Rehabilitation Practice and Science

Volume 33
Issue 3 *Taiwan Journal of Physical Medicine and Rehabilitation (TJPMR)*

Article 5

12-31-2005

Design and Application of Integrated Pointing Device Apparatus

Hsieh-Ching Chen

Yung-Ping Liu

Chia-Ling Chen

Chih-Yong Chen

Follow this and additional works at: https://rps.researchcommons.org/journal

Part of the Rehabilitation and Therapy Commons

Recommended Citation

Chen, Hsieh-Ching; Liu, Yung-Ping; Chen, Chia-Ling; and Chen, Chih-Yong (2005) "Design and Application of Integrated Pointing Device Apparatus," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 33: Iss. 3, Article 5.
DOI: https://doi.org/10.6315/2005.33(3)05
Available at: https://rps.researchcommons.org/journal/vol33/iss3/5

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

電腦指標輸入整合器之設計與應用

陳協慶　劉永平　陳嘉玲[1]　陳志勇[2]

朝陽科技大學工業工程與管理系所　林口長庚紀念醫院復健科[1]

行政院勞委會勞工安全衛生研究所[2]

儘管市售電腦輸入工具琳瑯滿目，仍有許多肢體障礙者需藉助特殊裝置方能順利操作電腦。因此提供肢體障礙者良好之電腦操作裝置，有助於提昇其電腦操作能力與績效。然而，對於大多數肢體障礙者而言特殊輔助裝置往往不易購得，且有價格過高及後續維護困難的缺點。本研究設計開發一款價廉之電腦指標輸入整合裝置，可彈性地設定及整合一般市售滑鼠、軌跡球等電腦輸入裝置，以符合個別肢體障礙者之作業需求，提升其電腦操控能力，並改善特殊輔具購置與維護不易之缺點。本項裝置符合標準 USB 1.1 電腦介面規格並與大多數市售指標輸入裝置相容。

本研究以 4 名高位頸脊髓損傷(C4-6)併四肢癱瘓之受試者使用輸入整合器操作電腦指標裝置，進行「移動點選」及「拖曳施放」評估本裝置之效果。所有受試者原本無法操作一般電腦滑鼠，而應用整合器之功能後，皆能以市售裝置之組合與調整達成控制游標之目標，其操作效能皆可達到正常人最佳績效之 20%以上，且有三名受試者之操作具有一般人之流暢度，其中包括以下顎操作軌跡球之受試者。雖然肢體障礙者個案變異性極大，但本研究開發之整合裝置，證實可彈性設定及靈活整合多種市售電腦輸入產品，藉以提升肢體障礙者電腦操作能力。（台灣復健醫誌 2005; 33(3): 161 - 170）

關鍵詞：電腦滑鼠(computer mouse)，游標裝置(pointing device)，肢體障礙(disability)，輔具設計(assisitance device design)

前　言

整合工程科技提供身心障礙人口生活重建之協助，是近年先進國家努力發展方向之一。根據 1989 年美國國家健康統計資料報告，16 至 64 歲人口中，就有 1340 萬人具有職業障礙，且其失業率超過 20%。由社會經濟面考量，因身心障礙所造成之花費即高達 6.5% GNP，而每年花費在身心障礙者之照顧費用則超過 200 兆美元。儘管如此，美國勞工部於 1983 年估計，對身心障礙者在復健上每投資 1,000 元，將能獲得相當於 35,000 元的產值。[1,2]因此，對身心障礙者提供生活重建上之協助，除了嘉惠身心障礙者本身以外，尚可提高國家社會的產值。

近年由於電腦科技進步，促使復健工程領域運用高度電腦技術提供對肢體障礙者之協助。藉由電腦科技在義肢控制、環境控制、[3,4]電腦教學之應用，提昇肢體障礙者之行動能力與獨立性，更有部份肢體障礙者藉由習得電腦技能得以提高其就業的機會。由於電腦作業毋須仰賴複雜的肢體功能，對於有肢體功能缺陷之障礙者，從事電腦相關的工作是較佳的就業選擇，然而，部分肢體障礙者仍需藉助特殊裝置方能順利操作電腦，[5]因此提供肢體障礙者良好之電腦操作裝置，有助於提昇其操作電腦之能力與績效，或提昇肢體障礙者獨立生活的能力。

根據國內目前情形，保守估計每年即有 1000 名以上之新增脊髓損傷患者(spinal cord injury, SCI)，其平均受傷年齡爲 23.7 歲，大專以上教育程度者約有 19%，

