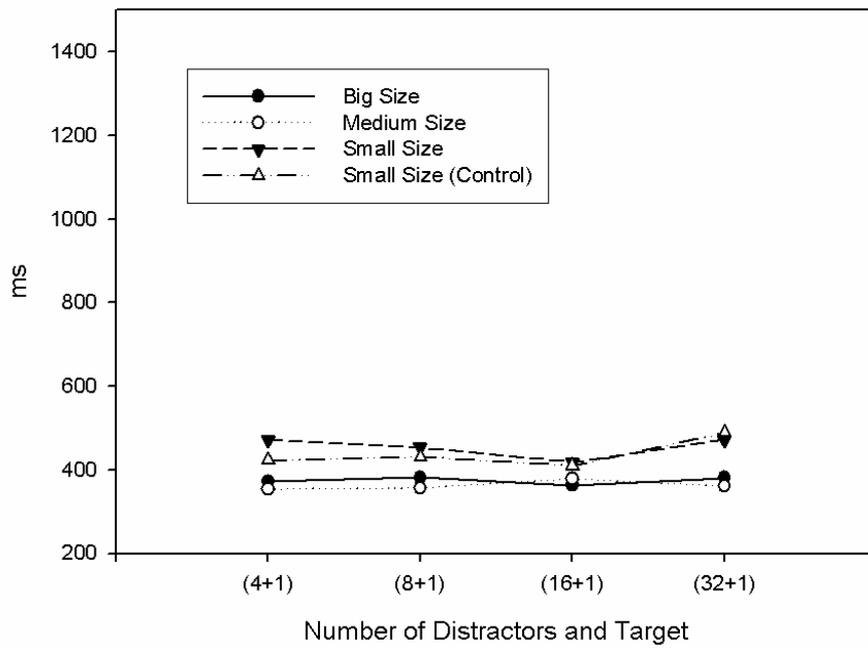


圖 3-2-2-2b 受試者二之平行搜尋圖形

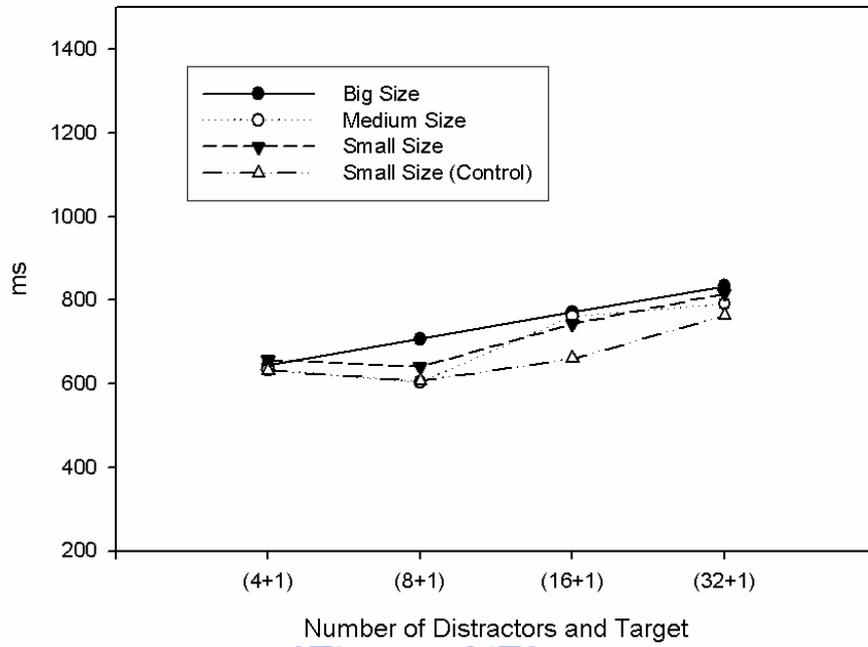


圖 3-2-2-3a 受試者三之序列搜尋圖形

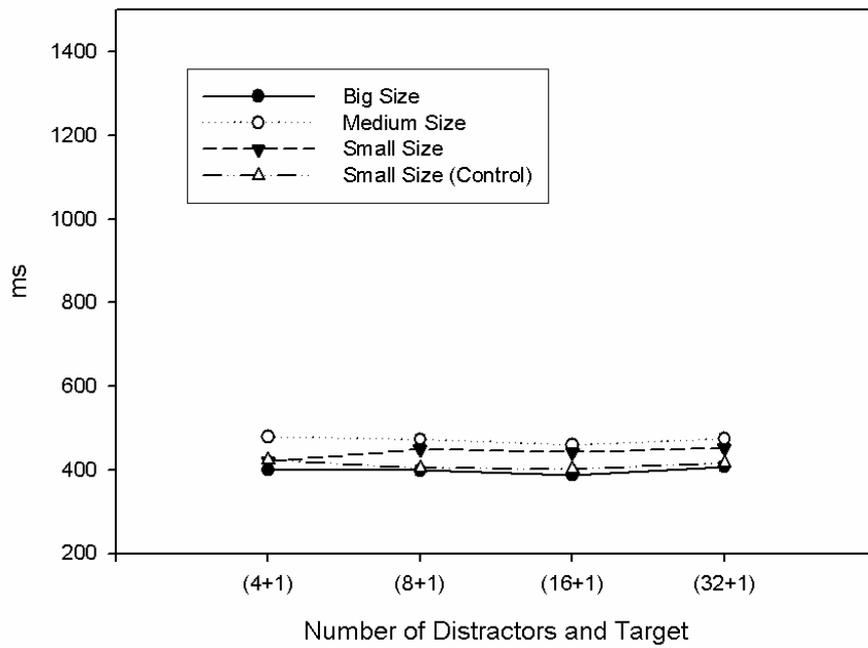


圖 3-2-2-3b 受試者三之平行搜尋圖形

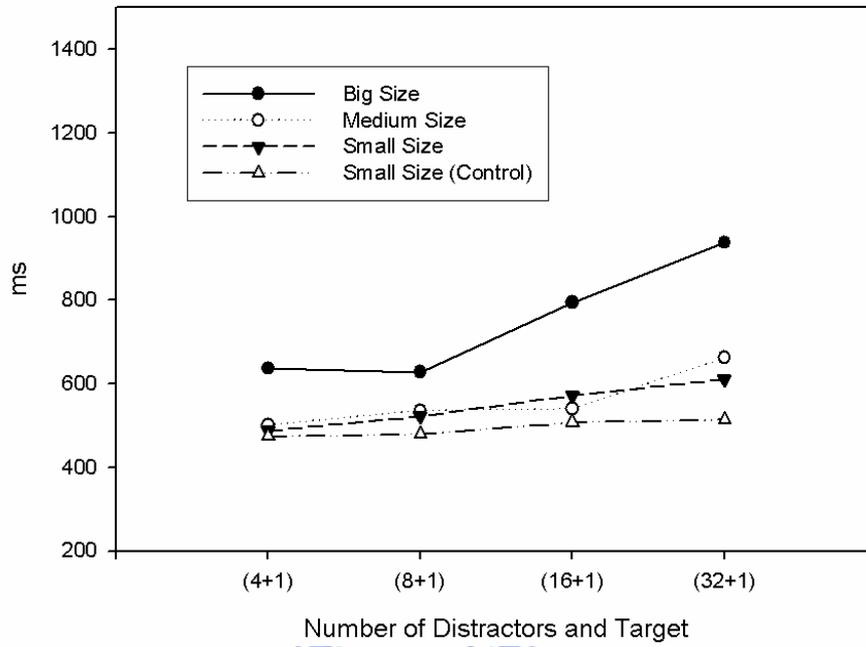


圖 3-2-2-4a 受試者四之序列搜尋圖形

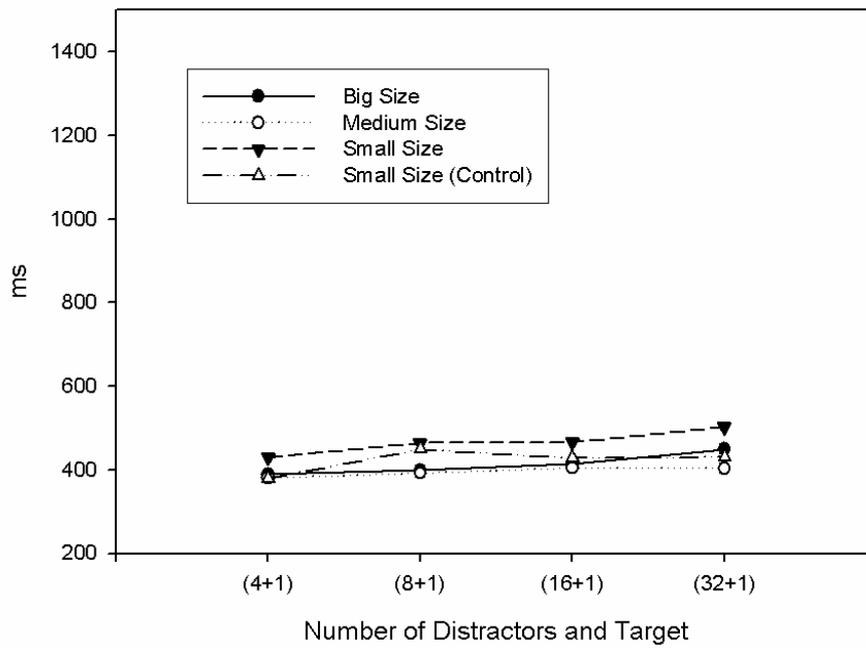


圖 3-2-2-4b 受試者四之平行搜尋圖形

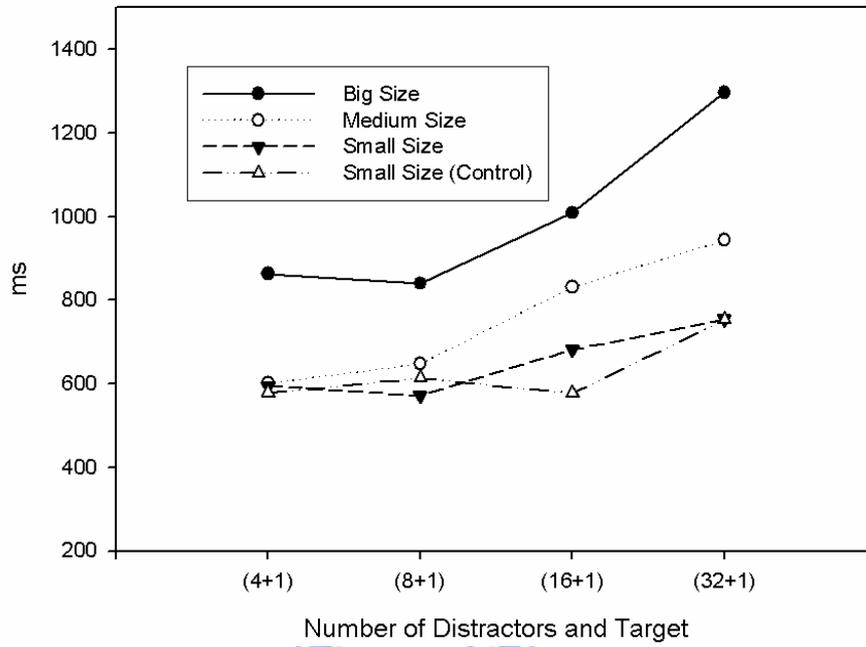


圖 3-2-2-5a 受試者五之序列搜尋圖形

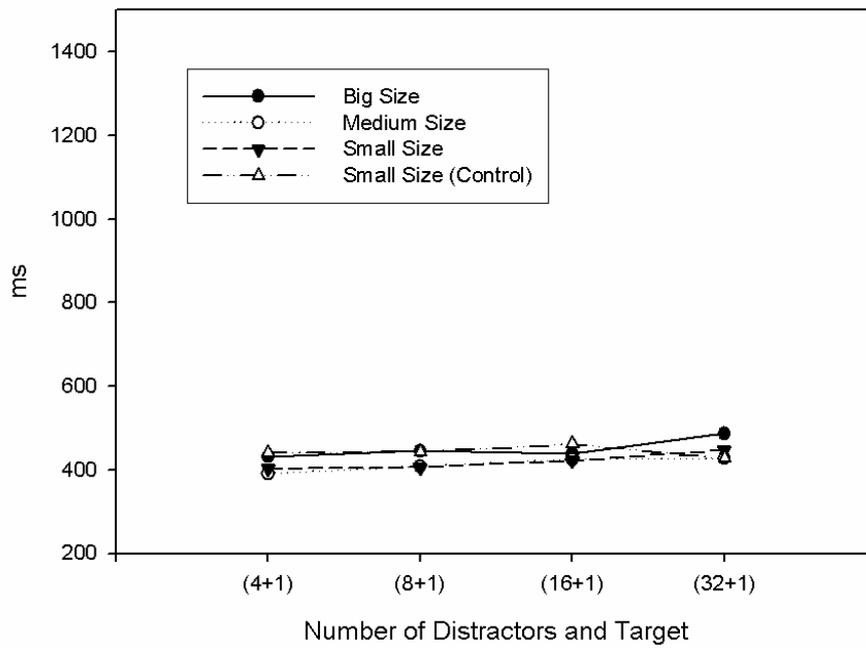


圖 3-2-2-5b 受試者五之平行搜尋圖形

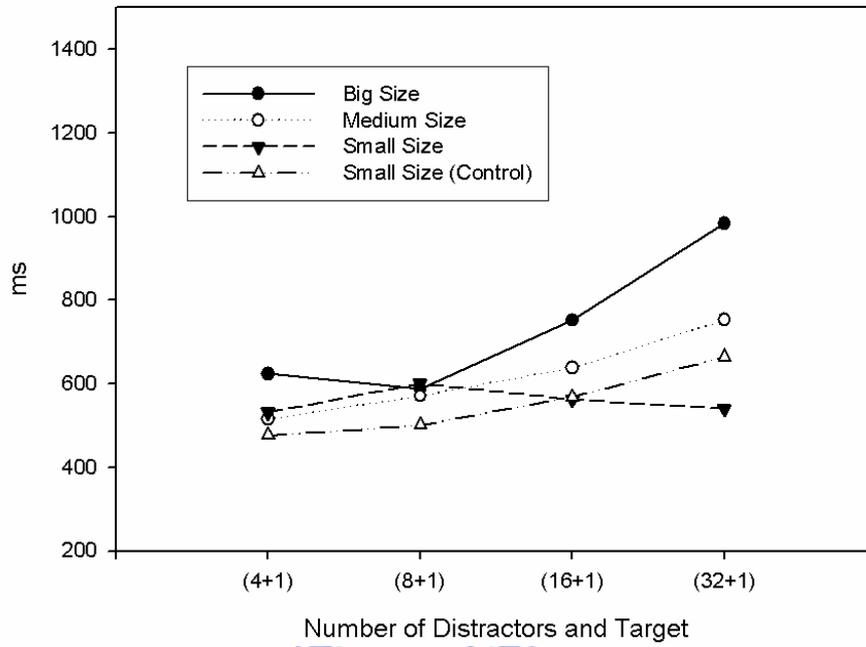


圖 3-2-2-6a 受試者六之序列搜尋圖形

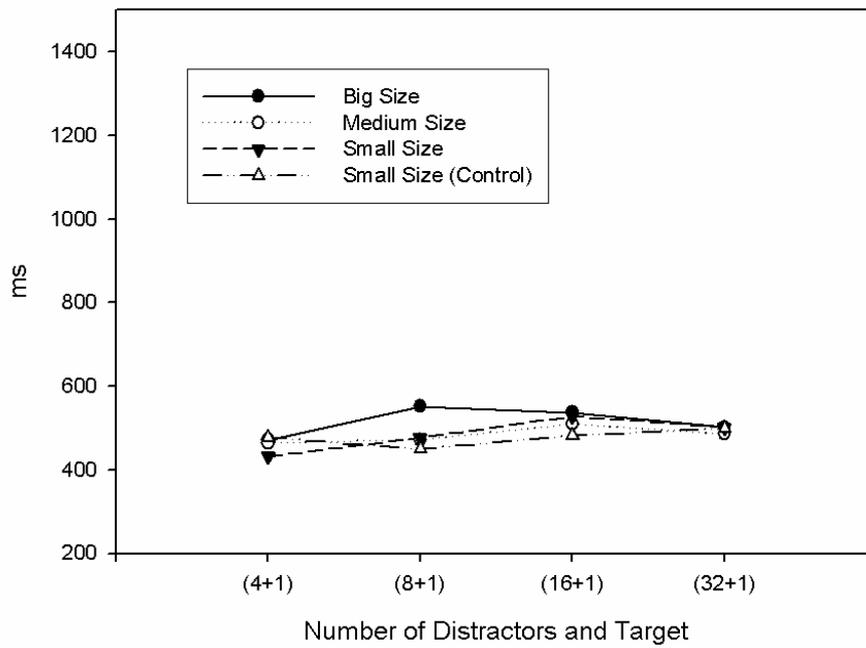


圖 3-2-2-6b 受試者六之平行搜尋圖形

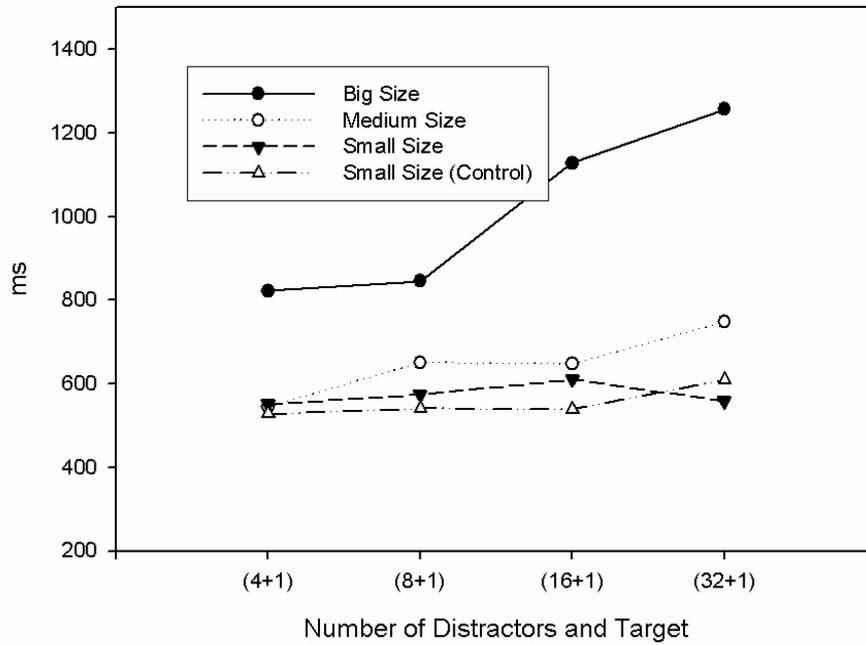


圖 3-2-2-7a 受試者七之序列搜尋圖形

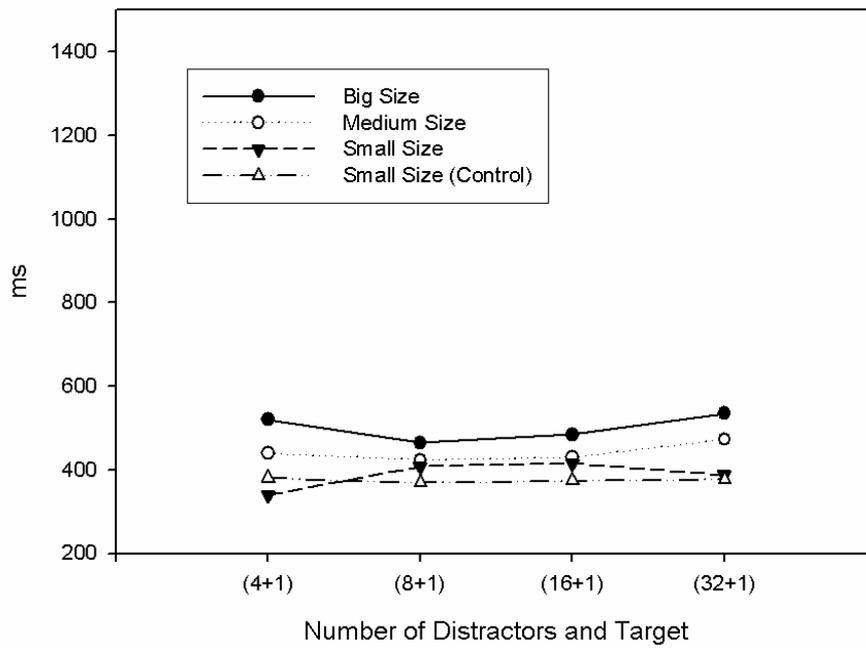


