

# 第十四屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號：SA14-016

作品名稱：鼠數

姓名：孫瑜鎂

關鍵字：滑鼠、測距輪

## 摘 要

滑鼠的問世是電腦史上的一個重大發展，它可以對當前螢幕上的游標進行定位與確認執行。不論最早期的機械式滑鼠，或是目前最普遍使用的光學滑鼠，到現今最新開發出的雷射滑鼠等等，其所必需的最終關鍵設計，還是使用編解碼的技術，來判斷滑鼠的移動方向，以及使用按鍵，對游標所經過位置的螢幕元素進行操作。本作品「鼠數」的創意設計構想是利用滑鼠的操作功能中，用來判斷使用者將螢幕畫面向下一頁，或向上一頁滾動的編碼機構與技術，應用圓周運動相對於距離移動的概念，再將滑鼠滾輪的圓周長乘以滑鼠滾輪轉動圈數，即可得知所測量的距離。**另一創新策略是跳脫出摩擦輪的設計框架，改以利用滑鼠偵測使用者移動滑鼠方向的光學鏡頭 IC，來偵測滾輪滾動的距離。**由於滑鼠的使用壽命到達時，將螢幕畫面向下一頁，或向上一頁滾動的操作功能與光學鏡頭 IC 都還正常，因此可以使用一般的故障滑鼠即可設計出測距輪，如此應用亦可達到廢棄物再利用之目的。

# 目 錄

作品名稱	1
摘要	2
目錄	3
壹、研究動機	4
貳、研究目的	5
參、研究設備及器材	6
肆、研究過程或方法	7
伍、研究結果	17
陸、討論	18
柒、結論	19
捌、參考資料	19
<b>玖、附錄(決賽評審建議改善內容)</b>	<b>20</b>

## 壹、研究動機

根據英國「每日鏡報」報導，一隻正常的滑鼠，每個星期平均會被點擊 2570 次；使用壽命內可以被點擊超過 37 萬次以上，在一般辦公室用的滑鼠，平均壽命大約 33 個月，並且可以滑(滾)出 680 公里以上的距離。但是，由於滑鼠的普及與便宜，使用者通常在滑鼠的使用上出現不順手時，就以為滑鼠使用壽命到了，進而更換滑鼠。然而一般滑鼠的故障現象大都為滑鼠按鍵時好時壞、找不到滑鼠、靈敏度變差、滑鼠定位不準或無故發生游標飄移現象。然而這些滑鼠故障現象大都是因為滑鼠連接線斷線、按鍵接觸不良、光學系統積污垢等等，實際上電子零件損壞而壽終正寢的情況並不多見。因此利用廢棄的滑鼠，用來判斷使用者將螢幕畫面向下一頁，或向上一頁滾動的編碼機構與技術，**與偵測使用者移動滑鼠方向的光學鏡頭 IC**，加以修改應用於距離的測定便被構思出來。本作品不僅可達到廢棄物再利用之目的，更可以變成日常生活中不可或缺的好工具。

## 貳、研究目的

滑鼠的問世，是電腦史上的一個重大發展，一般人使用滑鼠的機率與頻率比使用鍵盤還高，由於滑鼠的普及與便宜，一般大眾對於滑鼠的使用總是少那麼一點耐心，使用者通常在滑鼠的使用上出現不順手時，就以為滑鼠使用壽命到了，進而更換滑鼠。事實上要製造出現今我們常用的滑鼠，它所需要的相關專業知識與技術是非常多且複雜的，例如：光學、編碼、解碼、機構、通訊協定、無線傳輸等等。有志於理工發展的莘莘學子，是可以從滑鼠身上學到非常多的專業知識與技術，甚至可以利用此方面的專業知識與技術，延伸開發出更多的創意與創作。本作品的研究目的是利用廢棄的滑鼠，將滑鼠用來判斷使用者將螢幕畫面向下一頁，或向上一頁滾動的編碼機構與技術，**以及偵測使用者移動滑鼠方向的光學鏡頭 IC**，所延伸開發出低成本、操作容易的「測距輪」，不僅可達到廢棄物再利用之目的，更可以變成日常生活中不可或缺的好工具。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究設備

「鼠數」研究設備		
設備名稱	作用 / 功能	備註
個人電腦	資料蒐集、電腦繪圖、電腦監測模擬、報告撰寫	
示波器	系統波形量測	外校教師支援
電源供應器	提供系統開發過程中的電源	
訊號產生器	提供系統開發過程中的訊號模擬	外校教師支援
三用電表	元件判斷、訊號量測	

### 二、研究器材

「鼠數」研究器材		
器材名稱	作用 / 功能	備註
基本手工具	切割、剪裁、固定	起子、刀片等
手電鑽	鑽孔、磨光	
焊槍	電路焊接	
充電電池	電力儲存	
數位 IC(單晶片)	計次電路	
基本電子零件	顯示、保護等	LED、電阻等
故障滑鼠	滾動旋轉編碼	
滾輪	帶動滑鼠滾動	
伸縮桿	連接滾輪、調整測距輪長短，方便手持	

