

Fast and accurate localization of human faces

快速且精確的人臉定位

黃致堅

指導教授：陳慶瀚博士

2005/11/10

大綱

- 摘要
- 介紹
- ◆ 文獻回顧
- 方法論
- 皮膚區域的確認與歸類
- 初步濾波與合併皮膚區域
- 找出與證實眼睛和嘴的矩形
- 研究成果
- 結論

摘要

- 針對在實際生活上可信賴的人臉偵測提出一個簡單、快速且強健的方法。
- 提出一個新的技術用來區別不同的膚色，藉由皮膚的不同色度，在複雜且接近膚色的背景下準確的偵測臉部的範圍。
- 藉由穩定的臉部特徵組成的臉部樣版證明臉部存在此區域。
- 驗證此方法對於人臉偵測的有效性。

介紹

- 在無任何限制條件下，人臉偵測在照明差異、皮膚色調、臉的大小、定位和複雜的背景等仍然存在許多問題。
- 現行的人臉偵測方法包含經驗法則、樣板對照、外貌法則、特徵不變法則。而這些方法不是使用以學習為基礎的方法就是使用多種尺寸的分析，但缺點是使他們計算效能變差。

介紹

- 我們把膚色偵測的基礎利用在膚色群組的中心，這種方式能讓我們更適當的區別不同膚色的色度。
- 使用臉部特徵樣版核對區域是否為人臉，這樣比單獨依賴膚色分類的人臉辨識可得到更好的效果。
- 我們的演算法在複雜的背景下辨識接近正面垂直的人臉，特別強調能在接近膚色的背景下得到可信賴的辨識效果。

文獻回顧

Kotropoulos 和Pltas	利用人臉的水平與垂直輪廓在灰階影像上。	此技術容易受背景雜訊的影響。
Schneiderman 和Kanade	利用統計學上的長方圖表示目標及非目標外貌。	此演算法的計算複雜。
Sung 和Poggio	應用學習系統以不同的觀點去偵測人臉。	

文獻回顧

Rowley 及其他	利用類似神經網路確認人臉的存在與否。	
Sobottka 和Pitas	在HSV（色彩的座標系統）空間中提出一個膚色分割系統。	此技術不能由非臉部的膚色中分辨出臉部的膚色。
Chai 和Ngan	提出一個以色彩為基礎的人臉分割演算法。	此技術還不夠強健以區別人臉部顏色中非臉部的顏色。

方法論

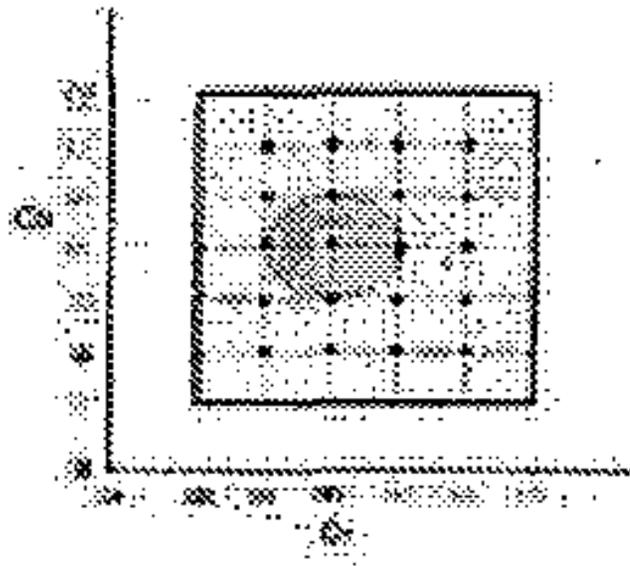
- 首先確定影像中所有相關的膚色，然後使用其他臉部特性去偵測，將臉部從背景與身體的其他部份中局部化。
- 我們利用人臉以下兩種特性產生候選者人臉：
 - 臉部顏色像素在色彩空間中形成同性質的小群組。
 - 人臉具有一定的外觀比例。
- 設計界限區塊環繞候選者的膚色範圍。

皮膚區域的確認與歸類

- 人從不同地方出現皮膚就會有不同的色度，這是由於光的強度變化所導致與色彩的成分無關。
- 觀察臉中非常細微的色彩變化及將個體膚色以雙變數的高斯分佈模型在彩色平面中表示。
- 這對於指出存在臉部與非臉部區域的顏色及存在或不存在的膚色是有幫助的。

