

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030826

Wii 遙控器的異想天開

學校名稱：新竹市立三民國民中學

作者： 國二 徐瑞亨 國二 莊子儀 國二 黃彥澄	指導老師： 邱重善
---	------------------

關鍵詞：Wii 遙控器、紅外線、運動實驗

壹、摘要：

感謝 Brian Peek 所提供的 WiimoteLib.dll 程式庫與範例程式[5]，我們將程式改寫，用來進行以 Wii 遙控器輔助的物體運動實驗，經由實際的測試，程式可以即時地顯示出運動物體的軌跡、位移-時間圖及速度-時間圖，相較於一般的實驗儀器，在便利性與準確度方面有很大的改善。

貳、研究動機：

Wii 是任天堂公司所推出的遊戲機，於 2006 年 11 月 19 日正式發售並造成了很大的轟動，主要的原因在於其遙控器（Wii Remote，暱稱 Wiimote），內建了各種感測器，如紅外線感測器及加速度感測器，可為 Wii 平台上的遊戲帶來了新穎的互動操作模式[1]。

隨著 Wii 遊戲機的流行，加上 Wii 遙控器的新穎功能，使得掀起了一股 Wii 遙控器應用的研究風潮，有人應用 Wii 遙控器來製作簡易電子白板，也有人把 Wii 遙控器當作滑鼠來使用，甚至還有人發展出機械手臂控制系統、指揮拍法辨識系統、紅外線定位系統等[2][3][4][8]，哇！目前市面上售價約八百元的 Wii 遙控器竟然有這麼多的用途耶。

參、研究目的：

利用電腦搭配上 Wii 遙控器內部的精密感應系統，發展出時間、位移、速度量測介面，運用到國中自然與生活科技課程的物體運動實驗中，以提升實驗的精確度與便利性。

肆、研究設備及器材：

- 一、筆記型電腦。
- 二、Wii 遙控器。
- 三、紅外線二極體。
- 四、鈕扣鹼性電池。
- 五、滑車運動實驗器材。
- 六、單擺運動實驗器材。
- 七、彈簧振盪實驗器材。

伍、研究過程與方法：

一、Wii 遙控器有哪些新技術



圖 1 Wii 遙控器的內部構造[7]

Wii 遙控器於 2005 年 9 月 17 日在東京電玩展發表，2006 年 11 月 19 日正式發售，其用途是搭配 Wii 遊戲機讓玩家進行互動式的遊戲，要達到這樣的功能，主要是用了下列的三項技術[1][6]：

1. 紅外線追蹤

Wii 遙控器的前端有一個解析度為 1024×768 的 CMOS 攝影機，透過紅外線濾片的過濾，可以接收外部紅外線光源，再利用內建的影像處理器將接收到的紅外線光源追蹤成光點位置座標。由於紅外線容易受到強烈日光、燈光照射的干擾，為了確保其穩定性與準確度，任天堂的研發團隊整整花了兩年的時間，在不同房間、亮度、陽光角度下反覆測試，並調整相關的設計，投入不少的精力與時間才克服相關的問題，讓 Wii 遙控器在不同的環境下，均能夠感測到紅外線光源的位置訊息。

2. 加速度感測

ADXL330 晶片是 Wii 遙控器內建的三軸加速度感測器，可用來偵測玩家目前的動作與力道，可以感測沿著 X、Y、Z 三軸的平移與轉動，共六個自由度。加速度感測器的基本原理為，在感測器晶片上的每個軸有兩片帶電板，一片固定在晶片上，另一片以彈簧連接在第一片板子上，如果有加速度產生，以彈簧連接的那一片帶電板，就會靠近或離開固定在晶片上的帶電板，而彈簧改變的長度跟產生的加速度兩者間會有比例關係，而兩片不相連接的帶電板，就是一個平板電容，電容值與彼此的距離成反比，如此從電容變量就可反推得到一個方向的加速度，而 Wii 遙控器上的三軸加速度感測晶片，可以辨識在靜止與傾斜狀態下的重力加速度，以及移動、顫動與震動形成的加速

度。

3. 藍牙通訊

必須是以無線的方式與遊戲機溝通與傳送資料，玩家才能更灑脫的發揮，Wii 遙控器是採用藍牙通訊的方式與遊戲機連線。無線藍牙通訊技術是一個低用電量，適合短距離（100 公尺內）的無線通訊協定，主要應用包含家電設備、手機、PDA 與電腦週邊設備。任天堂研發團隊將此項技術運用在 Wii 遙控器與遊戲主機間的溝通，讓 Wii 遙控器所接收到的訊息能夠讓 Wii 主機知道，並且讓玩家應該感受到的反應藉由這樣的通信技術來傳達給 Wii 遙控器。

二、Wii 遙控器除了遊戲之外的用途

因為 Wii 遙控器的新穎功能，使得掀起了一股 Wii 遙控器應用的研究風潮，應用領域五花八門，蓬勃發展，比較知名且具有貢獻者有 Brian Peek、Carl Kenner、Johnny Lee 三人[8]。Brian Peek 是第一位運用逆向工程技術，成功破解了 Wii 遙控器與 Wii 主機間的通訊方式，他所開發的程式，可以讀取 Wii 遙控器上各個按鍵值及紅外線攝影機的偵測值，也可以控制 Wii 遙控器的震動和聲音效果。

Carl Kenner 開發了一套輸入模擬軟體 glovePIE，除了可以控制 Wii 遙控器的按鍵外，也可以控制震動效果及聲音功能，這套軟體還可以將 Wii 遙控器模擬成鍵盤、滑鼠、搖桿來操控電腦。Johnny Lee 是美國卡內基美隆大學的韓裔博士生，在 2007 年 12 月提出了一個重大的創意發現，將 Wii 遙控器以藍芽傳輸連接安裝了座標軟體的電腦，讓 Wii 遙控器監視紅外線 Led 筆的座標以驅動滑鼠，即可製作簡易平價的互動電子白板。

三、運用 Wii 遙控器在自然與生活科技的實驗中

國中的自然與生活科技課程中，有許多是需要做時間、位移、速度量測的實驗[10]，可是大部分的實驗數據幾乎都與理論值有很大的差異，其中最重要的關鍵點在於時間的測定部份。

在實驗室中，物體的運動距離都不是很長，也就是說測量的時間也都很短，若使用碼表來計時，因為是靠人類的反應在操控碼表，當然測出來的結果大家都不一樣。若是使用打點計時器來測量，因為打點計時器在打點時的頻率並不穩定，拉動紙帶時也會受到紙帶的摩擦力和重量的影響，或許可以從打點間距離的變化呈現出一些訊息，但是如果真的要做比較嚴謹的實驗，觀察一些等速度或等加速度運動的模式，打點計時器的這套系統就沒辦法使用了。

根據參考資料[6]的說明，Wii 遙控器上的紅外線感測器的解析度為 1024×768 像素，以每秒 100 次的偵測速率來偵測外部紅外線光源的位置座標，以目前市價 800 元左右的 Wii 遙控器而言，能有這麼快的偵測速率，真是物超所值呢。是否可以將 Wii 遙控器運用到自然與生活科技的實驗中呢？因為 Wii 遙控器回報的是外線光源的位置座標，在數據的處理上會有很大的便利性，但是，在使用 Wii 遙控器之前，有三件事須先做測試與確認：