圖 3-2-2-7b 受試者七之平行搜尋圖形

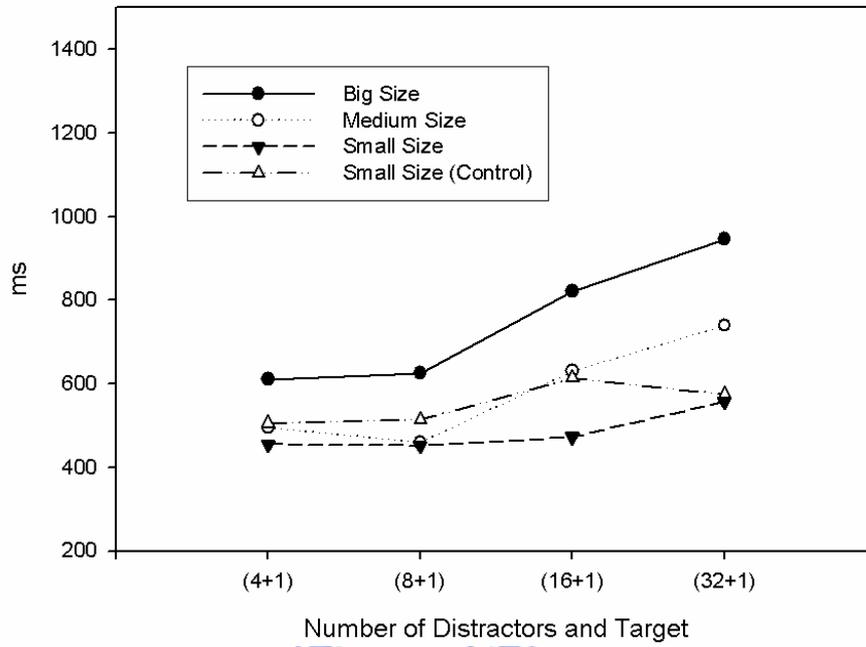


圖 3-2-2-8a 受試者八之序列搜尋圖形

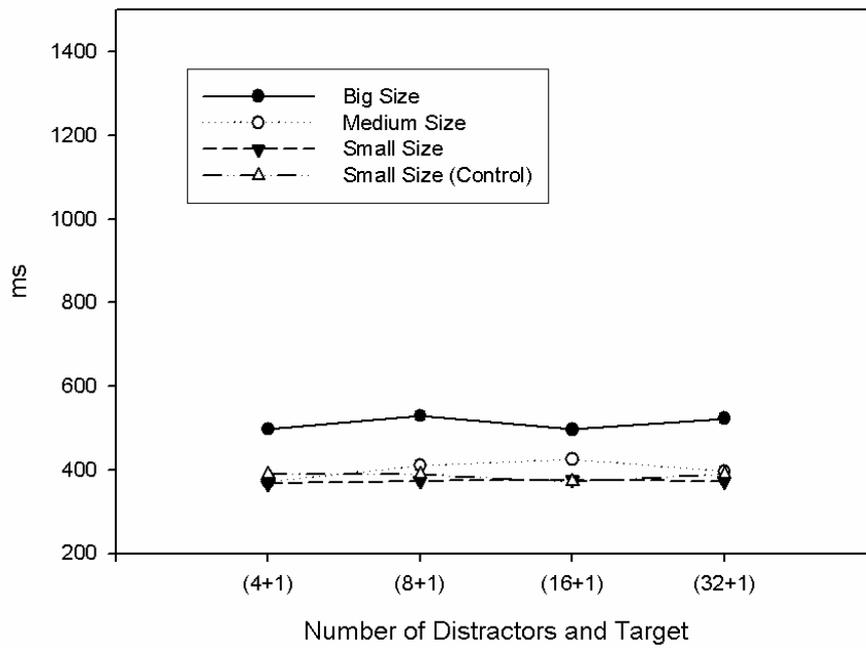


圖 3-2-2-8b 受試者八之平行搜尋圖形

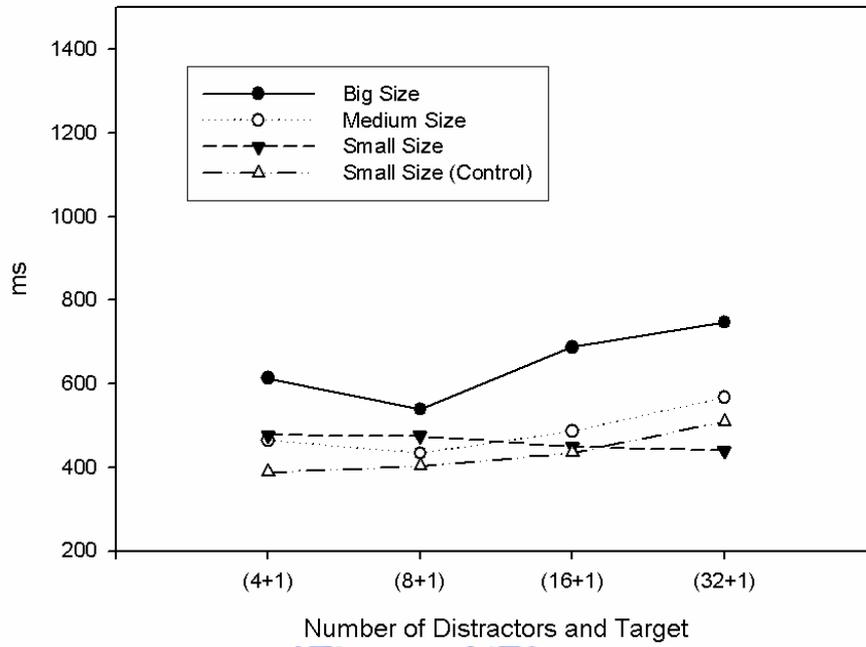


圖 3-2-2-9a 受試者九之序列搜尋圖形

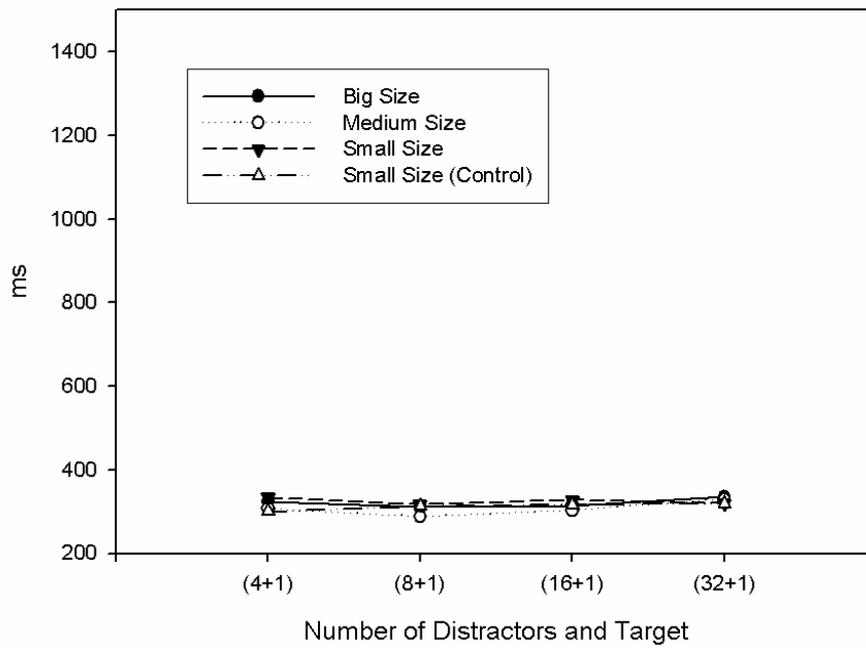


圖 3-2-2-9b 受試者九之平行搜尋圖形

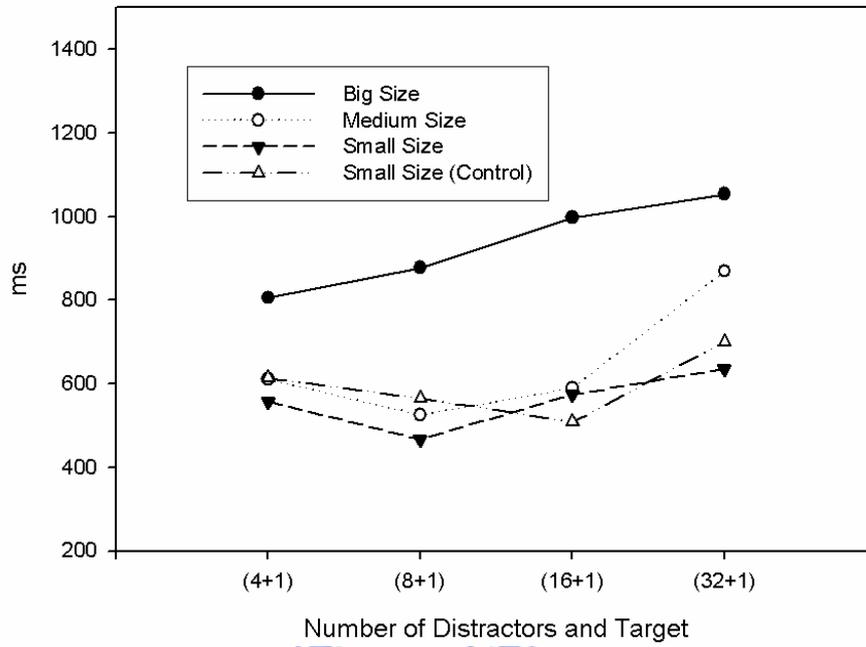


圖 3-2-2-10a 受試者十之序列搜尋圖形

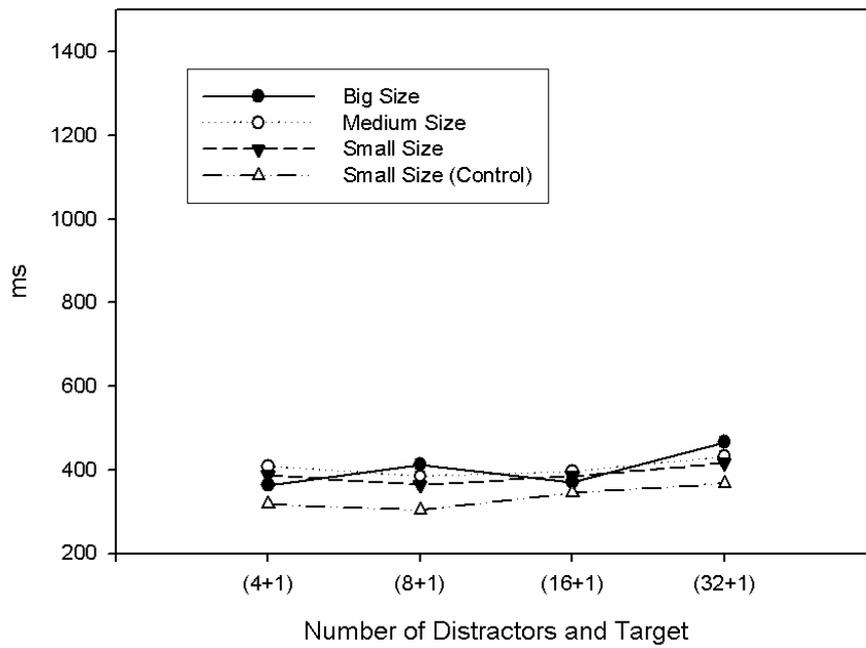


圖 3-2-2-10b 受試者十之平行搜尋圖形

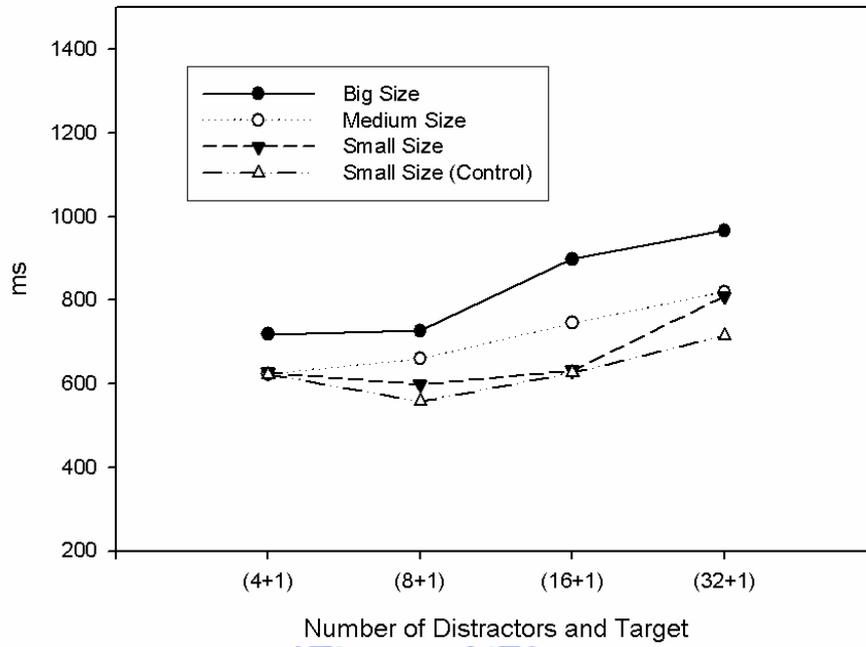


圖 3-2-2-11a 受試者十一之序列搜尋圖形

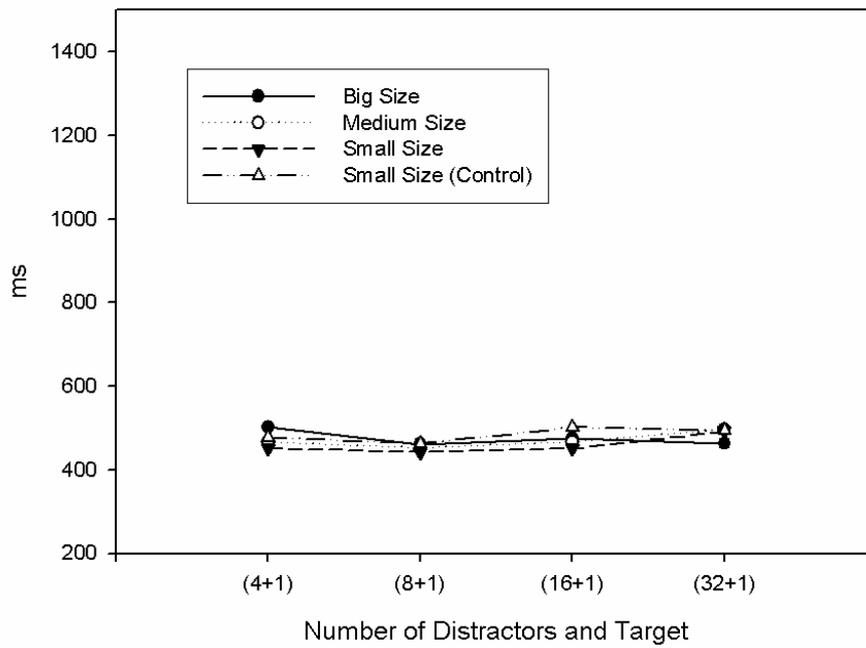


圖 3-2-2-11b 受試者十一之平行搜尋圖形

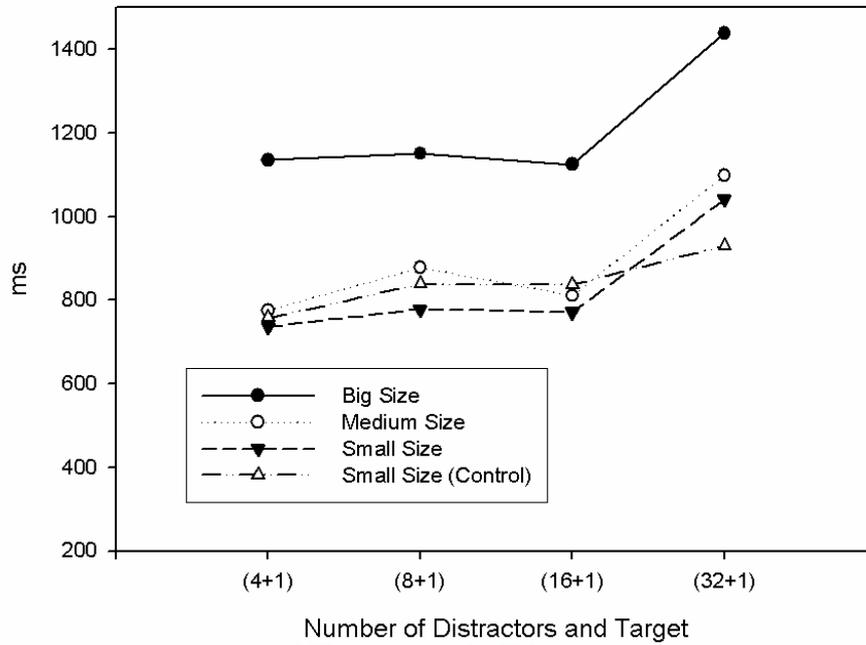


圖 3-2-2-12a 受試者十二之序列搜尋圖形

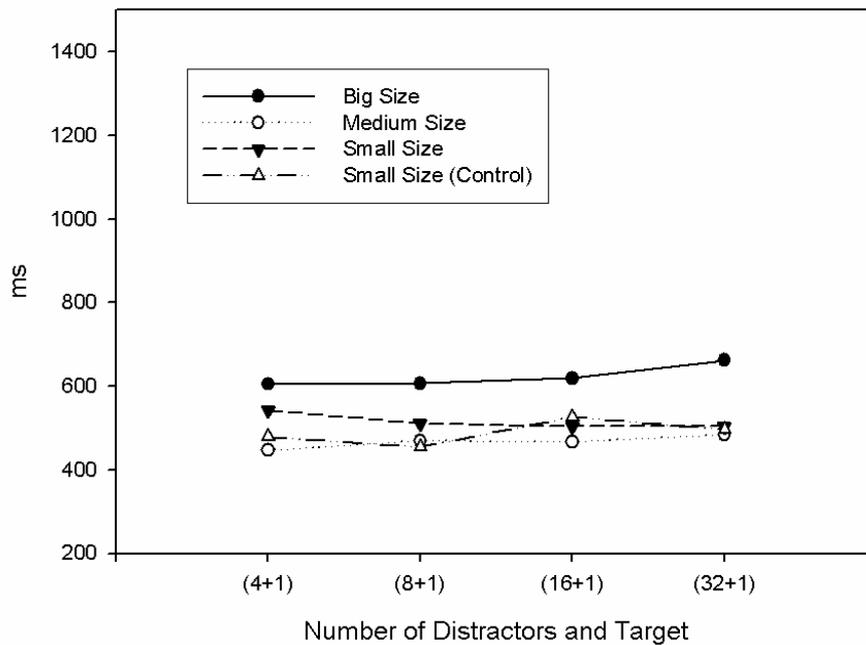


