

(一) 摘要

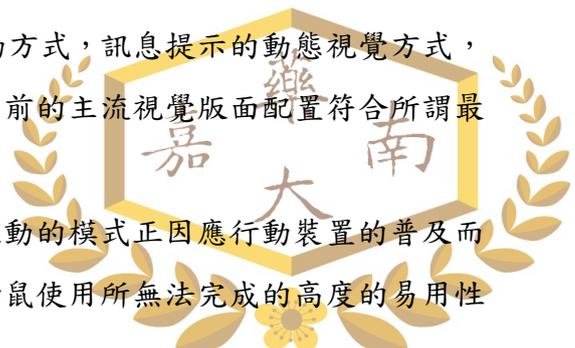
人們在行動裝置上依賴不僅在休閒上甚至擴及到教學、工作事務，行動會議與行動辦公室逐漸改變傳統工作模式，熱門 Android、IOS 作業系統開發實用性的 APP 使得人們已觸控螢幕的方式將複雜的事務簡化取代以往藉由電腦以鍵盤來做資訊交流。一般而言，手持裝置正在逐漸捨棄複雜的鍵盤輸入方式，而改採用觸控式的輸入。基於人因工程的研究，近年來，已將使用者經驗的優使度較高的手勢辨識加入觸控式的輸入指令，而使利用多觸控的輸入語意更為豐富。本計畫將研究以個人手部功能需求為主導的介面模式設計，開發一個可以針對手部工作區域狀態的量測工具，藉以找出個人手部使用平板觸控畫面之運動空間，並以此為基礎設計出個人使用的介面規劃。此計畫所開發的工具將可以展現個人手部空間的差異程度，並給予設計者個人化的重要參考資訊。在技術方面，利用 Android 的系統觸控畫面，使用 Java 行動裝置語言發展多點觸控之程式技術，發展一標準的手勢運動空間量測工具。並以此工具為基礎，進行個人化的平板操作空間量測，尤其針對常用之手勢運動，皆可以記錄與分析。以實驗結果看來，

此工具將是個人化人機介面的重要依據，尤其針對兒童與銀髮族，此族群因與一般使用者有更高的個人化需求，利用此工具將可以將其對人機介面的需求數值化，進而產生符合特殊族群人體功能需求之介面。也期待在未來研究上，可以利用此工具進行發展，找出不同族群的人機介面模型。

(二) 研究動機與研究問題

基於人因工程的研究，近年來，已將使用者經驗的優使度較高的手勢辨識加入觸控式的輸入指令，而使利用多觸控的輸入語意更為豐富。另外，在軟體方面，由於個人化的需求，基於有限的螢幕尺寸大小，視覺上的操作性也逐漸被改善，包含畫面的圖示大小，位置，與切換畫面的滑動方式，訊息提示的動態視覺方式，都逐漸藉由使用者的使用經驗而遭篩選，使目前的主流視覺版面配置符合所謂最普遍的個人化狀態。

依據 Andreas Holzinger[1]的研究指出，人機互動的模式正因應行動裝置的普及而改變，且其使用觸控的方式更可以達到一般滑鼠使用所無法完成的高度的易用性



(Accessibility)。因此，近年來有別於傳統使用的介面輸入(鍵盤與滑鼠)，多元的輸入模式正快速建立中，且因個人年齡與習慣或職業等不同因素(Persona)，個別化的裝置也在進行開發中。而其中，以觸控式的方式進行人機介面輸入仍為主流。不論是以手指方式進行或是包含手掌與上肢活動的可行性與優使性也被熱烈的討論。Liu 等人於 2014 提出 FiTouch 的動態 GUI 構想，其研究一般視窗使用者的滑鼠使用行為來延伸與改善對觸控操作的設計。此設計也針對使用者的習慣進行動態調適，使其反應速度，接觸面積大小皆可學習，而改善結果也在其優使性的測試上得到證實。此外，觸控模式的研究相當多元，在不同年齡的可用性上也有許多相關文獻。其中，對於老人使用觸控的舒適度與可行性更有不少的討論 [2-3]。

在產品線上，硬體的進步空間非常有限，除手機裝置逐漸增加感測器的多元訊息外(如照像，語音輸入，方向陀螺儀等)，其他如手持平版的硬體幾乎無法在人機介面上或得太多改善。比較特殊的是所謂非接觸式觸控概念的發展，Jingwen Dai 等人在 2014 提出 "Touchscreen Everywhere" 的觀念 [4]，其搭配投影式攝影機 (Projection Camera) 與手勢辨識演算法來達到可以將互動訊息傳入電腦的工作，而且其觸控動作幾乎可以在任何被投影出的影像中進行。此外，搭配一定的軟體介面工具設計來提高觸控介面的優使性是大部分被採用的方式。為改善手部運動的觸控動作的易用性與優使度，Camilleri 等人於 2013 年提出可以輕鬆釋放肩膀力量的 Palm Rejection 方式的觸控螢幕 [5]。經由操作較大型的觸控螢幕的經驗，來評估使用者如何有效利用手腕的位置與關節活動角度來達成觸控操作的舒適性。由此可知，觸控螢幕操作優使度的關鍵不僅是手指的運動，也將牽動到整個上肢的動作鏈(kinematic chain)，此也是大型操控螢幕相當大的限制。基於此人體工學上的考量，小型尺寸的觸控操作對手部負擔也逐漸被考慮。有鑑於智慧型手機的高度使用，Campos 於 2014 年針對姆指在手機螢幕上的使用性作分析 [6]，其針對不同區域的使用舒適性做評估，並找出其主要的拇指工作區域。此概念的提出也成為手部使用智慧型手機造成的手部傷害重要的參考。由於手部功能性工作區域將影響對觸控操作的舒適性與優使度，如 Dragulescu [7] 與 Kuo [8] 之研究也指出手部功能模型與工作空間的高度相關性。因此，本計劃將著重於平版人機互動介面的個人化，並基於此人體力學部分的分析來達到高度優使性的介面設計。



