

影像處理技術應用於舌象特徵分析之研究

Study on Image Processing Techniques Applying in Tongue Image Feature Analysis

張恒鴻

長庚大學傳統中國醫學研究所

tcmh@mail.cgu.edu.tw

吳文傑、何寬宸、王克勤

長庚大學資訊管理研究所

wjwu@mail.cgu.edu.tw

摘要

舌診是歷史悠久的中醫診斷方式，經由觀察舌象的狀況就可以診斷病人身體狀況。然而受限於環境和人為因素等干擾，常常會造成不同的判斷發生。

隨著科技的進步，許多醫療上的診斷，都可藉由電腦而得到客觀的診斷資訊，並且提供給醫生做出更正確的病情診斷，進而能提供更適合的後續治療。本研究試圖利用影像處理技術強化舌體的影像，並將其從圖中分離出來。然後針對舌體進行特徵分析，進而判斷出舌頭的顏色、舌苔的比例、朱點瘀點分佈的情形，以輔助醫師進行舌診的判讀。

關鍵字：電腦輔助診斷、舌診、舌體擷取、舌象特徵、K 個最鄰近點分類

Abstract

Tongue diagnosis has had a very long history in Traditional Chinese Medical. Doctors can diagnose a patient's body by assessing the changes in the tongue proper and tongue coating. However, the diagnosis of a tongue picture was often affected by environmental and human factors.

With the technical progress, many medical diagnoses can obtain the objective information from computers. The information can help doctors

to diagnose more accurately and provide more suitable treatments. This research attempts to utilize image processing technologies to enhance a tongue body and separate it from a tongue image. Then we analyze the features of a tongue such as judgement of tongue color, ratio of tongue coating, and distribution of petechia and ecchymosis to assist doctors in executing tongue diagnosis.

Keywords: Computer Aided Diagnosis、Tongue Diagnosis、Extraction of tongue、Tongue features、K-Nearest-Neighbor

一、緒論

中醫診斷的主要依據是“四診”即“望、聞、問、切”的訊息。“望”是指對病人的體態、表情、舌體等進行觀察；“聞”是指聽病人說話的聲音及聞氣味獲取聽覺、嗅覺的資訊；“問”是指通過與病人交談來獲取病人的感覺資訊；“切”是指檢查患者的脈象[3]。

望診主要包括兩大部分，即舌診和面診。舌診是通過觀察舌象的變化、瞭解人體生理功能和病理變化的診察方法，是應用最廣、最有臨床應用價值的診法之一。而過去的診斷過度倚賴醫生的主觀判斷，不同醫生對同一張舌象可能會有不同的判斷，這是由於每個人對顏色的感覺不同以及醫生的經驗不同所造成的。因此，尋找一種客觀的方法來輔助醫生進行診斷變得十分重要。

由於舌診是其中一項非常重要的診療方法。其主要原理是經由觀察舌頭上某些部位的顏色深淺、整體形態及唾液多寡等等資訊來推斷病人身體的主要病症。目前，舌診依賴醫生進行判讀，其診斷的結果可能會因人而異，因此容易發生誤判。若能夠使用電腦系統來輔助診斷舌象，將能針對病情提供一個更客觀的判斷。

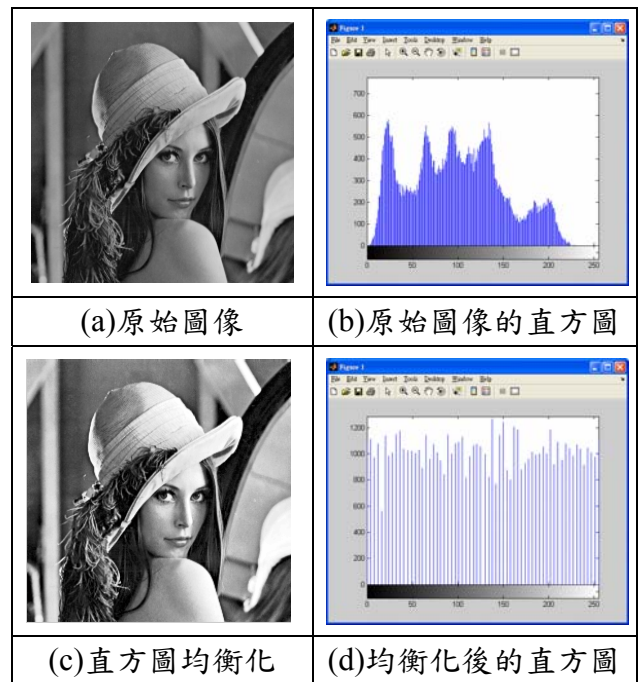
有鑑於此，本研究希望能夠設計出一套舌象輔助診斷系統，以幫助醫生進行診斷。首先我們利用影像處理技術分離出舌體影像，藉由強化舌體顏色、邊緣等方式，找出舌體的輪廓，進而截取出舌體部分影像；之後分析舌體的舌象特徵，然後判斷出此舌體的顏色狀況。因此醫生們使用此系統便能夠針對不同舌圖進行分析、分辨、判讀舌象的狀態，進而判斷出病人的狀況。本研究期望此系統能提供客觀的舌診輔助診斷，藉此提高舌象診斷的標準性與正確性，以降低人為因素的誤判情形。

