

# 應用灰色預測於建構編碼簿背景模型之前景偵測

鄭群星  
景文科技大學  
環物系  
副教授  
cscheng@just.edu.tw

廖俊嘉  
國立臺北科技大學  
電腦與通訊研究所  
碩士生  
t101418005@ntut.edu.tw

黃士嘉  
國立臺北科技大學  
電腦與通訊研究所  
副教授  
schuang@ntut.edu.tw

## 摘要

本文提出有效地提高編碼簿背景模型對於前景物體偵測的處理方法，使用灰色系統中的灰色預測應用於編碼簿背景模型中，將已知的編碼值資訊透過灰色預測來提高背景模型的準確性以獲得最佳的前景偵測。實驗結果顯示本文所提出的方法將有效地預測編碼簿中的編碼值資訊，進而得到更好的偵測結果。

**關鍵字：**編碼簿背景模型、灰色理論、灰色預測。

## Abstract

We proposed the background codebook model based on grey prediction to effectively improve the detection for foreground objects. The Experiments show our method will affectivity to predict the information of the codeword on codebook, and then to achieve robust detection.

**Keywords :** background codebook model、grey theory、grey prediction.

## 1.前言

在日常的生活環境中，很容易見到各種不同形式的監視系統，例如：停車場的車位監控系統、銀行的監控防盜系統...等。而在過去其大都使用傳統的類比式監控系統，這樣的系統大多必須依賴人力去監視系統螢幕，並且需要全神貫注來提高警覺，才能達到監控、監視的目的，也因為必須依賴人們視覺的判斷，而可能會出現感官勞累或精神不濟的影響，反而導致有遺漏監視的情況發生。然而隨著資訊科技的發展與硬體設備的進步，傳統的類比式

監控系統已經發展為數位式的視覺監控系統，其數位式的視覺監控系統的好處在於能對拍攝的影像內容加以處理及分析，並對處理後或分析後的結果來做出合適的判斷。

前景物體偵測在視覺監控影像的相關研究中，一直都是扮演很重要的任務。前景物體偵測主要目的是將影像中的前景物體與背景影像完整的區分出來，而所謂的前景物即代表會移動的物體，例如：高速公路中行走的車輛、辦公大樓進出的人員...等，因此從連續影像內容中，正確的偵測出前景物體也就是移動的物體來對於後續的辨識、追蹤以及分析是個非常重要的議題。

本研究仍是在使用編碼簿模型(Codebook Modeling)來偵測前景物體的處理過程，利用量化和聚類的技術來建立模型，透過對每張影像中的每一個像素來進行判斷分析和訓練，進而得到各個像素的相關資訊，再應用灰色理論中的灰色預測計算出各個像素資訊，以提高前景物體偵測的準確性。

## 2.理論介紹

### 2.1 編碼簿模型

編碼簿模型主要是用量化和聚類的技術來建立背景模型(Background Modeling)，對於多張的連續輸入影像資料來建立編碼簿，進而達到偵測移動物體的目的。編碼簿模型是以像素為基礎，依據像素數量來建立相同數量的編碼簿，而每個編碼簿是由一個或多個編碼值所建構而成，其編碼值會在多張輸入影像中分別記錄 RGB 向量 $v = (R, G, B)$ 和 5

元組的特徵資料  $d = \langle \check{I}, \hat{I}, f, p, q \rangle$ ，其中  $\check{I}, \hat{I}$  分別表示編碼值的最小亮度值及最大亮度值， $f$  表示編碼值更新的次數， $p, q$  則是分別代表編碼值的第一次出現和最後一次出現的影像時間。當偵測到新的像素時，將透過色彩和亮度這兩種資料差異的判斷，對該對應的編碼值進行更新或更新編碼簿，其中色彩值和亮度值分別是分開計算處理，以對背景的亮度變化做出正確的判斷，來避免亮度大量變化導致發生誤判為前景物體的情況。

