

嘉南藥理科技大學
產業安全衛生與防災研究所

碩士論文

性質顯示裝置之相容性探討

A study on Compatibility of qualitative
displays



指導教授： 江昇修 博士

研究生： 張岳錡

中華民國一〇〇年七月

嘉南藥理科技大學

產業安全衛生與防災研究所

Institute of Industrial Safety and Disaster Prevention

Chia-Nan University of Pharmacy and Science

碩士論文

Thesis for the Degree of Master

性質顯示裝置之相容性探討

A study on Compatibility of qualitative displays



指導教授： 江昇修 博士 (Dr. Shen-Shiu Giang)

研究生： 張岳錡 (Cheng-Shen Chang)

中華民國一〇〇年七月



嘉南藥理科技大學 碩士論文全文電子檔案上網授權書

本授權書所授權之論文全文電子檔案，為本人於嘉南藥理科技大學，撰寫之碩士學位論文。(以下請擇一勾選)

- ☐ 同意立即開放
- ☐ 同意一年後開放，原因是：_____
- ☒ 同意二年後開放，原因是：後續研究
- ☐ 同意三年後開放，原因是：_____

以非專屬、無償授權嘉南藥理科技大學圖書館和國家圖書館。基於推動「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋本校與社會作為學術研究目的之用，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟、學位論文全文系統、網路或其他各種方法收錄、重製、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用，以提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

研究生簽名：張岳鈞

論文名稱：性質顯示裝置之相容性探討

指導教授：江昌隆

系所：產業安全衛生與防災研究所

學號：G9825001

日期：民國一百年七月二十九日

備註：

1. 本授權書請填寫並以黑色筆親筆簽名後，裝訂於各紙本論文封面後之次頁。
2. 讀者基於非個人營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法有關規定辦理。

嘉南藥理科技大學
碩士學位考試委員會審定書

本校 產業安全衛生與防災所 碩士班 張岳鈞 君

所提論文 性質顯示裝置之相容性探討

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

考試委員：_____

<u>江明輝</u>	_____
<u>曾慶存</u>	<u>鄭世岳</u>

指導教授：_____ 江明輝

系主任（所長）：_____ 江明輝

中華民國 100 年 7 月

摘要

隨著人類生活水平的提升，現代社會對於系統的倚賴程度也日益增加，系統的穩定度遂成為重要課題，為提升系統的可靠度，符合人因設計的顯示器與控制器成為必要。本研究旨在探討性質顯示裝置的相容性，特別著重在人員對顯示器與控制器之間配對操作時間上的探討。實驗分為紙筆測驗與程式測驗兩個部份，經由紙上填答與操作實體控制鍵的方式記錄受測者操作的傾向與操作時間數據。結果發現：

(1)圓形控制器配對圓形性質顯示器的操作一致性與所需的總反應時間都較橫式控制器良好。(2)圓形控制器最重要的相容性反應是「順時針增量」概念；橫式控制器為「右側增量」概念，此兩項在實際操作的行為中都必需存在。(3)操作前的相容性判斷與實際操作的相容性判斷之間的差異性不大。(4)不論圓形或橫式控制器，增量或減量的操作對於總反應時間都沒有顯著影響。(5)相容性較高的時候，反應、操作所需要的時間相對較少。(6)顯示器的象限不同時，操作一致性、反應時間會受到影響。(7)不論圓形或橫式控制器，第一象限仍是最理想的配置。

關鍵字：相容性 性質顯示器

ABSTRACT

With improved standards of living, modern society is increasingly dependent on the system. The system stability is an important issue. To enhance the system reliability, it is necessary to design the display and control device to conform to the compatibility. This study aimed to explore the compatibility of qualitative display device, with particular emphasis on operating time of the people to operate the different design of control and display. This study is divided into two parts, written test and simulation program test. The data of movement direction and the time of operating physical control button were collected.

The results showed that: (1)The consistency and the total reaction time of rotary controller are better than those of the horizontal controller. (2)The most important concept of the compatibility of rotary controller is clockwise-for-increase principle; that of the horizontal controller is right-for-increase principle. In practice, those two acts are necessary to present. (3)There is no significant difference of compatibility determination between pre-operation and practice. (4)Whether using rotary or horizontal controller, increment or decrement operation has no significant effect on total reaction time. (5)Using the less time to react to the stimulation and operate the controller when the compatibility is good. (6)The operation consistency and response time will be affected by the different quadrant of the display. (7)Whether rotary or horizontal controller, the first quadrant is still the best configuration.

Keyword: compatibility qualitative display

致謝

兩年的時光過去了，現在回想起來，投入人因領域、開始研究計畫似乎不過是昨日的事情。整個研究的完成，若沒有許多人的幫助，僅憑我一人實是力有未逮，現在回想起來，一路滿滿的都是恩典！

感謝家人給我的支持，讓我在學習、研究時無後顧之憂。初入人因工程，一切都不太熟悉的時候，江主任的帶領使我很快進入相容性的研究，感謝您的好脾氣，您不時提出充滿創意的好點子，總是讓我這個年輕人萬分欽佩！

感謝晏維、永哥，沒有你們的協助這份研究不可能順利完成，雖然我們各自研究的方向不同，但是一起討論、meeting 的日子實在令人難忘。謝謝防災所所有同學們，畢業將近的時候一起關在研究室打拼，苦中作樂的情誼，現在回想起來仍是趣味橫生，願大伙未來的道路盡都順利。

感謝福音堂眾弟兄姊妹為我獻上的代禱及支持，在我有需要時，你們就成為我隨時的幫助，願在主裡同得基業，讓我們一切所行，在地上都成為美好的見證。

岳錡

目錄

摘要.....	I
英文摘要.....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究架構與流程.....	4
第二章 文獻探討.....	6
第一節 系統.....	6
一. 人機系統.....	9
二. 人機介面.....	10
第二節 相容性.....	11
一. 群體定型反應（population stereotype）.....	13
二. 概念相容性（conceptual compatibility）.....	14
三. 移動相容性（movement compatibility）.....	14
四. 空間相容性（spatial compatibility）.....	16
五. 感覺型式相容性（modality compatibility）.....	16
第三節 顯示裝置.....	17
一. 視覺顯示裝置.....	19
二. 量化顯示.....	20
三. 性質顯示.....	23
第四節 控制裝置.....	28

一. 連續調整－圓形控制器	30
二. 連續調整－橫式控制器	31
第三章 研究方法與實驗設計	32
第一節 實驗流程與方法	32
一. 受測者	34
二. 研究限制	35
第二節 實驗一 紙筆測驗	35
第三節 實驗二 電腦程式模擬測試	42
第四章 結果與討論	46
第一節 實驗一 紙筆測驗	46
一. 圓形控制器配對圓形顯示器	54
二. 橫式控制器配對圓形顯示器	61
第二節 實驗二 程式模擬測驗	69
一. 各因素對時間影響的綜合討論	73
二. 控制器位置對操作時間的影響	88
三. 初始數值位置對時間之影響	92
四. 一致性對時間之影響	94
第五章 結論與建議	96
第一節 研究結論	96
一. 圓形控制器配對圓形顯示器	96
二. 橫式控制器配對圓形顯示器	97
第二節 建議	99
第三節 後續研究建議	100

表目錄

表 2- 1 顯示裝置的使用種類(侯東旭, 2003).....	18
表 2- 2 作業類型與使用顯示器建議(整理自柯達實用工程學).....	20
表 2- 3 不同顯示器類型的量化與質化判斷(Elkin,1959)	25
表 2- 4Warren(1980)顏色與代表意義.....	27
表 2- 5 控制器使用者預期反應(節錄自 somadeepti,2006).....	28
表 3- 1 顯示器配對圖片與編號	39
表 3- 2 實驗一 PPT 題目出現順序	41
表 4- 1 實驗一統計表	47
表 4- 2 分類探討簡寫說明	53
表 4- 3 實驗二 圓形控制器統計表	70
表 4- 4 實驗二 橫式控制器統計表	72
表 4- 5 圓形控制器第一象限時間統計表	74
表 4- 6 第一象限上下方控制器組與左右方控制器組時間數據 T 檢定 ..	74
表 4- 7 圓形控制器第二象限時間統計表	75
表 4- 8 第二象限 H 與 L 組時間數據 T 檢定	76
表 4- 9 第二象限 84%組與其他組時間數據 T 檢定	76
表 4- 10 圓形控制器第三象限時間統計表	77
表 4- 11 第三象限上下與左右組時間數據 T 檢定	77
表 4- 12 第三象限左方與其他組時間數據 T 檢定	78
表 4- 13 圓形控制器第四象限時間統計表	79
表 4- 14 第四象限以 90%分組之平均時間統計表	79
表 4- 15 第四象限 90%分組時間數據 T 檢定	79
表 4- 16 圓形控制器象限與時間統計表	80
表 4- 17 圓形控制器象限與時間數據 ANOVA 分析.....	80
表 4- 18 橫式控制器第一象限時間統計表	82
表 4- 19 第一象限左方與其他置分組時間數據 T 檢定	82
表 4- 20 橫式控制器第二象限時間統計表	83
表 4- 21 第二象限 H 與 L 分組時間數據 T 檢定	83
表 4- 22 橫式控制器第三象限時間統計表	84
表 4- 23 第三象限 H 與 L 分組時間數據 T 檢定	85
表 4- 24 橫式控制器第四象限時間統計表	85
表 4- 25 橫式控制器象限時間平均值統計表	86
表 4- 26 橫式控制器象限與時間數據 ANOVA 分析.....	86
表 4- 27 圓形控制器方位時間數據 ANOVA 分析.....	91

表 4- 28 橫式控制器方位時間數據 ANOVA 分析.....	92
表 4- 29 控制器初始數值時間平均統計表	93
表 4- 30 圓形控制器H與L 操作時間數據 T 檢定	93
表 4- 31 橫式控制器H與L 操作時間數據 T 檢定	94
表 4- 32 一致性分類代號	94
表 4- 33 一致性分類統計表	95
表 4- 34 三個時間等級一致性時間數據 ANOVA 分析.....	95



圖目錄

圖 1- 1 研究流程圖	5
圖 2- 1 大型系統的人因設計相當重要	7
圖 2- 2 人機系統中人員或機具的基本機能示意圖	8
圖 2- 3 人機系統中的人員與機具互動關係	11
圖 2- 4 相容性應用於飛航設計	12
圖 2- 5 點字應用於電梯按鈕	18
圖 2- 6 傳統類比顯示與 LCD 共同應用在汽車儀表設計	19
圖 2- 7 吾人常見的類比顯示器	21
圖 2- 8 應用數位顯示裝置的電表	22
圖 2- 9 常見的交通工具油表	24
圖 2- 10 水平陀螺儀，常見於飛機顯示裝置	24
圖 2- 11 預先判定數值範圍並給予定義	25
圖 2- 12 顏色符碼化之性質顯示器範例	26
圖 2- 13 燈號顯示器應用實例	27
圖 2- 14 汽車系統的控制環境	29
圖 2- 15 現今圓形控制器依舊被大量使用	30
圖 3- 1 實驗流程圖	32
圖 3- 2 控制器類型	35
圖 3- 3 顯示器象限	36
圖 3- 4 控制器配置方位	37
圖 3- 5 顯示器數值水準	38
圖 3- 6 編號 01 高圓下 1	40
圖 3- 7 編號 52 低橫上 4	40
圖 3- 8 圓形控制器配置	43
圖 3- 9 橫式控制器實際操作情形	44
圖 3- 10 實驗二作答流程	44
圖 3- 11 實驗二時間數據示意圖	45
圖 4- 1 圓形控制器配對圓形顯示器第一象限	55
圖 4- 2 圓形控制器配對圓形顯示器第二象限	56
圖 4- 3 圓形控制器配對圓形顯示器第三象限	57
圖 4- 4 圓形控制器配對圓形顯示器第四象限	58
圖 4- 5 橫式控制器配對圓形顯示器第一象限	62
圖 4- 6 橫式控制器配對圓形顯示器第二象限	63

圖 4-7 橫式控制器配對圓形顯示器第三象限	64
圖 4-8 橫式控制器配對圓形顯示器第四象限	66
圖 4-9 圓形控制器四個方位時間統計	89
圖 4-10 橫式控制器四個方位時間統計	90



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

現代科技日新月異，人類的生活幾乎已經無法與系統分割開來，在我們日常生活當中，食衣住行無不與各種人機系統有著密切關聯。舉例來說，上班通勤的時候我們所搭乘的是大眾交通運輸系統、在家時使用電器所需的電力系統...等，我們可以發現人類對於系統的倚賴已經達到前所未有的程度，若是這些大型系統出現問題，將會對我們的生活造成多大的影響呢？如何使各類系統正常運作、甚至在緊急情況時能夠將問題加以排除，是保障人類生活品質的一大關鍵。

除了上述大型系統外，我們生活中就時常與各種人機系統「交互作用」，舉凡駕駛汽機車、操作機具、使用個人電腦等等，在使用這些系統的過程中，我們需要藉著一些媒介來與系統「對話」，各種顯示器（如：螢幕、儀表）與控制器（如：旋轉鈕、滑鼠、按鍵）就是我們與人機系統「對話」的媒介。若是顯示器與控制器的設計優良、與使用者的習慣與概念相容，那麼使用者操作起來就能感到得心應手，在緊急情況時人員也較容易處理。反之，若是顯示器與控制器的設計沒有考慮到使用者的操作習慣，那麼系統運作過程就易出錯、甚至中斷運作，更有發生危險的可能。

系統的運作是因人而生，系統的操作與維護甚至於緊急情況的處理，最終還是要倚靠人。以往在操作失誤的事故中，原因常常被歸咎於「使用者操作錯誤」，但是從人因工程的角度來看，往往是操作相容性的問題。從三哩島核電廠爆炸事件可以發現到，人因工程的相容設計是相當重要的問題，若是在建構初期沒有良好的人機介面設計，日後於緊急情況發生時產生人因失誤，其所帶來的災害將無法估計。

隨著系統或製程的自動化，人們常常以為實際的控制行為將會變得越來越少，然而，人員依舊需要負擔起規劃與偵測的工作，並於發生錯誤時加以干預(許勝雄等譯,1991)。當緊急情況發生時，人員的第一時間的反應將是系統是否能維持運作的重要關鍵。是故，探討系統的緊急情況應變，人因工程將是非常重要的一環。尤其，人員在緊急情況、高度壓力下的所呈現的往往是最自然（相容）的反應，若只是一味的以訓練意圖改變使用者的操作習慣，在緊急情況中就可能產生操作錯誤。相較之下，理想的作法仍是在初期就參考人員的相容性作為設計基礎，相容性的研究調查重要程度就在此顯明了。

人與系統的溝通是透過控制器與顯示裝置，本研究從基本的「顯示裝置」與「控制裝置」為出發點，探討兩者之間的關係，進而研究人員在操作不同配置的顯示與控制介面所花費的時間。

第二節 研究目的

本研究主要目的為分析使用者操作系統時候面對性質顯示裝置對應不同操作裝置的相容性差異。為了瞭解使用者在操作各類顯示器與控制器的效率，本研究針在實驗的部分增加了若干時間上的測定方式。

本研究目的歸類如下：

1. 調查受測者對於不同象限的性質顯示器與控制器的操作相容性。
2. 調查性質顯示器與圓形、橫式控制器之間配對之反應與操作效率。
3. 依據實驗結果提出性質顯示器與操作裝置之間的相容性關係。
4. 依據實驗結果提供符合人員操作效率的顯示器與控制器配置建議。

第三節 研究架構與流程

本研究之架構與研究流程敘述如下：

1. 研究背景、動機與目的

確認研究所要探討的議題、目的並評估其重要性。

2. 相關文獻探討

整理與分析與本研究相關之中外文獻，作為研究設計、資料比對與評估研究可行性之用。

3. 實驗設計

參考文獻、整合可使用的資源，思考、設計合理並可行的研究計畫。評估實驗可行性與所需經費，因應規劃初期遭遇的困難加以簡化或排除。為取得合理的數據進行分析，將實驗分為紙筆測驗與電腦程式模擬兩個部份。

4. 資料整理與統計分析

將實驗所得之數據歸納整理並使用 Excel、SPSS 統計軟體進行分析，比對男女、年齡、專長領域等族群的操作資料，找出最理想的配對類型，並與過去的文獻資料進行參照。

5. 結果與討論

針對實驗所得數據之分析提出解釋，提出研究結論與建議，並給予後續研究可行之建議。

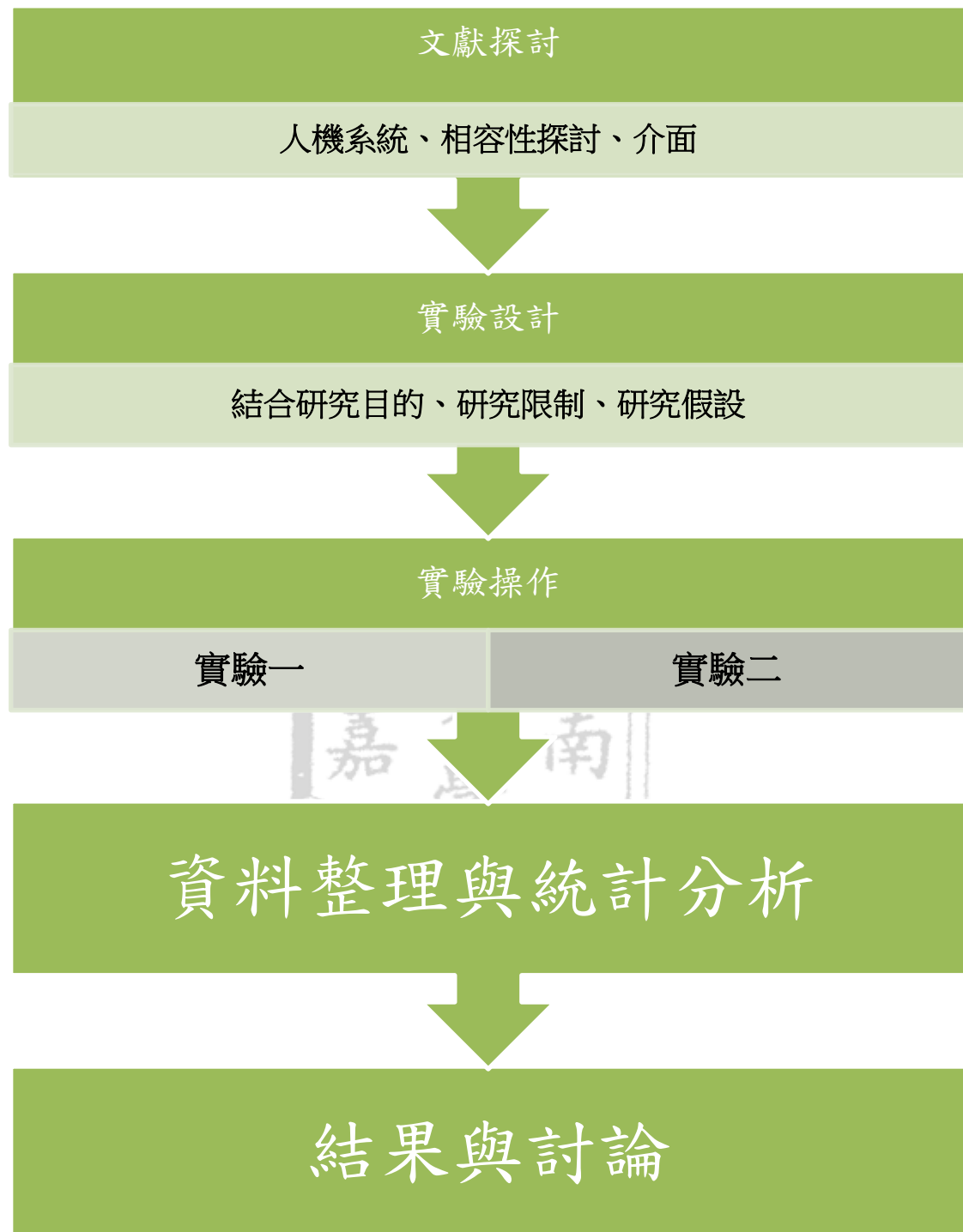


圖 1-1 研究流程圖

第二章 文獻探討

為了瞭解人員操作的習慣，必須先對於人與機械介面的互動有所認識，本章先討論人與機械的互動關係（即人機系統的活動），再進一步探討有關人員相容性的影響。

第一節 系統

人因工程的基本和中心概念就是系統（system）(許勝雄,1991)。系統的概念我們在日常生活中就時常應用到，例如交通號誌系統、電信系統、神經系統、電腦資訊系統等，在人因工程上，我們最常也最需要探討的就是人機系統。系統是由許多構件所組成的，有相當簡單的系統也有構造繁複，極為複雜的系統，然而，我們稱之為系統需符合下面定義：

- 1.一系統需包含許多物件。
- 2.這些物件乃經過設計，使它們能夠相互配合，發揮整體功用。
- 3.所有物件之裝配都為達到某一共同目標(謝光進,1978)。

由此可知，為了達成其目的，系統需仰賴每個物件的正常運作。如同前面所談到的，系統可大可小，甚至有一個系統包含其他數個系統，以現今人類科技，此類複雜、大型系統並不罕見，如何有效的管

理、使此類大型系統有效的運作，是我們需要去探討的課題。



圖 2- 1 大型系統的人因設計相當重要

一般來說，系統中的每個構件至少都有一種功能是與達成該系統之目標有關。這裡所說的功能包含下列四種型態：

- 1.感測或資訊接收（sensing or information receiving）
- 2.資訊儲存（information storage）
- 3.資訊處理及決策（information processing and decision）
- 4.行動功能（action functions）

