

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

使用 JPEG2000 及無線影像傳輸之移動物體追蹤系統

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-216-036-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：中華大學機械工程學系

計畫主持人：范志海

計畫參與人員：賴韋豪、蔡明宏

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 15 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫

成果報告
 期中進度報告

(計畫名稱)

使用JPEG2000及無線影像傳輸之移動物體追蹤系統

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2213-E-216 -036 -

執行期間： 93年08月01日至 94年07月31日

計畫主持人：范志海

共同主持人：

計畫參與人員： 賴韋豪、蔡明宏

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中華大學機械與航太工程所

中 華 民 國 94 年 10 月 15 日

中文摘要

本系統將影像經由小波轉換後對其作尋邊之影像處理，再經由影像差分判斷進行移動中物件的追蹤，另外藉由JPEG2000編碼透過無線傳輸方式以達到遠端監控。以小波轉換後影像在運算時，讓電腦節省較多的記憶空間更提升了運算速度，解碼時可以還原出較好的畫面，減少因影像壓縮所產生的方格效應，更因其壓縮效率較高，所以在傳輸時所需之頻寬不需太大，利於網路或者是無線傳輸的傳輸方式。

關鍵詞：影像處理、小波轉換、影像追蹤。

Abstract

The wavelet transform is applied on images . The image difference method is used on the sequential subband images to find the contour of the moving object . The controlled CCD camera is then able to track the moving object . The encoded data by using JPEG2000 is transmitted to remote control system . The subband images need less memory and less computing time . The decoded result by using than JPEG2000 gets better result than those using other method . The blockiness effect is reduced , and the data compression is more efficient . The transmitted data need less bandwidth , data are easy to be transmitted through network on wireless transmission system.

Keywords: Image processing、Wavelet transform、Image tracking

一、前言

近年來，監控型攝影機廣泛設置於城市的街角、重要道路、大樓與公共設施之中，不但可以遏止犯罪的發生，更對於案件偵破提供了相當的助益，但是目前的監控系統的設置不外乎是攝影機固定在一定位置不動，只能監視同一地點、同一視角；不然就是固定位置固定旋轉的速度，極其呆板且不易隨機應變；對於這些傳統的監控系統，往往因為不能即時追蹤的緣故，所以常常影響攝影的最終目的，最後不是畫面模糊不清，就是影像品質不佳無法辨識，更糟的是完全沒拍到，被躲在死角閃避過去，最後影響到整個監控系統設置的目的。而且當使用者想在遠端觀察攝影機目前的狀況，或者進行操控的話，會礙於傳輸方面的問題有所困難。

二、研究目的

本文主要的目地在於影像經由小波轉換至頻域，在頻域下建立低頻子影像，並利用此子影像進行影像差分，再經由二值化、侵蝕、擴張等影像處理技術，找出影像的邊緣或物件外框，再利用找出的邊緣或外框算出幾何中心的位置，並與影像原來的中心位置做比較，進而搭配步進馬達來控制 CCD 攝影機作位移回饋，使 CCD 攝影機能即時追蹤並監控移動的物體。而根據此小波演算法，吾人在計算方面所需要的時間較一般影像處理為短暫，更因 JPEG2000 之影像編碼的優點在傳輸方面可以降低頻寬的需求量，以達到即時影像傳送與監控。

本文分為五個階段：第一階段為影像之小波轉換，目的是利用小波轉換的特性處理時域不易處理之問題；第二階段為影像處理技巧，目的在找出物件外框或邊緣並求出移位量；第三階段為 RS232 與步進馬達和 8051 處理器等硬體之間的配合，進而使攝影機能與馬達做旋轉配合；第四階段則是影像移動與 CCD 攝影機移位量之間的轉換，使其能達成即時追

蹤的目的;第五階段則是另用傳輸的方式將影像傳送到使用者所在電腦進行解碼。

三、文獻探討

影像壓縮技術在近來發展相當成熟，大部分的壓縮標準是利用離散餘弦轉換(Discrete Cosine Transform)來進行的 H.26X 與 MPEG-X。雖然離散小波轉換(Discrete Wavelet Transform)用途沒有像前述技術如此廣泛應用，也漸漸的受到注意，原因在於它具有較高壓縮比的優勢。

