

中華民國第 52 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

最佳團隊合作獎

030802

IRmote 之反光筆頭&眨眼滑鼠

學校名稱：苗栗縣立頭份國民中學

作者： 國一 徐子程 國一 曾士豪 國一 張皓翔	指導老師： 吳慧娟
---	------------------

關鍵詞：IRLED、Wiimote 感測、眨眼

摘要

我們研究出 Wiimote 的感測原理與影響 IR 發射筆的發光強度的因素及不同材質的反光特性，進而研發出~**電子黑板--反光筆頭**，達到在臨時組合屋教室裡能順利在黑板啟動電子白板的功能並提升學習樂趣等目的。同時，運用 Wiimote 的感測原理及所學和研究結果，我們舉一反三欲罷不能，研發出簡單實用的~**眨眼滑鼠**。

壹、研究動機

為提升在臨時組合教室上課的教學品質及學習樂趣，我們從網路上學習用 Wiimote 自製**電子白板**，研究 Wiimote 的感測原理與特性。我們知道，最佳的白板材質是投影螢幕—能將 IR 教學筆的光向四面八方漫射，讓 Wiimote 快速感應。但是由於我們組合屋教學器材有限，老師也希望直接在所投出來的教材影像中加註講解，所以我們是直接投影在黑板上。從此，開啟我們研究 Wiimote 的感測原理與特性。在這期間，我們同時受漸凍人陳宏(10年中，以眨眼寫出了七本書)的感動與啟發，進而運用 Wiimote 的感測原理及所學和研究成果，研發出簡單實用的~**眨眼滑鼠**。

貳、研究目的

- 一、了解 Wiimote 感測原理，並利用藍芽與投影機架設簡易電子白板。
- 二、實驗檢測各種材質: 不同顏色、材質粗糙度、面積對 IR 教學筆的感應效果，並測試不同驅動電壓與感應角度與 Wiimote 感測距離的相關性，找出感應效果最佳的 IR 教學筆頭設計~**電子黑板所需特製的反光筆頭**。
- 三、運用這次所學，開發更有實用價值的**眨眼滑鼠**。

參、研究設備及器材

一、電子黑板—反光筆頭設備及器材

(一)Wiimote 1 支、三角架(相機)、投影機、藍芽、黑板、筆電。

(二)自製紅外線教學筆：

1.第一代紅外線教學筆：(原為碳鋅 or 鹼性電池供電，如圖一)~材料:940nm IR LED、3 號電池盒 x1、杜邦接頭 x1、觸動開關 x1、玻纖板、白板筆頭、電線、水管、熱熔膠。

缺點：碳鋅電池很耗電，且常因電量不足，導致感應距離與控制效果不穩。

2.第二代紅外線教學筆以 USB 供電:(升級為 1.6V, 100mA, 如圖二)~材料: IC LD-1117、電阻 17ohm、莫仕公接頭、玻纖板、Mini USB 接頭、熱熔膠。

(三)將 Wiimote 供電電源改由 USB 供電，讓供電電源穩定(如圖三)~材料: 錫槍、吸錫器、抽風機、IC LD-1117、電阻 100 ohm、電容 100、10 μ F、Mini USB 接頭萬用盒、電鑽(萬用盒挖洞)、玻纖板、switch、LED (紅光)、三用電表、伏特計、安培計。

(四)將 Wiimote 供電電源改由 USB 可充電鋰電池(如圖四)~材料: 可變電阻、音量旋鈕、萬用盒、IC EUP8054、電容 1 μ F x2、電阻 1Khm

(五)實驗材料：色筆、丹迪紙、彩色影印紙、鋁箔（麥香奶茶包裝）、磨砂紙(9種不同粗糙面)、反光貼紙(三色)、鋁箔紙(粗/亮)、鐵鋁罐、乾辣椒、溫度計、照像機、剪刀、量尺、噴漆糖果盒、透明塑膠球、乒乓球、3M 鑽石級反光貼紙、熱熔膠、鐵鋁罐曲面底部。



圖一



圖二



圖三



圖四

二、眨眼滑鼠設備及器材

(一)實驗初階段材料：

自製 USB IR 發射器(如圖五、圖六)，材料：電木板 x1、IR LED(940nm) x10、Red LED x1、75 ohm 電阻 x4、15 ohm 電阻 x1、USB 線+接頭。



圖五



圖六

(二)眨眼滑鼠實驗材料：

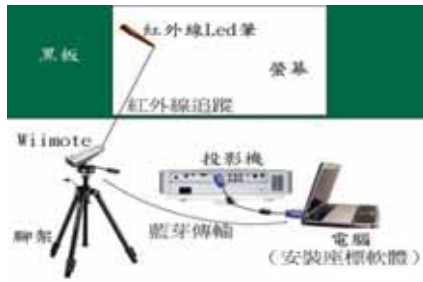
自製眨眼滑鼠(如圖七)：眼鏡、IR LED(940nm) x2、100 ohm 電阻 x4、20K ohm 電阻 x2、150 ohm 電阻 x2、1K ohm 可變電阻 x2、放大器 LM324 x1、Photo Reflector x2、錫槍、吸錫器、抽風機、玻纖板、Mini USB 接頭、熱熔膠、熱塑套、熱風槍。



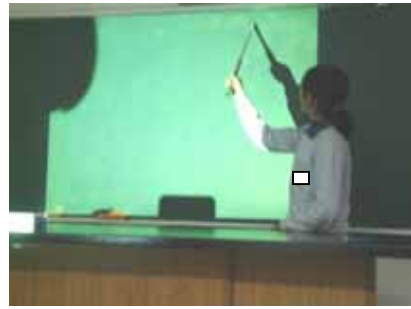
圖七

肆、研究過程及方法

首先，我們依照電子白板的原理(如圖八)，自製紅外線教學筆，藉藍牙傳輸完成 Wiimote、電腦、投影機的定位，在黑板的四個角落上點亮紅外線教學筆作矯正，但是，我們發現無法在黑板上正確完成矯正的動作，也就是 Wiimote 感應不到教學筆發出的紅外線(如圖九)。因此，我們試著找出幾個可能影響 Wiimote 感應效果的因素，並設法做出最佳的紅外線教學筆。



圖八



圖九

一、實驗過程：架設 Wiimote 於三角架上與電腦、藍芽完成配對。(詳細數據列於附件一~七)

(一)實驗一：研究各種電子白板筆頭的發光特性，與 Wiimote 感應效果的關係。

把不同顏色的彩色筆蓋，套上 IR 發射筆，筆頭指向 Wiimote，再量測 Wiimote 接收 IR 感測距離，找出不同顏色筆蓋與 Wiimote 感測距離之相關性，所得數據如下：

筆頭顏色 距離(cm)	紅	橙	黃	螢光 黃	綠	深 綠	藍	深 藍	紫	黑	灰	Blank test
平均	482	542	525	470	524	487	468	454	476	29	279	660