圖 3-2-2-12b 受試者十二之平行搜尋圖形

3.3 實驗二：距離控制組

3.3.1 實驗設計

距離控制組目的在為驗證距離因素並不會對實驗結果造成影響，因三組尺寸視角不同狀況下，須針對現有螢幕大小調整受試者距離位置，而造成遠近不一。受試者以相同小視角（ 16° 視角：寬 24 公分之 12 吋液晶螢幕與寬 36 公分之 17 吋液晶螢幕，分別距離 86 公分與 129 公分，可見範圍視角同為 16° ，可見目標物之視角同為 0.335° ），但目標距離不同，接受平行搜尋與序列搜尋共四次實驗，每次實驗各反應 160 次嘗試，其中干擾物+目標物分別為 4+1、8+1、16+1、32+1，各 30 次，剩下 40 次為無目標物（以避免受試者連續按鍵得到不正確數據），刺激物出現之位置為隨機出現。受試者需要以宏觀的視野，在第一反應時間觀察圖形，當有出現目標物時立即按下反應鍵，紀錄反應時間，以進一步驗證同樣視角下目標距離與反應時間之關係。

本對照實驗採用 $2 \times 2 \times 4$ 三因子完全受試者內設計，三個因子分別為 (1)距離螢幕遠近：受試者位置與目標距離分別為 86 公分、129 公分；(2)視覺搜尋：平行搜尋或序列搜尋；(3)刺激物（干擾物+目標物）數量：分別為 4+1、8+1、16+1、32+1。

本對照實驗共分為 4 小段實驗，分別為小視角序列搜尋、小視角平行搜尋、對照小視角序列搜尋、對照小視角平行搜尋。而前 2 小段實驗（小視角序列搜尋、小視角平行搜尋）同實驗組程序，故不重複施測，而以實驗組之數據作為統計分析。