如在 1993 年 Sohail Zafar 提出運用小波係數取代 pixel 值，由於小波具有多重解析的特性，使得應用在影像上，可以成倍數的節省許多運算量。

1996 年 G.R.Rajugopal 在 IEEE 上的 TENCON 提出，將小波轉換特性運用在多媒體的影音數列上並加以壓縮，在粗糙的子頻帶做區塊追尋，再精細的頻帶做微調。

2001 年，國際小波理論運用會議上，也提到將小波係數運用到影像上做區塊比對，來估計動作並提高效能。

2001 年，古人豪提出碩士論文”移動物體追蹤與測量系統之研究”，在該文中使用馬達角度回授的三角定位與影像定位結合，進而應用在遠距離的目標測量或是大地量測上。[23]

2001 年，鍾瑛靜提出碩士論文”小波理論在質點運動影像之評估”，在該文中提出一個小波轉換的架構，在此架構下進行區塊比對，並對影像區塊進行運動向量的估測，最後尋得下一個時間的最有可能之運動向量。[24]

2002 年，李文昌提出碩士論文”移動物體即時追蹤研究”，在該文中提出使用目標萃取法，在如何以區塊平均亮度與變異數來建立模板特性及目標定位，並以步進馬達與電腦平台來實現追蹤系統。[25]

而國內影像追蹤使用上，一般是運用簡單的差分法，將移動物體由整體影像中分離出來，形成背景與待追蹤之主體，或者是運用 CCD 抓取的連續影像，經由樣本的統計比對或是特徵搜尋來找出移動物體的位置。而後許多的影像追蹤方法被提出來，希望能使追蹤系統能更快速而無誤的達成即時追蹤功能。

在本文中是以小波轉換優先處理影像資訊，再將經由小波轉換後之低頻子影像進行影像差分，而將已分離出之移動主體，經由影像處理方式再精簡取樣量，並計算出移動物件移動量，而後再將所尋得的物體移動量，經由計算轉換後並經由硬體實現 CCD 之實體追蹤。在本文中，可以得到經由小波轉換處理過之追蹤系統，在計算量上已能大幅縮減，並且本文架構之實體追蹤系統，更能即時且正確的達成任意經過物體之追蹤。

四、研究方法

4.1 系統架構與流程

本文之系統設備主要由 CCD 攝影機、影像擷取卡、控制晶片、步進馬達、電腦設備、程式軟體、週邊小硬體等部分組成。

第一步: (PC 電腦部分)

先由 CCD 攝取影像，然後藉由影像擷取卡進行影像擷取分析，再藉由影像擷取卡將類比影像轉成數位影像。然後將所得到的數位影像進行小波轉換，再將轉換後之影像，利用影像差分法將物體與背景分離，然後利用中值濾波器、斷開、閉合等影像處理來消除雜訊，讓系統能夠正確抓取移動物體的幾何中心，再經由程式計算物體的位移量，然後將所得到的位移量依照實際需要的比例換算成馬達所需要轉動的 pulse 數，再由 COM1 輸出 RS232

的訊號。

第二步: (8051 微處理器部分)

在 8051 微處理器接收電腦 RS232 訊號前，由於 8051 微處理器是接收小訊號，故我們先用 MAX232 將信號位準由+12V 轉換成+5V，讓 8051 微處理器能接收電腦 RS232 的訊號，再經過 8051 微處理器調整送出 PWM (脈波寬度調變) 訊號，而此 8051 微處理器所送出的信號再經由達靈頓放大電路再傳送至馬達。

第三步: (馬達部分)

