

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所委託研究報告

身心障礙者電腦就業輔具研發—電腦作業人因工程輔具製作、改良、與推廣：  
子計劃四「泛用型電腦輸入整合器開發」

**Development of an Integrating  
Apparatus for Computer Pointing  
Devices**

研究主持人：陳協慶、陳嘉玲

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

畫研究單位：財團法人成大研究發展基金會

研究期間：中華民國九十年三月一日至九十年十二月二十五日

印製日期：中華民國九十年十二月十五日

\*本研究報告僅供參考用不代表本所意見\*  
非經本所書面同意不得對外發表

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所  
中華民國九十年十二月

# 摘要

近年來由於電腦科技的進步，已促使復健工程領域運用高度的電腦技術來提昇對肢障者的協助；然而，肢障者往往需要藉由特殊的介面方能與電腦溝通，因此提供肢障者與電腦間的良好溝通介面，將有助於提昇肢障者獨立生活的能力。

本計畫針對先期計畫中所開發之力感測式滑鼠加以改良，採用廉價之感測元件來降低原設計之成本，使其能達到推廣的目標；同時亦根據先前計畫執行之經驗，開發設計一套價廉之泛用型訊號整合介面，使其能彈性地整合一般市售之滑鼠、軌跡球等裝置來達成使用者之個別需求，讓身心障礙者得以靈活整合多種市售之產品成爲其適用之電腦輸入工具，以提升其電腦之操控能力。

本計畫之執行成果能夠讓身心障礙者使用價廉且容易獲得之市售輸入裝置，並改善特殊輔具昂貴且維護不易之缺點。

關鍵詞：電腦滑鼠、身心障礙、輔具設計、整合裝置

# Abstract

Progress made in computer technologies has encouraged rehabilitation engineers to apply computer technologies in helping disabled people to enjoy greater degree of independence in their daily living. However, a handicapped person may still rely upon special interface to communicate with a computer. Providing physically disabled persons with adequate human/computer interface may thus contribute greatly to improve their independence.

This project refines the force-sensing pointing devices developed in the previous study. By adapting economical sensing components, costs of these devices were reduced to facilitate the promotion of these special devices. In this study, another economical apparatus was built, based on previous knowledge, to flexibly integrate commercially available computer mice, trackballs, etc. so as to satisfy the individual needs of a disabled person. The disabled person can thus utilize this apparatus to integrate variety of commercial pointing devices and to improve their controllability in computer operation.

The development of this project facilitates the disabled persons to use commercial pointing devices that are lowly priced and easily available. Also, with this newly developed apparatus, the disabled persons can have a second choice over some specific devices that are highly priced or difficult to maintain.

Key Words: computer mouse, disability, assistive device design, integrating apparatus

# 目錄

摘要.....	i
Abstract .....	ii
目錄.....	ii
圖目錄.....	iv
表目錄.....	v
第一章 計畫概述.....	1
第一節 前言.....	1
第二節 目的.....	2
第三節 工作項目.....	2
第二章 文獻探討.....	3
第一節 身心障礙者操作電腦之限制.....	3
第二節 新式電腦輸入裝置.....	3
第三節 先期研發成果.....	4
第三章 執行內容與成果.....	5
第一節 力感測滑鼠改良與測試.....	5
第二節 泛用型滑鼠輸入整合器開發.....	8
第四章 討論.....	20
第一節 力感測滑鼠.....	20
第二節 泛用型滑鼠輸入整合器.....	21
第五章 結論.....	23
參考文獻.....	24
附錄一 泛用型整合器應用電路圖.....	26
附錄二 泛用型整合器微處理器控制流程.....	27

# 圖目錄

圖3.1	(左) MINISTICK與(右) SURFSTIK.....	5
圖3.2	簡化之滑鼠內部電路設計.....	5
圖3.3	(左) 點壓式與(右) 承接座式 兩款改良之力感測滑鼠外觀.....	6
圖3.4	新舊款承接座式滑鼠體型之比較.....	6
圖3.5	新款力感測滑鼠操作性測試現場(桃園脊髓損傷潛能開發中心).....	7
圖3.6	針對點壓式滑鼠之主觀評價與原始操作績效分佈調查結果.....	8
圖3.7	整合器介面設計概念.....	8
圖3.8	滑鼠輸入轉換整合之硬體架構.....	9
圖3.9	8-DIGIT指撥開關功能設定.....	9
圖3.10	頸部與手部整合控制示意圖.....	10
圖3.11	雙手整合控制示意圖.....	11
圖3.12	滑鼠轉向控制示意圖.....	11
圖3.13	整合器原型內部電路.....	12
圖3.14	整合器原型外觀.....	12
圖3.15	新款整合器外觀與功能.....	13
圖3.14	受測者A嘗試不同組合之測試情形.....	18
圖3.15	受測者B嘗試不同組合之測試情形.....	18
圖3.15	受測者C之測試情形.....	18
圖3.17	受測者E嘗試不同組合之測試情形.....	19
圖3.18	受測者F之測試情形.....	19

## 表目錄

表2-1	脊髓損傷部位與可控制部位 .....	3
表3.1	PS/2測試滑鼠廠牌型號與測試結果 .....	14
表3.2	測試滑鼠廠牌型號與測試結果.....	15
表3.3	受測者基本資料與評估結果.....	17

# 第一章 計畫概述

## 第一節 前言

整合復健科學提供身心障礙人口生活重建之協助是近年來先進國家努力發展的方向之一。根據1989年美國國家健康統計資料報告，在16歲至64歲人口之中，就有1340萬人具有職業障礙(Occupational disabilities)且其失業率超過20%。從社會經濟方面的考量，因身心障礙所造成的花費即高達6.5%GNP，而每年花費在身心障礙者的照顧費用則超過200兆美元。然而，根據美國勞工部於1983年的估計，對身心障礙者在復健上每投資1,000元，將能獲得相當35,000元的產能[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能。

近年來由於電腦科技的進步，已促使復健工程領域運用高度的電腦技術來提昇對身心障礙者的協助。藉由電腦科技在義肢控制、環境控制(environmental control)[3,4]，乃至於電腦教學上的應用，無不提昇了身心障礙者的行動能力與獨立性，更有部份身心障礙者得以藉由習得的電腦技能而使工作機會大為增加。由於電腦作業在許多方面能遠遠超越傳統人力作業方法所能達到的績效，因此身心障礙者生理上的劣勢在從事電腦工作時並不致成爲主要瓶頸，於是電腦工作可以是身心障礙者就業的絕佳選擇。然而，對於某些特定的身心障礙者往往需要藉由特殊的介面方能與電腦溝通[5]，因此提供身心障礙者與電腦間的良好溝通介面，將有助於提昇身心障礙者獨立生活的能力。

以國內目前的情形來說，保守估計每年即有1000名以上的新增脊髓損傷患者（SCI）（平均受傷年齡爲23.7歲）。新增的SCI患者中，大專以上教育程度者約有19%，而國中高中程度者高達58%，因此，智力及教育水準可經由輔導從事電腦相關工作之SCI患者每年即增加500名以上。在這群患者當中約有三分之二屬於下肢癱瘓型，這類型的患者由於手部功能正常，大部份僅需要使用輪椅及利用特殊的工作站設計外，並毋需使用其他特殊的工具來從事電腦工作，因此目前國內所有的脊髓損傷患者就業輔導機構所開設的電腦訓練班，所招收的對象僅限於此類雙手健全的SCI患友[<http://www.scsrc.org.tw>]。然而，國內每年仍有近200名具有良好智力而下肢癱瘓且手部及上肢功能異常之身心障礙者，亟需依賴特殊輔具的幫助來達成操控電腦的目的，方可能有獲得就業的機會。