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究流程

本作品研究經過大量的資料蒐集以及學生與老師多次討論後，從擬定研究方向與計劃到撰寫研究報告之實施步驟分為十項，其流程如圖 4-1 所示。

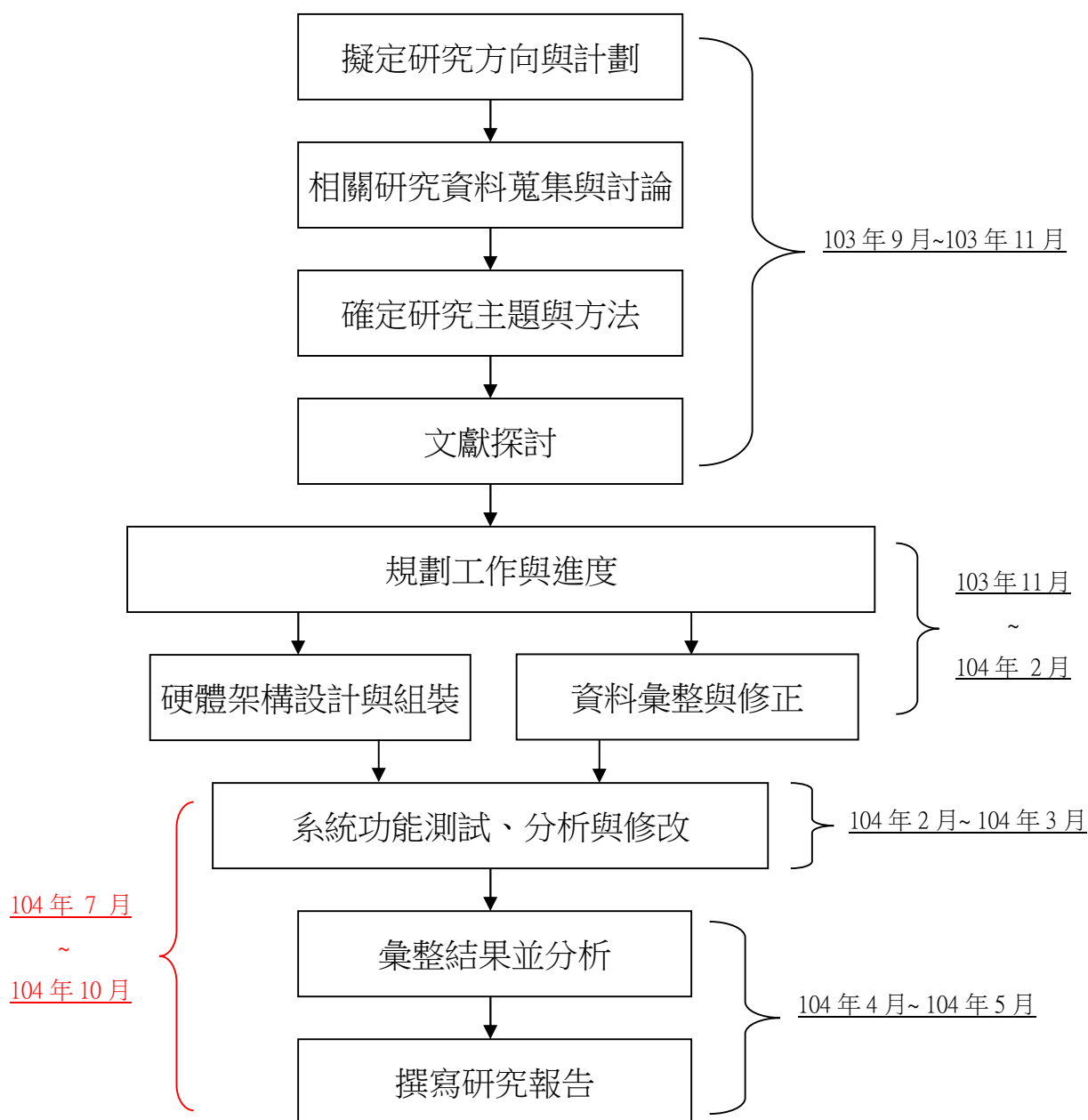


圖 4-1、研究進度與流程

## 二、研究方法

### (一)、文獻探討

#### 1、 滑鼠

電腦滑鼠是 1963 年美國人道格拉斯·恩格爾巴特 (Douglas Engelbart) 博士所發明。這個原型滑鼠是一個傳輸類比信號的設備，依靠底部兩個金屬輪帶動變阻器，由阻值改變產生位移信號。其設計理念與現今的滑鼠一樣，都是藉由移動滑鼠來帶動螢幕上的游標，1967 年恩格爾巴特博士把它申請專利，並命名為「顯示系統 X-Y 位置指示器」。當時，這個原型裝置拖著一條長長的連線，如同老鼠的尾巴，因此被稱為「mouse」，恩格爾巴特博士也因此被稱為「滑鼠之父」。

滑鼠發展里程的主要年代，如下頁圖 4-2 所示：

- 1968 年，滑鼠的原型誕生於美國史丹福大學。它的發明者是美國道格拉斯·恩格爾巴特博士。這隻滑鼠的設計目的，是為了用滑鼠來代替鍵盤那繁瑣的指令，從而使計算機的操作更加簡便。滑鼠的外形是一隻小木頭盒子，其工作原理是由它底部的小球帶動樞軸轉動，繼而帶動變阻器改變阻值來產生位移信號，並將信號傳至主機。
- 1980 年初，出現了第一代的光學滑鼠，光學滑鼠具有比機械滑鼠更高的精確度。但是它必須工作在特殊的印有細微格柵的光學滑鼠墊上。但滑鼠過高的成本限制了其使用範圍。
- 1981 年，第一隻商業化滑鼠誕生。(最早於 Mac 廣泛應用)
- 1983 年，羅技發明了第一隻光學機械式滑鼠，也就是我們今天所說的機械滑鼠。這種滑鼠結構成為了事實上的行業標準。
- 1999 年，安捷倫公司(Agilent, 後改組為安華高, Avago)發布了 IntelliEye 光學引擎，繼而市場上出現了不需要專用滑鼠墊的光學滑鼠，光學滑鼠的普及由此開始。
- 2003 年，羅技與微軟分別推出以藍芽為通訊協定的藍芽滑鼠。
- 2005 年，羅技與安華高合作推出第一款雷射滑鼠(無線, 可充電, Logitech MX1000)。
- 2006 年，第一隻克服玻璃障礙的有線雷射滑鼠問世(DEXIN, ML45)。
- 2006 年，藍牙雷射滑鼠問世(Acrox)。
- 2008 年，微軟推出採用 Blue Track 技術的藍光滑鼠，幾乎兼容所有硬體相容介面。



- 2009年，羅技推出 DarkField 雷射追蹤技術。此技術基本上仍是採用雷射辨識，結合運用在實驗室的「暗視野(Darkfield)」顯微鏡技術，讓滑鼠也能看到透明材質中的小瑕疵、灰塵、微粒等微小物質，並藉此提供辨識定位資訊。(Logitech M905、M950)。
- 2009年，蘋果公司推出新滑鼠 Magic Mouse(魔術滑鼠)，採用承襲自 iPhone、iPod Touch、MacBook 的多點觸控技術，把所有滑鼠按鍵、滾輪都拿掉，只以一整片多點觸控板，就能提供等同一般滑鼠的左、右鍵，以及 360 度滾輪功能，並能以兩指操作更多手勢功能。

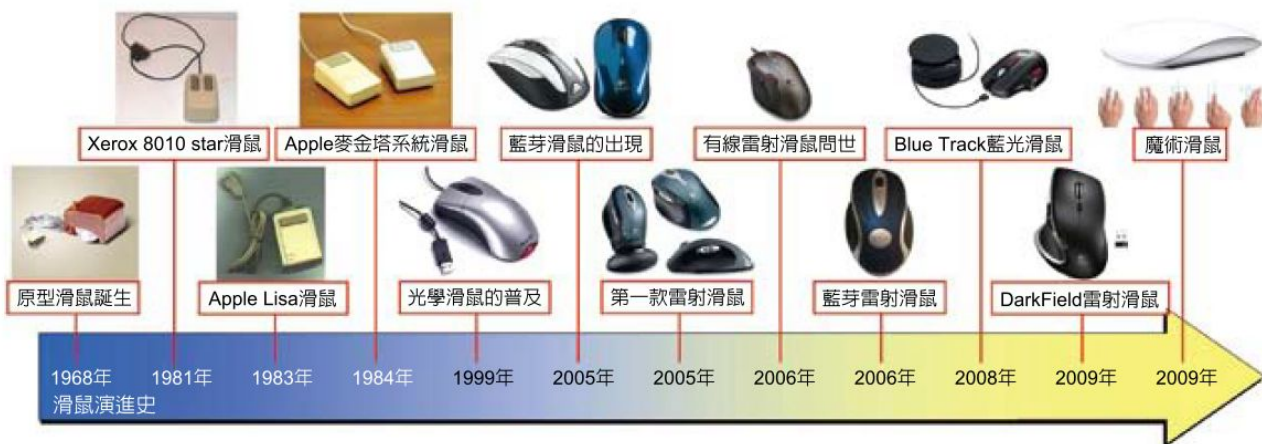


圖 4-2、滑鼠發展里程的主要年代圖示

(圖片資料來源：掌上明珠-滑鼠。陳智信、楊智惠、黃耿祥。科學發展 2011 年 4 月。460 期。)

一般的光學機械滑鼠內部的主要結構有：(1)移動滑鼠帶動滾球。(2)X方向和Y方轉桿傳遞滑鼠移動。(3)旋轉編碼器的光學刻度盤。(4)電晶體發射紅外線可穿過刻度盤的小孔。(5)光學感測器接收紅外線並轉換為平面移動速度。如圖4-3所示，其工作原理是利用滾輪的移動來轉動X軸及Y軸上的光柵欄轉盤，電晶體發射的紅外線穿過這些小孔再讓光學感應器接受到時，就可以計算出鼠標應該移動的距離及速度。

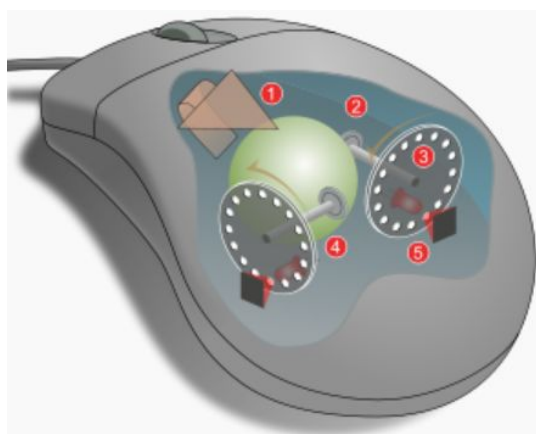


圖 4-3、光學機械滑鼠內部的主要結構 (圖片來源：維基百科。<http://zh.wikipedia.org>)