利用個人手部動作的習慣搭配使用軟體圖示的優先性來提高人機操作的效率，並且可以在視覺上動態顯示與關閉，而無妨礙於視覺的工作區塊。此設計將作為個人化平板裝置輸入的輔助工具，彌補硬體在人機改善上的不足，並記錄個人的使用習慣，成為行動辦公室的人機介面助手。

(三) 研究方法及步驟

我們針對手持裝置的使用，參考先前的研究，將常用的手部運動進行測試，以人體手部運動的結構而言，在不同首部姿態下，其運動空間將因人體組織的連動性而受到限制，即所謂的biomechanical chain，因此我們的軟體設計與測試實驗也將針對不同的手部伸展程度進行。依據一般的手部姿勢與使用平板的動作，我們針對每一手指的向內向外滑動區域來做測試，此測試不僅可以了解每一手指的最大伸展空間，也主要是在手指可以觸控平板的力道下進行測試。而且當手部受傷或手指有功能障礙時，各個手指的運動現象將呈現相當大的差異，因此，光是基本的手指滑動就需要進行評估。其次是針對側滑部分的測試，畫圓，與雙指滑動等。

當我們軟體依據此功能開發時，將針對不同層次需要進行量測，也將空間概念與手部操作功能做連結，即是不同手勢操作皆有最適合的功能區域。此為這計畫最重要的價值。

在研究與實驗部分，我們進行不同人次的實驗，



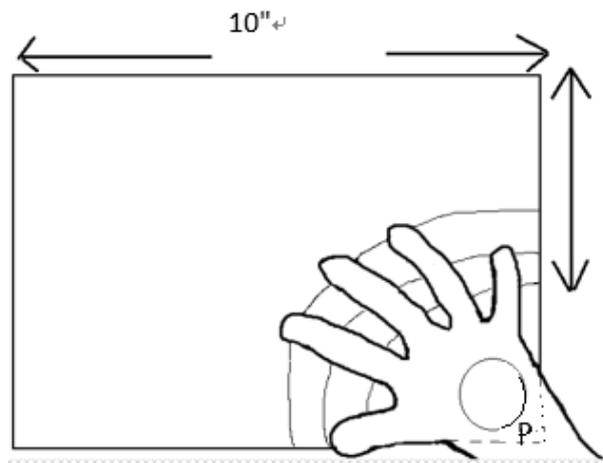
(四) 實驗結果

在實驗部分，我們將針對 5~10 人進行其個人化的工作區域量測，也將自行開發我們要使用的 Android APP 軟體(使用 JAVA in Android Studio)。並針對不同軟體按鈕圖示配置近行優使性的測試評估，以其設計出符合個人化手部工作區域與使用習慣的動態人機介面。其動作設計主要參考目前一般手機或平板常用的手勢。

我們主要進行之實驗如下

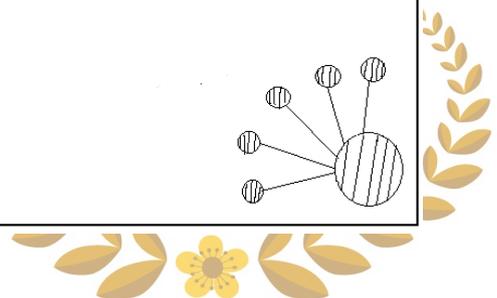
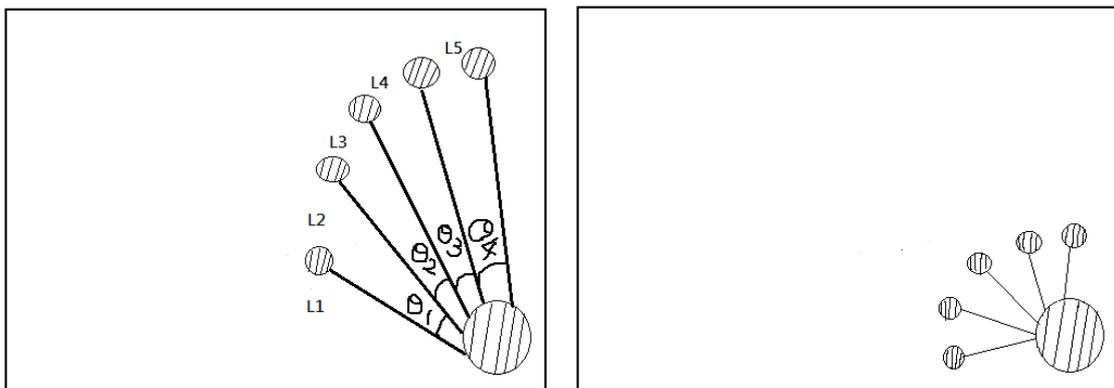
Part1: 個人化手指觸控工作區域之量測

