



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

餘目瞭然－探討以周邊視覺為基礎之大螢幕動態提示系統設計

作者：許智凱、蔡淑媛、李俊彥、許履新、呂鴻宜、王鈴慧、陳怡穎、郭治東

系級：工業工程與系統管理學系三年級乙班

學號：D9795393、D9633563、D9633368、D9667702、D9667776、D9667380、D9667780、
D9667376

開課老師：唐國豪 老師

課程名稱：人因工程

開課系所：工業工程與系統管理學系

開課學年：98 學年度 第二 學期



摘要

螢幕，人類現今依賴度最大的工具之一。隨著科技的越來發達，螢幕的尺寸也越做越大。在此我們想了解如果在越來越大的螢幕尺寸之下，是否可以用它剩餘的面積來製作提示裝置。所以我們設計了餘目瞭然要來測試，利用在主作業視窗之外的其他地方，是否可以找出最佳面積大小的提示信息；達到充分利用螢幕面積效能，又能節能減碳的效果。餘目瞭然主要是針對長時間在大螢幕的工作者，可以利用眼角餘光察覺提示訊息的設計理念所做的實驗。為了讓餘目瞭然的功能趨向完整，我們設計了實驗內容，主要方向可以分成兩大部分，首先我們在眼睛的中視域和外視域各取了一個角度做為受測水準，再來利用實驗軟體模擬餘目瞭然的所在位置和大小，觀測受測者在不同頻率和角度的相位差是否有所不同，再找出較符合我們設計理念；可以溫和、不打擾的狀態下提醒工作者、又可以有效使用能源，在這兩項互相衝突卻又必須做到的重點中，選擇一個恰當的提示信息組合大小。我們再利用此組合大小去做為我們第二步的實驗。接下來的實驗，是看人類在只使用餘光的情況和特定條件中也可以說是在部分相似的資訊組合當中，人類在活性記憶理論 7 ± 2 之限制的理解關鍵下，可以明白辨認出多少不同的刺激個數，例如固定頻率不同相位差的正確率、固定相位差不同頻率的辨認刺激個數正確率。利用這些數據我們再繼續做更進一步的實驗，在固定相位差和頻率讓每個刺激個數有著不同的資訊組合方式情形下，人體對於刺激個數的記憶會不會有什麼不同。藉由上述實驗得到的結果，和組員間深思熟慮的討論之下，我們選用了提示信息組合 $16*2$ 的大小，又因為在25度及45度的情況下提示信息的效果並沒有明顯差異，所以能夠將寬度較小的提示信息組合 $16*2$ 放置在螢幕的較邊緣處，而其它無使用畫面的地方能讓螢幕進入休眠狀態；一方面可以減少能源消耗，一方面可以更加突出提示信息系統。綜合以上的結論，本組設計出幾種提示信息的樣式：第一個是腳印的變化，第二個是火車蒸氣的變化，第三個是大樓窗戶的變化。以提供大螢幕電腦使用者在提示信息設計發展上的參考。

關鍵字：餘目瞭然、大螢幕、閾值、相位差、正確率

Abstract

Display is one of the most popular technology products nowadays, and display size become larger and larger. Notification system using large display is a possible way to convey secondary information without distracting computer users. In the experiment, we use different block length and block width combinations to convey information. Blocks would transfer the gray level using sine wave and with three different frequencies. We observe the threshold of phase shift of each participant in two peripheral angles (25, 45 degrees). The result shows that with 16*2 (length*width) blocks, participant has the best performance under display efficiency consideration. On the other hand, we also observe the accuracy of participants when they face different amount of stimulus. The result is obviously seen that with the increase of stimulus quantity, the accuracy is decreased. An interesting discovery is that when we use two combinations of dimension (phase shift and frequency), participants has no less than 37% accuracy when stimulus quantity equal to 16. Combine above two results, we design three different notification system patterns, it might also be a reference for the designers when they want to use large display to convey information.

Keywords: peripheral vision, large display, threshold, phase shift, accuracy

目錄

一、 專題製作分工描述	8
二、 介紹	9
2.1 實驗背景.....	9
2.2 實驗動機與目的.....	9
2.3 實驗流程.....	11
三、 文獻探討	12
3.1、 面板尺寸之文獻探討	12
3.2、 視域之文獻探討	14
3.3、 閾值之文獻探討	15
3.4、 JND之文獻探討	15
3.5、 記憶之文獻探討	17
3.6、 對比敏感度之文獻探討	17
3.7、 空間頻率之文獻探討	17
四、 實驗方法	20
4.1、 實驗配置	20
4.1.1、 實驗儀器介紹.....	20
4.1.2、 儀器的使用方法及用途.....	21
4.1.3、 儀器配置.....	22
4.2、 相位差之JND實驗.....	23
4.2.1、 參數設定.....	25
4.3、 辨識正確率之實驗.....	28
4.3.1、 頻率之辨識正確率實驗.....	29
4.3.2、 相位差之辨識正確率實驗.....	31
4.3.3、 頻率及相位差之辨識正確率實驗.....	33

五、	實驗分析.....	35
5.1、	實驗平均值.....	35
5.2、	相位差之JND實驗－長乘寬分析.....	38
5.2.1、	長&寬－LSD事後檢定.....	44
5.2.2、	主效果及其交互作用之分析圖.....	46
5.3、	相位差之JND實驗－總個數分析.....	49
5.3.1、	總個數－LSD事後檢定.....	52
5.3.2、	主效果及其交互作用之分析圖.....	54
5.4、	頻率之辨識正確率實驗－正確率分析.....	55
5.4.1、	刺激個數、頻率－LSD事後檢定.....	58
5.4.2、	刺激個數、頻率、角度－主效果分析圖.....	59
5.5、	相位差之辨識正確率實驗－正確率分析.....	61
5.5.1、	刺激個數－LSD事後檢定.....	63
5.5.2、	刺激個數－主效果分析圖.....	64
5.6、	頻率及相位差之辨識正確率實驗－正確率分析.....	64
5.6.1、	刺激個數－LSD事後檢定.....	65
5.6.2、	刺激個數－主效果分析圖.....	67
5.6.3、	頻率及相位差之辨識正確率分析－不同角度分析.....	68
六、	結論與未來研究方向.....	69
七、	參考文獻.....	71
八、	致謝.....	72
九、	附錄.....	73

圖目錄

圖2.1：研究流程圖.....	11
圖3.1：TFT LCD耗能示意圖.....	12
圖3.2：Website Design & Screen Resolution	13
圖3.3：玻璃基板尺寸與應用對應圖.....	13
圖3.4：視域.....	14
圖3.5：空間頻率對應臨界對比度.....	16
圖3.6：背景亮度對應臨界對比度.....	16
圖3.7：JND	17
圖3.8：空間頻率與對比敏感度分析圖.....	18
圖3.9：空間頻率與對比敏感度分析圖.....	19
圖4.1：23吋(16:9)電腦螢幕.....	20
圖4.2：輝度計.....	20
圖4.3：照度計.....	21
圖4.4：捲尺.....	21
圖4.5：實驗情況.....	22
圖4.6：實驗模擬曲面示意圖.....	22
圖4.7：實驗設定圖.....	23
圖4.8：提示信息方塊示意圖(16*8)	24
圖4.9：提示信息方塊示意圖(2*4)	24
圖4.10：實驗情況.....	24
圖4.11：實驗情況.....	25
圖4.12：視線偏移角度示意圖.....	26
圖4.13：實驗之頻率.....	26
圖4.14：提示信息示意圖(2*1)	27

圖4.15：提示信息示意圖(2*4)	26
圖4.16：實驗情況.....	28
圖4.17：實驗情況.....	28
圖4.18：刺激個數選擇實驗畫面(頻率之辨識正確率)	30
圖4.19：刺激個數選擇實驗畫面(相位差之辨識正確率)	32
圖4.20：刺激個數選擇實驗畫面(頻率及相位差之辨識正確率)	34
圖5.1：相位差之JND實驗 受測者相位差閾值之散佈圖.....	35
圖5.2：頻率之辨識正確率實驗 受測者正確率平均值&角度散佈圖.....	36
圖5.3：相位差之辨識正確率實驗 受測者正確率平均值&角度散佈圖.....	36
圖5.4：頻率及相位差之辨識正確率實驗 受測者正確率平均值&角度散佈圖.....	37
圖5.5：提示信息—長的主效果分析圖.....	46
圖5.6：提示信息—寬的主效果分析圖.....	46
圖5.7：提示信息—角度的主效果分析圖.....	47
圖5.8：提示信息—長&寬的交互作用分析圖.....	47
圖5.9：提示信息—長&角度的交互作用分析圖.....	48
圖5.10：提示信息—寬&角度的交互作用分析圖.....	49
圖5.11：提示信息—總個數的主效果分析圖.....	54
圖5.12：提示信息—角度的主效果分析圖.....	54
圖5.13：提示信息—總個數&角度的交互作用分析圖.....	55
圖5.14：刺激個數之正確率的主效果分析圖.....	59
圖5.15：頻率之正確率的主效果分析圖.....	60
圖5.16：角度之正確率的主效果分析圖.....	60
圖5.17：刺激個數之正確率的主效果分析圖.....	64
圖5.18：刺激個數之正確率的主效果分析圖.....	67
圖6.1：設計示意圖.....	70

表目錄

表1.1：專題製作分工描述.....	8
表4.1：刺激源個數的頻率及相位差的時間單位選取及順序.....	33
表5.1：相位差之JND實驗 受測者平均值.....	35
表5.2：長乘寬分析（受測者內之重複量數檢定）.....	38
表5.3：提示信息－長的LSD事後檢定.....	44
表5.4：提示信息－寬的LSD事後檢定.....	45
表5.5：總個數分析（受測者內之重複量數檢定）.....	49
表5.6：提示信息－總個數的LSD事後檢定.....	52
表5.7：不同頻率的正確率分析（受測者內之重複量數檢定）.....	55
表5.8：刺激個數之正確率的LSD事後檢定.....	58
表5.9：頻率之正確率的LSD事後檢定.....	58
表5.10：正確率分析（受測者內之重複量數檢定）.....	61
表5.11：刺激個數之正確率的LSD事後檢定.....	63
表5.12：相位差及頻率的正確率分析（受測者內之重複量數檢定）.....	64
表5.13：不同刺激個數的LSD事後檢定.....	65
表5.14：不同角度分析（受測者間之單變量檢定）.....	68

一、專題製作分工描述

表1.1：專題製作分工描述表

	背景、動機、目的	文獻探討	實驗	實驗流程	實驗分析	報告統整	PPT製作
許智凱			★	★		★	★
蔡淑媛			★		★	★	★
李俊彥			★		★	★	★
許履新	★		★			★	
呂鴻宜			★	★		★	★
王鈴慧		★	★			★	★
陳怡穎		★	★			★	★
郭治東		★	★			★	



二、介紹

2.1 實驗背景

就現代社會而言，電腦螢幕的大小似乎直接決定你的生活品質和工作品質的好壞。假設你的電腦螢幕有 36 吋，而當你使用電腦來看 DVD 的時候，通常會放到整個螢幕大小來看，不過如果你是在工作的時候，例如用 WORD 檔來打讀書心得、或是其他的論文報告的時候，應該就不會想把頁面開到最大了，而是調整到一定的比例，讓畫面不會大到去加重眼睛負荷。因為人類對於影像和文字接收方式不同影響了使用畫面的大小。那麼當我們在打報告而把頁面縮放到適合大小時，剩餘的左右兩旁的空間，是不是可以來做些什麼？這次的實驗的第一步就以電腦畫面的兩旁空間利用為起點。

2.2 實驗動機和目的

一開始我們小組只能天馬行空的想像，到底要在兩旁做些什麼？會是長時間待在電腦面前工作到廢寢忘食的人所需要的東西？

首先小組裡想到的是時間，或許我們可以將兩旁的空間取出間隔，像是時鐘一樣間隔，讓使用者眼一瞄可以輕易的知道現在是此時此刻，不過很快的卻遇到了困難，我們忽略了我們能利用的空間是左右兩邊，並不包括上下兩部分，所以如果真是照我們所說的去實行，那麼 12 點跟 6 點就一定不是在正上方跟正下方，也就是會與使用者原本的認知造成衝突，反而增加了不便。

也有人想說，那是不是可以做個像是 MSN 訊息提示窗的功能，提醒著今天一天的活動，隨著時間越來越近或許提示的方式可以改變，例如提示訊息系統可以設置燈號由綠變紅、由慢變快的閃爍等類似的方式去告訴沉浸在工作中的使用者，該是從工作中回神準備等下的活動了。不過想起助教跟我們說的：在一切天馬行空的前提「那就是不管是什麼樣的內容，都不能去搶走使用者的主要注意力，打亂了他的工作狀態。而是用一種溫和、優雅的方式去提醒。」所以首先否決掉的就是聲音，因為聲音太過直接，太容易去吸引使用者的注意。所以我們設計

的方向主要以視覺為主，要記得，不要讓使用者還需要停下主要工作，去看訊息提示的內容，所以這個提示訊息必須要讓使用者用餘光就可以了解。或許助教剛開始只是給個方向跟前提，就要我們花時間去思考設計內容的用意就在這，經過一段不短的時間去腦力激盪跟挫敗之後，才知道，我們知道可以設計螢幕空間範圍。但是，我們對於人體視力餘光能清楚辨認的範圍在哪都不知道，怎麼知道未來的提示訊息要擺在哪？也不知道提示訊息的資訊種類在人的記憶裡能夠被準確的記住幾種，會不會設計得太多讓人記不住。而提示訊息要多大才是剛剛好，畢竟依照目前的面板科技業的技術，讓面板耗電量到最末端面板呈現的效率還不到 5%，對於能源的耗費不容小覷，如果可以找到一個適合的大小，不必去浪費過多的空間跟能源，這樣還能讓這個設計還可以冠上一個節能減碳的美名，跟上時代潮流。

眼前的問號慢慢堆積，不過，就是因為有這些問號，才有去實驗的價值，讓數據來告訴我們，這個提示訊息要放哪、要多大、可以有幾種不同的方式。讓我們可以達到最佳效果。

由於我們實在有太多的問號，如果要一一實驗去證實時間實在是花費太多了。助教正妹提醒我們：其實可以去找相關的文獻來看看是否有相呼應的地方，例如就有一篇研究提到人體的視力，可以分成三個區域；分別為清晰域(視角小於一度)、中視域(視角介於一度到四十度之間)及外視域(視角介於四十度到七十度之間)三個區域。我們可以在中視域和外視域各取一個角度來做測量，還有在另外一篇視覺對比敏感度的文獻當中有提到，人體的靜態視覺對比敏感度呈鐘型曲線，而我們實驗則會使用動態的灰階變化。

最後當然我們的目的就是，探討受測者眼角餘光在各個不同的視線偏移角度、灰階變化頻率、提示信息列數、提示信息排數，測試出相位差之閾值，並分析各種組合對於受測者的相位差是否有差異。再將最佳的提示信息組合用於探討受測者眼角餘光在各個不同的視線偏移角度、灰階變化頻率、刺激源個數下受測者之辨識正確率，及分析相位差及頻率之交互作用情形。

結合上述的實驗結果並且結合文獻所提到的有關視力的相關研究，讓我們可以設計出一種讓使用者用餘光就能明白的提示訊息系統。

2.3 實驗流程

本研究之研究流程及架構將於下說明，如圖所示：

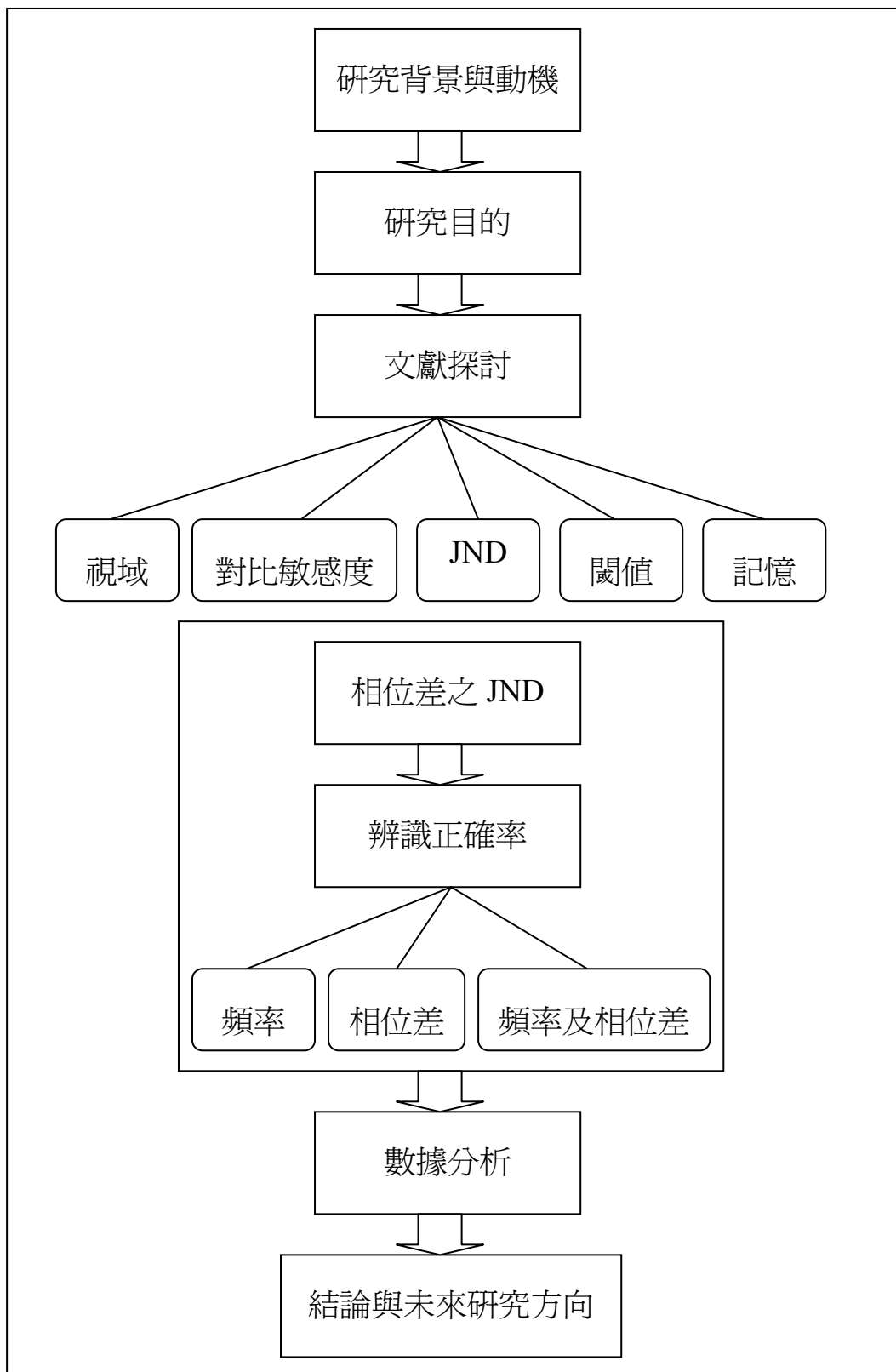


圖 2.1:研究流程圖

三、文獻探討

3.1 面板尺寸之相關文獻探討

在未來生活情境裡，對智慧生活型態將強調互動與連結、個人化以及取得資訊之便利性，因而未來顯示器之需求包括輕薄、堅固、方便攜帶、易讀取資訊及多功能整合等特性。同時綠色節能逐漸成為人類生活一大課題，如圖 3.1 所示，觀察現今 TFT-LCD 面板耗電量由背光至人眼所見，其效率經過層層功率耗損，最後面板所呈現效率不到 5%，可看出其所需耗費能源將相當可觀。在享受高科技的便利下，與環境和平共存也成為人類努力目標，因而未來顯示器技術追求節能減碳為另一重大議題。

