

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 適用於監視系統之物件追蹤與行為識別方法開發 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 96-2221-E-343-006-  
執行期間：96年08月01日至97年07月31日  
執行單位：南華大學資訊工程學系

計畫主持人：廖怡欽  
共同主持人：賴榮滄  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：胡光南  
碩士班研究生-兼任助理人員：余佳鍔  
大專生-兼任助理人員：林子翔  
大專生-兼任助理人員：張瑋斌  
大專生-兼任助理人員：劉鋒慶  
大專生-兼任助理人員：吳誌軒  
大專生-兼任助理人員：王士彥

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 97 年 10 月 13 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

適用於監視系統之物件追蹤與人類行為識別方法開發

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2221-E-343-006-

執行期間：96年8月1日至97年7月31日

計畫主持人：廖怡欽

共同主持人：賴榮滄

計畫參與人員：胡光南、余佳鏘、林子翔、張瑋斌、劉鋒慶、吳誌軒、  
王士彥

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：南華大學 資訊工程學系

中華民國 97 年 10 月 13 日

## 摘要

由於視訊監視系統的普及，分析監視內容的應用也越來越普遍。本計劃主要目的在開發一套人類異常行為分析系統，可針對固定式監視系統所取得之視訊內容，自動偵測是否有人類異常行為發生。本計劃從 95 年度開始執行，95 年度已開發完成一套有效的快速物件分割方法，本年度(96 年度)主要目的在分析物件特徵於連續畫面中的改變情形，藉以發展出一套適用的物件相似度計算公式，用來追蹤物件。本計劃本年度已完成各種人類行為特徵是否適合納合相似度計算公式的分析工作，並開發完成一套適用於固定式監視系統的人類物件追蹤方法。所開發出來的物件追蹤方法使用物件的平均顏色、重心 X 軸、以及高度與重心 Y 軸組合而成的垂直特徵來計算物件的相似度，實驗結果顯示，所提方法比現有方法具有更低的相似度誤差。

**關鍵字：**物件追蹤，相似度計算

## Abstract

Due to the popularity of the surveillance systems, the requirement of analyzing video streams obtained from surveillance systems becomes more and more popular. This project is planned to develop a system for detecting abnormal human behaviors for fixed surveillance systems. In last year (2006), we had developed an effective and fast object segmentation approach. The major objective of this year (2007) is to develop a good similarity evaluation function to be used in object tracking process by observing the feature differences between consecutive frames. In this year, we have completed the analysis to check if an object feature is suitable to be used as a parameter in the similarity evaluation function and have developed a similarity evaluation function which is suitable to track human objects for fixed scene surveillance systems. Our similarity evaluation function uses the averaging color, X-coordinate, and vertical features of an object. The vertical feature of an object is combined of the height and Y-coordinate features of the object. Experimental results show that the proposed similarity evaluation function is better than available methods for it produces less similarity error.

**Keywords:** Object Tracking, Similarity Evaluation

## 1.前言

由於監視系統的應用愈來愈廣泛，分析監視內容的工作也變得愈來愈重要，諸如交通監測、居家照護、遠端監測、犯罪偵查、工業生產、機器人視覺等都有判斷影像或視訊內容的需要。目前視訊內容的判斷工作大多仍需大量人力介入，無法有效快速的完成分析工作。自動視訊分析系統可快速分析視訊內容，找出視訊內容中感興趣的物件，完成視訊檢索或行為識別工作。本計劃主要目的在開發一套可自動分析固定式監視器內容判斷出人類特定異常行為的人類異常行為分析系統，此系統適用居家照護，保全監測，或犯罪偵測等應用，可自動偵測人類異常行為，適時提出警訊。本計劃從 95 年開始進行，95 年度已完成適用於固定式監視系統之物件分割方法開發工作[1-3]。

## 2.研究目的

本計劃本年度主要目的在萃取出適合固定式監視器與人類物件使用的物件特徵，以及分析這些物件特徵在連續畫面間的變化情形，設計出適合固定式監視器與人類物件追蹤使用的相似度估算函式。