投稿日期：93 年 12 月 24 日　　修改日期：94 年 4 月 14 日　　接受日期：94 年 4 月 25 日

抽印本索取地址：陳協慶副教授，朝陽科技大學工業工程與管理系所，台中縣 413 霧峰鄉吉峰東路 168 號

電話：(04) 23323000 轉 4255　　e-mail：hcchen@cyut.edu.tw

而國、高中程度者高達 58%，估計其智力及教育水準可經由輔導從事電腦相關工作之脊髓損傷患者每年即增加 500 名以上。這群患者中約有三分之二屬於下肢癱瘓型，這類型患者手部功能正常，僅需使用輪椅及考慮工作站之設計，毋需使用其他特殊輔具從事電腦工作，因此目前國內脊髓損傷患者就業輔導機構所開設之電腦訓練班，招收對象大多限於此類雙手健全之脊髓損傷患者。然而，國內每年仍有將近 200 名具有良好智力，而下肢癱瘓且手部及上肢功能異常之脊髓損傷患者，亟需依賴特殊輔具之協助達成操控電腦的目的，方可能有獲得就業之機會。

由於電腦作業系統使用大量圖形及視窗介面，傳統以鍵盤爲輸入或控制之作業已大量被滑鼠及指標輸入裝置所取代。儘管一般人對於操作滑鼠並無困難，但對許多肢體障礙者而言並不容易。例如中重度腦性麻痺(cerebral palsy)患者或高位脊髓損傷(high level spinal core injury)患者對於滑鼠操作將倍感困難，甚至無法使用。然而，C4 受傷之脊髓傷者仍然具有彎曲、伸展、轉動頸部，以及抬肩之功能動作，因此以頸部及肩部操作之輸入裝置將要比傳統滑鼠更能符合這類肢體障礙者之實際需求。[6]

爲滿足不同類型肢體障礙者之需求，已有許多不同類型之電腦輸入裝置被研發。[7]常見的有利用光學或超音波技術完成的頭戴式輸入介面，[8-10]利用光學反射技術的眼動控制介面，[11-14]以及利用壓力感應觸控式的控制介面等。[15,16]儘管這些裝置利用不同方式進行控制，但對於電腦所需進行之指標操作確是大同小異，因此不難以客觀操作的方式比較出不同裝置的優劣性。Casali 等人即發現某些裝置設計甚至會造成反效果，分別影響初步使用時的效能與學習績效；[17]而 Lin 等人發現輸入裝置之增益會明顯地影響頭部及手部操作輸入裝置的運動時間(movement time)。[18]所以對於不同裝置之測試評估應有一套簡易客觀的辦法，方能決定最適合個別肢體障礙者之輸入裝置。[19,20]

陳協慶等人測試脊髓損傷患者使用力感測滑鼠之電腦操作效能，[21]並與一般市售裝置進行比較。結果發現大多數無法使用一般市售滑鼠之脊髓損傷患者，能夠以市售軌跡球或力感測滑鼠搭配分離式按鍵開關，達成控制電腦輸入的目的。雖然力感測滑鼠操作績效與市售軌跡球相近，但在價格上卻要高出軌跡球甚多；同時，上述兩裝置所需搭配之分離式開關亦非一般市售隨即可購得之產品，因此可預期肢體障礙者在適用產品的使用、獲得、與維護上，仍會遭遇諸多困難。

本研究之目的在於開發設計一套價廉之滑鼠訊號整合裝置，彈性設定及整合一般市售滑鼠、軌跡球等輸入裝置之功能，使肢體障礙者得以靈活整合多種市售產品成爲其適用之電腦輸入工具，藉以提升其電腦操作能力。

材料與方法

指標輸入整合器之設計概念是希望透過一個裝置整合不同之市售滑鼠，提供使用者調整及設定個別指標輸入裝置之功能，藉此滿足不同程度肢體障礙者之電腦操作需求。由於肢體障礙者身體之個別部位控制能力差異性極大，且市售指標輸入裝置種類極多，無法將個別需求與應用方式一一列舉，因此本裝置功能設計最初，乃以下列之三種情形之應用作爲主要設計考量：

(1)對於高位脊髓損傷、腦傷等頸部以下控制功能不佳之患者，由於手臂控制功能嚴重喪失導致無法操作一般滑鼠，藉由裝置之整合可利用下顎操作軌跡球來移動游標，而以另一具備粗動作能力之手臂按壓外接開關或另一滑鼠之按鍵來達成控制電腦指標之目的(圖 1)。

(2)對於手指活動功能喪失且腕部與前臂功能部分受損，導致無法以單手操作一般滑鼠之障礙者，藉由裝置之整合可以前臂滾動軌跡球，並以其它部位按壓另一固定滑鼠之按鍵來達成電腦指標控制之目的(圖 2)。

(3)對於手指功能不佳導致無法按壓，但手腕控制能力尚可之障礙者，可僅以單手控制滑鼠移動，並經裝置之轉換將滑鼠設定爲轉向或反向操作，使損傷者利用手腕內、外翻之動作替代其手指按壓功能，以達成控制一般市售滑鼠之目的，但仍保有滑鼠操作與移動上之相容性(圖 3)。

