

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

第三名

091008

窺視星際的小眼睛-固定天域攝星系統

台北市立內湖高級工業職業學校

作者姓名：

職二 方浩宇 職二 陳正邦

指導老師：

陳昭安 張俊雄

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：電子、電機及資訊科

組 別：高職組

作品名稱：窺視星際的小眼睛-固定天域攝星系統

關 鍵 詞：長時間曝光、CCD、追蹤攝影

編 號：

壹、摘要

從古至今，天文知識大多都是透過肉眼觀測，但畢竟肉眼所見的範圍有限，可視星等不高，直到天文望遠鏡的發明，將人們的視野拉的更遠的星體，然而對於較暗的天體或較暗的星體還是有觀測的極限，另一方面也無法詳實的紀錄。直到發明了攝影技術，人們才有機會把一些天上肉眼難以分辨或看不見的天體拍攝紀錄下來。

當攝影科技進入到 CCD 的時代，拍攝一張天文照片已經不需要再花費大量的時間和體力，就可以記錄天文的現象。主要是 CCD 的感光效應比傳統底片來的好，感光的時間也不需要太長就可以有相同的影像呈現，且可以直接以電子檔來儲存和分享，這些都是傳統底片所比不上的。然而天文攝影用的 CCD 攝影機十分的昂貴，往往動輒數萬塊。所以我們嘗試的使用 Webcam 的 CCD 來改裝成可以用來拍攝天文照片的攝影機，驚覺效果可以媲美天文用的 CCD 攝影機，而且價格低廉，只需自行改裝，不需要花大錢也可以做出一台屬於自己的 Webcam CCD 天文攝影機。

本系統主要的目的是修改 Webcam 使其能夠進行長時間曝光的功用，並套用於短焦的相機鏡頭做攝影機，利用網際網路遠距控制赤道儀上調整赤經、赤緯座標，將攝影機定在固定的天域位置來進行拍攝。藉由拍攝的天體或星體照片，供做後續的研究及分析，主要可應用於小行星、彗星及暗星體的觀測、發現及研究，甚至模擬超新星的發現。

貳、研究動機

現代的天文攝影已經從傳統的底片拍攝逐漸的改變到了用 CCD 來進行長時間的攝影，利用 CCD 攝影不但比用底片來的省時間，由於 CCD 拍攝的檔案是以電子檔案來進行傳輸所以比使用底片拍攝來的省錢，但是想要拍攝一張好看的星野圖還是要花費大量的體力和時間，這也讓許多有沒時間和體力卻又想要拍攝他喜愛的星圖的天文愛好者和天文學者非常的煩惱，所以本專題希望借由兩部電腦，外接一台改接攝影鏡頭的網路攝影機來進行拍攝，利用固定天域攝星系統，沒有時間和體力的天文愛好者跟天文學者也能夠輕鬆的在家裡或是辦公室利用固定天域攝星系統進行天文攝影的動作！

本專題運用套裝軟體實習之 Visual Basic 6.0 程式設計及電子學(上)與電子實習(一)之雙極性電晶體開關電路的相關知識，所設計的固定天域攝星系統，可以讓拍攝者在白天無法拍攝的時間空檔，先行攝影機歸位到所要拍攝的天域座標位置。而這些設定的動作，可以透過住家或是辦公室裡的電腦，利用網際網路的連線，把控制資料傳送到遠端與網路攝影機連接的電腦中，讓赤道儀移動鏡頭到固定的天域上，等待時間的到達開始讓網路攝影機開始進行拍攝，並且可以及時傳回拍攝的照片並儲存於第一部電腦上，使用者能夠不在拍攝地點也能夠得到第一手的即時照片，也可以讓長期呆在天文館中的研究人員可以利用此系統來尋找有無新的星星出現，並且馬上進行研究和討論。

參、研究目的

這個專題主要的構想是方便從近端超控遠端的赤道儀和攝影機，應用上可以說是比傳統的底片拍攝還要廣大，例如天文學家能夠使用此系統在同一時間在不同的地點拍攝同一個天域，只需要花一次的時間到拍攝地點把該系統架設好，就可以連續追蹤好幾次，而且也不用在去拍攝地點把底片拿出來清洗，直接在電腦上進行檢查和調整就可以了。

當然，這只是其中一方面，其他還可以讓一般人在不懂得如何拍攝美麗的星空照片時，可以利用此系統來進行自動拍攝，完成他們想要的照片。

以下針對基本功能，運用領域及操作功能設計整理如下：

一、基本功能：

- (一) 運用網路遙控遠端的網路攝影機。
- (二) 透過瀏覽器觀測遠端的實況。
- (三) 利用經緯度的座標來控制望遠鏡的赤道儀上的步近馬達來讓望遠鏡到達固定空域座標。

二、運用領域：

- (一) 捕捉固定座標的星空圖。
- (二) 暗天體的拍攝。
- (三) 捕捉固定星座的拍攝並且模擬超新星的發現歷程。

三、操作功能設計：

- (一) 遠距控制赤道儀控制器，設定拍攝座標位置，並指定開始拍攝及拍攝的時間。
- (二) 由赤經赤緯馬達的帶動，將望遠鏡轉動到固定的座標上。
- (三) Webcam 拍攝到的畫面儲存下來並傳送到遠端主控電腦。