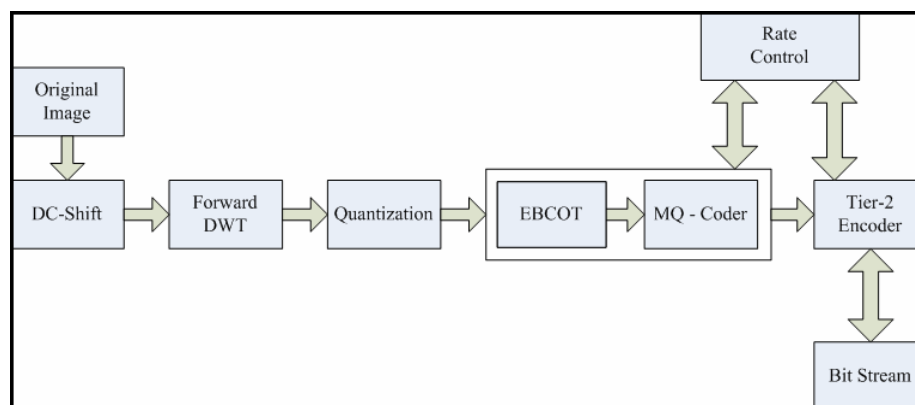
由馬達所得到的訊號，經由馬達驅動器轉換成電流來驅動馬達旋轉，進而達成影像與馬達同步移動的模式，進而達成即時追蹤物體的目的。

第四步: (傳輸與解碼部分)

將透過傳輸所接收到之資料經由 JPEG2000 解碼之後顯示於使用者螢幕面前，更可以強行中斷影像發送端之物件追蹤，經由自行的控制得到使用者所需之影像。[12]

4.2 JPEG2000

4.2.1 編碼流程



圖一 JPEG2000 編碼流程圖

如圖一所示，首先將沒有符號的輸入影像，作直流準位的位移，再來以離散小波轉換對這些影像做轉換，進而將轉換出的影像作量化的處理，接著將其送入編碼器，最終傳出一連續的字串。

4.2.2 小波轉換

在影像壓縮資料方面，由於小波編碼(wavelet coding，又譯為波元編碼)普遍地受到資料壓縮人員的重視。由於它的理論發展為數位訊號的分析與處理提供了一套新的架構，因此不僅在編碼上，在語音處理、影像處理、電腦視覺等研究領域也有著相當成功的應用。所以我們著重於小波理論在編碼上的應用。[1][2][11]

小波轉換大量的被應用在訊號處理、影像處理、視訊壓縮等等各種方面。小波轉換這階層性的特徵簡單的說，是小波轉換把一張影像解成四個不同頻域的子影像。透過觀察這四個子影像，我們可以發現小波轉換不但包含頻率上的特徵也同時包含空間的特徵。而這些子影像包含了高頻濾波器以及低頻濾波器的特性。高頻濾波器萃取出原始影像的高頻資訊，而原始影像的大部分能量集中低頻濾波器所產生的子影像。[3][4][5][6][7]

而將影像減少取樣是小波轉換的其中一個步驟，經由此步驟我們可以將原始影像變成

原來的四分之一。因此，當我們使用經由小波轉換過後的低階的影像來作物件偵測及追蹤時，可以節省下很多計算的負擔。

而在 JPEG 2000 中使用兩組小波係數，一組為可還原的 5/3 濾波器，為整數的運算，運用於無失真壓縮。一組為不可還原的 9/7 濾波器，為實數的運算，用於有失真壓縮。當使用 5/3 濾波器分解時，

$$Y(2n+1) = X(2n+1) - \left[\frac{X(2n) + X(2n+2)}{2} \right] \dots\dots\dots (1.1)$$

$$Y(2n) = X(2n) + \left[\frac{Y(2n-1) + Y(2n+1) + 2}{4} \right] \dots\dots\dots (1.2)$$

當使用 9/7 濾波器分解時，

$$\text{Step1: } Y(2n+1) = X(2n+1) + (\alpha \times [X(2n) + X(2n+1)]) \dots\dots\dots (1.3)$$

$$\text{Step2: } Y(2n) = X(2n) + (\beta \times [Y(2n-1) + Y(2n+1)]) \dots\dots\dots (1.4)$$

$$\text{Step3: } Y(2n+1) = Y(2n+1) + (\gamma \times [Y(2n) + Y(2n+2)]) \dots\dots\dots (1.5)$$