另一形式的光學滑鼠被稱為光電滑鼠，光電滑鼠與光學機械式滑鼠最大的不同之處在於其定位模式不同。光電滑鼠的工作原理是：在光電滑鼠內部有一個發光二極體，通過該發光二極體發出的光線，照亮光電滑鼠底部表面。然後將光電滑鼠底部表面反射回的一部分光線，經過一組光學透鏡，傳輸到一個光感應器件內成像。這樣，當光電滑鼠移動時，其移動軌跡便會被記錄為一組高速拍攝的連貫圖像。最後利用光電滑鼠內部的一塊專用圖像分析微處理器，對移動軌跡上攝取的一系列圖像進行分析處理，通過對這些圖像上特徵點位置的變化進行分析，來判斷滑鼠的移動方向和移動距離，進而完成游標的定位。圖4-4所示為光電滑鼠內部結構與成相示意圖。圖4-5所示為光學感測器連續拍攝的兩幅影像，因為影像是往左下方向移動，所以可以判斷得知滑鼠是往右上方向移動。

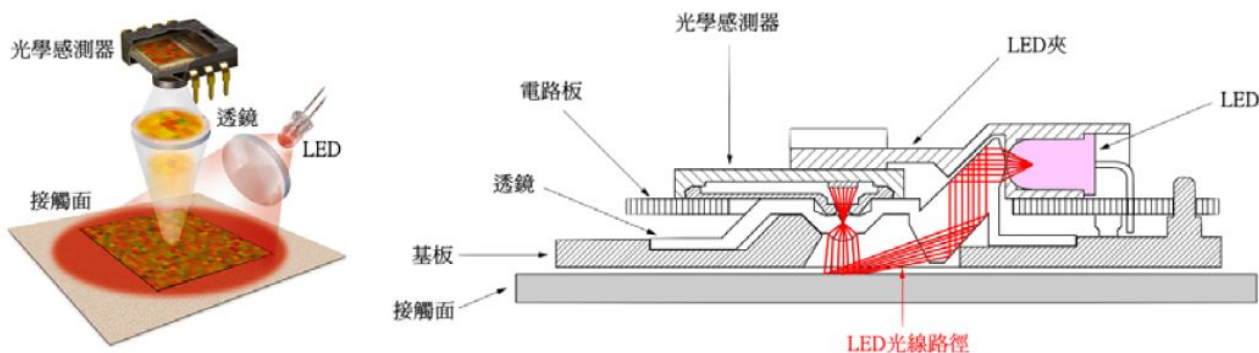


圖4-4、光電滑鼠內部結構與成相示意圖

(圖片資料來源：太平洋電腦網。 <http://www.wuyazi.com>)

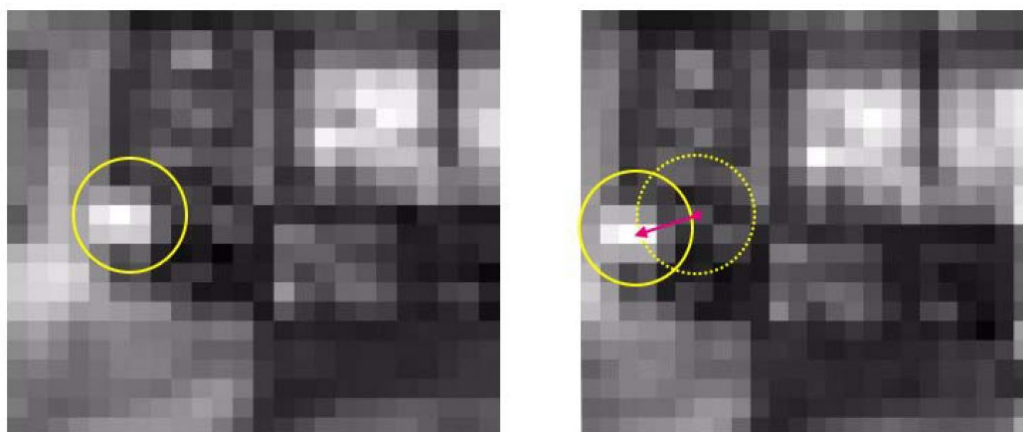


圖 4-5、光電滑鼠連續拍攝往右上方向移動的影像差異

(圖片資料來源：太平洋電腦網。 <http://www.wuyazi.com>)

## 2、滑鼠滾輪與旋轉編碼器

一般市售大部分的光學滾輪滑鼠的滾輪，所採用的是機械編碼式滾輪結構，它的工作原理是靠連接在電路板上的編碼器，在滾動過程中帶動編碼器的編碼盤，產生的脈衝信號，進而感知滾輪滾動的方向與滾動量的多寡，進行相對應的控制電腦的動作，這樣的設計使得滾輪結構不僅簡單而且方便製造，但是機械編碼器的缺點就是長時間的使用，編碼盤會產生磨損，影響滾輪滾動的精確度。圖 4-6(a)(b)所示為滑鼠滾輪與編碼器的連接架構。



圖 4-6(a)、滑鼠滾輪機械式編碼器連接架構圖

圖 4-6(b)、滑鼠滾輪光學式編碼器連接架構圖

旋轉編碼器也稱為軸編碼器，它是將旋轉位置或旋轉量轉換成數位訊號的機電裝置。一般裝設在旋轉物體中垂直旋轉軸的一面。旋轉編碼器用在許多需要精確旋轉位置及速度的場合，如工業控制、機器人、滑鼠及軌跡球等。旋轉編碼器可分為絕對型及增量型兩種。增量型編碼器也稱作相對型編碼器，利用檢測脈衝的方式來計算轉速及位置，一般會由其他裝置或電路進一步轉換為速度、距離、每分鐘轉速或位置的資訊。增量型編碼器有二個輸出訊號點，分別稱為 A 和 B，二個輸出訊號是正交輸出。增量型編碼器的單圈脈衝數為其旋轉一圈時會輸出的方波數，但其訊號的先後順序不同、順時針旋轉與逆時針旋轉亦不同。增量型編碼器的輸出訊號如下頁圖 4-7(a)(b)所示。增量型編碼器分為機械式與光學式二種，機械式的編碼器會產生「彈跳現象」，需外加電路處理。一般機械式編碼器只適用在低轉速的設計，光學式的編碼器則用在高速或是需要高精準度的場合。目前市售大部分的光學滾輪滑鼠所採用的就是旋轉增量型機械式編碼器。如下頁圖 4-8 所示。本作品即以此類型之故障滑鼠，利用偵測旋轉機械式增量型編碼器的訊號，加以計算並顯示其數量，成為實用的測距輪。

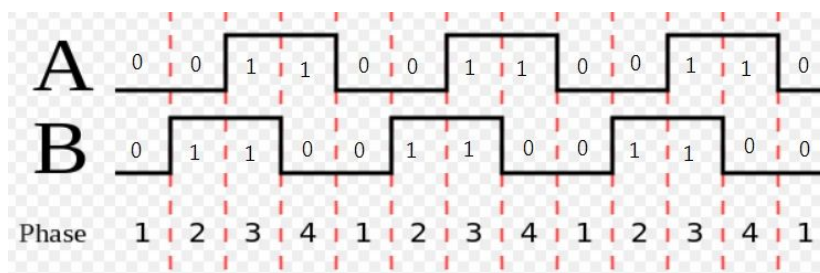


圖 4-7(a)、順時針旋轉增量型編碼器的輸出訊號

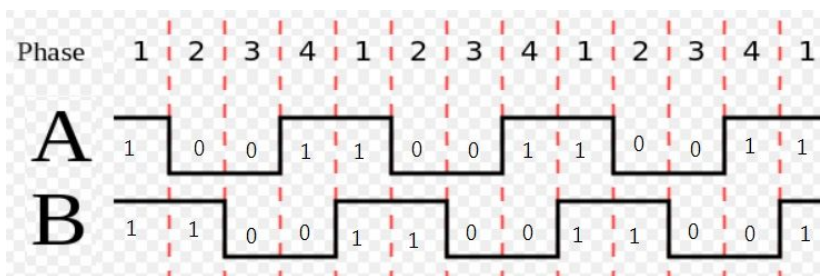
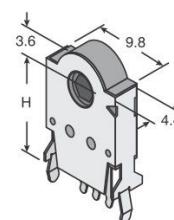