1. 能夠建立 Wii 遙控器與筆記型電腦間的藍牙連線。

2. 能夠讀取 Wii 遙控器傳送過來的資料數據。
3. 確認 Wii 遙控器偵測紅外線光源位置座標的準確性。

四、建立 Wii 遙控器與筆記型電腦間的藍牙連線

Wii 遙控器上各個感應器的數值及回饋元件的控制，是透過藍芽無線通訊協定來傳輸，目前的筆記型電腦幾乎都內建有藍芽接收器，所以只要能和 Wii 遙控器連接，應用程式就可以取得感應器數值以及控制 Wii 遙控器。筆電內建的藍芽系統最常見的是 Widcomm(Broadcom 出品)，參考資料[9]對於 Wii 遙控器和 Widcomm 間連線的方法有非常詳盡的說明，步驟如下圖所示。



圖 2-1 點選「新增藍芽裝置」



圖 2-2 藍牙設定精靈



圖 2-3 按住 Wii 遙控器的(1)(2)按鈕以利搜尋

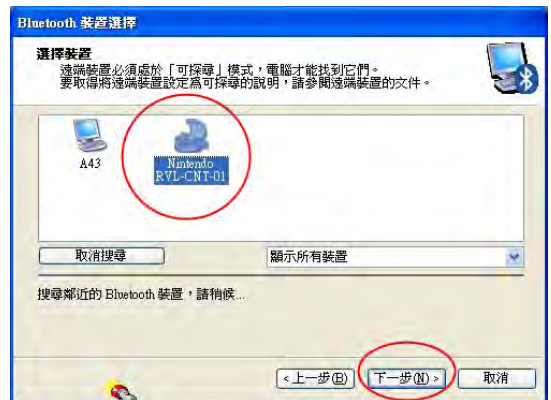


圖 2-4 搜尋到「Nintendo RVL-CNT-01」

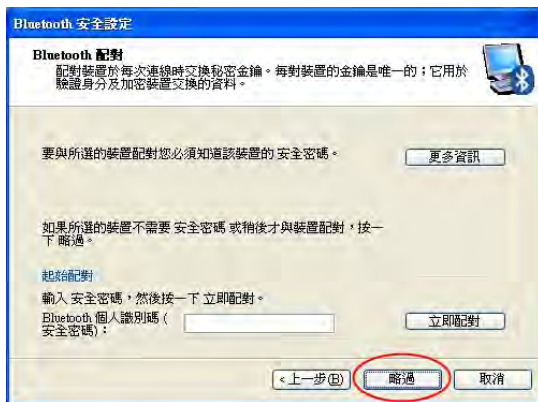


圖 2-5 不需輸入認證碼按「略過」即可



圖 2-6 配對成功按「完成」



圖 2-7 連線成功後會出現的畫面



圖 2-8 選取「狀態」來看看連線的情形

五、讀取 Wii 遙控器的數據

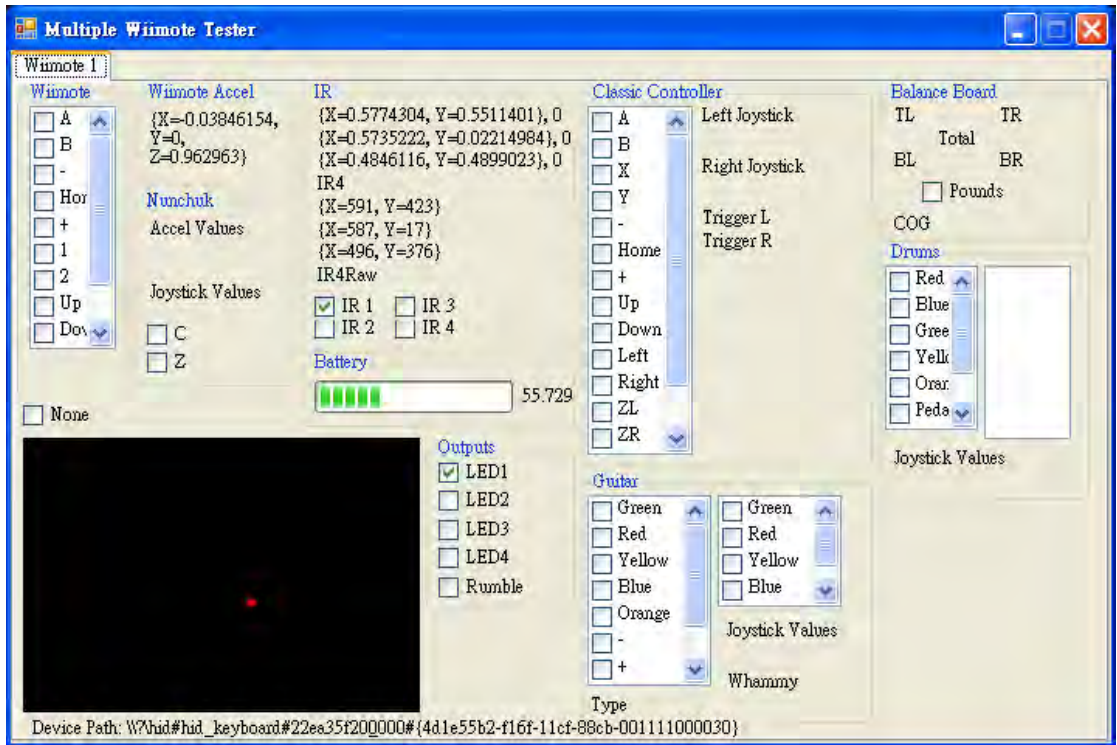


圖 3 Brian Peek 提供的 VB.Net 範例程式

Brian Peek 是第一位運用逆向工程技術，成功破解了 Wii 遙控器與 Wii 主機間的通訊方式，他所開發的程式置 Managed Library for Nintendo's Wiimote 網站上[5]，除了把常用的函數包裝成動態連結程式庫 WiimoteLib.dll 供大家使用外，也貼心地提供了 C#及 VB.Net 的範例程式，圖 3 即為其範例程式的執行畫面，可以取得 Wii 遙控器的訊息，也可以對 Wii 遙控器下達控制命令，有了這個範例程式，就可以輕鬆地開發出後續的應用程式。

六、應用程式的開發

以 Brian Peek 的 VB.Net 範例程式[5]為基礎來進行改寫，分別發展了 X、Y 方向的位移、速度測量程式及位移、速度、加速度的測量程式，還好有了 Brian Peek 的範例程式及無私的分享，設計程式的過程都還順利。