## 第二節 目的

本子計畫執行之目的在於延續並落實前期之研發成果，以期能提供身心障礙者操作性更佳、價格低廉、且容易取得之滑鼠輸入裝置/介面。計劃的內容即根據先前開發力量感測滑鼠與改裝市售滑鼠之經驗，擬採用廉價之感測元件來降低原設計之成本，同時開發設計一套價廉之泛用型訊號整合介面，透過單晶片微處理器來控制PS/2溝通介面，使其能彈性地整合一般市售之滑鼠、軌跡球等之控制訊號，讓身心障礙者得以靈活整合多種市售之產品成為其適用之電腦輸入工具，以提升其電腦之操控能力。希望藉由此計畫之執行，能夠改善力量感測滑鼠昂貴與改裝市售軌跡球獲、維護得不易之缺點，使身心障礙者能夠使用獲得容易且價廉之市售輸入裝置。

## 第三節 工作項目

本計畫的工作項目可概要的分為二大項：

1. 力感測滑鼠改良與測試。
2. 泛用型滑鼠輸入整合器開發與測試。

同時，本子計畫配合其他子計畫進行身心障礙者之實際操作測試與主觀評估，以探討不同類型身心障礙者使用不同市售產品組合時的控制績效，至於各子計畫間之整合測試結果，則另撰於總計畫報告中。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 身心障礙者操作電腦之限制

近年來由於電腦作業系統的改善以及大量的圖形介面(GUIs, graphical user interfaces)的使用，已使得傳統利用鍵盤作為主要輸入或控制電腦的工具逐漸被滑鼠的作業所取代，但是，滑鼠的操作對於正常人來說或許沒有困難，但對一位身心障礙者而言並不容易，例如中重度腦性麻痺患者(cerebral paralyzed persons)或高位脊髓損傷患者(proximal spine injured persons)對於滑鼠的操作將倍感困難，甚至於根本無法使用；然而，C4 受傷之脊髓傷者仍然可以完成彎曲、拉伸、轉動頸部，以及抬肩之動作，因此以頸部及肩部操作的輸入/控制裝置將要比以手部操作的滑鼠更能符合這類殘者的實際需求[6]（表 2-1）。

表2-1 脊髓損傷部位與可控制部位

控制部位	手部	腕部	肘部	肩部	頸部
損傷部位					
C4				●	→
C5-6			●	→	→
C7		●	→	→	→
C8	●	→	→	→	→

### 第二節 新式電腦輸入裝置

為因應不同類型身心障礙者在使用電腦上的需求，已有許多不同類型的電腦輸入/控制介面被研發出來[7]，此類專為手部功能不佳的身心障礙者所設計的裝置，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[11-13]，以及利用壓力感應觸控式的控制介面[14,15]。儘管這些裝置利用不同方式來進行控制，它們對於電腦所欲進行的操作/作業確是大同小異，因此在操作上不難比較出不同裝置彼此間的優劣。Casali(1995)等人即發現某些介面的設計甚至會造成反效果，而分別影響初步使用時的績效與學習績效[16]；而Lin(1992)等人發現輸入介面的增益(gain)會明顯地影響頭部及手部操作輸入裝置的運動時間(movement time)[17]。所以對於不同介面的測試評估應有一套簡易客觀的辦法，方能決定出較適合個別身心障礙者的輸入/控制介面[18,19]。

### 第三節 先期研發成果

本研究小組在先前的研究中設計出兩款力感測試滑鼠[20]，並以身心障礙者進行實際之評估測試，結果顯示大多數無法使用一般市售滑鼠之身心障礙者，能夠以市售之軌跡球或研發之力感測滑鼠搭配分離式按鍵開關，來達成控制電腦輸入的目的。然而，儘管自行研究之力感測式滑鼠操作績效與市售之軌跡球相近，但在價格上卻要高出市售軌跡球數倍，因此可能會因為成本過高與市場太小而降低廠商的生產意願；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得之產品，因此仍可預期未來身心障礙朋友們在使用、獲得、與維護上，仍會遭遇到諸多困難。

## 第三章 執行內容與成果

本子計畫執行內容主要包括（一）力感測滑鼠改良與測試及（二）泛用型滑鼠輸入整合器開發兩大部分，各部分之硬體完成後分別配合其它子計畫陸續進行整合測試評估。有關計畫執行之內容與成果，於下列分項說明：

### 第一節 力感測滑鼠改良與測試

#### A. 原始設計改良

依據先期研究所獲得之經驗與測試結果，發現原始之力感測滑鼠有製造成本高的缺點，以及對特定廠牌之電腦主機有不相容性缺點。因此本子計畫針對原始設計上之缺點，採用下列幾點解決方案來達成上述缺點之改善：

- （一）以功能相近但造價較低且體型較小之商用力感測元件，取代原本價高之壓阻式薄膜感測元件（FSR, Interlink Co.）。新選用之感測元件為美國CTS公司所生產之MiniStick Series 252與SurfStik Series 109兩款整合型感測元件（圖3.1），其單價成本分別為新台幣65元與200元，約為原始感測元件成本之5%~15%。由於所採用之新式感測元件為商品化之整合電子零組件，因此除了售價低廉之外，尚能大幅簡化原始設計上之組裝作業（圖3.2），使改良之滑鼠具有更佳之可靠度。



圖3.1 （左）MiniStick與（右）SurfStik

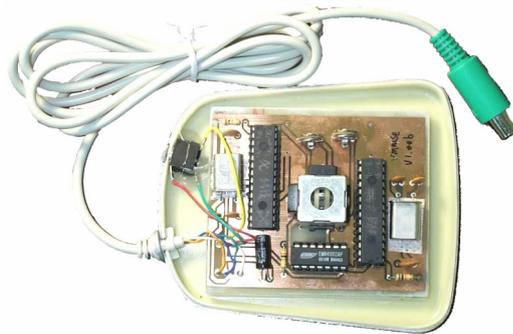


圖3.2 簡化之滑鼠內部電路設計

(二) 更改電路板設計使兩款不同之滑鼠採用相同之單一外型設計(圖3.3)。單一外型設計可以節省未來生產製造上之模具費用，進一步地降低生產成本並藉此提升製造商之生產意願。



圖3.3 (左)點壓式與(右)承接座式 兩款改良之力感測滑鼠外觀

(三) 將原始之RS232輸入介面升級為PS/2標準輸入介面。原始之RS232介面因無法由主機來提供單晶片控制器所需之5V工作電壓，因此需加裝額外之PS/2轉接頭來提供滑鼠電源，無形中增加了使用者安裝上之不便；本子計畫中藉由採用標準之PS/2滑鼠輸入介面，使原有的電源問題與設計上相容性的問題獲得根本解決，並放棄漸漸淡出電腦市場之RS232滑鼠而改採目前較普遍之PS/2滑鼠，使產品能具有較高之普及性。

(四) 縮小原型設計之體積，以達輕、薄、短、小之設計目標。經改良後之滑鼠高度約為原始設計之二分之一(圖3.4)，除了能夠增加結構上的穩定度外，尚可減少滑鼠裝置所佔用之作業空間。



圖3.4 新舊款承接座式滑鼠體型之比較

新式兩款滑鼠目前已分別生產 12 組點壓式與 15 組承接座式力感測滑鼠試原型，其中除 4 套（8 組）提供總計畫配合整合評估作業外，分別提供給下列評估單位：桃園脊髓損傷潛能開發中心（2 套），台中市中山復健醫學院輔具室（2 套），花蓮慈濟醫院身心障礙者科技輔具中心（2 套），勞委會勞工安全衛生研究所（1 套），林口長庚復健醫學及工程服務中心（1 套）。

