

美和科技大學

100 年度教師產學合作計畫 結案報告書

計畫名稱：數位影像處理技術運用於智慧型監視系統之分析

計畫編號：100-FI-DHIIT-IAC-R-003

計畫期間：100.01.01-100.12.31

計畫主持人：鍾澍強

共同主持人：呂全斌

研究助理：陳信仁、鍾博軒

經費總額：伍萬元

經費來源：節能光源科技股份有限公司

數位影像處理技術運用於智慧型監視系統之分析

摘要

近年來，監控攝影機廣泛裝設於城市街角、道路、大樓及重要公共設施中，成為嚇阻犯罪的重要利器之一。視訊監控對犯罪案件的事前防範及事後破案可說提供了極大助益，但為了減少監控人力並進一步降低人為誤判的狀況，使得智慧型視訊監控軟體逐漸興起。

由於數位影像處理所獲得之資訊，大部分是以灰階像素或色彩空間為主，因此，當物體顏色與背景顏色相似或將色彩轉成灰階時，往往很難判定物體的移動，此時需考量追蹤的方法，但是會增加計算量及成本，且必須參考以前的資料(增加儲存空間)。另外，動量偵測與物件偵測是智慧型監視系統必備條件之一，乃是智慧型監視系統的核心智慧，因為唯有獲得物件，才能紀錄、分析、判斷與決策對該物件處理的方式。本產學計畫主要是以改良及簡化主動外形模型(ASM, Active Shape Model)之方法，即改進標點方式及正規化之流程，以減少圖像比對時的複雜度，提升運算之效率。當資料庫過於龐大時，將可縮減運算之時效及機器之負荷，達成快速及時的效果。並以智慧型監視系統偵測出人的物件時，能及時辨識人臉為例。

關鍵字：智慧型監視系統、數位影像處理、灰階或色彩空間、物件偵測、主動外形模型(ASM)、人臉辨識

一、緣由與目的

近年來，人臉辨識（Face Recognition）的研究，已普遍受到重視。目前廣泛應用在門禁系統、資訊安全和警方比對犯罪者的身份等。人臉辨識是人類視覺之特別能力，當我們在探討這類技術時，發現了以下的問題：

（一）標點（Landmark）選取的問題

在建立模型時，若能精確地描繪出整個人臉，比對時就愈精確，可是也需要極大的運算量。因此，建立出簡單，又能確切代表人臉特徵的模型，才能做到準確（Accurate）、及時（Real-Time）的比對。

（二）建立模型（Model）的問題

在許多應用上，相同的物體，其外形會因為不同的角度而改變，或是隨著時間而變形，因此就不適合使用刻板的模型而需要一個有塑性（Flexible），可變形（Deformable）的模型，可隨著物件的形變而調整出適合的外形。

基於以上所描述的問題，因此本計劃提出主要是以改良及簡化主動外形模型（ASM, Active Shape Model）之方法，以改進標點方式及正規化之流程，以減少圖像比對時的運算量，提升運算之效率，當資料庫過於龐大時，將可縮減運算之時效及機器之負荷，達成人臉辨識之效果。