1. X、Y 方向的位移、速度測量程式

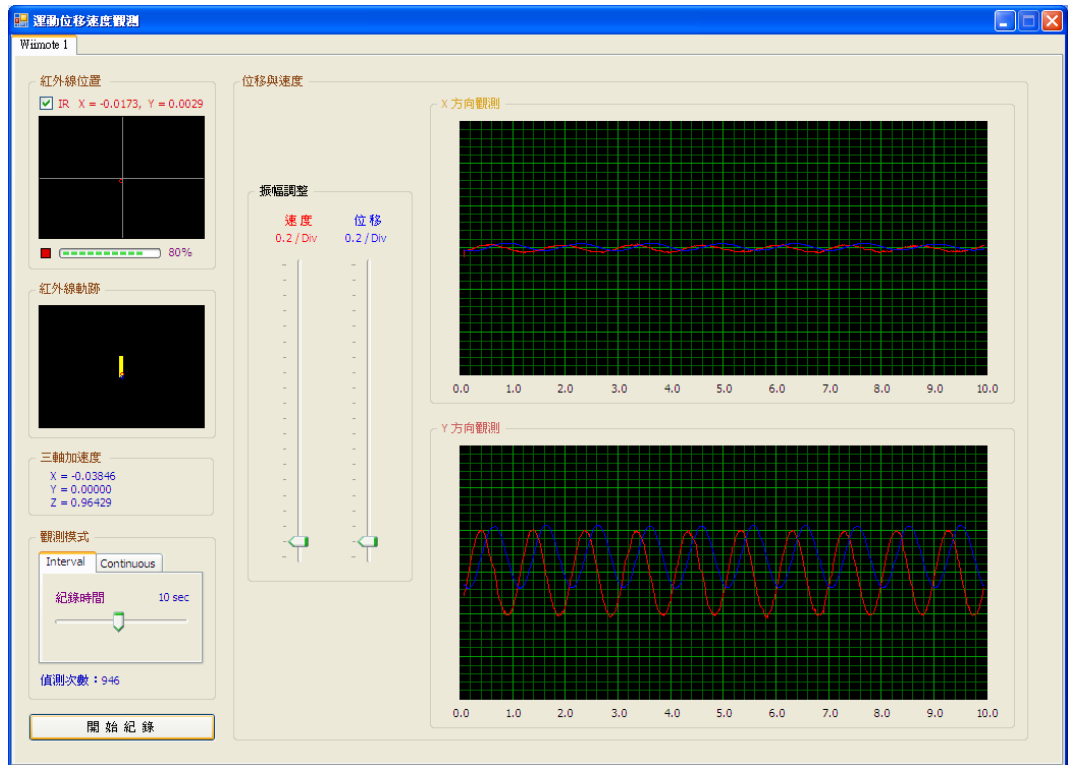


圖 4-1 X 方向、Y 方向的位移、速度測量程式

2. 位移、速度、加速度的測量程式

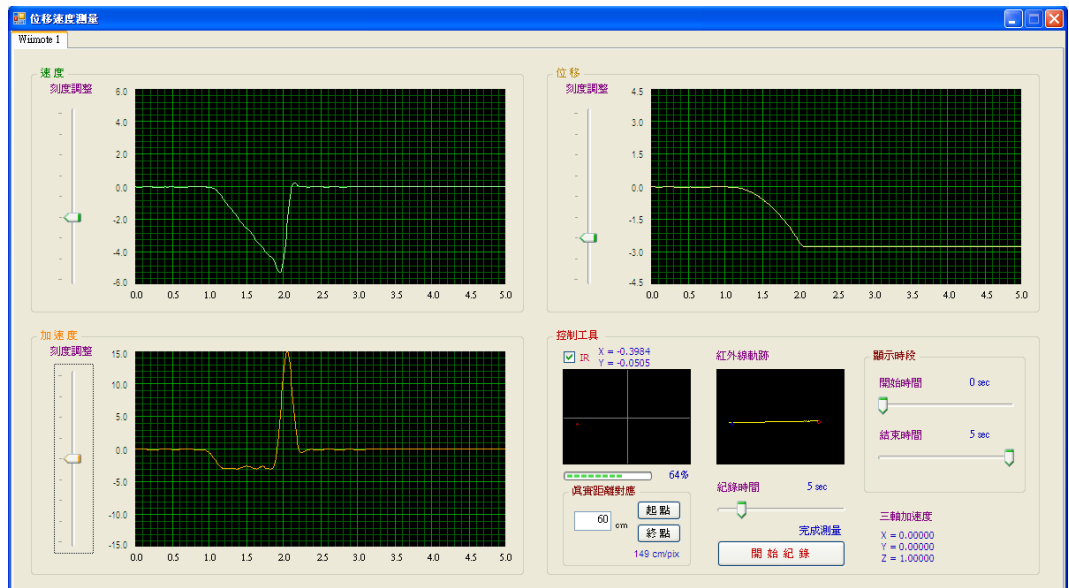


圖 4-2 位移、速度、加速度的測量程式

七、Wii 遙控器數據的準確性如何

1. 位移偵測的準確性

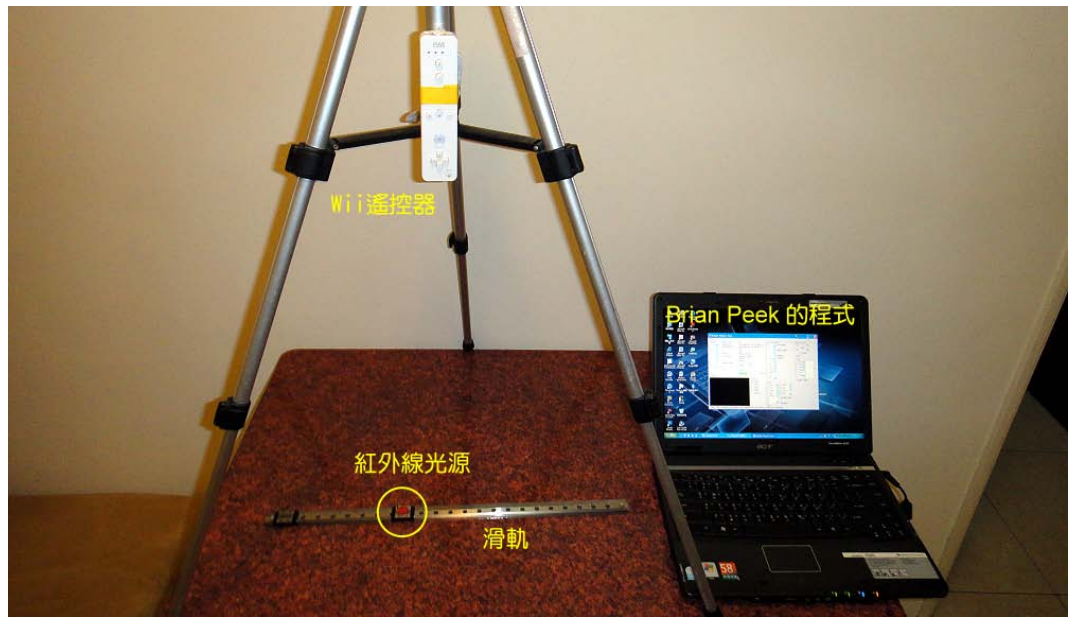


圖 5 尋找真實移動距離與紅外線偵測移動距離間的關連性

- 如圖 5 所示，於滑軌上設置一紅外線光源。
- 建立 Wii 遙控器與筆電間的藍牙連線，並執行 Brian Peek 的程式。
- 依水平方向每次移動 3 公分，記錄下 Wii 遙控器偵測到的紅外線光源座標。
- 滑軌旋轉 90 度，依垂直方向每次移動 3 公分，記錄下 Wii 遙控器偵測到的紅外線光源座標。
- 再旋轉滑軌 45 度，依斜線方向每次移動 3 公分，記錄下 Wii 遙控器偵測到的紅外線光源座標。
- 利用 Excel 的趨勢線尋各紅外線光源真實距離及偵測距離的關係函數。

