

第一章 簡介

在傳統的量測方法中，有幾個解決距離量測和面積量測的報告[1]，[4]，[9]，[16]，[18]。而在距離量測的方法中，大約被分為兩種型式，分別為接觸式和非接觸式。在接觸式的量測方法中，主要的缺點是不能使用在有腐蝕性的物體中。在非接觸式的量測型式中，有許多不同的方法，像是雷射反射 [1]-[7] 和超音波反射 [8]-[9]，[18]。然而在使用雷射的技術中，雷射的反射率和接受率都相當重要，雖然在使用雷射技術上有反應速度上的優勢，但物體的反射面也相當重要。如果物體的反射面不好，這個系統有可能會不正確，甚至於無法使用。另外像超音波的技術雖然有廣角的優勢，但是也遇到物體反射面不佳等此種相同的問題。那如果要偵測的物體是不能接觸且反射面又差的話，在面積量測時就得使用圖形識別、影像處理等方法，[10]-[15]，[19]-[22]，這種方法卻需要大型的影像儲存系統，再利用超高速的微處理器，才能得到結果。因此，在製作一套即時的量測系統時，是相當的困難。目前使用 CCD 攝影機之一種最新的高速掃描計數測量架構，已在這篇論文[24]中發表。

在[16]中，一個影像式測量系統可以測量在儲存槽內的液體高度，但不需要使用電腦影像處理的方式來測量，我們使用一個振盪器來產生外部的時脈訊號，並且使用硬體電路來計算影像在脈波中所佔有數量，以便計算距離。在[16]當中，我們用兩個雷射將亮點投射在物體上，以形成一個等腰三角形，利用這三角形的關係來測量距離。為了減少[16]的測量誤差，發展出兩個平行的雷射發射器的量測方法，架設在 CCD 的兩邊，分別投射出兩束平行的射線，投射在物體上產生兩個明亮的點來計算距離 [23]和[24]、[27]。且這些測量方法都沒有使用電腦影像處理的技術，而是改為直接從影像計算兩個亮點的之間時脈訊號，再將時脈號給外部的計算電路計算出數值 [24]。因此，測量系統能快速的在 CCD 和一個物體間，使用簡單的電路和公式，就能夠計算出物體和 CCD 之間的距離。實驗結果顯示 (Optical-Based Distance Measuring System ODOMS)、(Image-Based Area Measuring System IAMS)、(Automation Distance and Area Measuring System ADAMS)為測量距離時，是一個容易建造的即時系統。

本文所提的方法，乃克服先前研究，必須使用兩個雷射發射器才能完成距離量測的缺點。我們不再以兩個投射亮點當作距離量測的參考點，而是以待測物之任意兩個端點，當作距離量測的參考點。這兩個端點之間的距離，並不會因 CCD 平移而改變。但在 CCD 平移前後的影像畫面卻會有大小的變化，則這兩個端點在 CCD 平移前後，物體上所佔有的掃描時間將不一樣。我們從 CCD 平移的距離(Δh)及 CCD 平移前後這兩個端點所佔有掃描時間的差異值，便能得知該物體到 CCD 之間的距離。並且不必知道這兩個端點的實際距離是多少，只要是影像畫面所能涵蓋的景物，我們都可以選定任意兩個端點，當作該景物的距離量測參考點。

本文的架構為，第二章為距離量測原理的說明及公式推導，並且探討建立量測參數的方法，將使任意廠牌的 CCD 都可適用於本量測系統。第三章為面積量測系統，及量測面積公式的推導。第四章說明量測系統機構及計算的硬體線路說明，及為實驗規劃及量測結果，最後為本文的結論。

本文所提供的方法，將有如下的特點，只使用一台 CCD 不必外加任何距離量測的感測元件，也不使用到高速 DSP 量測系統做影像圖形辨識，對影像畫面所能涵蓋的範圍，都能做距離的量測。

第二章 距離量測原理

我們將說明幾種距離的量測方法，分別是傳統量測方法，以超音波測距及以雷射測距的方法。接著談論我們所做過的研究，影像基底之距離量測，IBDMS三角量測法及IBDMS平行量測法。其中IBDMS的方法為影像基底距離量測之第一種方法。本文已發展出不必使用雷射光束做距離量測的第二種方法。茲說明如下：

第一種方法：使用兩個發射且彼此平行的雷射器，可以容易的測量CCD到物體之間的距離，這個系統是非常容易實現的。首先，將雷射器射出的兩條雷射光，分別投射在物體的表面，就可以在CCD的畫面中清楚看見兩個雷射光點在物體上。如此一來，我們只要將兩個亮點之間的脈波訊號，利用硬體電路計算出脈波訊號的數值，即可計算出CCD和物體之間距離了。由於這種距離測量系統的安裝上，在平行雷射光上所投射在物體上的兩個點，這兩個亮點之間的距離大小是有一種線性的關係的。所以，我們在計算CCD到物體之間的距離時，只需要一些簡單的公式做計算。

也因此，我們即不使用影像像素的方式，來鑑定兩個投射的亮點以便計算距離，就不必使用昂貴的DSP處理器。而是使用簡單的低通濾波器、一個電壓放大器、一個電壓比較器來鑑定兩個點，並且使用一些簡單的公式來測量距離。

第二種方法：就是完全跟第一個方法不同的方式了。在第一個方法中，我們使用兩個雷射發射器來測量距離。而第二種方法，我們不需要架設任何的外部輔助器具來測量距離。這個方法就是，我們利用物體在距離CCD不同距離時，影像的大小也不一樣，我們就是利用這不同距離時的影像大小，計算影像大小的變化率，來測得之間CCD和物體之間的距離。同樣的，我們這個方法，同樣也是不使用影像處理的方式做計算，並且使用簡單的公式就可以完成距離量測，所以也不需要昂貴的DSP系統。只要使用和第一個方法相同的電路即可完成。

2.1 距離量測概論

在這個章節中，我們討論幾種傳統距離測量系統的方法和量測系統的架構。

2.1.1 傳統量測方法

在一般傳統的距離量測方式中，較常見的為超音波和雷射量測。超音波的量測方式如圖(2.1)，是將超音波發射器與接收器擺在同一方向，藉由將超音波發射出去，遇到障礙物反射到接收器的音波所經歷的時間，來當作距離遠近的計算。

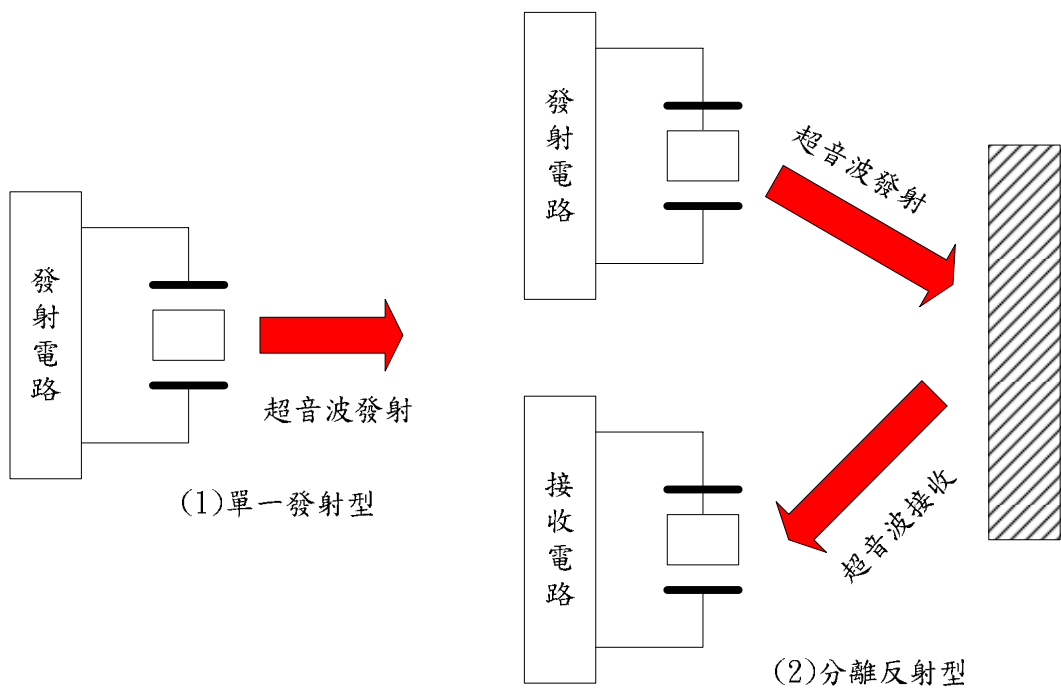


圖2.1 超音波距離量測

而一般常見的雷射的量測方式如圖(2.2)。雷射的量測原理目前均以三角法為主(Triangulation Method)。雷射光是由雷射二極體(Laser Diode)產生，經聚光透鏡(F1)投射到工件表面，由於光束散射作用(Scattering)，部分光源經由固定透鏡(F2)聚焦後投射在光感測器上(D)上。當物體沿y方向上下運動或者探頭沿y方向移動，其散射光投射在光感測器的位置(x)亦將改變。依反射之間的差異量測距離的數值。

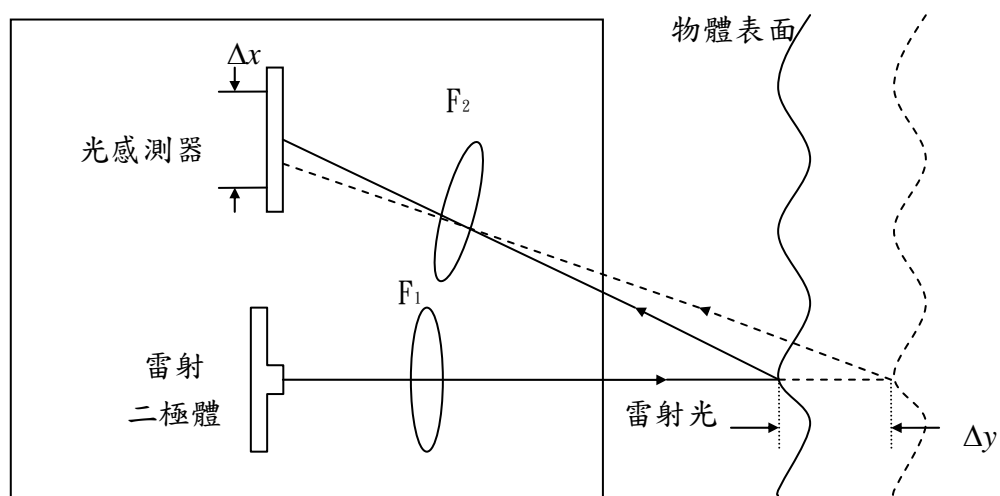


圖2.2 雷射光束距離量測

2.1.2 IBDMS 三角量測法

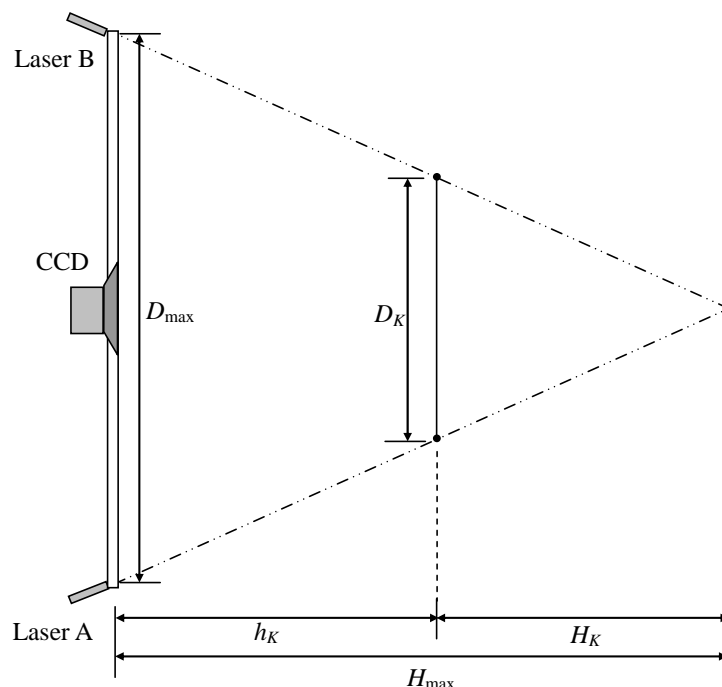


圖 2.3 三角測量法的安裝

利用兩個雷射和物體之間，投影成一個三角形，如圖(2.3)。在三角形的兩邊上，投射點在CCD可視範圍時，這兩個點之間的距離為 D_K 。而 D_{\max} 是兩個雷射發射器之間的距離，所以 D_K 比 D_{\max} 小。而 H_K 是在CCD可視雷射亮點範圍時到投影三角形頂點之間的距離。所以，根據三角形的關係，可整理出(2-1)。

$$\frac{D_K}{D_{\max}} = \frac{H_K}{H_{\max}} \quad (2-1)$$

假如當 D_{\max} 和 H_{\max} 都是已知時，而我們要從這個三角形來計算 D_K 的話，就非常容易了。我們將這兩個點之間所佔的時間稱為 N_k ，在理想的情形下，實際的距離和兩個點之間所佔的時間是成正比的，我們只需要這兩個點之間所佔有的時間計時值大小就可以計算出實際的距離了。

2.1.3 IBDMS平行量測方法

這種平行的測量方法也基於一種三角形的關係。和傳統的三角量測法比較，平行量測方法在建立系統上，是較容易的，但是在 N_k 之間的計算真實的距離時，卻比傳統的三角量測量複雜的多。首先，我們建立兩個雷射發射器，來產生兩條平行線，如圖(2.4)中所示。

D_{\min} 是兩個固定雷射發射器之間的距離。當兩個亮點在CCD影像於螢幕最大水平範圍上出現時，在亮點和亮點之間的距離，所產生出的時脈訊號大小為 N_{\max} ，攝影機所在的距離 H_D ， H_{\max} 是我們想測量的最大的距離。而此時CCD可以看見的最大長度是 D_{\max} ，而兩個亮點之間的時脈訊號大小為 N_{\min} 。則 D_K 和 N_k 之間的關係是如下：

$$\frac{D_{\min}}{D_K} = \frac{N_K}{N_{\max}} \quad (2-2)$$

如圖中所示， D_K 和 D_{\max} 是CCD的視角所形成的三角形的長度，如圖(2.4)，假設 D_{\min} 和 N_{\max} 我們已知了，而我們利用電路可以輕易的得到 N_k ，如此一來，就可以經由簡單的計算出 D_K ，我們就可以使用(2-1)式來得到距離 H_K 。也就是說，我們只需要得到這個平行的雷射亮點投射在物體上之間的時脈訊號大小，就可以計算出距離了。

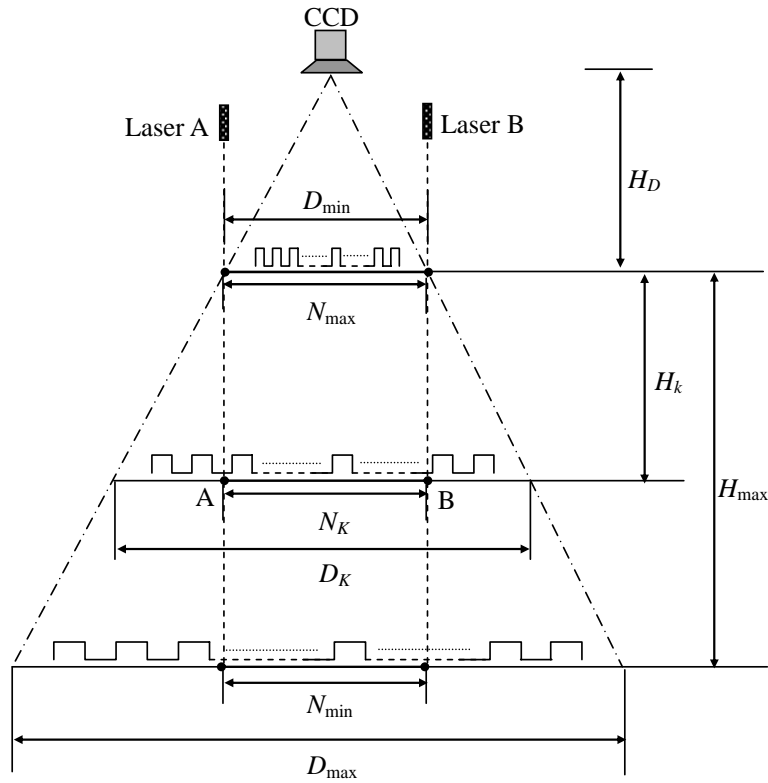


圖 2.4 平行量測的方法

2.1.4 3D 影像式距離量測之實現

由先前研究[16]、[23]–[26]，所累積的經驗和技術，已能精確地把攝影機和 Laser A、Laser B 固定在同一個量測基座上。當把量測基座旋轉 90° 後，則原本做水平寬度的量測，將變成做垂直高度的量測，如圖(2.5)和圖(2.6)所示。不管是水平寬度的量測或垂直亮度的量測，都可以同時測出待測物到攝影機之間的距離。如此一來，便達到只用一台攝影機及兩道平行的雷射光束，完成了三度空間的距離量測。

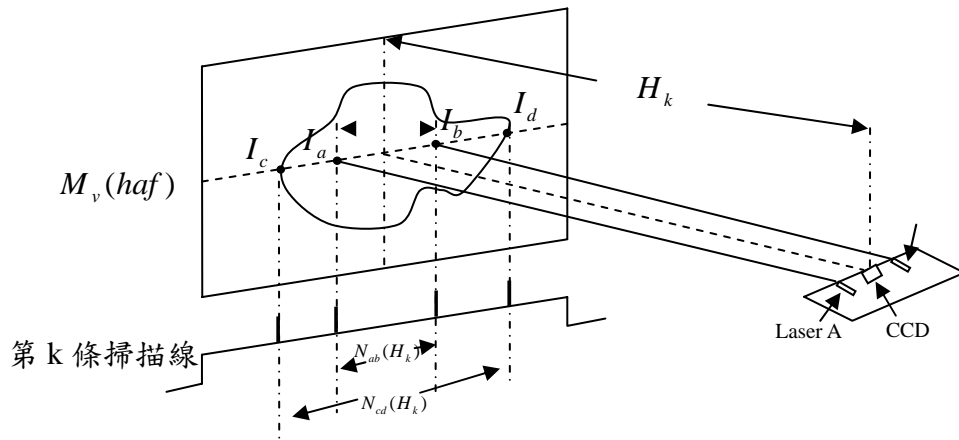


圖 2.5 水平寬度量測示意圖(攝影距離為 H_k 時)

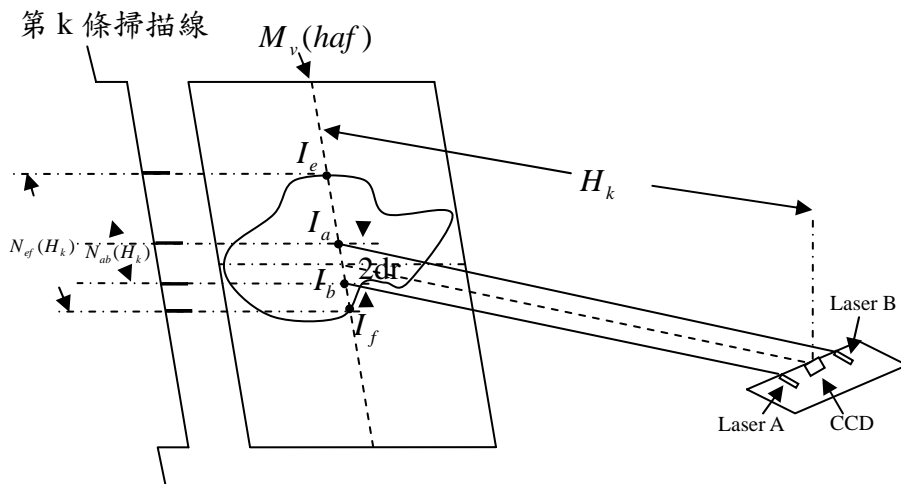


圖 2.6 垂直高度量測示意圖(攝影距離為 H_k 時)

當所量測的平面為正投影面時，只要知道待測面到量測系統之間的距離 H_k 。

2.1.5 IBDMS 距離量測之視角演算法

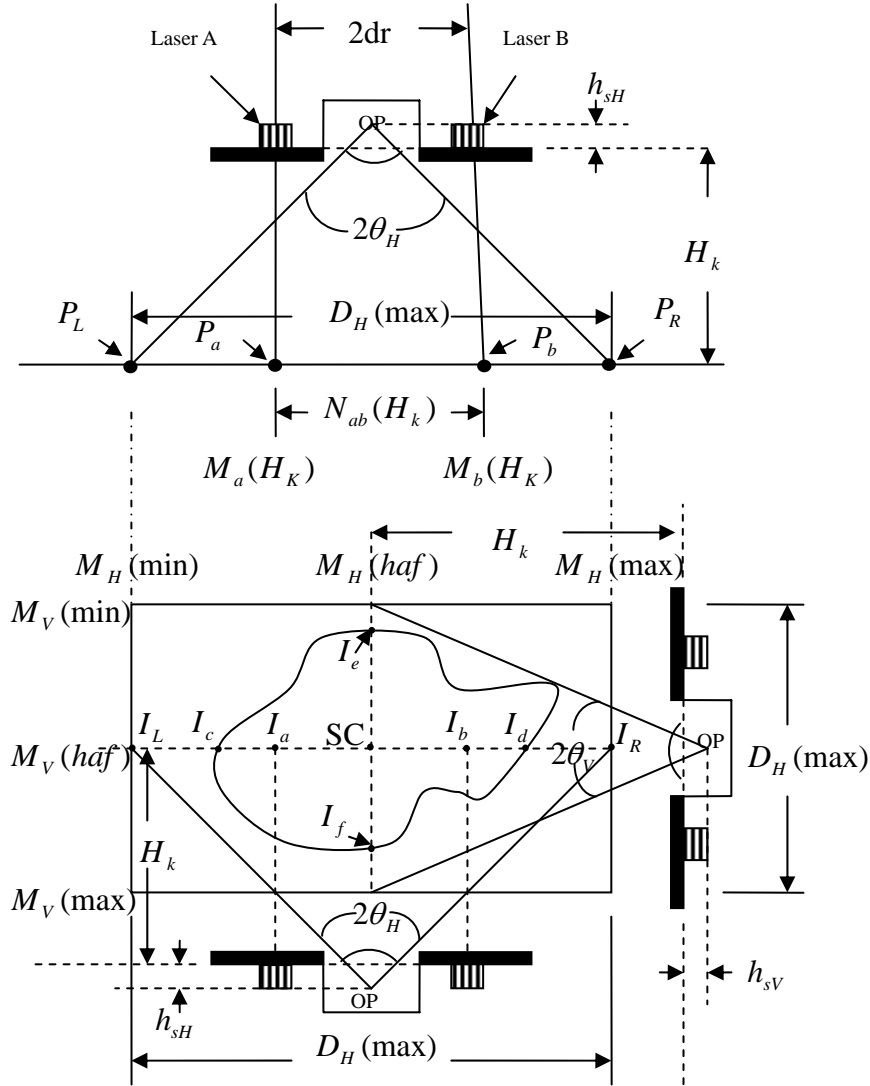


圖 2.7 距離量測的說明

由圖(2.7)中的 P_a 和 P_b 兩投射亮點的影像圖 I_a 和 I_b ，相隔的計時值 $N_{ab}(H_k)$ 。掃描時間與距離成正比關係。則最大水平距離 $D_H(\max)$ 為

$$D_H(\max) = \left[\frac{M_H(\max) - M_H(\min)}{N_{ab}(H_k)} \right] \times 2dr \quad (2-3)$$