一、硬體設計

整合器提供 2 個 PS/2 連接座連接指標輸入裝置(滑鼠、軌跡球等)，使用一微處理器(PIC16C765, Microchip Technology Inc.)，透過兩組 I/O 分別與 2 個 PS/2 指標輸入裝置溝通，每一輸入裝置分別對應一組 10 位元(10-digit)之外部指撥開關，微處理器依據指撥開關之設定，分別轉換並整合兩輸入裝置之指標控制訊號，並以內建之通用串列匯流排(Universal Serial Bus, USB)介面將整合後之指標控制訊號傳送至個人電腦(圖 4)。

圖 5 顯示指撥開關之功能設定。digit 1、2、3 分別設定輸入裝置左、中、右按鍵之開啓與關閉(enable/disable)，digit 4 設定左、右按鍵交換與否，digit 5、6 分別設定游標前後、左右移動控制之開啓與關閉，digit 7、8 則聯合控制輸入裝置之操作方向，digit 9、10 聯合控制將游標控制方向轉換爲滾輪控制或關閉滾輪功能。

圖 1. 頸部與手部整合控制示意圖

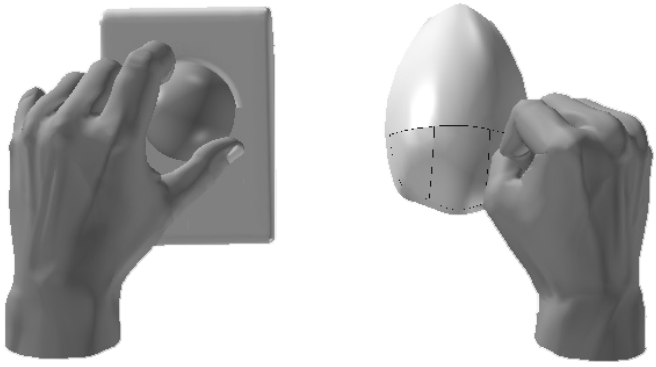

圖 2. 雙手整合控制示意圖

圖 3. 滑鼠轉向控制示意圖

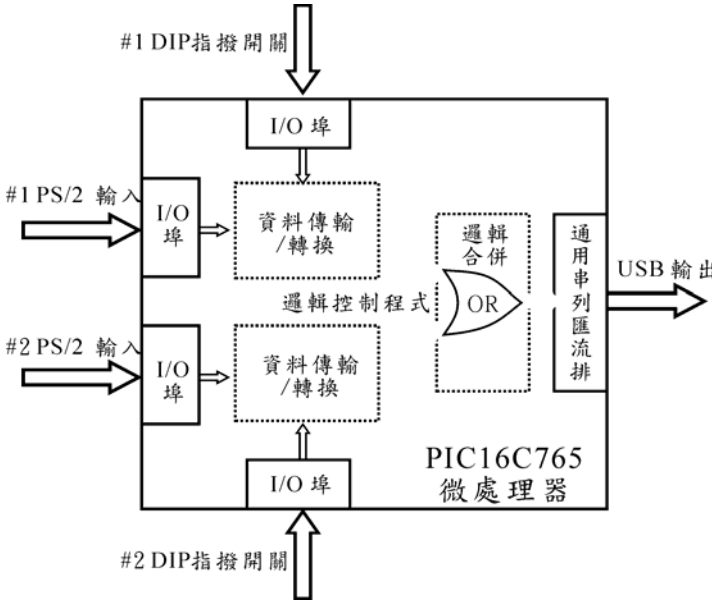

圖 4. 整合器功能方塊圖

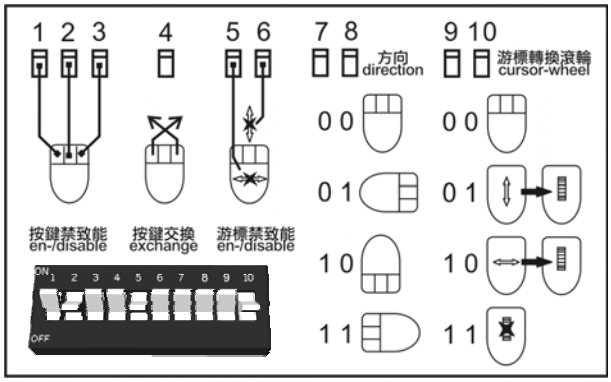

圖 5. 指撥開關外觀及功能設定

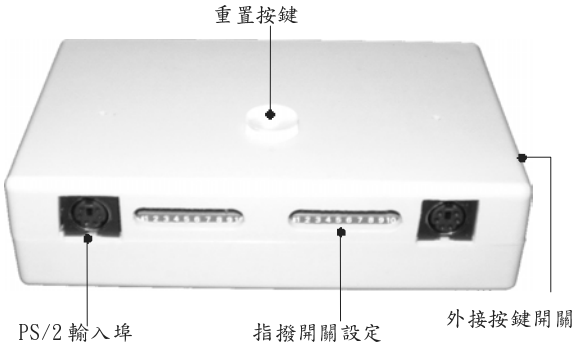

圖 6. 整合器外觀

二、測試評估

本裝置之評估測試包括相容性測試與肢體障礙者使用測試兩部分。

1. 相容性測試

本裝置之硬體具有兩種連接介面，因此分別針對不同形式介面採用不同之相容性測試：

⑴ USB 介面

本裝置符合USB Implementers Forum Inc. 所制訂之 USB 1.1 版規範，並通過 USBCheck (ver. 3.2)介面測試軟體測試。因此，市售各廠牌主機板與筆記型電腦，凡其 USB 連接埠符合 USB 1.1 版規範，且作業系統內建人工介面裝置(Human Interface Device, HID)驅動程式者均可適用。測試過程以裝置冷開機與熱插拔方式，對不同版本之微軟視窗作業系統(Windows 98SE, Windows Me, Windows 2000, Windows XP, Windows Server 2003)進行測試，若能維持正常運作則通過相容性測試。

⑵ PS/2 介面