圖 4-7(b)、逆時針旋轉增量型編碼器的輸出訊號

### ALPS EC10E 系列：10MM 空心軸編碼器

- 額定值：0.5mA @ 5 VDC
- 操作壽命：100,000 次迴圈
- 增加型
- 應用包括電腦輸入設備（例如滑鼠）、音頻視頻設備和通信設備的控制器



貿澤 庫存編號	Alps 料號	圖	尺寸 “H”	制動器扭矩	電阻	制動器 數量
<b>688-EC10E1220505</b>	EC10E1220505	A	7mm	5+/-3mN•m	12	24
<b>688-EC10E1220501</b>	EC10E1220501	A	9mm	5+/-3mN•m	12	24

圖 4-8、旋轉增量型機械式編碼器規格與實際外觀圖

(圖片資料來源：貿澤電子。[http://www.mouser.com/catalog/Traditional\\_Chinese/638/868.pdf](http://www.mouser.com/catalog/Traditional_Chinese/638/868.pdf))

### 3、距離測量原理

距離量測的主要目的為決定兩點間之斜距或平面距離，依儀器之不同可分為：

- (1)直接距離測量：利用如捲尺、測距輪等工具直接量距，使用快速方便但測得的距離不長。
- (2)間接距離測量：利用經緯儀配合幾何光學之視角進行距離測量作業，亦稱光學距離測量。
- (3)電子設備測距：可歸入直接距離測量，為現今最常用速度快且精度高，例如電子測距儀、雷射測距儀、全站儀。(又稱為全能測量儀，係整合電子經緯儀、電子測距儀、電子計算機及電子記錄器成一體的儀器)

圖4-9(a)(b)(c)(d)所示分別為測距輪、光學經緯儀、雷射測距儀、全測站儀的實際外觀圖。其中測距輪的使用方法，是由測量者沿測量線推動測距輪前進，藉由測距輪之計數器計算測距輪測量過程中所轉動的圈數，再將測距輪的圓周長乘以測距輪轉動圈數，即可得知所測量的距離，並顯示於顯示螢幕上。



圖4-9(a)、測距輪



圖4-9(b)、光學經緯儀



圖4-9(c)、雷射測距儀



圖4-9(d)、全測站儀

#### 4、摩擦輪傳動原理

凡藉由摩擦力將一輪之迴轉運動直接傳遞給他輪，使他輪也同樣發生迴轉運動者，此種傳動機件稱為摩擦輪，如圖 4-10 所示為木製摩擦輪的裝置圖。摩擦輪之所以能夠傳動，依賴於兩輪接觸處所產生之摩擦力，此為摩擦輪傳動原理。由於摩擦輪間屬於線接觸，難免會有滑動產生，所以傳動的功率不能過大，凡負載輕、速度快及速比不須準確時，往往採用摩擦輪傳動方式為宜。摩擦輪傳動之優點為裝置簡單，維修容易，成本低。傳動時起動緩和，噪音小。負荷輕時，可高速旋轉。負載過大時，在接觸處會產生滑動，使機件不致損壞。缺點則不適宜傳達較大動力。轉速比較不準確。因靠摩擦力傳動，故輪面容易磨損。



圖 4-10、木製摩擦輪的裝置圖

本作品是利用外接圓柱形摩擦輪的架構形式來帶動滑鼠的滾輪，如圖 4-11 所示，圓柱輪 1(接觸地面滾動的滾輪)固定於  $S_1$  軸上，圓柱輪 2(滑鼠滾輪)固定於  $S_2$  軸上，此兩軸固定於機架上，兩輪相切於  $P$  線，兩輪面的切線速度相等，但迴轉方向相反。

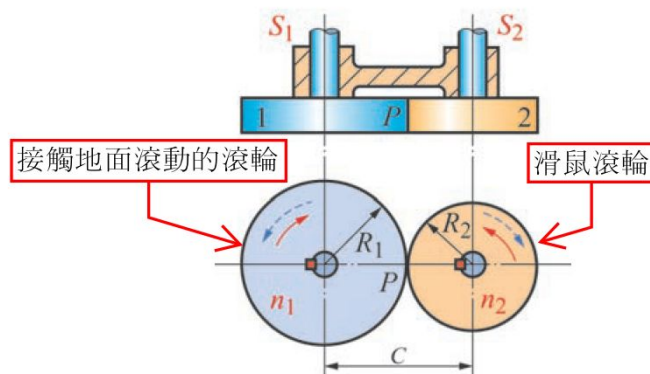


圖 4-11、外接圓柱形摩擦輪架構帶動滑鼠示意圖

### 5、滑鼠監測程式

WinOMeter 是一個記錄滑鼠移動距離的小工具程式，它除了可以自動記錄滑鼠移動距離，還能記錄鍵盤按鍵敲擊次數和使用的總時間等等資料，並且能將所有記錄累積保存。當使用者在使用滑鼠在滑鼠墊上移動並作控制時，通常只會移動一小段距離後點擊控制確認鈕進行控制，但是當使用者使用一段時間後，每一次確認控制所移動的這一小小段的距離累加起來就變的很可觀了。圖 4-12 所示為 WinOMeter 工具程式執行後所監測的顯示畫面，其中 Keyboard Presses：代表鍵盤被按下的次數、Mouse Trajectory：代表滑鼠所移動的累積距離、Mouse Clicks：代表滑鼠按鍵被按的次數、Up Time：使用者使用的時間。此軟體免費下載可參考官方網站：<http://www.tjelinek.com/main.php?section=w>。