$M_H(\max) - M_H(\min)$ 為水平掃描的最大計時值。 h_{sH} 、 h_{sV} 和 $2\theta_H$ 、 $2\theta_V$ 為本量測系統的量測參數，在後面將會說明如何以我們的設計的「量測參數校正框架」測出 h_{sH} 、 h_{sV} 和 $2\theta_H$ 、 $2\theta_V$ 的數據。則 H_k 的大小可以表示為：

$$H_k = \frac{1}{2} D_H(\max) \times \cot \theta_H - h_{sH} \quad (2-4)$$

以垂直掃描視角 $2\theta_V$ 而言，攝影距離還是 H_k 。則最大垂直距離 $D_V(\max)$ 為

$$D_V(\max) = 2(H_k + h_{sV}) \tan \theta_V \quad (2-5)$$

得知 $D_H(\max)$ 、 H_k 、 $D_V(\max)$ 三個距離量測值，表示三度空間的距離量測功能已被實現。本量測系統並非使用影像圖形辨識方法，僅以一條水平掃描線的影像信號，計算兩投射亮點影像圖形之間的計數值 $N_{ab}(H_k)$ ，便足以完成三度空間的距離量測。

2.1.6 影像水平寬度之距離演算法

這種量測方法跟前面幾種方法完全不同，前面幾種方法都需要兩個雷射發射器，來當作量測距離時的輔助工具。而我們現在使用的此方法，是完全不須要使用雷射發射器，只需要單獨一個 CCD 即可完成距離量測。

我們可以知道將 CCD 做單一方向平移時，同一物體在影像畫面的大小，將隨之改變，若我們以一條固定的掃描線在中間(第 k 條掃描線)，用來計算物體的兩個端點 P_a 和 P_b 時，CCD 平移前和平移後，這兩個點在影像畫面上所佔的比例將不一樣，我們就能依其電路計數的變化量，得知距離的遠近。如圖(2.8)所示。為 CCD 平移前後，影像大小變化的說明。

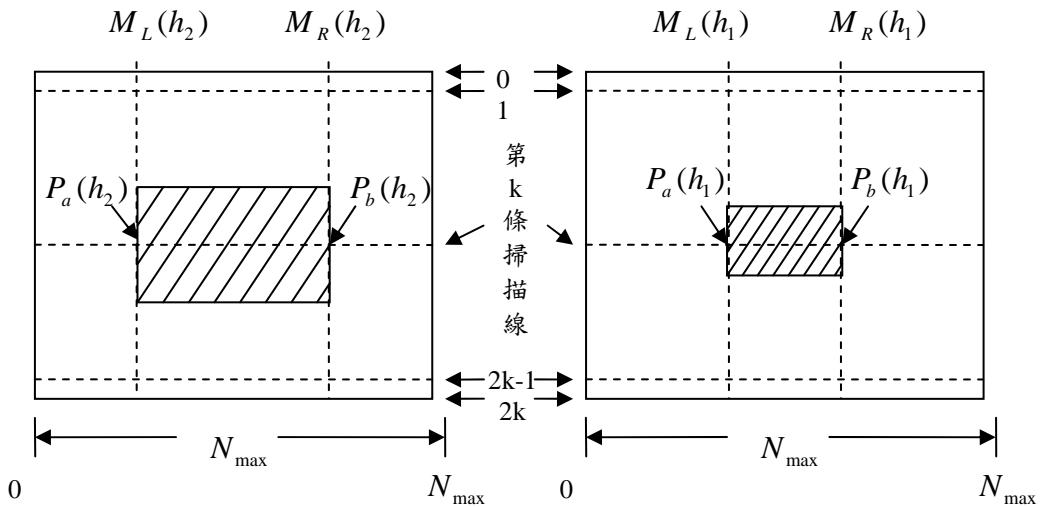


圖 2.8 當 CCD 離物體距離為 h_2 近(左)、距離為 h_1 遠(右)時的影像

由圖(2.8)可以了解到，當物體在每一個不同的距離時，物體在畫面中所佔有的比例是不相同的，因為 CCD 隨著距離的增加，全畫面可容納的面積也隨之增加，所以當 CCD 前進或後退時，可發現相同面積的物體，在畫面上所佔有的比例是不同的。當我們以固定一條掃描線中的 P_a 和 P_b 兩端點為參考點時，將得到在 h_2 時， $P_a(h_2)$ 到 $P_b(h_2)$ 所佔的計數值為 $N(h_2)$ 。當 CCD 平移後，其距離為 h_1 ，將得知 $N(h_1)$ 的大小。CCD 所做的平移距離 $\Delta h = h_1 - h_2$ ，分別得到 $M_R(h_2) - M_L(h_2) = N(h_2)$ 和

$M_R(h_1) - M_L(h_1) = N(h_1)$ ，便能計算出 CCD 平移前後，計數值的變化量 $\Delta N = N(h_2) - N(h_1)$ 。我們在後面將說明如何從 $N(h_2)$ 、 $N(h_1)$ 及 Δh 得知量測距離 h_1 及 h_2 的遠近。

$$h_1 = f[(N(h_2), N(h_1))] \times \Delta h - h_s \quad (2-6)$$

$$h_2 = g[(N(h_2), N(h_1))] \times \Delta h - h_s \quad (2-7)$$

公式(2-6)和公式(2-7)中的 Δh 為 CCD 平移的距離，於我們所設計的量測系統， Δh 為固定距離，視同已知值。則只要我們得知該 CCD 光學原點所在的高度 h_s 是多少？圖(2.16)為建立量測參數 h_s 的架構，達到不論那一種廠牌的 CCD，都可以得到其量測參數 h_s 的大小。將使所有廠牌的 CCD，都可以依本文所提出的原理和方法，快速的量測出本身的特性參數。

2.2 影像訊號辨認方法

我們將在這一小節中介紹，有關影像亮點訊號的取得和辨認的方法。

2.2.1 量測架構說明

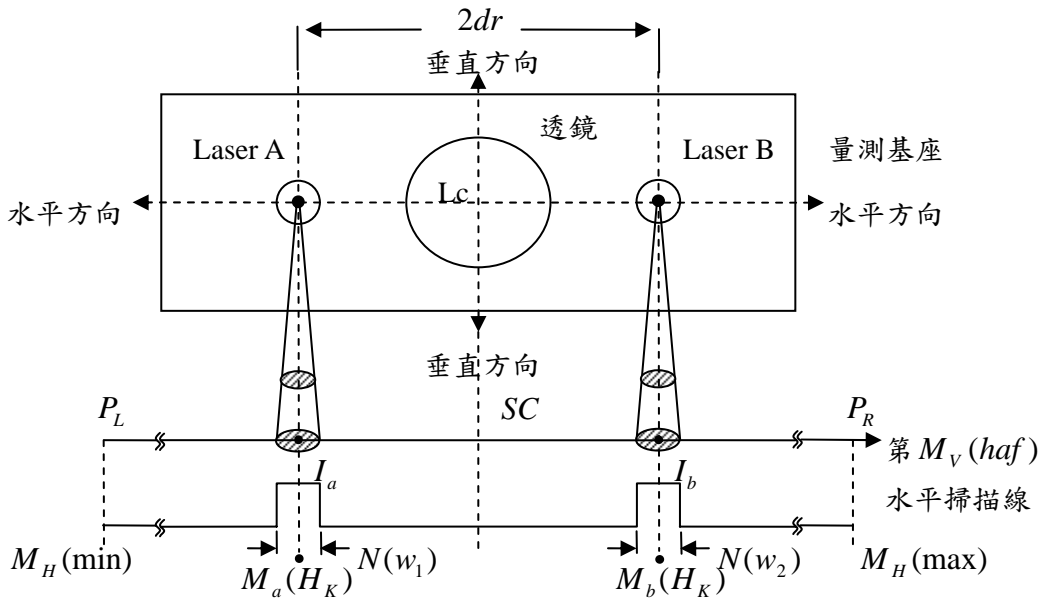


圖 2.9 量測改良架構說明

Laser A 和 Laser B 所產生的雷射光束，將於待測區上產生兩個投射亮點 P_a 和 P_b 。旋轉攝影機的角度，使得投射亮點 P_a 和 P_b 的影像圖形 I_a 和 I_b 與螢幕的中心 SC

位於同一條水平掃描線 $M_v(haf)$ 上，便能把攝影機固定在量測基座上。則不論量測基座怎麼旋轉或移動， I_a 、SC 和 I_b 將始終位於第 $M_v(haf)$ 這一條水平掃描線上。圖(2.9)中， I_a 和 I_b 兩影像圖形在第 $M_v(haf)$ 這條水平線上所佔的掃描時間計時值 $N(w_1)$ 和 $N(w_2)$ ，大小不一樣。用以代表攝影距離的遠近不同，或雷射光束擴散現象造成投射亮點影像圖形不同的面積。有關投射亮點的判斷，及雷射光束擴散現象所造成的影響，用這個量測架構即可改善許多。

2.2.2 投射亮點判斷

在距離量測系統中，我們不必使用DSP微處理器來辨別物體和背景的訊號，我們只需要簡單的低通濾波器、電壓放大器、電壓比較器就可以將我們所需的物體影像訊號取出，而背景雜訊訊號則去除。我們影像的取得，是由一台CCD攝影機[17]。我們將CCD攝影機輸出的S端子訊號，經由RGB三原色分離晶片，將原先的影像訊號分離成RGB三原色(我們在此實驗中使用的是綠色G訊號)。再分離的訊號經由電壓放大器將訊號放大、再經由電壓比較器將背景、雜訊等不要的訊號去除。影像綠色的訊號如圖(2.10)。

而電壓比較器中的臨界電壓等於背景信號，就能夠將背景的訊號去除，只留下我們所需要的物體訊號。使用的硬體電路架構，在設計和使用上，相當簡單且實用如圖(2.11)。

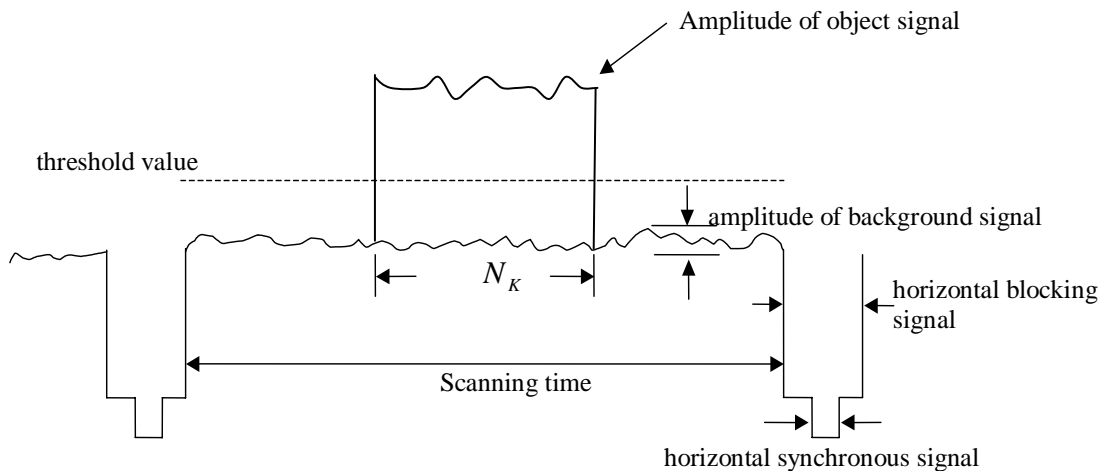


圖 2.10 CCD攝影機經由RGB分離的G訊號

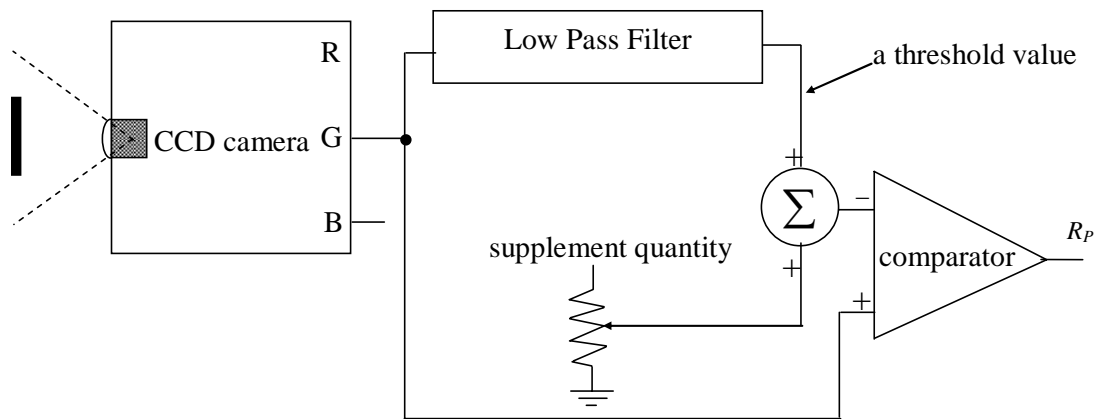


圖 2.11 辨識物體訊號電路

經由上面的電路處理過後，在電壓比較器所輸出的 R_P 信號如圖(2.12)。我們只要再將輸出的訊號送進計數器做計數的動作，就可以得到這個訊號掃描時間的數值了。

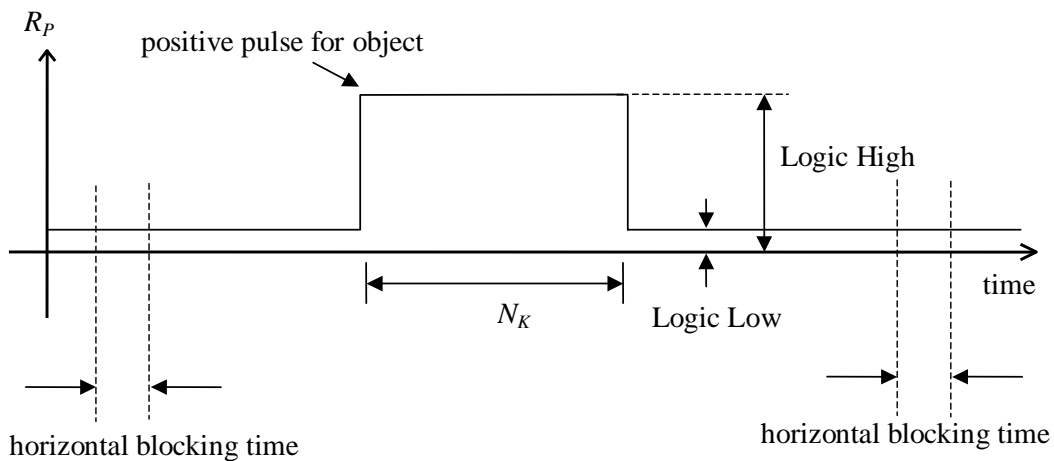
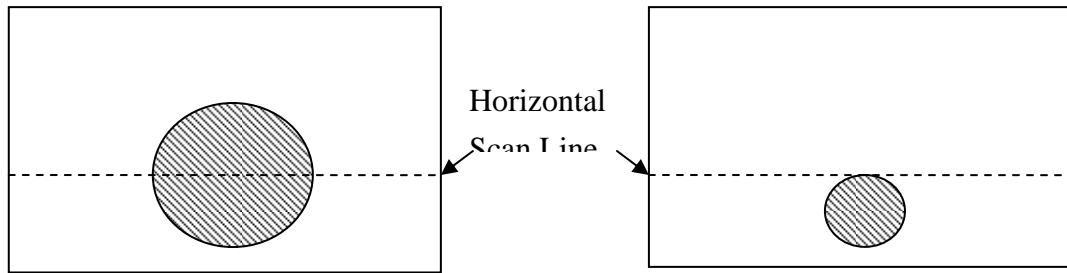


圖 2.12 物體訊號經電壓比較器輸出訊號 R_P

2.3 掃描線之確認

在物體的影像畫面中，我們說明當CCD和物體之間在不同的距離時，物體的影像大小是不一樣的。也相對的，當我們測量一個物體時，這個物體不可能完全的在CCD的垂直正前方。也就是說，我們要測量的物體，有可能不是在畫面的正中間。或是由於CCD和物體之間不夠垂直，會造成CCD在移動前後，物體在畫面上的位置會不一樣，如圖(2.13)



(a) CCD離物體近距離時的影像(正確) (b) CCD離物體遠距離時的影像(錯誤)

圖 2.13 不同距離時的影像掃描線錯誤

因實驗量測機構，目前只使用手工組合，含有少許震動現象，我們就使用逐條掃描的方式，來得知物體在畫面那個地方。如此一來，才能得到物體的掃描時間計時值。另外使用掃描線的另一主因就是，就是如果偵測的物體是正方形或長方形的話，簡單的使用固定掃描線來掃描，也許是沒有問題。但是如果今天欲偵測的物體為三角形、菱形或是其它不規則形狀時，你若是使用固定的掃描線來掃描，因為CCD和物體之間的水平關係無法完全很準確，所以水平距離移動時會無法保證兩次的掃描線都掃描在物體的同一點位置。所以我們利用掃描線的方式，一方面可以讓物體不必固定置於正中央，另一方面也是可以讓物體不必拘限於正方形或是長方形等形狀。說明如圖(2.14)。如此一來，我們便可以從畫面上的任何一個地方，找到我們所需要物體最大寬度的掃描時間計時值了，如圖(2.15)

