

# 平板電腦架角度與高度對上肢障礙者之工作績效初探

游萬來 林建彰

國立雲林科技大學工業設計系

## 摘要

本研究為探討平板電腦架的角度與高度對於肢障者的工作績效影響，電腦與網路已是現代生活的必要工具之一，本研究經實地訪談，發現上肢障礙者（肢障者）使用電腦頻率與常人無異，使用目的多為網頁瀏覽、收發電子郵件。但在使用上卻得面臨許多問題，如點擊鍵盤和操作滑鼠的困難。平板電腦以直覺式的點擊觸控螢幕方式取代滑鼠及鍵盤，再利用替代手臂與手指功能的輔具口含筆（mouthstick），肢障者可輕易的進行對電腦的操控。研究以實驗與主觀評量進行績效評估，以平板電腦架的高度與角度作為實驗變項，時間為依變項進行測試，找出最佳高度與角度範圍作為後續研究進行之參考。研究工具為自製可隨意調整高度與傾斜角度的平板電腦架，和自製的無角度 30 公分長口含電容筆，並以無任何肢體障礙受測者，模擬肢障者進行研究任務操作。研究進行受測者嘴銜自製電容口含筆執行下述兩項研究任務：1) 瀏覽網頁、2) 撰寫電子郵件任務，任務操作結束後，請受測者進行主觀評量。結果顯示受測者偏好高度為 13.5cm 角度為 40° 範圍附近，此範圍內高度越高，則角度越小；反之高度越低則須越大角度調整幫助受測者得到良好視角及操作績效。實驗結果可幫助上肢障礙者操作電腦，並作為後續研究參考。

關鍵詞：嘴控器具、平板電腦架、為障礙者設計、人因設計

## 1 前言

資訊科技迅速發展和進步，電腦已為日常生活與溝通的必備工具，在圖形介面系統下使用滑鼠操作電腦的頻率與重要性遠大於鍵盤，甚至不可或缺，所有日常瀏覽網頁、等點選動作皆須仰賴滑鼠操作。台灣口足畫家以口與足作畫，其中以口為主的使用者不在少數，日常生活常需以電腦作為靈感來源或蒐集資料，然而肢體障礙者由於沒有適當的工具輔助或家人幫忙，導致這項簡易的作業困難重重甚至無法完成。

四肢麻痺患者及手臂、手部或手指障礙者由於手部功能的不足或缺乏，嚴重影響操作滑鼠操作進而無法使用電腦進行工作與生活，需要改變方式或藉由輔具來協助。本研究實地訪談台中數名口畫家，發現均有使用電腦，各自克服的方式也依其狀況而有所不同。平板電腦架(Tablet PC stand)市售種

類繁多，規格功能齊全，材質依價位與用途而不同，訴求也不盡相同，總觀皆為幫助使用者觀看操作或輸入文字支撐與固定，但多為四肢正常者設計，並無相關產品或研究文獻告知使用口含筆操作平板電腦適當的角度與高度範圍，幫助使用者以良好的角度與高度操作。

本研究自製平板電腦架(圖 2)，可調整操作的角度與高度，並利用自製電容口含筆(圖)進行點選操作網頁，與文字書寫輸入等動作。為了幫助肢障者、口畫家能以良好的績效與習慣的嘴部操作使用電腦蒐集資料，書寫電子郵件，本研究旨在探討平板電腦架角度與高度對於使用電容式口含筆操作平板電腦瀏覽網頁與書寫工作績效的影響，本初探的研究目的如下：

- (1) 確立影響平板電腦網頁操作與書寫的角度與高度範圍，以利正規實驗時各項變項值的擬

定。

- (2) 建立評估平板電腦架的實驗方法與流程，以利後續的正規實驗設計。
- (3) 探討平板電腦架的角度與高度對於網頁瀏覽與文字書寫績效的影響。



圖 1 網路資料市售平板電腦架

## 2 研究方法

### 2.1 受測者

為上肢障礙者設計的平板電腦架為特殊需求設計，然而受測對象並不容易找到，因此在此階段的實驗測試，由 10 名肢體活動正常的受測者參與本次實驗，受測者的性別男女各半。受測者無任何肢體障礙，也未曾使用過口含棒相關產品，透過對受測者要求其上肢擺放在固定的地方，而僅使用嘴部的力量，應可模擬肢體障礙者初學使用口含筆操作平板電腦的狀態。