肆、研究設備及器材

表一 設備

設 備	規 格	數 量
電腦	586 以上配備	2
直流電源供應器		1
電烙鐵		1
三用電表		1
Visual Basic 6.0		1
Windows XP/2000		1
Internet Explorer 6.0 以上		1
StarCalc 5.7		1

表二 器材

器 材	規 格	數 量
網路攝影機	羅技 QC4000	1 台
相機鏡頭	35-80mm	1 個
雙軸赤道儀	NES 萬駿	1 個
雙軸馬達驅動	LISA Dual for NES	1 套
Print Port 連接線	DB25	1 條
RS232 連接線	DB9	1 條
二極體	IN4138	2 個
電路板		2 塊
單心線		數條
電阻	10k	2 個
	2.2k	2 個
	1K	4 個
光耦合器	PC817	2 個
Print Port 連接座		
RS232 連接座	母座	1 個
鍍絲		數個

伍、相關知識

一、追蹤攝影

因星空的移動，固定方法的效用及攝影範圍大受限制。所以將攝影機固定在一台望遠鏡上，而利用望遠鏡準確地追縱星空的轉動，如此除了將星星拍攝成點狀外，還可將星雲、星團、星系的顏色、雲氣及細部，經由長時間的曝光給拍攝出來。另外在做月面及行星的擴大攝影時，亦也非常的重要。

用追蹤方法，可作長時間的曝光，不但可拍攝星座、星野，還可拍攝暗淡的天體。進行追蹤攝影，應選擇一個暗黑的環境，同時避免月光的影響。要準確地追蹤星空的移動，我們需要一台附有微動裝置的赤道儀，以抵銷地球的自轉。

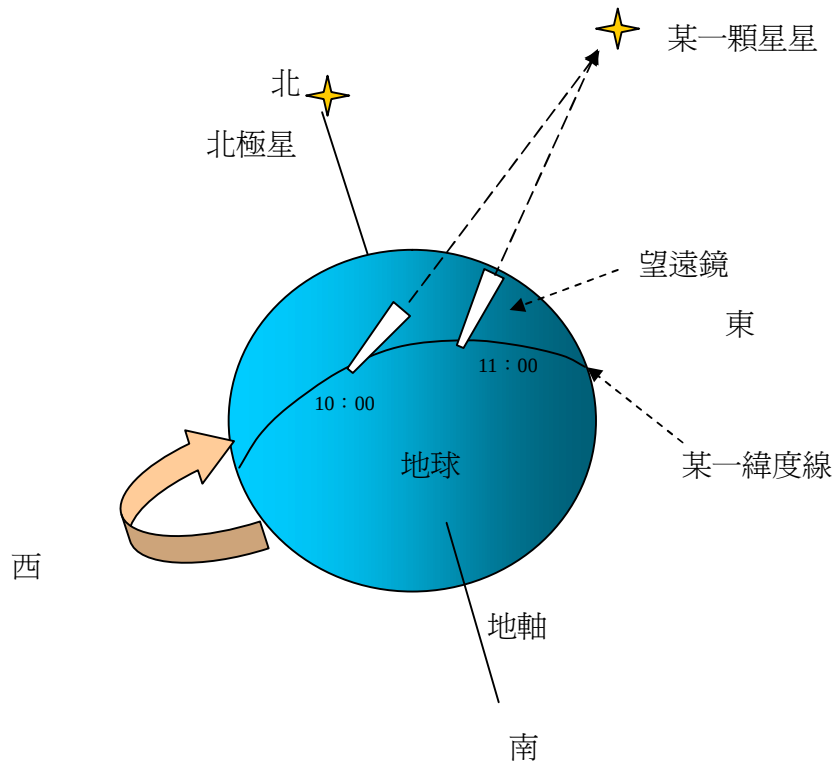


圖 5-1 由於地球的自轉望遠鏡在不同的時段需要以不同的角度來拍攝同一顆星

赤道儀式的座架亦有兩條互相垂直的軸，但其中的一條（稱極軸或赤經軸，用來調望遠鏡的東西移動）與水平線成一個角度，同時極軸要指正天球北極的方向（大約在北極星的方向）。當一個赤道儀式望遠鏡這樣擺放妥當後，我們只要轉動極軸，便可輕易追縱星空的移動。由於星空轉動速度很慢，所以赤道儀的極軸通常都裝有齒輪驅動裝置就可達到追縱的目標。