3.3.2 實驗結果

本距離控制組數值同樣藉由 Tanova3 變異數暨趨勢分析程式進行變異數分析。

為去除猜測與失誤因素，所有反應時間數據，均依照刺激物數量分類，先行統計後剔除超過 2.5 個標準差外數值，再求其平均值。所得結果如表 3-3-2-1 所示。

表 3-3-2-1 距離控制組之各受試者平均數據表（單位：ms）

		序列搜尋				平行搜尋			
		(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)	(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)
1	小	420.5	424.2	535.4	550.9	377.9	361.4	393.9	425.8
	對	426.4	428.4	509.7	481.2	311.2	342.1	358.4	360.0
2	小	546.0	593.5	683.1	783.1	470.6	453.8	418.3	472.2
	對	524.9	593.3	655.6	792.4	422.5	430.8	409.4	487.7
3	小	656.4	640.7	743.0	816.0	420.7	449.1	442.1	451.9
	對	631.8	606.1	659.7	762.1	423.1	403.8	401.6	416.3
4	小	487.3	521.8	572.0	610.1	430.0	463.9	466.4	501.7
	對	473.1	479.0	507.4	513.6	379.7	448.4	428.2	430.3
5	小	594.0	571.2	681.2	753.8	402.0	406.1	421.7	447.4
	對	578.2	612.9	576.8	753.3	441.0	443.0	461.3	426.7
6	小	531.0	600.6	562.0	540.1	431.4	476.7	527.8	501.6
	對	475.9	500.6	568.4	663.9	477.5	449.4	482.1	498.1
7	小	550.9	574.1	610.0	558.2	339.5	407.9	415.1	387.0
	對	527.0	540.8	538.4	608.5	379.9	369.0	373.2	376.8
8	小	455.0	451.5	472.6	557.6	367.5	373.0	376.1	372.0
	對	504.8	514.0	612.4	574.3	389.2	388.4	371.2	389.5
9	小	476.4	475.2	448.5	439.6	333.1	317.2	327.6	319.4
	對	387.5	402.5	433.8	509.5	299.8	311.7	316.1	318.7
10	小	557.6	466.4	573.6	636.2	386.4	364.1	384.5	415.8
	對	613.2	564.9	508.2	700.0	316.5	303.0	344.7	367.3
11	小	627.0	597.8	631.9	809.1	451.3	442.2	450.7	492.3
	對	622.0	557.3	625.9	715.1	477.5	462.4	501.5	494.0
12	小	736.2	778.0	771.1	1041.7	542.5	511.0	503.4	503.5
	對	757.5	837.7	837.3	929.7	478.3	454.7	525.9	496.8

爲了確定距離因素並不會影響到實驗組的成果，將螢幕距離（D）因子帶入變異數分析，如表 3-3-2-2 得知（D）因子的兩個水準間並未具有顯著差異（ $F = 4.132$ ， $p = 0.0668 > 0.05$ ），也顯示螢幕距離（D）與視覺搜尋（B）以及螢幕距離（D）與刺激物數量（C）之間的交互作用均呈現不顯著（ $F = 0.172$ ， $p = 0.6859 > 0.05$ ； $F = 0.068$ ， $p = 0.9767 > 0.05$ ）。

故由此距離控制組實驗可得知，只要將視角控制為相同狀態，距離因素對反應時間與刺激物數量與作業範圍大小並不具顯著影響。

表 3-3-2-2 距離控制組之數據變異數分析表 (Summary Table of ANOVA)

因子	螢幕距離 (D)	視覺搜尋 (B)	數量 (C)
顯著程度	- (0.0668)	** (0.0000)	** (0.0000)
交互影響	D 與 B	B 與 C	D 與 C
顯著程度	- (0.6859)	** (0.0000)	- (0.9767)

註：- 代表 p 值大於 0.05，不顯著。

** 代表 p 值小於 0.01。

表 3-3-2-3 距離控制組之視覺搜尋 (B) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 (Interaction Effects of BC)

	顯著程度	p 值
C[B(序列)]	**	0.0000
C[B(平行)]		0.1396
B[C(4+1)]	**	0.0000
B[C(8+1)]	**	0.0000
B[C(16+1)]	**	0.0000
B[C(32+1)]	**	0.0000

註：** 代表 p 值小於 0.01。

第四章 綜合討論

4.1 各組實驗結果總覽

整體而言，本研究的結果顯示：一個序列或平行搜尋的作業，在不同大小的作業範圍中並不會改變其基本的序列或平行屬性，亦即縱使在大範圍的作業區，一個原本是平行搜尋的工作不會因此變成序列搜尋的結果，這對於設計者而言應該是好消息。然而序列搜尋的反應時間的確會被作業範圍大小影響，由圖 5-1-1 的整理可以看出作業視角每增加一倍，單位搜尋時間就約略增加 3.5 ms/item。而根據 Teichner 與 Krebs (1974) 提出，練習可加速反應時間，並促使使用者或操作者去除不相容之困擾，但在平行搜尋條件下，就算不經過練習，視角也並不會對反應時間造成影響 (圖 5-1-2)。所呈現的訊息只要不超過人類視野範圍，在簡單條件判斷下都不需擔心視角範圍對使用者的影響，反之，若作業性質屬於序列搜尋者，在大範圍時的應用則必須謹慎，以免造成使用者的過度負擔。

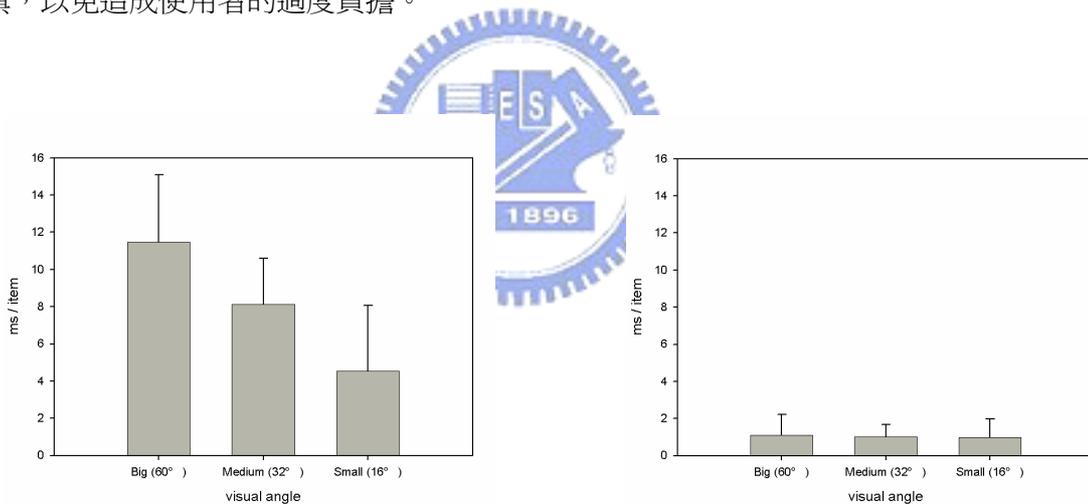


圖 4-1-1 不同視角情況下序列搜尋時間之比較

圖 4-1-2 不同視角情況下平行搜尋時間之比較

4.2 結果與應用

和本議題相關之應用，如目前日漸普及的汽車前擋抬頭顯示器 (head-up display)，使用者不須再承受以往小範圍的儀表板所造成閱讀不易，或分心低頭找尋前擋風玻璃外的資訊之窘境，設計者可將使用者需要之資訊以簡單方式直接呈現，以減輕負擔並可提升安全性。國內華納威秀戲院所引進之 IMAX 放映系統，號稱以全視野無死角播放影片，然而視播放的材料而異，觀賞者未必可以全盤接收到所有訊息。虛擬實境 (virtual reality) 應用於遊戲、建築、工業設計

之上已有多時，使用者戴上即時成像之頭盔或眼鏡，由於顯示幕距離眼睛相當近，所造成之視角同樣較傳統顯示器大。以上所提之種種實例，視野範圍均與傳統顯示模式不同，如何適當將資訊呈現，是必須思考之處。

本研究結果所透露的訊息，並不是建議設計師避免朝向大視野的方向進行設計，而是在視野相對擴大的同時，設計師構思此類大範圍的硬體設計或是視覺呈現，應該以全新的觀點來考慮使用者吸收的能力，重要且需要立即被處理的訊息，設計師必須適當選擇目標物的視覺特徵，以便使用者能以平行搜尋的方式偵測之。而無法利用基本特徵來定義的訊息，設計師則必須將使用者必須多花費的額外序列搜尋時間納入人機介面操作的考量。例如，大視角的電影，導演應從最初對於腳本的設定、運鏡掌握、取景等就加以重新思考，整部電影的視覺敘事方式必須改變，畢竟這是和傳統電影視角大為不同的呈現方式，希望被觀眾注意的訊息，應以容易被平行偵測出的方式呈現，避免被忽略，甚至造成反效果。

4.3 後續研究與建議



本研究所探討的注意力搜尋表現，僅僅是所有關於大範圍顯示裝置待驗證的問題之一而已，後續的研究可以往注意力的其他面向以及知覺問題作進一步的探討。

4.3.1 不同刺激圖形

在本研究實驗正式確定前，我們做了相當多次的前測；由圖形極度複雜的點陣照片至稍微簡單的向量圖形，分別以視角不同狀態呈現，但受試者反應相當極端，少部分受試者能快速選擇出不同之處（目標物），而大部分受試者反應時間過長，以致於無法正確評估。如此呈現出「地板效應」(flooring effect)而無法採用此類型實驗施測。所謂地板效應即正偏態且高峰成績分布，正偏態成績分布 (positivelyskewed distribution) 反映多數測驗試題太難，導致多數受試者得低分，無法有效區分低分群受試者。正確的施測數據分佈應是平闊峰的成績分布 (platykurtic distribution)，如此可反映測驗包含難度及鑑別度皆適中的試題，較能有效地區分整體受試群。

經過最後的考量，我們決定以傳統心理學的檢定方法，用簡單之平行與序列搜尋進行視角大小對反應時間的影響實驗。而後續研究可朝更具生態效度的方向進行，以日常生活中實際應

用場景易出現之圖形或看板等作為焦點方向，或是將圖形辨識之難易程度做程度分析後進行實驗。

4.3.2 受試者樣本選擇

由於時間和人力限制，本實驗 12 名受試者均為交大應藝所學生。而值得一提的是，根據 Wolfe (1998) 將歷年各心理學實驗室所針對注意力反應時間測得的數據，加以整理統計後發表，通常斜率「10」被當作兩種搜尋的分捩點，大於「10」代表序列搜尋，小於「10」代表平行搜尋。而本實驗之所有受試者不知何故，序列搜尋下平均之斜率除了在大視角（60°）狀況斜率有超過「10」外，於中（32°）小（16°）視角，斜率均未超過「10」，而且經過多次改變刺激圖形的反覆驗證均是如此，顯示參與本研究的受試者的視覺搜尋能力平均而言優於文獻中所報告的水準。由於本研究大多數的受試者有著豐富的電玩經驗，一個尚待驗證的可能性是電玩族群的視覺注意力反應可能比常人靈敏，此為有趣的猜測，值得進一步的研究確認。

除了本實驗的結果顯示出受試者的反應時間比文獻的紀錄為快之外，在許多心理學實驗當中也發現：年輕世代的注意力平均反應時間均較上一世代快，這並非代表人類在遺傳學上的進化現象，而是各個世代在經驗上有很大的差異所造成。或許針對此點，可以選擇年齡層分布更平均的受試者，使實驗結果更具客觀性。

4.3.3 不同視角與距離

在本實驗中，受試視角分別為 60°、32°與 16°，約略呈現倍數遞增，但對於超過 60°與小於 16°之視角，受限於場地和現有設備因素，並無更進一步實驗；而與螢幕之間的距離，也均在 150 公分以內，對於超過此距離之目標，也無研究。雖然在距離控制組實驗中驗證距離因素並不會對反應時間造成影響，但遠超過此範圍的因素，或許仍值得探討。

4.3.4 其他因素影響

儘管我們將眾多影響變項考慮在內，仍無法避免許多受試時產生的個體差異。而在本實驗

中受試的呈現均為白底黑字，並未將顏色影響考慮入內，或許將彩度加入後，會對實驗結果造成影響；而刺激物分佈密度，在本實驗中，由於刺激物出現範圍均為固定，導致刺激物數量增加時，密度相對提升，而刺激物數量減少時，密度相對稀疏，或許這些因素也將影響本研究討論結果，這些都是值得後續研究的探討方向。



第五章 參考文獻

中文部分

- Robert W. Bailey, 1995, 應用人因工程學, 林修如 譯, 第四章。台北：桂冠圖書, p.63。
- Steven K. Feiner, 2002, 擴增實境：虛擬與實境的無限延伸, 吳鴻 譯。台北：科學人雜誌。
- 朱滢, 2002, 實驗心理學。台北：五南。
- 陳一平, 1999, 視覺與認知－視覺知覺與視覺運動系統。台北：遠流出版社。
- 陳俊璋, 2000, 認知風格與使用者介面設計對注意力影響之研究。碩士論文：國立成功大學工業設計研究所。
- 陳學志、鄭昭明, 1999, 適用於認知心理學實驗室之變異數分析暨趨勢分析程式。台灣：應用心理研究, 第 1 期, p. 229-246。
- 張一岑, 2004, 人因工程學精華版, 第三章。台北：揚智文化公司, p.55-57。
- 葉素玲, 1999, 視覺與認知－視覺空間注意力。台北：遠流出版社。
- 劉英茂, 2000, 基本心理歷程。台北：文笙。



西文部份

- Broadbent, D. E., 1958, *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Deutsch, J. A. & Deutsch, D., 1963, Attention: some theoretical considerations. *Psychological Review*, Vol.70, p.80-90.
- Goldstein, E. B., 1999, *Sensation & Perception*. California: Brooks/Cole.
- Hick, W. E., 1952, On the rate of gain of information, *Quarterly J. Exp. Psychology*, Vol.4, p.11-26.
- HP CoolTown, <http://www.cooltown.com>.
- Kahneman, D., 1973, *Attention and Effort*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kantowitz, B. H. & Sorkin, R. D., 1983, *Human Factors: Understanding Prople-Systems Relationships*, Chapter 5, John Wiley & Sons, New York, USA.
- Kantowitz, B. H., 1989, The role of human information processing models in system development, *Processing of the Human Factors Society 33rd Annual Meeting*, p.979-983.
- Mark, S. S. & Ernest, J. M., 1992, *Human Factors in Engineering and Design*. New York:

McGraw-Hill.