二、研究方法簡介

本研究將利用影像處理的技術強化影像，根據舌體的顏色、邊緣特性取得初始輪廓，接著利用等位函數法取得更貼近舌體的輪廓，在截取出舌體之後，可利用顏色相似度衡量舌象的顏色。

2.1 直方圖均衡化

影像明亮度部份與黑暗部分的亮度比稱為對比度。對比度高的影像，其中景物的輪廓較清楚，影像比較清晰；反之，對比度低的影像輪廓不清，影像也不太清晰。而直方圖均衡化是把灰階分佈圖中的所有灰階處都分配以同量數量的像素，再進行變換的方法，可以自動的把影像對比度增強(圖一)。



圖一、直方圖均衡化處理結果

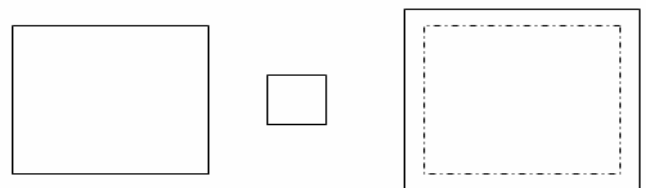
2.2 形態學影像處理

大多數的影像處理問題上，型態學提供了一個強而有力的方法。以下介紹其中主要的運算的方式[6]。

2.2.1 膨脹(Dilation)

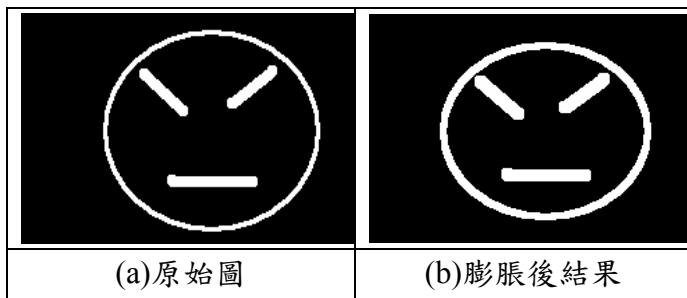
假設有兩個像素集合 A 和 B，使用 B 來膨脹 A，記為 $A \oplus B$ ，定義為 $A \oplus B = \bigcup_{x \in B} A_x$ 。這代表對每個點 $x \in B$ ，都使用這些座標值對 A 進行

平移，然後將全部的平移結果取聯集。膨脹的動作就像拿結構元素(圖二(b))在原始影像(圖二(a))上滾動後，會使影像多出一層外皮般的效果(圖二(c))；而(圖三)為實際對影像進行膨脹，由圖中可發現原本的圖形的表面被放大了。



(a)原始圖 (b)結構元素 (c)膨脹後結果

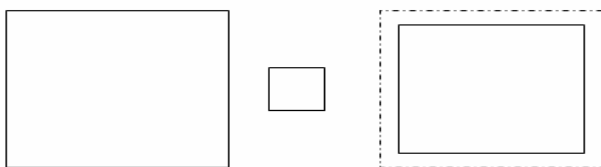
圖二、膨脹運作過程圖



圖三、膨脹結果圖

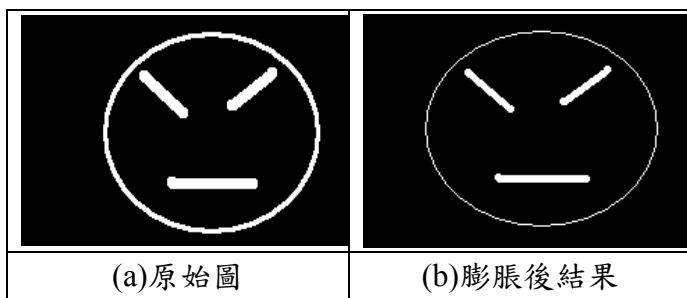
2.2.2 侵蝕(Erosion)

假設有兩個像素集合 A 與 B，使用 B 來侵蝕 A，記為 $A \ominus B$ ，定義為： $A \ominus B = \{w: B_w \in A\}$ 。也就是說使用 B 侵蝕 A 的結果，是由像素點 $w=(x,y)$ 構成，w 要滿足 B_w 在 A 之中。進行侵蝕，首先將 B 置於 A 之內，找到所有契合的地方，然後標記相對應的 B 原點(0,0)所在的位置像素。這些像素點的集合便形成侵蝕。以下圖來說明其運作的原理(原始影像(圖四(a))、結構元素(圖四(b))、運作後的影像(圖四(c))，就像拿結構元素在原始影像上滾動後，會使影像撥開一層外皮般的效果；而(圖五)為實際對影像進行侵蝕，由圖中可發現原本的圖形的表面被縮小了。