## 3.文獻探討

物件追蹤技術是一種用來追蹤連續畫面中相同物件的技術，透過物件追蹤技術，可於連續畫面中取得相同物件於不同時間點的特徵資訊，供後續的物件行為識別階段使用。目前有許多物件追蹤方法可用[4-11]，其中，Foresti[4]使用物件的骨架(Skeleton)與幾何資訊的相似程度追蹤物件；Tao 等人[5]為物件建立物件型狀模型，並使用物件模型參數追蹤簡單的形狀(如汽車)物件；Kim 與 Hwang[6]使用物件的移動向量與面積的相似度追蹤物件；He 等人[7]使用物件的 GWT (Gabor Wavelet Transform) 係數做為物件的特徵點追蹤物件；Nguyen 與 Smeulders 等人[8]使用物件經 Kalman 過濾器處理過的內容做為樣版(Template)追蹤不會變型的物件；Hariharakrishnan 與 Schonfeld[9]使用區塊對映方法取得物件移動向量與外形變化追蹤物件，Chen [10]使用物件 R, G, B 色彩空間的色彩平均值與空間座標資訊來追蹤物件，Chen [11]則僅使用物件 Y, Cb, Cr 色彩空間的色彩平均值追蹤物件。就現有的方法看來，可供使用的物件特徵大致可分成以下四類：

- 空間特徵[4,8, 35-36]：使用物件外框、像素平均亮度、像素直方圖、像素統計值、與紋理等特徵；
- 幾何特徵[29, 35-36]：包括物件的重心、高度、寬度、與面積等特徵；
- 時域特徵[31,34]：包括物件隨時間變化所產生的特徵，如移動向量；
- 頻域特徵[32]：包括物件的頻域值，如物件的 DCT、DWT、與 GWT 等頻率值。

現有的物件追蹤方法[4-11]分別選用不同的物件特徵值做為物件追蹤時的相似度判斷依據，特徵值的選取會明影響物件的追蹤速度與追蹤效果。為找到適合物件追蹤使用的物件特徵，本計劃將分析各種物件特徵對物件追蹤的影響程度，並據以設計一個速度快且追蹤效果好的物件追蹤方法；由於頻域特徵計算費時，而移動向量與重心資訊相同，因此，本計劃將只分析空間與幾何等特徵。

## 4.研究方法

為了解各種物件特徵對物件追蹤的影響程度，首先我們必須先搜集人類各種行為的特徵變化情形，為此，本計劃找人演示並拍攝多種指定人類行為，這些指定行為包括：坐下、起立、蹲下、與跌倒等（如圖一所示）。針對同一種行為又分別從4個不同方向拍攝(前方、後方、左方、右方)，取得4個不同方向的影片（如圖二所示），影片拍攝速度為每秒10張畫面。