$$\text{Step4: } Y(2n) = Y(2n) + (\delta \times [Y(2n-1) + Y(2n+1)]) \dots\dots\dots (1.6)$$

$$\text{Step5: } Y(2n+1) = -K \times Y(2n+1) \dots\dots\dots (1.7)$$

$$\text{Step6: } Y(2n) = (1/K) \times Y(2n) \dots\dots\dots (1.8)$$

此運算式中: $\alpha = -1.586134342$

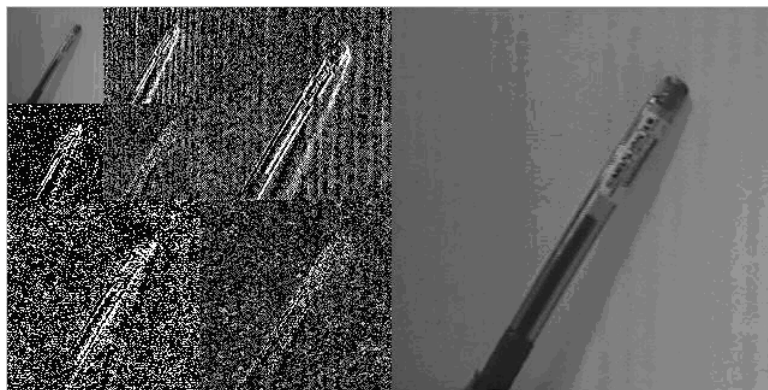
$$\beta = -0.052980118$$

$$\gamma = 0.882911075$$

$$\delta = 0.443506852$$

$$K = 1.230174049$$

若是在解碼時的合成則將上述分解逆轉換則為其運算步驟。圖二為影像經由小波轉換之圖形。



圖二 影像實際抓取並經過小波轉換

4.2.3 編碼方式

JPEG2000 影像壓縮所採用的是 Embedded Block Coding with Optimized Truncation (EBCOT)，此種技術具有記憶體要求量低、平行處理、有效控制位元率、高壓縮率、ROI 處理等好處。其主要分為兩級解碼器，第一級編碼器:使用 EBCOT 之編碼方式並送進算術編碼器 MQ-Coder 進行壓縮，第二級編碼器:使用 EBCOT 之 RD 最佳化方式,截斷不重要位元,使位元率(壓縮率)達到所需位元，而在第一級編碼器裡，其編碼方式主要可以分成四種

編碼方式：符號的編碼(sign coding)、零值編碼(zero coding)、數值增量的編碼(magnitude refinement coding)、變動長度編碼(run-length coding)，這四種編碼方式配合著獨特的編碼流程有效的將影像資料作編碼，接著在將其數值交由 JPEG2000 特有的算術編碼的方法作資料壓縮，最終再由第二級編碼器將第一級編碼器所編碼出來的壓縮資料，參考位元率控制器所預估之誤差程度，將所壓縮的資料依照要求的壓縮比與品質作位元率的控制和檔頭的處理。[8][9][15][26][27]

在 JPEG2000 中，檔頭(header)是標記和標記段的集合。一個標記段是由功能(function)、用法(usage)與長度(length)所組成，其中功能描述包含在標記段中的資訊；用法紀錄次標記段在編碼串流中邏輯位置和出現的頻率；長度描述哪些參數決定標記段的長度。經過這些檔頭的處理，在解碼時，吾人可以得知當初的編碼設定，如編碼型態、分割的數目、分成的方式、量化的設定等其它與編碼流程相關的資訊。[10]

4.3 影像處理

4.3.1 影像差分

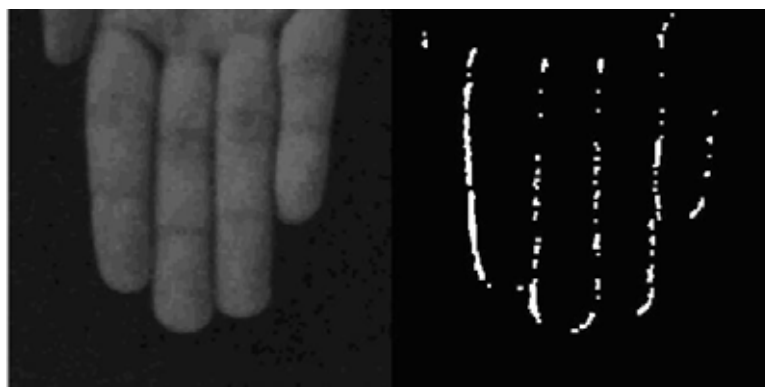
連續兩個影像 $f(x, y)$ 、 $g(x, y)$ 間的差分影像 $h(x, y)$ 可以用下式來定義[16][17][23]

