

利用多模態膚色機率模型之膚色偵測

蔡耀弘

玄奘大學資訊管理系

助理教授兼系主任

tyh@hcu.edu.tw

溫明勳

玄奘大學資訊管理系

研究生

wmh0924@hotmail.com

摘要

膚色偵測是在人臉辨識或者手勢辨識中，最常運用的工具之一，因此準確地檢測出膚色是相當重要的，有效的膚色偵測可以提升後續影像辨識比對的正確率。

本篇以多模態的膚色模型去進行膚色偵測，主要是要提出一種新的技術，就是能整合多種的膚色模型去進行影像的膚色偵測，達到不同人種皆可以偵測到膚色的目的，本系統主要是先將膚色資訊進行分類進而利用直方圖統計方法計算機率，形成多個膚色模型，利用多模態的膚色模型進行機率比對以找到最佳的膚色偵測結果。實驗結果顯示，利用本篇的方法可以有效的整合所建置的膚色模型並達到偵測出不同人種的膚色影像區域。

關鍵詞：膚色偵測、直方圖、機率、多模態。

Abstract

Skin color detection is widely used for application of image recognition. An effective skin color detection can improve the accuracy of the recognition tasks.

In this paper, we generate a multi-modal for a variety of skin color. The system can classify skin color by the histogram of statistical model of skin color. The proposed skin color model can be used to detect skin color and find the best results in images.

Experimental results show that we can effectively achieve the integration of different ethnic skin color models and perform skin color detection.

Keywords: Skin color detection, histogram, probability, multi-modal.

1. 簡介

目前在膚色偵測的影像技術應用方面已經有很多的應用，膚色在人臉偵測上已經被證實是非常有效的一種特徵資訊，不過目前的膚色偵測上的技術僅限制於在混合膚色模型的膚色偵測應用，本篇則是以多種分開的膚色整合模型進行偵測。

1.1 色彩空間

在目前的膚色偵測技術上，目前有數種的顏色空間可以有效的應用在辨識膚色，如 RGB、HIS、YCbCr[1,2]。傳統上的影像顯示大多是採用 RGB 的色彩空間，但是 RGB 空間可能不適用在膚色偵測上使用，原因在於 RGB 影像容易受到拍攝時的光線、背景...等多種可能因素的影響，會造成所偵測的結果不盡理想，相同的顏色在不同的亮度或者不同的光源下拍攝，所反映出來的顏色會出現很大的差異，因此造成誤判的機會也相對提高。

依據多篇的參考文獻，大致上有幾種較為適合應用在膚色偵測：YCbCr、HVS 兩種[1,2]，原因在於這兩種色彩空間可以有效的將亮度的因素集中到其中一種參數，如 YCbCr 的 Y 即代表亮度資訊，因此可以在偵測時忽略亮度的影響，而且因為它的處理簡單容易使用，所以在許多膚色偵測的研究上仍然被廣泛的應用[9]。本篇方法即是採用 YCbCr 的色彩空間以達到去除亮度的影響，以達到較佳的影像辨識率。

1.2 膚色偵測

膚色偵測(Skin color detection)，一般膚色偵測技術大多用在人臉偵測[11]，影像圖形辨識等，因此，過去的影像偵測的研究，常常會以膚色偵測技術為基礎辨識技術[8,9]。因此本篇論文開發膚色整合模型來做精確的膚色偵測以提升後續影像辨識的效能。

一般來說，通常膚色偵測大部分採取門檻值的方式來區分膚色或非膚色，不過通常膚色偵測都是將所有的訓練影像混合在同一個膚色模型進行中進行偵測[10]，不過本篇要突破以往，我們是將不同人種的膚色模型分開建置進行比對之後再進行膚色模型整合，接下來，利用機率的方式，比對膚色像素在實驗中取出測試影像的膚色及非膚色像素數量，與手動切割出的膚色影像做比對，測試該偵測準確率。

本論文主要內容分為五章：第一章為簡介，內容為簡述色彩空間及膚色偵測的基本概念；第二章為針對相關的研究討論；第三章為本篇使用的方法；第四章為本篇方法所實驗的結果；第五章則為本論文的結論。

2.文獻探討

當建立一個系統，作為使用膚色的檢測功能，通常面臨幾個主要問題。首先，選擇什麼顏色空間，第二，建立皮膚顏色分佈模型，最後，如何訂出膚色及非膚色的門檻[8]。

首先在要選擇哪種色彩空間方面，除了大多數的研究會採用的 YCbCr 的色彩空間之外，還有 Skarbek and Koschan所使用的正規化的 BGR 色彩空間[3]，Poynton 所使用的 CIELAB and CIELUV 的色澤均勻感知系統[4]..等。