(a) 坐下



(b) 起立



(c) 蹲下



(d) 跌倒

圖一：由前方拍攝各種行為的畫面



(a)前方拍攝坐下行為



(b) 後方拍攝坐下行為



(c) 左方拍攝坐下行為



(d) 右方拍攝坐下行為

圖二：各個方向拍攝坐下行為的畫面

為了取得準確的物件特徵，取得拍攝畫面後，本計劃使用人工方式分割物件，圖三所示為圖一畫面分割後的物件遮罩：



(a) 坐下



(b) 起立



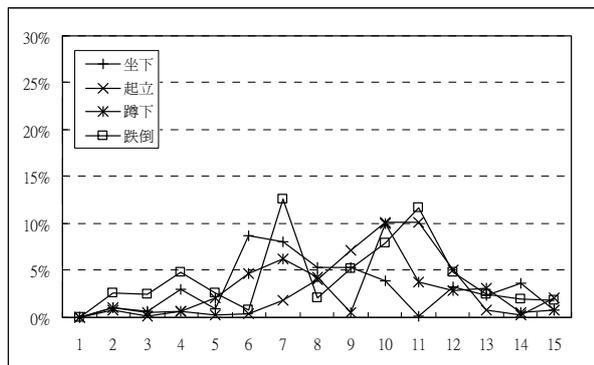
(c) 蹲下



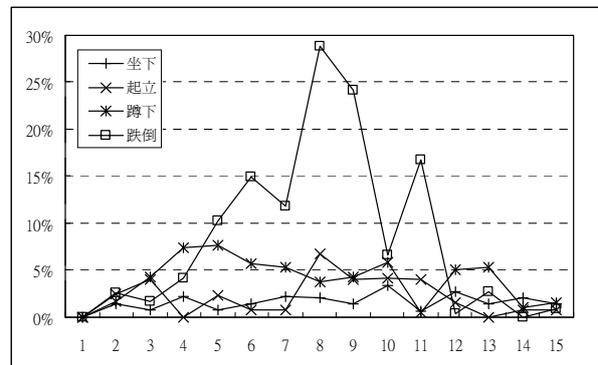
(d) 跌倒

圖三：由前方拍攝各種行為的物件遮罩

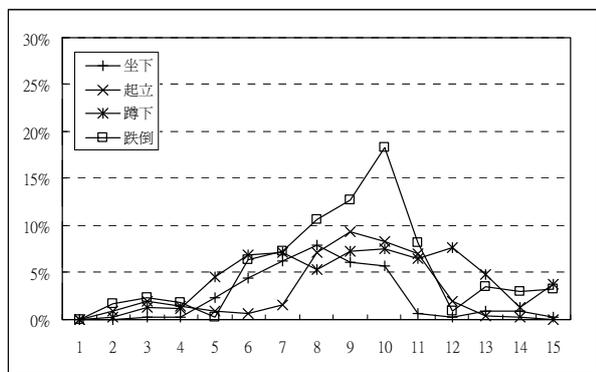
取得物件遮罩後，我們分別從物件遮罩中取出 6 種物件特徵：面積、寬度、高度、重心 X 軸、重心 Y 軸、與平均顏色(灰階值)，並分析人類行為進行時這些特徵的改變程度，圖四列出這 6 種特徵的畫面間改變量 (僅列出前方拍攝結果)：