首先在編碼簿模型的訓練期間，其在第  $t$  的時間的像素色彩值  $x_t = (R, G, B)$  和該位置編碼簿中的編碼色彩資訊  $v_i = (\bar{R}_i, \bar{G}_i, \bar{B}_i)$  進行比對，其色彩差異公式如(1)式所示：

$$\text{colordist}(x_t, v_i) = \sqrt{\|x_t\|^2 - \frac{\langle x_t, v_i \rangle^2}{\|v_i\|^2}} \leq \varepsilon_1 \quad (1)$$

其中

$$\|x_t\|^2 = R^2 + G^2 + B^2 \quad (2)$$

$$\|v_i\|^2 = \bar{R}_i^2 + \bar{G}_i^2 + \bar{B}_i^2 \quad (3)$$

$$\langle x_t, v_i \rangle^2 = (\bar{R}_i + \bar{G}_i + \bar{B}_i)^2 \quad (4)$$

在計算色彩差異公式後，為了判斷亮度變化的部分，我們設定一個亮度變化的範圍  $[I_{low}, I_{hi}]$ ，其亮度差異如(5)式所示：

$$\text{brightness}(I, \langle \check{I}, \hat{I} \rangle) = \begin{cases} \text{ture} & \text{if } I_{low} \leq \|x_t\| \leq I_{hi} \\ \text{false} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

其中

$$I_{low} = \alpha \hat{I} \quad (6)$$

$$I_{hi} = \min \left\{ \beta \check{I}, \frac{\hat{I}}{\alpha} \right\} \quad (7)$$

其中  $\alpha$  和  $\beta$  為一定義常數，其  $\alpha$  值介於 0.4 到 0.7 之間， $\beta$  值介於 1.1 到 1.5 之間。

在新進像素與編碼簿中的編碼值依序進行色彩資訊和亮度資訊的比對，若同時滿足(1)式及(5)式即  $\text{colordist}(x_t, v_i) \leq \varepsilon_1$  和  $\text{brightness}(I, \langle \check{I}, \hat{I} \rangle) = \text{ture}$  兩種情況，即代表比對成功。若沒有比對成功，則建立新的編碼值，公式如下(8)式及(9)式所示。

$$v_L = (R, G, B) \quad (8)$$

$$d_L = \langle I, I, 1, t, t \rangle \quad (9)$$

若是比對成功，則將該編碼值  $v_m$  進行更新，更新公式如(10)式及(11)式所示：

$$v_m = \left( \frac{\bar{R}_m + R}{2}, \frac{\bar{G}_m + G}{2}, \frac{\bar{B}_m + B}{2} \right) \quad (10)$$

$$d_m = \langle \min\{I, \check{I}_m\}, \max\{I, \hat{I}_m\}, f_m + 1, p_m, t \rangle \quad (11)$$

## 2.2 灰色預測理論介紹

灰色系統理論是由中國學者鄧聚龍教授於 1982 年所提出[6]，它目前被成功地應用在社會、農業、工程控制、經濟管理和其他領域中[1~3][7][11~12]，而其中的灰色預測是收集系統的輸出訊息並進行分析來以預測下一個輸出的方法。此方法是透過已知的數據處理將訊息量由寡變多，將無規律之訊息變成規律的形式，即可獲得訊息趨勢以達到預測之目的。茲將其理論介紹如下：

假設有一個原始非負數資料序列，如(12)式所示。

$$x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\} \quad (12)$$

則灰色預測之建立 GM(1,1) 模型之步驟如下所示：

(1) 首先對原始非負數資料序列進行累加生成運算 AGO 即：

$$x^{(1)} = AGOx^{(0)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\} \quad (13)$$

其中

$$x^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k x^{(0)}(i), k = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

(2) 然後對於  $x^{(1)}$  進行均值序列運算，其公式如(15)式所示。

$$z^{(1)}(k) = \frac{x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)}{2}, k = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

(3) 求出參數  $a$  和  $b$ ，其公式如(16)式所示

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad (16)$$

$$\text{其中 } Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2) & 1 \\ -z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & 1 \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