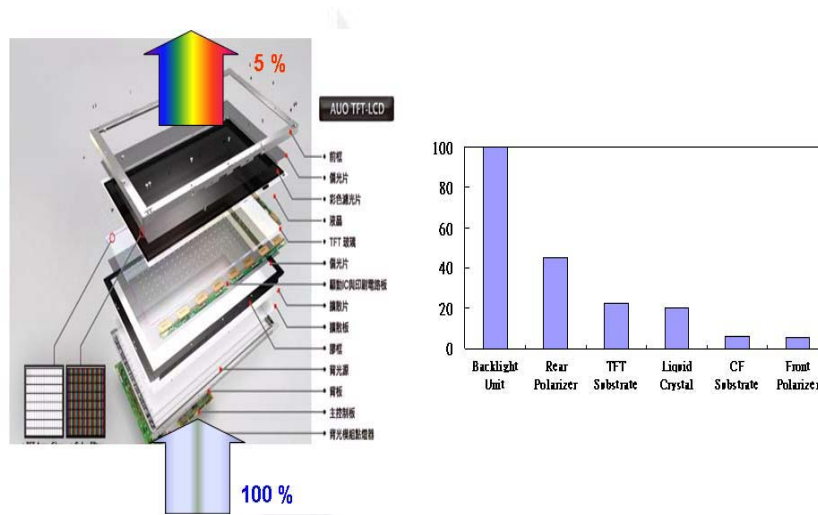


圖 3.1 TFT LCD 耗能示意圖 (AUO/3M, DTC 整理)

隨著製程技術的逐漸成熟，追求應用的擴展及規模經濟等因素，大尺寸面板生產線建置已成為趨勢，截至 2010 年 1 月為止，超過 70% 的電腦使用者，使用高於 1024*768 螢幕解析度。

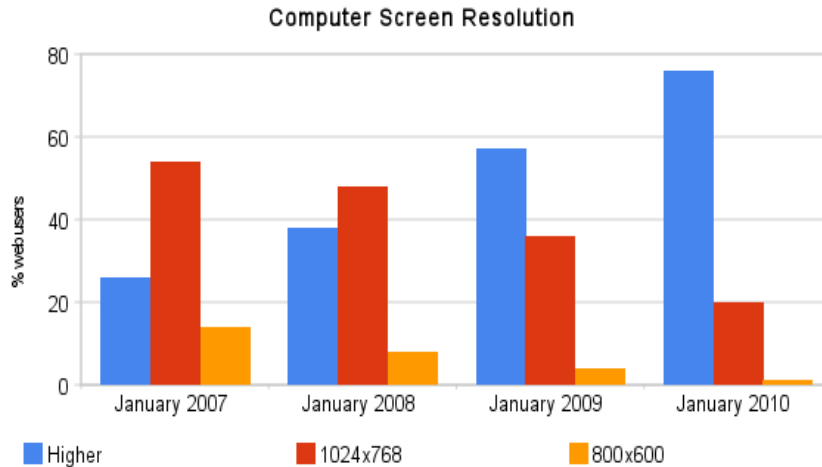


圖 3.2 Website Design & Screen Resolution (www.w3schools.com)

2000 年 3.5 代廠玻璃基板大小約半個人身高，而至 2009 年 10 代廠玻璃基板已將近兩個人身高，而其應用範圍也越來越廣，已成為人類生活中重要之資訊載具。由手機、數位相機、NB 等可攜式應用之中小型面板模組 (<10”) 至大尺寸面板模組 (>10”) 應用於電腦螢幕、電視、公共數位看板等等，已讓生活充滿更多資訊傳遞的活動。

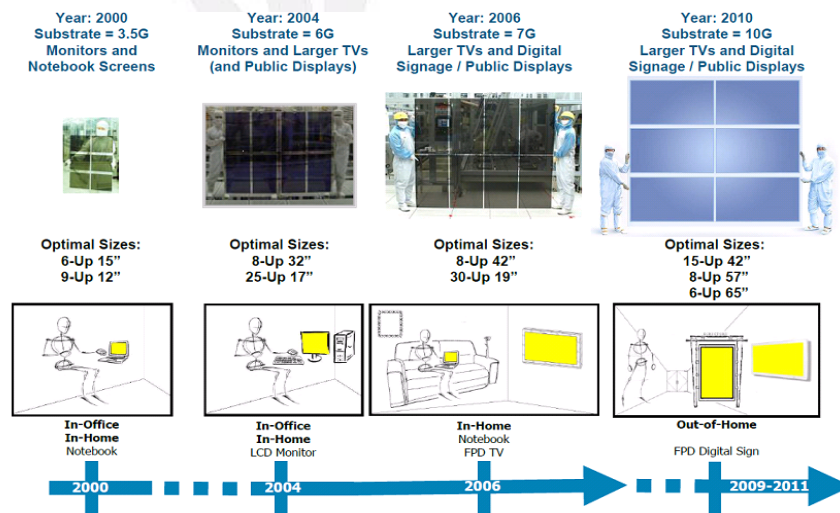


圖 3.3 玻璃基板尺寸與應用對應圖 (DisplaySearch, 2009/SID)

隨著螢幕尺寸變大，人眼所能擴及的範圍有限，而我們也找了一些視覺相關的專有名詞來探討：

3.2 視域之相關文獻探討

視力乃指眼睛分辨物體的型態、大小、及細微結構的最大能力，也叫做視敏度。根據眼睛的視覺功能，視力又可分為中心視力（Central Vision）及週邊視力（Peripheral Vision）兩大部分。所謂中心視力，是眼睛反應眼底黃斑區（Macula Area）中心小窩（Fovea）的功能，是決定視覺清晰的部位；週邊視力則是眼睛反應中心小窩以外視網膜的功能，其正常與否是以視野範圍的大小為依據。

人眼的視角很小。如果以看得見的標準來計算，人眼的視角約為 150 度，但是按看得清楚的標準，視角就只有 5 度左右了。正因為這樣，人為了擴大視野範圍，就咕碌碌地轉動眼球，左右顧盼，有時還得轉動一下頭部。

當頭及眼睛均固定不動時，在垂直於視線之平面上視覺可涵蓋的區域，稱作視域。視域可分為清晰域、中視域及外視域三個區域，如圖 3.4。在中視域的物體無法被清楚看見，除非是物體移動或物體與背景間有明顯的對比。外視域則是中視域以外以至被頭、臉頰、鼻頭等部位局限的視域，外視域內的物體除非移動否則無法被看到。

- a. 清晰域(area of distinct area)：視角小於 1°之區域。
- b. 中視域(middle field)：視角介於 1°到 40°之區域。
- c. 外視域(outer field)：視角介於 40°到 70°之區域。

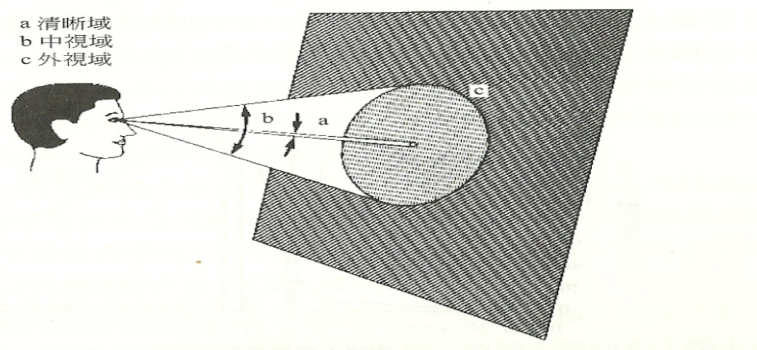


圖 3.4 視域（人因工程精華版，張一岑著）

因此，我們選擇單眼的視線偏移視角（因子），在中視域及外視域各取一角度，分別為 25 度、45 度，做為本實驗的水準。

3.3 閾值之相關文獻探討

本組實驗探討當受測者利用單眼眼角餘光，在面對不同頻率與相位差的組合中，其閾值為多少？而何謂閾值呢？

閾值 (Threshold) 其實是指兩種刺激必須要有一定量的差距，假使這兩種差距在沒有達到一定量時，無法區別兩者的異同，則此量稱之為「閾值」。

「刺激」有很多種可以舉例，它可以是光線、色彩.....等的刺激。例如：兩座可調節亮度的燈泡，當調節到某一亮度時，眼睛會因為疲勞而對兩個燈具亮度判別敏感度降低，此時此刻其中一座燈突然停在某一定亮度，另一座燈卻持續調亮，這時會有一段時間無法判斷出何者較亮，直到持續調亮的那組燈具亮到可判別為止。本組的刺激則是灰階頻率的變動使受測者判斷。

最小視認閾：當光線由暗轉亮時達到開始看的到的剎那間刺激量，它指的同樣是可調節亮度的燈泡。當燈泡剛開啓的瞬間，你會發現到最暗的亮度，這種亮度感覺會因人而異，換句話說，就是你本身視覺可以察覺到的最暗亮度。

3.4 JND (Just Noticeable Difference) 之相關文獻探討

人類視覺系統是非線性系統，擁有很寬的動態頻率響應範圍，如圖 3.5 所示。將人類視覺系統如擬成一個空間頻率濾波器，從圖 3.5 可以看出對比靈敏曲線 (縱軸) 的響應同時受到橫軸的空間頻率 (ω) 和對比臨界值參數的交互作用。在圖 3.5 上，以一個固定的空間頻率 (ω) 上畫出一個垂直的直線，如此就可得到背景亮度和對比臨界值 CT 的對應函數。其中最有名的是 Weber Fechner 關係，如圖 3.6 所示。這個曲線可以切割兩個漸進線區域，一個區域是當背景亮度增加時，對比臨界值逐漸降低，稱之為 Rose 區域。另一個區域是當背景亮度增加，而對比臨界值趨於定值，稱之為 Weber 區域。再者，在固定的背景亮度下，人眼能夠偵測一個固定大小的物件，其物件與背景的最小亮度差異，定義為顯著差異感度 (Just Noticeable Difference, JND)。

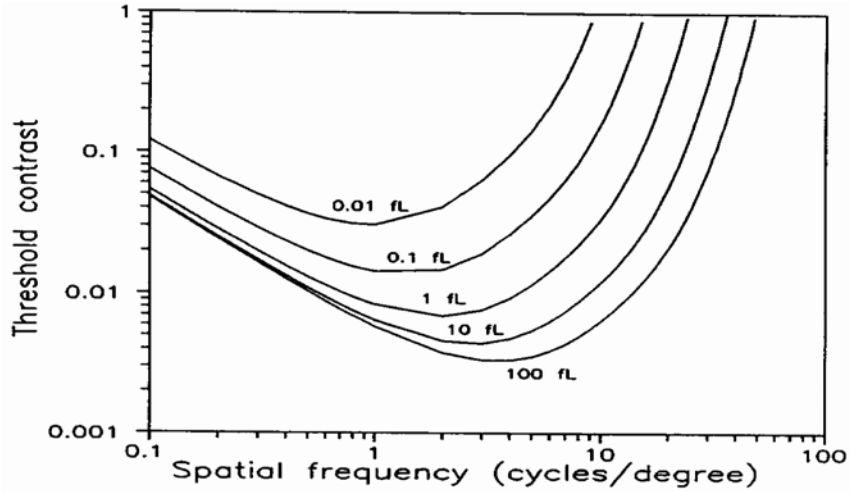


圖 3.5 空間頻率對應臨界對比度 (謝逸忠, 基於 JND 準則實現影像增強, 2004)

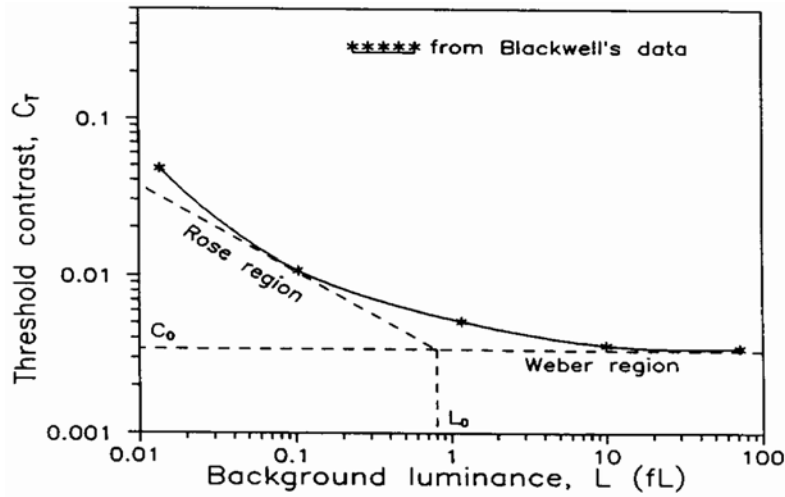


圖 3.6 背景亮度對應臨界對比度 (謝逸忠, 基於 JND 準則實現影像增強, 2004)

從圖 3.6 可以知道韋伯定理是趨近一個定值, 可以推論 JND 值與背景的關係圖應該是固定斜率的直線, 而 R.J.Safranek 發現在數位影像處理中一個雜訊在較暗的背景亮度, 不易被人所察覺, 因此韋伯定理中的定值可稍做修正。當背景亮度較暗時, 韋伯定理的定值稍微調高, 而背景亮度較亮的時候, 韋伯定理的定值保持不變。就 256 個灰階度影像而言, 以灰階度 127 為分界點, 當灰階度小於 127 就視為背景亮度較暗的區域, 反之則為背景亮度較亮的區域。在此情況下, 灰階度與 JND 的對應如圖 3.7 所示。當背景亮度 bg 為 150 的時候, 物件與其背景兩者的灰階度差異值必須超過 4 才能被肉眼偵測, 亦即 $JND_{bg}(150) = 4$ 。

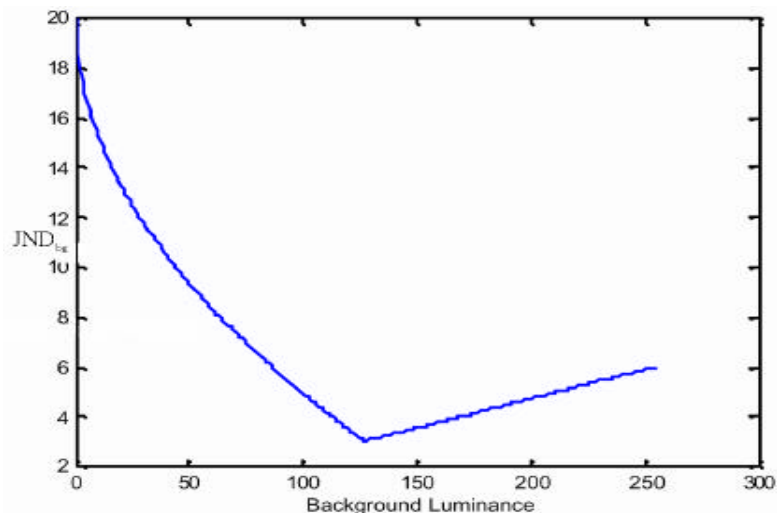


圖 3.7 JND (謝逸忠, 基於 JND 準則實現影像增強, 2004)

除了背景亮度來可以用來被定義 JND 以外，還有其他的因素也可以被用來定義 JND，例如，以像素點鄰近的梯度變化。影像中的點或邊緣只要有強烈變化的部分，人眼就能明顯知覺，不單單只是顧及背景亮度的原因。

3.5 記憶之相關文獻探討

在本組實驗中其實多多少少都有學習效應。其正確率的高與低，往往與學習記憶有顯著的關連。其記憶又可從課本 P.80 頁中指出，隨著活性記憶裡的項目之增加，則反覆演練的時距會越延擱；那麼活性記憶裡所能保留的最大項目數到底多少？其答案是神奇數目 7 ± 2 (即 5~9)，這在前面關於刺激向度的絕對判斷裡已經述及。

由此可推論記憶越好者，其正確率相對高，因此實驗結果會因人而有所差異。

3.6 對比敏感度之相關文獻探討

Campbell (1965) 提出了視覺對比敏感度的概念，並用公式表示為：

$CS = (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min})$ 。其中， L_{max} 為最大亮度； L_{min} 為最小亮度。對比敏感度是人類對亮度對比的區別能力，會受到整體亮度、亮度對比、顯示時間、目標物移動程度、觀看者年齡、及訓練的影響。

3.7 空間頻率之相關文獻探討

解釋空間頻率之前，我們得先了解頻率的意義；頻率是單位時間內某事件重複發生次數的

度量，例如人類能聽到的聲音頻率為 20Hz~20000Hz，此時的頻率單位為赫茲 (Hz)；而我們要介紹的空間頻率單位為每度週期數 (cycles per degree)，也就是說在光柵中每一度單位內有幾次的變化。

Ginsburg(1984)等人曾經做過大樣本的對比敏感度實驗，對受測者進行靜態的 focal vision 方式去做衡量，此實驗主要關於受測者的對比敏感度取決於光柵的空間頻率，其中最主要是讓受測者對於呈現出不同的無彩色光柵圖，每次決定能夠看到光柵的對比閾值，並將其轉換成對比敏感度，如圖 3.8。

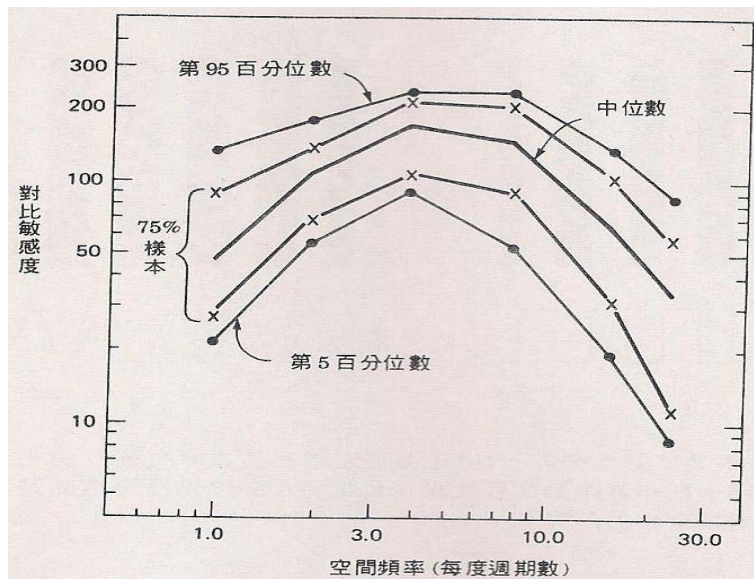


圖 3.8 空間頻率與對比敏感度分析圖 (吳水丕、許勝雄、彭游，人因工程-工程與設計之人性因素 (上冊)，1998)

由實驗結果可知正常人的對比敏感度函數呈鐘形曲線，人在空間頻率在 5cpd 處敏感性最高，在較高空間頻率處敏感性快速下降，在低空間頻率處下降較慢。

然而，在 STEPHEN J (1990) 等人所做的對比敏感度實驗，對受測者進行靜態 Peripheral Vision 方式 (單眼視角為 8、25、40 和 55 度) 去做衡量，其實驗主要關於受測者單眼的對比敏感度取決於光柵的空間頻率，每次決定能夠看到光柵的對比閾值，轉換成對比敏感度，如圖 3.9 所示。

