

自動化人臉表情辨識之研究

鍾澍強

美和科技大學

資訊科技系

助理教授

csc4824@gmail.com

余信德

美和科技大學

資訊科技系

學士生

d40314111@go.meiho.edu.tw

閻嘉玲

美和科技大學

資訊科技系

學士生

j7329875@gmail.com

鄧吉廷

美和科技大學

資訊科技系

學士生

c2980512@yahoo.com.tw

摘要

本文是基於改良的主動外形模型(Active Shape Model, ASM)的人臉表情辨識之研究[1,2], 其中研究分為三部份, 其一為自動化偵測人臉, 採用哈爾特徵(Haar-like Features)的人臉偵測方法; 其二為自動化標記特徵點, 採用邊緣檢測方法與自創的十字旋轉搜尋法(Cross-rotation Search Approach); 其三為人臉表情辨識, 擷取人臉兩眉間的物件, 再採用索貝爾(Sobel)邊緣檢測技術用以偵測物件的邊緣來判別人臉的表情。實驗結果顯示, 其及時人臉表情辨識效果良好。

關鍵字: 主動外形模型、十字旋轉搜尋法、Sobel 邊緣檢測技術、表情辨識

Abstract

This paper is based on the modified Active Shape Model (ASM) of the face recognition and expression of the study [1,2], which is divided into three parts, the first is the automatic detection of human face, using the Haar-like Features of the face detection method; the second is the automatic mark feature points, using the edge detection method and Cross-rotation Search Approach (Cross-rotation Search Approach); the third for facial expression recognition, we capture the object of between the two eyebrows, then the Sobel's edge detection technique is used to detect the edges of object to determine facial expressions. Experimental results show that the real-time facial expression recognition effect is very good.

Keywords: Active Shape Model, Cross-rotation Search Approach, Sobel Edge Detection Technique, Facial Expression Recognition

1.前言

臉部表情在一般情況下能代表一個人的情緒反應, 不論是高興、悲傷、恐懼、憤怒、噁心和受驚嚇等, 都可透過臉部表情的變化來傳達。而且人類的情緒以廣義區分可分為兩

種, 分別是正面的情緒(例如, 喜和樂)和負面的情緒(例如, 怒、哀和身體不舒服)。而在人臉上皺眉是一種比較明顯的區分兩者的表情。因此利用這項研究人臉表情辨識系統, 可以提供負面狀態的線索, 有助於能更快的處理負面的狀態。

2.文獻探討

2.1 主動輪廓模型(Active Contour Model, ACM)

上世紀八十年代後期, 由 Kass 等學者突破傳統的分層視覺模型, 提出主動輪廓模型(ACM), 也同時稱為 Snake 它是一種主要用於邊界檢測與圖像分割的方法, 可用來在追蹤時間和空間維度的動態對象, 是一種能主動調整其形狀和位置的參數曲線。

通過參數曲線使能量函數達到最小質量, 如方程式(1)。

$$E_{snake}^* = \int_0^1 E_{snake}(v(s))ds = \int_0^1 E_{internal}(v(s)) + E_{image}(v(s)) + E_{con}(v(s))ds \quad (1)$$

其中 E_{snake} 為內部能量是來自於一股阻止 snake 往外擴張的力。 $E_{internal}$ 由彈性能量與彎曲能量組成。 E_{image} 影像能量為來源影像本身所提供之影像梯度強度, 意即只要影像上有任何輪廓曲線出現, 就會影響到影像能量。 E_{con} 束縛能量為外部的束縛力。

2.2 主動外型模型 (Active Shape Model, ASM)

於 1995 年由 Tim Cootes 和 Chris 泰勒等學者, 開發出主動外型模型(ASM), 是一種二維灰度模型, 將識別過程分為人臉表情特徵提取和分類兩個部分, ASM 是從訓練數據進行統計分析, 需要手動建立人臉模型, 然後利用樣本模型對影像中的目標物體進行比對運算, 並透過點分佈模型 (Point Distribution Model, PDM)

從視頻人臉中提取人臉表情幾何特徵，接著將得到的模型進行旋轉、縮放與平移如方程式(2)。

$$X = T_{x_t, y_t, s, \theta}(\bar{X} + Pb) \quad (2)$$

其中 T 為旋轉、縮放與平移矩陣而模型中的參數為 x_t 和 y_t 兩個之間的向量平移值、 s 縮放因子、 θ 旋轉角度、 $\bar{X}$ 平均形狀。由於其演算過程相當繁雜，並且需要手動標示特徵點，以建立人臉資料庫，導致提高人力與時間成本，較為不符合即時(Real-Time)系統。

