

Face Detection

without

Machine Learning

---

資工三 B05902050 黃子源

資工三 B05902134 楊仁傑

June 6, 2019

## 1. Motivation

在機器學習突飛猛進的時代，已經有許多人靠著深度學習或SVM時作出人臉識別模型。Python 甚至已經有開源的人臉識別套件。我們希望能回歸本質，利用課堂上教的形狀和形態分析來實作出不輸機器學習的人臉識別模型。我們想嘗試的做法並不是像機器學習一樣直接用訓練出來的模型做判斷，而是運用 rejection based classification，憑藉不只一種但較沒那麼強大的方法實作出來，在步驟中一步一步排除不是人臉的區域直到確切找出人臉位置為止。

## 2. Problem Definition

對於任意一張彩色圖片，我們的模型能夠找出圖片中所有人臉並把每張人臉以方形匡出，輸出如下：



Figure 1. Original



Figure 2. Output

圖中用紅色的方匡標示出判斷是臉的地方。此圖是運用 Python 內建的人臉識別套件作出，可以看出該套件仍有判斷錯誤或沒抓到的地方，我們期望最後結果能夠抓出所有人臉。

### 3. Algorithm

實作的流程如下：

#### Step1. Skin Color Segmentation

在讀入我們要偵測人臉的圖片後我們會把它轉成HSV模式再做了一些嘗試後，人類膚色大多會介於：

$$0 < h < 20$$

$$28 < s < 256$$

$$50 < v < 256$$

我們將介於這些區間的像素保留，其餘刪除，結果如下圖四所示。



Figure 3. Original



Figure 4. Skin Color Segmentation

#### Step2. Noise Removal and Morphological Processing

這兩個步驟是一起做的，因為在消去雜訊之後，我們才可以用 morphological processing 達到目標，不然雜訊會在之後的步驟被放大。我們使用python opencv內建的函式來去除雜訊。

除去雜訊之後我們將圖片轉為灰階，並且設了一個值將亮度太低的地方直接歸類為黑色。接下來，先用比較小的3\*3 mask執行一次opening，接著再做一次hole filling，再用第二個比較大5\*5 mask重複上述步驟。先用小的陣列做再使用大的陣列是為了可以處理較細微的部分，再對較大範圍做處理。最後結果如圖五所示。



**Figure 5.** Noise Removal and Morphological processing

### **Step 3. Shape Analysis**

在做完除去雜訊的步驟後要挑出人臉區塊並刪掉非人臉部位。首先我們先把connected component標在一起，並算出該區塊的長寬。如果該區塊的長或寬小於20像素，代表該區塊過小，視為雜訊刪除；如果該區塊長寬比率小於 0.3，代表該區塊形狀過於狹長，視為肢體刪除。最後結果如圖六所示。



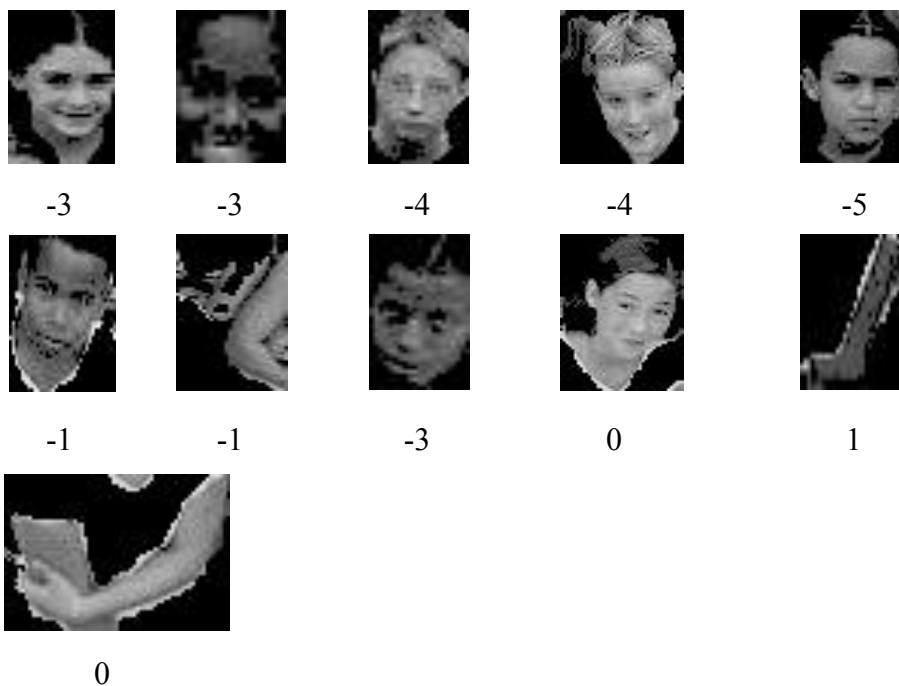
**Figure 6.** Basic Shape Analysis

#### Step 4. Euler Number Analysis

在經過上面的步驟後可以看出還剩一些大塊肢體沒被刪除。因此我們算出每一個connected component的euler number，每塊connected component的euler number算法為：

##### 1 – Holes in the connected component

因此若是人臉的話會因為五官而有一些洞，該區塊的euler number也會因此較低。下方為各connected component的euler number示意圖。