二、計畫之進行

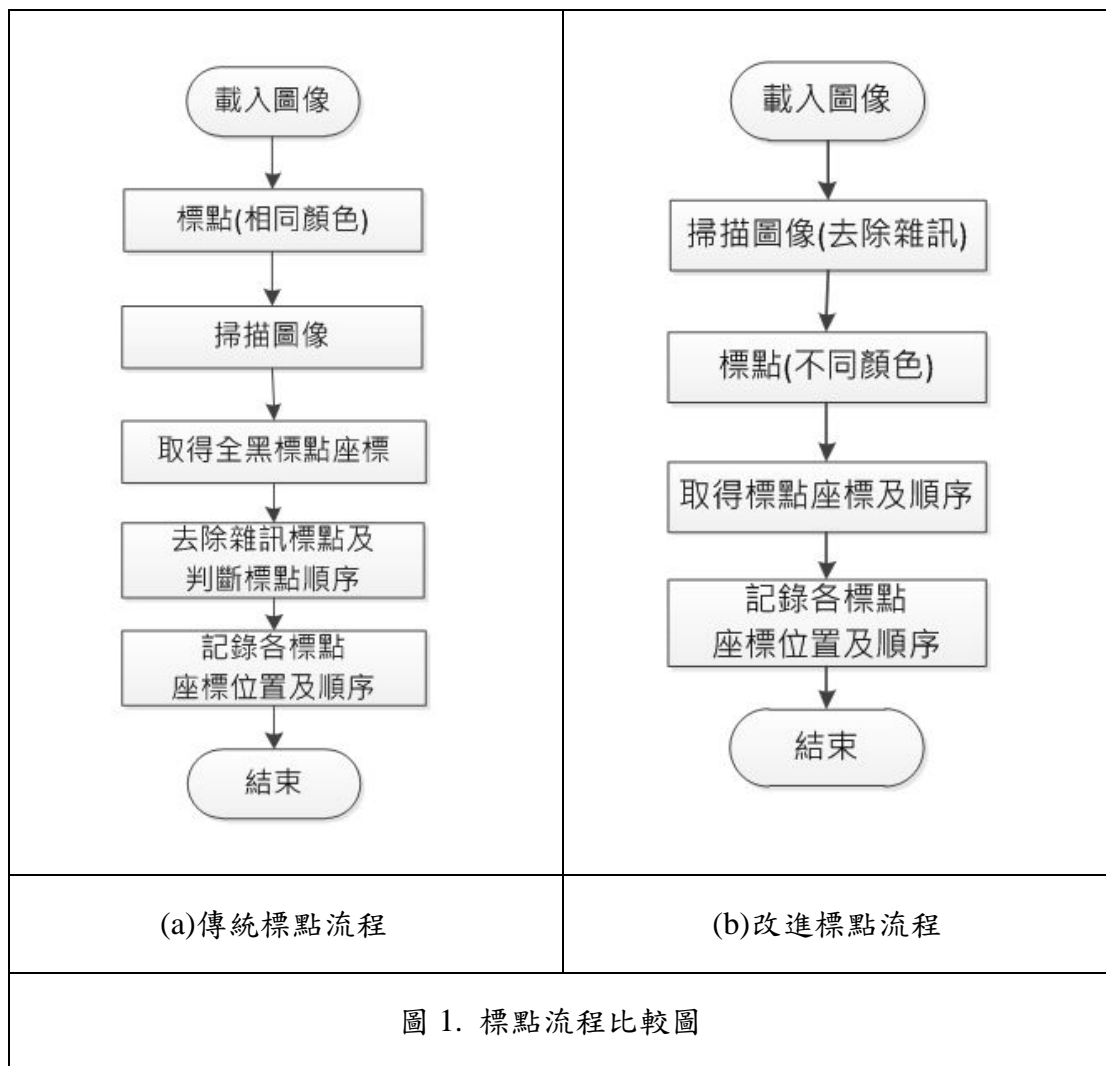
主動外形模型 (ASM, Active Shape Model) 在許多應用上，在相同的物體，其外形會因為不同的角度而改變，或是隨著時間而變形，因此就不適合使用刻板的模型而需要一個有塑性 (Flexible)，可變形 (Deformable) 的模型，可隨著物件的形變而調整出適合的外形。

基於以上所描述的問題，因此本計畫提出主要是以改良及簡化主動外形模型 (ASM, Active Shape Model) 之方法，以改進標點方式及正規化之流程，以減少圖像比對時的運算量，因此，先針對主動外形模型之標點(Landmark)選取和標點對齊(Alignment)加以分析及改良。

(一) 標點選取

一般在灰階 256 色圖的人臉圖像中，都是以相同顏色作為人臉的特徵點顏色(例:全黑)，在處理上必需去除非必要黑點及經過繁雜的演算才能判斷出各點的順序及相關性，如果當標點數量越大時，演算的複雜度也相對的提升，進而拖延效率。