(4) 將參數 $a$ 和 $b$ 代入建構方程式，如(18)式所示

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = x^{(0)}(1)e^{-ak} + \frac{b}{a}(1 - e^{-ak}) \quad (18)$$

(5) 最後得如(19)式之預測值

$$\hat{x}^{(0)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k), k = 1, 2, \dots, n \quad (19)$$

經過灰色預測可將所有無章可循之訊息變成有規律之訊息，即可獲得訊息趨勢以達到預測之目的。

### 3.本研究之方法

本研究在建構編碼簿時係在將輸入連續多張影像中將第一張影像時，對每個像素建構初始編碼簿；在訓練模型的階段，以後每張輸入影像的像素會分別計算公式(1)及公式(5)的彩度值及亮度值並與該編碼簿之編碼值依序比對，若同時符合彩度和亮度兩種比對條件時，則對該編碼值進行更新程序。反之則對該編碼簿進行建立新的編碼值，在訓練結束之前，會持續不斷地即時更新每個編碼簿中的編碼值及相關參數，直到編碼簿訓練完畢；再將每個編碼簿中的色彩編碼值和亮度編碼值分別進行灰色預測，其透過灰色預測將無規律的編碼值訊息轉化為有規律的訊息及訊息趨勢，因此在有限的訓練張數情況下所建立的編碼簿背景模型就能再額外增加編碼簿中的編碼值資訊，進而提高前景物體的偵測率。

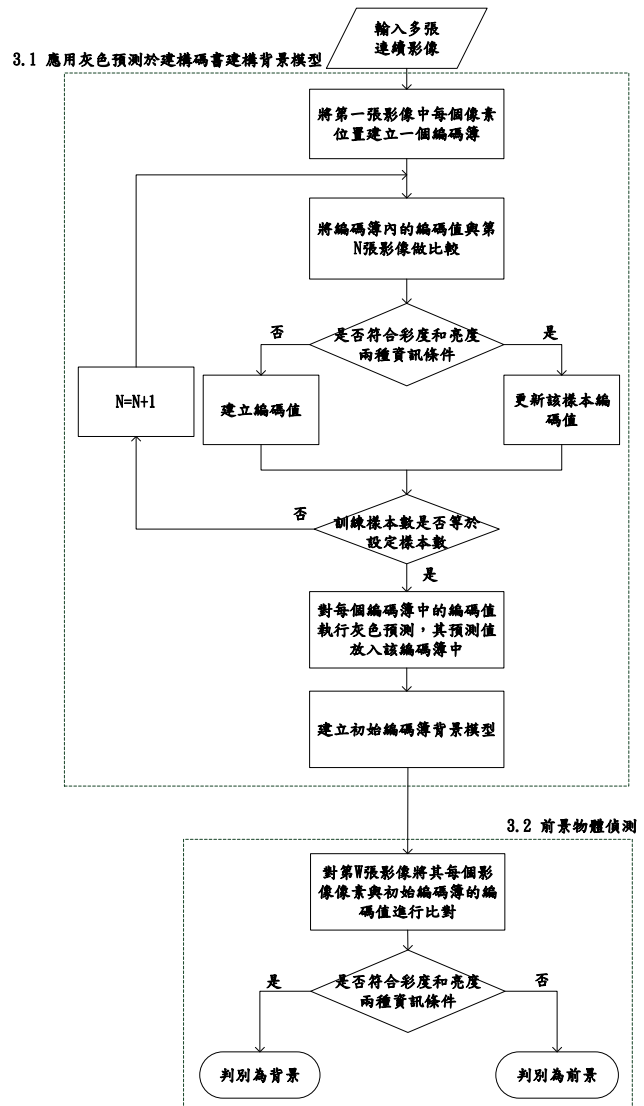


圖 1. 本文所提之方法的詳細流程圖

#### 3.1 前景物體偵測之方法

本研究所提出的前景物體偵測之方法，如圖 1 所示，可分成(1)應用灰色預測於編碼簿建構背景模型及(2) 前景物體偵測兩個部分。其中利用彩度及亮度的判別，使用編碼簿的方式來建構背景模型後，接著再對編碼簿中所儲存的彩度值和亮度值執行灰色預測將預測值加入編碼簿中，在偵測前景物體時，則以新進像素與編碼簿中的編碼值來依序進行比對來達到判別前景物體之目的。