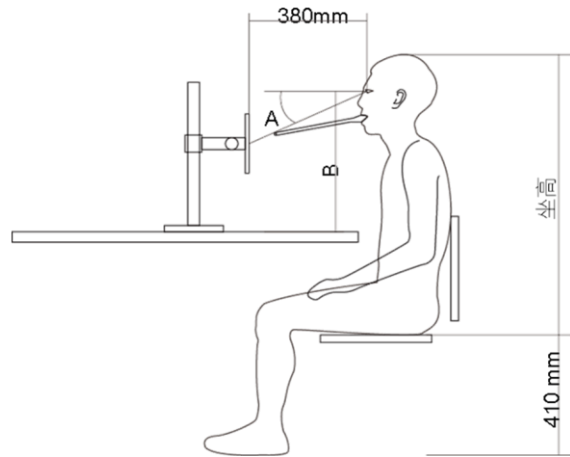


圖 2 本研究自行繪製實驗配置圖

### 2.2 平板電腦架設計

本次的實驗包含了角度與高度兩個變項，高度為以螢幕中心至桌面距離，可調整範圍由 4 公分至 50 公分。角度為螢幕與水平視線垂直為 0 度，可調整範圍由 0 度向上翻轉 180 與向下 180 度。

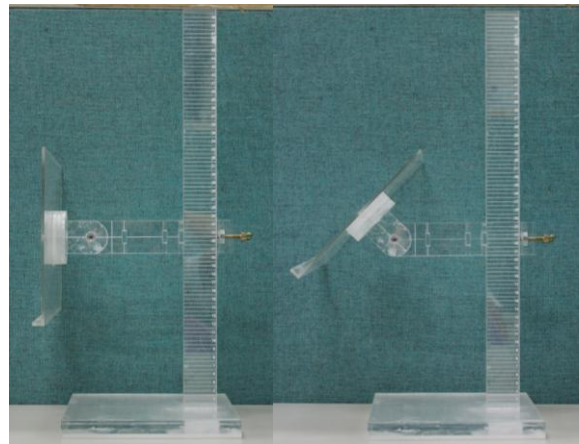


圖 3 本研究自製可調高度與角度平板電腦架

### 2.3 電容式口含筆設計

實驗使用具咬嘴之口含筆，尾端裝置電容式觸控筆頭，筆桿無角度，總長度為 30 公分。

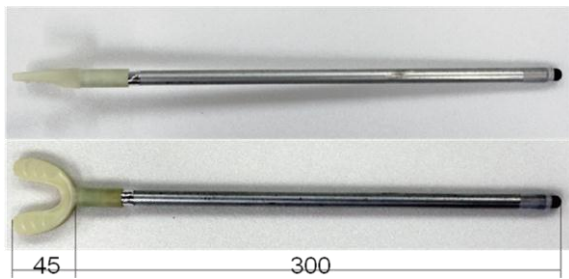


圖4 本研究自製電容式口含筆，尺寸單位為 mm

## 2.4 實驗任務與測量指標

本研究的實驗主要參考(Norman,2012)，(蔡馨儀，2011)和(蔡芳君，2012)的研究，實驗分別為網頁瀏覽速度與撰寫電子郵件速度。實驗說明如下：

1. 網頁瀏覽實驗：受測者自行調整平板電腦角度與高度，利用平板電腦與口含電容筆瀏覽 7 個不同屬性網頁，網頁包含流程步驟數量不同、按鍵屬性大小與間距不同(見圖)，旨為包含各式屬性內容網頁，降低網頁間操作變異。研究者在實驗過程中記錄每個受測者以自行調整後高度與角度操作網頁的時間花費，績效測量的判定如下：當受測者使用電容式口含筆接觸畫面時，研究者開始計時，直到受測者執行至最後一步驟，畫面出現完畢後，結束計時的動作，這段時間為受測者使用該角度與高度完成網頁瀏覽的時間，實驗過程使用碼表計時，並透過攝影機記錄。各網頁任務執行間休息不計時。

任務步驟編號如下：

**A：**開啟 **Google** 首頁 → 找到[新聞] → 找到[台灣] → 找到[第一則新聞] → 完成[出現第一則新聞畫面]

**B：**開啟 **Yahoo** 首頁 → 找到[拍賣] → 找到[手機與通訊] → 找到[手機空機] → 找到[Apple] → 找到[優先注目商品] → 完成[出現優先注目商品介紹畫面]

**C：**開啟 **台灣鐵路管理局** 首頁 → 找到[啟程站 雲林地區 斗南] → 找到[到達站 台北地區 暖暖] → 找到[選擇車種 所有車種] → 找到[查詢] → 完成

[出現查詢資料結果畫面]