由於不同廠牌滑鼠所使用之控制晶片，對於 PS/2 傳輸協定之時序與控制指令支援程度有所不同，因此測試時直接將市售不同廠牌之滑鼠(表 1)連接至本裝置，在 Windows XP 作業系統下，若能完整接受本裝置之控制完成所有滑鼠設定功能者即通過相容性測試。

2. 肢體障礙者使用測試

以肢體障礙者實際使用整合器操作市售指標輸入裝置，藉以評估市售裝置之整合性以及特殊障礙者之個別需求，因此測試過程中僅遴選障礙程度較高且無法使用一般市售裝置之肢體障礙者接受測試。本研究選取復健科 4 位高位頸脊髓損傷併四肢癱瘓之受試者進行測試。受試者臨床評估乃根據脊髓損傷分類標準，以美國脊傷協會障礙量表(American Spinal Cord Association Impairment Scale)評估其嚴重度，肌力，及感覺功能，[22]另以功能性獨立量表評估其日常生活功能(Functional Independence Measure)，[23]並以改良式阿氏量表(modified Ashworth scale)評估肌肉張力。[24]

評估測試之主要標準是以受試者能否以調整設定並整合市售滑鼠，來達成控制游標「移動點選」及「拖曳施放」之動作，次要標準則是受試者能否完成先期研究中評估滑鼠操作績效之「移動點選」及「拖曳施放」兩項測試，[21]其中「移動點選」之測試項目乃依據 Fitt's 定理，[25]考慮目標大小、位置、距離等因素而設計，根據先前的研究，[21]該項測試正常人使用一般滑鼠之平均最佳完成之時間爲 13 秒，而「拖曳施放」測試項目正常人平均之最佳完成時間爲 20 秒。

由於受試者個別差異極大，且各肢體部位之控制性也有明顯不同，因此測試過程中需配合受試者主觀之評量與實驗者之經驗來提供多種組合方式，以期獲得受試者較佳之控制方式。然而受限於受試者之體力限制，每位受試者最大評估時程被限制於一小時以內，故超過一小時仍無法完成測試者則視爲無法達成操控滑鼠之目標。由於評估測試時間上的限制，實驗者需於評估過程中不斷地與受試者進行溝通，必要時得立即改變或調整其對輸入裝置的操作方式與操作姿勢，以求能於最短時間內獲得較佳之輸入組合。

結　果

完成後之整合器外觀如圖 6 所示，側面設計有一插孔，可連接一對機械式之外部按鍵開關，作爲一般滑鼠左、右按鍵功能。測試過程使用本裝置整合軌跡球與一般滑鼠按鍵時，將對應軌跡球按鍵之指撥開關設定爲關閉，同時將滑鼠游標控制功能關閉並加以固定，即可避免因誤觸而發生誤動作。由於本裝置未使用任何特殊感測元件與積體電路，即使是小量製造成本亦不超過新台幣 700 元。

相容性測試中受測主機板全數通過測試，顯示本裝置對於大多數市場主流機型應具有高度相容性。本裝置對於表 1 所列之知名品牌滑鼠及軌跡球皆能適用，惟早期 Everton 所生產之碟鼠因控制碼與一般裝置不同，需於作業系統中額外安裝特定驅動程式而無法使用。