#### 3.2 偵測前景物體的處理

當編碼簿經過訓練完並進行灰色預測以建立背景模型後，就可透過此背景模型來偵測前景影像。將輸入偵測影像中的每一個像素，利用像素來取得彩度值後，再計算該像素之亮度值，並透過彩度和亮度這兩種數值如公式(1)及公式(5)，在初始編碼簿中依序比對與它相符之編碼值資料，其比對的原則與最初建構編碼簿模型的條件相同。若偵測影像的比較像素未在初始編碼簿中找到相符的編碼值，則將該像素視為前景，反之則視為背景。

## 4. 實驗結果

本實驗透過 Matlab 來進程式碼的實現。測試場景皆為戶外道路景象並分別以彩色及灰階影像為例，影像尺寸為 176x144 像素，訓練張數為 50 張，總張數為 300 張。

如圖 2 (a) 所示為原始影像，圖 2 (b) 為前景物體影像，圖 2 (c) 為使用傳統建構背景模型所偵測之前景影像，圖 2 (d) 則為採用本研究之前景影像。從影像中的第二台車輛(由上而下)可很明顯的看出，使用如圖 2(c)所示的傳統編碼簿建構背景模型方法的結果是幾乎沒有偵測到該移動之車輛物體，而如圖 2(d)所示本研究所提出的方法確實有效地擷取第二台車輛的前景物體，並且明顯地呈現前景的資訊。

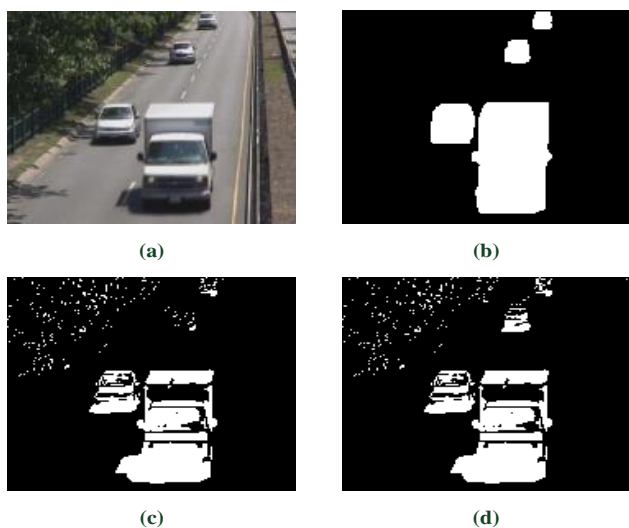


圖 2. 室外道路場景之視覺比較 (a) 原始影像 (b) 前景物體影像 (c) 編碼簿背景模型 (d) 本文之方法

如圖 3 (a) 所示為原始灰階影像，圖 3 (b) 所示為前景物體影像，圖 3 (c) 為使用傳統建構背景模型所偵測之前景影像，圖 3 (d) 則為採用本研究之前景影像。如圖 3(c)所示使用傳統編碼簿建構背景模型的前景影像中可容易地看出其車輛資訊是破損情形，導致前景資訊的不完整呈現，如圖 3(d)所示本研究所提出構背景的方法將很明顯地區分背景和前景，並同時保有影像中車輛的輪廓資

