

# 高效率之人類移動行為分析

## An Efficient Behavior Analysis for Human Motions

張軒庭

國立雲林科技大學電機工程系

光電與資訊實驗室

Email : htchang@yuntech.edu.tw

陳昌賢

國立雲林科技大學電機工程系

光電與資訊實驗室

Email : [g9551707@yuntech.edu.tw](mailto:g9551707@yuntech.edu.tw)

### 摘要

本論文主要是針對監視系統以靜態背景所偵測出來的人物移動二值化影像。統計其人物二值化影像掃描線 (Scanning line)，包含水平掃描線與垂直掃描線的總和。在透過離散餘弦轉換 (DCT) 運算，找出一次諧波波峰頻率位置，並利用此頻率分析落於走路頻率範圍或是跑步頻率範圍內，此目的用以判斷測試影片為走路或是跑步影片。本論文中利用已知狀態影片當作資料庫用以佐證測試影片實驗且能相對達到資料庫搜尋的目的。實驗結果顯示本論文提出的方法不需要大量的資料，仍然有效且快速的區隔出走路、跑步。

關鍵字：行為分析、移動偵測、DCT、監視系統

目前研究辨識、分類的方法，大部份都是基於類神經網路 (Neural Network) [4]、主要成份分析 (Principal Component Analysis) [5]、支援向量機 (Support Vector Machine) [6]、隱匿式馬可夫模型 (Hidden Markov Model) [7]... 等，這些不二法門，雖然它們可以得到高的準確率，相對它們需要多組資料做訓練。而本論文是針對事前不需要大量資料來做訓練，也可以區隔走路與跑步所提出的一套方法。

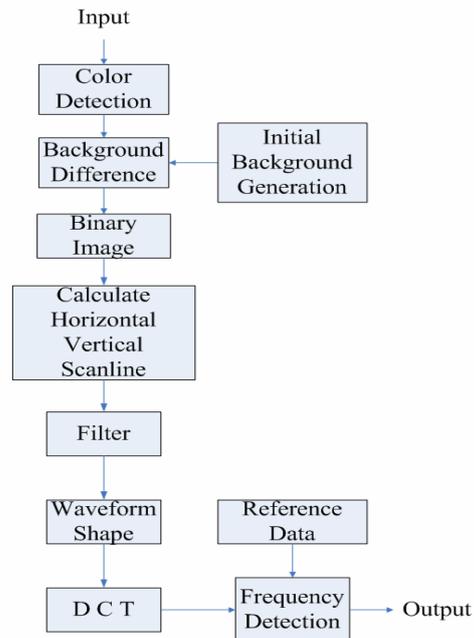
本論文共分成以下幾章探討：第二章說明整個系統流程與架構，第三章為實驗結果，第四章為結論。

### 1. 緒論

對於移動物體偵測 (Motion Object Detection) [1] 被廣泛應用在監控系統，如：社區安全性監控、道路車輛監控... 等。主因我們能對感興趣的移動物體 (Motion Object Detection) 進行追蹤、分類與行為辨識。因此有部份的學者專家專門在研究、探討移動物體偵測，使其分割出來的物體能保有完整性。這樣往後的分析才能更加的準確。

移動物體偵測的演算法，其實相當普遍。最常見的方法就是背景相減 (Background Subtraction)，另外還有光流法 (Optical Flow) [2]，RGB 色彩空間進行移動物偵測 [3]... 等。

### 2. 演算法



圖一 演算法流程圖

## 2.1 初始背景建立

在靜態初始背景建立，採取最簡單的方式：background subtraction method[8]。在某段時間內觀測背景差異亮度變化情形，假定變化量少於設定門檻值，即為背景部份，如式 (1) 所示：

$$B(x,y) = \begin{cases} 1, & \frac{1}{(n-1)} \sum |I_t(x,y) - I_{t+1}(x,y)| \leq r \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