表 2，3 列出部分受試者之基本資料與評估結果，結果顯示原本無法使用一般市售滑鼠於 5 分鐘內完成單項績效測試之肢體障礙者，亦即滑鼠操作績效低於正常人最佳績效之 5%者，確實可透過整合器之協助達成控制電腦指標裝置的目標。受測之脊髓損傷患者能以軌跡球或一般滑鼠搭配分離式按鍵開關或一般滑鼠按鍵來達成控制游標之目標，其操作績效皆可達到正常人最佳績效之 20%以上，且三個受試者之操作績效已接近正常人最佳績效之 30%，其中包括需以下顎操作軌跡球之受試者一。受試者三、四較受試者一、二神經節受損位置低，因此上肢遠端功能及日常生活位移功能亦較佳；受試者四以滑鼠 180 度反向操控游標，其移動點選及拖曳施放可達正常人最佳績效之 53-57%，而受試者三透過整合器亦可達正常最佳績效

31-42%；受試者一、二雖不具肘伸肌及腕伸肌之功能，亦可達 24-42%之正常最佳積效。

所有受試者之手指肌力皆爲零分，受試者四受損神經節位爲 C5-6，ASIA B，其上肢功能較佳，左手稍具部份肘伸肌、旋後肌(pronator)及腕伸肌之力量，可以左手腕部操控滑鼠移動，但由於手指沒有功能，故需將滑鼠 180 度反向操控按鍵及游標，但反向操控會造成游標移動上下左右顛倒，因此連接電腦指標輸入整合器時，需將指撥開關 digit 7、8 設定爲 00 (反向 180 度)，指撥開關 digit 4 設定爲按鍵交換，即可正向操控游標。受試者三受損神經節位爲 C6，ASIA A，左手稍具部份肘伸肌、旋後肌功能，需透過電腦指標輸入整合器以左手操控滑鼠游標，右手來按另一滑鼠按鍵，其設定方式乃將左側指撥開關之 digit 1、2、3 關閉，digit 5、6 設定游標開啓，digit 7、8 設定 00 (反向 180 度)，右側指撥開關 digit 1、2、3 設定按鍵開啓，digit 5、6 設定游標關閉。

受試者一、二爲較高位頸脊髓損傷，受損神經節位皆位於 C4，受試者一爲 ASIA C，受試者二爲 ASIA A，其上肢功能較差，只具肩屈肌及肘屈肌之功能，透過電腦指標輸入整合器，受試者二靠右側肘屈肌滾動軌跡球操控游標，受試者一以下顎滾動軌跡球游標，而兩者皆以左手按壓外接按鍵，因此將整合器控制軌跡球之指撥開關 digit 1、2、3 設定按鍵關閉，digit 5、6 設定游標開啓。

討　論

雖然已有許多不同類型之電腦輸入裝置被研發，[7] 如頭戴式輸入介面，[8-10]眼動控制介面，[11-14]以及觸控式的控制介面等，[15,16]但此類裝置專爲手部功能不佳之肢體障礙者量身設計，非一般市售隨即可購得之產品，因此肢體障礙者對於上述產品的使用、獲得、與維護，容易遭遇諸多困難。本研究之整合器裝置操作與設定極爲簡單，但至今尚未發現國內外有類似之產品，儘管現今電腦 USB 介面能同時連接兩種以上之指標輸入裝置，但並無法根據個別使用者的需求進行裝置設定與調整，並且當使用不同廠牌之滑鼠晶片組時亦無法將其輸入整合爲單一指標控制訊號。本研究所開發之指標輸入整合器是目前唯一能具有上述多功能之硬體裝置，該整合裝置價格低廉，可彈性設定及整合一般市售滑鼠，使肢體障礙者得以靈活整合多種市售產品成爲其適用之電腦輸入工具，藉以提升其電腦操作能力。

表 1.　市售滑鼠相容性測試一覽表

PS/2 介面滑鼠廠牌型號	
羅技無限鐳貂 Laser Cordless Mouse	羅技新天貂 First Mouse 3B
羅技極光雲貂 Performance Optical Mouse	羅技無限水星 Cordless Optical TrackMan
羅技無限天貂 Cordless Optical Mouse	羅技無限火星 Cordless TrackMan Wheel
羅技極光神貂 Optical Mouse-Black	羅技火星軌跡球 TrackMan Wheel
羅技極光旋貂 Click! Optical Mouse	羅技木星軌跡球 Marble Mouse
羅技無限雲貂 Cordless Optical Mouse	淇譽電子迷你滑鼠
羅技無限晶貂 Cordless Click! Optical Mouse	逸盛科技雕族雕族 4D 悠遊雕 12-OUR453
羅技超級晶貂 MX310 Optical Mouse	逸盛科技雕族 8D 三角雕 12-OCB272
羅技迷你晶貂 MouseMan Traveler	逸盛科技雕族 8D 黑雕 12-OUP243
羅技極光旋貂 Wheel Mouse Optical	微軟光學小白鯊 Basic Optical Mouse
羅技極光天貂 Optical Mouse	五佰科技 A4 雙飛燕
羅技極光勁貂 Value Optical Mouse	明碁光學滾輪滑鼠 M109
羅技極光銳貂 QuickSilver Mouse	DEXXA 軌跡球 TRACKBALL
羅技無限旋貂 Cordless Mouse	系盛太空豹 AM-2100-U+P
羅技新旋貂 First Wheel Mouse	Everton 碟鼠