初始狀態

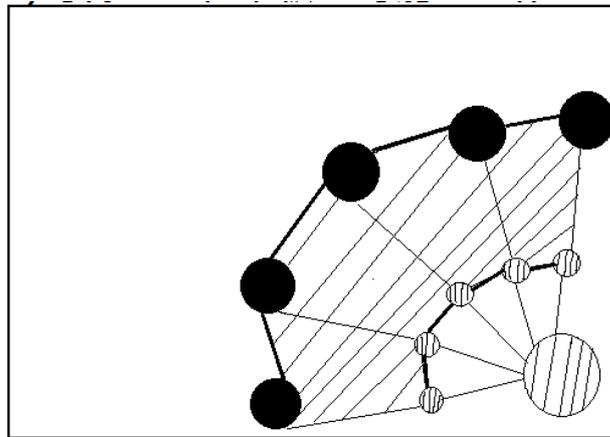


圖一：手部初始位置，P 表示手腕骨的固定碰觸區

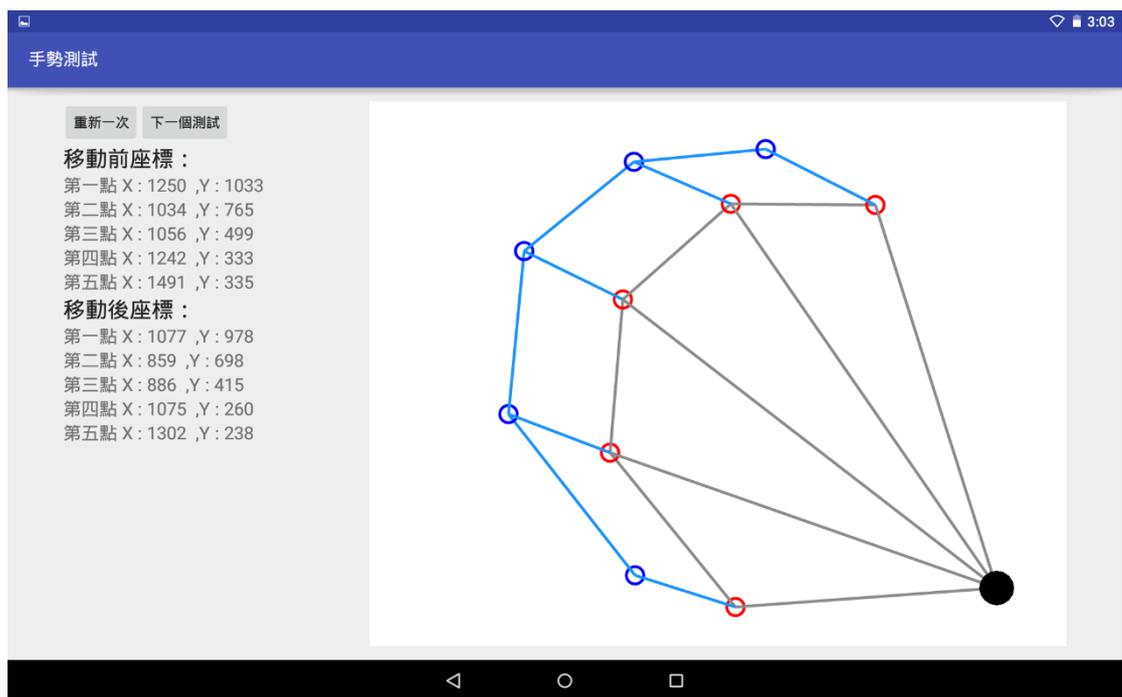
(A) 全手指單點觸擊之工作區量測



圖二手指資訊之參數化, (左圖)為手指可以執行觸擊之最遠位置(右圖)為手指可以執行觸擊之最近位置



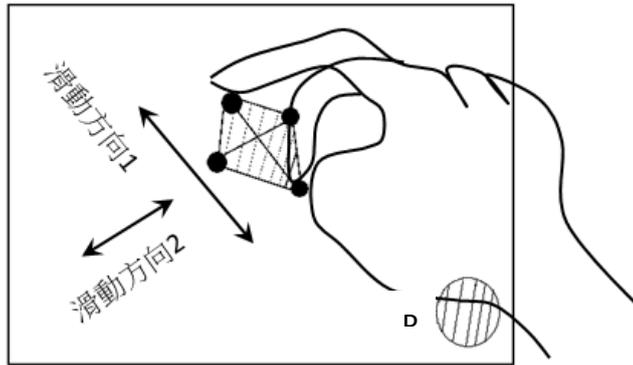
圖三手部動作空間參數化後之可計算區域如圖二與圖三, 將此手部動作空間參數化後, 加以記錄, 並分析 5~10 人以上記錄, 做成 2 維平面之工作區域統計。