赤道儀的另一條軸稱赤緯軸，用來調校望遠鏡的南北移動。我們還要一個裝有十字絲的目鏡，以透過望遠鏡觀看、監視追縱工作的進行。

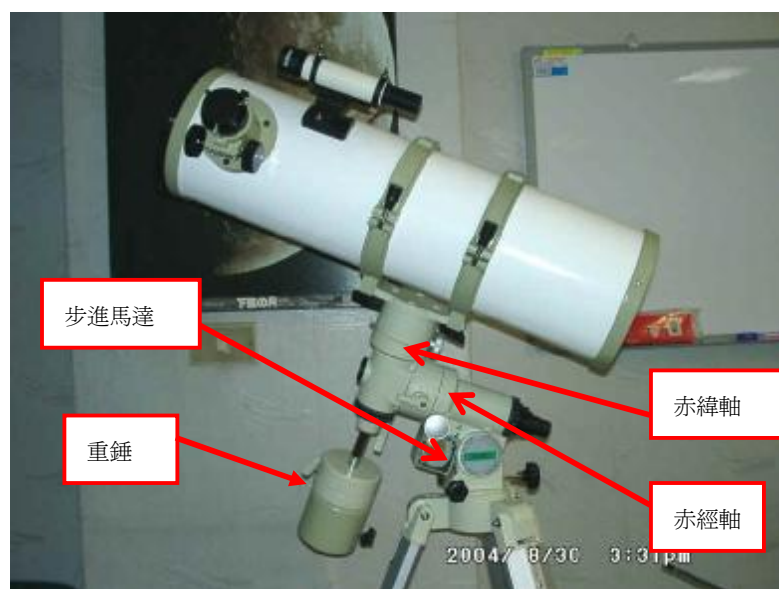


圖 5-2 望遠鏡與赤道儀的架設 (圖片出處 曹永杰)

二、 CCD 的攝影原理

CCD 利用光電效應將光轉化成電流，再把這些電流訊號數碼化以便影像處理及紀錄。一個 CCD 的「視網膜」是一塊感光晶片。晶片劃分成很多小方格，稱像素 (如圖 5-3)。當這晶片受到光照射時，每個像素依受光強度產生相對數量的光電子。在特定光強度範圍內，每一像素產生電子數目正比於光度。

用 CCD 拍照，可分感光及訊號處理兩個步驟。感光階段，晶片把進來的光轉成為電子，並儲於每一像素內。感光完，這些光電子被送到 CCD 內部處理訊號部份。

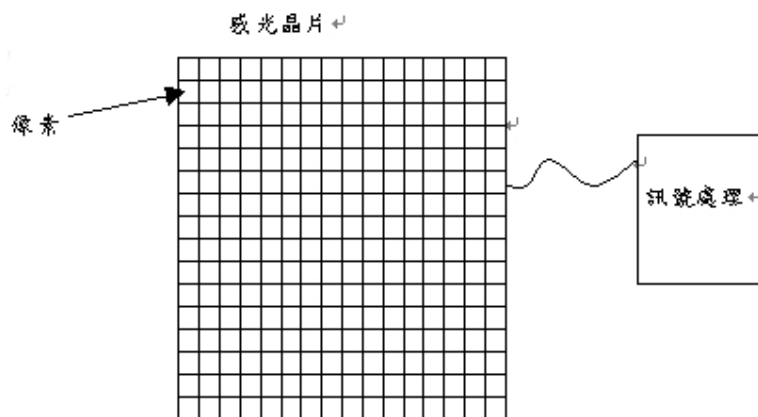


圖 5-3 CCD 構造示意圖

CCD 優點可以歸納為感光性能良好、容易使用、及影像處理功能強勁三方面。例如很暗的星體，我們用 CCD 可以在相對短的曝光時間內捕捉其影像。這對有小型望遠鏡又缺乏精確的長期追星系統的業餘天文愛好者尤其重要。目前普通的天文 CCD，配上八吋口徑望遠鏡，曝光一秒鐘可以拍到十四等的星體；若曝光一分鐘，則可達十八星等！用 CCD 配合電腦，照片差不多即時顯示，拍攝者可以立即作出修正。

三、 赤經與赤緯：

- (一) 天球赤道座標系與地球的赤道座標系非常類似。它有天球赤道(Celestial Equator)，這是以地球為中心，向外經過赤道，投射在天球上的一個假想的圓。星盤地球的天球赤道，就在兩個半球黏接處。離天球赤道角距 90° 處即是天球北極(the North Celestial Pole，簡稱為 NCP)與天球南極(the South Celestial Pole，簡稱為 SCP)。這兩點是地球北極和地球南極在天球上的投射。
- (二) 赤經以時間的時(h)、分(m)、秒(s)為單位；赤緯則以弧的度(°)、分(')、秒(")為單位。地球上的赤經線共有二十四條，每一整時即有一條赤經線，其時數標於天球赤道上方。赤緯線每 10° 即有一條，其度數標示於赤緯線與 0h、6h、12h、18h 四條時圈交會之處。
- (三) 赤經線除了以時數標示外，另外還以斜體的度數標示。後者稱之為「恆星時赤經度」(the sidereal hour angle)簡稱為 SHA，此係航行專用之赤經度數，從春分點的 0° 往西遞增(與時圈相反，後者係往東遞增)。在航行用的天文圖中，都是使用赤緯度與恆星時赤經度。

四、 星等：

- (一) 星星亮度的等級最早是由希臘天文學家依巴谷 (Hipparchus) 於公元二世紀時創立的，他把天上最亮的二十顆星定為 1 等星，再依光度不同分為 2 等星、3 等星，如此類推到 6 等星。直到 1850 年英國天文學家撲遜 (Pogson) 加以訂定其標準，他以光學儀器測定出星球的光度，制定每一星等間的亮度差為 2.512 倍。而比一等星還亮的星是 0 等；再亮的則用負數表示，如-1，-2，-3 等。事實上，星等是分為兩種的：目視星等(visual magnitude)及絕對星等(absolute visual magnitude)：
- (二) 目視星等：是指我們用肉眼所看到的星等。看來不突出的、不明亮的恆星，並不一定代表他們的發光本領差。我們所看到恆星視亮度，除了與恆星本生所輻射光度有關外，距離的遠近也十分重要。同樣亮度的星球距離我們比較近的，看起來自然比較光亮。所以晦暗的星並不代表他比較光亮的星細小。
- (三) 絕對星等：由於目視星等並沒有實際的物理學意義，於是天文學家制定了絕對星等來描述星體的實際發光本領。假想把星體放在距離 10 秒差距遠的地方，所觀測到的視星等，就是絕對星等了。通常絕對星等以大寫英文字母 M 表示。目視星等和絕對星等可用公式轉換，公式如下：