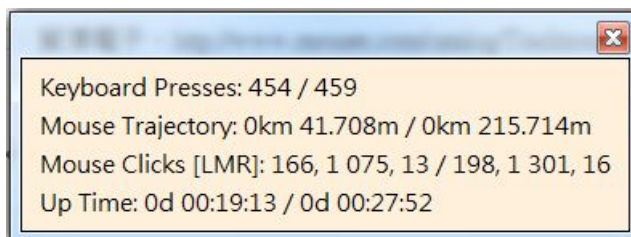


圖 4-12、WinOMeter 工具程式執行後所監測的顯示畫面

## (二)、「鼠數」作品架構功能說明

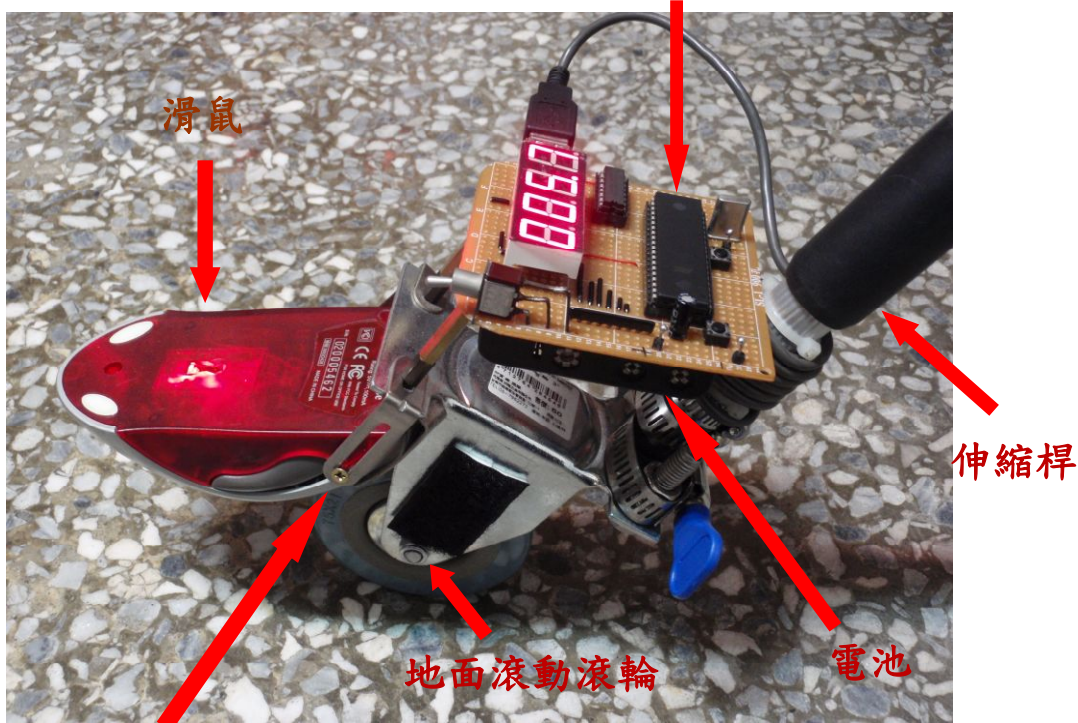
「鼠數」作品架構功能說明如下表 4-1 所示。

表 4-1、「鼠數」作品架構功能說明表

名稱	功能說明	備註
滑鼠	利用滑鼠的操作功能中，用來判斷使用者將螢幕畫面向下一頁，或向上一頁滾動的編碼機構與技術，並應用圓周運動相對於距離移動的概念，再將滑鼠滾輪的圓周長乘以滑鼠滾輪轉動圈數，即可得知所測量的距離。	
滾輪	利用外接圓柱形摩擦輪的架構形式來帶動滑鼠的滾輪。	
伸縮桿	連接滾輪、調整測距輪長短，可隨使用者所習慣握持的高度作調整，快速伸縮拆裝不佔空間。	
距離換算與顯示電路	以單晶片程式偵測滑鼠滾動所帶動編碼器訊號的變化，計算出所對應的移動距離，並將距離以數字方式顯示出。	

(三)、「鼠數」作品實際外觀圖

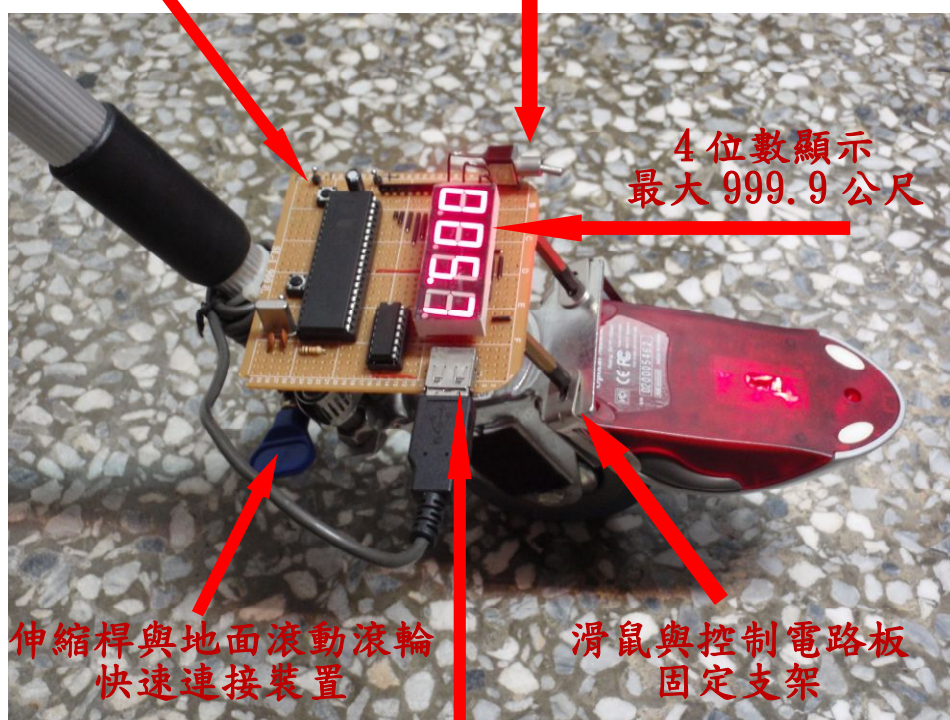
單晶片距離換算與顯示電路



滑鼠滾輪與地面滾動滾輪以摩擦架構帶動的摩擦接觸點

顯示資料清除按鈕

電源開關



4位數顯示  
最大 999.9 公尺

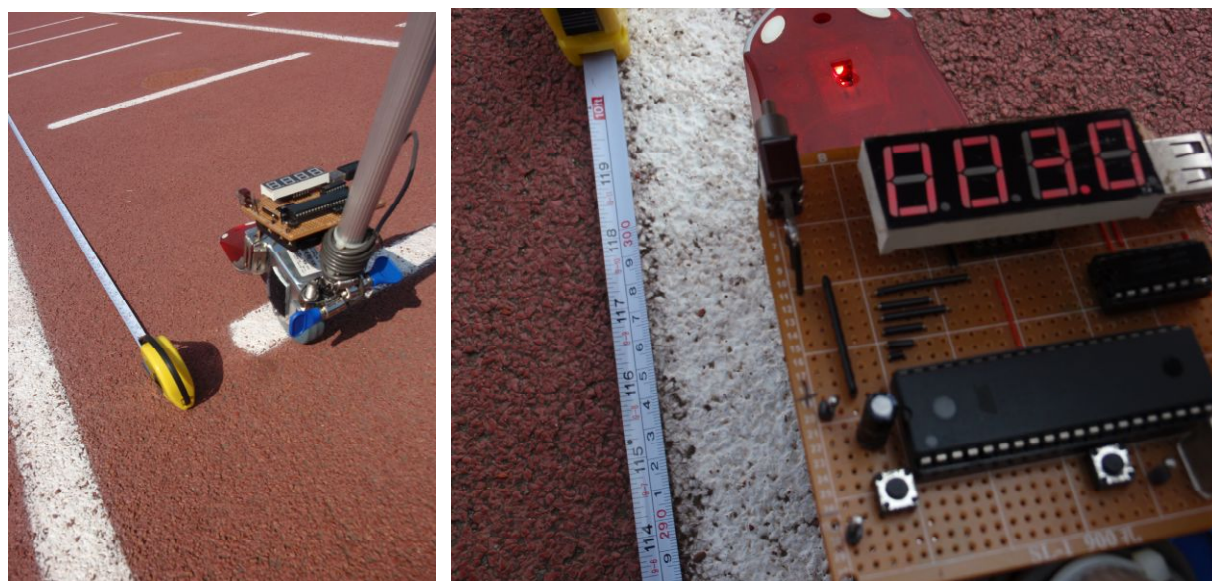
伸縮桿與地面滾動滾輪  
快速連接裝置

滑鼠與控制電路板  
固定支架

USB 連接頭：提供電力到滑鼠，滑鼠滾動訊號傳回控制電路



(四)、「鼠數」作品實際測試與數據分析



測試地點：操場 PU 跑道

測試距離		30 公分	3 公尺	50 公尺	100 公尺
測試次數					
1	4 位 數 7 段 顯 示 器 顯 示 數 字	0.4	3.0	50.8	104.3
2		0.3	3.1	51.2	103.9
3		0.2	3.1	52.3	103.7
4		0.3	3.0	52.3	103.9
5		0.4	3.0	53.1	104.2
6		0.3	2.9	52.6	103.8
7		0.4	2.9	52.3	103.6
8		0.4	3.0	52.4	104.4
9		0.3	3.1	52.9	104.5
10		0.3	3.1	52.1	104.7
平均值		0.33	3.02	52.2	104.1
誤差量		10%	6.7%	4.4%	4.1%
分析說明		測量距離短，若停止時，有稍微使滾輪來回晃動，會導致誤差較大。	超過 5% 誤差範圍	5% 誤差範圍內	5% 誤差範圍內
		滑鼠滾輪直徑 1.9cm，圓周長大約 6cm，滑鼠滾輪轉動的最小感應的有效距離為滑鼠滾輪圓周大小的 1/24 為 0.25cm(編碼器制動數 24，即編碼器旋轉一圈有 24 個訊號變化量的步階)。地面滾動滾輪的圓周長大約 22cm，遠大於滑鼠滾輪圓周長，因此測量距離較短時，使用者若在停止狀態下有稍微來回未晃動地面滾動滾輪，就會導致產生較大的誤差。			