在本計畫所採用的方法是將各標點以不同的顏色值作為標記點，並以顏色代表標點順序及位置，如此，則不須透過繁雜的演算即可完成標點判斷的步驟。其流程比較如圖 1。



1. 標點改進方式

在一張灰階 256 色的圖像裡，其所包含的顏色資訊從 0 至 255 共 256 色，該如何從 256 種顏色裡，區別出標點顏色及順序，其方式為本文探討之內容。

(1) 規劃標點數量及顏色

假設我們以 16 個點為人臉特徵點的資訊量(顏色即代表順序)，首先我們就必須先定義出所需使用之顏色，在定義上我們以第一點為顏色 1、第 2 點為顏色 3，以此類推。其顏色公式為 $2n+1, n = 0, 1, 2, 3, \dots$ 。

當使用的標點數量過大時，將使整張圖幾乎變成同一顏色，若以每個標點顏色間隔設為 1，則對整張圖的改變幾乎沒影響。

以 0 至 255 的顏色中取其單數顏色，如 1、3、5、7...255 共可使用 128 種顏色作為標點，當所需標點數量大於 128 時則採用雙像素數方式進行編碼，即在標點的四周像素，擇一像素將其改為自定義值。其標點編碼方式如圖 2 所示，當超做 128 點時則以左邊像素做為附加編碼。

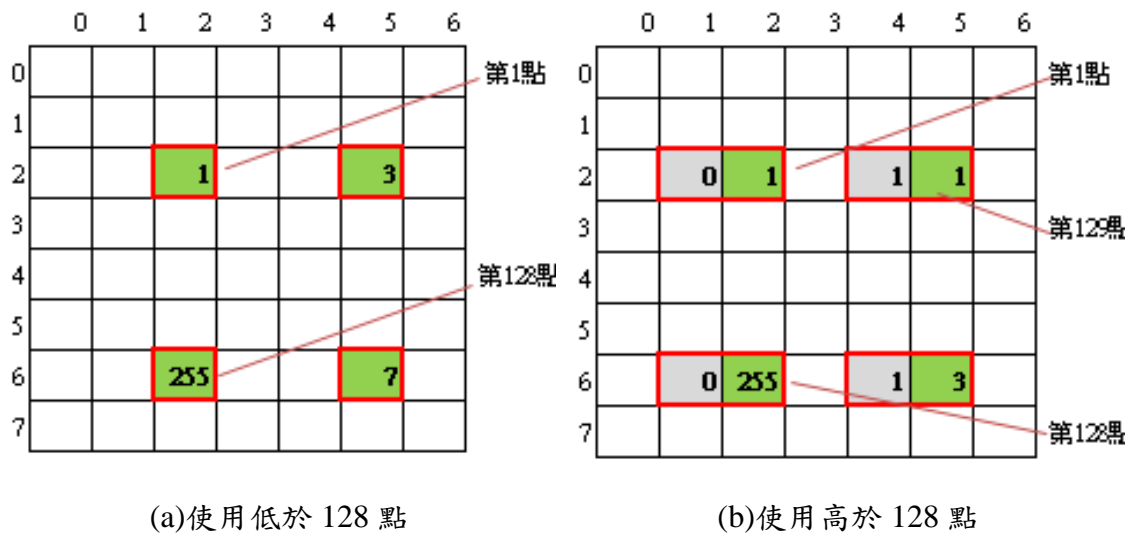


圖 2 標點編碼方式

(2) 圖像裁減及置中

此步驟主要是在減少圖像的資訊量及去除非必要區域，由任何大小的圖像樣本裁剪成所需的 256x256 的樣本大小，在人臉的正中央，也就是兩眼及人臉中線的位置，標上特徵點後，並自動將特徵中心點平移至樣本圖像的正中央 127x127 的位置，且自動裁剪成 256 x256 的大小，在後續的去除雜訊及特徵點掃描時，可大幅提升效率，如圖 3 所示。