其中  $B(x,y)$  為背景、 $I$  為亮度、 $r$  為門檻值  $n$  為張數， $t=1,2,3,..N$ 。

## 2.2 膚色偵測

利用 HIS 色彩模型來偵測膚色[9]，偵測出可能是人。通常人膚色的區間落在如式 (2)

$$\begin{cases} 0^\circ \leq H \leq 45^\circ \\ 0.23 \leq S \leq 0.68 \\ 0.3 \leq I \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

其中  $H$  為色調、 $S$  為飽和度、 $I$  為強度。而 RGB 色彩模型轉換成 HIS 色彩模型如式 (3)

$$H = \begin{cases} \theta, & \text{若 } B \leq G \\ 360 - \theta, & \text{若 } B > G \end{cases}$$

其中  $\theta$  如下

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\left[ (R-G)^2 + (R-B)(G-B) \right]^{1/2}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3} (R+G+B) \quad (3)$$

## 2.3 移動偵測

本文為得到一個完整移動物體二值化影像，採用[3]，主要是結合RGB三個色彩，來增加可以判斷的資訊及多重解析度成長法、差異影像直方圖等化與影像相減，最後加上形態學取得更完整移動物件。



圖二 Binary Image

## 2.4 統計人物掃描線

當得到二值化影像如圖二，接著，統計人物移動的掃描線[10]，計算如式 (4)

$$W_1 = \sum_{x \in n} S_1(x)$$

$$S_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{若在 } x \text{ 列行向量偵測初始值 } 255, \text{ 結束 } 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$W_2 = \sum_{y \in m} S_2(y)$$

$$S_2(y) = \begin{cases} 1, & \text{若在 } y \text{ 行 } x \text{ 向量偵測初始值 } 255, \text{ 結束 } 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$W = W_1 + W_2 \quad (4)$$

其中  $W_1$ 、 $W_2$  為水平、垂直統計出來掃描線， $W$  為水平、垂直總合， $N$  為二值化列大小， $M$  為二值化行大小。

## 2.5 波形整形

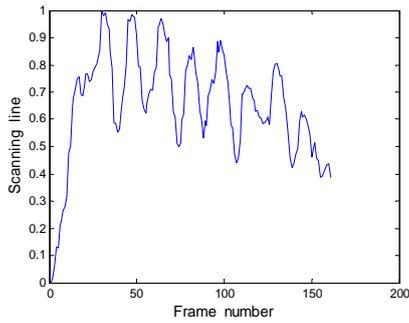
計算完掃描線後，會得到類似如圖三 (a) 或 (b) 的波形，之後在針對所得到波形進行濾波的動作，把不要的雜訊移除如圖三 (c)、

(d)。接下來要讓所截取的特徵更佳顯著，必需做波形整形的動作。首先，針對所得到波形取一個平均波峰、波谷。如式 (5) 之後進行內插法，把中間剩餘的值補足。如圖三 (e)、(f) 採用線性內插值法。

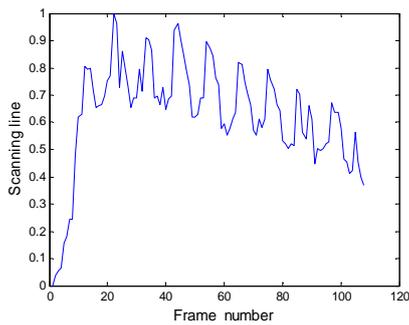
$$AP = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (Peak_t)$$

$$AT = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (Trough_t) \quad (5)$$

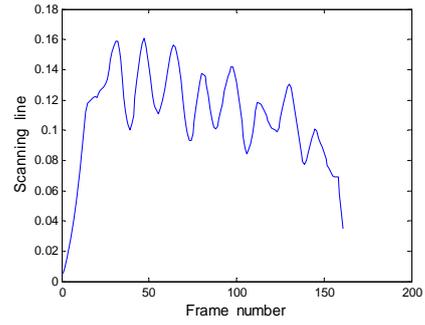
其中 AP 為平均波峰 (Average Peak)、AT 為平均波谷 (Average Trough)，N 為波峰總數，Peak 為波峰、Trough 為波谷， $t = 1, 2, \dots, N$ 。