## B. 改良滑鼠評估

實際改良後之力感測滑鼠配合總計畫之整合評估於實地進行測試。評估測試工作由成大醫學院張哲豪教授負責（圖 3.5），本子計畫再根據實際評估所獲得之結果作為後續改善之參考。有關滑鼠操作評估測試過程及結果已於總計畫報告中敘述，故在此不加贅述。

由測試人員所提供之評估結果中發現，多位受測者認為點壓式滑鼠的操控點面積應該加大，同時亦有多人希望能夠將單鍵分離式開關改為雙鍵開關。相較於點壓式滑鼠，多數受測者認為承接座式滑鼠過於靈敏，操控性不如點壓式滑鼠。

初期評估中受測者整體的主觀評價好壞皆有。桃園脊髓損傷潛能開發中心部分接受滑鼠操作績效測試之受測者，其主觀評價與操作績效之分佈如圖 3.6 所示。由於大多數之受測者操作一般滑鼠進行移動點選及拖曳施放作業時，其較差之操作績效亦能達到正常人之 40%~70%間，因此主觀評價呈現出兩極化的現象。



圖3.5 新款力感測滑鼠操作性測試現場（桃園脊髓損傷潛能開發中心）

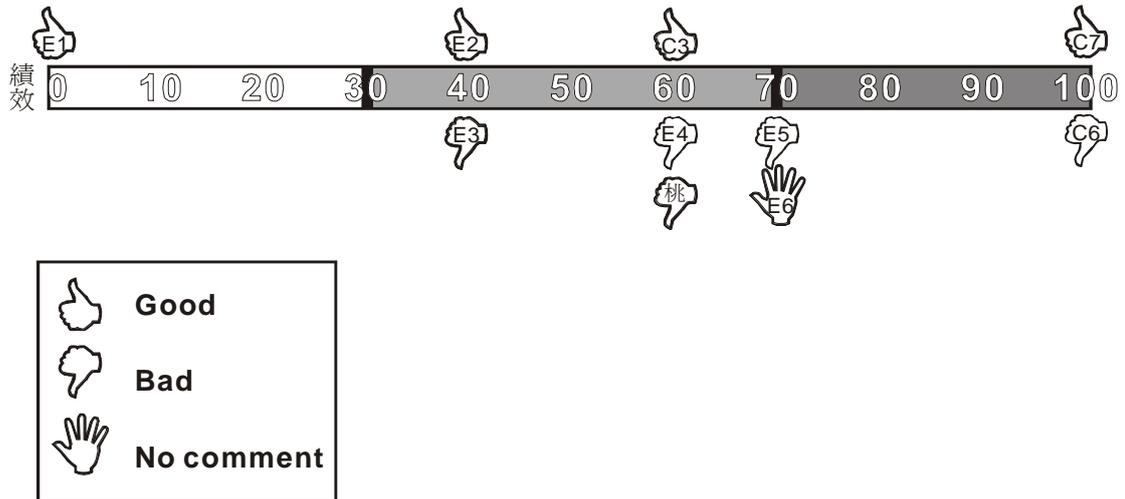


圖3.6 針對點壓式滑鼠之主觀評價與原始操作績效分佈調查結果

## 第二節 泛用型滑鼠輸入整合器開發

泛用型輸入整合器之設計概念是希望能夠透過一個裝置來整合不同之市售滑鼠輸入訊號，透過該裝置使用者可調整及設定個別滑鼠的某些或全部功能，藉此來提供不同程度之身心障礙者完整之電腦操作能力（圖 3.7）。

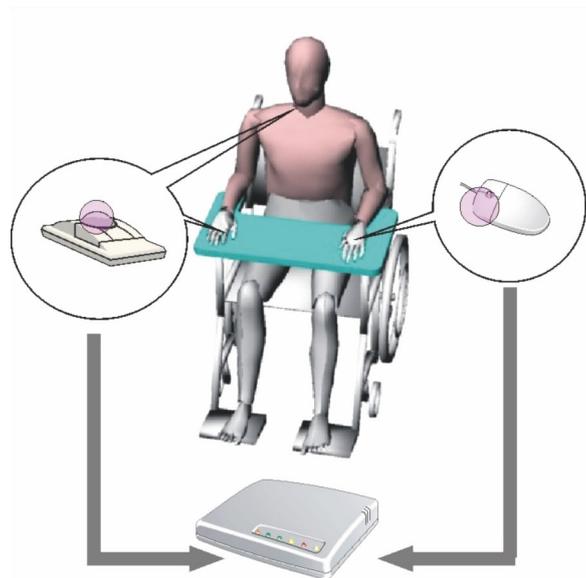


圖3.7 整合器介面設計概念

### A. 硬體實做

本子計畫中對於滑鼠輸入轉換整合介面之設計製作，採用市售裝置與個人電腦間最普遍之 PS/2 標準連接介面。整合器介面提供兩組 PS/2 之滑鼠輸入連接

埠，透過外部指撥開關的設定，可將不同來源之滑鼠輸入訊號進行轉換，並整合成爲單一之滑鼠控制訊號，以達成訊號整合與操作電腦之目的（圖 3.8）。

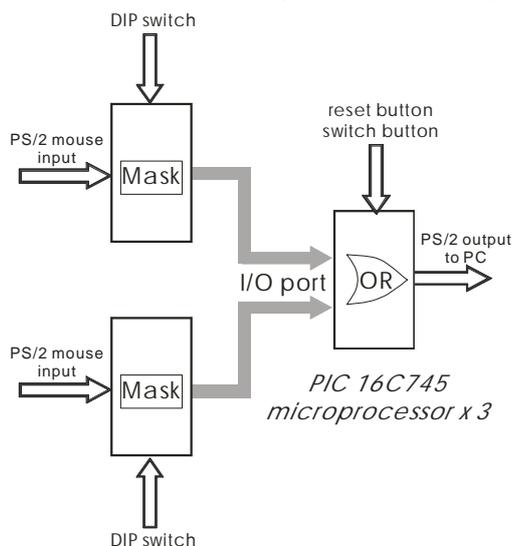


圖3.8 滑鼠輸入轉換整合之硬體架構

本計畫所開發之整合器使用三組獨立之單晶片微處理器。微處理器中兩組控制與前端輸入裝置之溝通，並分別依照其外部指撥開關之設定來轉換輸入訊號；第三組微處理器則擔負與前端兩組微處理器之溝通及訊號整合工作，同時亦負責將整合後之滑鼠控制訊號傳送至個人電腦。

外部設定用之指撥開關分別對應於兩組前端微處理器之 I/O 埠，使其能透過微處理器 I/O 提供功能設定（圖 3.9）。功能設定的目的在於提供彈性的滑鼠轉換功能，以便能針對不同使用者之操作需求提供較佳之控制性。目前本裝置所提供的設定功能包括 (1)輸入訊號之功能選擇（游標控制訊號、按鍵訊號之致能與禁能）(2)訊號轉換功能設定（例如轉換指定之按鍵爲左/中/右鍵、改變滑鼠控制方向）。