圖 3 圖像裁減及置中

(3) 掃描圖像

此一步驟主要是去除圖像中會與標點顏色衝突的像素，一樣以 16 點為例，所使用的標點顏色為 1、3、5...33，因此我們要先消除圖上的這些顏色，將搜尋到的衝突顏色+1，使 1 變 2，3 變 4 至 33 變 34，搜索起點則從(0,0)的位置開始，方向由左至右、由上至下，以橫向方式掃描，完成此步驟後在特徵點搜尋時，才不至於找到兩個相同顏色的標點，如圖 4 所示，在實際的樣本中去雜訊後，完全不影響樣本的變化。

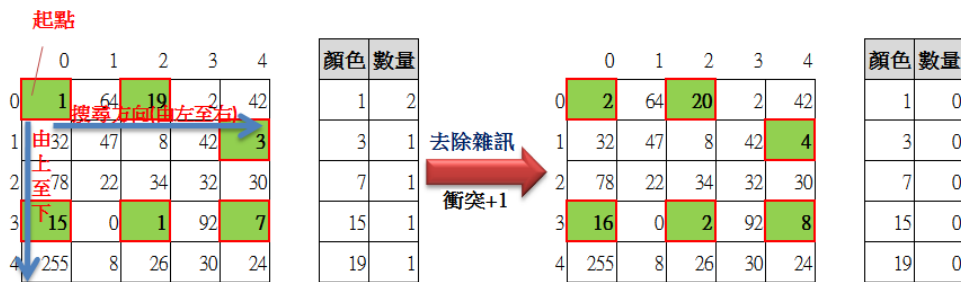
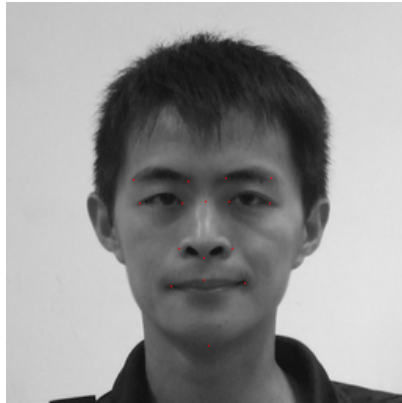


圖 4 掃描圖像

2. 標點方式

標點方式由左至右，由上而下，依序從兩眉的兩端、兩眼的兩端及中間、鼻翼兩側及鼻子下緣中點、嘴唇兩側及上緣中點、最後是下巴中點，共使用了 16 點，括號內則是代表此點所使用的顏色，依述之方式從 1 至 31 共 16 種顏色區分 (顏色即代表順序)，在所有樣本的標點順序及顏色必須一致，在後續辨識時才不會產生錯誤，如圖 5 所示。



(a)標點後的照片(以紅色代替)



(b)各點的順序及顏色

圖 5 標點位置及顏色順序

當完成標點後，在做人臉比對前，對樣本進行搜尋特徵點的動作，搜尋方向與 1-2-3 節相同，因只使用 16 點，當找到 16 點之後就可停止掃描的動作，縮短搜尋時間，並將特徵點座標擷取出，存至資料庫，如圖 5 所示，在後續作正規化時，僅需對 16 點作運算，不必真正對圖像作旋轉平移及放大的動作，減少運算的時間，在圖 5(a)樣本內，數字即代表順序，括號內數字代表其顏色值。



(a)標點原圖

點點編號	X	Y	Color
1	81	113	1
2	116	114	3
3	140	112	5
4	169	112	7
5	89	127	9
6	112	128	11
7	127	127	13
8	142	127	15
9	168	128	17
10	110	157	19
11	125	162	21
12	144	157	23
13	105	181	25
14	126	177	27
15	151	178	29
16	125	218	31

(b)搜尋結果

圖 6 搜尋及記錄結果

(二)標點對齊

1. 標點對齊方式之改進

一般的 ASM ACM(Active Contour Models) [1]對齊都是以圖像座標(0,0)的位置為基準點(平移目標位置)，因此每張圖像的起點與人臉中心點的位置並未統一，在做對齊時，可能要進行多次的循環才能達成收斂的效果，而本專題於標點的前置作業流程中，已將所有樣本的大小統一及其中心點(某一特徵點)都統一在圖像的正中央，使起點與中心點距離一致，並以中心點為基準點做對齊的旋轉放大與平移的步驟，如圖 7，因此僅需做一次的對齊，即可完成，我們實際以 100 張樣本做測試，其結果如圖 8。