(a)原始圖 (b)結構元素 (c)侵蝕後結果

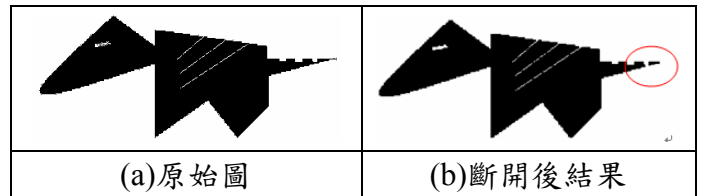
圖四、侵蝕運作過程圖



圖五、侵蝕結果圖

2.2.3 斷開(Open)

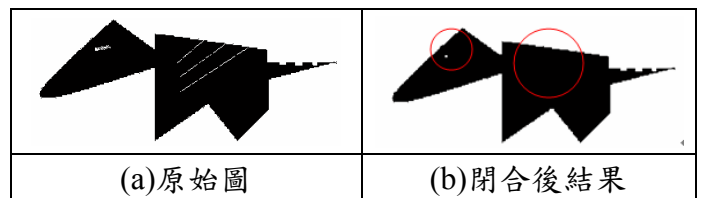
給定 A 與結構元素 B，使用 B 來斷開 A，計作 $A \circ B$ ，定義為 $A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$ 。斷開就事先侵蝕再膨脹，也就是說 $A \circ B$ 是在 A 內所有 B 的平移結果的聯集。斷開可平滑影像，截斷細小連接點，去除細微突出部分；(見圖六)右紅圈部份可以看到尾巴部分被切斷的情形。



圖六、斷開結果圖

2.2.4 閉合(Close)

相對於斷開，閉合則可視為先膨脹再侵蝕的結果，記做 $A \bullet B$ ，定義為 $A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$ 。閉合就是先膨脹再侵蝕，閉合也會平滑影像，但是會連接細微斷裂和紋路，並去除小空洞；(見圖七)右紅圈部份可以看到身體和眼睛部分的小空洞已經被填滿了。



圖七、閉合結果圖

2.2.5 頂帽轉換(Top-Hat Transform)

頂帽轉換對於增強出現陰影時的細節很有幫助，經過轉換之後，原始影像亮的部分還是亮，而暗的部分還是暗。一張灰階影像 I 的頂帽轉換定義成 I 減去其斷開。假設經過頂帽轉換之後，得到的影像為 h_t ，則公式定義如下：

$$h_t = I - (I \circ B) \quad (1)$$

2.3 等位函數法

等位函數法(Level set)是由 Osher 和 Sethia 兩位學者於 1987 年所提出[7]。十餘年來，已被證實為一種可靠的數值方法，亦被廣泛應用於

各個領域之中，如流體力學[8]，影像科學、影像處理[9]、電腦視覺、繪圖、醫學影像[1]、電影特效等等[5]。它的特色在於可以任意的演化任一曲線，簡單且精確的改變拓撲形狀，並且根據不同的因素伸展或合併。故此，本研究將採用 Level set 的方法來逼近舌體的真正輪廓，截取出舌體的影像後再進行後續的舌象特徵分析。

等位函數法的基本概念是將目前正在演化的曲線看作是更高一維函式的等位函數法[1]；也就是說，我們將一開始所給定的封閉平面曲線 $\gamma(0)$ 視為一個移動中的超平面曲線，在 $\gamma(0)$ 往其法向量移動的過程中，求得一組速度為 F 的公式。假設此函式為 ψ ，可定義如下：令 $\psi(x,t) = 0$ 且 $x \in R^n$ ，則

$$\psi(x,t=0) = \pm d \quad (2)$$

其中 d 代表點 x 到曲線 $\gamma(t=0)$ 的最短距離，之前的正負號表示此點位於曲線的內部或是外部，一般位於曲線內部時會以負號表示，反之則為正號；此時，可經由下列屬性定義出初始函式 $\psi(x,t=0)$ ：

$$\gamma(t=0) = \{x \mid \psi(x,t=0) = 0\} \quad (3)$$

最後，必須產生一個可供推斷出 $\psi(x,t)$ 函式的一個方程式；為此，先令 $x(t)$ 為初始封閉曲線上的某一點路徑，亦即是 $x(t=0)$ 為初始封閉曲線 $\gamma(t=0)$ 上的一點，且 $n = F(x(t))$ (向量 x_i 至 $x(t)$ 端的標準化，且 $n = (\psi / |\psi|)$)，而由於在演化過程中的超平面函式 ψ 始終為零，可表示為：