圖八實驗一記錄手指執行觸擊之最近位置(紅)與最遠位置(藍)

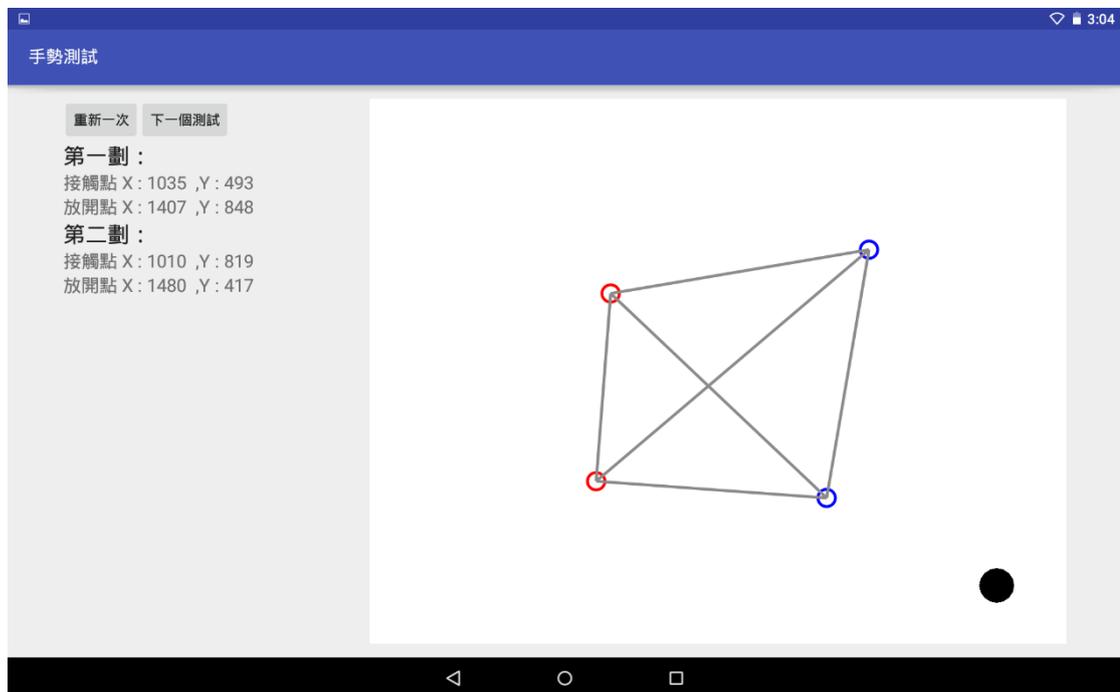
(B) 單手指單點滑動工作區量測





圖四 單指滑動空間示意圖

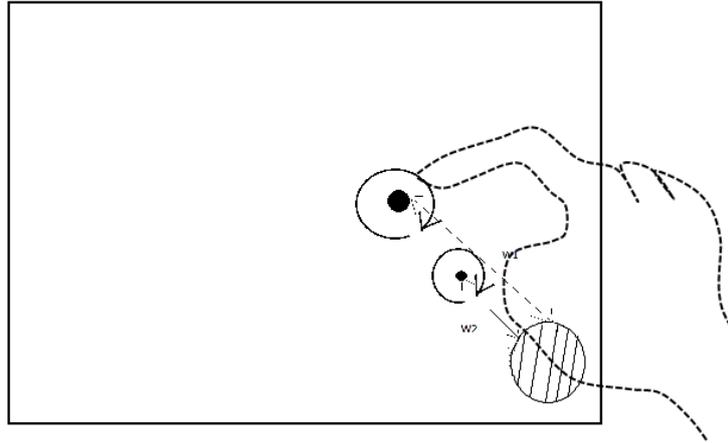
如圖四，將此單指滑動作空間參數化後(相對於 P 座標)，加以記錄，並分析 5 人以上記錄，做成 2 維平面之工作區域統計。