Neisser, U., 1967, *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Proctor, R. W. & Zandt, T. Van., 1994, *Human Factors in Simple and Complex Systems*, Chapter 13, Allyn and Bacon, Boston, USA.

Telford, C. W., 1931, Refractory phase of voluntary and associativeresponses. *Journal of Experimental Psychology*, 14, p.1–35.

Treisman, A. M., 1960, Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol.12, p.242-248.

Treisman, A., & Gelade, G., 1980, A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, p.97–136.

Treisman, A., & Gormican, S., 1988, Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, p.15-48.

Teichner, W. H. & Krebs, J. M., 1974, Law of visual choice reaction time, *Psychological Rev.*, 81, p.75-98.

Wickens, C. D., 1984, Processing resources in attention, In: R.Parasuraman & R.Davies(Eds.), *Varieties of attention*, p.63-102, New York: Academic Press.

Wickens, C. D., 1987, Attention, *Pursue Aviation Research Laboratory*. University of Illinois, 61874.

Wickens, C. D., 1992, *Engineering psychology and human performance*. New York: HarperCollins Publishers.

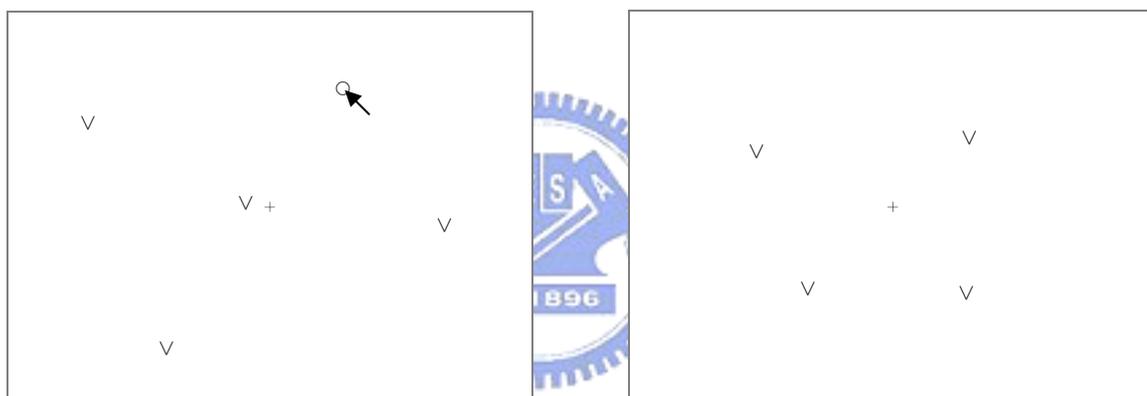
Wolfe, J. M., 1988, Visual Search. In: Pashler H., editor. *Attention*. London UK: University College London Press.

附錄一 實驗指導語

感謝您參與本次實驗受試，為避免浪費您寶貴的時間與取得錯誤無用的數據資料，請務必遵守以下實驗須知，謝謝。

實驗說明：

1. 每張圖形出現前為黑色預備畫面，若您準備好請按下『滑鼠中鍵』
2. 按下『滑鼠中鍵』1.0 秒後會出現圖形，請 宏觀 並以 最快 反應速度搜尋畫面中的圖形
3. 若畫面中 有 出現不同者，請立即按下『滑鼠左鍵』；
4. 若 沒有 出現不同者，請按下『滑鼠右鍵』。



有出現不同，請按左鍵。

無出現不同，請按右鍵。

注意事項：

1. 本實驗為求最快反應時間，請務必以最快速度作答。
2. 每張圖形轉換後，請重新將焦點放置於正中央十字點上（意即每次須從中心十字點開始尋找）。

附錄二 設計學報投稿版

作業範圍大小對視覺注意力之影響

葉士豪* 陳一平**

* 國立交通大學應用藝術研究所
e-mail:nick.aa92g@nctu.edu.tw

** 國立交通大學應用藝術研究所
e-mail:iping@cc.nctu.edu.tw

摘要

本研究之目的是探討視覺作業範圍（視角）大小對注意力之影響。我們採用視覺搜尋作業，包括平行搜尋與序列搜尋兩組情況，以三種大小倍增的視角範圍呈現不同數量刺激物，測量受試者反應之時間。並為確保各視角所得之數據不會因距離因素影響，另增設一距離控制組以相同視角不同距離狀況下施測。實驗結果顯示：在序列搜尋中，反應時間會隨刺激物數量增加而呈現線性提升，並且在視角越大情況下，單位項目所需的搜尋時間也愈長；而在平行搜尋中，反應時間並未隨視角與刺激物數量不同而有影響。且由距離控制組結果得知，距離遠近因素在相同視角下對反應時間與刺激物數量並不會造成影響。就以上實驗結果顯示，於序列搜尋時，作業範圍大小確實會影響所需反應時間。

關鍵字：視覺注意力，作業範圍，視覺搜尋，反應時間，應用人因工程

一、緒論

人類的視覺經驗深受視覺注意力好壞之影響，必須選擇並將有限的資源運用於處理特定的事物。視覺注意力會決定個體在一特定作業中反應時間的長短和反應正確率的高低，故反應時間和反應正確率是評量視覺注意力的重要參數。

注意力是認知心理學中非常受重視的議題，多年來在許多傑出學者的研究下，無論在理論或實徵資料上均累積了相當豐富的成果，但是過去關於視覺搜尋與注意力之研究，實驗環境均以傳統螢幕（CRT）大小為限，其視角約 15° 左右，對於超乎此視角範圍的大面積搜尋並無深入探討，故保守而言，實驗結果與後續應用也因而侷限於此。但隨科技日漸進步，許多更大範圍之呈現硬體出現，並廣為應用於日常生活，例如車用或航空用之抬頭顯示器（head-up display）、虛擬實境（virtual reality）、號稱視野無死角之 IMAX 電影放映系統等等，觀察視角均超過傳統之實驗視角許多，以致許多傳統實驗所測得之數據可能不敷使用。為了檢驗傳統以小視角範圍資料所建構的注意力理論是否適用於大範圍的顯示情境，本研究採用注意力研究中被使用得最廣泛、瞭解得最為徹底的視覺搜尋作業為例，比較在不同顯示範圍下作業者注意力表現的異同，期望檢討並拓展傳統注意力理論的適用範圍，以資設計工作者在考量人因工程問題時之依據。

二、文獻探討

2-1 視覺系統

2-1-1 視角與視域

視角 (visual angle) 是視覺目標的兩端與眼球的光學節點 (nodal point) 所形成的角度 (圖 1)，視角是以弧度表示 (1 弧度 = 60 弧分 = 3600 弧秒)，與目標物和眼的距離 (D) 與長度 (L) 有關：

$$\alpha = 2 \times \arctan (0.5 \times L \times D^{-1}) \quad (\text{單位：度})$$

視角小於 10 度時，可用下列近似公式表示：

$$\alpha = 57.3 \times L \times D^{-1} \quad (\text{單位：度})$$

視域 (Visual Field) 為雙眼 (靜態時) 可看見的區域 (圖 2)，視域亦以弧度表示大小，眼球僅對視域中心約 1 弧度之中心目標調整焦距，視域約可分為三區：

1. 中心目標 (明晰區)：1 弧度視角。
2. 中區：1 至 40 弧度視角。
3. 外區：40 至 70 弧度視角。

人眼無法看清中區物體，但可看見強烈對比與運動，外區為前額、鼻、頰所限制，外區內物體如不移動不太為人所注意。[1]

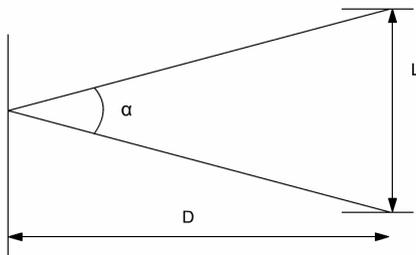


圖 1：視角

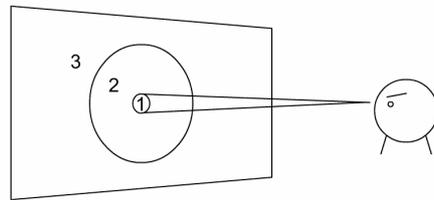


圖 2：視域

2-1-2 視覺範圍

所謂最大視覺範圍是指，若頭和眼保持不動，視野所及之區域。單眼視物時 (假定為右眼)，視覺範圍是右方 104 度，左方 60 至 70 度。若眼球允許轉動，則視覺範圍可擴大至左右各 166 度。當然，視覺範圍可藉頭部或身體的轉動，更進一步擴大。[2]

2-2 視覺訊息處理模式

2-2-1 注意力

任何外界的刺激都必須經由「知覺」階段傳遞訊息後，透過「認知」分析比較判斷，做出適

當決策進行「行動」，產生「反應」，圖 3 可以表示人類複雜資訊的處理模式 [3]。由圖 3 可以發現的一點是注意力是連結感覺與認知階段的重要橋樑，也由於注意力在視覺消息處理歷程所居的關鍵地位，使得注意力的研究不但在基礎的認知心理學，也在應用的人因工程學中備受重視。

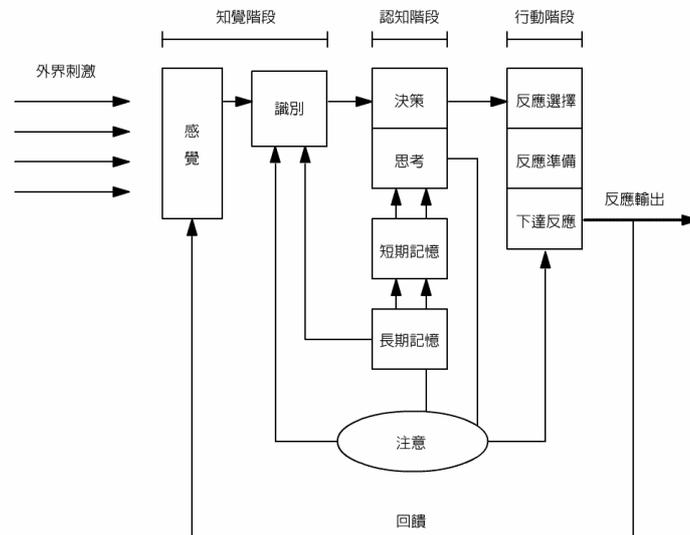


圖 3：人類複雜資訊的處理模式，改自 B. H. Kantowitz, 1989 [3]

Neisser 首先於 1967 年提出知覺歷程可被分為「前注意階段 (preattentive)」與「注意階段 (attentive)」 [4]。前注意階段是指注意力尚未作用之階段，以刺激引發反射，依照「相似性」、「位置接近」、「相似運動」等原則先約略區分不同物體。注意階段則為主動式，可以控制的。兩階段注意理論中最具影響力的為 Treisman 之特徵整合理論 (feature integration theory) [5, 6]，在此理論中，所有物理刺激均由前注意階段處理成不同之特徵圖譜 (feature map)，主動式注意力在位置圖譜中選擇並結合特徵。特徵圖譜的處理屬於前注意階段，而在位置圖譜上的選擇則屬於注意階段。以下所述之平行搜尋，便是前注意階段即可完成之作業，而序列搜尋則必須到達注意階段才能完成，詳細之介紹內容請參閱 [5] [7]。

2-2-2 視覺搜尋

視覺搜尋 (visual search) 作業，指在一群文字、數字或圖形中搜尋特定之目標物。通常目標物只有一個，呈現在數目不等的非目標物 (干擾物) 之間。若目標物與非目標物之差別需要注意力序列地逐一掃描每一物體才能偵測出差別，則非目標物數量越多，搜尋到目標物所須之時間越長，因此反應時間與刺激總數之函數必定為一斜率大於零之直線，如此稱為「序列搜尋」。反之，若目標物與非目標物之差別在前注意階段便可看出，則此函數則會為一斜率等於或近似於零之直線，意即非目標物數量多寡並不會影響反應時間的快慢，如此稱為「平行搜尋」，如圖 4a 與 4b 所示 [7]。

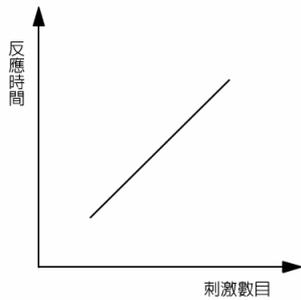


圖 4a：序列搜尋下斜率示意圖

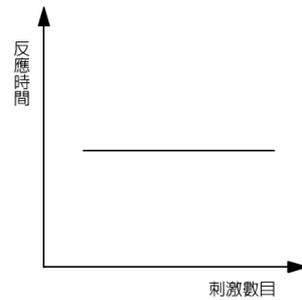


圖 4b：平行搜尋下斜率示意圖

2-2-3 反應時間

反應時間是心理實驗中最早也是應用最廣的反應變項之一。最早將反應時間應用於心理學實驗的是荷蘭生理學家 F. C. Donders，而心理學家 Wundt 也於 1879 年指出 Donders 的計算心理時間方法為研究心理實驗的有效方法 [8]。

人對於刺激的反應過程參考圖 5 可分為以下三種：(A) 簡單反應、(B) 選擇反應、(C) 分辨反應。

- (A) 簡單反應：給予受試者單一刺激訊號，要求立即對刺激做單一反應。
- (B) 選擇反應：要求受試者從多項刺激訊號中，做出事先規範之多項相對應反應。
- (C) 分辨反應：要求受試者從多項刺激訊號中，只對某一項事先規範之對應反應。