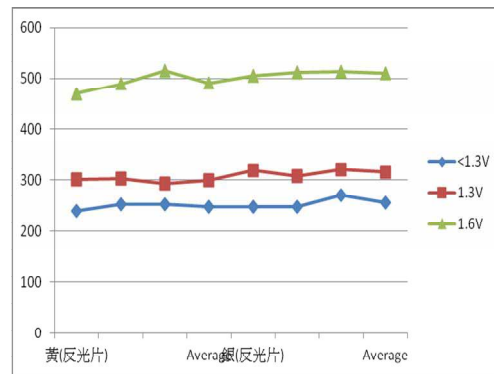
結果：1.教學筆未套上任何顏色筆蓋時，其與 Wiimote 感測距離最遠。

2.教學筆套上黑色筆蓋時，其與 Wiimote 感測距離最短。

(二)實驗二：研究紅外線 LED 的驅動電壓，與 Wiimote 感應效果的關係。

在相同溫度、面積、材質、顏色的條件下，不同電壓的 IR 教學筆(背側黏貼反光紙)，發出 IR 時與 Wiimote 的感測距離，所得數據如下：

溫度	20°C	24°C	16°C
顏色	3月3日	3月5日	3月9日
電池電壓	<1.3V	1.3V	1.6V
黃(反光片)	240	301	470.7
	253	302	489.4
	253	293	514.5
Average	248.667	298.667	491.533
銀(反光片)	248	319	505
	248	308	511
	270	320	514
Average	255.333	315.667	510

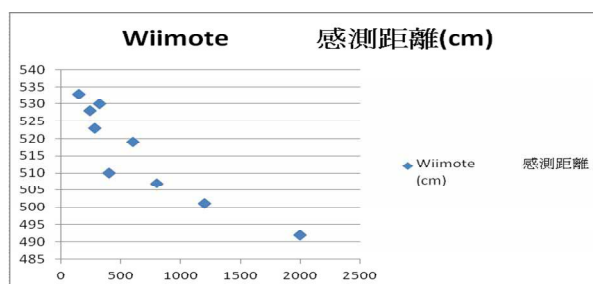


結果：電壓與 Wiimote 的感測距離成正相關。

(三)實驗三：研究不同的反光材質(磨砂紙的粗糙度及鋁箔光滑及粗糙面)，與 Wiimote 感應效果的關係。

在相同溫度、電壓、面積、顏色的條件下，不同材質（磨砂紙及鋁箔）黏貼於 IR 教學筆背側，IR 教學筆發出 IR 時 Wiimote 感測距離的量測，所得數據如下：

磨砂紙(cw)數字越 小材質越粗糙	Wiimote 感測距離(cm)
150	533
240	528
280	523
320	530
400	510
600	519
800	507
1200	501
2000	492



結果：材質的粗糙度與 Wiimote 的感測距離成正相關。

(四)實驗四：研究各種白板材質的反光特性，與 Wiimote 感應效果的關係。

- 1.在相同溫度、電壓、面積、材質的條件下，設定 wiimote 距離黑板 280cm，把 36 種不同顏色的丹迪紙(長 x 寬 3.7x3) 用膠帶黏貼於 IR 教學筆背側(如圖十、圖十一)，量測 IR 教學筆發出 IR 時 Wiimote 的感測距離。



圖十



圖十一

結果：除黑色丹迪紙與 Wiimote 的感測距離較短外，其餘顏色的丹迪紙無明顯差異。

- 2.利用相同面積(3.7x3)紅黃銀三種顏色反光貼片、銀色與紅色包裝紙(噴亮漆)用膠帶黏貼於 IR 筆頭後側(如圖十二、圖十三、圖十四)，量測 IR 教學筆發出 IR 時，Wiimote 的感測距離，所得數據如附件四。



圖十二



圖十三



圖十四

- 結果：(1)有貼反光片的教學筆 Wiimote 的感測距離較長。
(2)銀色噴漆包裝紙比紅色噴漆包裝紙感測距離長。

(五)實驗五：不同的反光面積與 Wiimote 感應效果的關係。

以不同反光面積(鋁箔包裝)，用膠帶黏貼於 IR 筆頭後側(如圖十五、十六)，量測 IR 教學筆發出 IR 時，Wiimote 的感測距離，所得數據如附件五。



圖十五



圖十六

結果：面積大小與Wiimote 的感測距離無明顯相關。

(六)實驗六：不同的溫度，與 Wiimote 感應效果的關係。

用噴漆糖果鐵鋁罐，內裝不同溫度的水，緊置於 IR 教學筆之後(如下圖十七、圖十八、圖十九)，再量測 IR 教學筆發出 IR 時，Wiimote 感測距離，所得數據如附件六。



圖十七



圖十八 Wiimote



圖十九

結果：溫度與Wiimote 的感測距離無明顯相關。

(七)實驗七：研究如何改善 IR 教學筆的使用角度與距離

網路上所提供的資料對 IR LED 的筆頭研究很少，且只是合用於白板作反射材質。所以一用在我們的電子黑板系統中，就發現有操作距離短且只能將 IR LED 垂直於黑板才能使用，所以我們開始嘗試並開發適合的筆頭設計。

量測 IR 教學筆與 Wiimote 平行(如圖二十、二十一)、垂直(如圖二十二)時，發出 IR 時，Wiimote 的感測距離，所得數據如附件七。

電腦顯示 Wiimote 皮尺 IR 教學筆平行 Wiimote IR 教學筆垂直 Wiimote



圖二十

圖二十一

圖二十二

結果:單純使用 IR LED 或只套上透明筆頭的 IR 教學筆使用角度小，套上我們設計的白色反光筆頭的 IR 教學筆大幅改善使用的距離與角度。

伍、討論

一、討論之一：綜合以上七項實驗數據，我們發現：

(一)實驗一：研究各種電子白板筆頭的發光特性，與 Wiimote 感應效果的關係：

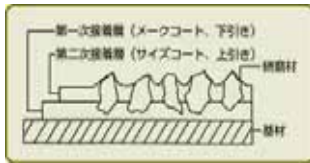
我們的 IR-LED 的波長為 940nm，是屬於近紅外線(NIR)，因此從我們的實驗數據中發現顏色越深的筆頭，Wiimote 感測距離越小，根據 NIR 的特性，顏料粒子會阻礙 NIR 的發射，所以透明的筆頭應是最佳筆頭。

(二)實驗二：研究紅外線 LED 的驅動電壓，與 Wiimote 感應效果的關係。

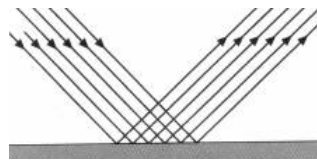
原來我們的 IR 教學筆是用鹼性電池，其標準電壓是 1.5V，但隨著使用時間而下降(1.3V 和 <1.3V)，因此我們自行設計電路，改為 USB 充電，使其電壓與電流穩定，維持在 1.6V，100mA。從實驗結果得知，電壓越強，IR-LED 的亮度越大，Wiimote 感應效果越好。

(三)實驗三：研究不同的反光材質(砂紙的粗糙度)，與 Wiimote 感應效果的關係。

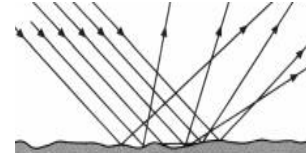
從我們的實驗結果得知，磨砂紙的粗糙度越大(如圖二十三)，感測距離越大，磨砂紙越平滑，感測距離越小，鋁箔也是一樣，粗糙面的感測距離較光滑面大，也就是越光滑的材質 Wiimote 的感應效果就變差，雖然越光滑的材質反射效果越好(如圖二十四)，對方向性敏感，在使用上不方便，只要角度不對，Wiimote 就感應不到。最佳的白板材質是投影螢幕，其表面不是光滑的(如圖二十五)，因能造成均勻漫射，Wiimote 的感應效果就比較好。