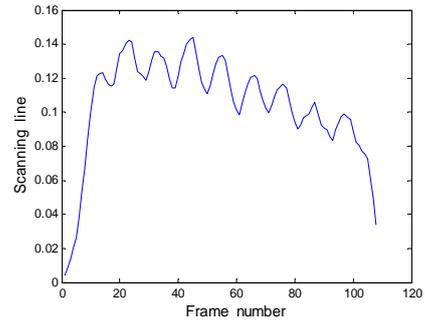
圖三 (a) 計算完掃描線的波形



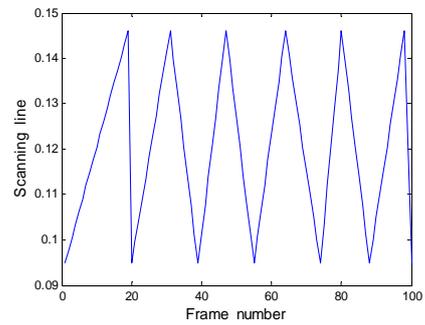
圖三 (b) 計算完掃描線的波形



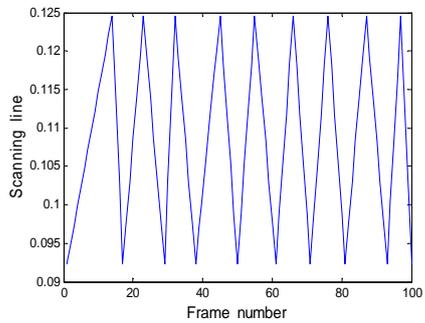
圖三 (c) 為圖三(a)濾波後(採用平均濾波器)



圖三 (d) 為圖三(b)濾波後(採用平均濾波器)



圖三 (e) 為圖三(c)線性內插後



圖三 (f) 為圖三(d)線性內插後

## 2.6 離散餘弦轉換 (DCT)

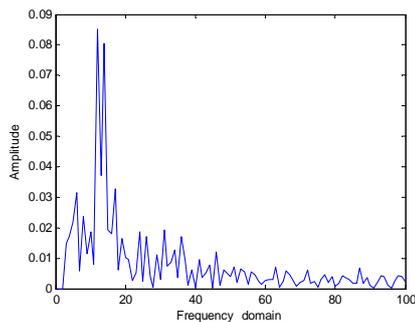
完成線性內插值法，如圖三 (e)、圖三 (f)，經 DCT 轉換後，在頻率域上可以找出一諧波的位置，如圖四 (a)、(b)。DCT 轉換如式 (6)

$$Y(k) = w(k) \sum_{n=1}^N X(n) \cos \frac{\pi(2n-1)(k-1)}{2N}$$

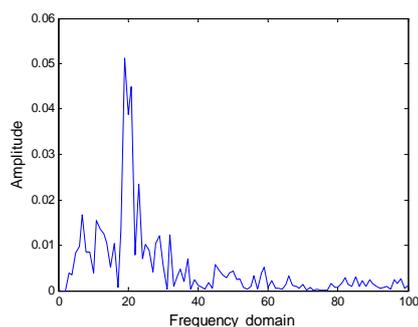
其中

$$k = 1, 2, \dots, N$$

$$w(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & , k = 1 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & , 2 \leq k \leq N \end{cases} \quad (6)$$



