編號：**CCMP87-RD-007**

中醫望診系統(Ⅱ)：舌診影像系統在上消化道病症之研究

The Application of Tongue Viewing System in the Illness of Upper Alimentary Canal

中原大學醫學工程學系

蘇振隆

近幾年來，中醫舌診客觀化、科學化的研究廣泛地受到重視，而其中又以中醫舌診電腦化的舌特徵分析為研究發展的重點。本研究即是利用影像處理的技術，建立了一套舌診影像系統，並且針對健康人及上消化道病症患者進行舌象的取樣與分析，找出之間舌特徵的差異性。

本系統之硬體設備架設於一可移動的診查台上，主要包括有：個人電腦、CCD彩色攝影機、影像擷取卡、燈光設備。在軟體工具部份，採用Delphi 3.0程式發展軟體來撰寫影像分析處理程式及舌特徵病歷資料庫程式。而整個影像分析處理流程，依序有影像校正、影像單位換算、影像分割、舌色與苔色之分析、舌形之分析、苔質之分析等處理步驟，其中主要以HSI彩色座標模型為舌色與苔色分類的依據，並且利用傅利葉頻譜分析方法來評估舌苔的厚薄與判別腐苔、膩苔的紋理特性。此外，可將上述處理步驟的分析結果存入舌特徵病歷資料庫之中，以便於資料的保存與管理。

本系統針對45位健康人及55位上消化道病症患者的舌影像進行舌特徵之分析，結果發現：兩者主要的差異在於上消化道病症患者的舌苔所佔百分比，明顯地大於健康人的舌苔所佔百分比，並且舌苔多集中分佈於舌中間部位(即脾胃區)，其中又以白苔為主。根據統計有85%的健康人其脾胃區中的白苔百分比為40%以下，有65%的

上消化道病症患者其脾胃區中的白苔百分比在40%以上。上消化道病症患者的舌寬、舌長、舌面積和健康人的舌形分佈是一致的。舌長大致分佈在4.5～6.5cm，舌寬大致分佈在4～5cm，而舌面積大致分佈在15～25cm^2。有38%的上消化道病症患者出現白膩苔，遠大於健康人的6.6%；而有5.5%的上消化道病症患者出現黃膩苔，健康人之中則完全沒有黃膩苔的出現。另外，健康人的舌苔厚薄分佈以薄白苔為主，上消化道病症患者則以薄白苔、薄黃苔、厚黃苔為主。我們採用白苔、黃苔、苔質、舌溫分佈等舌特徵，對健康人及上消化道病症患者進行分類辨識，而最佳辨識率可達85.1%。

本研究中所發展的舌診影像系統，僅提供了望診中的舌診資訊，而中醫診斷主要以「四診合參」為依據，因此，若在未來的研究中能夠加入其他中醫診斷系統的分析結果，將可提供中醫師更詳盡的病情訊息，進而輔助中醫師做出更精準的病症診斷。

關鍵字：舌影像、舌診影像系統、影像處理、舌特徵資料庫上消化道病症

ABSTRACT

In recent years, the studies in scientific and objective Chinese tongue diagnosis have been widely emphasized. Quantitative analysis of tongue images with a computer is a trend in the study of tongue diagnosis. In this research, a complete tongue viewing system was established by using image processing technology. This system can be used for analyzing and finding the difference of tongue characters between healthy men and upper GI disorder patients.

This system set on a moveable consulting chassis, mainly including a personal computer, a frame grabber, color CCD cameras, and the light equipment. The software which combined image processing programs and application programs of tongue-characteristic database was developed by

using Delphi 3.0. The tongue image was processed by image calibration, sizes conversion, image segmentation, color analysis of tongue and coating, shape analysis of tongue, and analysis of coating properties in that order. The color classification for tongue and coating was depended on the HSI color model. And, Fourier spectrum was used to estimate the thickness of coating and distinguish between grimy coating and crusted coating. Moreover, the analyzed results could be saved to tongue-characteristic database for convenience of the preservation and management of patient's history.

After the system was completely constructed, the difference of tongue characters was generalized by sampling 45 healthy men and 55 upper GI disorder patients. The results showed that the significant difference of that patient's coating percentage was larger than normal, and coating was almost located in the middle of tongue which corresponding to stomach area. There were 85% healthy men whose white coating in their middle of tongue which was less than 40%. But there were 65% patients whose white coating in their middle of tongue which was beyond 40%. Patient's tongue shapes were identical with normal. Most of tongues were 4.5~6.5 cm for the length, 4~5 cm for the width, and 15~25 cm^2 for the tongue area. There were 38% patients who have white-grimy coating, and which was far greater than normal (6.6%). There were 5.5% patients who have yellow-grimy coating, but none appeared in normal. Besides, the majority of normal tongue thickness was thin-white coating, but which of patient's tongue thickness was thin-white, thin-yellow, or thick-yellow coating. According to tongue characters the system recognition rate for identifying the normal and patient groups approached 85.1%.

The developed tongue viewing system only provided tongue diagnostic information. However, the principles of traditional Chinese medicine diagnosis were based on four diagnostic processes which were viewing, learning, inquiring, and examining. Therefore, the system could be integrated with other Chinese diagnostic systems in the future. It would

be practical to help doctors to diagnose illness more accurately.

Key words: Tongue image, Tongue viewing system, Image processing Tongue-characteristic database, Upper GI disorder

壹、前言

「辨證論治」是中醫學診斷與治療的指導思想[1]，而辯證以望、聞、問、切四診為依據，其中以視覺來診察稱為望診，以聽覺、嗅覺來診察稱為聞診，以言語來診察稱為問診，以觸覺來診察稱為切診。將四診所獲得的生理資訊加以歸納分析後，可確定病理機轉和治療用藥的方向。而「舌診」是中醫望診中重要的項目，就中醫的觀點而言，舌頭是身體內臟之一，是唯一暴露在人體外部的內臟。在長期的臨床運用舌診中，發現舌與某些臟腑間有著密切的聯繫，因此有舌尖主心，舌中主脾胃，舌邊主肝膽，舌根主腎的論點，而藉由對舌部的觀察即可探知體內各臟腑的狀態。

但是，傳統的舌診侷限於中醫師以目視的方式觀察舌象，其診斷結果之正確性往往取決於醫師主觀意識、臨床經驗的累積以及受限於當時的環境因素，缺乏客觀性的標準。而為了達到中醫舌診診斷科學化的目標，發展電腦化的舌診影像系統是相當必要的。

本研究乃是以傳統的中醫舌診理論為基礎，結合了現代化的影像擷取設備與數位影像處理技術，對一般舌診時所觀察的舌特徵如舌質之色澤、形狀，舌苔之苔色、苔質作定性與定量的分析，另外，由於舌影像之中，舌中間的部位是最容易清楚觀察的部份，而此部份又反應了脾、胃的狀況，因此，我們選擇上消化道疾病為研究的方向。將健康人及上消化道疾病患者的舌影像輸入本研究中自行發展的舌診影像系統進行分析。最後，對分析結果的數據資料作統計上的整理與歸納，找出健康人和上消化道疾病患者之間的舌特徵差異，進一步根據其間的舌特徵差異性以達到病症辨識分類的目的。

一、研究背景

舌診是中醫診斷的重要項目，中醫臟象經絡學說認為[2]：舌和內臟的聯繫，主要是通過經絡和經筋的循行聯繫起來的，也就是說五臟六腑都直接或間接地與舌相聯繫。因此，臟腑的精氣上營於舌，臟腑的病變也必然使精氣發生變化而反映於舌象。所以，藉著觀察舌，便可知曉體內臟器的狀態。

中醫有關舌診的研究，起源甚早，遠在公元前3～5世紀的『內經』中，便有了察舌辨證和治療的記載[3]。如「靈樞熱病論」說："舌本爛，熱不已者死"；「靈樞五閱五使篇」說："心病者，舌卷短，觀赤"。此時只是描述舌體病變情形(如：舌卷、舌痛、舌萎、舌短)，而沒有提到舌色和舌苔的變化，直到公元1～2世紀的『傷寒論』和『金匱要略方論』中，對舌的觀察才有所提高，這時不僅已經留意到舌色的變化，同時對舌苔的觀察亦是第一次提出來了。13世紀舌診的第一部專書『敖氏傷寒金鏡錄』出版。及至16世紀，溫病學派興起，外感熱病辨證中的舌診內容一度蔚為風潮[4]。而舌診經過長時期的醫療實踐，不斷地修正與精進，至今仍是中醫辨證中極為重要的診斷方法。

然而，傳統舌診主要是由中醫師以目視的方式對患者之舌部進行診察以斷病情，故診斷結果之正確性往往取決於中醫師主觀的經驗以及當時所在環境的種種因素(如：光線)。而近幾年來，隨著科技的日新月異，中醫舌診客觀化、科學化的研究廣泛地受到重視。本研究即是利用影像擷取及影像處理的技術，建立了一套完整的舌診影像系統，並且對健康人及患有上消化道病症的病人進行舌象的取樣與分析，以找出之間舌特徵的差異性，進而達到臨床輔助診斷的功效。

二、文獻回顧

在大陸上，舌診的相關研究甚多，大略可分為兩個部份：舌診儀器的研發製造與舌診在各病症的臨床應用。舌診儀器的研製方面，有舌色測色儀、舌津液測定儀、舌象攝影儀.....等儀器的發明[5]，其中舌色測色儀乃是應用色度學原理，並採用光電積分式測色的方法，模擬人眼觀色的過程和對光譜刺激值的修正，使儀器滿足

舌象檢測的要求，量測結果以XYZ等十二項色度學參數表示；另外一種舌色檢查儀，是利用單色的紫外線作激發光源，照射於舌，可激發舌產生螢光，由於舌質的色澤不同，其產生的螢光波長亦不同，因此，可用波長特性來分辨舌質顏色。舌津液測定儀則是根據不平衡電橋原理設計而成，具有梳形的電極板感測器，為舌面津液定量檢測專用儀器。舌象攝影儀整合照相機、增倍鏡、光源於一體，此儀器採用近距離拍攝，立體感強，景深較深，因此，舌根部及口腔底可清晰顯像。

舌診在各病症的臨床研究更是大陸中醫研究的重點，各種研究結果顯示，不同病症均會有特殊的舌特徵表現。以下就列舉幾個消化道疾病的臨床實例加以說明：首先，西藏軍區總醫院、上海第一醫學院附屬華山醫院、溫州醫學院曾經應用西醫的胃鏡檢查與中醫的舌診觀察做對照性的比較[6]，其做法是：在病患進行胃鏡檢查之前，於自然光線下，先由專人對患者舌象仔細觀察，並填表記錄，之後，再和胃鏡的檢查結果比較，結果發現慢性淺表性胃炎和胃潰瘍活動期有明顯的舌苔出現，且以黃苔居多，其發生率不同，反應胃內炎症程度不同，進而反應病情程度的輕重。

哈爾濱醫科大學醫院內科消化組為探討上消化道疾病患者胃鏡檢查與舌質舌苔的關係[7]，於胃鏡檢查前觀察舌象，並詳細記錄，之後進行胃鏡檢查，詳細描述胃鏡檢查所見，結果發現：慢性淺表性胃炎其舌質變化為淡紅或紅，其舌苔變化以薄白為主，尚有薄黃、黃膩、白膩等，另外，由觀察發現同一疾病舌質舌苔的差異與患病的輕重程度成正比，慢性淺表性胃炎之中，重症多見舌質紅、苔薄黃、黃膩，輕症者多見舌淡紅、苔薄白。胃潰瘍，其舌質表現多為淡紅色，個別表現為紅、暗紅和有瘀斑，苔則以薄白為主，部份呈白膩。十二指腸潰瘍，舌質淡紅，苔薄白。

南京市鼓樓醫院中醫科對慢性胃炎患者進行舌象觀察與胃鏡檢查，以探討慢性胃炎與舌象關係[7]。結果顯示：慢性胃炎以白苔為主，然而黃苔的產生卻可以提示胃內炎症病變的輕重程度，但必須與苔質的薄厚結合起來分析，苔色黃而薄者，則病變往往輕而不顯，苔色黃而厚者，則病變往往重而明顯。

山東省人民醫院中醫科透過觀察舌象與胃鏡檢查，針對胃、十二指腸病變進行了探討[7]，結果發現：慢性淺表性胃炎，舌質多數淡紅，少數偏紅或暗紅，舌苔多為薄白或薄黃，少數為黃厚或白厚。十二指腸球部潰瘍，舌質多偏紅，舌苔黃厚膩者多為潰瘍病急性發作期。

上海第一醫學院中山醫院對消化系統疾病的舌象表現綜述如下[7]：多數臨床研究指出慢性淺表性胃炎和消化性潰瘍活動期黃苔的比例較高。

在國內之相關研究，主要是以中醫舌診電腦化的研究工作為主，即利用影像擷取、影像處理技術，對舌色、苔色、苔質、舌形等特徵作定性定量的科學化分析。首先，中山大學資訊科學中心對中醫舌診電腦化之影像擷取環境進行探討[8]，認為：在舌影像的擷取過程之中，為了確保舌診影像的準確性與真實性，環境光線的控制是相當重要的。而其實驗結果指出：在黑幕攝影棚內進行舌診攝影工作是最為理想的，其可避免外來光源或物體反射光線所造成的干擾。除此之外，必須選擇高解析度的彩色攝影機或數位相機，使舌質與苔質的紋理特性能夠清晰的顯示，以利紋理特徵的分析處理。而在舌象性狀定量分析上[9]，逢甲大學自動控制研究所採用HSL顏色模型作舌色及苔色的判斷依據，利用舌質及舌苔的色差程度來評估舌苔的厚薄。至於腐苔及膩苔的判別，則是以灰階相依矩陣所導出的特徵參數及對舌影像取傅利葉轉換後之頻域特徵值加以量化。中國醫藥學院也曾經使用高解析度彩色攝影系統，於可控制的環境條件下，對正常人及特定疾病病患之舌象作定性及定量的分析，並且探討中醫理論之舌與臟腑的關係性[10]。另外，中國醫藥學院附設醫院中醫內科也使用數位式照相機，於黑色攝影棚內在標準色溫冷光下進行舌象攝影，之後再經由電腦影像測量與分析以探討正常人及慢性B型肝炎患者其舌下絡脈與舌長度之比值、舌下絡脈分支及舌下絡脈寬度之間的差異性。

此外，國外也有類似中醫望診的相關研究，不過他們的研究大多配合精密的儀器設備以微觀的方式進行，即透過電子顯微鏡來觀察舌表面或舌乳頭結構的變化情形，或是利用微血管造影術對舌乳

頭的血管分佈進行分析，或是使用組織化學檢驗法來檢查媒的分佈及鈣、鎂等離子的存在……等。而在研究中發現消化系統與舌苔的關係尤為顯著，認為："胃酸過多者，舌常呈暗紅、濕潤而洁淨。"而Oatway氏為了證實胃酸與舌苔之間的關係[11]，檢查了胃酸正常者、高胃酸者、低胃酸或無胃酸者、胃酸缺乏之貧血患者，結論認為胃酸缺乏者光滑舌比例大大增高，而高胃酸者大多為有苔舌或裂紋舌，胃酸正常者則大多為正常舌或有苔舌，因此認為"舌乃胃的鏡子"。

同時，日本Nabeshima的Saga醫學院也曾經利用電腦化彩色分析方法對血瘀患者之舌底靜脈影像進行RGB之顏色分析[12]。其做法是，先令受測者坐在照度為500-550 lux的房間內，然後使用Kodak軟片（Super Cold, ASA 100）、ring flash（Olympus T10 Ring Flash 1, Japan）及照相機（Olympus OM-4 Ti + ZUIKO Auto-1:1 Macro, Japan）在一近距離之內拍攝他們的舌影像，之後，使用幻燈片掃描器將負片數位化成618×369 True Color的數位影像，由個人電腦（Power Macintosh 7100/80AV, 250MB HD, 16MB RAM）來讀取及顯示這張影像。而影像上的每一個像素均包含red(R),green(G),blue(B)三個分量，每個分量均是0~255的數位資料。最後，利用影像處理軟體（Adobe's Photoshop 2.5 J）來處理分析這些影像資料。結果顯示：血瘀病患之舌底靜脈影像其正規化紅色分量較正常值為低。

綜合言之，舌診至今仍是中醫辨證論治的重要依據之一，而開發精確的輔助診斷系統使得中醫舌診科學化、客觀化是必然的趨勢。本研究即是以初步的舌診影像系統為基礎，經過進一步的修正與測試，將其應用於臨床上消化道病症之舌象分析，以探討健康人和上消化道病症患者其舌象分佈特徵的差異性。而利用此差異性可達成病症辨識分類的功能，並且可將舌特徵之分析結果結合到病歷特徵資料庫，以提供中醫師臨床診斷時更詳盡、更確實的參考依據。

三、研究目的

本研究以彩色攝影機擷取影像與電腦處理技術的配合，用CCD

彩色攝影機，擷取患有上消化道疾病患者的舌頭影像，利用中醫舌診之診斷方法，對所要觀察的舌特徵如舌色、舌形、苔色、苔質做紋理與特徵的分類。研究重點主要是運用影像處理技術如影像的轉換、增強、分割、表示和描述及辨識等的原理，透過電腦影像程式設計，將擷取的彩色舌影像之中醫舌診所要觀察的舌彩色影像部份(如舌形、舌邊緣、舌中央、舌苔) 分離出來，使用電腦對其特徵取樣，進行舌色、苔色、腐苔、膩苔、舌苔厚薄的判別與分類，來建立彩色數位舌影像特徵辨識方法，運用所建立的彩色影像特徵辨識方法，將舌診上臨床病症，依每一種病症之舌影像特徵加以分析處理，使用電腦以建立病症舌影像特徵資料庫。

本研究的目的在於如何將彩色影像擷取與彩色影像處理技術，運用在中醫舌診診斷上，以建立彩色影像舌特徵的自動辨識方法，並且利用已完成的舌診影像系統雛型擷取臨床之上消化道病患舌影像，進行舌色及苔色的性狀分析，根據分析結果與中醫師討論後，再對整個系統做適當的修正。最後，整合辨識系統與資料庫系統，將病人的基本資料、本系統的分析結果、醫師的診斷與建議分別存入資料庫，使得本系統不但具備舌特徵自動辨識的功能，更可保存臨床的舌影像資料及中醫師的臨床診斷經驗。

貳、材料與方法

本研究計畫中的中醫舌診影像系統，主要是運用數位影像處理的方法，辨別舌診時所觀察之舌特徵（舌色、苔色、舌形、苔質），並結合資料庫技術，將舌影像之特徵分類並加以儲存。本節將針對計畫中所使用的原理與方法，實驗設備及實驗方法作一個說明。

1、原理與方法

本節將對中醫舌診的原理、上消化道病症之分類、彩色座標系統、影像處理原理與方法、立體成像技術及資料庫的建立，作一介紹。

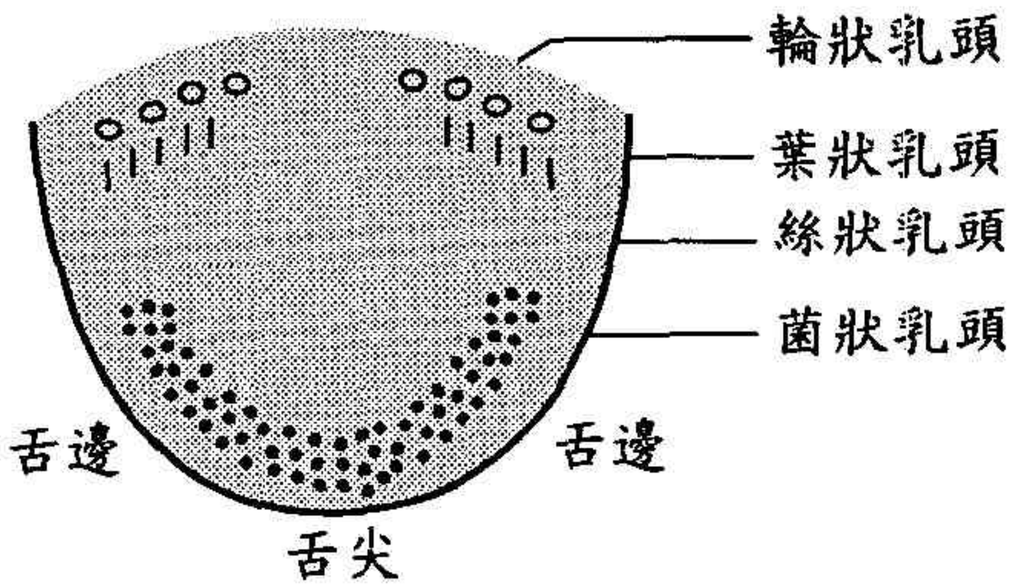
(一)、中醫舌診原理

在本小節中我們簡單的說明中醫舌診的基本原理，其中包含：舌的基本構造、舌診的意義與方法、舌與臟腑間的關係、舌診之注意事項。

1、舌的基本構造

舌診是望舌象而進行辯證的一種診斷方法，舌象是由舌質（包括舌色、舌形、舌態）和舌苔（包括苔色、苔質）兩部份的色澤形態所構成的形象[4]。而舌的構造如圖2.1所示：舌為附著於口腔底、顎骨、舌骨，為柔軟的肌肉性器官，含有豐富的血管覆蓋有黏膜。舌的上面稱舌面，下面稱舌底。舌面有薄而透明的黏膜層，黏膜上有無數小突起的「乳頭」。乳頭分為絲狀乳頭、菌狀乳頭、輪狀乳頭及葉狀乳頭等四種，各有不同的形狀，且分佈於不同的部位。

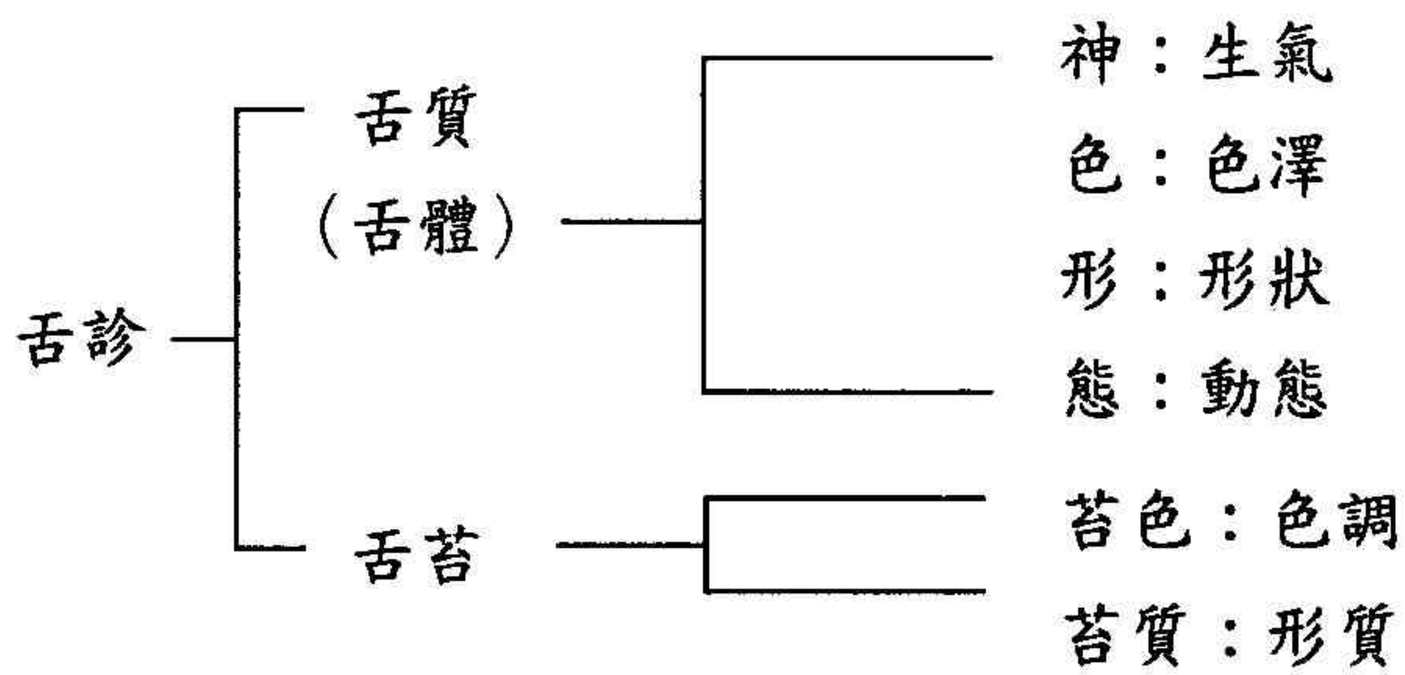
絲狀乳頭叢生於整個舌面，其上皮呈絲狀，整個看起來像天鵝絨，細而長呈微白色，正常舌面的薄白苔即因此而形成。菌狀乳頭分散於舌尖、舌邊，遠較絲狀乳頭大且少數，具有圓形平滑之「菌狀」突起。微血管侵入其內部，可從表面透視，所以看起來紅紅的。若因熱症，充血和血管擴張增強，則觀察起來為「紅點」。輪狀乳頭，直徑最大，有1~3毫米，總共約7~9個，排列在舌根部位。葉狀乳頭，位於舌後部兩側邊緣上，每側6~8條。後述的三種乳頭均有味蕾，與味覺功能有關，但葉狀與輪狀乳頭在一般情況下的病理變化不是很明顯。



2、舌診的意義與方法

一般的舌診主要是針對『舌質』及『舌苔』進行性狀的觀察。其中舌質的望診為觀察「神、色、形、態」[13]。所謂舌神是指對於舌有無生氣之粗略印象而言，可由舌之榮枯及運動性來作判斷。而舌色乃是指舌質的顏色表現，表現病態的舌色區分為淡白、紅、絳、紫、青等五種。所謂舌形是只舌體的形狀，大略可分為老嫩、胖大、腫脹、齒痕、瘦薄、裂紋、光滑、點刺、淤點等。所謂舌態，指舌之動態，有以下幾種：強硬、顫動、吐弄、短縮等; 舌苔的望診則為觀察「苔色、苔質」。苔色主要區分有白、黃、灰、黑等四種，但此外偶爾也有綠苔和霉醬苔，正常的舌苔呈淡白薄潤狀，是由於絲狀乳頭表淺層的扁平上皮細胞不斷的角化完全或角化不完全所形成的，在其空隙中間，填有脫落的角化上皮、唾液、食物碎屑、細菌及滲出的白細胞等混合在一起附著在舌黏膜的表面而形成。另外，苔質部份必須做厚度、溼潤度、黏稠度、分佈、剝落之有無、消長、真假...等等的區別。依舌質和舌苔作舌診的總合判斷如表2.1所示。

表2.1 舌診的分類



3、舌與臟腑間的關係

長期的臨床運用舌診過程中，古代醫家發現舌面的一定部位，與某些內臟有著特別密切的聯繫[14]，細察這些區域的舌象變化，常能瞭解相關臟腑的病變情況。這就是根據不同舌體部份以診候特定

臟腑病變的理論。

另外，中醫臟象經絡學說認為：舌藉由經絡和經筋直接或間接地與五臟六腑聯繫。因五臟六腑的精氣上升到舌，所以臟腑之病變反映於舌象。

五臟六腑之中，尤以心、脾、胃與舌的聯繫更為密切[15]，因為"舌為心之苗，又為脾之外候"，"苔乃胃氣之所熏蒸"。心主血脈，而舌體血運豐富，心主神志，而舌的靈活運動與形成語言有關，最能傳神，因此舌象首先能反映"心"的機能狀態。"心為五臟六腑之大主"，所以五臟六腑的機能狀態，必然通過心的主宰而反映於舌象。舌有味覺，能影響食慾，與脾胃的運化受納功能密切相關，而"脾胃為後天之本，氣血之化源"，所以脾胃的機能狀態以及全身氣血的盛衰，也直接地反映於舌象。

此外，舌之各部位與人體部位之關聯已在經驗上證明了，而其主要有胃經劃分法、三焦劃分法、臟腑劃分法三種如圖2.2所示。

●胃經劃分法：舌尖相當於上脘、舌中為中脘、舌根則為下脘。用於胃病之診斷。

●三焦劃分法：

舌尖相當於上焦、舌中為中焦、舌根則為下焦。

●臟腑劃分法：

舌尖相當於心肺、舌邊為肝膽、舌中為脾胃，舌根則為腎。

而清代醫家江涵暾也曾指出：「舌者心之竅，凡病俱現於色，能辨其色，證自顯然。舌尖主心，舌中主脾胃，舌邊主肝膽，舌根主腎。」這一劃分方法[14]，比較符合臨床實際，現已廣為醫家所遵循。一般說來，大家現在傾向於採納下述劃分方法：把舌尖部看作主要反映心肺病變的區域，臨床上，失眠、心煩等心火旺的患者每可表現出舌尖紅而起刺。舌中部反映脾胃功能，如胃陰虧虛，可見中部舌苔剝落；胃有食積，多見舌中部苔膩而垢。舌根部反映腎的虛實，腎陽虛者多見舌根部濕滑而白：腎陰虛者多見舌根部苔剝而光滑。舌的兩邊主肝膽，肝硬化、肝癌患者，舌之兩邊多見瘀班、瘀點。

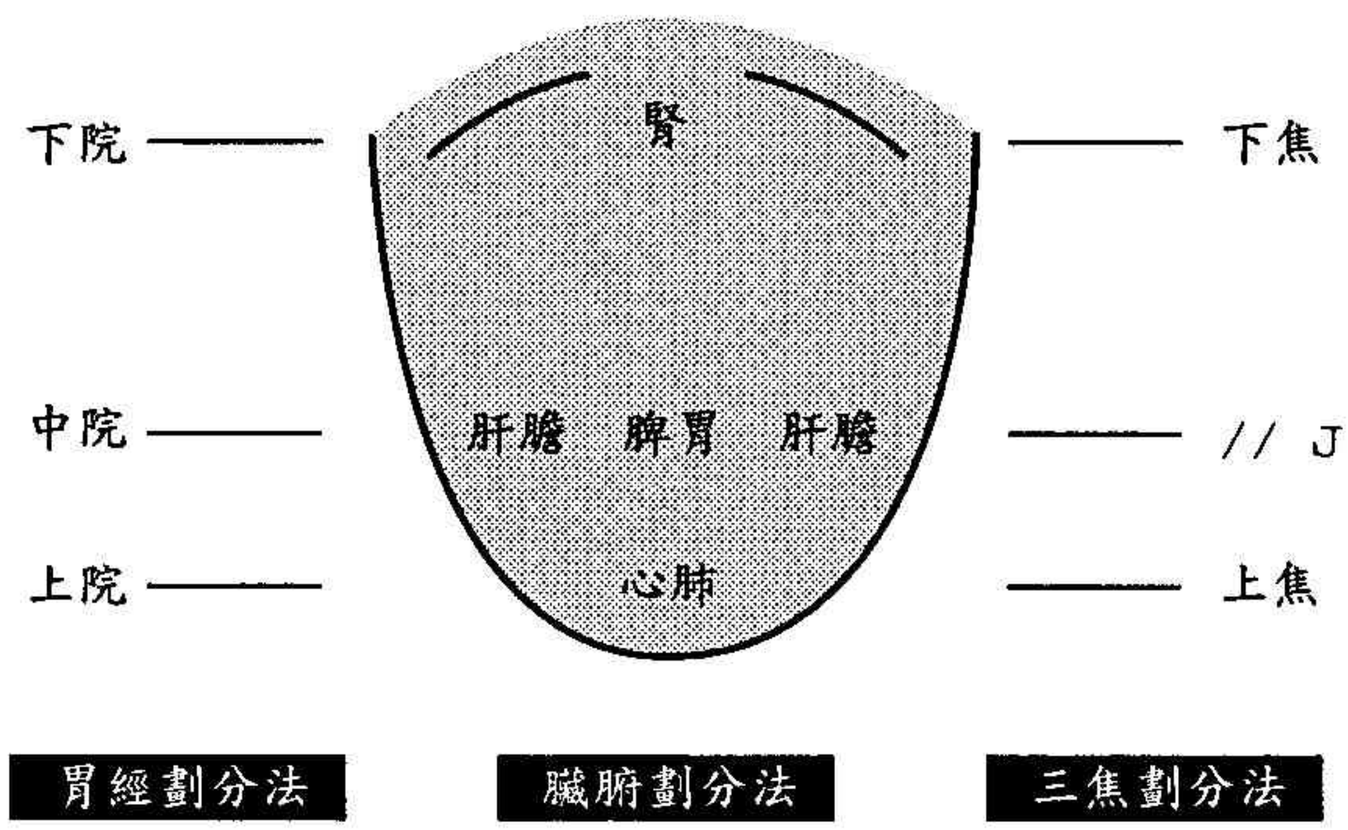


表2.2 舌之各部位與人體臟腑之間的關聯

4、舌診之注意事項

通常在進行舌診的過程中，為了使舌診的結果具客觀性及準確性，必須注意以下幾點[4]：（i）光線：同一色調也會因光線不同而感覺不同，所用燈光需使用明亮自然光，而非直射的柔和光。（ii）姿勢：讓患者坐正，口張大，使其舌頭自然伸出口外，舌體用力會讓舌緊張、捲縮，舌伸出太久則舌的循環狀態會改變，而發生色調的改變。因此要使舌體鬆弛，舌尖朝下平坦的伸出。（iii）順序：盡可能培養出一定觀察的習慣，一般觀察的習慣是從舌尖到舌根。（iv）飲食：舌苔和舌質會因飲食而產生變化，應盡量避免於飲食後立刻觀察舌象。（v）季節、天候：即使是正常的舌象，也會因季節及天候而有些許的變化，因此，也必須考慮到當時的氣候環境。（vi）年齡與體質：正常的舌象也會因年齡和體質而有顯著的不同，故必須詳細記錄受測者年齡及健康情形。以上所述的各注意事項，亦是本研究在進行舌影像擷取與分析時的參考依據。

綜合言之，中醫學上辨舌分舌質與舌苔兩部份。舌質的變化，多與心有關，舌苔變化，多與脾胃有相關。由於舌通過經絡和心、脾肝、腎相連，因此人體臟腑、氣血的盛衰，病情的發展，疾病的寒熱，都能客觀地反應於舌象。特別是在消化系統的疾病更為明顯，因為舌苔是胃氣上蒸而形成的。胃氣正常的人，舌布薄苔，濁

氣在胃，則舌苔反常，或黃或白，或厚或薄，或粗或細。而中醫臨床上常把舌象作為消化性潰瘍辨證論治的依據之一[16]。如見到舌質淡，或舌體胖大而舌苔薄白的，大多屬於虛寒類型;見到舌質較紅或舌體瘦薄，舌面乾燥無苔的，大多屬陰虛類型。由於消化系統之病變容易明顯地表現於舌象上，故本研究以中醫舌診理論之臟腑劃分法為基礎自行開發一舌診影像系統，除了分析健康人的舌影像之外，也針對上消化道疾病患者，找出其間舌特徵（舌色、苔色、舌形、苔質）的差異性及分佈情形。

(二)、上消化道病症之分類

近年來由於工商業發達，人們生活緊張，加上飲食不節，生活環境改變，人們罹患上消化道疾病的機會有愈來愈多的趨勢，而其中又以慢性胃炎及消化性潰瘍最為常見。以下就分別以西醫及中醫的觀點針對這兩種病症的起因、表徵作一簡略性的介紹：

1、西醫的觀點

慢性胃炎是消化系統的常見病、多發病，其病理變化基本侷限於胃黏膜層，因此嚴格地講應稱之為“慢性胃黏膜炎”或“胃黏膜病”[17]。

根據Schindler的記錄，“慢性胃炎”是Stahl於1728年首先提出的，其後不斷有報導，但對這一診斷始終存在分歧。1830年Cruveilhier發現胃潰瘍之後，對於有上腹部疼痛的病人，常診斷為潰瘍病或胃神經官能症而不診斷為胃炎。直到1932年，Schindler用可屈胃鏡能較好地直接觀察胃黏膜變化，又能用手術胃鏡取黏膜組織檢查後，對於胃炎的診斷才提高了一步。Schindler把慢性胃炎分為原發性與續發性及肥厚性三種。之後，由於胃鏡和活檢技術的廣泛應用，目前慢性胃炎的臨床診斷基本以診斷為病理學診斷為依據，故慢性胃炎實際上是指慢性淺表性胃炎和慢性萎縮性胃炎而言。另外，慢性胃炎發病率隨年齡增長而增高，老年人多發本病。

慢性萎縮性胃炎是指胃黏膜上皮遭到反覆損害後導致的黏膜固有腺體的萎縮、腸上皮化生及間質性細胞浸潤，隨著年齡的增長，

慢性萎縮性胃炎和腸腺化生的發生率隨之增高，病變程度也越重，故中老年人多發此病(也有人認為慢性萎縮性胃炎是中老年人胃黏膜的退行性變，是一種“半生理”現象)。本病反覆發作，不易治癒，在胃癌高發區，慢性萎縮性胃炎的發病率比低發區高。由於萎縮性胃炎與胃癌的關係密切，因此慢性萎縮性胃炎日益受到大家的重視。

慢性淺表性胃炎也是臨床得常見病、多發病，經胃鏡檢查的患者中有一半以上為慢性淺表性胃炎。與慢性萎縮性胃炎相比，慢性淺表性胃炎以青年人發病為多。淺表性胃炎與萎縮性胃炎又常同時存在於同一病人，其中部份淺表性胃炎數年後可演變為萎縮性胃炎。

消化性潰瘍乃是現代醫學名詞，是一種常見的慢性消化系統疾病。胃腸道與酸性胃液接觸的任何部位均可發生潰瘍，包括食道下段、胃、十二指腸。一般認為胃液中酸性胃液和胃蛋白脢的消化作用是潰瘍形成的基本因素，故稱消化性潰瘍。而由於潰瘍主要在胃和十二指腸，故又稱為胃潰瘍（Gastric ulcer）與十二指腸潰瘍（Duodenal ulcer），它是由於胃或十二指腸之黏膜（Mucosa），粘膜下（Submucosa），或平滑肌層（Smooth muscle layers）部受到損傷而引起。如果長久不治療，會由於經常出血，而導致貧血，並且會因胃內容物滲透至腹腔內，而導致腹膜炎（Peritonitis）。其中胃潰瘍的原因不明，可能是由於膽汁的反流（Bile regurgitation） 而損傷黏膜，使容易受到胃酸（HCl）的侵襲。實際上，胃酸及胃液素（Pepsin）都不是引起胃潰瘍之主要的原因，但是這些胃分泌液會加重潰瘍的症狀。

此病可發生於任何年齡，但以青壯年為多，80%在20~50歲之間，男性患者明顯多於女性，兩者比例約在3:1到10:1之間。臨床上十二指腸潰瘍病較胃潰瘍病為多見。若防治不當，可引起嚴重的併發症，如大出血、胃穿孔或幽門梗阻等。

一般而言，西醫在消化道病症的診斷分類大都以內視鏡所呈現的影像為依據。而其他之檢查項目有：鋇劑攝影術、胃液分析、幽門螺旋桿菌測定、胃蛋白脢測定...等。

2、中醫的觀點

根據上消化道疾病的臨床特性，慢性胃炎及消化性潰瘍均相當於中醫學上所說的「胃脘痛」的範圍。「胃脘」的部位是指上腹部，一般俗稱為心窩部。但以上腹部疼痛為主要病狀的疾病，除了消化性潰瘍及慢性胃炎外，還有其他許多疾病，如胃神經官能症、胃下垂、膽囊炎、胰腺炎等。因此，只能說本病屬於「胃脘痛」這一個範圍，而不能說消化性潰瘍或慢性胃炎即等於中醫學上的「胃脘痛」，也不能說中醫學上的「胃脘痛」僅僅是指現代醫學的消化性潰瘍或慢性胃炎。

慢性胃炎最常見的的症狀是上腹部疼痛、噯氣、飽脹及食慾不振，部份病人則出現泛酸、燒心、噁心、嘔吐及乏力。出血也是慢性胃炎的症狀之一，尤其合併胃黏膜糜爛者，常見反覆小量的出血，亦可為大出血。

消化性潰瘍的臨床表現，主要是包括上腹部的疼痛、噯氣、反酸、噁心、腹脹滿、納差食少，疲倦、無力感、腹瀉、便祕和失眠等消化系統和全身不適等症候。

中醫臨床分型為[18]：(i)「肝胃不和型」主要症狀有胃脘痛、痛攻兩脅、噯氣頻繁，大都因為情緒、壓力而作痛，大便不暢、泛酸、意氣，脈沈弦，舌苔薄白。(ii)「脾胃氣虛型」主要症狀有胃痛隱隱、泛吐清水、納食減少、喜按喜暖、神疲乏力、手足不溫、大便時溏薄，脈軟弱、沈緩，舌質淡。(iii)「胃陰不足型」主要症狀有胃痛隱隱、咽乾口燥、口渴、大便乾燥、手足心熱、舌質紅，脈細數。(iv)「肝胃鬱熱型」主要症狀有胃脘灼痛、痛勢急迫、煩躁易怒、泛酸嘈雜、口乾、口苦、喜涼怕熱、脈弦數，舌質紅、苔黃。

(三)、彩色座標系統（color space system）

本研究的重點之一，乃是對舌色以及苔色這兩個最重要的舌特徵進行定性與定量的色彩分析。進而，針對健康人及上消化道病症患者之舌影像進行顏色的統計與分類，以獲得健康人群及各病症間之舌特徵的色彩分佈情形。

因此，我們必須訂立一組座標系統或定義一個色彩表示模型來表現這些色彩的分佈狀況，而在各個座標系統之間必須存在之間的座標轉換公式，使得某一個影像能夠在這些色彩模型之間相互轉換，表現不同色彩效果。彩色系統有非常多種，是根據不同的需要而訂定的，故其具有優缺點，以下就對本系統中所使用的一些彩色座標系統作一簡單的說明：

1、RGB彩色模型

經常用於影像處理的彩色模型是RGB，YIQ和HSI模型[19]。在RGB模型中，每一種彩色是用紅、藍、綠的基譜分量來表示的，此一模型是建立在直角座標系的基礎上，為了方便，我們假定所有彩色值都已經標準化，即所有R、G和B的值都在[0,1]的範圍內，因此，可用單位立方體如圖2.3所示來表示此模型，其中R、G、B在三個頂點上，青色(cyan)、紫紅色(magenta)和黃色(yellow)在另外的三個頂點上，黑色在原點，白色在離原點最遠的頂點上，在該模型中，灰階位於從黑到白之間的線段上，所有彩色則位於立方體的頂點或內部。RGB彩色模型下的影像是由三個獨立的影像平面組成的，一般RGB顯示器將這三個影像平面於螢幕上組合起來產生一幅合成的彩色影像，另外，大多數用於獲取數位影像的彩色攝影機，使用的也是RGB彩色模型，所以，其在影像處理中是一種重要的模型。

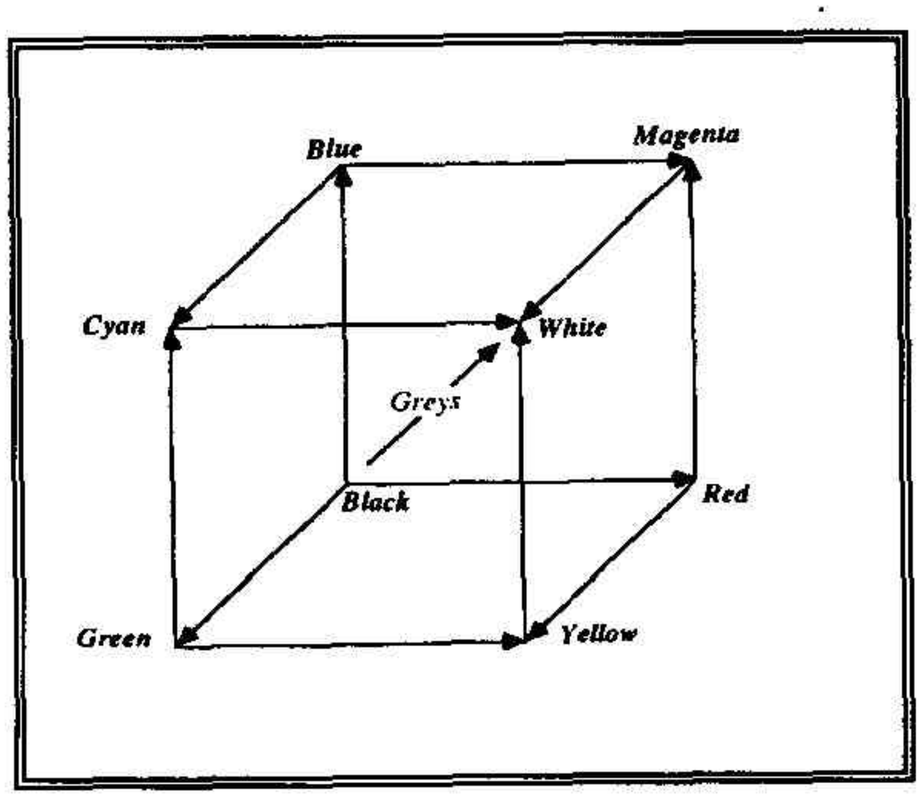


圖 2.3 R G B彩色座標模型

2、HSI彩色模型

而一般常被工程界使用的彩色座標系統HSI (Hue/Saturation/Intensity)，其模型是架構於雙圓錐體上如圖2.4所示。其中色調(Hue)是代表某一個色彩的波長，在雙圓錐體座標系統上以0° ~360° 來表示，所以，當Hue=0° 時，顏色是紅的，當Hue=60° 時，顏色是黃的，以此類推。飽和度(Saturation)是指顏色的純度，表色彩被白色沖淡的程度，例如鮮紅為滿飽和度，粉紅色為一低飽和度的紅色，其在雙圓錐體座標系統中是以某一色彩點到圓心的距離來表示，離圓心愈遠則飽和度愈大。強度(Intensity)為紅、藍、綠三個彩色分量相加之後的平均長度量，亦即亮度，在雙圓錐體座標系統上是以垂直於圓形並通過圓心的線段來表示的，沿著圓形下面的線段之亮度從暗趨向黑，相反地，沿著圓形上面的線段之強度從亮趨向白。整體而言，雙圓錐體表面上任一點代表純飽和顏色，該顏色的色調決定於它與紅軸的夾角，它的亮度決定於離開黑點的距離。