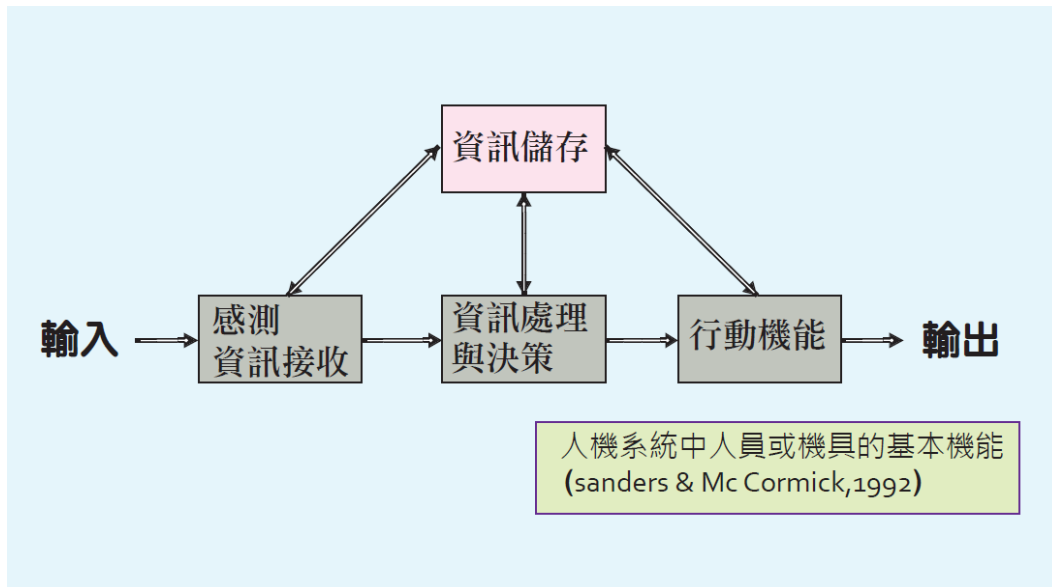


圖 2-2 人機系統中人員或機具的基本機能示意圖

1. 感測或資訊接收

進入系統的某些資訊是來自於系統外部的，例如以鍵盤輸入電腦指令、火災煙霧啟動警報器等，另有一些資訊是來自於系統本身，它也是一種回饋，例如踩下油門，速度上升後的馬錶讀數。

2. 資訊儲存

資訊可用各種方式儲存，如硬碟、表格、光碟片等等。對人而言，資訊儲存是指學習的記憶。大多數的資訊是以符碼（code）或符號（symbol）的形式儲存。

3. 資訊處理及決策

對接收到的訊息或原儲存的訊息加以處理。

4. 行動功能

行動功能可粗分為兩大類：

- (1)實體控制活動，例如操控某些系構進行動作。
- (2)溝通活動，例如用信號、聲音、影像或其他方式傳遞信息。

一. 人機系統

若一個系統同時牽涉到人員與機械，則我們稱之為「人機系統」(man-machine system) (許勝雄等,1987)。一個人機系統是由人、機械設備及其他事物所組成，所有物件藉由協調的工作及交互作用來達成一個目標。事實上，幾乎所有的系統都是人機系統，其中所不同的，僅是人員的參與程度罷了。當我們開車或騎乘機車的時候，隨時都要依據路況與速度表的變化進行反應；而在高度自動化的系統當中，人員所擔負的角色可能就只剩觀察、監督與維護(簡澤民,1993)。

從人因工程的歷史來看，人機系統的發展由「使人適事」(fitting the person to the job)到「使事適人」(fitting the job to the person)，這樣設計概念的演變其實就是從機具導向(machine oriented)到人員導向(man oriented)，人們開始將問題的要因放在人身上，重新重視人的本質與限制，人因工程的概念於焉而生。直到後來的系統導向(system oriented)，人們開始強調的是一個整體的概念，期望人員、

機具、環境能夠達到最佳的統和。

事實上，從整個人機系統來看，最大的變數還是人類本身。在與機具、環境的交互作用下，人員本身的反應與行為可以說是非常複雜，如何能夠在維持系統高效率的情況下維持人員本身的專注力、成就感及基本價值，是現今人因工程所關注的課題。

二. 人機介面

人機介面為使用者與系統溝通的介面，有關設計系統提供使用者有效的、安全的完成他們的活動(Preece,1998)，人機系統研究者所關心的是，人類與系統之間的設計與應用，以及與之相關現象的準則(Hewett 等,1992)。

人員在人機系統中基本上具主動性。在人機系統中，人員以感覺器官感測系統顯示的訊息，經過認知之後進行思考決策，然後做出行動操作並控制系統的運作，此為一個人機互動的循環。顯示介面提供相關訊息回饋(feedback)給使用者，而使用者藉由控制介面前饋(feed forward)來影響系統(鄔慎智等,1989)，從人到機械，再從機械到人，資訊及能量的交換點—介面，是至關重要的，若是介面的設計與使用者的相容模式有落差，使用者就很難順利的與介面互動(Norman,2007)。整個人機互動的過程如圖 2-3。

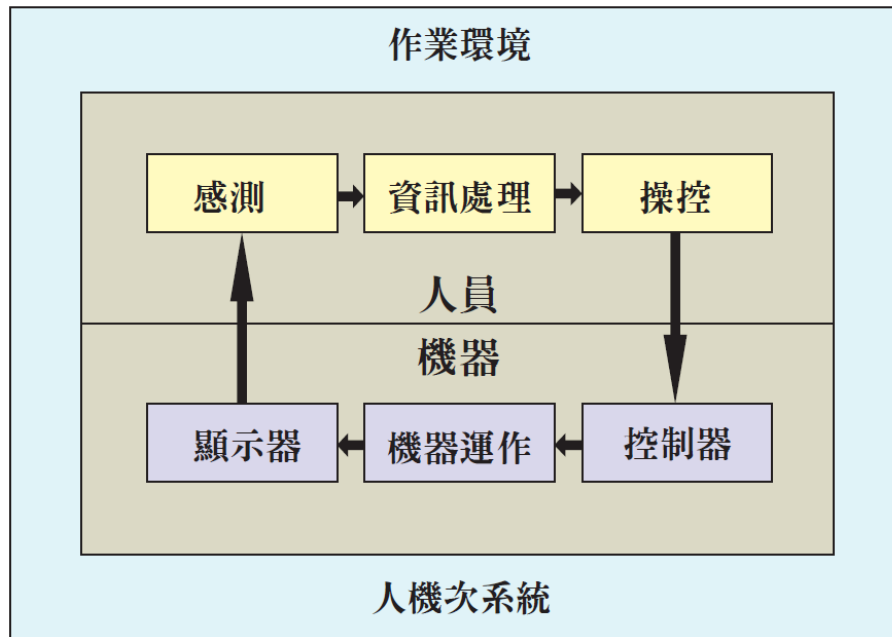


圖 2-3 人機系統中的人員與機具互動關係

人機互動所牽扯到的不僅是設計技術面，使用者的認知模式也必需被考慮到，當人們操作或使用任何系統的時候，會有固定的刻板印象與相容性的反應，此類人因相關課題將在後續章節作詳細探討。

第二節 相容性

相容性（compatibility）是指刺激與反應之間的關係，與人們期望的一致性程度，而相容性的程度高低取決於兩種不同的概念水準，一為刺激與反應的一致性，二為刺激與反應配對的一致性 (Dassonville,1998)。相容性與人們的習慣或群體定型（population stereotype）反應有密切關係，若一項產品或系統的相容性設計較佳，

可使使用者的學習效率更好、反應時間更快、較低的失誤率、減輕使用者的心智負荷，使用的滿意度也會提高(Mark S. Sanders,1998)。

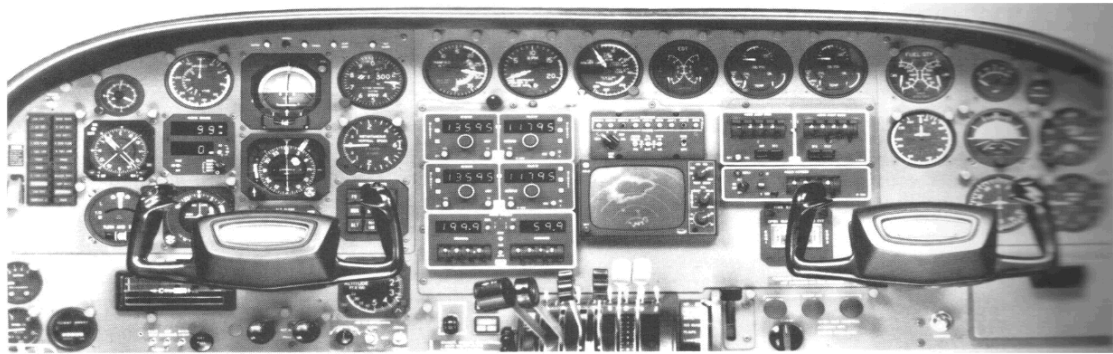


圖 2-4 相容性應用於飛航設計

相容性的概念在產品設計中是相當重要的課題，在一般民生用品中，若是不佳的相容性設計容易讓使用者操作錯誤與感到困擾，進而降低產品的使用意願。如果是在大型工業系統或是飛航設計（如圖 2-4）中，因相容性產生的操作錯誤就很可能導致嚴重的後果。如：鍋爐、起重機具...等大型機械設備，與使用者期望的相容性設計就顯得至關重要，尤其人在高壓力的緊張狀況下，會傾向以最自然的反應操作，且與使用者不相容的設計只是壓抑使用者原本的操作習性，並不能完全取而代之(Loveless,1962)。是故相容性的概念在工業領域中不可被忽略，否則很可能導致嚴重的職災。

一. 群體定型反應 (population stereotype)

群體定型反應又稱為群體刻板印象，為社會心理學用語，指一社會群體具有類似文化或人格特徵，以致造成該群體對某些事物形成一種相同的成見(張春興,1989)。在人因領域中，相容性的探討等相關議題都屬於群體刻板印象之研究範圍。人們對於移動的期望大都來自於群體刻板印象，在控制器的操作上，人們也會受到影響，而有定型反應的現象，是天生的自然反應(Gibbs,1989)，也就是說，這樣的反應是自然而然、並非刻意去訓練的動作傾向(Bailey,1995)。此反應可能與人成長時手眼協調練習有關，這樣的定型反應是很難被取代的。

另外，群體定型反應也可能由文化或族群的固有習慣所造成。這樣的關係可能從人童年的時候就開始學習，群體定型反應用來解釋對應關係時會有較高的關連性(wickens,1992)。對成年人來說，這樣的長期記憶在所有資訊進入前已經在各人認知管理通路中，因此，頻率多寡及熟悉度或經驗，將是決定刻板印象的重要因素，如在美國，開電燈時相容的關係是將開關向上，而在英國則是開關向下。是故，有時當一個設計離開該族群之後會與其他群體的定型反應產生矛盾(Lutz & Chapanis,1955)。在相容性的設計上，對於群體刻板印象應有所考量，尤其是在族群文化不同的時候，若是強烈的群體刻板印象與相容設計相違背的時候，則人們的績效將退化至預期的水準以下。

二. 概念相容性 (conceptual compatibility)

編碼和符號與人們的概念聯想相符合的程度。此概念中涉及的符碼與符號必須對使用者有意義性(Sanders & Ernest,1992)，比如說綠燈代表安全、正常與可以通行，紅燈代表危險、非常態與不可通行，而用在表示水的溫度上，紅色代表溫度較高，藍色代表溫度較低。人們已經習慣使用此類型的概念相容性。

除此之外，顏色傳達給人們警示的部分已大量應用於工業領域，作為危害判別的一個良好輔助工具，文獻中亦有許多相關研究支持(Chapanis,1994、Dunlap et al.,1986)，美國國家標準 ISO3864(1984)也針對顏色與相對應的危害等級提出建議。

三. 移動相容性 (movement compatibility)

控制器或顯示器的移動與控制或顯示的系統之反應相一致的程
度。對於增量的對應原則，如向上、向右、向前、順時鐘為增量的規則，是應該要先被確認的相容性概念(Wickens,1992)。另外，W.H. Chan(2003)針對圓形顯示器與圓形控制器配對相容性的研究中，順時針對應順時針與逆時針對應逆時針，最顯著的指針方位在 0° ，最不顯著出現在 180° 。控制器與顯示器之間的反應應符合操作者的普遍期望，

如操作桿向前推與旋鈕順時針旋轉應該對應到顯示器數值增加。此外，移動相容性的概念也受到使用者的相對方位影響。

移動相容性可應用在下列四種情況：**1.**移動控制器以追蹤顯示器上的移動。**2.**移動控制器以控制顯示器上的移動。**3.**移動控制裝置以產生某一特定的系統反應，如右打方向盤使汽車轉向右邊。**4.**移動一具顯示裝置的指示器但沒有任何其他相關反應，如鐘錶指針向右旋轉。

針對圓形顯示器與圓形控制器，Bradly(1954)提出了三個原則：

1.顯示器轉動的方向應與控制器相同。**2.**顯示器刻度應由左至右增加。**3.**旋鈕順時針轉動為增加。如果三個原則無法同時滿足，Bradly 建議第一項為最需堅守的原則。Brebner & Sandow(1976)針對旋轉式控制器配以長條型顯示器提出兩項原則：**1.**刻度同側原則，即期望指針移動的方向會與控制旋鈕與表尺刻度同側那邊的移動方向相同。此原則適用於控制器在垂直顯示器之上、下或其側。**2.**右側增加原則，指人們會將旋轉式控制器朝順時針旋轉，而期望數值增加，不論顯示器的相關位置為何。

四. 空間相容性 (spatial compatibility)

控制器及其相關連顯示器在空間上的安排或配置相一致的程度。空間相容性多是涉及顯示器與其對應控制器之間的實體類似性，或是與顯示器和控制器實體配置有關。研究顯示，顯示器和控制器配置成對應樣式時，使用起來績效最佳，假如數個顯示器由左而右排列，則對應之控制器亦應由左而右排列，且直接置於相對應之顯示器下方(侯東旭, 2003)。國內針對輕航機的飛行儀表與操控介面的研究顯示，控制與顯示介面對應為同側時，操作者可清楚操作控制器、判讀顯示器，當控制與顯示介面對應為異側時，將嚴重影響操作者績效(劉得聖, 2006 年)。控制器與顯示器的空間配置應以實際績效為準，不能以主觀偏好為依據。

五. 感覺型式相容性 (modality compatibility)

各類作業各有其適用的刺激或反應的感覺型式組合(Wickens, 1984)。此種相容性指刺激來源型式與人員反應型式彼此相一致之程度。感覺型式相容性可能源自於人大腦的演化生成方式，另外也有兩種來源：1. 某些相容關係是內在情境或狀況本身所固有。2. 其它相容關係可能是文化上所習得的產物，源自於某些文化的習慣或

聯想之特色。一般來說，若刺激來源是聲音，則反應動作亦以聲音反應。若刺激來源是圖形顯示，則反應動作以肢體之空間動作為主(侯東旭, 2003)。

第三節 顯示裝置

不論機具的發展到了怎麼樣的地步，只要是與人有相關的人機系統，就需要有顯示裝置來提供操作者必要的相關資訊，如此方可進行互動。如同我們之前所談到，在人機系統中，「溝通」是雙向的，這樣的溝通是否順暢，顯示裝置的設計與設置就佔了非常重要的角色，也直接影響到系統執行的效能。顯示裝置對於系統或設備來說是一種輸出（output），其主要目的是用來傳遞某些不能被人員所感測到的訊息或是用顯示裝置來引起人員的注意。不同的顯示器有不同的功能，事實上，一個功能良好的顯示裝置應在速度（speed）、準確性（accuracy）、敏感度（sensitivity）三者之間有最佳的配合(許勝雄編,2010)，並無所謂優劣之分，只有合適不合適的問題，端看要呈現怎麼樣的資訊給人員而定。

當我們聽到顯示裝置的時候，第一個想到的多半是視覺顯示器，諸如液晶螢幕、各種儀表、燈號等等...。事實上，系統能夠提供訊息

給人員的途徑不只有視覺而已，聽覺、觸覺都是我們在系統中可以接觸到的顯示裝置，適合傳達的訊息也各有不同。



圖 2-5 點字應用於電梯按鈕

表 2-1 顯示裝置的使用種類(侯東旭, 2003)

顯示裝置	功能	視覺	聽覺	觸覺
	簡易的標示	路標 商標 危害圖示	鐘聲	來電震動 控制器形狀
	複雜的說明	文字	語音	點字(如圖 2-5)
	警示	消防燈 各類紅色警示燈	警報聲	冷、熱
	量化訊息	顯示器		
	質化訊息	顯示器 圖表		

一. 視覺顯示裝置

視覺顯示器發展到現今，類型繁多，除了傳統的燈號及儀表顯示之外，近年來 LCD 技術的成熟亦不乏應用到許多大型系統的例子，但傳統儀表顯示器仍有成本低廉維修簡易等優勢，從現今汽車設計來看，並沒有被取而代之的跡象（如圖 2-6）。視覺顯示裝置主要分為動態與靜態顯示兩種，本研究探討以動態視覺顯示中的性質顯示裝置為主，靜態顯示則不在討論之列。



圖 2-6 傳統類比顯示與 LCD 共同應用在汽車儀表設計

相較於其他兩類顯示器，視覺顯示器的種類較多，應用也更為複雜，作業型態不同，各種顯示器的讀取績效也不相同。針對不同的作業，設計上有較慣用的顯示器，整理如表 2-2。

表 2-2 作業類型與使用顯示器建議(整理自柯達實用工程學)

作業類型	建議使用	原因
定量閱讀	數位顯示、計數器	讀取時間短、錯誤少
定性閱讀	類比式、圖表	容易檢測、趨勢明顯
檢查	指針式	偏離時易於察覺
調節	類比式	指針移動與控制器關係直接
狀態指示	色燈	易於理解、讀取快速

二. 量化顯示

量化的視覺顯示裝置其目的在於提供某些變項量化數值的資訊，多數的情況下，這些變相的特性是會改變或容易受到改變。常見的量化顯示器可分為下列兩種：

1. 類比顯示（analog displays）

(1) 指針移動、刻度固定

當訊息的傾向或改變率較重要的時候，適合使用的顯示器。此類適合同時存在多個顯示器的控制台上，便於快速的完成檢視手續。常見於一般生活中，如交通工具的速度、轉速表。



圖 2-7 吾人常見的類比顯示器

(2) 指針固定、刻度移動

適合需要正確、快速讀取數值時使用。主要使用於表面受限又
需要相當大的數值範圍時使用，常見於傳統的體重計。

2. 數位顯示 (digital displays)

常見於水電表、交通工具的里程表等等...。具有快速讀取精確數值的優點。



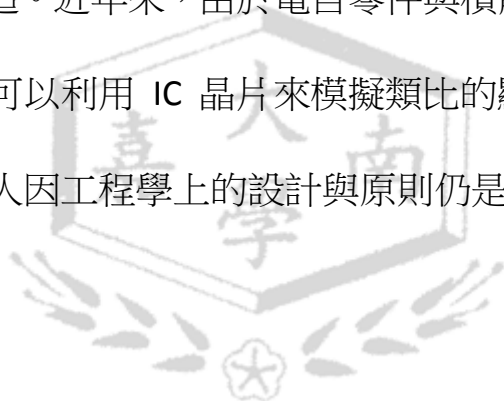
圖 2-8 應用數位顯示裝置的電表

類比顯示器是以指針與刻度來指示數值；而數位顯示器是直接將數值呈現出來以供使用者讀取。針對具有指針與刻度的類比式顯示器，Sanders 與 McCormock(1987)提出以下建議：(1) 指針應到達主刻度標記但不覆蓋較小的刻度標記。(2) 盡可能貼近儀表表面以漸少視差。(3) 指針指向末端時，斜角大約 20%。

相對於類比顯示器來說，數位顯示器具有可清楚呈現數值的特性，在需要讀取精確數值的情況下，使用者也較不容易出錯。Zeff(1965)比較了數位顯示器和錶盤顯示器(dial display)，發現在 800 次的讀值中，數位顯示器只發生了 4 次錯誤，而錶盤式則有 50 次，且數位式讀取較快(節錄自許勝雄,2010)。雖然在這些方面數位顯示器有其優勢，但類比顯示器亦有長處，類比顯示較強調於整體性的呈現訊息，使用者可以較容易也較快速的獲得約略的數量，並且得知其時間上的變化傾

向。通常，當數值的變化頻繁且快速的時候，類比式的顯示器是比較理想的(侯東旭、鄭世宏, 2003)。類比顯示可分為量化與質化兩種，為了呈顯整體的變化資訊，只表達約略的訊息。若使用上只有質化顯示尚嫌不足，可加入量化顯示，如一些簡單的百分比刻度，以便呈現更為精確的數值，如汽車的油量顯示，除了以類比顯示質化訊息之外，也加上了 $1/2$ 、 $1/4$ 等量化刻度，以提供使用者足夠的判斷資訊。

傳統上，我們習慣使用的數量顯示器都是機械式的，具有移動的指針、量表等構造。近年來，由於電自零件與積體電路的大量使用，各種顯示裝置都可以利用 IC 晶片來模擬類比的顯示。雖然內部構造與原理不同，但人因工程學上的設計與原則仍是相通的。



三. 性質顯示

很多時候，我們會希望經由顯示器了解數值背後的意義，而非數值本身。當顯示器並不呈現出精確的數值，而只呈現概略數值或是其他相關資訊，這種顯示器即為性質顯示器 (qualitative display) (李開偉, 2009)，通常使用性質顯示器關心的是某種連續性變化的變項(壓力、速度)或其變化趨勢，這種目的的基礎資料通常屬於數量的資料。



圖 2-9 常見的交通工具油表

性質顯示器相關的計量資料至少可以以下列三種方式作為定性讀值的基礎：

1. 藉由預先訂定的數值範圍判定變項所處的狀況或情況；如判定汽車引擎溫度是過冷、正常或是過熱。
2. 大略維持在所想要的數值範圍。
3. 觀察趨勢或變化；如注意飛機飛行高度的變化率。



圖 2-10 水平陀螺儀，常見於飛機顯示裝置



圖 2-11 預先判定數值範圍並給予定義

Elkin(1959)的研究顯示，不同的顯示器類型在作為量化顯示或是質化顯示的效益並不相同，整理如表 2-3。

表 2-3 不同顯示器類型的量化與質化判斷(Elkin,1959)

平均讀取時間		
量表形式	性質判讀	數值判讀
開窗式	115	102
圓形式	107	113
垂直式	101	118

結果顯示，雖然開窗式在數值判讀的時候是最快的，但在性質判讀上卻最不理想；垂直式則正好相反，在數值判斷上受測者平均花的時間最長，但是在性質判讀上平均時間卻最短。在決定性質顯示器的

型式的時候，這些判讀水準都是要考慮到的。

在性質顯示器的設計方面，很多性質顯示器將一連續的數值分割成有限的數值範圍（如過冷、過熱、正常），而某些特定範圍對使用者來說特別重要（如危險區域），這樣的情況下，可使用各區間範圍的符碼化來獲得正確的判讀。最常見的就是使用「顏色代碼」。某些顏色及其代表的意義已經形成了多數人相當強烈的刻板印象，即是我們先前所談到概念相容性的部分。