由 A、B、C 三種反應，可求出不同過程所需之時間：

- (A) 簡單反應時間 = 神經傳導
- (B) 選擇反應時間 = 神經傳導 + 刺激辨識 + 反應選擇
- (C) 分辨反應時間 = 神經傳導 + 刺激辨識

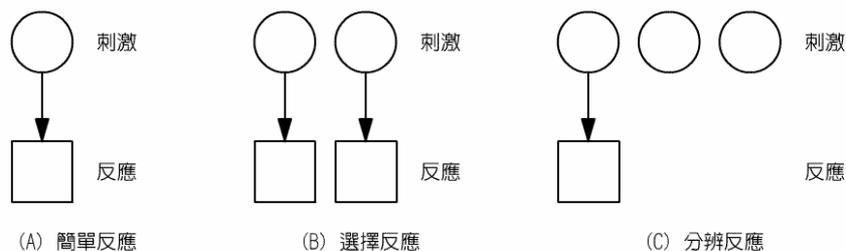


圖 5：反應時間之模式，改自 Kantowitz & Sorkin, 1983 [8]

選擇反應時間與刺激數目有關，W. E. Hick 曾探討兩者之間的定量關係 [9]，並提出反應時間與刺激數目的對數成正比，公式如下：

$$RT = a + b \log_2 (N) \dots\dots\dots (1)$$

RT 為反應時間，a、b 為常數，N 為刺激數量。因此，也可以說簡單反應 (A) 即為平行搜尋，分辨反應 (C) 則為序列搜尋。

三、研究方法

本研究分為兩組主要實驗：實驗組與距離控制組，以測量反應時間之方式來評估注意力對於作業範圍大小與刺激物數量的相互關係。茲介紹如下：

3-1 實驗組

3-1-1 實驗說明

本實驗主要目的是想藉由不同視覺作業範圍大小測量對搜尋作業中的反應時間是否有影響。受試者分別以大中小三種不同視角（ 60° 、 32° 、 16° ）接受平行搜尋（干擾物：V，目標物：O）與序列搜尋（干擾物：T，目標物：L）共六種實驗類別（圖形範例如圖 6、圖 7），每類別包含 160 次嘗試，其中干擾物+目標物的數量分別為 4+1、8+1、16+1、32+1，計有 4 種水準，每種水準的嘗試次數各 30 次，另外還有 40 次為無目標物（以避免受試者連續按鍵得到不正確數據）的情況，無目標物的情況並不納入資料分析，干擾物與目標物出現之位置為隨機出現。受試者需要以宏觀的視野，在第一反應時間觀察畫面，當有出現目標物時立即按下反應鍵，紀錄反應時間，以進一步驗證作業範圍大小與反應時間之關係。

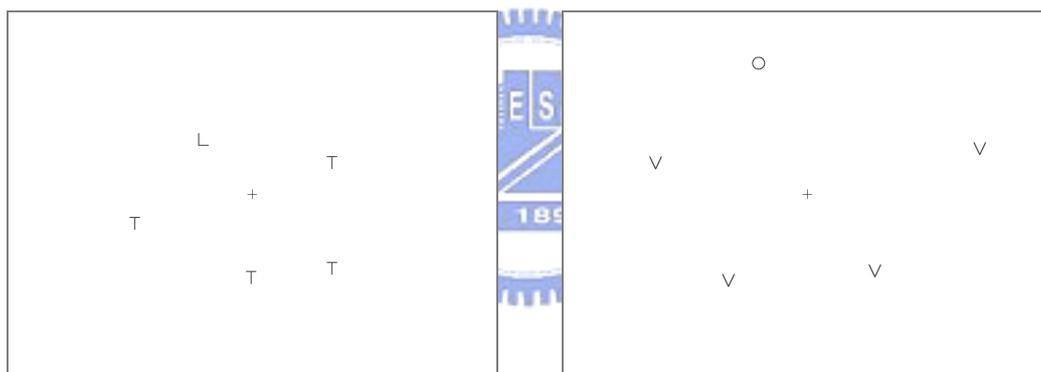


圖 6：序列搜尋(4+1)圖形範例

圖 7：平行搜尋(4+1)圖形範例

3-1-2 受試者

12 名國立交通大學應用藝術研究所學生參與本實驗，所有受試者視力均正常或矯治後達 1.0 正常視力水準。受試者參與本實驗後均贈與小禮物以茲答謝。

3-1-3 實驗設計

本實驗採用 $3 \times 2 \times 4$ 之三因子完全受試者內設計，三個因子分別為 (1) 作業範圍大小：由受試者位置與目標距離分別計算出約略倍數視角 60° 、 32° 、 16° ；(2) 視覺搜尋：平行搜尋或序列搜尋；(3) 刺激物（干擾物+目標物）數量：分別為 4+1、8+1、16+1、32+1。

所有實驗都是以 Neurobehavioral Systems Presentation (version 0.71 Build 09.24.03) 程式撰寫施測完成，以 IBM X31 2672-IGV Notebook, P4 1.2G, 256MB RAM, ATI Mobility RADEON 顯示晶片搭配三種不同尺寸螢幕（ 60° 視角：單槍投影機投影至寬 173 公分之 87 吋布幕，距離 150 公分，以下簡稱為大視角； 32° 視角：寬 36 公分之 17 吋液晶螢幕，距離 62 公分，以下簡稱為中視角； 16° 視角：寬 24 公分之 12 吋液晶螢幕，距離 86 公分，以下簡稱為小視角）呈現，

在這三種呈現視角中目標物之視角分別為 1.375° 、 0.646° 、 0.335° 。

本實驗共分為 6 小段實驗，分別為大視角序列搜尋、大視角平行搜尋、中視角序列搜尋、中視角平行搜尋、小視角序列搜尋、小視角平行搜尋。

3-1-4 實驗程序

所有受試者都是個別施測，每個人接受上述 6 段實驗的順序為隨機打亂，每段實驗內刺激物數量的各水準以區段隨機方式決定順序。受試時間也維持單次不超過 8 分鐘為上限分段施測，避免疲勞效果的干擾。受試者在看完電腦所呈現的指導語後，主試者先進行例題示範，再次解釋整個實驗程序，並讓受試者進行練習操作至熟悉按鍵方法。

每一小段實驗需時約 8 分鐘，6 小段實驗共需約 48 分鐘，每一小段實驗之間，均讓受試者休息約 3 分鐘。

每段小實驗共有 160 次嘗試，每次嘗試出現間均間隔 1 秒，並出現一提示畫面，待受測者確認按鍵後 1 秒，再出現下一張受試畫面，以確保不會發生連續習慣按鍵的錯誤情況。

當受測圖形出現後，受測者須用最快反應速度，以宏觀視野觀察整個畫面，搜尋出目標物，並按鈕反應（在此設定為滑鼠左鍵），若無目標物，則按滑鼠右鍵。若反應正確則不會出現錯誤提示音，反應錯誤則會出現錯誤提示音，並且此數據不列入統計範圍。每張畫面出現前受試者都須將視現焦點重新放置於畫面中央十字線上。程序如圖 8。

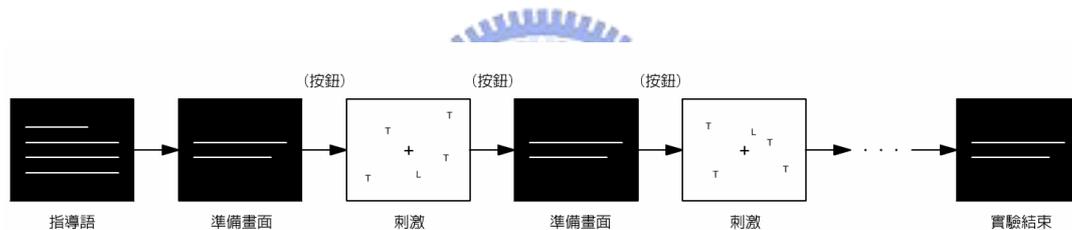


圖 8：實驗進行之程序

3-2 距離控制組

3-2-1 實驗說明

距離控制組目的在為驗證距離因素並不會對實驗結果造成影響，因三組尺寸視角不同狀況下，須針對現有螢幕大小調整受測者距離位置，而造成遠近不一。受試者以相同小視角 (16°) 但目標距離不同，接受平行搜尋與序列搜尋共四次實驗，每次實驗各反應 160 次嘗試，其中干擾物+目標物分別為 4+1、8+1、16+1、32+1，各 30 次，剩下 40 次為無目標物（以避免受試者連續按鍵得到不正確數據），刺激物出現之位置為隨機出現。受試者需要以宏觀的視野，在第一反應時間觀察圖形，當有出現目標物時立即按下反應鍵，紀錄反應時間，以進一步驗證同樣視角下目標距離與反應時間之關係。

3-2-2 受試者

同實驗組，計有 12 名國立交通大學應用藝術研究所學生參與本實驗。

3-2-3 實驗設計

本對照實驗採用 $2 \times 2 \times 4$ 三因子完全受試者內設計，三個因子分別為 (1)距離螢幕遠

近：受試者位置與目標距離分別為 86 公分、129 公分；(2) 視覺搜尋：平行搜尋或序列搜尋；(3) 刺激物（干擾物+目標物）數量：分別為 4+1、8+1、16+1、32+1。

所有實驗同樣以 Neurobehavioral Systems Presentation (version 0.71 Build 09.24.03) 程式撰寫施測完成，以 IBM X31 2672-IGV Notebook, P4 1.2G, 256MB RAM, ATI Mobility RADEON 顯示晶片搭配寬 24 公分之 12 吋液晶螢幕與寬 36 公分之 17 吋液晶螢幕，分別距離 86 公分與 129 公分，可見範圍視角同為 16° ，可見目標物之視角同為 0.335° 。

本對照實驗共分為 4 小段實驗，分別為小視角序列搜尋、小視角平行搜尋、對照小視角序列搜尋、對照小視角平行搜尋。

3-2-4 實驗程序

所有受試者都是個別施測，刺激順序的控制方式與實驗組相同，受試時間也維持單次不超過 8 分鐘為上限分段施測，避免疲倦。在看完電腦所呈現的指導語後，主試者先進行範例，再次解釋整個實驗程序，並讓受試者進行練習操作至熟悉按鍵方法。

每一小段實驗所需約 8 分鐘，一共 4 小段實驗共需約 32 分鐘，每一小段實驗之間，均讓受試者休息約 3 分鐘。

每段小實驗共有 160 次嘗試，每次嘗試出現間均間隔 1 秒，並出現一提示畫面，待受測者確認按鍵後 1 秒，再出現下一張受試畫面，以確保不會發生連續按鍵的錯誤情況。

當受測圖形出現後，受測者須用最快反應速度，以宏觀視野觀察整個畫面，搜尋出目標物，並按鈕反應（在此設定為滑鼠左鍵），若無目標物，則按滑鼠右鍵。若反應正確則不會出現錯誤提示音，反應錯誤則會出現錯誤提示音，並且此數據不列入統計範圍。每張畫面出現前受試者都須將視現焦點重新放置於畫面中央十字線上。

四、研究結果與討論

4-1 實驗組結果與討論

陳學志與鄭昭明（1999）提供了一套專為心理學實驗使用之變異數分析暨趨勢分析程式 Tanova [10]，由於大多數實驗結果均以相似之統計程序進行，只要將資料以特定格式輸入即可立即獲得結果，本實驗之資料分析均使用 Tanova3 做變異數分析。

為去除猜測與失誤因素，所有反應時間數據，均依照刺激物數量分類，先行統計後剔除超過 2.5 個標準差外的極端數值，再求其餘數值之平均。所得到數據如表 1 所示。

表 1：實驗組之各受測者平均數據表（單位：ms）

		序列搜尋				平行搜尋			
		(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)	(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)
1	大	547.8	545.9	642.6	977.8	340.0	321.5	364.9	387.6
	中	456.1	463.4	491.3	614.5	353.9	400.7	374.5	443.1
	小	420.5	424.2	535.4	550.9	377.9	361.4	393.9	425.8
2	大	634.6	707.6	779.7	892.9	372.3	381.4	363.2	380.2
	中	552.6	639.3	712.2	858.3	353.6	356.9	378.2	361.1
	小	546.0	593.5	683.1	783.1	470.6	453.8	418.3	472.2
3	大	644.0	707.4	770.2	833.6	399.5	398.5	387.5	407.2

	中	632.8	603.3	761.3	791.1	478.5	472.6	459.7	474.4
	小	656.4	640.7	743.0	816.0	420.7	449.1	442.1	451.9
	大	636.5	627.3	794.0	938.2	388.5	399.2	414.0	449.1
4	中	501.5	536.1	540.1	662.1	379.9	391.8	404.1	402.5
	小	487.3	521.8	572.0	610.1	430.0	463.9	466.4	501.7
	大	863.4	839.7	1008.4	1297.2	431.0	444.9	438.4	486.5
5	中	600.9	647.2	831.1	943.2	390.8	407.4	425.6	426.4
	小	594.0	571.2	681.2	753.8	402.0	406.1	421.7	447.4
	大	623.9	587.2	751.7	983.4	470.7	551.3	536.9	501.4
6	中	515.2	570.7	638.0	752.5	464.9	472.1	509.1	485.5
	小	531.0	600.6	562.0	540.1	431.4	476.7	527.8	501.6
	大	821.7	846.0	1127.9	1256.4	520.1	464.8	484.2	534.4
7	中	544.8	650.9	647.6	748.4	438.7	423.7	429.4	472.8
	小	550.9	574.1	610.0	558.2	339.5	407.9	415.1	387.0
	大	610.0	625.6	821.3	945.7	497.0	529.0	496.7	521.8
8	中	494.7	459.7	629.7	739.1	371.3	409.6	424.7	395.8
	小	455.0	451.5	472.6	557.6	367.5	373.0	376.1	372.0
	大	612.8	538.7	687.4	746.8	322.9	311.0	314.6	334.9
9	中	464.9	433.7	486.3	566.9	306.7	287.9	303.3	330.8
	小	476.4	475.2	448.5	439.6	333.1	317.2	327.6	319.4
	大	805.5	878.0	997.1	1053.3	363.0	412.0	370.5	466.2
10	中	610.5	524.7	590.0	869.0	408.1	384.8	395.9	431.3
	小	557.6	466.4	573.6	636.2	386.4	364.1	384.5	415.8
	大	718.3	726.9	897.8	966.8	502.0	460.7	474.2	462.8
11	中	623.2	659.1	744.7	820.2	466.7	452.6	467.5	495.8
	小	627.0	597.8	631.9	809.1	451.3	442.2	450.7	492.3
	大	1134.9	1150.9	1124.9	1439.1	605.1	606.3	618.6	661.6
12	中	775.6	877.0	810.6	1098.3	446.2	469.5	467.2	483.3
	小	736.2	778.0	771.1	1041.7	542.5	511.0	503.4	503.5