圖四 (a) 由圖三 (e) 經由 DCT 後結果



圖四 (b) 由圖三 (f) 經由 DCT 後的結果

## 2.7 資料庫建立

選出四組二值化後走路及跑步影像序列，其中二組走路影像序列包含兩種狀況分別為逐漸走向攝影機及逐漸遠離攝影機。而兩組

跑步影像也包含此兩種狀況。此資料庫建立目的在於佐證測試影片之結果。

## 2.8 走路及跑步頻率範圍

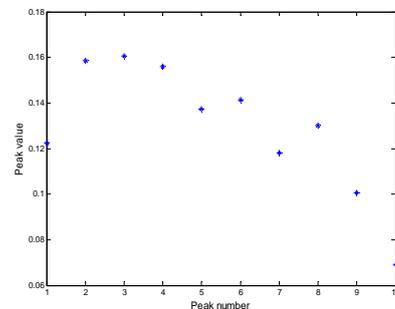
本論中的走路及跑步一次諧波波峰頻率範圍值是透過 80 組走路及跑步影片各取 100 張人物移動所計算特徵 (掃描線) 經由 2.3~2.6 節演算流程統計而得到的一個判別指標值。其指標值如表 (一) 所示。

表一 波形整形後取 100 畫面所統計結果

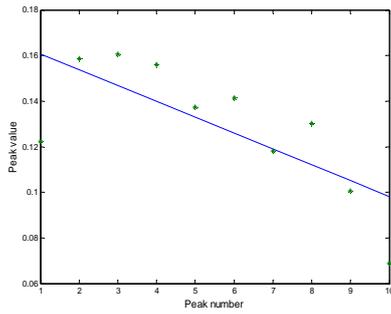
|          |          |
|----------|----------|
| 走路的頻率域範圍 | 10~15 Hz |
| 跑步的頻率域範圍 | 16~20 Hz |

## 2.9 頻率偵測

此步驟目的在於當我們運算出測試影片為走路或跑步影片時，用來跟資料庫做佐證的方法。首先計算測試影片移動人物掃描線 (特徵) 之後，假若逐漸接進攝影機所得之波形會呈遞增函數 (因移動人物變大，掃描線變多)，反之呈遞減函數，故此時會先判別該測試影片移動人物掃描線 (特徵) 構成波形是遞增函數或遞減函數。接著運算資料庫的四組影像序列，並分析這四組影像序列所截取之特徵波形為遞增函數或遞減函數，利用上式 (5)，求出波峰的位置如圖五 (a) 在利用 Polynomial curve fitting 找出一方程式，得到這條直線如圖五 (b)，即可知道為遞增或遞減。



圖五 (a) 為圖三 (c) 找出波峰的位置

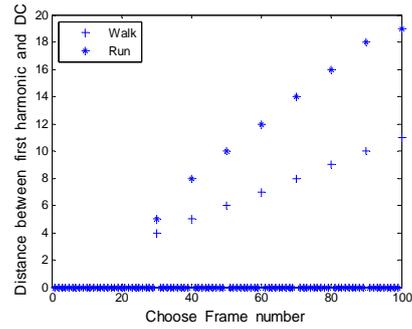


圖五(b) 為圖五(a)運用 Polynomial curve fitting 所找出的函數曲線，圖為遞減函數。

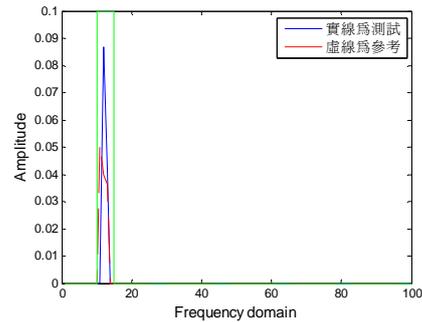
當測試影片和資料庫四組影像序列，特徵所構成波形是遞增函數、遞減函數為已知之後。假若測試影片中特徵為遞減函數，即搜尋資料庫裡面所對應遞減函數來進行運算以找出一次諧波，在進行運算時，總共會出現三根一次諧波，分別為測試影片所算出的一次諧波、資料庫所計算之走路、跑步的一次諧波，當有二根一次諧波波峰落在統計資料如上表(一)的區間內，即可判斷為走路或跑步。此步驟更確定其結果的準確性。如果加強此部分功能亦可相對達到資料庫搜尋的目的。