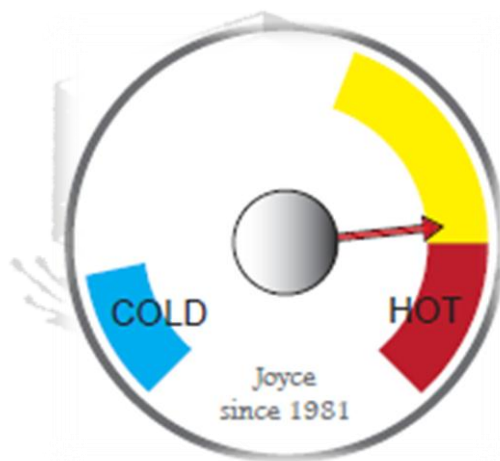


圖 2-12 顏色符碼化之性質顯示器範例

如圖 2-12，使用者很容易辨別紅色代表過熱、藍色代表過冷，而黃色代表需要注意的聯想。顯示器的設計應該將其納入考慮，這樣強烈的聯想可以幫助使用者執行其判讀作業避免錯誤的發生。

Warren(1980)提出了一個關於顏色與意義的研究結果與建議，見表 2-3。

表 2- 4Warren(1980)顏色與代表意義

意義	顏色	意義	顏色
活動(active)	綠	較小(minor)	黃
警告(alarm)	紅	正常(normal)	綠
清楚(clear)	白	關(off)	黑
關鍵(critical)	紅	開(on)	綠
不行(disable)	紅	線上(on line)	綠
緊急(emergency)	紅	電源(power)	紅
能使(enable)	綠	運轉(run)	綠
失敗(failure)	紅	待命(stand by)	黃
較大(major)	紅	停止(stop)	紅

在性質顯示器中，色燈（colored light）就使用了上述的概念，色燈通常用來表現動態環境的狀況，例如表示設備的不同狀態，是一種狀態顯示器。嚴格來說，狀態顯示器是一種分離的、不連續的狀態，例如開或關。如果一性質顯示器全然用來顯示狀態或檢核讀數，並非作為觀察趨勢或其他目的，便適合設計為狀態顯示器。



圖 2- 13 燈號顯示器應用實例

第四節 控制裝置

控制裝置就是為了滿足使用者操作產品的輸入裝置，以此來獲得特定、期望的輸出反應(William,1991)。我們在選擇控制裝置的時候，有幾點是需要先考量的：(1) 使用者的能力。(2) 使用與控制需求。(3) 控制器與顯示器的相容性反應。

使用者在操作控制器時，對於操作與預期的反應會有刻板印象的存在，即先前討論過的相容性反應，經過許多舊有的文獻(Alexander,1976、Woodson,Tillman,1992)，人們逐漸可以歸類出某些相容性規則出來，見表 2-5。

表 2-5 控制器使用者預期反應(節錄自 somadeepti,2006)

預期反應	控制方向
開	上、右、前、下壓
關	下、左、後、上拉
右	右、順時針
左	左、逆時針
上	上、後
增加	上、右、前、順時針
減少	下、左、後、逆時針

在控制器的設計上，如果控制器的辨識程度不足，就很容易引起操作失誤或是不當控制，Moussa-Hamouda(1981)曾調查 405 位汽車駕駛，其中 44%都曾有操作不當的經驗。控制器是否易於辨識，與編碼

有很大的關係，譬如，可以僅憑觸覺辨識的形狀編碼(shape coding)、以不同位置區分的位置編碼(location coding)、以有意義的顏色區分的顏色編碼(color coding) ...等，都可以幫助使用者更容易操作正確的控制器。

針對不同的操作需求，控制器的類型將有所區別，使用手、腳操作皆有，如方向盤與油門、煞車，就是很典型的系統控制器組合。除此之外，我們也需要依相對性能、物理限制、相似產品、成本等，作進一步考量。



圖 2- 14 汽車系統的控制環境

本研究探討對象以手部控制器為主，針對此一部分，大略可分為以下幾種。(1) 多狀態進間斷控制器。(2) 兩段式及多段式間斷控制器。(3) 連續調整控制器。

因應本實驗變數類型，文獻探討對象以小操作力道的連續調整控

制器為主。

一. 連續調整－圓形控制器

生活中常見的控制器，典型的用途為音響的音量調整鈕，空調機的溫度調整鈕等，可用的直徑範圍從 10mm~100mm。當需要精確、連續的調整時，建議使用這類的控制器，當需要調整的數值範圍越小、越精確時，較大直徑的旋鈕可以提供更穩定的操作，如果需調整的範圍很大、對精確度也有要求時候，建議可使用多轉旋鈕。

旋鈕本身的設計應有刻畫標記或記點，使其能以視覺確定控制器狀態。若控制速度要求大於準確性時，控制／顯示比值應該要低；若準確性比速度重要，控制／顯示比值應該要高。

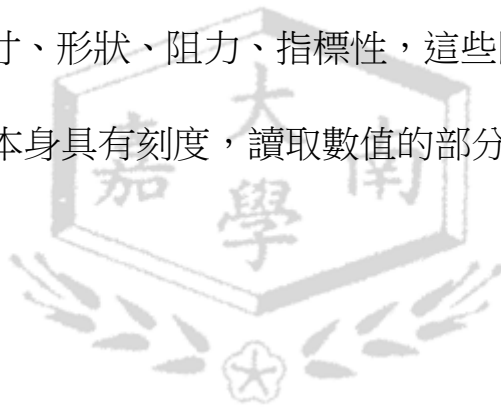


圖 2-15 現今圓形控制器依舊被大量使用

二. 連續調整－橫式控制器

滑動控制器較常見於汽車的控制環境中，如通風、暖氣、除霜等，也應用在飛航環境中；亦出現在音響設備裡面，控制高低音、音量平衡的控制功能。橫式控制器並不如圓形旋鈕那樣容易、精確的使用，有時使用的原因似乎是為了美學並非機能(William,1991)，也可能是空間配置的影響。

不同形式的滑動開關，在動作、精確以及視覺辨識上都有所不同。例如，把手的尺寸、形狀、阻力、指標性，這些因素對使用者都有影響。如果控制器本身具有刻度，讀取數值的部分也必須考慮到。



第三章 研究方法與實驗設計

第一節 實驗流程與方法

實驗之流程如圖 3-1 所示：

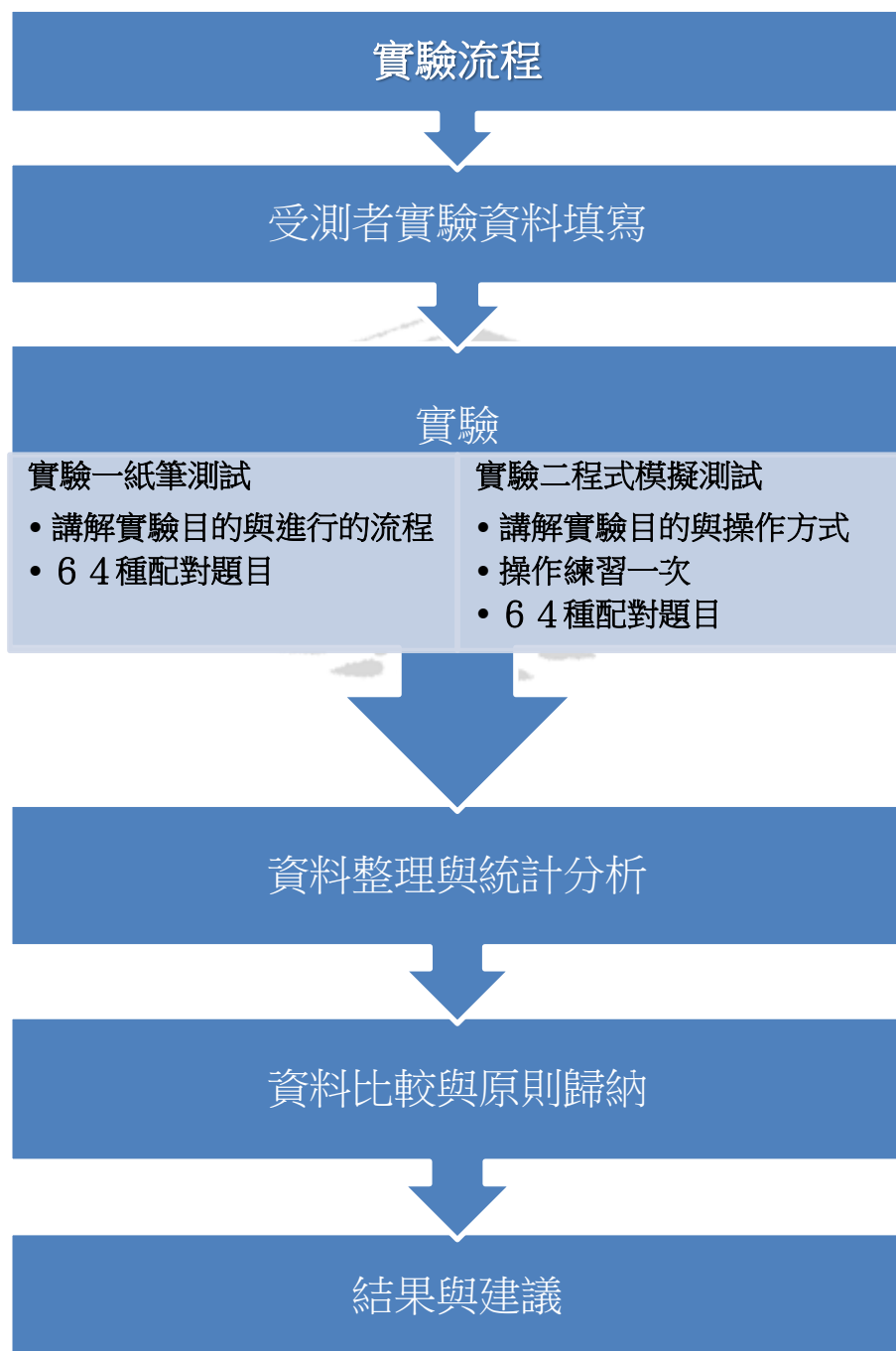


圖 3-1 實驗流程圖

實驗全程在科技大學人因工程研究室進行，研究室採人工照明，所有受測者都在相同條件下進行。主要的測試分為兩個部份，所有流程結束後給予受測者壹百元禮卷作為酬謝。實驗設計上，主要分為二個階段：

1. 受測者基本資料填寫：

請受測者填寫實驗所需要的個人基本資料，包括性別、年齡、教育程度與科系專長、對儀表顯示器的熟悉程度等...，這些特性可作為往後分析比對所需之參考。

2. 實驗測試：實驗分為兩個部分，紙筆測試與程式模擬測試，以下分別說明：

A. 紙筆測試：實驗開始之前對受測者講解實驗目的與進行的流程、受測者操作的方法。題目以亂數分配 64 種配對。以桌上型電腦作為題目播放之媒介，受測者於投影片了解題目後直接作答於答案紙上。每張投影片題目撥放時間為 8 秒鐘，受測者未作答以操作失誤（lost）計。

B. 程式模擬測試：給予受測者休息十分鐘，測試開始前先講解實驗目的與操作方式，並給予受測者練習機會。程式模擬播放的媒介為桌上型電腦，共分為圓形控制器與橫式控制器兩個階段，

時間中需更換實體控制器面板。題目的回答無時間限制，至受測者操作控制裝置後始進入下一題，直到所有問題作答完畢，程式自動將實驗數據紀錄於 ACCESS 資料庫中。

一. 受測者

本實驗之受測者 32 位，男性 21 位，女性 11 位，實驗一與實驗二受測者相同。實驗要求受測者視力、聽力與四肢協調，具備正常操作物件的能力。為調查使用者普遍性的相容性反應，實驗的受測者年齡較廣，年齡介於 18 至 50 歲，但多數為在學生。受測者年齡分佈 18~25 歲佔總數的 68.8%，26~30 歲佔 21.9%，40 歲以上佔 9.4%。

學歷部分多數為大學學歷(62.5%)；其次為研究所(28.1%)。專長領域中，多數為工業類群(57.1%)，其次為人文類群(32.1%)，受測者慣用手幾乎為右手(96.9%)。

受測者自評對於觀看各種儀表的困難度，大多數為「普普通通」(78.8%)，其次為非常容易(18.8%)。在生活或工作中經常操作各種儀表者佔近四分之一(32.3%)。至於在生活中是否有過操作儀表與控制器與預期反應不符合的經驗，多數回答為沒有(71.9%)。

二. 研究限制

考慮研究探討範圍、實驗時間與配對數量，本研究探討的控制器類型僅圓形與橫式控制器。顯示器儀表類型為自行設計，並非以任何實體顯示器為參考繪製。

第二節 實驗一 紙筆測驗

實驗開始之前對受測者講解實驗目的與進行的流程、受測者操作的方法。實驗變數有控制裝置型式、顯示器象限、控制器位置、初始數值共四種：

1. 控制裝置型式：控制裝置分為兩種如圖 3-2，圓形控制器與橫式控制器。

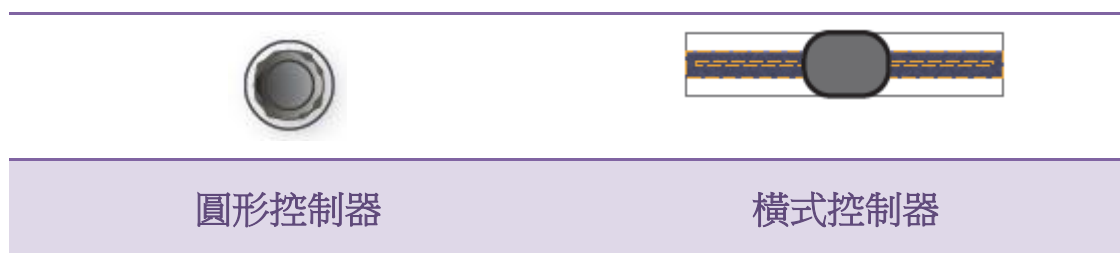


圖 3-2 控制器類型

2. 顯示器象限：顯示器低數值區域所在的象限位置如圖 3-3，共四個象限水準。

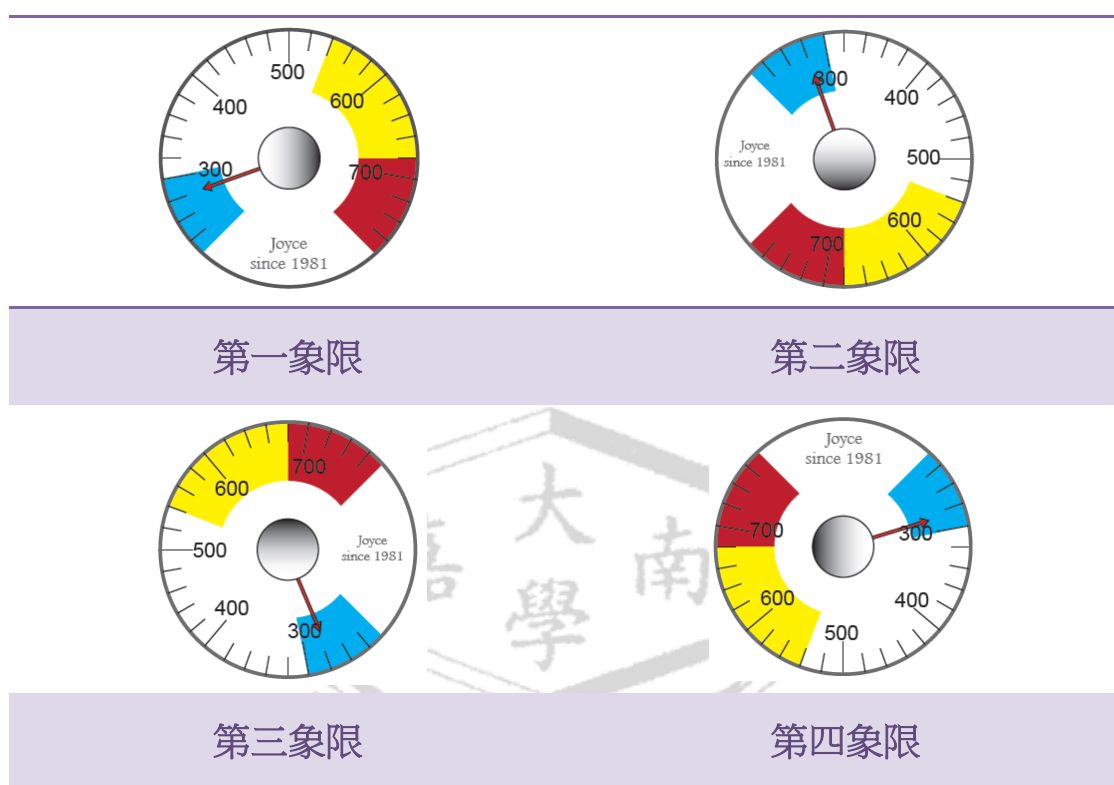


圖 3-3 顯示器象限

3. 控制器位置：控制器相對於顯示器的位置，共上、下、左、右四個水準。

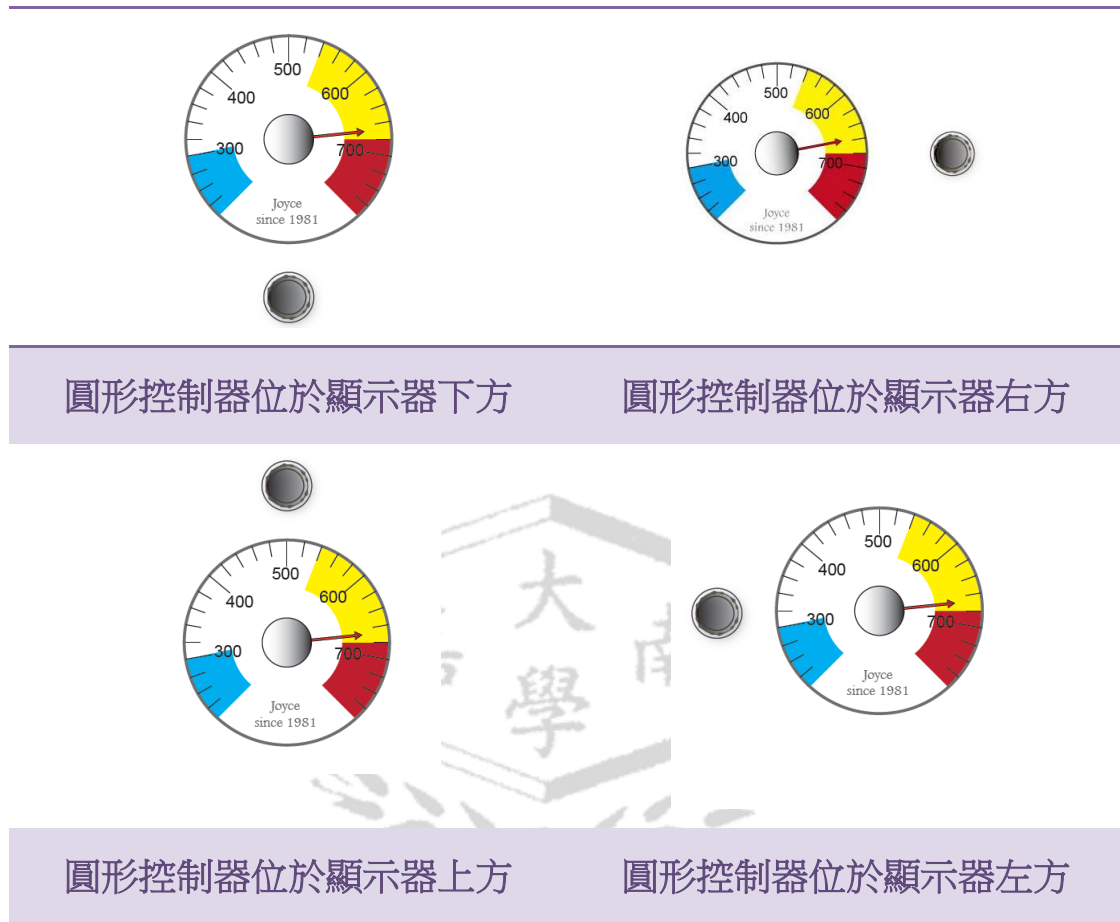


圖 3-4 控制器配置方位

4. 初始數值：操作的目標，共分為兩種。當指針靠近初始數值為高（紅色區域）時，調整控制裝置回到正常水準（白色區域）；當指針靠近初始數值為低（藍色區域）時，調整控制裝置回到正常水準。任務在測驗前即說明，測驗進行中則不再提示。



指針靠近高數值（紅色區域）

指針靠近低數值（藍色區域）

圖 3-5 顯示器數值水準

所有變數與水準組合共得到 64 種配對，以 Adobe Illustrator CS4 繪圖軟體繪製圖片作為題目示意的工具。題目以桌上型個人電腦作為播放媒介，將 64 種配對以亂數混合後依序播放給受測者作答，受測者以紙筆直接作答於答案卷上。每張投影片停留 8 秒鐘，受測者於時間內作答完成，未作答之題目以失誤紀錄之。

實驗一中所要收集的數據為受測者對於配對題目的操作傾向。配對出現順序採亂數出題，所有受測者題目出現順序皆相同，出題順序見表 3-2。答案卷上已有配合該題的變數提示，受測者只要按照題號勾選「順」、「逆」或「左」、「右」即可。

為方便統計分析與資料整理，本實驗將所有 64 種配對編號，整理如表 3-1，該表配對為實驗一與實驗二共用，AD 通道為實驗二中連接電腦的通道編號，待後述。

表 3-1 顯示器配對圖片與編號

編號	配對圖片	AD 通道	編號	配對圖片	AD 通道
01	高圓上 1	0	33	高橫上 1	4
02	高圓上 2	0	34	高橫上 2	4
03	高圓上 3	0	35	高橫上 3	4
04	高圓上 4	0	36	高橫上 4	4
05	高圓右 1	1	37	高橫右 1	5
06	高圓右 2	1	38	高橫右 2	5
07	高圓右 3	1	39	高橫右 3	5
08	高圓右 4	1	40	高橫右 4	5
09	高圓下 1	2	41	高橫下 1	6
10	高圓下 2	2	42	高橫下 2	6
11	高圓下 3	2	43	高橫下 3	6
12	高圓下 4	2	44	高橫下 4	6
13	高圓左 1	3	45	高橫左 1	7
14	高圓左 2	3	46	高橫左 2	7
15	高圓左 3	3	47	高橫左 3	7
16	高圓左 4	3	48	高橫左 4	7
17	低圓上 1	0	49	低橫上 1	4
18	低圓上 2	0	50	低橫上 2	4
19	低圓上 3	0	51	低橫上 3	4
20	低圓上 4	0	52	低橫上 4	4
21	低圓右 1	1	53	低橫右 1	5
22	低圓右 2	1	54	低橫右 2	5
23	低圓右 3	1	55	低橫右 3	5
24	低圓右 4	1	56	低橫右 4	5
25	低圓下 1	2	57	低橫下 1	6
26	低圓下 2	2	58	低橫下 2	6
27	低圓下 3	2	59	低橫下 3	6
28	低圓下 4	2	60	低橫下 4	6
29	低圓左 1	3	61	低橫左 1	7
30	低圓左 2	3	62	低橫左 2	7
31	低圓左 3	3	63	低橫左 3	7
32	低圓左 4	3	64	低橫左 4	7