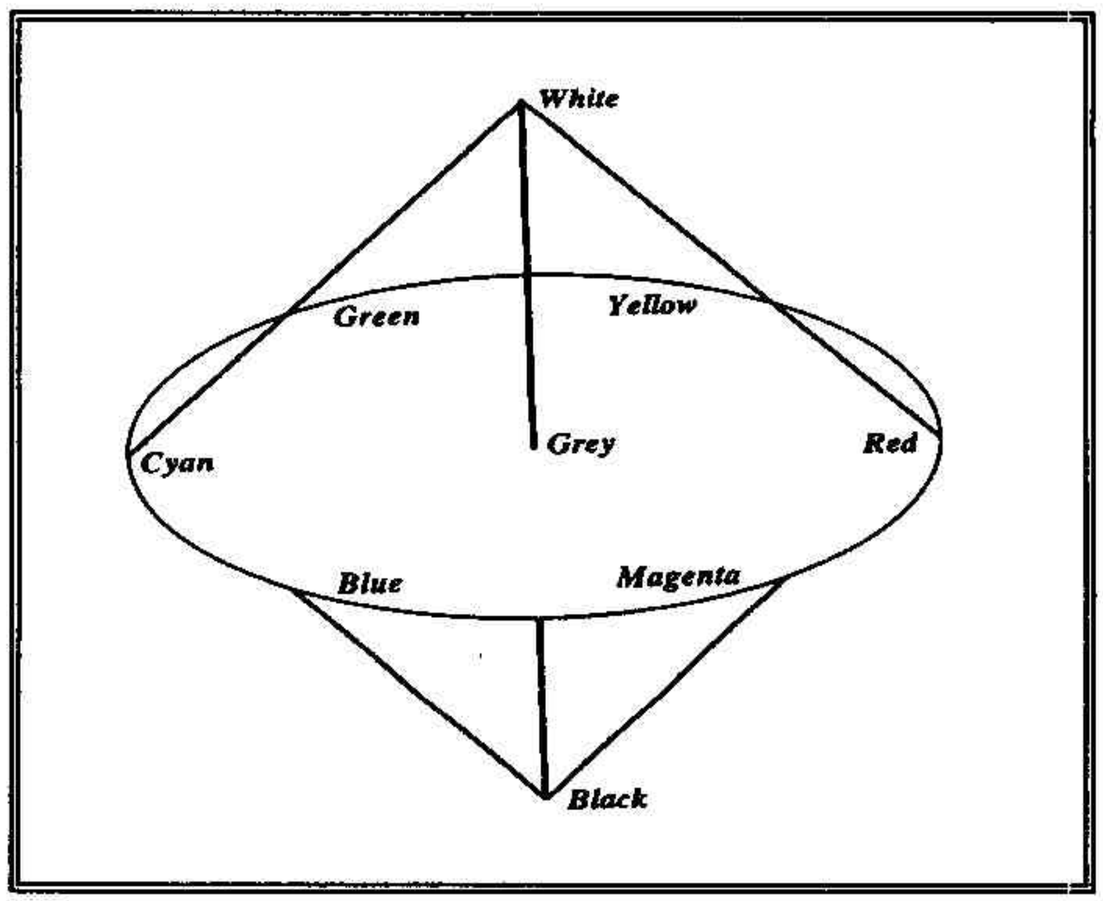


圖2.4表示HSI座標系統的雙圓錐體

3、CIEXYZ彩色模型

國際色彩標準委員會(CIE)所制訂的XYZ系統，也是工程上常用的座標系統[20]，此一理論假設任何一種特定的彩色是由紅、藍、綠

所組成，其純量大小稱為三色激勵值(tristimulus values)分別以X、Y、Z表示之。因此，某一色彩可用它的三色激勵係數(trichromatic coefficient)來代表其定義如下：

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

$$\text{and} \quad x + y + z = 1$$

我們可以根據上式計算某一色彩的x、y、z值，進而從色度圖中(如圖2.5所示)查出該色彩的標準顏色。

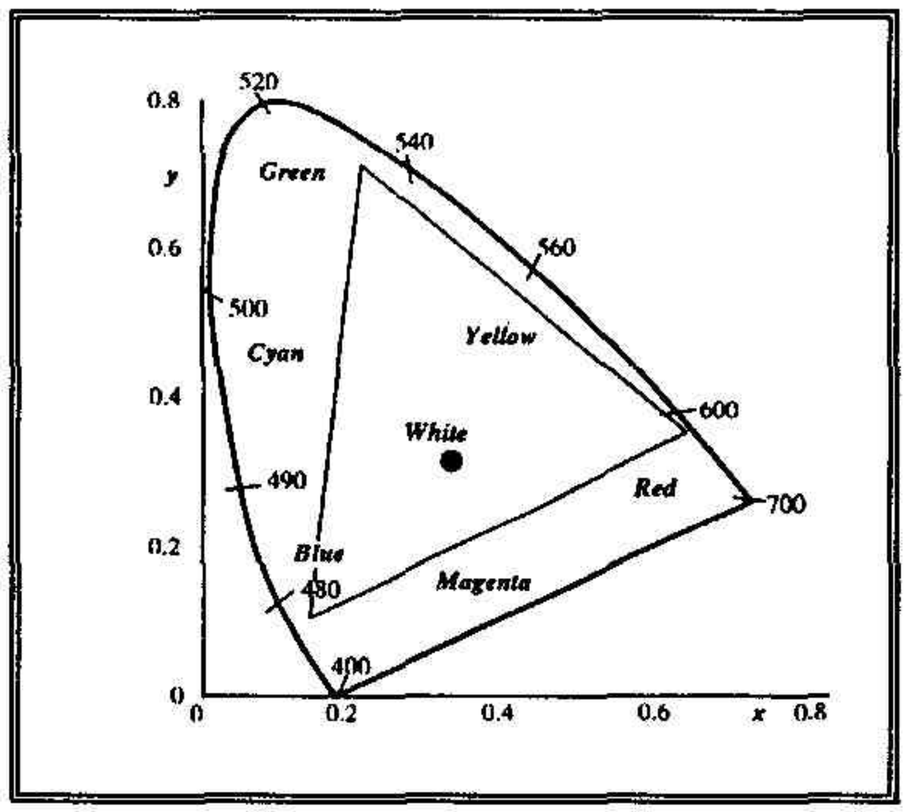


圖2.5 CIE色度圖

4、YIQ彩色模型

美國國家電視系統協會(NTSC)針對彩色電視訊號的特性，提出了YIQ彩色模型[19]。事實上，YIQ也是RGB的一種記錄型式，其間存在簡單的線性轉換關係如式(2-1)，此模型的設計主要是採用人類視

覺系統的優點：即人類的視覺系統對亮度變化的靈敏度大於對色調或飽和度的靈敏度。所以，YIQ標準在Y表示中需要較寬的頻帶(即較多的位元)，而在I和Q表示中需要較窄頻帶(位元)。除此之外，YIQ模型在影像處理中主要的優點是亮度(Y)和彩色資訊(I和Q)是分離的。也就是一幅影像的亮度分量可以單獨處理而不受其彩色分量的干擾。

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.32 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

5、CIELAB彩色模型

雖然色度圖有許多用處，但是只顯示了某顏色的三激勵值之特性，而沒有實際的大小，並且圖中所有的色彩均具有相同的亮度。而實際上，色彩的差異性是由色度(chromaticity)及亮度(luminance)所決定的[21]，因此，為了改正色度圖的缺點，CIE於1976年結合了表現色彩所須的各項變數，提出CIELAB(或稱L*a*b*)彩色座標系統如圖2.6所示，其與CIEXYZ系統之間具有式(2-2)的轉換公式[22]，其中L*代表亮度(範圍：0~100)，a*和b*則定義出色調和colorfulness，而式中的則表示適當參考白(reference white)之三激勵值。另外，兩顏色之間的距離即色彩差值(color difference)可由式(2-3)計算得知，其與人類視覺的靈敏度成比例。

$$L^* = 116\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 16 \qquad \text{for } \frac{Y}{Y_n} > 0.008856$$

$$L^* = 903.3\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \qquad \text{for } \frac{Y}{Y_n} \le 0.008856$$

$$a^* = 500\left[\left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3}\right]$$

$$b^* = 200\left[\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3}\right] \qquad (2\text{-}2)$$

$$E^* = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2} \qquad (2\text{-}3)$$

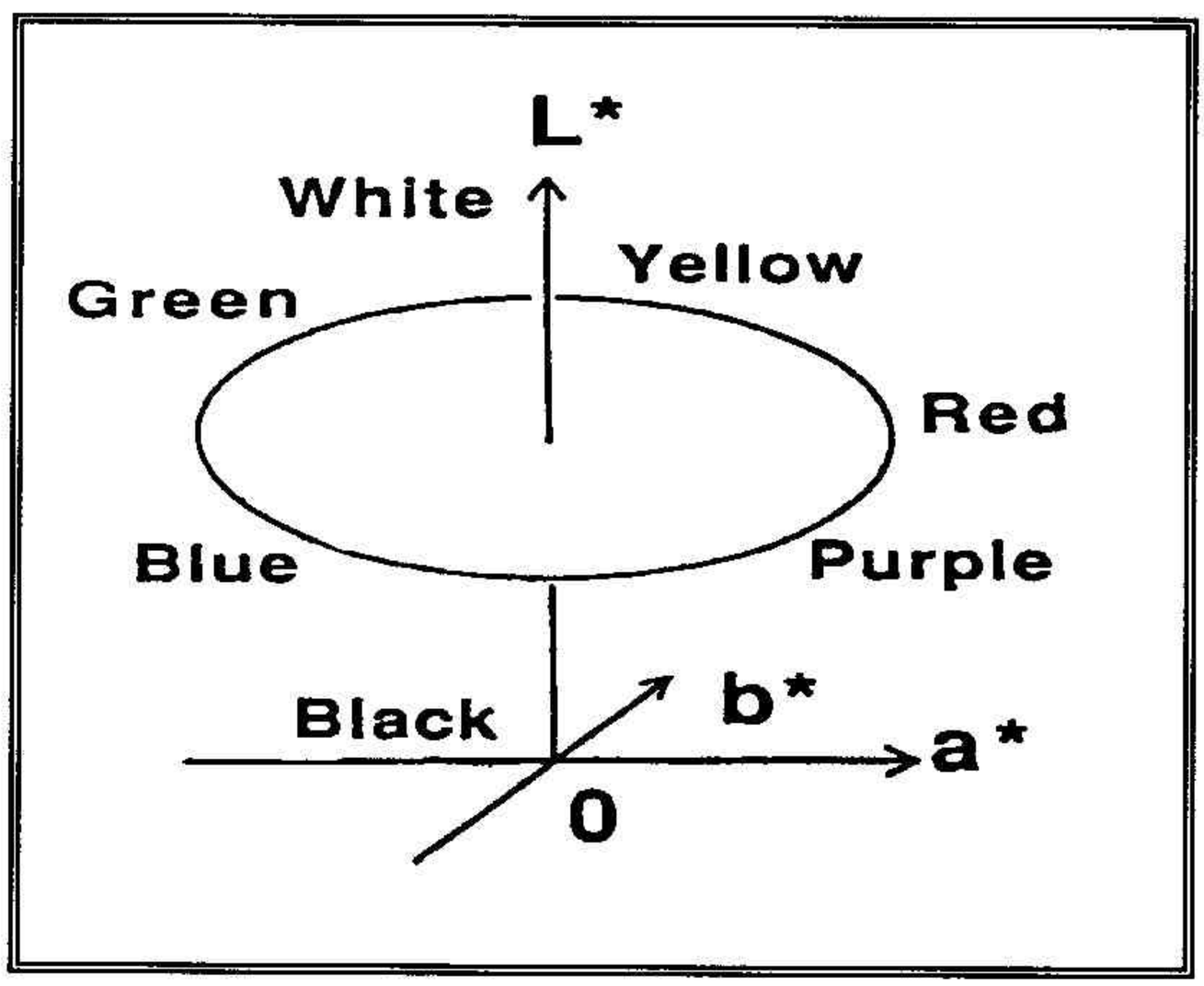


圖 2.6 CIELAB 彩色座標系統

(四)、影像處理原理與方法

本節所要敘述的是，研究中對舌影像進行一連串分析處理時所用到的一些影像處理技術的基本原理。以下就對邊緣檢測、影像分割及頻譜分析這三部份加以說明。

1、邊緣檢測

邊緣檢測是影像分割技術中最重要的部份，要將某一物體從影像中分離出來，首先就必須知道該物體的邊界，也就是要利用邊緣檢測的方法來求得邊界的位置。

邊緣是兩個區域之間有相當不同的灰階特徵的邊界，因此，邊緣檢測主要是利用在像素間亮度值的突然改變，將物體的邊界位置給突顯出來，也就是計算每個像素與它的相鄰像素之間的亮度值的變化關係。大多數邊緣檢測技術的基本思想是偏導數運算子的運算，其中一階偏導數表示灰階的梯度值，當梯度值越大，表示像素灰階度值差異越大時，在影像中就表示這兩像素在不同的區域內；反之則視為屬於同一區域。由此一概念推衍出的數位式遮罩(mask)，有Prewitt、Sobel、Compass運算子。

此外，數位影像處理中最常用的二階導函數運算子為Laplacian運算子。其是藉著偵測影像灰階梯度值的變化差異，來強化其邊界的特徵。二維函數f(x,y)的Laplacian運算子定義為：

$$\nabla^2 f(x,y) = \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2}$$

此一數學式可用多種數位形式的方法來實現如圖2.7所示

0	−1	0
−1	4	−1
0	−1	0

−1	−1	−1
−1	8	−1
−1	−1	−1

1	−2	1
−2	4	−2
1.	−2	1

圖 2.7 Laplacian mask

由於Laplacian具有高通濾波的特性，故對高頻的雜訊相當敏感，無法將這些雜訊去除或降低其對影像的影響，而且，Laplacian運算子會產生雙邊緣並且不能偵測出邊緣的方向，所以Laplacian一般的主要目標是判斷灰階值的變化是由暗變亮，或由亮變暗。而Laplacian運算子更一般性的應用則是利用其過零點的特性以確定邊緣在一幅影像中的位置。

2、影像分割

影像分割就是將影像細分成它的多個組成部份。一般影像分割的演算法是以灰階值的不連續性與相似性為基礎而發展出來的，其中利用不連續性，則是根據灰階的突變去分割影像，這種方法的主要應用為影像中的孤立點檢測及線段的邊緣檢測，而利用相似性的方法，主要是根據臨界值進行區域成長(region growing)及區域分裂與合併(region splitting and merging)。

臨界值法是影像分割中最重要的方法之一。在一幅影像之中，我們可以藉由觀察該影像的直方圖來瞭解影像亮度或色彩的分佈情形，找出適合的臨界值將影像中各個組成部份分離出來。如圖2.8(a)所示，我們可以輕易地找到一臨界值T，而將影像中的兩個主體分割開來。另外，如圖2.8(b)所示為具多重臨界值的直方圖，此類多階臨界值一般較單臨界值檢測的可靠性要低，原因是要建立能夠有效分離感興趣區域的多階臨界值是很困難的，特別是當直方圖中模式的數量很多時更是困難。

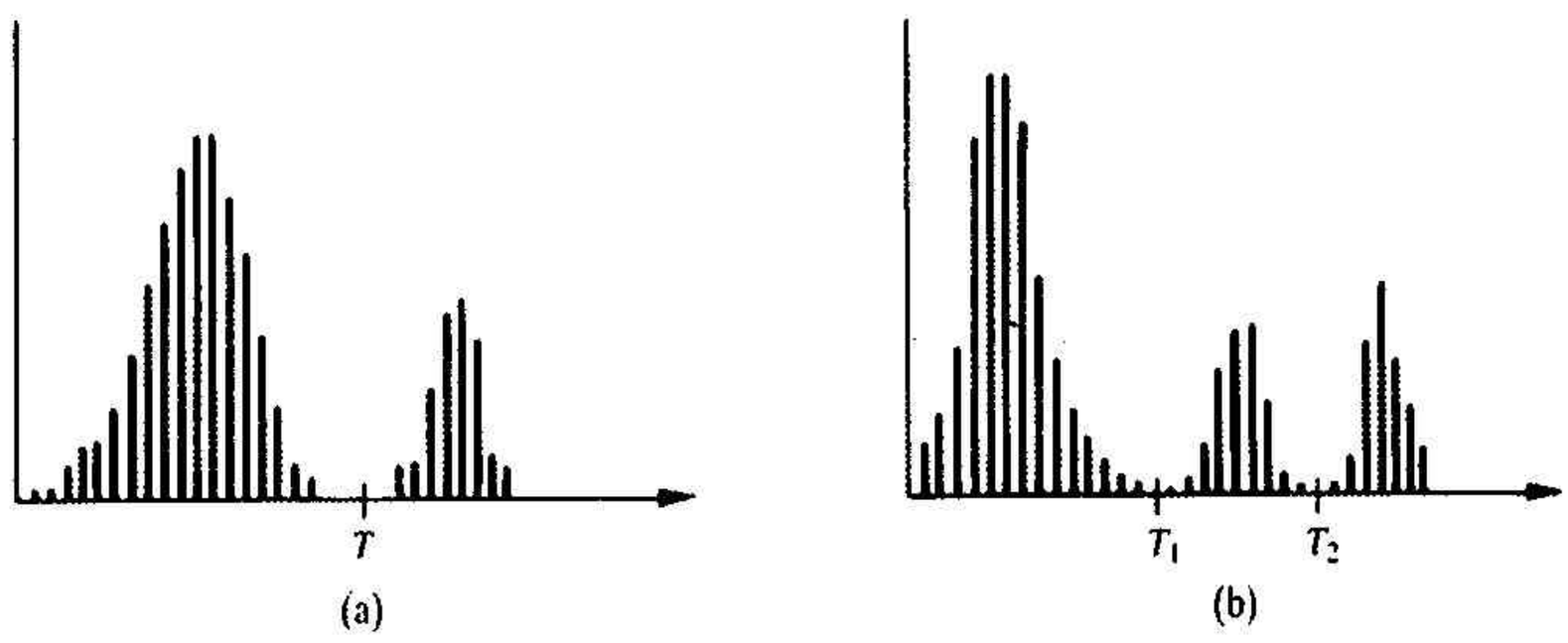


圖 2.8具備有(a單一臨界值 (b多重臨界值的灰階直方圖

區域成長，就是像素或子區域聚合生長成更大區域的過程，這種方法中最簡單的是像素聚合(pixel aggregation)，從一個種子點集合出發，把和種子點具有相同性質(如：灰階、紋理、色度)的鄰近像素添加進來進行區域成長。首先，在欲分割的影像區域內選取種子點，並且設定適當的臨界值T，當周圍像素和種子點的灰階差值小於T時，則視為同一區域，如此依序向外成長，最後將性質相近的區塊從影像中分離出來。

此外，彩色影像分割也可以看成是對影像中的各個顏色分量特徵進行分類的動作。如圖2.9所示，我們可以在一幅彩色影像之中，分析各個像素點的顏色特性(如：R值、G值、B值...等)，並且將這些顏色特性相近的像素點以特殊的色彩或標記顯示出來，如此即可達到影像分割的效果[23][24]，而本研究中舌色及苔色的分類即是根據此一原則，將暗紅舌、紅舌、淡紅舌、青紫舌、白苔、黃苔等區塊從整個舌體影像中分割出來。

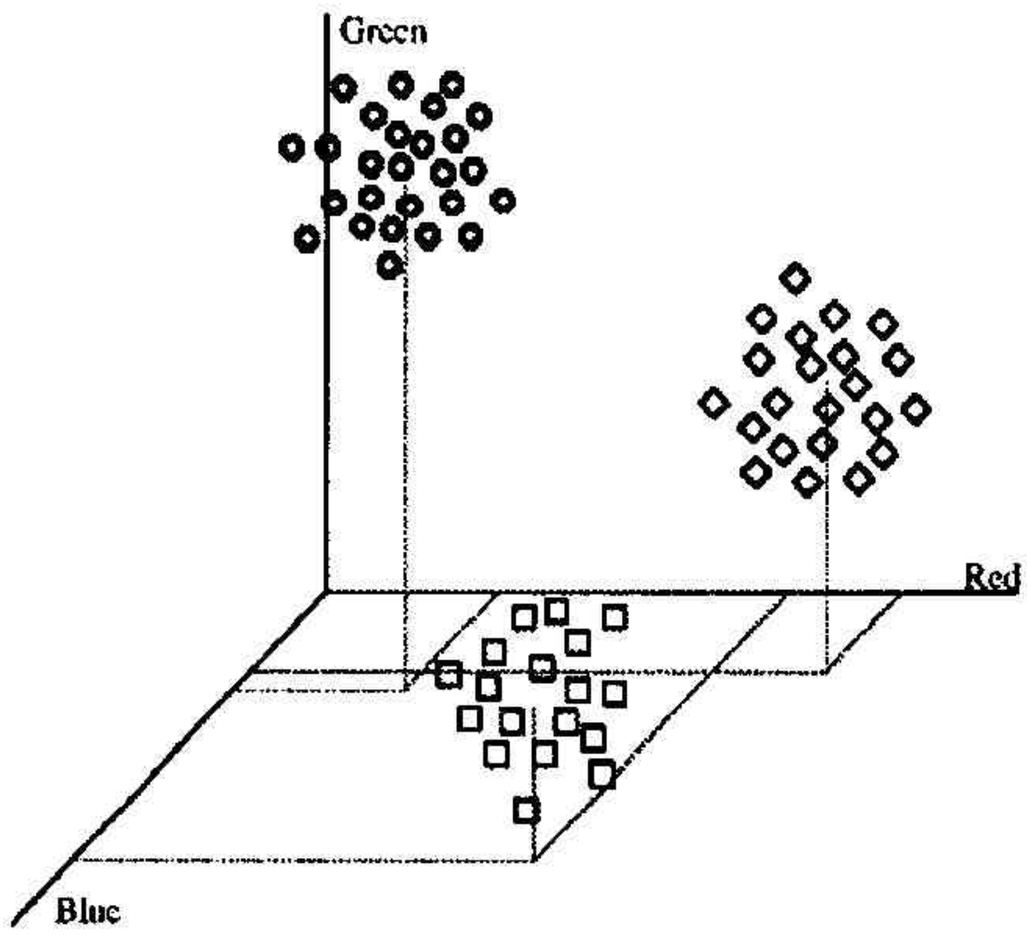


圖 2.9根據像素點的 R G B值進行像素分類

3、頻譜分析

在本研究中，為了對苔質部份(包含：腐苔、膩苔、舌苔之厚薄)進行定性及定量的分析，藉由觀察這些苔質特徵的紋理特性，可以

發現舌苔顆粒的緻密、稀疏程度及舌苔的厚薄情形，皆與該特徵影像的頻率分佈有密切的關聯，因此，我們決定採用傅立葉頻譜(Fourier spectrum)[19]來量化這些特徵參數。以下就針對傅立葉頻譜作一簡略的介紹：

假設x和y表示空間座標，則f(x,y)代表一個二維影像的光強度函數，即在任一點(x,y)的f值正比於在該點影像的亮度(或灰階)。因此，一個M×N大小的影像亮度函數f(x,y)，其離散傅立葉轉換可表示成式(2-4)

$$F(u,v)=\frac{1}{M\ N}\sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1}f(x,y)\exp\left[-j2\pi(u\,x/M+v\,y/N)\right]$$

$$=R(u,v)+jI(u,v)$$

式中u,v是頻率變數，u=0，1，...，M-1 and v=0，1，...，N-1
R(u,v)和I(u,v)分別是F(u,v)的實部和虛部。
而F(u,v)之振幅函數可表示為式(2-5)

$$\left|F(u,v)\right|=\left[R^2(u,v)+I^2(u,v)\right]^{1/2}$$

此振幅函數 $|F(u,v)|$ 即被稱為f(x,y)的傅立葉頻譜。

(五)、立體成像技術(Stereo Imaging)

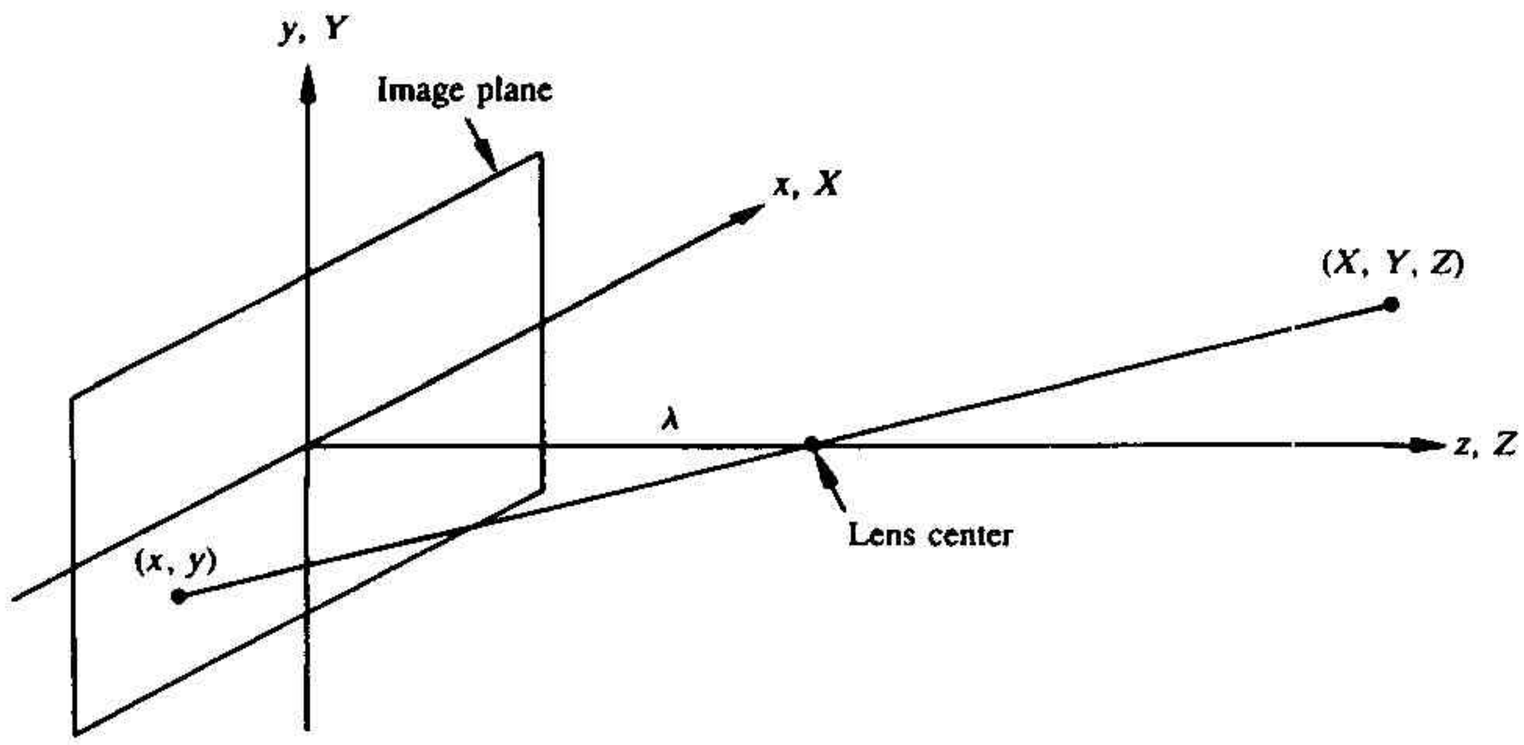
本研究中為了要以影像處理的方法來獲取舌頭的厚度資訊，我們使用兩部CCD彩色攝影機擷取左右兩張舌影像，並透過立體成像技術計算出影像中代表舌厚度之兩點於三度空間中的深度(depth)距離[19]。以下就分透視轉換及立體成像兩部份簡述說明之。

1、透視轉換

透視轉換（亦稱成像轉換）是將三維點頭影到平面上，透視轉換在影像處理中佔重要地位，它提供一個近似方法以觀察三維世界形成影像。這些轉換因為包含著除以座標值的運算，所以是非線性

的。

圖2.10是一個影像形成過程的模型，在照相機座標系統中，成像面在xy平面上，光軸（由透鏡的中心建立）沿z軸，因此，成像面的中心在原點處，透鏡的中心在座標處。如果照相機聚焦遠處的物體，λ則是透鏡的焦距(focal length)。這裡假設照相機座標系統與世界座標系統重合。



假設是三維場景中任一點的世界座標，如圖2.10所示，並假設在下面的討論中，Z> λ，那所考慮的點均在透鏡前方。第一步要找到點在成像平面上的投影座標所呈現的關係。使用相似三角形很容易解決此問題。可得到：

$$\frac{x}{\lambda} = -\frac{X}{Z-\lambda} = \frac{X}{\lambda - Z} \tag{2-6}$$

和

$$\frac{y}{\lambda} = -\frac{Y}{Z-\lambda} = \frac{Y}{\lambda - Z} \tag{2-7}$$

式中X和Y前的負號表示影像點實際上是倒置的。可由圖中清楚地看出。被投影的三維點的影像平面座標由式(2-6)和(2-7)直接得出：

$$x = \frac{\lambda X}{\lambda - Z} \qquad (2\text{-}8)$$

$$y = \frac{\lambda Y}{\lambda - Z} \qquad (2\text{-}9)$$

經由上述的推導，我們可以很容易地由(2-8)式及(2-9)式將三度空間中的某一點映射到成像平面上的一點。

2、立體成像

我們可以理解，將一個三維場景映射到一個影像平面是一個"多對一"轉換。這就是說，由一個影像點不能唯一確定一個相對應的世界點(world point)位置(即三度空間的座標點)。然而，利用立體透視(stereoscopic)，或稱為立體成像技術可以獲得丟失的深度資訊。

如圖 2.11所示，立體成像包含著獲取一個實際物體(在這裡討論的是一個世界座標點W)的兩個分開的影像視圖(平面影像)。

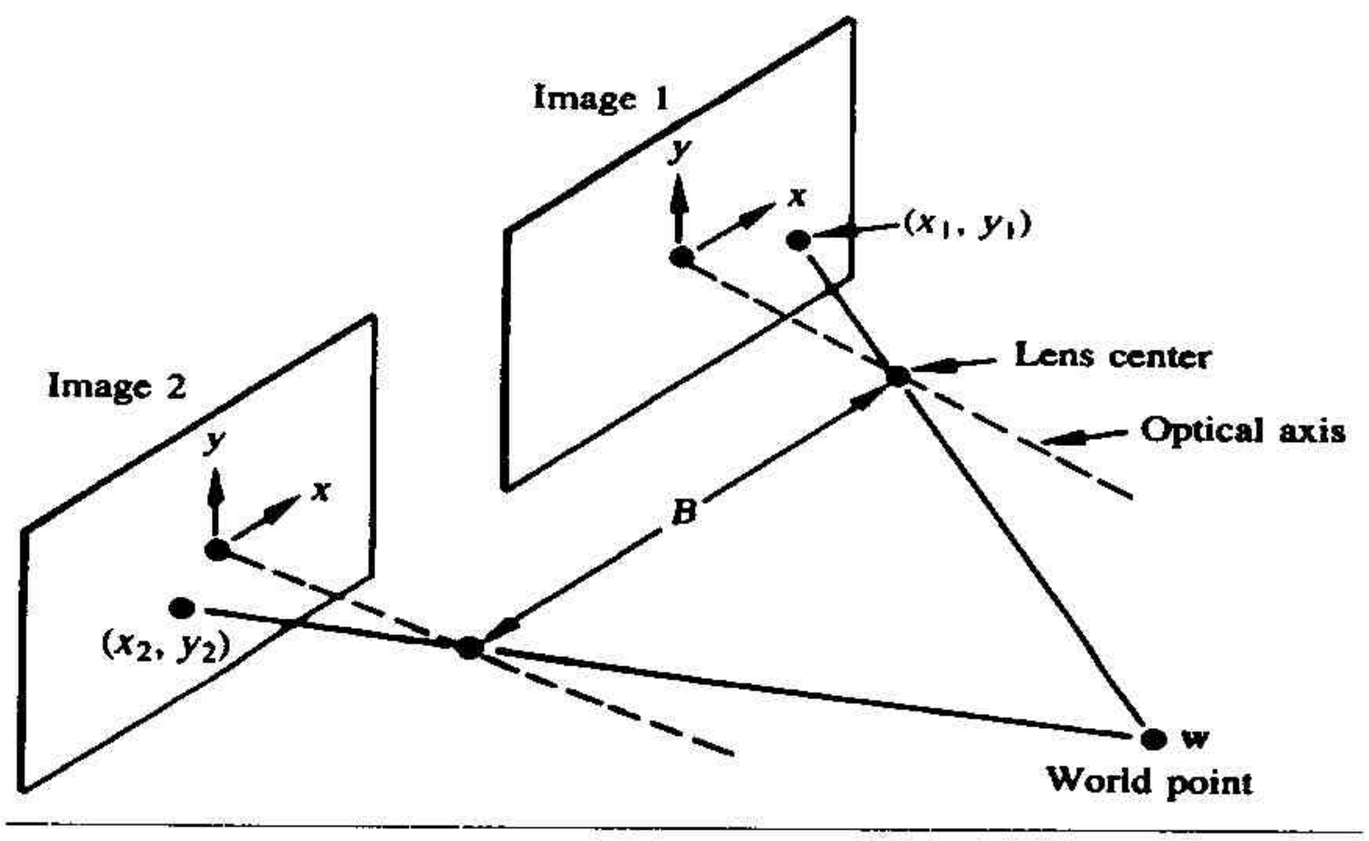


圖 2.11立體成像過程的模型

兩個透鏡中心之間的距離稱為基準線(baseline)，立體成像的目標就是根據影像點(x_1, y_1)和(x_2, y_2)求得點W的座標(x, y, z)。假設使用的兩個攝影機是完全相同的，它們的座標系統都經過很好地對準，所不同的只是它們的原點位置。這些假設通常都是符合實際的。我們知道，如果照相機和世界座標系統兩者是一致的，那麼影像的xy平面就與世界座標系統的XY平面重合。於是，在上述假設下，W的Z

座標與兩個照相機座標系統完全相同。

首先，讓我們使第一個照相機與世界座標系統一致，如圖2.12所示，然後，由式(2-8)，W位於具有（部份）座標

$$X_1 = \frac{x_1}{\lambda}(\lambda - Z_1) \qquad (2\text{-}10)$$

的直線上。其中X和Z的下標表示第一個照相機移到了世界座標的原點，第二個照相機和W也跟著移動，但圖2.11所示的相對佈局不變。如果改變一下，把第二個照相機放在世界座標系統的原點，那麼W位於具有（部份）座標

$$X_1 = \frac{x_1}{\lambda}(\lambda - Z_1) \qquad (2\text{-}10)$$

的直線上。然而，因為兩個照相機是分開的，且W的Z座標在兩個照相機座標系統中是相同的，可得到

$$X_2 = X_1 + B \qquad (2\text{-}12)$$

和

$$Z_2 = Z_1 = Z \qquad (2\text{-}13)$$

其中B是基線距離。

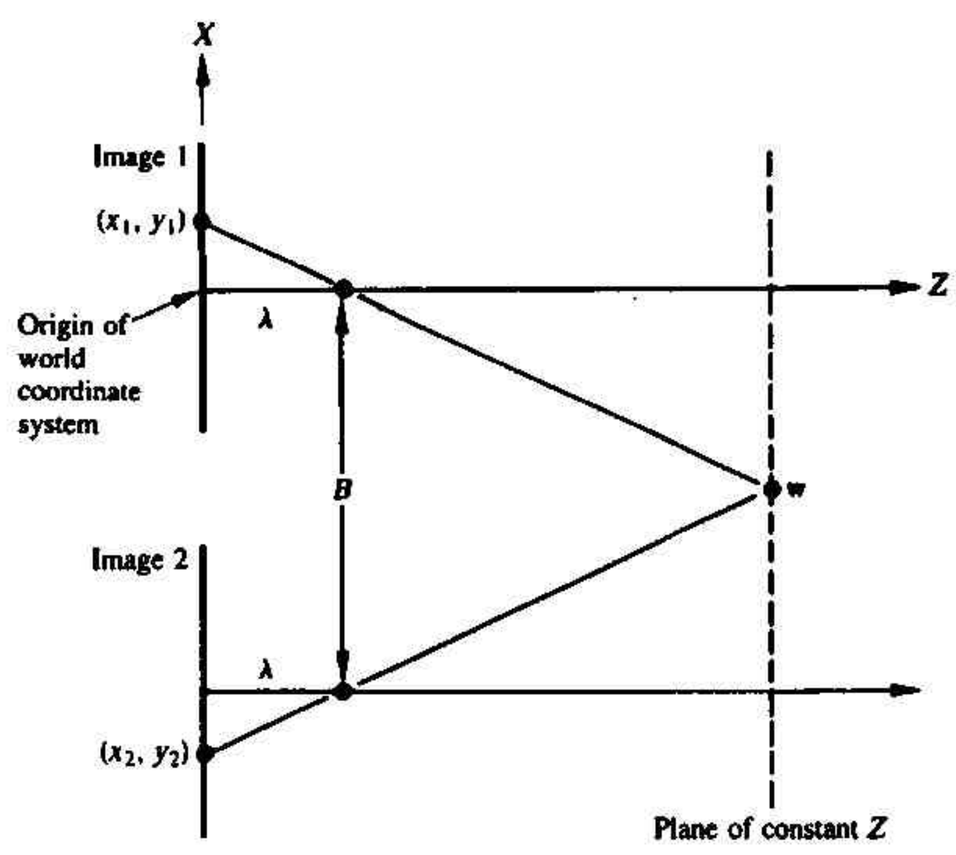


圖 2.12圖 2.1 的上視圖

將式(2-12)和(2-13)代入式(2-10)和(2-11)得

$$X_1 = \frac{x_1}{\lambda}(\lambda - Z) \qquad (2\text{-}14)$$

和

$$X_1 + B = \frac{x_2}{\lambda}(\lambda - Z) \qquad (2\text{-}15)$$

將式(2-15)減去式(2-14)，可解出Z為

$$Z = \lambda - \frac{\lambda B}{x_2 - x_1} \qquad (2\text{-}16)$$

該式表明，若對應的影像座標和間的差值能確定，且基線距離和焦距已知，則可容易地計算W的Z座標。

綜合上述之推導，我們可以經由立體成像轉換，將兩個平面影像中的兩個對應點映射到三度空間的實際座標點（W）。

$$Z = \lambda - \frac{\lambda B}{x_2 - x_1}$$

$$X = \frac{x_1}{\lambda}(\lambda - Z)$$

$$Y = \frac{y_1}{\lambda}(\lambda - Z)$$

(六)、資料庫的建立

資料庫系統是一種電腦化的資料記錄儲存系統，其中儲存了一些電腦資料檔案(computerized data files)，而資料庫可視為一種電子檔案櫃[25]。該資料庫系統的使用者可對資料庫執行下列各種運算：增加新的檔案到資料庫內、插入新的data到舊有的檔案內、從現存的檔案中擷取資料、更改現有的檔案、從資料庫中移去某些檔案。

一般的商用資料庫可分為網路型以及單機型兩種[26]。單機型的

資料庫主要是將資料庫應用軟體與存放的檔案資料放在同一部電腦內，常用的資料庫發展軟體如：Dbase、Paradox、Clipper都是建構在單機型的資料庫上，使用者的資料可藉由檔案內容的存放，就可以修改、新增、讀取資料庫中的資料。此類型的資料庫適用於一般小型的辦公室、小規模的商店以及診所。

網路型的資料庫是將資料放在網路的伺服器上，其資料的存放方式可以是集中式的，即把資料存放於資料庫伺服器的主機上，也可以是分散式的，即把資料放在不同的主機上，而由主要的伺服器來管理資料的存取流程。現在一般大型的資料庫系統皆是屬於網路型的資料庫，各個不同的部門可以藉由網路的傳輸將資料彙整到中央的資料庫中，也可以從中央的資料庫中讀取所需的資料，當然這些資料存取的動作都必須有權限的限制，所以就要有資料庫管理系統(Database Management System,DBMS)來處理資料安全性的問題。目前常見的網路型資料庫有Oracle、Sybase、MS SQL Server、InterBase...等。

本研究為了有效地管理及保存由舌診影像系統所擷取的舌影像以及系統分析後的舌特徵參數，故建立一套舌影像特徵資料庫。基於資料量的大小、開發之便利性、存取之速度...等因素的考量，我們決定採用Paradox 7.0的表格(Table)形式，並且以Borland公司的Delphi 3.0軟體為資料庫開發軟體，來建構一個單機型的資料庫，其名義上雖為單機型之資料庫，但亦可透過網路上資源分享的設定，將所建立的表格分享出來，並且透過網路線的傳輸來達成資料庫中資料存取的功能。

在資料表格的建立部份，首先，設定資料庫內必須的欄位(Field)如：病歷號碼、姓名、看診日期、舌影像、舌影像特徵……等，之後，使用Delphi撰寫使用者介面程式，藉由此程式，使用者可對資料庫內的檔案資料進行適當的存取動作。整個資料庫的資料存取流程如圖2.13所示[27]，先將各欄位的資料輸入並儲存於磁碟中，由Table元件讀取或寫入磁碟中資料庫檔案，再由資料感知元件經由Datasource元件來讀取表格中的記錄或傳入改變值，而使用者可透過使用介面存取所要的資料。

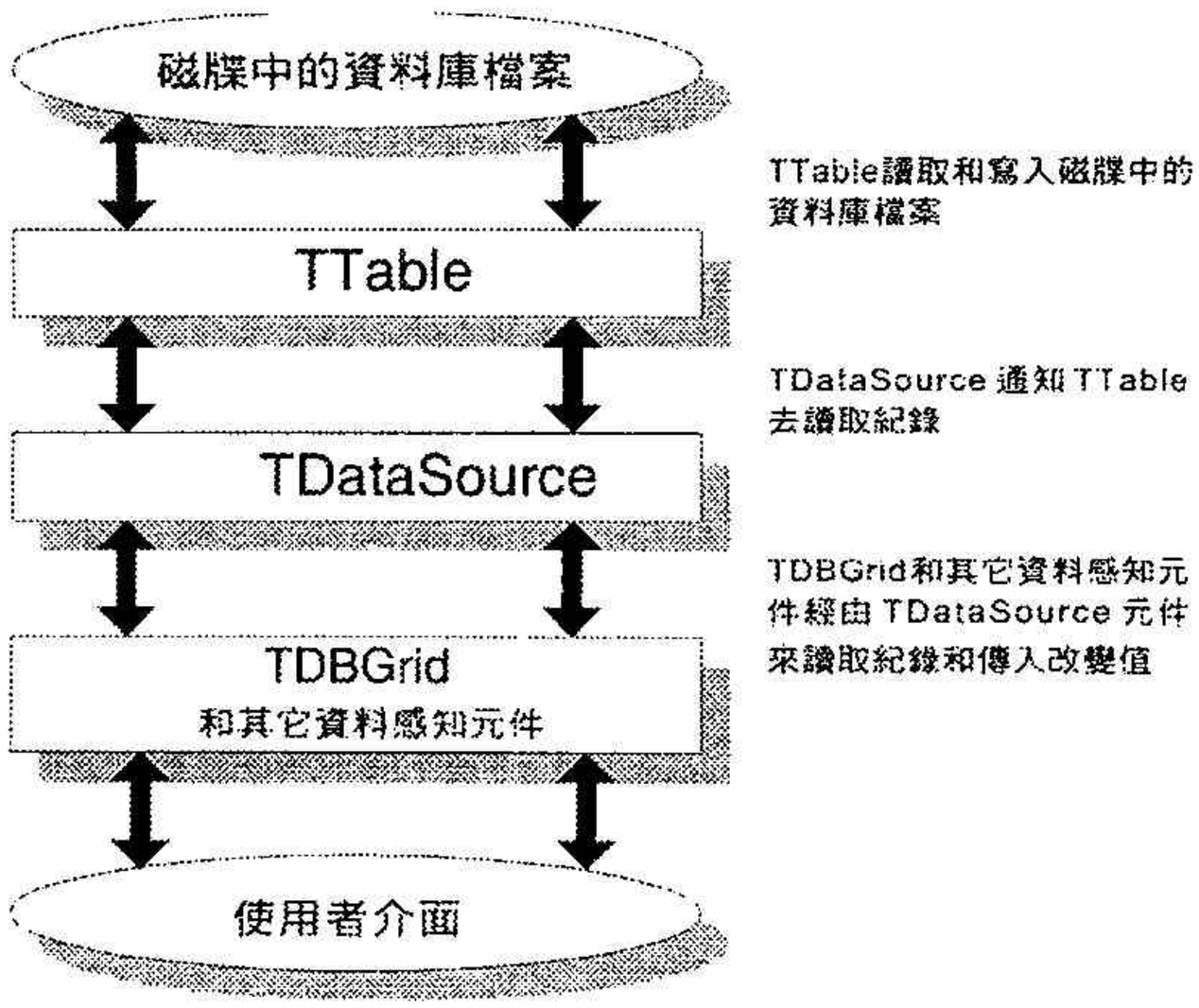


圖 2.13存取資料庫資料之流程

二、實驗設備與方法

本研究的舌診影像系統，是由硬體設備與軟體設計的整合而發展完成，主要分為舌影像分析處理系統與舌特徵資料庫儲存系統兩個部份。本節將針對本系統所使用的硬體設備及軟體工具、整個系統的系統架構、舌影像的處理流程、各個處理步驟所用的方法以及資料庫的整體架構作一完整的說明。