表 2. 受試者基本資料與臨床評估結果

	受試者一	受試者二	受試者三	受試者四
基本資料				
年齡(歲)	27.5	27.2	23.9	23.9
身高(公分)	165	180	167	158
學歷	高中	國中	高中	國中
性別	男	男	男	女
受傷時間(年)	1.9	2.9	0.5	2.2
臨床評估				
診斷	頸椎第四、五節脫位性脊髓損傷	頸椎第四、五節脫位性脊髓損傷	頸椎第六節爆破性骨折性脊髓損傷	頸椎第五節壓迫性骨折性脊髓損傷
手術	椎板、椎間板切除術骨釘固定術	椎板、椎間板切除術骨釘固定術	椎體切除術骨移植術骨釘固定術	椎板、椎間板切除術骨釘固定術
嚴重度	*ASIA C	ASIA A	ASIA A	ASIA B
受損神經節位	C4	C4	C6	C5-6
感覺功能	頸椎第四節以下受損	頸椎第四節以下缺失	頸椎第六節以下缺失	頸椎第六節以下受損
肌力(右側/左側)				
肩屈肌(C5，6)	3/3	3/2	2/2	3/4
肘屈肌(C5，6)	2/2	2/2	2/2	3/3
肘伸肌(C6，7) 肘旋後肌	0/0	0/0	0/1	1/2
腕伸肌(C6，7)	0/0	0/0	0/0	0/1
指屈肌(C7，8)	0/0	0/0	0/0	0/0
指(C8，T1)	0/0	0/0	0/0	0/0
肌力張力(右側/左側)				
肩屈肌	1/1	1/1	0/0	0/0
肘屈肌	1/1	1/1	0/0	0/0
腕屈肌	0/0	0/0	0/0	0/0
指屈肌	2/2	1/1	0/0	1/1
FIM+				
總分平均	3.1	3.0	3	3.5
生活自理	1.0	1.0	1.0	1.0
大小便控制	1.5	1.0	1.0	1.0
位移功能	1.0	1.0	1.0	4.0
活動功能	1.0	1.0	1.0	1.0
溝通功能	7.0	7.0	7.0	7.0
社交功能	7.0	7.0	7.0	7.0

* ASIA: American Spinal Injury Association Impairment Scale 美國脊傷協會障礙量表;

+FIM: functional Independence Measure 功能性獨立量表

表 3. 受試者滑鼠組合及操作績效評估結果

	受試者一	受試者二	受試者三	受試者四
滑鼠組合	軌跡球 +分離按鍵	軌跡球 +分離按鍵	A 滑鼠反向 180° +B 滑鼠按鍵	滑鼠反向 180°
控制部位				
指標控制	下顎	右手	左手	左手
按鍵控制	左手	左手	右手	左手腕部
操作績效				
移動點選				
(秒)	31	45	31	23
(%正常)	42	29	42	57
拖曳施放				
(秒)	74	83	64	38
(%正常)	27	24	31	53

本研究受試者原本皆無法操控市售滑鼠，但透過本研究之整合器裝置，皆可順利操控電腦指標裝置。受測之脊髓損傷患者能以軌跡球搭配分離式按鍵開關或一般滑鼠按鍵來達成控制游標之目標，其操作績效皆可達到正常人最佳績效之 20%以上，且 3 名受試者操作之績效已能達到一般人操作之流暢度，其中包括需以下顎操作軌跡球之受試者。根據先前的研究顯示，在指標控制上具備一般正常人最佳績效之 30%即具有相當的流暢度，[21]雖然本次評估測試所遴選之受試者操作績效未能全都高於該門檻，但已證實本裝置對於無法使用一般市售滑鼠之操作者，提供除了特殊裝置之外的另一種選擇，確實可透過整合器之協助達成控制電腦指標裝置的目標。對於手部功能較佳之肢體障礙者，本裝置亦提供許多滑鼠之替代與調整方案，應能提昇其作業能力；而良好的操作績效可降低操作者的作業負荷並減少其操作上的重複性，對於肢體障礙使用者之影響非常大。