$$M = m + 5 - 5 \log d$$

M 為絕對星等; m 為目視星等; d 為距離

下列是一些我們熟悉的明亮星體光度：

星體	目視星等	絕對星等
太陽	-26.7	4.8
月球（滿月）	-13	不適用
金星（最亮時）	-4.6	不適用
天狼星（全天最亮恆星）	-1.45	1.43
織女星	0.03	0.5
牛郎星	0.77	2.19

請注意：水星、金星、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星、月球及彗星等太陽系內的天體，並不會自己發光的，他們是靠反射太陽的光線。

陸、研究過程及方法

一、系統規劃

利用兩台連上網際網路的電腦，主控端電腦在遠端設定拍攝時間及拍攝天域的赤經、赤緯座標，並傳送到伺服器端，控制追蹤器使其導入到設定的座標，並在指定的時間開始進行追蹤。而網路攝影機的拍攝內容，透過瀏覽器我們可以看到即時的拍攝情形。我們可以藉由下列圖解來知道基本的設計方式：

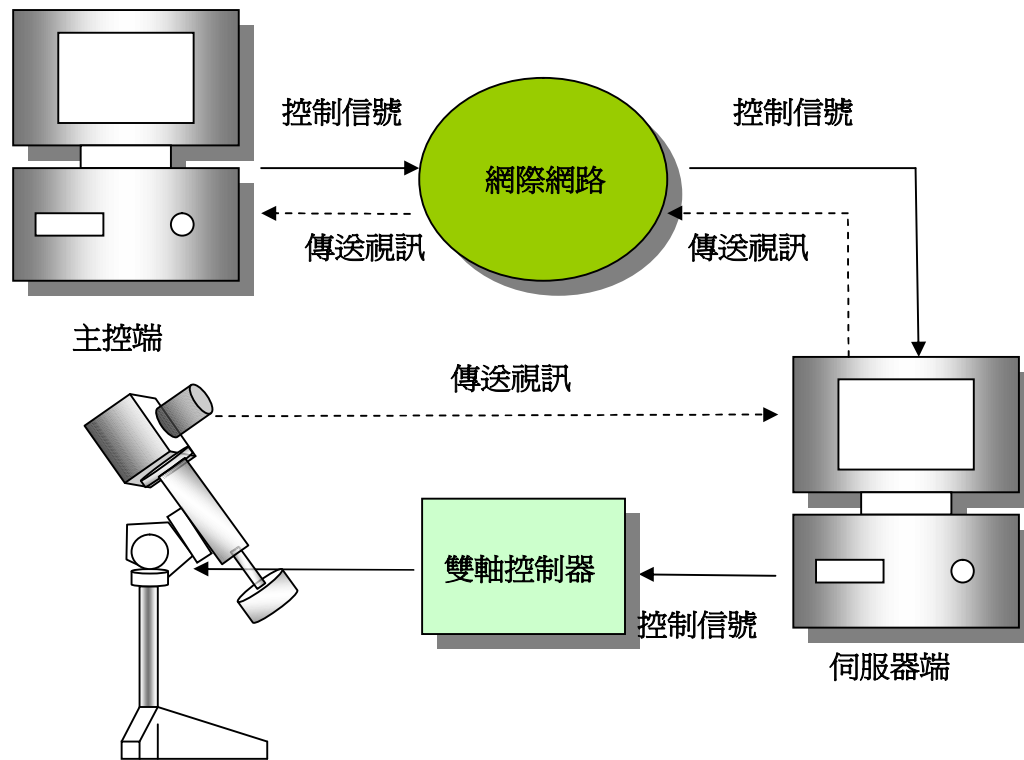


圖 5-1 遠距固定天域攝星系統架構圖

由圖 5-1 可以看到本系統的架構，可選一個光害較少晴天較多的地方事先架設好本系統，主要是利用網路遠距操控及設定。如此一來，便可達到節省體力、時間及可以隨處得到觀測的結果的目的。而追蹤器無法如同自動導入裝置高速導入到所要拍攝的天域，為了彌補這個缺憾，本系統可利用白天無法觀測的時間，來進行赤經、赤緯座標位置的導入，配合電腦程式控制赤道儀和自動追蹤系統來鎖定某一天域的星空，並且在預定的時間開始進行追蹤，利用 Wobcam CCD 改裝而成的拍攝器來進行長時間的曝光拍攝，再經由網際網路把第一時間的觀測畫面，傳送到觀測者的眼前。而且系統是由電腦控制，所以可以放心的放在一旁拍攝，而研究者可以把所有的精力著重再拍攝影像的分析，因此可以用最少時間得到最好的拍攝資料。

視訊使用 capCreateCaptureWindow 的 API 函數擷取，接著透過將擷取下來 BMP 格式圖檔轉換成 JPEG 格式的圖檔以使檔案的容量不至於太大，最後，拍攝的結果可供使用者點選瀏覽。