(一)、實驗設備

1、硬體設備

本研究中所使用的硬體設備(如圖2.14所示)主要有移動式診查台、燈光設備、攝影設備及個人電腦：

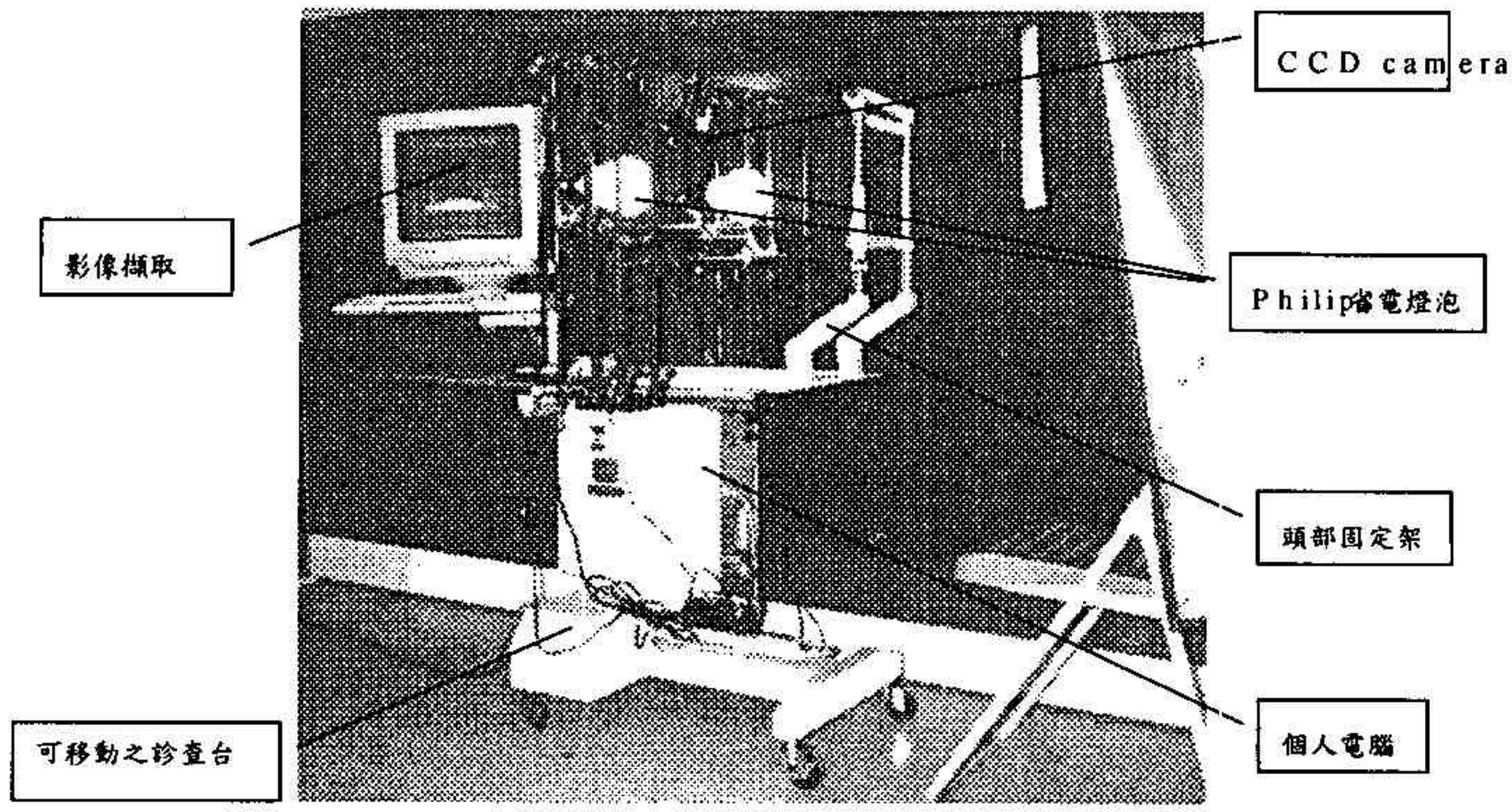


圖 2.14系統設備圖

移動式診查台的主體乃是一般視力檢驗所用之檢查台，而為了讓所有的設備均能固定於台子上且便於拆卸搬運，我們使用了數根鋼管以及S型鎖頭來支撐部份的硬體設備，其次，我們也在鋼管及鎖頭上套上黑色的塑膠套或噴上不反光的黑漆，以避免反光而影響影像的品質。診查台具有一個頭部固定架，其主要的功用在於固定受測者的頭部，另外，再配合診查台可控制高度升降的功能，使得受測者能夠更自然地伸出舌頭。

燈光設備部份，使用兩個色溫均為2800° K的Philips省電燈泡，由於其燈光不易發熱且光源穩定，故不會影響取像時舌頭的溫度及色調。另外，為了避免外來光線影響系統的取像品質，特別在診查台周圍加掛外為銀色內為黑色的不透光布幕以隔絕外來光源。

攝影設備部份，採用CORECO生產之TCI-VGA影像擷取卡擷取兩部Watec之 WAT-202B CCD彩色攝影機(其解析度為 768(H)(494(V)，配用16mm的鏡頭)。由於此一影像擷取卡必須在True Color(24-bit)的顯示模組以上才能擷取影像，故本研究中所擷取的原始舌影像為640(480(24bit的彩色影像。此外，在影像校正部份，我們採用Kodak公司生產，反射係數為18%之灰色板(如圖2.15所示)，以及編號Q-13的色板(如圖2.16所示)。而色板部份，僅剪取紅、綠、藍三種顏色的色板，黏貼於支撐下巴之固定架的兩旁，以作為影像色彩校正之用。

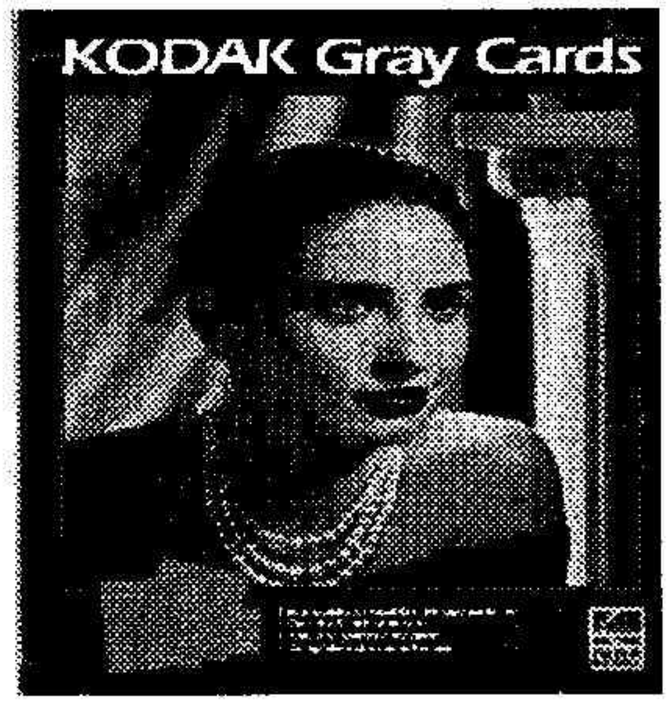


圖 2.1 5本研究中所使用的灰色板

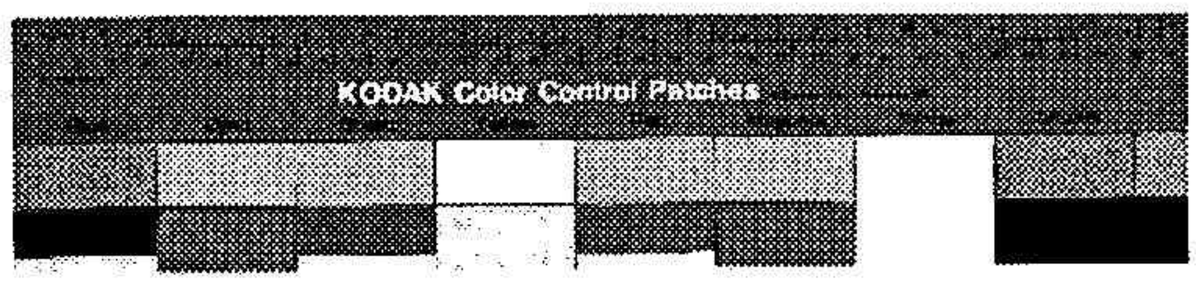


圖 2.1 6本研究中所使用的色板

個人電腦部份，此乃本系統的重心，舉凡：舌影像的擷取、影像的處理與分析、影像資料的儲存...等工作都由電腦來控制與執行。而研究中所使用了電腦配備有Pentium 133 CPU、2.5GB硬碟、48M DRAM、Matrox生產之Millennium-Ⅱ影像顯示卡、17" ViewSonic彩色螢幕。

本系統原先架設於實驗室之暗房內，但是，為了使本系統具移動性以便於臨床影像資料的擷取，故將原本固定式的硬體設備固定架改良，裝配於可移動式的診查台上，並將系統中負責影像擷取、影像及資料處理的個人電腦也置於其上，達成移動方便及一機成型的目的。

2、軟體工具

本研究以Windows 95作業系統為作業平台，所有的軟體架構主要分為三個部份：影像擷取程式、影像分析處理程式、舌特徵資料庫程式。影像擷取程式部份，我們使用Visual C++ 4.0 For Windows 95 程式語言來修改影像擷取卡的原始程式碼，使其最多能夠同步擷取三個channel的影像，其中可切換兩部CCD彩色攝影機的取像動作

以便取得兩張舌影像，以測量舌頭的厚度。

在影像分析處理程式部份，採用Borland Delphi 3.0 For Windows 95 視窗化的程式語言來撰寫，其中包括：影像校正程式、影像分割程式、顏色分析程式、舌形分析程式、苔質分析程式、分析結果程式及其他的影像處理程式。而在資料庫部份，使用Delphi 3.0中的Database Desktop來建立資料表格(Table)，並且設定病歷號碼、姓名、住址、電話、舌影像、舌特徵參數...等欄位以及各欄位中的資料屬性，接下來亦使用Delphi 3.0程式語言來撰寫資料庫的使用者介面程式。

(二)、系統架構

本研究之系統架構如圖2.17所示。主要有：影像擷取、影像分析處理及影像資料儲存三個部份。一開始每到一個新環境擷取舌影像之前，我們使用影像擷取程式擷取灰色階板及RGB色板的影像，此用意在獲取環境參數以作為影像校正之用。之後，令受測者將其頭部緊靠於頭部固定架上，自然地張大嘴巴並且往下伸出舌頭，此時，控制影像擷取程式切換兩部彩色攝影機CCD Camera 1及CCD Camera 2擷取左右兩張640(H)(480(V) True Color的舌影像，另一方面可輸入受測者的個人基本資料(病歷號碼或姓名)以啟動資料庫系統，若此人是第一次使用本系統則資料庫系統進入資料新增模式，等待輸入受測者的基本資料；相反地，如果此人曾經使用過本系統且已註冊並留下病歷資料，則在輸入病歷號碼或姓名之後，資料庫系統會在資料庫中搜尋此人的個人基本資料及病歷資料並且顯示於螢幕上。

接下來，系統進入舌影像處理流程。首先設法在左右兩張640(H)(480(V)的舌影像上，各找到舌頭上及嘴唇邊兩個對應的特徵點，利用立體成像公式計算兩點的厚度距離(即舌厚度)。另外，從CCD Camera 1所取得的640(H)(480(V)舌影像中，選取400(H)(400(V)的舌體影像進行RGB色彩校正，接下來再對校正後的影像進行分割的動作，將主要的舌體影像與周圍的臉部及嘴唇區域分離。此時，經過影像單位換算可計算出舌長、舌寬及舌面積大小，同時根據舌

長、舌寬大小自動將舌體影像劃分為四個區域：左肝膽區、脾胃區、右肝膽區及心肺區(詳見圖2.24)。

之後，對上述四個舌體分區進行舌色與苔色的分析，並且計算出各種舌色及苔色在各個區域中所佔的百分比。另外，在苔質的分析方面，可選取部份舌苔區域進行腐苔、膩苔的判別，亦可從整體的舌苔分佈情形判斷舌苔的厚薄。最後，將上述各個步驟的分析結果展現在分析結果顯示頁上，同時可選擇性地將分析結果存入舌特徵資料庫。

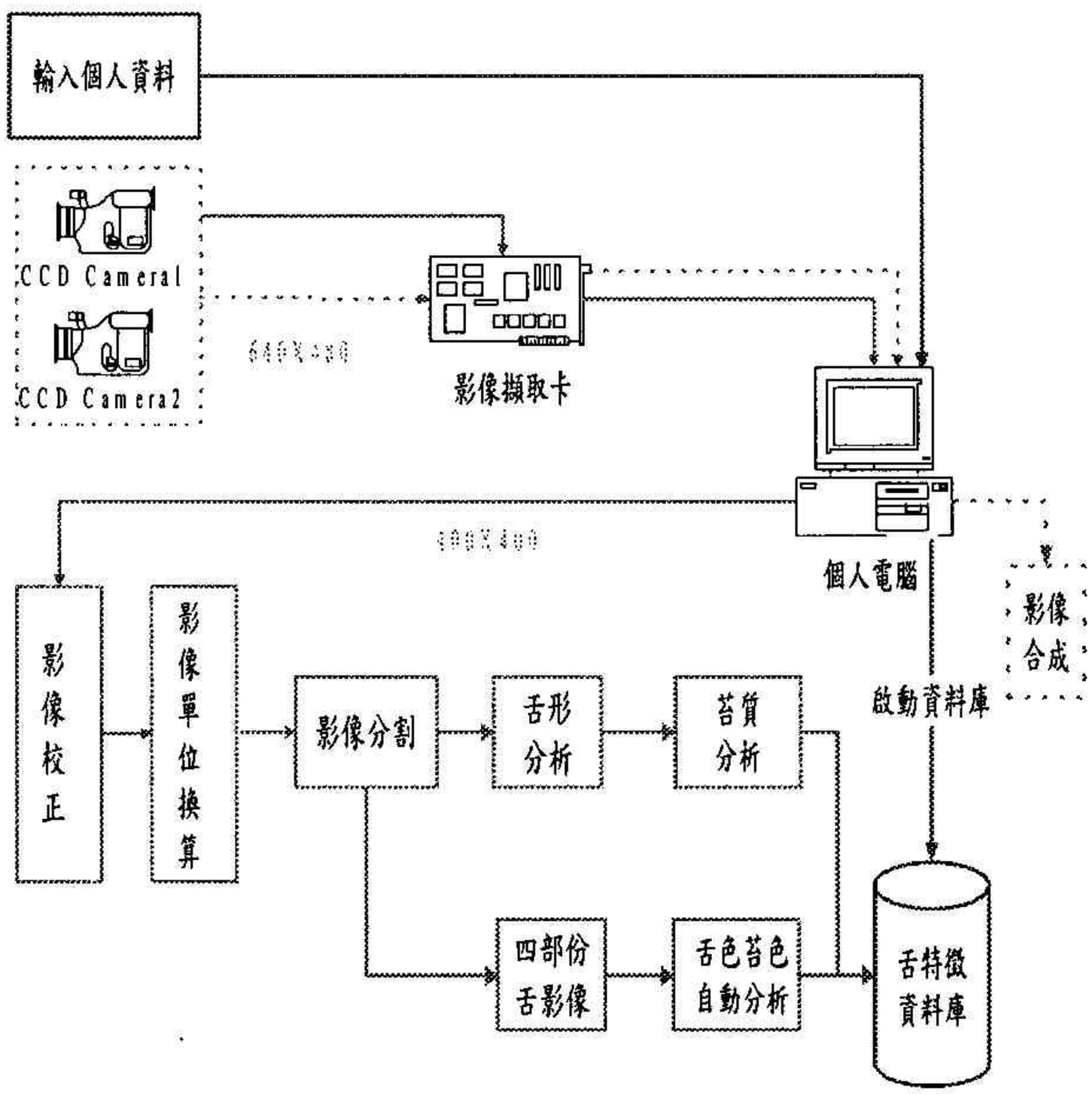


圖 2.17系統架構圖

(三)、實驗方法

在本節中，將對研究中各個分析步驟所使用的影像處理方法作

一完整的說明，其中包括：影像校正、影像單位換算、影像分割、舌色及苔色分析、裂紋偵測、舌厚度量測、腐苔及膩苔之分析、舌苔厚薄之分析。另外，亦對研究中之資料庫的建構作一詳細的介紹。

1、影像校正

在影像校正部份，為了簡化校正程序我們結合了灰色板的整體校正與RGB色板的標準校正[28]。其中灰色板的整體校正主要是要降低由燈光或攝影機所產生的色彩不均勻的情形，因為在標準光源的照射下灰色板的R、G、B值應該相當接近。所以，我們調整RGB之間的增益使得影像色彩分佈更為均勻。而RGB色板的校正主要是為了讓不同環境下所擷取的舌影像有一定的參考標準。利用固定的RGB三個色板在不同環境光線下的顏色差異，來調整整個影像的RGB值以期每個影像都能在近似相同的環境下進行色彩分析。

綜合灰色板的整體校正及RGB色板的標準校正，再加上亮度增益，可得到本研究的影像校正公式如式(2-18)

$$
\begin{aligned}
R_o &= R_i \times (M\ a\ kR_w) \times (R_s / R_c) \times (I_s / I_c) \\
G_o &= G_i \times (M\ a\ kG_w) \times (G_s / G_c) \times (I_s / I_c) \\
B_0 &= B_i \times (M\ a\ kB_w) \times (B_s / B_c) \times (I_s / I_c)
\end{aligned}
\qquad (2\text{-}18)
$$

其中 R_i，G_i，B_i，是原始輸入影像之三原色個別亮度值。

$_o$，RG_o，B_o，是處理後的三原色個別亮度。

R_w，G_w，B_w，是分別表示參考灰色板影像之三原色的平均亮度值。

M表示 R_w，G_w，B_w 中最大值。

$_s$，RG_s，B_s，分別為參考標準影像中 R 色板之紅色亮度值、G 色板之綠色亮度值、B 色板之藍色亮度值。

$_c$R G_c，B_c，分別為原始影像中 R 色板之紅色亮度值、色板G綠色亮度值、B 色板之藍色亮度值。

I_s 表示參考標準影像中 R、G、B 色板之平均亮度值。

I_c 表示原始影像中 R、G、B 色板之平均亮度值。

2、影像單位換算

影像單位換算主要的目的是作為實際量測長度和影像像素(pixel)間轉換的標準。研究中將長3.9cm、寬0.5cm的RGB色板和舌影像一起攝入，之後利用滑鼠點選任一色板的左上及右下兩點即可求得實際1cm的長度在影像上佔有多少個pixels，同理，實際面積與pixels數目的換算也可輕易求得。因此，我們可以使用以上換算方式推算舌頭的實際長度、寬度及面積。

3、影像分割

在舌影像的分割上，主要分為兩個步驟：首先將舌頭本體從臉部及嘴唇背景中分離出來，之後，根據中醫師臨床舌診的經驗，再將舌頭本體影像劃分成四個子區域進行分析。

在去除臉部及嘴唇背景方面，根據先前的研究[28]發現：臉部的色調(Hue)屬於黃色系，其值均約小於57.6°，而舌頭部份大多屬於紅色系，其值均約大於288°，兩者間的差異極大，可作為分割的依據。而黃苔部份，其Hue值小於108°，若以臉部和舌部的Hue值做分割標準，則勢必有一些黃苔會被去除，但是黃苔大部份均位於舌中，並不影響舌邊緣的偵測，因為只要確定找到舌邊緣的每一點，即可將舌頭本體分割出來。

但是，仔細觀察上述的分割方法可發現一個問題：由於嘴唇和舌頭部份均屬於紅色系，若依照上述的分割法，則分割後的舌體影像中將包含部份的嘴唇區域(如圖2.18所示)，必須在以手動的方式加以去除。另外，若舌邊緣附近存在有些許的黃苔，則舌邊緣點將無法確定，而造成斷點(如圖2.19所示)使得舌體區域無法完整的分割出來，因此，也必須藉助於滑鼠手動補斷點的方式，來達成完整的分割。

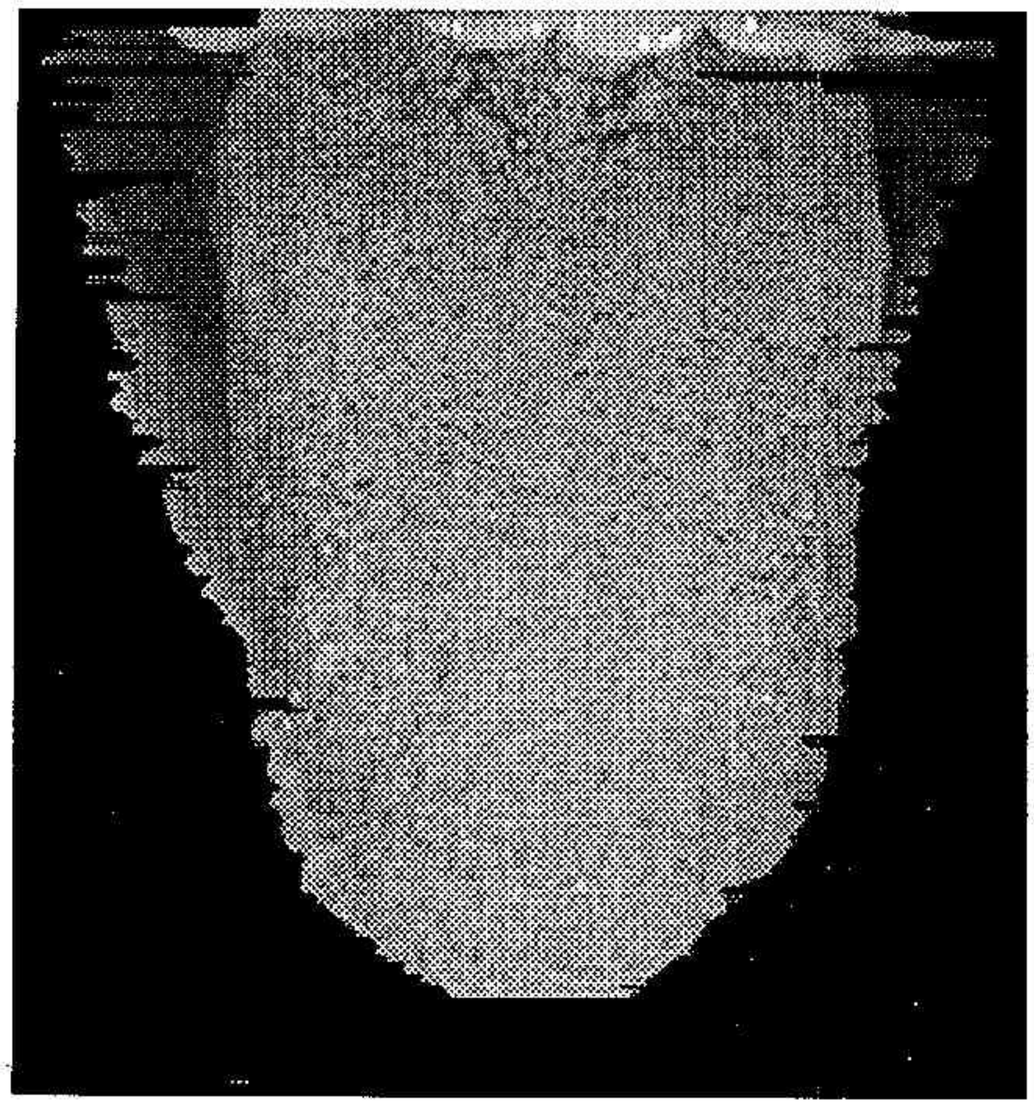


圖 2.18舌體分割影像中包含部份的嘴唇區域

圖 2.19舌邊緣點無法確定而造成斷點

另外，在進行影像分割之前，我們採用Sobel運算子分別對灰階的舌影像以及單獨對Hue值進行運算，結果如圖2.20所示，發現對舌影像中Hue值作Sobel運算子的運算，其檢測出來的舌邊緣較為明顯。

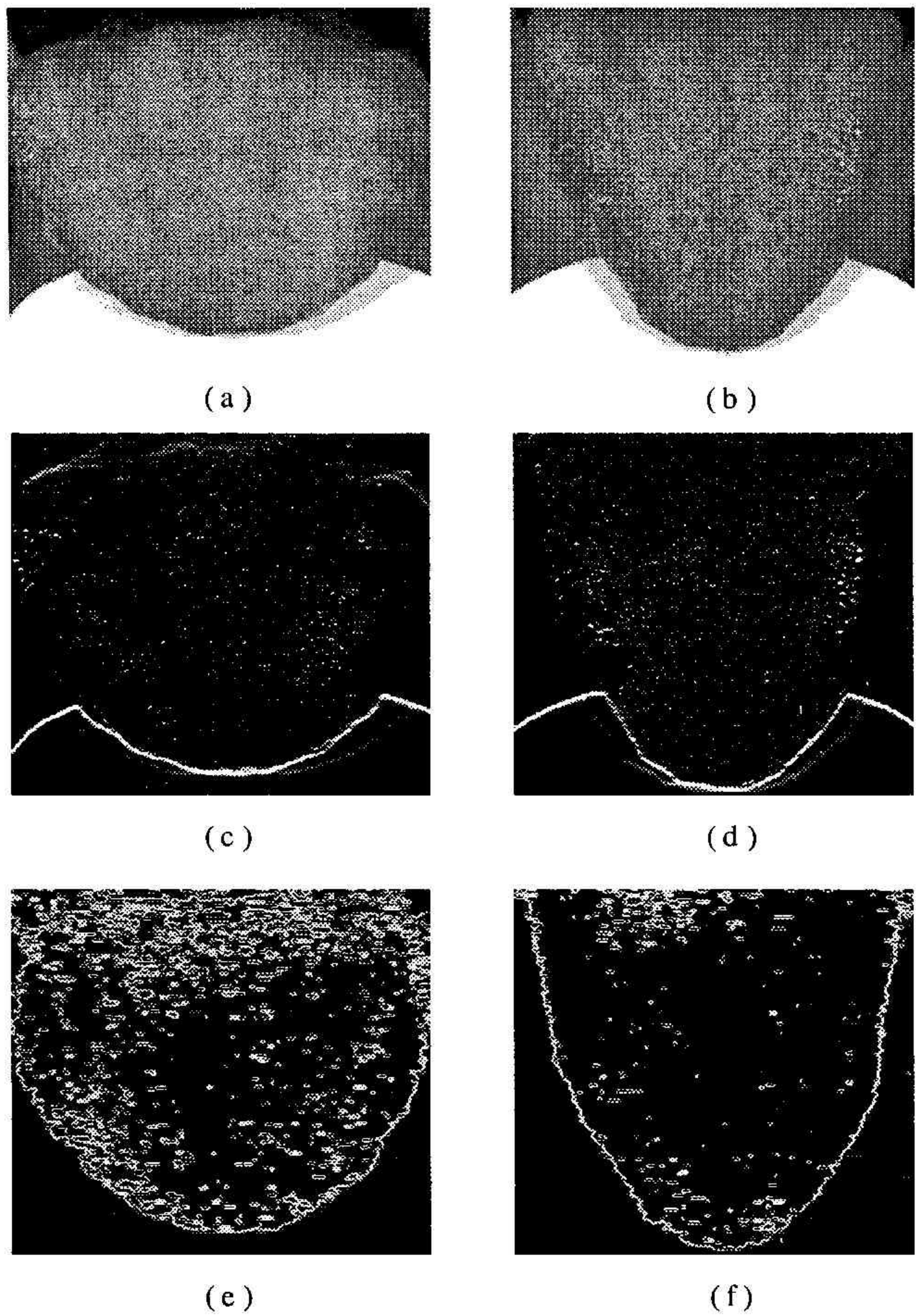


圖 2.20 (a)為(b)原始影像 (c)(d)分別為(a)(b)之灰階影像進行Sobel邊緣檢測的結果 (e)(f)分別為(a)(b)影像之Hue值進行Sobel邊緣檢測的結果

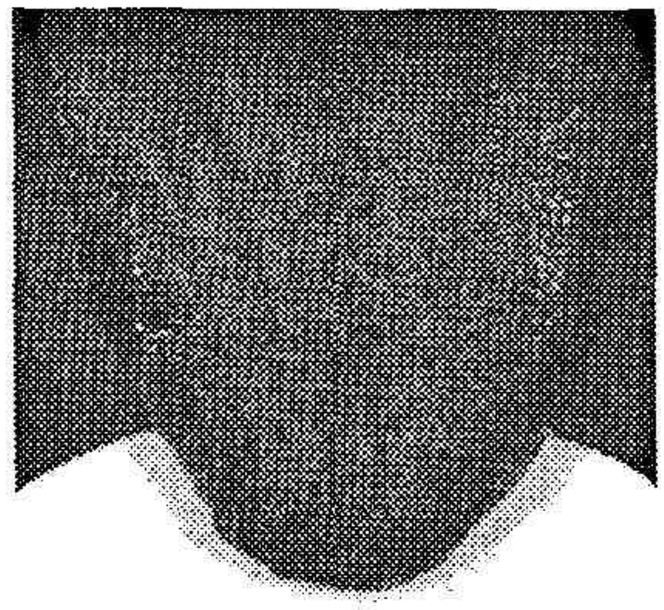
而舌邊緣檢測出來後，影像分割部份，首先將400(H)(400(V)的舌體影像用HSI座標系統來顯示，即利用RGB座標系統和HSI座標系統的轉換公式(2-19)，以H、S、I三分量來取代R、G、B三分量。

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

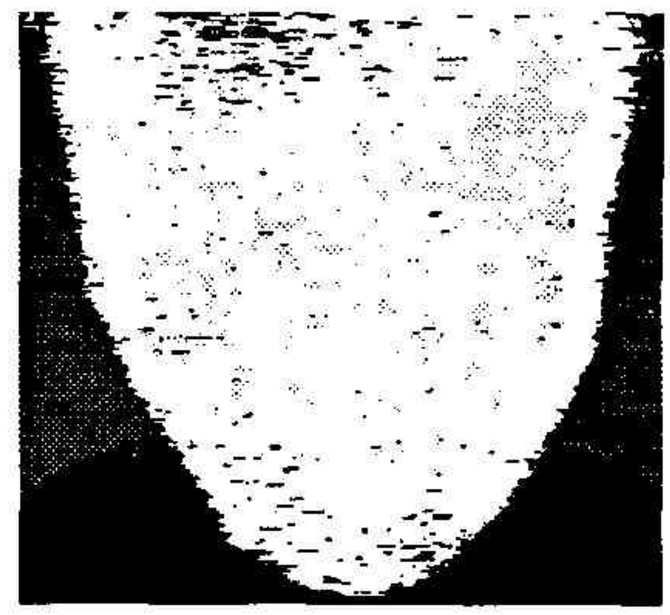
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}\left[\min(R,G,B)\right]$$

$$H = \cos^{-1}\left\{\frac{\frac{1}{2}\left[(R-G)+(R-B)\right]}{\left[(R-G)^2+(R-B)(G-B)\right]^{1/2}}\right\} \qquad (2\text{-}19)$$

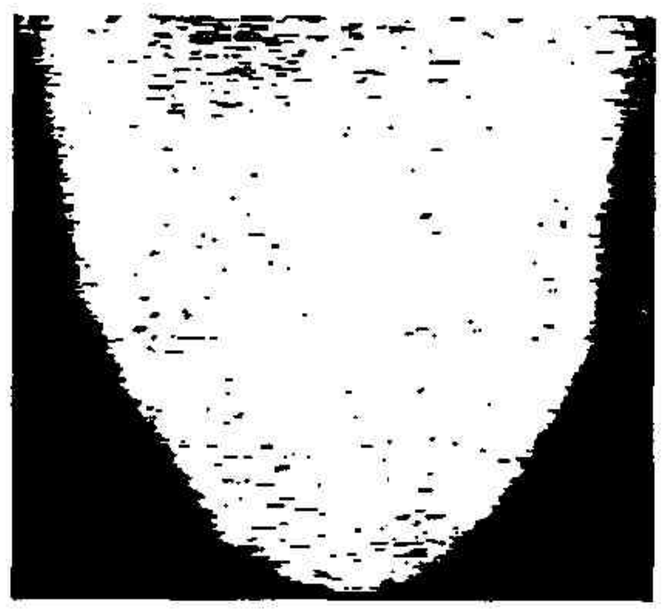
其中HSI各分量的值均為0~255。然而針對分割而言，我們僅對Hue這個分量感興趣，原因是臉部和舌頭本體的色調值差異甚大易於區別，以下就以圖2.21說明之。(a)為等待分割的原始舌影像 (b)為原始影像透過上述HSI轉換後之色調分量影像 (c)為(b)影像取適當閥值後之二值影像 (d)為原始影像之Hue值進行Sobel邊緣檢測的結果 (e)為(c)和(d)相加後之二值影像 (f)為原始影像和(e)進行AND運算後的影像。



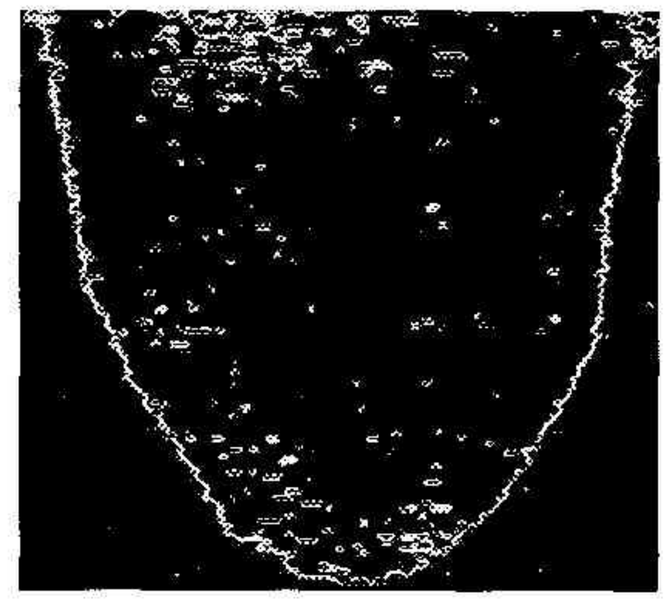
(a)



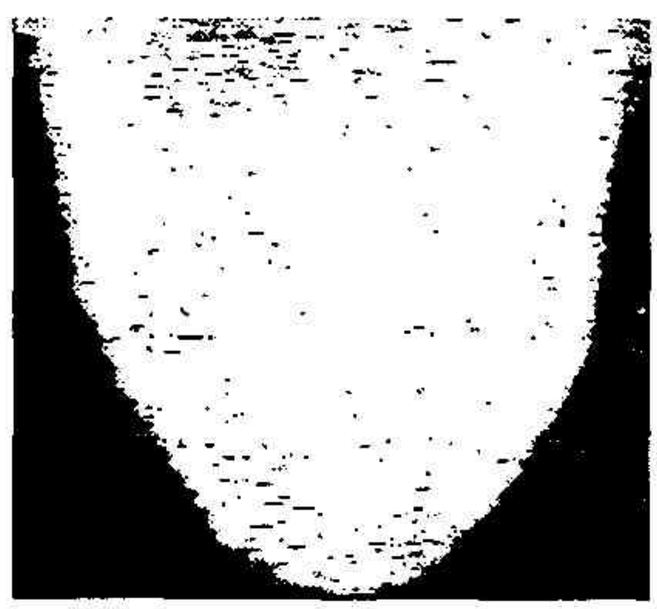
(b)



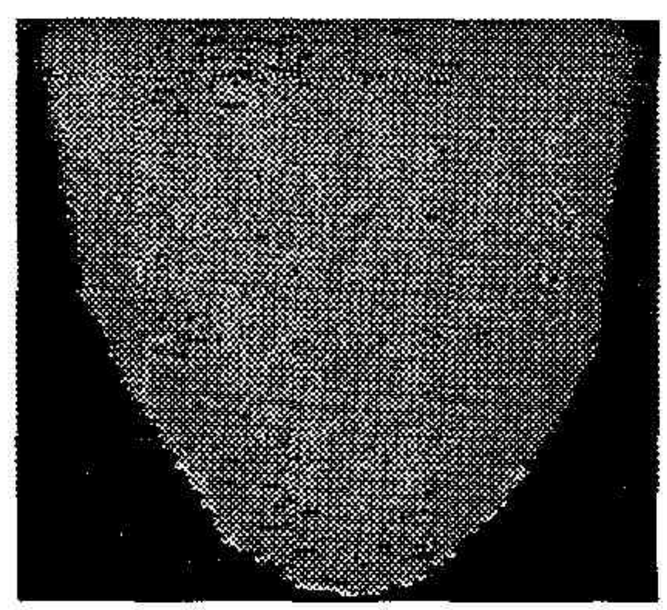
(c)



(d)



(e)



(f)

圖 2.21 (a)原始影像 (b)為(a)之Hue分量圖 (c)為(b)取適當閥值後之二值影像 (d)為(a)影像之Hue值進行Sobel邊緣檢測的結果 (e)為(c)和(d)相加後之二值影像 (f)為(a)AND(e)之分割影像

觀察分割後的影像(f)，發現舌影像中有部份顏色被移除了，此乃因為該顏色具有和臉部相近的黃色色調，即可視為黃苔部份。同樣地，上述之方法若遇到舌頭本體和嘴唇同時存在的情況，則分割結果將和圖2.18所示一樣，還是需要手動的方式將嘴唇部份去除，如此，才能將舌體部份完整地分割出來。

有鑑於上述的幾種作法，在自動分割後都必須採用手動的方式去除非舌體區域，而且，每個受測者伸舌頭的姿勢又不盡相同，也無法保證舌影像中一定不包含嘴唇部份，基於種種考慮，本系統決定採用手動的分割方式分割舌影像。

整個舌影像的分割流程如圖2.22所示，首先，以滑鼠圈選一個舌邊緣的封閉區域(如圖2.23之左影像所示)，之後，從影像的左右兩側一列一列依序地掃瞄，並記錄先前用滑鼠圈選的標記點，由於標記點是以綠色(R=0,G=255,B=0)來表示，故根據此顏色特性可以很容易地找到。最後，以每一列所記錄的左、右標記點來作影像填值的判斷，若像素座標介於左、右標記點之間，則將原始影像的影像值填入，否則，影像值填零(即黑色)。結果如圖2.23之右影像所示，舌體部份已被清楚地分割出來。

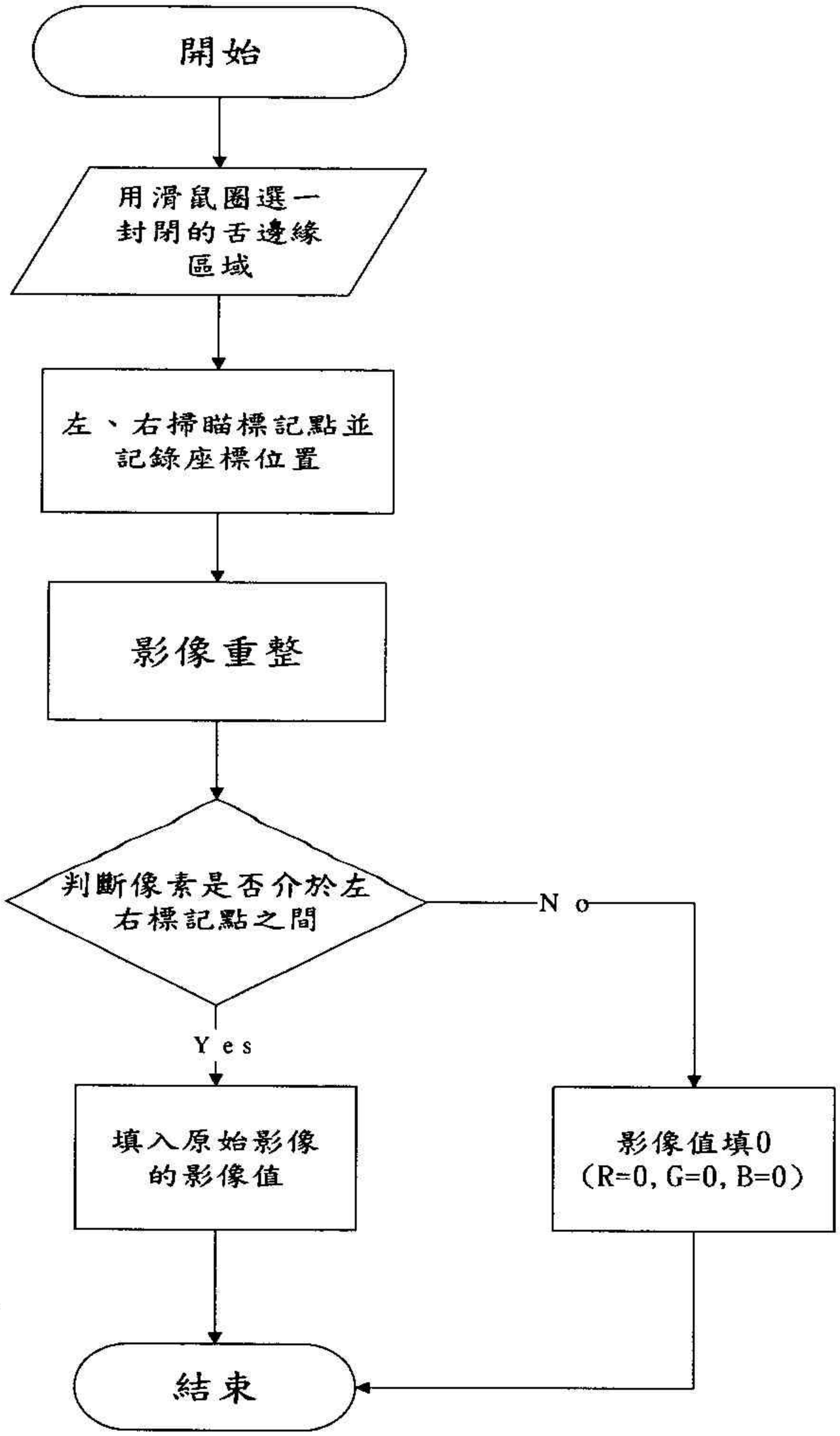

開始
用滑鼠圈選一
封閉的舌邊緣
區域
左、右掃瞄標記點並
記錄座標位置
影像重整
判斷像素是否介於左
右標記點之間
No
Yes
填入原始影像
的影像值
影像值填0
(R=0, G=0, B=0)
結束