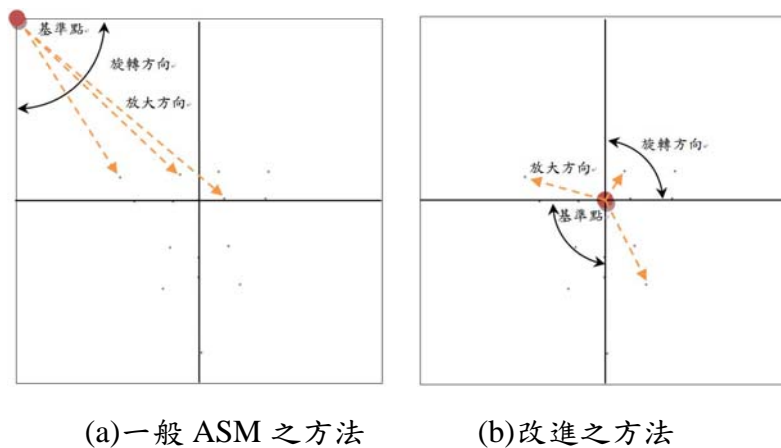


圖 7 標點對齊方式示意圖

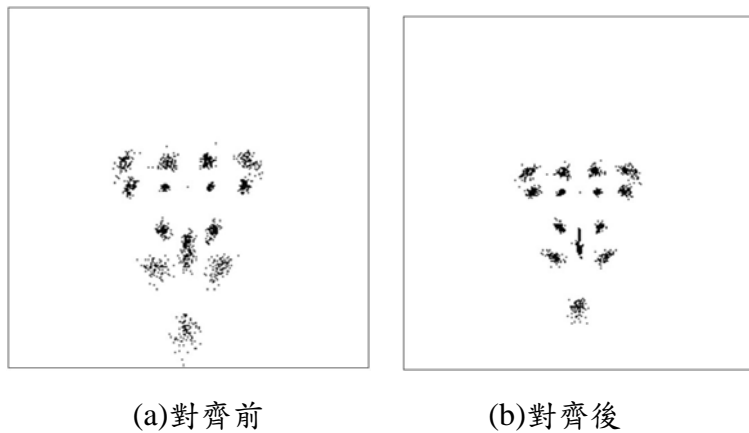


圖 8 以 100 張樣本測試結果

在實作中我們準備了 10 張樣本，如圖 9，我們以 A 樣本為基底，將所有樣本向 A 對齊，其對齊前及對齊後之標點集合如圖 10，由其中可發現個特徵點明顯由分散變為向各特徵點中心集合，其中心點很明顯只有一點，因為在標點前置處理中已將各樣本的第 7 點移至於圖像正中央，如圖 5(b)所示。

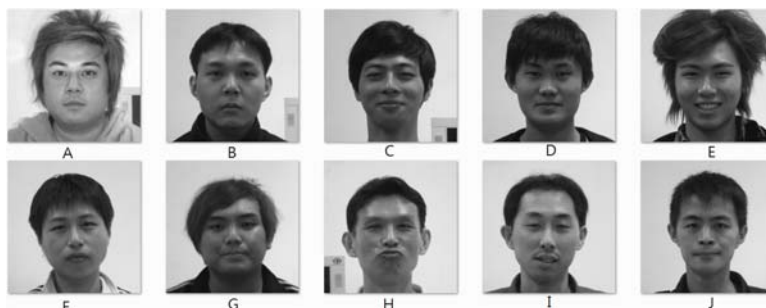
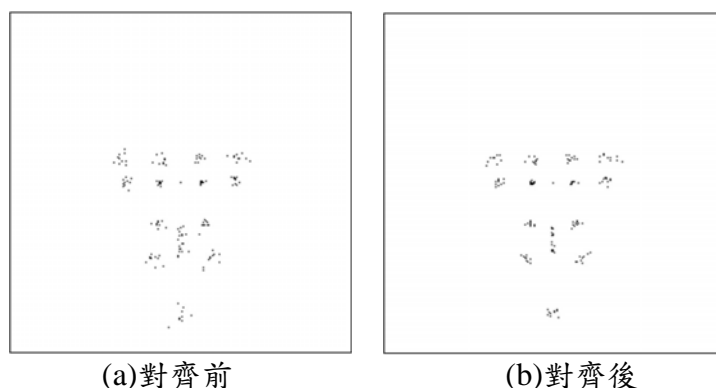