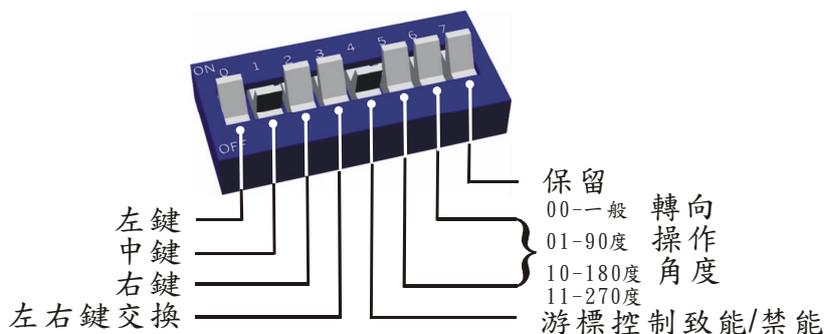


圖3.9 整合器8-digit指撥開關功能設定

以下列舉幾個實施案例來說明本裝置之實際用途：

實施例一 對於高位脊髓損傷、腦傷等頸部以下控制功能不佳之患者，可利用頸部（下顎）操作軌跡球，並以功能較差之其它部位控制另一滑鼠之按鍵（圖 3.10）。例如[頸椎 C5 以上之脊髓損傷者或雙手手掌/手臂截肢之障礙者，由於手臂控制功能嚴重喪失導致無法操作滑鼠。藉由本裝置之整合可使損傷者以下顎控制軌跡球來移動游標，而以另一具備粗動作能力之手臂/足部按壓另一滑鼠之按鍵來達成控制電腦指標之目的。

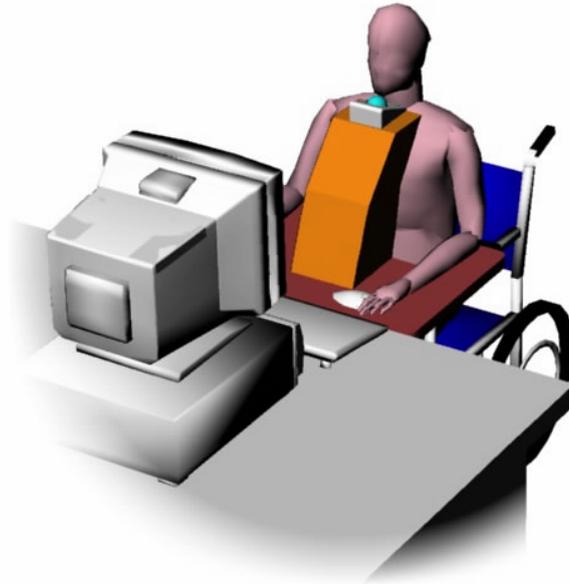


圖3.10 頸部與手部整合控制示意圖

實施例二 對於手部功能不佳無法操作一般滑鼠之障礙者，可以前臂之運動控制操作軌跡球，並以其它部位控制另一滑鼠之按鍵（圖 3.11）。例如頸椎 C7~C5 之脊髓損傷者，由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。藉由本裝置之整合可使損傷者以控制性較佳之一臂控制軌跡球來移動游標，而以另一臂按壓另一滑鼠之按鍵來達成電腦指標控制之目的。

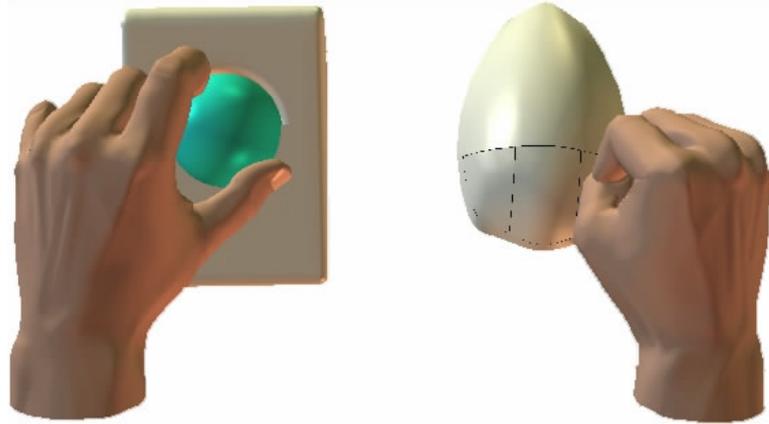


圖3.11 雙手整合控制示意圖

實施例三 對於手指功能不佳但手腕控制能力較佳之障礙者，可僅以單手控制滑鼠移動，並經本裝置設定將滑鼠轉向，使其能夠利用手腕內/外翻之方式進行按鍵控制（圖 3.12）。例如頸椎 C8 受傷或 C7 以上但不完全性損傷之脊髓損傷者，由於手指曲屈之功能喪失導致手部無法握持且手指無法按壓，因此無法以單手操作一般滑鼠。藉由本裝置之轉換可將滑鼠設定為轉向或反向操作，使損傷者可以利用手腕內、外翻之動作來替代其手指按壓功能以達成控制一般滑鼠的目的，但仍保有原來滑鼠移動與操作上之相容性。

實施例四 除了滿足個別身心障礙者之需求外，正常使用者亦可利用本裝置同時連接兩種以上之滑鼠，以滿足不同使用者的需求與特性（例如：年齡、體型、個人偏好、作業性質等功能）。



圖3.12 滑鼠轉向控制示意圖

完成後之測試原型內外部結構如圖 3.13、3.14 所示，本裝置已由勞委會勞工安全衛生研究所委託德律專利事務所提出新型專利申請。由於本整合器未使用任何特殊之感測元件與積體電路，因此極容易以委外製造的方式生產，估計所完成之整合器最高製造成本將不超過新台幣 400 元，並且製造成本上尚有壓縮的空間。

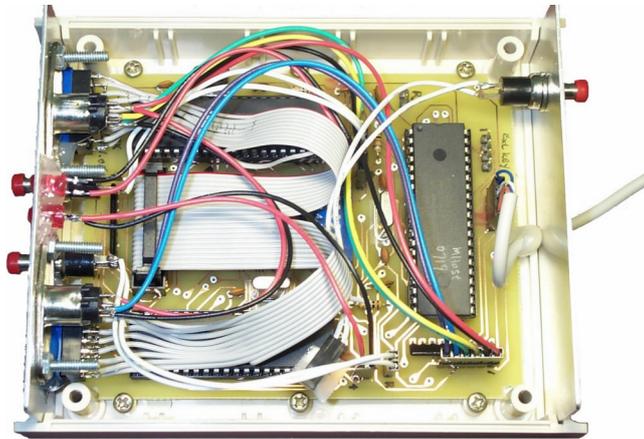


圖3.13 整合器原型內部電路

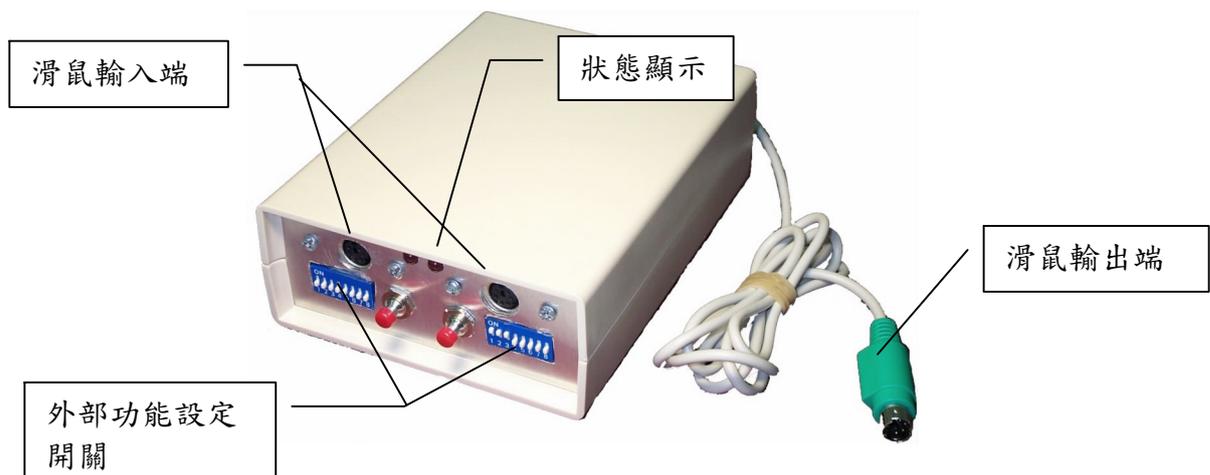


圖3.14 整合器原型外觀

完成之整合器已克服解決初期與筆記型電腦間不相容的問題。由於筆記型電腦對 PS/2 週邊裝置之偵測方式與桌上型電腦不同，因此後端微處理器控制程式需採用中斷方式來處理（附錄）。經改善控制程式後已大幅提昇本裝置對市售產品之相容性。