2.3 主動外觀模型 (Active Appearance Model, AAM)

1998 年，Cootes 等學者在 ASM 算法的基礎，首次提出主動外觀模型(AAM)的概念，主要分為建模和比對計算兩部份，而與 ASM 的不同之處是它不僅利用形狀作為資訊，並且也針對臉部紋理也進行統計分析，並試圖找出形狀與紋理之間的關聯性，大幅提升比對的準確度，卻也同時提高了演算的複雜度，導致運算時間拉長，較不適合採取即時(Real-Time)系統。

2.4 表情分類

在人臉辨識目前的研究，從根本上六種基本情感的考慮，如高興、悲傷、恐懼、憤怒、噁心和受驚嚇等[3]。另外引入了新的情感因素被稱為面部表情因素(Facial Expression Factors, FEFs)。在研究中，FEF 因素相關的皺眉和笑臉是能夠檢測到的。

一般情況下，人臉皺眉的表情可以顯露出一些可能的精神狀態；例如，困惑，受刺激或疾病。困惑導致人可能被一些事件混淆，也可能並不了解情況。在另一方面刺激意味著人是生氣或可能有一些疾病，如頭痛，胃病等。因此，這樣的皺眉案例可以提供一種可以被認為是不好的狀態的有用線索。

3. 研究方法

3.1 自動偵測與擷取

本文是採用哈爾特徵 (Haar-like features) 來進行人臉特徵偵測的方法，並利用 AdaBoost algorithm 訓練，如圖 1，建立出特定的矩形人臉特徵資料庫。利用人臉區塊與區塊之間的亮度差異，如圖 2，來找出 Web-cam 中人臉的位置。同時將「兩眼中心定位特徵點」放置偵測矩形方框中 (127, 127) 中心位置，便於系統定位與確認人臉位置。

3.2 自動標點

首先，本文將訓練集內的所有人臉特徵點正規化、收斂與對齊，其值作為本文的特徵基準點，接著系統將進行「邊緣檢測」與「十旋轉搜尋法」。

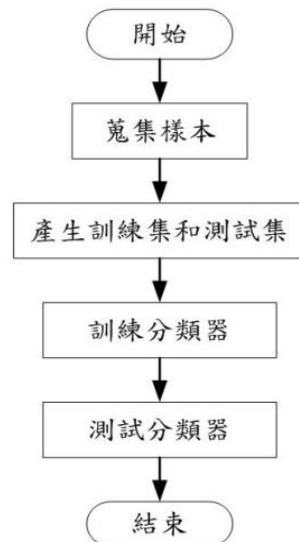


圖 1 AdaBoost algorithm 訓練流程

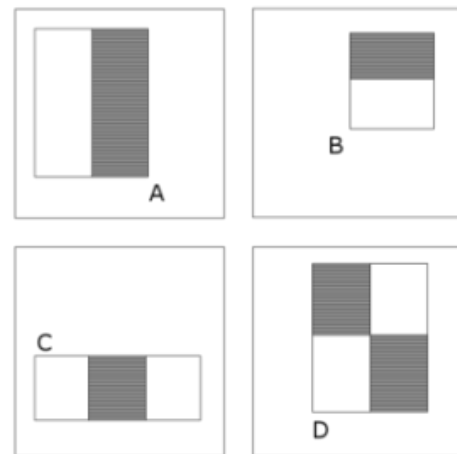


圖 2 矩形特徵

3.2.1 邊緣檢測- Sobel Edge Detector

藉由邊緣檢測的方法，使系統便於搜尋人臉特徵點，其中索貝爾(Sobel edge detector)是一種使用一階導數偵測邊緣的方法之一。由於一階導數是以向量方式呈現，因此具有方向性，影像像素經過運算元運算後，在閾值內，梯度相近且方向向量相近者即判斷為邊緣像素，可分為兩組不同方向的 3x3 的矩陣組成，分別為橫向及縱向，並將圖像作平面卷積，即可分別得出橫向及縱向的亮度差近似值，一般 G_x 及 G_y 分別代表經橫向及縱向邊緣檢測，如圖 3。