使用者透過網頁監看監視的畫面，另外使用 WinSock 控制元件在驅動程式上加上一個可以運用網際網路連線的伺服器，目的是要控制赤道儀雙軸控制器，來驅動步進馬達作慢連續導入及追蹤。而在使用者方面，也是設計一個操作介面，並使用採用 Winsock 控制元件連線到伺服器，以隨時達到遠端遙控的目的。

二、Webcam 修改成長時間曝光電路設計

圖 6-2 是本專題把 Webcam 修改成長時間曝光的電路，原本 Webcam 的曝光時間最長也只有到 1/5 秒，但是經過以下的修改後可以使用 VB 程式來控制曝光時間，其曝光和快門的控制原理是由 Philips SAA8116HL Digital Camera Signal Proc.的 Shutter 接腳來控制 Webcam 的快門，而 V-Gate 接腳來控制曝光時間。而這邊使用 V-Gate 和 PC8127 相接，利用光耦合器來當作控制曝光時間的控制開關，SAA8116HL 的 Shutter 接腳則是透過這一個控制開關和 CXD1267AN 相接。

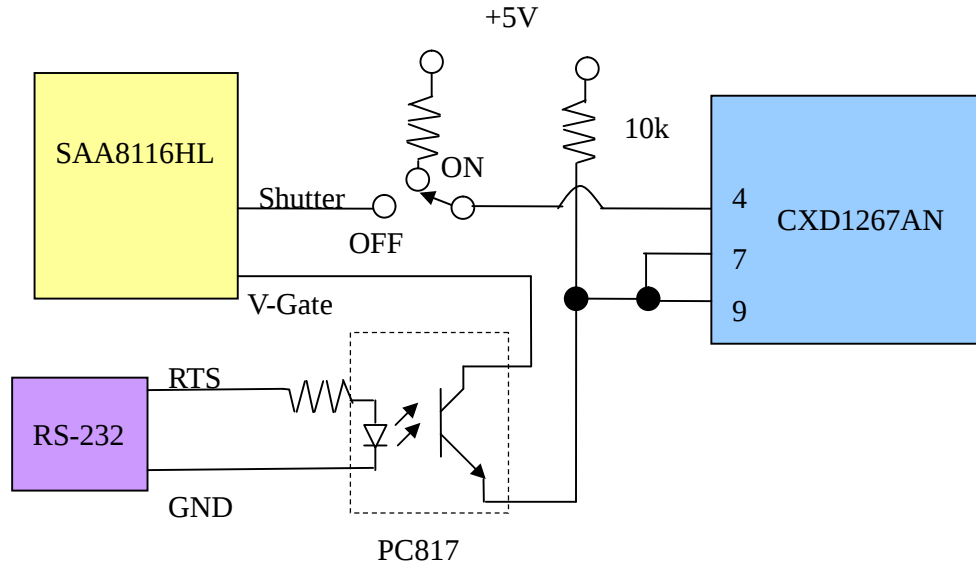


圖 6-2 Webcam 修改成長時間曝光電路

首先，CXD1267AN 的第 4 之接腳接出去的開關上，切到 ON 的狀態時是屬於長時間曝光的快門狀態，反之切到 OFF 是屬於 Webcam 的正常快門。然後，利用電腦的 RS-232 連接線把訊號輸入到 PC8127，讓 PC8127 裡面的二極體導通並且讓 PC817 的 C、E 腳導通，此時 CXD1267AN 的第 7、9 之接腳便成低電位狀態，讓 CCD 持續的吸收光源，直到 PC817 的 C、E 腳不導通，讓 CXD1267AN 的第 7、9 之接腳變回高電位，才結束曝光。

三、視訊處理部份

網路攝影機影像可以將影像直接在電腦上撥出，利用程式將圖片擷取下來，利用程式將他每一秒擷取一張，由於直接擷取下來的 BMP 檔檔案太大，所以需要有個轉檔的動作，將 BMP 轉成 JPG (將原本 255KB 壓成剩下 7KB 左右)，接著利用網路一張一張的播放，就可以利用網路看到 WebCam 所拍攝到的影像了。

利用 capCreateCaptureWindow 將網路攝影機影像所擷取到的值設為 hwndc，擷取網路攝影機影像的程式碼設定如下：

```
hwndc = capCreateCaptureWindow("My Own Capture Window", ws_child Or ws_visible,  
Picture1.Width, Picture1.Height, Picture1.hWnd, 0)
```

當 hwndc 不等於零，則電腦會開始擷取圖片(每秒 30 張)

```
If (hwndc <> 0) Then  
temp = SendMessage(hwndc, wm_cap_driver_connect, 0, 0)  
temp = SendMessage(hwndc, wm_cap_set_preview, 1, 0)  
temp = SendMessage(hwndc, WM_CAP_SET_PREVIEWRATE, 30, 0)  
End if
```

此段程式會將擷取到的畫面存成 tt.bmp 的圖檔，再利用 PicFormat321 將 tt.bmp 轉成 tt.jpg，最後再將 tt.bmp 刪除。

```
SavePicture Picture2.Picture, picpath & "\" & "\" & tt & ".bmp"  
  
PicFormat321.SaveBmpToJpeg picpath & "\" & "\" & tt & ".bmp", picpath & "\" & "\" & tt & ".jpg", 65  
  
Kill picpath & "\" & "\" & tt & ".bmp"
```