圖二十三



圖二十四



圖二十五

(四)實驗四：研究各種白板材質的反光特性，與 Wiimote 感應效果的關係。

IR 教學筆背面黏貼反光片的感測距離比沒黏貼光片的距離還大，可見反光片的材質的確可增加 Wiimote 的感應效果。而且銀色噴漆反光片的感測距離比紅色噴漆反光片大，可見銀色噴漆反光片 Wiimote 的感應效果比較好。

(五)實驗五：研究不同的反光面積，與 Wiimote 感應效果的關係。

從實驗數據得知，IR 教學筆背面黏貼反光片的面積與 Wiimote 的感應效果沒有明顯關係；但是我們發現：面積越大的反光鋁箔紙數據變動大，因其面積越大越不易保持平整，反而面積越小越易平整，數據反而變動不大。

(六)實驗六：研究不同的溫度，與 Wiimote 感應效果的關係。

光線是一種輻射電磁波，其波長分佈自 300nm (紫外線) 到 14,000nm (遠紅外線)。不過以人類的經驗而言，「光域」通常指的是肉眼可見的光波域，即是從 400nm (紫) 到 700nm (紅) 可以被人類眼睛感覺得到的範圍，一般稱為「可見光域」(Visible)。波長愈長，能量愈弱，即近紅外線的 energy 要比可見光低，比紫外線更低。對溫度敏感的波長為 3,000nm~14,000nm 的中紅外線及遠紅外線為主要感應範圍，所以，對於 940nm 的近紅外線，對溫度並無明顯感應。

(七)實驗七：研究如何改善 IR 教學筆的使用角度與距離。

IR LED(940nm)的發光角度為 80° ，若不經過彩色筆蓋的散射處理，會有很明顯的角度限制，垂直(90° 角)使用起來更不實用。而且不同顏色的筆頭會稍微影響導光與散射的效果(實驗一)。筆蓋的導光效果與散射效果一讓 IR 均勻的向四面八方散射出去(如圖二十六)。

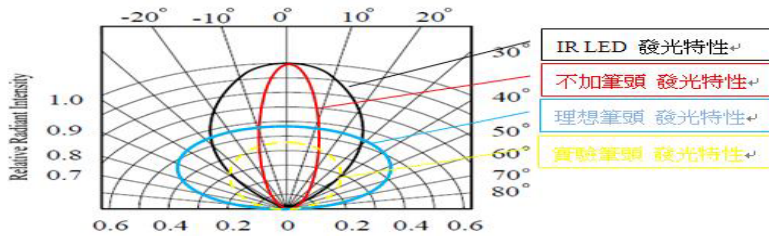


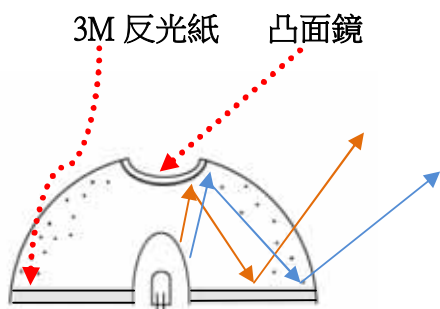
Fig.8 Forward Voltage vs. Ambient Temperature(°C)

圖二十六

二、討論之二：我們的實驗數據有非常清楚且令人興奮的結果：

IR 教學筆與 Wiimote 角度	Wiimote 感測距離(cm)			平均(cm)
IR 教學筆與 Wiimote 平行(0°)	660	662	660	661
IR 教學筆與 Wiimote 垂直(90°)	388	357	375	371
IR 教學筆套上乒乓反光筆頭垂直	444	453	432	443
IR 教學筆套上透明反光筆頭垂直	410	400	402	404
IR 教學筆套上透明反光筆頭平行	>720	>720	>720	>720

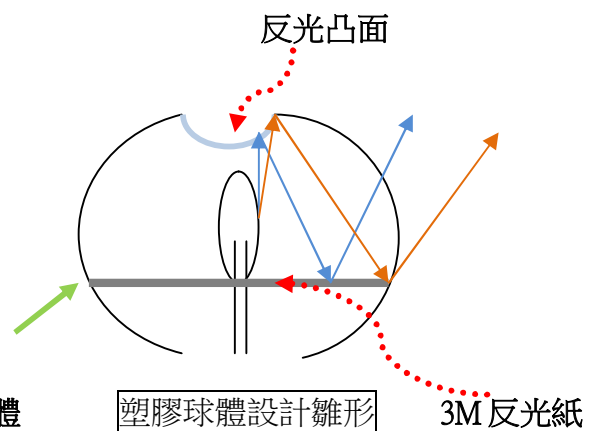
- (一)不加筆蓋時，平行 Wiimote(即 0° 角)發亮的 IR 教學筆與 Wiimote 的感測距離幾乎是垂直 Wiimote 發亮的 IR 教學筆與 Wiimote 感測距離的 1~2 倍。
- (二)基於使用 IR 教學筆時，與 Wiimote 的角度幾近垂直，因此，我們勢必要設計出增加 IRLED 側面的發光強度的筆頭：反光筆頭 (如圖二十七、二十八)



透明筆頭設計雛形

圖二十七

乒乓球半球體



塑膠球體設計雛形

圖二十八

(三)IR 教學筆(垂直 Wiimote)：套上白色反光筆頭與 Wiimote 的感測距離>套上透明反光筆頭與 Wiimote 的感測距離>沒有套筆頭與 Wiimote 的感測距離，連白色不透光的筆頭都比沒有筆頭的感測距離還遠，所以證明我們的理論與設計是成功的!

(四)此外，值得注意的是，套上透明反光筆頭的感測距離比沒套筆頭的平行感測距離還遠，可見利用反射定律設計的筆頭，反光片能增加 LED 的發光亮度，而白色的乒乓球材質顆粒所產生的漫射效果，則增加了 LED 的發光角度，都讓感應效果更好。

三、討論之三：反光筆頭結論與成果

綜合以上七個實驗數據，我們發現：

(一)溫度、IR 教學筆背面黏貼的反光面積，並不影響 Wiimote 的感測距離。

(二)IR 教學筆亮度(電壓)越大，會增加 Wiimote 的感測距離。

(三)IR 教學筆背面黏貼的反光片，會增加 Wiimote 的感測距離。

(四) IR 教學筆背面黏貼的磨砂紙或鋁箔,粗糙的材質會增加 Wiimote 的感測距離。

(五) IR 教學筆內 IRLED 的亮度與 Wiimote 平行的亮度最亮，側邊亮度較弱(與 Wiimote 垂直感測距離較小)。

(六)貼上銀色反光片的透明反光筆頭，能增強 Wiimote 的平行感測距離。

(七)貼上銀色反光片的白色乒乓反光筆頭，能增加 Wiimote 的垂直感測距離(發光角度)。

我們利用光的反射定律及凸面鏡、銀色反光片，成功設計了反光筆頭(如圖二十九、三十)，它有效的增強 IR LED 側邊的發光亮度使我們的電子黑板系統能順暢的使用，不僅提升了使用距離，也大大改善了使用角度。



圖二十九



圖三十

四、討論之四：舉一反三、欲罷不能---眨眼滑鼠，就這麼研發出來了~~

(一)緣起：當我們進入 Wiimote—IR 的世界，並得知陳宏先生用眨眼寫作，就突發奇想，希望以紅外線發射器照射臉部，利用人眼反射紅外光的光點(如同紅外線教學筆的功能)，作眨眼滑鼠，讓身障人士雖然不能用手操控搖桿，也能藉著”頭部轉動”與”眼睛眨眼動作”，順暢的啟動電子白板或操控滑鼠或玩 Wii。