由於一般只有兩組不同方向的模板，若是應用於較為複雜的影像，其檢測的邊緣效果就不是很理想了。為了彌補此類不足，我們從 8 種不同方向向量模板中[4]進行實驗經測試後，採用 0° 邊緣方向和 180° 邊緣方向 Sobel 算子，其閾值(Threshold)為 50，以解決較為複雜紋理的人臉邊緣檢測，其 8 種不同方向向量之算子模板，如圖 4 所示。

-1	-2	-1	-1	0	1
0	0	0	-2	0	2
1	2	1	-1	0	1

Gx Gy

圖 3 索貝爾 3×3 模板

-1	-2	-1	-2	-1	0	-1	0	1	0	1	2
0	0	0	-1	0	1	-2	0	2	-1	0	1
1	2	1	0	1	2	-1	0	1	-2	-1	0
0° 邊緣方向			45° 邊緣方向			90° 邊緣方向			135° 邊緣方向		
1	2	1	2	1	0	1	0	-1	0	-1	-2
0	0	0	1	0	-1	2	0	-2	1	0	-1
-1	-2	-1	0	-1	-2	1	0	-1	2	1	0
180° 邊緣方向			225° 邊緣方向			270° 邊緣方向			315° 邊緣方向		

圖 4 索貝爾 8 種不同方向之算子模板

3.2.2 標示特徵點-十字旋轉搜尋法

本文使用的「十字旋轉搜尋法」，主要是依下列三步驟依序搜尋，若在目標 $m \times n$ 十字中心區塊中搜尋到特徵點，則將標示之。反之，則在目標 $M \times N$ 上、左、右與下區塊中搜尋，若搜尋到特徵點，則將標示之，反之，則在目標 $M \times N$ 左上、右上、左下與右下區塊中搜尋，若搜尋到特徵點，則將標示之，否則標示原訓練集中被正規化之特徵點，依此類推，直至全部特徵點標示完畢為止。如此，即能迅速完成自動標點，如圖 5。

3.3 自動表情辨識

3.3.1 擷取皺眉區

使用前述自動標點(3.2)中的第 2 特徵點和第 3 特徵點，座標分別是 (x_2, y_2) 和 (x_3, y_3) 作為基準點，擷取矩形的人臉皺眉區域作為欲辨識影像[5]，如圖 6(a)與圖 6(b)。

3.3.2 邊緣檢測

使用索貝爾(Sobel)邊緣檢測，檢測欲辨識影像

內物件的邊緣，如圖 6(c)。

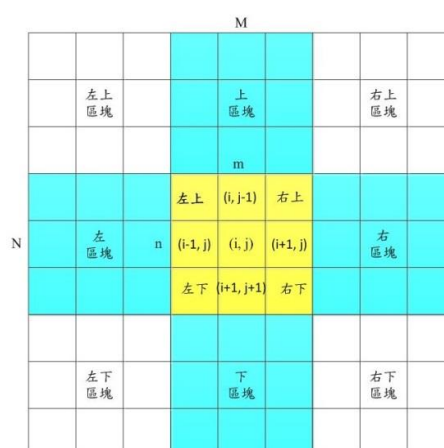


圖 5 十字旋轉搜尋法示意圖



圖 6(a) 擷取矩形的人臉皺眉區域圖

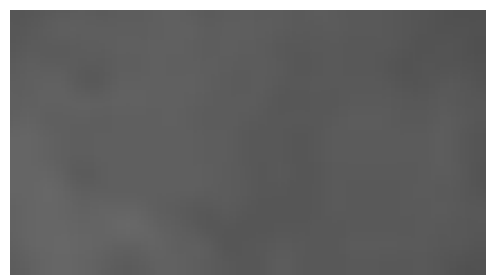


圖 6(b) 欲辨識影像



圖 6(c) 經過 Sobel 處理後的欲辨識影像

3.3.3 檢測表情

索貝爾(Sobel)邊緣檢測完成後，採用 $P \times Q$

的矩形遮罩並檢測測驗者是否皺眉，有皺眉則代表負面的情緒(心情不好)；沒有皺眉則代表好的情緒(心情好)。

3.4 表情辨識系統流程圖

結合以上所述，我們的全自動化人臉表情辨識系統，可以透過任何監視攝影機自動偵測並擷取人臉，同時產生兩眼中心定位點，接著系統將進行自動標記特徵點，共 16 點。使用第 2 和第 3 特徵點為基準點，擷取欲辨識影像，將欲辨識影像進行索貝爾(Sobel)邊緣檢測，判斷人臉是否皺眉，以判別人臉的表情，如圖 7。