### 3. 實驗結果

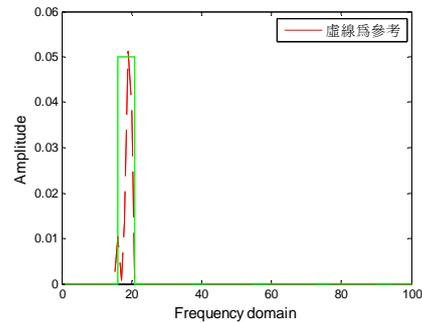
本實驗影片為數位相機所拍攝，Frame rate 設定為 30。如圖六所示，當取移人物移動特徵(掃描線)畫面數越多越能看出走路與跑步在頻率域之間差異性，可避開頻率重疊。本篇論文定義 100 張人物移動所計算特徵(掃描線)來做一次諧波波峰偵測。如圖八(a)、(b)為完成一次諧波波峰偵測之後，出現的情形，從圖八(a)(b)中分別得知走路參考頻率 12Hz 與跑步參考頻率 19Hz，而此測試影片之測試頻率為 13Hz，結果呈現於圖八(a)中，由此可知測試頻率落於走路頻率範圍內，故此影片分析結果為走路影片。另外本實驗測試 80 部影片(含走路、跑步)辨識率約為 75%。



圖六 走路與跑步差異性



圖八(a) 測試值與參考值(走路)的情形



圖八(b) 測試值與參考值(跑步)的情形

### 4. 結論

本文為提升速度，不用複雜的演算和龐大的資料來做訓練，直接截取特徵經由 DCT 運算找出一次諧波的頻率，可看出的確能快速分辨走路與跑步。未來希望能加入背景更新、陰影偵測及多重人物的追蹤。可延伸出資料庫搜尋影片的功能讓整個論文更加完整。

### 5. 誌謝

本論文研究接受國科會計畫補助，計畫編號為 NSC 95-2221-E-224-070-MY2，謹此致

謝。

#### 參考文獻

- [1] R. Cucchiara, C. Grana, A. Prati and R. Vezzani, "Computer vision system for in-house video surveillan" IEEE Proc.-Vis. Image Signal Process, Vol. 152, No. 2, April 2005.
- [2] Verri, A. Uras, S. DeMicheli, E. "Motion Segmentation from optical flow" IEEE Proc the 5<sup>th</sup> Alvey Vision conference, Brighton, UK, 1989.
- [3] Chih-Chung Hsu and Hsu T. Chang, Ting-Cheng Chang, "Efficient moving object extraction in compressed Low-bit-rate video", International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2006.
- [4] S. Lawrence, C. L. Giles, A. C. Tsoi, and A. D.Back, "Face recognition: A convolucional neural-network approach", IEEE Neural-Networks, vol.8, no.1, pp.98-113, jan 1997
- [5] P.S. Huang, C.J. Harris and M.S. Nixon, "Human gait recognition in canonical space using temporal templates", IEEE Proc.-Vis. Image Signal Process, Vol. 146, No. 2, April 1999.
- [6] Xinyu WU, Yongsheng OU, Huihuan QIAN, and Yangsheng XU, "A detection system for human abnormal behavior" , Intelligent Robots and Systems, Aug 2005.
- [7] J. Yamato, J. Ohya and K. Ishii, "Recognizing human action in time sequential images using hidden Markov model", 1992.
- [8] G. Dashan and Z. Jie, "Adaptive background estimation for real time trafficmonitoring", Intelligent Transp-rtation systems, pp. 330-333, August, 2001.
- [9] 許志仲, 張軒庭, 張廷政, "基於 ROI 之動態偵測應用於網路視訊即時傳輸", Intelligent Living Technology, June 2006.
- [10] Nikolaos V. Boulgouris, Hatzinakos Dimitrios, and Konstantinos N. Plataniotis "Gait Recognition: A challenging signal processing technology for biometric identification", IEEE Signal Processing Magazine, November 2005.