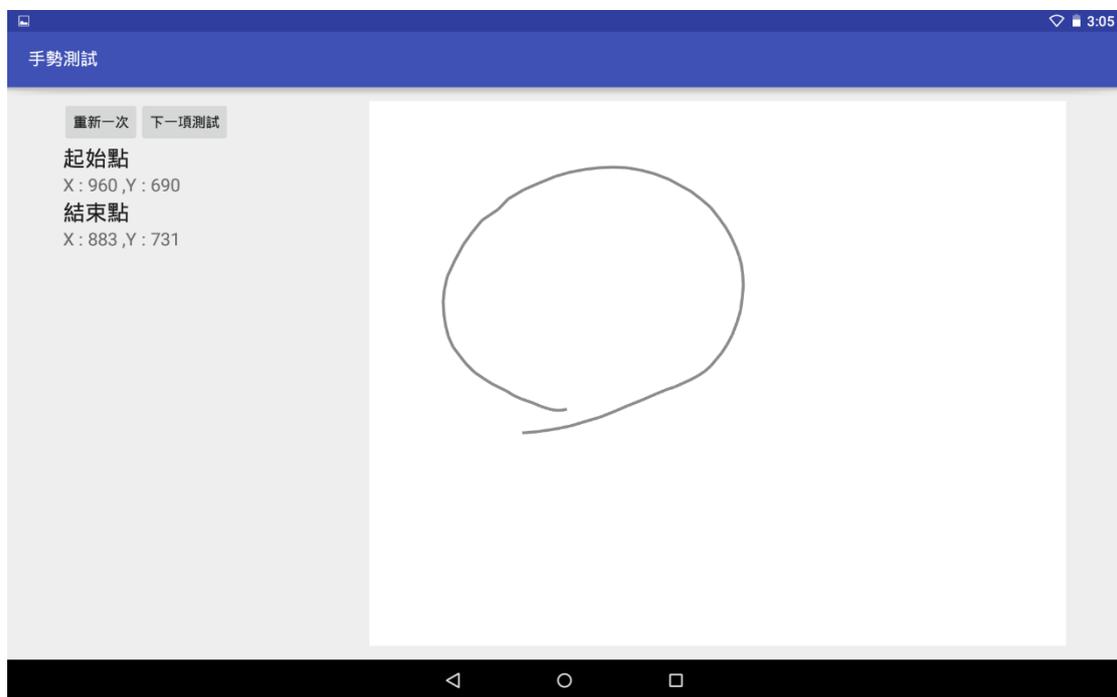
圖九 實驗二記錄手指執行滑動方向 1 由接觸點(紅)到放開點(藍)，滑動方向 2 由接觸點(紅)到放開點(藍)。

(C) 單手指單點手勢滑動工作區量測
此部分包含單指畫圓(順時針與逆時針)