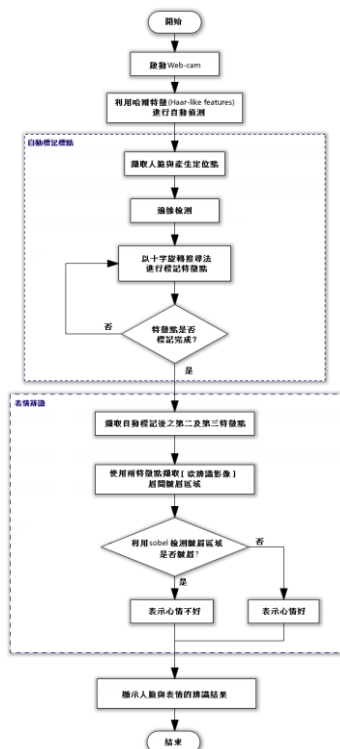


圖 7 表情辨識之流程圖

4. 實驗結果

4.1 自動偵測與擷取

本文實驗採用個人電腦 Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q8400 @ 2.66 GHz, 2GB 的 RAM，程式編譯器為 Borland C++ Builder 6，作業系統為 Microsoft Windows 7 專業版。

4.2 自動偵測結果

運用 C++ Builder 視窗程式建立偵測介面，藉由 Open CV (Open Source Computer Vision Library)[6]的分類器來進行偵測並擷取需要的人臉資訊，可以透過監視攝影機或 Webcam 偵測人臉並自動擷取人臉，為方便研究本文採用 Web-cam 來進行實驗，程式執行

後，點選偵測，畫面會有偵測方框，最外圍黑色細框是人臉不可超過的範圍，否則系統不會進行偵測與擷取，中間的白色粗框是偵測完畢後所擷取的範圍，而最小的黑色粗框是人臉必須比它小才能進行擷取，擷取後自動產生定位點並自動存檔至專案夾，如圖 8 與圖 9。