本研究之受試者皆無法以單手操作市售滑鼠或軌跡球，受測過程中首次嘗試以功能調整或不同裝置組合之方式完成電腦指標操作，由其受測過程中操作績效持續改善的情形來看，除了過程中因調整組合所獲得之改善外，個別受試者之學習效應亦非常明顯。此外，由於受試者仍處於臨床復健過程，且部分受試者亦未曾有電腦使用經驗，因此經由持續訓練與適應可望獲得更佳之操作績效，所以本項研究於 1 小時時間限制內所獲得之績效值，應視爲受試者最佳操作績效之下標。

在調整設定輸入裝置功能時，輔導人員應對個別障礙者身體部位之控制能力有所瞭解，以期讓使用者具備完整指標控制能力外，還能兼顧其操作之績效。同時，當肢體障礙者使用本整合器時，必須因應其操作滑鼠的方式一併對電腦工作環境進行調整，以避免長期操作下造成二次傷害，[26]例如使用者長時間以頸部(下巴)來操作軌跡球，可能造成頸部二次傷害。爲使操作者具有較佳之操作姿勢，對於輸入裝置之尺寸、幾何形狀(對稱性、曲面)等亦應多加考慮，除此之外，對於作業台面高度、螢幕位置、及輸入裝置擺放等亦需作整體性的考量，以求提供使用者合理的操作環境。[27]例如在以腕、肘、甚至下顎操作的情況下，有必要進一步考慮各操作部位之支撐，以降低肌肉疲勞及肌肉骨骼傷害風險。如何使這類使用者以較佳的姿勢及方式操作電腦，實有待政府相關機構、輔具中心及社會福利組織長期提供相關之輔導服務與諮商評量。

開發指標輸入整合器是爲了改善肢體障礙者在滑鼠操作上的困難。由先期的研究結果發現，[21]對於大多數可以不同方式操作一般滑鼠之障礙者而言，較特殊的輸入裝置(力感測滑鼠)並無法實質改善其績效，既使某些特殊障礙者需要搭配分離式的按鍵開關才能具有完整操作滑鼠之能力，也僅需以市售軌跡球搭配分離式按鍵開關即可達到目的，毋需眞正使用力感測式滑鼠。相較之下，指標輸入裝置整合器提供簡易方式，以調整設定現有輸入裝置功能來提升使用者之操作績效，在現實上更具彈性及可行性，並且使用這種裝置

亦可減低未來使用者在特殊輸入裝置維護及服務上可能遭遇的困擾。本裝置可提供專業輔導人員及肢體障礙就業輔導機構相當彈性的應用空間，適當的經驗即可讓這些機構專責人員對無法使用市售滑鼠之障礙朋友提供具體的建議與改善方案。

結　論

本研究所研發之電腦指標輸入整合裝置操作與設定極爲簡單，可根據使用者個別的需求進行設定與調整，即使對不同廠牌之輸入裝置亦可將其整合爲單一指標控制裝置。雖然肢體障礙者個別之差異極大，但本裝置可彈性地設定及整合一般市售滑鼠、軌跡球等電腦輸入裝置，使肢體障礙者得以靈活整合多種市售產品成爲其適用之電腦輸入工具，達成控制游標及提升電腦操控能力之目的。本裝置價格低廉並可改善特殊輔具購置與維護不易之缺點，但至今尚未發現國內外有類似之產品，值得進行推廣。