**D：**開啟 **Youtube** 首頁 → 找到[音樂] → 找到[NO.1] → 完成[出現播放畫面]

**E：**開啟 **Espn** 首頁 → 找到[籃球] → 找到[NBA 專區] → 找到[NO.4 新聞] → 完成[出現該新聞畫面]

**F：**開啟 **口足畫藝** 首頁 → 找到[口足畫家奮鬥] → 找到[林宥辰] → 完成[出現林宥辰介紹畫面]

**G：**開啟 **博客來** 首頁 → 找到[書籍] → 找到[藝術設計] → 找到[設計] → 找到[設計] → 找到[美術設計] → 找到[NO.8] → 完成[出現該資料結果畫面]

2. 撰寫電子郵件任務實驗：主要評量受測者進行文字書寫與輸入時所花費的時間，字體經由軟體判定可辨識為可。實驗任務要求受測者以口含筆書寫以及以口含筆點擊螢幕上鍵盤輸入預擬的中文及英文，中文為「**失敗為成功之母**」、英文為「**Practice makes perfect**」，受測者書寫花費的時間與書寫過程同樣使用碼表與攝影機記錄。依據完成時間評估優劣。

此外，為確定受測者使用最佳的高度與角度進行實驗，當受測者完成任務實驗後，以 Likert7 點量表問卷方式(圖表)，根據使用後的感受進行主觀評比，針對過程中的操作性與視覺舒適度進行評比；實驗過程與練習時間將近一小時，也增加疲勞度評比。問卷設計中的操作性為調整後角度與高度受測者利用電容式口含筆進行各項操作時的順暢度；視覺舒適度則為受測者實驗過程中眼睛直視螢幕的疲勞程度；疲勞度則為實驗完成後受測者是否感覺背部或脖子的痠痛程度。



圖 5 撰寫郵件畫面 - 口含筆書寫畫面

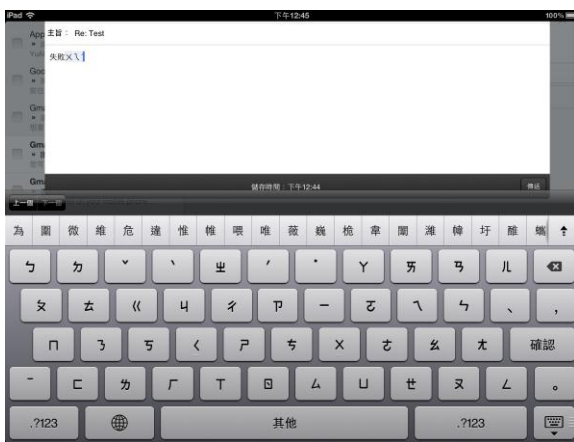


圖 6 撰寫郵件畫面 - 鍵盤文字輸入畫面

## 2.5 實驗程序

在正式進行實驗前，讓每位參與實驗的受測者先練習 20 分鐘，以瞭解熟悉電容式口含筆的操作方式以及調整找到適合該受測者覺得最佳的平板電腦架高度與角度時進行實驗。實際測試時，為了模擬上肢障礙者的操作情形，要求受測者將雙手放置於膝蓋上，嘴銜電容式口含筆進行任務。為了避免受測者遺忘步驟，每項任務結束後作短時間休息，同時隨機抽取下一項任務內容，確認操作內容步驟。在實驗結束後立即請受測者進行主觀評比問卷的填答。

## 2.6 統計分析

網頁瀏覽及文字書寫輸入實驗收集到的資料，透過統計軟體 SPSS 分析，信賴水準定為 95%，

透過單因子變異數分析，以瞭解高度與角度兩變項是否會影響受測者進行網頁瀏覽及文字書寫輸入的績效。

## 3 結果

### 3.1 網頁瀏覽

網頁瀏覽分析為將所有網頁任務時間加總，作為網頁瀏覽實驗項目，目的為包含所有種類網頁操作，並降低各網頁間操作誤差。網頁瀏覽在各高度與角度組合中並未看到顯著差異，原因可能為樣本數過少，或因在實驗之前，已先請受測者將高度與角度調整至最適合受測者本身的狀態，且視覺角度也落在人因工程學的建議範圍內，故得到的操作績效(秒數)並無太大程度上的差異；受測者間坐高的差異，也尚看不出明顯得影響高度與角度的選擇，可能為受測樣本的不足所導致。