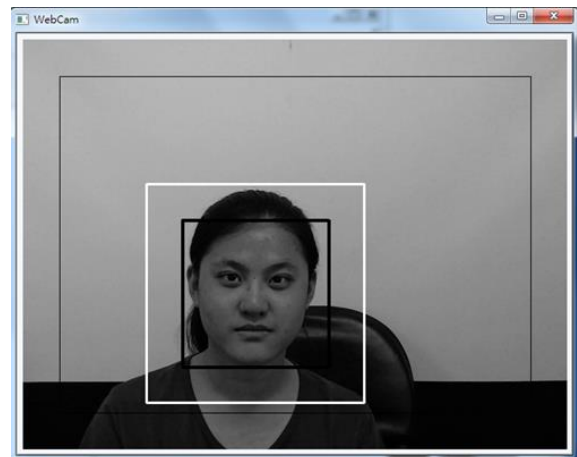


圖 8 自動人臉偵測

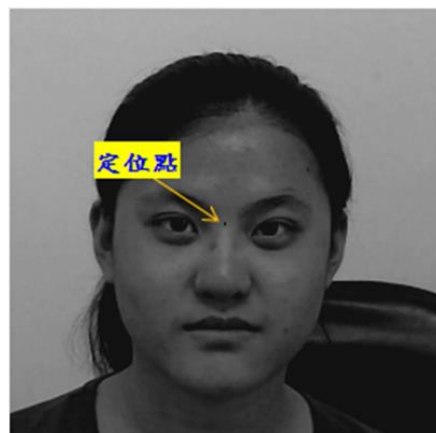


圖 9 自動人臉擷取

4.3 自動標點結果

透過上述的「人臉邊緣檢測」與「十字旋轉搜尋法」，使本系統準確尋找出人臉的特徵點位置並標記，同時顯示其標記時間，如圖 10。

4.4 自動表情辨識結果

將各標點以不同色階標示，並以色階為標點順序與位置(如圖 11)，以利減少特徵點比對運算時間，便可提升運算速度。

本文將欲辨識樣本進行辨識，辨識結果，如圖 12(a)與圖 12(b)。

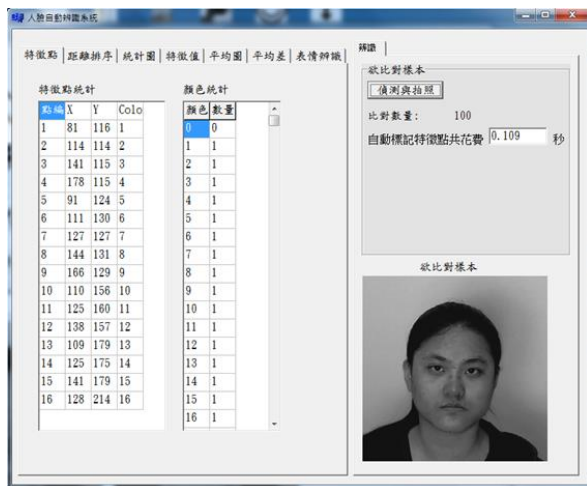


圖 10 自動標記特徵點



圖 12(b) 自動表情辨識二



圖 11 特徵點順序示意圖

4.5 實驗分析與討論

本文中經過上述實驗，總共有 10 位接受本實驗者(欲比對樣本)，每位以 100 張表情(包括 50 張無皺眉和 50 張皺眉表情)，作為此實驗樣本，共 1000 張樣本，經實驗測試心情好共辨識成功 352 張，心情不好共辨識成功 451 張，共 803 張辨識成功，其辨識率約為 80%，如圖 13。

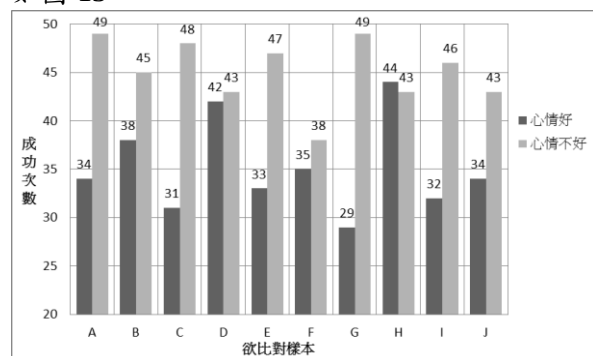


圖 13 人臉表情實驗統計圖

5. 結論與未來展望

我們所提出之全自動化人臉表情辨識系統，主要分為三大部分。經實驗測試辨識率約為 80%，自動標記特徵點效能平均僅需 0.015 秒。

未來將應用於 app 及網際網路於日常生活中，並應用於醫療方面，藉由攝影機，定時擷取住院者表情影像，辨識情緒，若有不適則將住院者資訊通過網際網路自動傳送至看護和醫師的電腦和智慧型手機上，如此便可解決醫護人員不足之困擾，也可以將這套系統應用於商場上來判斷消費者此刻心情會想購買哪方面的商品等。



12(a) 自動表情辨識一

參考文獻

- [1] Cootes T, Taylor C, Cooper D and Graham J. "Active shape Models – Their Training and Application." *Computer Vision and Image Understanding*, January, 61(1), 38-59. 1995.
- [2] Ghassan Hamarneh, "Active Shape Model, Modeling Shape Variations and Gray Level Information and an Application to Image Search and Classification." *The Imaging and Image Analysis Group Department Of Signals and Systems Chalmers University of Technology Gothenburg, Sweden. Technical Report R005/1998 (S2-IAG-98-1)*, September 1998.
- [3] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955.
- [4] 高世平、吳黎明、羅信、陳智翔(2013)。亞像素邊緣檢測在小模數齒輪參數檢測中的應用。電子產品世界期刊。
- [5] Shu-Chiang Chung, Shovan Barma, Ta-Wen Kuan, and Ting-Wei Lin, "Frowning Expression Detection Based on Sobel Filter for Negative Emotion Recognition." *2014 IEEE International Conference on Paper Presented Orange Technologies (ICOT)*, 2014, 20-23 Sept:173-176.
- [6] 布拉德斯基和克勒，著(2008)；于仕琪和劉瑞禎，譯(2009.10)。學習OpenCV(中文版)。Bradsk, G. and Kaehler, A. "*Learning OpenCV*",2008