(二)實驗過程：

1.實驗階段 1：以眼睛反射 IR，由 Wiimote 偵測光點而呈現光點在電腦螢幕上。

(1)先把 Wiimote 架設於三角架上與電腦、藍芽完成配對。

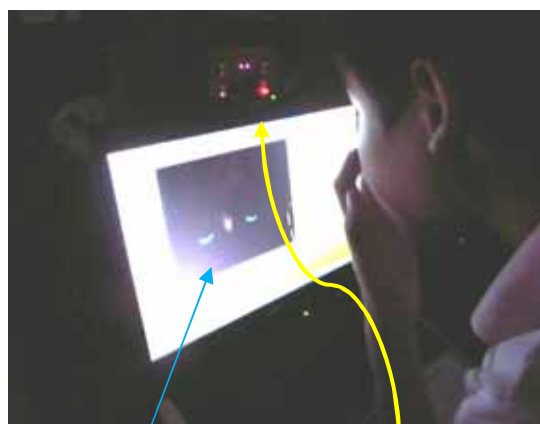
(2)製作紅外線探照燈(IR 發射器)架在 Wiimote 周圍，受試者站在 Wiimote 前希望藉由眼睛反射 IR 光,讓 Wiimote 感應，由電腦顯示結果。(如圖三十一)

實驗階段 1：以眼睛反射 IR，由 Wiimote 偵測光點而呈現光點在電腦螢幕上

<p>實驗圖示</p>	 <p>Wiimote IR 發射器 紅色亮點表示 Wiimote 偵測到 IR</p> <p>(圖三十一)</p>
<p>測試結果:</p>	<p>(1)光點辨識困難易產生誤判--眼睛反光點小。</p> <p>(2)Wiimote 感應靈敏，若加強紅外線探照燈亮度，連鼻子都會產生光點極易受干擾造成誤判。</p> <p>(3)眼睛雖看不出紅外光但還是會受傷，極易疲勞。</p>

2.實驗階段 2：以眼睛反射 IR，直接由 NB CAM 偵測光點呈現光點在電腦螢幕。

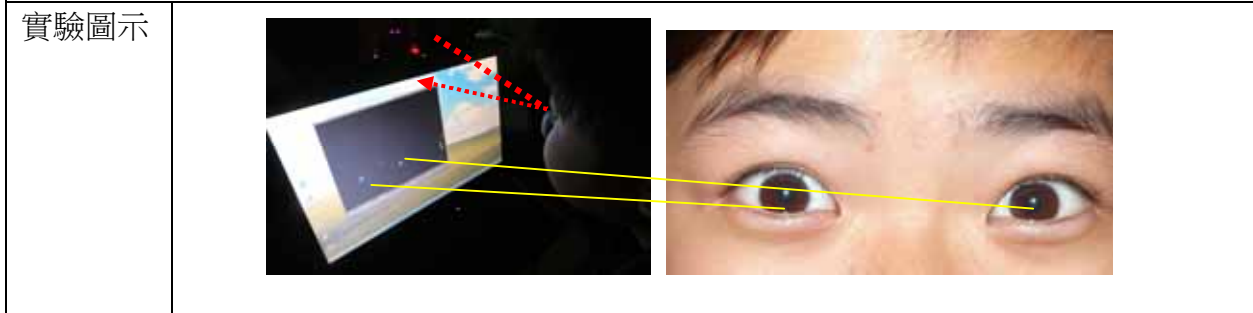
- (1)IR 發射器置於電腦上。
- (2)測試者面對 IR 發射器，睜大眼睛,藉眼球對 IR 的反射，反射出 IR，直接由 NB CAM 偵測光點而呈現光點在電腦螢幕。(如圖三十二)



眼睛成像 IR 發射器

圖三十二

實驗階段 2：以眼睛反射 IR，直接由 NB CAM 偵測光點呈現光點在電腦螢幕。



測試結果：	<p>(1)光點辨識不清，且因人而異，有人難以辨識如圖：</p> <p>(2)眼睛易疲勞，流目油。</p> <p>(3)所以我們決定改善反光材質，直接用反光貼紙產生光點，希望接著臉部各種表情的變化，產生反光亮點間的變化做到游標與按鍵的功能(實驗階段 3)。</p>
-------	--

3.實驗階段 3：藉由反光紙反射 IR，由電腦視訊偵測光點。

- (1)測試者在眼皮、鼻子(頭)貼上反光貼紙，面對 IR 發射器，藉反光紙對 IR 的反射，反射出 IR，觀察電腦螢幕的光點成像。(如圖三十三)
- (2)測試者在雙頰、鼻子(頭)貼上反光貼紙，面對 IR 發射器，藉反光紙對 IR 的反射，反射出 IR，觀察電腦螢幕的光點成像。(如圖三十四)
- (3)測試者在下嘴唇、鼻子(頭)貼上反光貼紙，面對 IR 發射器，藉反光紙對 IR 的反射，反射出 IR，觀察電腦螢幕的光點成像。(如圖三十五)



圖三十三



圖三十四







圖三十五

實驗階段 3：藉由反光紙反射 IR，由電腦視訊偵測光點。

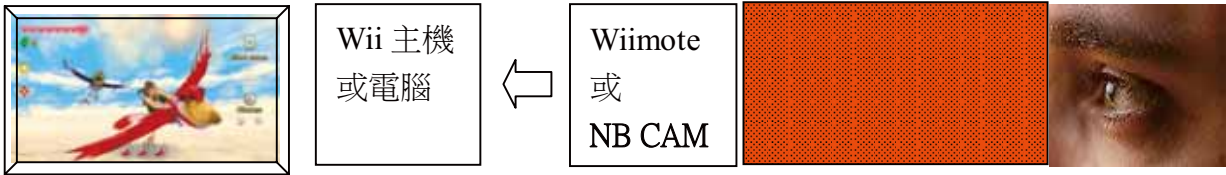


測試結果	<p>a.螢幕清楚呈現 3 個光點</p> <p>b.缺點:挑眉的動作不明顯(因人而異)</p>
------	--

<p>實驗圖示 (2)</p>			
<p>測試結果</p>	<p>a.螢幕清楚呈現 3 個光點 b.缺點 1:臉頰的動作不明顯(因人而異) c.缺點 2:牙齒會不小心露出,造成第 4 個光點。</p>		
<p>實驗圖示 (3)</p>	<p>受測者臉部動作</p>	<p>電腦螢幕成像</p>	<p>定義解讀</p>
<p>測試結果</p>			<p>1 倍速控制游標 移動</p>
			<p>8 倍速控制游標 移動</p>
			<p>按左鍵</p>
			<p>按右鍵</p>
	<p>a.螢幕清楚呈現 2 個光點 b.藉嘴巴開合幅度，控制游標移動速率。 c.藉嘴巴左、右移動，產生光點的左右相對位置變化，可以作為按左鍵與右鍵的效果。 d.缺點：臉頰痠痛、面目猙獰(如圖)</p>		

(三)IR 眼鏡(眨眼滑鼠)

1.概念：藉眨眼控制紅外線 LED 燈的明暗與光點，由 **Wiimote** 或 NB CAM 偵測，傳輸到 **Wii 主機**或電腦，在螢幕上顯視光點，再定義光點移動的位置、方向和速度....等，有如滑鼠的功能。(如圖三十六)