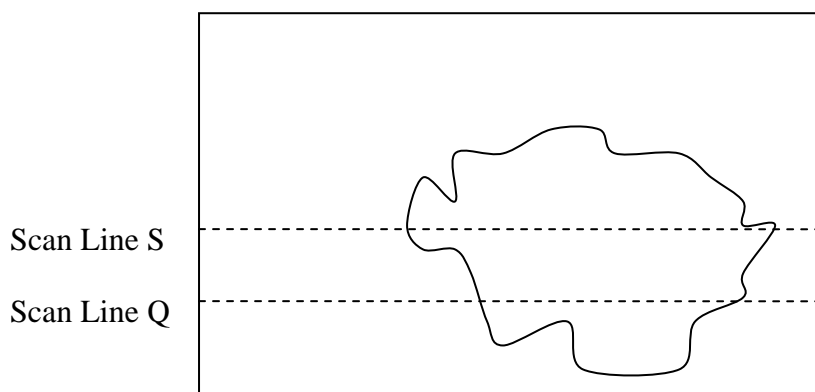


圖 2.14 不規則形體掃描情形

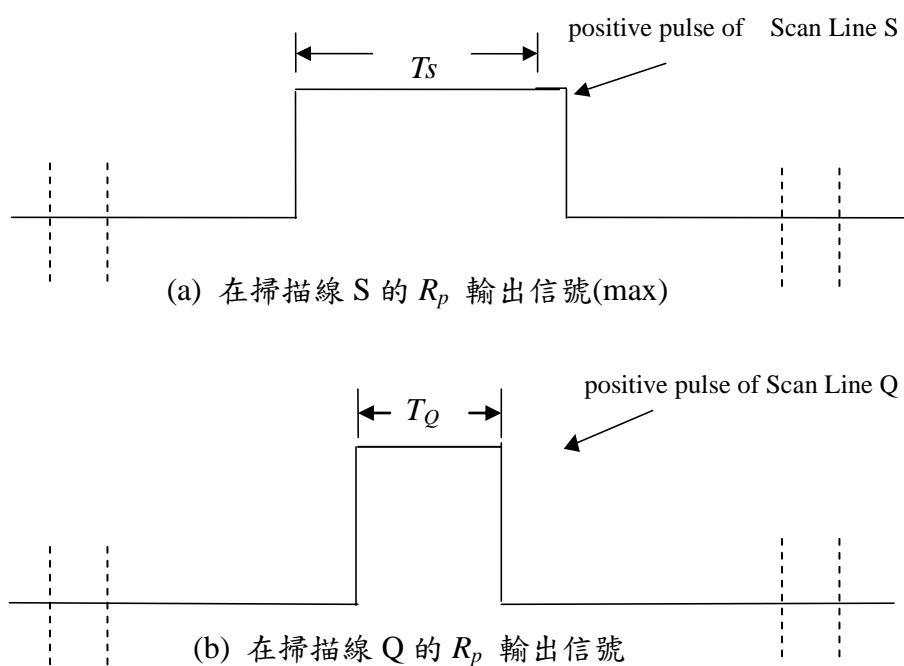


圖 2.15 在不同距離的影像畫面，找出物體最大寬度

2.4 量測參數的建立

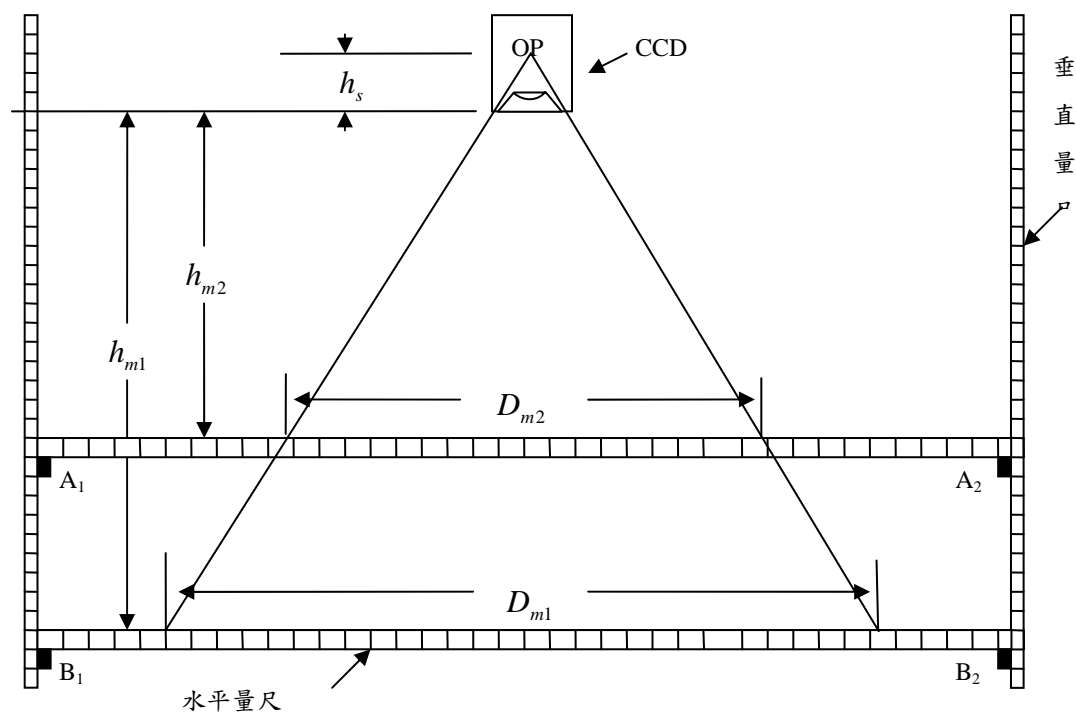


圖 2.16 建立量測參數 h_s 的架構示意圖

由上圖(2.16)，當我們把水平量尺，置於 A_1 和 A_2 的位置時，其垂直距離為 h_{m2}

置於 B_1 和 B_2 其垂直距離為 h_{m1} ，我們均可於影像畫面中對應到水平量尺的刻度，找到其水平寬度分別為 D_{m2} 和 D_{m1} 。則 D_{m2} 和 D_{m1} 為底的相似等腰三角形，將有

$$\frac{h_s + h_{m2}}{D_{m2}} = \frac{h_s + h_{m1}}{D_{m1}} \quad (2-8)$$

將得到 h_s 為

$$h_s = \frac{h_{m1}D_{m2} - h_{m2}D_{m1}}{D_{m1} - D_{m2}} \quad (2-9)$$

把 h_s 代入公式(2-6)公式(2-7)，便能得知 h_1 及 h_2 的遠近。

從上述的分析公式(2-6)及公式(2-7)沒有出現 ℓ 的變數，所以 P_a 和 P_b 之間的量測物體實際寬度(ℓ)的大小，並不會影響量測的結果。所以對任何物體到 CCD 之間距離的量測，可以不必考慮被拍照物體的大小，如此一來，我們便能量測影像畫面中，量測物體和 CCD 之間的距離有多遠。

2.5 實驗結果

掃描時間計算(計時器)的電路及相關判斷電路；都使用先前研究[19]、[26]、[27]所完成的硬體電路。我們在這次的實驗中，使用的是型號 US-A110N 的 CCD，加上 12mm 鏡頭。由量測參數校正框架所測得的量測參數： $h_{sH} = h_{sV} = 0.8\text{cm}$ 、 $\theta_V = 7.688^\circ$ 、 $\theta_H = 10.019^\circ$ ， $\Delta h = 30\text{cm}$ 且使用的 OSC 為 12Mhz，有效掃描時間計時值為 $N_{\max} = 292476$ 。實驗的架設方式如圖(2.17)。

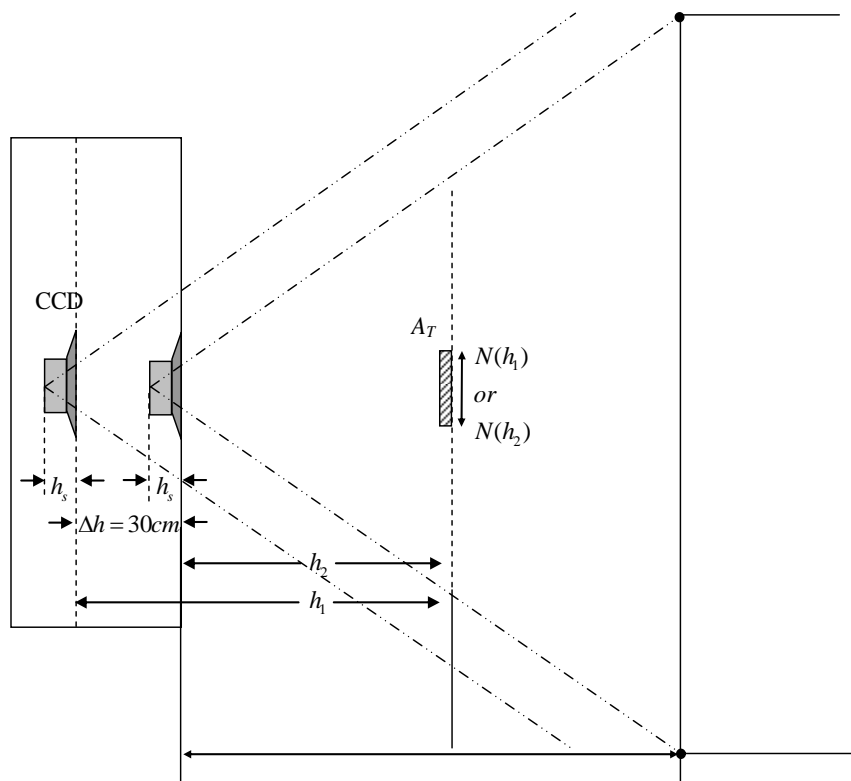
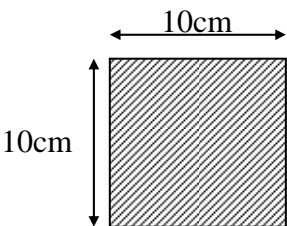


圖 2.17 影像水平寬度之距離演算法的量測架構圖

表(2.1) 影像水平寬度之距離演算法量測的實驗結果 1

量測物體形狀	距離(h_2)	$N(h_1)$	$N(h_2)$	h_2^*	h_2^* error
	90	569	755	90.97	1.0%
	105	508	650	106.52	1.4%
	120	458	569	122.98	2.4%
	135	416	508	134.85	-0.1%
	150	383	458	152.4	1.6%
	165	351	416	161.2	-2.3%
	180	327	383	174.38	-3.1%
	195	303	351	188.57	-3.2%
	210	285	327	202.77	-3.4%

(h_2^* 為距離量測值)

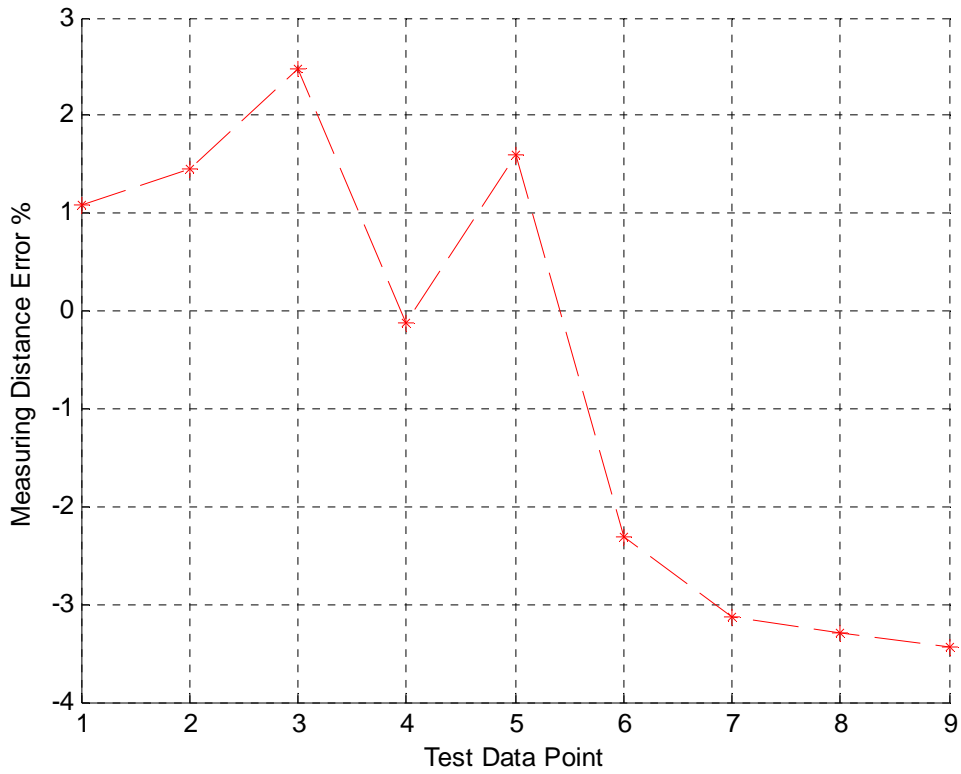


圖 2.18 影像水平寬度之距離演算法的誤差分佈圖 1

我們由實驗的過程中，電路已將物體單條掃描線的掃描時間轉換成計數值，再由微處理器計算出正確的距離即可。我們由(2-6)、(2-7)知到距離的計算公式。在實驗中，當 CCD 距離物體 $h_2=90\text{cm}$ 時，我們所得到的計數值分別為 $N(h_1)=569$ 、 $N(h_2)=755$ ，另外在 CCD 的參數測得， $h_{sH}=h_{sV}=0.8\text{cm}$ ，得知 $h_2=90.97$ 。

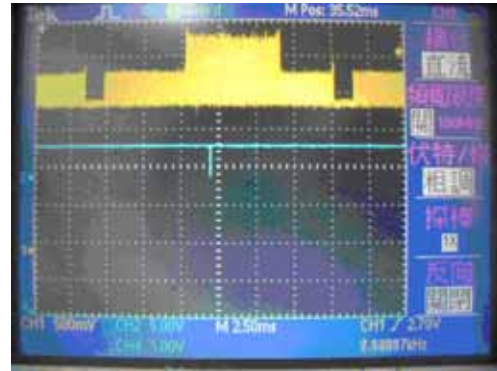
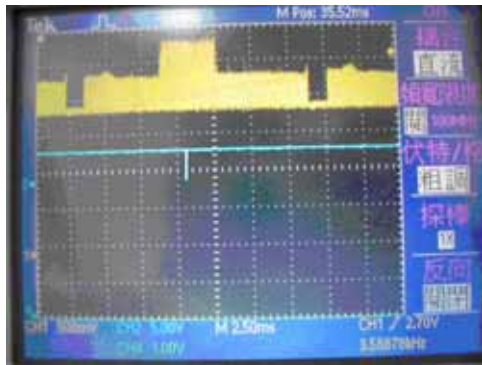


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 2.19 在不同距離時的影像畫面 1

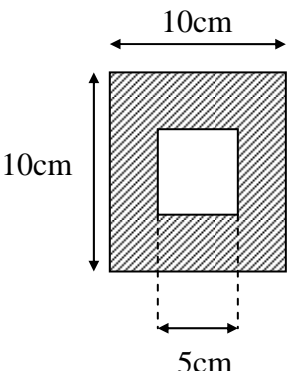


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖 2.20 在不同距離時的影像訊號 1

表(2.2) 影像水平寬度之距離演算法量測的實驗結果 2

量測物體形狀	距離(h_2)	$N(h_1)$	$N(h_2)$	h_2^*	$h_2^*\text{error}$
	90	572	759	90.965	1.0%
	105	512	659	103.69	-1.2%
	120	461	572	123.79	3.1%
	135	420	512	136.16	0.8%
	150	385	461	151.17	0.7%
	165	355	420	163.05	-1.1%
	180	331	385	183.09	-1.7%
	195	307	355	191.07	-2.0%
	210	289	331	205.63	-2.1%

(h_2^* 為距離量測值)

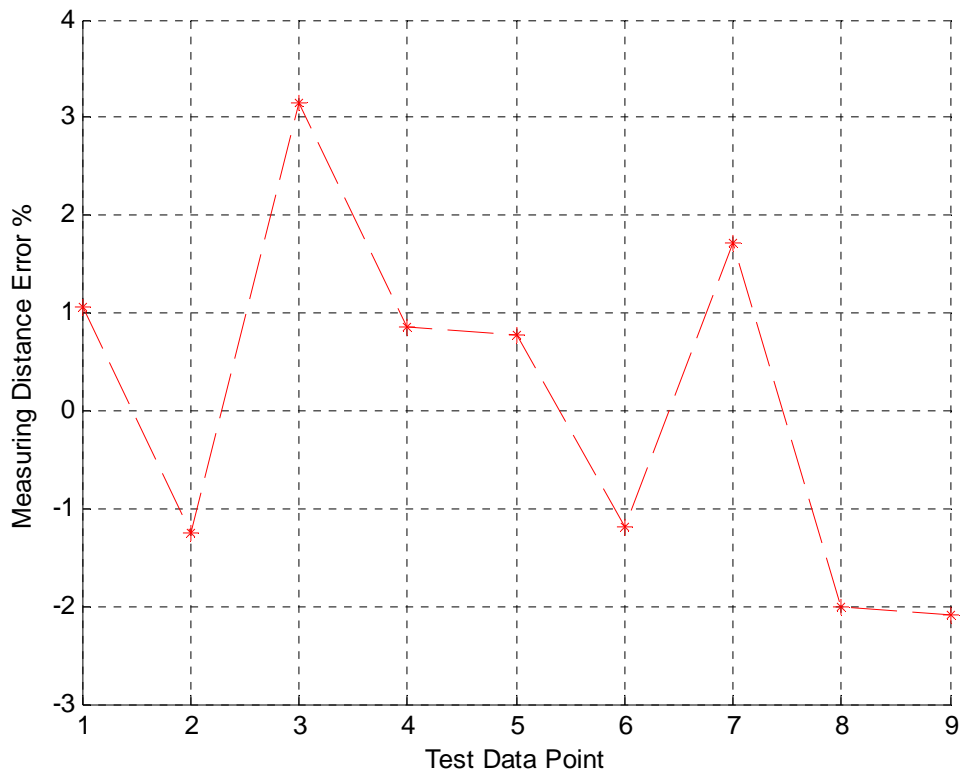
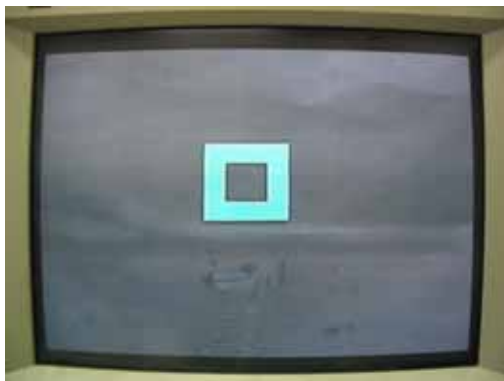
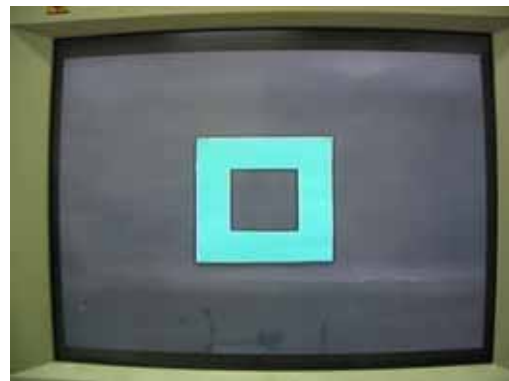


圖 2.21 影像水平寬度之距離演算法的誤差分佈圖 2

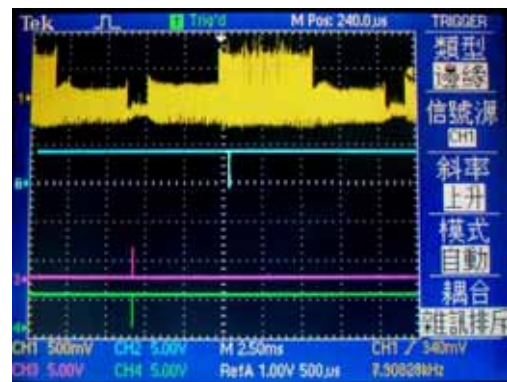
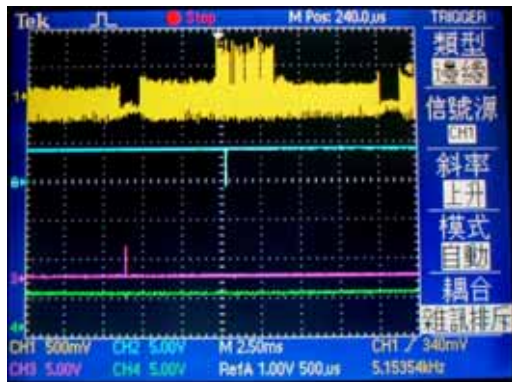


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 2.22 在不同距離時的影像畫面 2

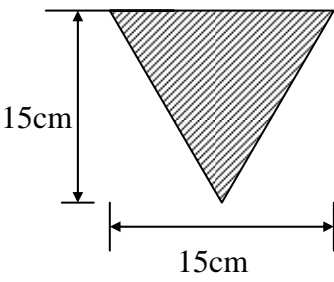


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖 2.23 在不同距離時的影像訊號 2

表(2.3) 影像水平寬度之距離演算法量測的實驗結果 3

量測物體形狀	距離(h_2)	$N(h_1)$	$N(h_2)$	h_2^*	$h_2^* \text{error}$
	90	859	1140	90.90	1.0%
	105	767	986	104.27	-0.7%
	120	690	859	121.69	1.4%
	135	632	767	139.64	3.4%
	150	577	690	152.39	1.5%
	165	534	632	162.67	-1.4%
	180	497	577	185.57	3.0%
	195	462	534	191.70	-1.6%
	210	433	497	202.17	-3.7%

(h_2^* 為距離量測值)

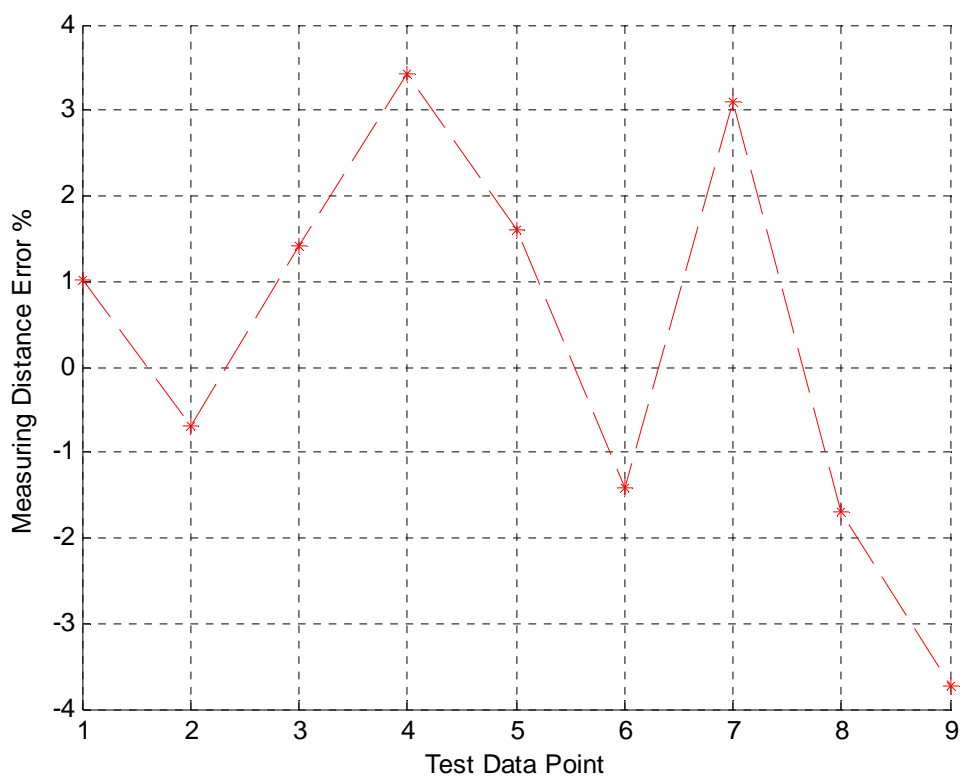
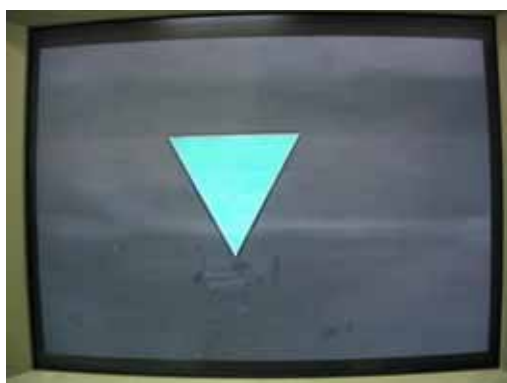