圖 2.22影像分割流程

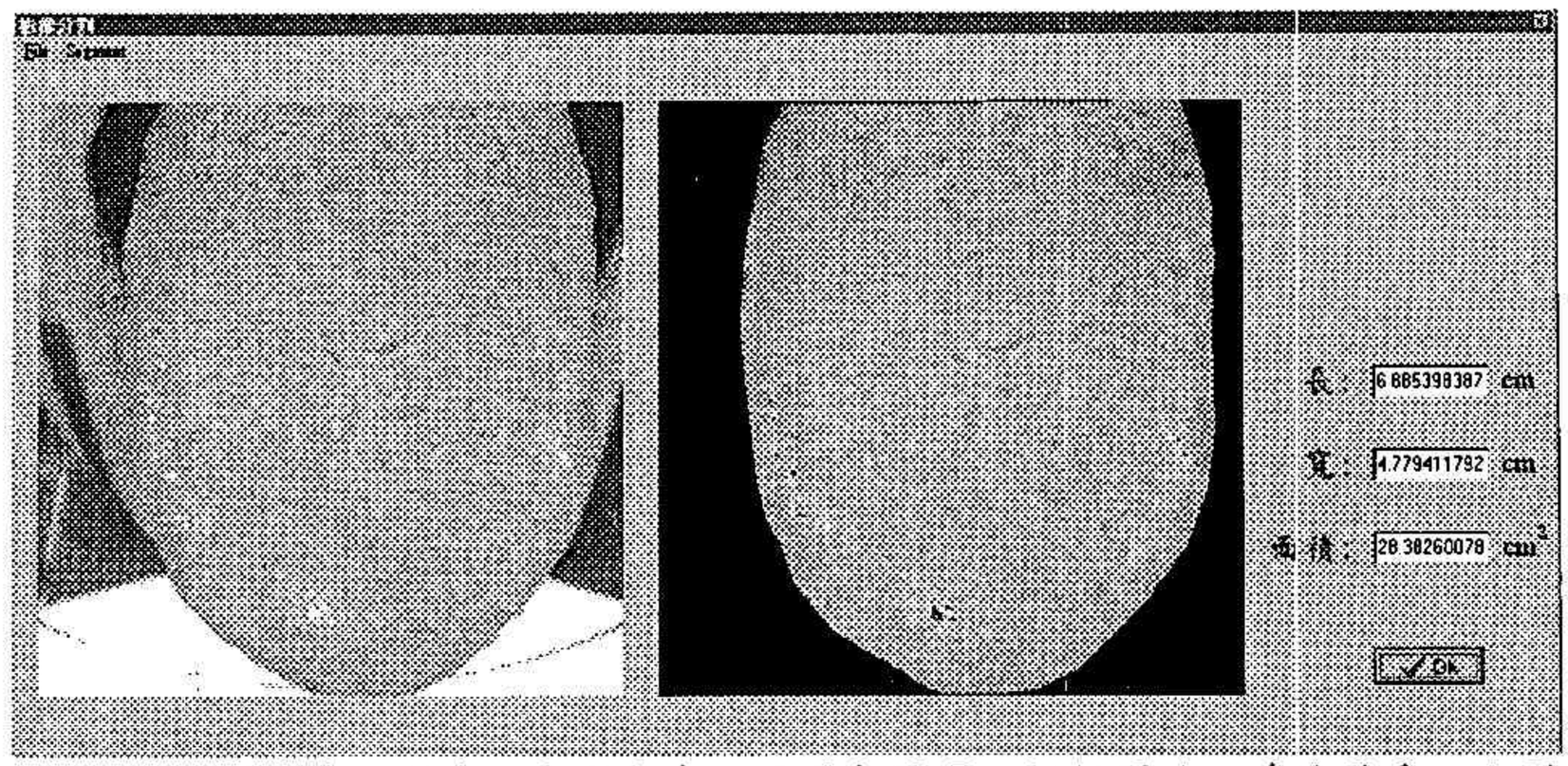


圖 2.23分割前後之影像。左影像表示用滑鼠圈選一個封閉的舌邊緣區域。右影像表示分割後的舌體影像。

當舌體影像被分割出來後，其舌長、舌寬、舌面積均可根據前面敘述的影像單位換算步驟計算而得。接下來的影像分割步驟，即是依照中醫師臨床舌診的經驗，按一定比例(如圖2.24所示)將舌體分成四個區域分別討論。

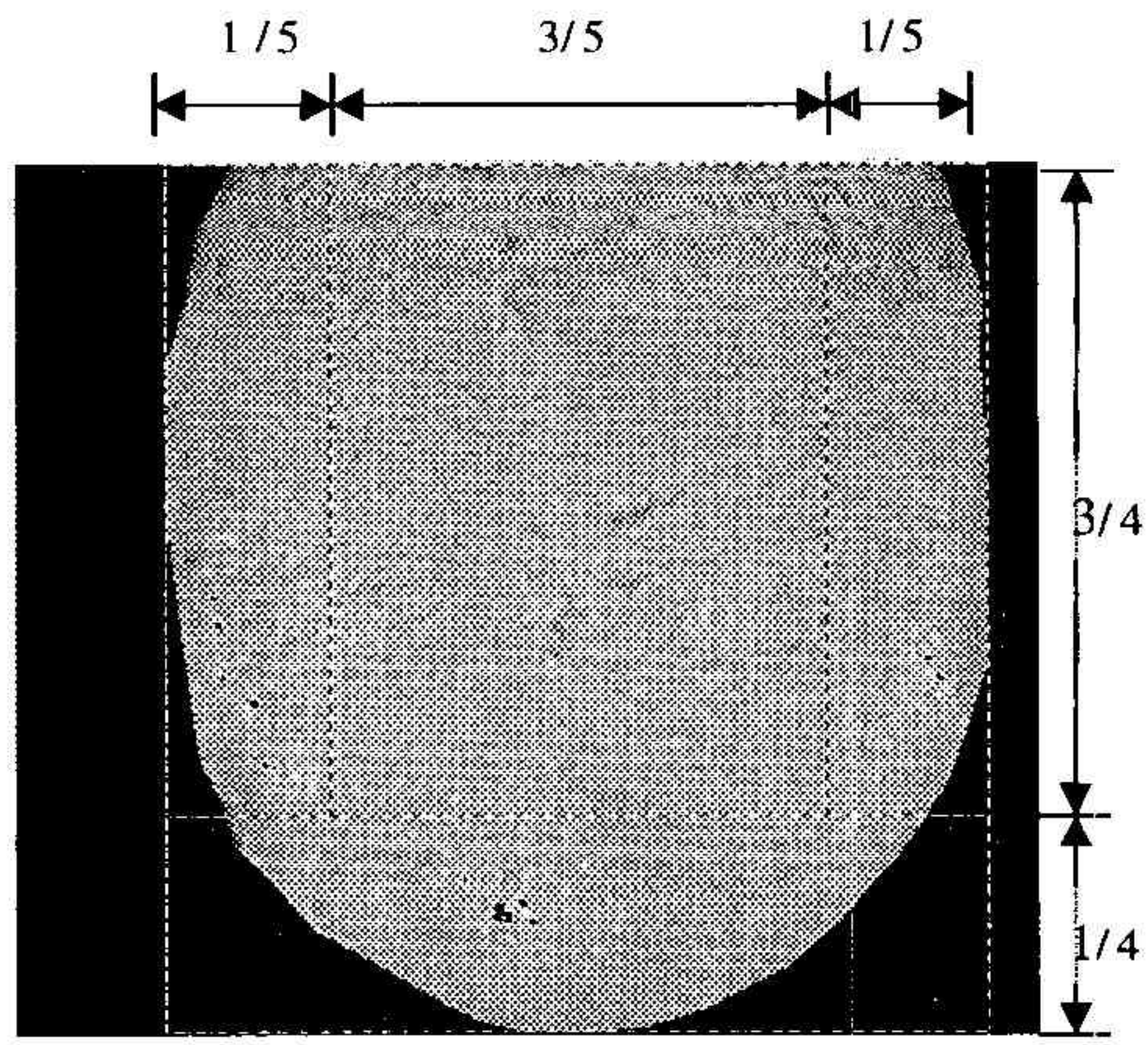


圖 2.24舌影像分成四部份比例圖

4、舌色與苔色之分析

在舌色及苔色分析方面，本研究嘗試使用各種不同的彩色座標系統，如RGB、HSI、CIE-XYZ、YIQ、CIELAB.....等，來比較各種顏色之間的差異性，以期能找出最適當的座標組合來對所要分析的舌色及苔色進行完整的分類。但是，經由實驗發現，以HSI彩色座標系統為基礎所做的彩色分類效果較為理想。主要是因為，HSI座標系統所定義的色彩分佈比較接近於人類視覺的感受，我們只要使用色調、飽和度、亮度這三個參數即能清楚地表現某一顏色[29]，此外，顏色之間的差異性也可以很容易地從色調、飽和度這兩個分量大小判斷出來，上述優點是其他座標系統無法比擬的，因此，我們選用HSI模型來進行舌色及苔色的分類。

在舌色的分析部份，共分為暗紅色、紅色、淡紅色、青紫色四個部份；而苔色部份，主要區分白色及黃色兩種顏色。我們選取10個測試影像，利用舌色與苔色分析程式(程式介面如圖2.25所示)[28]，進行上述六種顏色的色調、飽和度、亮度之分析，並且每個影像的每一種顏色取11點作分析，分析結果如圖2.26所示。

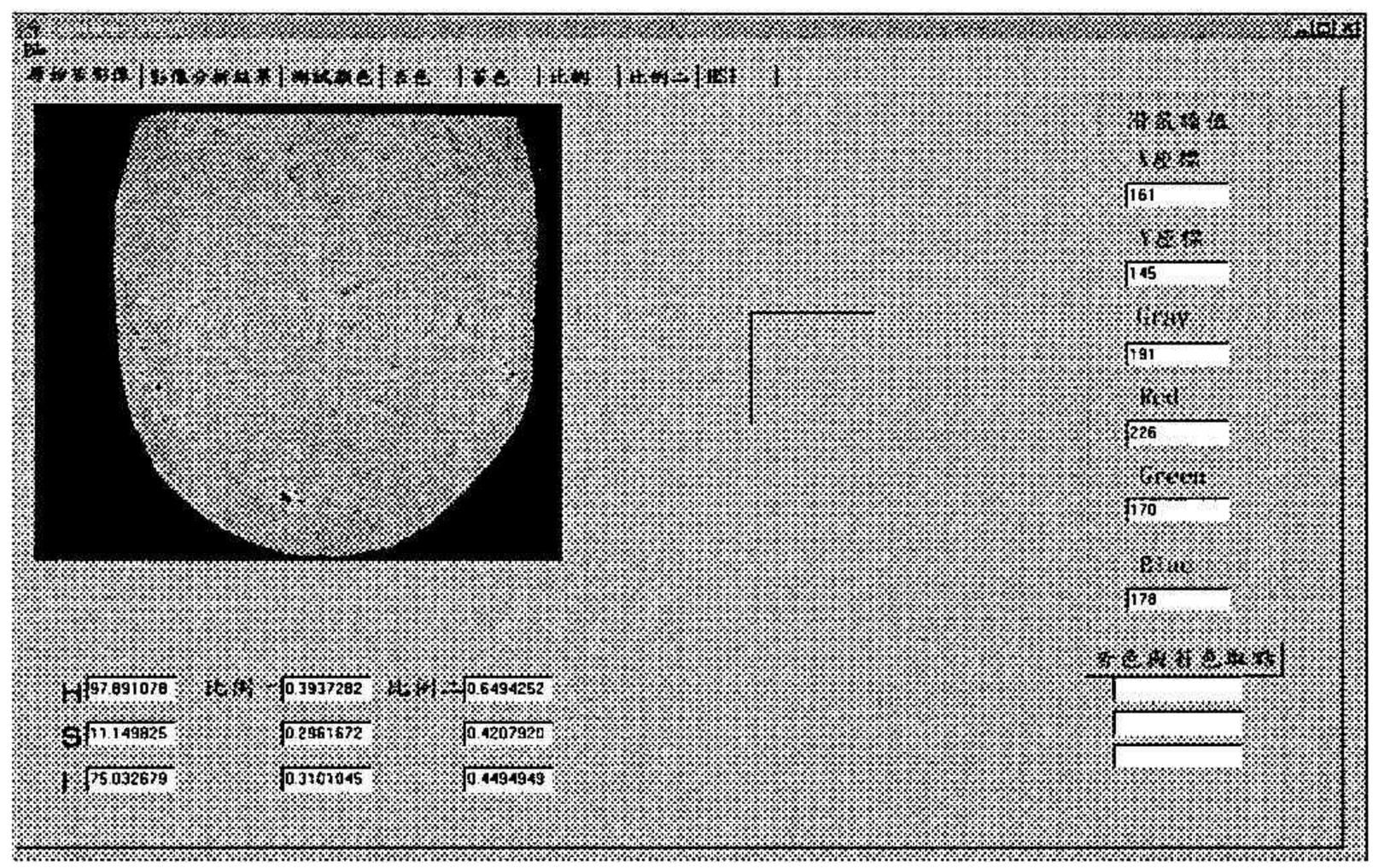


圖 2.25舌色與舌苔分析程式

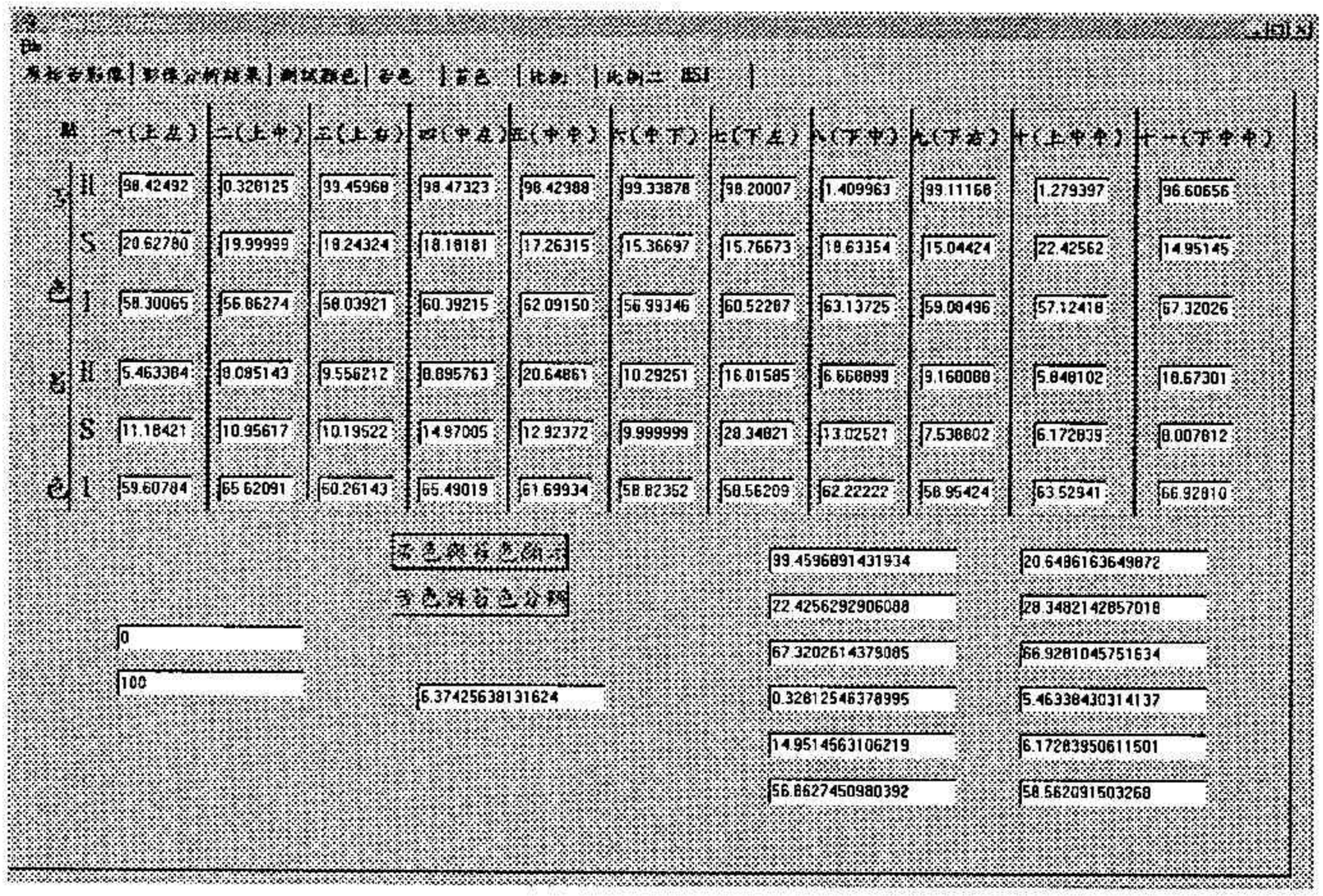
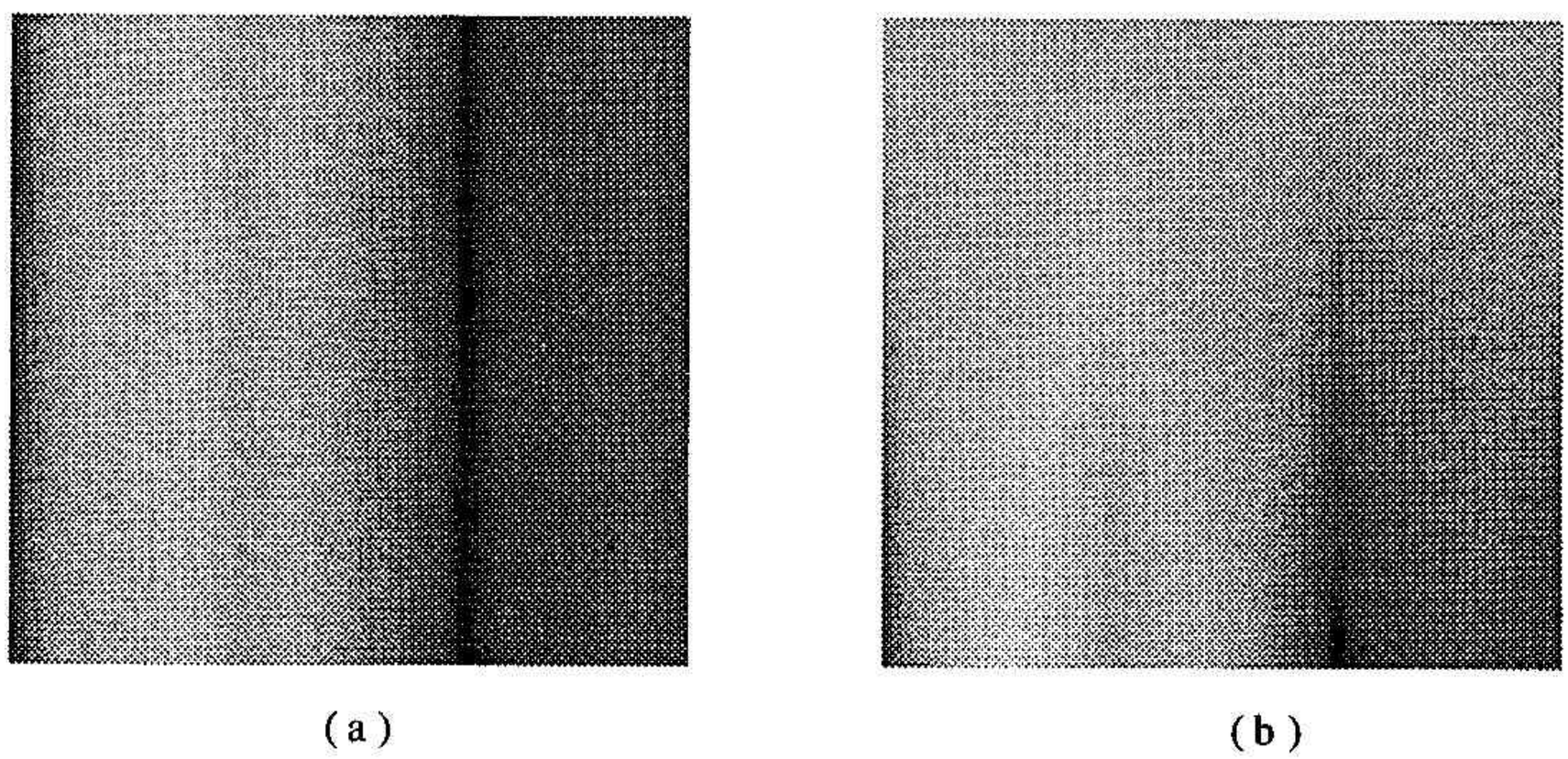


圖 2.26舌色與舌苔分析結果顯示

圖2.27所示為自行用電腦產生的色板，其中(a)表示飽和度為1(最大)之所有純色彩的分佈情形，其色調值越往右邊數值越大(範圍：0°~360°)。(b)所示為色調值往右漸增、飽和度往下漸增之色彩分佈情形。



(a) (b)

圖 2.27自行用電腦產生的色板(a)表示純色彩的色調變化(b)表示色調及飽和度的變化情形

根據10個影像之舌色與苔色的分析結果，我們可大略歸納出四種舌色、二種苔色在HIS座標系統中的分佈位置(如圖2.28所示)。而紅色系之色調範圍訂為：0<Hue<25 或 300<Hue<360；黃色系之色調範圍訂為：25≦Hue≦90；青色系之色調範圍訂為：150≦Hue≦210；紫色系之色調範圍訂為：270≦Hue≦300。另外，白色系在本研究中乃是指白苔的部份，而經由觀察白苔於舌頭上實際表現，發現：白苔並非只是單純表示純白色的部份，因為白苔主要是附著於舌體上，因此很容易因周圍舌質的顏色而反映出不同的色調。但是，唯一可以確定的是，不管白苔部份以何種色調出現，其飽和度(Saturation)均非常地小。所以，我們以飽和度這個參數來定義白色系的範圍：即上述定義的紅色系、青色系、紫色系中，若其飽和度小於0.1(最大為1)，則視為白色系。

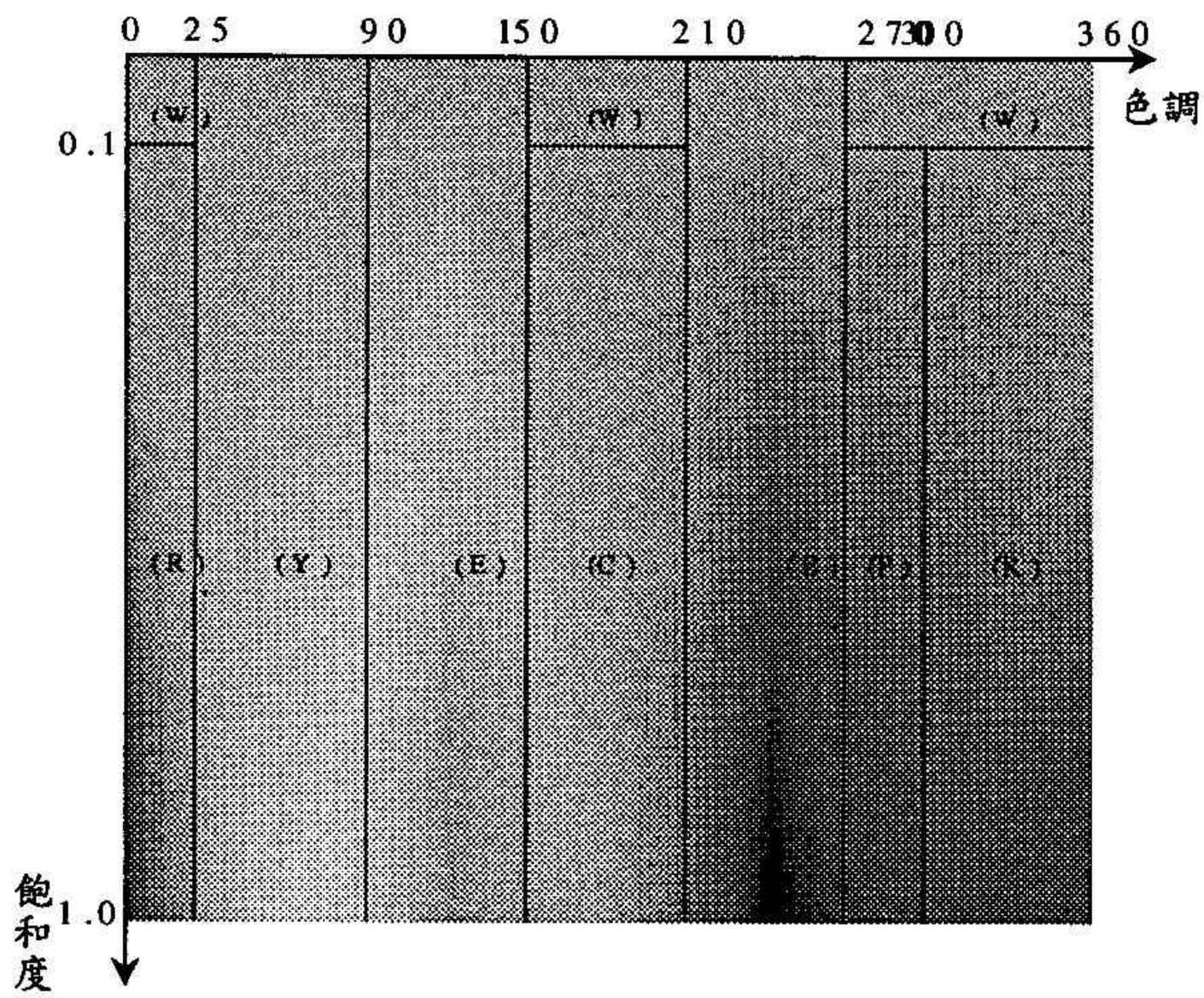


圖 2.28舌色與苔色的色彩分佈情形。其中(R)表示紅色系;(Y) 表示黃色系;(C) 表示青色系;(P) 表示紫色系；(W) 表示白色系;(E)表示系統中不提供判別的顏色區域。

另外，在紅色系之中我們又依據亮度(Intensity)的大小，分成暗紅色、紅色及淡紅色三種顏色。而整個舌色與苔色的分析流程如圖2.29所示，分析結果見圖2.30。

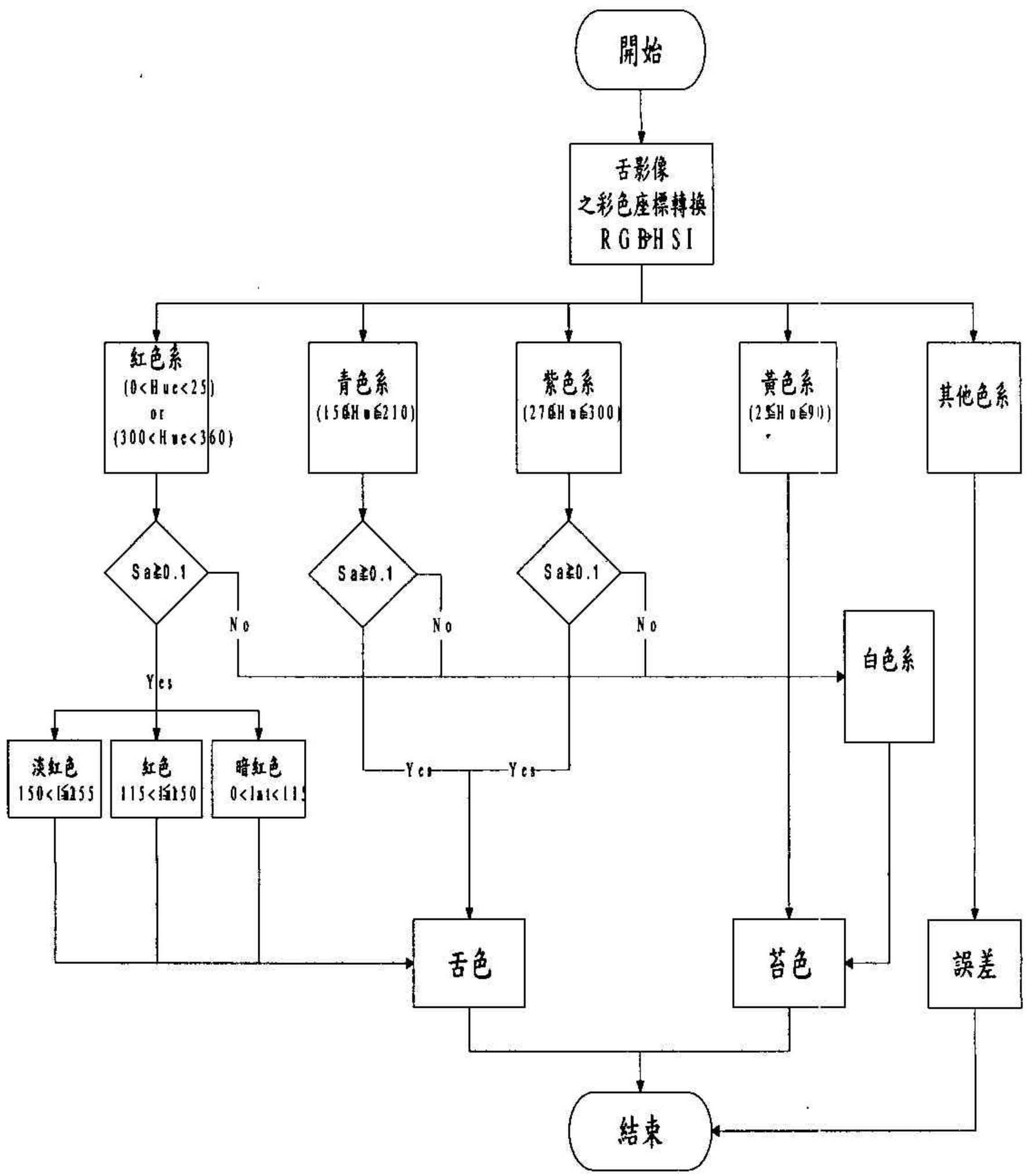


圖2.29舌色與苔色之分析流程。其中Sa表示飽和度；In表示亮度

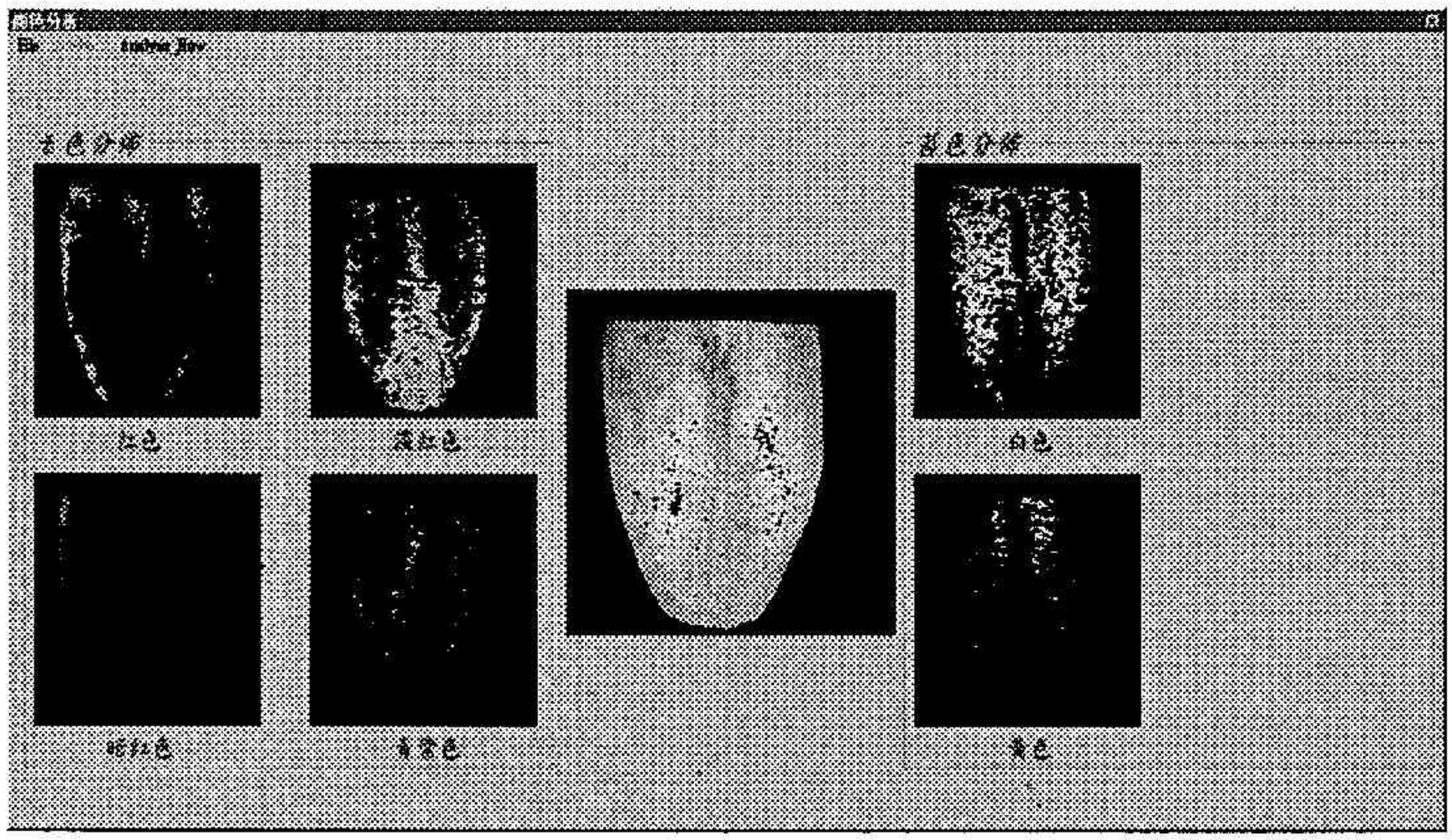


圖 2.30 舌色與苔色分析結果頁

5、裂紋偵測

經由觀察臨床的舌影像，可以發現：“裂紋”此種舌象大部份都以較深的顏色出現，而且均發生於舌頭中間的部份，因此，掌握此一特性即可將裂紋偵測出來。首先，將有明顯裂紋之彩色舌影像轉換為灰階影像，之後使用閥值選取控制程式(如圖2.31所示)對轉換後之灰階舌影像進行測試，設法將舌影像中之裂紋部份突顯出來。當使用滑鼠拖拉scrollbar時即改變程式中的閥值設定(0~255)，同時舌影像會隨著閥值的選取而產生變化，只要原始灰階舌影像中任一像素的灰階值小於新設定的閥值，則該像素的灰階值以綠色(R=0,G=255,B=0)來取代，此作法的目的乃在於使較深色的裂紋區域更為明顯。另外根據幾張具有裂紋之舌影像的測試結果，我們將程式中的預設閥值定為135。

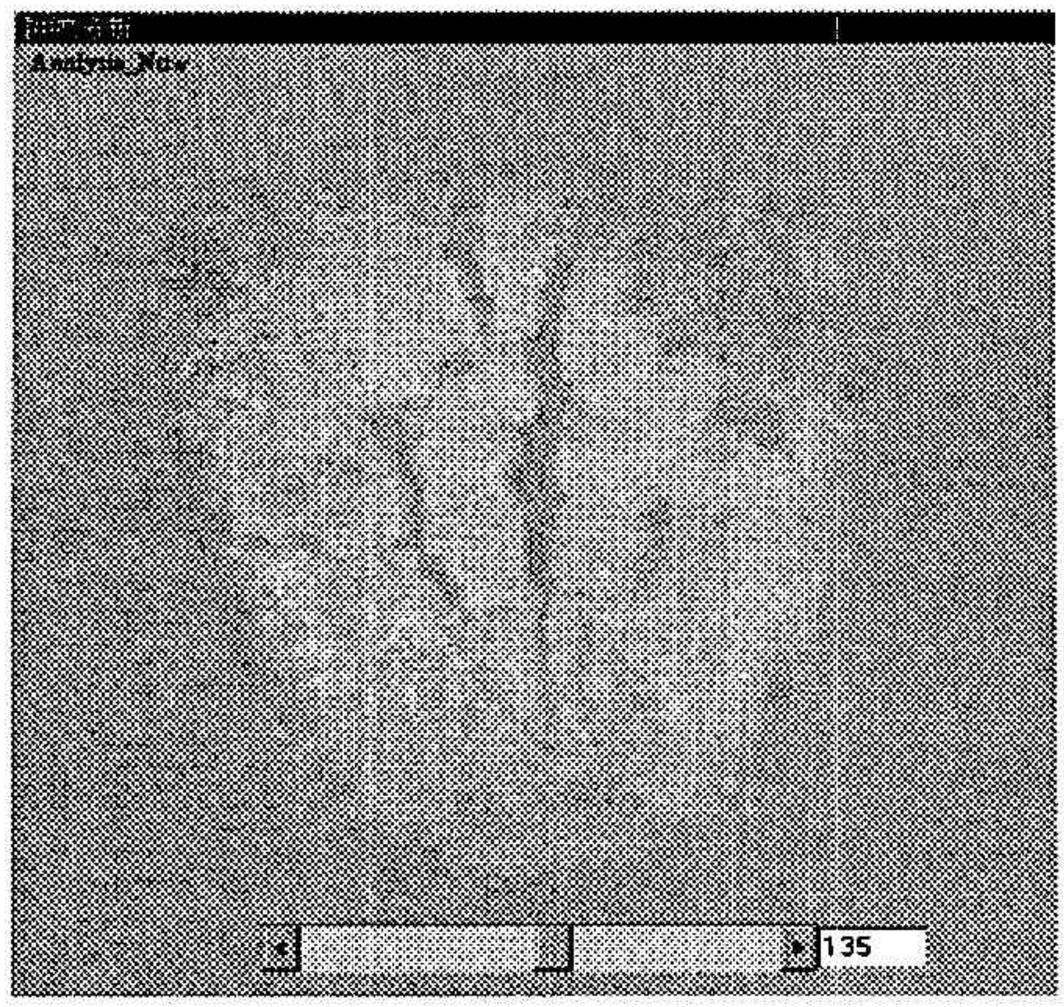


圖 2.3 1閾值選取控制程式

由於裂紋大都發生於舌頭中間的部位，故我們僅對這一部份進行裂紋偵測。從上述經閾值增強裂紋後的舌影像中，將舌中間部份的區塊影像自動擷取出來，之後又考慮到裂紋皆以縱向即垂直的方向出現，因此，採用Sobel mask中的垂直遮罩增強裂紋的邊緣，結果如圖2.32所示，影像中裂紋的部份可以被清楚地分離出來。

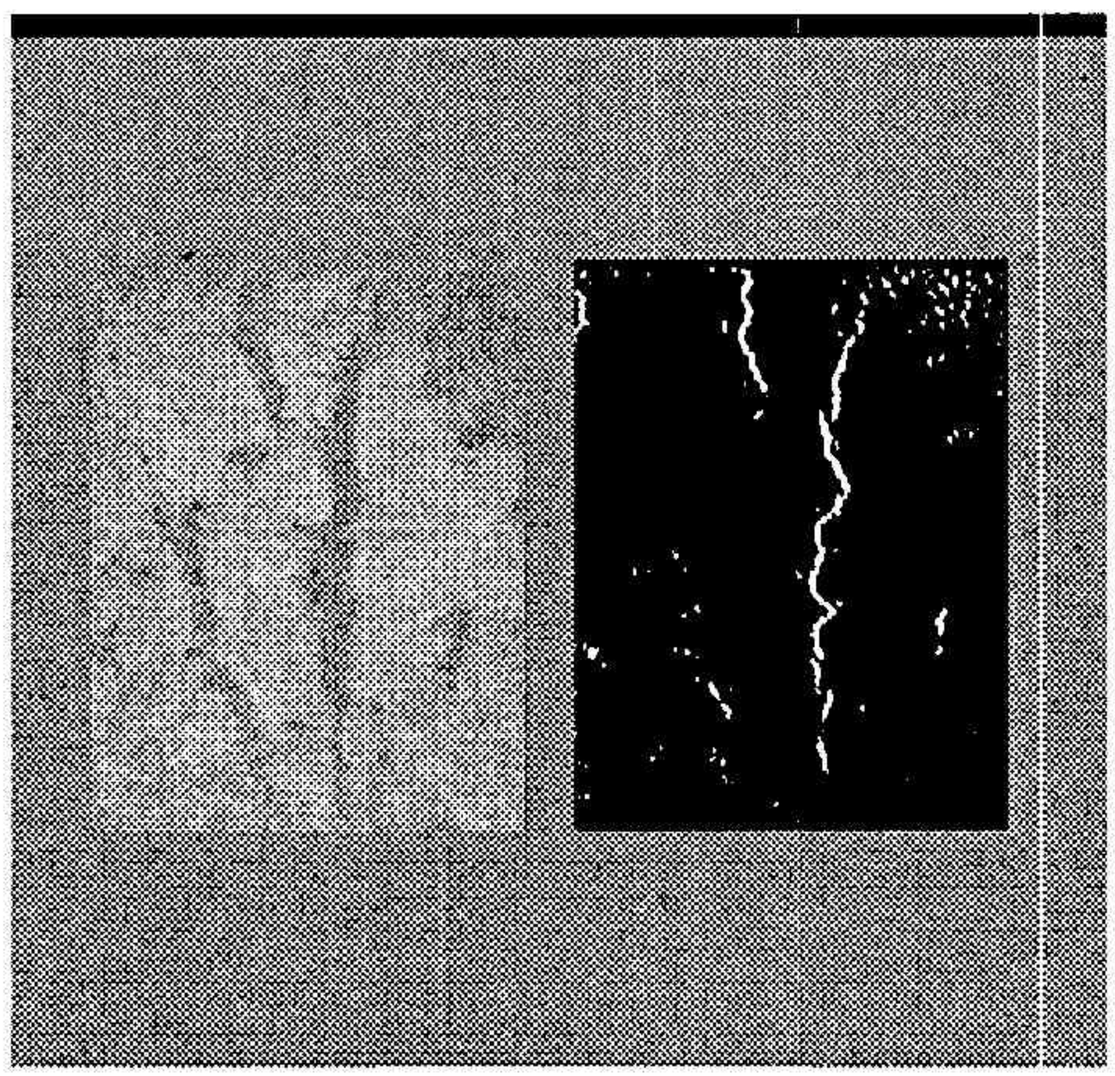


圖 2.3 2裂紋影像

6、舌厚度量測

根據立體成像原理，若能在同一景物的左右兩個影像之中，找到某一點相對應的座標位置，再加上已知的攝影機焦距及兩攝影機的透鏡距離，即可透過立體成像公式(詳見式2-17)求得該點的空間座標Z。

首先，為了驗證立體成像公式確實能夠利用兩張平面影像，量測影像中某一點的深度資訊，我們進行一個規則物體的厚度量測實驗。此一規則物體的實際厚度為2.1cm，將其置放於本系統之頭部固定架上，並且，利用影像擷取程式擷取此物體的左右兩張影像(如圖2.33及圖2.34所示)，之後，在兩個影像中分別用滑鼠點取代表厚度的兩個點，另外，已知攝影機焦距為35cm，兩個攝影機之基線距離為4.5cm，再透過厚度量測程式計算出該物體的厚度為2.13±0.12cm。由上述實驗可證明：使用立體成像公式確實能夠獲得空間中的厚度距離。

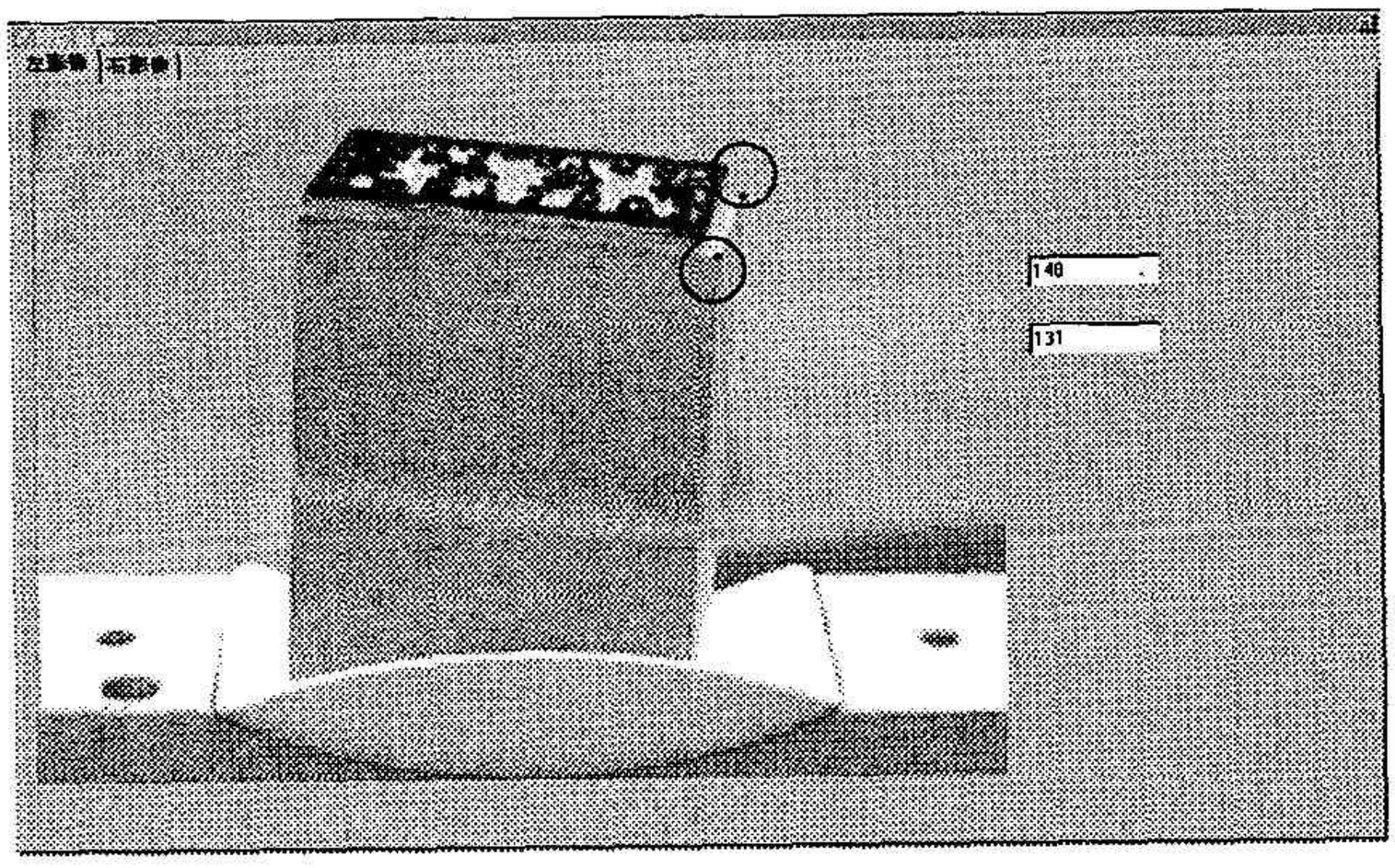


圖2.33厚度量測實驗之左影像

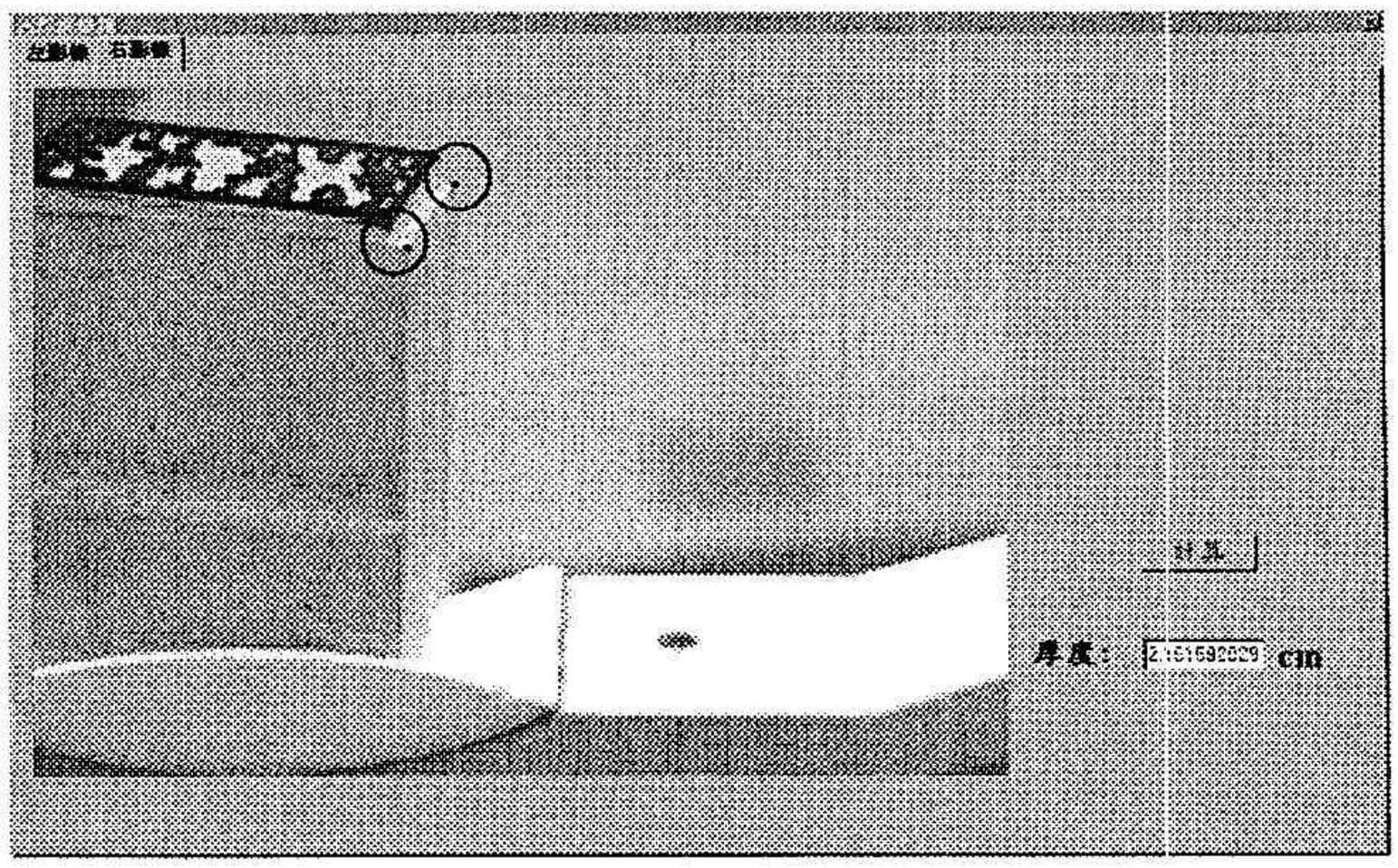


圖 2.34厚度量測實驗之右影像

因此，本研究中採用此量測模式進行舌厚度的量測，值得注意的是，由系統所擷取的舌影像並不像形狀規則的物體，可以容易地在兩個影像中找到足以代表厚度的特徵點，所以，我們只針對具有明顯特徵點的左右兩張舌影像，進行舌厚度這一部份的量測。