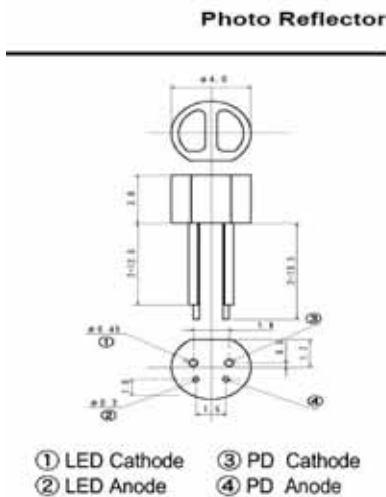


圖三十六

2.原理：利用 **Photo Reflector** 的特性，當眼睛作眨眼動作時(臉部肌肉上提)，遮斷光線照射，因 **Photo Reflector** 遮到光線時，致電流量增強，使得 IRLED 發亮，而在螢幕上呈現光點。如此，就可取代 IR 發射筆，也可解讀為滑鼠的上下移動(頭部移動)、左右鍵(右眼左鍵、左眼右鍵、雙眼同眨~~ENTER~~的眨眼動作)。

3.重要電子元件功能與規格

(1)Photo Reflector

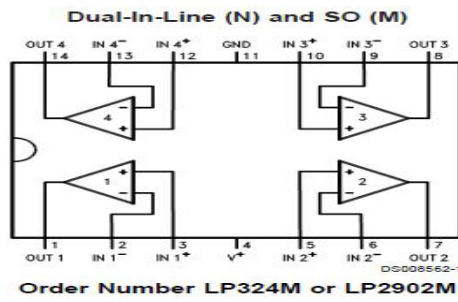


Opto-Electrical Characteristics (Ta=25°C)

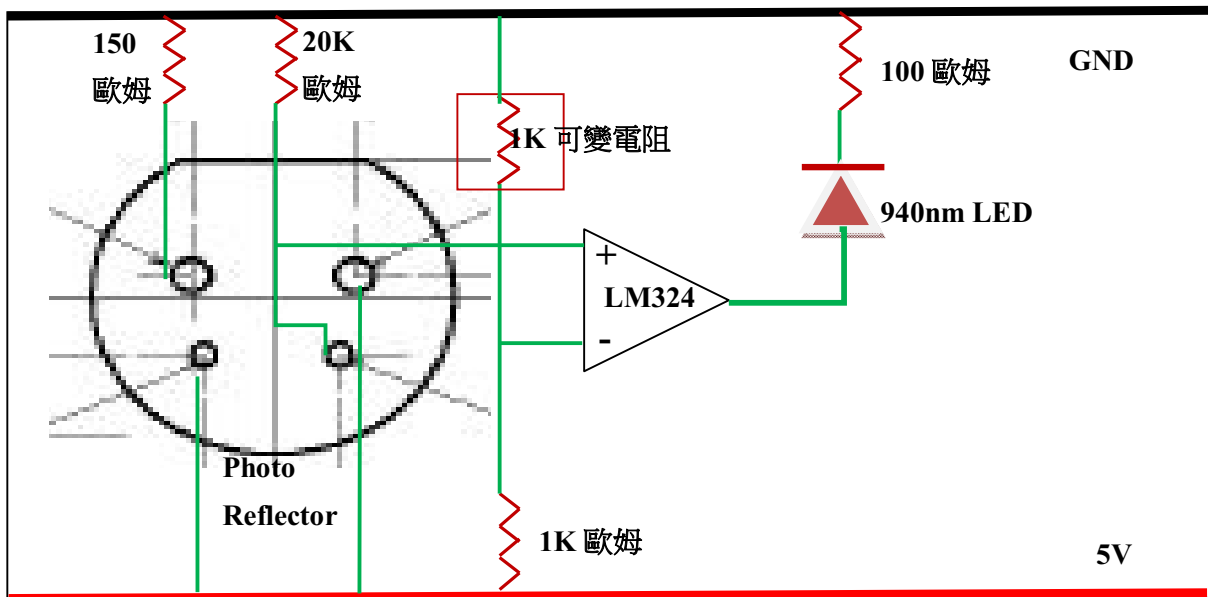
Characteristic	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	V _F	I _F =20mA	-	3.50	4.00	V
Reverse Current	I _R	V _R =4V	-	-	10	μA
Light Current	I _L	I _F =10mA, V _R =10V, d=1mm ²	-	35	-	μA
Dark Current	I ₀	V _R =10V	-	-	100	μA
Peak Sensitivity Wavelength	λ _p	I _F =20mA	-	468	-	nm
Spectral Line Half Width	Δλ	I _F =20mA	-	35	-	nm
Cross-Talk	I _x	I _F =10mA, V _R =10V	-	-	10	%
Rise Time	T _r	V _R =10V, I _F =10mA, R _L =1K	-	10000.00	-	ns
Fall Time	T _f	V _R =10V, I _F =10mA, R _L =1K	-	10000.00	-	ns

(2) 放大器(比較器) LM324

Connection Diagram

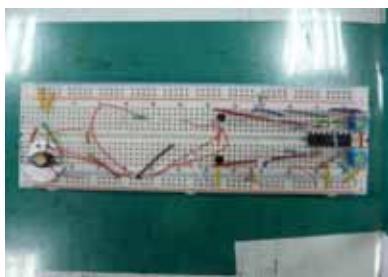


(3). 眨眼滑鼠之設計電路圖(如圖三十七)



4.過程：眨眼滑鼠眼鏡

- (1) 麵包板測試電路(如圖三十八、圖三十九、圖四十)。
- (2) 開始焊電路板、拉線(如圖四十一、圖四十二、圖四十三)。



圖三十八



圖三十九



圖四十



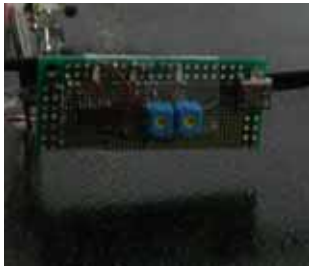
圖四十一

圖四十二

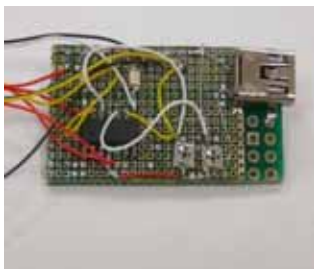
圖四十三

5.成品：

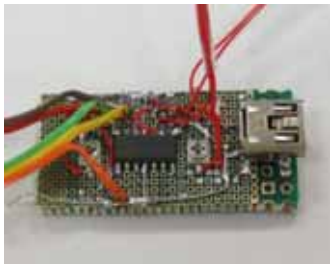
(1)第一代 (IR I)：



(2)第二代 (IR II)：



(3)第三代 (IR III) (放大器正負接頭與前二代相反)



(四)、眨眼滑鼠研究結果

<p>IR I 實驗圖示</p>	
<p>IR I 測試結果</p>	<p>(1) 眼睛不做眨眼動作時，IR LED 不發亮。 (2) 眼睛做眨眼動作時，在螢幕呈現 1 或 2 個清楚光點~~Ya!成功。</p>