圖五 單指手勢滑動(順時針與逆時針劃圓)之空間示意圖

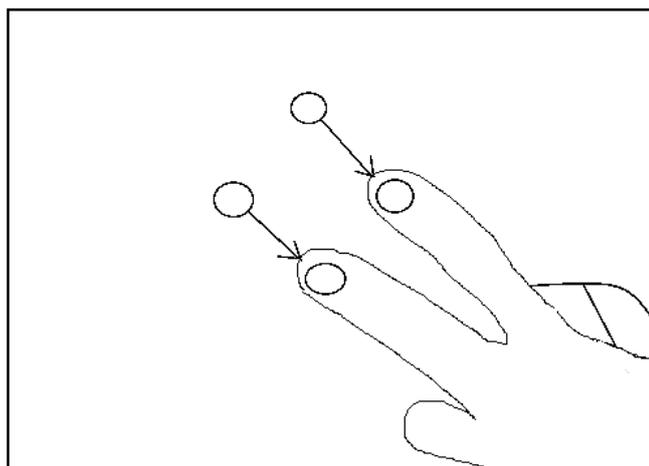


圖十 實驗三記錄手指執行單指畫圓。

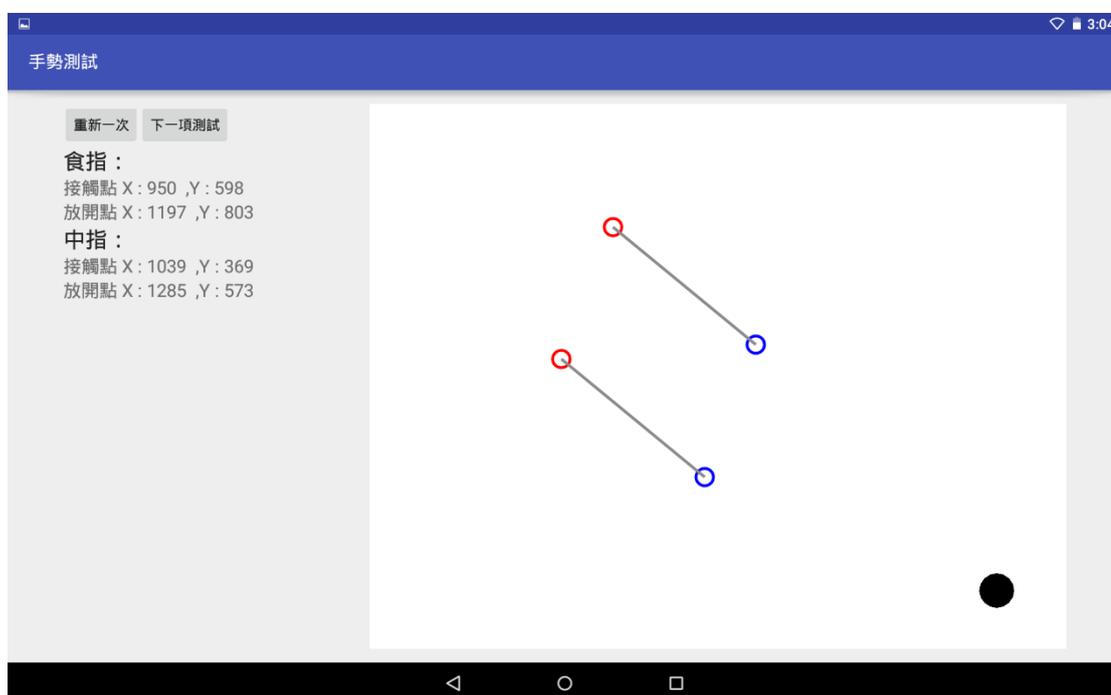
(D) 多手指手勢觸擊與滑動工作區量測

此部分包含食指與中指觸擊與滑動，如圖六





圖六多指觸擊與手勢滑動(食指與中指)之空間示意圖

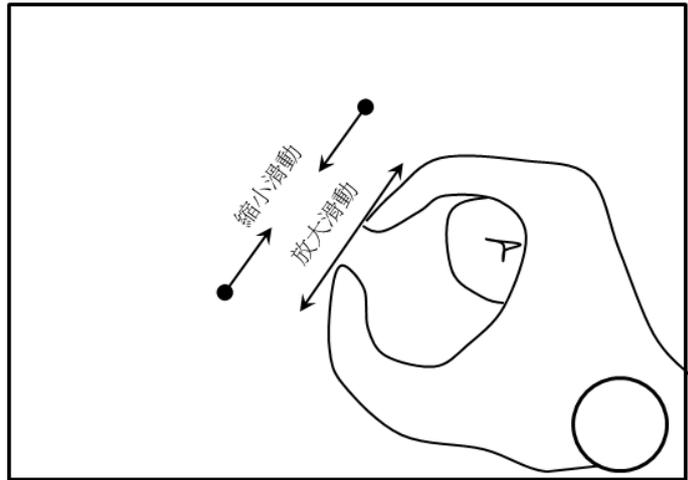


圖十二實驗四記錄手指執行多指觸擊(紅點為接觸點，藍點為放開點)與手勢滑動。

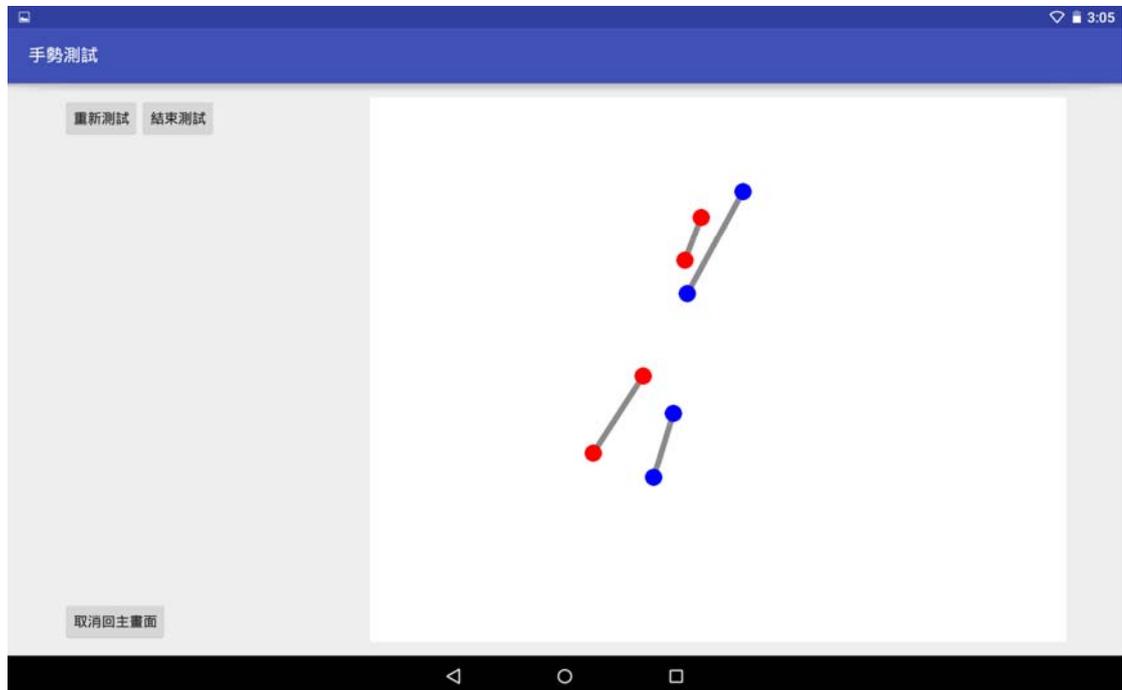
(E) 多手指手勢滑動工作區量測

此部分包含拇指與食指放大與縮小手勢





圖七多指手勢滑動(拇指與食指)空間示意