7、腐苔與膩苔之分析

依據中醫理論『舌苔乃胃氣之燻蒸』，故患有上消化道疾病的病患，其舌苔將是最大的特徵之一。因此，我們選擇較具代表性的腐苔及膩苔這兩種苔質進行分析與判別。首先，觀察其間的紋理特性，發現：腐苔，其特徵是顆粒粗大、稀疏，而膩苔是顆粒細且緻密。所以，本研究決定採用傅利葉轉換來分析其頻譜的差異性。

起初，從具有腐苔和膩苔特性的舌影像(400 × 400 pixels)之中，選取腐苔、膩苔之區域影像(100 × 100 pixels)，進行快速傅利葉轉換(FFT)以獲得傅利葉頻譜(Fourier Spectrum)圖，並計算各種半徑不同之圓形區域內其傅利葉頻譜所佔的百分比 (如式2-20)，此用意乃在於評估腐苔及膩苔區塊中低頻成分的分佈情形。

$$F_T = \sum_{u=0}^{N-1}\sum_{v=0}^{N-1}\left|F(u,v)\right|$$

$$\beta_r = 100\left[\frac{\sum_{0\le u^2+v^2\le r^2}\left|F(u,v)\right|}{F_T}\right] \qquad (2\text{-}20)$$

其中F_t為一個N×N影像的傅利葉頻譜總量。

β_r是原點位於頻譜圖中心、半徑為r的圓，其內部之傅利葉頻譜所佔的百分比。

經過對5個具有明顯腐苔或膩苔的舌影像作上述的頻譜分析，分別計算出β_5、β_{15}、β_{25}、β_{35}之後，發現腐苔和膩苔之間的β值相當接近並沒有明顯的差異。仔細考慮，可能是因為所選取的腐苔及膩苔的區塊影像(100×100 pixels)，無法凸顯兩種苔質之間的紋理特性，因此，我們就針對所選取之100×100的影像進行放大的動作，將其放大為256×256的大小，然後再重複前述的頻譜分析，結果顯示：腐苔和膩苔之間的β_r值存在有可區分的差異性(見表2.2)。

表2.2腐苔與膩苔之傅立葉頻譜分析結果

苔質 / β_r	腐苔	膩苔
β_5	7.0	3.7±0.4
β_{15}	30.2	17.5±1.0
β_{25}	43.1	33.6±0.5
β_{35}	51.8	42.3±0.9

根據上述的分析結果，本研究採用這個參數，並且設定一適當的閥值來處理腐苔與膩苔的判別。整個腐苔及膩苔的分析流程如圖2.35所示，而程式介面見圖2.36。

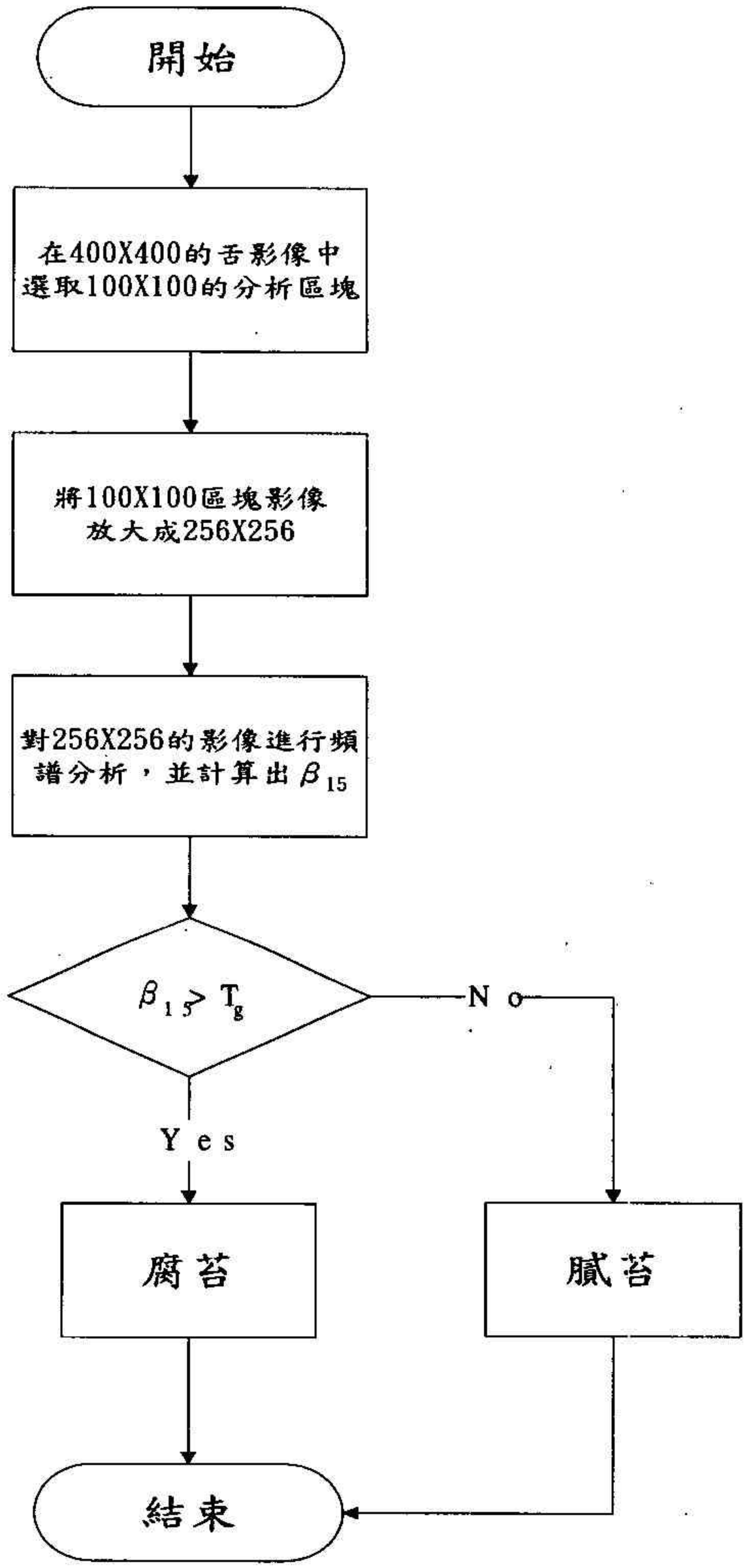


圖 2.35腐苔與膩苔分析流程

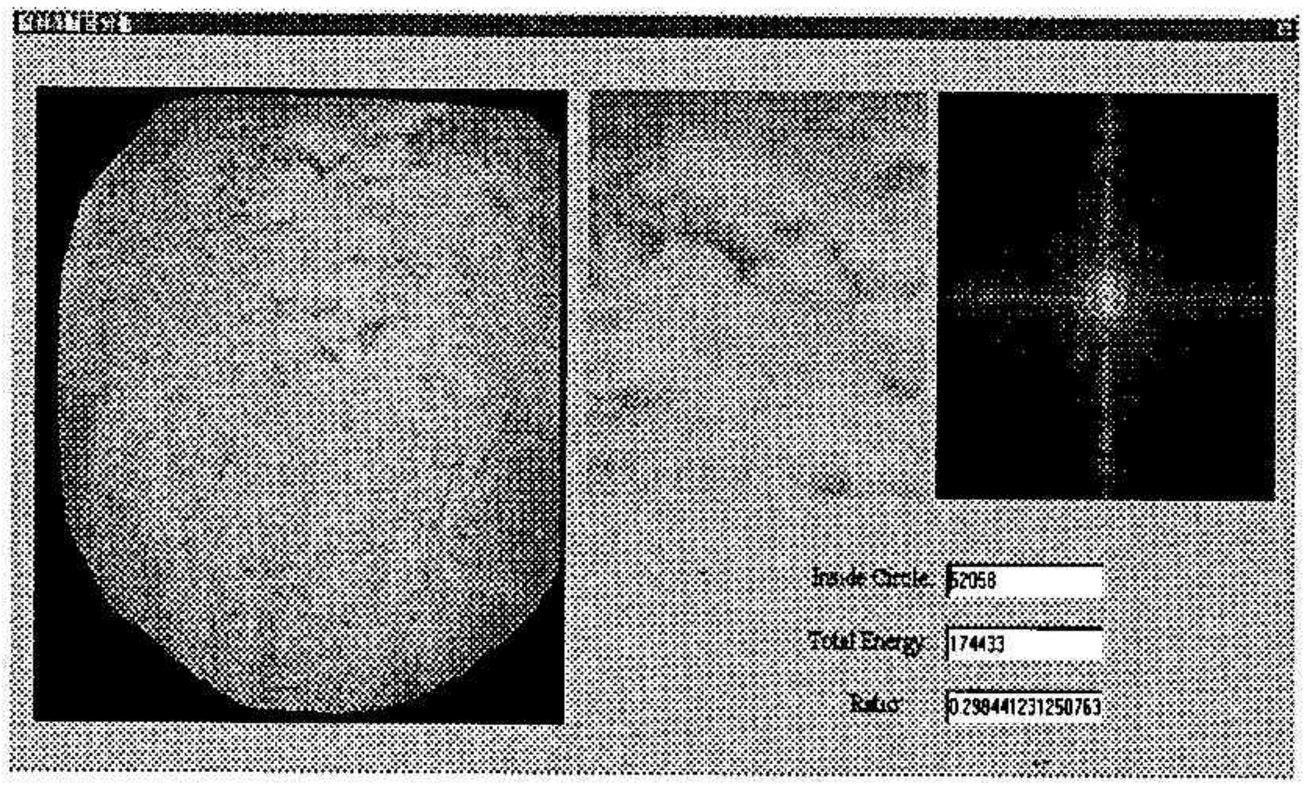


圖 2.36腐苔與膩苔分析結果頁

8、舌苔厚薄之分析

關於舌苔厚薄分析這一部份，首先，考慮到舌苔厚薄於中醫臨床上之定義：苔質的厚度以透過苔，可以看到舌體的「見底」，和完全見不到舌體的「不見底」為基準。不見底的舌苔稱作「厚苔」，隱約可以見底的舌苔稱作「薄苔」。

依據「見底」與「不見底」這兩種舌苔特性，再配合本研究中舌色與苔色的分析結果之白苔及黃苔的影像，我們可以發現：薄苔者，因為可以見到舌苔底下的舌體顏色，所以，其苔色部份自然會呈現比較分散雜亂的分佈情形(如圖2.37所示)；而至於厚苔部份，因為無法透見舌苔底下的舌體顏色，所以，其苔色部份就呈現比較具完整性和大區塊性的分佈(如圖2.38所示)。

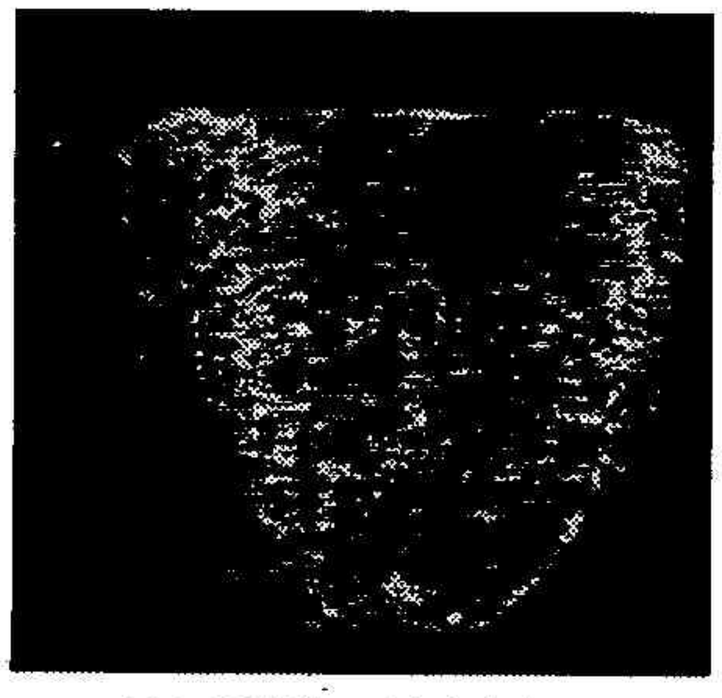


圖 2.37薄苔的苔色分佈情形

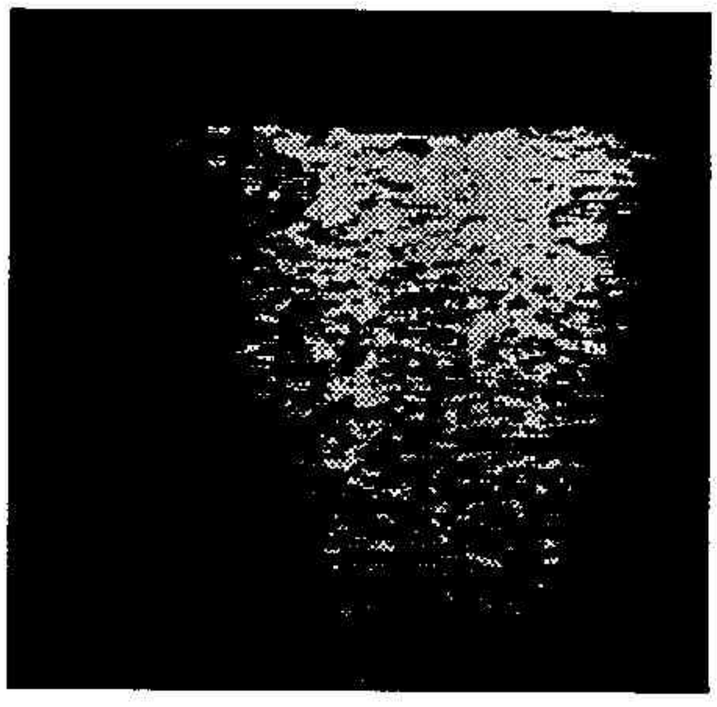


圖 2.38厚苔的苔色分佈情形

基於以上合理的推論，我們同樣以傅利葉頻譜的分析方法來進行舌苔厚薄的分析。整個分析流程如圖2.39所示，首先，讀取舌色與苔色分析結果中之白苔及黃苔的分佈影像，之後，分別將這兩個影像作傅利葉轉換並且求得之值，最後，經由閥值、的判定而分辨出厚苔、微厚苔以及薄苔。分析結果見圖2.40。

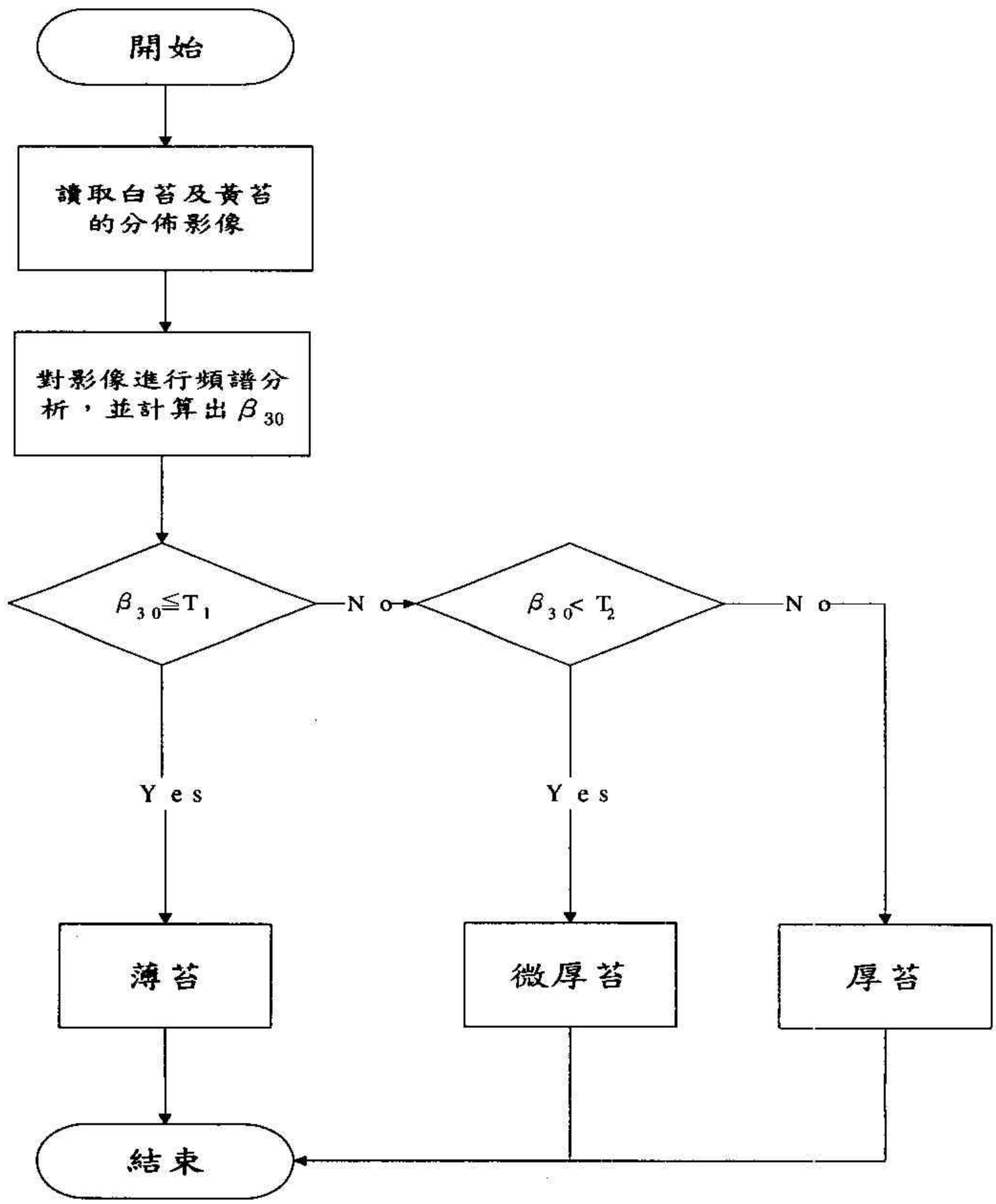


圖 2.39舌苔厚薄之分析流程。其中 $T_2 > T_1$。

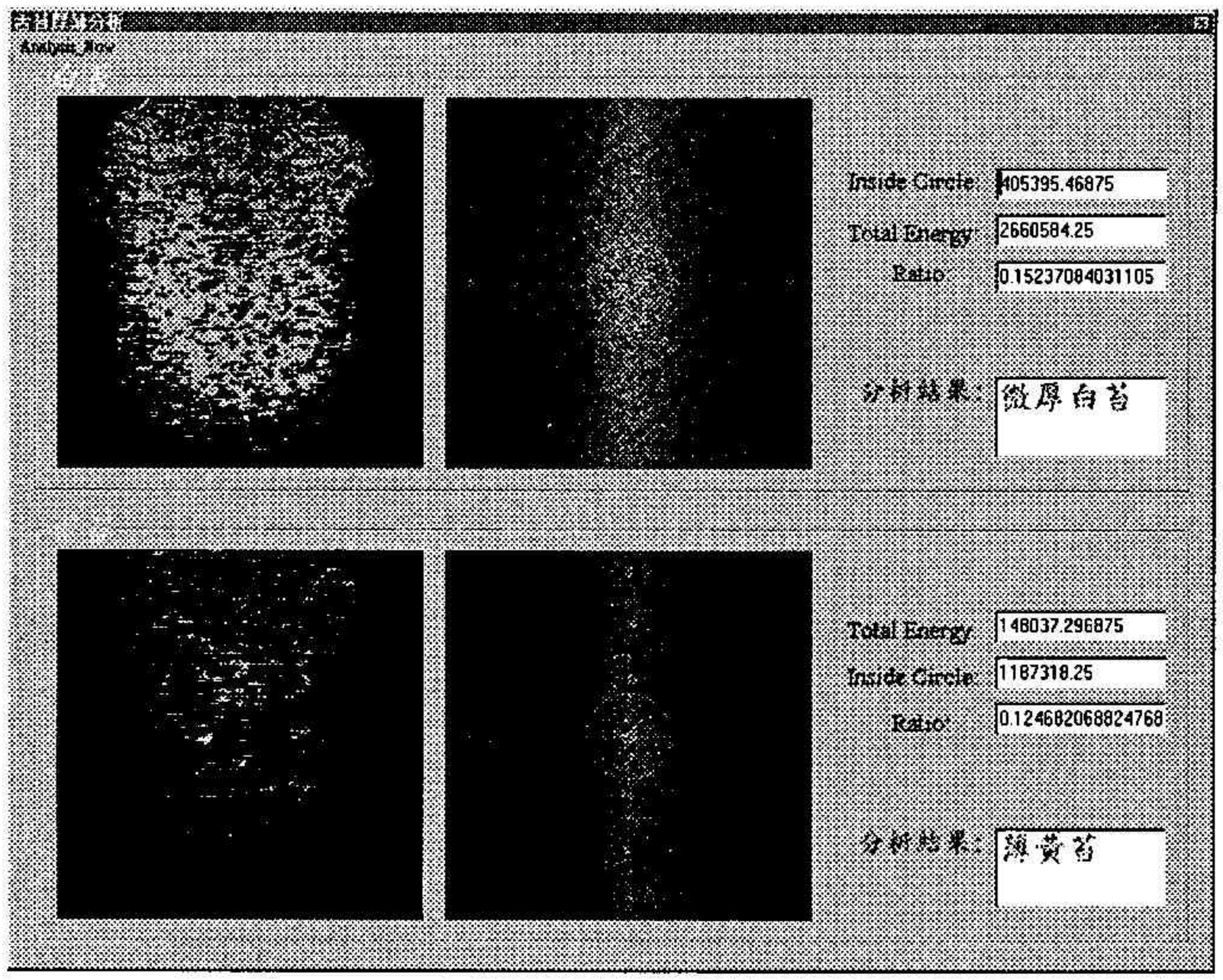


圖 2.40舌苔厚薄之分析結果

9、舌特徵病歷資料庫之建構

本研究為了使得臨床取得的舌影像以及經本系統辨識分析的結果，能夠方便地保存和有效地管理，所以，我們建立一套可提供資料修改、新增、刪除、查詢等功能的舌特徵病歷資料庫系統。

首先，在設計一個資料庫之前必須考慮到資料庫中需要哪些表格(Table)、表格的形式為何、每個表格中需要哪些資料欄位(Field)、所要儲存的資料屬性為何、誰擁有表格的存取權...等。而在本研究之中，我們使用Delphi 3.0中的Database Desktop桌上型資料庫開發工具來建立兩個Paradox 7.0格式的資料表格，其中一個表格記錄病人的個人基本資料：姓名、性別、血型...等(見表2.3所示)；另一個表格記錄病人看診及接受舌診影像系統檢查的結果資料，其中包含許多舌特徵參數(見表2.4所示)。而兩個表格之間以病歷號碼(PT_HIS_ID)這個欄位產生關聯，亦即透過這樣的關聯方式，可以從個人的基本資料中找到此病人所有的看診及檢查記錄。

表 2.3個人基本資料表格內容

	Field Name	Type	Size	Key
1	PT_HIS_ID	A	10	*
2	PT_SOC_ID	A	10	*
3	PT_NAME	A	20	*
4	PT_SEX	A	5	
5	PT_BIR_DT	D		
6	PT_BLOOD	A	4	
7	PT_PHONE	A	20	
8	PT_ADDRE	A	50	
9	PT_HEIGHT	N		
10	PT_WEIGHT	N		

表 2.4看診記錄表格(部份)內容

	Field Name	Type	Size	Key
1	PT_NUM	+		*
2	PT_HIS_ID	A	10	*
3	PT_VIS_DT	D		
4	PT_IMAGE	G		
5	PT_DIAG	M	200	
6	Left_DR	N		
7	Left_R	N		
8	Left_LR	N		
9	Left_CP	N		
10	Left_W	N		
11	Left_Y	N		
12	Left_Tong	N		
13	Left_Coat	N		
14	Left_Err	N		
15	Right_DR	N		
16	Right_R	N		
17	Right_LR	N		
18	Right_CP	N		
19	Right_W	N		
20	Right_Y	N		
21	Right_Tong	N		
22	Right_Coat	N		
23	Right_Err	N		
24	Mid_DR	N		

上述兩個表格建立完成後，即使用Delphi 3.0程式語言進行資料庫應用程式的撰寫，整個資料庫應用程式介面共分為個人基本資料、系統分析結果、醫師診斷與建議、病歷資料搜尋四頁(如圖2.41所示)。而使用者可透過此一程式介面，進行資料庫內容的新增、修改、刪除、查詢…等動作。

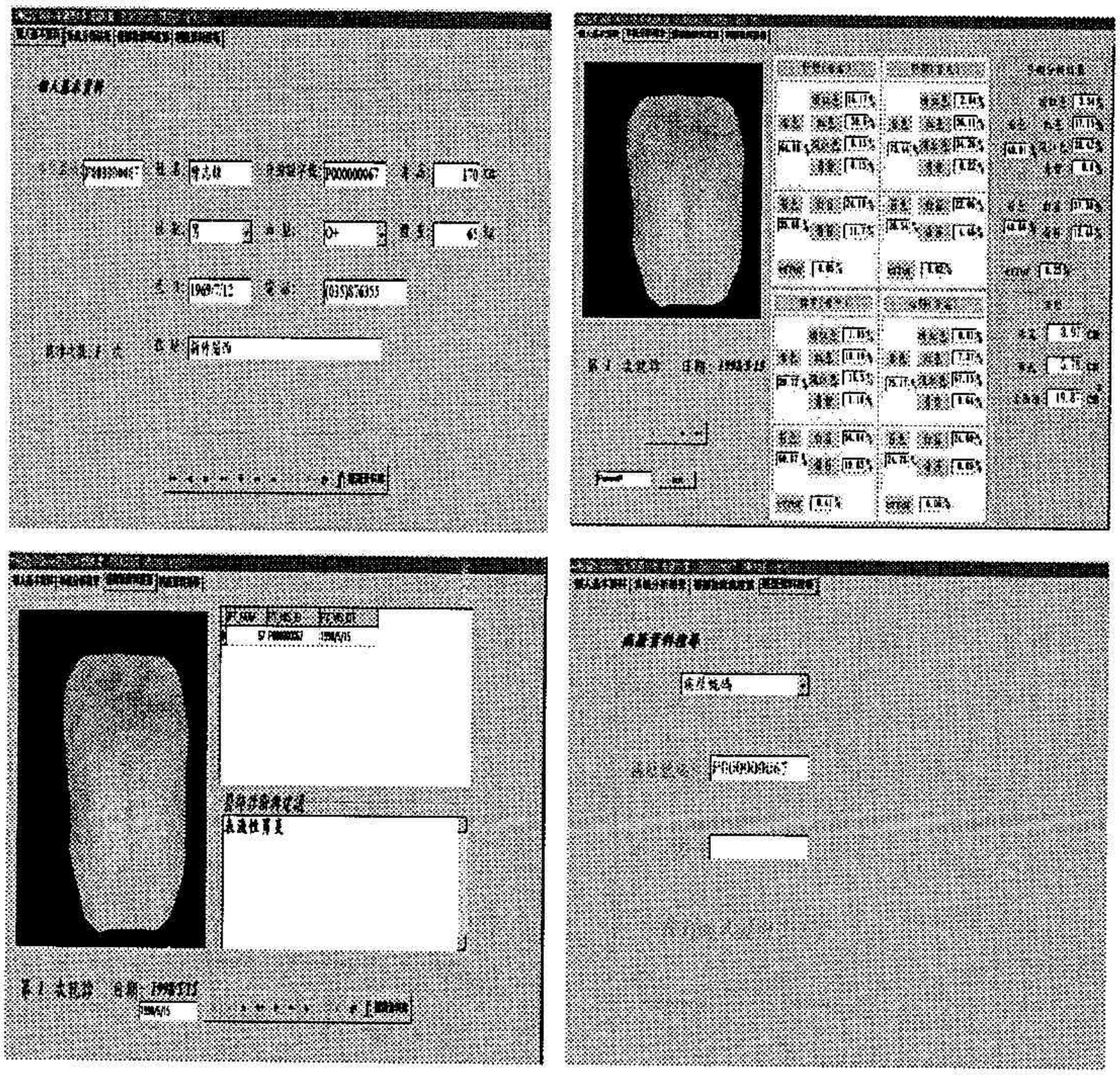


圖 2.4 舌特徵病歷資料庫之程式介面

參、結果與討論

本章節中，將針對健康人及上消化道病症患者的舌特徵分析結果作一探討與說明，並且，就本系統的穩定性、辨識率以及各個處理步驟的執行效能進行評估，同時也將詳盡地介紹整個系統的操作使用流程。

一、舌特徵分析結果

本研究利用自行開發之舌診影像系統共取得119個人的舌影像，

其中包括中原大學醫工系大學部的53位一年級學生，66位經胃鏡檢查出患有上消化道疾病之患者。其年齡，性別，及所患之疾病之分布，請見附錄一，而經本系統處理後之舌影像資料，請見附錄二。但是，經過適當地篩選剔除不適用影像之後，最後，以45位健康人(男性35名，女性10名)及55位上消化道疾病患者(男性34名，女性21名)其中包含31名慢性胃炎患者、4名胃潰瘍患者、18名十二指腸潰瘍患者、2名病症不明確之舌影像進行舌特徵的統計與分析。

(一)、舌色與苔色的分析

至於舌色及苔色的分析部份，我們採用中醫舌診中的臟腑劃分法，分脾胃區、左肝膽區、右肝膽區、心肺區四區，依據系統之分析結果，探討健康人及上消化道病症患者其各區域中之各種舌色、苔色所佔百分比之間的相關性。研究中共分為五個群組：健康人V.S. 上消化道病症患者、健康人V.S. 慢性胃炎患者、健康人V.S. 胃潰瘍患者、健康人V.S. 十二指腸潰瘍患者、慢性胃炎患者V.S. 十二指腸潰瘍患者 ，並且使用WINKS 4.2統計軟體，以independent t-test的分析方法進行各群組之間的相關性分析。分析結果如下：

表3.1～表3.5分別顯示健康人及上消化道病症這兩個群組的舌中、舌右、舌左、舌尖與整個舌體之舌色及苔色相關性的分析結果。藉由觀察結果可以發現：健康人及上消化道病症患者其四個舌頭分區的部份舌色及白苔、黃苔均具有顯著的差異($p<0.05$ 或 $p<0.01$)，並非只侷限於脾胃區，正如『靈樞・五味論』所述：〝胃者，五臟六腑之海，水穀皆入於胃，五臟六腑皆凜受於胃〞，另外，『脾胃論』謂：〝九竅者，五臟主之，五臟皆得胃氣乃能通利〞，皆指出了五臟必賴脾胃之氣的旺盛，才能得以溫煦濡養，九竅才能通利，如脾胃有病，則必然影響五臟功能的正常發揮而發生疾病。所以，上消化道疾病患者除了脾胃功能受損、氣血瘀滯不通之外，其他的臟腑也會受到影響，因而出現舌象上的異常反映。

表3.1 健康人及上消化道病症患者舌中(脾胃區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	上消化道病症患者(n=55)
舌質	69.40±14.10%	43.32±22.27% **
淡紅	40.45±13.36%	29.22±16.11% **
紅	25.76±13.64%	9.71±8.60% **
暗紅	2.79±3.98%	1.76±2.79%
青紫	0.39±0.92%	2.65±4.60% **
舌苔	30.59±14.10%	56.35±22.17% **
白	27.34±12.93%	46.45±18.07% **
黃	3.26±3.07%	9.96±11.38% **

**:p<0.01

表3.2 健康人及上消化道病症患者舌右(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	上消化道病症患者(n=55)
舌質	88.24±8.30%	69.60±19.17% **
淡紅	22.47±13.44%	24.37±18.13%
紅	53.40±13.10%	34.85±16.49% **
暗紅	10.48±10.38%	8.56±11.21%
青紫	0.22±0.26%	0.92±2.33% *
舌苔	11.74±8.30%	30.18±19.25% **
白	10.93±7.97%	26.76±18.42% **
黃	0.81±1.08%	4.88±8.27% **

*:p<0.05；**:p<0.01

表3.3 健康人及上消化道病症患者舌左(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	上消化道病症患者(n=55)
舌質	88.16±7.60%	71.13±16.74% **
淡紅	25.48±14.83%	45.68±16.96% **
紅	54.33±15.39%	21.74±15.57% **
暗紅	8.08±8.03%	1.72±2.90% **
青紫	0.29±0.34%	1.99±3.43% **
舌苔	11.79±7.60%	28.59±16.79% **
白	10.80±7.39%	25.63±14.60% **
黃	0.99±1.03%	2.96±4.69% **

**:p<0.01

表3.4 健康人及上消化道病症患者舌尖(心肺區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	上消化道病症患者(n=55)
舌質	95.68±5.09%	78.24±16.89% **
淡紅	58.64±23.39%	57.98±20.43%
紅	36.26±23.00%	18.47±18.09% **
暗紅	0.66±2.08%	0.92±2.36%
青紫	0.12±0.17%	0.87±1.67% **
舌苔	4.30±5.09%	21.63±16.93% **
白	4.12±5.10%	20.06±15.43% **
黃	0.13±0.16%	1.57±2.53% **

**:p<0.01

表3.5 健康人及上消化道病症患者整體舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	上消化道病症患者(n=55)
舌質	79.43±8.94%	57.14±17.88% **
淡紅	39.16±11.29%	36.18±13.70%
紅	35.64±12.54%	16.35±10.09% **
暗紅	4.33±4.05%	2.60±2.75% *
青紫	0.30±0.55%	2.00±3.46% **
舌苔	20.55±8.94%	42.48±17.87% **
白	18.31±8.22%	35.77±14.38% **
黃	2.03±1.76%	6.66±7.64% **

*:p<0.05；**:p<0.01

從表3.5整體舌色苔色的顏色百分比可以得知健康人及上消化道病症患者，其舌色表現均以淡紅色或紅色為主，而上消化道病症患者的白苔和黃苔比例明顯地大於健康人。由於大部份的舌苔均分佈在脾胃區，可以說脾胃區最能反映苔色的變化，所以，我們就兩群組在脾胃區的苔色分佈情形作一比較。

由圖3.1的比較曲線圖可得知：85%的健康人其脾胃區中的白苔百分比為40%以下，而65%的上消化道病症患者其脾胃區中的白苔百分比為40%以上。很明顯地，脾胃區中的白苔百分比這個舌特徵參數，可作為健康人及上消化道病症這兩個群組之間判斷分類的依據。

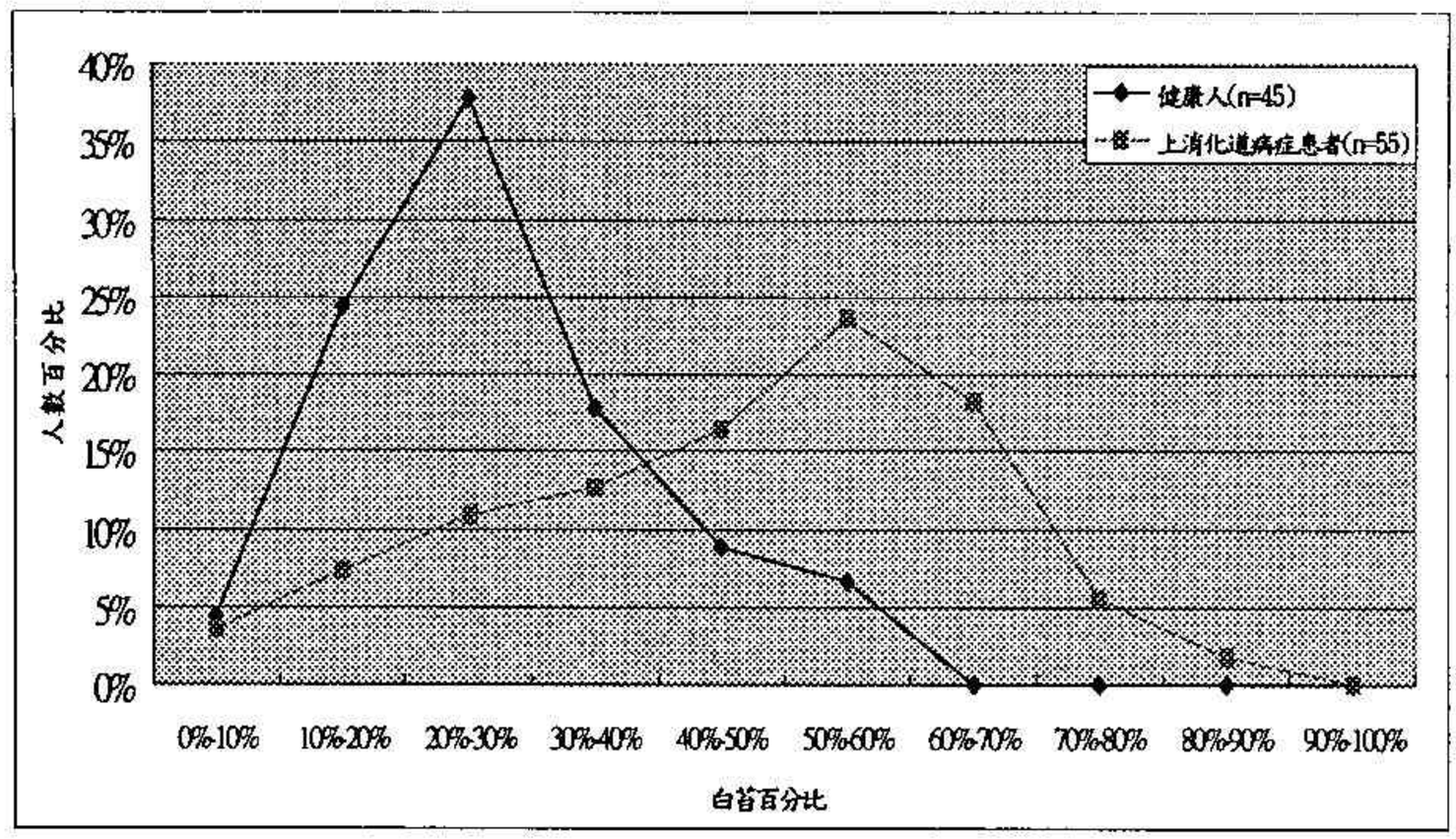


圖 3.1 健康人及上消化道病症患者之脾胃區中白苔的百分比分佈情形

圖3.2所示為健康人及上消化道病症患者其脾胃區中，黃苔所佔百分比例的分佈情形，我們可以看出：約有73%的健康人其脾胃區的黃苔百分比在0%～5%之間，而有51%的上消化道病症患者其脾胃區的黃苔百分比在5%以上。此外又可發現：健康人脾胃區的黃苔百分比均分佈於15%以下，但是卻有25%的上消化道病症患者分佈於15%以上。雖然，此特徵參數不如上述的白苔百分比來得具有區分性，亦可作為兩群組之間分類的參考。

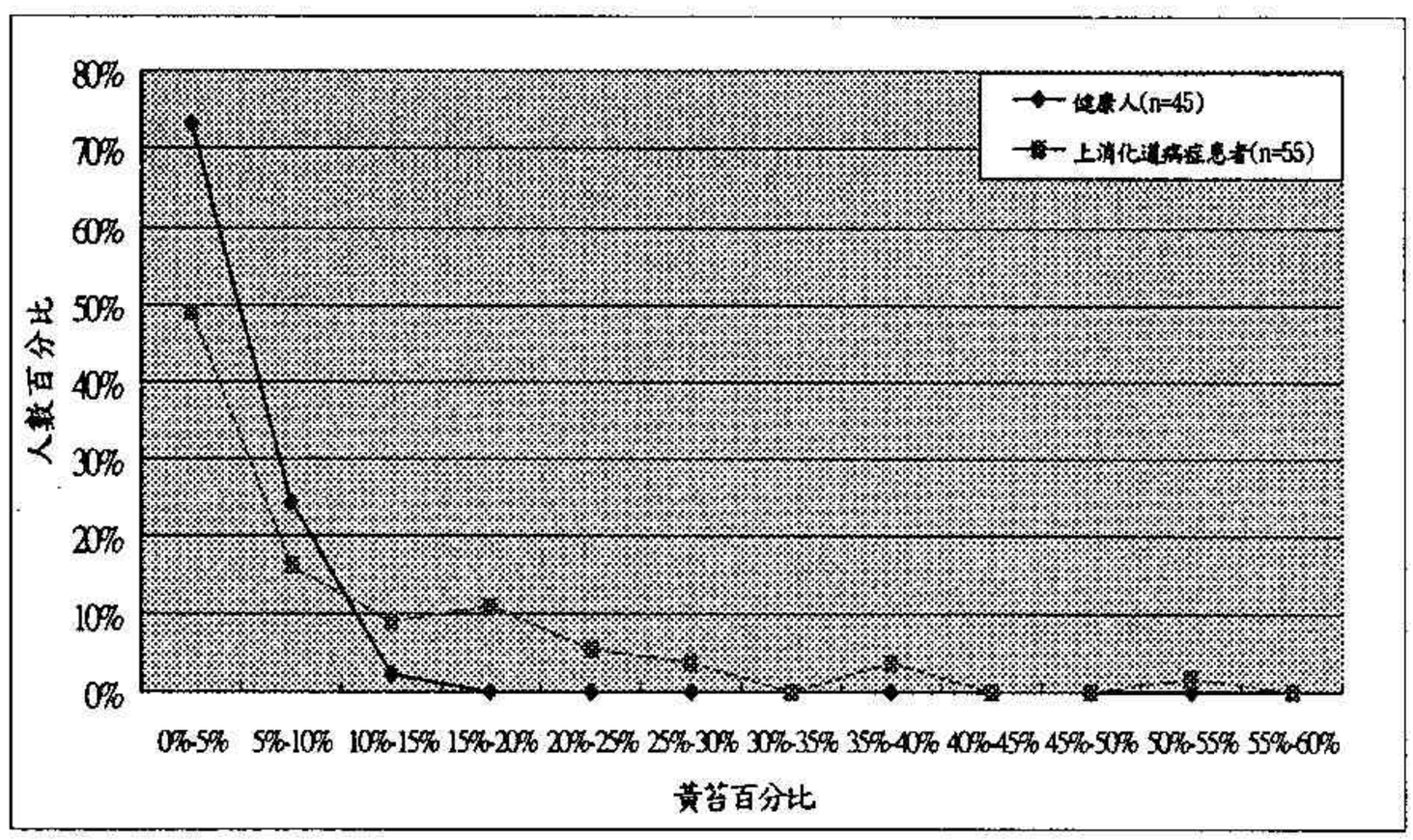


圖 3.2 健康人及上消化道病症患者之脾胃區中黃苔的百分比分佈情形

整體言之，不管是健康人或是上消化道病症患者其舌色和苔色的分佈位置均具有一定的規則，淡紅色主要出現在舌中及舌尖部份，紅色或暗紅色主要出現在舌頭的兩旁，至於白苔或黃苔部份，主要出現於舌中間的部份，而兩群組之間最大的差異乃在於各顏色在各個部位所佔有的比例不同。由於〝舌苔乃胃氣之燻蒸〞，而從脾胃區的分析結果亦可看出白苔和黃苔所佔的百分比，在上消化道病症這一個群組中確實有明顯的增加，而整個苔色所佔的比例還是白苔大於黃苔。此外，由各個分區的統計資料可以發現：暗紅色、青紫色這兩種舌色以及黃苔的標準差大於其平均值，顯示這三種顏色在個體之間具有較大的差異性。