$$\psi(x(t),t) = 0 \quad (4)$$

並根據 Chain rule 推導得：

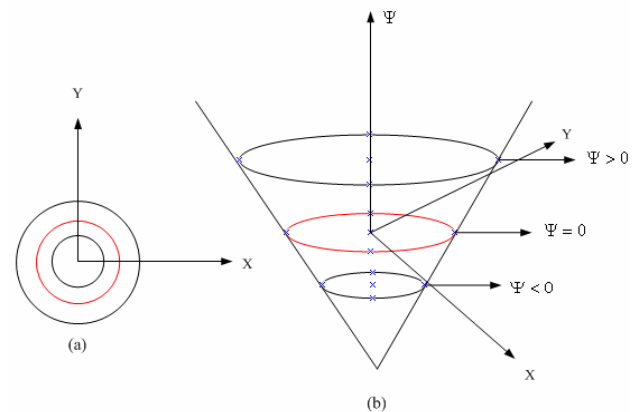
$$\psi_t + \nabla\psi(x(t),t) \cdot x'(t) = 0 \quad (5)$$

由於 F 為法向量往外移動的速度，且 $x'(t) \cdot n = F$ ，因此，即可推導出函式 ψ 為：

$$\psi + F |\psi| = 0 \quad (6)$$

$$\psi(x,t) = 0. \quad (7)$$

以圖八說明其運算方式，紅色的圓圈代表欲追蹤的邊界輪廓，此為二維之輪廓線，而在圖八(b)中加個 Z 軸， Z 軸為等位集合函數，與原二維平面形成的三維立體座標系，這就是等位集合法的主要論點。



(a)原始邊界輪廓 (b)等位集合函數

圖八、曲線與等位集合函數和零等位集合間的關係圖

當 $\psi = 0$ 時所形成的輪廓，如(圖八(b))所示的出紅色部份，稱為零等位集合。而零等位集合恰為我們追蹤的邊界輪廓，所以我們可以對等高集合函數做各種數值運算，最後只要將其值設為 0，所解出的 (x,y) 座標即為移動後的邊界輪廓了。

2.4 顏色相似度衡量

針對顏色的相似度衡量，利用顏色的差異距離作衡量標準，距離最小者代表為其近似色。

1. 歐幾里德距離

歐幾里德距離是最常用來計算差異值的方法，藉由計算兩向量之間的差異來評估相似的程度，計算後所得到的值越小代表兩向量差異量越小，計算公式如下所示[10]：

$$d_E = \sqrt{\sum_{i=1}^L (K_i - H_i)^2} \quad (8)$$

其中， d_E 稱為歐幾里德距離， K_i 為輸入的特徵向量的第 i 個成分， H_i 為資料庫儲存的特徵向量的第 i 個成分， L 則為特徵向量的維度。而在本研究中是用此公式來評估顏色的近似程度，以 R、G、B 顏色特徵當做衡量基準，將公式改寫成下

$$d_E = \sqrt{(R - R_i)^2 + (G - G_i)^2 + (B - B_i)^2} \quad (9)$$

2. 漢明距離

漢明距離是計算兩向量在預設的誤差範圍內有幾個成分不一樣，因此當兩個向量越相近，其分量之差異值落在容許的誤差範圍內的數目就越多，所相對應的漢明距離就越小，計算公式如下所示[10]：

$$d_H = \sum_{i=1}^L \#\{ |K_i - H_i| > \Delta_i \} \quad (10)$$

其中， d_H 稱為漢明距離， $\#$ 為計算個數的符號， K_i 為輸入的特徵向量的第 i 個成分， H_i 為資料庫儲存的特徵向量的第 i 個成分， Δ_i 為特徵向量的第 i 個成分的誤差容許值， L 則為特徵向量的維度。

本研究中是用漢明距離來評估顏色的近似程度，以 R、G、B 顏色特徵當做衡量基準，將公式改寫如下，計算顏色間的 R、G、B 差距，需要同時在 Δ_i 以內，才為近似顏色。

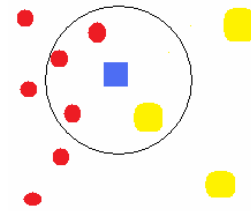
$$d_{RH} = \{ |R - R_i| < \Delta_i \} \cap d_{GH} = \{ |G - G_i| < \Delta_i \} \cap d_{BH} = \{ |B - B_i| < \Delta_i \} \quad (11)$$

其中， d_{RH} 、 d_{GH} 和 d_{BH} 分別為 R、G、B 的漢明距離。

2.5 K 個最鄰近點分類法

以上簡介了兩種計算距離的方式，但有時單一的 RGB 距離衡量可能會出現誤差，會出現距離與類別一較近，但其實應為類別二的情形，為解決此問題可利用 K 個最鄰近點分類法 (K-Nearest-Neighbor, KNN)。此方法假設訓練案例中的每個例子都可以當作某一個座標，當有一個未知類別的案例 "X" 時，計算周圍 K 個鄰近點的類別，然後以多數者代表此未知案例的類別[4]。