皮膚區域的確認與歸類

- 我們使用 $YCbCr$ 的模型來偵測膚色區域以作為普遍可利用的數位影像。 Y 代表發光性或灰階成份， Cb 和 Cr 則為顏色成份。
- 在這些色彩模型上我們發現膚色可以概括限制在 Cb 與 Cr 的範圍中，下圖明確表示 $Cb[77,127]$ 和 $Cr[133,173]$ 。



皮膚區域的確認與歸類

- 使用下面簡單的準則，使演算法的計算不那麼繁雜：

$$M(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } D(Cr, Cb) \text{ spread} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

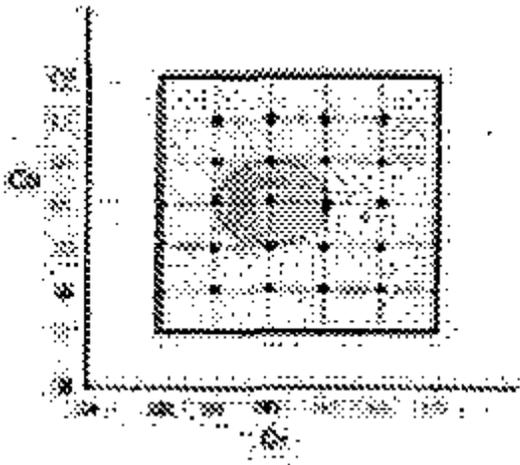
- $D(Cb, Cr)$ 是來自色彩中心的一個像素的距離， $M(x,y)$ 代表皮膚/非皮膚圖中的值所對應的像素，中心落在色彩群組的中心且半徑等於膚色的範圍。
- 實驗期間我們測試不同範圍的演算法，觀察半徑的準確性。我們提出一個8單位大小的範圍給Cb與Cr。

皮膚區域的確認與歸類

■ 偵測膚色部份的步驟方法：

- 1-考慮一個在格子點上的圓心其半徑等於其範圍。
- 2-透過影像標記位於圓內彩色部份的像素當作皮膚部份。
- 3-標記其餘的像素當作非皮膚部份。
- 4-八個鄰邊反覆分類相關的部份。
- 5-儲存有關相連成分範圍的資訊列表。

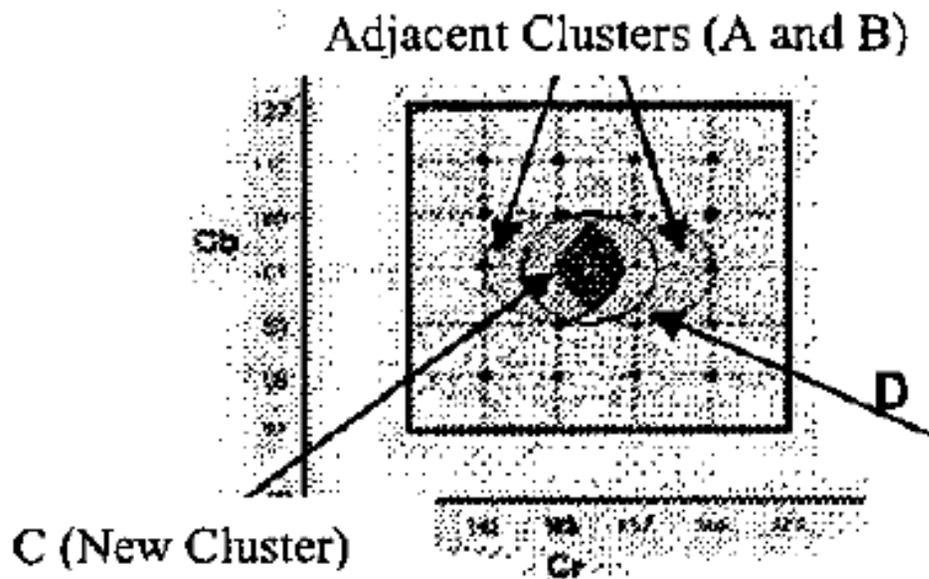
■ 這迴路結束時，我們得到所有相關膚色成分的列表。



■ 圖中每個點被標記在格子上

初步濾波與合併皮膚區域

- 接下來使用**最小尺寸的判斷準則**、**外觀比例**和**膚色像素的最低門檻比例**來辨識候選者的臉部區域。
- 檢查區域中任何重疊的部份，若重疊部份的相鄰群組中心相符合，則進行融合。把重疊部份的皮膚像素色度值平均給一個新的群組中心，下圖說明了**融合**的方法。