## 伍、研究結果

### 一、「鼠數」作品研究過程遭遇困難與解決方法

#### (一)、滑鼠滾輪編碼器輸出訊號

##### 1、遭遇困難：沒有滑鼠內部的控制電路圖，滑鼠滾輪編碼器輸出訊號無法取出。

作品開始製作時，僅以所蒐集的滑鼠架構與工作原理來進行分析，似乎是確實可以根據理論將故障滑鼠修改成測距輪，但是沒有滑鼠內部的控制電路圖，無法得知滑鼠滾輪編碼器輸出訊號的接點與輸出訊號的實際變化量。

##### 2、解決方法：

請滑鼠製造商提供電路圖與網路尋找滑鼠電路圖雙管齊下進行，由於大部分的滑鼠製造商都以商業機密為由，不願意提供滑鼠電路圖。另外，網路上所搜尋到的電路圖不是太過老舊的電路圖，就是錯誤的電路圖，因此花費了不少時間在嘗試錯誤。最後找到一組正確的滑鼠電路圖，如圖 5-1 所示，除了測試出正確的鼠滾輪編碼器輸出訊號的接點與輸出訊號的實際變化量，並將 USB 接頭的第 2 腳及第 3 腳改接成滑鼠滾輪向前滾與向後滾的訊號輸出端，因此「距離換算與顯示電路」只要接上 USB 接頭，就可提供滑鼠電源與取得鼠滾輪編碼器輸出訊號的實際變化量。

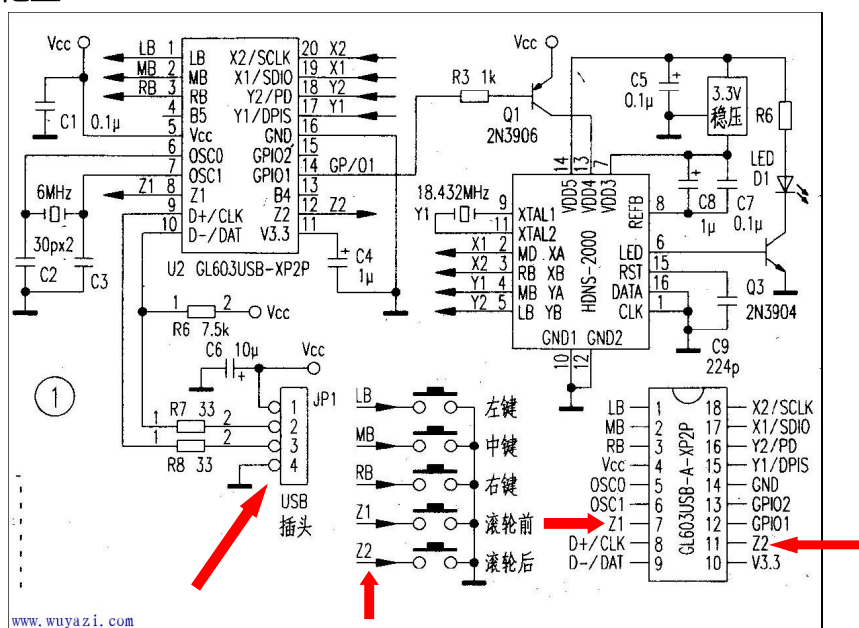


圖 5-1、滑鼠內部電路圖。(資料來源：<http://www.wuyazi.com>)

## 二、「鼠數」作品研究結果

(一)、經實際的將「鼠數」作品於學校操場進行測試，再與標準的卷尺測量進行比較，10 公尺以上的測量，確實達到合理的 5%誤差標準之內。測量顯示值的最小變化量 0.1 公尺，一次最大測量可顯示 999.9 公尺。

(二)、「鼠數」作品原本想設計出可依使用者想測量的大約長度，調整顯示距離的有效位數(精密度)，但因滑鼠滾輪轉動的最小感應的有效距離為滑鼠滾輪圓周大小的 1/24，所需撰寫的控制程式專業技術太高，因此並未完成。但整體功能大都如預期所設計的功能呈現。

(三)、「鼠數」作品所使用的故障堪用滑鼠滾輪直徑 1.9cm，圓周長大約 6cm，滑鼠滾輪轉動訊號變化的最小感應距離為 0.25cm(滑鼠滾輪圓周大小的 1/24)，因此使用者若是測量過程中有太頻繁的停頓導致滾輪來回移動，則會造成測量結果產生較大的誤差。

(四)、「鼠數」作品是以摩擦輪的機構方式設計，用接觸地面滾輪滾動來帶動滑鼠滾輪，因此若使用於測量之地面坑洞太多或太大，會造成測量結果產生較大的誤差。

## 陸、討論

本作品雖然經研究製作後證明確實可行，但整個系統還有很大的改善空間，例如：使用者若是測量過程中有太頻繁的停頓導致滾輪來回移動，則會造成測量結果產生較大的誤差、使用於測量之地面坑洞太多或太大，會造成測量結果產生較大的誤差。這些都是未來投入研究的方向，以下提供未來投入研究者一些方向與建議：

- (1)、作品設計改以齒輪或皮帶方式傳動，改善摩擦輪傳動不確定性的誤差。
- (2)、利用旋轉滑鼠墊的設計，以偵測光學影像變化量來計算移動距離與移動速度，使本作品提高準確度與擴增作品的其它功能。

## 柒、結論

用「麻雀雖小，五臟俱全」用來形容「滑鼠」這一項科技產品，既真實又貼切。它不僅是電腦與資訊科技的產品，更結合了光學、力學、電學、美學、、、等眾多科學於一身。若能清楚瞭解「滑鼠」所有設計背後的原理原則，就代表清楚瞭解一定水準以上的科學常識與技能。本作品雖然經研究製作後，成功地將日常所見的光學滑鼠改裝成測距輪，可以於一般路面來測量距離，雖然受限於摩擦輪傳動設計所造成較大誤差的缺點，但是在整體利用滑鼠本身功能再延伸的創意設計下，日後若能再投入更多時間研究，相信應該可以開發出更多具實用性的輔助工具。

## 捌、參考資料

### 一、參考文獻

- [1] 黃銘宗、王淑慧(2006)。滑鼠科技發展及其對電腦使用者影響之研究。科技教育課程改革與發展學術研討會論文集。
- [2] 陳智信、楊智惠、黃耿祥(2011)。掌上明珠—滑鼠。科學發展，460 期。
- [3] Teo Chiang Mei(2007)。滑鼠的秘密。RUN! PC 雜誌，第 158 期。
- [4] 周國鵬(2008)。加速壽命試驗於無線滑鼠平均壽命之研究。華梵大學碩士論文。
- [5] 陳柏州(2000)。滑鼠設計與操作之評估研究。大葉大學碩士論文。
- [6] 蔡朝洋(2007)。單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用。台北：全華科技。
- [7] 技嘉科技滑鼠設計大賽，[http://ent.bhuntr.com/gigabyte\\_2014/](http://ent.bhuntr.com/gigabyte_2014/)。
- [8] Agilent Technologies, Optical Mice and how they Work : The Optical mouse is a complete imaging system in a package, <http://literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-4554EN.pdf>。
- [9] Agilent Technologies, Aligent ADNS-2100 Solid-State Optical Mouse Lens Data Sheet, <http://literature.agilent.com/litweb/pdf/5988-2835EN.pdf>。

## 玖、附錄(決賽評審建議改善內容)

### 一、評審評語

將光學機械滑鼠的滾輪靠上摩擦輪，用光學滾輪解碼器得出滾輪滾動圈數，換算出摩擦輪滾動的距離，設計一個手持的測距器。本作品的想法不錯，原理也十分簡單，很有創意，目前的設計精確度較差，還有改進空間。