例如圖九中藍色方形為未知物件，而裡面共有三個類別：紅色圓形、藍色正方形和黃色矩形。所圈起來表示已取了 $K=4$ 個與測試資料最近的點，從中可以看出，未知物件應被分類為紅色。(因為在其最近的四個類別中，紅色佔多數，故歸類為此類別)



圖九、KNN 分類範例圖

在本研究中採用的是 $K=27$ (R、G、B 各分量以及其 ± 1 區間)，以此方式來進行距離計算，以投票方式決定該點的近似色，藉此可以更正確的找出近似顏色的類別。

三、舌象特徵分析系統

3.1 實驗資料

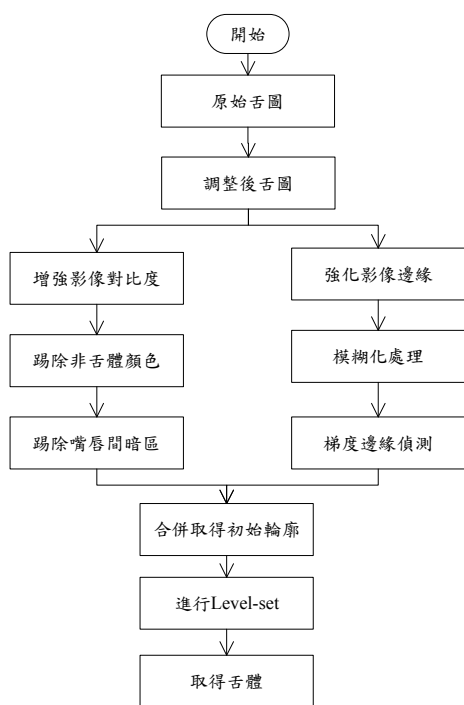
本研究採用長庚醫院的舌診影像，資料摘

要如下：

男性 16 名，女性 2 名；15 歲以下 1 名，16~30 歲 1 名，40~60 歲 14 名，60 歲以上 2 名；患有中風、高血壓、脂肪肝等患者。

3.2 擷取實驗

在取得病人的舌診影像之後，我們必須將舌體部分切割出來，以利後續分析。首先，擷取小區域的舌體區域，之後利用直方圖均衡化的方式強化影像，然後利用顏色資訊踢除非舌體的部份。除了顏色資訊外，利用形態學影像處理方法中的頂帽轉換方式以強化邊緣，取得嘴唇與舌體的邊緣資訊。然後結合顏色和邊緣特性便可取得舌體的初始輪廓，再利用 LEVEL SET 進行運算，進一步的取得完整且精確的舌體輪廓。整個舌體擷取流程如下圖表示：



圖十、舌體擷取流程圖

3.3 顏色分析實驗

把舌體從舌診影像中分離出來之後，我們便可以進行舌象的分析。這些分析主要都是根

據顏色的特徵，包含舌質顏色、舌苔/舌質比例分析和朱點或瘀點分析。

3.3.1 舌質顏色分析

目前針對舌質顏色定義出七種標準色表，分別由淺紅到深紅，取各色表中的平均 R、G、B 當做其顏色標準。之後對比的顏色同時與七個標準色進行顏色距離計算，距離最小者為其近似色。

3.3.2 舌質/舌苔分析

舌質/舌苔分析可分成兩類，一個是以既有舌質顏色做標準色，計算與七個舌質類別的距離，若大於某個距離就判斷為舌苔。另一個則是由使用者點選舌體主要的舌質顏色，然後一樣計算其距離，亦可計算出舌質/舌苔的比例。

3.3.3 朱點/瘀點分析

朱點、瘀點會因為不同的舌象而有所變化，故此分析由使用者點選影像中較明顯的點的位置，已取得參考的顏色，然後將一定距離內的都判斷為朱點或瘀點，最後計算朱點或瘀點(白色點的面積)與整體的比例，藉此以數值化的方式計算舌象的朱點或瘀點表現。

四、實驗結果

為了評估舌體擷取的成效，我們首先在 4.1 節中介紹六項評估指標。而 4.2 節中將呈現不同舌影像的分割結果以及與手動切割做比較。最後在 4.3 節中則會呈現舌象特徵的實驗結果。

4.1 評估指標定義

1. OR(Overlap Region)是一個計算切割出輪廓面積與手動圈選面積間重疊性關係的指標，計算方式如下：

$$OR = \text{area}(S \cap R) / \text{area}(S \cup R) \quad (12)$$

其中 S 為自動切割的面積，R 為手動所圈選的面積，所得到的 OR 值越接近 1，則代表兩個輪廓的面積越接近，當 OR 值低於 0.4 時，則表示切

割出的結果較差。

2. PR(Precision Ratio)與 MR(Match Rate)是針對自動化切割的結果與手動所圈選的結果做比對，PR 計算方式如下：

$$PR = \frac{N_{diff}}{N_m} \times 100\% \quad (12)$$

其中 N_{diff} 代表手動所圈選與自動化切割結果兩者非共同範圍的像素數，而 N_m 代表手動圈選範圍中的像素數，PR 值越低，代表切割出的結果越近似手動圈選。