圖 9 實作樣本



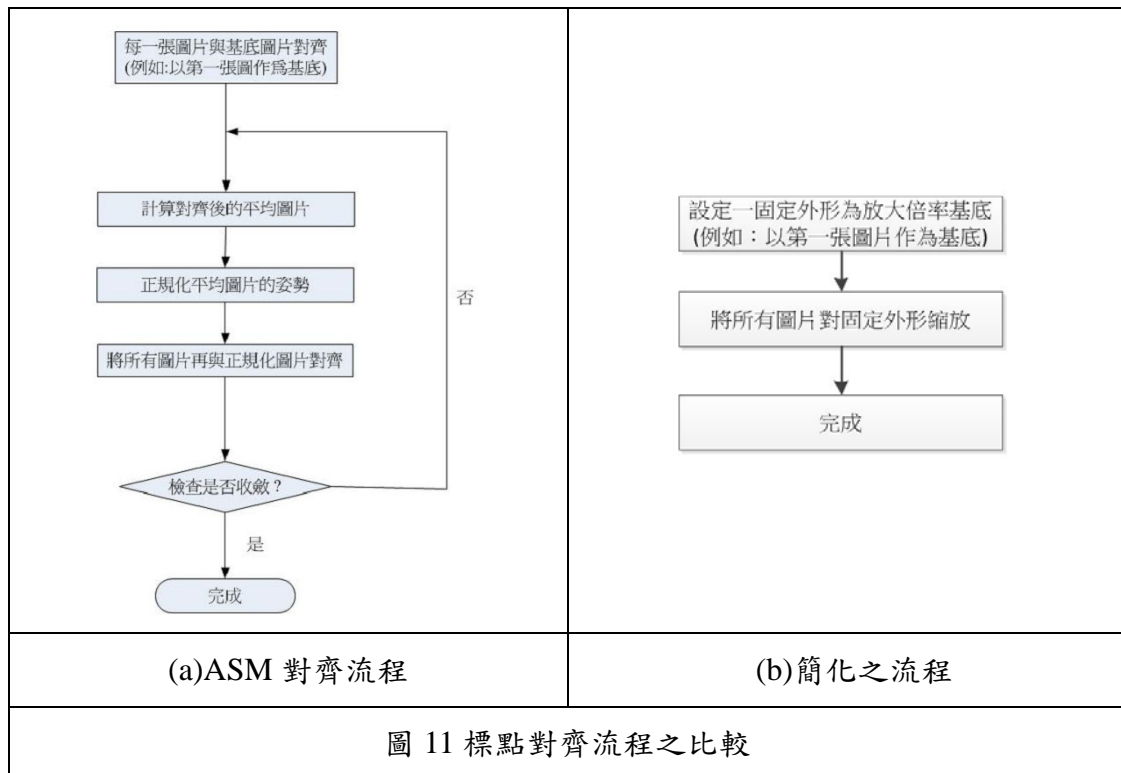
(a)對齊前 (b)對齊後

圖 10 對齊前後之比較

在一般對齊流程中，需對所有樣本反覆求出平均圖片及正規化後檢查是否收斂，在我們研究的改進方法中僅需將所有樣本對一自訂距離做縮放，即可完成，但縮放距離不可過大或過小，否則所有標點將過於集中或超出樣本範圍外，則影響比對結果，由圖中可明顯看出，當距離過小時，所有標點將反覆重疊，過大時則超出邊界，使部分標點消失。當縮放距離於合理範圍內時，則可明顯判斷出各樣本間的距離，且不管距離為何其比對排序都將不影響，只差別於各樣本之間之距離。