### 二、改善說明

#### 1、影響本作品精確度的原因

##### (1)、作品硬體設計產生的誤差

- (1-1)、接觸地面滾輪沒有彈性，因此在地面滾動時摩擦力不足滾動不順暢，另外與滑鼠滾輪的傳動也因摩擦力不足，產生傳動旋轉量的誤差。
- (1-2)、接觸地面滾輪因在地面滾動沾粘髒物，導致與滑鼠滾輪的摩擦系數變化，產生摩擦傳動旋轉量的誤差。
- (1-3)、本作品是偵測滑鼠滾輪帶動增量型編碼器產生的訊號，增量型編碼器分為機械式與光學式二種，機械式的編碼器會產生「彈跳現象」，需外加電路處理。一般機械式編碼器只適用在低轉速的設計，光學式的編碼器則用在高速或是需要高精準度的場合。目前市售大部分的光學滾輪滑鼠所採用的就是旋轉增量型機械式編碼器。作品即以此類型之故障滑鼠，利用偵測旋轉機械式增量型編碼器的訊號，並未外加處理彈跳現象的電路，且滑鼠滾輪旋轉一圈即產生24次0,1的變化，因此產生的誤差較大。

##### (2)、作品軟體設計產生的誤差

- (2-1)、由於本作品硬體設計最小的顯示單位為0.1公尺，滑鼠滾輪實際直徑1.9cm，圓周長大約6cm，滑鼠滾輪轉動的最小感應的有效距離為滑鼠滾輪圓周大小的1/24為0.25cm(編碼器制動數24，即編碼器旋轉一圈有24個訊號變化量的步階。因此距離顯示數值與軟體計算數據，會有39個步階訊號變化量的誤差。 $(0.25\text{cm} \times 40\text{步階訊號} = 10\text{cm} = 0.1\text{m})$ 。

### (3)、測量時的人為誤差

(3-1)、待測距離的地面嚴重不平時，測量人員於操作本作品時，沒有避開此測量路徑，則會產生較大的測量誤差。以及不易保持直線滾動進行距離測量。

(3-2)、由於滑鼠的滾輪不管是順時針滾動或逆時針滾動都會驅使編碼器產生步階訊號的變化，因此若測量人員於操作本作品時，有原地來回滾動(晃動)的情況(0.25cm的微小變化就會使編碼器產生步階訊號的變化)，就會產生測量誤差。

## 2、作品改善說明

### (1)、作品改善方向分析

根據上述作品所產生的誤差原因分析，主要是由**摩擦輪傳動**方式所產生的誤差與機械編碼器所產生的**彈跳現象**所產生的誤差。摩擦輪傳動方式因為接觸地面的滾輪，因為在地面滾動沾粘髒物，導致與滑鼠滾輪的摩擦系數變化，產生摩擦傳動旋轉量的誤差，改善方法可以**綁刷毛刷除沾粘物**，但是會導致作品整體不美觀且不能確保沾粘物能夠清除。或以其它的方式傳動(例：齒輪傳動或皮帶傳動)來改善，但是，因滑鼠滾輪本身的設計限制，不易改裝成齒輪傳動或皮帶傳動。

另外，由機械式編碼器所產生的彈跳現象，可以利用**RS正反器的門鎖電路**來克服，或是改用**光學式編碼器**來避免產生彈跳現象。由於光學式的編碼器制動數為48，比機械式編碼器的制動數24，多一倍，不僅沒有彈跳現象，而且測量精確度可以再提高。但是整個電路的設計複雜度提高，相對成本也跟著提高。

### (2)、作品設計使用定位

由於本作品的設計想法是利用故障的滑鼠改裝成手持式的測距輪，成本低、原理簡單、容易使用與維修是設計的主軸，另外，測距輪的使用定位主要為測量彎曲線的距離，例如車禍現場煞車痕的距離，或是有高低起伏之中短路徑的距離，一般若為3公尺以下的距離會直接以捲尺或皮尺進行測量，不會使用測距輪測量，因此使用測距輪測量結果是被允許有合理範圍的誤差量，而且使用上會多次測量取平均值作為記錄值。

### (3)、作品設計改善策略

綜合上述的說明與分析，本作品的改善策略是跳脫出摩擦輪的設計框架，改以利用滑鼠偵測使用者移動滑鼠方向的光學鏡頭IC，來偵測滾輪滾動的距離，其原理可參考本文第9頁的說明。圖9-1所示為常用光學滑鼠內，光學影相感測IC-MX8732A的接腳與功能說明。圖9-2所示為光學滑鼠內光學影相感測IC應用電路圖。圖9-3所示為光學滑鼠內光學影相感測IC實體圖。根據IC資料手冊說明，當光學鏡頭偵測到滑鼠移動時會在第2腳XYLED輸出一訊號，提高LED的亮度，以利光學影相感測IC擷取照片及比對與前一張影像差異。因此只要以相對移動滑鼠墊的概念來製造出滑鼠移動的現象，(在測距輪的滾輪貼上滑鼠可感應的標籤)即可以非接觸的方式，偵測出測距輪的滾輪之滾動圈數，進而換算出滾動之距離為多少。