$$h(x, y) = g(x, y) - f(x, y) \dots\dots\dots (2.1)$$

由於每點的灰階值由 0~255 (表現為黑白影像)，所以相減會有負號產生故要取絕對值，則差分可由下式來定義。

$$h(x, y) = |g(x, y) - f(x, y)| \dots\dots\dots (2.2)$$

利用差分影像來使影像與背景分離，促使物體在影像中能更加明顯。在本文所運用是三張影像差分的方式，之所以採用此處理是因為在兩張影像差分時，影像因為速度的不定速與光線不一定會有移動物體的輪廓顯示不明顯的現象，為了解決及避免此問題，則可以加一張影像來做三張影像像差比對。而如圖三所示，為以三張影像做差分方式實際例子。



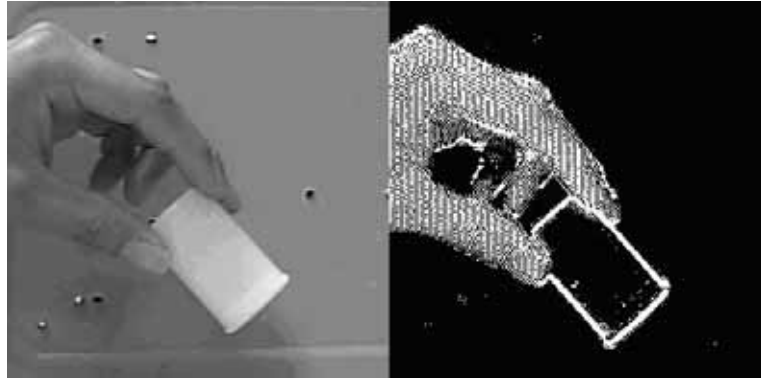
圖三 三張影像差分之實際例子

4.3.2 影像二值化

在二值化方面(Binary Thresholding)利用自動二值化來處理即時影像，所謂的二值化就是尋找一個最佳的門檻值(或稱閾值，threshold value)，此法會將影像分成兩種灰階值(0、255)。通常是將灰階值大過門檻值的影像點之灰階值全部設為 255(黑影像)，灰階值小於門檻值的所有像素點則設為 0。如此所得到的影像即為二值化後影像灰階值，而本文採用自動二值化的方法來達到目的。

在研究中所採用的為修正式疊代法，運算原理為以平均灰階值作為初始閾值 T，再以

閾值 T 將影像灰階值分為 $R1$ 及 $R2$ 兩個群組，然後分別計算兩個群組的平均灰階值 $U1$ 及 $U2$ 計算新的閾值： $T = (U_1 + U_2) / 2$ ，其優點容易程式化、適用多值化門檻值、計算門檻值所花的時間較歐蘇法短，如圖四所示為經過修正式疊代法所得到的影像。



圖四 修正式疊代法所得到的影像

綜合上面所提及的影像差分及自動二值化法，經過一再測試選擇三張影像做影像相差，而在自動二值化部分選擇修正式疊代法，如此一來對於光源、物體大小、運算速度、還有馬達到定點時的震動...等部分較不受影響，畫面也比較清楚。[14][18][19][22]