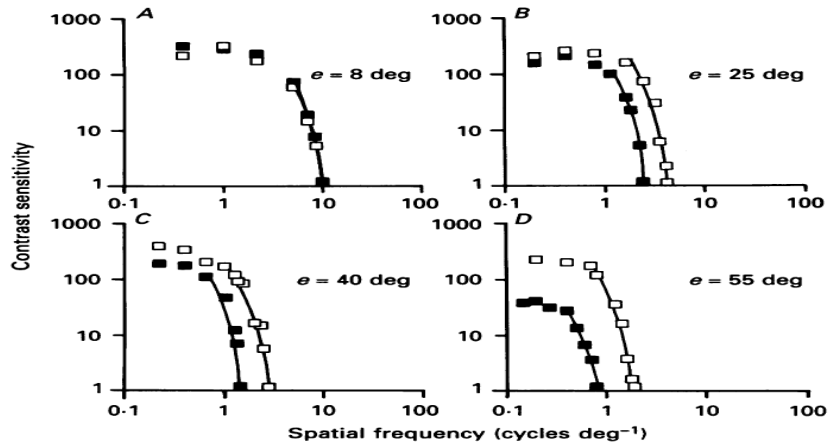


圖 3.9 空間頻率與對比敏感度分析圖 (STEPHEN J. ANDERSON, KATHY T. MULLEN

AND ROBERT F. HESS, LIMITS IMPOSED BY OPTICAL AND RETINAL FACTORS, 1991)

以上實驗結果得知，在單眼視角 8 度時，沒有明顯的差異，但在 25、40、55 度，對比敏感度下降，在週邊的視野，產生不對稱性。角度偏愈大時，眼睛的對比敏感度都會下降。因此，我們想要探討受測者用 Peripheral Vision 的方式，在二個視線偏移角度，利用動態的灰階值變化，找出受測者單眼的對比敏感度。

四、實驗方法

4.1 實驗配置

4.1.1 實驗儀器介紹

23 吋(16:9)電腦螢幕共 3 台(acer 型號 V233H)、輝度計、照度計、捲尺、電腦。



圖 4.1: 23 吋(16:9)電腦螢幕共 3 台



圖 4.2: 輝度計



圖 4.3:照度計



圖 4.4:捲尺

4.1.2 儀器的使用方法及用途

輝度計：先將輝度計裝好後插電，開機後輝度計會自動校正，校正完成後調成 LUMINANCE，將輝度計之感應器上的蓋子拿下，感應器放在距離螢幕中心點 0.2cm 處，輝度計的數值是隨時在變化的，所以需估計大概的範圍再算出其程式背景輝度為多少 cd/m^2 。

照度計：將照度計裝上電池後，把紅色按鈕往上調一格，螢幕會出現 X10，表示小數點往左一位，之後按 RANGE，先將百位數歸零，再按一次 RANGE，將十位數歸零，之後放在螢幕前約 20cm，打開感應器的蓋子，測量環境照度。

捲尺：測量受測者距離螢幕為 75cm。



圖 4.5:實驗情況

4.1.3 儀器配置

電腦的擺設方式是擺放成模擬半徑 75cm 的曲面，如下圖 4.6，然後測量環境照度約為 $320\pm 30(\text{cd}/\text{m}^2)$ ，啓動電腦後確認螢幕解析度為 $1920*1080$ ，並開啓施測時所需要使用的程式，程式背景輝度為 $42\pm 0.5(\text{cd}/\text{m}^2)$ 。

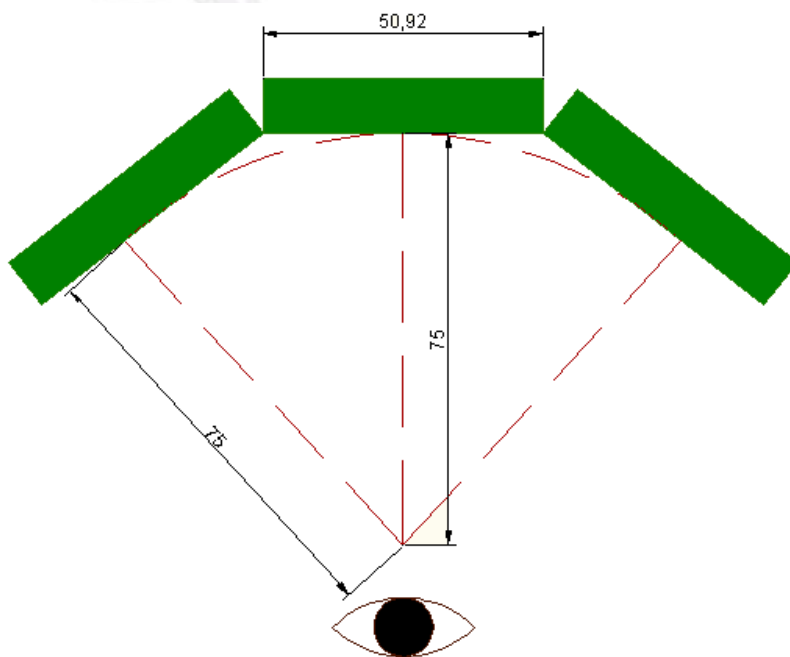


圖 4.6:實驗模擬曲面示意圖

4.2 相位差之 JND 實驗

本實驗進行時配置一名施測者，由施測者啟動電腦後，點選 **Setting** 後輸入受測者資訊、實驗配置資訊後存檔，開啓所需要使用的程式，選擇視線偏移角度、灰階變化頻率，並以隨機方式選擇提示信息之列數、排數，每按一次方向鍵“↑”，時間單位往前一格，及相位差增加 1.422 度，按方向鍵“↓”則反之，由相位差 0 時間單位開始往上遞增測試，受測者注視主要作業螢幕，按下空白鍵即表示實驗開始，當改變相位差時，即問受測者有無差異，當受測者感覺到提示信息有差異時，則按下確認鍵(Enter)結束，系統會自動儲存數據，受測期間如果受測者感覺眼睛疲勞則先休息，每測量完一種角度與頻率的組合後，休息約 40 分鐘再進行下一種組合，實驗可分為左右兩方進行，有藉於實驗的時間受限，故本次實驗的提示信息統一設定顯示在左方螢幕，本實驗的程式是使用 Visual Basic 6.0 開發。

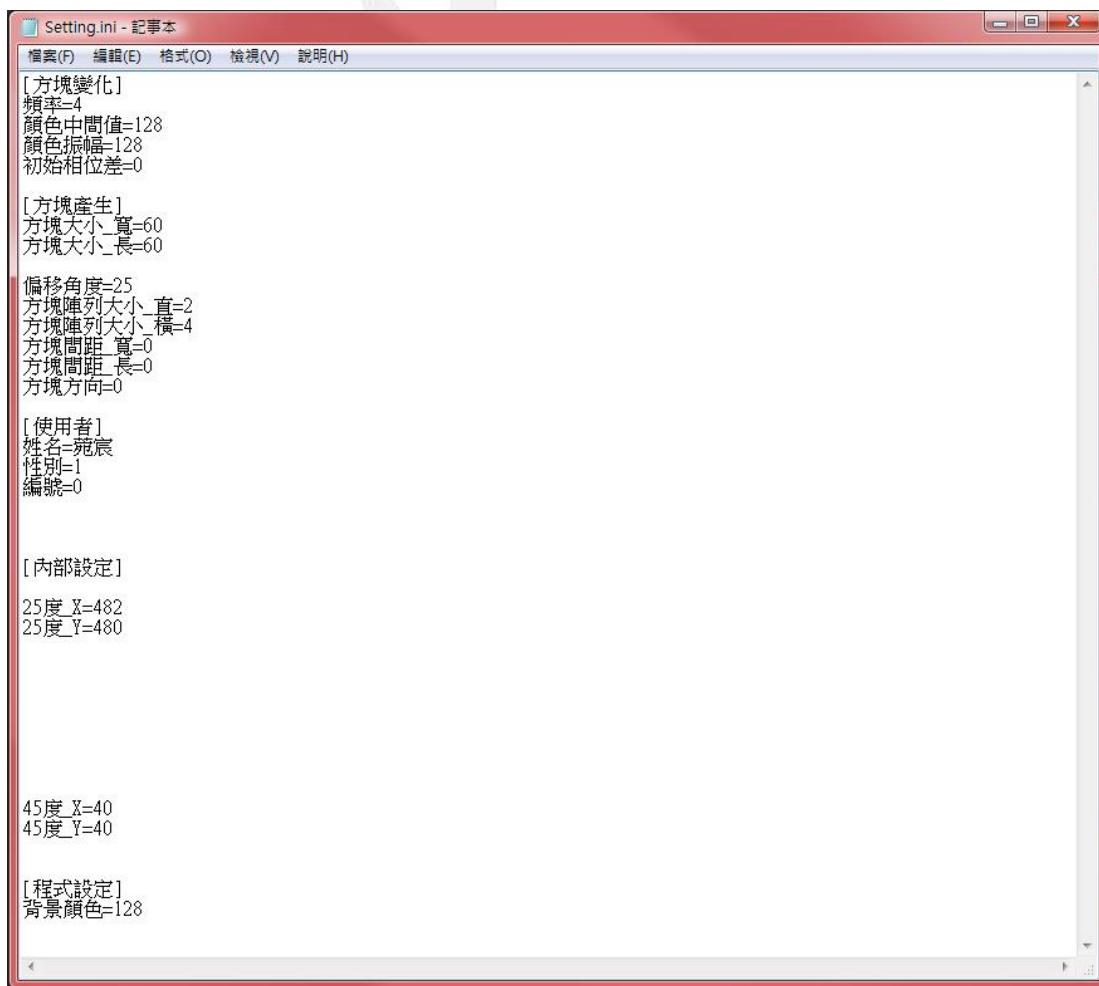


圖 4.7: 實驗設定圖



圖 4.8: 提示信息方塊示意圖(16*8)



圖 4.9: 提示信息方塊示意圖(2*4)



圖 4.10: 實驗情況



圖 4.11:實驗情況

4.2.1 參數設定

受測者為 10 名大學生，分別為 5 男 5 女，而各受測者皆在正常的視力下進行實驗（若裸視不屬於正常視力，則以矯正後的視力為準）。第一個因子是視線偏移角度，（附圖如下圖 4.12），其水準包含 25、45 度。第二個因子是灰階變化頻率，（本實驗的程式是用 sine wave 為週期的方式來變化，上下限為 0 至 512，中間值為 256。附圖如下圖 4.13），其水準包含 0.25、0.5、1.0 Hz。第三個因子是提示信息列數，（提示信息的方塊一個為 60*60 個像素(Pixel)，以直的排列，附圖如下圖 4.14），其水準包含 2、4、8、16 個。第四個因子是提示信息排數，（提示信息的方塊一個為 60*60 個像素(Pixel)，以橫的排列，附圖如下圖 4.15），其水準包含 1、2、4、8 排。

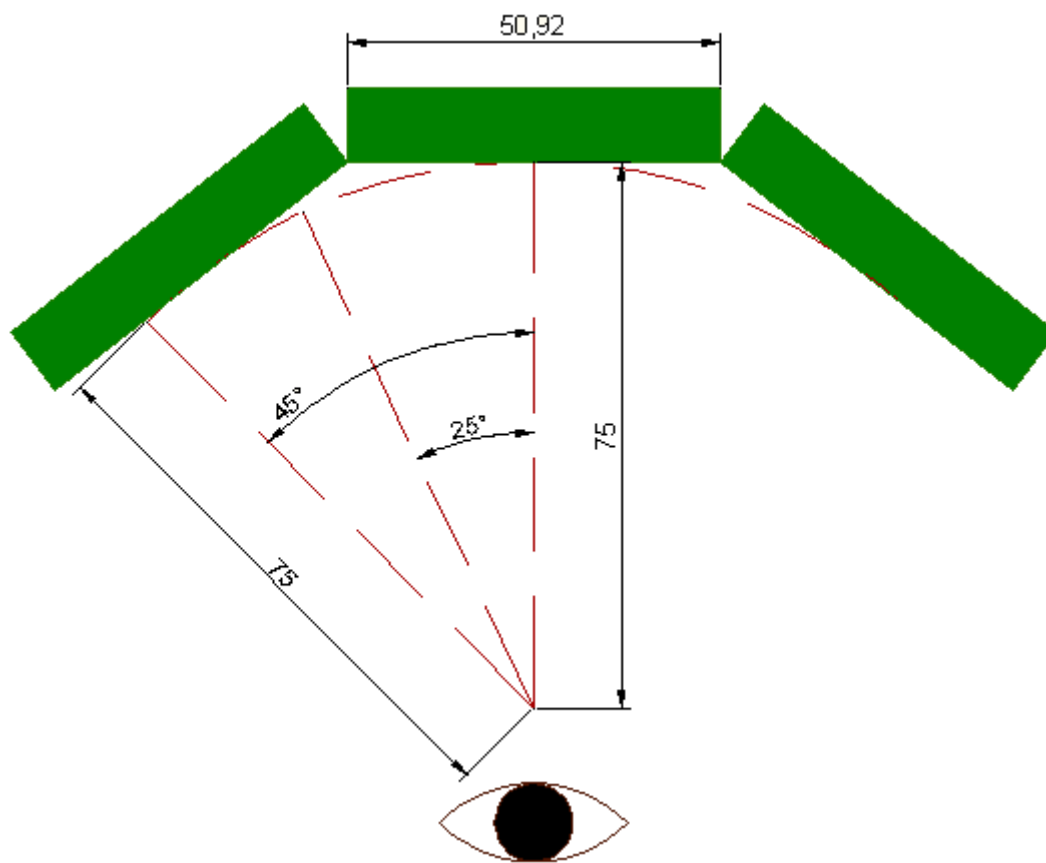


圖 4.12:視線偏移角度示意圖

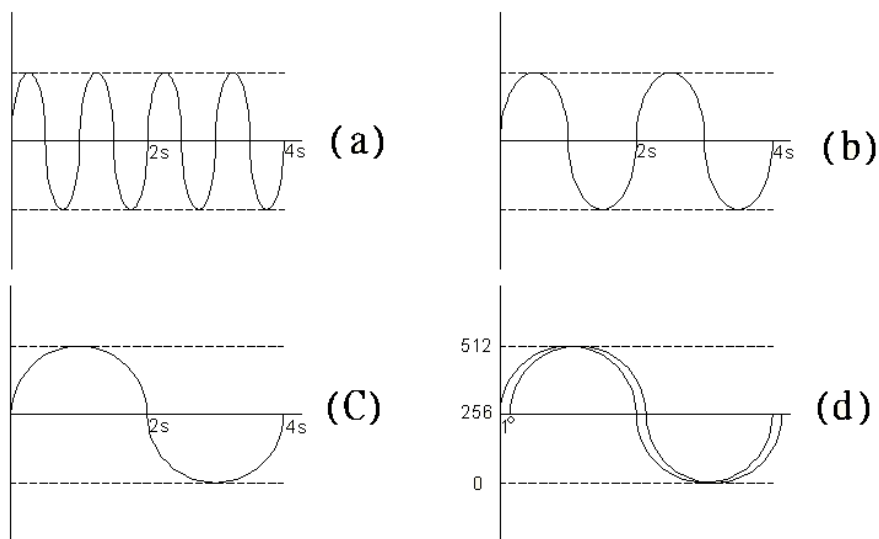


圖 4.13:實驗之頻率(a)1Hz，(b)0.5Hz，(c)0.25Hz，(d)本實驗所用之程式是用 sine wave 方式來做週期變化，將圖七 Y 軸切

成 512 份，每 1 份相當於 1 單位時間，512 單位時間 = $2\pi = 360^\circ$ ，所以 1 單位時間 = $\frac{360}{512} = \frac{1}{1.422}$ 相位差。

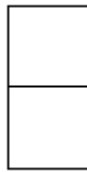


圖 4.14:提示信息示意圖(2*1)

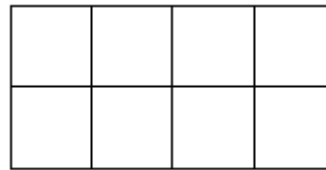


圖 4.15:提示信息示意圖(2*4)

本實驗的區集(block)是視線偏移角度(25、45 度)及灰階變化頻率(0.25、0.5、1.0 Hz)，共有六種組合(2*3)，由六種組合隨機選出一種做量測，選出後再用提示信息列數(2、4、8、16 列)、提示信息排數(1、2、4、8 排)的十六種組合(4*4)隨機選取量測，每種組合隨機測量兩次(不侷限單種組合連續施測兩次)。

本實驗的受測者內獨立變數是視線偏移角度、灰階變化頻率、提示信息列數、提示信息排數；相依變數是受測者在不同的水準組合之相位差的 JND (JND:恰變差，即恰可與標準刺激有所差別的差異量)。

本實驗程序是透過選擇提示信息之列數、排數來觀察受測者對不同視角、灰階變化頻率的提示信息組合的差異，方塊變化方式是以 RGB 值 128(輝度=42±0.5 cd/m²)為中間值，RGB 值利用 sine wave 的方式從 0 至 255 做週期性的改變，受測者距離螢幕 75cm，各個階段皆以隨機順序出現，每種提示信息組合皆做 2 次量測，每種頻率及角度的組合量測 32(4*4*2)次，共 192(4*4*2*3*2)次。

4.3 辨識正確率之實驗

本實驗進行時配置一名施測者，由施測者啟動電腦後，點選 **Setting** 後輸入受測者資訊、實驗配置資訊後存檔，開啓所需要使用的程式，選擇視線偏移角度、灰階變化頻率、刺激源個數，受測者注視主要作業螢幕，按下空白鍵即表示實驗開始，開始時會先由施測者控制讓受測者訓練用眼角餘光看提示信息，並記憶提示信息的感覺，當訓練完成時，即按下空白鍵開始測驗，受測者必須辨識隨機出現的刺激源屬於記憶中何項提示信息，確認後告知施測者，由施測者選取提示信息選項後按確認鍵(Enter)結束，系統會自動儲存數據，受測期間如果受測者感覺眼睛疲勞則先休息，每測量完一種組合後，休息約 5 分鐘再進行下一種組合，實驗可分為左右兩方進行，有藉於實驗的時間受限，故本次實驗的提示信息統一設定顯示在左方螢幕，本實驗所使用的程式是使用 Visual Basic 6.0 開發。