訊。

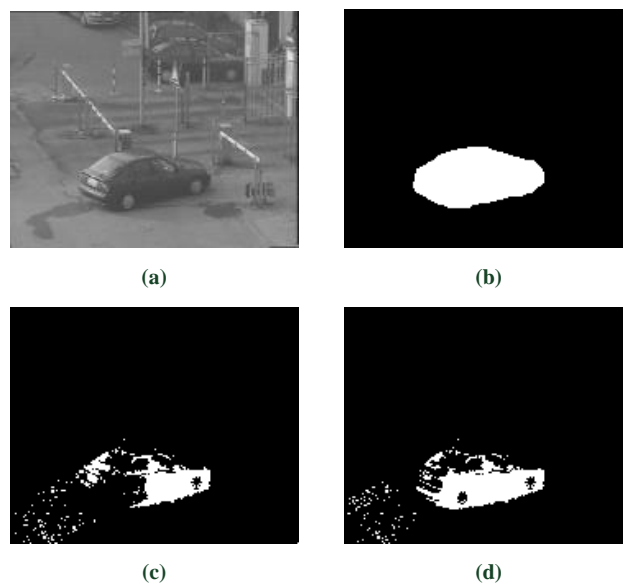


圖 3. 室外道路場景之視覺比較(灰階影像) (a) 原始影像 (b) 前景物體影像 (c) 編碼簿背景模型 (d) 本文方法

## 5. 結論

本研究提出了一種提高偵測前景物體的方法，透過結合建構編碼簿背景模型及灰色預測的方法，有效地預測編碼簿中的編碼值資訊，進而提高更好的前景物體偵測效果。實驗結果顯示利用灰色預測能於編碼簿背景模型中額外增加編碼簿中的編碼值資訊即成功地擷取前景物體的存在，故能有效地提高前景物體的偵測率。由於能否正確地擷取前景物體的好壞，將會嚴重地影響後續影像的辨識、追蹤以及分析的處理，因此本研究所提出編碼簿建構背景模型的方法，將對於其他影像的演算法帶來良好的前置處理。

## 參考文獻

- [1] 鄭群星，林聖文，段裘慶，”應用灰色系統於平板電腦之購買選擇”，2012民生電子研討會，2012年11月16日。
- [2] 鄭群星，李典霖，高立人，”應用灰色預測於灰階影像之邊緣銳化”，2012民生電子研討會，2012年11月16日。

- [3] 鄭群星，吳泓霖，段裘慶，”應用灰色系統於智慧型手機之選擇”，*ITIA 2012 資訊技術與產業應用研討*，2012 年6月。
- [4] 廖和恩、林恩宇，”在HSV色彩空間中以VQ編碼為基礎之移動物體偵測”，*通訊工程學系碩士論文*，逢甲大學，98年2月，第1-63頁(2009)。
- [5] Chyun-Shin Cheng "Fingerprint Recognition Using Discrete Wavelet Transformation and Grey Relational Analysis", *The Journal of Grey System*, Vol.20, N0.2, pp93-pp108, 2008.
- [6] Deng Julong, "Control problems of grey system", *System and Control Letters*, pp.288-294, 1982.
- [7] Deng Julong, Introduction to Grey system theory, *The Journal of Grey System*, pp1-24, 1989.
- [8] Guo, J.M. , Liu, Y.F. , Hsia, C.H. , Shih, M.H. and Hsu, C.S. , “Hierarchical Method for Foreground Detection Using Codebook Model,” *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 21(6), 804-81, 2011.
- [9] Jan-Ou Wu , Chyun-Shin Cheng , and Chia-Chun Tsai , "Application of Grey Relational Analysis to Minimal Clock Skew Routing in SoC", *The Journal of Grey System*, Vol.16, No.3, pp221~234, 2004.
- [10] K. Kim, T.H. Chaldabhongse, D. Harwood, L. Davis, “Background modeling and subtraction by codebook construction”, *IEEE Intern. Conf. on Image Proc.*, Vol. 5, pp. 3061-3064, 2004.
- [11] Li, Jun-Feng, Wen-Zhan Dai, “Research of image edge detection and application based on grey prediction model”, *Proceedings of the 2007 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition*, Beijing, China, pp.2-4, Nov. 2007.
- [12] Xie, Songyun, Pengwei Wang, Yubin Xie, “New image denoising algorithm based on improved grey prediction model”, *Proceedings of the 2008 Congress on Image and Signal Processing*, Vol.3, pp.367-371.