四、遠端控制部份

利用 WinSock 控制項可以與遠端電腦建立連線，並透過傳輸控制協定(TCP 通訊協定控制項是有連線的通訊協定，類似於電話系統。在開始資料傳輸之前，使用者必須先建立連線。)來進行遠端控制。

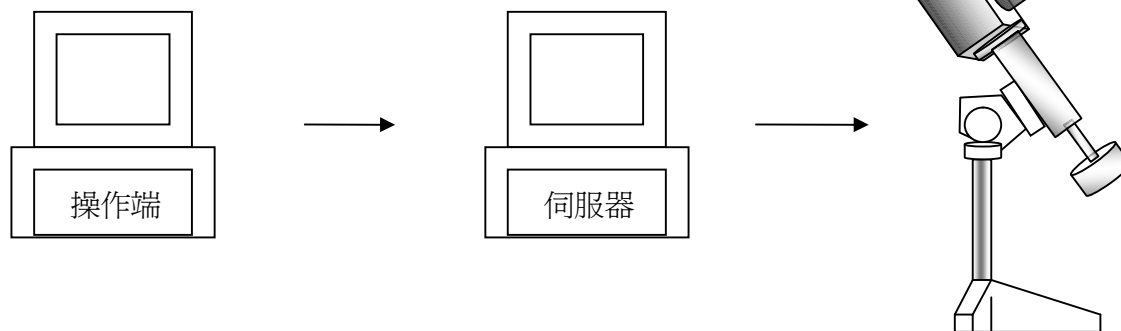
要建立客戶端應用程式，就必須知道伺服器電腦的名稱或是其 IP 位址 並設定到 RemoteHost 屬性，程式設定方法如下：

```
tcpClient.RemoteHost = "192.168.0.130"

tcpClient.RemotePort = 1001
```

建立連線後，伺服器及客戶端雙方的電腦都可以收發資料。要傳送資料時，可使用 SendData 方法。而接收資料時可使用 GetData 方法來擷取資料。

因此我們只要利用 SendData 傳一個值，在用 GetData 接收所傳的指令及資料，並且以接收的資料來遠端控制赤道儀的轉向，進而指向所要觀測的天域。



SendData "RA+"	→	strData=" RA+"	→	往西加速轉動
SendData " RA-"	→	strData="RA-"	→	往東加速轉動
SendData "DEC+"	→	strData=" DEC+"	→	往北加速轉動
SendData "DEC-"	→	strData=" DEC-"	→	往南加速轉動
SendData"ST 07:10.30"	→	strData=" ST 07:10.30"	→	設定啓動時間 為 07:10.30
SndData "INV 3"	→	strData=" INV 3"	→	設定時間間隔 為 3 小時