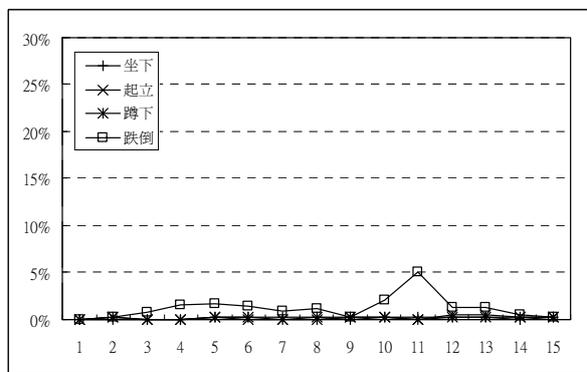
(a) 面積特徵畫面間改變量



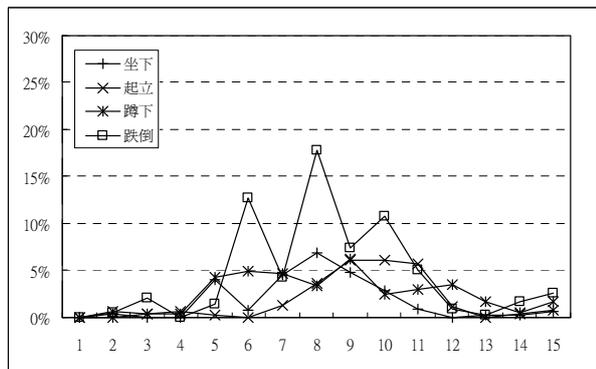
(b) 寬度特徵畫面間改變量



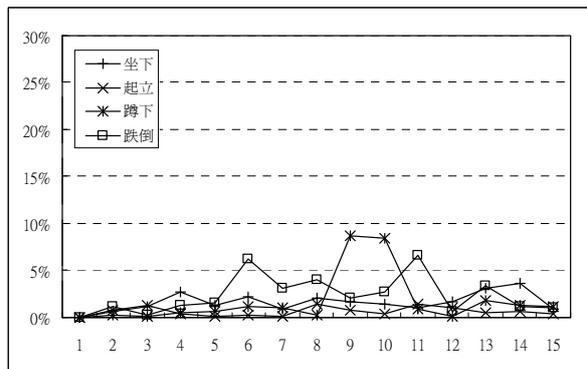
(c) 高度特徵畫面間改變量



(d) 重心 X 軸特徵畫面間改變量



(e) 重心 Y 軸特徵畫面間改變量



(f) 平均顏色特徵畫面間改變量

圖四：各種特徵畫面間改變量

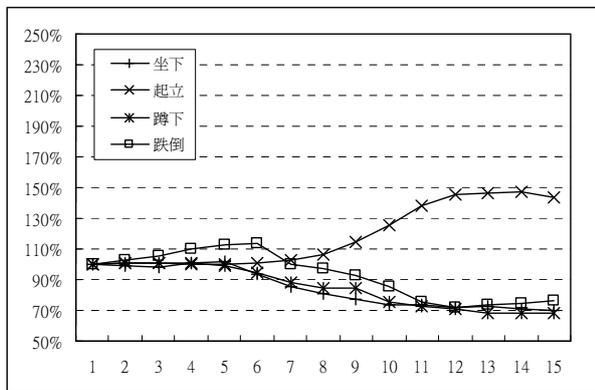
表一列出各種特徵畫面間改變量的平均值、最大值、與變異數，表一所示畫面間特徵值改變量與影片拍攝時的畫面取樣頻率與動作速度等參數有關，我們的畫面取樣速度為每秒 10 張畫面，行為種類包括坐下、起立、蹲下、與跌倒等四種行為，其中跌倒動作速度較快，改變量最大，其餘行為動作速度一般，改變量較小。

表一：各種物件特徵畫面間改變量的平均值、最大值、與變異數

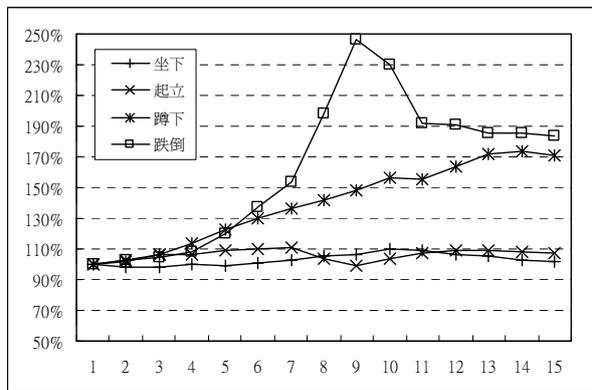
	平均改變量	最大改變量	標準差
面積	3.30%	15.46%	2.92%
寬度	5.24%	28.89%	6.17%
高度	3.95%	18.34%	3.62%
重心 X 軸	0.80%	5.13%	0.98%
重心 Y 軸	2.79%	17.84%	2.79%
平均顏色	2.35%	16.82%	2.59%

由圖四與表一可見，寬度的畫面間改變量較大，不適合物件追蹤使用，其餘特徵變量較小可用來追蹤物件。

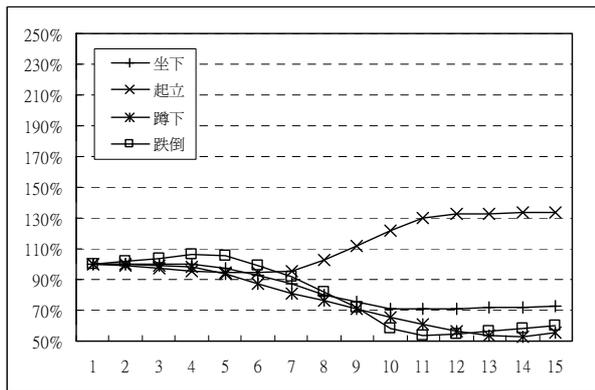
為了提高物件追蹤的準確度，我們進一步分析各種特徵值隨畫面改變的情形，圖五所示為各特徵在不同行為進行時的特徵值變化情形，其中的數值為以第一張畫面作為參考值所計算出來的比值，由於各種方向拍攝結果差異不大，因此圖五只列出前方拍攝的特徵值變化情形。