2. 標點對齊流程之改進

一般 ASM 對齊流程(Cootes et al.)，需反覆的執行對齊，以達到歐基里德距離，小於一固定值內才完成收斂，在此專題中，簡化其流程，僅需將所有樣本對一固定倍率，執行放大或縮小，即可完成對齊，簡化其流程反覆性，並縮短運算流程，其流程如圖 11。



其中對齊流程圖 11(b)，主要是(1)調整外型大小使得所有樣本，距離大小一致(2)旋轉外型使得預定的兩點連線成為某一固定方向(3)移動外型讓所有外型的中心點都在圖的正中央。

3. 對齊與比對

在所有影像完成對齊後，將其資料存至資料庫，再將欲比對的外形拿來和資料庫中各外形依歐基里德距離公式(d)求其兩圖(\mathbf{x}_i 與 \mathbf{x}_k)之歐基里德距離

(Euclidean Distance)，其公式為

$$d_{ik} = [(x_{i0} - x_{k0})^2 + (y_{i0} - y_{k0})^2 + (x_{i1} - x_{k1})^2 + (y_{i1} - y_{k1})^2 + \dots + (x_{i(n-1)} - x_{k(n-1)})^2 + (y_{i(n-1)} - y_{k(n-1)})^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

再將比對外形與其他外形求得之距離由小至大排序，其距離最小者，則相似度越高，如距離最小者為辨識目標，即為辨識成功，反之即為失敗。

(三)實驗結果

在做比對實驗前，以前述之作法，將所有影像做完標點及對齊後，再做各式的比對實驗，其中每張樣本以標 16 點比對其結果，檢視其比對辨識成功率。

1. 比對樣本

在此比對樣本中，包含了十個人，每人以十張不同表情的臉，作為此訓練集樣本及比對的目標，每張樣本為人臉標點 16 點，其樣本如圖 12 所示。



圖 12.目標預算編制系統流程圖

2. 比對結果

在此實驗中，我們以 16 個標點的樣本，區分為(a)以圖找圖：將所有樣本中抽出其一樣本，與剩下的樣本比對，找出其距離最近的樣本。和(b)以個人平均圖找圖：求出個人所有樣本中的平均距離，以其中一張樣本與所有人的平均圖做比對，找出距離最近平均圖，即為辨識結果。其中辨識結果，區分為(i)比對第一張，即比對結果、樣本和目標樣本距離最近之結果為比對目標者，則為辨識成功