圖 4.16:實驗情況

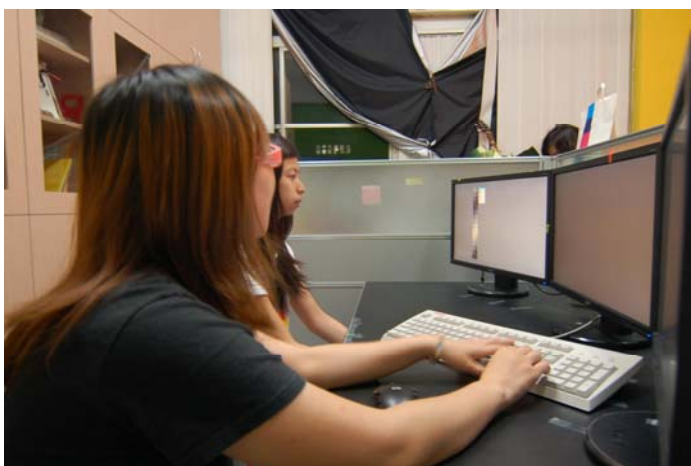


圖 4.17:實驗情況

4.3.1 頻率之辨識正確率實驗

由相位差之 JND 實驗的結果得知，提示信息組合在 16*2 的情況下，受測者相位差的 JND 較低，所以選用 16*2 的提示信息組合進行辨識正確率之實驗，由施測者選取視線偏移角度、灰階變化頻率的其中一種組合後即開始測試，實驗分成四階段進行。第一階段刺激源個數 2 個 (即相位差 3.52 度(5 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))，第二階段刺激源個數 4 個 (即相位差 3.52 度(5 時間單位)、24.61 度(35 時間單位)、52.74 度(75 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))，第三階段刺激源個數 6 個 (即相位差 3.52 度(5 時間單位)、10.55 度(15 時間單位)、24.61 度(35 時間單位)、38.68 度(55 時間單位)、52.74 度(75 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))，第四階段刺激源個數 8 個 (即相位差 3.52 度(5 時間單位)、10.55 度(15 時間單位)、17.58 度(25 時間單位)、24.61 度(35 時間單位)、38.68 度(55 時間單位)、52.74 度(75 時間單位)、59.78 度(85 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))，每位受測者皆按照順序進行以上四個階段實驗，使其有學習效應。

受測者為 10 名大學生，分別為 5 男 5 女，而各受測者皆在正常的視力下進行實驗 (若裸視不屬於正常視力，則以矯正後的視力為準)。第一個因子是視線偏移角度，(附圖如上圖 4.12)，其水準包含 25、45 度。第二個因子是灰階變化頻率，(附圖如上圖 4.13)，其水準包含 0.25、0.5、1.0 Hz。第三個因子是刺激源個數，其水準包含 2 個(相位差 3.52 度(5 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))、4 個(相位差 3.52 度(5 時間單位)、24.61 度(35 時間單位)、52.74 度(75 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))、6 個(即相位差 3.52 度(5 時間單位)、10.55 度(15 時間單位)、24.61 度(35 時間單位)、38.68 度(55 時間單位)、52.74 度(75 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))、8 個(相位差 3.52 度(5 時間單位)、10.55 度(15 時間單位)、17.58 度(25 時間單位)、24.61 度(35 時間單位)、38.68 度(55 時間單位)、52.74 度(75 時間單位)、59.78 度(85 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))。

本實驗的區集(block)是視線偏移角度(25、45 度)及灰階變化頻率(0.25、0.5、1.0 Hz)，共有六種組合(2*3)，由六種組合隨機選出一種做量測，選出後再依照刺激源個數(2、4、6、8 個)順序做測量，每種組合隨機測量十次(例:在 25 度、頻率 1Hz、刺激源個數 2 個的情況下，隨機

出現相位差 3.52 度(5 時間單位)、73.84 度(105 時間單位)的選項共 10 次)。

本實驗的受測者內獨立變數是視線偏移角度、灰階變化頻率、刺激源個數；相依變數是受測者在不同的組合下其辨識正確率。

本實驗程序是透過選擇刺激源個數來觀察在不同視角、相位差下的受測者之辨識正確率，方塊變化方式是以 RGB 值 128(輝度=42±0.5 cd/m²)為中間值，RGB 值利用 sine wave 的方式從 0 至 255 做週期性的改變，受測者距離螢幕 75cm，各個階段皆按照順序出現，有四種刺激源個數，每種刺激源個數組合皆做十次量測 40(4*10)次，每種頻率及角度的組合量測 6(3*2)次，共 240(4*10*3*2)次。

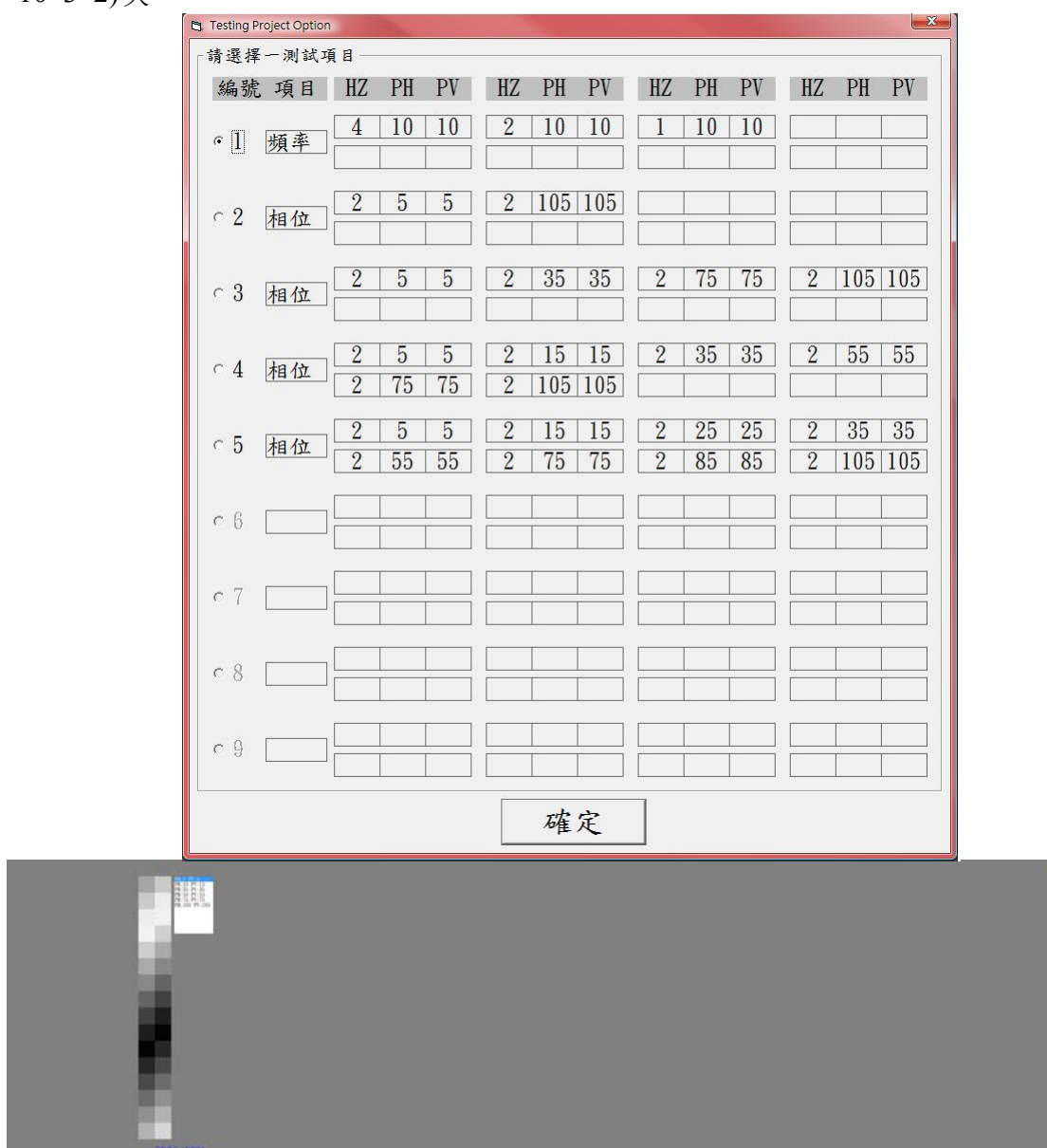


圖 4.18:刺激個數選擇實驗畫面(頻率之辨識正確率)

4.3.2 相位差之辨識正確率實驗

由相位差之 JND 實驗的結果得知，提示信息組合在 16*2 的情況下，受測者相位差的 JND 較低，所以選用 16*2 的提示信息組合進行辨識正確率之實驗，由施測者選取視線偏移角度、相位差的其中一種組合後即開始測試，實驗分成四階段進行。第一階段刺激源個數 2 個 (即頻率 0.25、2Hz)，第二階段刺激源個數 4 個 (即頻率 0.25、0.33、0.67、2Hz)，第三階段刺激源個數 6 個 (即頻率 0.25、0.33、0.4、0.67、1、2 Hz)，第四階段刺激源個數 8 個 (即頻率 0.25、0.29、0.33、0.4、0.5、0.67、1、2 Hz)，每位受測者皆按照順序進行以上四個階段實驗，使其有學習效應。

受測者為 10 名大學生，分別為 5 男 5 女，而各受測者皆在正常的視力下進行實驗 (若裸視不屬於正常視力，則以矯正後的視力為準)。第一個因子是視線偏移角度，(附圖如上圖 4.12)，其水準包含 25、45 度。第二個因子是相位差，(附圖如上圖 4.13(d))，其水準包含相位差 3.52、35.16、73.84 度。第三個因子是刺激源個數，其水準包含 2 個 (即頻率 0.25、2Hz)，4 個 (即頻率 0.25、0.33、0.67、2Hz)，6 個 (即頻率 0.25、0.33、0.4、0.67、1、2 Hz)，8 個 (即頻率 0.25、0.29、0.33、0.4、0.5、0.67、1、2 Hz)。

本實驗的區集(block)是視線偏移角度(25、45 度)及相位差(3.52 度(5 時間單位)、35.16 度(50 時間單位)、73.84 度(105 時間單位))，共有六種組合(2*3)，由六種組合隨機選出一種做量測，選出後再依照刺激源個數(2、4、6、8 個)順序做測量，每種組合隨機測量十次(例：在 25 度、相位差 3.52 度(5.005 時間單位)、刺激源個數 2 個的情況下，隨機出現頻率 0.25、2 的選項共 10 次)。

本實驗的受測者內獨立變數是視線偏移角度、相位差、刺激源個數；相依變數是受測者在不同的組合下其辨識正確率。

本實驗程序是透過選擇刺激源個數來觀察在不同視角、相位差的受測者之辨識正確率，方塊變化方式是以 RGB 值 128(輝度=42±0.5 cd/m²)為中間值，RGB 值利用 sine wave 的方式從 0 至 255 做週期性的改變，受測者距離螢幕 75cm，各個階段皆按照順序出現，有四種刺

餘目瞭然—探討以周邊視覺為基礎之大螢幕動態提示系統設計

激源個數，每種刺激源個數組合皆做十次量測 40(4*10)次，每種頻率及角度的組合量測 6(3*2)次，共 240 (4*10*3*2)次。

Testing Project Option

請選擇一測試項目

編號	項目	HZ	PH	PV	HZ	PH	PV	HZ	PH	PV	HZ	PH	PV
1	頻率	0.5	5	5	4	5	5						
2	頻率	0.5	5	5	1.5	5	5	3	5	5	4	5	5
3	頻率	0.5	5	5	1	5	5	1.5	5	5	2.5	5	5
4	頻率	0.5	5	5	1	5	5	1.5	5	5	2	5	5
5													
6													
7													
8													
9													

確定



圖 4.19:刺激個數選擇實驗畫面(相位差之辨識正確率)

在做完頻率之辨識正確率實驗及相位差之辨識正確率實驗之後，想更進一步探討在頻率、相位差都改變的情況下，其正確率會有何改變，所以繼續做頻率及相位差之辨識正確率實驗來探討交互作用的情形。

4.3.3 頻率及相位差之辨識正確率實驗

由相位差之 JND 實驗的結果得知，提示信息組合在 16*2 的情況下，受測者相位差的 JND 較低，所以選用 16*2 的提示信息組合進行辨識正確率之實驗，由施測者選取灰階變化頻率、相位差的其中一種組合後即開始測試，實驗分成八階段進行。第一階段刺激源個數 2 個，第二階段刺激源個數 4 個，第三階段刺激源個數 6 個，第四階段刺激源個數 8 個，第五階段刺激源個數 10 個，第六階段刺激源個數 12 個，第七階段刺激源個數 14 個，第八階段刺激源個數 16 個，每位受測者皆按照順序進行以上八個階段實驗。其中，刺激源的配對及順序就如同表 4.1 所示(例:在刺激源個數 2 個的情況下，第一個選項是頻率 2Hz，相位差 5 時間單位；第二個選項是頻率 0.25Hz，相位差 45 時間單位)。

表 4.1:刺激源個數的頻率及相位差的時間單位選取及順序

頻率(Hz)	相位差(PH)	2	4	6	8	10	12	14	16
2	5	1	1	1	1	1	1	1	1
2	15					9	9	9	9
2	25						11	11	11
2	45		3	3	3	3	3	3	3
1	5							13	13
1	15			5	5	5	5	5	5
1	25								15
1	45				7	7	7	7	7
0.5	5				8	8	8	8	8
0.5	15								16
0.5	25			6	6	6	6	6	6
0.5	45							14	14
0.25	5		4	4	4	4	4	4	4
0.25	15						12	12	12
0.25	25					10	10	10	10
0.25	45	2	2	2	2	2	2	2	2

受測者為10名大學生，分別為5男5女，而各受測者皆在正常的視力下進行實驗（若裸視不屬於正常視力，則以矯正後的視力為準）。第一個因子是視線偏移角度，（附圖如上圖4.12），其水準包含25、45度。第二個因子是刺激源個數，（附圖如上表4.1），其水準包含2個、4個、6個、8個、10個、12個、14個、16個。

因為考量到時間及設備的關係，本實驗的視線偏移角度改成受測者間獨立變數，受測者內獨立變數是刺激源個數；相依變數是受測者在不同的組合下其辨識正確率。

本實驗程序是透過選擇刺激源個數來觀察在不同視角、相位差的受測者之辨識正確率，方塊變化方式是以RGB值128(輝度=42±0.5 cd/m²)為中間值，RGB值利用sine wave的方式從0至255做週期性的改變，受測者距離螢幕75cm，各個階段皆按照順序出現，有八種刺激源個數，每種刺激源個數組合皆做十次量測80(8*10)次，兩種角度只選一種量測1次，共80(80*1*1)次。

Testing Project Option

請選擇一測試項目

編號	項目	HZ	PH	PV	HZ	PH	PV	HZ	PH	PV	HZ	PH	PV
1	頻率	0.5	5	5	4	45	45						
2	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
3	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
		1	15	15	2	25	25						
4	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
		1	15	15	2	25	25	1	45	45	2	5	5
5	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
		1	15	15	2	25	25	1	45	45	2	5	5
6	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
		1	15	15	2	25	25	1	45	45	2	5	5
7	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
		1	15	15	2	25	25	1	45	45	2	5	5
8	頻率	0.5	5	5	4	45	45	0.5	45	45	4	5	5
		1	15	15	2	25	25	1	45	45	2	5	5
9		0.5	15	15	4	25	25	0.5	25	25	4	15	15
		1	5	5	2	45	45	1	25	25	2	15	15

確定

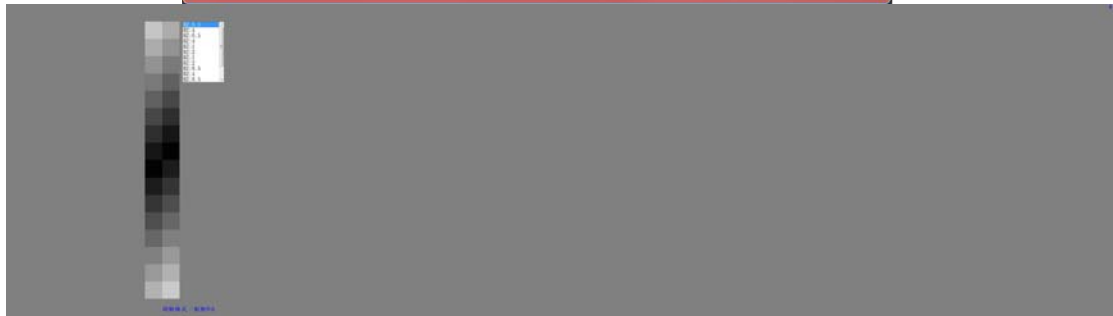


圖 4.20 刺激個數選擇實驗畫面(頻率及相位差之辨識正確率)

五、資料分析

5.1 實驗平均值

下面是本組每個實驗的受測者的平均值（因本次原始實驗數據過於龐大，將因此僅放上受測者的平均值數據，原始數據放在附錄內）

表 5.1：相位差之 JND 實驗 受測者平均值

敘述統計 依變數:PhaseShift				敘述統計 依變數:PhaseShift			
長乘寬	平均數	差	個數	總個數	平均數	差	個數
16*1	3.19	1.47	120	2	10.19	6.12	120
16*2	2.39	1.12	120	4	6.95	4.67	240
16*4	1.90	.83	120	8	4.43	2.64	360
16*8	1.47	.65	120	16	3.27	1.62	480
2*1	10.19	6.12	120	32	2.32	1.13	360
2*2	7.78	5.48	120	64	1.87	.90	240
2*4	4.41	2.69	120	128	1.47	.65	120
2*8	3.16	1.44	120	總數	3.92	3.54	1920
4*1	6.12	3.50	120				
4*2	4.65	3.03	120				
4*4	3.32	1.90	120				
4*8	2.27	1.11	120				
8*1	4.24	2.13	120				
8*2	3.43	1.62	120				
8*4	2.31	1.16	120				
8*8	1.84	.96	120				
總數	3.92	3.54	1920				

從下圖內可得知，提示信息在長 2 的時候，相位差閾值最大為 10.19，最小為 3.16；

提示信息在長 4 的時候，相位差閾值最大為 6.12，最小為 2.27；

提示信息在長 8 的時候，相位差閾值最大為 4.24，最小為 1.84；

提示信息在長 16 的時候，相位差閾值最大為 3.19，最小為 1.47。而整體趨勢為遞減。

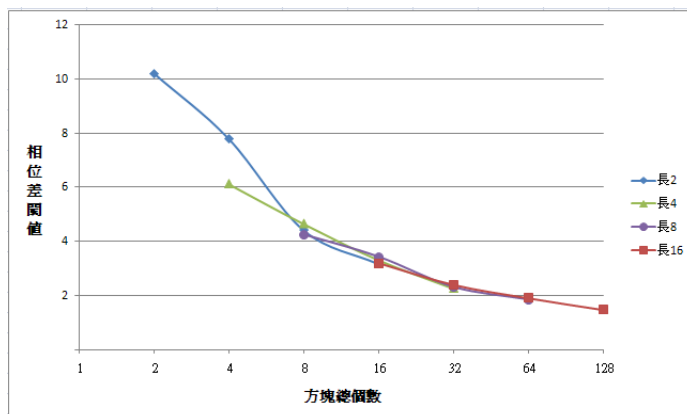


圖 5.1：相位差之 JND 實驗 受測者相位差閾值之散佈圖

從下圖內可得知，刺激個數在 2 個的時候，正確率最大最小皆為 100%；
刺激個數在 4 個的時候，25 度的正確率為 92%，45 度的正確率為 83%；
刺激個數在 6 個的時候，25 度的正確率為 72%，45 度的正確率為 61%；
刺激個數在 8 個的時候，25 度的正確率為 60%，45 度的正確率為 57%。而整體趨勢為遞減。