所有顯示器配對圖片除了有編號外，為方便稱呼，將配對圖片以其四項變數命名。舉例如下：

編號 01「高圓下 1」代表：「顯示器初始數值為高、控制裝置型式為圓形、控制裝置位置為下方、顯示器象限為第一象限」如圖 3-6。

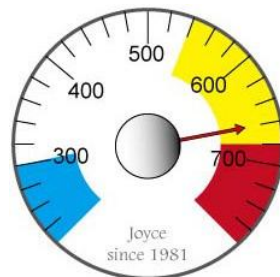


圖 3-6 編號 01 高圓下 1

編號 52「低橫上 4」代表：「顯示器初始數值為低、控制裝置為橫式、控制裝置位置為上方、顯示器象限為第四象限」，如圖 3-7。

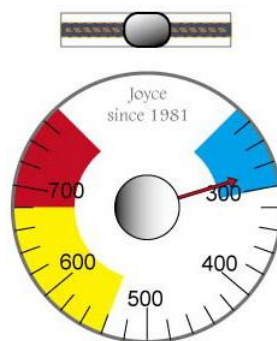


圖 3-7 編號 52 低橫上 4

表 3-2 實驗一 PPT 題目出現順序

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>0 4</u>	<u>4 0</u>	<u>2 1</u>	<u>3 2</u>	<u>5 5</u>	<u>5 6</u>	<u>4 7</u>	<u>4 1</u>	<u>0 3</u>	<u>2 5</u>
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<u>2 4</u>	<u>3 9</u>	<u>0 5</u>	<u>3 7</u>	<u>1 3</u>	<u>4 5</u>	<u>3 3</u>	<u>6 1</u>	<u>3 0</u>	<u>3 5</u>
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<u>1 1</u>	<u>2 9</u>	<u>4 8</u>	<u>4 4</u>	<u>3 8</u>	<u>2 2</u>	<u>1 9</u>	<u>6 0</u>	<u>1 7</u>	<u>1 4</u>
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<u>3 1</u>	<u>0 6</u>	<u>0 7</u>	<u>2 8</u>	<u>3 6</u>	<u>0 2</u>	<u>1 8</u>	<u>6 4</u>	<u>0 1</u>	<u>5 3</u>
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
<u>5 7</u>	<u>5 0</u>	<u>2 6</u>	<u>0 8</u>	<u>5 4</u>	<u>5 9</u>	<u>1 2</u>	<u>5 8</u>	<u>1 0</u>	<u>6 3</u>
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
<u>4 9</u>	<u>1 5</u>	<u>0 9</u>	<u>4 6</u>	<u>4 3</u>	<u>5 2</u>	<u>5 1</u>	<u>2 0</u>	<u>2 3</u>	<u>1 6</u>
61	62	63	64						
<u>2 7</u>	<u>6 2</u>	<u>4 2</u>	<u>3 4</u>						

第三節 實驗二 電腦程式模擬測試

電腦程式測試於紙筆測試結束之後進行，給予受測者休息十分鐘並講解實驗目的與電腦操作方式，並給予受測者練習機會，練習題數總共為八題，圓形控制器及橫式控制器各四題。程式模擬測試的媒介為桌上型個人電腦，測驗程式以 Visual Basic 編寫。為了將連接實體控制器連接於電腦並收集受測者的操作數據，我們使用 A/D card 為工具，一照圓形與橫式控制器將同方位的控制器歸類，共分成 8 個通道，並連接於安裝有實體控制器的操作面板（圓形、橫式控制器各一），將面板與顯示器螢幕結合，使受測者在觀看題目之後可以依照控制器出現方位到對應的位置進行操作，進而達到模擬的目的。

實驗二的變數與水準組合與實驗一完全相同，配對數量一樣是 64 種，圓形與橫式控制器進行順序為：第一位先進行圓形控制器測驗，結束後更換實體控制器面板進行橫式控制器測驗；第二位先進行橫式控制器測驗，結束後更換實體控制器面板進行圓形控制器測驗，交互輪流之。題目開始時受測者需藉由指針的所在方向判斷情況並操作控制裝置以使顯示器回復到正常狀態。當受測者回答結束（操作完成控制裝置）之後，不論操控之方向為何，指針都會向正常水準移動，以避免受測者經由學習機制影響之後題目作答的判斷。

受測者在每一題開始作答之前必須先持續按壓黃色按鈕直到題

目出現、思考完操作方式後方可放開。按壓的等待時間為 2~5 秒，由程式亂數決定，避免受測者預期等待時間而快速搶答。黃色按鈕距離螢幕固定為 30 公分，若等待時間中放開黃色按鈕程式將提醒受測者不可偷跑，並重新回到按壓黃色按鈕等待試題開始的階段。

受測者操作完 32 種圓形顯示器後，請受測者稍作休息並更換為橫式控制器面板，進行下一輪橫式控制器試題，同樣為 32 題，直到 64 種配對作答完畢。

題目的回答無時間限制，至受測者操作控制裝置後進入下一題，但會記錄受測者作答的時間，程式會將實驗數據紀錄於 ACCESS 檔案中。電腦模擬測試所收集的數據有受測者操作的相容性方向以及操作所花費的時間。



圖 3-8 圓形控制器配置

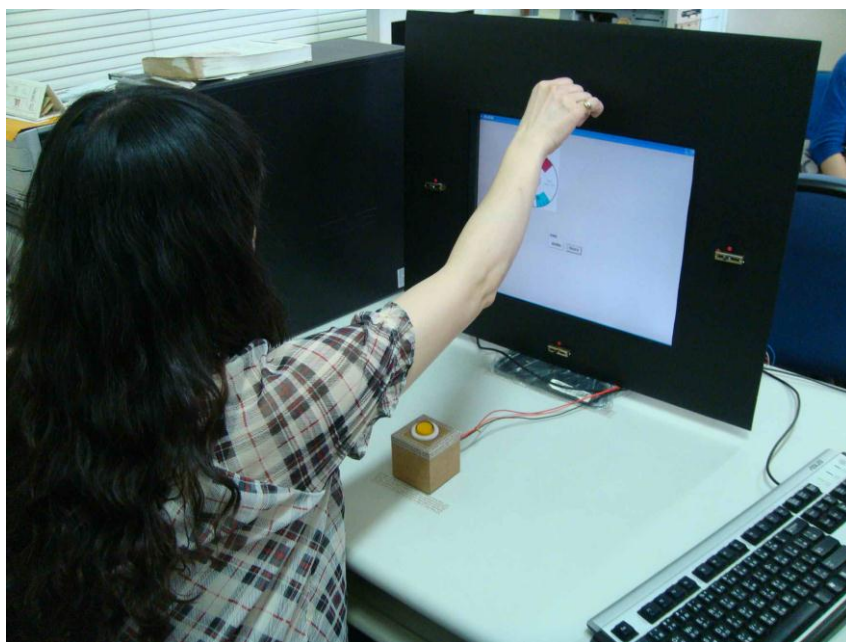


圖 3-9 橫式控制器實際操作情形

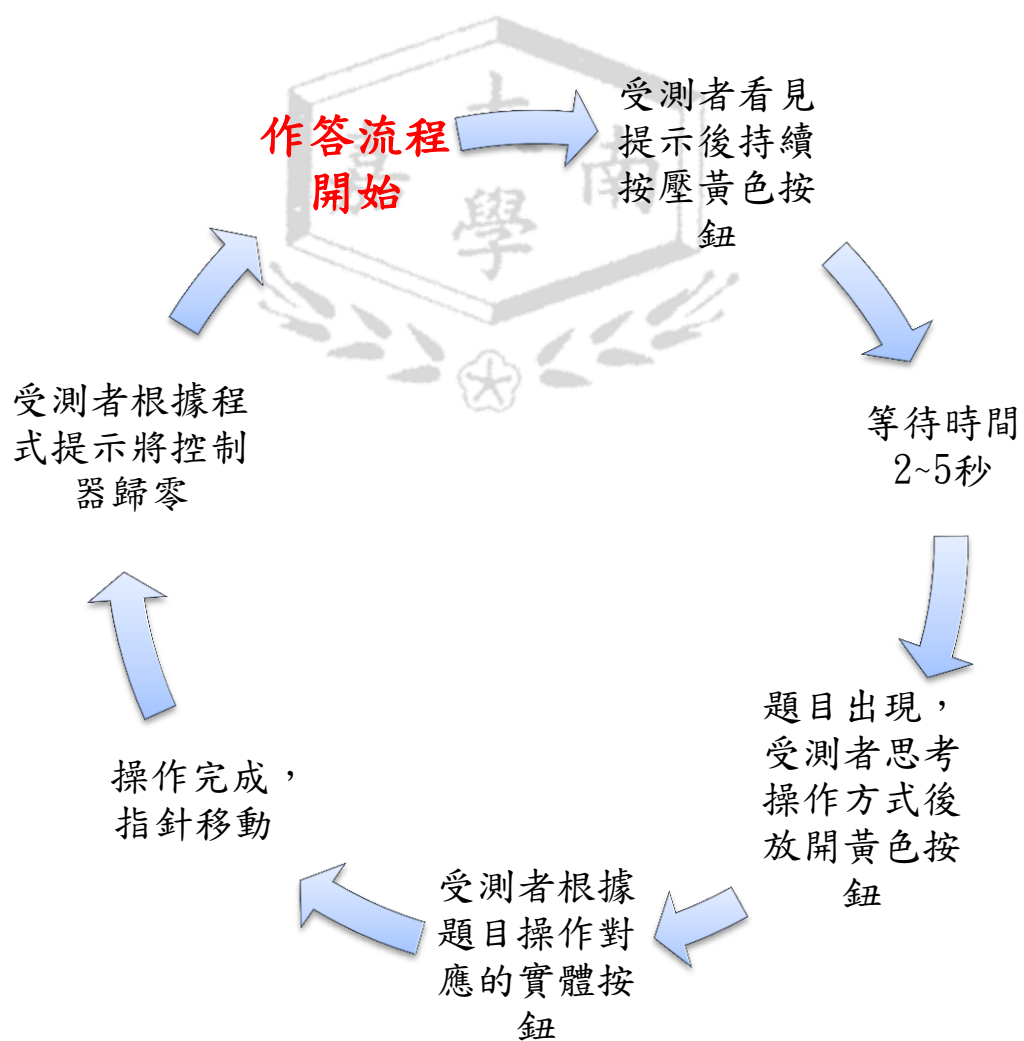


圖 3-10 實驗二作答流程

相較於實驗一，實驗二著重的是探討受測者反應與操作所需要的時間。實驗二程式所蒐集的時間數據總共有三項，見圖 3-11。

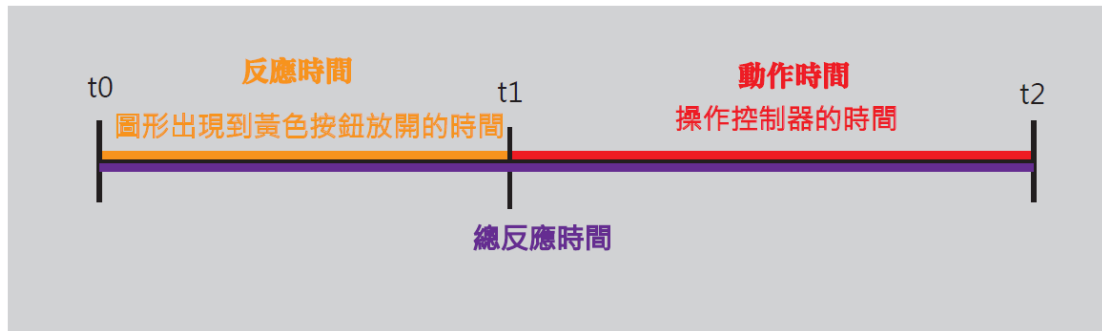


圖 3- 11 實驗二時間數據示意圖

第一項為反應時間，即時間軸 t_0 到 t_1 中間的區域，表式顯示器圖片出現且受測者思考完操作方式後，放開黃色按鈕為止。

第二項為動作時間，即時間軸 $t_1 \sim t_2$ 中間的區域，代表受測者放開黃色按鈕後到操作控制裝置完成題目為止。

第三項為總反應時間，即時間軸 $t_0 \sim t_2$ 中間的區域，代表受測者回答完成題目全程的時間。

總反應時間 = 反應時間 + 操作時間。

第四章 結果與討論

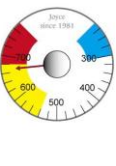
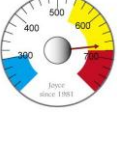
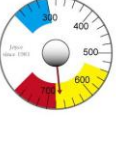
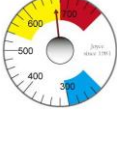
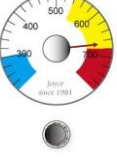
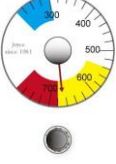
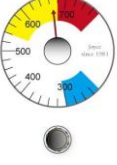
本章節先個別就實驗一與實驗二結果作討論，再將兩項作歸納合併探討，並解釋結果相同及相異點。實驗一著重在受測者的一般相容性探討，盡量以圖表的方式呈現以便閱讀對照。實驗二則著重在受測者反應時間的探討，試圖比較受測者操作各類型配對所花的時間長短、反應時間與動作時間所佔總反應時間的比例作分析，並提出合理的建議。

第一節 實驗一 紙筆測驗

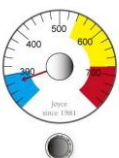
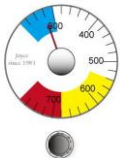
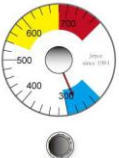
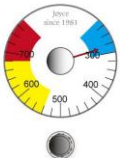
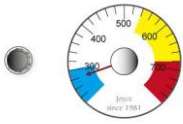
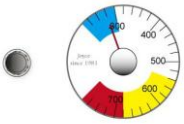
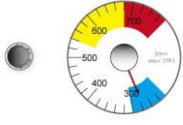
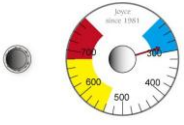
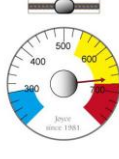
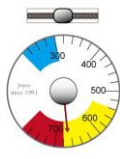
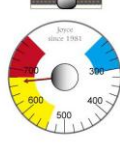
實驗一數據整理如表 4-1，我們可以發現在紙筆測驗中，若是相容性高者，受測者判斷的一致性就非常顯著，甚至有全部受測者回答皆一致的情況發生，雖然每題出現時間限制為八秒，但實際上對大多數的受測者來說已經足夠判斷，少有來不及作答的情形發生，判斷為「lost」的數據僅 4 筆。

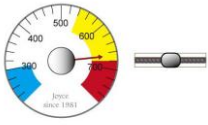
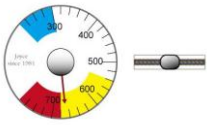
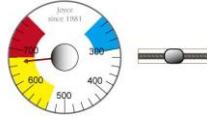
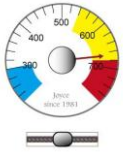
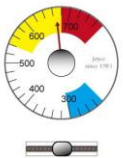
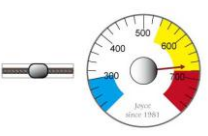
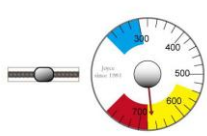
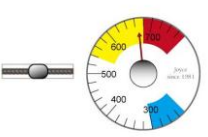
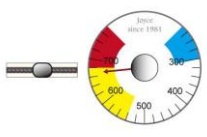
紙筆測驗所提供的數據可視為使用者將要操作儀器前所作的先期判斷，控制器擺放位置對於受測者產生的影響可能較操作實體控制鍵來的小。

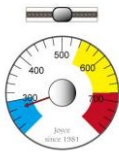
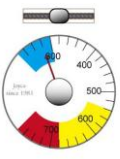
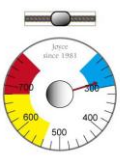
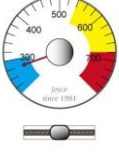
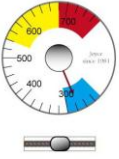
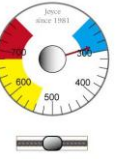
表 4-1 實驗一統計表

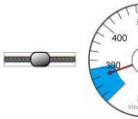
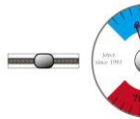
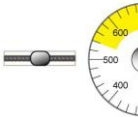
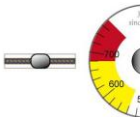
no	圖片	操作	次數	百分比	no	圖片	操作	次數	百分比
01	高圓上 1 	順	0	0%	02	高圓上 2 	順	1	3.1%
		逆	32	100%			逆	31	96.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%
03	高圓上 3 	順	0	0%	04	高圓上 4 	順	2	6.3%
		逆	32	100%			逆	29	90.6%
		lost	0	0%			lost	1	3.1%
05	高圓右 1 	順	0	0%	06	高圓右 2 	順	1	3.1%
		逆	32	100%			逆	31	96.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%
07	高圓右 3 	順	1	3.1%	08	高圓右 4 	順	1	3.1%
		逆	31	96.9%			逆	31	96.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%
09	高圓下 1 	順	0	0%	10	高圓下 2 	順	2	6.2%
		逆	32	100%			逆	30	93.8%
		lost	0	0%			lost	0	0%
11	高圓下 3 	順	0	0%	12	高圓下 4 	順	1	3.1%
		逆	32	100%			逆	31	96.6%
		lost	0	0%			lost	0	0%

13	高圖左 1 	順	0	0%	14	高圖左 2 	順	0	0%
		逆	32	100%			逆	32	100%
		lost	0	0%			lost	0	0%
15	高圖左 3 	順	1	3.1%	16	高圖左 4 	順	1	3.1%
		逆	31	96.9%			逆	31	96.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%
17	低圖上 1 	順	32	100%	18	低圖上 2 	順	31	96.9%
		逆	0	0%			逆	1	3.1%
		lost	0	0%			lost	0	0%
19	低圖上 3 	順	26	81.3%	20	低圖上 4 	順	32	100%
		逆	6	18.8%			逆	0	0%
		lost	0	0%			lost	0	0%
21	低圖右 1 	順	32	100%	22	低圖右 2 	順	32	100%
		逆	0	0%			逆	0	0%
		lost	0	0%			lost	0	0%
23	低圖右 3 	順	32	100%	24	低圖右 4 	順	32	100%
		逆	0	0%			逆	0	0%
		lost	0	0%			lost	0	0%

25	低圖下 1 	順	32	100%	26	低圖下 2 	順	32	100%
		逆	0	0%			逆	0	0%
		lost	0	0%			lost	0	0%
27	低圖下 3 	順	31	96.9%	28	低圖下 4 	順	31	96.9%
		逆	1	3.1%			逆	1	3.1%
		lost	0	0%			lost	0	0%
29	低圖左 1 	順	32	100%	30	低圖左 2 	順	32	100%
		逆	0	0%			逆	0	0%
		lost	0	0%			lost	0	0%
31	低圖左 3 	順	30	93.8%	32	低圖左 4 	順	28	87.5%
		逆	2	6.3%			逆	4	12.5%
		lost	0	0%			lost	0	0%
33	高橫上 1 	右	0	0%	34	高橫上 2 	右	13	40.6%
		左	32	100%			左	19	59.4%
		lost	0	0%			lost	0	0%
35	高橫上 3 	右	1	3.1%	36	高橫上 4 	右	18	56.2%
		左	31	96.9%			左	14	43.8%
		lost	0	0%			lost	0	0%

37	高横右 1 	右	0	0%	38	高横右 2 	右	17	53.1%
		左	32	100%			左	15	46.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%
39	高横右 3 	右	2	6.3%	40	高横右 4 	右	16	50%
		左	30	93.8%			左	14	43.8%
		lost	0	0%			lost	2	6.3%
41	高横下 1 	右	1	3.1%	42	高横下 2 	右	14	43.8%
		左	31	96.9%			左	18	56.2%
		lost	0	0%			lost	0	0%
43	高横下 3 	右	0	0%	44	高横下 4 	右	15	46.9%
		左	32	100%			左	16	50%
		lost	0	0%			lost	1	3.1%
45	高横左 1 	右	1	3.1%	46	高横左 2 	右	14	43.8%
		左	31	96.9%			左	18	56.2%
		lost	0	0%			lost	0	0%
47	高横左 3 	右	3	9.4%	48	高横左 4 	右	9	28.1%
		左	29	90.6%			左	23	71.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%

49	低横上 1 	右	32	100%	50	低横上 2 	右	31	96.9%
		左	0	0%			左	1	3.1%
		lost	0	0%			lost	0	0%
51	低横上 3 	右	18	56.2%	52	低横上 4 	右	24	75.0%
		左	14	43.8%			左	8	25.0%
		lost	0	0%			lost	0	0%
53	低横右 1 	右	31	96.9%	54	低横右 2 	右	32	100%
		左	1	3.1%			左	0	0%
		lost	0	0%			lost	0	0%
55	低横右 3 	右	15	46.9%	56	低横右 4 	右	25	78.1%
		左	17	53.1%			左	7	21.9%
		lost	0	0%			lost	0	0%
57	低横下 1 	右	32	100%	58	低横下 2 	右	30	93.8%
		左	0	0%			左	2	6.3%
		lost	0	0%			lost	0	0%
59	低横下 3 	右	15	46.9%	60	低横下 4 	右	21	65.6%
		左	17	53.1%			左	11	34.4%
		lost	0	0%			lost	0	0%

61	低橫左 1 	右	31	96.9%	62	低橫左 2 	右	30	93.8%
		左	1	3.1%			左	2	6.3%
		lost	0	0%			lost	0	0%
63	低橫左 3 	右	15	46.9%	64	低橫左 4 	右	20	62.5%
		左	17	53.1%			左	12	37.5%
		lost	0	0%			lost	0	0%