表3.6～表3.10分別顯示健康人及慢性胃炎病患這兩個群組的舌中、舌右、舌左、舌尖與整個舌體之舌色及苔色相關性的分析結果。結果顯示：慢性胃炎病患其舌質的變化主要還是以淡紅色或紅色為主，與一般健康人無異，而苔色部份主要是以白苔所佔的比例為最多，黃苔次之。不過慢性胃炎患者的黃苔比例雖然大於健康人，但是其標準差還是蠻大的，表示慢性胃炎患者之間存在有較高的黃苔比例差異。

表3.6 健康人及慢性胃炎患者舌中(脾胃區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃炎病患(n=31)
舌質	69.40±14.10%	45.14±21.67% **
淡紅	40.45±13.36%	29.78±15.15% **
紅	25.76±13.64%	10.73±8.62% **
暗紅	2.79±3.98%	2.27±3.33%
青紫	0.39±0.92%	2.37±3.40% **
舌苔	30.59±14.10%	54.72±21.65% **
白	27.34±12.93%	47.14±17.75% **
黃	3.26±3.07%	7.59±7.87% **

**:p<0.01

表3.7 健康人及慢性胃炎患者舌右(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃炎病患(n=31)
舌質	88.24±8.30%	71.74±16.46% **
淡紅	22.47±13.44%	24.71±19.88%
紅	53.40±13.10%	34.80±16.28% **
暗紅	10.48±10.38%	10.51±12.51%
青紫	0.22±0.26%	0.76±2.25%
舌苔	11.74±8.30%	28.09±16.55% **
白	10.93±7.97%	26.57±18.24% **
黃	0.81±1.08%	4.12±5.97% **

**:p<0.01

表3.8 健康人及慢性胃炎患者舌左(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃炎病患(n=31)
舌質	88.16±7.60%	73.28±15.54% **
淡紅	25.48±14.83%	47.35±14.86% **
紅	54.33±15.39%	21.95±15.43% **
暗紅	8.08±8.03%	1.99±2.97% **
青紫	0.29±0.34%	1.99±2.91% **
舌苔	11.79±7.60%	26.47±15.64% **
白	10.80±7.39%	24.38±14.40% **
黃	0.99±1.03%	2.08±2.57% *

*:p<0.05；**:p<0.01

表3.9 健康人及慢性胃炎患者舌尖(心肺區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃炎病患(n=31)
舌質	95.68±5.09%	78.64±16.18% **
淡紅	58.64±23.39%	58.78±19.03%
紅	36.26±23.00%	18.09±19.52% **
暗紅	0.66±2.08%	0.79±1.70%
青紫	0.12±0.17%	0.97±1.69% **
舌苔	4.30±5.09%	21.30±16.20% **
白	4.12±5.10%	20.36±15.27% **
黃	0.13±0.16%	0.94±1.21% **

**:p<0.01

表3.10 健康人及慢性胃炎患者整體舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃炎病患(n=31)
舌質	79.43±8.94%	58.82±17.34% **
淡紅	39.16±11.29%	37.11±12.15%
紅	35.64±12.54%	16.76±10.33% **
暗紅	4.33±4.05%	3.10±3.02%
青紫	0.30±0.55%	1.84±2.64% **
舌苔	20.55±8.94%	40.84±17.37% **
白	18.31±8.22%	35.77±14.70% **
黃	2.03±1.76%	4.98±5.07% **

**:p<0.01

此外，我們也特別針對健康人及慢性胃炎患者其脾胃區的苔色百分比進行比較，由圖3.3及圖3.4可發現：有68%的慢性胃炎患者其脾胃區中的白苔百分比佔40%以上；而整個黃苔的百分比分佈在30%以下。

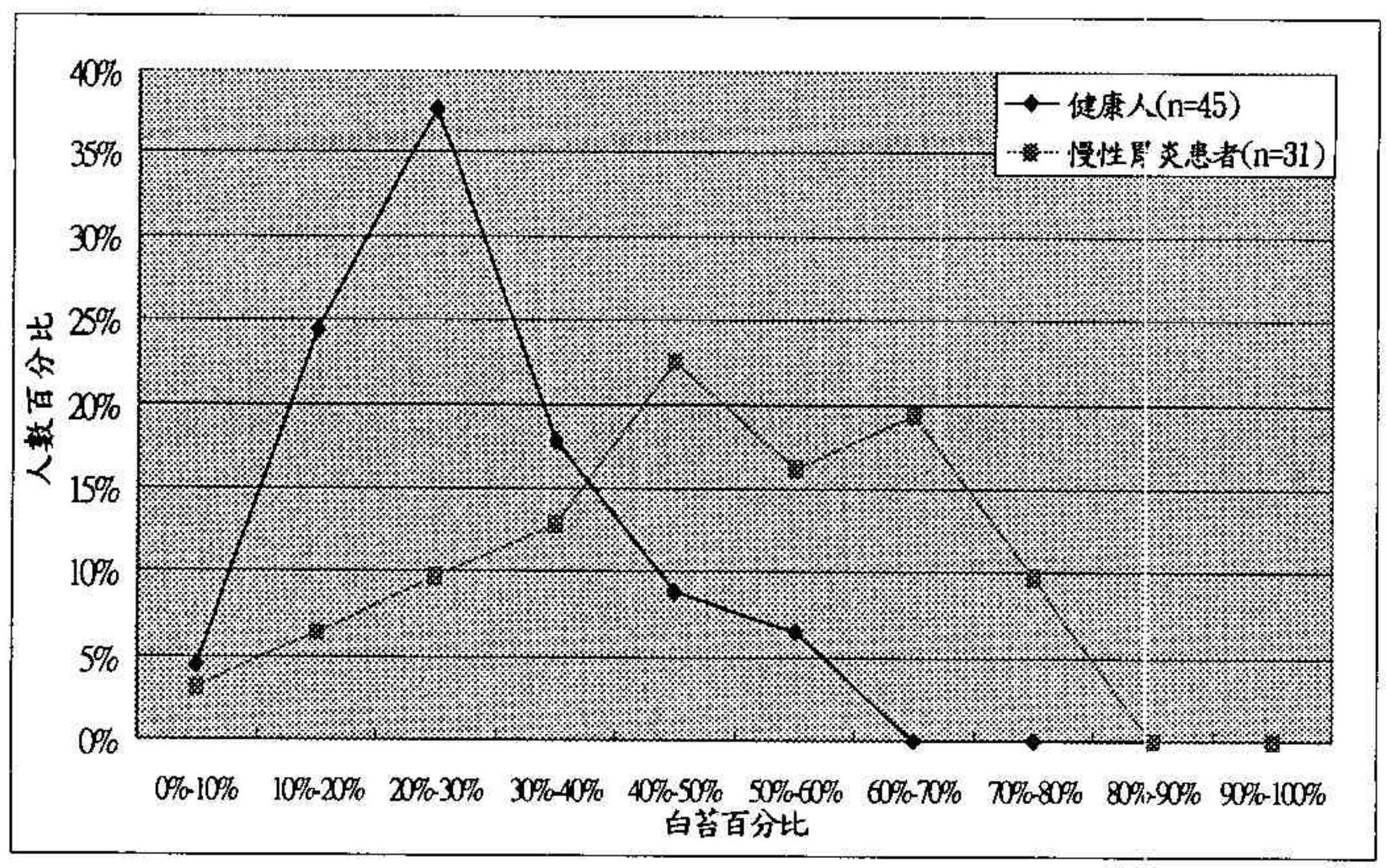


圖 3.3 健康人及慢性胃炎患者之脾胃區中白苔的百分比分佈情形

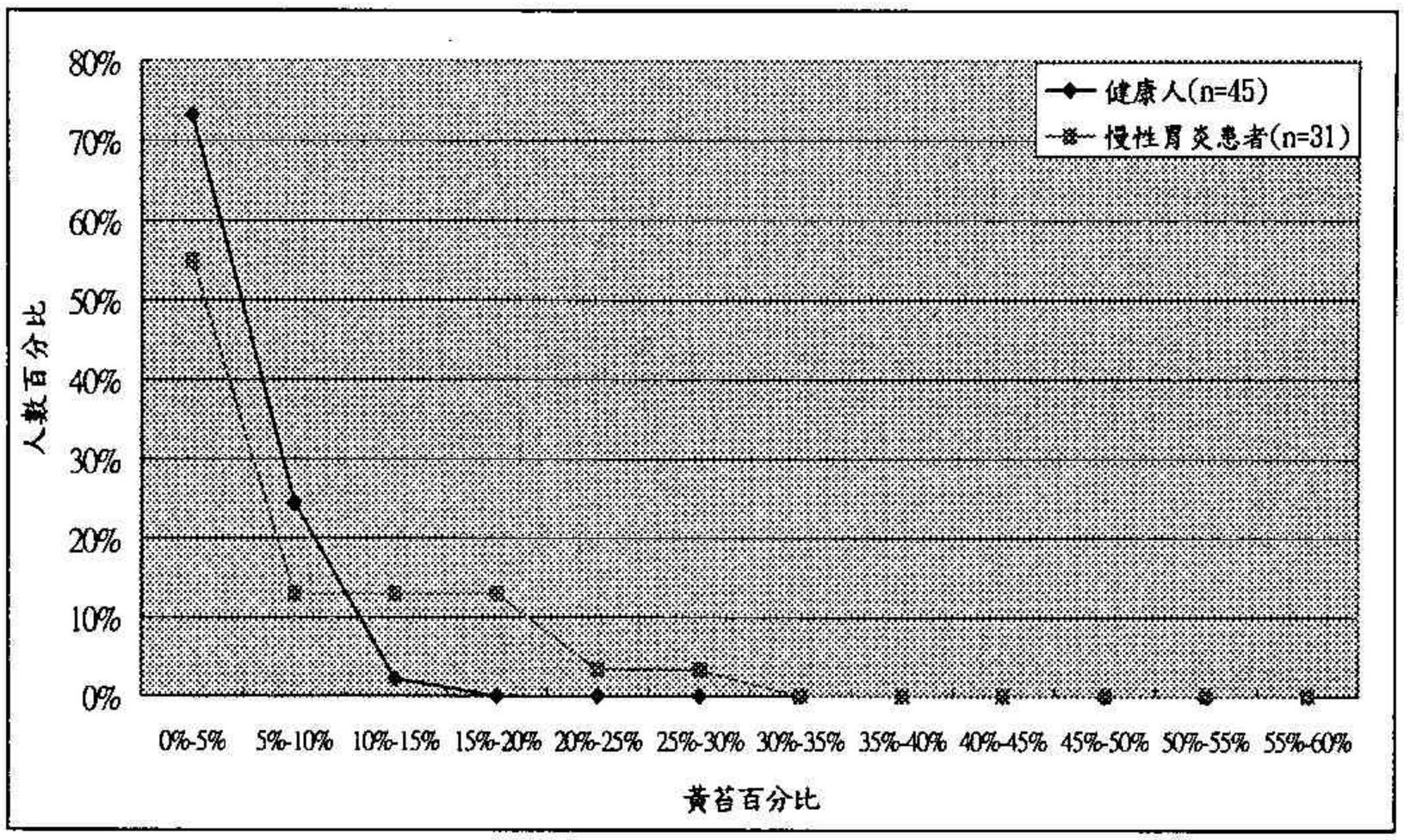


圖 3.4 健康人及慢性胃炎患者之脾胃區中黃苔的百分比分佈情形

表3.11～表3.15分別顯示健康人及胃潰瘍病患這兩個群組的舌中、舌右、舌左、舌尖與整個舌體之舌色及苔色相關性的分析結果。由於在本研究之中只有4個胃潰瘍病症的舌影像取樣，故其統計結果較不具意義，此處僅提供作參考。

表3.11 健康人及胃潰瘍患者舌中(脾胃區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃潰瘍病患(n=4)
舌質	69.40±14.10%	46.67±27.93%
淡紅	40.45±13.36%	34.52±16.50%
紅	25.76±13.64%	9.36±10.12% *
暗紅	2.79±3.98%	1.90±2.14%
青紫	0.39±0.92%	0.89±1.34%
舌苔	30.59±14.10%	53.06±27.75%
白	27.34±12.93%	36.96±19.78%
黃	3.26±3.07%	16.10±17.48%

*:$p<0.05$

表3.12 健康人及胃潰瘍患者舌右(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃潰瘍病患(n=4)
舌質	88.24±8.30%	61.53±28.81%
淡紅	22.47±13.44%	19.69±8.61%
紅	53.40±13.10%	32.59±16.98% **
暗紅	10.48±10.38%	8.49±14.06%
青紫	0.22±0.26%	0.77±1.33%
舌苔	11.74±8.30%	38.23±28.56%
白	10.93±7.97%	26.85±20.29%
黃	0.81±1.08%	11.38±11.41%

**:p<0.01

表3.13 健康人及胃潰瘍患者舌左(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃潰瘍病患(n=4)
舌質	88.16±7.60%	70.83±27.29%
淡紅	25.48±14.83%	52.59±18.76% **
紅	54.33±15.39%	16.64±12.54% **
暗紅	8.08±8.03%	0.51±0.81% **
青紫	0.29±0.34%	1.08±1.75%
舌苔	11.79±7.60%	28.98±27.36%
白	10.80±7.39%	26.05±24.40%
黃	0.99±1.03%	2.94±3.02%

*:p<0.01

表3.14 健康人及胃潰瘍患者舌尖(心肺區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃潰瘍病患(n=4)
舌質	95.68±5.09%	65.97±19.36%
淡紅	58.64±23.39%	56.02±19.42%
紅	36.26±23.00%	9.62±7.39% *
暗紅	0.66±2.08%	0.14±0.15%
青紫	0.12±0.17%	0.19±0.17%
舌苔	4.30±5.09%	33.96±19.29%
白	4.12±5.10%	30.08±15.56% *
黃	0.13±0.16%	3.88±3.99%

:p<0.05

表3.15 健康人及胃潰瘍患者整體舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	胃潰瘍病患(n=4)
舌質	79.43±8.94%	54.92±25.67%
淡紅	39.16±11.29%	38.24±15.71%
紅	35.64±12.54%	13.56±9.02% **
暗紅	4.33±4.05%	2.35±3.03%
青紫	0.30±0.55%	0.77±1.16%
舌苔	20.55±8.94%	44.86±25.53%
白	18.31±8.22%	32.98±18.07%
黃	2.03±1.76%	11.87±12.59%

**:p<0.01

表3.16～表3.20分別顯示健康人及十二指腸潰瘍病患這兩個群組的舌中、舌右、舌左、舌尖與整個舌體之舌色及苔色相關性的分析結果。我們可以發現：十二指腸潰瘍患者其舌質顏色主要是以紅色和淡紅色為主，而青紫色所佔的比例比一般健康人高，可見有不同程度的血瘀表現。至於苔色部份，可由脾胃區中看出主要是以白苔為主，其中黃苔所佔的平均百分比均較健康人、慢性胃炎患者、胃潰瘍患者大，由此可知十二指腸潰瘍患者大多伴隨有較高的黃苔比例發生。

表3.16 健康人及十二指腸潰瘍患者舌中(脾胃區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	69.40±14.10%	41.14±23.59% **
淡紅	40.45±13.36%	27.37±18.67% **
紅	25.76±13.64%	8.94±8.65% **
暗紅	2.79±3.98%	1.05±1.75% *
青紫	0.39±0.92%	3.78±6.58% *
舌苔	30.59±14.10%	58.25±23.40% **
白	27.34±12.93%	45.87±19.17% **
黃	3.26±3.07%	12.54±14.69% *

*:p<0.05；**:p<0.01

表3.17 健康人及十二指腸潰瘍患者舌右(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	88.24±8.30%	65.51±21.32% **
淡紅	22.47±13.44%	21.67±14.88%
紅	53.40±13.10%	35.37±18.52% **
暗紅	10.48±10.38%	6.01±8.22%
青紫	0.22±0.26%	1.35±2.76%
舌苔	11.74±8.30%	34.34±21.32% **
白	10.93±7.97%	29.07±19.33% **
黃	0.81±1.08%	5.27±10.48%

**:p<0.01

表3.18 健康人及十二指腸潰瘍患者舌左(肝膽區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	88.16±7.60%	66.36±16.93% **
淡紅	25.48±14.83%	39.95±19.65% **
紅	54.33±15.39%	22.35±17.71% **
暗紅	8.08±8.03%	1.66±3.22% **
青紫	0.29±0.34%	2.39±4.58%
舌苔	11.79±7.60%	33.40±16.87% **
白	10.80±7.39%	28.73±13.47% **
黃	0.99±1.03%	4.67±7.20% *

*:p<0.05；**:p<0.01

表3.19 健康人及十二指腸潰瘍患者舌尖(心肺區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	95.68±5.09%	79.41±18.26% **
淡紅	58.64±23.39%	57.19±24.43%
紅	36.26±23.00%	19.90±17.20% **
暗紅	0.66±2.08%	1.40±3.48%
青紫	0.12±0.17%	0.92±1.90%
舌苔	4.30±5.09%	20.45±18.28% **
白	4.12±5.10%	18.16±16.36% **
黃	0.13±0.16%	2.30±3.49% *

*:p<0.05；**:p<0.01

表3.20 健康人及十二指腸潰瘍患者整體舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	健康人(n=45)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	79.43±8.94%	54.85±18.81% **
淡紅	39.16±11.29%	33.60±16.62%
紅	35.64±12.54%	16.45±10.86% **
暗紅	4.33±4.05%	2.03±2.18% **
青紫	0.30±0.55%	2.77±4.91% *
舌苔	20.55±8.94%	44.73±18.75% **
白	18.31±8.22%	36.27±14.68% **
黃	2.03±1.76%	8.45±9.77% *

*:p<0.05；**:p<0.01

圖3.5和圖3.6所示分別為健康人及十二指腸患者其脾胃區中白苔及黃苔的百分比分佈圖。從圖中可看出：有61%的十二指腸潰瘍患者其脾胃區之白苔百分比在40%～70%之間，而有28%的十二指腸潰瘍患者其脾胃區之黃苔百分比在15%以上，甚至有11%的十二指腸潰瘍患者其脾胃區之黃苔百分比在35%以上。因此可以說脾胃區的黃苔百分比越大則患有十二指腸潰瘍的機會也越大。

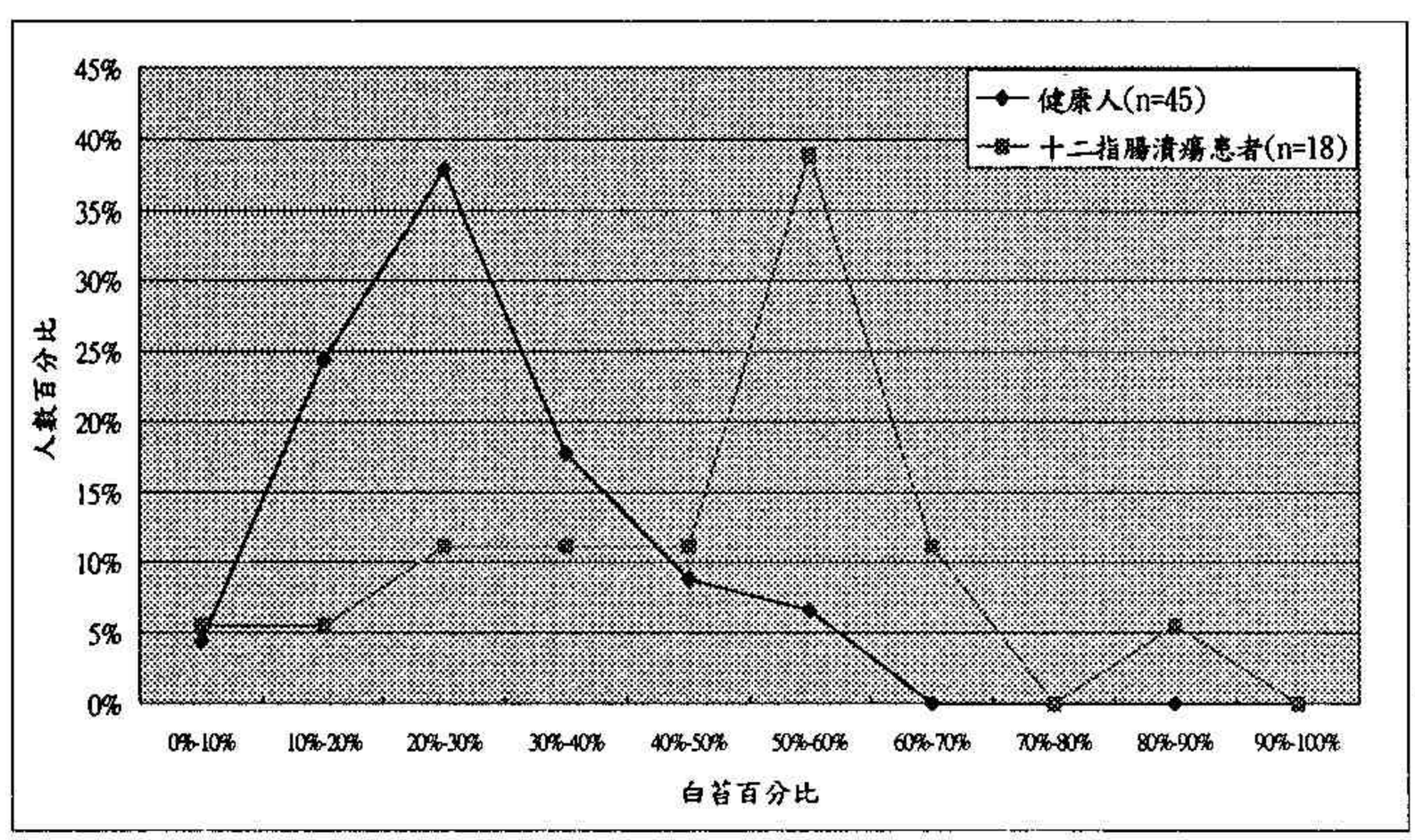


圖 3.5 健康人及十二指腸潰瘍患者之脾胃區中白苔的百分比分佈情形

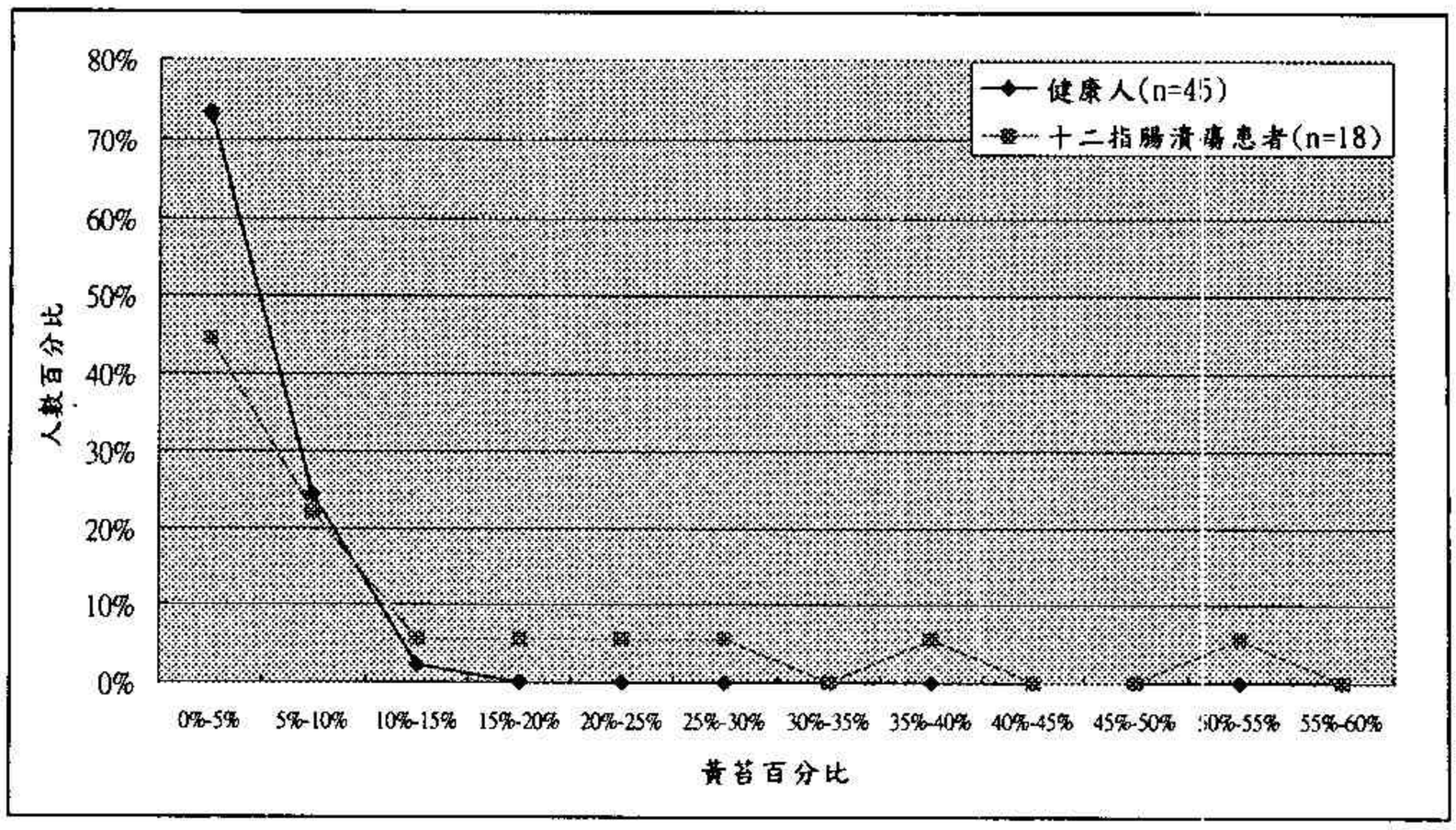


圖 3.6 健康人及十二指腸潰瘍患者之脾胃區中黃苔的百分比分佈情形

由上述的分析結果可以得知：慢性胃炎及十二指腸潰瘍其舌質的變化主要以淡紅色及紅色為主，舌苔變化主要以白苔及黃苔為主，而為了進一步探討兩個病症之間的舌質和苔色是否具有明顯的差異，我們特別針對整個舌體和脾胃區進行相關性的分析，結果見表3.21及表3.22。

表3.21 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者整體舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	胃炎病患(n=31)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	58.82±17.34%	54.85±18.81%
淡紅	37.11±12.15%	33.60±16.62%
紅	16.76±10.33%	16.45±10.86%
暗紅	3.10±3.02%	2.03±2.18%
青紫	1.84±2.64%	2.77±4.91%
舌苔	40.84±17.37%	44.73±18.75%
白	35.77±14.70%	36.27±14.68%
黃	4.98±5.07%	8.45±9.77%

表3.22 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者舌中(脾胃區)之舌質與舌苔的顏色百分比對照表

	胃炎病患(n=31)	十二指腸潰瘍病患(n=18)
舌質	45.14±21.67%	41.14±23.59%
淡紅	29.78±15.15%	27.37±18.67%
紅	10.73±8.62%	8.94±8.65%
暗紅	2.27±3.33%	1.05±1.75%
青紫	2.37±3.40%	3.78±6.58%
舌苔	54.72±21.65%	58.25±23.40%
白	47.14±17.75%	45.87±19.17%
黃	7.59±7.87%	12.54±14.69%

分析結果顯示，慢性胃炎及十二指腸潰瘍兩種病症之間的舌色與苔色百分比並沒有顯著的差異。在白苔的表現方面，兩病症在脾胃區所佔的百分比大約都在40%～70%之間(如圖3.7所示)，而在黃苔的表現方面，雖然兩者主要都分佈在30%以下，但是有部份(11%)的十二指腸潰瘍患者其黃苔百分比大於35%，甚至達50%以上(見圖3.8)，此乃兩者較大的差異之處。

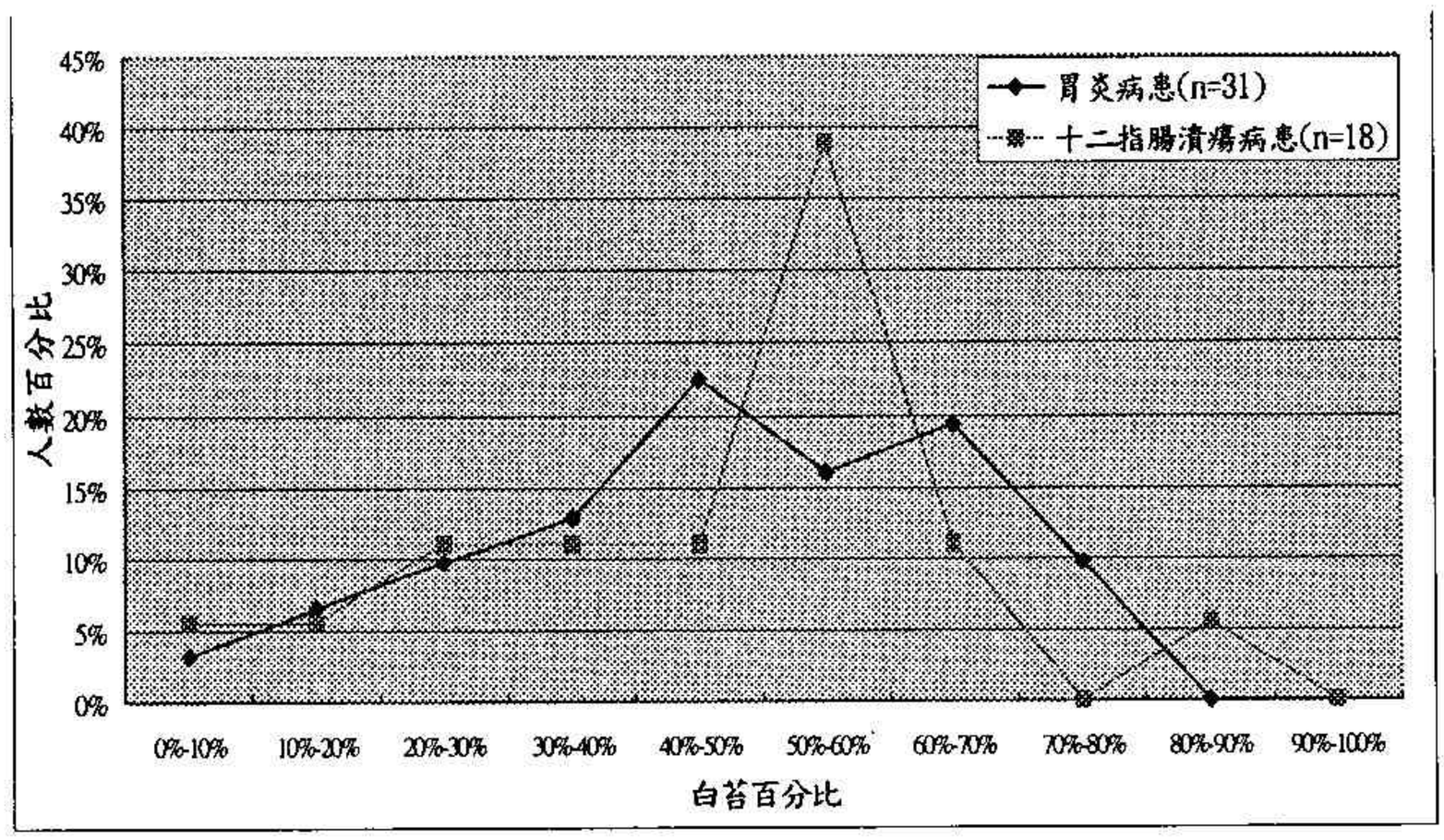


圖 3.7 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者之脾胃區中白苔的百分比分佈情形

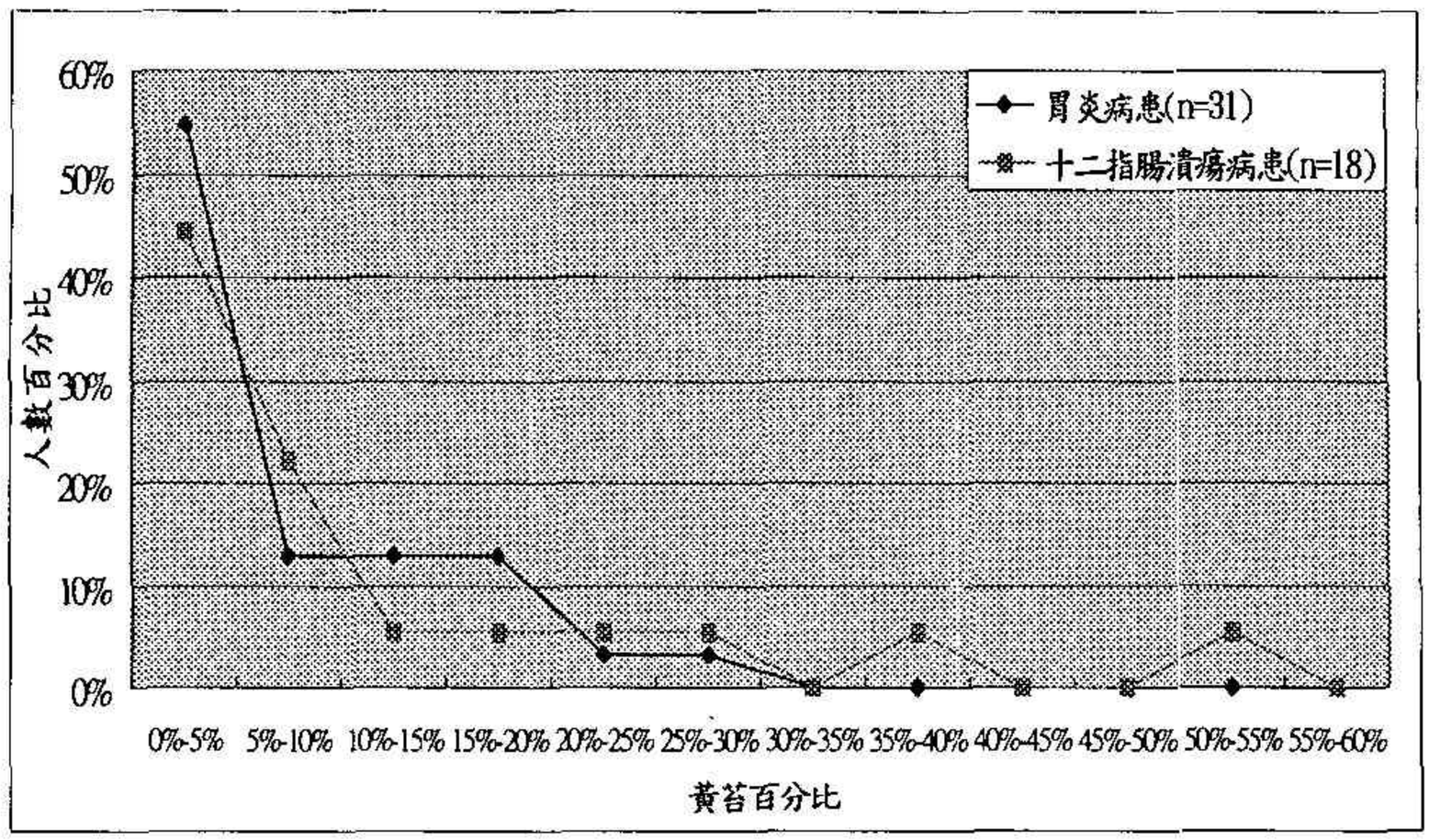


圖 3.8 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者之脾胃區中黃苔的百分比分佈情形

(二)、舌形的分析

在舌形的分析部份，我們針對健康人及上消化道病症患者的舌長、舌寬、舌面積作一比較。如圖3.9所示，為兩群組之舌長度分佈的曲線圖，其中有80%的健康人其舌長度分佈於4.5～6.5公分，同樣地，也有80%的上消化道患者其舌長度介於4.5～6.5公分之間，可見兩群組在舌長度這個特徵上並無差異。

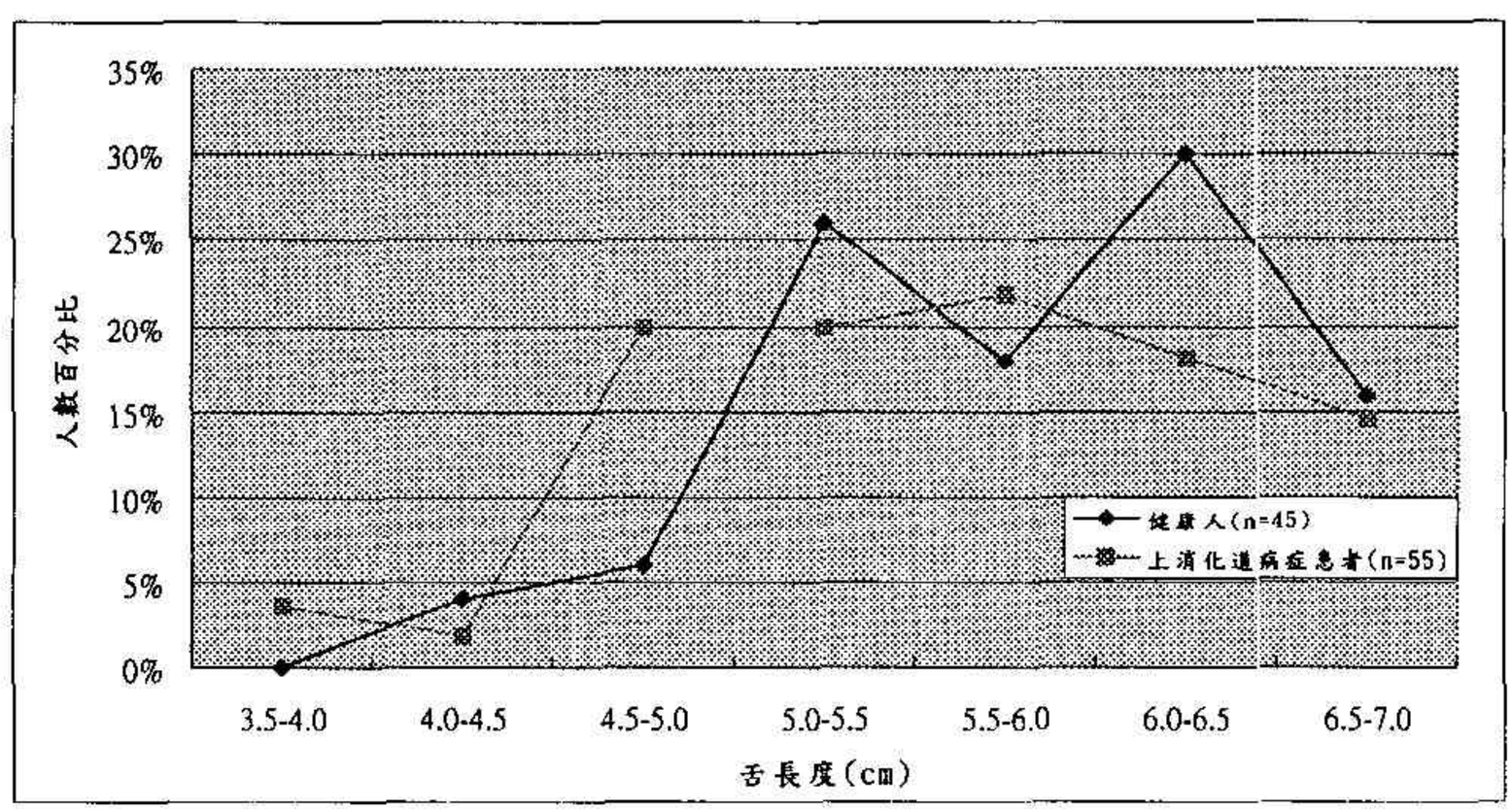


圖 3.9 健康人及上消化道病症患者其舌長度的分佈曲線

圖3.10所示，為兩群組之舌寬度的分佈曲線，從中可看出：有74%的健康人其舌寬度在4.0～5.0公分之間，而有80%的上消化道病症患者的舌寬度也介於4.0～5.0之間。

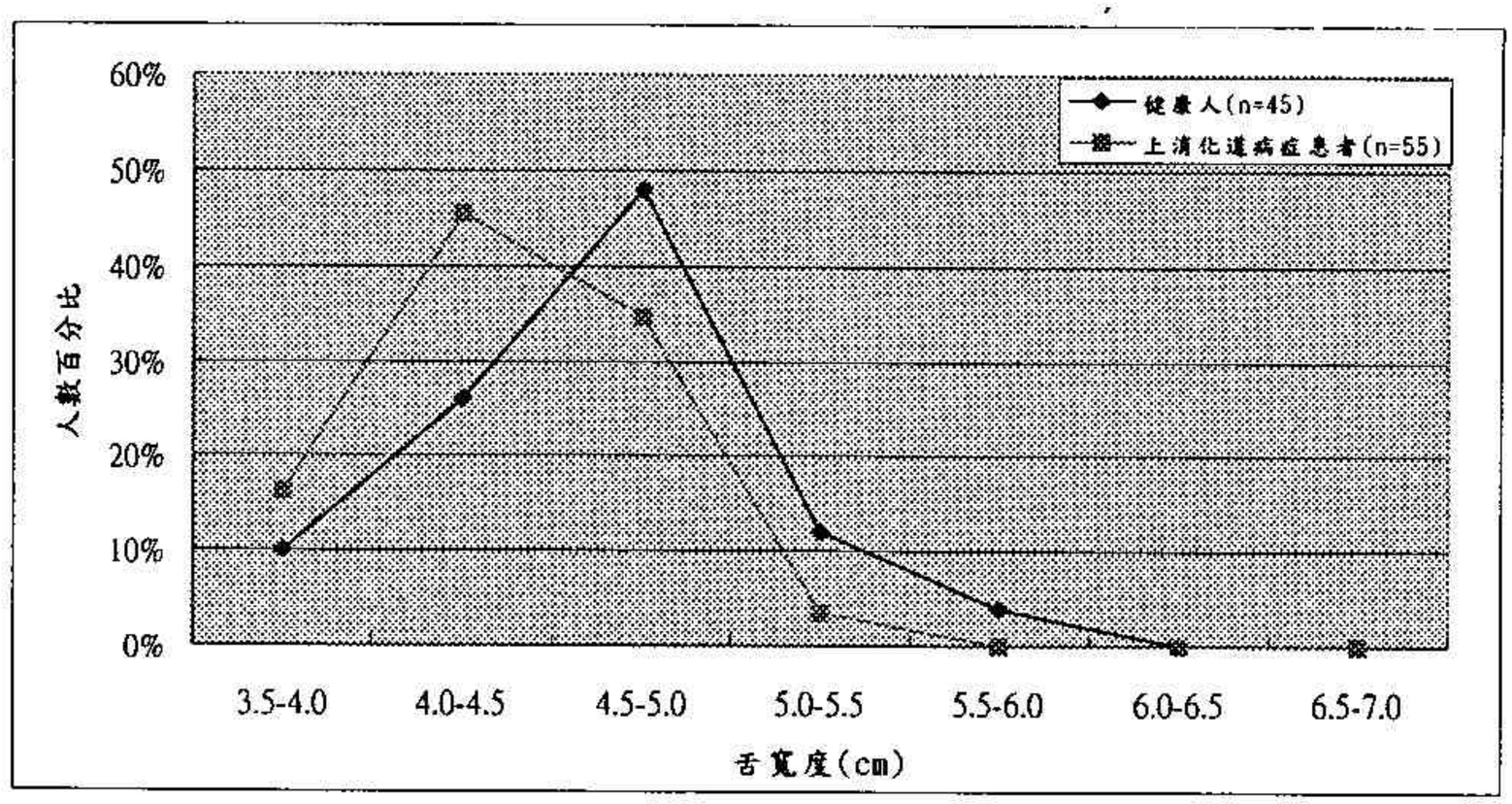


圖 3.10 健康人及上消化道病症患者其舌寬度的分佈曲線

由於前面的比較分析，發現健康人及上消化道病症患者其舌長和舌寬並沒有明顯的差異，可以預測地，其間的舌面積也應該是相近的，如圖3.11所示，約有78%的健康人和81%的上消化道病症患者其舌面積均分佈於15～25平方公分之間。