真實移動距離	0cm	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm	18cm	21cm	24cm	27cm	30cm	33cm
偵測 X 座標	23	110	199	287	374	462	551	641	731	822	911	1001
偵測 Y 座標	369	369	369	369	369	369	369	369	369	369	369	369
偵測移動距離	0	87	176	264	351	439	528	618	708	799	888	978

表格 1-1 水平移動方向的真實移動距離及偵測移動距離

真實移動距離	0cm	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm	18cm	21cm	24cm
偵測 X 座標	510	510	510	510	510	510	510	510	510
偵測 Y 座標	9	93	185	273	362	450	538	626	714
偵測移動距離	0	84	176	264	353	441	529	617	705

表格 1-2 垂直移動方向的真實移動距離及偵測移動距離

真實移動距離	0cm	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm	18cm	21cm	24cm	27cm	30cm	33cm	36cm
偵測 X 座標	32	102	174	247	318	388	461	533	604	676	746	818	890
偵測 Y 座標	697	647	593	541	488	437	384	333	280	229	176	125	74
偵測移動距離	0	86	176	266	354	441	531	619	708	796	884	972	1060

表格 1-3 斜線移動方向的真實移動距離及偵測移動距離

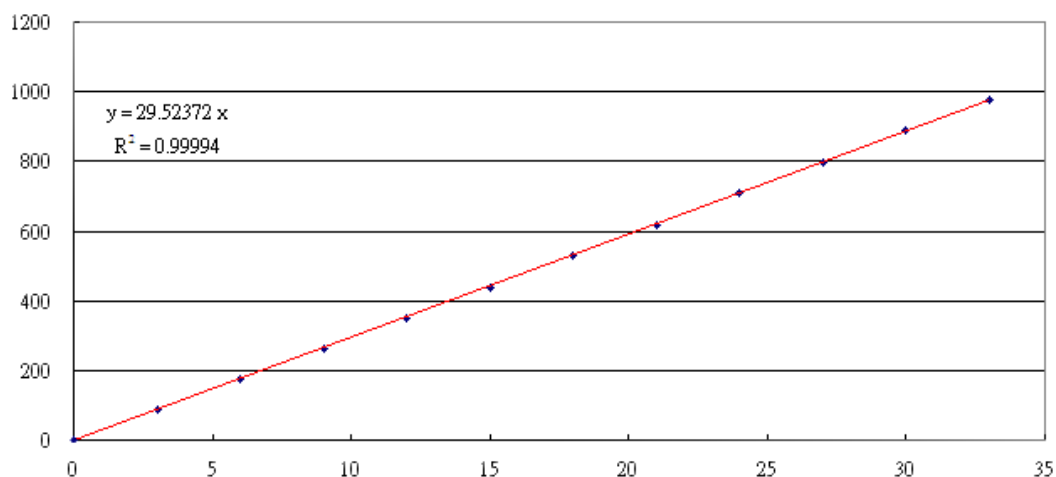


圖 6-1 水平移動方向真實移動距離及偵測移動距離的趨勢線

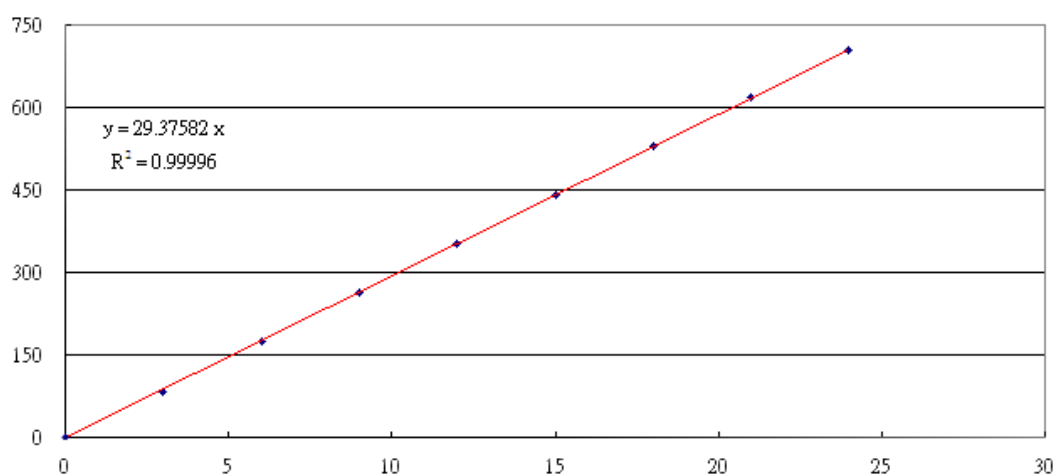


圖 6-2 垂直移動方向真實移動距離及偵測移動距離的趨勢線

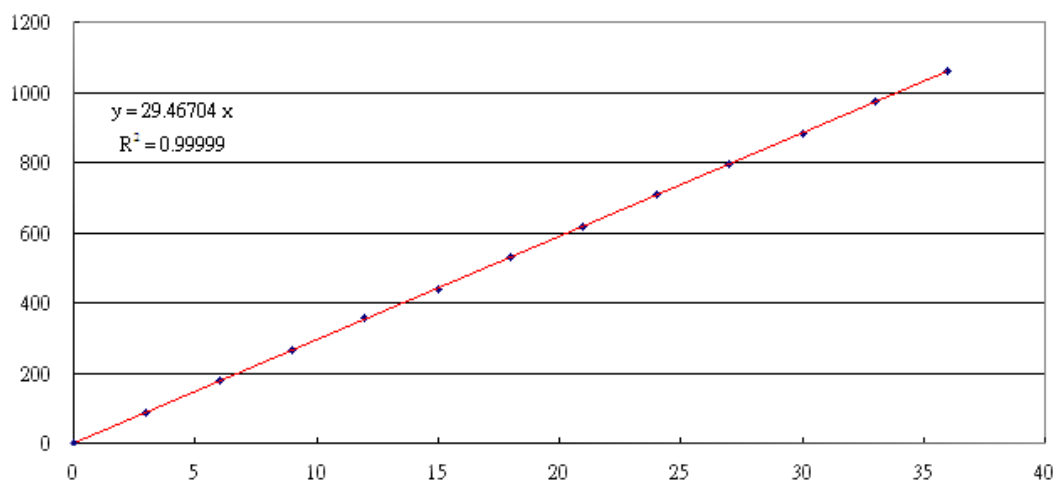


圖 6-3 斜線移動方向真實移動距離及偵測移動距離的趨勢線

由實驗結果看來，水平移動方向、垂直移動方向與斜線移動方向的相关係數平方分別為 0.99994、0.99996 與 0.99999，代表紅外線光源偵測移動距離與真實移動距離間的關連性非常的高。