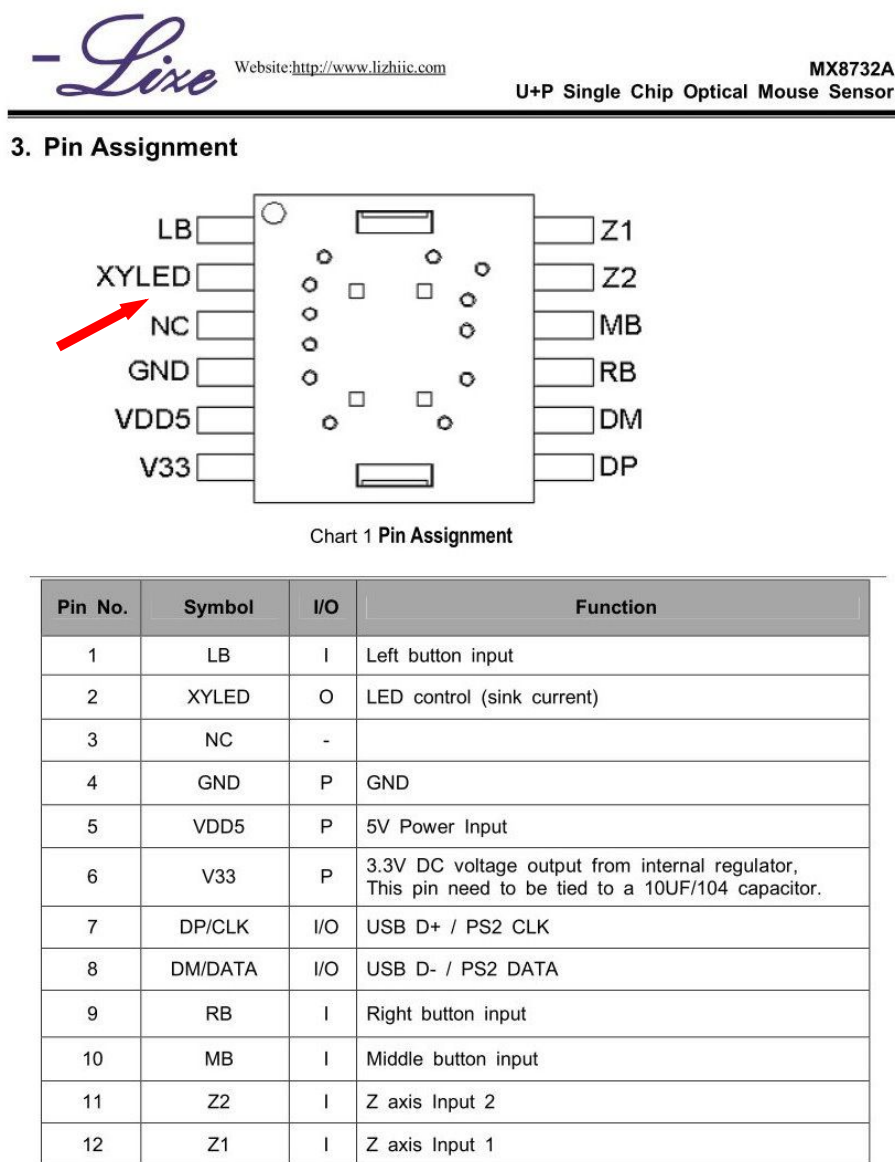


圖9-1、常用光學滑鼠內光學影相感測IC-MX8732A的接腳與功能說明

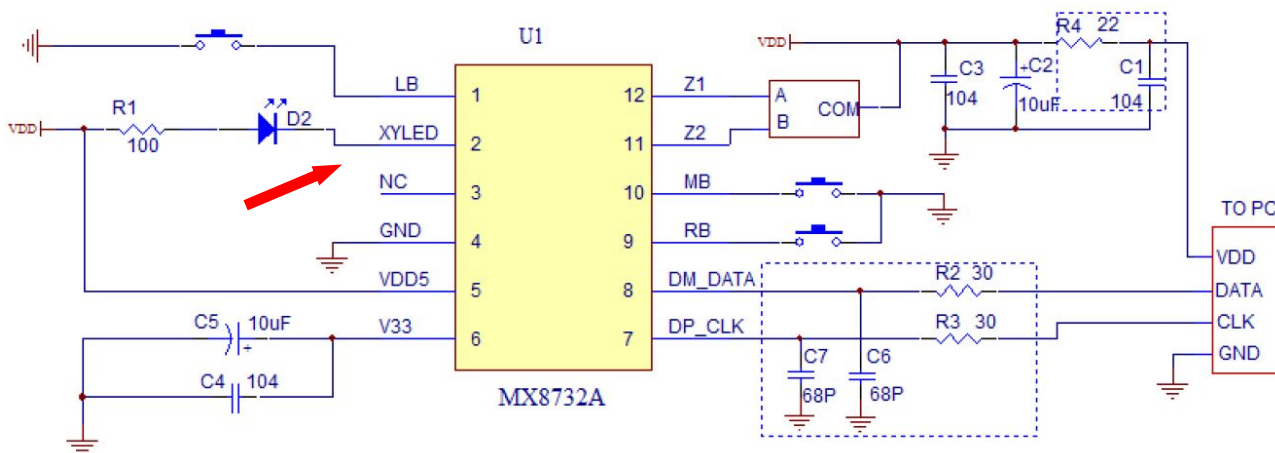


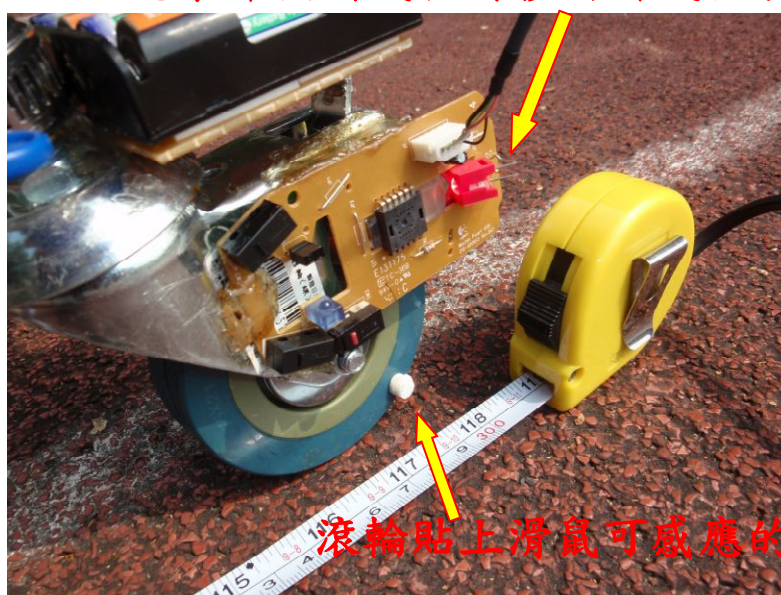
圖9-2、光學滑鼠內光學影相感測IC應用電路圖



圖9-3、光學滑鼠內光學影相感測IC實體圖

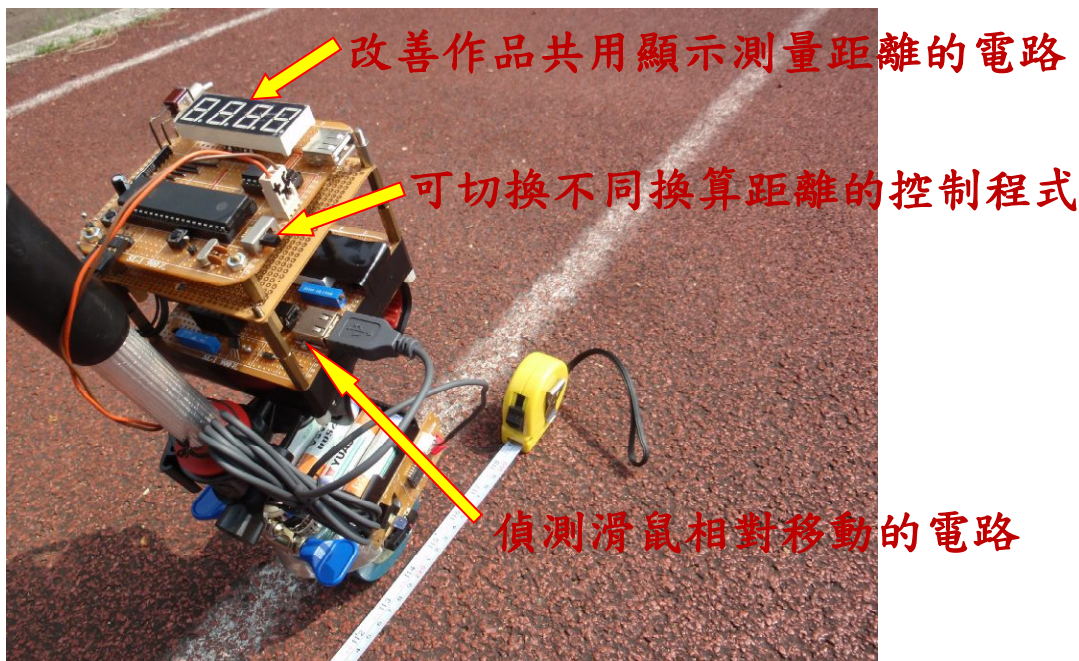
3、改善作品實體照片

光學非接觸式相對移動滑鼠墊偵測滑鼠移動





4、改善作品測試結果



測試地點：操場 PU 跑道					
測試距離		30 公分	3 公尺	50 公尺	100 公尺
測試次數					
1	4 位數 7 段顯示器顯示數字	0.3	3.0	49.8	99.3
2		0.3	3.0	49.9	99.8
3		0.3	3.0	50.0	99.5
4		0.3	2.9	49.8	99.6
5		0.2	2.9	49.7	99.8
6		0.3	3.0	49.8	99.7
7		0.3	3.0	49.7	99.5
8		0.3	2.9	50.0	99.3
9		0.3	3.0	49.9	99.2
10		0.3	3.0	49.8	99.4
平均值		0.29	2.97	49.84	99.51
誤差量		3.3%	1%	0.32%	0.49%
分析說明	當測量距離極短時，若於停止點，無法精確停止，或滑鼠移動索引標誌恰巧於臨界處未動作或誤動作，則會導致產生較大的誤差。		1%誤差範圍內	1%誤差範圍內	1%誤差範圍內
	地面滾動滾輪的圓周長大約 22cm，滑鼠移動索引標誌約 1cm，每滾動 10cm(周長 10cm)設置一點，共設置 2 點。作品精緻化改善後，長距離、近距離測試結果準確度都在 1%誤差之內，測量顯示值的最小變化量 0.1 公尺，一次最大測量可顯示 999.9 公尺				

### 三、作品改善結論

用“麻雀雖小，五臟俱全”用來形容「滑鼠」這一項科技產品，既真實又貼切。它不僅是電腦與資訊科技的產品，更結合了光學、力學、電學、美學、、、等眾多科學於一身。若能清楚瞭解「滑鼠」所有設計背後的原理原則，就代表清楚瞭解一定水準以上的科學常識與技能。本作品雖然經改成以相對移動滑鼠墊的概念來製造出滑鼠移動的現象，以非接觸的方式，偵測出測距輪的滾輪之滾動圈數，進而換算出滾動之距離為多少。成功地將日常所見的光學滑鼠改裝成準確度較高的測距輪，可用於一般路面來測量距離。在整體利用滑鼠本身功能再延伸的創意設計下，日後若能再投入更多時間研究，相信應該可以開發出更多具實用性的輔助工具。