表 1 受測者基本資料與平板電腦架使用高度與角度

受測者	性別	年齡	身高	眼到桌高	視角	平板電腦架高度	平板電腦架角度
1	男	26	160.0	41.0	20.0	26.5	15.0
2	男	26	181.0	40.0		16.5	25.0
3	男	24	171.0			16.3	30.0
4	女	24	165.0			22.5	15.0
5	男	24	183.0	45.0	40.0	24.4	23.0
6	男	20	178.0	47.0	25.0	25.5	35.0
7	男	22	173.0	37.5	35.0	13.5	30.0
8	女	22	159.0	37.5	30.0	13.5	40.0
9	女	27	165.0	41.0	35.0	13.5	40.0
10	女	22	160.0	39.0	35.0	13.5	40.0
11	男	23	177.0	41.5	45.0	13.5	40.0
12	女	24	159.0	38.0	35.0	15.5	40.0
13	女	24	160.0	38.0	25.0	13.5	40.0

### 3.2 撰寫電子郵件任務

撰寫電子郵件任務中文及英文在書寫方面，英文書寫速度在各角度與高度得到結果明顯比中文差，就觀察與訪談得知原因可能為英文書寫為曲線為主，以口含式電容筆操作時較為不易，較難為系統所辨識，中文則以直線為主，辨識較為容易；在輸入方面，使用電容式口含筆操作系統內建鍵盤，則無太大程度差異。角度與高度之間是否有交互作用，在此階段得到結果為無顯著差異。

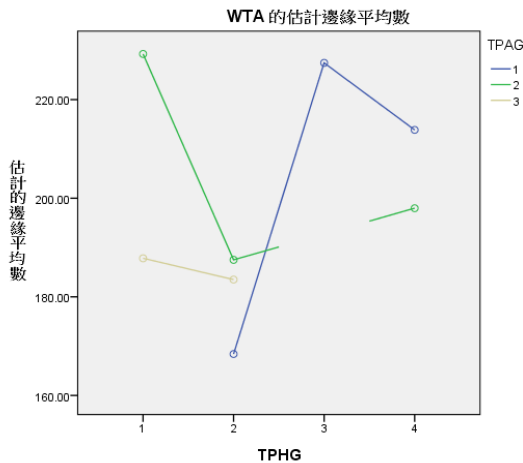


圖 7 平板電腦架角度與高度交互作用圖，TPHG 為平板電腦架高度分組，TPAG 為平板電腦架角度分組，WTA 為瀏覽網頁時間總合

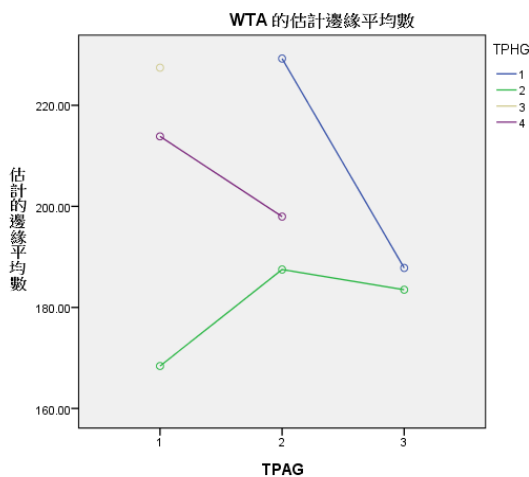


圖 8 平板電腦架高度與角度交互作用圖，TPHG 為平板電腦架高度分組，TPAG 為平板電腦架角度分組，WTA 為瀏覽網頁時間總合

表 2 平板電腦架角度與高度對於網頁瀏覽操作時間比較，TPHG 為平板電腦架高度分組，TPAG 為平板電腦架角度分組，WTA 為瀏覽網頁時間總合

多重比較						
WTA						
Scheffe 法						
(i) TPHG	(j) TPHG	平均差異 (i-j)	標準誤差	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
1	2	14.9217	14.62383	.794	-43.9896	73.8329
	3	-32.7283	16.88614	.384	-100.7532	35.2965
	4	-11.1933	16.88614	.928	-79.2182	56.8315
2	1	-14.9217	14.62383	.794	-73.8329	43.9896
	3	-47.6500	18.87928	.216	-123.7041	28.4041
	4	-26.1150	18.87928	.622	-102.1691	49.9391
3	1	32.7283	16.88614	.384	-35.2965	100.7532
	2	47.6500	18.87928	.216	-28.4041	123.7041
	4	21.5350	20.68121	.784	-61.7781	104.8481
4	1	11.1933	16.88614	.928	-56.8315	79.2182
	2	26.1150	18.87928	.622	-49.9391	102.1691
	3	-21.5350	20.68121	.784	-104.8481	61.7781