2. 時間偵測的準確性

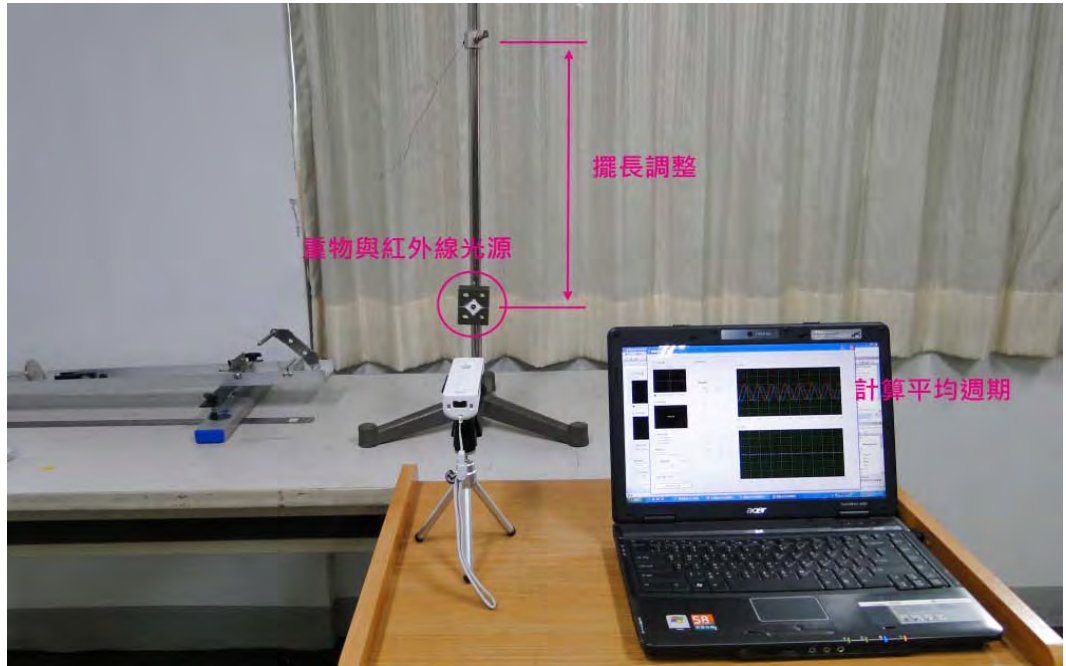


圖 7 尋找單擺擺長平方根與平均週期的關連性

一般來說，我們都很相信電腦會有很精準的計時，是否真是如此呢？我們利用單擺的擺長及周期變化的情形來檢測，方法如下：

- 如圖 7 所示，於單擺擺錘上設置一紅外線光源。
- 建立 Wii 控制器與筆電間的藍牙連線，並執行自行撰寫的測量程式。
- 設定程式記錄時間為 20 秒，測量並計算出不同擺長時的單擺平均週期。
- 利用 Excel 的趨勢線尋找擺長的平方根及平均週期的關係函數。

x 方向觀測

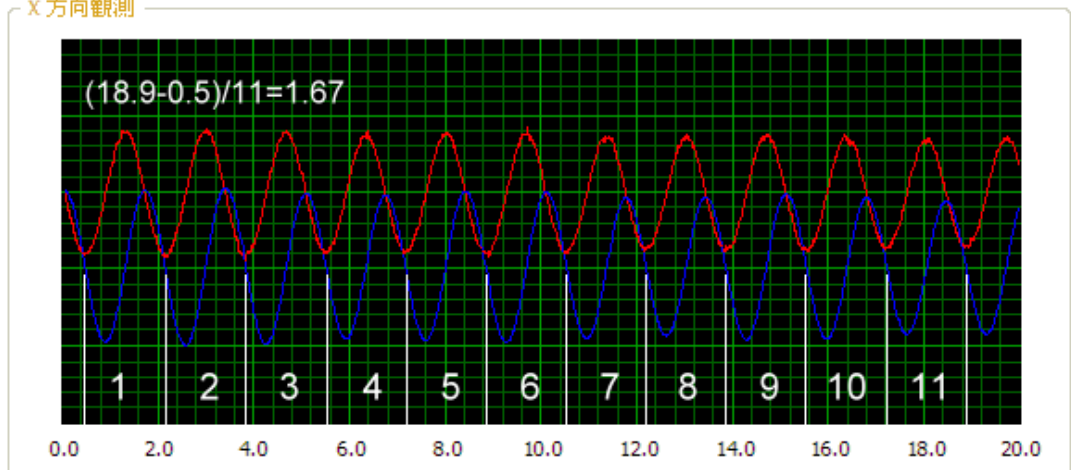


圖 8 計算單擺的平均週期

擺長	26.3cm	38.0cm	48.4cm	56.5cm	68.8cm	78.4cm	84.7cm	100.4cm
擺長平方根	5.13	6.16	6.96	7.52	8.29	8.85	9.20	10.02
平均週期	1.03 秒	1.24 秒	1.40 秒	1.52 秒	1.67 秒	1.79 秒	1.86 秒	2.02 秒

表格 2 單擺的擺長與平均週期

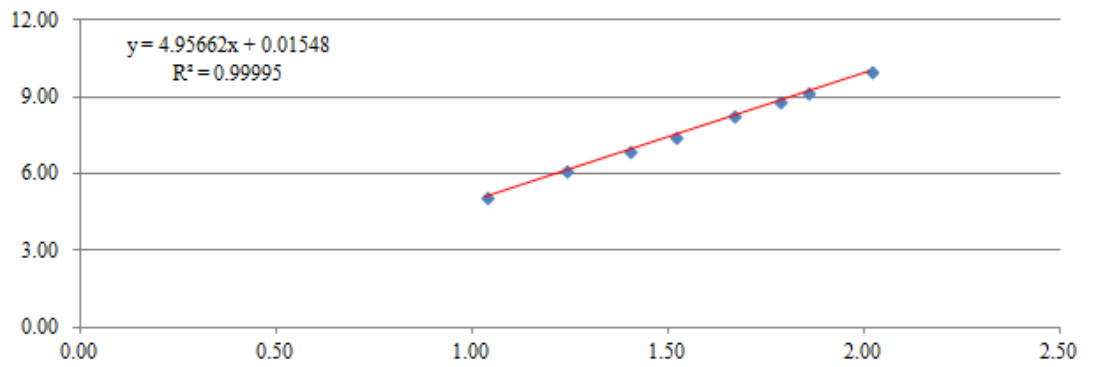


圖 9 單擺擺長平方根與平均週期的趨勢線

由上列實驗結果看來，擺長的平方根及平均週期的相關係數平方為 0.99995，代表測量程式的時間偵測準確性非常的高。

陸、研究結果：

一、滑車加速度實驗

滑車的加速度實驗是舊教材的內容，新教材中已刪除，但是本實驗對於速度及加速度的認識非常有幫助，所以我們仍以滑車的加速度實驗為例，藉著 Wii 遙控器的輔助來進行量測。在使用 Wii 遙控器進行滑車加速度的測量前，還有下列兩項工作必須先完成：

1. 滑車上安裝紅外線光源

網路上尋找資料得知紅外線二極體的工作電壓為 1.2V 到 1.6V，我們使用了 4 號乾電池供電。

2. 真實移動距離及偵測移動距離間的比例關係

若要顯示速度及加速度的真實數據，那麼在測量前必須知道滑車的真实移動距離及偵測出來的移動距離間的關係，當儀器設備架設完成後，測量程式需有此一功能，有了兩者間的比例關係後，所求的數據才會精確。