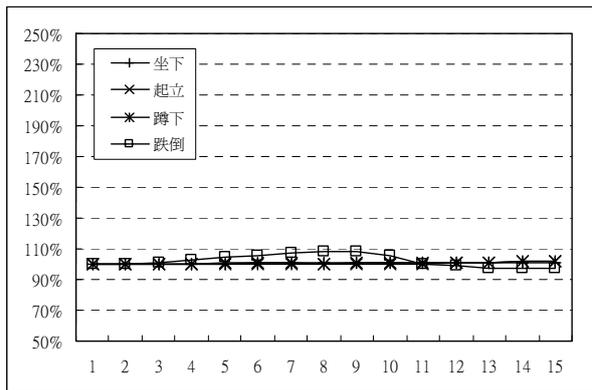
(a) 面積特徵隨畫面變化情形



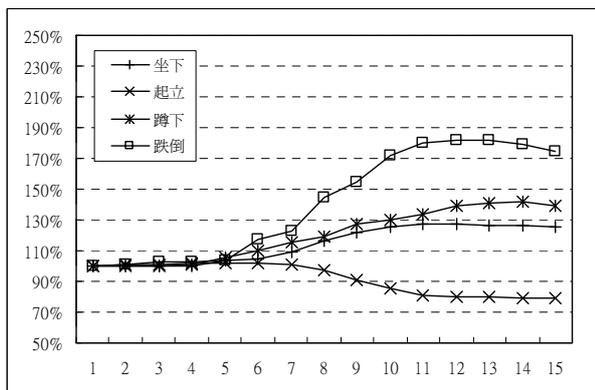
(b) 寬度特徵隨畫面變化情形



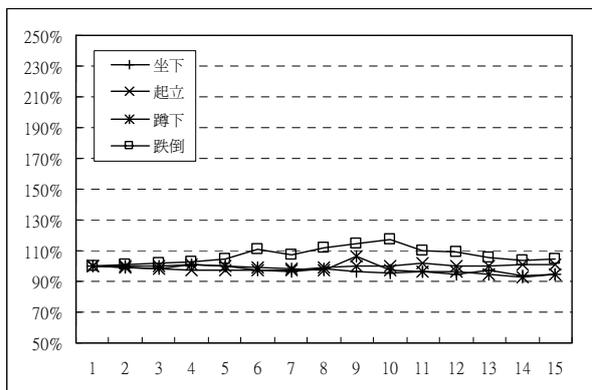
(c) 高度特徵隨畫面變化情形



(d) 重心 X 軸特徵隨畫面變化情形



(e) 重心 Y 軸特徵隨畫面變化情形



(f) 平均顏色特徵隨畫面變化情形

圖五：各特徵隨畫面變化情形

由圖五我們可以觀察到以下幾點：

1. 寬度與面積特徵畫面間變化較大，不適合用來追蹤物件；
2. 平均顏色特徵畫面間變化情形不大，可直接用來追蹤物件；
3. 高度與重心 Y 軸有互補特性，即高度變大時，重心 Y 軸會變小，反之高度變小時，重心 Y 軸會變大。這是由於人類腳部位置在畫面中通常不會突然改變，所以當人類高度改變時，重心 Y 軸也會跟著改變，所以我們可以使用高度與重心相加的結果來追蹤物件。結合高度與重心 Y 軸，我們可以產生一個新的特徵，令 Height 表高度特徵，Y 表重心 Y 軸的特徵，V 表新特徵（稱為垂直特徵），則 V 的計算方式如下：

$$V = aHeight + (1 - a)Y \quad (1)$$

其中  $a$  為一個介於 0 到 1 的常數值，在我們的實驗中， $a$  的值設為 0.41 時有最好的結果，這是由於人類的頭部佔用面積較少，所以重心會稍微偏低。