如何能夠有效的達到膚色偵測的目的，能夠清楚的分辨出膚色或非膚色，Yang 等人提出使用色彩空間正規化的概念(CSN)，為提高識別能力的色彩空間的辨識能力[1]；Li 則是使用 AdaBoost 的方法，這種方法可以讓研究人員加入新的弱分類器，直到誤差減少到特定的門檻值以達到膚色

偵測的目的[5,7]；Zhang 等人則是提出一種顏色質心分割的技術，利用顏色的質心的分割定位出膚色的門檻值，以此門檻值進行分群[6]。

3.建置方法

本篇論文的膚色偵測方法分為兩個階段，第一階段為建置膚色模型，其方法是利用膚色在色彩空間中的分佈狀況進行直方圖統計計算機率去建置多種膚色模型，第二階段為利用膚色模型偵測影像中膚色區域，如圖 1(a)、1(b)。

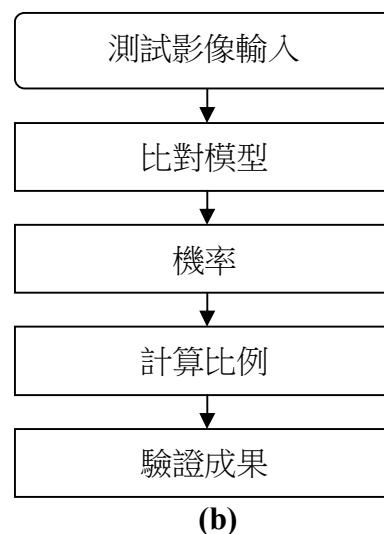
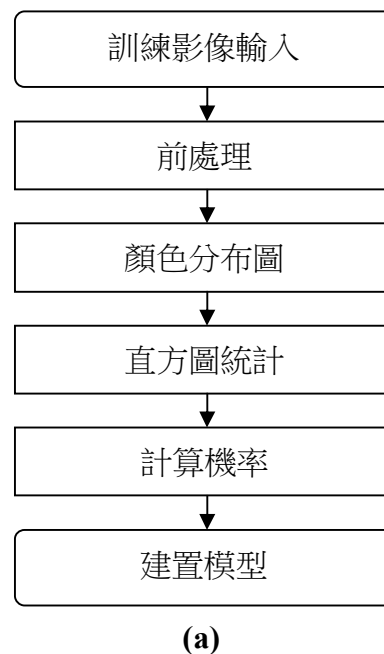


圖 1 建置方法流程圖，(a)為建置模型流程，(b)為偵測流程

3.1 建置多模態膚色模型

3.1.1 影像前處理

首先利用影像處理軟體將訓練影像進行前處理，此步驟目的是為了避免在建立膚色模型時有過多非膚色的資訊造成膚色模型的不準確，因此以手動去除影像非膚色的區域讓影響減到最低，如圖 2(a)(b)

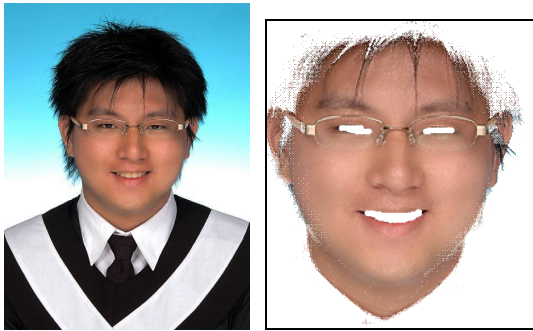


圖 2(a)處理前

圖 2(b)處理後

3.3.2 色彩空間中的膚色分布圖

本篇的訓練影像分為三群：黃種人 50 張、黑種人 50 張、白種人 50 張，共 150 張，藉由三種不同人種建立不同的色彩空間中的膚色分佈模型，首先利用 CbCr 的膚色分佈圖觀看不同亮度之下各種人種膚色的分布以及結合後的分佈圖。以亮度 200 為例，圖 3(a)為黃黑白三種人種在色彩空間中膚色分佈結合圖，圖 3(b)為黃色人種在色彩空間中膚色分佈圖，圖 3(c)為黑色人種在色彩空間中膚色分佈圖，圖 3(d)為白色人種在色彩空間中膚色分佈圖，分佈結果圖如圖 3(a)、3(b)、3(c)、3(d)。