計畫執行最終為增加本裝置之實用性與附加價值，乃將測試原型之電路加以簡化，額外增加一組獨立之外部按鍵輸入，並試將外型設計與文書工具結合，以達到易於商品化之目的（圖 3.15）。若於該裝置底部加裝強力磁石，還可將其吸附於桌上型電腦主機之鐵殼上，以減少佔據桌上的工作空間。



圖3.15 新款整合器外觀與功能

## B. 硬體測試

本裝置之評估測試包括 1.硬體相容性測試 與 2.身心障礙者使用測試 兩部分。以下就各部分執行內容與結果加以說明。

### 硬體相容性測試

硬體相容性測試乃針對市售之 PS/2 滑鼠以及各廠牌主機板進行測試。滑鼠之測試廠牌型號及測試結果如表 3.1 所示，本整合裝置除了與計畫所設計之力感測試滑鼠相容之外，與大多數 MS mouse 相容之知名品牌產品皆能適用；但部分國產無品牌之低價滑鼠因採用精簡版之 IC 控制晶片，會因訊號傳遞時序問題造成游標控制的延遲現象；而另一款 Everton 所生產之碟鼠因需於作業系統中安裝特定之驅動程式，故無法與目前的整合器正常溝通，導致無法使用。

主機板之測試過程以 win98 作業系統為主，受測試之主機先前若未安裝使用 PS/2 滑鼠，則開機後系統必須能主動偵測到本整合器並自動安裝滑鼠驅

動程式，才算通過相容性測試。受測之廠牌型號及測試結果如表 3.2 所示，表中所列之款式全數通過相容性測試，顯示本裝置對於大多數市場上之主流機型應具有高度的相容性。

表3.1 PS/2滑鼠廠牌型號與相容性測試結果

滑鼠廠牌型號	游標控制	按鍵控制	不相容原因
A4 雙飛燕 	✓	✓	
Dexxa 軌跡球 	✓	✓	
羅技天貂 	✓	✓	
羅技旋貂 	✓	✓	
羅技銀貂 	✓	✓	
羅技木星軌跡球 	✓	✓	
羅技火星軌跡球 	✓	✓	
Funball 	✓	✓	
Everton 碟鼠 	✗	✗	使用整合器未內建特殊之溝通方式

自製承接座滑鼠		✓	✓	
自製點壓式滑鼠		✓	✓	
國產米你滑鼠（淇譽電子）		✓	✓	使用精簡 IC 之產品 會造成游標控制有 延遲現象
微軟光學鼠		✓	✓	

✓：相容 ×：不相容

表3.2 主機板廠牌型號與相容性測試結果

主機板廠牌型號	相容性	不相容原因
華碩 ASUS P2B-F	✓	無
華碩 ASUS T2P4	✓	無
華碩 ASUS P2B	✓	無
華碩 ASUS P2I97-S	✓	無
華碩 L8400 筆記型	✓	無
華碩 A1 系列筆記型	✓	無
國眾 Leo	✓	無
技嘉 GA-6WXM	✓	無
技嘉 GA-6BXC	✓	無
技嘉 GA-6VX7-4X	✓	無
技嘉 GA-5AX	✓	無
宏碁 Acer S81M, Veriton 7200	✓	無
宏碁 Acer Travel Mate 518 筆記型	✓	無
IBM Think Pad 筆記型	✓	無

✓：相容 ×：不相容

## 身心障礙者使用測試

以身心障礙者實際使用泛用型整合器操作滑鼠之測試，目的在瞭解市售滑鼠之整合性以及特殊障礙者之個別需求，因此過程有別於力感測滑鼠之測試方法。本測試過程中僅遴選無法使用一般市售滑鼠之身心障礙者接受測試，而排除以往接受身心障礙福利機構職業訓練之學員參與，主要原因在於進入職業訓練班之學員皆已具備操控一般滑鼠之能力，雖部分個案需調整滑鼠之操作方式以因應其手部功能之缺陷，但若使用整合器來調整該類學員目前所使用滑鼠之操作方式，必然能夠獲得較佳或與目前一樣之作業績效，是故毋需特別再對該族群進行測試。

本部分之測試自 10 月起於林口長庚醫院復健科學暨工程服務中心進行，遴選之受測者主要包括脊髓損傷與腦性麻痺兩大類，其中脊髓損傷者年齡大多 20 歲以上，而腦性麻痺患者則大多為四肢型但智力正常之學齡兒童，因僅僅考慮無法使用一般滑鼠之族群，故報告中所列之受測記錄已剔除可操作一般市售滑鼠之受測者。

評估測試主要之標準是以受測者能否以調整並整合市售之滑鼠，來達成控制游標「移動點選」及「拖曳施放」之動作；次要的標準則是受測者能否完成前期計畫中所設計評估軟體之「移動點選」及「拖曳施放」兩項測試。由於受測者個別差異極大，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測者主觀之評量與實驗者之經驗來提供多種組合方式，以期找出受測者較佳之控制方式。

然而受限於受測者之體力限制，每位受測者之最大評估時程被限制於一小時以內，超過一小時仍無法完成測試者則視為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測者進行溝通，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。但由於調整過程中評估程序仍持續進行，因此評估測試所獲得之測試時間將較實際最佳組合之操作時間長，所以本項測試所獲得之績效值可視為受測者操作績效之下標。

表 3.3 列出部分受測者之基本資料與評估結果，結果顯示部分無法使用一般市售滑鼠之身心障礙者，確實可透過整合器之協助來達成控制滑鼠的目標。

如同前期計畫所獲得之結論，脊髓損傷患者多能使用軌跡球搭配分離式按鍵開關來達成控制滑鼠之目標。使用本裝置來整合軌跡球與一般滑鼠時，可設定指撥開關將軌跡球上之按鍵禁能(disable)以避免誤動作，同時搭配另一適合之一般滑鼠，並將該滑鼠游標控制功能禁能，即可讓使用者同時以不同之部位分別來操作軌跡球與一般滑鼠。

受測之四肢型腦性麻痺患者因合併多重障礙，其控制協調能力一般較脊髓損傷患者為差，但部分患者透過整合器之協助不但能使其具備控制滑鼠的能力，還能順利完成所有的評估測試項目。