圖 6-2 遠距控制指令示意圖

五、固定天域攝星動作流程

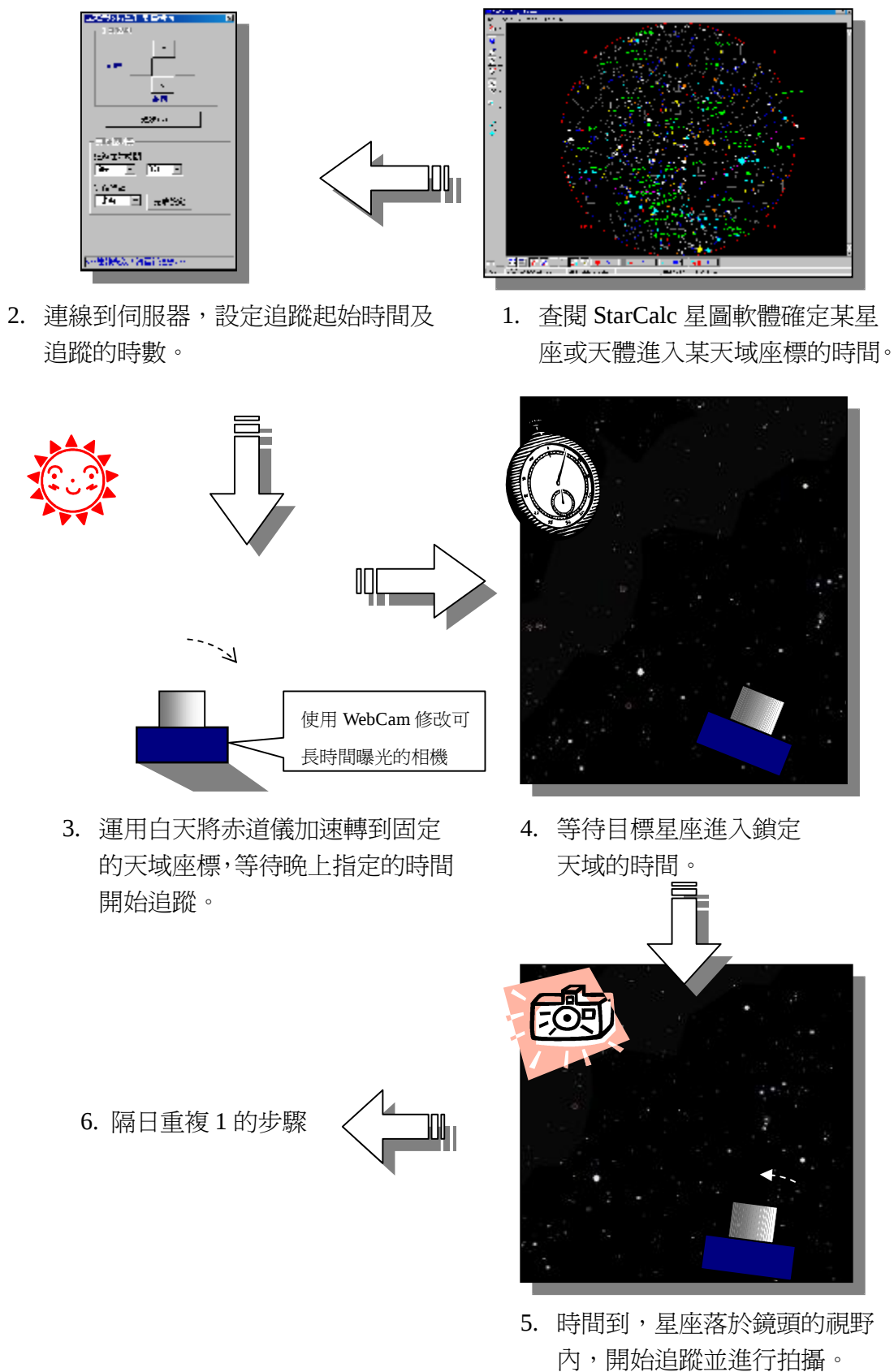


圖 6-3 固定天域攝星的概念圖

柒、研究結果

利用課餘的時間我們和指導老師一起製作的 Webcam 改裝成品和測試拍照的圖片在此呈現，紅色部分為註解此成品的各部位名稱，製作完成後的測試拍攝的結果也在這邊一並呈現出來。

一、改裝後網路攝影機影像裝置：

- (一) 本系統使用的拍攝鏡頭是屬於可替換式的，照片中的鏡頭暫以 35-80mm 的鏡頭來代表，而接在鏡頭後方的 Webcam 的電路裝置幾乎都是我們自行找原料來製作，所以製作過程非常的辛苦。



圖 7-1 成品圖 1



圖 7-2 成品圖 2

(二) 連接線共兩條，一條為 RS-232 另一條為 USB 連接頭，RS-232 轉接頭負責把曝光時間等設定傳送到電路中進行控制，USB 連接線則是把 Webcam 所拍攝到的視訊畫面傳回電腦中，並且在 Webcam 電路裝置後方加上兩個散熱風扇，藉由降低 CCD 的溫度來減少雜訊的產生。



圖 7-3 成品圖 3

二、實際測試結果：

我們利用晚上的時間在陽明山小油坑拍攝獵戶座 M42 星雲圖，分別利用不同的曝光時間來進行拍攝，發現曝光時間越長，所拍攝到的結構照片就越清晰，亮度也越接近白色，所以曝光時間的長短也需要進行控制在適當的時間長度。

	
(1) 曝光 1 秒	(1) 曝光 10 秒
	
(1) 曝光 30 秒	(3) 曝光 60 秒

圖 7-4 拍攝 M42 大星雲

由以上四張圖可以比較出來，曝光時間的長短對暗星體細節的影響呈現正比的關係。藉由此一改裝設計確實可以達到長時間曝光的效果。
下列是星等的測試，拍攝地點在陽明山小油坑，由曝光 5 秒的結果呈現，可看到可視星等約 6-7 等。



圖 7-5 星野 曝光 5 秒



圖 7-6 拍攝 C2004/Q4 梅爾赫茲彗星 曝光 30 秒



圖 7-7 夜景 曝光 10 秒

三、操作介面

以下是使用 VB6.0 寫的程式來控制 Webcam 攝影機的介面，由左上排的功能列中可以選擇一般模式和長時間曝光模式，而中間的時間是曝光時間的設定(單位秒)，旁邊兩個按鈕則控制快門等效果，左圖為 Webcam 的即時影像，右圖為 Webcam 經過 0.3 秒的曝光後拍攝到的影片，下排的功能列可以選擇存檔位置、RS-232 連接埠，和所剩拍攝時間。



圖 7-8 Webcam 操作介面

四、遠端遙控介面

首先先把鏡頭對準正天頂，接著利用 StarCalc 這個軟體查詢，天蠍座大約在台北時間 23 時 05 分 (參考橘色虛框) 進入攝星系統的拍攝視野(如圖 7-9 虛框部份)，以此查詢結果，在控制端輸入開始時間為 23:05，拍攝時間 3 小時。