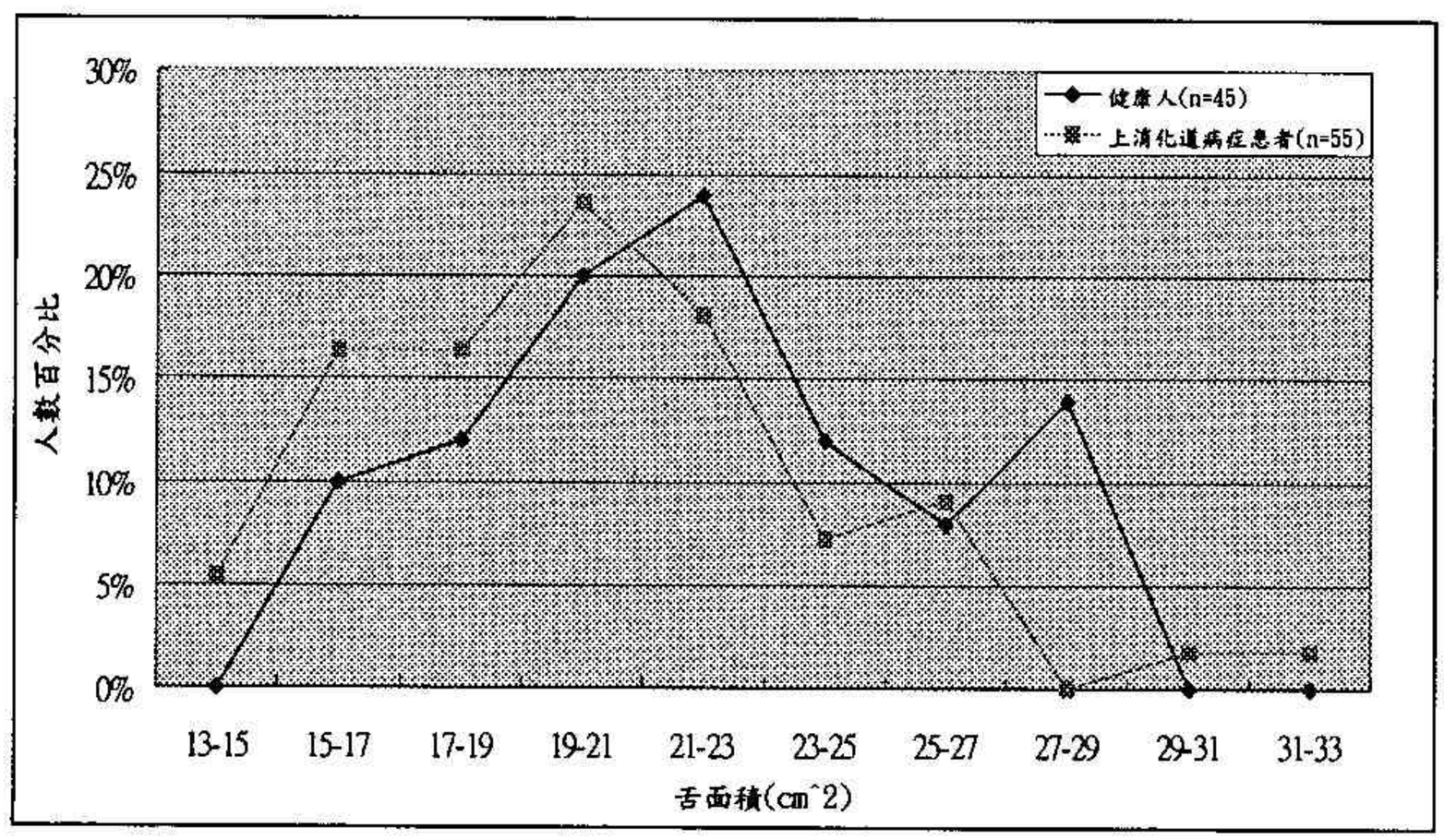


圖 3.11 健康人及上消化道病症患者其舌面積的分佈曲線

根據上述的分析得到一個結論：上消化道病症患者的舌寬、舌長、舌面積和健康人的舌形分佈是一致的，並沒有因患病而產生舌頭萎縮、變形的情況發生。舌長大致分佈在4.5～6.5cm，舌寬大致分佈在4～5cm，而舌面積大致分佈在15～25cm^2。

另外，我們特別對健康人的身高、體重及舌面積作對照性的分析比較，試圖找出之間是否具有關聯性，結果如圖3.12及圖3.13所示，發現：舌面積的大小會隨著身高、體重的增加而有遞增的趨勢。此一分佈特性可作為判斷舌形大小的參考依據。

在裂紋分析部份，我們發現：健康人之中有2名出現明顯的裂紋；而上消化道病症患者有5名出現明顯的裂紋。因此，我們無法根據裂紋這項舌特徵來區分兩群組的差異性。

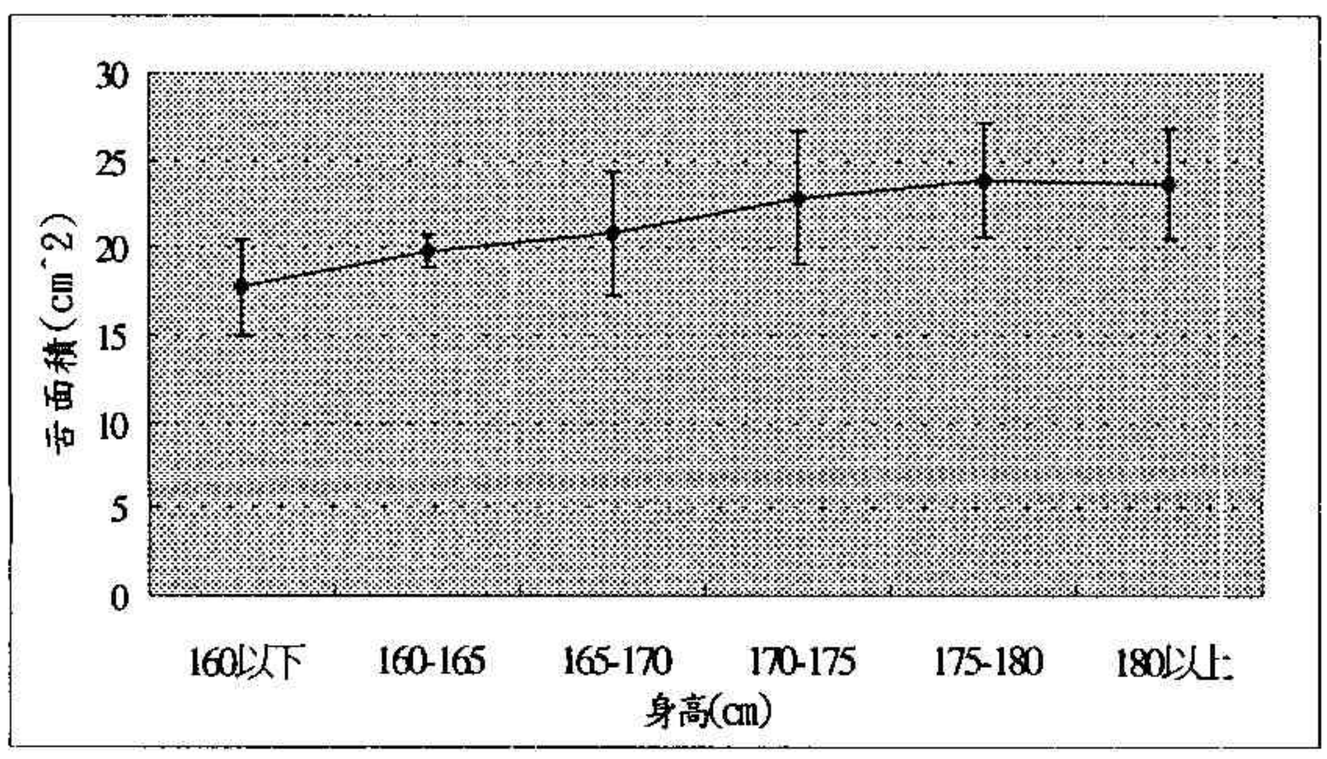


圖 3.12 健康人之身高與舌面積的關係

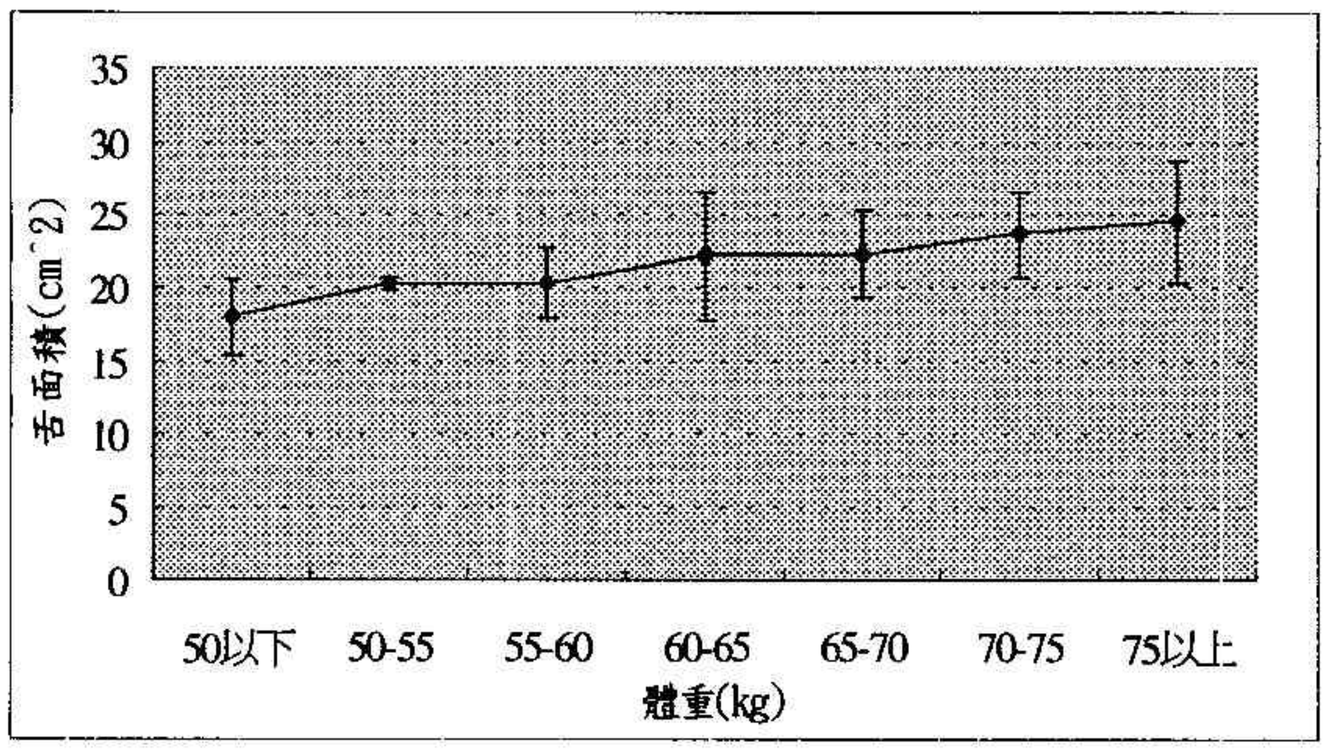


圖 3.13 健康人之體重與舌面積的關係

在舌厚度的量測部份，已可透過一個規則物體的實際厚度量測，證實：使用立體成像公式確實能夠獲得空間中的厚度資訊。同理，我們也將此量測方法應用於舌頭厚度的量測。首先，考慮到舌特徵點定位的問題，我們必須找到可以代表舌厚度的兩個特徵點，且這兩個特徵都存在於互相對應的左右影像之中，通常我們以明顯的反光點作為定位的特徵點。但是，一方面因為攝影機解析度不夠高造成影像點出現擴散模糊的現象，另一方面若受測者舌頭晃動將無法在舌影像之中找到同樣的特徵點(如圖3.14所示)。因此，此量測功能僅適用於左右兩張舌影像的特徵點均確定存在時。所以，在此，我們無法進行健康人及上消化道病症患者兩群組舌厚度的統計分析。

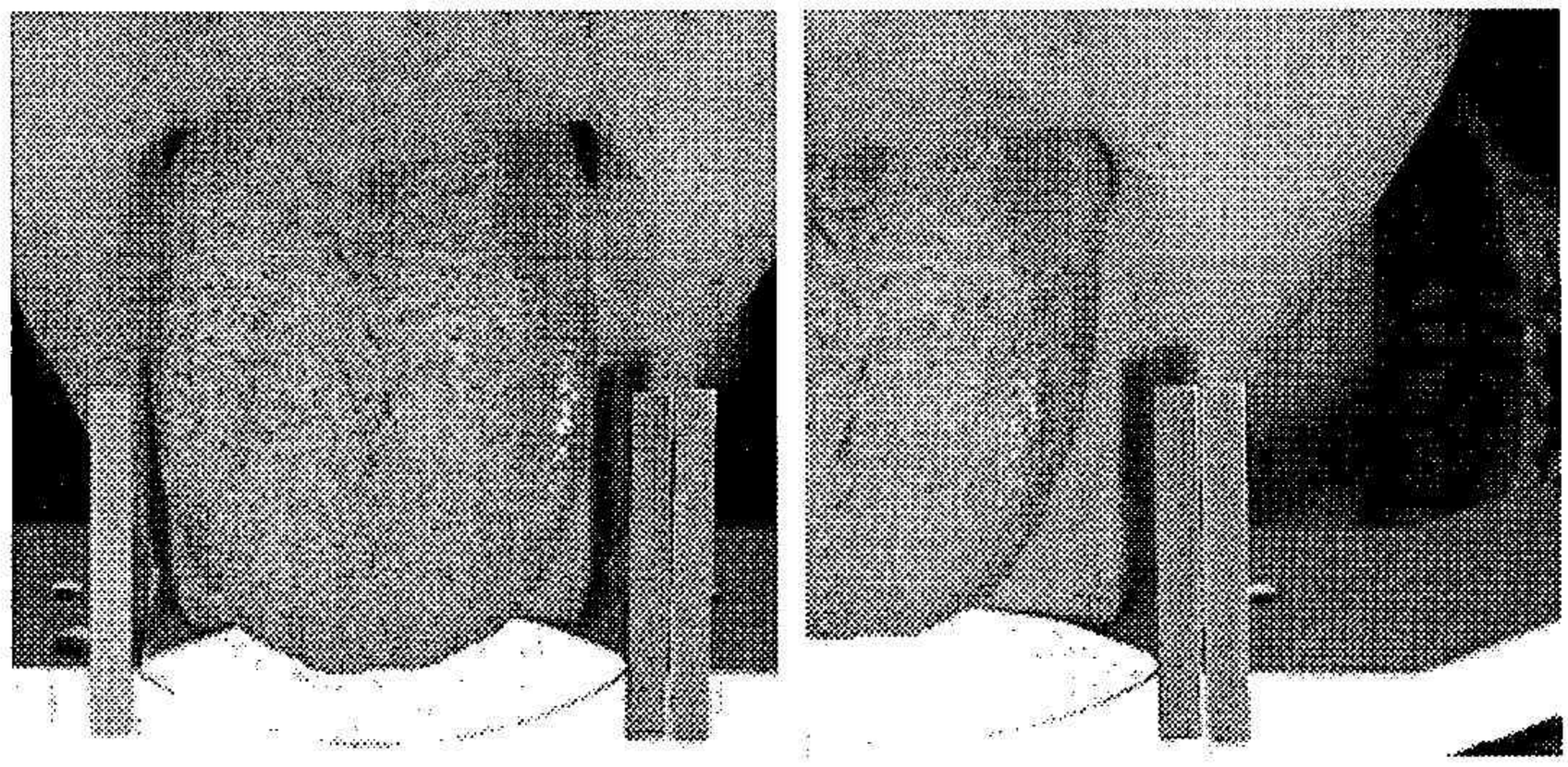


圖 3.14 由於舌頭晃動而無法找到相對應的特徵點

(三)、苔質的分析

我們利用已發展完成的舌診影像系統來對健康人及上消化道病症患者的舌影像進行苔質的分析，並且將腐苔、膩苔、舌苔厚薄等舌特徵的分析結果做以下的描述：

圖3.15所示為健康人及上消化道病症患者兩群組中出現膩苔的百分比分佈情形，其中有38%的上消化道病症患者出現白膩苔，遠大於健康人的6.6%；而有5.5%的上消化道病症患者出現黃膩苔，健康人之中則完全沒有黃膩苔的出現。

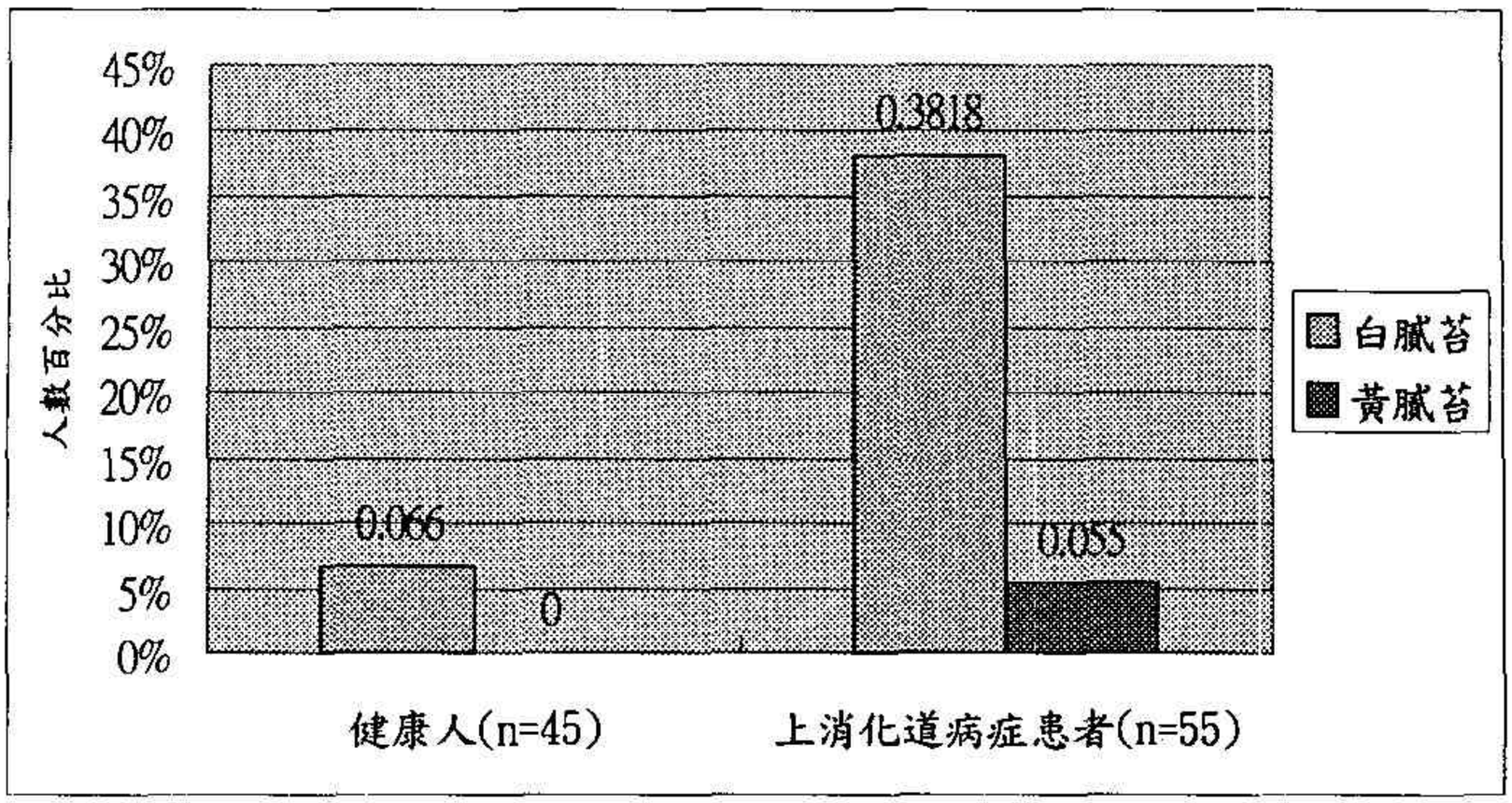


圖 3.15 健康人及上消化道病症患者其白膩苔與黃膩苔的分佈情形

在舌苔厚薄的分析部份，我們分成白苔和黃苔兩種苔色以及三種厚薄程度即薄、微厚、厚來進行討論。首先，白苔部份可從圖3.16看出：健康人的白苔分佈以薄白苔為主佔了68%，另外也有少數(8.8%)的微厚白苔；雖然，上消化道病症患者也是以薄白苔為主，但是其所佔的人數百分比(36.4%)明顯地比健康人低，而其出現微厚白苔及厚白苔的機會則比健康人多。

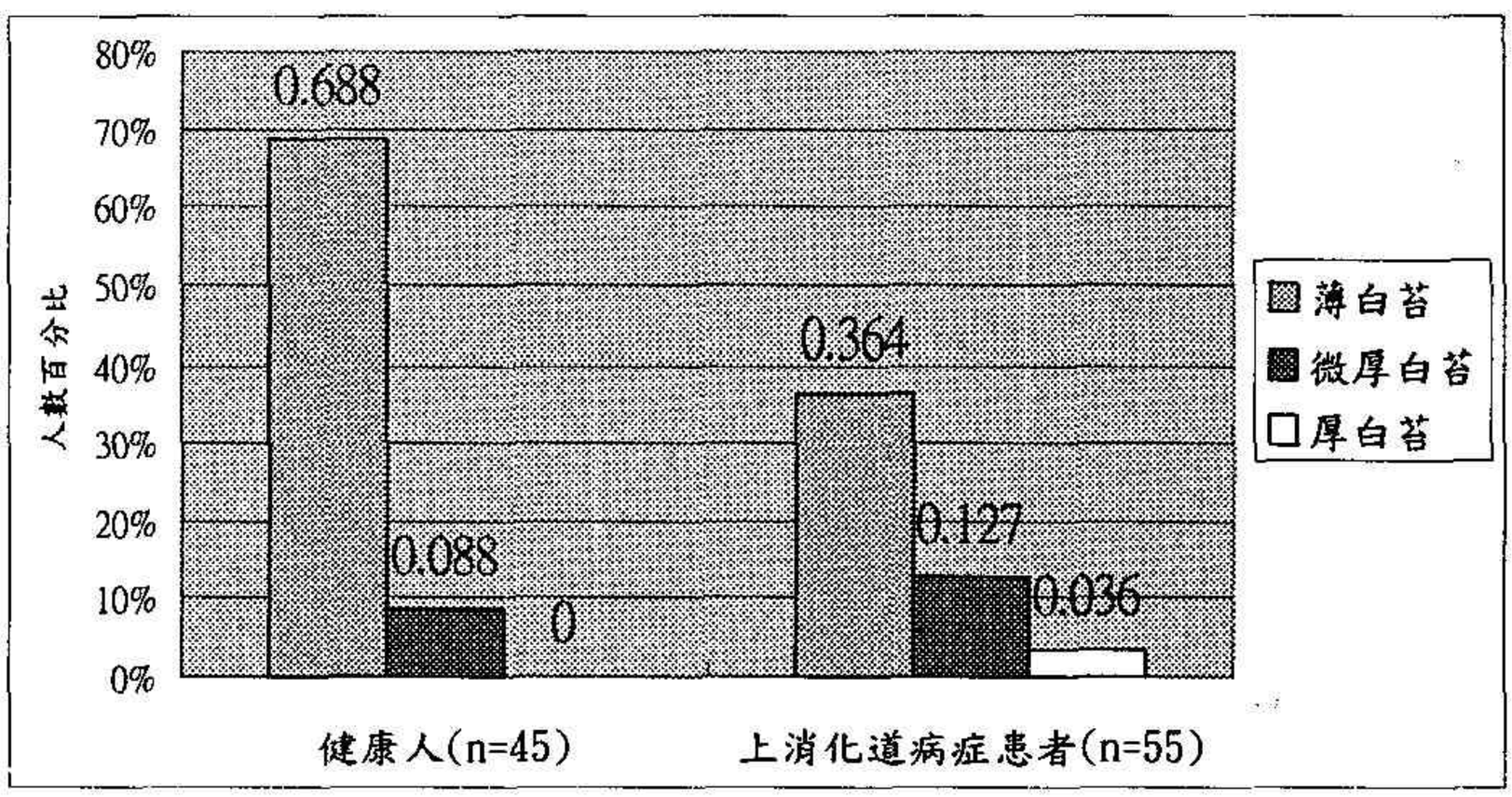


圖 3.16 健康人及上消化道病症患者其白苔厚薄的分佈情形

至於黃苔部份，可從圖3.17中得知：上消化道病症患者其薄黃

苔、微厚黃苔、厚黃苔所佔的人數百分比均大於健康人，此乃由於部份的上消化道病症患者其胃部裡熱旺盛，再加上胃氣上蒸因而導致微厚黃苔和厚黃苔的出現。

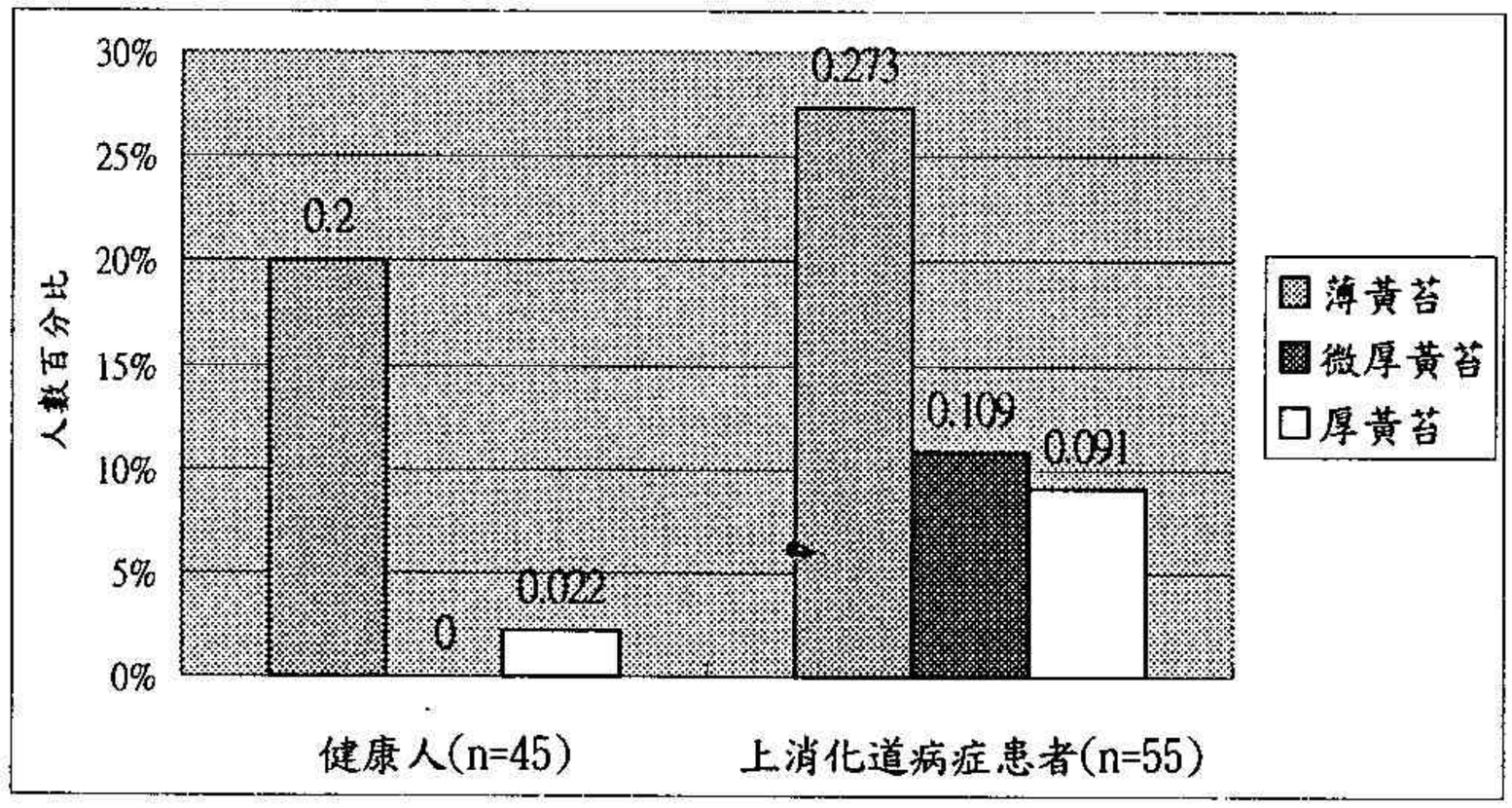


圖 3.17 健康人及上消化道病症患者其黃苔厚薄的分佈情形

另外，我們也想進一步地針對研究中所擷取的三種上消化道病症：慢性胃炎、胃潰瘍、十二指腸潰瘍患者之舌影像，進行苔質部份的分析比較，以找出其間的差異性，但由於研究中只有4個胃潰瘍的舌影像，因此我們捨棄此一病症，只對慢性胃炎及十二指腸潰瘍作舌質的分析比較。

由圖3.18所示，我們可以發現：慢性胃炎和十二指腸潰瘍患者其出現白膩苔的機會相近，而卻只有十二指腸潰瘍患者才有黃膩苔的發生，可能的原因是因為潰瘍本身的傷害程度就大於局部的發炎，屬於較嚴重的症狀，而舌苔的反映與症狀的輕重有關，病重者常常呈現黃膩苔，由此可見。

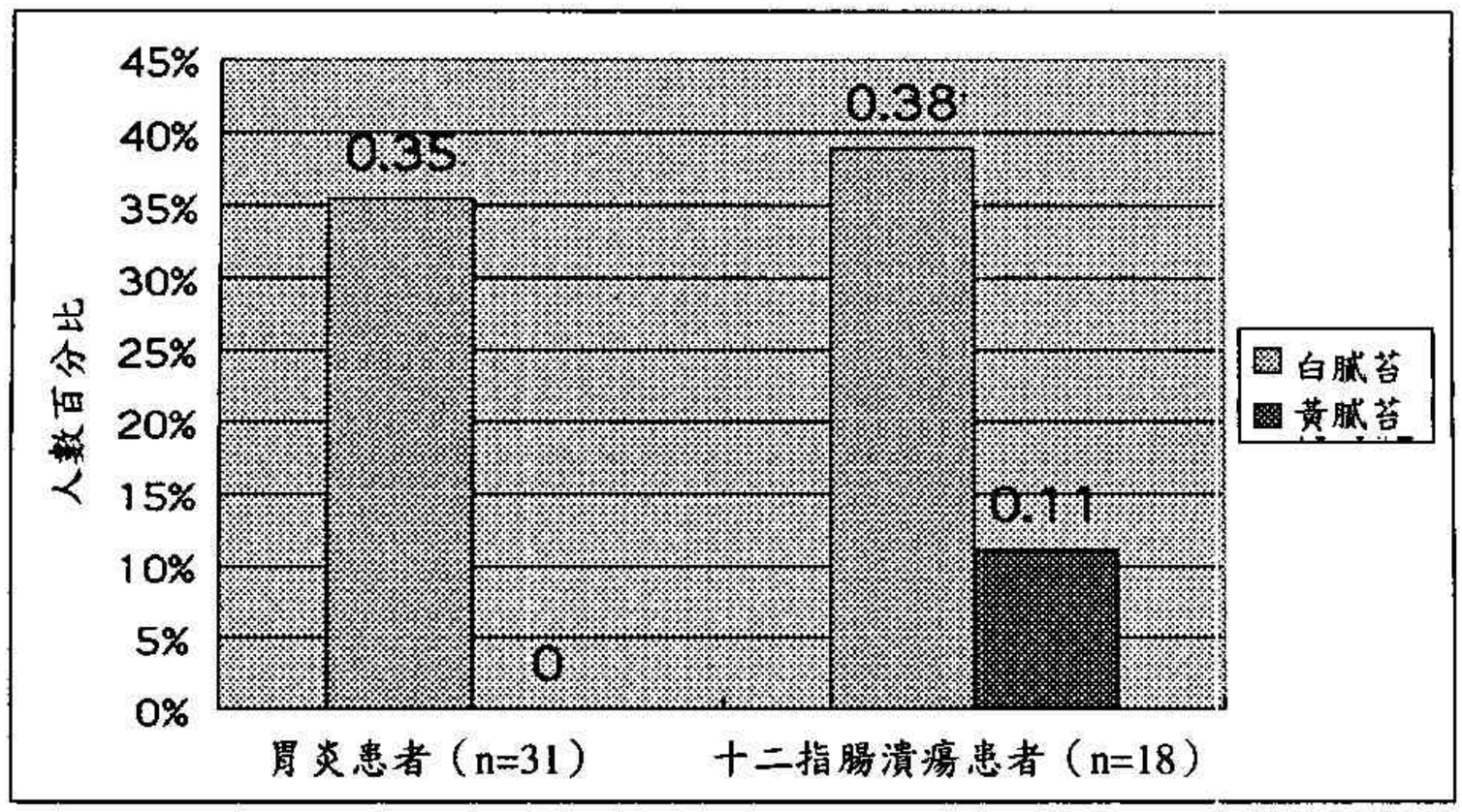


圖3.18 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者其白膩苔與黃膩苔的分佈情形

圖3.19及圖3.20顯示，不管慢性胃炎患者或是十二指腸潰瘍患者其舌苔的表現皆以薄白苔和薄黃苔為主，但是，十二指腸潰瘍患者其舌苔的厚度有傾向於微厚，甚至厚的趨勢。而就中醫的觀點來說，依照舌苔的厚度可以推測病邪的深淺，舌苔越厚表示受病越深，因此，可以說一般十二指腸潰瘍比慢性胃炎所受的病邪較深。

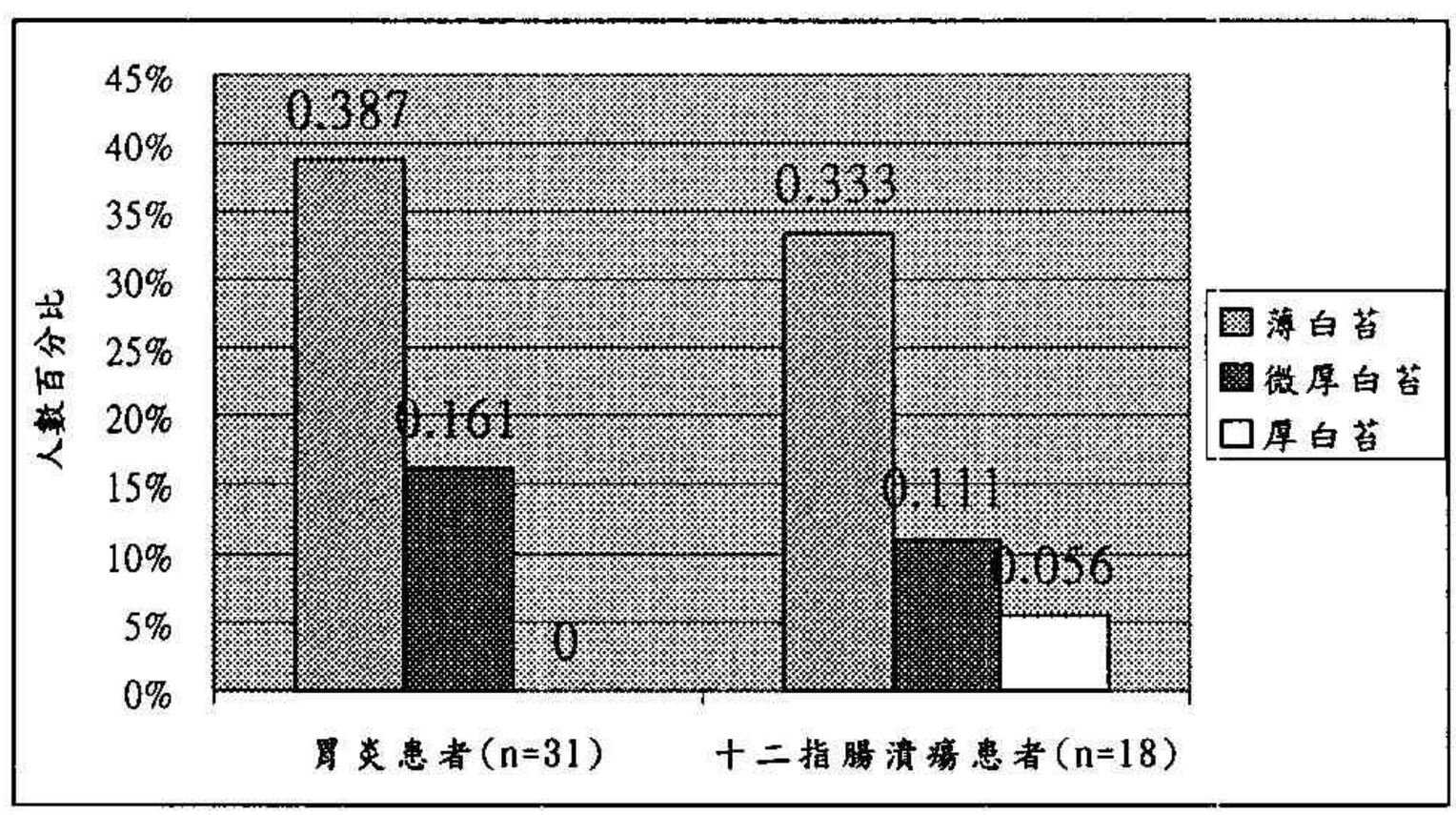


圖 3.19 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者其白苔厚薄的分佈情形

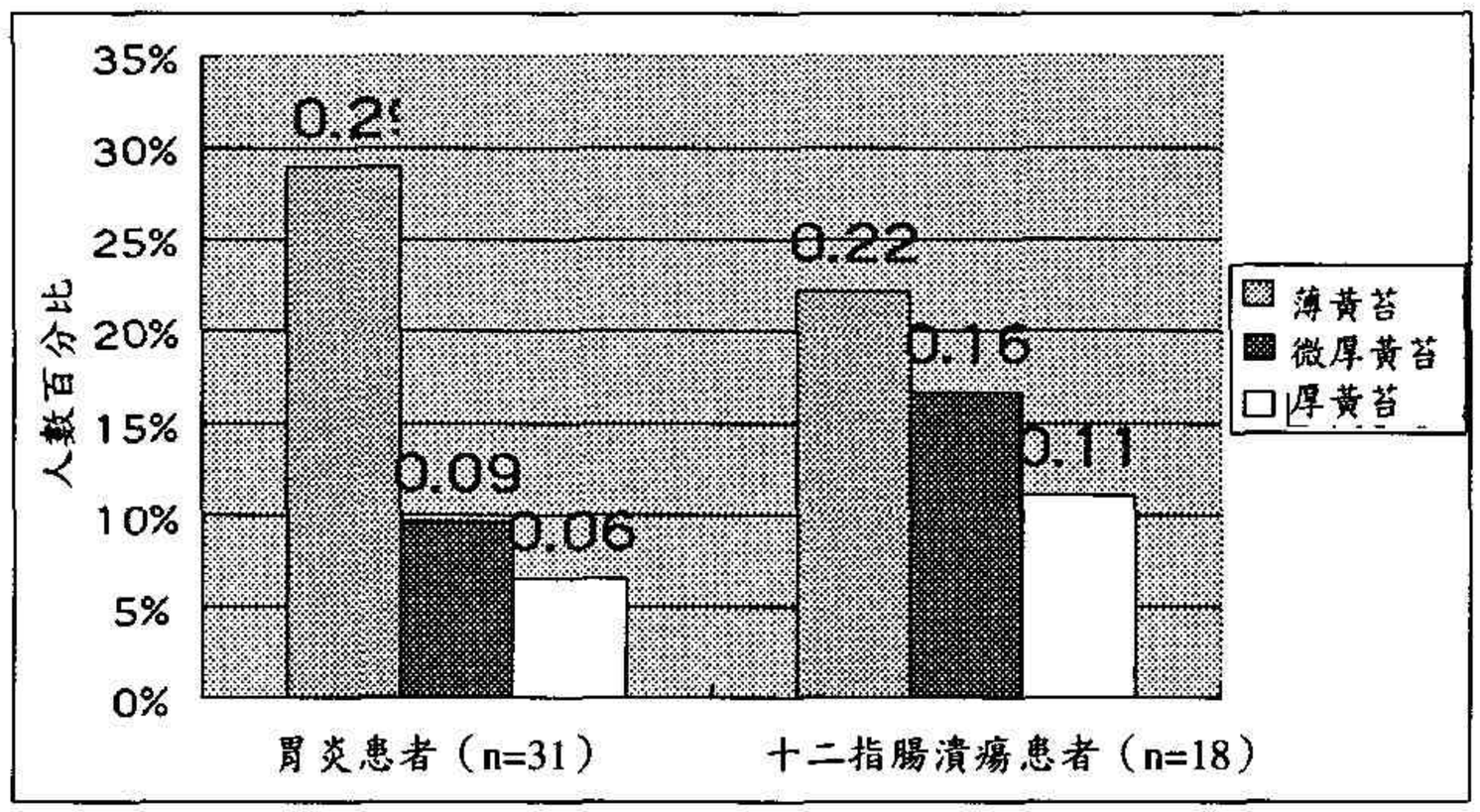


圖3.20 慢性胃炎及十二指腸潰瘍患者其黃苔厚薄的分佈情形

二、系統辨識率之評估

根據上述舌特徵的統計分析結果，我們已經大略掌握健康人及上消化道病症患者之間的舌特徵差異性，因此，我們決定採用其間的差異性為基礎，來對本系統分辨健康人和上消化道病症患者這兩個群組的辨識能力進行評估。

從舌色及苔色的分析結果，可以得知：健康人及上消化道病症患者最大的差異是，上消化道病症患者其舌苔所佔的比例明顯地多於健康人，而且多數的舌苔均分佈於脾胃區，所以，我們可以使用脾胃區中白苔和黃苔分佈比例的差異性來進行兩群組的分類。首先，分別從45位健康人以及55位上消化道病症患者的舌影像之中，隨機選取15個和18個影像作為訓練影像，以求得兩個群組在脾胃區中白苔及黃苔平均百分比的分佈情形。結果健康人這一組的白苔平均百分比為28.38%，黃苔平均百分比為4.23%；而上消化道病症患者這一組的白苔平均百分比為49.94%，黃苔平均百分比為7.30%，因此，選擇其間的中間值作為分類的閥值，其中白苔的閥值訂為39.16%，黃苔的閥值訂為5.77%。若舌影像其脾胃區中的白苔百分比大於39.16%，或是黃苔的百分比大於5.77%，則歸為上消化道病症患者這一群組，反之則歸為健康人這一群組。另外，為了提高系統的辨識率也將一些容易區分兩群組的舌質特徵(如：膩苔、厚苔)也一

併加入，最後我們所使用的分類法則為：

If (Mid_W>39.16%) OR (Mid_Y>5.77%) OR (膩苔、厚苔)
Then 為上消化道病症患者
Else 為健康人
其中Mid_W表示脾胃區中白苔所佔的百分比
Mid_Y表示脾胃區中黃苔所佔的百分比

接下來，依照上述的分類法則對其餘的30張健康人影像，以及37張上消化道病症患者的影像進行分類，並且將分類的結果與實際的群組關係作一對照(見圖3.21)，最後求得系統對這兩個群組的辨識率見表3.23，此處所定義的辨識率，乃是將正常人歸類為正常人，以及將上消化道病症患者歸類為上消化道病症患者的影像個數和，除以測試影像總數(67)所求得。雖然，將舌質特徵也加入分類法則之中，但是辨識率並沒有顯著的提昇，主要的原因是因為之前的白苔及黃苔的百分比特徵，已經包含了大部份的舌質特徵所造成。

另外，我們也採用kappa(K)值來評估本系統的可靠性(reliability)[30]。而各個分類條件所計算出的K值見表3.23，若$0 \leqq K<0.4$表示系統具有較低的信賴度，若$0 \leqq K \leqq 0.75$表示系統有良好的信賴度，若$K>0.75$則表示系統有極佳的信賴度[31]。因此，我們可以發現：除了“黃苔”這個分類條件之外，其他三種分類條件所對應的K值均大於0.4，顯示本系統具有不錯的reliability及reproducibility。以下就白苔之分類條件為例，計算其Kappa值：

$$K_{白苔} = \frac{(\frac{26}{67}+\frac{22}{67})-(\frac{41}{67}\times\frac{30}{67}+\frac{26}{67}\times\frac{37}{67})}{1-(\frac{41}{67}\times\frac{30}{67}+\frac{26}{67}\times\frac{37}{67})} = 0.45$$