<p>IR II 實驗圖示</p>	
<p>IR II 測試結果</p>	<p>(1) 功能:眼睛作眨眼動作, IRL ED 發 亮(同 IR I) 。</p> <p>(2) 眼睛不做眨眼動作時, IR LED 不發亮。</p> <p>(3) 眼睛做眨眼動作時, 在螢幕呈現 1 或 2 個清楚光點~~Ya!成功。</p> <p>(4) 優點: 輕鬆優美地作眨眼動作, 清楚在螢幕呈現 2 個光點, 體積更小, 拉線更美觀, 電線不亂跑(加上熱縮套) 。</p>
<p>IR III 實驗圖示</p>	
<p>IR III 測試結果</p>	<p>(1) 沒有眨眼動作時, IR LED 恆亮, 螢幕出現兩個亮點。(與 IR I、 IR II 相反) 。</p> <p>(2) 偵測到眨眼動作時, IR LED 熄滅, 在螢幕上呈現 1 或 0 個光點。</p>







五、討論之五：

我們經過一周眼睛通紅的努力下---我們得到慘痛的經驗：

- (一)人眼反射紅外光的效率不高，必須要使用高功率 IR 發射器以近的距離操作 Wiimote 才能偵測到光點，但是同時臉部的反射光點也已經足以干擾光點辨識。
 - (二)雖然人眼感受不到紅外線但是還是會被曬傷。
 - (三)反光貼紙雖物美價廉，但不夠人性化(方便)，也因個別差異及臉部的表情動作劇烈造成肌肉痠痛，實非長久之計。
- ~~~所以我們不得不思考如何開發一個可用性高，能保護眼睛又能偵測我們眨眼動作而主動發出紅外光的裝置~眨眼滑鼠。

六、討論之六：我們發現第一代 IR 眼鏡與第二代的功能是類似的，只是第二代經過我們的拉線與熱塑套的美化，看起來較美觀，但是沒有眨眼就不發亮，眨眼才發亮的話，要在螢幕上定義為滑鼠則眼睛就必須一直眨，實在非常疲累。因此，我們才會更改一下電路，研發出第三代眨眼滑鼠，讓眼鏡沒眨眼時是發出兩個亮點(有如 Wii 的 IR 發射器或定義為滑鼠的箭頭)，光反射器感應到眨眼的動作時，就阻斷 IRLED 的發亮，如此就更趨近滑鼠的功能(左右眼的變暗定義為滑鼠的左右鍵)，兩眼一眨可定義為 Enter，甚至眨眼的時間長短也可定義各種不同的功能。

~第三代眨眼滑鼠

受測者臉部動作	電腦螢幕成像	定義解讀
		滑鼠正常移動
		按右鍵
		按左鍵
雙眼閉起	螢幕無光點	按 ENTER 鍵

陸、結論

- 一、正常狀況下的電子白板，其螢幕可讓 IR 教學筆所發出來的 IR 均勻漫射，所以能夠快速定位，根據實驗結果得知，溫度、面積不會影響 Wiimote—IR 的感測距離，只有板面粗糙度(材質)與顏色、電壓(IR 強度)會影響 Wiimote—IR 的感測距離；此外，我們知道最佳投影布幕除材質講究外，顏色以白色較佳，但因為在組合屋的有限條件下，我們無法改變黑板的材質與顏色(黑板不能使 IR 均勻漫射，且造成 IR 反光太弱&對方向性敏感，使用不夠方便)，而且 IR LED 的亮度有其(電壓)限制，所以我們利用光的反射定律，藉凸面鏡與 3M 鑽石級反光貼紙，同時藉著白色乒乓球所產生的漫射效果，來增加 IRLED 的發光亮度和角度，設計出一款特殊筆頭，果然使我們在組合屋有限的資源中，用我們的反光筆頭，讓 IR 發射筆的亮度增加(1.6V)，達到在黑板快速定位的效果。
- 二、眨眼滑鼠終級版(IR III) 功能較 IR I、IR II 更具類似滑鼠的功能，不用刻意作眨眼動作時，螢幕就出現兩個光點，所以可兩眼睜開使用電腦，光點的移動可定義為滑鼠移動，並且移動速度及方向也可定義為特殊指令，例如：上下快速移動可定義為換上/下頁、順時針轉為儲存、逆時針轉為復原、眨左眼時就是點滑鼠的左鍵、眨右眼就是點滑鼠的右鍵，眨雙眼則為 Enter...等許多有趣的功能，而且還具有開發成各種好玩並有用的功能及應用在生活上的可能性。例如：
 - (一)老人照護：長者若眼睛閉合（設定時間），則發出訊號/音樂/警報，通知看護者。
 - (二)行車安全：長途開車疲憊的司機，若眼睛下垂/閉合（設定時間），則發出警報，讓司機清醒。
 - (三)玩 Wii 的遊戲：利用兩亮點，模擬 Wiimote 感測原理，以頭部轉動就可玩 Wii 的遊戲。~~為了讓夢想成真，我們知道要實現上述功能，影像處理和辨識軟體是關鍵的一環，因此，我們也很努力的利用課餘時間學習程式設計(C#、Lab View)。雖然，我們只是國一生，但我們相信~有一天我們可以飛向藍天，迎向無限可能的未來。
- 三、憑著單純的熱切與學習的渴望，我們跳進 Wiimote 紅外線、電路、IC、各種電子零件、程式...等光與電的世界，從自製紅外線筆，到改造 Wiimote 成 USB 供電，進而以 Wiimote—IR 感測原理利用眼睛、反光片來反射 IR，由 Wiimote 感測來啟動電子白板，最後，根據實驗結果及利用光反射的特性，自行研發出特殊反光筆頭，改善教學品質；同時研發出眨眼滑鼠(第一代、第二代、第三代);過程中從計算電阻、測電流、測電壓、研究電路圖、選購 IC、DIY 焊接電路板、...，期間還遇到緊急狀況：筆電硬碟掛掉，資料遺失，我們自己救回來；桌上型電腦突然停止運轉兩次，我們緊急拆硬碟，換主機，救電腦...。最後，連程式設計(C#、Lab View)我們都是自發地踴躍的投入。

我們的研究團隊加上老師目前有 13 位，(我們還成立 Wiimote-IRLab 社團呢!)大家積極主動，天天研討，甚至假日都願意到校作實驗，並利用課餘時間參加 LabView 程式設計學習課程，這次科展是我們團隊長達 5 個月的心血結晶，雖然大部分同學無法參賽，但是，我們玩的很充實、很快樂、滿了幹勁！而且，我們渴望我們的能力能繼續提升，更多深入科學的領域，探究真理並造福人群!!!

柒、未來展望

- 一、我們深覺反光筆頭的設計真是一個有趣的題材，例如凸面鏡的曲率半徑及與反光紙的面積比以及筆頭形狀、材質的設計，以及用透明的筆頭，利用顆粒來增加粗糙度再加上反光紙，是否能同時加強反射與漫射的效果，同時增強感測距離和角度…都是我們尚未研究的內容，將來會延續相關的研究，以期能開發出更好的反光筆頭。
- 二、反光筆頭和眨眼滑鼠的結合：目前市面上 IRLED 有兩種--聚光型的 IRLED 及散光型的 IRLED；聚光型的 IRLED 優點是發光亮度集中，投射距離較遠，缺點是發光角度只有 80°，散光型的 IRLED 雖然發光角度大，但投射距離近。未來，我們將嘗試將我們設計的反光筆頭應用在眨眼滑鼠的 IRLED 上，不僅可解決聚光型 IRLED 方向性(角度)敏感問題，同時也能避開散光型 IRLED 發光角度大所帶來的 IR 照射到眼球的顧慮。目前，受限於美觀(筆頭體積太大)、黏貼技術、材料取得以及符合眨眼滑鼠使用條件的最佳筆頭設計尚未成熟(上述第一點)，若能與相關材料廠商合作，應該可以更快找到最佳之設計，這是今後我們繼續努力研究的方向。

捌、參考資料

- 一、近紅外線概說 http://www.avitone.com.tw/gintabo/IR/Ir_Concept.htm
- 二、<http://www.powerdirect.com.tw/DS/3406fa.pdf>
- 三、<http://tjes9602.pixnet.net/blog/post/2440753-wii-remote%E5%88%B6%E5%99%A8%E5%87%AA%E5%A3%BD%E9%9B%B5%E5%AD%90%E7%99%BD%E6%9D%BF%E6%87%89%E7%94%A8>
- 四、<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!FZ7GePyRGB5m2BjnmJeinVc-/article?mid=24&prev=27&next=8&l=f&fid=6>
<http://www.nikken-super.com.tw/knowledge.html>
- 五、<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/login?o=dwebmge>

玖、附錄

附錄一：

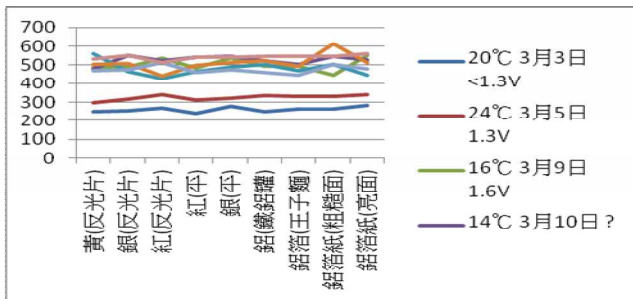
實驗一：研究各種電子白板筆頭的發光特性，與 Wiimote 感應效果的關係													
實驗數據	筆頭顏色 距離 (cm)	紅	橙	黃	螢光黃	綠	深綠	藍	深藍	紫	黑	灰	Blank Test