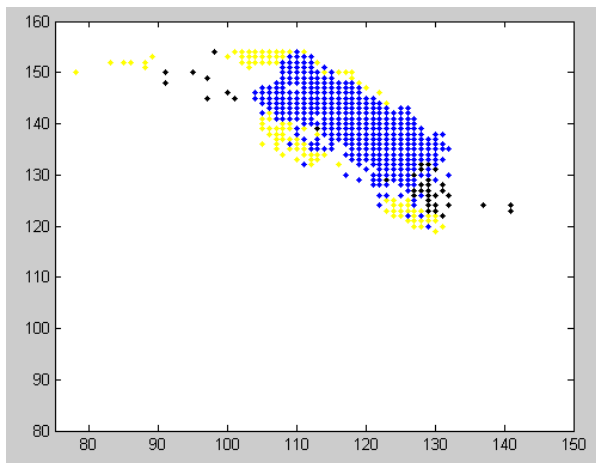


圖 3(a)亮度=200，結合後顏色分佈

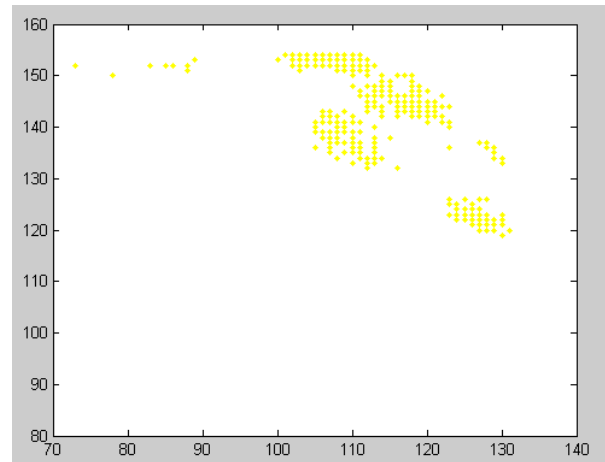


圖 3(b)亮度=200，黃種人顏色分佈

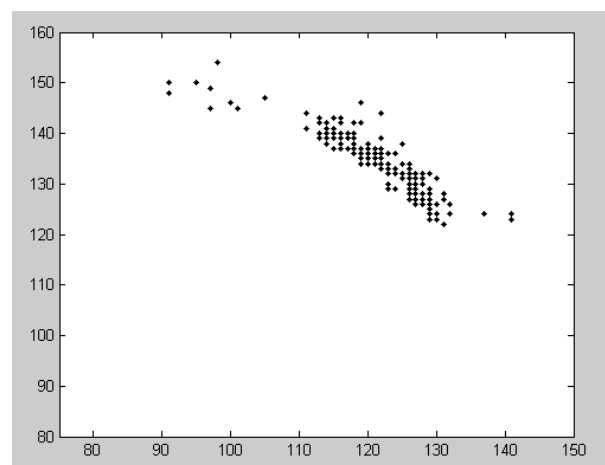


圖 3(c)亮度=200，黑種人顏色分佈

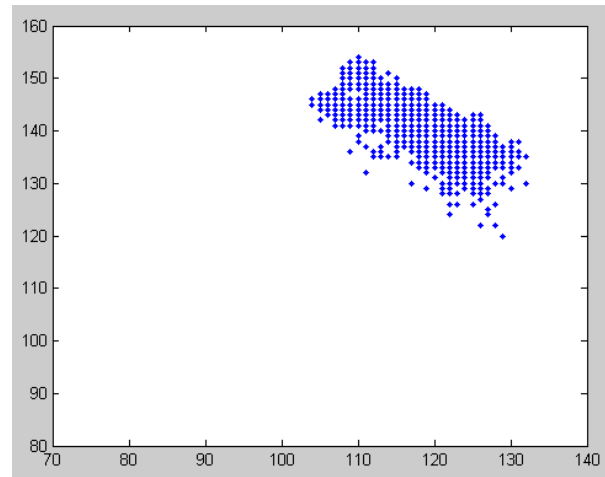


圖 3(d)亮度=200，白種人顏色分佈

3.3.3 直方圖機率統計

如圖 3(a)顯示，明顯可以看出三種人種在顏色分佈上會有重疊情況，因此在膚色偵測的主題上就不宜使用單一門檻值進行分類，為求能夠不分人種皆能有效偵測膚色，本篇採用直方圖統計