圖 2.24 影像水平寬度之距離演算法的誤差分佈圖 3

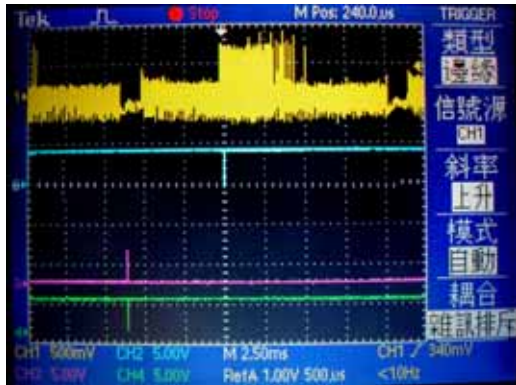


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面

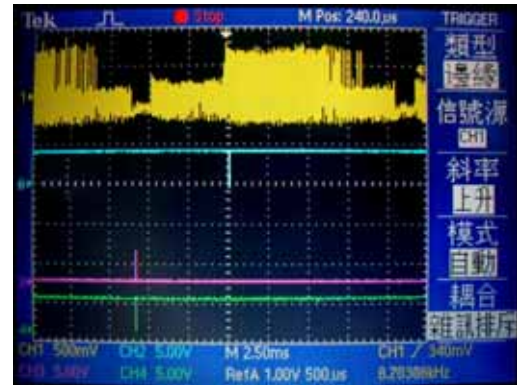


(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 2.25 在不同距離時的影像畫面 3



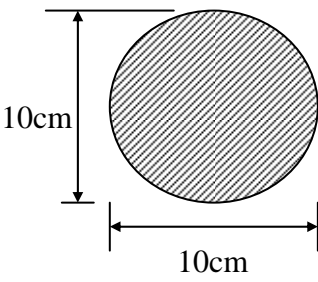
(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖 2.26 在不同距離時的影像訊號 3

表(2.4) 影像水平寬度之距離演算法量測的實驗結果 4

量測物體形狀	距離(h_2)	$N(h_1)$	$N(h_2)$	h_2^*	$h_2^* \text{error}$
	90	571	760	89.83	-0.2%
	105	513	661	103.19	-1.7%
	120	459	571	122.15	1.7%
	135	421	513	136.48	1.1%
	150	382	459	148.03	-1.3%
	165	357	421	166.54	0.9%
	180	329	382	185.43	3.0%
	195	309	357	192.32	-1.3%
	210	289	329	215.95	2.8%

(h_2^* 為距離量測值)

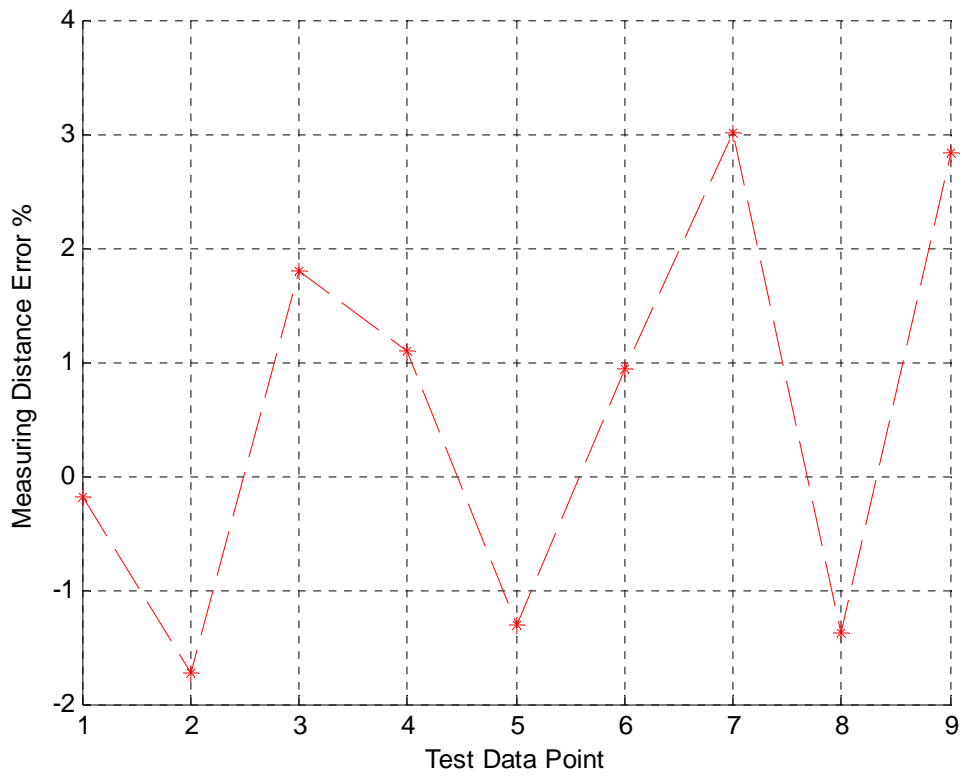
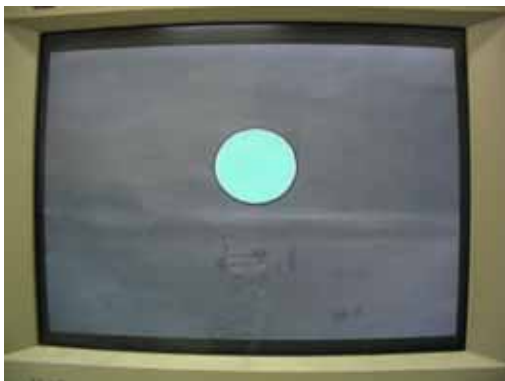
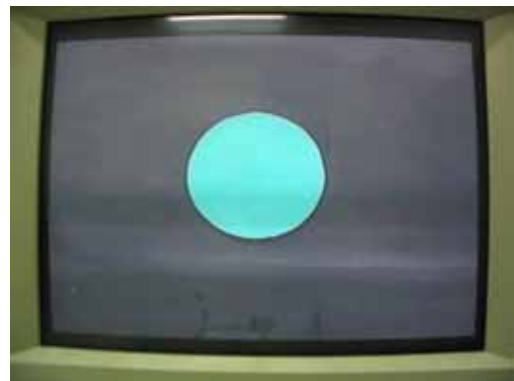


圖 2.27 影像水平寬度之距離演算法的誤差分佈圖 4

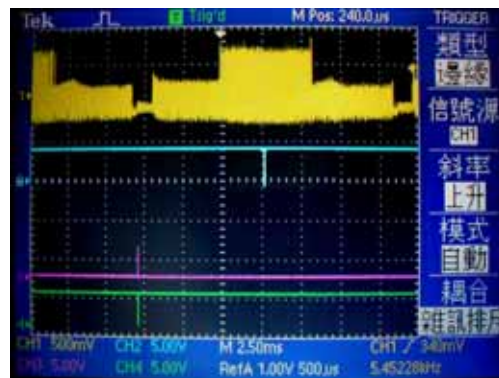
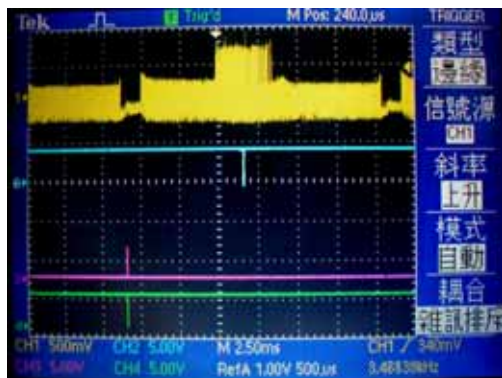


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 2.28 在不同距離時的影像畫面 4

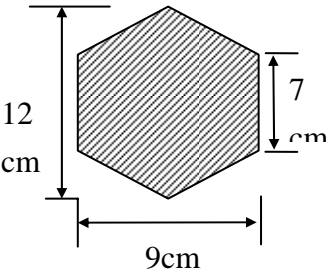


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖 2.29 在不同距離時的影像訊號 4

表(2.5) 影像水平寬度之距離演算法量測的實驗結果 5

量測物體形狀	距離(h_2)	$N(h_1)$	$N(h_2)$	h_2^*	$h_2^* \text{error}$
	90	574	761	91.28	1.0%
	105	513	658	105.34	1.4%
	120	462	574	122.95	2.4%
	135	419	513	132.92	-0.1%
	150	387	462	154.00	1.6%
	165	354	419	162.58	-2.3%
	180	332	387	180.29	-3.1%
	195	306	354	190.45	-3.2%
	210	290	332	206.34	-3.4%

(h_2^* 為距離量測值)

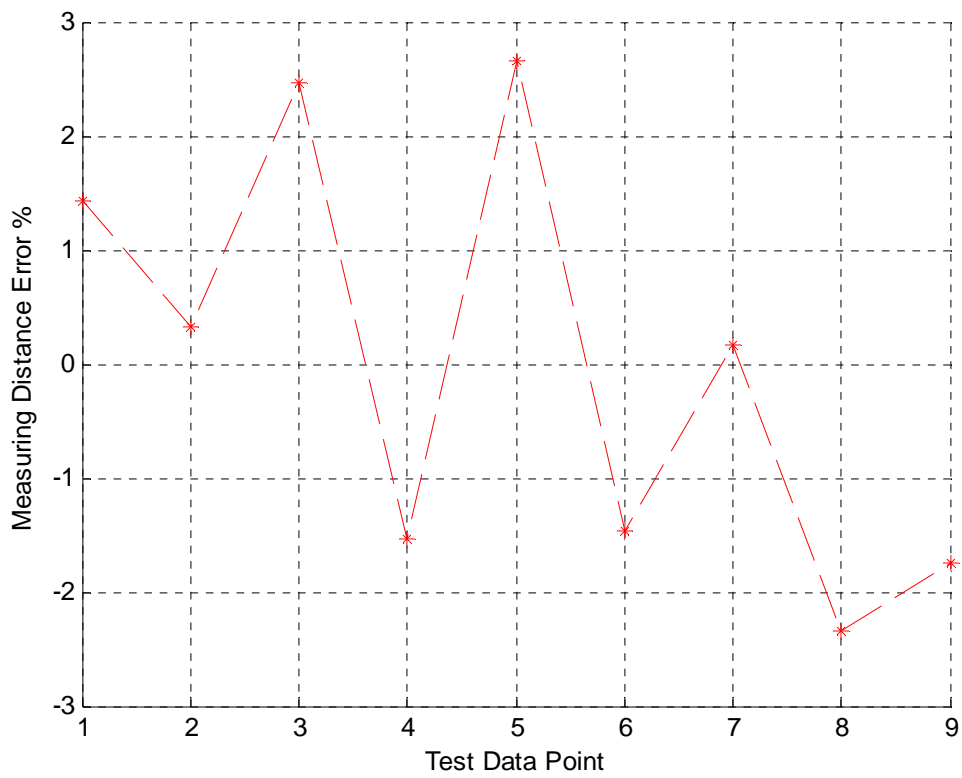
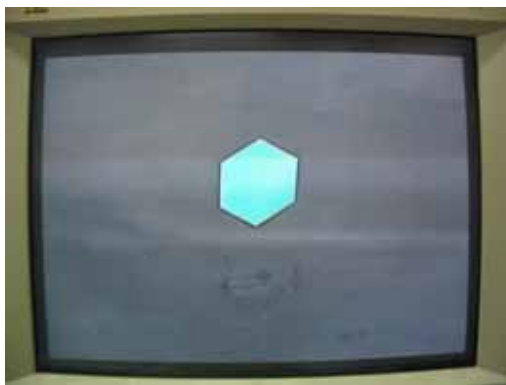
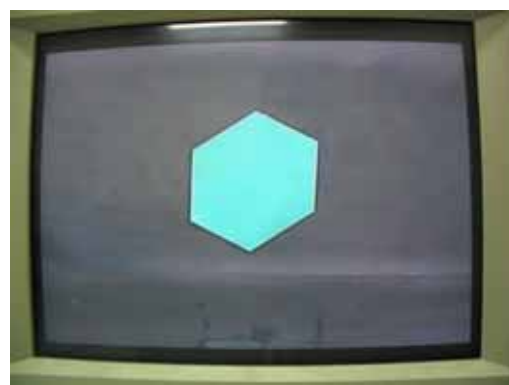


圖 2.30 影像水平寬度之距離演算法的誤差分佈圖 5

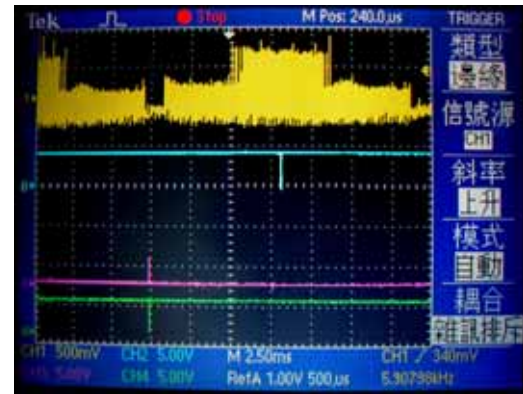
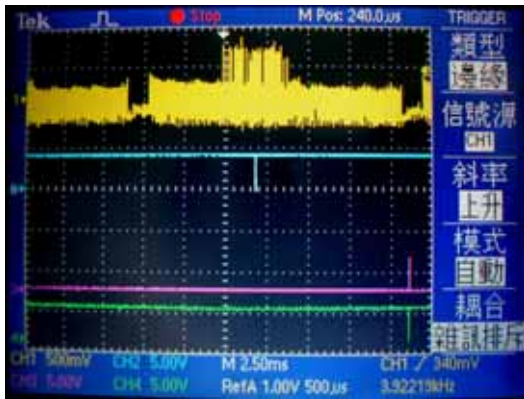


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 2.31 在不同距離時的影像畫面 5



(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號 (b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖 2.32 在不同距離時的影像訊號 5

第三章 面積量測原理

在這個章節中，一開始我們將說明我們之前所使用過的量測面積方法(投影面積量測法)及改良式量測面積的方法。後面我們將說明使用一種新的方法(空間變化率面積量測)，來量測物體的表面積。在這個方法中，我們只單獨的使用 CCD 和一些容易製作的電路。這個測量方法完全不需要有存放影像資料的記憶空間，因為我們不使用影像處理的方法，也不需要高速或昂貴的 DSP 等晶片。這個方法只使用簡單的電路及容易計算的公式，就能夠快速的得到物體的表面積。在測量面積時，物體的表面積會被電路以掃描線的方式，逐步的計算物體在畫面中所佔有的比例，進而得到表面積掃描時間計時值，再將計時值給計數器去處理，就可以將計時值轉換成計數值。然後，我們再使用建立 CCD 的視角模型，來測得 CCD 本身的參數。最後，我們就可以利成這兩者之間的關係，來得到物體的表面積值了。

3.1 面積量測原理

在這個章節中，我們討論面積測量系統的方法。第一種是我們之前所做過的投影面積量測法，再來是投影面積量測法的改良說明，而最後我們將討論利用影像大小在不同距離間的變化率，來測得距離，這也是本文主要所採用的量測技術。

3.1.1 投影面積量測法

投影面積量測方法很簡單，而且是非常容易製作的，而有關如何鑑別雷射的投射亮點，在第二章中有詳細的說明。通常，CCD 的鏡頭並不是完善的光學儀器，在 CCD 的視角邊緣，會有非線性的誤差產生。所以為了避免這個非線性的誤差，來影響了我們的量測精確值，我們定義了一個合理的測量邊界，假設在邊界之內是線性的，CCD 和物體量測的情形如圖(3.1)。

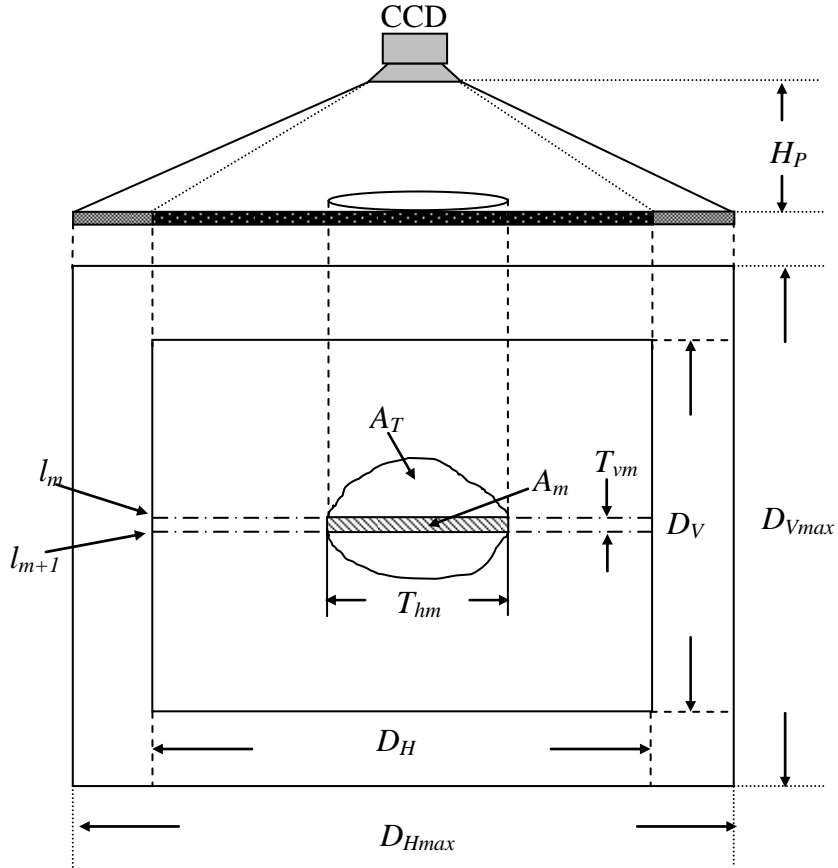


圖 3.1 CCD 量測面積的邊界定義

在圖(3.1)中， H_p 是 CCD 和量測物體之間的距離， l_m 是第 m 條的水平掃描線， D_V 是我們設定測量邊界的最大垂直掃描範圍， D_H 是我們設定測量邊界的最大水平掃描範圍， D_{Vmax} 是最大垂直掃描範圍， D_{Hmax} 是最大水平掃描範圍。在物體的表面積中， T_{vm} 是每一條垂直掃描線彼此間隔的時間， T_{hm} 是物體表面積在水平掃描線中所佔的時間，因為我們可以得知：

$$A_T = \sum_{m=1}^N (K_H T_{hm}) \times (K_V T_{vm}) \quad (3-1)$$

K_H 和 K_V 分別是水平掃描線和垂直掃描線的解析度，我們將在此定義 K_H 和 K_V ，並且將在後面解釋如何得到這個參數。

3.1.2 投影面積量測法之改良

我們由上一章節中，圖(2.7)來接著說明有關水平方向距離量測的解析度 $SOH(H_k)$ 及垂直方向距離量測的解析度 $SOV(H_k)$ ，將分別為：

$$SOH(H_k) = \frac{D_H(\max)}{M_H(\max) - M_H(\min)} \quad (3-2)$$

$$SOV(H_k) = \frac{D_V(\max)}{M_V(\max) - M_V(\min)} \quad (3-3)$$

$M_V(\max) - M_V(\min)$ 為垂直掃描的最大計時值。

便能直接從影像畫面中，任意兩點所佔的掃描時間計時值得知其對應的實際距離。 I_c 和 I_d 所對應的水平寬度 $D_H(c,d)$ 和 I_e 和 I_f 所對應的垂直高度 $D_V(e,f)$ ，將分別為：

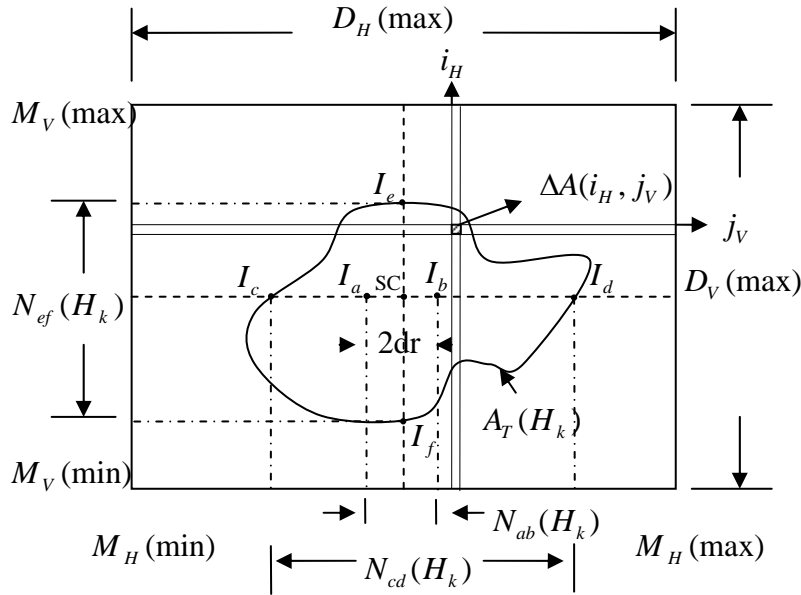


圖 3.2 面積量測的說明

$$D_H(c,d) = SOH(H_k) \times N_{cd}(H_k) \quad (3-4)$$

$$D_V(e,f) = SOV(H_k) \times N_{ef}(H_k) \quad (3-5)$$

對整個螢幕的影像畫面而言，在 H_k 的距離時，所對應到的最大面積 $A_{\max}(H_k)$ 為

$$A_{\max}(H_k) = D_H(\max) \times D_V(\max) \quad (3-6)$$

便能將 $A_{\max}(H_k)$ 看成是於垂直方向分割成 $M_V(\max) - M_V(\min)$ 等份，水平方向也分成 $M_H(\max) - M_H(\min)$ 等份。則總共持有