3. MR(Match Rate)計算方式如下：

$$MR = \left(1 - \frac{|AREA_M - AREA_W|}{AREA_M}\right) \times 100\% \quad (13)$$

其中 $AREA_M$ 是指手動圈選的舌體面積， $AREA_W$ 是指自動切割的面積。MR 的值越高表示所切割出的面積與手動所圈選的大小越吻合。

而自動切割與手動圈選之間的關係，則以 SI、OF、EF 來評估。

4. SI(Similarity Index)表示 $AREA_M$ 區域與 $AREA_W$ 區域的相似指數，計算方式如下：

$$SI = \frac{2 \times (AREA_M \cap AREA_W)}{AREA_M \cup AREA_W} \quad (14)$$

5. OF(Overlap Fraction)指在 $AREA_M$ 區域中， $AREA_W$ 區域所包含的正確區域像素比例，計算公式如下：

$$OF = \frac{AREA_M \cap AREA_W}{AREA_M} \quad (15)$$

6. EF(Extra Fraction)則代表在區域 $AREA_M$ 中， $AREA_W$ 區域所包含的錯誤區域像素比例，計算如下：

$$EF = \frac{AREA_M \cap AREA_W}{AREA_M} \quad (16)$$

當 SI 與 OF 的值越接近 1，且 EF 越接近 0，則表示切割出的輪廓越符合手動圈選的輪廓。

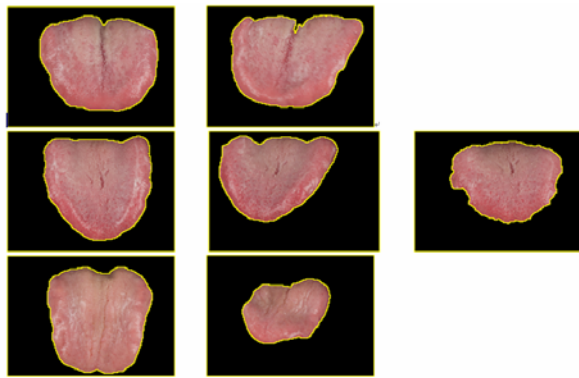
4.2 舌體擷取

舌體擷取為舌象研究的根本，在做好舌體切割後才能做進一步的分析研究，而本研究所擷取的舌體將會與手繪舌體輪廓相互進行比較。比較的方式將採用上一節中所介紹的六項指標，藉此觀看自動擷取出的舌體與手繪的舌體輪廓是否一致(見表一)。

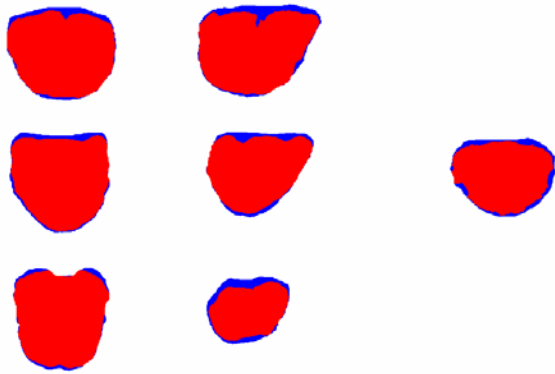
接下來我們以圖片來說明本方法的分割結果。圖十一中顯示三個人不同伸舌的方式，而本研究分割後的結果如圖十二所示。圖十三則是將自動切割與手動圈選的輪廓進行疊合，可看出本研究的方法能大致擷取出舌體。



(a)正常伸舌 (b)伸舌歪斜 (c)伸舌過短
圖十一、不同伸舌方式



(a)正常伸舌 (b)伸舌歪斜 (c)伸舌過短
圖十二、不同伸舌切割結果



(a)正常伸舌 (b)伸舌歪斜 (c)伸舌過短
圖十三、舌體自動擷取與手繪輪廓比較

表一、不同伸舌方式的舌體擷取比對結果

	OR	PR	MR	SI	OF	EF
avg	0.878	0.121	0.885	0.933	0.881	0.002
max	0.936	0.254	0.954	0.967	0.945	0.006
min	0.745	0.063	0.747	0.854	0.746	0.001