圖十三實驗五記錄手指執行多指手勢滑動，縮小滑動(紅)與放大滑動(藍)。

將此手部動作空間參數化後，加以記錄，並分析 5~10 人以上記錄，做成 2 維平面之工作區域統計。

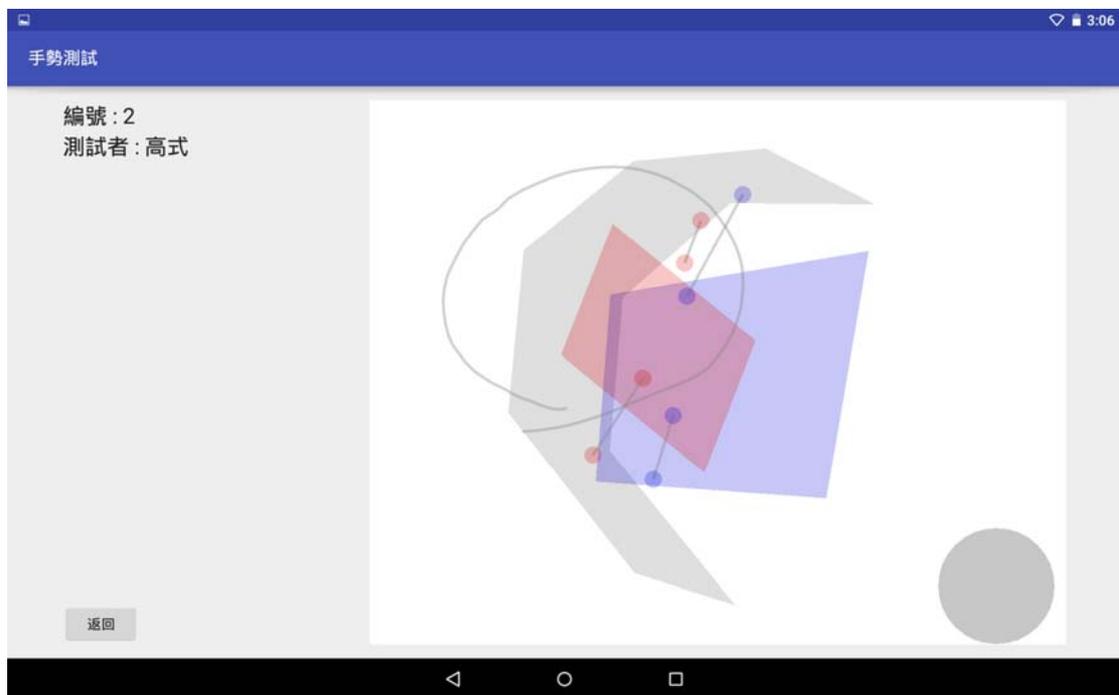
Part2: 空間配置演算法



(五) 成果討論

sfsefsg

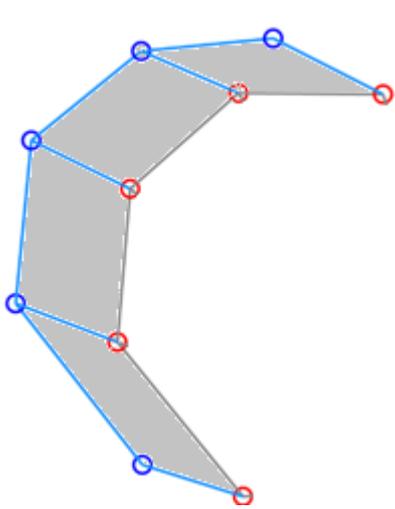
subjects description:



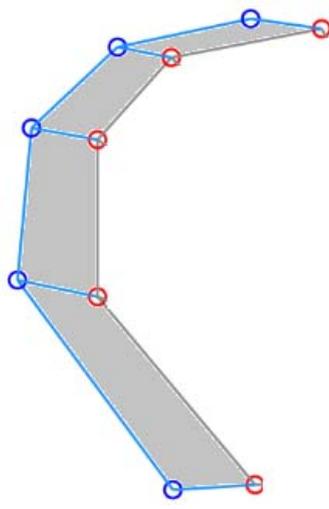
圖十四綜合實驗結果預測使用者最合適的手部工作區域。

首先，圖十四中右下角的灰色圓圈為手腕固定區，此區域的設置方便掌控受測者實驗結果且能間接影響使用者對各個實驗上的操作與分析。其他3個邊角不屬於手部工作區的量測範圍。