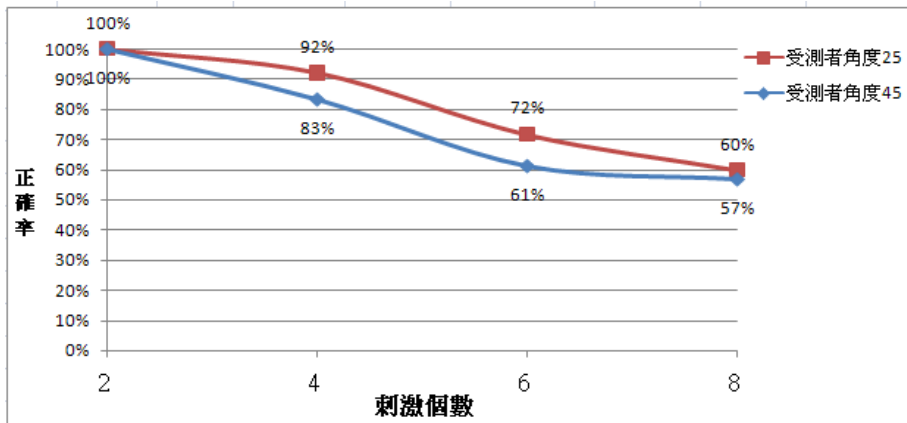


圖 5.2：頻率之辨識正確率實驗 受測者正確率平均值&角度散佈圖

從下圖內可得知，刺激個數在 2 個的時候，正確率最大最小皆為 100%；
刺激個數在 4 個的時候，25 度的正確率為 78%，45 度的正確率為 79%；
刺激個數在 6 個的時候，25 度的正確率為 62%，45 度的正確率為 56%；
刺激個數在 8 個的時候，25 度的正確率為 56%，45 度的正確率為 54%。而整體趨勢為遞減。

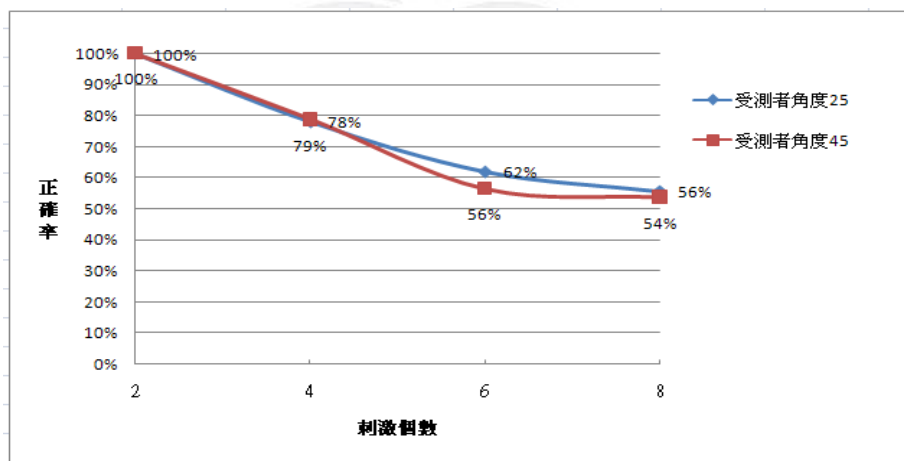


圖 5.3：相位差之辨識正確率實驗 受測者正確率平均值&角度散佈圖

從下圖內可得知：

刺激個數在 2 個的時候，正確率最大最小皆為 100%；

在 4 個的時候，25 度的正確率為 92%，45 度的正確率為 90%；

在 6 個的時候，25 度的正確率為 86%，45 度的正確率為 56%；

在 8 個的時候，25 度的正確率為 70%，45 度的正確率為 50%；

在 10 個的時候，25 度的正確率為 54%，45 度的正確率為 46%；

在 12 個的時候，25 度的正確率為 52%，45 度的正確率為 36%；

在 14 個的時候，25 度的正確率為 40%，45 度的正確率為 36%；

在 16 個的時候，25 度的正確率為 38%，45 度的正確率為 36%。而整體趨勢為遞減。

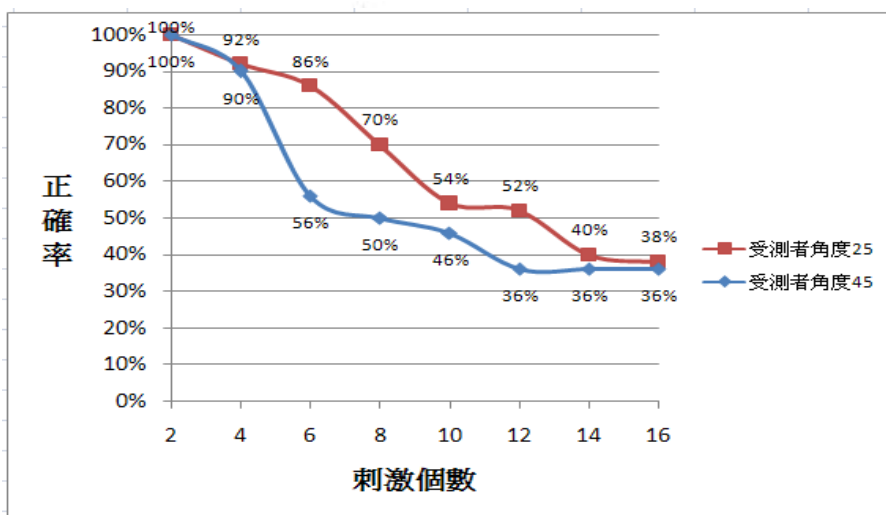


圖 5.4：頻率及相位差之辨識正確率實驗 受測者正確率平均值&角度散佈圖

5.2 相位差之 JND 實驗－長乘寬分析（受測者內之重複量數檢定）

表5.2：長乘寬分析（受測者內之重複量數檢定）

來源		型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
長	假設為球形	2368.780	3	789.593	41.594	.000
	Greenhouse-Geisser	2368.780	1.147	2065.134	41.594	.000
	Huynh-Feldt	2368.780	1.206	1964.232	41.594	.000
	下限	2368.780	1.000	2368.780	41.594	.000
誤差 (長)	假設為球形	512.551	27	18.983		
	Greenhouse-Geisser	512.551	10.323	49.650		
	Huynh-Feldt	512.551	10.854	47.224		
	下限	512.551	9.000	56.950		
寬	假設為球形	2008.322	3	669.441	54.482	.000
	Greenhouse-Geisser	2008.322	1.245	1613.044	54.482	.000
	Huynh-Feldt	2008.322	1.348	1490.304	54.482	.000
	下限	2008.322	1.000	2008.322	54.482	.000
誤差 (寬)	假設為球形	331.759	27	12.287		
	Greenhouse-Geisser	331.759	11.205	29.607		
	Huynh-Feldt	331.759	12.128	27.354		
	下限	331.759	9.000	36.862		
角度	假設為球形	629.694	1	629.694	31.724	.000
	Greenhouse-Geisser	629.694	1.000	629.694	31.724	.000

	Huynh-Feldt	629.694	1.000	629.694	31.724	.000
	下限	629.694	1.000	629.694	31.724	.000
誤差 (角度)	假設為球形	178.642	9	19.849		
	Greenhouse-Geisser	178.642	9.000	19.849		
	Huynh-Feldt	178.642	9.000	19.849		
	下限	178.642	9.000	19.849		
頻率	假設為球形	9.519	2	4.760	.264	.771
	Greenhouse-Geisser	9.519	1.591	5.985	.264	.722
	Huynh-Feldt	9.519	1.877	5.072	.264	.757
	下限	9.519	1.000	9.519	.264	.620
誤差 (頻率)	假設為球形	324.132	18	18.007		
	Greenhouse-Geisser	324.132	14.315	22.642		
	Huynh-Feldt	324.132	16.891	19.190		
	下限	324.132	9.000	36.015		
長 * 寬	假設為球形	648.752	9	72.084	23.323	.000
	Greenhouse-Geisser	648.752	1.717	377.822	23.323	.000
	Huynh-Feldt	648.752	2.083	311.440	23.323	.000
	下限	648.752	1.000	648.752	23.323	.001
誤差 (長*寬)	假設為球形	250.344	81	3.091		
	Greenhouse-Geisser	250.344	15.454	16.200		
	Huynh-Feldt	250.344	18.748	13.353		
	下限	250.344	9.000	27.816		

長 * 角度	假設為球形	268.186	3	89.395	14.999	.000
	Greenhouse-Geisser	268.186	1.414	189.722	14.999	.001
	Huynh-Feldt	268.186	1.600	167.651	14.999	.001
	下限	268.186	1.000	268.186	14.999	.004
誤差 (長*角度)	假設為球形	160.926	27	5.960		
	Greenhouse-Geisser	160.926	12.722	12.649		
	Huynh-Feldt	160.926	14.397	11.178		
	下限	160.926	9.000	17.881		
寬 * 角度	假設為球形	129.161	3	43.054	23.828	.000
	Greenhouse-Geisser	129.161	2.235	57.789	23.828	.000
	Huynh-Feldt	129.161	3.000	43.054	23.828	.000
	下限	129.161	1.000	129.161	23.828	.001
誤差 (寬*角度)	假設為球形	48.784	27	1.807		
	Greenhouse-Geisser	48.784	20.115	2.425		
	Huynh-Feldt	48.784	27.000	1.807		
	下限	48.784	9.000	5.420		
長 * 寬 * 角度	假設為球形	135.313	9	15.035	8.761	.000
	Greenhouse-Geisser	135.313	2.468	54.835	8.761	.001
	Huynh-Feldt	135.313	3.471	38.979	8.761	.000
	下限	135.313	1.000	135.313	8.761	.016
誤差 (長*寬*角度)	假設為球形	139.002	81	1.716		
	Greenhouse-Geisser	139.002	22.209	6.259		

	Huynh-Feldt	139.002	31.242	4.449		
	下限	139.002	9.000	15.445		
長 * 頻率	假設為球形	11.422	6	1.904	.526	.786
	Greenhouse-Geisser	11.422	1.630	7.007	.526	.566
	Huynh-Feldt	11.422	1.940	5.887	.526	.595
	下限	11.422	1.000	11.422	.526	.487
誤差 (長*頻率)	假設為球形	195.489	54	3.620		
	Greenhouse-Geisser	195.489	14.670	13.325		
	Huynh-Feldt	195.489	17.463	11.194		
	下限	195.489	9.000	21.721		
寬 * 頻率	假設為球形	15.862	6	2.644	.775	.593
	Greenhouse-Geisser	15.862	1.795	8.835	.775	.464
	Huynh-Feldt	15.862	2.214	7.164	.775	.486
	下限	15.862	1.000	15.862	.775	.402
誤差 (寬*頻率)	假設為球形	184.299	54	3.413		
	Greenhouse-Geisser	184.299	16.157	11.406		
	Huynh-Feldt	184.299	19.928	9.248		
	下限	184.299	9.000	20.478		
長 * 寬 * 頻率	假設為球形	28.680	18	1.593	.907	.571
	Greenhouse-Geisser	28.680	3.387	8.467	.907	.459
	Huynh-Feldt	28.680	5.679	5.050	.907	.493
	下限	28.680	1.000	28.680	.907	.366

誤差 (長*寬*頻率)	假設為球形	284.513	162	1.756		
	Greenhouse-Geisser	284.513	30.487	9.332		
	Huynh-Feldt	284.513	51.111	5.567		
	下限	284.513	9.000	31.613		
角度 * 頻率	假設為球形	1.085	2	.542	.059	.943
	Greenhouse-Geisser	1.085	1.788	.607	.059	.927
	Huynh-Feldt	1.085	2.000	.542	.059	.943
	下限	1.085	1.000	1.085	.059	.813
誤差 (角度*頻率)	假設為球形	164.743	18	9.152		
	Greenhouse-Geisser	164.743	16.092	10.238		
	Huynh-Feldt	164.743	18.000	9.152		
	下限	164.743	9.000	18.305		
長 * 角度 * 頻率	假設為球形	5.482	6	.914	.395	.879
	Greenhouse-Geisser	5.482	1.901	2.883	.395	.669
	Huynh-Feldt	5.482	2.397	2.287	.395	.714
	下限	5.482	1.000	5.482	.395	.545
誤差 (長*角度*頻率)	假設為球形	124.836	54	2.312		
	Greenhouse-Geisser	124.836	17.113	7.295		
	Huynh-Feldt	124.836	21.573	5.787		
	下限	124.836	9.000	13.871		
寬 * 角度 * 頻率	假設為球形	6.838	6	1.140	.684	.664
	Greenhouse-Geisser	6.838	2.751	2.486	.684	.558

	Huynh-Feldt	6.838	4.081	1.675	.684	.611
	下限	6.838	1.000	6.838	.684	.430
誤差 (寬*角度*頻率)	假設為球形	90.021	54	1.667		
	Greenhouse-Geisser	90.021	24.756	3.636		
	Huynh-Feldt	90.021	36.733	2.451		
	下限	90.021	9.000	10.002		
長 * 寬 * 角度 * 頻率	假設為球形	25.729	18	1.429	.999	.463
	Greenhouse-Geisser	25.729	3.448	7.461	.999	.414
	Huynh-Feldt	25.729	5.851	4.397	.999	.434
	下限	25.729	1.000	25.729	.999	.344
誤差 (長*寬*角度*頻率)	假設為球形	231.683	162	1.430		
	Greenhouse-Geisser	231.683	31.035	7.465		
	Huynh-Feldt	231.683	52.659	4.400		
	下限	231.683	9.000	25.743		

由上表可得知，除了頻率的顯著性 $P=0.771>0.05$ ，呈現不顯著；其餘三個主效果（長、寬、角度）以及其交互作用的顯著性皆呈現高度顯著 $P<0.01$ ，因此做長、寬的 LSD 事後檢定，也同樣地做主效果及其交互作用之分析圖。

5.2.1 長&寬－LSD 事後檢定

表 5.3：提示信息－長的 LSD 事後檢定

(I) 長	(J) 長	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
2	4	2.298 [*]	.370	.000	1.462	3.134
	6	3.431 [*]	.527	.000	2.240	4.622
	8	4.148 [*]	.615	.000	2.756	5.540
4	2	-2.298 [*]	.370	.000	-3.134	-1.462
	6	1.133 [*]	.205	.000	.670	1.597
	8	1.850 [*]	.315	.000	1.137	2.563
6	2	-3.431 [*]	.527	.000	-4.622	-2.240
	4	-1.133 [*]	.205	.000	-1.597	-.670
	8	.717 [*]	.124	.000	.436	.997
8	2	-4.148 [*]	.615	.000	-5.540	-2.756
	4	-1.850 [*]	.315	.000	-2.563	-1.137
	6	-.717 [*]	.124	.000	-.997	-.436

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異（等於未調整值）。

由上表可得知，不同長度的提示信息的顯著性 $P < 0.01$ ，皆呈現高度顯著，因此可說各種長度的提示信息，對受測者的相位差閾值皆有所差異。

表5.4：提示信息－寬的LSD事後檢定

(I) 寬	(J) 寬	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
1	2	1.373 [*]	.173	.000	.981	1.765
	4	2.952 [*]	.336	.000	2.191	3.713
	8	3.752 [*]	.459	.000	2.713	4.791
2	1	-1.373 [*]	.173	.000	-1.765	-.981
	4	1.579 [*]	.252	.000	1.009	2.149
	8	2.379 [*]	.410	.000	1.453	3.306
4	1	-2.952 [*]	.336	.000	-3.713	-2.191
	2	-1.579 [*]	.252	.000	-2.149	-1.009
	8	.800 [*]	.170	.001	.416	1.184
8	1	-3.752 [*]	.459	.000	-4.791	-2.713
	2	-2.379 [*]	.410	.000	-3.306	-1.453
	4	-.800 [*]	.170	.001	-1.184	-.416

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異 (等於未調整值)。

由上表也可得知，不同寬度的提示信息的顯著性 $P < 0.01$ ，皆呈現高度顯著，因此可說各種寬度的提示信息，對受測者的相位差閾值也是皆有所差異。

5.2.2 主效果及其交互作用之分析圖

透過SPSS的運算，得知各種長度的相位差閾值，並將它們畫在下圖。

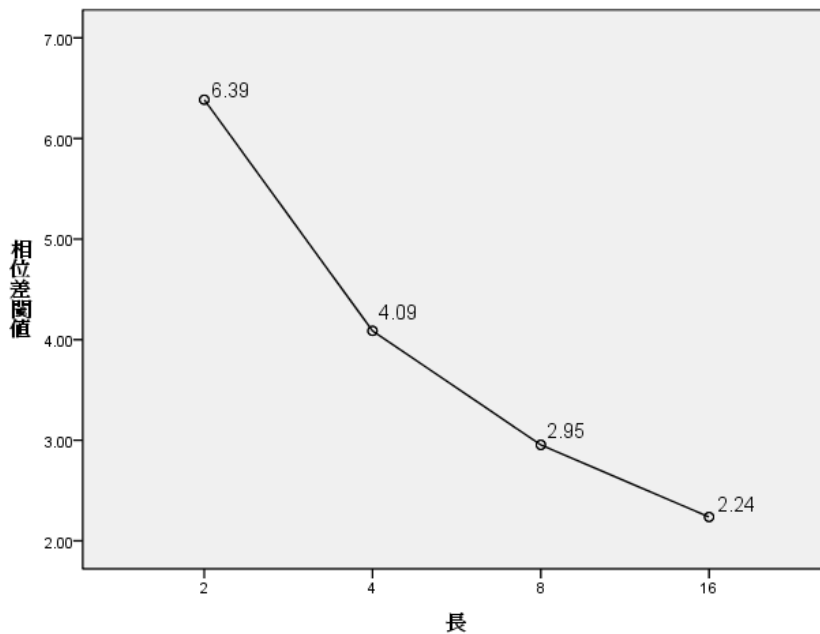


圖 5.5：提示信息－長的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種寬的相位差閾值，並將它們畫在下圖。

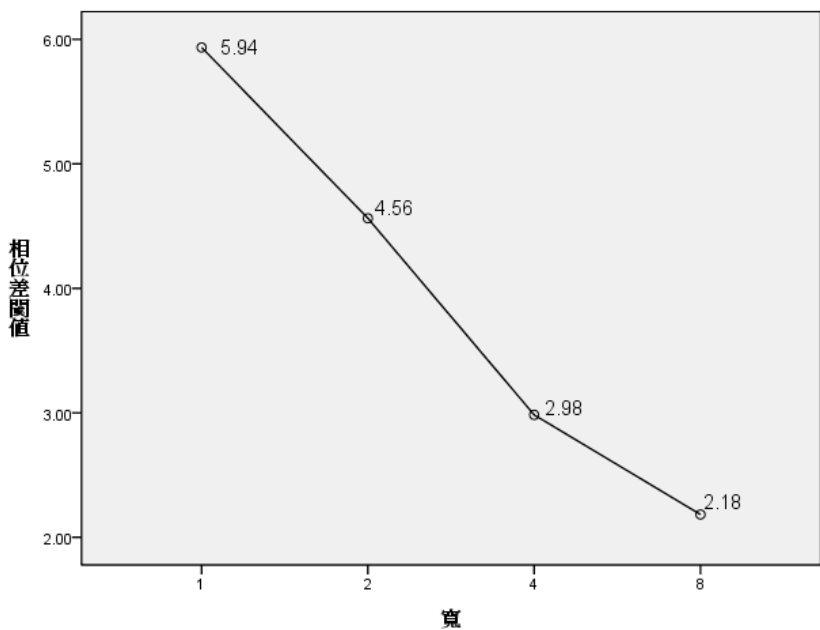


圖 5.6：提示信息－寬的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種角度的相位差閾值，並將它們畫在下圖。