圓形顯示器對應圓形控制器的作答中，受測者的作答具有相當高的一致性，且相容性的判斷皆符合順時針為增量的概念。在實驗一圓形控制器的數據中控制器擺放位置對受測者作答的影響可以說是微乎其微。橫式控制器所產生的移動效應與圓形顯示器就有相當大的落差，且因顯示器初始溫度位置與顯示器象限的改變，受測者作答時可能同時存在兩個以上的相容性概念，進而造成一致性不理想的結果。

綜覽實驗一數據，我們可以看到圓型控制器的部分，最高的一致性出現在第一象限，但由於圓型控制器與圓形顯示的相似性，使其不論是哪個方位與顯示器象限，都具有非常良好的一致性。橫式控制器的部分，最高的一致性普遍出現在第一象限，在初始數值為高的操作中，第三象限也獲得良好的一致性，但在初始數值為低時，第三象限的一致性就變得不明確；相反的是，初始數值為低的操作中，第二象

限可以獲得良好的一致性，但在初始數值為高的操作中則一致性並不明確。綜觀以上數據可以推論：相較於橫式控制器來說，圓形顯示器對應圓形控制器是比較理想的配置。

我們將 64 種配對分類，以便作深入分析探討。本研究將不同控制器與不同顯示器象限的配對作分別，一個類群包含了：顯示器初始數值（高、低）、控制器位置（上、左、下、右），即 8 種配對為一族群。為避免圖面資訊太過雜亂，某些數據以簡寫替代之，說明詳見 4-2 表。

表 4-2 分類探討簡寫說明

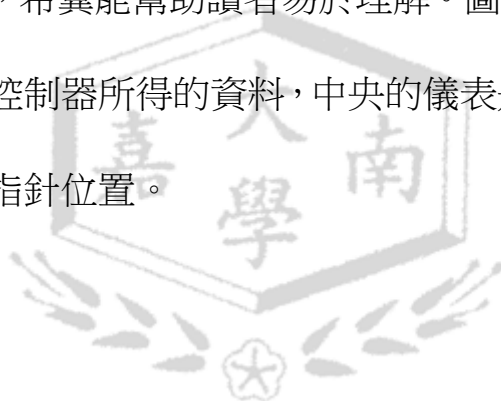
圖面簡寫	說明
H	顯示器初始溫度為高、位於該控制器位置的操作數據，圖面顯示的數值為相容性百分比較高者。
L	顯示器初始溫度為低、位於該控制器位置的操作數據，圖面顯示的數值為相容性百分比較高者。
C	圓形控制器中，相容性為順時針操作。
CC	圓形控制器中，相容性為逆時針操作。
R	橫式控制器中，相容性為向右移動操作。
L	橫式控制器中，相容性為向左移動操作。
lost	該控制器位置的操作中，受測者因各種因素錯失操作。數值顯示的單位為次數，且為 H 與 L 兩次操作機會的相加。

為了方便探討，我們參考國內文獻(陳維君,2005)，當操作數據高於 80%時，視為具有良好一致性水準。當操作任務為高數值(H)時，視之為減量操作，預期圓形控制器操作為逆時針旋轉(CC)；橫式控

制器為向左滑動(L)。當操作任務為低數值(L)時，視之為增量操作，預期圓形控制器為順時針旋轉(C)；橫式控制器為向右滑動(R)。

一. 圓形控制器配對圓形顯示器

我們將實驗一的數據依照象限的不同，分為四個族群，並依照控制器的不同，將圓形與橫式控制器分別探討。每個族群以一張圖搭配數據的方式呈現，希冀能幫助讀者易於理解。圖中，控制器所在位置上方的文字是該控制器所得的資料，中央的儀表是該象限的圖樣與初始數值高或低的指針位置。



1. 第一象限

當顯示裝置為第一象限、控制裝置為圓形時的情況，右下半邊為高數值時的指針位置，左下半邊為低數值時的指針位置，見圖 4-1。

可以發現所有受測者的操作方向完全一致，且不論控制器位於顯示器的哪個方位，旋轉的方向都與預期判斷的相同，在數種圓形控制器操作概念中，並沒有產生相容性相互干擾的情形。圓形控制器與圓形顯示器的直接對應讓受測者可以很容易的判斷操作的方向，進而產生非常一致的答案。

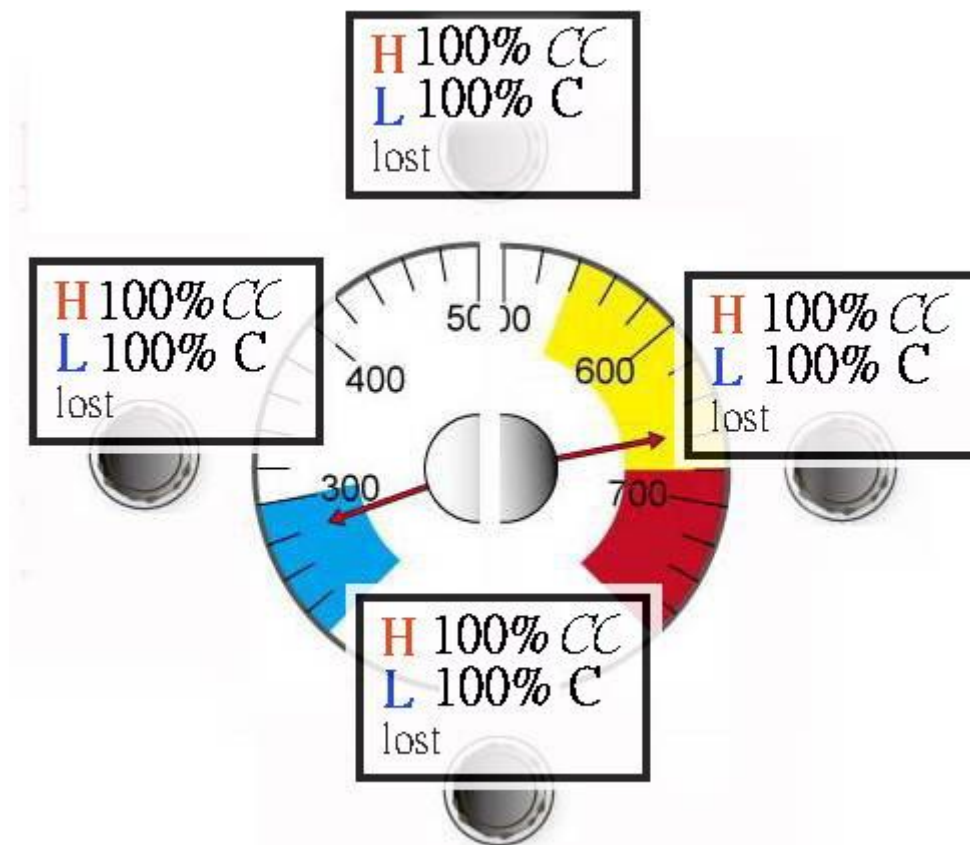


圖 4-1 圓形控制器配對圓形顯示器第一象限

2.第二象限

顯示裝置經過旋轉後，第二象限的儀表數值被改變為從上方（低數值）增加至下方（高數值），這樣的配置也許不若第一象限讓所有操作者感到熟悉，以致於部分的作答出現分歧，但整體的操作反應仍然相當一致，四個方位的操作都達到良好的水準，順時針為增加、逆時針為減少的反應也與預期的相同。W.H. Chan(2003)研究成果顯示，圓性控制器與圓形顯示器一致性最高出現在 0 度，最低出現在 180 度，第一象限中指針的位置就接近這樣的狀況，此時低數值的指針接

近於 0 度而高數值接近 180 度，我們也發現低數值的操作一致性似乎稍高於高數值，但沒有達到統計上的差異性。

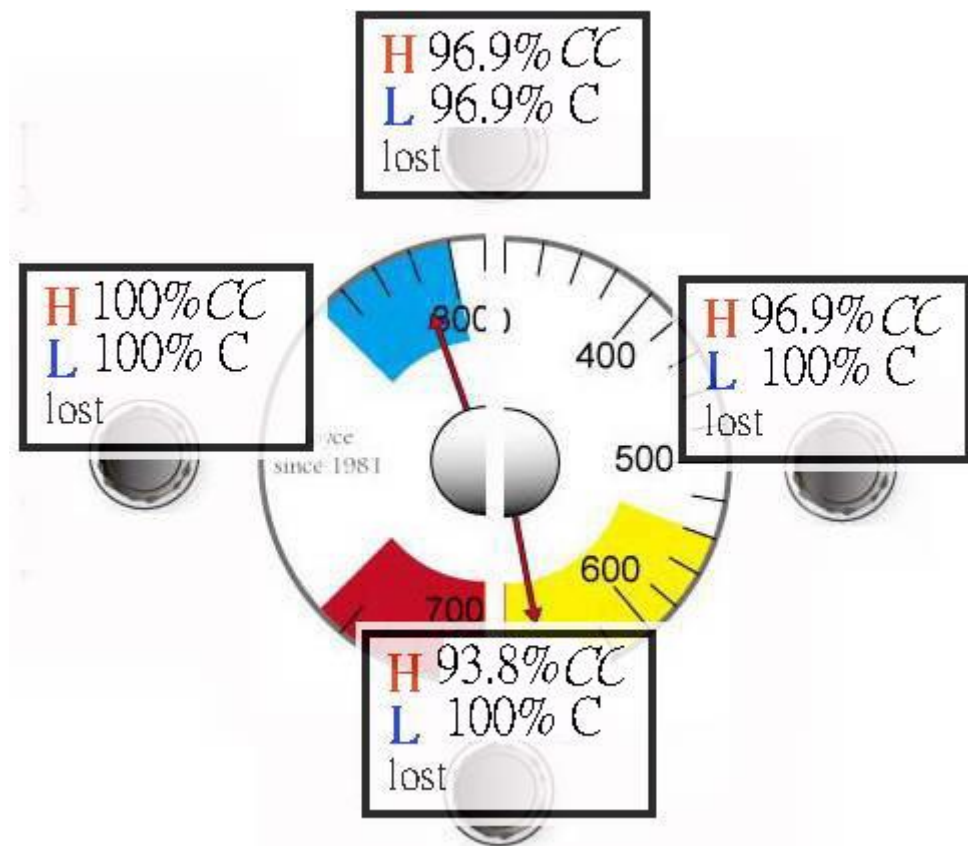


圖 4-2 圓形控制器配對圓形顯示器第二象限

3. 第三象限

原先預期顯示器第三象限的數值遞增由下（低數值）至上（高數值）的一致性將高於第二象限（由上至下），但數據結果則與預期相反。雖然一致性低於第二象限，但整體來說依然達到良好水準，而順時針為增量操作的反應也與預期相同。我們可以觀察到僅上方控制器的低數值(增量操作)控制任務較它項來的低，來到良好標準的底線，

可能也是因為此次任務中低數值的指針接近於 180 度，且上方的控制器與指針的距離較其它控制器為遠，造成對應效應減弱的結果。

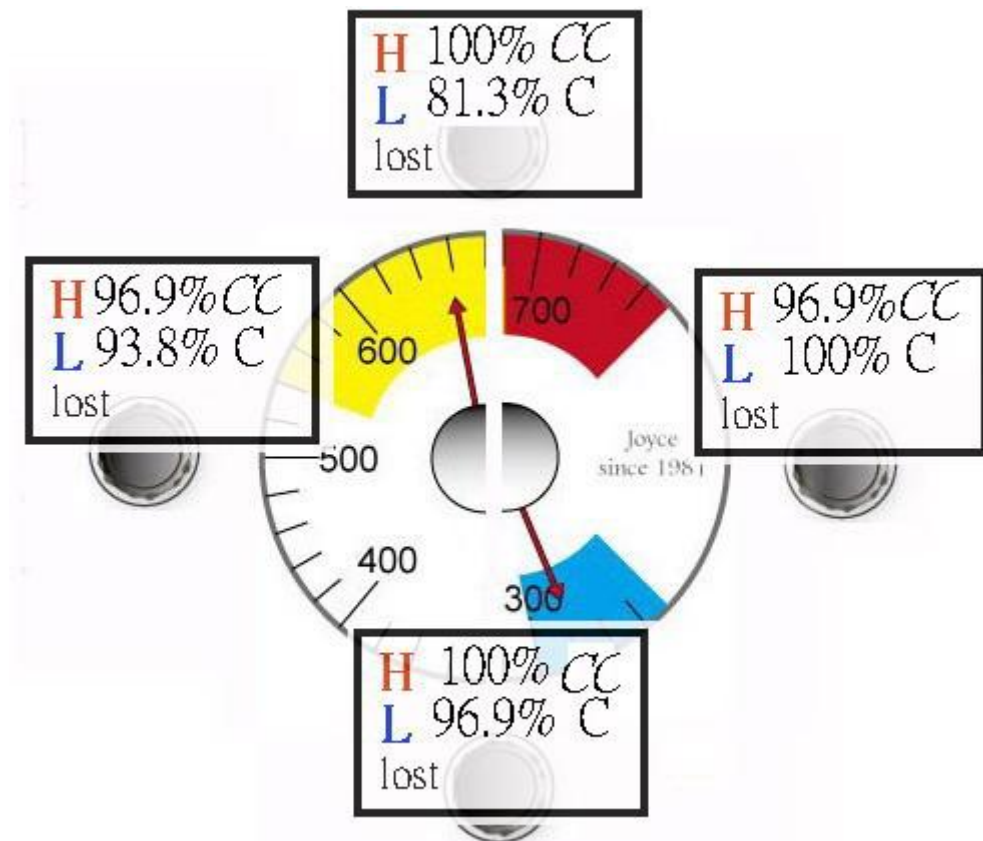


圖 4-3 圓形控制器配對圓形顯示器第三象限

4. 第四象限

第四象限的數值遞增被改變為由右至左，與一致性最高的第一象限相反，我們可以觀察到，雖然不若第一象限全部高達 100% 的情況，但仍然具有相當良好的一致性，甚至要高於第三象限的配置。這顯示即使顯示器指針移動範圍從上半圓移動到較不為人熟悉的下半圓，圓形控制器對應圓形顯示器的相容反應仍然可以提供使用者高度一致

性的操作方式。在控制器上方出現了一個 **lost** 數值，該題出現順序為第一題，我們判斷受測者因為一開始測驗因為慌張、不熟悉造成來不及答題的狀況，將之視為各別數據不列入討論。

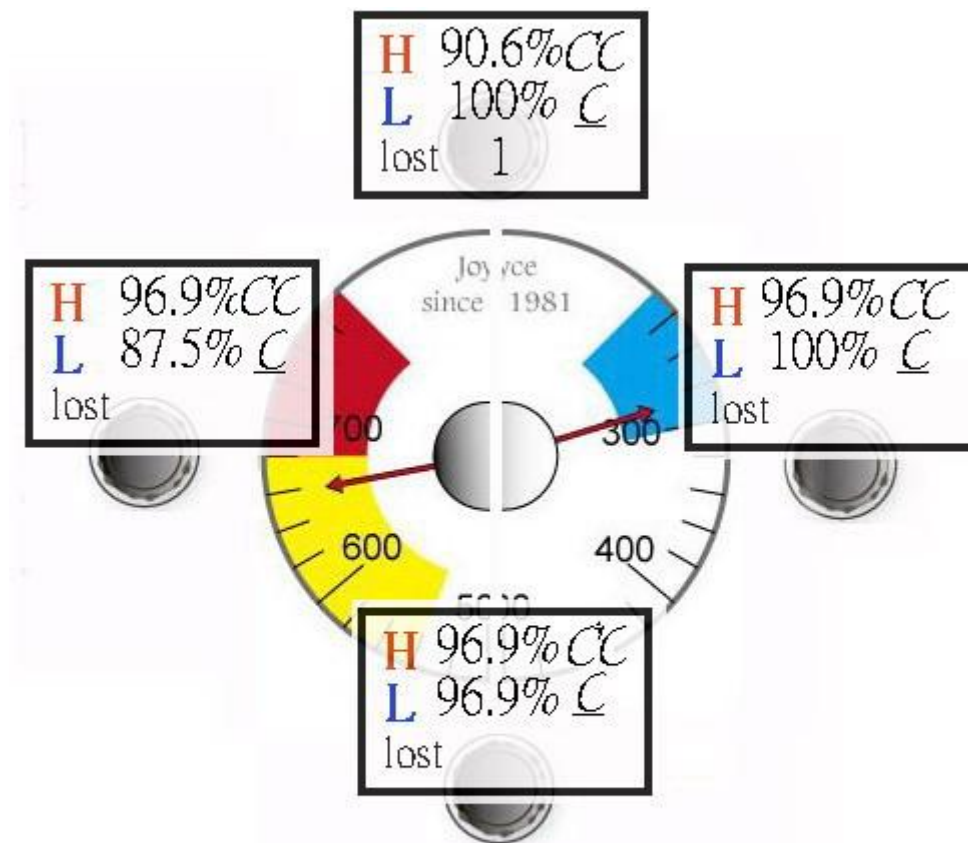


圖 4-4 圓形控制器配對圓形顯示器第四象限

5.圓形控制器配對圓形顯示器總結

綜合以顯示器與控制器方位的配對，我們可以歸納出在圓形控制器上的一些結果，但圓形顯示器數據的一致性實在太高，在分析上很

難達到統計上的差異性，我們只能試著描述某些可以觀察到的關係並試圖解釋。

1. 圓形控制器對應圓形顯示器有高度一致的操作相容性，這是一種控制器與顯示器直接驅動的對應反應，即使顯示裝置數值區間的方位、控制器的位置如何變換，仍然能維持一定程度以上的一致水準。
2. 除了圓形控制器與圓形顯示器之間的對應反應外，圓形控制器本身也具有順時針增量的相容性概念，且所有高一致性反應皆符合「順時針旋轉為增加、逆時針旋轉為減少」，與預期相同。實驗所得圓形控制器操作一致性偏高的情況，也可能是上述兩種相容性概念同時存在且判斷方向一致的結果。
3. 我們將第四象限視為第一象限的翻轉，將兩項作比較，第四象限平均一致性低於第一象限，但兩者存在的相容性概念相同，我們推測若該受測者本身是以「順時針數值增加、逆時針數值減少」為操作的主要概念，當高數值與低數值區域發生改變或與原本的預期不同時，就可能造成受測者較不易判斷的情況。
4. 控制器的擺放位置會對一致性產生部分影響，但在上述相容性效應下顯得較不明顯，主要差異是在控制器與指針之間的方位與距離。當圓形控制器置於右側時，對應右側的指針似乎會有較好的

一致性；當圓形控制器置於左側時，對應左側的指針似乎會有較好的一致性(如圖 4-4)，但沒有達到顯著性差異，而指針位於上方與下方時(如圖 4-2、4-3)，似乎觀察不到這樣的現象。

5. 我們發現當指針由上方或下方指向控制器時，可能會產生「右旋指針向右、左旋指針向左」原則，當指針由下指向上方控制器時，一致性的平均值較高；當指針由上方指向下方控制器時，一致性平均值較低，這一部分與 W.H. Chan(2003)的研究有類似的結果，但在本實驗中並沒有有達到顯著差異性。
6. 普遍來說，當指針靠近控制器，會得到較高的一致性（如圖 4-4），除非與某些相容性原則發生矛盾。指針指向遠離控制器時，一致性較低，且可觀察的值較靠近控制器的情況顯著，但經由分析後在實驗一依舊沒有顯著性差異。
7. 在實驗一中，順時針操作與逆時針操作產生的一致性數據並沒有顯著性差異。

二. 橫式控制器配對圓形顯示器

相較於圓型控制器，橫式控制器操作上的一致性較低，這是由於相容性效應不同的結果。橫式控制器本身就有向右滑動為增加、向左滑動為減少的相容性概念，再加上控制器與顯示器指針位置角度的不同而對一致性有所影響，同樣將配對分為四個象限探討。

1. 第一象限

不論圓形或橫式控制器，第一象限的一致性皆高於他組，因為此類缺口向下、扇形且數值從左至右遞增的圓形顯示器在生活中相當常見（如汽機車儀表板），多數人早已慣於使用。我們可以觀察到，即使是橫式控制器，不論增量（右移）或減量（左移）操作，都有非常高的一致性。從文獻資料中我們發現，橫式控制器最高的一致性會出現在指針與橫式控制器滑動方向垂直的情況，但第一象限中並沒有這樣的情形發生，相反的，該象限是較不容易判別的「指針與控制器滑動方向平行」的情形，但數據中依然呈現非常高的一致性。

我們判斷是因為受測者熟悉第一象限數值從左至右遞增，這樣的關係對應到橫式控制器「向左移動為減少、向右移動為增加」，成為一個被受測者大量應用的相容性概念，這樣的觀念即使遇到不容易判斷的左側與右側控制裝置的配置，也能很快的依靠經驗與顯示器中數

值或顏色的輔助來判斷增量與減量操作，而產生非常高一致性的結果。

在橫式控制器第一象限中，控制器的擺放位置對於受測者移動的方向幾乎沒有太大的影響。

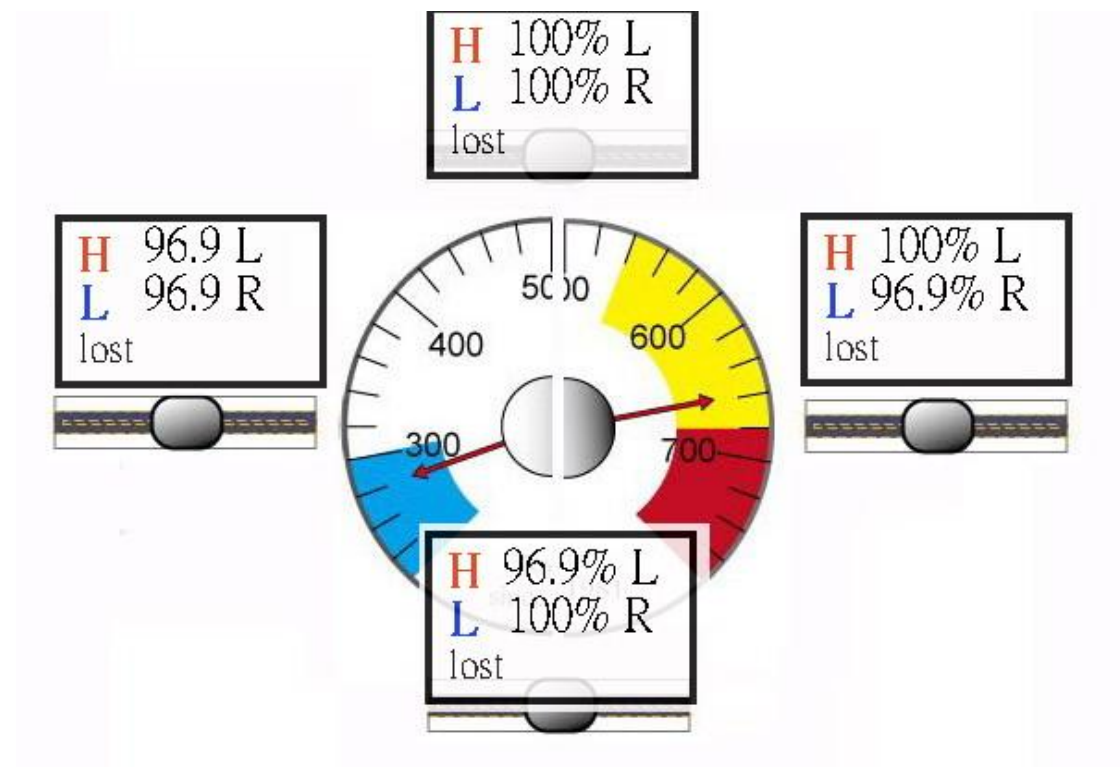


圖 4-5 橫式控制器配對圓形顯示器第一象限

2.第二象限

第二象限中，在初始數值為高的任務，不論控制器在哪個方位皆出現不明確的操作反應，且都與一致性標準相差甚遠。相較於減量操作，增量操作（初始數值為低）的任務所得到的相容性反應就非常一致，通通達到九成以上，控制氣配置在右時甚至達到 100%向右的一致性。我們判斷在增量操作上，指針與橫式控制器的滑動方向，以及