可以看出大部分人臉的euler number  $< 0$

因此我們取euler number threshold = 0來作為判斷人臉的標準。最後結果如圖七所示。

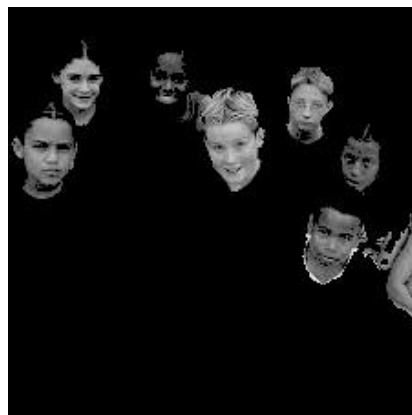


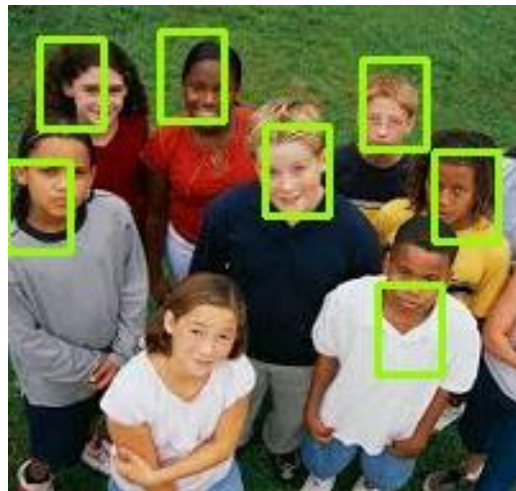
Figure 7. Euler Number Analysis

### Step 5. Template Matching

在經過上述的幾個方法後，已經消去許多不會是臉的地方，但留下的地方還是需要再做進一步的判斷。這個步驟主要的做法是將上一個步驟得到的結果和我們找的臉型模板比對，找出圖片上和臉型模板最符合的地方後，在一開始的原圖將臉的位置標出來。

這裡我們用了一個較模糊的模板，並不屬於General Face Template，才不會只篩選出特定臉型的人臉。我們在這個步驟也設了一個值，當作判斷多個臉的標準。然而使用的是較模糊的臉作為模板，因此仍會有誤判的情形發生。

在判斷到一個是臉部的點之後，我們也會將其附近值改成0，避免因為使用較模糊的臉型模板而重複判斷到同一張臉的情況。最後結果如圖八所示，這也是我們的最終output。



**Figure 8.** Template Matching

4. Experimental Results

Training image	Total faces	Detected	False Positive	Repeat Hit	Python Detected
1	8	7	0	0	0
2	9	7	1	0	9
3	6	6	2	0	0

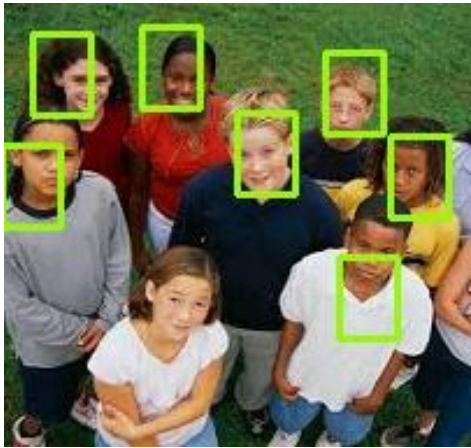


Figure 9. Training Image 1



Figure 10. Training Image 2





**Figure 11.** Training Image 3

## 5. Conclusion

在上面23張人臉中，我們一共正確抓出16張人臉，準確率約為69%，比起python套件的39%準確率算是優秀不少。但仍細節參數的調整仍然有改進空間，像是我們使用的方法在最後一步需要產生一個臉型模板，然而我們沒辦法每次都精確判斷照片中每張臉的大小，所以在模板選取的部分只能多次嘗試後選一個較能符合多數情況的值。而在判斷的過程中會需要消去臉部附近的像素值來避免一張臉被重複判斷，這個步驟也可能因為臉太靠近且大小不同而造成臉被往下切的情況。

除了判斷的精準度之外，我們的做法在效率上也有待改進。Shape analysis，Euler number calculating等步驟用到過多遞迴，所以總時間消耗也會比較多。除此之外，對於灰階圖像，因為少了skin color segmentation，我們的人臉識別表現也差強人意。

整體來說，雖然準確率已經比許多機器學習還好，但如果能有更多時間微調參數與實作方法應該能有更好的表現。



## 6. Reference

- [1] C. Garcia and G. Tziritas, "*Face detection using quantized skin color region merging and wavelet packet analysis*," IEEE Transactions on Multimedia Vol.1, No. 3, pp. 264--277, September 1999.
- [2] M. Elad, Y. Hel-Or, and R. Keshet, "*Pattern Detection Using a Maximal Rejection Classifier*," Pattern Recognition Letters, Vol. 23, Issue 12, pp. 1459-1471, October 2002
- [3] M. Elad, Y. Hel-Or, and R. Keshet, "*Pattern Detection Using a Maximal Rejection Classifier*," Pattern Recognition Letters, Vol. 23, Issue 12, pp. 1459-1471, October 2002