4. 重心 X 軸畫面間變化情形不大，可直接用來追蹤物件，這個結論與所拍攝的人類行為有關，一般而言，人類物件的 X 軸變化通常不會太大。

綜合以上分析結果，本計劃使用重心 X 軸、平均顏色、與垂直特徵來追蹤物件，針對前張畫面物件  $i$  與目前畫面物件  $j$ ，本計劃提出之相似度計算公式  $S(i, j)$  如下：

$$S(i, j) = 0.3 \times |D_x(i, j)| + 0.3 \times |D_c(i, j)| + 0.4 \times |D_v(i, j)| \quad (2)$$

其中  $D_x(i, j)$ 、 $D_c(i, j)$ 、與  $D_v(i, j)$  分別表示前張畫面物件  $i$  與目前畫面物件  $j$  的重心 X 軸、平均顏色、與垂直特徵的差異量。

## 5. 結果與討論

為了測試所提相似度計算公式的準確度，我們列出單獨使用平均顏色[11]、使用平均顏色加重心 XY 軸[10]、與本計劃所提的相似度公式追蹤物件時的相似度誤差，實驗影片共 16 組，分別為 4 種人類行為 4 個拍攝角度的影片，影片拍攝速度為每秒 10 張畫面。表二所示為使用這三種相似度計算公式計算出來的相似度誤差結果。

相似度計算公式	平均誤差	最大誤差	標準差
平均顏色[11]	2.35%	16.82%	2.59%
平均顏色加重心 XY 軸[10]	2.07%	9.65%	1.67%
所提方法	1.21%	6.23%	1.03%

由表二可見，我們所提的相似度計算公式可得到最小的相似度誤差。以上結果僅針對所拍攝影片中的人類物件以及所拍攝的行為所得到的結果，如果物件種類不同，或行為種類不同，結果將會受到影響。

### 5.3 結論

本計劃本年度已完成人類行為特徵對於物件追蹤之有效性分析，並開發完成一套適用於固定式監視系統的人類物件追蹤方法，所開發的物件追蹤方法使用物件的平均顏色、重心 X 軸、以及高度與重心 Y 軸組合而成的垂直特徵來計算物件的相似度，實驗結果顯示，所提方法具有比現有方法更低的相似度計算誤差。

## 參考文獻

- [1] 廖怡欽、陳易顯、黃崇仁、與賴榮滄, “針對視訊串流之多層式背景估測方法,” The Second conference on Digital Content Management and Applications, Tainan, Taiwan, June 2007.
- [2] Yi-Ching Liaw, Bo-Shuan Chiu, Jim Z. C. Lai, and Patrick Huang, “A fast approach of object segmentation for video sequence,” The Ninth IASTED International Conference on Signal and Image Processing, Honolulu, USA, August 2007. (EI)
- [3] 黃崇仁, 李政旻, 廖怡欽, 與賴榮滄, “視訊物件分割方法,” 中華民國專利, 2006/12 申請.
- [4] G.L. Foresti, “Object recognition and tracking for remote video surveillance,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 9, Issue 7, October 1999, pp. 1045 - 1062.
- [5] Hai Tao, H.S. Sawhney, and R. Kumar, “Object tracking with Bayesian estimation of dynamic layer representations,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, Issue 1, January 2002, pp. 75 - 89.
- [6] Changick Kim and Jenq-Neng Hwang, “Fast and automatic video object segmentation and tracking for content-based applications,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 2, February 2002, pp. 122-129.
- [7] Chao He, Y.F. Zheng, and S.C. Ahalt, “Object tracking using the Gabor wavelet transform and the golden section algorithm,” IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 4, Issue 4, December 2002, pp. 528 - 538.
- [8] H.T. Nguyen and A.W.M. Smeulders, “Fast occluded object tracking by a robust appearance filter,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 26, Issue 8, August 2004, pp.1099 - 1104.
- [9] K. Hariharakrishnan and D. Schonfeld, “Fast object tracking using adaptive block matching,” IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 7, Issue 5, October 2005, pp.853 - 859.
- [10] Yu-Liang Chen, “Real time multiple objects tracking and identification based on discrete wavelet transform,” Master Thesis, Chung-Hua University, July 2003.
- [11] Fu-Tia Chen, “Human behavior identification based on motion history image,” Master Thesis, Chung-Hua University, December 2005.