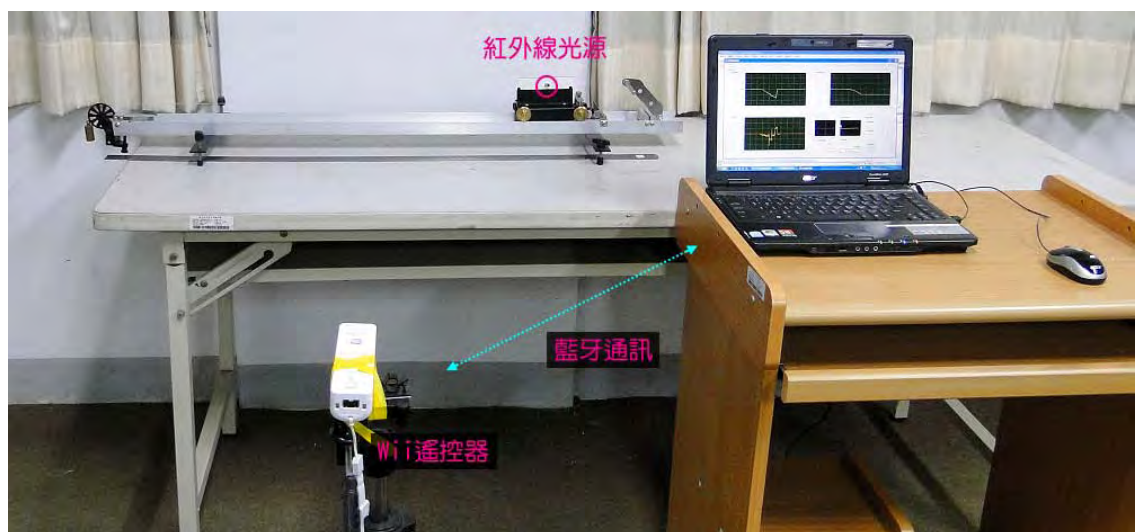


圖 10-1 使用 Wii 遙控器進行測量的滑車加速度實驗

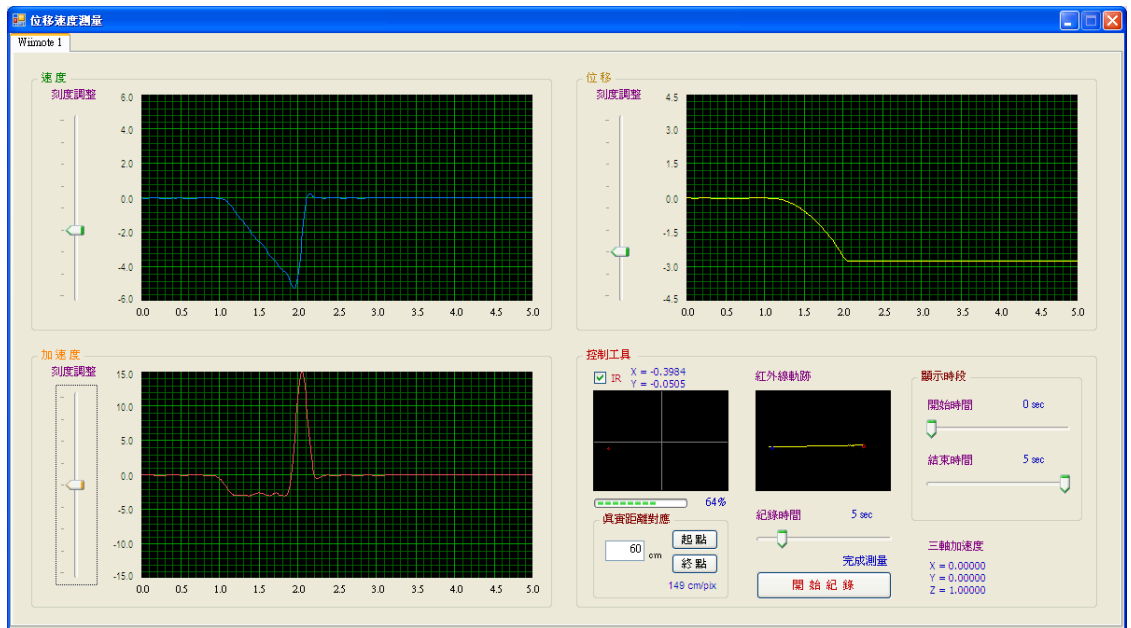


圖 10-2 滑車加速度實驗的位移、速度、加速度測量

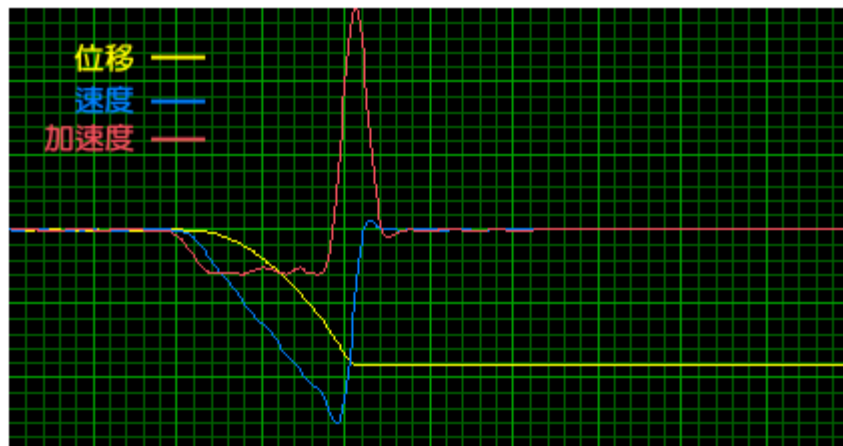


圖 10-3 滑車加速度實驗位移-時間圖、速度-時間圖、加速度-時間圖

圖 10-2 為實際測試滑車實驗的程式執行畫面，無論從位移-時間圖、速度-時間圖及加速度-時間圖看來，都與理論的圖形類似。

二、彈簧振盪的測量

如圖 11-1 架設好彈簧振盪實驗裝置，將紅外線光源置於重物中心，然後以測量程式來觀測重物振盪時的位移與速度變化。

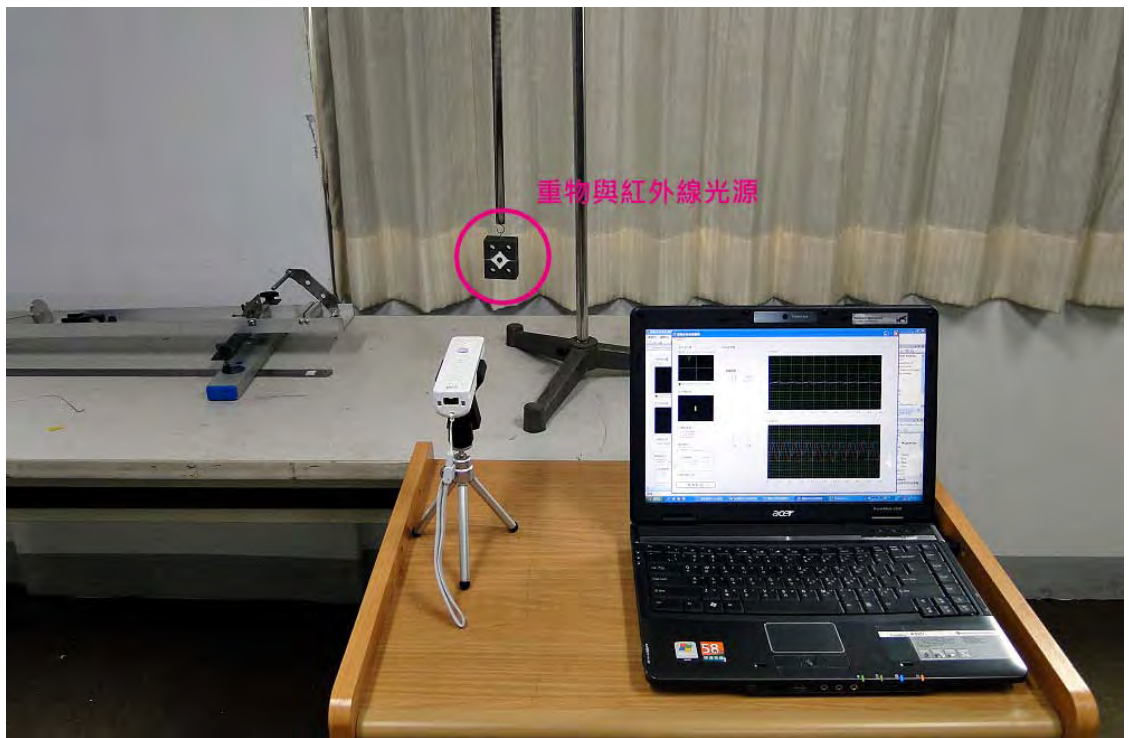


圖 11-1 彈簧振盪觀測裝置

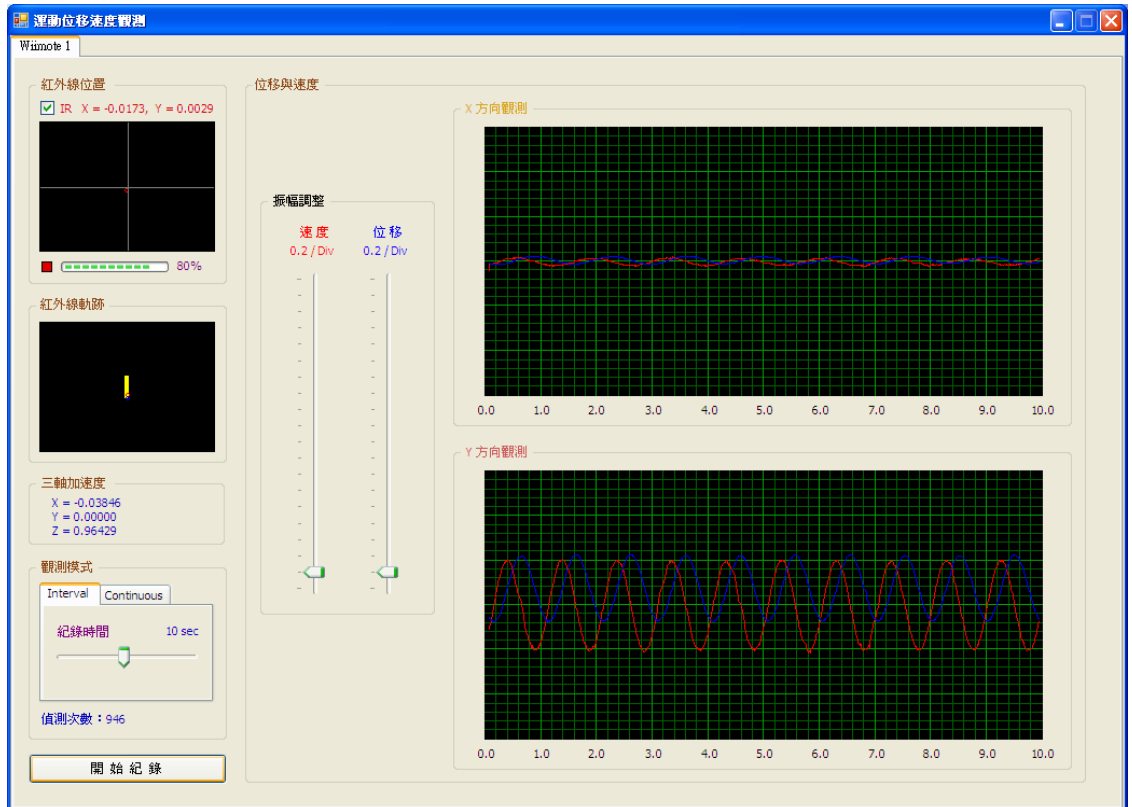


圖 11-2 彈簧振盪時重物的位移與速度變化

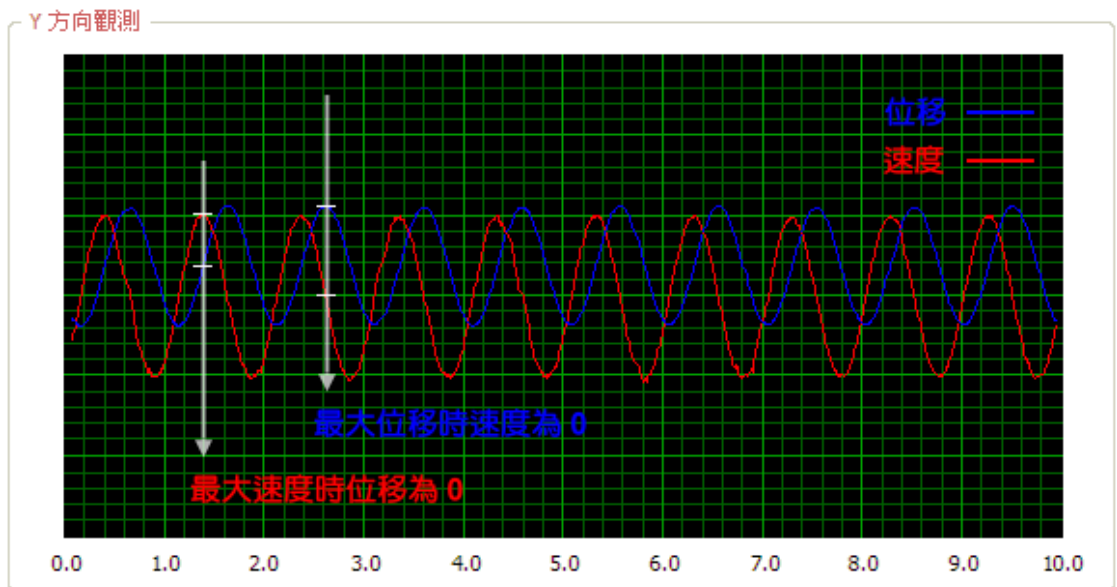


圖 11-3 彈簧振盪時重物的位移與速度分析

彈簧振盪為 Y 軸方向的運動，由圖 11-3 可以看出，重物在最大位移的時候，其速度為 0，當位移為 0 時，有最大的速度，完全符合彈簧振盪運動的特性。

三、單擺擺盪的測量

如圖 12-1 架設好單擺擺盪測試裝置，將紅外線光源置於擺錘中心，然後以測量程式來觀測單擺運動中擺錘的位移與速度變化。