其滑動方向的延伸交會處接近垂直的情況，讓受測者判斷移動方向變的相當容易，且向右調整也符合右側增量的概念，兩個相容性概念相輔相成的結果所得到的高度一致性。而在減量操作上，這兩個相容性概念卻產生矛盾，在前項橫式控制器與指針交會處的相容性判斷上，受測者會傾向向右調節，使之回到白色的安全區塊，但是在「右側增加、左側減少」的概念上，控制器應該要往左移動（減量操作），兩個相容性概念衝突的結果就是操作判斷變得相當不明確，互占了五成左右，表示在這個時候，兩個概念在受測者心中的影響力近乎持平。

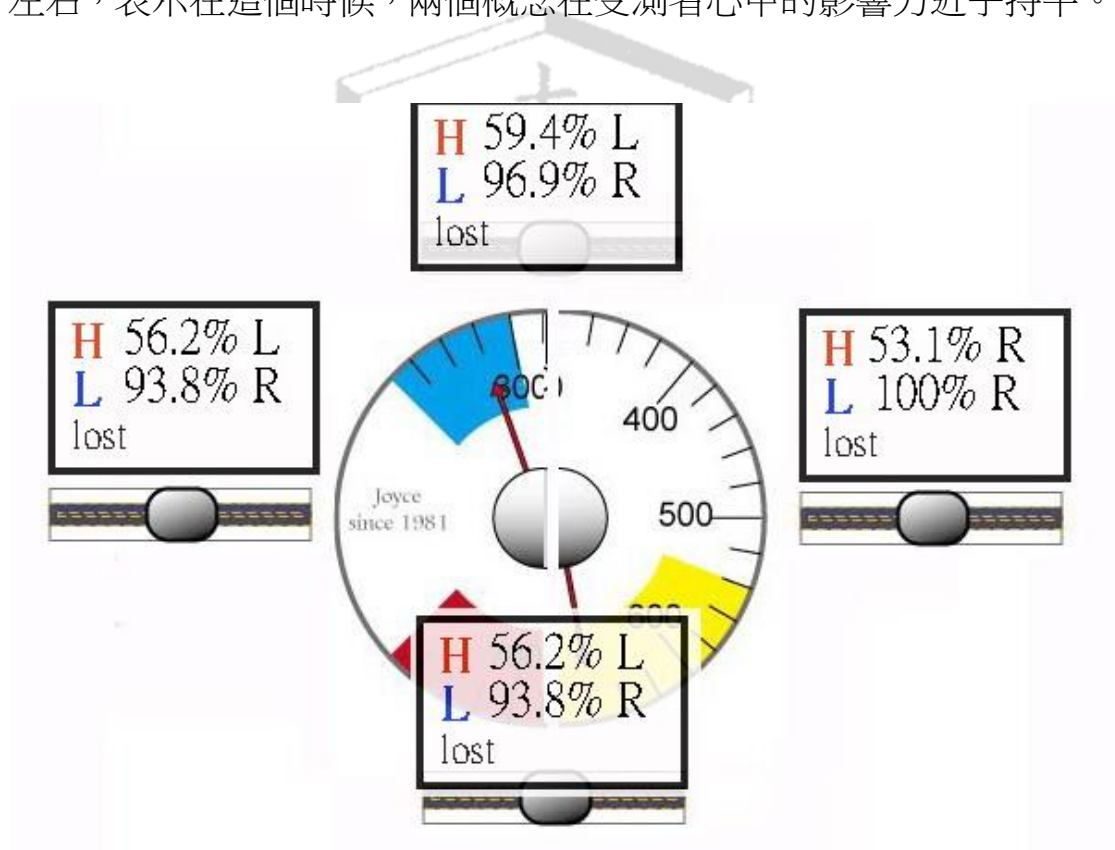


圖 4-6 橫式控制器配對圓形顯示器第二象限

3.第三象限

第三象限與第二象限可以互相作比對，第二與第三象限數值遞增的方向是相反的，第二象限式由上往下遞增，第三象限是由下往上，不同的是扇形面的開口方向。我們可以觀察到第二象限與第三象限之間初始數值高與低的操作數據產生反轉現象，事實上，一致性的效應與第二象限完全相同，只是增量與減量操作的相容性效應互換了，兩相對照也為相容性效應的探討作了印證。

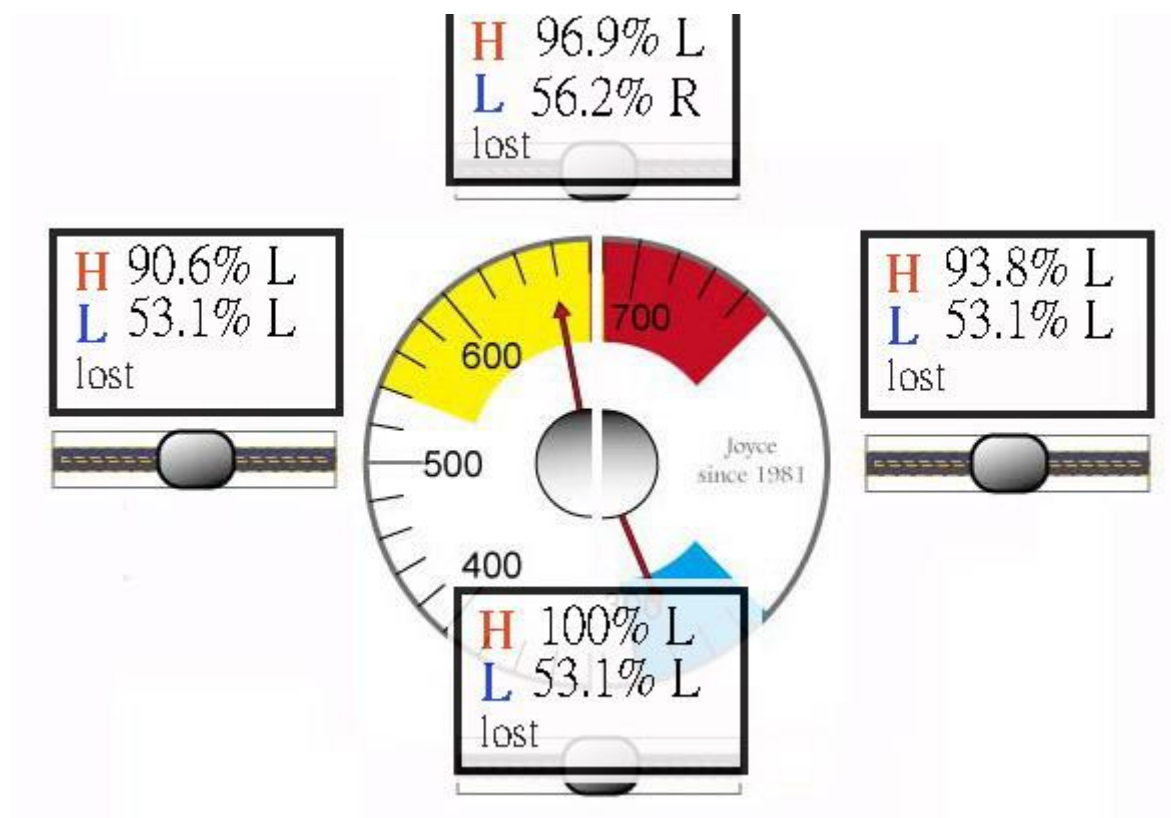


圖 4-7 橫式控制器配對圓形顯示器第三象限

4.第四象限

第四象限可視為第一象限的反轉，但是實驗結果出現的一致性反應卻截然不同。第四象限的配置中，所有一致性百分比皆未到達我們所預設的相容性標準，事實上，顯示器指針的角度與控制器移動軌跡近乎平行，對於橫式控制器的操作判斷本身就不理想，受測者難以用「右側向右、左側向左」的概念操作，且數值高至低的遞增方向與一般人的預期不同，增加了「右側增加、左側減少」的概念操作上的困難度。

但仔細探究我們可以發現，「右增左減」的概念依然在第四象限的相容性判斷中佔了主要地位，並非完全混亂不明。在初始數值為低中（L），右側增加依然維持了一定程度的一致性（百分比從 70~78），減量操作的方面（H），在距離指針較接近的左方與下方控制器的也達到 71.9%、65.6%向左的一致性，但離指針較遠的上方與右方的操作判斷就五五持平，當指針與控制器距離較遠時似乎會增加對應移動的相容性概念。此外，第四象限的lost次數在全數四筆中就占了三筆，證明此一族群確實是較難以判定操作方向。

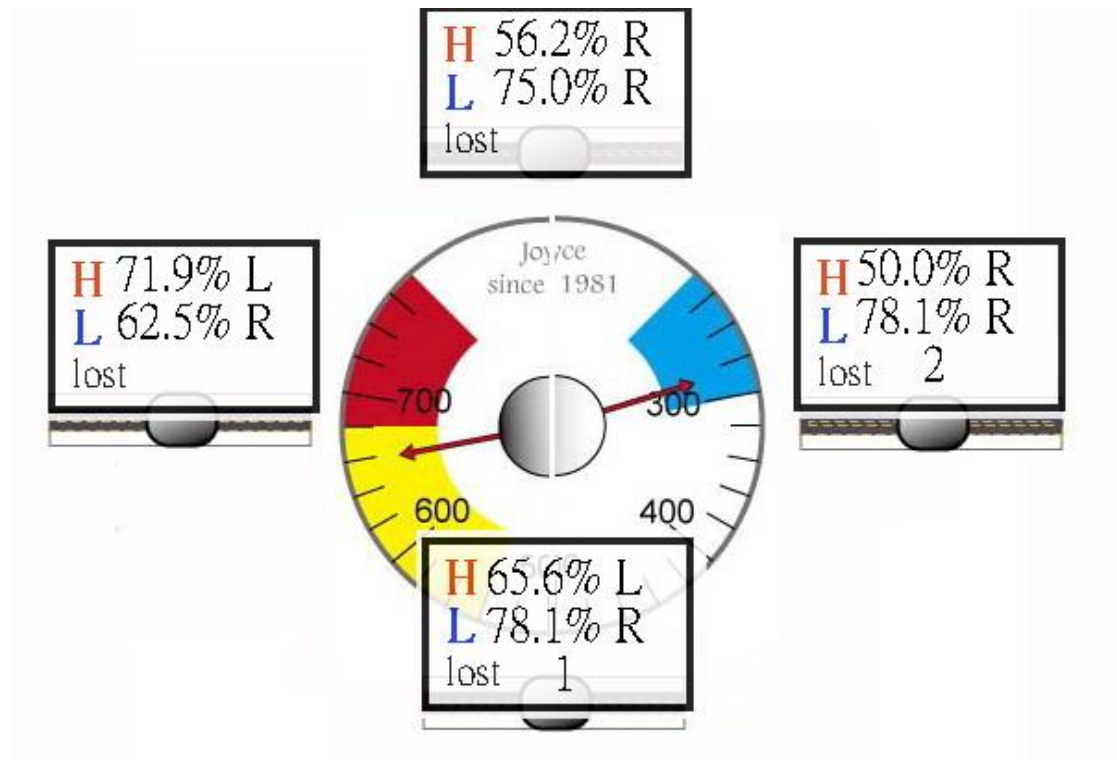


圖 4-8 橫式控制器配對圓形顯示器第四象限

5. 橫式控制器配對圓形顯示器總結

綜合以上顯示器與控制器方位的配對，我們可以歸納出實驗一在橫式控制器上的結果：

1. 橫式控制器中，「右側增加、左側減少」的概念存在於所有操作行為當中，但若是與其他相容性概念矛盾，仍會被影響並減低一致性。
2. 橫式控制器對應圓形顯示器上，指針的角度與一致性有很大的關係，當指針的角度與橫式控制器的移動方向或其延伸路徑的交會點接近垂直時，會產生「左側左移、右側右移」的相容性判斷，

若是這樣的概念的操作用方向與「右增左減」相同時，會得到很高的一致性（第三象限H）。反之，若是該相容性概念與「右增左減」的操作用方向發生矛盾（第三象限L），操作用一致性會減弱到標準以下。

3. 橫式控制器對應圓形顯示器上，當指針的角度與橫式控制器的移動方向或其延伸路徑的交會點接近平行時，「左側左移、右側右移」的相容性判斷會發生困難，且會連帶影響到整體的一致性百分比（如圖 4-8）。
4. 在實驗一中，橫式控制器的擺放位置對整體的一致性數據影響不大，幾乎可以忽略。但指針較接近控制裝置的那一側，相容性可能會較高，不過這個現象在其它相容性效應影響下並不顯著，統計上也未達顯著差異。
5. 在第二、三象限中，當顯示器儀表數值的遞增方向反轉的時候，相容性反應也會發生反轉，除非因為指針位置的改變造成某些相容性反應出現。顯示器開口方向是左或右對數據的影響並不明顯。
6. 我們把橫式控制器與第一象限所得的結果視為特例，該族群實驗結果得到非常高的相容一致性，且「指針角度與控制器移動方向接近平行」所造成的操作用困難在該族群幾乎沒有發生。我們判斷

是因為第一象限的顯示器配置與日常生活中經常接觸的各類儀表相同，且經過顯示器中顏色代碼的輔助使受測者得以容易判別增量的方向，促成絕大部分受測者捨棄「左側左移、右側右移」，偏向使用「右增左減」的相容性概念操作，而造成的高度一致性結果。

7. 在第四象限中，當顯示器的遞增方向為右至左時，會與橫式控制器的「右增左減」概念產生混亂，雖然操作者依然可以倚靠數值與顏色代碼而繼續以「右增左減」的概念進行操作，但會增加操作的困難並減低一致性，應盡量避免使用這樣的配置。
8. 顯示器為第一象限時，所有一致性數值都非常良好；顯示器為第二象限時，初始數值為低（增量操作）的操作得到良好的一致性，但初始數值為高（減量操作）的操作一致性卻不理想；顯示器為第三象限時，初始數值為高時能獲得良好的一致性，但初始數值為低時一致性卻不明確；顯示器為第四象限時，所有一致性皆未達良好標準。若是同時需要增量與減量操作時，建議仍是採用第一象限。

第二節 實驗二 程式模擬測驗

實驗二統計結果如表 4-3。表中的圖編號是依照前章顯示與控制器的排列配對序號，所有的數據都是去除了不良、不合理的數據後統計的平均值。

實驗二所著重的是操控所使用的時間，因為多了實際的操作動作，控制裝置擺放位置的影響較為明顯，一致性結果也更複雜，但仍可觀察到與實驗一同樣的相容性反應，一致性趨勢亦大致相同。圓形控制器的部分，受測者操作的一致性具相當的水準，幾乎都達到良好的一致性標準，僅圖編號 16（高圓左 4）的一致性低於良好標準，該項的總反應時間也是較高的。所有圓形控制器類群的平均反應時間為 1.581 秒，總反應時間為 2.794 秒。

表 4-3 實驗二 圓形控制器統計表

實驗二 圓形控制器統計表					
圖編號	順(%)	逆(%)	反應時間(ms)	動作時間(ms)	總反應時間 (ms)
1	6.2	93.8	1282.8	1076.3	2359.1
2	15.6	84.4	1584.1	1615.3	3199.4
3	6.3	93.8	1553.6	1097.3	2650.9
4	6.3	93.8	1495.3	1112.6	2607.9
5	12.5	87.5	1633.3	1512.1	3145.4
6	15.6	84.4	1660.8	1299.4	2960.2
7	6.3	93.8	1611.8	1184.1	2796.0
8	6.5	93.5	1595.6	1429.2	3024.8
9	0	100	1593.3	1221.8	2815.0
10	3.1	96.9	1461.7	1339.5	2801.2
11	3.1	96.9	1410.0	1086.1	2496.1
12	12.5	87.5	1664.8	1184.7	2849.5
13	9.4	90.6	1655.5	1123.8	2779.3
14	15.6	84.4	1399.6	1305.5	2705.1
15	12.5	87.5	2059.3	1157.2	3216.5
16	21.9	78.1	1686.4	1527.9	3214.3
17	100	0	1369.6	1090.1	2459.7
18	100	0	1333.3	972.0	2305.3
19	87.5	12.5	1464.6	1342.1	2806.7
20	96.9	3.1	1475.5	1082.2	2557.8
21	96.9	3.1	1313.8	1028.5	2342.4
22	96.9	3.1	1370.6	1022.0	2392.6
23	96.9	3.1	1507.1	1232.0	2739.2
24	84.4	15.6	1663.6	1379.0	3042.7
25	100.0	0	1355.4	1014.7	2370.1
26	93.8	6.3	1735.3	1029.3	2764.6
27	90.6	9.4	1765.8	1434.3	3200.1
28	93.8	6.3	1457.8	1091.1	2548.8
29	90.6	9.4	2019.1	1264.9	3284.0
30	90.6	9.4	1825.2	1257.9	3083.1
31	75.0	25.0	1937.8	1252.1	3189.9
32	87.5	12.5	1654.0	1069.9	2724.0

橫式控制器方面，除了一致性較實驗一低之外，一致性的趨勢大略相同，顯示實驗一中操作方向的相容性反應在操作實體控制器時依舊存在，只是因為實驗二的操作較為複雜，影響了整體一致性。橫式控制器不論反應時間、動作時間與總反應時間都較圓形顯示器為長，橫式控制器平均反應時間多了圓形控制器 0.275 秒；平均總反應時間則需多花 0.374 秒才能完成操作，動作時間如預期的差別不大。在圓形顯示器的配對上，橫式控制器確實比圓形控制器需要花更多時間思考操作方式。



表 4-4 實驗二 橫式控制器統計表

實驗二 橫式控制器統計表					
圖編號	右(%)	左(%)	反應時間(ms)	動作時間(ms)	總反應時間 (ms)
33	6.9	93.1	1556.3	1224.2	2780.5
34	46.4	53.6	1962.7	1562.6	3525.3
35	17.4	82.6	1819.8	1092.8	2911.7
36	57.1	42.9	1784.5	1156.6	2941.1
37	7.1	92.9	1721.6	1040.4	2762.0
38	50.0	50.0	1804.5	1269.0	3073.5
39	7.7	92.3	2113.5	1156.7	3287.2
40	51.7	48.3	2290.4	1140.1	3430.5
41	14.8	85.2	1518.1	1157.7	2675.8
42	51.9	48.1	1726.7	1175.6	2902.3
43	14.3	85.7	2182.6	1361.4	3544.0
44	57.1	42.9	1780.6	1166.7	2947.3
45	3.4	96.6	1968.5	1686.4	3655.0
46	51.7	48.3	1892.5	1197.2	3089.7
47	3.6	96.4	1764.0	1328.4	3092.4
48	50.0	50.0	2284.7	1288.8	3216.3
49	85.7	14.3	1917.6	1018.4	2936.0
50	96.0	4.0	1479.2	1367.6	2846.8
51	53.6	46.4	2593.9	1701.9	4324.4
52	85.7	14.3	2614.1	1538.6	4152.8
53	82.8	17.2	1423.1	1299.9	2723.0
54	96.6	3.4	1561.9	1087.6	2649.5
55	51.7	48.3	1935.8	1156.1	3091.5
56	74.1	25.9	1549.1	2277.3	3826.4
57	92.9	7.1	1590.2	1510.1	3100.3
58	92.6	7.4	1751.9	1384.9	3136.8
59	51.9	48.1	2252.3	1612.9	3865.2
60	67.7	32.3	1936.9	1252.3	3190.5
61	76.9	23.1	1312.8	1222.1	2534.9
62	96.3	3.7	1577.3	1517.3	3094.6
63	53.3	46.7	1851.7	1137.4	2989.0
64	71.4	28.6	1887.3	1192.6	3079.9

接下來我們將以各類群組來探討控制器與顯示器配對，所影響反應、操作時間的差異性，並分析可能的因素並提出合理的建議。除了如實驗一中控制器方位對各象限的差異外，我們也試圖觀察一致性的程度與反應、操作時間與哪些因素有關聯、顯示器象限與反應時間的關係...等相關課題。

一. 各因素對時間影響的綜合討論

1. 圓形控制器第一象限

圓形控制器第一象限的數據統計資料如表 4-5。我們可以觀察出來，上方與下方的一致性平均值高於右方、左方，前兩項與後兩項的反應時間、總反應時間達到統計上的顯著水準，這顯示當一致性的程度較高的時候，對於減少操作時間上也有很大的幫助。在象限一中，反應時間最高的為控制器位於左方的「L」操作，反應時間平均達到 2.019 秒，遠高於它項，該項的動作時間也高於平均值（1166.5），總反應時間亦為第一象限中最高，該位置的「H」操作的反應時間數據也是第一象限群組中第二高，這與前一段分析「控制器方位對操作時間的影響」所得的結論有所印證。另外，第一象限中一致性最低數值為右方的「H」操作，其動作時間較他項來的高，也連帶影響總反應時間。