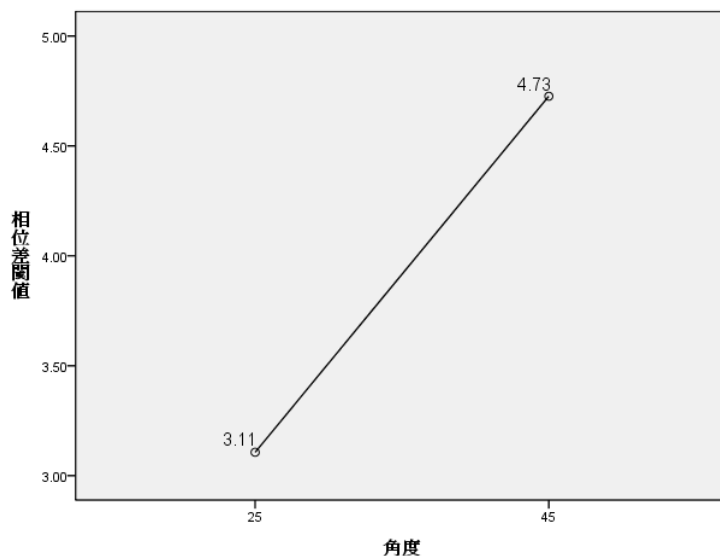


圖 5.7：提示信息－角度的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種長&寬的相位差閾值，並將它們畫在下圖。在圖上可得知，在交互作用下，提示信息的長在 2 的時候，其提示信息在不同寬的相位差閾值有明顯的差異，反之提示信息的長越大時，不同寬的相位差閾值差異較小。

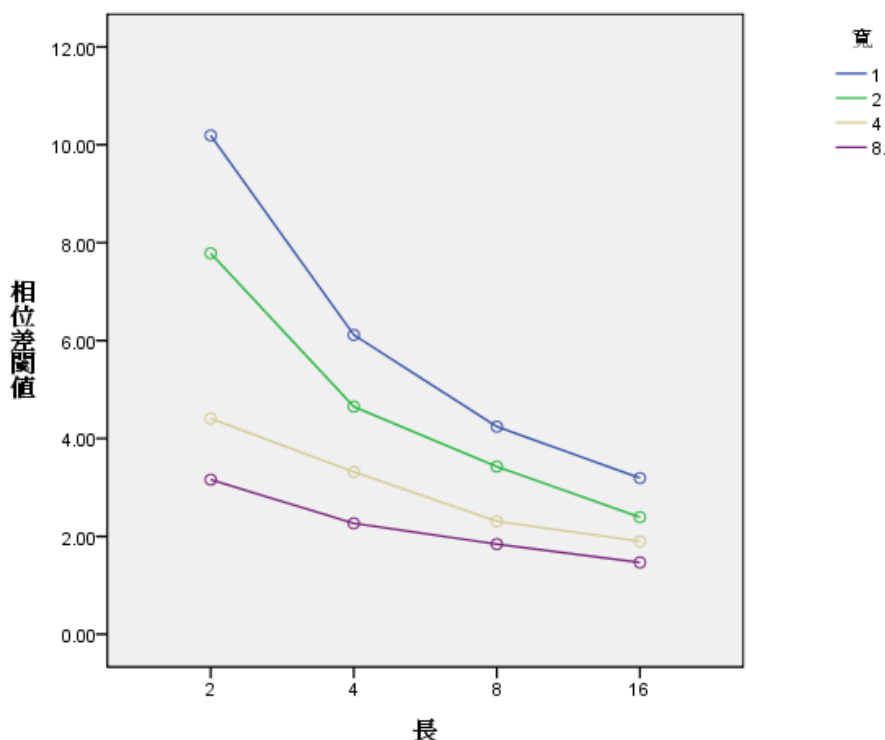


圖 5.8：提示信息－長&寬的交互作用分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種長&角度的相位差閾值，並將它們畫在下圖。在圖上可得知，在交互作用下，提示信息的長在 2 的時候，其提示信息在不同角度的相位差閾值有明顯的差異，反之提示信息的長越大時，不同角度的相位差閾值差異較小。

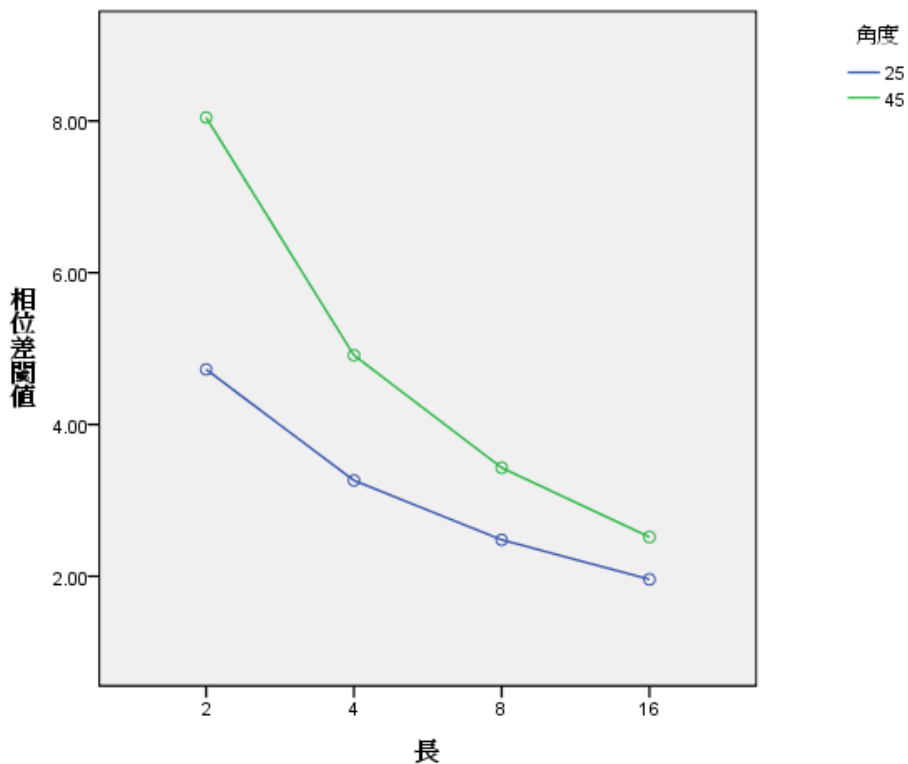


圖5.9：提示信息－長&角度的交互作用分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種寬&角度的相位差閾值，並將它們畫在下圖。在圖上可得知，在交互作用下，提示信息的寬在 1 的時候，其提示信息在不同角度的相位差閾值有明顯的差異，反之提示信息的寬越大時，不同角度的相位差閾值差異較小。

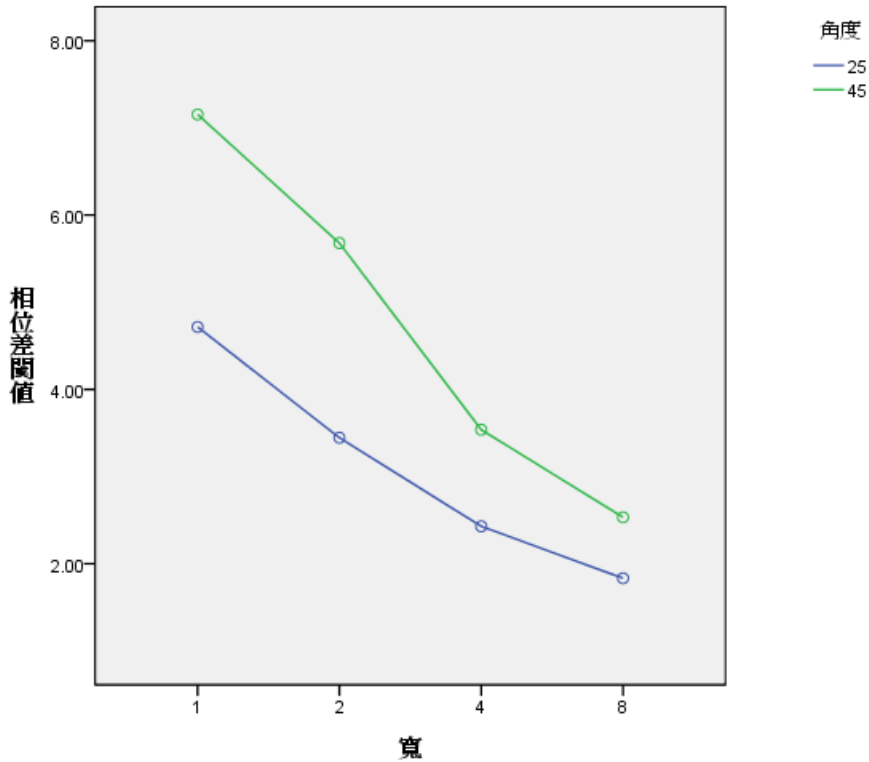


圖5.10：提示信息－寬&角度的交互作用分析圖

5.3 相位差之 JND 實驗－總個數分析（受測者內之重複量數檢定）

表5.5：總個數分析（受測者內之重複量數檢定）

來源		型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
總個數	假設為球形	3646.992	6	607.832	53.455	.000
	Greenhouse-Geisser	3646.992	1.148	3176.032	53.455	.000
	Huynh-Feldt	3646.992	1.208	3019.674	53.455	.000
	下限	3646.992	1.000	3646.992	53.455	.000
誤差 (總個數)	假設為球形	614.033	54	11.371		
	Greenhouse-Geisser	614.033	10.335	59.415		

餘目瞭然－探討以周邊視覺為基礎之大螢幕動態提示系統設計

	Huynh-Feldt	614.033	10.870	56.490		
	下限	614.033	9.000	68.226		
角度	假設為球形	405.380	1	405.380	35.254	.000
	Greenhouse-Geisser	405.380	1.000	405.380	35.254	.000
	Huynh-Feldt	405.380	1.000	405.380	35.254	.000
	下限	405.380	1.000	405.380	35.254	.000
誤差 (角度)	假設為球形	103.489	9	11.499		
	Greenhouse-Geisser	103.489	9.000	11.499		
	Huynh-Feldt	103.489	9.000	11.499		
	下限	103.489	9.000	11.499		
頻率	假設為球形	4.853	2	2.426	.224	.801
	Greenhouse-Geisser	4.853	1.472	3.298	.224	.735
	Huynh-Feldt	4.853	1.689	2.873	.224	.766
	下限	4.853	1.000	4.853	.224	.647
誤差 (頻率)	假設為球形	194.902	18	10.828		
	Greenhouse-Geisser	194.902	13.245	14.716		
	Huynh-Feldt	194.902	15.202	12.821		
	下限	194.902	9.000	21.656		
總個數 * 角度	假設為球形	346.452	6	57.742	22.226	.000
	Greenhouse-Geisser	346.452	1.565	221.432	22.226	.000
	Huynh-Feldt	346.452	1.835	188.774	22.226	.000
	下限	346.452	1.000	346.452	22.226	.001
誤差 (總個數*角度)	假設為球形	140.287	54	2.598		
	Greenhouse-Geisser	140.287	14.081	9.963		
	Huynh-Feldt	140.287	16.517	8.493		
	下限	140.287	9.000	15.587		
總個數 * 頻率	假設為球形	24.968	12	2.081	.638	.806
	Greenhouse-Geisser	24.968	2.484	10.053	.638	.570
	Huynh-Feldt	24.968	3.504	7.125	.638	.620
	下限	24.968	1.000	24.968	.638	.445

誤差 (總個數*頻率)	假設為球形	352.412	108	3.263		
	Greenhouse-Geisser	352.412	22.353	15.766		
	Huynh-Feldt	352.412	31.540	11.174		
	下限	352.412	9.000	39.157		
角度 * 頻率	假設為球形	2.753	2	1.376	.284	.756
	Greenhouse-Geisser	2.753	1.660	1.659	.284	.717
	Huynh-Feldt	2.753	1.989	1.384	.284	.755
	下限	2.753	1.000	2.753	.284	.607
誤差 (角度*頻率)	假設為球形	87.297	18	4.850		
	Greenhouse-Geisser	87.297	14.937	5.844		
	Huynh-Feldt	87.297	17.897	4.878		
	下限	87.297	9.000	9.700		
總個數 * 角度 * 頻率	假設為球形	25.857	12	2.155	1.350	.201
	Greenhouse-Geisser	25.857	2.892	8.942	1.350	.280
	Huynh-Feldt	25.857	4.407	5.868	1.350	.267
	下限	25.857	1.000	25.857	1.350	.275
誤差 (總個數*角度*頻率)	假設為球形	172.328	108	1.596		
	Greenhouse-Geisser	172.328	26.025	6.622		
	Huynh-Feldt	172.328	39.659	4.345		
	下限	172.328	9.000	19.148		

由上表可得知，除了頻率的顯著性 $P=0.801>0.05$ ，呈現不顯著；其餘兩個主效果（總個數、角度）以及其交互作用的顯著性皆呈現高度顯著 $P<0.01$ ，因此做總個數的LSD事後檢定，也同樣地做主效果及其交互作用之分析圖。

5.3.1 總個數－LSD 事後檢定

表5.6：提示信息－總個數的LSD事後檢定

(I) 總個數	(J) 總個數	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
2	4	3.242 [*]	.446	.000	2.234	4.250
	8	5.758 [*]	.739	.000	4.087	7.430
	16	6.919 [*]	.954	.000	4.760	9.078
	32	7.869 [*]	1.031	.000	5.537	10.202
	64	8.353 [*]	1.074	.000	5.923	10.782
	128	8.725 [*]	1.114	.000	6.205	11.245
4	2	-3.242 [*]	.446	.000	-4.250	-2.234
	8	2.517 [*]	.365	.000	1.692	3.341
	16	3.677 [*]	.590	.000	2.342	5.012
	32	4.628 [*]	.681	.000	3.088	6.168
	64	5.111 [*]	.728	.000	3.465	6.757
	128	5.483 [*]	.772	.000	3.736	7.230
8	2	-5.758 [*]	.739	.000	-7.430	-4.087
	4	-2.517 [*]	.365	.000	-3.341	-1.692
	16	1.160 [*]	.274	.002	.541	1.780
	32	2.111 [*]	.381	.000	1.250	2.972
	64	2.594 [*]	.447	.000	1.584	3.605
	128	2.967 [*]	.485	.000	1.870	4.063
16	2	-6.919 [*]	.954	.000	-9.078	-4.760
	4	-3.677 [*]	.590	.000	-5.012	-2.342
	8	-1.160 [*]	.274	.002	-1.780	-.541
	32	.951 [*]	.119	.000	.681	1.221
	64	1.434 [*]	.185	.000	1.015	1.853
	128	1.806 [*]	.218	.000	1.312	2.300
32	2	-7.869 [*]	1.031	.000	-10.202	-5.537

	4	-4.628 ^a	.681	.000	-6.168	-3.088
	8	-2.111 ^a	.381	.000	-2.972	-1.250
	16	-.951 ^a	.119	.000	-1.221	-.681
	64	.483 ^a	.094	.001	.271	.695
	128	.856 ^a	.115	.000	.596	1.115
64	2	-8.353 ^a	1.074	.000	-10.782	-5.923
	4	-5.111 ^a	.728	.000	-6.757	-3.465
	8	-2.594 ^a	.447	.000	-3.605	-1.584
	16	-1.434 ^a	.185	.000	-1.853	-1.015
	32	-.483 ^a	.094	.001	-.695	-.271
	128	.372 ^a	.062	.000	.232	.512
128	2	-8.725 ^a	1.114	.000	-11.245	-6.205
	4	-5.483 ^a	.772	.000	-7.230	-3.736
	8	-2.967 ^a	.485	.000	-4.063	-1.870
	16	-1.806 ^a	.218	.000	-2.300	-1.312
	32	-.856 ^a	.115	.000	-1.115	-.596
	64	-.372 ^a	.062	.000	-.512	-.232

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異（等於未調整值）。

由上表可得知，各種不同總個數的提示信息顯著性 $P < 0.01$ ，皆呈現高度顯著，因此可說各種總個數的提示信息，對受測者的相位差閾值皆有所差異。

5.3.2 主效果及其交互作用之分析圖

透過 SPSS 的運算，得知不同總個數的相位差閾值，並將它們畫在下圖。

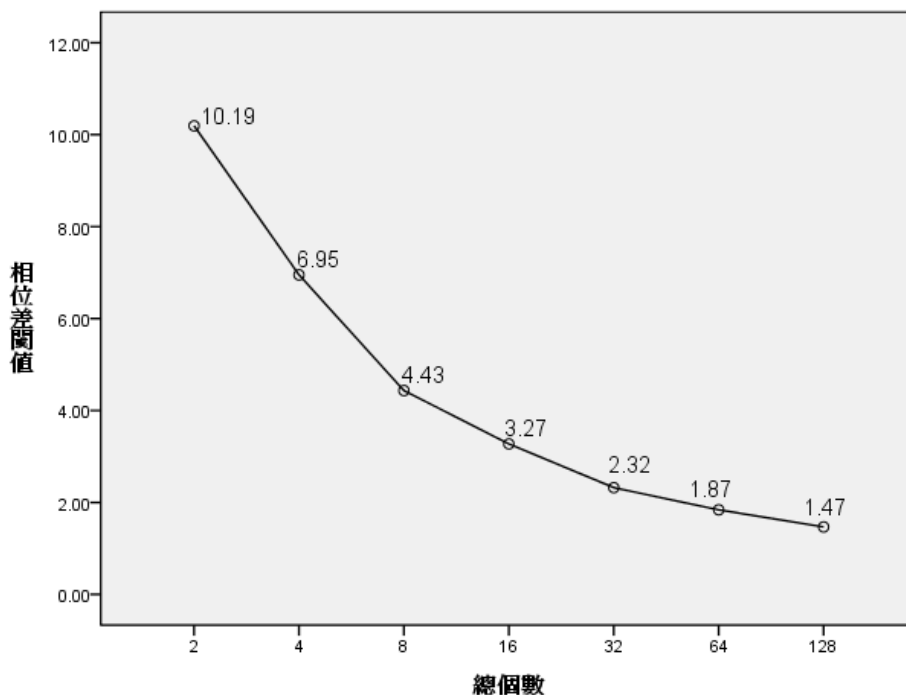


圖 5.11：提示信息－總個數的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種角度的相位差閾值，並將它們畫在下圖。

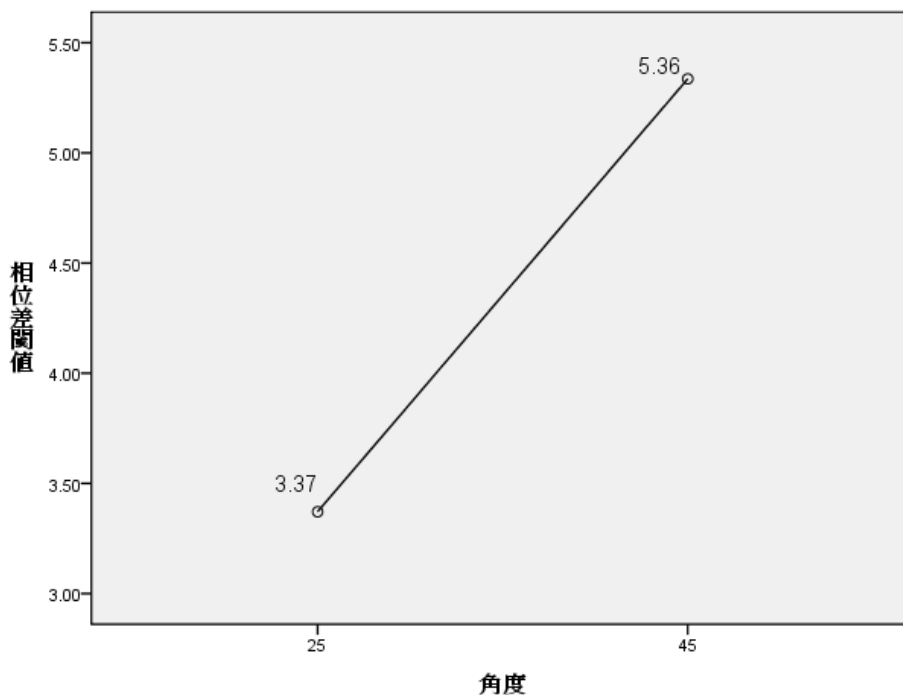


圖 5.12：提示信息－角度的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知各種總個數&角度的相位差閾值，並將它們畫在下圖。在圖上可得知，在交互作用下，提示信息的總個數在 2 的時候，其提示信息在不同角度的相位差閾值有明顯的差異，反之提示信息的總個數越大時，不同角度的相位差閾值差異較小。