圖 12-1 單擺運動觀測裝置

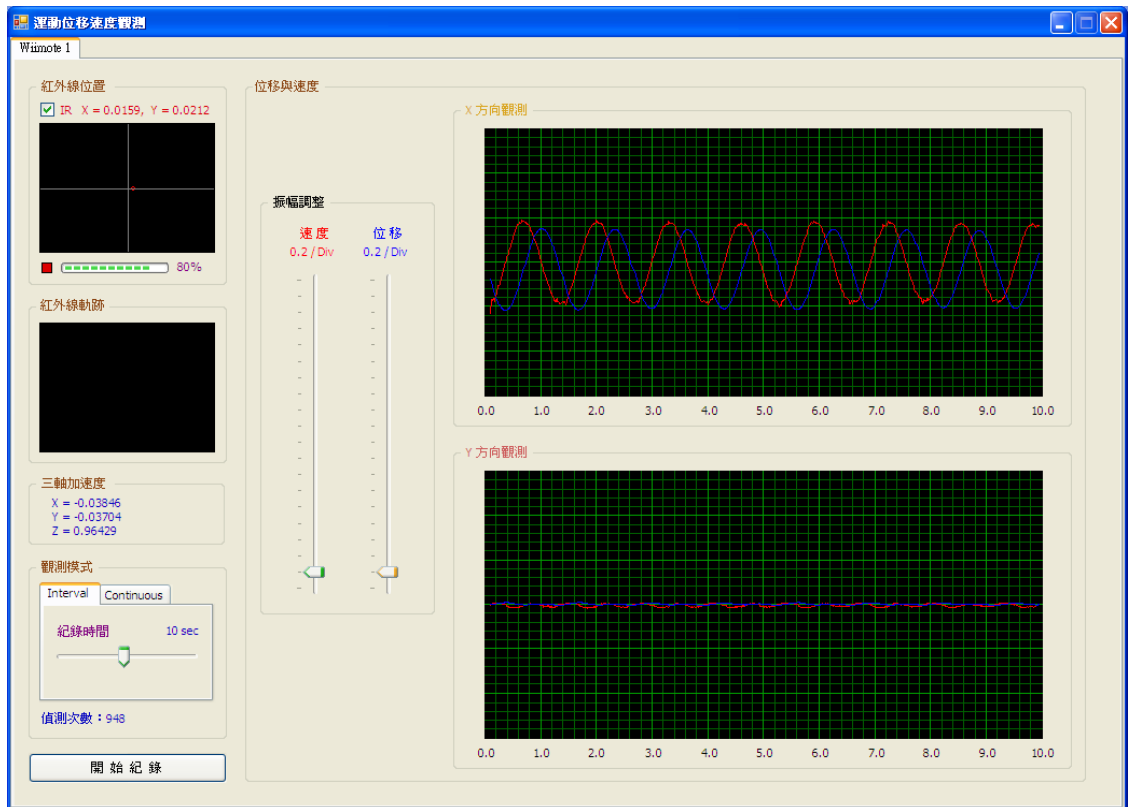


圖 12-2 單擺擺盪時擺錘的位移與速度變化

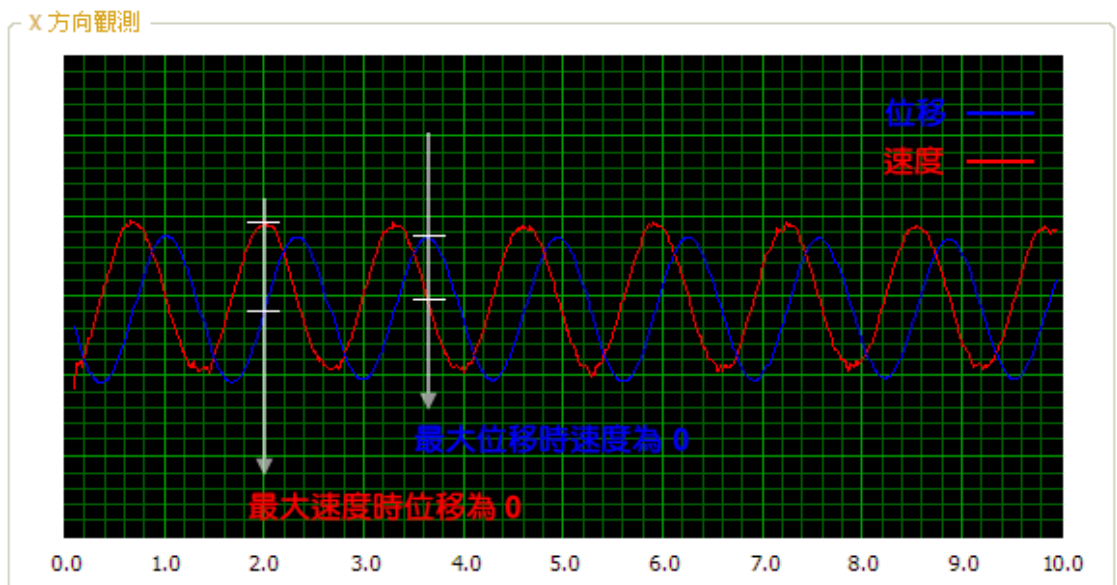


圖 12-3 單擺擺盪時擺錘的位移與速度分析

單擺擺盪為 X 軸方向的運動，由圖 12-3 可以看出，擺錘在最大位移的時候，其速度為 0，當位移為 0 時，有最大的速度，完全符合單擺擺盪運動的特性。

柒、應用與結語：

本研究嘗試著運用 Wii 控制器在物體運動實驗上，利用 Brian Peek 所提供的 WiimoteLib.dll [5]來讀取 Wii 控制器透過藍芽所傳送過來的紅外線光源位置座標，除

了可以追蹤其軌跡外，也可以及時偵測其位移、速度與加速度，從單擺運動、彈簧振盪、滑車加速度等實驗測試看來，這個想法確實可行，對於單價一千元左右的器材而言，非常適合中學的實驗課程中使用。

筆電的藍牙模組通常可以提供 4 個藍牙連線，未來或許可以利用多個 Wii 控制器來進行較為複雜的物體運動測量。另一方面，程式的功能與介面也得持續的擴增與發展，讓使用者操作起來更便利才行，讓我們發揮更大的創意與巧思，運用熱門的流行器材在實驗中，想必至少會提升同學們做實驗的興致。

捌、參考資料：

1. http://zh.wikipedia.org/wiki/Wii_Remote, 維基百科。
2. <http://johnnylee.net/projects/wii/>, Johnny Chung Lee Wiimote's Project。