除了不同伸舌方式的實驗外，針對不同病患的各種舌象狀況，也進行了一系列切割實驗，並且利用 4.1 節所提到的六項指標做評估。評估結果如表二所示。

表二、不同病患的舌體擷取比對結果

	OR	PR	MR	SI	OF	EF
1	0.916	0.085	0.941	0.956	0.928	0.013
2	0.888	0.112	0.891	0.941	0.889	0.002
3	0.919	0.082	0.928	0.958	0.923	0.005
4	0.902	0.098	0.902	0.948	0.902	0.000
5	0.879	0.125	0.930	0.935	0.903	0.027
6	0.857	0.143	0.857	0.923	0.857	0.000
7	0.867	0.136	0.899	0.929	0.882	0.018
8	0.884	0.116	0.886	0.938	0.885	0.001
9	0.915	0.086	0.924	0.955	0.919	0.005
10	0.898	0.103	0.911	0.946	0.904	0.007
AVG	0.892	0.109	0.907	0.943	0.899	0.008
MAX	0.919	0.143	0.941	0.958	0.928	0.027
MIN	0.857	0.082	0.857	0.923	0.857	0.000

由表二中可發現有些舌體經由自動擷取出來的面積較小，而主要降低其舌體擷取面積的原因有二：一個是暗區的問題，本研究會將影像中暗區的部分剔除，而手動描繪的方式只是約略將暗區排除。另一個影響的因素為嘴唇的影響，為了能擷取出舌體，利用半自動化方式針對影像邊緣做處理，會照成一小部分的舌體被排除掉，這是為了確保要儘可能擷取出舌體所會造成的損失。

4.3 顏色特徵衡量

顏色特徵的衡量分成：舌質顏色、舌質/舌苔比例、朱點/瘀點等。舌質顏色由於有既定的標準，將請醫生判讀後再與本研究相互比較；而另外兩項較難與人為判讀進行量化比較，因此我們將會以描述參數調整以及其結果呈現其實驗效果。

4.3.1 舌質顏色衡量

根據標準色表，舌質顏色由淺至深以及其代號，分別為 1-light(淡白)、2-pale(淡)、3-pink(淡紅)、4-new-red(鮮紅)、5-crimson(絳紅)、6-dark-red(暗紅)、7-blue-purple(藍紫)。(多個代號表示有多種顏色，以/區隔)。實驗結果如表三所示：

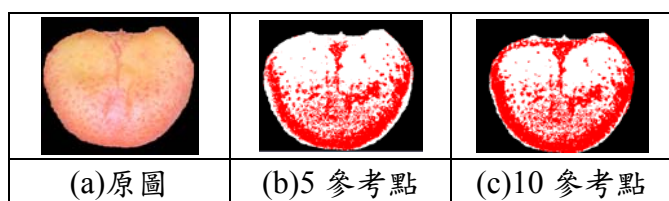
表三、舌質顏色比較結果

	醫生判讀	程式判讀 (單純 RGB)	程式判讀 (利用 KNN)
影像一	3	3	3
影像二	5	5	5
影像三	1/2	1	1
影像四	4	3	3
影像五	4	5	5
影像六	4	4	4
影像七	2/3	3	3
影像八	3	2	3
影像九	3	1/3	3
影像十	3/4	3	3

在實驗過程中，發現程式判讀大致上都能與醫生判讀的一致；但是，影像中若出現反光或是舌苔的出現，將會影響判讀的結果。所以在點選參考點時必須要加以考量的，盡可能的以純舌質當作參考點。

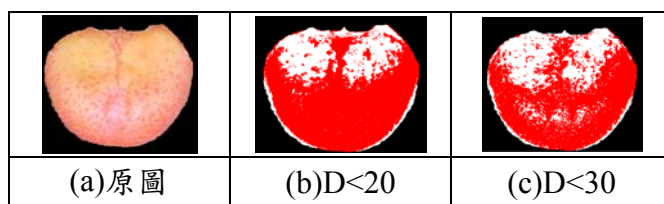
4.3.2 舌質/舌苔顏色衡量

由於舌苔目前並沒有既定標準，本研究設計一介面讓醫生點選幾個參考點當做衡量的標準，判斷出舌質與舌苔的比重。參考點的選擇，以主要的舌色表現先點選，要盡可能的多點選不同的顏色，點選越多點所得到的結果也將會更好。例如在同樣的距離限制下，點選五個(見圖十四(b))和點選十個(見圖十四(c))的結果相比，點選十個點的優於點選五個點的結果[12]。