將所有數據依照十二位受測者分別繪出反應時間與刺激物數量關係圖（見附錄），即可約略看出於序列搜尋時，反應時間明顯隨刺激物數量增加而提升，而平行搜尋時卻無明顯相對關係。由實驗組之三因子變異數分析（見表 2）顯示：作業範圍大小具有相當顯著的主要效果（ $F = 23.802, p = 0.0000 < 0.05$ ），刺激物數量多寡也同時具有顯著效果（ $F = 87.112, p = 0.0000 < 0.05$ ），另外平行與序列搜尋也具顯著效果（ $F = 107.278, p = 0.0000 < 0.05$ ），而此差異也早已被 Treisman 等人證實 [5]，故不贅述。此外，三因子之間的交互影響也均達到顯著差異（ $F = 53.101, p = 0.0000 < 0.05$ ； $F = 64.757, p = 0.0000 < 0.05$ ； $F = 8.135, p = 0.0000 < 0.05$ ）。

表 2：實驗組之數據變異數分析表（Summary Table of ANOVA）

因子	作業範圍 (A)	視覺搜尋 (B)	刺激物數量 (C)
顯著程度	** (0.0000)	** (0.0000)	** (0.0000)
交互影響	A 與 B	B 與 C	A 與 C
顯著程度	** (0.0000)	** (0.0000)	** (0.0000)

註：** 代表 p 值小於 0.01

對 (A) 因子 (作業範圍) 作杜凱式 (Tukey) 事後比較之結果列於表 3, 大視角範圍和中小視角範圍均達到顯著差異; 趨勢分析表 4 顯示: 一次線性走向呈現強烈顯著, 二次曲線呈現顯著。而 (C) 因子 (干擾物+目標物) 杜凱式事後比較結果列於表 5, 除了刺激物(4+1)與(8+1)之間無顯著差異外, 其餘數量之間均具有顯著差異; 趨勢分析表 6 顯示: 一次線性走向與二次曲線均呈現強烈顯著。作業範圍 (A) 與視覺搜尋 (B) 因子交互影響表 7, 與作業範圍 (A) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 8 整體而言顯示: 唯有在平行搜尋作業下, 視角大小和刺激物數量無關聯外, 其餘均呈現顯著差異。

本實驗將重點設定於探討作業範圍大小與反應時間之影響, 而根據以上實驗數據檢定後發現, 作業範圍越大, 序列搜尋下所需反應時間也相對增加, 反之亦同。

表 3: 實驗組之作業範圍 (A) 因子杜凱式事後比較表 (Tukey Test for A)

	大	中	小
大		**	**
中			
小			

註: ** 代表 p 值小於 0.01。

表 4: 實驗組之作業範圍 (A) 因子趨勢分析表 (Trend Analysis for A)

	一次線性	二次曲線	三次立方
p 值	**	*	

註: ** 代表 p 值小於 0.01。

* 代表 p 值小於 0.05。

表 5: 實驗組之刺激物數量 (C) 因子杜凱式事後比較表 (Tukey Test for C)

	(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)
(4+1)				
(8+1)				
(16+1)	**	**		
(32+1)	**	**	**	

註: ** 代表 p 值小於 0.01。

表 6: 實驗組之刺激物數量 (C) 因子趨勢分析表 (Trend Analysis for C)

	一次線性	二次曲線	三次立方
p 值	**	**	

註: ** 代表 p 值小於 0.01。

表 7: 實驗組之作業範圍 (A) 與視覺搜尋 (B) 因子交互影響表 (Interaction Effects of AB)

	顯著程度	p 值
B[A(大)]	**	0.0000
B[A(中)]	**	0.0000
B[A(小)]	**	0.0000
A[B(序列)]	**	0.0000
A[B(平行)]		0.4695

註: ** 代表 p 值小於 0.01。

表 8：實驗組之作業範圍 (A) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 (Interaction Effects of AC)

	顯著程度	p 值
C[A(大)]	**	0.0000
C[A(中)]	**	0.0000
C[A(小)]	**	0.0000
A[C(4+1)]	**	0.0000
A[C(8+1)]	**	0.0000
A[C(16+1)]	**	0.0000
A[C(32+1)]	**	0.0000

註：** 代表 p 值小於 0.01。

4-2 距離控制組結果與討論

本距離控制組數值同樣藉由陳學志與鄭昭明所發表之 Tanova3 變異數暨趨勢分析程式進行變異數分析。

為去除猜測與失誤因素，所有反應時間數據，均依照刺激物數量分類，先行統計後剔除超過 2.5 個標準差外數值，再求其平均值。所得結果如表 9 所示。

表 9：距離控制組之各受測者平均數據表 (單位：ms)

		序列搜尋				平行搜尋			
		(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)	(4+1)	(8+1)	(16+1)	(32+1)
1	小	420.5	424.2	535.4	550.9	377.9	361.4	393.9	425.8
	對	426.4	428.4	509.7	481.2	311.2	342.1	358.4	360.0
2	小	546.0	593.5	683.1	783.1	470.6	453.8	418.3	472.2
	對	524.9	593.3	655.6	792.4	422.5	430.8	409.4	487.7
3	小	656.4	640.7	743.0	816.0	420.7	449.1	442.1	451.9
	對	631.8	606.1	659.7	762.1	423.1	403.8	401.6	416.3
4	小	487.3	521.8	572.0	610.1	430.0	463.9	466.4	501.7
	對	473.1	479.0	507.4	513.6	379.7	448.4	428.2	430.3
5	小	594.0	571.2	681.2	753.8	402.0	406.1	421.7	447.4
	對	578.2	612.9	576.8	753.3	441.0	443.0	461.3	426.7
6	小	531.0	600.6	562.0	540.1	431.4	476.7	527.8	501.6
	對	475.9	500.6	568.4	663.9	477.5	449.4	482.1	498.1
7	小	550.9	574.1	610.0	558.2	339.5	407.9	415.1	387.0
	對	527.0	540.8	538.4	608.5	379.9	369.0	373.2	376.8
8	小	455.0	451.5	472.6	557.6	367.5	373.0	376.1	372.0
	對	504.8	514.0	612.4	574.3	389.2	388.4	371.2	389.5
9	小	476.4	475.2	448.5	439.6	333.1	317.2	327.6	319.4
	對	387.5	402.5	433.8	509.5	299.8	311.7	316.1	318.7
10	小	557.6	466.4	573.6	636.2	386.4	364.1	384.5	415.8
	對	613.2	564.9	508.2	700.0	316.5	303.0	344.7	367.3
11	小	627.0	597.8	631.9	809.1	451.3	442.2	450.7	492.3
	對	622.0	557.3	625.9	715.1	477.5	462.4	501.5	494.0
12	小	736.2	778.0	771.1	1041.7	542.5	511.0	503.4	503.5
	對	757.5	837.7	837.3	929.7	478.3	454.7	525.9	496.8

為了確定距離因素並不會影響到實驗組的成果，將螢幕距離 (D) 因子帶入變異數分析，如表 10 得知 (D) 因子的兩個水準間並未具有顯著差異 ($F = 4.132, p = 0.0668 > 0.05$)，也顯示螢幕距離 (D) 與視覺搜尋 (B) 以及螢幕距離 (D) 與刺激物數量 (C) 之間的交互作用均呈現不顯著 ($F = 0.172, p = 0.6859 > 0.05$; $F = 0.068, p = 0.9767 > 0.05$)。

故由此距離控制組實驗可得知，只要將視角控制為相同狀態，距離因素確實對反應時間與刺激物數量與作業範圍大小不具顯著影響。

表 10：距離控制組之數據變異數分析表 (Summary Table of ANOVA)

因子	螢幕距離 (D)	視覺搜尋 (B)	數量 (C)
顯著程度	- (0.0668)	** (0.0000)	** (0.0000)
交互影響	D 與 B	B 與 C	D 與 C
顯著程度	- (0.6859)	** (0.0000)	- (0.9767)

註：- 代表 p 值大於 0.05，不顯著。

** 代表 p 值小於 0.01。

表 11：距離控制組之視覺搜尋 (B) 與刺激物數量 (C) 因子交互影響表 (Interaction Effects of BC)

	顯著程度	p 值
C[B(序列)]	**	0.0000
C[B(平行)]		0.1396
B[C(4+1)]	**	0.0000
B[C(8+1)]	**	0.0000
B[C(16+1)]	**	0.0000
B[C(32+1)]	**	0.0000

註：** 代表 p 值小於 0.01。

五、結論

整體而言，本研究的結果顯示：一個序列或平行搜尋的作業，在不同大小的作業範圍中並不會改變其基本的序列或平行屬性，亦即縱使在大範圍的作業區，一個原本是平行搜尋的工作不會因此變成序列搜尋的結果，這對於設計者而言應該是好消息。然而序列搜尋的反應時間的確會被作業範圍大小影響，由圖 9 的整理可以看出作業視角每增加一倍，單位搜尋時間就約略增加 3.5 ms/item。而在平行搜尋條件下，就算不經過練習（根據 Teichner 與 Krebs 提出，練習可加速反應時間，並促使使用者或操作者去除不相容之困擾 [11]），視角也並不會對反應時間造成影響（圖 10）。所呈現的訊息只要不超過人類視野範圍，在簡單條件判斷下都不需擔心視角範圍對使用者的影響，反之，若作業性質屬於序列搜尋者，在大範圍時的應用則必須謹慎，以免造成使用者的過度負擔。

和本議題相關之應用，如目前日漸普及的汽車前擋抬頭顯示器 (head-up display)，使用者不須再承受以往小範圍的儀表版所造成閱讀不易，或分心低頭找尋前擋風玻璃外的資訊之窘境，設計者可將使用者需要之資訊以簡單方式直接呈現，以減輕負擔並可提升安全性。國內華納威秀戲院所引進之 IMAX 放映系統，號稱以全視野無死角撥放影片，然而視播放的材料而異，觀賞者未必可以全盤接收到所有訊息。虛擬實境 (virtual reality) 應用於遊戲、建築、工業設計之

上已有多時，使用者戴上即時成像之頭盔或眼鏡，由於顯示幕距離眼睛相當近，所造成之視角同樣較傳統顯示器大。以上所提之種種實例，視野範圍均與傳統顯示模式不同，如何適當將資訊呈現，是必須思考之處。本研究所探討的注意力搜尋表現，僅僅是所有關於大範圍顯示裝置待驗證的問題之一而已，後續的研究可以往注意力的其他面向以及知覺問題作進一步的探討。

值得一提的是，根據 Wolfe 於 1998 年指出，通常斜率「10」被當作兩種搜尋的分界點，大於 10 代表序列搜尋，小於 10 代表平行搜尋 [12]。而本實驗之所有受試者不知何故，序列搜尋下平均之斜率除了在大視角（60°）狀況斜率有超過 10 外，於中（32°）小（16°）視角，斜率均未超過 10，而且經過多次改變刺激圖形的反覆驗證均是如此，顯示參與本研究的受試者的視覺搜尋能力平均而言優於文獻中所報告的水準。由於本研究大多數的受試者有著豐富的電玩經驗，一個尚待驗證的可能性是電玩族群的視覺注意力反應可能比常人靈敏，此為有趣的猜測，值得進一步的研究確認。