	第一次		482	541	530	460	520	480	460	450	460	30	244
第二次		482	535	531	499	507	492	471	454	480	30	313	662
第三次		482	550	514	450	547	490	473	459	490	28	282	658
平均		482	542	525	470	524	487	468	454	476	29	279	660
研究結果	1. 沒有套上筆頭的 IR 發射筆距離最遠(Blank test)。 2. 黑色筆蓋套上 IR 教學筆的感測距離最小，只有 29cm。												

附錄二：

實驗二—研究紅外線 LED 的驅動電壓，與 Wiimote 感應效果的關係。

實驗數據	溫度	20°C	24°C	16°C	22.8°C	20.8°C	23°C	28°C	28°C
	顏色	3月3日	3月5日	3月9日	4月6日	4月7日	4月9日	4月12日	4月13日
電池電壓		<1.3V	1.3V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V
黃(反光片)		240	301	470.7	562	497	476	525	520
		253	302	489.4	559	497	472	530	520
		253	293	514.5	560	515	470	544	530
Average		248.667	298.667	491.533	560.333	503	472.667	533	523.333
銀(反光片)		248	319	505	467	479	477	550	490
		248	308	470	467	490	472	540	520
		270	320	497	467	561	472	555	515
Average		255.333	315.667	490.667	467	510	473.667	548.333	508.333
紅(反光片)		267	340	520	433	429	520	478	544
		270	340	551	427	477	512	550	555
		271	340	540	430	420	510	512	550
Average		269.333	340	537	430	442	514	513.333	549.667
紅(平)		240	305	474	460	502	450	544	511
		233	308	485	473	487	465	541	520
		244	324	490	466	507	470	544	530
Average		239	312.333	483	466.333	498.667	461.667	543	520.333
銀(平)		260	314	528	491	500	477	541	490
		290	322	542	492	503	472	542	520
		290	320	538		532	472	543	515
Average		280	318.667	536	491.5	511.667	473.667	542	508.333
鋁(鐵鋁罐)		269	340	500	505	518	463	540	523
		242	331	492.5	503	525	457	550	523
		239	333	488	504	520	470	545	530
Average		250	334.667	493.5	504	521	463.333	545	525.333
鋁箔(王子麵)		262	340	476	470	503	437	544	547
		262	320	493	470	494	460	546	542
		266	333	514.5	470	485	451	542	541
Average		263.333	331	494.5	470	494	449.333	544	543.333
鋁箔紙(亮面)		265	340	550	455	520	472	516	540
		265	340	450	444	513	447	522	540
		265	340	418	442	510	520	514	538
Average		265	340	472.667	447	514.333	479.667	517.333	539.333
鋁箔紙(粗糙面)		284	355	453.2	503	603	505	549	540
		287	340	550	503	608	501	549	538
		283	340	550	503	630	505	546	518
Average		284.667	345	517.733	503	613.667	503.667	548	532

研究結果



1.由上圖可知,電壓與 Wiimote 的感測距離成正比。

附錄三：

實驗三一研究不同的反光材質(砂紙的粗糙度)，與 Wiimote 感應效果的關係。

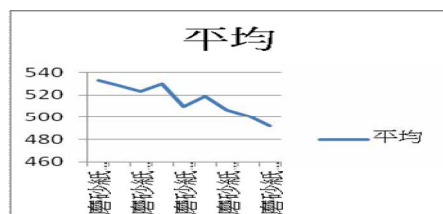
1.不同粗糙度的磨砂紙的數據:

規格	Wiimote 感測距離(cm)			平均
磨砂紙 150CW	534	534	530	533
磨砂紙 240CW	525	536	523	528
磨砂紙 280CW	520	522	526	523
磨砂紙 320CW	527	530	532	530
磨砂紙 400CW	511	516	504	510
磨砂紙 600CW	519	520	518	519
磨砂紙 800CW	513	502	507	507
磨砂紙 1200CW	505	508	491	501
磨砂紙 2000 CW	490	493	494	492

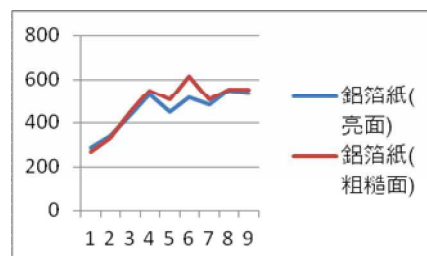
2. 鋁箔粗面與亮面的數據:

溫度 顏色	20°C 3月3日	24°C 3月5日	16°C 3月9日	22.8°C 4月6日	20.8°C 4月7日	23°C 4月9日	28°C 4月12日	28°C 4月13日
電池電壓	<1.3V	1.3V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V
鋁箔紙(亮面)	265	340	445	455	520	472	516	540
	265	340	450	444	513	447	522	540
	265	340	418	442	510	520	514	538
Average	265	340	437.7	447	514.3	479.7	517.3	539.3
鋁箔紙 (粗糙面)	284	355	453.2	503	603	505	549	540
	287	340	550	503	608	501	549	538
	283	340	550	503	630	505	546	518
Average	284.7	345.0	517.7	503.0	613.7	503.7	548.0	532.0

1. 不同粗糙度的磨砂紙的圖：



2. 鋁箔粗面與亮面的圖：



1. 磨砂紙的粗糙度與 Wiimote 的感測距離成正比。

2. 鋁箔粗面與 Wiimote 的感測距離大於鋁箔亮面與 Wiimote 的感測距離。

附錄四：

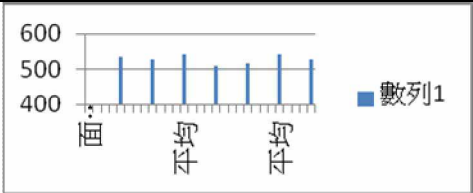
實驗四—研究各種白板材質的反光特性，與 Wiimote 感應效果的關係。

- 實驗數據
1. 丹迪紙實驗數據(1.6V 條件下):除黑色感應距離為 242cm，其他顏色感應距離皆 ≥ 280 cm。
 2. 不同反光紙的數據：

顏色	3月2日	3月3日	3月5日	3月9日	3月10日	3月24日	4月6日	4月7日	4月9日	4月12日	4月13日
電池電壓	?	<1.3V	1.3V	1.6V	?	1.54V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V
Blank test	242	-	247	328.4	448	540.4	381.8	372	380	477	507
	-	-	260	384.2	432.6	550		384	404	456	494
	-	-	255	390.4	404.4	540.2			388	463	498
Average	242	#DIV/0!	254	367.667	428.333	543.533	381.8	378	390.667	465.333	499.667