$[M_V(\max) - M_V(\min)] \times [M_H(\max) - M_H(\min)]$ 個小面積 $\Delta A(i_H, j_V)$ 所組成。

$$\Delta A(i_H, j_V) = SOH(H_k) \times SOV(H_k) \quad (3-7)$$

則待測面積 $A_T(H_k)$ ，將可表示為

$$AT(H_k) = \sum_{j_V=M_V(\min)}^{M_V(\max)} \sum_{i_H=M_V(\min)}^{M_H(\max)} \Delta A(i_H, j_V) \times P(i_H, j_V) \quad (3-8)$$

$$P(i_H, j_V) \in AT(H_k), P(i_H, j_V) = 1, \text{ 否則 } P(i_H, j_V) = 0$$

相當於計算 $A_T(H_k)$ 上所佔的掃描時間計時值有多少。 $P(i_H, j_V) \in A_T(H_k)$ 代表第 j_V 條水平掃描線的第 i_H 計時值，是位於 $A_T(H_k)$ 影像面積之內。簡言之，當得知攝影距離 H_k 後，待測面積的大小 $A_T(H_k)$ 可以敘述如下

$$A_T(H_k) = \frac{\text{待測面所佔的掃描時間}}{\text{一個畫面的有效掃描時間}} \times A_{\max}(H_k) \quad (3-9)$$

則表示不管攝影距離 H_k 的遠近，我們都可以測得 H_k 的大小，並得知待測面積 $A_T(H_k)$ 。

3.1.3 掃描時間計數法

這個新式的測量方法我們稱為掃描時間計數法。我們使用一些簡單的電路，來分析 CCD 的影像信號，分析影像信號在影像畫面中所佔有的掃描時間值。圖(3.3)表示為偵測物體在 CCD 上顯示的情形，在圖中，每條水平的掃描線決定了一個長方形 A_m 。而 T_{vm} 是每一條垂直掃描線彼此間隔的時間， T_{hm} 是物體表面積在水平掃描線中所佔的時間值。如圖(3.1)和圖(3.3)顯示，我們為了不讓 CCD 的邊緣產生非線性誤差而影響準確性，我們定義了 D_H 和 D_V ，來使我們要量測的物體表面積，限定在這個範圍之內。因此，最大的量測範圍為：

$$A_{T\max} = D_H \times D_V \quad (3-10)$$

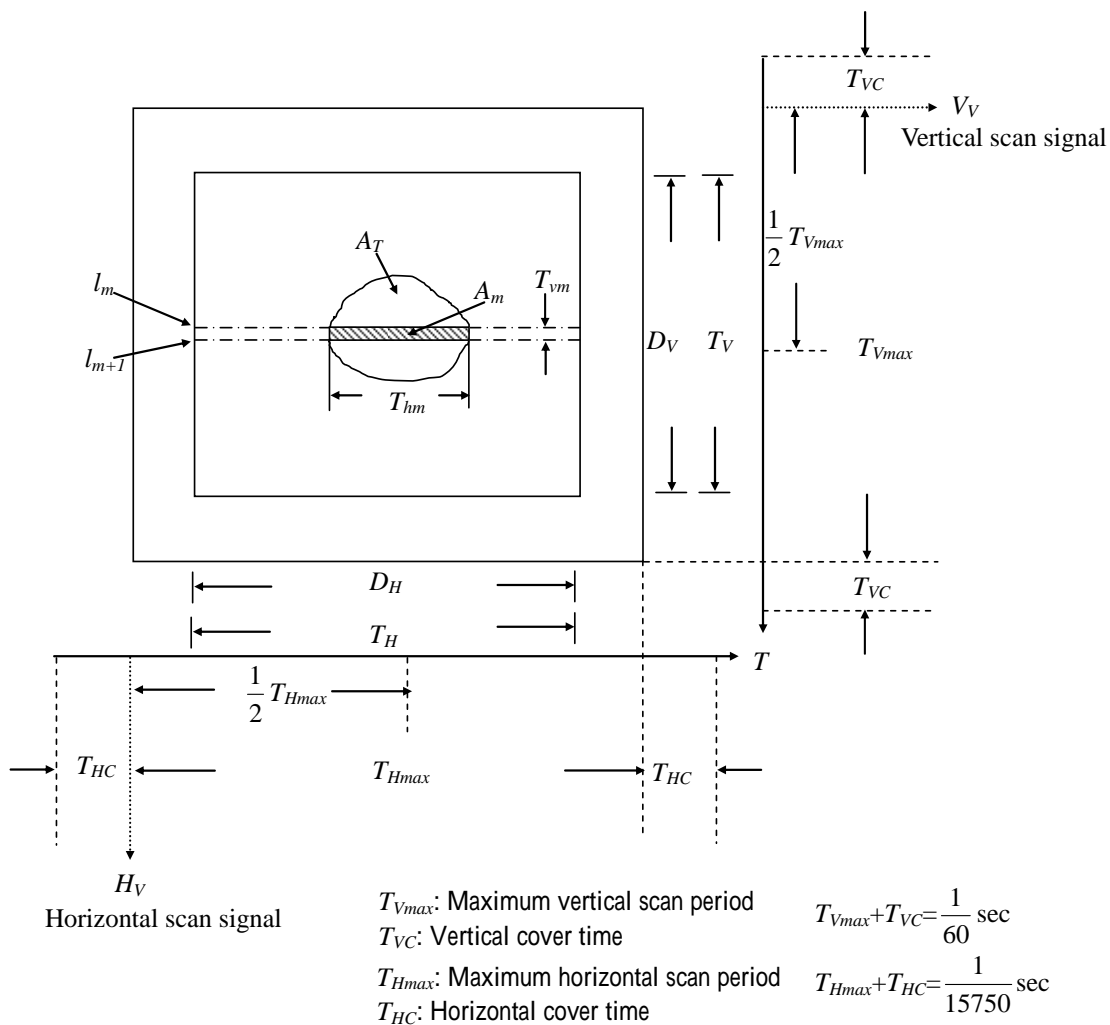


圖 3.3 掃描時間和物體影像之間的關係

而水平掃描線 K_H 和垂直掃描線 K_V 的解析度定義如下：

$$K_H = \frac{D_H}{T_H} \quad (3-11)$$

$$K_V = \frac{H_V}{T_V} \quad (3-12)$$

所以量測的範圍 A_m ，我們可以表示成：

$$A_m = (K_H T_{hm}) \times (K_V T_{vm}) \quad (3-13)$$

當我們計算出全部的 A_m 總和時，我們就可以得到物體的表面積值，因此我們將物體表面積的公式表示如下：

$$\begin{aligned}
A_T &= \sum_{m=1}^N A_m = \sum_{m=1}^N (K_H T_{hm}) \times (K_V T_{vm}) \\
&= (K_H K_V T_{vm}) \sum_{m=1}^N T_{hm}
\end{aligned} \tag{3-14}$$

N 是代表在這個掃描範圍中水平掃描線的數量，而參數 K_H 、 K_V 、 T_{vm} 為常數，因此我們只需要去累積將 T_{hm} 從 $m=1$ 到 N 計算出來，再和 K_H 、 K_V 、 T_{vm} 做相乘就可以得到 A_T 了。

我們這個量測系統是使用影像掃描計數的方式，可以由簡單的硬體電路來組成。這些電路主要可以分為三大部份，第一部份主要是將 CCD 影像做 RGB 三原色的分離電路，第二部份是掃描計數的電路，主要是將影像訊號中做計數的動作，也就是將影像訊號中物體所佔有的時間比例，換算成數值。第三部份則為將數值換算成距離的系統。在這個測量系統中，我們並不使用影像處理的方法及影像資料的儲存計算。我們的量測系統和 CCD 的掃描速度可以同時進行處理，做一個真正的即時面積量測系統。

3.1.4 空間變化率面積量測

在第二章中，我們在圖(2.8)中可以了解 CCD 攝影機的遠近和空間面積比例變化的關係。也就是說，如果我們知道 CCD 視角所延伸出去的空間面積時，我們只要知道偵測物體距離 CCD 的距離時，我們就可以由這個物體在影像畫面中所佔有的比例，來換算成面積了。所以我們必須精確的了解，我們所使用的這個 CCD 中所有的參數(θ_V 、 θ_H)，當你量測參數量測的愈精準時，最後所得到的量測誤差就愈小了。量測的架構如圖(3.4)。

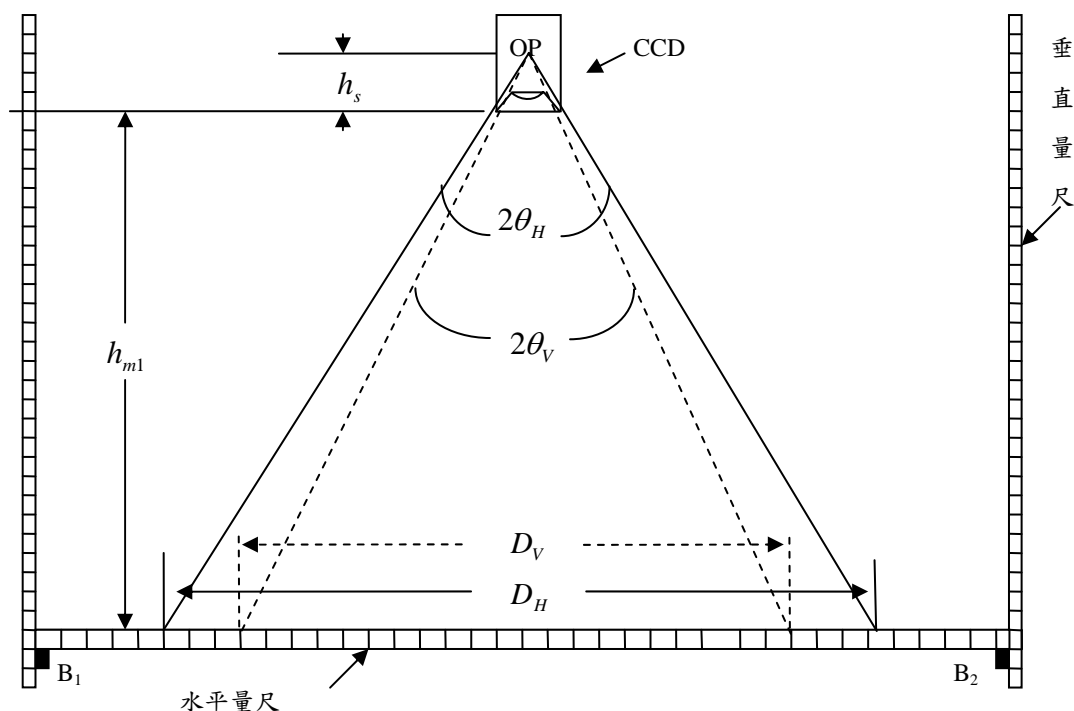


圖 3.4 建立量測參數 θ_V 、 θ_H 的架構圖

首先我們先量測垂直視角 θ_V ，由上圖可以輕易的發現，由 $2\theta_V$ 的視角，在距離 h_{m1} 之下，所得到的是可視長度為 D_{V1} 。而若當我們將 CCD 旋轉 90 度後，同樣的架構也可以量測水平視角 θ_H ，由 $2\theta_H$ 的視角，在分別距離 h_{m1} 之下，所得到的是可視長度為 D_{H1} ，所以我們就知道水平視角跟垂直視角的參數如下：

$$D_V = h_{m1} \times \tan(2\theta_V) \quad (3-15)$$

$$D_H = h_{m1} \times \tan(2\theta_H) \quad (3-16)$$

當你得到 CCD 的特性參數後，就能夠得知 CCD 在視角空間上所延伸出去的面積，如此一來，就能夠計算出在不同距離時，不同的面積比率。我們再從前面第二章節中所能夠得到距離的遠近值，只要將距離值代入公式，即可得到在那個距離所能夠佔有的最大面積。而此時，我們已擁有整個物體的表面積掃描時間計數值了，將此計數值和全螢幕的計數值做一比率運算後，再和最大面積做相乘，即可得到物體的表面積了。

所以，我們就可以由(3-15)、(3-16)式推算出 CCD 可容納物體的表面積計算方式。然後我們使用的是全畫面的掃描方式，得到的物體表面積計時值為 $N_{obj}(h_1)$ ，而全畫面的最大掃描時間計時值為 N_{max} ，不管在任何距離時， N_{max} 的值都是一樣的。

或是當我們移動距離 Δh 後，在不同的距離 h_2 時，可以得到 $N_{obj}(h_2)$ ，我們可以選擇

$N_{obj}(h_1)$ 或是 $N_{obj}(h_2)$ 來求得面積值 A_{obj} 。所以當我們在距離為 h_1 時，求得面積公式如下：

$$A_{obj} = \frac{N_{obj}(h_1)}{N_{\max}} \times A_{T\max}(h_1) \quad (3-17)$$

或是可由距離為 h_2 時求得物體面積也可以：

$$A_{obj} = \frac{N_{obj}(h_2)}{N_{\max}} \times A_{T\max}(h_2) \quad (3-18)$$

由上兩式可以發現，在不同距離之下，求得的面積是相同的。

3.2 實驗結果

掃描時間計算(計時器)的電路及相關判斷電路；都使用先前研究[19]、[26]、[27]所完成的硬體電路。我們在這次的實驗中，使用的是型號 US-A110N 的 CCD，加上 12mm 鏡頭。由量測參數校正框架所測得的量測參數： $h_{sH} = h_{sV} = 0.8\text{cm}$ 、 $\theta_V = 7.688^\circ$ 、 $\theta_H = 10.019^\circ$ ，且使用的 OSC 為 12MHz，有效掃描時間計時值為 $N_{\max} = 292476$ ，

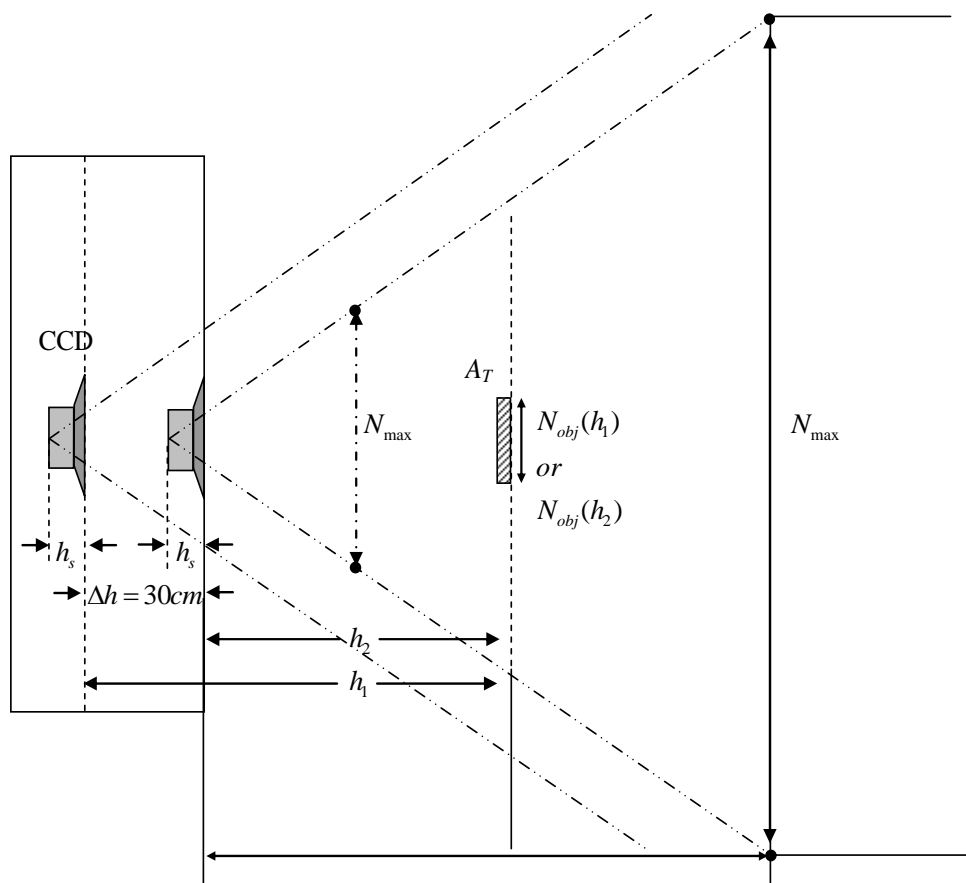
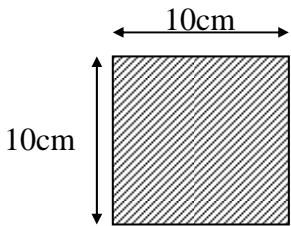


圖 3.5 掃描線全畫面量測面積架構圖

表(3.1) 測得距離後再量測面積的實驗結果1

量測物體形狀	距離(h_2)	$N_{obj}(h_2)$	Distance*	A_{obj}^*	A_{obj}^* error
	90	37052	90.97	101.3	1.3%
	105	27152	106.52	101.78	1.7%
	120	21112	122.98	105.49	5.5%
	135	16621	134.85	99.85	-0.1%
	150	13551	152.4	103.97	3.9%
	165	11185	161.2	96.01	-3.9%
	180	9345	174.38	93.87	-6.1%
	195	7941	188.57	93.28	-6.7%
	210	6803	202.77	92.40	-7.6%

(A_{obj}^* 為面積量測值)

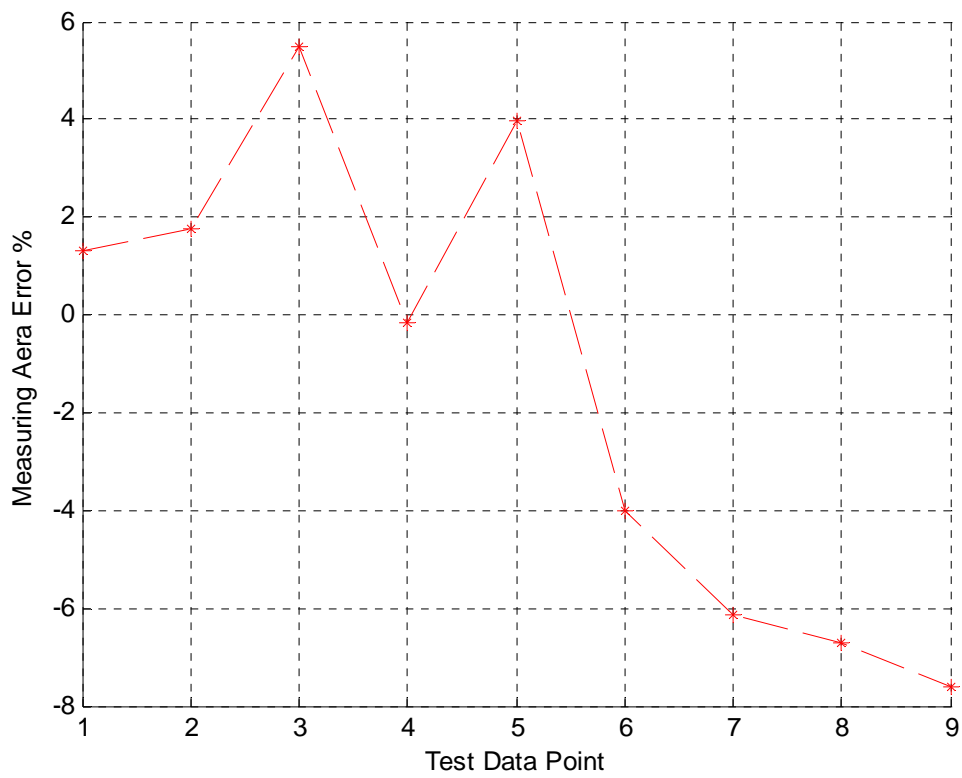


圖 3.6 面積量測誤差分佈圖1

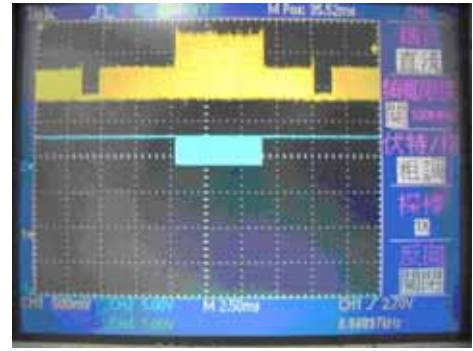
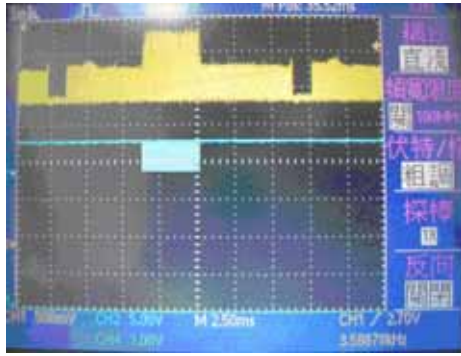


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

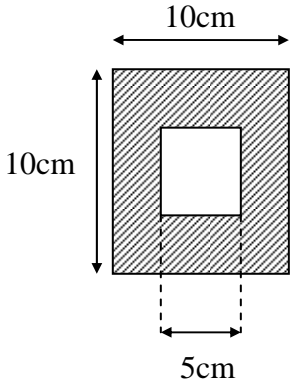
圖 3.7 在不同距離時的影像畫面1



(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號 (b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖3.8 在不同距離時的影像訊號1

表(3.2) 測得距離後再量測面積的實驗結果2

量測物體形狀	距離(h_2)	$N_{obj}(h_2)$	Distance*	A_{obj}^*	A_{obj}^* error
	90	26515	90.965	72.48	-3.3%
	105	20131	103.69	71.50	-4.6%
	120	15327	123.79	77.58	3.4%
	135	12499	136.16	76.54	2.0%
	150	10036	151.17	75.77	1.0%
	165	8345	163.05	73.28	-2.2%
	180	7021	183.09	77.75	3.6%
	195	6124	191.07	73.86	-1.5%
	210	5211	205.63	72.79	-2.9%

(A_{obj}^* 為面積量測值)