根據觀察(值平均數，誤差項為平均平方和(錯誤) = 427.713)

#### 4 討論

根據文獻探討後發現，目前平板電腦架用於輔助肢障者以電容式口含筆操作平板電腦，相關的研究稀少，電容式口含筆的相關尺寸與規格，也僅能利用口畫家使用規格範圍與人因工程規範的適當閱讀螢幕距離範圍，作為參考基礎。本研究從平板電腦架的角度與高度探討此二變項對於網頁瀏覽與撰寫電子郵件績效的影響，找到一個適合使用電容式口含筆的角度與高度範圍，進而提供肢障者能有更好的輔具來進行電腦相關任務的操作。初步研究的結果顯示多數人使用角度 40 度與高度 13.5 公分進行任務，且工作績效維持在相同水準範圍，並且在主觀評量方面也都有較佳的評價，因此可知高度與角度對於任務的執行有一定的幫助。

平板電腦架的角度，對於使用電容式口含筆進行書寫動作，有著直接關係，使用越大角度(越趨近於與桌面平行)書寫動作會越為順暢，但也並非越大越好，角度過大會導致視覺與脖子的疲勞增加。

瀏覽網頁任務步驟越簡單，測得的時間差異會越小，各角度與高度間的差異顯著性也將降低，故提高步驟數量有助於將差異顯著化。

撰寫信件部分，文字的書寫與輸入以常人模擬口畫家或肢障者，得到以電容式口含筆進行鍵盤點選輸入的方式不管在中文或英文部分績效皆優於以電容式口含筆進行書寫的方式，可能因受測者皆非專家，而得此結果，或許可再利用專家進行驗證結果是否一致。

在主觀評量方面操作性的平均得分為最低，雖仍然為中等之上，判斷可能肢體正常者需要較長時間的練習來適應以嘴銜電容式口含筆進行動作。

此次實驗平板電腦架高度範圍 13 公分 – 27 公分，有一組眾數集中於 13.5 公分；角度範圍 15 度 – 40 度，一組眾數集中於 40 度，並得到明顯趨勢為使用高度越高者，角度越小，反之亦然，因使用高度提高時，如不以較小角度進行操作，視覺性較差。

## 5 結論

平板電腦架用於網頁瀏覽與撰寫郵件任務操作中，角度與高度對於操作績效有顯著的影響，受測者調整並選用的高度與角度有一明顯趨勢為角度越大時，需要降低高度來配合使用。角度 40 度與高度 13.5 公分在本實驗中為較多數人所採用，且績效差異在相同區間內。這些發現可幫助更進一步探討固定角度和高度對於網頁瀏覽與撰寫郵件績效的影響，並找出最適合網頁瀏覽與撰寫郵件的最佳角度與高度範圍設計。

實驗經過檢定後，得到可參考的結果，可作為後續實驗之用。

## 參考文獻

1. Aaron D. Puckett, Barry W. Sauer, Lyle D. Zardiaskas.(1989),Development of a custom-fit mouthstick appliance, Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 26 No. 4,pp. 17-22
2. Alex Olwal and Steven Feiner and Susanna Heyman (2008).Rubbing and Tapping for Precise and Rapid Selection on Touch-Screen Displays. CHI 2008 Proceedings.
3. Drury, C.G(1971).Movements with lateral constraint. Ergonomics,14(2),pp. 293-305.
4. John Wiley & Soms Ltd (2011) , Interaction Design beyond human-computer interaction. pp.483.
5. Kevin L. Schultz and David M. Batten and Thomas J. Sluchak(1998). Optimal viewing angle for touch-screen displays: Is there such a thing?. International Journal of Industrial Ergonomics 22 (1998) pp. 343-350 .
6. Pär-Anders Albinsson and Shumin Zhai (2003). High Precision Touch Screen Interaction. CHI .
7. Richard A. Olsen and Edwin M. Prentke (2005).A versatile and easily fabricated mouthstick.The Journal of Prosthetic Dentistry, pp.247–249.
8. 李開偉(2009)，實用人因工程學，全華書局，台北，第三版，頁 13-16 – 13-20。
9. 蔡芳君(2010)，「多點觸控螢幕於操作時之人因分析」，2010 國際創新設計研討會論文。
10. 蔡馨儀(2011)，「口含筆長度與角度對描繪及書寫績效影響初探」，第 18 屆中華民國人因工程學會暨學術研討會論文。