4.4 步進馬達與 CCD 結合

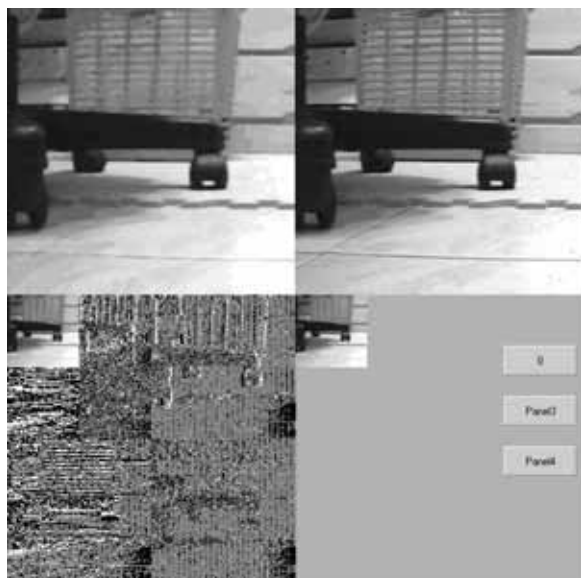
文中我們選擇使用六線兩相式步進馬達來當 CCD 的動力裝置，且它的推動方式是 2 相激磁（每脈波 1.8° ）。在此 2 相激磁式中，每經過 1 個脈波（Step） 1.8° ，固定子線圈會再以相同狀態激磁；每經過 200 個脈波（Step） 360° ，所以定子與旋轉子的位置會回到相同狀態。因此，以 1 個脈波（Step）做步進驅動，除去固定子線圈的誤差原因，所剩下的便只有齒輪的機械精確度所引起的誤差。2 相激磁（每步 1.8° ）角度誤差實測可以發現，以 4 個脈波（Step）作為步進驅動（虛線部分），所產生的誤差為最小。因此，以 4 個脈波（Step）的整數倍做為步進驅動，最為適當。[13][20][21]

五、結果與討論

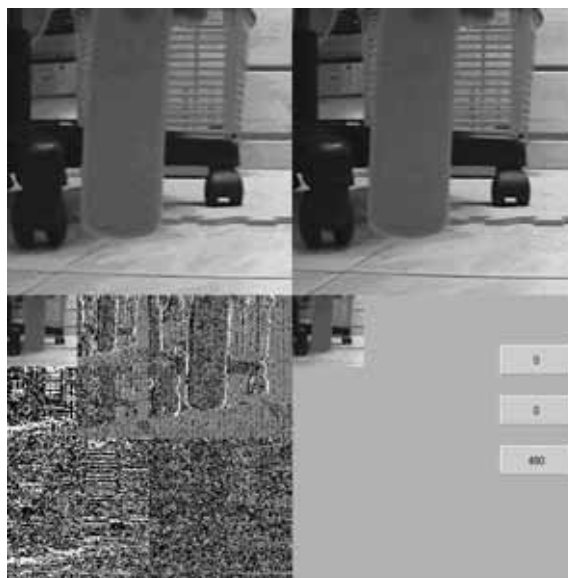
5.1 結果

馬達轉動角度與影像實際移動位置的整合是程式中最難調整的經由反覆實驗後終於確定大部分的參數，將影像擷取後，經由小波轉換取其低頻子影像，並對此影像做影像差分與後續處理，進而得到物體的中心點、外框與移位量，最後將移位量換算成馬達須轉動的 pulse 數，經由 Com1 傳送 RS232 信號給 8051 微處理器，並經由馬達驅動器接收 8051 晶片信號，進而驅使馬達承載 CCD 攝影機跟隨物體移動，同步將編碼好的影像透過傳輸模組將其傳送至其它電腦進行解碼進行監控。

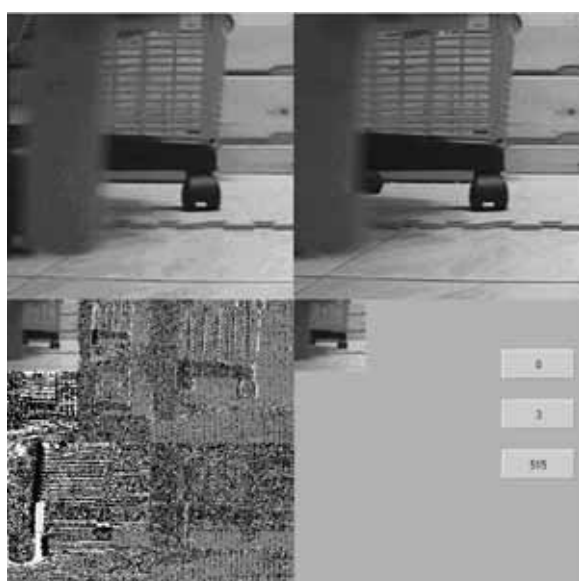
圖五~圖八表示連續抓取影像，左邊表示經過原始的影像，右邊表示經過小波轉換後再合成還原的影像，左下表示小波轉換的影像，右下表示採用的低頻子影像。