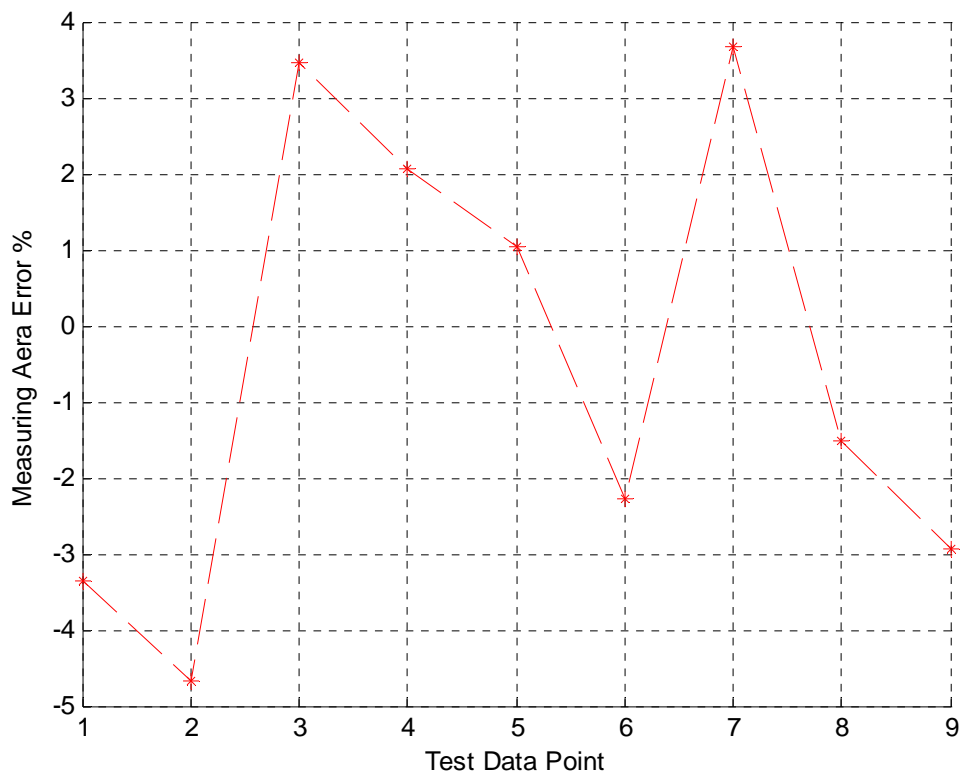
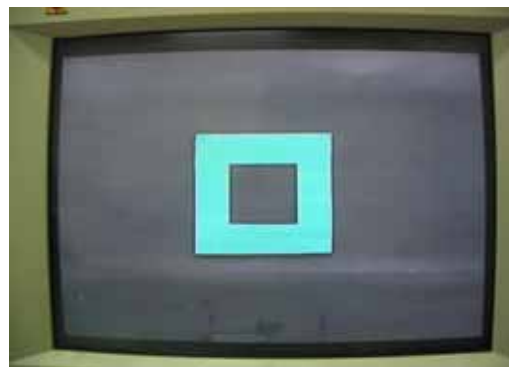


圖 3.9面積量測誤差分佈圖2

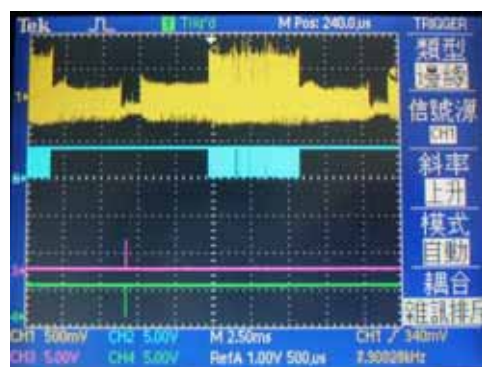
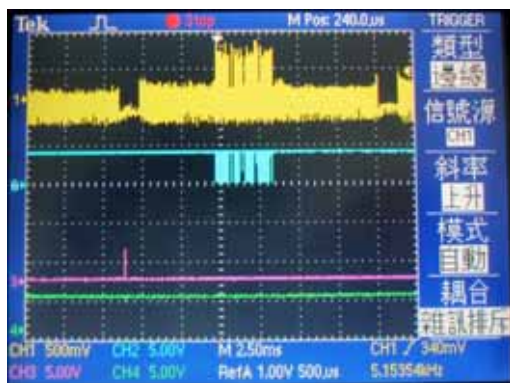


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 3.10在不同距離時的影像畫面2

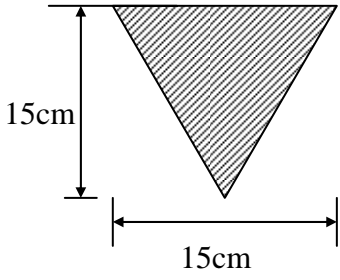


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖3.11 在不同距離時的影像訊號1

表(3.3) 測得距離後再量測面積的實驗結果3

量測物體形狀	距離(h_2)	$N_{obj}(h_2)$	Distance*	A_{obj}^*	A_{obj}^* error
	90	38115	90.90	104.0	-7.5%
	105	29681	104.27	106.6	-5.2%
	120	22536	121.69	110.2	-2.0%
	135	17955	139.64	115.6	2.8%
	150	14761	152.39	113.2	0.6%
	165	12231	162.67	106.9	-4.9%
	180	10181	185.57	115.8	2.9%
	195	8995	191.70	109.2	-2.9%
	210	7856	202.17	106.0	-5.7%

(A_{obj}^* 為面積量測值)

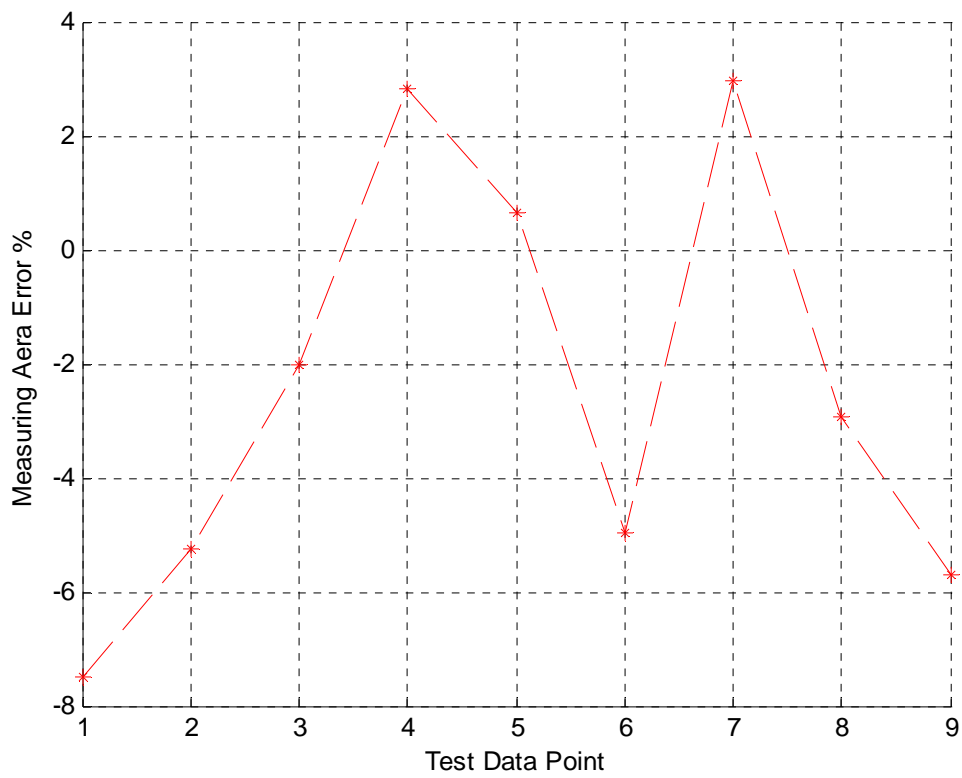
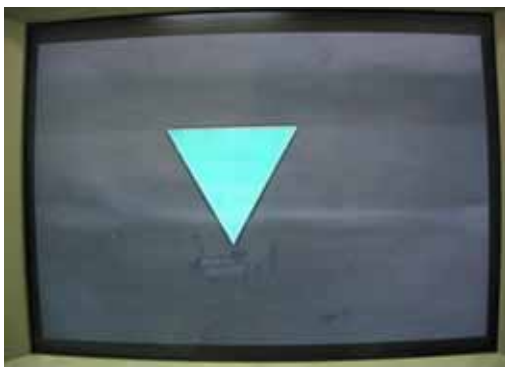


圖 3.12面積量測誤差分佈圖3

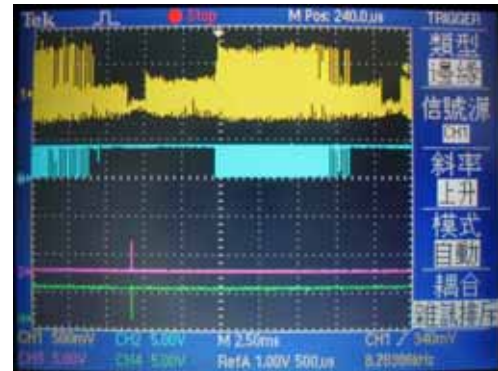
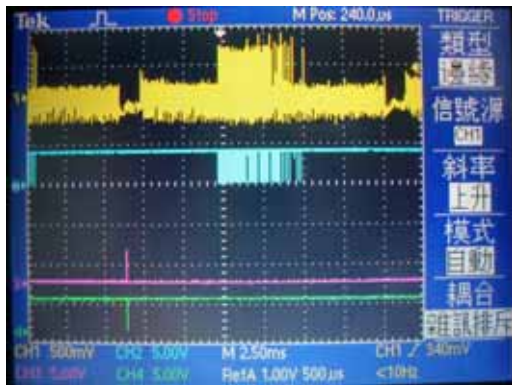


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

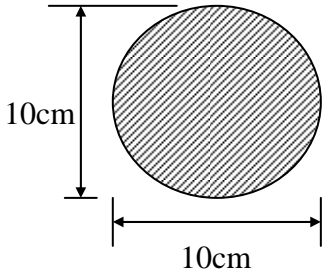
圖 3.13在不同距離時的影像畫面3



(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號 (b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖3.14 在不同距離時的影像訊號1

表(3.4) 測得距離後再量測面積的實驗結果4

量測物體形狀	距離(h_2)	$N_{obj}(h_2)$	Distance*	A_{obj}^*	A_{obj}^* error
	90	27951	89.83	74.52	1.3%
	105	20975	103.19	73.78	1.7%
	120	15988	122.15	78.80	5.5%
	135	12731	136.48	78.34	-0.1%
	150	10454	148.03	75.68	3.9%
	165	8685	166.54	79.58	-3.9%
	180	6991	185.43	79.40	-6.1%
	195	6482	192.32	79.20	-6.7%
	210	5339	215.95	82.25	-7.6%

(A_{obj}^* 為面積量測值)

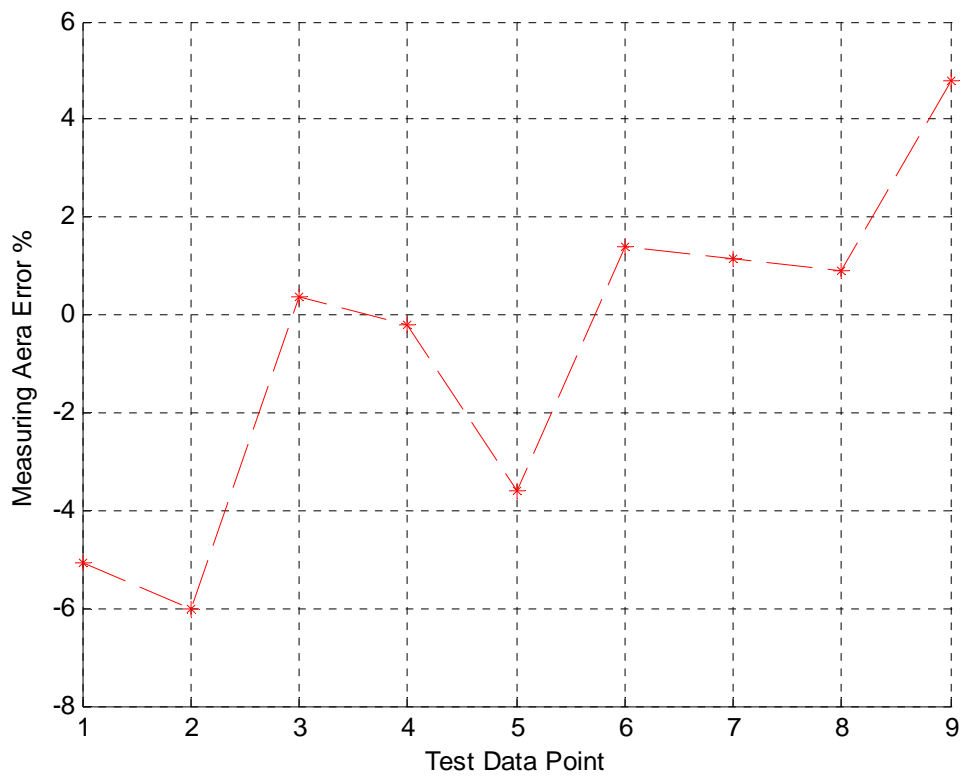
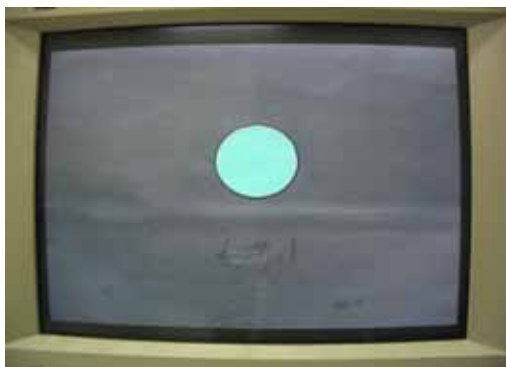
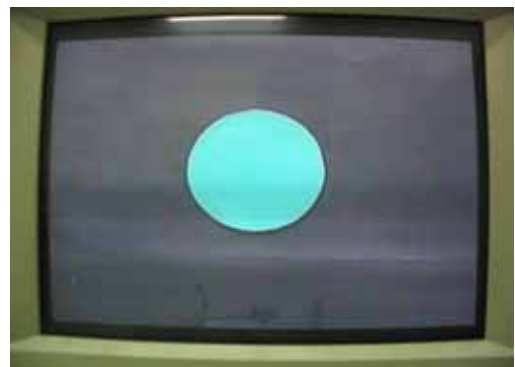


圖 3.15面積量測誤差分佈圖4

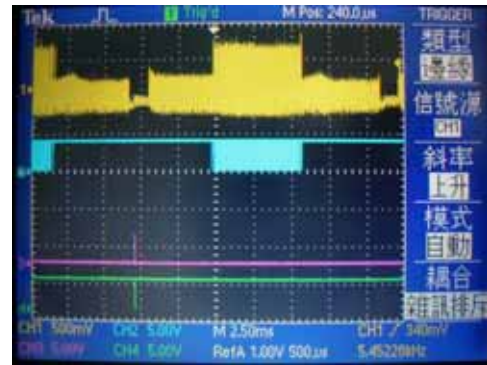
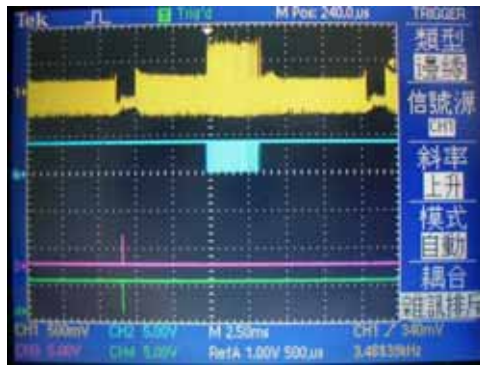


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

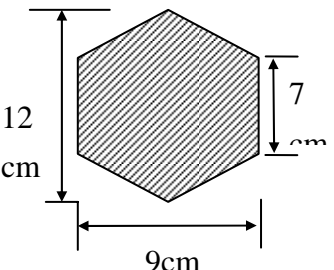
圖 3.16在不同距離時的影像畫面4



(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號 (b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖3.17 在不同距離時的影像訊號1

表(3.5) 測得距離後再量測面積的實驗結果5

量測物體形狀	距離(h_2)	$N_{obj}(h_2)$	Distance*	A_{obj}^*	A_{obj}^* error
	90	26815	90.97	91.28	1.3%
	105	19888	106.52	105.34	1.7%
	120	14568	122.98	122.95	5.5%
	135	12295	134.85	132.92	-0.1%
	150	9553	152.4	154.00	3.9%
	165	8248	161.2	162.58	-3.9%
	180	6996	174.38	180.29	-6.1%
	195	6051	188.57	190.45	-6.7%
	210	5235	202.77	206.34	-7.6%

(A_{obj}^* 為面積量測值)

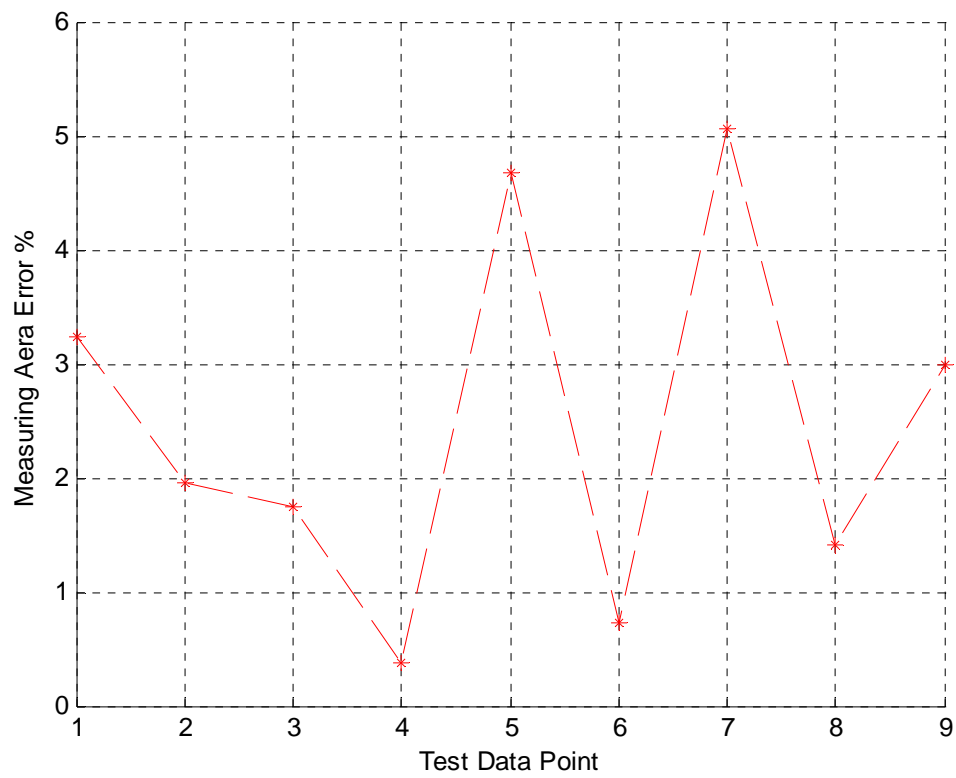
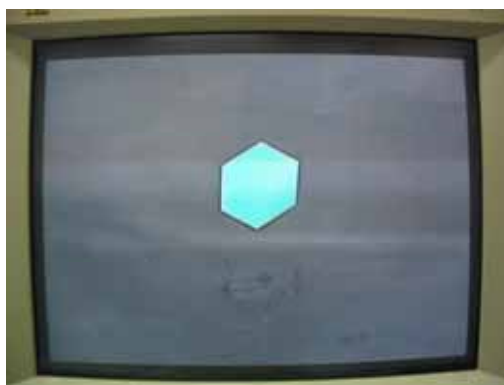
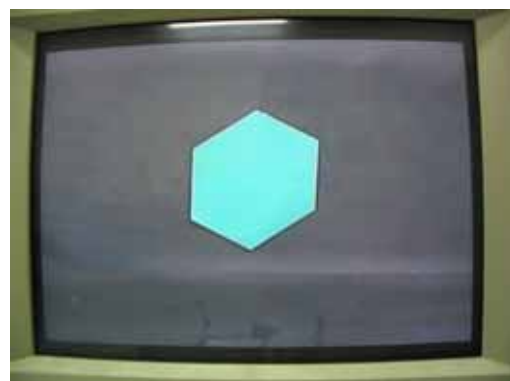


圖 3.18面積量測誤差分佈圖5

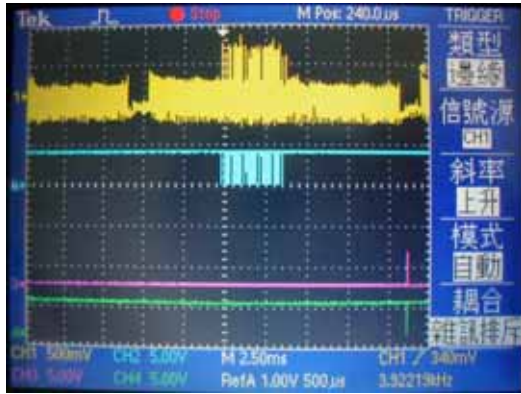


(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像畫面

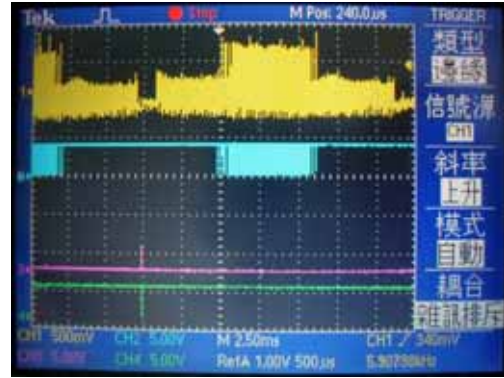


(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像畫面

圖 3.19在不同距離時的影像畫面5



(a) $h_1=150\text{cm}$ 時的影像掃描線信號



(b) $h_1=90\text{cm}$ 時的影像掃描線信號

圖 3.20 在不同距離時的影像訊號 5

第四章 自動量測距離和面積系統

在這個章節中，我們將討論自動量測距離和面積的系統如何建立起來。為了使這套系統在使用上及攜帶，我們做了一個透明壓克力的箱子，並且將所設計好的電路板模組系統放入箱子中。這個模組系統中包括：將 CCD 訊號做分析的 RGB 分離電路、可鑑別物體訊號及雜訊分離的 OPA 放大器及比較器、將掃描時間計時值轉換成計數值的四進位計數器、將計數值由公式轉換成距離及面積的微處理器（有八組 4 對 1 的多工器和八個 7 段顯示器）在電路板上。如此一來，就能夠很容易的讀取及顯示我們所要的距離及面積值。