找出與證實眼睛和嘴的矩形

- 在外貌比例經過初始濾波後仍然留下的候選者，搜尋其有效的眼睛和嘴的矩形。
- 搜尋的方法建構在觀察眼睛與嘴有顯著的水平邊緣基礎上，使用Sobel濾波器偵測水平和垂直的邊緣，再從水平邊緣的圖像中減去其垂直的邊緣，獲得一張顯著的水平邊緣圖像。
- 下面兩幅圖像為水平邊緣顯著的圖像，而這邊緣圖像資訊是使用在確定**眼睛條狀區域**與**嘴的條狀區域**。



找出與證實眼睛和嘴的矩形

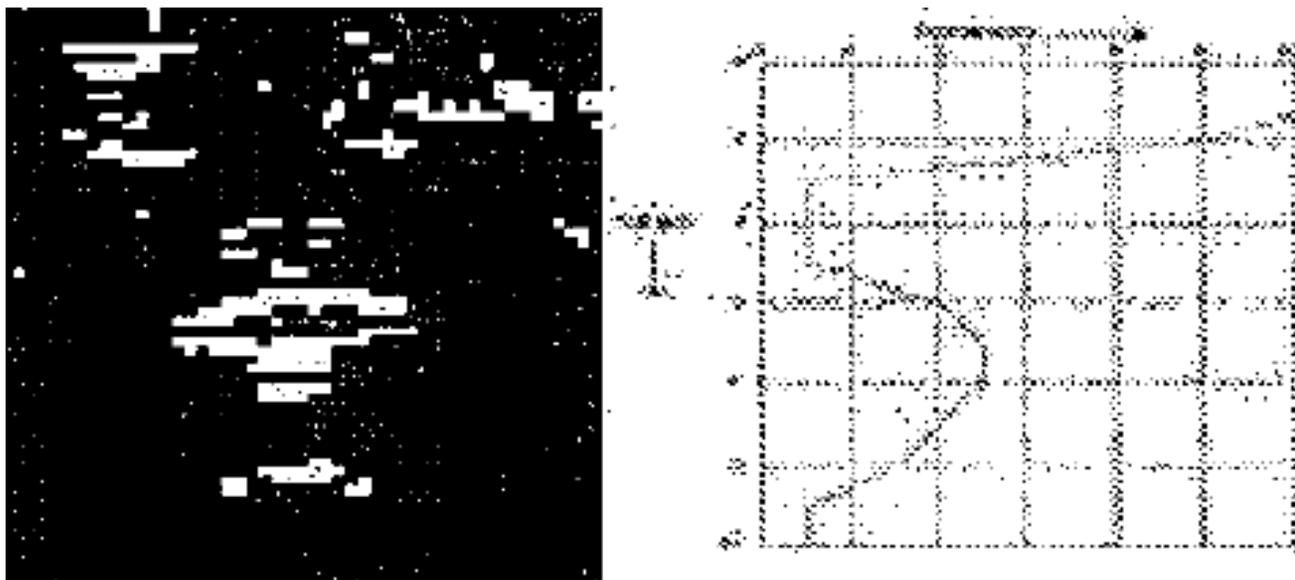
- 首先從眼睛條狀區域的寬度估計其高度，接著在人臉的上半面移動此條狀區域，由每個水平條狀區域內的平均邊緣位置產生一個水平的邊緣像素平均距離長方圖，計算由平均邊緣位置中邊緣像素的平均距離。