3. 鍾哲民著, “加速度動作辨識系統之研究與應用,” 國立成功大學工程科學研究所碩士論文, 2008。
4. 孫德璋著, “指揮拍法辨識系統—使用三軸加速度感應器,” 國立清華大學資訊系統與應用研究所碩士論文, 2007。
5. <http://channel9.msdn.com/coding4fun/articles/Managed-Library-for-Nintendos-Wiimote>, Managed Library for Nintendo's Wiimote。
6. <http://www.hakuyu.com.tw/Wii/wii.htm>, 任天堂總經銷 博優股份有限公司。
7. <http://money.cnn.com/magazines/fortune/storysupplement/wiiremote/index.htm>, 美國 Fortune (財星) 雜誌。
8. 章伯睿著, “以 Wii 遊戲手把實做 3D 空間定位追蹤,” 銘傳大學資訊傳播工程學系碩士論文, 2009。
9. <http://mail.lsp.s.tp.edu.tw/~gsyan/>, 雄的家 顏國雄老師的部落格。
10. 國中自然與生活科技課本。

【評語】 030826

1. 本研究對於 Wii 遙控器特性做了詳細的分析，很有科學研究精神。
2. 為了使實驗具有可信度，對 Wii 各項功能，如紅外線追蹤、加速感測、方向位移等加以校正，實驗流程嚴謹。
3. Wii 的應用除了滑車加速度、彈簧震盪及單擺擺盪外，應可再擴大其應用層面。