4.1 距離量測系統架構說明

4.1.1 量測機構

首先，我們製作了一個壓克力的箱子（ $40\text{cm} \times 30\text{cm} \times 20\text{cm}$ ），如圖（4.1）。

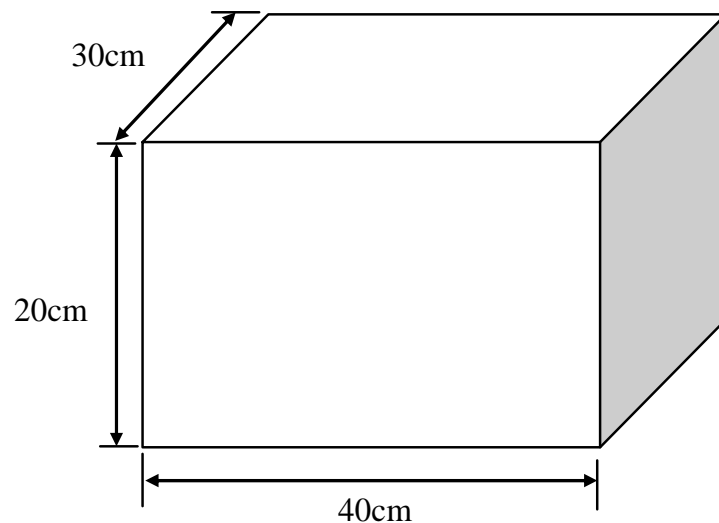


圖 4.1 透明壓克力箱

在壓克力的箱子頂部面板部份，我們將步進馬達及滑軌裝置在箱子頂部面板上，然後再將 CCD 裝置在滑軌上，以便讓步進馬達控制滑軌的前進、後退，CCD 就可以讀取在不同距離時，不同的影像訊號值。放置的位置如圖（4.2）

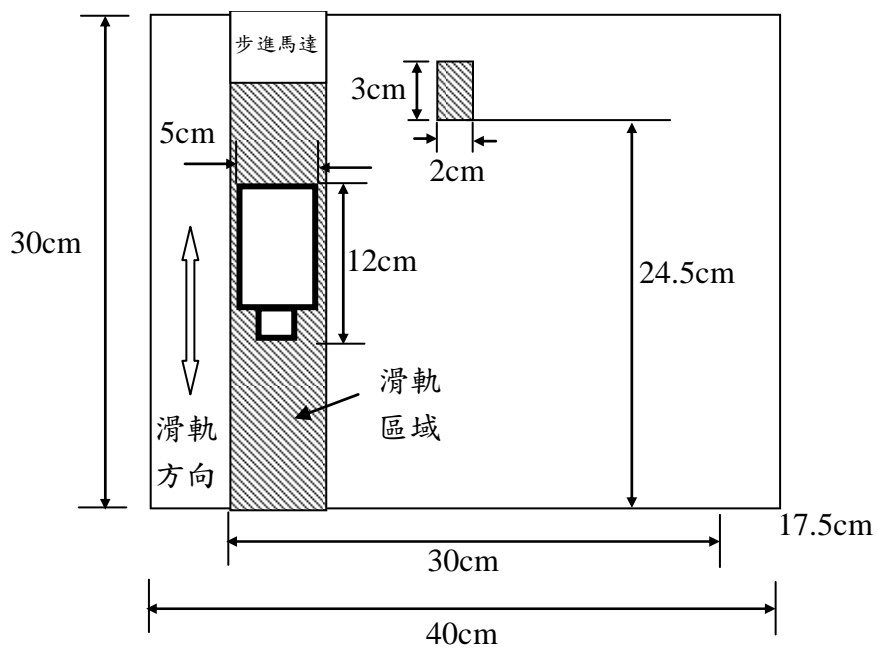


圖 4.2 壓克力箱頂部放置圖

我們將電源供應器和其它相關電路模組放置在壓克力箱的裡面，如圖(4.3)。

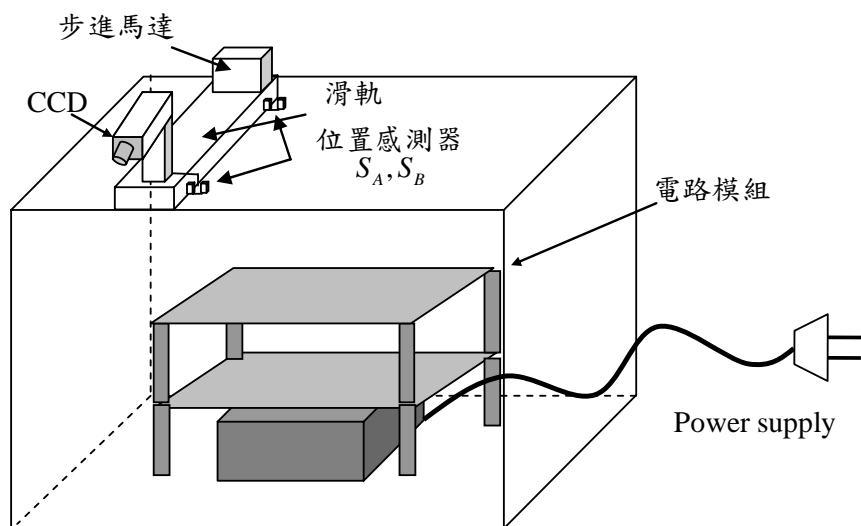


圖 4.3 系統完成圖

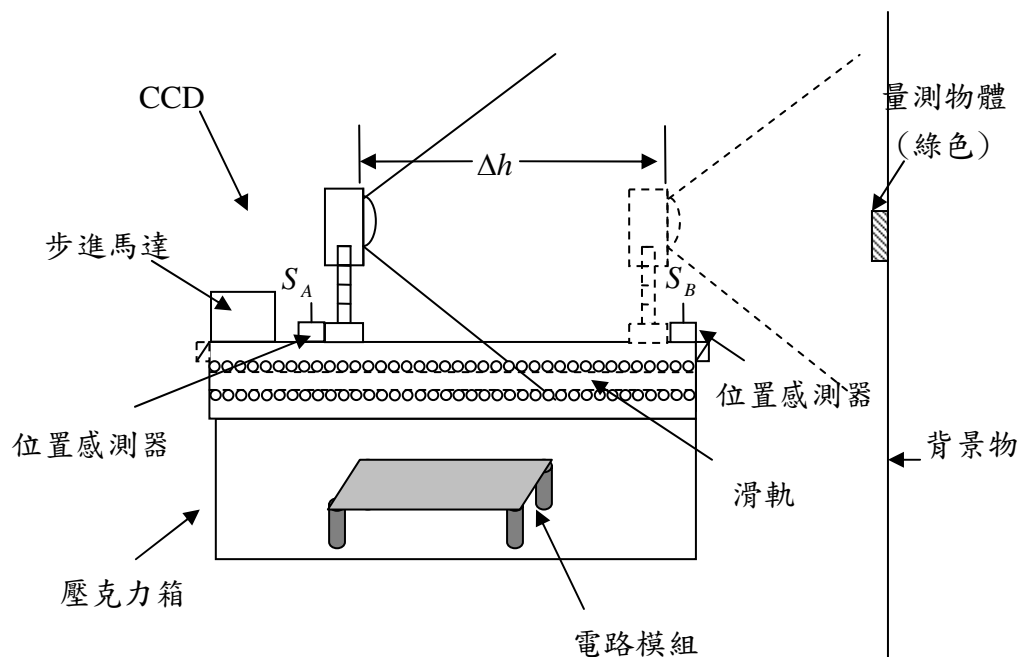


圖 4.4 距離量測系統機構示意圖

圖(4.4)我們以直線滑線軌帶動數位機，做固定距離 Δh 的水平移動，便能得到在不同距離時有不同大小的物體影像訊號，如圖(2.7)所示的影像圖形於畫面中，就可得知 $P_a(h_1)$ 到 $P_b(h_1)$ 所佔的掃描時間計時值 $N(h_1)$ 及 h_1 ，經過固定距離的水平移動後，也可得知 $P_a(h_2)$ 到 $P_b(h_2)$ 所佔的掃描時間計時值 $N(h_2)$ 及 h_2 。圖(4.4)中 S_A 和 S_B 為位置設定開關，用以確認 CCD 所在的位置是在 h_1 或 h_2 。

4.1.2 系統量測的方法

我們可以把於 h_1 和 h_2 時所拍的影像畫面，先使用 RGB 分離電路，將影像畫面中的 RGB 三原色訊號分離出來，在本次的實驗中，我們是使用 G 的訊號。G 訊號輸出後再利用 OPA 跟比較器，將不要的背景雜訊訊號去除，把我們所需要的物體訊號利用 OPA 作訊號的放大，再將放大後的物體訊號輸入於掃描時間計數器之中，來計算出它的掃描時間所佔的數值，在計數器之中，我們使用 12Mhz 的 OSC，來使得影像畫面的訊號取樣解析度提高，計數器將於 1/60 秒將數值計算出來，依相同方法，分別計算 $N(h_1)$ 和 $N(h_2)$ 的大小，進而得知 h_1 及 h_2 的遠近。由圖(2.8)中的物體邊緣 P_a 和 P_b ，分別計算 $N(h_1)$ 和 $N(h_2)$ 的大小，進而得知 h_1 及 h_2 的遠近。這是一種可以使用的方法，但是其操作的過程卻相當不方便，因為目前使用步進馬達來使 CCD 達到前進及後退，來取得兩者的影像訊號，在偵測過程中是非常緩慢的。在未來，我們也希望能夠直接控制 CCD 的光學變焦功能，利用光學變焦放大的功能來替代步進馬達，以便取到不同距離遠近時的影像訊號。即可達到 CCD 在原地之間即可計算出距離、面積的功能。

4.1.3 線路架構說明

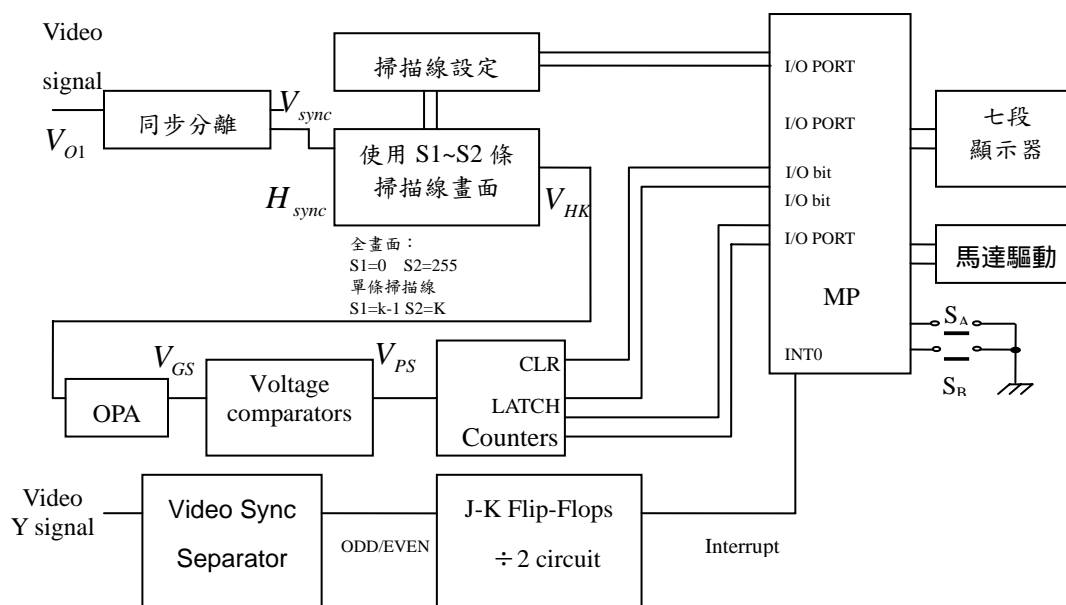


圖 4.5 硬體系統方塊圖

如圖(4.4)，我們在 CCD 前放置一個綠色的物體，背景為其它顏色。我們使用的硬體系統如圖(4.5)。一開始我們把 CCD 的訊號利用 RGB 分離電路，將 G 訊號單獨分離出來，再利用 OPA 跟比較器來將背景、雜訊等其它不須要的訊號去除，當把訊號分離出來後，再將訊號送至掃描時間計時器中，做訊號取樣計數的動作。整個訊號的時序圖如圖(4.6)。若要掃描全畫面的訊號時，使用的掃描線共有 512 條(奇數掃描線 256 條+偶數掃描線 256 條)，由於我們使用的 CCD 是使用奇+偶掃描線的方式來做畫面的掃描，所以當一開始，CCD 在掃描奇數(ODD)掃描線時，完成後，此時我們並不送出清除(CLR)訊號，因為我們要繼續讓計數器累加偶數(EVEN)掃描線的計數值，等到偶數掃描線也完成後。會先送出一高電位的脈波訊號，將計時器中解除電路內的資料栓鎖(Latch)功能，如此一來就可以將最後的計數值，寫入至資料存放的栓鎖 IC 之內。接著並且送出一個中斷訊號給單晶片，通知計數已完成可讀取掃描時間計時值了。同時也送出 CLR 低電位的脈波訊號，來將計數器歸零。因為我們已將之前計數完成的值栓鎖(Latch)在 IC 裡面了，所以 CLR 訊號就不會影響到我們計算的結果。如此一來，就可以得到正確的偵測物體掃描時間計數值了。

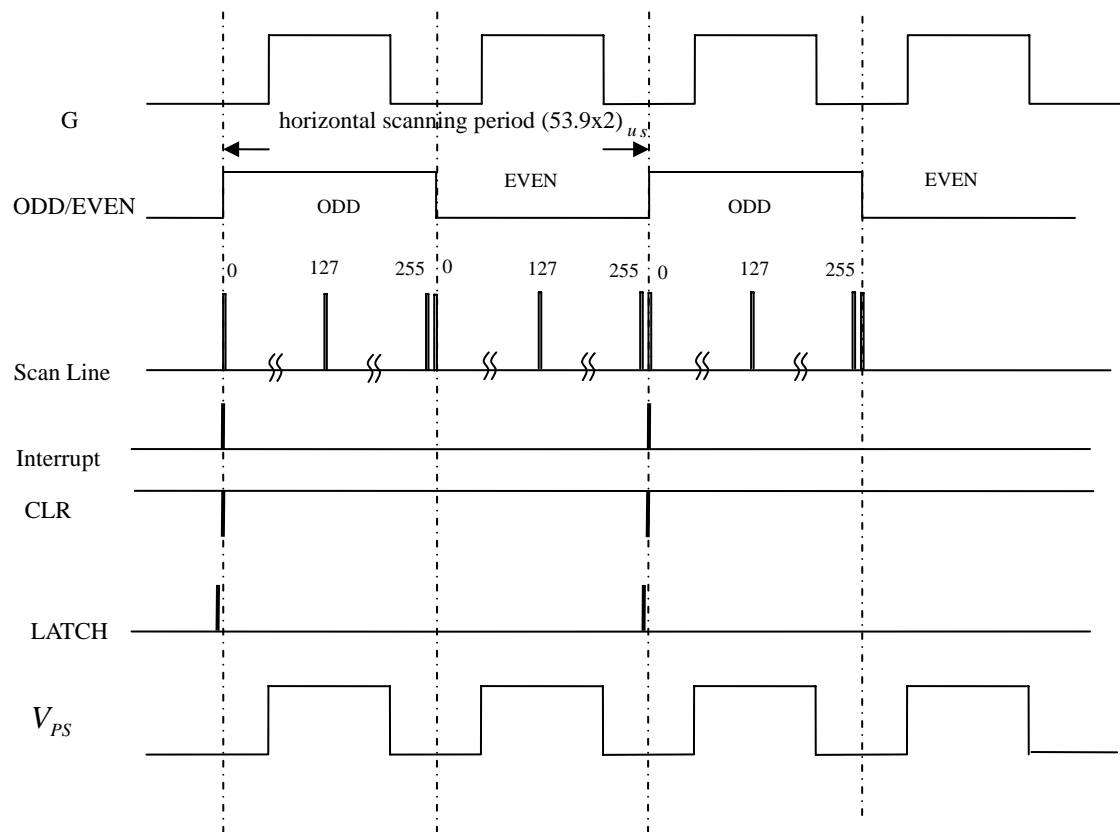


圖 4.6 全畫面計數電路時序圖

若當我們要使用單一條掃描線來做距離的量測時，只要將影像訊號中那一點，配合掃描線的同步訊號，當我們只取畫面中第 127 條掃描線訊號時，就能夠只計算那全畫面中那單一條掃描線(Scan Line)的計數值，如圖(4.7)，計數完成後再送至微處理器中就可以做距離的量測了。

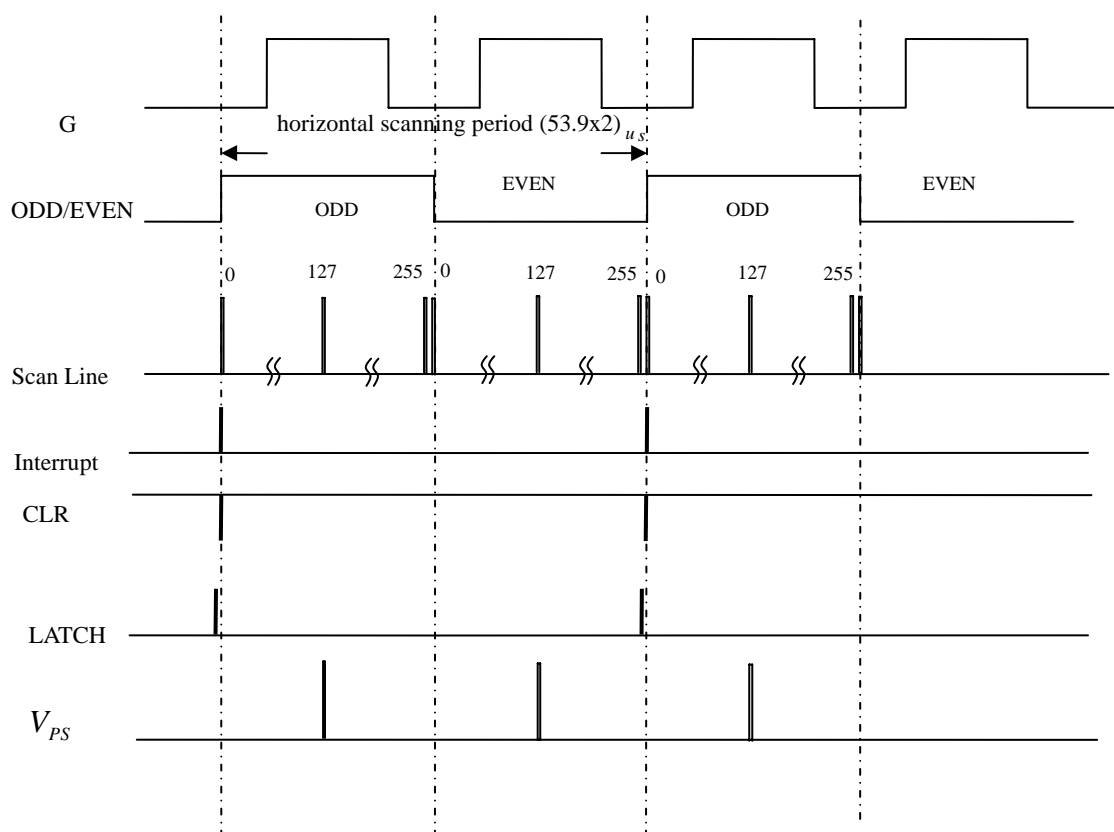


圖 4.7 單條掃描線計數電路時序圖

Video Signal V_{oi} 經同步分離及第 K 條掃描線控制信號 V_{HK} 的產生，已使用於[7]、[19]、[26]的研究中。所產生的 V_{HK} 經 OPA，做訊號的放大電壓調整，再經過比較器做背景訊號及雜訊的去除，只留下我們要的訊號進入計時器中做計數，如圖(4.8)。由掃描線設定，可以改變第 K 條掃描線所在的位置，將使 P_a 和 P_b 的設定，位於影像畫面的任何位置都可以做出距離的量測。所以物體並不一定需要固定在某一個區域內，只要在 CCD 的可視範圍內都可以。

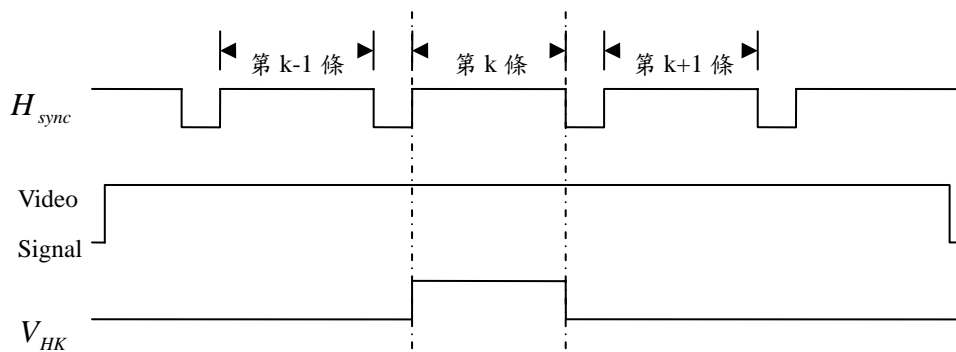


圖 4.8 只留下第 K 條掃描線的訊號

一開始我們在位置於 S_B 時，使用微處理器(MP)做掃描線的切換，由全畫面掃描切換至使用單條掃描線，再讀入單條掃描的線的計數值，將計數值讀入 I/O Port A 的輸入數值 $M_R(h_2) - M_L(h_2) = N(h_2)$ ，然後控制馬達後退，移到 S_A 位置時，則得到 $M_R(h_1) - M_L(h_1) = N(h_1)$ ，已知移動距離 Δh 後，便能依公式(2-6)及公式(2-7)計算出 h_1 和 h_2 距離的遠近。