的方式來計算機率，其方式是利用 3.3.2 的資訊，將不同的亮度分群作像素統計並計算機率，設 Y 是亮度， Cb 為偵測 Cb 中第 i 的位置的像素點數量， S 是影像像素點總數， P 是計算出的機率，公式如下：

$$Y = x;$$

$$P = Cb_i / S; \quad (1)$$

其中 x 表示是影像像素點的亮度值

如 $Y=200$ 時， $i=100$ 有 122 個點存在 ($Cb_{100}=122$)， S 有 5000 個點，即

$$Y=200;$$

$$P=122/5000*100=2.44\%$$

以黑人為例，當 $Y=200$ 時， Cb 是 122 的機率為 2.44%，以此類推，如範例圖 4

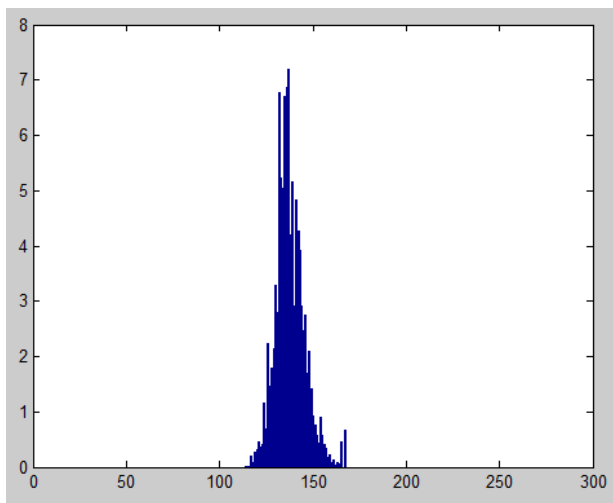


圖 4, $Y=50$ 時黑種人機率分佈

3.2 膚色點比對

本節要介紹如何比對機率的方法，利用 3.1 所建置出來的資訊進行比對並整合膚色模型，假設 My 為黃種人膚色機率模型， Mb 為黑人膚色機率模型， Mw 為白人膚色機率模型，假設 Y 是亮度， Cb_i 為偵測 Cb 中第 i 的位置的像素點數量， Cr_j 為偵測 Cr 中第 j 的位置的像素點數量， M 為計算出之機率， T 為門檻值，公式如下：

$$My_value = Y_Cb_i * Y_Cr_j$$

$$Mb_value = B_Cb_i * B_Cr_j$$

$$Mw_value = W_Cb_i * W_Cr_j$$

$$M = \text{Max}(My_value, Mb_value, Mw_value);$$

$$\text{If}(M \geq T), M = 1;$$

$$\text{If}(M < T), M = 0; \quad (2)$$

其中 Y, B, W 分別代表黃黑白三種人種的膚色機率模型

如 $Y=200, Cb=100, Cr=133, My=2.44\%, Mb=3\%, Mw=7.32, T=5$ 即當 $Y=200$ 時，計算出是 My 的機率為 2.44%， Mb 的機率為 3%， Mw 的機率為 7.32%，接著選取三種模型最大值做為資訊即為 $Mw=7.32\%$ ，接著利用門檻值去定義當有 $M \geq T$ 即代表是膚色， $M < T$ 時，為非膚色，也就是 $M=7.32 \geq 5$ ，所以就是亮度 200， $Cb=100, Cr=133$ ，這個像素點是膚色的像素，將影像每一個像素點都做過一遍之後形成最後的膚色模型矩陣，與手動去除影像非膚色的影像做比對，計算出準確率以及誤判率

4. 實驗結果

4.1 實驗資料

本系統在訓練資料庫方面使用黃種人 50 張、黑種人 50 張、白種人 50 張，共 150 張影像進行訓練建置各膚色機率模型，測試資料隨機擷取黃種人 40 張、黑種人 40 張、白種人 40 張，共 120 張影像進行測試

4.2 實驗環境

這些實驗都是在 Windows 7 作業系統下執行，前處理的手動切割非膚色區域則是以 PhotoImpact 12 進行切割，程式撰寫則以 MATLAB R2009b 撰寫而成；硬體環境為個人筆記型電腦，使用 Intel 雙核 Core i3-350M 2.4 GHz 的中央處理器 (CPU)，容量 4GB 記憶體。