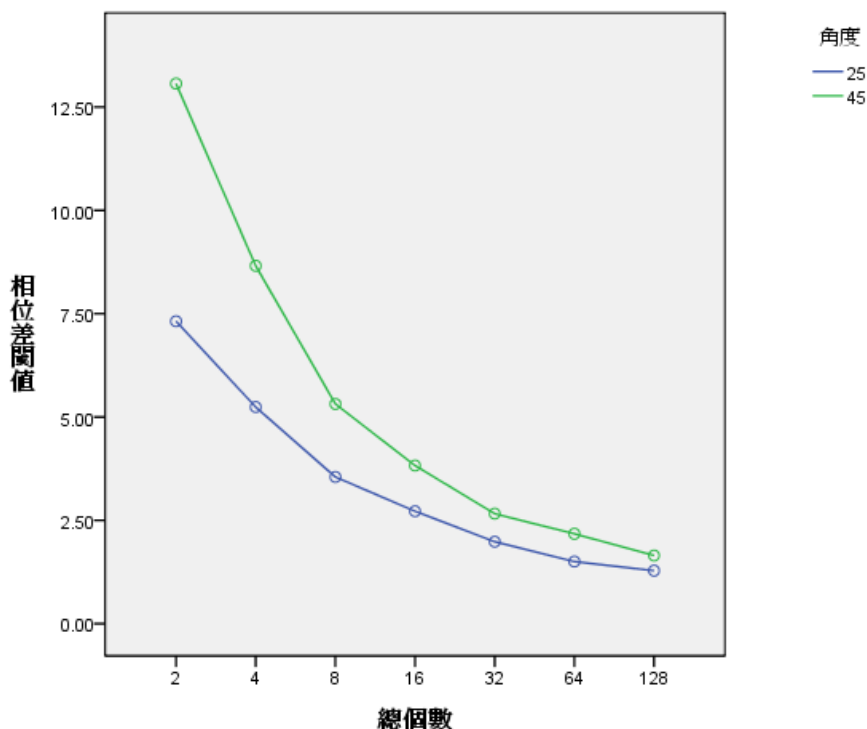


圖 5.13：提示信息－總個數&角度的交互作用分析圖

5.4 頻率之辨識正確率實驗－正確率分析（受測者內之重複量數檢定）

表 5.7：不同頻率的正確率分析（受測者內之重複量數檢定）

來源		型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
刺激個數	假設為球形	6.578	3	2.193	60.654	.000
	Greenhouse-Geisser	6.578	2.264	2.906	60.654	.000
	Huynh-Feldt	6.578	3.000	2.193	60.654	.000
	下限	6.578	1.000	6.578	60.654	.000
誤差 (刺激個數)	假設為球形	.976	27	.036		
	Greenhouse-Geisser	.976	20.377	.048		
	Huynh-Feldt	.976	27.000	.036		

	下限	.976	9.000	.108		
頻率	假設為球形	.237	2	.119	6.449	.008
	Greenhouse-Geisser	.237	1.347	.176	6.449	.019
	Huynh-Feldt	.237	1.499	.158	6.449	.016
	下限	.237	1.000	.237	6.449	.032
誤差 (頻率)	假設為球形	.331	18	.018		
	Greenhouse-Geisser	.331	12.125	.027		
	Huynh-Feldt	.331	13.492	.025		
	下限	.331	9.000	.037		
角度	假設為球形	.176	1	.176	5.444	.045
	Greenhouse-Geisser	.176	1.000	.176	5.444	.045
	Huynh-Feldt	.176	1.000	.176	5.444	.045
	下限	.176	1.000	.176	5.444	.045
誤差 (角度)	假設為球形	.291	9	.032		
	Greenhouse-Geisser	.291	9.000	.032		
	Huynh-Feldt	.291	9.000	.032		
	下限	.291	9.000	.032		
刺激個數 * 頻率	假設為球形	.138	6	.023	1.676	.145
	Greenhouse-Geisser	.138	3.136	.044	1.676	.193
	Huynh-Feldt	.138	5.006	.028	1.676	.160
	下限	.138	1.000	.138	1.676	.228
誤差 (刺激個數*頻率)	假設為球形	.743	54	.014		
	Greenhouse-Geisser	.743	28.220	.026		
	Huynh-Feldt	.743	45.052	.016		
	下限	.743	9.000	.083		
刺激個數 * 角度	假設為球形	.107	3	.036	1.846	.163
	Greenhouse-Geisser	.107	2.547	.042	1.846	.173
	Huynh-Feldt	.107	3.000	.036	1.846	.163
	下限	.107	1.000	.107	1.846	.207
誤差 (刺激個數*角度)	假設為球形	.524	27	.019		
	Greenhouse-Geisser	.524	22.919	.023		

	Huynh-Feldt	.524	27.000	.019		
	下限	.524	9.000	.058		
頻率 * 角度	假設為球形	.060	2	.030	3.347	.058
	Greenhouse-Geisser	.060	1.929	.031	3.347	.060
	Huynh-Feldt	.060	2.000	.030	3.347	.058
	下限	.060	1.000	.060	3.347	.101
誤差 (頻率*角度)	假設為球形	.162	18	.009		
	Greenhouse-Geisser	.162	17.364	.009		
	Huynh-Feldt	.162	18.000	.009		
	下限	.162	9.000	.018		
刺激個數 * 頻率 * 角度	假設為球形	.145	6	.024	1.402	.231
	Greenhouse-Geisser	.145	2.681	.054	1.402	.267
	Huynh-Feldt	.145	3.926	.037	1.402	.254
	下限	.145	1.000	.145	1.402	.267
誤差 (刺激個數*頻率*角度)	假設為球形	.930	54	.017		
	Greenhouse-Geisser	.930	24.127	.039		
	Huynh-Feldt	.930	35.332	.026		
	下限	.930	9.000	.103		

由上表可得知，刺激個數呈現高度顯著 $P < 0.01$ ，而其餘兩個主效果（頻率、角度）呈現顯著 $P < 0.05$ ，因此做刺激個數、頻率的 LSD 事後檢定，也同樣地做主效果分析圖。

5.4.1 刺激個數、頻率－LSD 事後檢定

表 5.8：刺激個數之正確率的 LSD 事後檢定

(I) 刺激 個數	(J) 刺激 個數	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
2	4	.123 [*]	.026	.001	.065	.181
	6	.335 [*]	.039	.000	.247	.423
	8	.417 [*]	.028	.000	.353	.480
4	2	-.123 [*]	.026	.001	-.181	-.065
	6	.212 [*]	.037	.000	.128	.296
	8	.293 [*]	.041	.000	.200	.387
6	2	-.335 [*]	.039	.000	-.423	-.247
	4	-.212 [*]	.037	.000	-.296	-.128
	8	.082 [*]	.034	.041	.004	.159
8	2	-.417 [*]	.028	.000	-.480	-.353
	4	-.293 [*]	.041	.000	-.387	-.200
	6	-.082 [*]	.034	.041	-.159	-.004

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異 (等於未調整值)。

由上表可得知，各種不同刺激個數的正確率之顯著性 $P < 0.05$ ，皆呈現顯著，因此可說不同的刺激個數，對受測者的正確率皆有所差異。

表 5.9：頻率之正確率的 LSD 事後檢定

(I) 頻率	(J) 頻率	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
0.25	0.5	.059 [*]	.013	.002	.029	.089
	1	.073 [*]	.022	.009	.023	.122
0.5	0.25	-.059 [*]	.013	.002	-.089	-.029
	1	.014	.027	.622	-.047	.075

1	0.25	-0.073*	.022	.009	-.122	-.023
	0.5	-.014	.027	.622	-.075	.047

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異（等於未調整值）。

由上表可得知，頻率0.5 & 頻率1的正確率之顯著性 $P=0.622 > 0.05$ ，呈現不顯著，可說頻率0.5和頻率1的提示信息之下，對受測者的正確率沒有差異；而頻率0.25 & 頻率0.5以及頻率0.25 & 頻率1的正確率之顯著性皆小於0.05，其對受測者的正確率有差異。

5.4.2 刺激個數、頻率、角度－主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知不同刺激個數的正確率，並將它們畫在下圖。

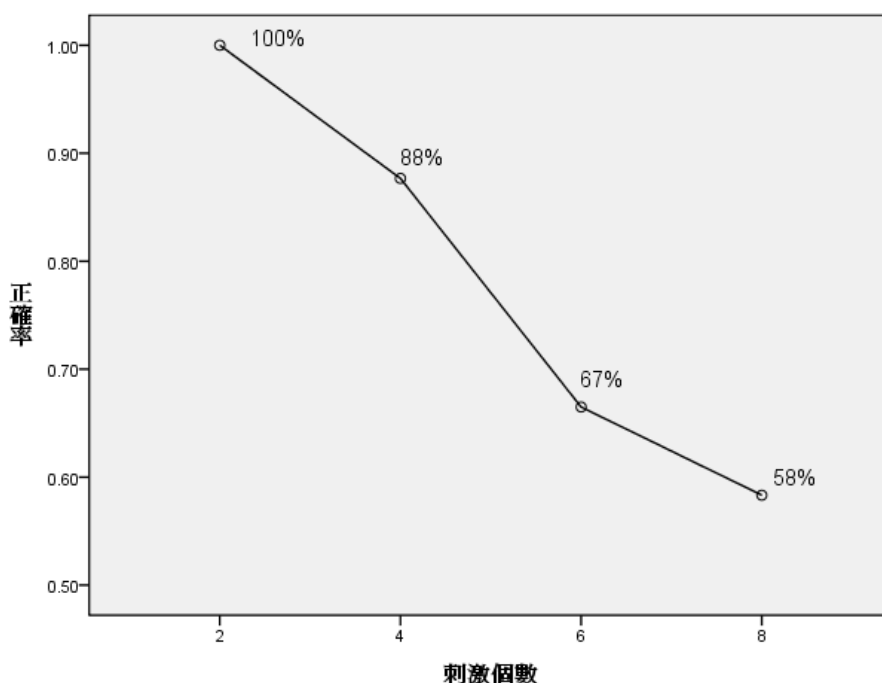


圖 5.14：刺激個數之正確率的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知不同頻率的正確率，並將它們畫在下圖。

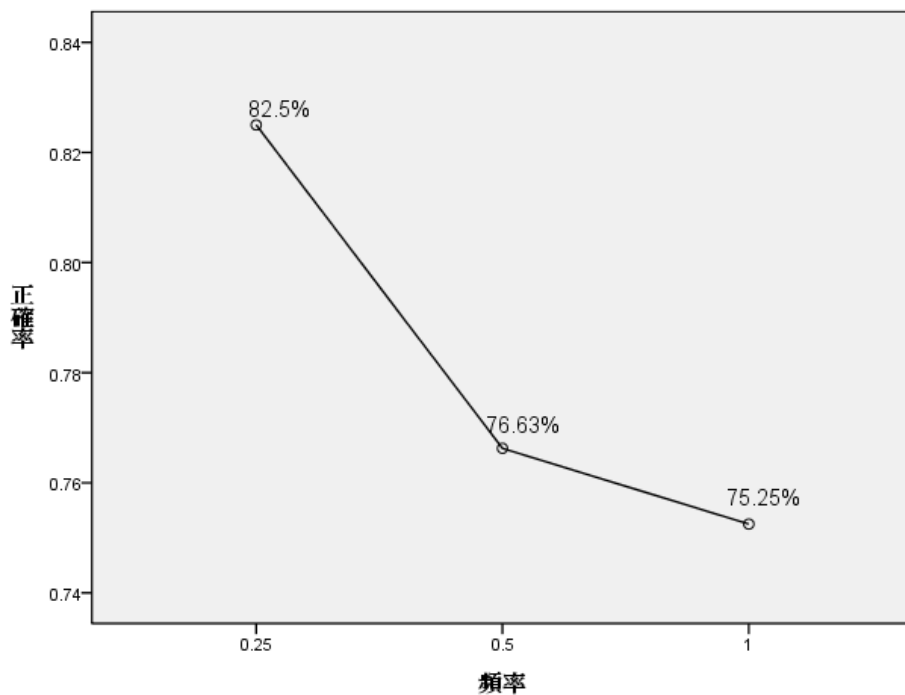


圖 5.15：頻率之正確率的主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知不同角度的正確率，並將它們畫在下圖。

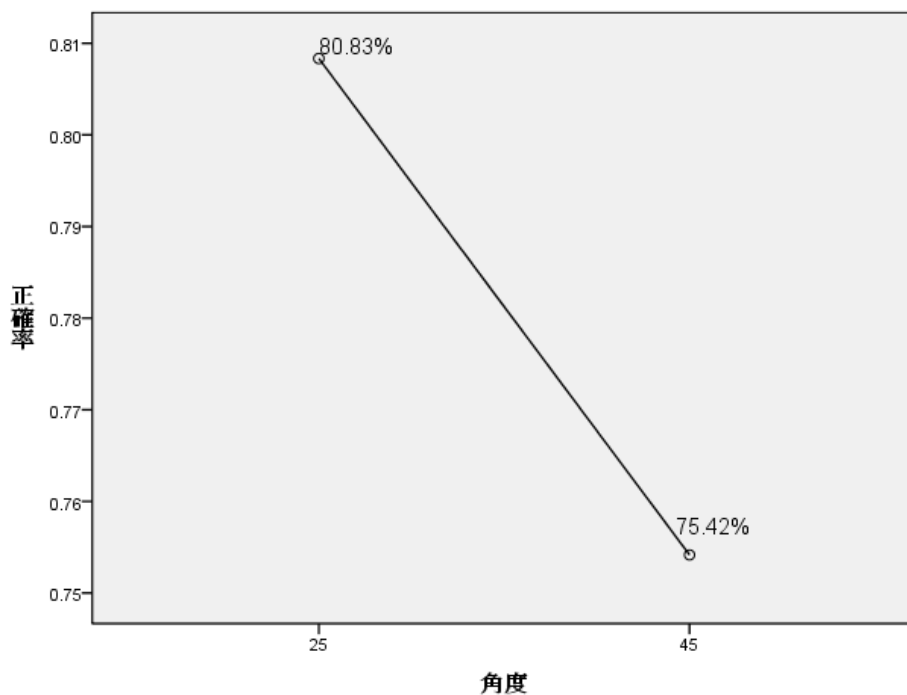


圖 5.16：角度之正確率的主效果分析圖

5.5 相位差之辨識正確率實驗－正確率分析（受測者內之重複量數檢定）

表 5.10：正確率分析（受測者內之重複量數檢定）

來源		型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
刺激個數	假設為球形	7.645	3	2.548	91.910	.000
	Greenhouse-Geisser	7.645	2.374	3.220	91.910	.000
	Huynh-Feldt	7.645	3.000	2.548	91.910	.000
	下限	7.645	1.000	7.645	91.910	.000
誤差 (刺激個數)	假設為球形	.749	27	.028		
	Greenhouse-Geisser	.749	21.370	.035		
	Huynh-Feldt	.749	27.000	.028		
	下限	.749	9.000	.083		
相位差	假設為球形	.048	2	.024	.610	.554
	Greenhouse-Geisser	.048	1.379	.035	.610	.500
	Huynh-Feldt	.048	1.548	.031	.610	.517
	下限	.048	1.000	.048	.610	.455
誤差 (相位差)	假設為球形	.712	18	.040		
	Greenhouse-Geisser	.712	12.414	.057		
	Huynh-Feldt	.712	13.928	.051		
	下限	.712	9.000	.079		
角度	假設為球形	.018	1	.018	.904	.366
	Greenhouse-Geisser	.018	1.000	.018	.904	.366
	Huynh-Feldt	.018	1.000	.018	.904	.366
	下限	.018	1.000	.018	.904	.366
誤差 (角度)	假設為球形	.183	9	.020		
	Greenhouse-Geisser	.183	9.000	.020		
	Huynh-Feldt	.183	9.000	.020		
	下限	.183	9.000	.020		
刺激個數 * 相位差	假設為球形	.073	6	.012	.631	.705

	Greenhouse-Geisser	.073	3.335	.022	.631	.617
	Huynh-Feldt	.073	5.533	.013	.631	.692
	下限	.073	1.000	.073	.631	.447
誤差 (刺激個數*相位差)	假設為球形	1.037	54	.019		
	Greenhouse-Geisser	1.037	30.011	.035		
	Huynh-Feldt	1.037	49.795	.021		
	下限	1.037	9.000	.115		
刺激個數 * 角度	假設為球形	.019	3	.006	.376	.771
	Greenhouse-Geisser	.019	2.362	.008	.376	.725
	Huynh-Feldt	.019	3.000	.006	.376	.771
	下限	.019	1.000	.019	.376	.555
誤差 (刺激個數*角度)	假設為球形	.458	27	.017		
	Greenhouse-Geisser	.458	21.260	.022		
	Huynh-Feldt	.458	27.000	.017		
	下限	.458	9.000	.051		
相位差 * 角度	假設為球形	.059	2	.030	2.871	.083
	Greenhouse-Geisser	.059	1.734	.034	2.871	.092
	Huynh-Feldt	.059	2.000	.030	2.871	.083
	下限	.059	1.000	.059	2.871	.124
誤差 (相位差*角度)	假設為球形	.186	18	.010		
	Greenhouse-Geisser	.186	15.607	.012		
	Huynh-Feldt	.186	18.000	.010		
	下限	.186	9.000	.021		
刺激個數 * 相位差 * 角度	假設為球形	.058	6	.010	.557	.763
	Greenhouse-Geisser	.058	2.627	.022	.557	.627
	Huynh-Feldt	.058	3.809	.015	.557	.687
	下限	.058	1.000	.058	.557	.475
誤差 (刺激個數*相位差*角度)	假設為球形	.934	54	.017		
	Greenhouse-Geisser	.934	23.647	.039		
	Huynh-Feldt	.934	34.282	.027		
	下限	.934	9.000	.104		

由上表可得知，除了刺激個數的顯著性 $P < 0.01$ ，呈現高度顯著，其餘的兩個主效果（相位差、角度）以及其交互作用的顯著性皆呈現不顯著，因此做刺激個數的LSD事後檢定及其分析圖。

5.5.1 刺激個數－LSD 事後檢定

表5.11：刺激個數之正確率的LSD事後檢定

(I) 刺激 個數	(J) 刺激 個數	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
2	4	.217 [*]	.027	.000	.155	.278
	6	.407 [*]	.028	.000	.344	.469
	8	.452 [*]	.032	.000	.378	.525
4	2	-.217 [*]	.027	.000	-.278	-.155
	6	.190 [*]	.023	.000	.139	.241
	8	.235 [*]	.038	.000	.148	.322
6	2	-.407 [*]	.028	.000	-.469	-.344
	4	-.190 [*]	.023	.000	-.241	-.139
	8	.045	.032	.189	-.027	.117
8	2	-.452 [*]	.032	.000	-.525	-.378
	4	-.235 [*]	.038	.000	-.322	-.148
	6	-.045	.032	.189	-.117	.027