得到距離之後，我們可於位置 S_B 使用微處理器(MP)做掃描線的切換，直將全畫面的訊號送給掃描時間計時器，即可得到全畫面訊號的計數值，將計數值讀入 I/O Port A 的輸入數值 $N_{obj}(h_2)$ ，然後控制馬達後退，移到 S_A 位置時，則得到 $N_{obj}(h_1)$ ，已知移動距離 Δh 後，便能依公式(3-17)、(3-18)計算出 h_1 和 h_2 距離的遠近。

4.1.4 掃描時間計數量測

在圖(2.10)中這個電路架構是為了鑑別物體訊號和背景訊號的不同。我們使用三種原始顏色(R、G 和 B)的綠色輸出信號，從 CCD[17]為輸出信號至電壓放大器和電壓比較器做處理。我們取出一條水平掃描線上的輸出 V_{PS} 為正脈衝訊號如圖(4.9)。我們把這個訊號當作我們的偵測訊號，將這個正脈衝訊號送入掃描時間計時電路後，就可以得到將這個訊號計數為掃描時間計數值。當一條水平掃描線掃描被測量的物體時，我們將得到一個 V_{PS} 訊號。然後我們將水平掃描線中 T_{hm} 期間的訊號做振盪計數。而在這個水平掃描期間計數出來的數值，代表這個物體的表面所佔有的時間值。我們就可以由(3-17)或(3-18)式得到真實的表面積數值 A_T 。

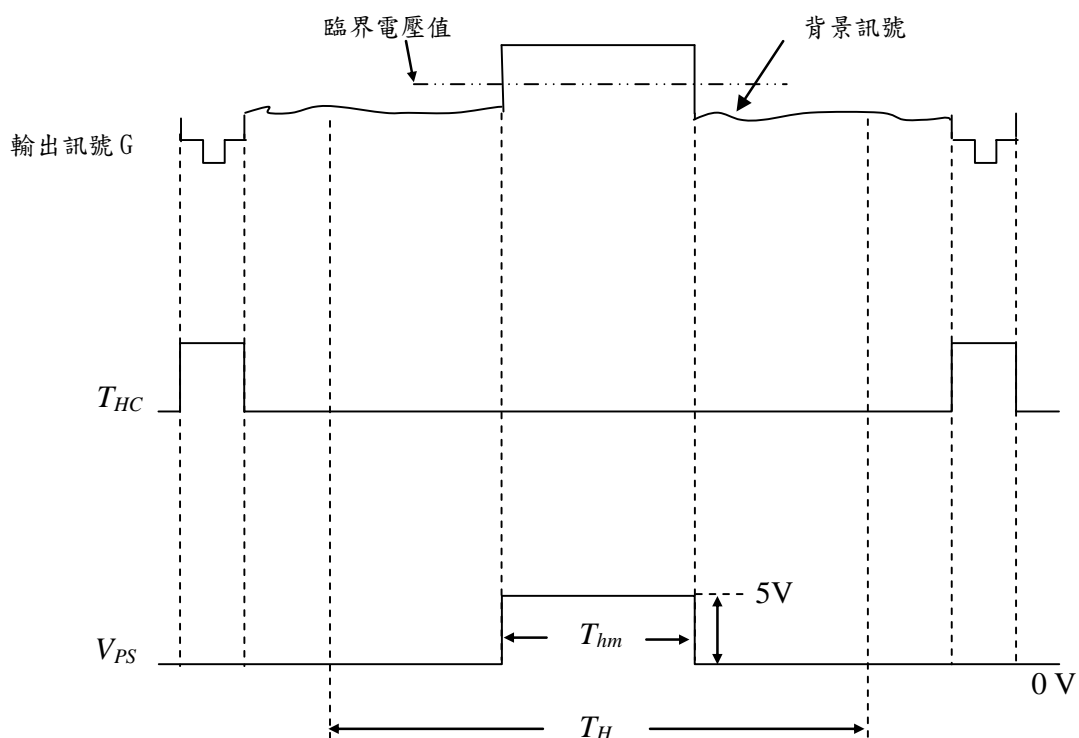


圖 4.9 輸出波形狀態圖

當我們得到 V_{PS} 後，將 V_{PS} 送入至掃描時間計數器中，如圖(4.10)，就可以將 V_{PS} 的訊號，由掃描時間轉換成計數值。有了這個計數值，我們便可以做任何的量測應用。

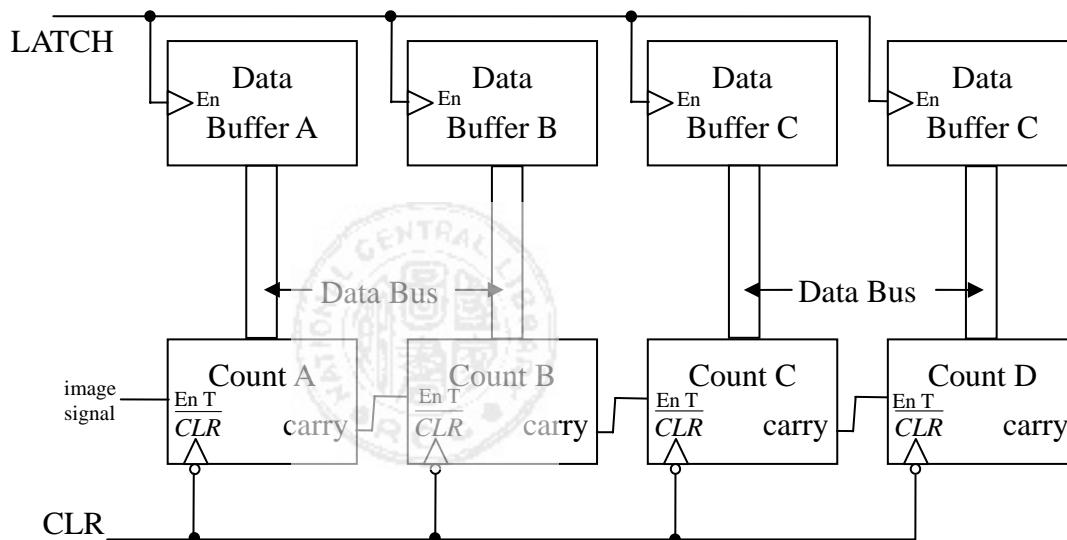


圖 4.10 掃描時間計數器

4.2 電路模組

在第 2 章和第 3 章中，我們討論了有關鑑別物體訊號和雜訊的電路、將物體掃描時間比例轉換成計數值的電路。在這章節中，我們實現了有關距離和面積量測系的結合。測量距離和面積及其它相關整體電路結構，如圖(4.11)。由於我們所使有的架構，都是標準的 IC 模組，所以電路結構是非常容易製作及實現的。

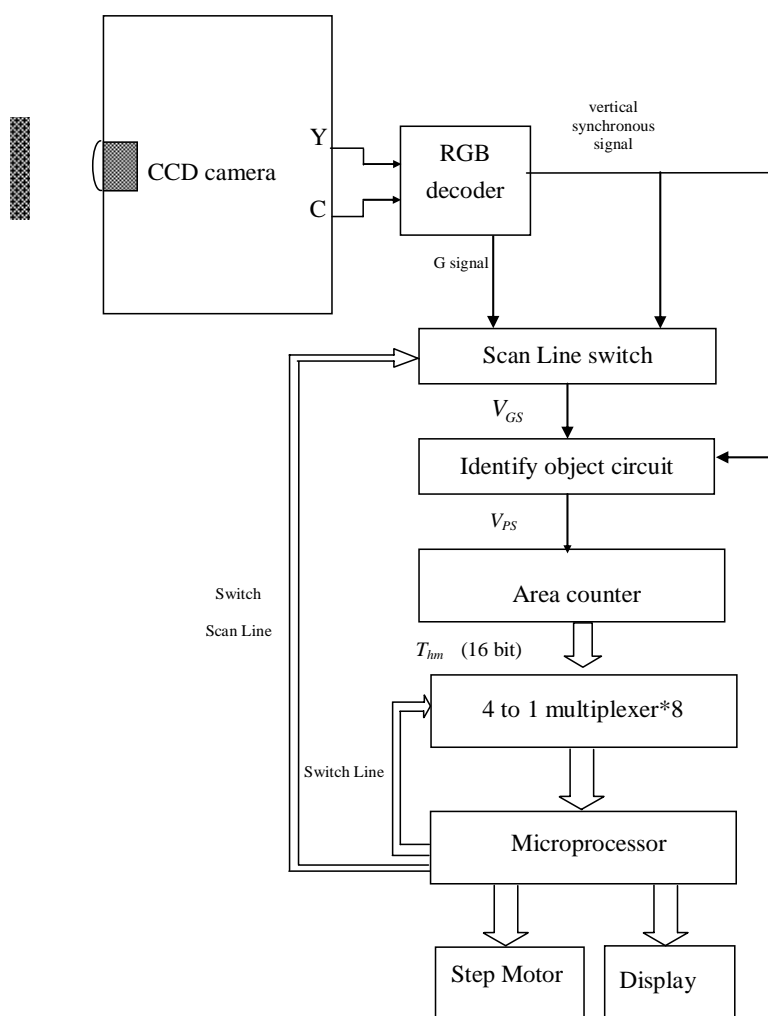


圖 4.11 完成電路架構圖

如圖(4.12)，CCD 輸出二個影像信號，分別為亮度信號 Y 和色彩信號 C。而當 RGB 三原色分離電路接受到 Y 和 C 的訊號後，就可以將 CCD 原來影像的顏色成份，分成 RGB 三種不同的訊號。我們主要是使用 G 信號來做為我們主要的偵測物體訊號。然後我們將分離出來的 G 訊號輸入至掃描線切換(Scan Line switch)電

路中，如圖(4.13)，在這裡我們可以依欲偵測距離或面積的需求，來切換訊號的掃描線。如果我們是要偵測距離時，可將掃描線切換至一條使用，或是不須切換掃描線，使用面積變化率的方式來測距離。當要偵測物體面積時，就必須將掃描線切換至 255 條來使用。所有切換的動作都是由單晶片來做處理。鑑別物體電路是由 OPA 放大器跟比較器所組成，如圖(4.14)，可以準確地將背景信號和欲偵測物體的訊號做分離，如此一來，我們就能夠只用到物體的信號，而不受其它背景訊號或雜訊所影響。然後使用 V_{PS} 的訊號作為掃描計數電路的輸入訊號，我們由 V_{PS} 所輸出的訊號，依據掃描物體時所得到物體掃描時間值，由取樣時間來轉換成計數值，電路如圖(4.15)。我們使用水平和垂直掃描的同步信號，再配合奇偶掃描線的同步信號，來同步做為計數器的啟動、清除等訊號。由於這個計數值是 16 位元的資料，我們使用 8 個 4-1 多工器來分配資料到微處理器，並且由微處理器做資料線的選擇切換。微處理器也控制步進馬達，使用 CCD 能夠取得不同距離時的影像訊號。當微處理器接受到資料後，微處理器將使用一些簡單的公式，來得轉換成實際距離和面積值。最後，我們使用八個七段顯示器分別顯示量測的距離值及量測的物體表面積值。電路如圖(4.16)。

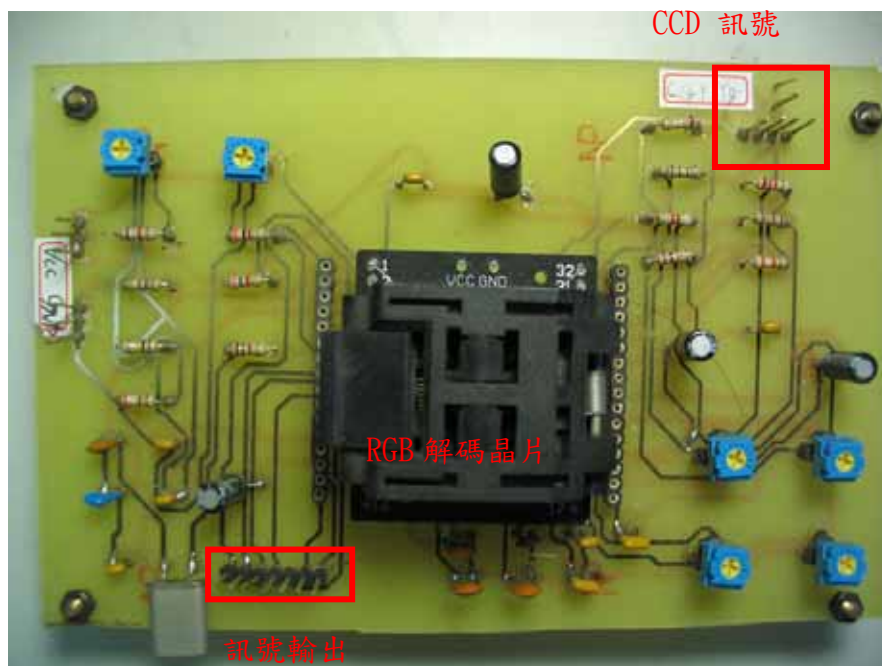


圖 4.12 RGB 三原色解碼電路

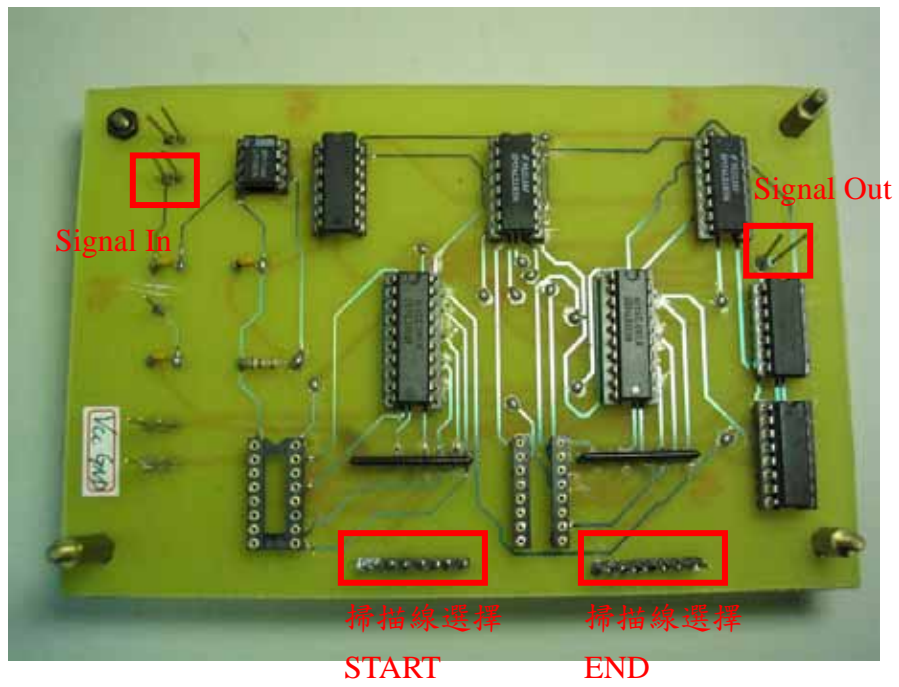


圖 4.13 影像掃描線切換電路

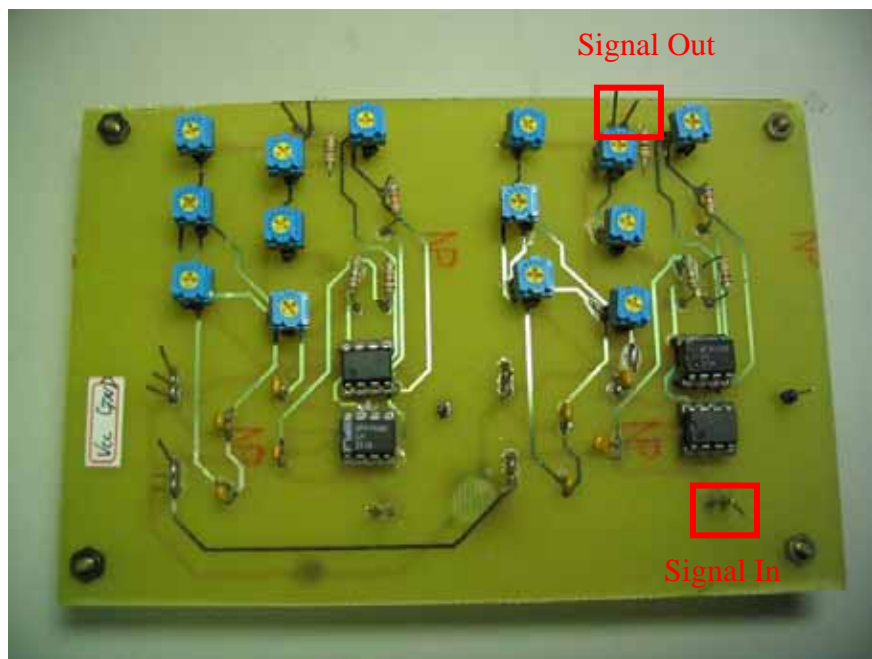


圖 4.14 物體影像鑑別電路

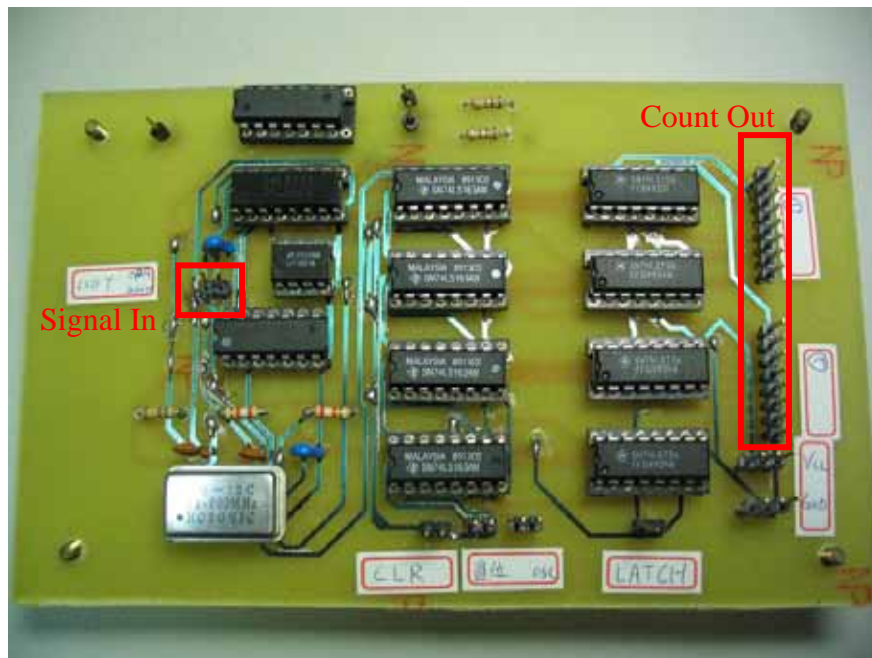


圖 4.15 掃描時間計數電路
面積顯示

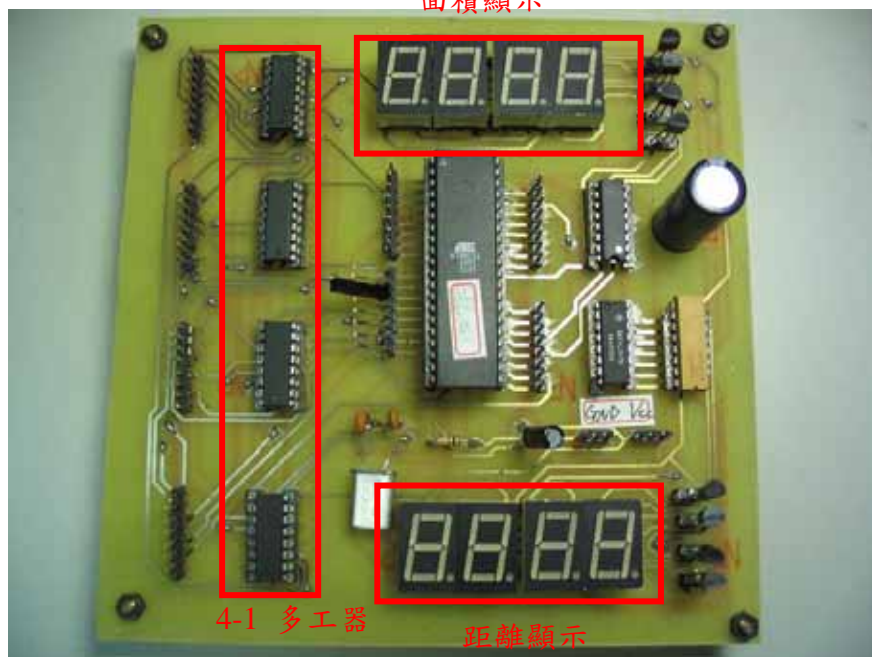


圖 4.16 微處理器處理電路



圖 4.17 硬體系統完成圖

第五章 結論

在這篇論文中，我們提出一個只使用 CCD 就能夠量測物體和 CCD 之間的距離及物體的面積。和傳統的三角量測方法、平行量測方法比較起來，我們這篇論文中的方法，比它們更容易設及其應用。這個新的測量技術不使用影像處理技術，我們利用影像掃描線的方式，直接地計算物體的最大邊緣之間的時間來計算量測出距離，或者是使用物體面積移動前後之間的變化率來求得距離。再測得物體全畫面的掃描時間及計數值，即可利用最大視角空間延伸出的方式來求得面積。並且計算距離、面積的公式是非常簡單且容易實現的。且物體的表面積使用電路來計數水平掃描線的掃描時間及計數值，使得我們的測量系統非常容易實現。而且，我們提出的測量系統不使用影像處理的方法，也不使用昂貴的高速 DSP 微處理器。只使用簡單且一般容易取得的電路、元件來設計完成。從實驗結果中可以看出，這個系統是有效且可行的。