表3.3 受測者基本資料與評估結果

代號	性別(年齡 yr)	診斷	控制方式	控制能力		控制績效(% 正常)	
				點選	拖曳	點選	拖曳
A	男(19)	CP+SCI(C3,4) 聽障	左手-軌跡球 右手-分離按鍵	✓	✓	4%	2%
B	男(42)	頸椎空洞 SCI(1,2)	左手-小滑鼠 右手-軌跡球	✓	✓	13%	8%
C	男(26)	SCI(4,5)	頸部-軌跡球 左手-分離按鍵	✓	✓	25%	15%
D	男(6)	CP 四肢型 雙臂嚴重痙攣	NA	✗	✗	NA	NA
E	男(7)	CP 四肢型 右臂嚴重痙攣	左手-軌跡球 右手-分離按鍵	✓	✗	4%	NA
F	女(8)	CP 四肢型	雙手-軌跡球	✓	✓	13%	6%

SCI：脊髓損傷；CP：腦性麻痺



圖3.14 受測者A嘗試不同組合之測試情形



圖3.15 受測者B嘗試不同組合之測試情形



圖3.15 受測者C之測試情形



圖 3.16 受測者 D 之測試情形



圖3.17 受測者E嘗試不同組合之測試情形



圖3.18 受測者F之測試情形

## 第四章 討論

本子計畫延續前期力感測滑鼠之改善工作，同時進行滑鼠輸入整合器之開發，以下茲就各細項工作所獲得之結果加以探討。

### 第一節 力感測滑鼠

由前期計畫中測試所得到之經驗，吾人推估當個人操作滑鼠之績效可達正常人最佳績效之 30% 以上時，即在滑鼠操作上具有基本的工作能力。而績效低於 30% 之身心障礙者，多數為手部功能不佳而無法順利操作一般市售滑鼠者。

本次整合測試之對象大多在滑鼠操作績效上，具有正常人最佳績效之 40~70% 以上，平時即可操作使用一般市售滑鼠，因此不難理解其主觀評估會產生兩極化的情形。當新款滑鼠得以減輕個人在電腦操作上之作業壓力時，一般多給予正面的評價；然而根據先前正常受測者測試所得到的經驗，力感測式滑鼠與軌跡球之最佳作業績效約只有一般市售滑鼠之 60%，因此對於手部功能較佳且可操作一般滑鼠之身心障礙者而言，力感測滑鼠多半無法實質地提升其現有之作業績效，因此獲得負面之評價亦可理解。

雖然力感測滑鼠無法全面性地提升身心障礙者之作業績效，但對手部功能嚴重損傷或完全喪失者，仍具有其正面的輔助功能。力感測滑鼠提供以身體其它部位操作滑鼠之可能性，因此對於無法使用一般市售滑鼠之身心障礙者，可協助其操作滑鼠之績效達到正常人最佳績效 30% 之門檻，有助於協助其達成電腦就業之目標。

本子計畫之執行，已改善原有力感測滑鼠製造成本過高與相容性的缺點。改良部分首先考慮的是將感測核心元件更換，並配合控制電路之重新設計，以降低主要原料之成本。至於未來進行機械化生產時，可以採用精簡型控制晶片來進一步地降低外殼製造上的成本，以達到商品化的目標。

雖然大多受測者對點壓式滑鼠之評價多持正面（包括未實質接受操作績效評估者），但仍有極多意見表示應加大施壓點之面積。由於點壓式滑鼠所採用之 SurfStik 元件為 SMT 包裝之 IC，外型上方突出一塑膠微型桿可供施力，其結構上可承受之力量較原始機械結構之設計為低，若放大壓力點構造時，可能導致受力過大而崩壞，同時亦會造成滑鼠敏感度過高，因此有待進一步的實驗來決定最佳之設計參數。

承接座式滑鼠的測試結果，有多位受測者表示該裝置過於靈敏導致控制性不佳。經過調整，已降低該批設計之敏感度，在折衷之敏感度被確定之後，未來使用者仍可調整電腦中滑鼠靈敏度之設定，以達到個人最佳化的目的。

初期測試中有多位測試者反應應具有雙鍵式之分離開關，業已製作完成並提供評估測試。

## 第二節 泛用型滑鼠輸入整合器

滑鼠輸入整合器之開發是爲了改善身心障礙者在滑鼠操作上的大部分困難。由先期的研究結果發現，對於大多數可操作一般滑鼠之障礙者而言，力感測滑鼠並無法實質提供其績效上的改善，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之滑鼠操作能力，也可僅以市售之軌跡球搭配分離式按鍵開關來達到目的，而毋需真正的使用到力感測式滑鼠。因此，反倒是提供多輸入裝置之整合介面，可讓使用者在無專業工程人員協助下，亦能提升其現行使用輸入裝置之相容性（例如滑鼠轉向操作）與功能性（例如增加分離式按鍵開關、重新定義按鍵），在現實上更具有彈性及可行性；並且，使用這種裝置亦可將未來使用者在維護及服務上可能遭致的困擾減到最低。

雖然本次評估測試所遴選之受測者操作績效低於正常人最佳績效 30% 之門檻，但已證實本裝置確能提供無法控制一般滑鼠之操作者，除了使用特殊裝置外之另一途徑。對於前期計畫評估過之手部功能性較佳之身心障礙者，本裝置亦提供許多滑鼠之替代與調整方案，勢必能加強提昇其作業能力。

本裝置將可提供專業社工及輔導人員及身心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之專責人員，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。然而研究中發現，除了脊髓損傷者因肢體控制性有較明確的群組性，可以具體的提出使用整合器時對於外接滑鼠的組合與設定方式之外，由於腦性麻痺患者個案間之變異性過大，不易獲得簡易的歸類辦法，直至本報告完成之際尚無法採集足量之樣本來提供歸類，實有賴後續研究繼續完成。

當身心障礙者使用本整合器時，可能必須因應滑鼠工作方式來對電腦工作環境進行調整，例如以腕、肘、甚至下顎操作的情形，有必要進一步地考慮到各操作部位之支撐，以避免長期工作所導致之傷害。未來如何使這類族群得以獲得良好之工作方式，實有待政府相關機構及相關之輔具中心與社會福利組織長期提供

此類之輔導服務與諮商評量。

本子計畫開發設計整合器之工作是以實現硬體功能為首要目標，但由於整合器未含有高單價之感測元件，因此其造價將不至高於力感測式滑鼠，又由於此裝置可使用及應用之人數遠超過可能使用力感測滑鼠之人數，故預期未來生產成本將低於力感測式滑鼠。

本裝置之構想雖然簡單，但至今尚未發現國內外有類似之產品，應具有專利價值。現今電子廠商所提供之 PS/2 整合性 IC 與介面，多用於手提式電腦之滑鼠輸入，該 IC 雖具有整合器之整合功能，但並非是專為了輔具及本計畫目標所設計，因此無法根據個別使用者的需求進行輸入裝置設定與調整，在同時輸入下亦無法避免誤動作及干擾的發生。所以目前看來，本子計畫開發之滑鼠輸入整合器是唯一能具有上述多功能之硬體裝置。

## 第五章 結論

綜合以上討論結果，將本計畫所獲得的結論列舉如下：

1. 力感測滑鼠提供以身體其它部位操作滑鼠之可能性，因此對於無法使用一般市售滑鼠之身心障礙者，可協助其達到操作滑鼠之目標。
2. 本子計畫開發設計整合器確能提供無法控制一般滑鼠之操作者，除了使用特殊裝置外之另一途徑。