及(ii) 比對前三張，即比對結果、樣本及目標樣本距離最近之前三張樣本其一為比對目標者，即為辨識成功之成功率。其實驗結果如圖 13 至圖 16 所示。

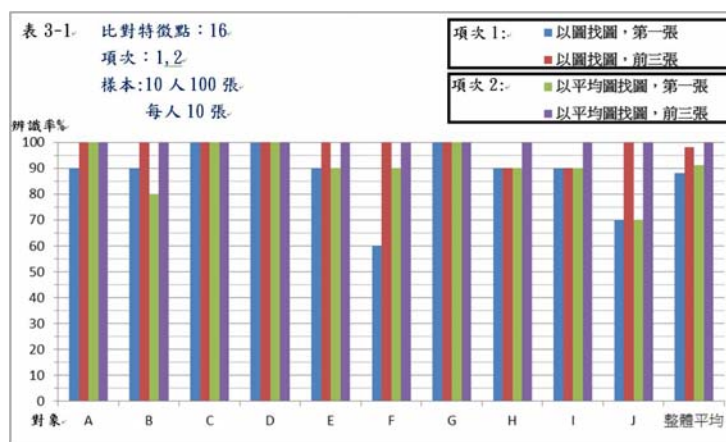


圖 13 以樣本為 10 人每人 10 張影像之實驗結果

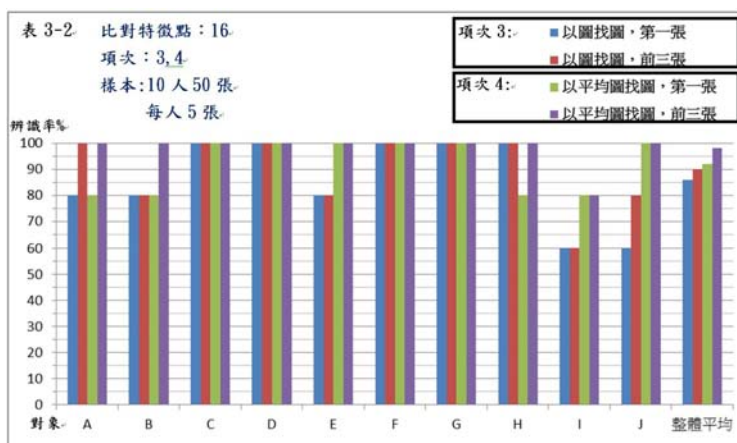


圖 14 以樣本為 10 人每人 5 張影像之實驗結果

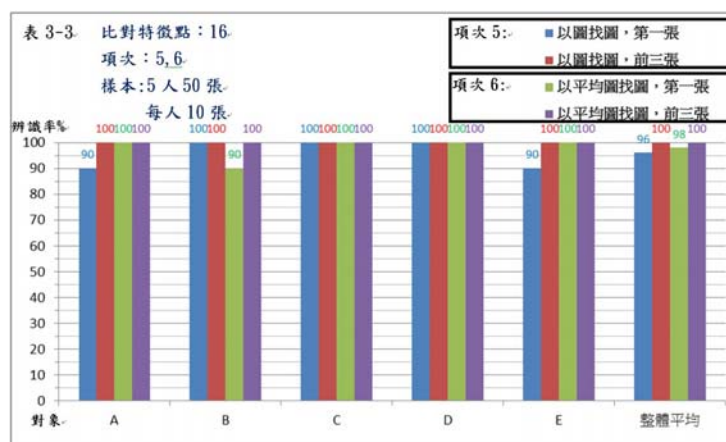


圖 15 以樣本為 5 人每人 10 張影像之實驗結果

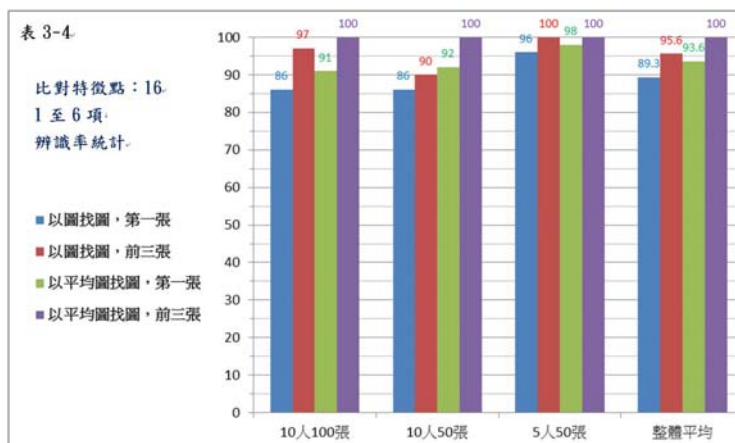


圖 16 整體平均之實驗結果

三、結論

本產學計劃將以主動式外形模型 (Active Shape Model, ASM) 為基礎的人臉識別技術，而發展出一簡化標點的 ASM 方法且足以描述物件外形的特徵，換言之，以改進 ASM 的標點方式及正規化之流程，以減少圖像比對時的運算量，降低了一般運算的複雜度而提升運算之效率。在辨識外形上，以歐基里德距離進行比對結果，由實驗結果可確認此簡化主動外形模型之方法可以提升比對的效率及辨識的成功率，對智慧型監視系統偵測出人的物件時，能及時辨識人臉，提供一簡化且有效的方法。