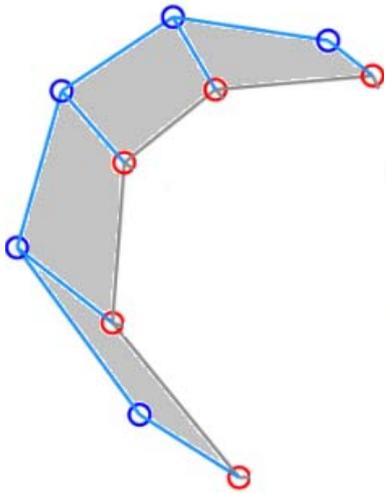




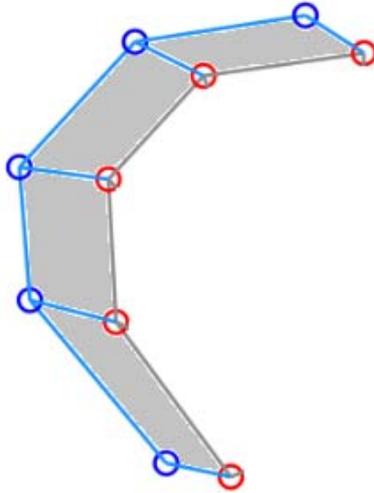
圖十五 受測者 1 實驗一結果



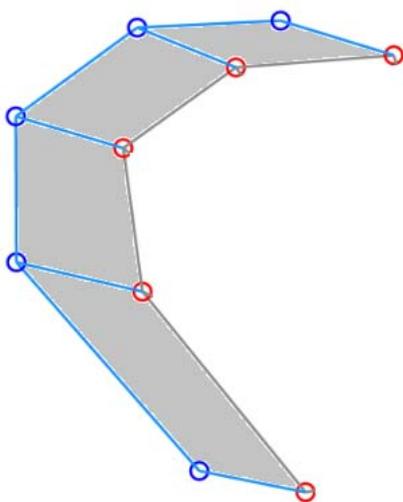
圖十六 受測者 2 實驗一結果



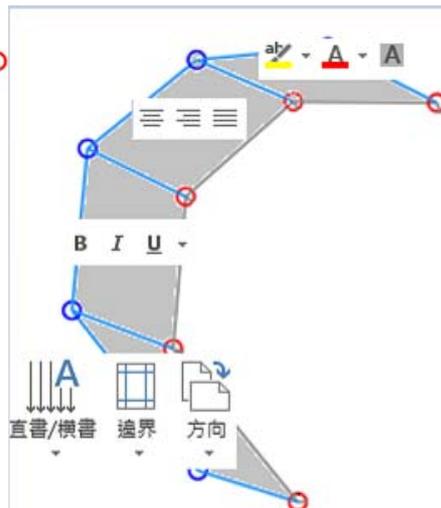
圖十七 受測者 3 實驗一結果



圖十八 受測者 4 實驗一結果



圖十九 受測者 5 實驗一結果



圖二十 配置 Word 軟體按鈕功能介面

實驗一，圖十五測試受測者手掌伸展時各個手指的最近距離(紅圈)至最遠距離



(藍圈)，此實驗的設置得知受測者的手指在平板上的手部操作空間，藉由此空間配置按鈕元件，此動作為手指最基本的操作，所配置的元件按下按鈕即可執行，圖二十以 Word 實作

討論：

1. personal

一般 findings：

conclusion：

圖二十：word：

conclusion:

優點

缺點

未來方向

(六) 參考文獻

- [1]. Andreas Holzinger, Finger, Instead of Mouse: Touch Screens as a Means of Enhancing Universal Access, Universal Access Theoretical Perspectives, Practice, and ExperienceLecture Notes in Computer Science Volume 2615, 2003, pp 387-397
- [2]. Li Liu , Jingyuan Zhang ; Xu Yin, FiTouch: Adapting graphical user interface for touch interaction, Haptic, Audio and Visual Environments and Games (HAVE), 2014 IEEE International Symposium on. 10-11 Oct. 2014. pp. 88 - 93.
- [3]. Masatomo Kobayashi, Atsushi Hiyama, Takahiro Miura, Chieko Asakawa, Michitaka Hirose, Elderly User Evaluation of Mobile Touch screen Interactions Tohru IfukubeHuman-Computer Interaction – INTERACT 2011, Lecture Notes in Computer Science Volume 6946, 2011, pp 83-99.
- [4]. Jingwen Dai and Chi-Kit Ronald Chung (2014), Touchscreen Everywhere: On Transferring a Normal Planar Surface to a Touch-Sensitive Display. IEEE Trans.



Cybernetics, 44 (8) , 1383-1396.

- [5]. Matt J. Camilleri, Ajith Malige, Jeffrey Fujimoto & David M. Rempel (2013) Touch displays: the effects of palm rejection technology on productivity, comfort, biomechanics and positioning, *Ergonomics*, 56:12, 1850-1862, DOI:10.1080/00140139.2013.847211
- [6]. Campos, Alexandre ,Neto, Clodoaldo Furtado ;Cansian, Matheus ; Reis, Alexandre, (2014), Touchscreen device layout based on thumb comfort and precision, 2014 5th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob) August 12-15,. São Paulo, Brazil. pp. 975 - 980.
- [7]. Doina Dragulescu, Véronique Perdereau, Michel Drouin, Loredana Ungureanu, and Karoly Menyhardt (2007), 3D active workspace of human hand anatomical model, *Biomed Eng Online*. 2007; 6: 15. Published online May 2. doi: 10.1186/1475-925X-6-15.
- [8]. Kuo LC1, Chiu HY, Chang CW, Hsu HY, Sun YN (2009), Functional workspace for precision manipulation between thumb and fingers in normal hands. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009 Oct;19(5):829-39. doi: 10.1016
- [9]. 萬欣亭,多點式觸控螢幕之手勢操作研究,大同大學,台北市, Jul 2009.
- [10]. 蔡嵩陽, 即時手型辨識系統及其於家電控制之應用,國立中央大學碩士論文,嘉義市,Jun 2009.
- [11]. 张厥炜, 张竣皓, 钟毅豪, 具膚色可適性之雙手多點手勢辨識系統,國立台北科技大學,台北, 2011,pp. 20-29.
- [12]. 黃郁雅,智慧型手機觸控介面操作績效之研究,國立臺北科技大學,台北市 Jul 27,2011.
- [13]. 黃柏盛,手部靜態尺寸與功能性尺寸之對應關係—以抓握為例,國立清華大學碩士論文,新竹市 2007.
- [14]. Wan Abdul Rahim Wan Mohd Isa, Anitawati Mohd Lokman, Eza Syafiq A Wahid, Roziah Sulaiman, Usability Testing Research Framework: Case of Handicraft Web-Based System, *Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2014 2nd International Conference. 28-30 May 2014, pp. 199-204.