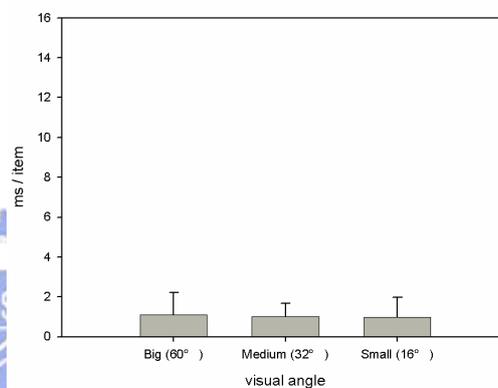
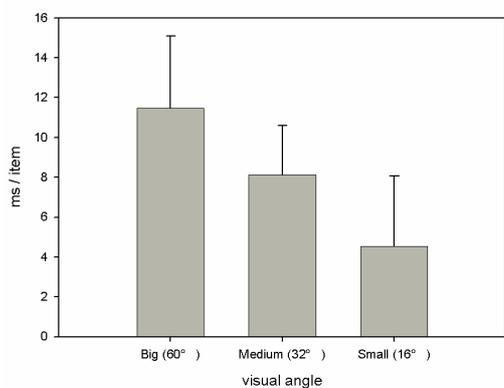
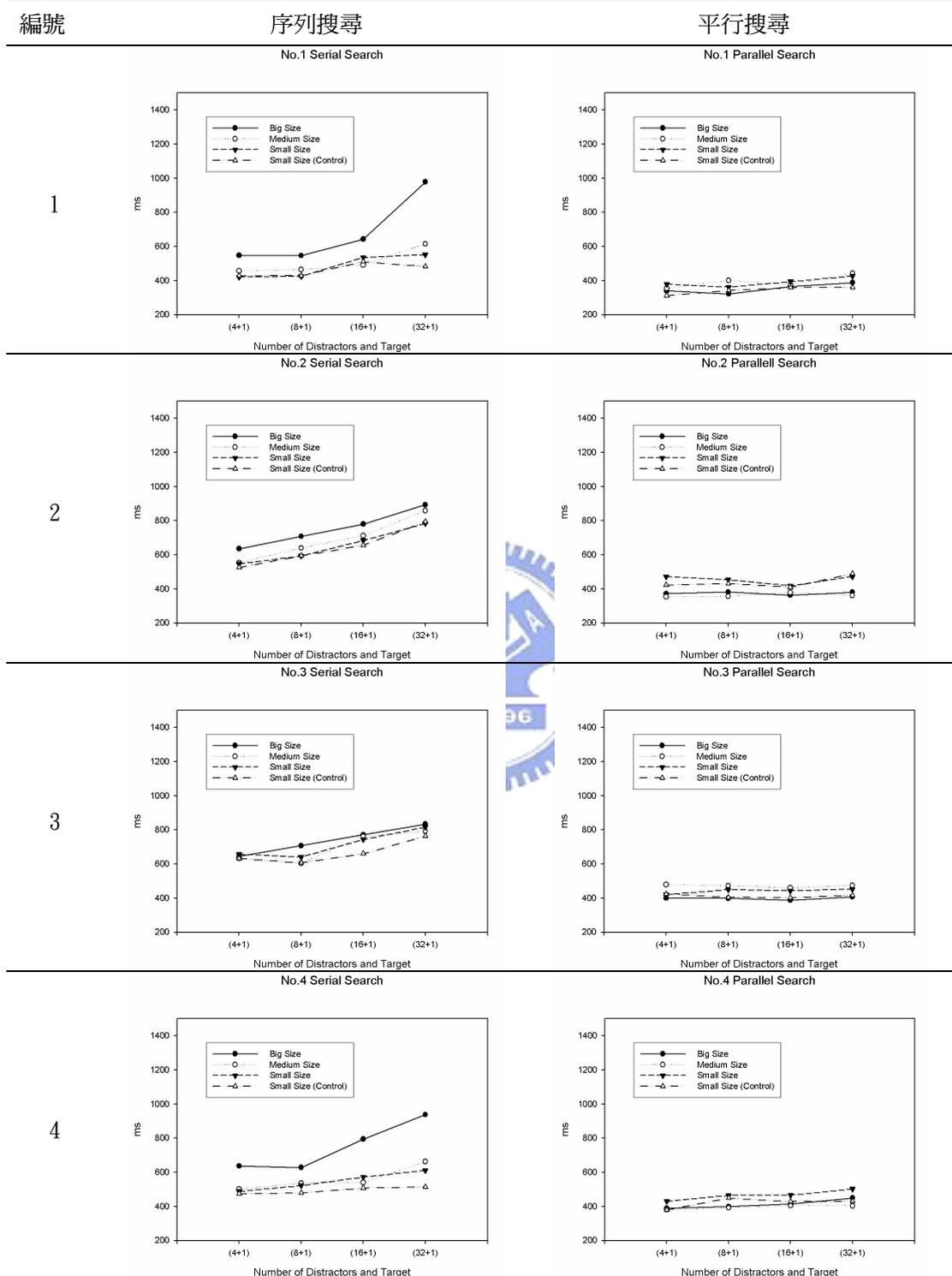


圖 9：不同視角情況下序列搜尋時間之比較

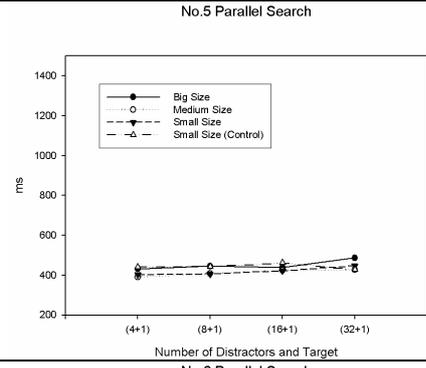
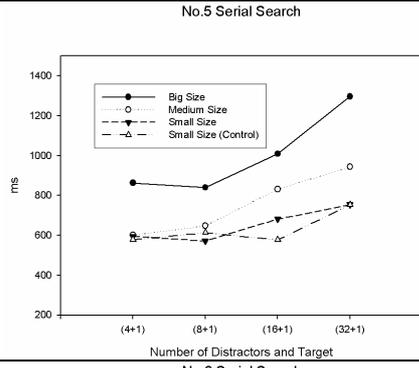
圖 10：不同視角情況下平行搜尋時間之比較

附錄

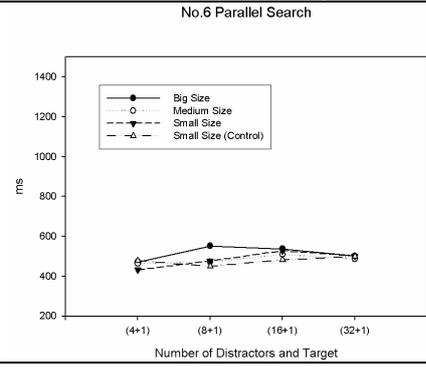
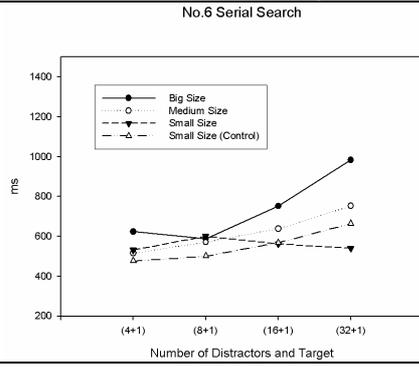
表 12：各受測者平均數據圖形呈現



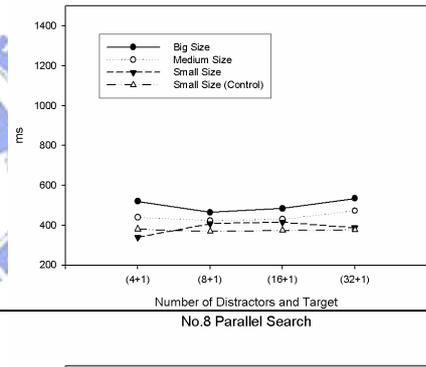
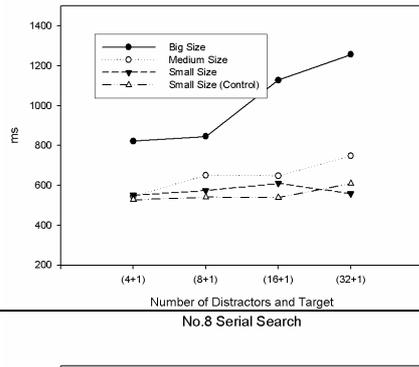
5



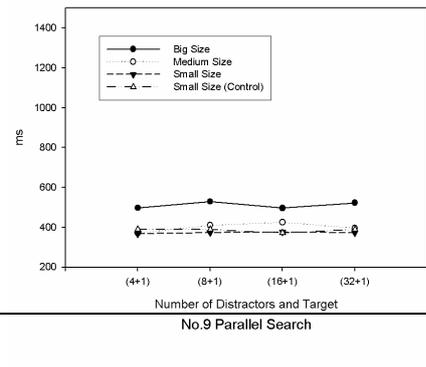
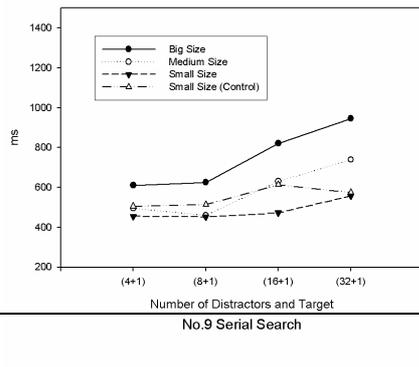
6



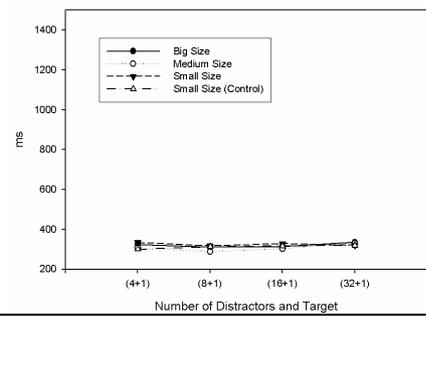
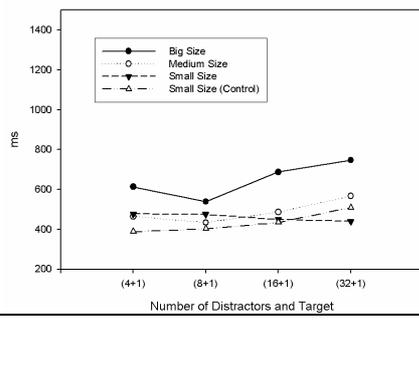
7



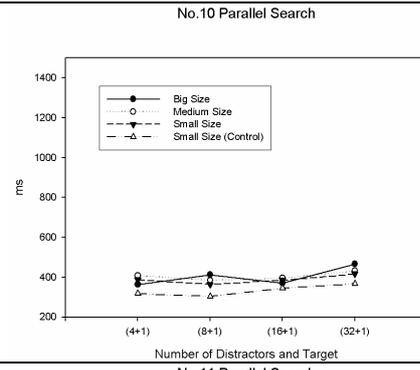
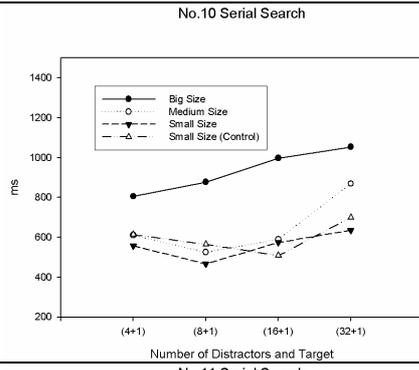
8



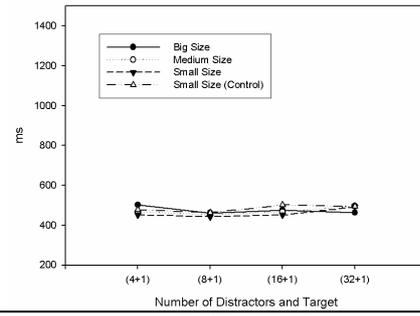
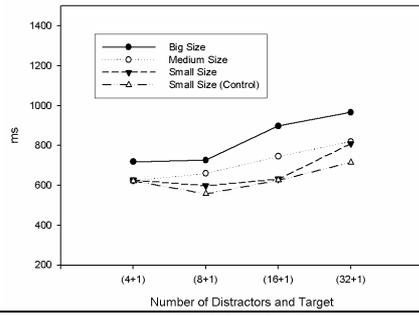
9



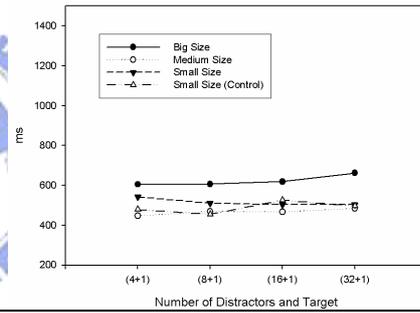
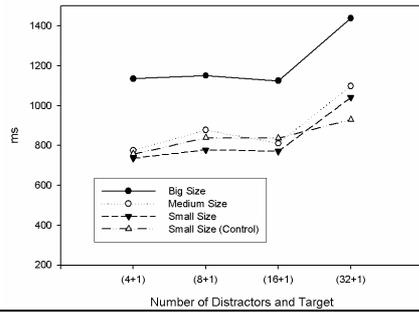
10



11



12



參考文獻

1. 張一岑，2004，《人因工程學精華版》，第三章，台北：揚智文化公司，p. 55-57。
2. Robert W. Bailey 著，林修如 譯，1995，《應用人因工程學》，第四章，台北：桂冠圖書，p. 63。
3. Kantowitz, B. H., 1989, The role of human information processing models in system development, *Processing of the Human Factors Society 33rd Annual Meeting*, p. 979-983.
4. Neisser, U., 1967, *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
5. Treisman, A., & Gelade, G., 1980, A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, p. 97 - 136.
6. Treisman, A., & Gormican, S., 1988, Feature analysis in early vision: Evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95, p. 15-48.
7. 葉素玲，1999，〈視覺空間注意力〉。《視覺與認知》，台北：遠流出版社。
8. Kantowitz, B. H. & Sorkin, R. D., 1983, *Human Factors: Understanding People-Systems Relationships*, Chapter 5, John Wiley & Sons, New York, USA.
9. Hick, W. E., 1952, On the rate of gain of information, *Quarterly J. Exp. Psychology*, Vol. 4, p. 11-26.
10. 陳學志、鄭昭明，1999，〈適用於認知心理學實驗室之變異數分析暨趨勢分析程式〉。《應用心理研究》(台灣)，第1期，p. 229-246。
11. Teichner, W. H. & Krebs, J. M., 1974, Law of visual choice reaction time, *Psychological Rev.*, Vol. 81, p. 75-98.
12. Wolfe, J. M., 1988, Visual Search. In: Pashler H., editor. *Attention*. London UK: University College London Press.

The effect of display size on visual attention

Shih-Hao Yeh* I-Ping Chen**

* Institute of Applied Art, National Chiao Tung University
e-mail:nick.aa92g@nctu.edu.tw

** Institute of Applied Art, National Chiao Tung University
e-mail:iping@cc.nctu.edu.tw

Abstract

Attention plays an important role in designing various human-machine interfaces. However, our current knowledge about attention is largely based on data obtained with devices of moderate display sizes. As the display technology advances, the need for understanding the behavior of attention in wider range of viewing sizes increases accordingly. We studied the effect of display size on the observer's performance of visual search. The participants were required to do two types of visual search task, parallel and serial search, under three display size conditions (16°, 32°, and 60°). To rule out the possibility that the difference in viewing distances might contaminate the results, a control experiment was conducted to evaluate the effect of viewing distance. Our results show that serial, but not parallel search, is affected by the display size. The reaction time for detecting a target increases with the display size.

Keywords: Visual attention, Display size, Visual search, Reaction time, Ergonomics, Human factor