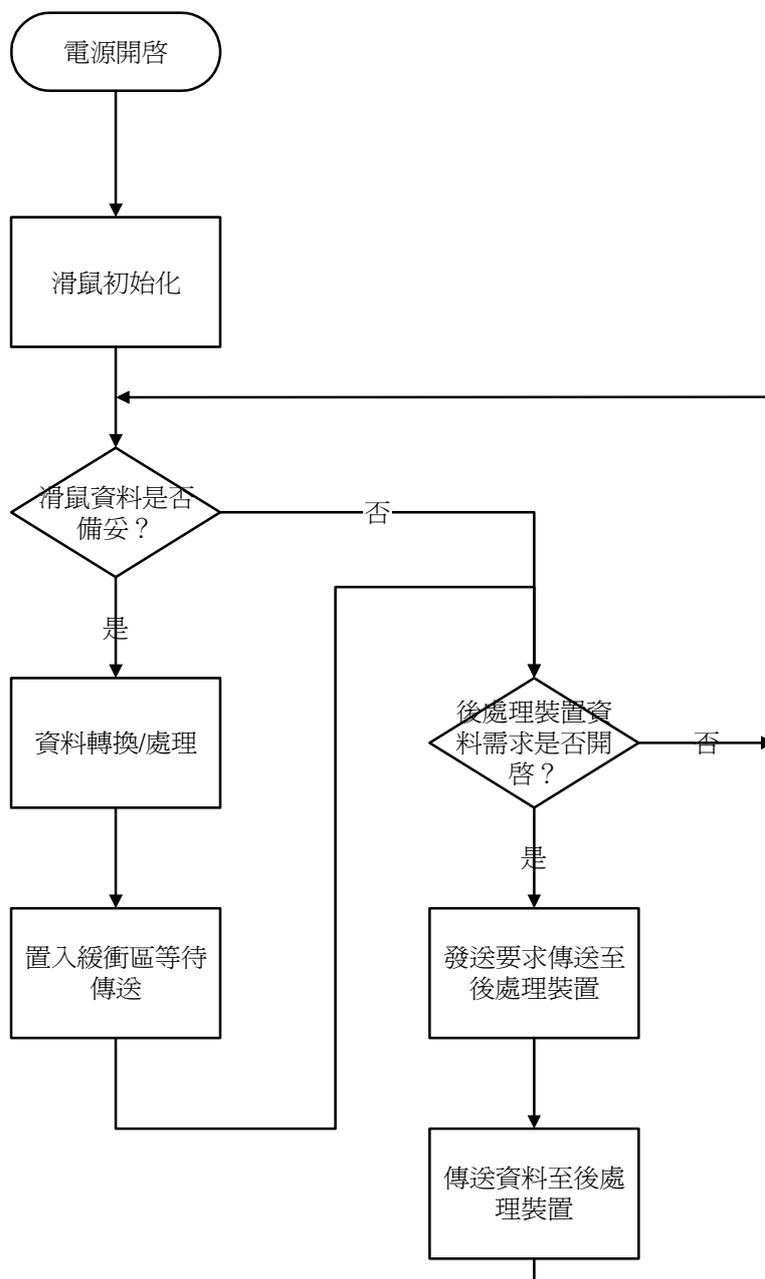
## 參考文獻

- [1] Rehabilitation R&D progress reports, 1980~1997, Department of Veterans Affairs, 103 South Gay Street, Baltimore, MD.
- [2] Chung, K.C., Rehabilitation engineering/ Assistive technology, *Chinese J of Medical and Biological Engineering*, v18, n3, 1998.
- [3] Allen, B., Integrated approach to smart house technology for people with disabilities, *Medical Engineering & Physics*, v18, n3, p203-206, 1996.
- [4] Regalbuto, Michael A.; Krouskop, Thomas A.; Cheatham, John B., Toward a practical mobile robotic aid system for people with severe physical disabilities, *Journal of Rehabilitation Research & Development*, v29, n1, p19-26, 1992.
- [5] Grodzinsky, Frances S., Computer access for students with disabilities: An Adaptive Technology Laboratory, *SIGCSE Bulletin (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Computer Science Education)* SN 0097-8418, CN SIGSD3 ,IG 0482502, 1997.
- [6] Fujisawa, S.; Ohkubo, K.; Nishi, T.; Yoshida, T.; Shidama, Y.; Yamaura, H., Fundamental research on human interface devices for physically handicapped persons, *Proceedings of the 1997 23rd Annual International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation*, Part 3 (of 4), v3, 1997.
- [7] Shein, G. Fraser; Treviranus, Jutta; Brownlow, Nicholas D.; Milner, Morris; Parnes, Penny, Overview of human-computer interaction techniques for people with physical disabilities, *International Journal of Industrial Ergonomics*, v9, n2, p171-181, 1992.
- [8] Gottschalk, Mark, Optical pointer helps disabled use computers, *Design News*, v48, n20, p93-94, 1993.
- [9] Heuvelmans AMF; Melotte HEM; Neve JJ, A typewriting system operated by head movements, based on home-computer equipment. *Applied Ergonomics*. v21, n2, p115-120, 1990.
- [10] Chang, C.P., Chen, Y.L., 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, 2000.
- [11] Park, Kyung S., Lee, Kyung T., Eye-controlled human/computer interface using the line-of-sight and the intentional blink, *Computers & Industrial Engineering*, n3, v30, 1996.