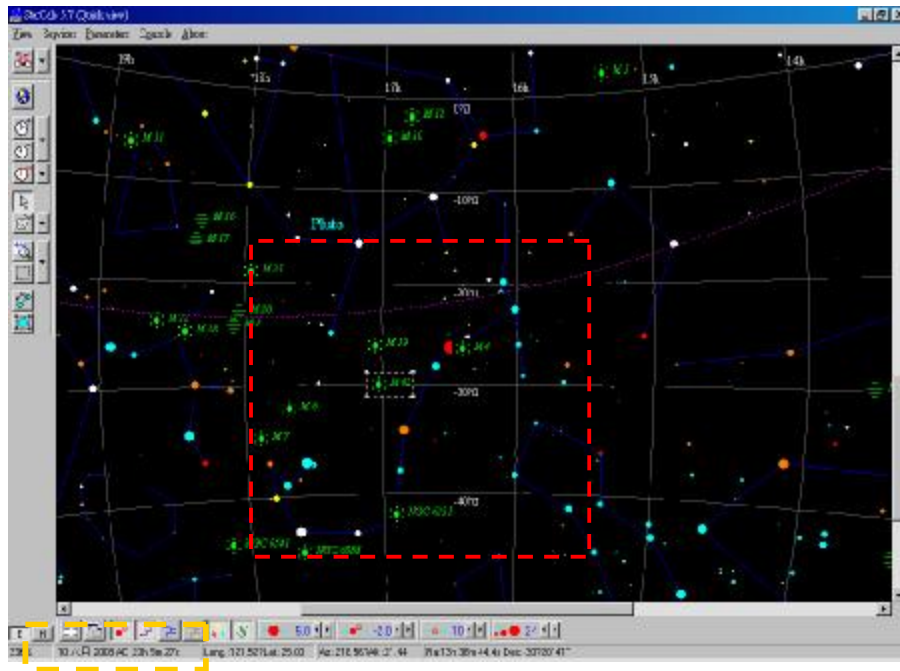


圖 7-9 使用 StarCalc 查詢座標並輸入到導入程式進行導入動作

按下連線，設定預定追蹤起始時間，和追蹤時數，並將這些資料傳送的伺服器端，由伺服器來控制赤道儀的歸位及追蹤。



(a)控制端

(b)伺服器端

圖 7-10 控制端與伺服器連線的畫面

捌、討論

一、如何確認赤道儀的位置是正確的

只要是跟天文攝影有關的拍攝，我們都得先確認攝影機所對的位置是正確的北方，才能減少拍攝錯誤的狀況發生，所以我們必須從赤道儀上的極軸望遠鏡(圖 8-1)中確認北極，由於天文的北極和地軸上的北極是不相同的，所以必須先找到北極星後，把望遠鏡中的線段空點，對著北極星而其他的線段就是我們的天文北極了。



圖 8-1 赤道儀上的小型望遠鏡

二、調整赤經、赤緯的度數到正確值

天文攝影之前，我們必須先矯正好我們的座標位置圖(8-2)，利用電腦程式的控制輸入座標，讓步進馬達(圖 5-2)開始運轉調整赤道儀，讓裝載在上面的望遠鏡和 Webcam CCD 改裝的天文攝影機能夠移動到正確的天域座標進行拍攝的動作。



圖 8-2 利用電腦程式矯正位置

玖、結論

本次的專題製作，充分的利用到學校中所學習的基本技能，此外也另外自行找尋資料以及老師額外指導的天文知識，充分體驗到跨領域的樂趣。WebCam 本身是十分容易取得物品，且十分便宜，經有簡單的修改便可成為一台能夠長時間曝光的天文攝影機，在效果上已經可以紀錄下星空的影片，比起昂貴的天文用冷凍 CCD 來說，可說是經濟又實惠。而一般大眾只要有興趣都可以做的來，更可以讓天文研究更加普及。

而透過網際網路讓 WebCam 的影像資料，傳播到世界各地，更是一種很有趣的嘗試。然而這樣的架構，可以預期到後續的維護還是有很多問題，比如說下雨天，這些靠電力運作的全自動化儀器，就必須有很好的維護措施，我想這是我們在完成這個專題之後，所必須努力的目標。

拾、參考資料及其它

1. 呂其潤, <http://www.starworks.idv.tw/>
2. 范逸之, 2002, Visual Basic 與串並列通訊控制實務, 文魁資訊
3. 曹永杰, <http://www.tsao5916.com/>
4. 陳天利、詹東功, 微電腦控制實習 Visual Basic 串並列埠控制, 台科大圖書
5. 陳培堃, 1998, 天文攝影入門, 百通圖書
6. 鹿林天文台, <http://www.lulin.ncu.edu.tw/>
7. 黃嘉輝, 2000, Visual Basic 6—Internet Programming 網際網路與 TCP/IP 程式設計, 文魁資訊
8. 楊明豐、王儒彬, 2004, 電子實習 I, 旗立資訊股份有限公司
9. 楊明豐、王儒彬, 2004, 電子實習 II, 旗立資訊股份有限公司
10. 謝健成, <http://www.hkskycity.com/magnitude.htm>
11. APPLICATION NOTE AN00065: REF8116_CCD VGA USB CAMERA WITH MICROPHONE, http://www.philipssemiconductors.com/acrobat/applicationnotes/AN00065_1.pdf, Philips Semiconductors
12. George Lovi, <http://www.transoft.com.tw/starship/Menu9.htm>
13. M. Burri, <http://www.burri-web.org/bm98/>
14. Microsoft MSDN Library

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高職組 電子、電機及資訊科

第三名

091008

窺視星際的小眼睛-固定天域攝星系統

台北市立內湖高級工業職業學校

評語：

利用網際網路作大量資訊，及時傳輸確實使天文觀察者能可以把所有的精力，著重影像分析，且短時間有即時拍攝資料更新，非常具有實用價值。但是硬體部份完全屬於廠商完全製造，且學生不是非常了解，此部份如能改進，應具有解決問題的創意。