誌　謝

感謝行政院勞委會勞工安全衛生研究所對本研究之補助(IOSH90-H124)。

參考文獻

1. Department of Veterans Affairs, Rehabilitation R&D progress reports. Department of Veterans Services & Administration, Baltimore, MD, 1980~1997.
2. 鍾高基：復健工程/輔助性科技。中華醫學工程學刊 1998；18：147-52。
3. Allen B. Integrated approach to smart house technology for people with disabilities. Med Eng Phys 1996; 18:203-6.
4. Regalbuto MA, Krouskop TA, Cheatham JB. Toward a practical mobile robotic aid system for people with severe physical disabilities. J Rehabil Res Dev 1992; 29:19-26.
5. Grodzinsky FS. Computer access for students with disabilities: An adaptive technology laboratory. SIGCSE Bulletin (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Computer Science Education) 1997. SN 0097-8418, CN SIGSD3, IG 0482502.
6. Fujisawa S, Ohkubo K, Nishi T, et al. Fundamental research on human interface devices for physically handicapped persons. Proceedings of the 1997 23rd Annual International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation 1997; No. 9-14, New Orleans, USA; Part 3.
7. Shein GF, Treviranus J, Brownlow ND, et al. Overview of human-computer interaction techniques for people with physical disabilities. Int J Ind Ergon 1992;9:171-81.
8. Gottschalk M. Optical pointer helps disabled use computers. Design News (Boston) 1993;48:93-4.
9. Heuvelmans AMF, Melotte HEM, Neve JJ. A typewriting system operated by head movements, based on home-computer equipment. Appl Ergon 1990;21:115-120.
10. Chang CP, Chen YL. The development of a head-controlled computer mouse system for the disabled. 中華民國醫學工程學會 Y2K 生物醫學工程科技研討會。台灣大學；2000。p.120。
11. Park KS, Lee KT. Eye-controlled human/computer interface using the line-of-sight and the intentional blink. Comput Indust Engineer 1996;30:463-73.
12. 詹永舟：瞳位追蹤應用於眼控系統及眼球動態量測儀器之製作與分析。逢甲大學自動控制工程研究所碩士論文 1999。
13. Lin CS. An eye behavior measuring device for VR system. Optic Laser Engineer 2002;38: 333-59.
14. 呂立文：智慧型瞳位追蹤器。逢甲大學自動控制工程研究所碩士論文 2000。
15. Gerpheide G. Touchpad pointing device. Sci Am 1998; 279:118.
16. Berardinis LA. Magnetic sensors for light-touch operators. Machine Design 1996;68:38.
17. Casali SP, Chase JD. Computer-based system access by persons with disabilities: differences in the effects of interface design on novice and experienced performance. Int J Ind Ergon 1995;15:237-45.
18. Lin ML, Radwin RG, Vanderheiden GC. Gain effects on performance using a head-controlled computer input device. Ergonomics 1992;35:159-75.
19. Barrelle K, Laverty W, Henderson R, et al. User verifyication through pointing characteristics: an exploration examination. Int J Hum Comput Stud 1996;45: 47-57.
20. Walker N, Meyer DE, Smelcer JB. Spatial and temporal characteristics of rapid cursor-positioning movements

with electromechanical mice in human-computer interaction. Hum Factors 1993;35:431-58.

21. 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所：身心障礙者就業輔具研發-電腦就業人因工程設計。勞工安全衛生研究報告；2000。
22. Bednarczyk JH, Sanderson DJ. Comparison of functional and medical assessment in the classification of persons with spinal cord injury. J Rehabi Res Dev 1993;30:405-11.
23. Hamilton BB, Laughlin JA, Fiedler RC, et al. Interater reliability of the 7-level functional independence measure (FIM). Scand J Rehabil Med 1994;26:115-9.
24. Bohannon RW, Smith MB. Interater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther 1987;67:206-7.
25. Whisenand TG and Emurian HH. Analysis of cursor movements with a mouse. Comput Human Behav 1999; 15:85-103.
26. Cook C, Burgess-Limerick R, Chang S. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. Int J Ind Ergon 2000; 26:347-56.
27. Park MY, Kim JY, Shin JH. Ergonomic design and evaluation of a new VDT workstation chair with keyboard – mouse support. Int J Ind Ergon 2000;26:537-48.

Design and Application of Integrated Pointing Device Apparatus

Hsieh-Ching Chen, Yung-Ping Liu, Chia-Ling Chen[1], Chih-Yong Chen[2]

Department of Industrial Engineering and Management, Chaoyang University of Technology, Taichung;
[1]Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Gung Memorial and Children Hospital, Tauyuan;
[2]Institute of Occupational Safety and Health, Council of Labor Affairs, Executive Yuan, Taipei.

Despite the great number of computer input devices available commercially, many disabled persons still rely on special equipment to operate computers. Providing those persons with an adequate human-computer interface should improve their productivity and efficiency. However, the specialized equipment needed is usually expensive, difficult to obtain and difficult to maintain. This study developed an economical apparatus that, flexibly integrated commercial computer mice and trackballs to tailor them for individual needs. This led to improved individual performance and resolved the problems of cost and poor maintainability of special equipment. The apparatus conforms to and work on a standard USB 1.1 interface and is compatible with most tested computer input devices.

Efficiency of this apparatus was evaluated by four high level spine injured patients (C4-6). They performed the normal move-and-click and drag-and-drop activities that carried out by computer pointing devices. All subjects, who were without the ability to use an ordinary commercial computer mice or trackball, were able to operate the computers adequately with the apparatus and achieved scores higher than 20% of the best performance of an able person with an ordinary pointing device. Three of the subjects, including one operating a trackball with his chin, were able to operate computers easily and smoothly. This study shows that this apparatus is capable of integrating commercial pointing devices flexibly to enhance computer operability for disabled persons. (Tw J Phys Med Rehabil 2005; 33(3): 161 - 170)

Key words: computer mouse, pointing device, disability, assistance device design

Address correspondence to: Associate Prof. Hsieh-Ching Chen, Department of Industrial Engineering and Management, Chaoyang University of Technology, No. 168, Jifong East Road, Wufong Township, Taichung Country 413, Taiwan.
Tel：(04) 23323000 ext 4255 e-mail：hcchen@cyut.edu.tw