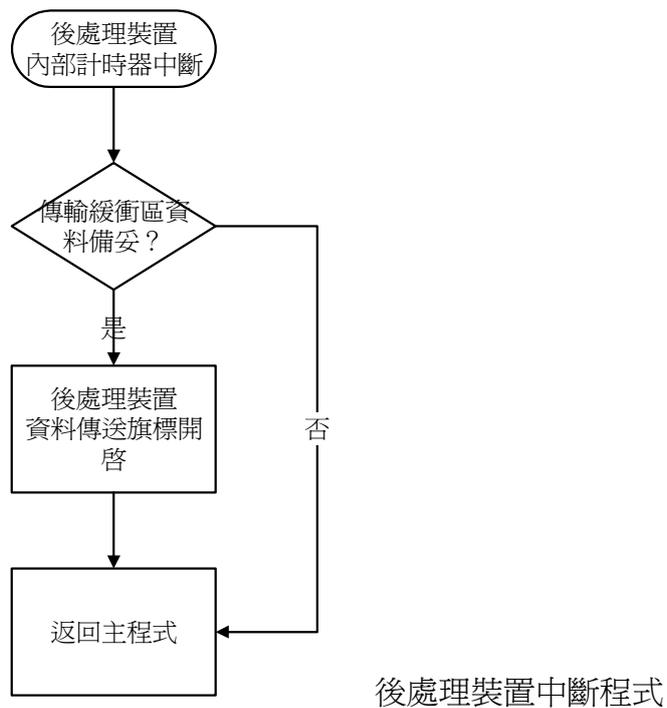
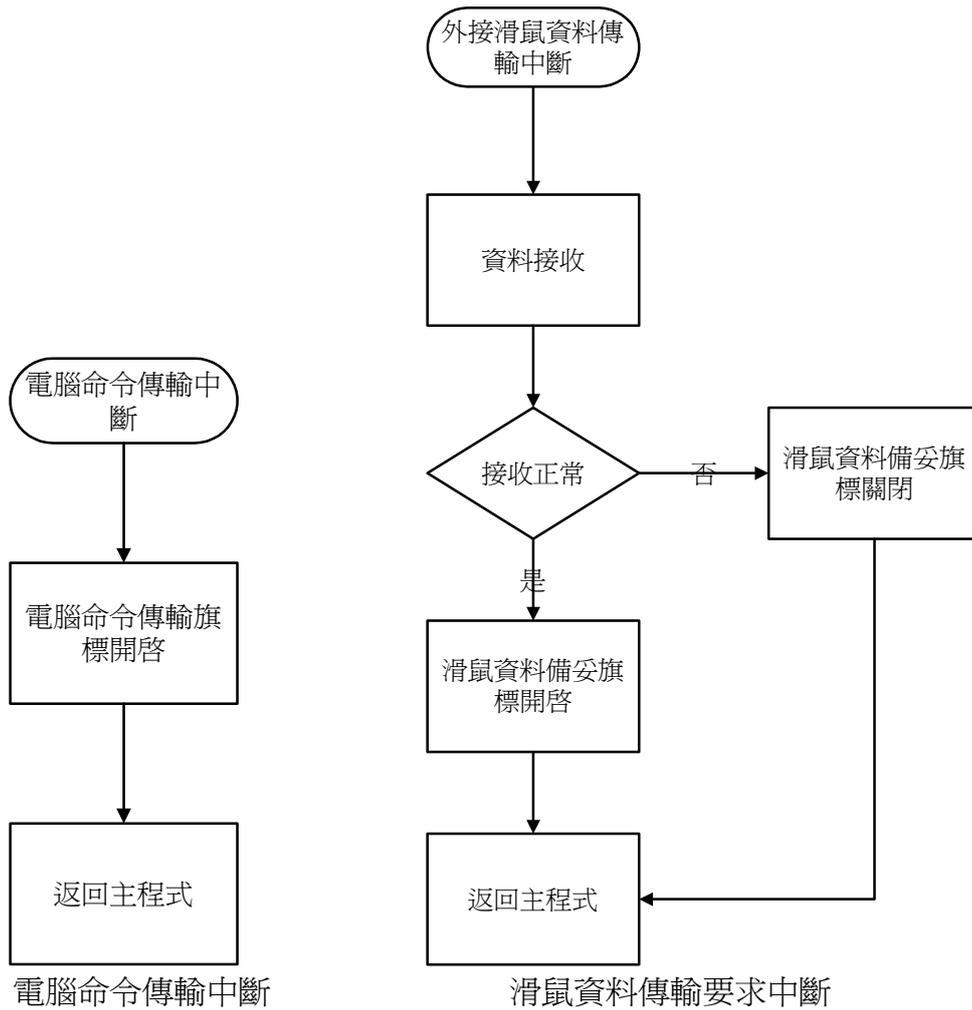
- [12] 詹永舟，瞳位追蹤應用於眼控系統及眼球動態量測儀器之製作與分析，逢甲大學，自動控制工程研究所碩士論文。
- [13] 呂立文，智慧型瞳位追蹤器，逢甲大學，自動控制工程研究所碩士論文。
- [14] Gerpheide, George., Touchpad pointing device, *Scientific American*, v279, no1, p118, 1998.
- [15] Berardinis, Lawrence A., Magnetic sensors for light-touch operators, *Machine Design*, v68, p38, 1996.
- [16] Perdue Casali, Sherry; Chase, Joseph D., Computer-based system access by persons with disabilities: differences in the effects of interface design on novice and experienced performance, *International Journal of Industrial Ergonomics*, v15, n4, p237-245, 1995.
- [17] Lin, Mei Li; Radwin, Robert G.; Vanderheiden, Gregg C., Gain effects on performance using a head-controlled computer input device, *Ergonomics*, v35, n2, p159-175, 1992.
- [18] Barrelle, Kate, Laverty, William, Henderson, Ron, User verification through pointing characteristics: an exploration examination, *International Journal of Human-Computer Studies*, v45, p47-57, 1996.
- [19] Walker, Neff, Meyer, David E., Smelcer, John B., Spatial and temporal characteristics of rapid cursor-positioning movements with electromechanical mice in human-computer interaction, *Human Factors*, v35, p431-58, 1993.
- [20] 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：子計畫四-身心障礙者適用之電腦滑鼠介面實作，IOSH89-H127.

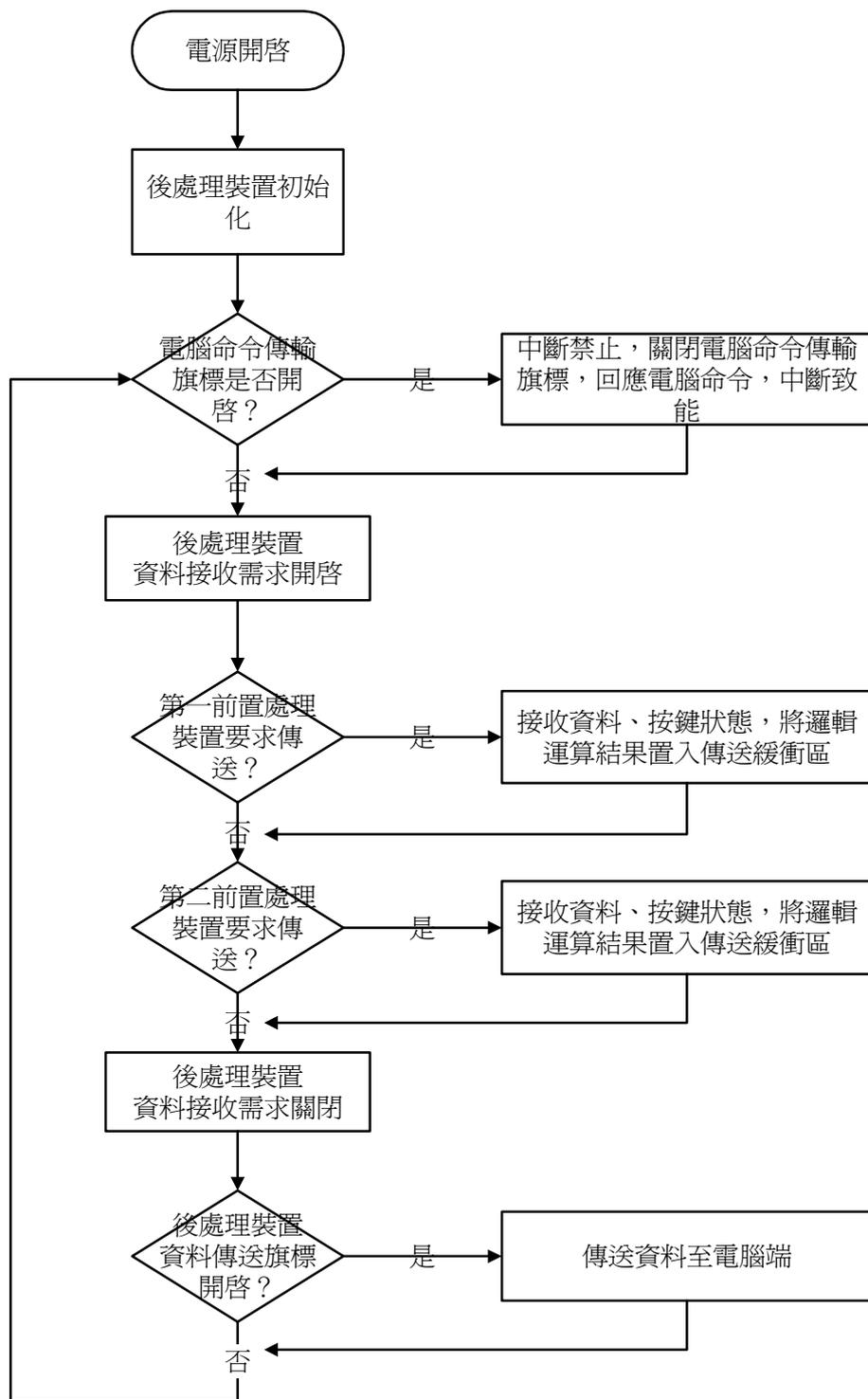
## 附錄一 泛用型整合器應用電路圖

## 附錄二 泛用型整合器微處理器控制流程



前處理裝置處理流程





後處理裝置處理流程