表 4-5 圓形控制器第一象限時間統計表

控制器位置	初始數值	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	1	93.8	CC	1282.8	1076.3	2359.1
	L	17	100.0	C	1369.6	1090.1	2459.7
右方	H	5	87.5	CC	1633.3	1512.1	3145.4
	L	21	96.9	C	1313.8	1028.5	2342.4
左方	H	13	90.6	CC	1655.5	1123.8	2779.3
	L	29	90.6	C	2019.1	1264.9	3284.0
下方	H	9	100.0	CC	1593.3	1221.8	2815.0
	L	25	100.0	C	1355.4	1014.7	2370.1

表 4-6 第一象限上下方控制器組與左右方控制器組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 下界	95% 信賴 區間 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
反應上下 - 反應左右	-255.1	634.0	112.0	-483.7	-26.5	-2.277	31	.030
動作上下 - 動作左右	-131.6	374.1	66.1	-266.5	3.2	-1.990	31	.056
總反上下 - 總反左右	-386.8	731.0	129.2	-650.3	-123.2	-2.993	31	.005



2.圓形控制器第二象限

圓形控制器第二象限的時間資料如表 4-7。整體來看，四個方位中「L」操作的一致性稍高於「H」，而我們試圖比較兩者操作時間上的差異，但不論在反應、操作與總反應時間，都未達到顯著標準，顯示在第二象限中，初始數值為高或低對於操作時間的影響微乎其微。雖然第二象限整體的一致性稍低於實驗一，但可以觀察出在相容性上有同樣的趨勢。第二象限的一致性低於第一象限（與實驗一所得的結

果相同)，但平均的總反應時間卻比第一象限少；與第一象限相同的是，最高的反應時間出現在左方位置的「L」操作，總反應時間也突破三秒，但該位置的「H」操作的總反應時間則與平均值相同。在上方位置的「L」操作中，該項的反應時間、動作時間與總反應時間都是第二項象限群組中最低值，唯一能解釋的是，該項的一致性高達百分之百。

在其他一致性的部分，我們嘗試比較在第二象限中一致性對於時間的影響，我們將三個一致性 84.4% 的數據為一組，拿出來與其他一致性百分比作比較，但是不論哪一項時間數據都沒有顯著的差異，結果如表 4-9。

表 4-7 圓形控制器第二象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	3	84.4	CC	1584.1	1615.3	3199.4
	L	19	100.0	C	1333.3	972.0	2305.3
右方	H	7	84.4	CC	1660.8	1299.4	2960.2
	L	23	96.9	C	1370.6	1022.0	2392.6
左方	H	15	84.4	CC	1399.6	1305.5	2705.1
	L	31	90.6	C	1825.2	1257.9	3083.1
下方	H	11	96.9	CC	1461.7	1339.5	2801.2
	L	27	93.8	C	1735.3	1029.3	2764.6

表 4-8 第二象限 H 與 L 組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 下界	95% 信賴 區間 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
H反應 - L反應	-74.1	1186.0	209.6	-501.7	353.4	-.354	31	.726
H動作 - L動作	-182.9	613.1	108.3	-404.0	38.0	-1.688	31	.101
H總反 - L總反	-203.1	1181.2	208.8	-629.0	222.6	-.973	31	.338

表 4-9 第二象限 84%組與其他組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 下界	95% 信 賴區間 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
84%反應 - 其他反應	132.6	1115.7	197.2	-269.6	534.8	.672	31	.506
84%動作 - 其他動作	-123.9	538.1	95.1	-317.9	70.1	-1.303	31	.202
84%總反 - 其他總反	8.6	1305.8	230.8	-462.1	479.5	.038	31	.970

3. 圓形控制器第三象限

圓形控制器第三象限的統計如表 4-10。在此群組中，開始出現某些相對較低的一致性百分比，低於良好標準的 75% 同樣出現在左方位置的「L」操作處，該項的總反應時間高於平均值、反應時間達 1.937 秒；同樣為左方的「H」操作總反應時間為全群組最高的 3.16 秒，反應時間更是圓形控制器中少見的二秒以上。在第三象限中，我們將控制器方位上方與下方分為一組、左方與右方分為一組，觀察發現反應時間數據中，上、下方較左、右方稍低，進行 T 檢定後結果如表

4-11。結果顯示在動作時間與總反應時間上達到顯著水準，反應時間則無，顯示在第三象限中，控制器位置於上、下方與左、右方的操作需要的時間是不同的。左方位置控制器的時間數據平均高於其它三方向者，我們將左方獨立出來，與其他三個方向的時間數據進行分析，結果顯示在第三象限中，左方控制器配置所花費的時間其實並沒有明顯高於其他三組的平均。

表 4-10 圓形控制器第三象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	4	93.8	CC	1553.6	1097.3	2650.9
	L	20	87.5	C	1464.6	1342.1	2806.7
右方	H	8	93.8	CC	1611.8	1184.1	2796.0
	L	24	96.9	C	1507.1	1232.0	2739.2
左方	H	16	87.5	CC	2059.3	1157.2	3216.5
	L	32	75.0	C	1937.8	1252.1	3189.9
下方	H	12	96.9	CC	1410.0	1086.1	2496.1
	L	28	90.6	C	1765.8	1434.3	3200.1

表 4-11 第三象限上下與左右組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 95% 信 賴區間 下界 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
上下反應 - 左右反應	-119.4	712.2	125.9	-376.2 137.3	-.948	31	.350
上下動作 - 左右動作	-233.7	519.8	91.8	-421.2 -46.3	-2.544	31	.016
上下總反 - 左右總反	-353.2	880.1	155.5	-670.5 -35.8	-2.270	31	.030

表 4-12 第三象限左方與其他組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 賴區間 下界	95% 信 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
左方反應 - 其他反應	115.4	886.1	156.6	-204.0	434.9	.737	31	.467
左方動作 - 其他動作	86.6	579.4	102.4	-122.2	295.5	.846	31	.404
左方總反 - 其他總反	202.1	1163.6	205.7	-217.4	621.6	.983	31	.333

4.圓形控制器第四象限

圓形控制器第四象限時間統計如表 4-13。整體而言，圓形顯示器在第四象限依舊有相當理想的一致性，即使是實驗二中操作實體控制裝置也幾乎能維持在良好標準以上。第四象限中，最高的反應時間與總反應時間依舊出現在左方的控制器配置中，且不論「H」或「L」的操作時間都高過平均值。在第四象限中並沒有特別突出的數據，最短的總反應時間落在 2.548 秒，為下方的「L」位置。為了在第四象限中觀察一致性對操作時間的影響，我們以 90%為分界編為上下兩組，比較其操作時間上的差異，從下表(4-14)中可以看到其平均數值上，一致性低於 90%組的三項時間數據都較高於 90%組為高，接著我們將兩組進行 T 檢定，其差異性未達到顯著標準。

表 4- 13 圓形控制器第四象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	4	93.8	A	1495.3	1112.6	2607.9
	L	20	96.9	C	1475.5	1082.2	2557.8
右方	H	8	93.5	A	1595.6	1429.2	3024.8
	L	24	84.4	C	1663.6	1379.0	3042.7
左方	H	16	78.1	A	1686.4	1527.9	3214.3
	L	32	87.5	C	1654.0	1069.9	2724.0
下方	H	12	87.5	A	1664.8	1184.7	2849.5
	L	28	93.8	C	1457.8	1091.1	2548.8

表 4- 14 第四象限以 90%分組之平均時間統計表

組別	平均反應(ms)	平均動作(ms)	平均總反(ms)
低於 90%	1667.2	1290.4	2957.6
高於 90%	1506.1	1178.8	2684.8

表 4- 15 第四象限 90%分組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 賴區間 下界	95% 信 賴區間 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
<90%反應 - >90%反應	167.3	690.9	122.1	-81.7	416.4	1.370	31	.181
<90%動作 - >90%動作	111.2	743.6	131.4	-156.8	379.3	.846	31	.404
<90%總反 - >90%總反	278.5	897.6	158.6	-45.0	602.27	1.756	31	.089

5.圓形控制器中象限對時間之影響

接著我們試圖討論象限與時間的關係，因為圓形與橫式控制器相容性全然不同，所以必須將之分別討論。圓形控制器的四個象限得反應、操作與總反應時間平均值統計如表 4-16。第一象限所需要的平均

時間最短，第二象限次之，第三及第四象限較長。反應時間最高的是第三象限，動作時間則相差不多。不論哪個時間數據，第一象限都是有效率的。我們繼續將四個象限作 ANOVA 分析，結果如表 4-17。分析結果所有象限的時間數據都未達到顯著性，顯示四個象限雖然在平均數值中有所不同，但並未達到足夠的差異水準。

表 4-16 圓形控制器象限與時間統計表

象限	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
一	1527.8	1166.5	2694.3
二	1546.2	1230.1	2776.4
三	1663.7	1223.1	2886.9
四	1583.3	1234.3	2817.6

表 4-17 圓形控制器象限與時間數據 ANOVA 分析

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
反應	組間	348183.9	3	116061.3	.159	.924
	組內	90345757.4	124	728594.8		
	總和	90693941.4	127			
動作	組間	96301.5	3	32100.5	.162	.922
	組內	24532729.2	124	197844.5		
	總和	24629030.7	127			
總反	組間	621721.7	3	207240.5	.327	.806
	組內	78573755.8	124	633659.3		
	總和	79195477.6	127			

6. 橫式控制器第一象限

橫式控制器第三象限統計如表 4-18。實驗一中，橫式控制器第一象限具有四個象限中最高的一致性，實驗二中，雖然一致性低於實驗一，但整體趨勢與實驗一大略相同。除了控制器位置左方的編號 61 之外，其餘一致性都達到良好標準。反應、動作與總反應時間最高都出現在編號 45 號，控制器配置為左方，該配置的三個時間數據都明顯高於平均值不少，可能是由於初始數值為高的指針的於右半側，而顯示器配置於左邊，加上控制器的滑動方向與指針平行，使受測者判斷相容性較為困難，但是最後依舊仍能以控制器本身「右側增量」的概念進行操作，而使結果出現一致性良好但平均操作時間很高的情況。針對 61 號的部分，我們比對實驗一發現，該項（低橫左一）一致性高達 96.9%，雖然該配對的指針與控制器滑動方向近乎平行，但是指針位置為左半側，與左方的控制器同側，受測者可以很快速的判斷以「右側增量」的為操作概念，這也可以解釋為何在這裡 61 號的反應時間是第一象限中最低，但可能當受測者實際操作控制器的時候，又被指針與控制器之間位置的關係影響而減弱了一致性的反應。在控制器位置方面，我們發現左方控制器的時間數據平均值都較其他三個位置的平均值高，但經過 T 檢定後並未達到顯著差異，結果如表 4-19。

表 4- 18 橫式控制器第一象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	33	93.1	L	1556.3	1224.2	2780.5
	L	49	85.7	R	1917.6	1018.4	2936.0
右方	H	37	92.9	L	1721.6	1040.4	2762.0
	L	53	82.8	R	1423.1	1299.9	2723.0
左方	H	45	96.6	L	1968.5	1686.4	3655.0
	L	61	76.9	R	1312.8	1222.1	2534.9
下方	H	41	85.2	L	1518.1	1157.7	2675.8
	L	57	92.9	R	1590.2	1510.1	3100.3

表 4- 19 第一象限左方與其他置分組時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 賴區間 下界	95% 信 賴區間 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
左方反應 - 其他反應	970.9	4538.8	857.7	-788.9	2730.9	1.132	27	.268
左方動作 - 其他動作	458.2	1652.2	296.7	-147.8	1064.2	1.544	30	.133
左方總反 - 其他總反	1156.6	3771.1	677.3	-226.6	2539.8	1.708	30	.098

7.橫式控制器第二象限

橫式控制器第二象限時間統計如圖 4-20。在這個族群中我們也觀察到「H」(初始數值為高)的操作一致性低於「L」(初始數值為低)的情形，這個情況與實驗一相同，「H」的一致性數據不論控制器方位皆相當不明確，只在 50%徘徊。我們將「H」與「L」的數據分組，「H」組平均的總反應時間略高於「L」，但經過檢定後兩組的三項時間數據未達到顯著性差異。雖然在先前的討論中我們之到，相容性

反應不夠明確的時候可能會使到反應時間加長，但在橫式控制器第二象限中並沒有這樣的情況。第二象限中最長的反應、動作、總反應時間都出現在控制器位置為上方的 34 號配置，同時也是初始數值為高的操作類型。

表 4- 20 橫式控制器第二象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	34	53.6	L	1962.7	1562.6	3525.3
	L	50	96.0	R	1479.2	1367.6	2846.8
右方	H	38	50.0	no	1804.5	1269.0	3073.5
	L	54	96.6	R	1561.9	1087.6	2649.5
左方	H	46	51.7	R	1892.5	1197.2	3089.7
	L	62	96.3	R	1577.3	1517.3	3094.6
下方	H	42	51.9	R	1726.7	1175.6	2902.3
	L	58	92.6	R	1751.9	1384.9	3136.8

表 4- 21 第二象限H與L 分組時間數據 T 檢定

成對變數差異								
	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 95% 信賴 區間 下界	上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
H反應 - L反應	191.0	1016.9	188.8	-195.7	577.9	1.012	28	.320
H動作 - L動作	-19.9	746.9	138.7	-304.0	264.1	-.144	28	.887
H總反 - L總反	171.1	1247.6	231.6	-303.4	645.7	.739	28	.466

8.橫式控制器第三象限

橫式控制器第三象限統計如表 4-22。在實驗一中我們觀察到第二與第三象限的「H」與「L」操作一致性反轉的現象，在實驗二中也同樣出現。我們一樣以初始數值的兩個水準來分組比對，「H」組平均反應、動作與總反應時間皆略低於「L」組，經檢定後，兩組的反應、動作與總反應時間仍是與第二象限一樣未達顯著性差異。雖然兩第二、第三象限的相容性概念是類似的，但若將之互相比較，第三象限的一致性與反應、動作、總反應時間皆略遜於第二象限。值得注意的是，控制器位於上方的 51 號位置，其總反應時間為全數據最高的 4.324 秒。

表 4-22 橫式控制器第三象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	35	82.6	L	1819.8	1092.8	2911.7
	L	51	53.6	R	2593.9	1701.9	4324.4
右方	H	39	92.3	L	2113.5	1156.7	3287.2
	L	55	51.7	R	1935.8	1156.1	3091.5
左方	H	47	96.4	L	1764.0	1328.4	3092.4
	L	63	53.3	R	1851.7	1137.4	2989.0
下方	H	43	85.7	L	2182.6	1361.4	3544.0
	L	59	51.9	R	2252.3	1612.9	3865.2

表 4- 23 第三象限H與 L 分組時間數據 T 檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數	差異的	95% 信賴			
			的標準 誤	區間 下界	上界			
H反應 - L反應	-194.4	1547.4	277.9	-762.1	373.1	-.700	30	.489
H動作 - L動作	-97.4	631.2	113.3	-328.9	134.0	-.860	30	.397
H總反 - L總反	-293.6	1679.5	301.6	-909.78	322.4	-.973	30	.338

9.橫式控制器第四象限

橫式控制器第四象限統計如表四-24。整體來說其相容性概念與實驗一是相符的，唯控制器位於上方的 52 號一致性罕見的超過實驗一的數據，達到良好一致性的標準，但該配對的總反應時間為全數據第二高的 4.152 秒，且反應與動作時間皆高於平均值不少。我們可以發現，當顯示器數值遞增的方向與預期不同且控制器與指針的方位不能提供受測者足夠的相容性判斷的時候，受測者依然可以透過顯示器數值、色碼輔助來達到良好的一致性水準，但相對的會大幅增加反應時間。

表 4- 24 橫式控制器第四象限時間統計表

控制器位置	初始位置	圖編號	百分比	操作	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
上方	H	36	57.1	R	1784.5	1156.6	2941.1
	L	52	85.7	R	2614.1	1538.6	4152.8
右方	H	40	51.7	R	2290.4	1140.1	3430.5
	L	56	74.1	R	1549.1	2277.3	3826.4
左方	H	48	50.0	no	2284.7	1288.8	3216.3
	L	64	71.4	R	1887.3	1192.6	3079.9
下方	H	44	57.1	R	1780.6	1166.7	2947.3
	L	60	67.7	R	1936.9	1252.3	3190.5

1 0.橫式控制器中象限對時間之影響

橫式控制器四象限的反應、動作與總反應時間的平均數值統計於表 4-25。相較於圓形控制器，橫式控制器象限的改變在反應時間上的差異顯得微乎其微，僅在反應時間上第一象限低於其他象限、第四象限較其他象限為高且突破兩秒，動作時間的差異不大。我們將三個時間數據統計檢定後，結果如下表 4-26。橫式控制器象限的改變對時間數據產生的影響並未達到顯著水準。

表 4- 25 橫式控制器象限時間平均值統計表

象限	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
一	1673.3	1260.9	2934.3
二	1742.0	1295.1	3037.2
三	1961.5	1319.3	3286.2
四	2058.4	1352.1	3371.7

表 4- 26 橫式控制器象限與時間數據 ANOVA 分析

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
反應	組間	3149758.8	3	1049919.6	.324	.808
	組內	401386377.8	124	3236986.9		
	總和	404536136.6	127			
動作	組間	142319.0	3	47439.6	.101	.959
	組內	58389719.5	124	470884.8		
	總和	58532038.6	127			
總反	組間	4055887.4	3	1351962.4	.422	.738
	組內	397467324.1	124	3205381.6		
	總和	401523211.5	127			

1 1.小結

彙整實驗二綜合討論的數據，以下為幾點觀察到的現象：

1. 整體來說，實驗二的一致性稍低於實驗一，但仍可觀察出在相容性上有同樣的趨勢，是否操作實體按鈕並不足以大幅度改變相容性判斷。
2. 一致性較高的配置通常其操作所花費的時間較短，但仍有少數例外。
3. 在圓形控制器中，不論初始數值為高或低，左方控制器的操作一致性與三項時間數據通常高於其他三者，但不一定具顯著性。
4. 圓形控制器中，位置位於上方、下方的操作時間通常較左、右方為低。
5. 在相容性上，實驗二橫式控制器所得的操作數據與實驗一大略符合，第一象限依然有良好的相容性，但 61 號降低至良好水準以下。第二與第三象限同樣出現相容性翻轉的現象。
6. 受測者在實際操作橫式控制器時，似乎更傾向使用控制器本身「右增左減」的相容性概念，也更願意去注意顯示器數值區域，使操作時間較長，橫式控制器也出現較多高一致性且操作時間長的例子。

7. 圓形控制器不論反應時間、動作時間、總反應時間的平均值皆低於橫式控制器甚多，在反應時間的優勢尤其明顯，除了圓形控制器與圓形顯示器相容性本身就較為良好之外，受測者較熟悉操作圓形控制器可能也是原因之一。
8. 象限對時間的影響，圓形控制器最有效率為第一象限，總反應時間較多的為第三及第四象限；橫式控制器第一象限稍低於其他象限，但不論圓形或橫式控制器，四個象限的時間數據都未達到顯著水準。



二. 控制器位置對操作時間的影響

這個族群的目的在於討論控制器配置方位對於時間是否產生影響，我們整理出圓形與橫式控制器的控制器方位的統計值，將相同位置的控制器操作所需要的時間合併平均，不論其顯示器的象限。

在實驗前的假設中，我們推測相對較遠的上方及左方控制器(受測者慣用手幾乎全為右手)的動作時間會較長，並且連帶影響到總反應時間，造成全程操作時間變長的情形。

1. 圓形控制器

從圓形顯示器的統計如圖 4-9。實際數據卻顯示，四個方位的動作時間都差不多，正對著受測者的下方與靠近慣用手的右方並無明顯

優勢，甚至原本被認為較遠的上方控制器動作時間卻是最短的。在動作時間差異不大的情況下，反應時間的長短就直接影響到總反應時間，而左方控制器 1.779 秒的反應時間為全組最高，直接讓該方位的總時間突破三秒，這可能是右手慣用手者不適應控制器位於顯示器左方的配置，進而造成反應時間較長的情形。我們可以觀察到上下方控制器的反應與總反應時間優於左右方配置的情形，最短反應時間出現在上方，但對比下方控制器優勢並不明顯。

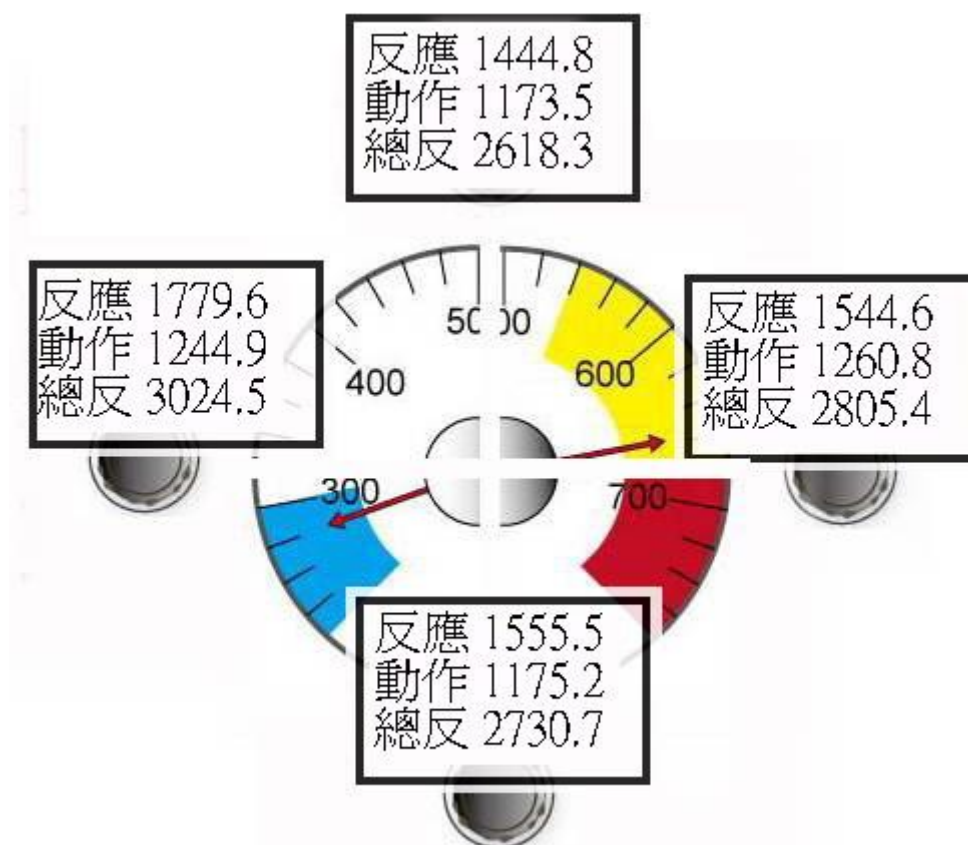


圖 4-9 圓形控制器四個方位時間統計

2. 橫式控制器

橫式控制器的統計數據如圖 4-10。與圓形控制器不同，橫式控制器的表現非常平均，很難觀察到哪一個方位有明顯的優勢存在，最高的總反應時間出現在上方，但並非是動作時間的因素；最短總反應時間出現在左方，與圓形控制器相反，但秒數差異微乎其微。所有的橫式控制器的總反應時間都突破三秒，反應時間也都略高，四個方位的表現平均，很難表示孰優孰劣。