# 計畫成果自評

## ■ 原計畫相符程度與達成預期目標情況

本計畫本年度預計完成工作項目有物件特徵用於物件追蹤之有效性分析以及開發一套適合監視系統使用的物件追蹤方法。本計畫已完成物件特徵之有效性分析，並利用該分析結果設計一個新的物件相似度計算公式，所設計的相似度計算公式計算量小，非常適合監視系統使用。惟礙於時間因素，本計畫無法拍攝與製作太多人類行為影片，使得實驗結果稍嫌不足，無法充分驗證所設計之相似度適用於各種人類行為的追蹤。

另外，為了找出不同情況與不同人所進行的相同行為之共通特性，本計畫也開發完成幾個快速的資料群集方法[1][2]，可用於找出各種行為的代表特徵，此外此技術也可應用於人類行為識別與資料探勘等領域。

## ■ 研究成果之學術或應用價值

**學術價值：**本計畫所開發完成的快速資料群集方法[1][2]，已分別被國際知名期刊 Pattern Recognition 刊出與接受。

**應用價值：**本計畫所開發出來的物件相似度計算方式可應用於需要人類物件追蹤的產業，所開發出來的相似度計算公式與現有相似度計算公式不同，研究成果可供申請專利，用以保護國內相關產業，迴避相關專利。

## ■ 影像處理人才培育

本計畫執行人員，主要包括二位碩士班學生以及多位大學部學生，碩士班學生主要負責實作本計畫所需的物件特徵擷取程式以及進行實驗，對其實作能力的提昇與實驗方法的熟悉有很大的幫助。大學部學生則幫忙拍攝影片，手工分割物件，與協助撰寫物件特徵擷取程式等，參與人員對計畫與實驗的進行方式有更深入的了解，對程式實作能力也能有效提昇。

## ■ 參考資料

- [1] Yi-Ching Liaw\*, "Improvement of the Fast Exact Pairwise-Nearest-Neighbor Algorithm," Accepted for publication on Pattern Recognition, October 2008. (SCI; EI) (2007 Impact Factor:2.015, Ranking 23/210)
- [2] Jim Z.C. Lai, Yi-Ching Liaw\*, and Julie Liu, "Improvement of the k-means clustering filtering algorithm," Pattern Recognition, Vol. 41, No. 12, December 2008, pp. 3677-3681. (SCI; EI) (2007 Impact Factor:2.015, Ranking 23/210)

# 可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利

 可技術移轉

日期：97年10月13日

國科會補助計畫	計畫名稱：適用於監視系統之物件追蹤與人類行為識別方法開發 計畫主持人：廖怡欽 計畫編號：NSC 96-2221-E-343-006-學門領域：資訊學門二
技術/創作名稱	視訊追蹤方法
發明人/創作人	廖怡欽
技術說明	中文： 本計劃完成各種人類行為特徵是否適合納合相似度計算公式的分析工作，並開發完成一套適用於固定式監視系統的人類物件追蹤方法。所開發出來的物件追蹤方法使用物件的平均顏色、重心 X 軸、以及高度與重心 Y 軸組合而成的垂直特徵來計算物件的相似度，實驗結果顯示，所提方法比現有方法具有更低的相似度誤差。
	英文： In this project, we have completed the analysis to check if an object feature is suitable to be used as a parameter in the similarity evaluation function and have developed a similarity evaluation function which is suitable to track human objects for fixed scene surveillance systems. Our similarity evaluation function uses the averaging color, X-coordinate, and vertical features of an object. The vertical feature of an object is combined of the height and Y-coordinate features of the object. Experimental results show that the proposed similarity evaluation function is better than available methods for it produces less similarity error.
可利用之產業及可開發之產品	可利用之產業：保全系統，交通監控，居家照護，網路視訊 可開發之產品：物件追蹤方法
技術特點	適用固定式監視系統 適用人類物件追蹤 快速追蹤物件 低相似度誤差
推廣及運用的價值	可供用來追蹤人類物件進而分析人類行為

※ 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。