4.3 實驗分析

以整合膚色機率模型達到膚色偵測的目地，我們的系統可以利用三種分開的膚色機率模型去進行機率比對，並且有效的整合出三種膚色模型的機率，可以達到找尋到膚色區域的目地。

我們分別以黃種人、黑種人、白種人各 40 張影像進行測試，其結果如表 1

表 1，實驗結果

人種	實驗數量	準確率	誤判率
黃	40	94.4%	8.23%
黑	40	96.27%	10.8%
白	40	92%	8.62%
總計	120	94%	8.56%

$$\text{準確率} = \frac{\text{偵測為膚色像素點個數}}{\text{比對影像膚色區域像素點個數}}$$

$$\text{誤判率} = \frac{\text{誤判為膚色像素點個數}}{\text{比對影像非膚色區域像素點個數}}$$

本篇利用黃種人、黑種人、白種人各 40 張影像進行測試，黃種人 40 張影像為膚色的像素點個數為 1906331 個像素點，正確判斷出為膚色的像素個數為 1800461 個，正確率為 94.4%，而非膚色區域像素點個數為 7514438 個像素點，在此非膚色區域系統誤判成是膚色的錯誤個數為 618837 個像素點，誤判率為 8.23%；黑種人 40 張影像為膚色的像素點個數為 907057 個像素點，正確判斷出為膚色的像素個數為 873289 個，正確率為 96.27%，而非膚色區域像素點個數為 881718 個像素點，在此非膚色區域系統誤判成是膚色的錯誤個數為 95388 個像素點，誤判率為 10.8%；白種人 40 張影像為膚色的像素點個數為 2587366 個像素點，正確判斷出為膚色的像素個數為 2378328 個，正確率為 92%，而非膚色區域像素點個數為 8964798 個像素點，在此非膚色區域系統誤判成是膚色的錯誤個數為 773084 個像素

點，誤判率為 8.62%；總計 120 張影像其準確率為 94%，誤判率為 8.56%；

依據本篇方法所做的實驗結果來說，本篇可以有效的利用多模態膚色機率模型去達到膚色偵測的目地，但是依據實驗結果顯示，當準確率提高誤判率也會相對提高，如何降低誤判率且維持準確率將是一大課題。

5. 結論

本篇論文中，我們以多模態的膚色模型去進行膚色偵測，希望能藉由以多種的膚色模型去進行影像的膚色偵測去達到不同人種皆可以偵測到膚色的目的，本系統主要是先將膚色資訊進行分類進而利用直方圖統計計算機率形成多個膚色模型，利用多模態的膚色模型進行機率比對以找到最佳的膚色偵測資訊。

參考文獻

- [1]Yang, J., Liu, C.J., and Zhang,L., “*Color space normalization Enhancing the discriminating power of color spaces for face recognition*” Pattern Recognition 43 (2010) 1454–1466.
- [2]Vezhnets, V., Sazonov ,V.,and Andreeva, A., “*A Survey on Pixel-Based Skin Color Detection Techniques*” Proc. of Graphicon conference,2003.
- [3]Skarbek, W., Koschan, A.,” *Color image segmentation*”, Institute for Technical Informatics, Technical University of Berlin, October, 1994.
- [4]Hsu, R., L., “*Face Detection in Color Images*”, Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions,2002
- [5]Li, T., “*A Face Detection System Based Skin Color and Neural Network*” International

Conference on Computer Science and Software Engineering ,2008

- [6]Zhang, Q., Kamata, S.,I., and Zhang, J.,“***Face Detection and Tracking in Color images Using Color Centroids Segmentation***”
Proceedings of the 2008 **IEEE** International Conference on Robotics and Biomimetics Bangkok, Thailand, February 21 - 26, 2009
- [7]Flitti,F., Bermak,A.,”***Face detection using classifiers cascade based on vector angle measure and multi-modal representation***”,
2007 IEEE Workshop on Signal Processing Systems.
- [8]Kim,K,S., Kim,G,Y., and Choi,H,I.,” ***Automatic face detection using feature tracker***”,
International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology 2008
- [9]Vezhnevets,V.,and Andreeva,A.,” ***A Comparative Assessment of Pixel-based Skin Detection Methods***”, GML Computer Vision Group, 2005
- [10]Lang,L,I., Gu,W.,W.,” ***A Robustness and real-time face detection algorithm in complex background***”, International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, Baoding, 12-15 July 2009
- [11]Lang,L.,Gu,W.,W.,”***The Face Detection Algorithm Combined Skin Color Segmentation and PCA***”, Information Engineering and Computer Science, 2009