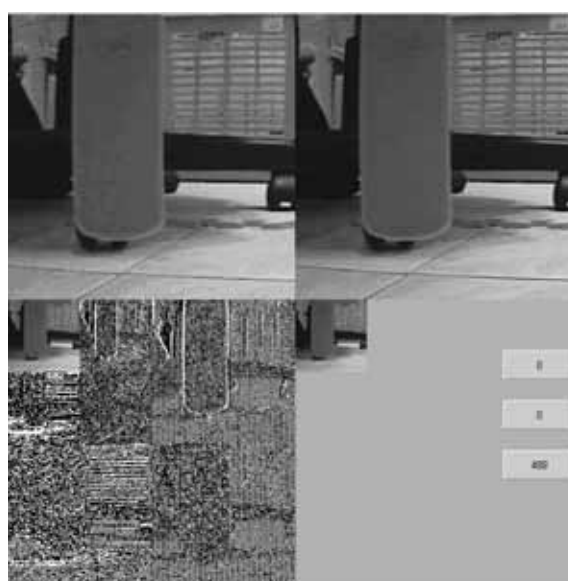
圖五 影像背景



圖六 物體進入影像中心不動



圖七 表示物體左移瞬間影像



圖八 表示左移後 CCD 讓物體回影像中間

5.2 討論

經由小波轉換後實現的影像追蹤系統，比未經由小波轉換的而直接做追蹤的系統，其在計算量及反應時間上均大幅縮短，單純追蹤系統執行時間約 1 秒，而經由小波轉換後之系統，其執行時間約 0.035 秒。本系統追蹤影像時，比起單純運用差分來追蹤影像之系統，在靈敏度上已大幅提升，可以快速計算並能及時反應出物體的移動方向。

但是物體與 CCD 攝影機的距離不能貼太近，因為物體如果太接近鏡頭，會把整個鏡頭都遮住，那本身判定上就會無法抓出外框，並與影像中心點計算出移動距離，這樣縱使物體在移動，CCD 攝影機也可能會計算不出移位量而無法移動。且本文如果遇到背景有反光、閃光等強烈光源，會造成程式無法正常計算出外框與物體幾何中心，進而影響追蹤物體的功能。物體移動速度不能飛快掠過，要在正常的速度下為前提下，因為影像如果非常快的掠過鏡頭(比程式執行抓取連續兩張的時間還短的情形下)，會使程式無法執行計算。

六、參考文獻

- [1]Aizaka,K.,andNakamura,A[1999] “Parising of Two-Dimensional Image Represented by Quadtree Adjoining Grammers,”Pattern Recog.,Vol.32,no.2,pp.277-294.