黃(反光片)	244	240	301	470.7	487.9	550	562	497	476	525	520
	-	253	302	489.4	479.6	550	559	497	472	530	520
	-	253	293	514.5	470.9	528		515	470	544	530
Average	244	248.667	298.667	491.533	479.467	542.667	560.5	503	472.667	533	523.333
銀(反光片)	281	248	319	505	550	542.4	467	479	477	550	490
	-	248	308	470	550	544.2	467	490	472	540	520
	-	270	320	497	550	544.2		561	472	555	515
Average	281	255.333	315.667	490.667	550	543.6	467	510	473.667	548.333	508.333
紅(反光片)	311	267	340	520	530.4		433	429	520	478	544
	-	270	340	551	514.3		427	477	512	550	555
	-	271	340	540	516.3			420	510	512	550
Average	311	269.333	340	537	520.333	#DIV/0!	430	442	514	513.333	549.667
紅(平)	270	240	305	474	541.6		460	502	450	544	511
	-	233	308	485	541.6		473	487	465	541	520
	-	244	324	490	541.6			507	470	544	530
Average	270	239	312.333	483	541.6	#DIV/0!	466.5	498.667	461.667	543	520.333
銀(平)	277	260	314	528	543.4		491	500	477	541	490
	-	290	322	542	550		492	503	472	542	520
	-	290	320	538	542.1			532	472	543	515
Average	277	280	318.667	536	545.167	#DIV/0!	491.5	511.667	473.667	542	508.333
鋁(鐵鋁罐)	308	269	340	500	518.2		505	518	463	540	523
	-	242	331	492.5	522.1		503	525	457	550	523
	-	239	333	488	520.3			520	470	545	530
Average	308	250	334.667	493.5	520.2	#DIV/0!	504	521	463.333	545	525.333
鋁箔(王子麵)	-	262	340	476	514.7		470	503	437	544	
	-	262	320	493	495.6		470	494	460	546	
	-	266	333	514.5	506.7			485	451	542	
Average	#DIV/0!	263.333	331	494.5	505.667	#DIV/0!	470	494	449.333	544	#DIV/0!
鋁箔紙(亮面)	-	265	340	550	522.2		455	520	472	560	540
	-	265	340	450	530.5		444	513	447	562	540
	-	265	340	418	532		442	510	520	564	538
Average	#DIV/0!	265	340	472.667	528.233	#DIV/0!	447	514.333	479.667	562	539.333
鋁箔紙(粗糙面)	-	284	310	453.2	540.2		503	603	505	549	540
	-	287	340	550	550		503	608	501	549	538
	-	283	340	550	550		503	630	505	546	518
Average	#DIV/0!	284.667	330	517.733	546.733	#DIV/0!	503	613.667	503.667	548	532
紅辣椒(乾)	-	192	-	-	540.9		-		382		450
	-	194	-	-	540.5		-		374		460
	-	207	-	-	545.2		-		383		447
Average	#DIV/0!	197.667	#DIV/0!	#DIV/0!	542.2	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	379.667	#DIV/0!	452.333

- 研究結果
1. 與 Wiimote 的感測距離:反光片>Blank test。
 2. 與 Wiimote 的感測距離:銀色噴漆反光片>紅色噴漆反光片。

附錄五：

實驗五—研究不同的反光面積，與 Wiimote 感應效果的關係。									
實驗數據	面積規格 (cm)	4月12日			平均	4月13日			平均
	12x6.3	552	552	557	554	510	520	520	517
	12x4	550	562	551	554	531	531	522	528
	12x2.6	560	560	560	560	530	523	523	525
	4.8x4	561	564	601	574	490	520	520	510
	5.2x2.6	570	560	560	563	520	520	515	518
	3.3x3	560	566	567	564	520	521	521	521
	2.9x2.5	570	576	562	569	527	530	529	529
	研究結果	 <p>1. 反光面積與 Wiimote 感測距離無明顯關係。 2. 反光面積越大,感測距離越不穩定。</p>							

附錄六：

實驗六—研究不同的溫度，與 Wiimote 感應效果的關係。		
實驗數據	溫度	Wiimote 感測距離(cm)
	20.8°C	253
	60°C	253
	68°C	253
研究結果	1.溫度與 Wiimote 的感測距離無明顯關係。	

附錄七：

實驗七—研究如何改善 IR 教學筆的使用角度與距離。

網路上所提供的資料對 IR LED 的筆頭研究很少，且只是合用於白板作反射材質。所以一用在我們的電子黑板系統中，就發現有操作距離短且只能將 IR LED 垂直於黑板才能使用，所以我們不斷嘗試並開發適合的筆頭設計

實驗數據	IR 教學筆與 Wiimote 角度	Wiimote 感測距離(cm)			平均(cm)
	IR 教學筆與 Wiimote 平行(0°)	660	662	660	661
IR 教學筆與 Wiimote 垂直(90°)	388	357	375	371	
IR 教學筆套上乒乓反光筆頭垂直	444	453	432	443	
IR 教學筆套上透明反光筆頭垂直	410	400	402	404	
IR 教學筆套上透明反光筆頭平行	799	710	650	720	

研究結果

1. Wiimote 感測距離:IR 教學筆與 Wiimote 平行>> IR 教學筆與 Wiimote 垂直。
2. Wiimote 感測距離:IR 教學筆套上透明反光筆頭平行>> IR 教學筆與 Wiimote 平行。
3. Wiimote 感測距離: IR 教學筆套上乒乓反光筆頭垂直>IR 教學筆套上透明反光筆頭垂直> IR 教學筆與 Wiimote 垂直。

結論:單純使用 IR LED 或只套上透明筆頭的 IR 教學筆使用角度小，套上我們設計的白色反光筆頭的 IR 教學筆大幅改善使用的距離與角度。

【評語】 030802

本作用利用 Wiimote 紅外線感應原理架設簡易電子白板，並自製眨眼滑鼠，參與同學習得不少光電、電子技術。

若在原理與工作機構的了解上更加精進，則能增進對系統的了解與掌握。亦可搜尋相關專利，特別是以頭部運動或臉部肌肉作滑鼠或指標控制的功能模組。團隊互動與協調佳，顯現團隊精神。