$$S = \sum_{i=StripBottom}^{i=StripTop} H(i)$$

$$M = S / Count (EdgePixels)$$

- $H(i)$ 代表由候選者的一個邊緣像素， S 為候選者左邊角落所有邊緣像素的距離總和， M 當作平均邊緣誤差。

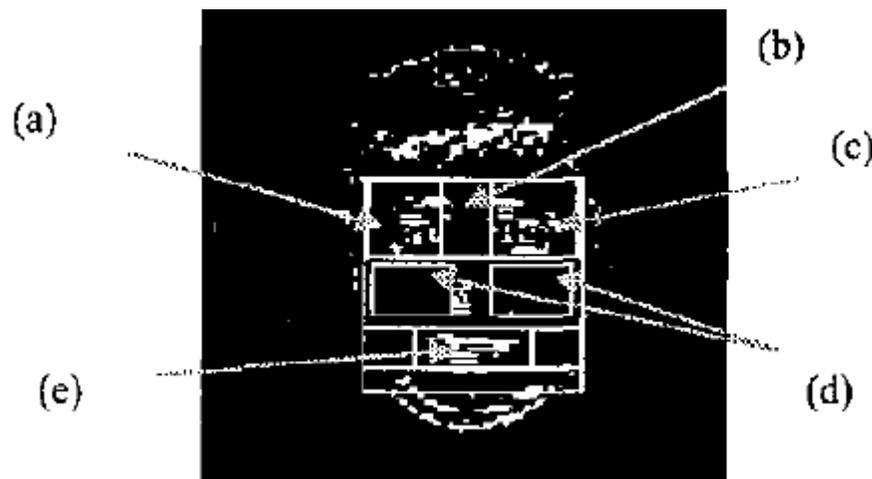
找出與證實眼睛和嘴的矩形



- 左邊的影像表示候選者的邊緣圖像，
- 右圖表示由條狀區域的平均邊緣位置所得邊緣的平均距離。

找出與證實眼睛和嘴的矩形

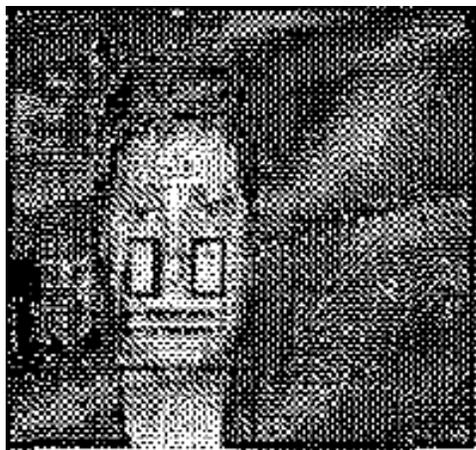
- 下圖中，眼睛的條狀區域此刻被分為三個部份(左右眼及中央脊部)顯示在樣版上。
- 若左右眼區域的平均邊緣像素密度超過最低門檻，則眼睛被成對偵測，同樣的若嘴巴視窗的中央區域其平均邊緣像素密度在最低門檻之上則偵測嘴巴。



- 區域(a、b和c)分別表示眼睛條狀區域的左邊、中央和右邊部份，區域(d)相當於判斷臉頰的部份，而區域(e)是中央嘴巴的部份。

找出與證實眼睛和嘴的矩形

- 候選者所有眼睛-嘴巴的矩形之中，在眼睛條狀區域的左右區域中佔非皮膚像素的最大比例的被認為是最好的眼睛-嘴巴矩形，這些區域由於眼睛的存在而具有高比例的非皮膚像素。
- 所有濾波及確認之後，不正確的正面可能依然存在某些極端複雜背景影像中。排除這些不正確的正面，我們對於臉頰區域水平邊緣的低色飽和度實行驗證，主要為估測臉頰左右兩邊的水平邊緣強度，為層級較低的檢查方式。



(a)



(b)

(a)原始圖像

(b)閾值顯著的水平邊緣
圖像

研究成果

- 為了確認演算法是否強健，我們採用Family 及Caltech資料庫中的影像作為我們演算法的初始測試，資料庫中除了傾斜的人臉及因照明情形使得正面特徵不夠清晰的影像之外，都在Table 1中分別顯示演算法在測試集中的執行成果。

Name	No. of Faces	Detected Faces	No. of False Positives	Detection Rate
Family Database	107	98	4	91.58%
Caltech Database	200	187	7	93.5%

研究成果

- 我們將Family資料庫影像中人臉偵測結果的一些例子顯示在下圖，結果顯示我們的演算法能在確實的偵測多樣的人臉甚至包含些微傾斜的影像(d)，同時也能偵測有戴眼鏡的人臉(f)。



(a) car phone



(b) grandma



(b) Miss America



(d) Group of people from Family Database [8]



(e) Image from Family Database [8]



(f) Image from Family Database [8]

研究成果

- 在下圖中顯示我們將演算法使用在Caltech資料庫影像的結果。



結論

- 本論文所提出的方法即使在接近膚色的背景中仍能有效的偵測人臉，此技術首先先找出膚色區域，並使用臉部樣版和一些額外的測試來證實它為人臉，這種方式增強了此方法論的可靠性及正確性。
- 先前大部分的方法都是應用影像的多層解析。而此方法不需憑藉多層解析，只要依賴人臉不變的特性像是膚色和使用一個大小的判斷技術。以此方式可得到比先前使用的多層解析有更好的計算效率。

THE END