- [2]C. Sun and D. Si, "Fast refectional symmetry detection using orientation histograms,"Real-Time Imaging,5,1999,pp.63-74.
- [3]H. J. Yu and J. B. Ra, "Fast triangular mesh approximation of surface data using wavelet coefficients,"The Visual Computer,15,1999,pp.9-20.
- [4]M. Antonini,M. Barlaud,P. Mathieu,and I. Daubechies, "Image coding unsing wavelet transform,"IEEE Tran. on Image Processing,4(2) ,1992,pp.205-220.
- [5]Y. Nievergelt,Wavelets Made Easy,Birkauser,Boston,1999.
- [6]R. C. Gonzalez and R. E. Woods,Digital Image Processing, Addison-Wesley,New York,1992.
- [7]Sonka,M.,Hlavac,V.,and Boyle,R.[1999].Image Processing,Analysis,and Machine Vision,2nd ed.,PWS publishing,New York.
- [8]Shapiro, J.M., "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients", IEEE Transactions on Volume 41, Issue 12, Dec. 1993 Page(s):3445 – 3462
- [9]David Taubman, "High Performance Scalable Image Compression with EBCOT", IEEE Transactions on Image Processing, VOL. 9, NO. 7, JULY 2000
- [10]Chung-Jr Lian, "Analysis and Architecture Design of Block-Coding Engine for EBCOT in JPEG 2000", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, VOL. 13, NO. 3, MARCH 2003
- [11]Rafael.C Gonzalez.Richard E. Woods, 繆紹剛 譯, "數位影像處理", 普林斯頓, 台北, 2003.
- [12]Wireless Stallings, 余兆棠、林瑞源、繆紹綱 譯, "無線通訊與網路", 滄海書局, 台北, 2002.
- [13]何明哲、黃衍任, "Window下之馬達控制入門", 全華科技圖書, 台北, 1999.
- [14]林宸生, "數位信號-影像與語音處理", 全華科技圖書, 台北, 2003.
- [15]戴顯權, "資料壓縮", 紳藍出版社, 高雄, 2002
- [16]張真誠、黃國峰、陳同孝, "數位影像處理技術", 旗標出版, 台北, 2001.
- [17]楊武智, "影像處理與辨認", 全華科技圖書, 台北, 2001.
- [18]林金寶, "影像處理及辨識理論與實務", 宏友圖書, 2003.
- [19]鍾國亮, "影像處理與電腦視覺", 東華書局, 2002.
- [20]劉銘中、林琮烈著, "MCS-8051 單晶片原理與 I/O 應用"
- [21]范逸之 江文賢 陳立元 編著, "C++ Builder 與 RS-232 串列通訊控制", 文魁資訊股份有限公司, 2001.
- [22]連國珍, "數位影像處理", 儒林圖書公司, 2003.
- [23]古人豪, "移動物體追蹤與測量系統之研究", 國立交通大學電機與控制工程學系碩士論文, 2001
- [24]鍾瑛靜, "小波理論在質點運動影像之評估", 國立台北科技大學機電整合研究所碩士論文, 2001
- [25]李文昌, "移動物體即時追蹤研究", 元智大學電機工程研究所碩士論文, 2002
- [26]謝幸芝 "JPEG 2000 於多重描述傳送系統之應用", 中原電機研究所碩士論文, 2002
- [27]張倬炫 "JPEG2000 高效能低功率且省記憶體之EBCOT 和MQ 編碼器設計", 國立中山大學資訊工程學系碩士論文, 2002

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利

 可技術移轉

日期：94年10月15日

國科會補助計畫	計畫名稱：使用 JPEG2000 及無線影像傳輸之移動物體追蹤系統 計畫主持人：范志海 計畫編號：93-2213-E-216-036- 學門領域：系統整合與工業應用
技術/創作名稱	使用 JPEG2000 及無線影像傳輸之移動物體追蹤系統
發明人/創作人	范志海、賴韋豪、蔡明宏
技術說明	1、將小波技術應用於影像之壓縮，可節省影像儲存及處理計算時間。 2、將連續影像做差分處理，求得物體之移動速度。 3、設計控制程式及求取參數，使 CCD 攝影機可以追隨移動物體。
	1、The wavelet technique is applied to image compression ,so the memory and computing time are reduced . 2、The velocity of a moving object is obtained by using difference method on sequential images . 3、The CCD camera is able to track the moving object based on a designed computer program and a motor control system
可利用之產業及可開發之產品	1、數位內容之影像壓縮及處理。 2、智慧型機器人週遭環境之影像分析處理。 3、安全監控系統之 CCD 攝影機控制系統。
技術特點	結合影像處理與馬達控制系統，使得監控攝影機可追蹤移動物件。
推廣及運用的價值	1、影像壓縮可節省儲存及計算時間達到即時追蹤的目的。 2、所設計之影像壓縮分析軟體及馬達控制程式可提供業者使用。

1.每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

2.本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

3.本表若不敷使用，請自行影印使用。