圖十四、利用參考點進行舌質/舌苔分析結果

另外限制距離也會影響其結果，選擇較小距離(見圖十五(b))與選擇較大距離(見圖十五(c))相比，距離過小將造成舌苔無法有效的找出，距離過大則會導致舌質無法找出。



圖十五、利用距離進行舌質/舌苔分析結果

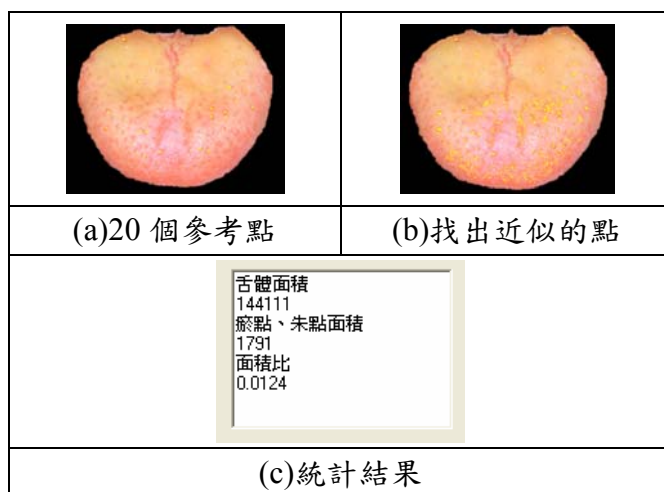
雖然現在沒有標準的參數點個數、距離標準，但可以藉由本系統介面，針對特定案例，點選固定的參考點，以及選擇相同的距離標準，藉此衡量病患之舌象轉變，亦可藉由電腦將其舌質與舌苔比例給計算出來，以提供醫生輔助診斷的資訊。

4.3.3 朱點/瘀點的實驗衡量

本研究設計一介面讓醫生操作，首先點選幾個參考點當做衡量的標準，然後進行顏色相似度的分析，以判斷是否為朱點或瘀點的情形。

參考點個數的選擇，以顏色明顯的朱點/瘀點表現先點選，要盡可能的多點選落差的顏色，基本上點選越多所得到的結果也將會越精確。

實際測試舌圖並與醫生討論後，目前採用標準有兩個；漢明距離 1 以內和歐幾里德距離 3 以內，黃色的點代表該像素為朱點或瘀點的情形；由結果來看，與所點的參考點相似的顏色都能夠有效的判讀出來。



圖十六、利用距離進行朱點/瘀點分析結果

五、結論

目前舌診容易受到環境和人為因素等干擾，而造成不同的判斷發生；因此，我們設計出一套舌象輔助診斷系統，以幫助醫生進行診斷。首先我們觀察舌體的特徵(顏色、邊緣)，並利用影像處理技術強化舌體後找出一近似舌體的初始輪廓，再利用 level-set 能夠找尋最佳邊緣的特性，擷取出舌體的影像。另外與中醫師討論後，針對臨床上較顯著，並且需要電腦輔助的舌象特徵(舌質顏色、舌質與舌苔的比例、朱點瘀點等)，利用常見的距離計算方式，計算出顏色的相似程度，藉此判斷出舌象的特徵。

經由實驗結果可知，如果針對不同的伸舌方式，則 OR 最大值為 0.936、最低值為 0.745、平均為 0.878，非共同像素 PR 值則為 12%。如果針對不同人進行實驗，則 OR 最大值為 0.919、最低值為 0.857、平均為 0.892，非共同像素 PR 值則為 10%，因此本研究可以有效的找到舌體的輪廓。此外本研究也能夠分析相關的顏色特徵(舌質顏色、舌質/舌苔顏色、朱點/瘀點分析)，利用電腦數值化的能力進行更精確的舌象特徵的判讀。

在未來研究方面，可持續的進行其他舌象特徵的研究，希望藉由影像處理的技術以及電腦本身的能力，提供給醫生更多的輔助資訊，藉由電腦的分析、計算、儲存能力，讓中醫舌診診斷更加的完善，也藉此提供更佳的醫療診斷。

參考文獻

- [1] 何易展，〈細胞顯微影像之分割、追蹤與運動分析〉，國立成功大學，碩士論文，民國 91 年。
- [2] 蘇育成，〈使用支援向量機和極端值偵測方法進行乳房腫瘤影像分類〉，長庚大學，碩士論文，民國 93 年。
- [3] 陳昇焱，〈應用影像技術於姐妹染色體型態辨識之研究〉，元智大學，碩士論文，民國 94 年。
- [4] 林卓彥，〈自動分類方法之比較〉，中正大學，碩士論文，民國 94 年。
- [5] 沈蘭蓀，《中醫舌象的採集與分析》，初版，北京，北京工業大學出版社，民國 96 年。
- [6] R. C. Gonzalez, "Digital image processing", Addison-Wesley, pp. 519-566, 2001.
- [7] S. Osher, and J. Sethian, "Fronts propagating with curvature-dependent speed: Algorithms based on Hamilton-Jacobi equations," Journal of Computational Physics, vol. 1, pp. 12-49, 1988.
- [8] J. A. Sethian, "Level Set Methods: Evolving Interfaces in Geometry Fluid Mechanics", Cambridge University Press, 1996.
- [9] R. Malladi, and J. A. Sethian, "A unified Approach to Noise Removal, Image Enhancement, and Shape Recovery," IEEE Transactions on Image Processing , vol. 11, pp. 1554-1568, 1996.
- [10] O. D. Richard, et al., "Pattern Classification", John Wiley & Sons, 2001.
- [11] S. Fabrizio, "Machine Learning in Automated Text Categorization," ACM Computing Surveys, vol. 34, pp. 1-47, 2002.
- [12] 舌診用參照畫像，<http://www.kitazono.jp/benkyo/tongue.htm>