根據估計的邊緣平均數而定

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

a. 調整多重比較：最低顯著差異（等於未調整值）。

由上表可得知，刺激個數在 6 個& 8 個的正確率之顯著性 $P=0.189 > 0.05$ ，呈現不顯著，可說刺激個數在 6 個& 8 個的提示信息之下，對受測者的正確率沒有差異；而其餘刺激的正確率之顯著性皆小於 0.01，其對受測者的正確率有差異。

5.5.2 刺激個數－主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知不同刺激個數的正確率，並將它們畫在下圖。

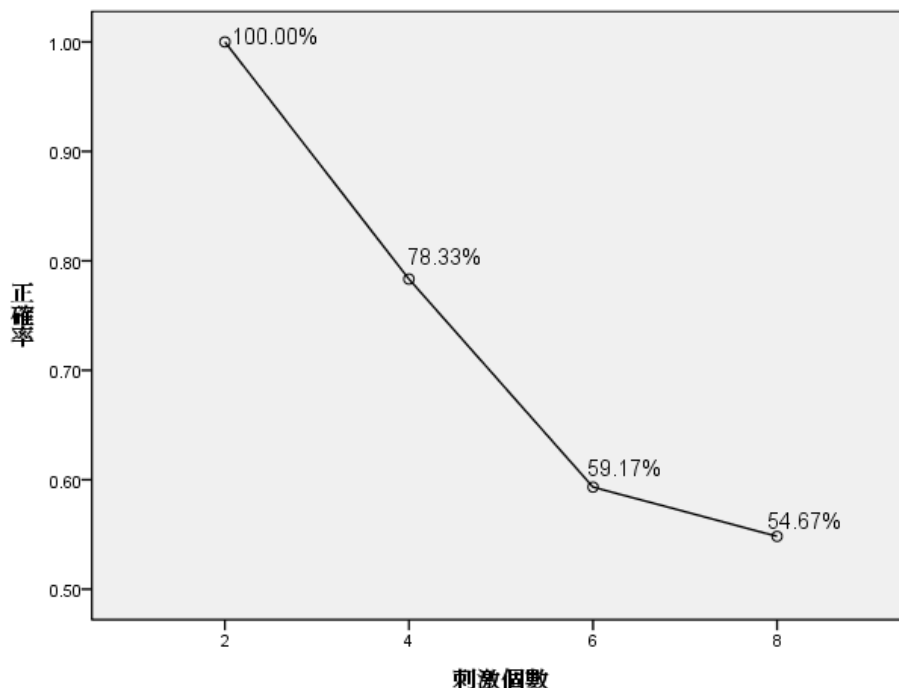


圖 5.17：刺激個數之正確率的主效果分析圖

5.6 頻率及相位差之辨識正確率實驗－正確率分析（受測者內之重複量數檢定、受測者間之單變量檢定）

表 5.12：相位差及頻率的正確率分析（受測者內之重複量數檢定）

來源		型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
刺激個數	假設為球形	4.036	7	.577	33.915	.000
	Greenhouse-Geisser	4.036	3.038	1.328	33.915	.000
	Huynh-Feldt	4.036	5.720	.706	33.915	.000
	下限	4.036	1.000	4.036	33.915	.000
刺激個數 * 角度	假設為球形	.201	7	.029	1.688	.131

	Greenhouse-Geisser	.201	3.038	.066	1.688	.195
	Huynh-Feldt	.201	5.720	.035	1.688	.149
	下限	.201	1.000	.201	1.688	.230
誤差 (刺激個數)	假設為球形	.952	56	.017		
	Greenhouse-Geisser	.952	24.306	.039		
	Huynh-Feldt	.952	45.761	.021		
	下限	.952	8.000	.119		

由上表可得知，刺激個數的顯著性 $P < 0.01$ ，呈現高度顯著，因此做刺激個數的LSD事後檢定及其分析圖。

5.6.1 刺激個數－LSD 事後檢定

表 5.13：不同刺激個數的 LSD 事後檢定

(I) 刺激 個數	(J) 刺激 個數	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
2	4	.090	.048	.100	-.022	.202
	6	.290 [*]	.087	.010	.090	.490
	8	.400 [*]	.081	.001	.214	.586
	10	.500 [*]	.053	.000	.378	.622
	12	.560 [*]	.065	.000	.410	.710
	14	.620 [*]	.044	.000	.519	.721
	16	.630 [*]	.052	.000	.509	.751
4	2	-.090	.048	.100	-.202	.022
	6	.200 [*]	.048	.003	.089	.311
	8	.310 [*]	.043	.000	.211	.409
	10	.410 [*]	.045	.000	.307	.513
	12	.470 [*]	.066	.000	.317	.623
	14	.530 [*]	.055	.000	.404	.656
	16	.540 [*]	.032	.000	.465	.615
6	2	-.290 [*]	.087	.010	-.490	-.090

	4	-.200 [*]	.048	.003	-.311	-.089
	8	.110 [*]	.032	.009	.035	.185
	10	.210 [*]	.066	.013	.058	.362
	12	.270 [*]	.090	.017	.062	.478
	14	.330 [*]	.072	.002	.165	.495
	16	.340 [*]	.058	.000	.207	.473
8	2	-.400 [*]	.081	.001	-.586	-.214
	4	-.310 [*]	.043	.000	-.409	-.211
	6	-.110 [*]	.032	.009	-.185	-.035
	10	.100	.055	.108	-.027	.227
	12	.160 [*]	.069	.049	.001	.319
	14	.220 [*]	.060	.007	.081	.359
	16	.230 [*]	.050	.002	.115	.345
10	2	-.500 [*]	.053	.000	-.622	-.378
	4	-.410 [*]	.045	.000	-.513	-.307
	6	-.210 [*]	.066	.013	-.362	-.058
	8	-.100	.055	.108	-.227	.027
	12	.060	.056	.313	-.068	.188
	14	.120 [*]	.046	.032	.013	.227
	16	.130 [*]	.046	.023	.023	.237
12	2	-.560 [*]	.065	.000	-.710	-.410
	4	-.470 [*]	.066	.000	-.623	-.317
	6	-.270 [*]	.090	.017	-.478	-.062
	8	-.160 [*]	.069	.049	-.319	-.001
	10	-.060	.056	.313	-.188	.068
	14	.060	.053	.294	-.063	.183
	16	.070	.060	.280	-.069	.209
14	2	-.620 [*]	.044	.000	-.721	-.519
	4	-.530 [*]	.055	.000	-.656	-.404
	6	-.330 [*]	.072	.002	-.495	-.165
	8	-.220 [*]	.060	.007	-.359	-.081

	10	-.120*	.046	.032	-.227	-.013
	12	-.060	.053	.294	-.183	.063
	16	.010	.051	.849	-.108	.128
16	2	-.630*	.052	.000	-.751	-.509
	4	-.540*	.032	.000	-.615	-.465
	6	-.340*	.058	.000	-.473	-.207
	8	-.230*	.050	.002	-.345	-.115
	10	-.130*	.046	.023	-.237	-.023
	12	-.070	.060	.280	-.209	.069
	14	-.010	.051	.849	-.128	.108

根據估計的邊緣平均數而定

a. 調整多重比較：最低顯著差異（等於未調整值）。

*. 平均差異在 .05 水準是顯著的。

由上表可得知，刺激個數在2 & 4、8 & 10、10 & 12、12 & 14、12 & 16、14 & 16 的正確率之顯著性 $P > 0.05$ ，呈現不顯著，在此可說這些刺激個數的提示信息之下，對受測者的正確率沒有差異；而其餘刺激的正確率之顯著性皆小於0.05，其對受測者的正確率有差異。

5.6.2 刺激個數－主效果分析圖

透過 SPSS 的運算，得知不同刺激個數的正確率，並將它們畫在下圖。

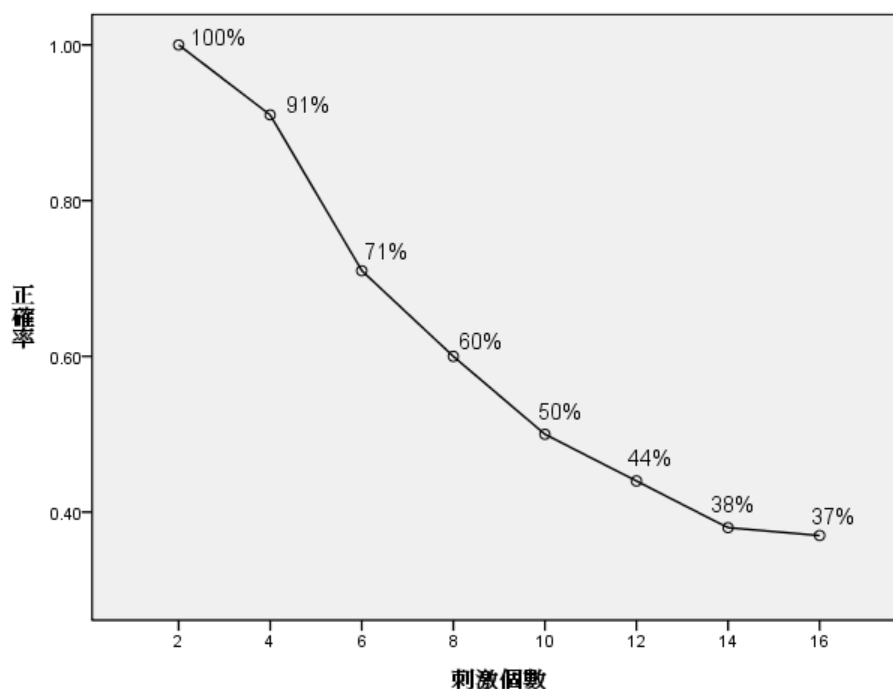


圖 5.18：刺激個數之正確率的主效果分析圖

5.6.3 頻率及相位差之辨識正確率分析－不同角度分析（受測者間之單變量檢定）

表5.14：不同角度分析（受測者間之單變量檢定）

來源	型 III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性
截距	30.135	1	30.135	186.019	.000
角度	.210	1	.210	1.297	.288
誤差	1.296	8	.162		

由上表得知，不同角度的正確率之顯著性 $P=0.288 < 0.05$ ，呈現不顯著，可得知角度對於受測者的正確率沒有顯著差異。



六、結論與未來研究方向

經由一連串繁複的實驗過程，我們由相位差之JND實驗結果得知，在提示信息組合 $16*8$ 的大小，提示的效果最佳，但是基於組合的面積過大，可能會造成空間上的浪費及能源的損耗，再者，現今綠色環保意識的高漲，我們選用了提示信息組合 $16*2$ 的大小，雖然 $4*8$ 和 $8*4$ 的組合也都是總個數32個，但 $4*8$ 和 $8*4$ 其寬度較 $16*2$ 大，易干擾使用者的主要作業及伴隨主要作業之次要作業，又因為在25度及45度的情況下提示信息的效果並沒有明顯差異，所以能夠將寬度較小的提示信息組合 $16*2$ 放置在螢幕的較邊緣處，可在較不打擾使用者的主要作業及次要作業下，又能達到明顯地提示效果，如同實驗動機所言，以較優雅、溫和、不打擾使用者的前提下，有效達到提示之效果，於是利用 $16*2$ 的大小，作為進行辨識正確率實驗的主要提示信息組合。而在辨識正確率的部分，其結果出來是刺激個數的影響程度對於其正確率，此結果也能夠設定出提示信息個數的參考，避免過多提示信息造成無法辨識的負面影響。

就如同前段所言，在螢幕愈來愈大的趨勢下，其能源的消耗也是相對增加，希望在未來提示信息能夠更有效率的提醒使用者並降低能源的耗損，例如在無使用的畫面能讓螢幕進入休眠狀態，如此也能夠達到節能減碳的目的，如果將此實驗應用在設計提示信息軟體上，將會對未來的大螢幕空間使用有相當的助益，因此，本組設計的方向主要以視覺為主，要記得，不要讓使用者還需要停下主要作業，去注意到提示信息的變化，並結合上述的實驗結果和文獻所提到的有關視覺的相關研究，讓本組可以設計出能讓使用者僅用餘光即能明白的提示信息樣式。

綜合以上的結論，本組構思出一套提示信息的樣式：第一個是腳印的變化，第二個是火車蒸氣的變化，第三個是大樓窗戶的變化，如下頁之圖6.1。

綠色議題在近幾年一直是熱門的話題，地球只有一個，保護地球是全民的責任，所以，在做實驗的時候，秉持著能夠節能減碳的觀念，希望在未來能夠設計出一套既節能，又可有效達到提示的系統出來，讓這個地球能夠永續經營。

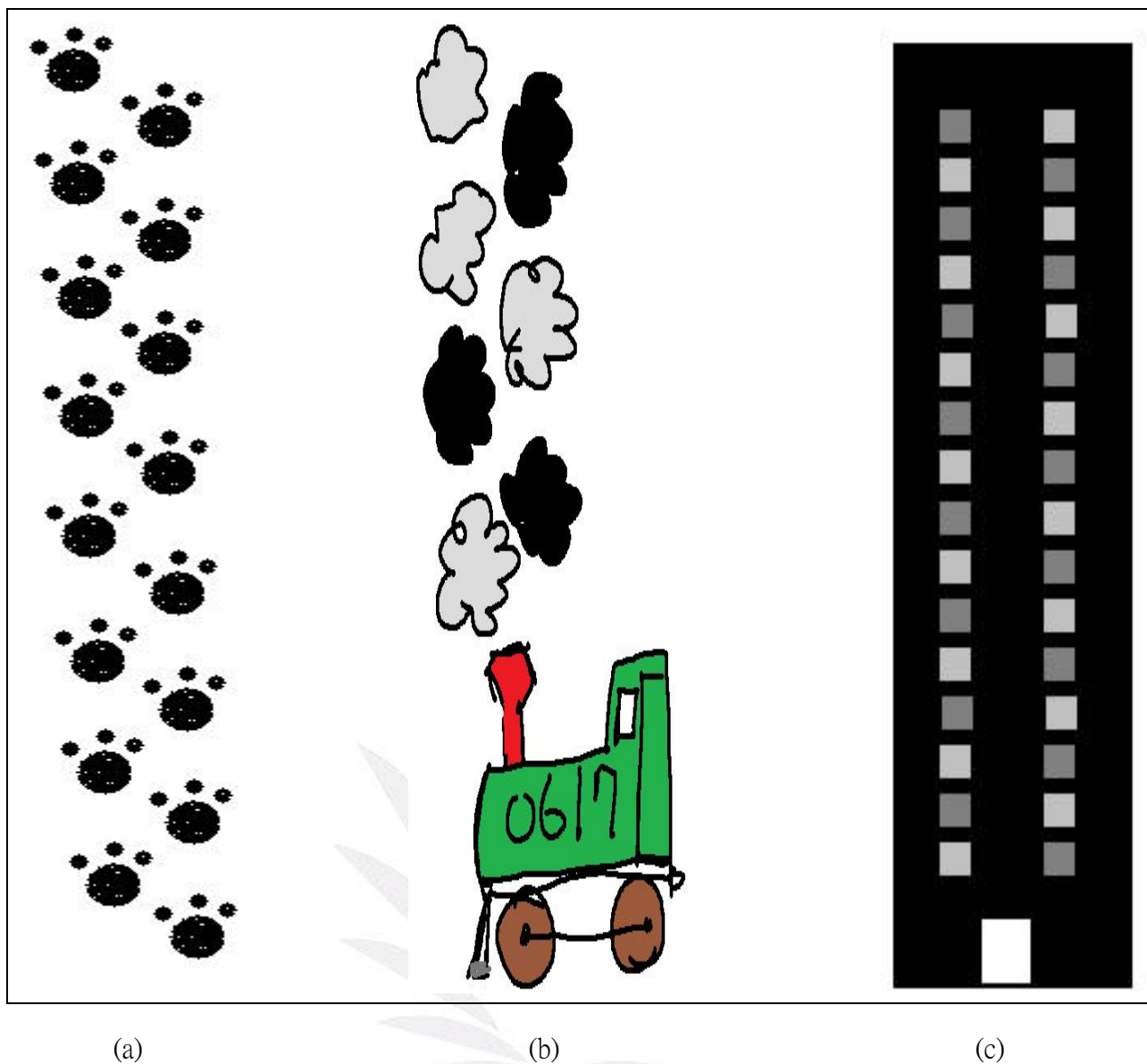


圖6.1 設計示意圖 (a)腳印圖 (b)火車蒸氣圖 (c) 大樓窗戶圖

七、參考文獻

1. 張一岑，(2007)，*人因工程精華版*，揚智出版社。
2. 李開偉，(民 89 年)，*實用人因工程學修訂版*，全華出版社。
3. 工研院產經中心，(2009)，*2009 平面顯示年鑑*。
4. 工研院，(2009)，*新世代捲軸軟性顯示關鍵技術發展計畫*。
5. 工研院，(2009)，*2009 產業白皮書-新世代捲軸軟性顯示關鍵技術*。
6. 工業材料，(2007)，*平面顯示器技術之發展趨勢與技術走向*。
7. IEK，(2008)，*Market and Applications of OLED Display*。
8. 維基百科 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Wiki>
9. Display Search /SID，2009
10. AUO - <http://auo.com/auoDEV>
11. 程章林，(2009)，*電子書閱讀器的過去，現在，與未來*。
12. ZEALD -
<http://www.zeald.com/Resources/Effective+Website+Design+-+Tips++Tricks/Website+Design++Screen+Resolution.html>
13. 謝逸忠，(2004)，基於 JND 準則實現影像增強，*國立成功大學工程科學系碩士班碩士論文*。
14. 閾值觀念 - <http://61.57.40.30/safety/netbook/occdea/occdea26.htm>
15. 吳水丕、許勝雄、彭游，(1998)，*人因工程-工程與設計之人性因素 (上冊)*。
16. STEPHEN J. ANDERSON, KATHY T. MULLEN AND ROBERT F. HESS，(1991)，*LIMITS IMPOSED BY OPTICAL AND RETINAL FACTORS*
17. Website Design & Screen Resolution - www.w3schools.com
18. 奇摩知識家 - <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1306031102282>

八、致謝

首先要感謝唐國豪老師與李岳樺助教的督促與悉心的指導，不僅提供許多專業知識的資料，更時常關心我們的實驗進度，解決我們實驗過程中遇到的挫折、困難及瓶頸，無論是在文獻、數據分析及觀念上的開導和釐清，並且不厭其煩的替我們校正錯誤，讓我們的實驗能如期完成。由於實驗本身需要軟體支援，所以我們也很感謝老師介紹的幾位資工系的學長，為我們撰寫實驗程式，讓我們能順利進行實驗。其次要感謝慧綦學姊、惠雯學姊及苑宸學妹在百忙之中抽空來幫助我們順利完成實驗。

在實驗進行過程中，常常因為進出研究室而打擾其他助教，在此也要感謝他們的包容，對我們的突然闖入，都能抱以微笑面對。最後是我們互相照應、鼓勵與打氣的組員們，在大家一同努力的結果下，相信這會是一份嘔心瀝血的結晶。



九、 附錄

(原始數據於附檔中詳見)