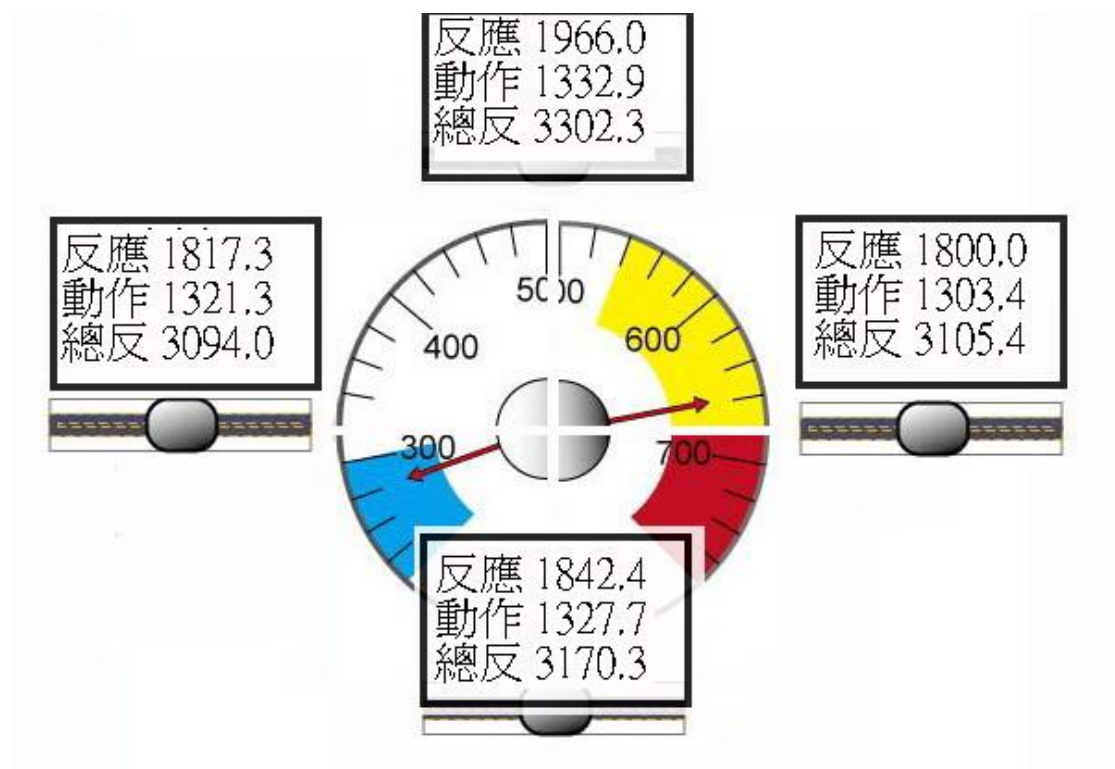


圖 4-10 橫式控制器四個方位時間統計

3.小結

將圓形與橫式控制器兩相比較，橫式控制器操作所花費的時間明顯較圓形高出不少，即使是橫式時間對短的數據也遜於圓形時間最長的時間，但橫式的表現非常平均，配置在任何方位都不會有太大的落差。關於控制器位置的部分，原本在實驗假設的階段，我們認為會對動作時間造成影響，但實驗結果顯示，控制器位置與動作時間的關係微乎其微，統計上不論控制器為橫式或是圓形都沒有達到顯著性，但反應時間對於圓形控制器就有所差別，並且在圓形控制器位置不同的時候對反應時間產生顯著性差異，但是在橫式控制器上則全無影響。

從平均數值來看，我們發現圓形控制器花費較長的時間在左、右兩方，橫式控制器則是上、下方，這可能跟控制器的操作方向有關。

表 4- 27 圓形控制器方位時間數據 ANOVA 分析

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
反應	組間	100734874.9	3	33578291.646		
	組內	185065142.8	124	1492460.830	22.499	.000
	總和	285800017.8	127			
動作	組間	176507.983	3	58835.994		
	組內	25502876.4	124	205668.358	.286	.835
	總和	25679384.4	127			
總反	組間	2801073.3	3	933691.118		
	組內	88976848.5	124	717555.230	1.301	.277
	總和	91777921.8	127			

表 4-28 橫式控制器方位時間數據 ANOVA 分析

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
反應	組間	109028.5	3	36342.858		
	組內	355734417.3	118	3014698.452	.012	.998
	總和	355843445.8	121			
動作	組間	115935.8	3	38645.276		
	組內	56298656.0	118	477107.255	.081	.970
	總和	56414591.8	121			
總反	組間	324762.8	3	108254.286		
	組內	357510584.6	118	3029750.717	.036	.991
	總和	357835347.4	121			

三. 初始數值位置對時間之影響

當初始數值為高時，操作者要將數值降低，控制器為減量操作；當初始數值為低時，操作者要將數值提高，控制器為增量操作。在前面的章節我們提到因為相容性的不同，可能會對一致性產生影響，進而使操作時間發生變化。當初始數值不同時，操作上也會使一致性數值改變，但是否會對操作時間造成影響，是此一章節所要探討的。初始溫度的位置對時間影響的重點在於，受測者了解操作任務需要時間的長短，更明白的說，受測者可以較快速的判斷低數值與高數值區域的配置，反應時間可能就較短。

因為圓形與橫式控制器的相容性效應並不相同，我們將控制器按照初始數值的差別分類，統計結果如表 4-29。基本上控制器的高數值

與低數值的平均總反應時間都相差不大，不論哪一組的差異性都非常模糊，在統計上也未達差異性。與實驗前的假設不同，以初始溫度為分類對於操作時間帶來的影響都遠不如預期。象限的改變在時間數據平均值上可以觀察到某些變化，但都沒有足夠的顯著性。

表 4- 29 控制器初始數值時間平均統計表

圓形高數值平均時間(ms)		
反應時間	動作時間	總反應時間
1584.2	1267.0	2851.3
圓形低數值平均時間(ms)		
反應時間	動作時間	總反應時間
1578.0	1160.1	2738.2
橫式高數值平均時間(ms)		
反應時間	動作時間	總反應時間
1885.7	1250.3	3114.7
橫式低數值平均時間(ms)		
反應時間	動作時間	總反應時間
1827.2	1392.3	3221.3

表 4- 30 圓形控制器 H 與 L 操作時間數據 T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 95% 信賴 區間 下界 上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
H反應 - L反應	5.1	741.2	131.0	-262.1 272.3	.039	31	.969
H動作 - L動作	106.0	385.9	68.2	-33.0 245.2	1.555	31	.130
H總反 - L總反	111.1	784.2	138.6	-171.5 393.9	.802	31	.429

表 4-31 橫式控制器H與L 操作時間數據T 檢定

	平均數	標準差	平均數 的標準 誤	差異的 95% 信賴 區間 下界	上界	t	自由度	顯著性 (雙尾)
H反應 - L反應	41.5	558.2	98.6	-159.7	242.7	.421	31	.677
H動作 - L動作	-120.1	421.3	74.4	-272.0	31.7	-1.613	31	.117
H總反 - L總反	-100.2	434.7	76.8	-256.9	56.5	-1.304	31	.202

四. 一致性對時間之影響

本節將針對一致性的數值與時間之間的關係作深入探討，為方便探討，我們將所有時間數據以實驗二的一致性數值分為三組，分類標準如表 4-32。

表 4-32 一致性分類代號

一致性	分類代號	代表意義
100%	1	完全的一致性
80~99%	2	良好的一致性
79%以下	3	較不明確的一致性

我們將所有分類完成的數據進行平均後，如表 4-33。當分類代號往下遞增時，三個時間數據也明顯增加，這表示一致性的高低對於反應、動作與總反應時間都有相當程度的影響。無論哪反應、動作與總反應時間，1 號組別都低於其他兩組，相容性 100%的組別操作所需的時間較他組為少，在總反應時間的部份甚至要少了 0.8 秒左右。相

較於反應與總反應時間，動作時間上的差別就沒有那麼明顯。ANOVA 分析後如表 4-34，結果顯示僅總反應時間達到顯著性水準，反應與動作時間則無。

表 4-33 一致性分類統計表

代號	反應(ms)	動作(ms)	總反(ms)
1	1412.9	1074.6	2487.5
2	1664.3	1257.1	2921.9
3	1928.5	1338.9	3248.1

表 4-34 三個時間等級一致性時間數據 ANOVA 分析

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
反應	組間	4659551.7	2	2329775.8	1.454	.239
	組內	149024095.7	93	1602409.6		
	總和	153683647.4	95			
動作	組間	1048850.4	2	524425.2	2.183	.118
	組內	22342677.3	93	240243.8		
	總和	23391527.7	95			
總反	組間	9530731.0	2	4765365.5	3.172	.046
	組內	139705115.0	93	1502205.5		
	總和	149235846.0	95			

第五章 結論與建議

本研究旨在探討性質顯示器中，不同的變數所帶來的相容性影響，以及對操控時間的變化。經過上述的實驗結果與統計分析，本章節統整觀察到的結論並對將來的相容性議題提出建議。

第一節 研究結論

圓形與橫式控制器的相容性各有不同，根據其控制器與顯示器的配對關係，我們整理出以下結論：

一. 圓形控制器配對圓形顯示器

1. 圓形控制器與圓形顯示器的配對是一種直接驅動的對應關係，並具有形狀相似性，即使顯示裝置數值區間的方位、控制器的位置如何變換，仍然能維持良好的一致水準。
2. 所有圓形控制器的配對中，「順時針旋轉為增加、逆時針旋轉為減少」的概念必須存在，在設計時是絕對不能被忽略的相容性概念。
3. 圓形控制器的配對中，增量與減量操作對於操作一致性、操作時間並無明顯影響。

4. 整體來說，受測者在進行操作前的相容性判斷(實驗一)與實際操作的相容性判斷(實驗二)，並沒有太大的落差，僅在實際操作中，一致性稍微減弱。
5. 當相容一致性較高的時候，反應所需時間較短，當所有受測者操作完全一致時(100%)，此一現象最為明顯。
6. 第一象限的一致性與操作效率稍高於其他象限，但並不顯著。在與圓形控制器搭配時，建議仍是以第一象限為首要考量，其次為第二象限。
7. 針對慣用手為右手者，圓形控制器中配置於左方的控制器方位所需要的反應時間較其他三者為多，一致性也稍弱。
8. 不論控制器位置配置於哪一方位，動作時間基本上都沒有差異。

二. 橫式控制器配對圓形顯示器

1. 「右側增加、左側減少」的概念存在於所有橫式控制器操作當中，是該類型控制器最重要的相容性概念，當配置中此一概念被模糊的時候，一致性將趨於不明確。
2. 橫式控制器的移動軌跡與控制器指針接近垂直時，會產生「左側左移、右側右移」的相容性概念，若是此一概念的操作方向與「右

增左減」相同時，會得到很高的一致性。反之，若是與「右增左減」的操作方向發生矛盾，一致性將大幅減弱。

3. 橫式控制器位置對於整體相容性與操作時間影響不大，但指針接近控制器的那一側，相容性可能會較高。
4. 橫式控制器的配對，增量與或減量操作對於操作一致性、操作時間幾乎沒有影響。
5. 整體來說，受測者在進行操作前的相容性判斷（實驗一）與實際操作的相容性判斷（實驗二），差別很小。
6. 橫式控制器第一象限相容一致性明顯高於其他象限甚多，可能是因為象限一的儀表配置較常見，增量與減量的判斷較明確的緣故。
7. 橫式控制器的相容一致性較圓形低，所需的操作時間也較圓形來的長，但是控制器方位的影響較不明顯，在操作時間上也相當平均。

第二節 建議

綜合結論，本研究對於性質顯示器的配置提出以下建議：

1. 整體來說，圓形顯示器與圓形控制器的搭配較圓形顯示器與橫式控制器更為理想，若在設計上需要應用到橫式控制器與圓形顯示器的配對，建議仍以第一象限為優先考量，另可視增量與減量操作使用第二或第三象限，第四象限與橫式控制器的配置建議盡量不要使用。
2. 雖然圓形控制器與圓形顯示器不論所有象限的對應效果都非常良好，但在設計上仍要注意數值遞增的方向，不可違背控制器本身「順時針為增量」的概念。
3. 橫式控制器本身的「右側增加、左側減少」概念在設計中不能被遺棄，不論與何種顯示器配置，此一概念都要被考量。我們建議與橫式控制器配置的顯示器，盡量使數值遞增與遞減的方向清晰、容易辨識，除了數字本身的字體、大小之外，顏色代碼也是可以考慮的項目。
4. 若是操作本身需要較快速的判斷、操作，本研究建議圓形控制器對應圓形顯示器的控制器位置設計於上、下方；橫式控制器則配置於左、右方。

5. 若目標族群是右手慣用者，圓形顯示器對應圓形控制器的配置盡量不要在左方。
6. 不論圓形或橫式控制器，第一象限仍是最理想的配置。

第三節 後續研究建議

針對研究的實驗限制、方法與結果，本章節提出對於後續討論的建議，以利未來相關研究參考。

1. 本研究因配對數量的限制，僅探討圓形與橫式控制器配對圓形性質顯示器的相容性，未來亦可針對更多控制器的相容反應作探討。
2. 性質顯示器的概念並未在本研究作深入討論，未來可針對性質顯示器其數值、顏色代碼對於一致性與操作時間的差異性或是顯性器的類型作個別探討。
3. 本研究僅針對同一平面的相容性配置探討，未來可考慮進行不同平面的控制、顯示器配對研究。
4. 時間因素，本研究沒有進行受測者不同性別、年齡、專業領域之間的差異比較，未來可在這部分進行深入探討，我們認為會有更多發現。

參考文獻

外文

- Alexander, D. 1976. Unpublished report, Eastman Chemicals.
- Bailey W. Robert, Lin, X. R.(Translated), 1995, Applied Human Factors.
Gui-guan Books LTd., Taipei
- Chapanis, A. (1994) Hazards associated with three signal words and four colours on warning signs *Ergonomics* 37, 265-275
- Dassonville Paul, Lewis M. Scott, Foster E. Heather, Ashe James, 1998,
Choice and stimulus-response compatibility affect duration of response selection, *cognitive brain research* vol. 7(3): P.235-240
- Dunlap, C. L., Granda, R. E. and Kustas, M. S. (1986) Observer Perceptions of Implied Hazard: Safety Signal Words and Colour Words. Technical Report TR 00.3428, IBM. Poughkeepsie, NY
- Hewett, T., Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong G., and Verplank, W., 1992, ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction. Report of ACM SIGCHI Curriculum Development Group, ACM
- ISO (1984) Safety Colours and Safety Signs. International Standard 3864-1984 (E). International Organizations for Standardization
- Loveless, N. E. , 1962, Direction of motion stereotype: A review, *Ergonomics*, 5
- Lutz & Chapanis, 1955 , Expected locations of digits and letters on ten-button keysets. *Journal of Experimental Psychology*, 909, PP.9014-9017
- Mark S. Sanders & Ernest J. McCormick, 1998, Human Factors in Engineering and Design, 7th

Norman A. Donald, Zhuo, Y. Z.(Translated), 2007, The Design of Everyday Things: How to Choss Safe and Functional Products, Yuan-lin Publishing Enterprise Limited Company

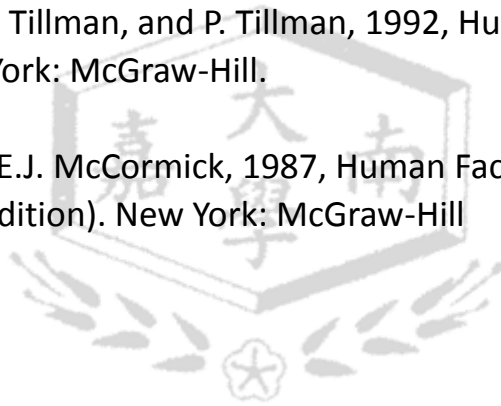
Wickens,C.,1984,Engineering psychology and human performance, Columbus, OH: Merrill.

W.H. Chen, Alan H.S. Chan, Movement compatibility for rotary and circular display—Computer Simulated Test and Real Hardware Test,Applied Ergonomics Volume: 34, Issue: 1,Januaty, 2003, PP. 61~71

Wickens,C.D.,1992,Engineering psychology and human performance, HarperCollins Publishers, Inc.

Woodson, W.E., B, Tillman, and P. Tillman, 1992, Human Factors Design Handbook New York: McGraw-Hill.

Snders, M.S., and E.J. McCormick, 1987, Human Factors in Engineering and Design (7th edition). New York: McGraw-Hill



中文

Jenny Preece, 陳建豪譯, 1998, 人機介面與互動入門：電腦之人因工程,
和碩科技文化有限公司, 台北

Kroemer, Grandjean 原著；鄔慎智等譯, 1989, 人因工程

William H Cushman, Rochester 原作, 蔡登傳譯, 產品設計的人因工
程, 1991, 六合出版社

Somadeepti N. Chengalur, Suzanne H. Rodgers 原作, 楊磊主譯, , 2006,

柯達實用功效學設計, 化學工業出版社

李開偉著, 2009, 實用人因工程學(第三版)

陳金治, 2005, 汽車人因工程學, 全華圖書股份有限公司

陳維君, 2005, 台灣地區使用者輕航機儀表與控制之相容性研究, 雲林
科技大學碩士論文

陳勇廷, 2008, 控制器的運動方向與系統反應之相容性, 雲林科技大學
工業設計系碩士論文

侯東旭、鄭世宏, 2003, 新版人因工程, 鼎茂圖書

許勝雄、吳水丕、彭遊譯,1991, (原作 Mark S. Sanders & Ernest) 人因工程－工程與設計之人性因素(上冊)

許勝雄、彭遊、吳水丕編,2010,人因工程-人機境介面工適學設計

黃再長, 黃雪玲, 李永輝, 王明揚, 人因工程, 2005, 台北市華泰文化

張春興,張氏心理學辭典,1989,台灣東華書局

賴鴻森,2006,產品介面中物件移動與控制鍵操作方向之相容性研究,
雲林科技大學工業設計系碩士論文

劉得聖,2006,超輕航機的人因研究與設計,國立雲林科技大學工業設計碩士論文

附錄

基本資料評量表

No. _____

您好：

這是一份學術論文問卷，為要探討相容性之關係，需要瞭解您的個人背景資料作為分析之用，絕不作為其他用途。論文的完成，需要您的配合及協助，由衷感謝您的參與！請您以輕鬆自然的心情填寫即可。

產業安全衛生與防災研究所 研究生 張岳鈞

1. 性別： ☐男性 ☐女性
2. 年齡： ☐18 以下 ☐19~25 ☐26~30 ☐30 以上
3. 慣用手： ☐右手 ☐左手
4. 教育程度： ☐高中 ☐大學 ☐研究所以上
5. 您的專長領域： ☐工業類群 ☐資訊類群 ☐文科類群 ☐設計類群
6. 您的睡眠品質如何？ ☐好 ☐不好
7. 您前一晚是否熬夜？ ☐是 ☐否
8. 您的注意力及集中力？ ☐不錯 ☐普通 ☐不太好
9. 您在生活中使用各種產品時，是否有操作後儀表顯示與您預期不同的結果（譬如想要轉大音量，音響的音量顯示卻變小）？ ☐有 ☐沒有
10. 您的生活或工作中是否經常操作各種儀表？ ☐是 ☐否
11. 觀看並讀取各種儀表對您來說？ ☐非常容易 ☐普普通通 ☐並不容易 ☐相當困難

感謝您的配合，祝您平安喜樂！

實驗同意書

親愛的受測者 您好：

本實驗是由嘉南藥理科技大學產業安全衛生與防災研究所所進行之論文研究，目的為探討性質顯示器與控制器對使用者操作的效率與相容性。實驗分為紙筆測驗與程式模擬兩個階段，實驗全程所需時間約 20 分鐘左右。本實驗純粹作為學術研究之用途，所取得的資料將保密，且僅作為本研究分析之參考。為感謝您參與本研究，在實驗完成後將提供新台幣壹佰元之現金禮券作為酬謝。若您同意參與本研究測試請在下方簽名並詳填收據，謝謝。

嘉南藥理科技大學產業安全衛生與防災所

所 長：江昇修 博士

研究生：張岳錡 敬上

※本人瞭解此研究內容並同意參與此研究實驗：_____（簽名）

收據

茲收到嘉南藥理科技大學產業安全衛生與防災研究所受測者禮卷

費用金額：新台幣：壹百元整

受測者	(請本人親筆簽名)	國民身份字號	
戶籍 地址			
備註	性質顯示器之相容性探討 實驗 中華民國 100 年 月 日		

實驗一 紙筆測驗答案卷

受測者序號 _____

1	順	左	右	3	逆	順	4	逆	順	5	左	右	6	左	右	7	左	右	8	左	右	9	逆	順	10	逆	順
11	順	左	右	13	逆	順	14	左	右	15	逆	順	16	左	右	17	左	右	18	左	右	19	逆	順	20	左	右
21	順	左	右	23	左	右	24	左	右	25	左	右	26	逆	順	27	逆	順	28	左	右	29	逆	順	30	逆	順
31	順	左	右	33	逆	順	34	逆	順	35	左	右	36	逆	順	37	逆	順	38	左	右	39	逆	順	40	左	右
41	右	左	右	43	逆	順	44	逆	順	45	左	右	46	左	右	47	逆	順	48	左	右	49	逆	順	50	左	右
51	右	左	右	53	逆	順	54	左	右	55	左	右	56	左	右	57	左	右	58	逆	順	59	逆	順	60	逆	順
61	順	左	右	63	左	右	64	左	右	註：																	
		左	右	左	右	左	右	左	右	逆：圓型旋鈕逆時針旋轉。 順：圓型旋鈕順時針旋轉。																	
										左：橫式控制器向左調整。 右：橫式控制器向右調整。																	