分類條件：白苔

分類結果 / 實際群組	Normal	Patient	Total
Normal	26	4	30
Patient	15	22	37
Total	41	26	67

分類條件：黃苔

分類結果 / 實際群組	Normal	Patient	Total
Normal	25	5	30
Patient	19	18	37
Total	44	23	67

分類條件：白苔+黃苔

分類結果 / 實際群組	Normal	Patient	Total
Normal	22	8	30
Patient	10	27	37
Total	32	35	67

分類條件：白苔+黃苔+舌質特徵

分類結果 / 實際群組	Normal	Patient	Total
Normal	22	8	30
Patient	9	28	37
Total	31	36	67

圖 3.21 四種分類條件所求得之分類結果

表 3.23 分類條件與辨識率之關係

分類條件	白苔	黃苔	白苔+黃苔	白苔+黃苔+舌質特徵
辨識率(%)	71.6	64.2	73.1	74.6
Kappa 值	0.45	0.31	0.46	0.49

另外，由於每張彩色舌影像都有一張由紅外線舌診系統所拍攝的舌頭溫度分佈影像可以相互對應，因此我們將舌溫也納入分類法則之中。統計結果(見表3.24)發現：一般健康人的全舌舌溫約在33℃左右。病人的全舌舌溫比一般人低，其中十二指腸潰瘍患者在29℃以下，胃炎患者約在29℃～31℃之間。所以，我們採用全舌舌溫32℃為閥值，32℃以上代表健康人，以下則代表上消化道病症患者。

表 3.24 各群組之全舌舌溫分析結果

	健康人	慢性胃炎患者	十二指腸潰瘍患者
全舌舌溫(℃)	33.1904±0.664	30.2393±1.5206	28.0833±1.891

註：本表為 52 名健康人、28 名慢性胃炎患者及 12 名十二指腸潰瘍患者的分析結果

此外，我們採用OR及AND這兩個邏輯運算子來連接苔色特徵和舌溫特徵，若使用OR則表示只要滿足苔色及舌溫特徵其中一個，則將該影像歸類為上消化道病症患者，亦即表示比較可能將健康人歸類為上消化道病症患者(如圖3.22(a)所示)；若使用AND則表示必須同時滿足苔色及舌溫特徵，才會將該影像分類為上消化道病症患者，否則將視為健康人，亦即表示比較可能將上消化道病症患者歸類為健康人(如圖3.22(b)所示)，這種情況雖符合一般統計情況使用，然而較不符合一般診斷行為。而根據上述的兩種分類條件，我們得到更高的系統辨識率(見表3.25)。最後，我們以OR這個邏輯運算子所求得的辨識率為本系統的最佳辨識率，辨識率為85.1%。

分類條件：(白苔+黃苔)OR(舌溫特徵)

分類結果 / 實際群組	Normal	Patient	Total
Normal	20	10	30
Patient	0	37	37
Total	20	47	67

(a)

分類條件：(白苔+黃苔)AND(舌溫特徵)

分類結果 / 實際群組	Normal	Patient	Total
Normal	28	2	30
Patient	10	27	37
Total	38	29	67

(b)

分類條件	(白苔＋黃苔)AND(舌溫特徵)	(白苔＋黃苔)OR(舌溫特徵)
辨識率(%)	82.1(55/67)	85.1(57/67)
Kappa值	0.65	0.69

三、系統穩定性之評估

光線是影像的靈魂，在整個影像系統之中，光線的穩定性對影像品質的影響是最為重要的，燈光何時達到穩定狀態。雖然，我們可經由影像校正來使得每個影像具有相同的取像標準，但是，影像

校正也僅僅適用於燈光穩定的狀況，也就是說燈光亮度變化起伏不大時；若燈光之亮度急遽變化，則校正後之影像將會顯得極不自然，無法達到取像標準化的目的。因此，在影像擷取之前必須先確認燈光是否已趨於穩定，以下我們就針對本系統中之燈光設備，即兩個省電燈泡，作一穩定性之評估。

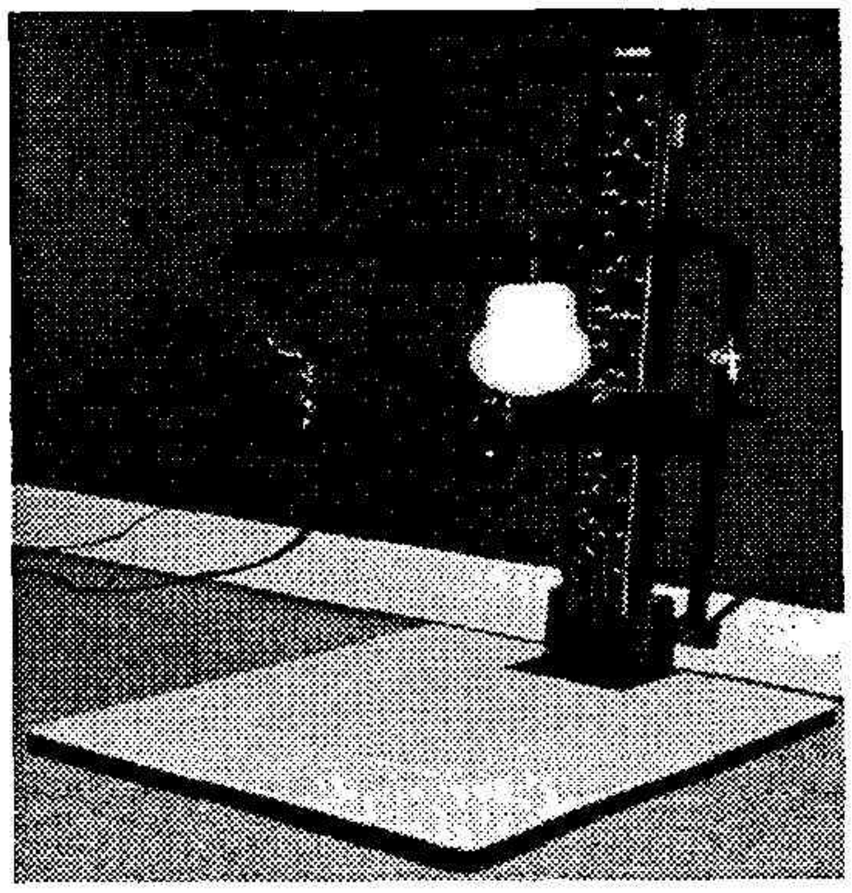


圖 3.23 燈光穩定性實驗示意圖

由於我們只是單純地針對燈光的穩定性作測試，所以，首先選擇一個系統中所使用的省電燈泡，將其固定於照相用之翻拍架上(如圖3.23所示)，翻拍架之底部放置一張白紙，並且於距翻拍架底部高35cm處架設一CCD攝影機。而整個實驗過程於標準的暗房內進行，除了測試的省電燈泡之外，無其他外來光線的干擾，透過自行撰寫的影像擷取分析程式，設定每隔3分鐘自動擷取翻拍架上的白紙影像，並且計算出該影像的平均亮度值。每一次實驗取得12個小時(共240張影像)內該省電燈泡的平均亮度變化曲線(如圖3.24及圖3.25所示)，共計進行兩次的實驗。

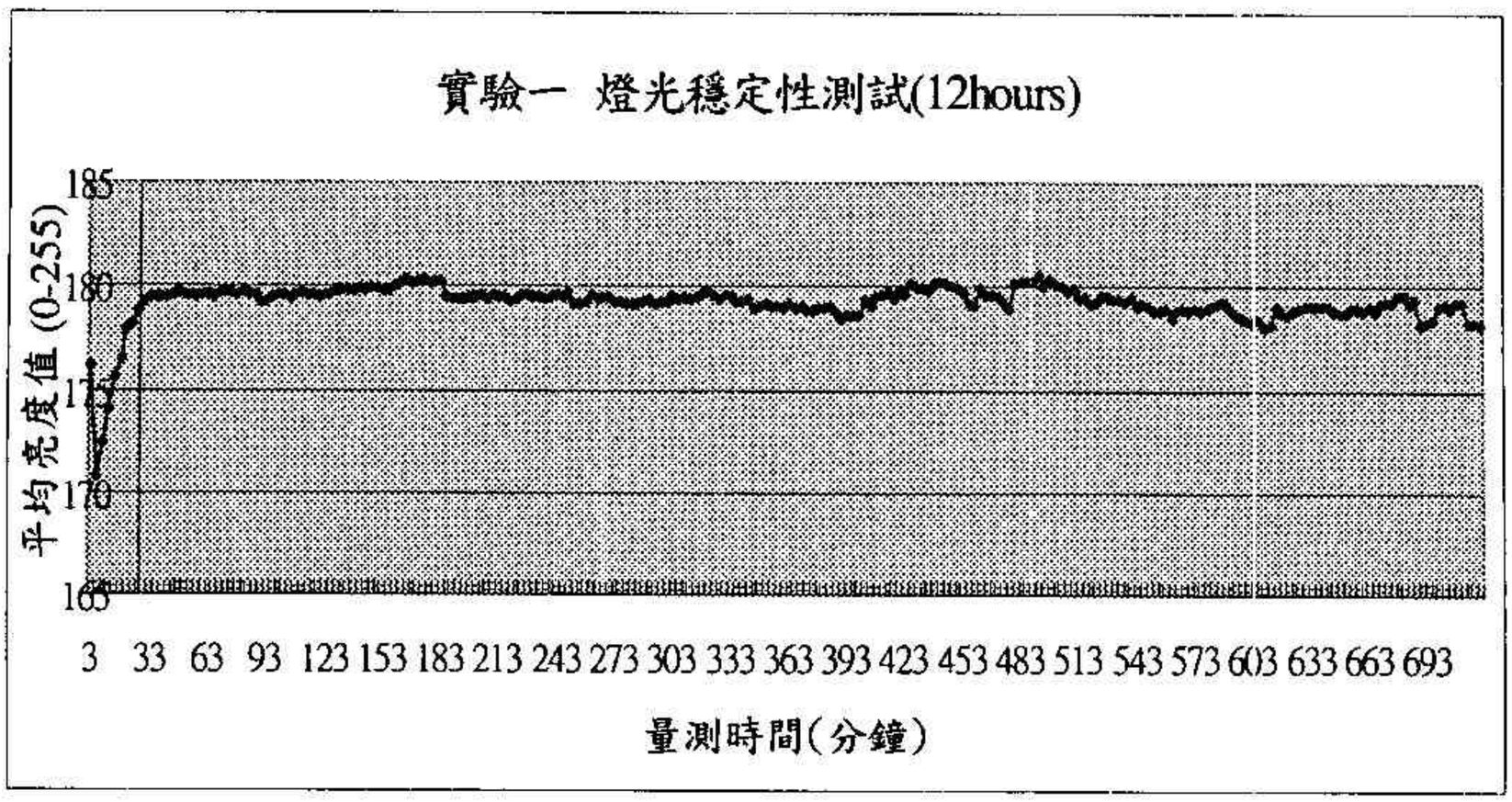


圖 3.24 實驗一之燈光亮度變化曲線

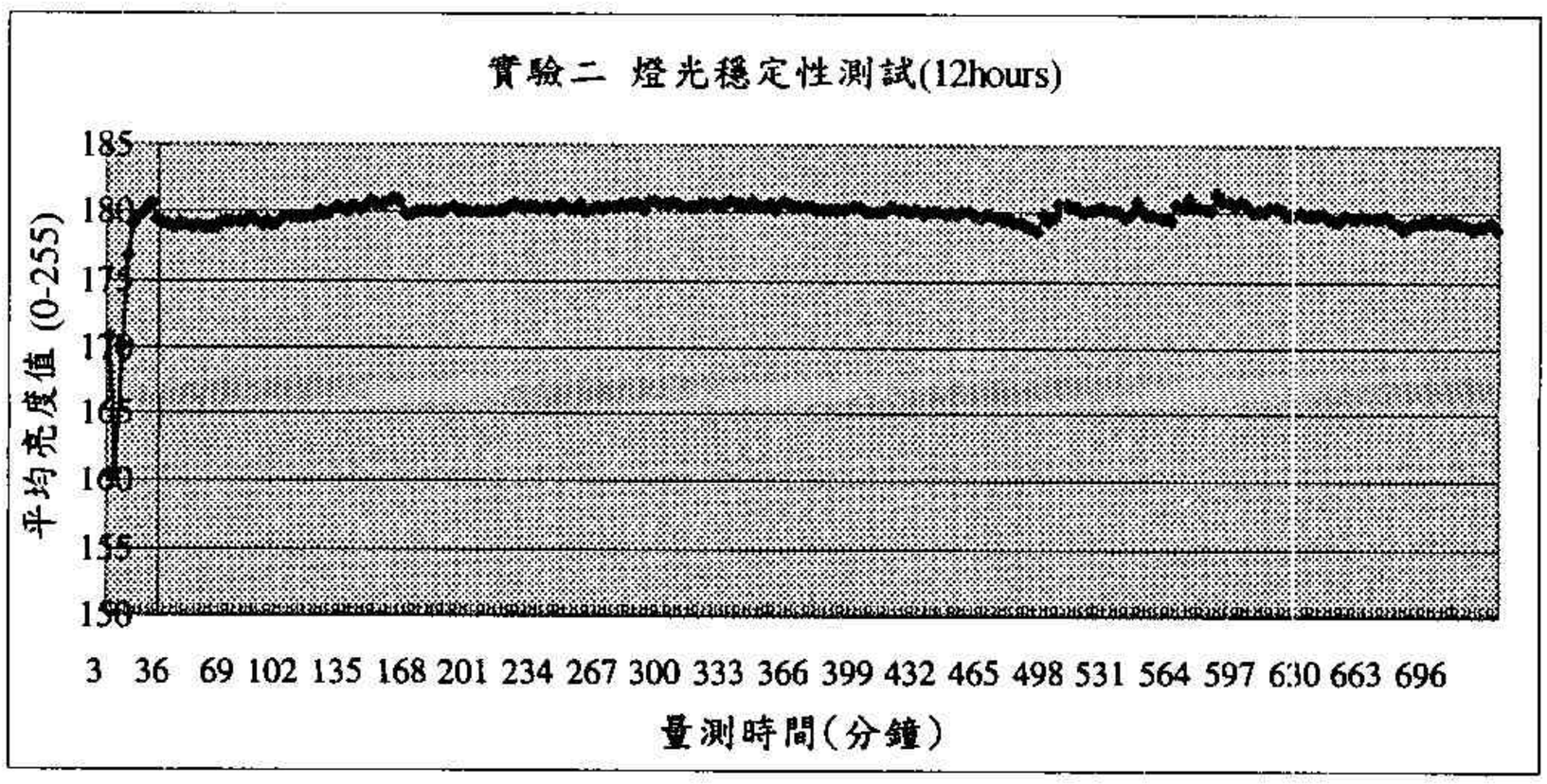


圖 3.25 實驗二之燈光亮度變化曲線

根據上述的實驗數據，大略可看出當燈泡開啟約30分鐘後，燈光亮度可達穩定狀態。為了證實此一點，我們對實驗數據進行變異數分析，結果見表3.26。

表 3.26 燈光亮度之變異數分析

12小時之變異數分析

組	影像個數	亮度總和	平均亮度	變異數	標準差
實驗一	240	43010.5	179.2104	0.978774	0.98933
實驗二	240	43170.48	179.877	2.645096	1.626375

30分鐘後之變異數分析

組	影像個數	亮度總和	平均亮度	變異數	標準差
實驗一	230	41250.66	179.3507	0.235547	0.485332
實驗二	230	41413.36	180.0581	0.300986	0.548622

由變異數分析結果可清楚看出，在30分鐘後所測得的燈光亮度之變異數和標準差都明顯地減小，因此，我們可以說：本系統所使用的省電燈泡在開啟後約30分鐘即可達穩定之狀態。所以，當使用本系統來擷取舌影像時，建議先開啟燈泡待其亮度穩定後再進行擷像的動作，如此一來，後續的影像校正及影像處理結果才有較高的準確性和標準性。

四、系統效能之評估

本系統中的舌影像分析處理部份，主要是結合了影像校正、影像分割、顏色分析、舌形分析、苔質分析、分析結果等步驟而成，而為了對整個分析處理流程作一執行效能的評估，因此設計了以下的實驗：

從篩選之後可分析的100張原始舌影像之中，任意選取5張影像進行試驗。首先，載入等待校正的640×480舌影像以及同樣環境下所擷取的640×480灰色卡影像，並且圈選RGB色板區域和400×400的舌體區塊影像，然後進行影像校正動作，並記錄程式執行所需時間。之後在校正後的影像上利用滑鼠圈選一封閉的舌邊緣區域，隨即執行分割程式並記錄時間，同樣地，接下來依序執行舌色與苔色的分析、裂紋偵測、腐苔與膩苔之分析、舌苔厚薄之分析、分析結果等處理程式，並且記錄下各個處理步驟所花費的時間。本實驗總共對5個測試影像進行上述的處理分析，其結果見表3.27。

表 3.27 各個舌影像處理程序所花費的時間

時間 / 處理程序	執行所花費時間 (sec)
影像校正	0.83±0.03
影像分割	5.84±0.20
顏色分析	5.44±0.34
裂紋偵測	0.62±0.02
腐苔與膩苔分析	2.37±0.06
舌苔厚薄之分析	4.77±0.06
分析結果	2.15±0.14

五、系統操作流程

本研究所發展的舌診影像系統，其程式操作介面均建構於Windows 95的作業系統平台之上，具有使用方便操作容易的功能。但是為了讓使用者能夠更迅速地瞭解整個系統與程式介面的操作流程，我們特別對此部份作進一步的說明。

首先，先將系統的硬體設備安裝完成，隨即開啟電腦及兩個省電燈泡，而由前述的燈光穩定性實驗得知燈泡在開啟後30分鐘才可達穩定狀態，因此，我們將等待燈光穩定後再進行舌影像擷取的動作，在此期間我們把兩個CCD彩色攝影機的光圈調在刻度4、焦距調在影像顯示最清晰的位置上(大約在0.3左右)。另外，整個程式之執行主畫面如圖3.26所示，其所有之功能選項見圖3.27，主要包括影像擷取、舌影像分析處理、舌特徵病歷資料庫三個部份。

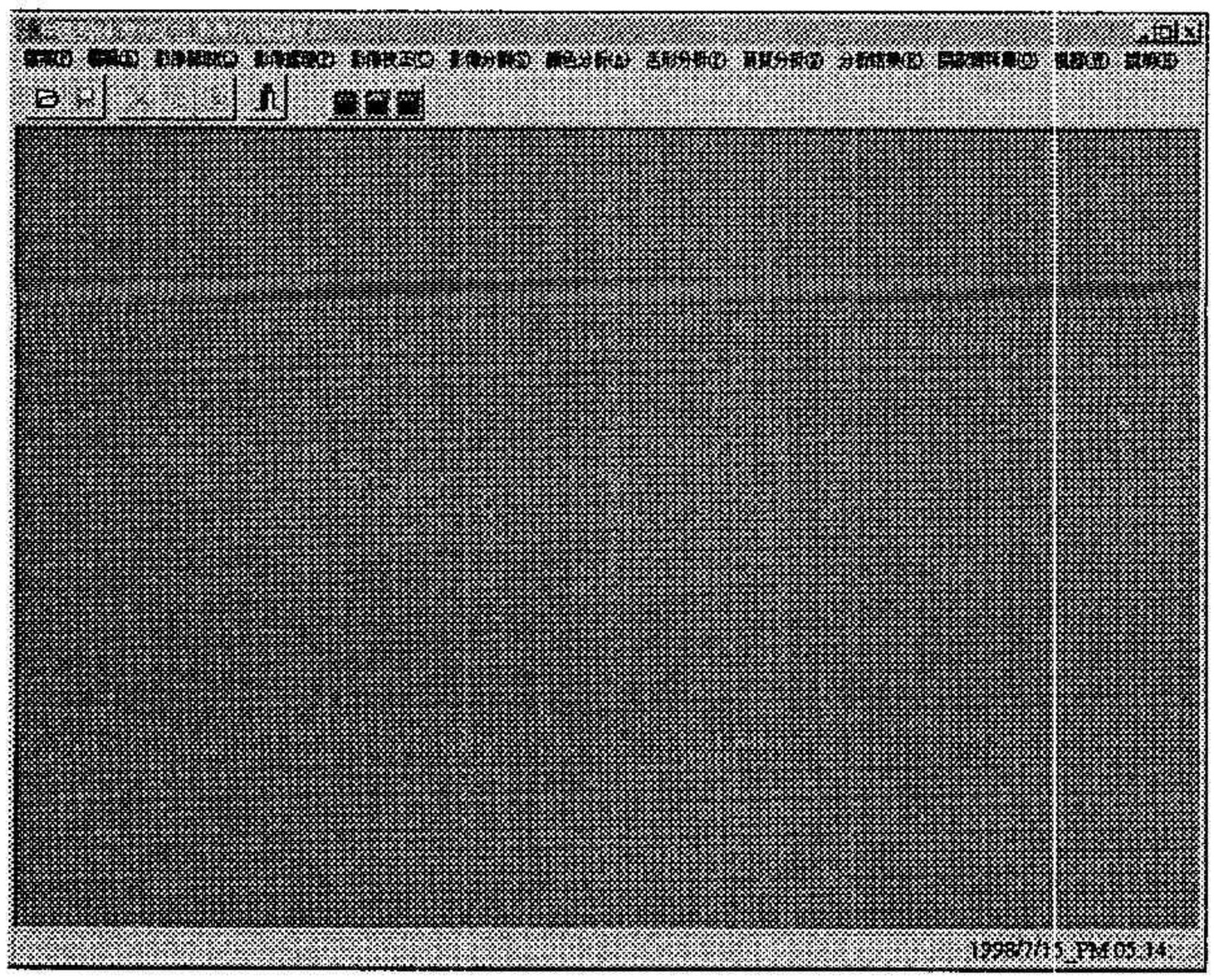


圖 3.26 程式執行之主畫面

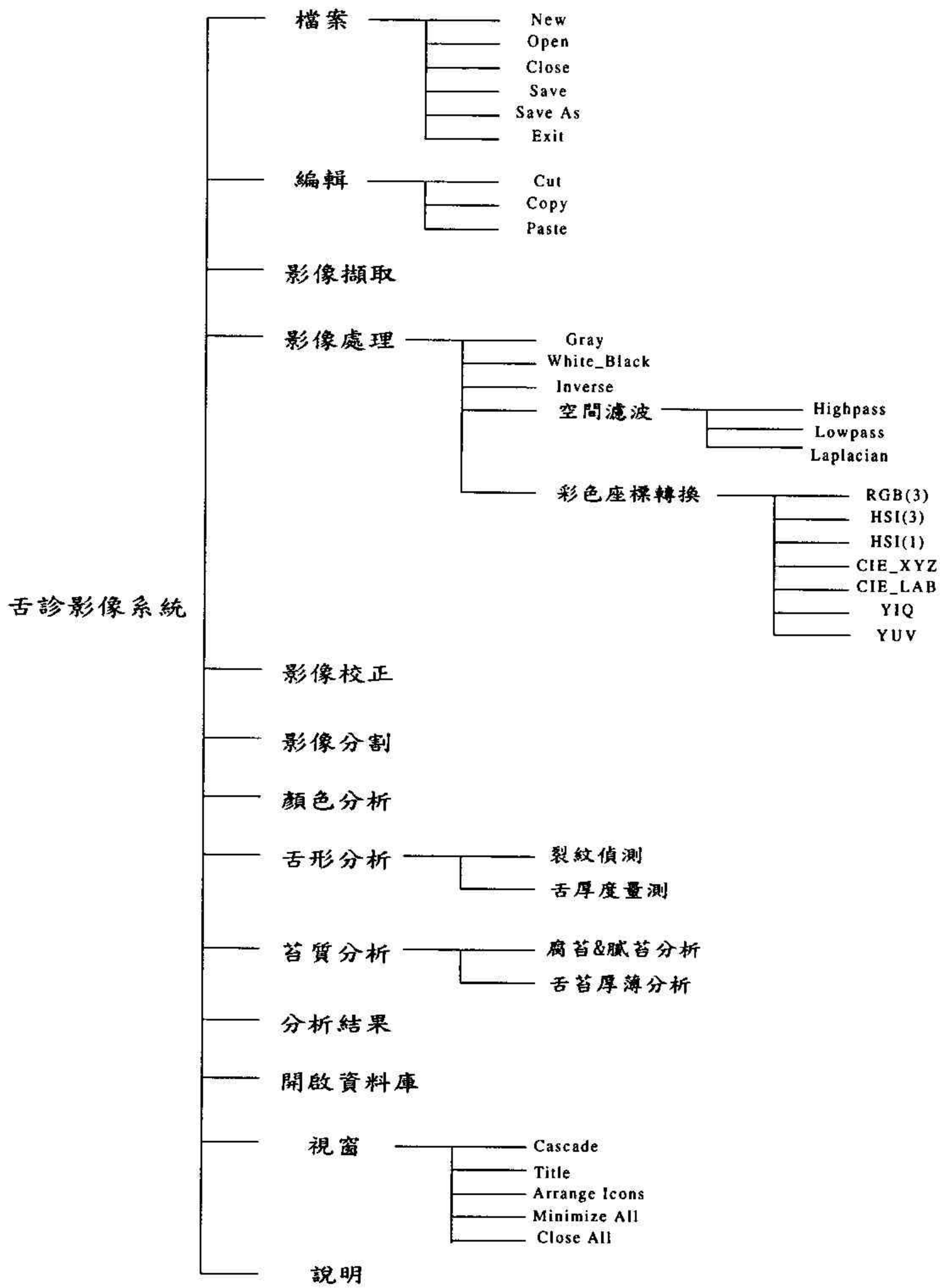


圖 3.27　系統程式介面之功能選單示意圖

一開始點選主畫面上的〝開啟資料庫〞選項以開啟舌特徵病歷資料庫系統(如圖3.28所示)，其中有新增資料及查詢資料兩個選項，若選擇執行新增資料，則將出現一個完全空白的資料表格供系統操作者輸入受測者的個人基本資料(如圖3.29所示)；若選擇執行查詢資料，則可依病歷號碼或姓名取得該受測者先前的舌診檢查記錄(如圖3.30所示)。

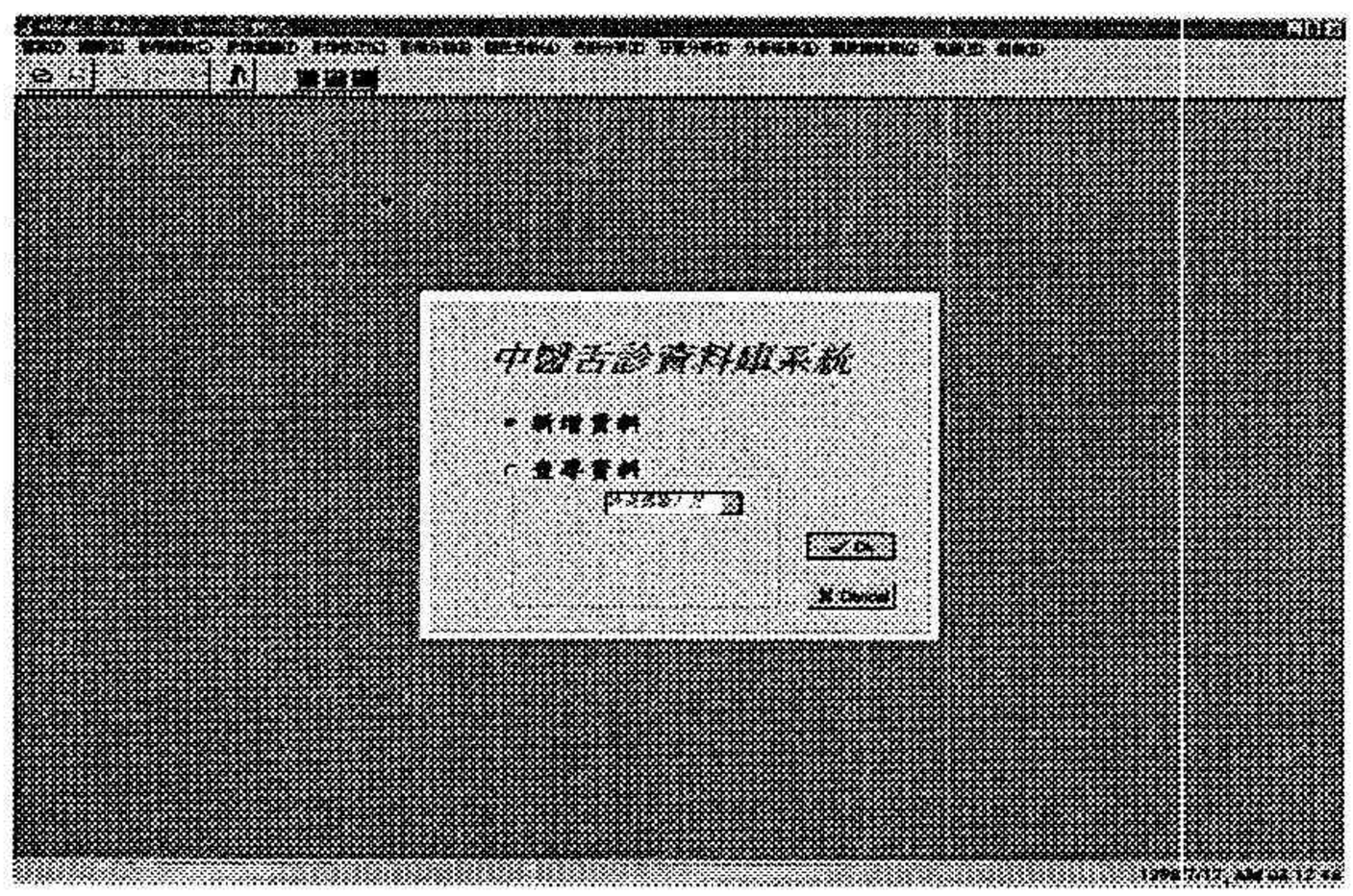


圖 3.28 資料庫系統之起始畫面

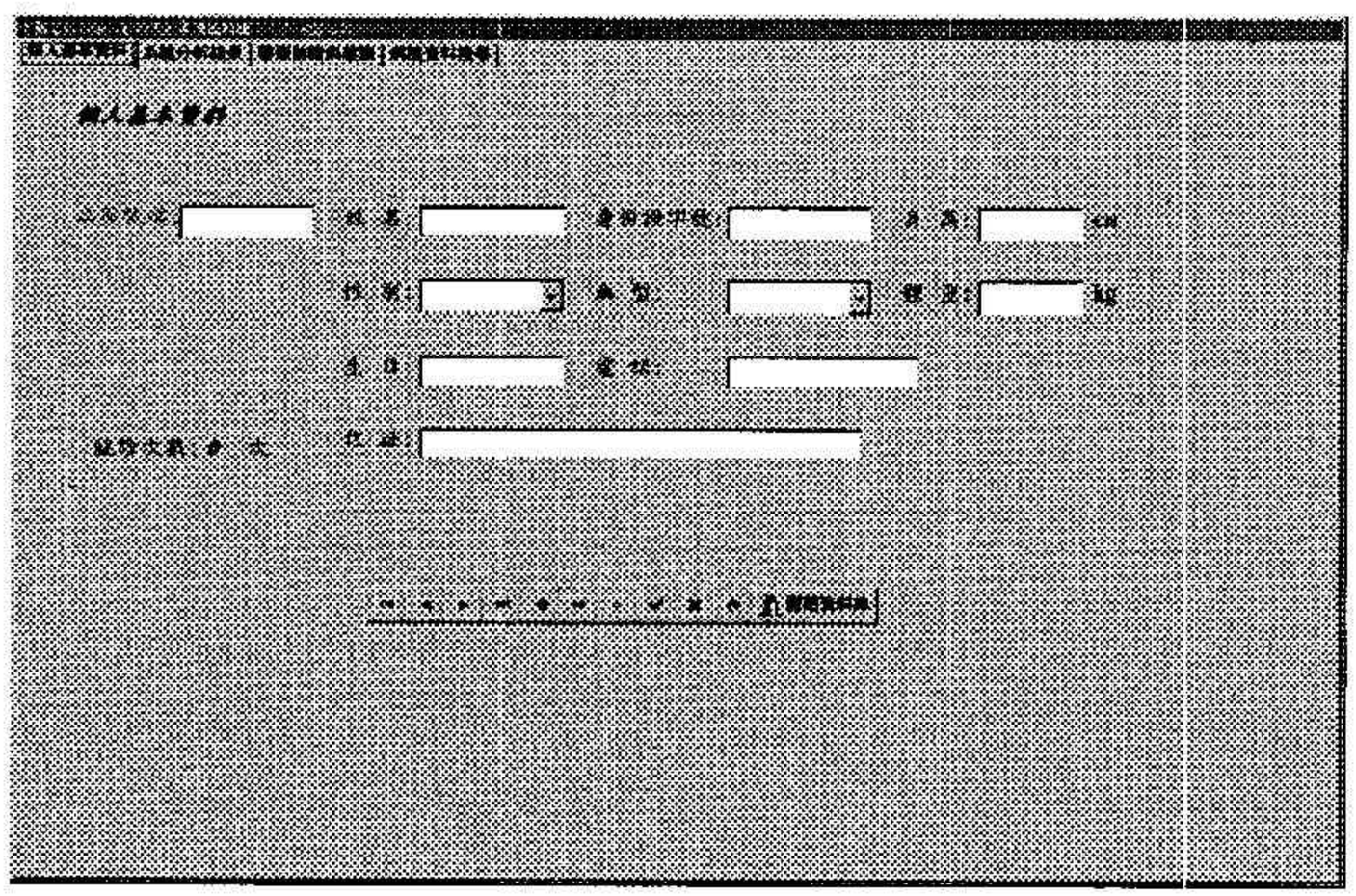


圖 3.29 新增個人基本資料頁

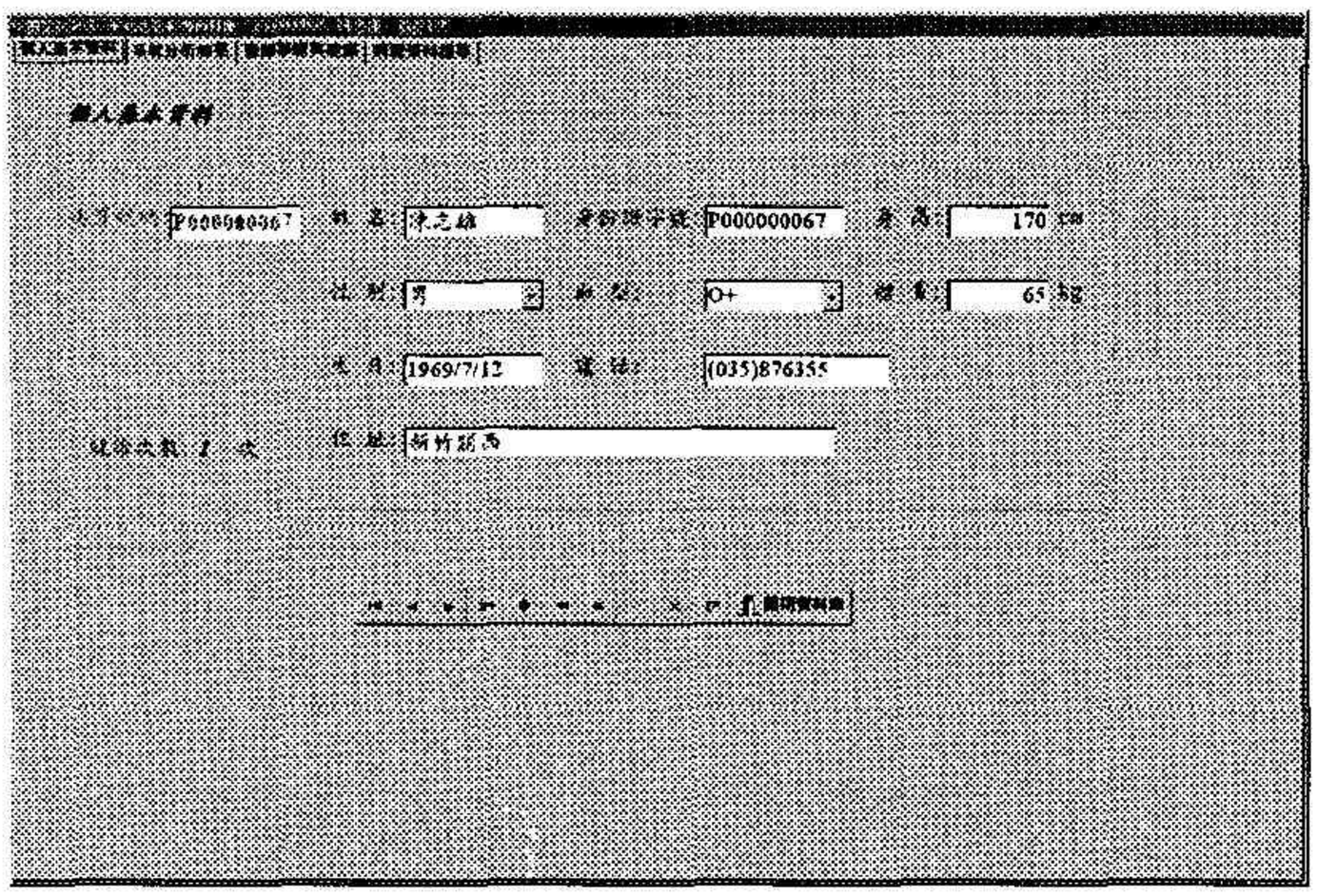


圖 3.30 受測者先前的資料記錄

待受測者完成基本資料登入後，即可在程式主畫面上點選〝影像擷取〞選項開始擷取影像。首先，將灰色板置於頭部固定架中央擷取一張640×480的灰色板影像(如圖3.31 所示)並存檔，之後，令受測者將下巴靠在固定架上，下巴前緣抵住靠架，並將口水吸乾，然後嘴巴張大盡量將舌頭伸出，待舌頭穩定(不晃動)且完全伸出後，立即擷取左右兩張影像(如圖3.32及圖3.33 所示) 並存檔。

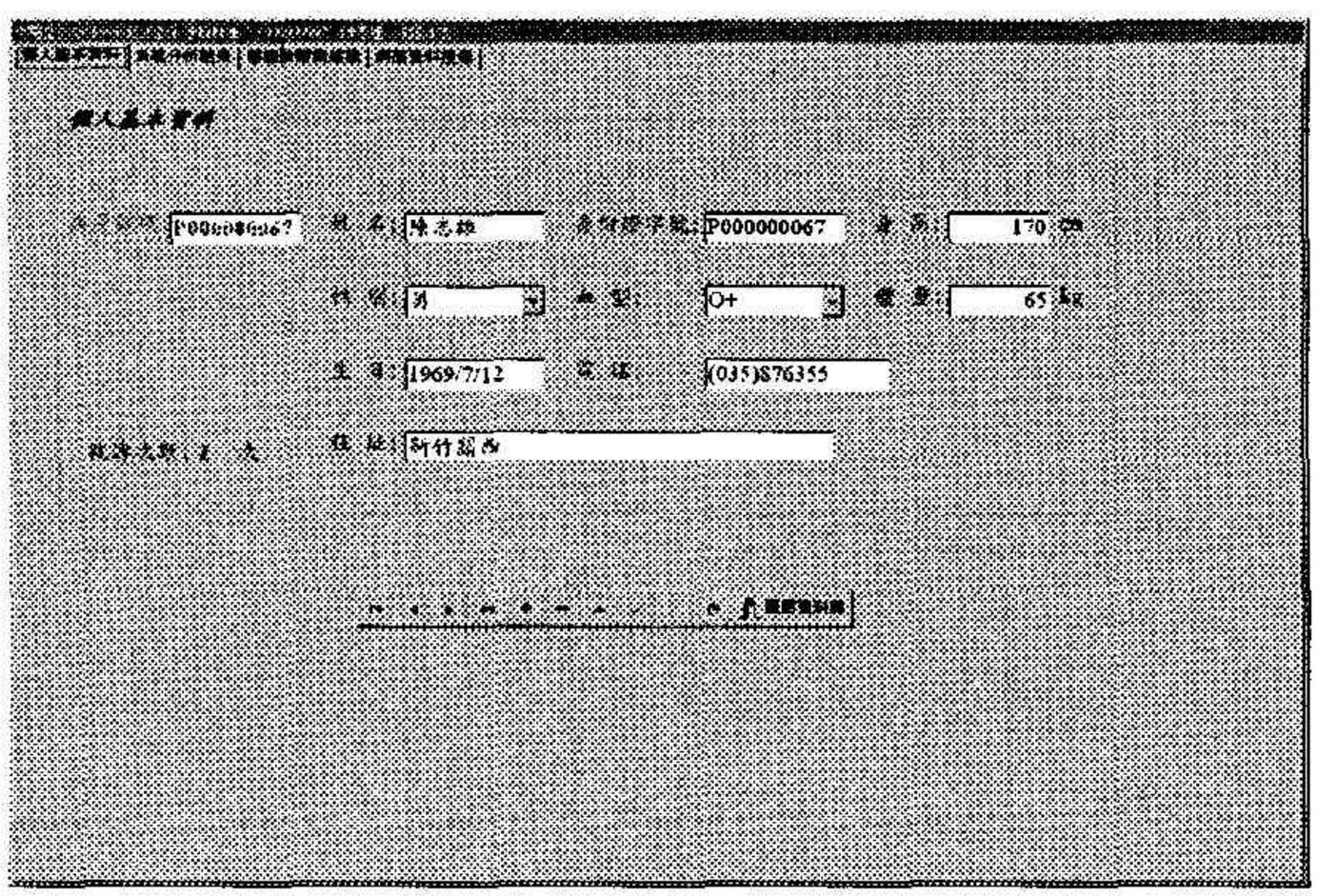


圖 3.30 受測者先前的資料記錄

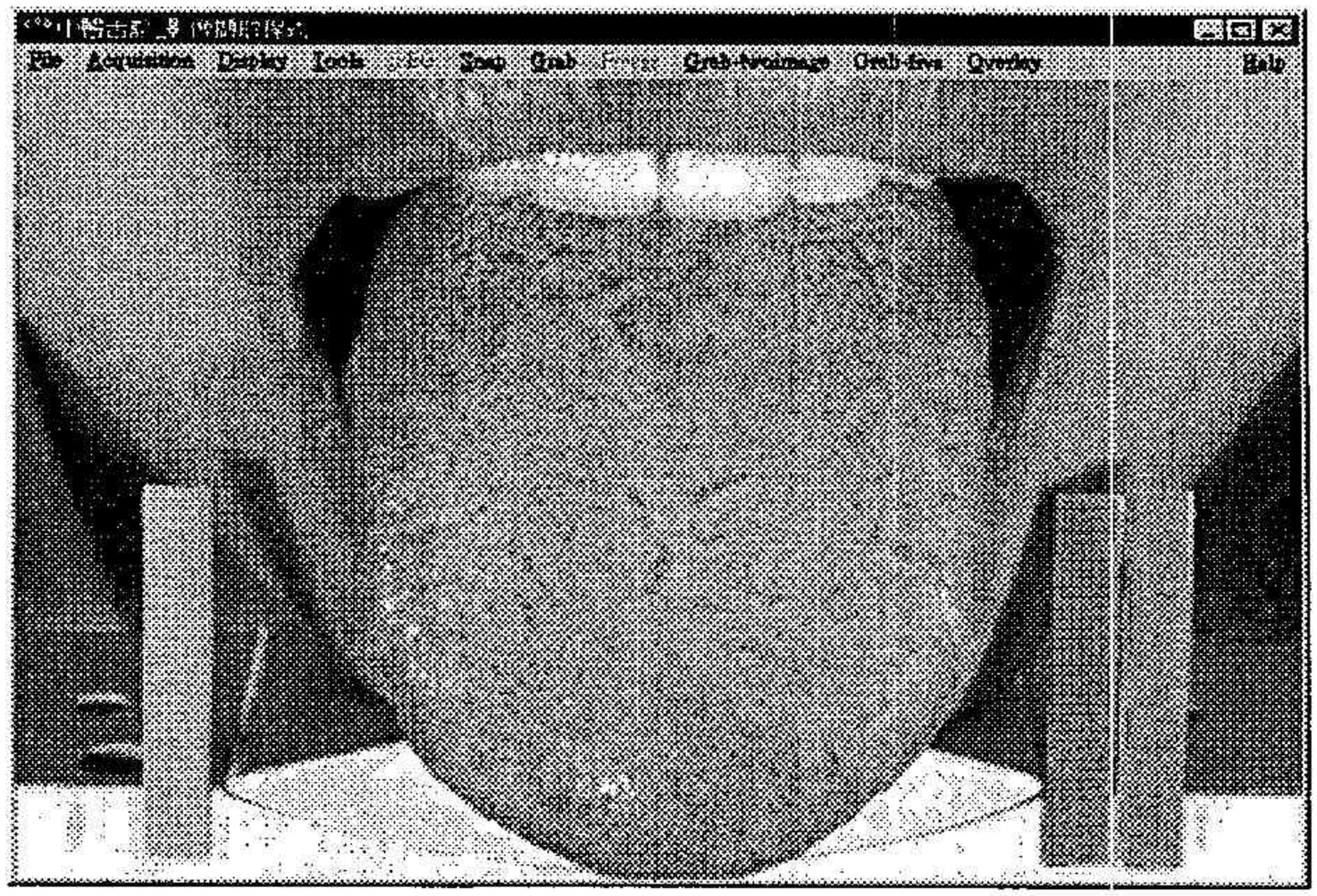


圖 3.32 左影像

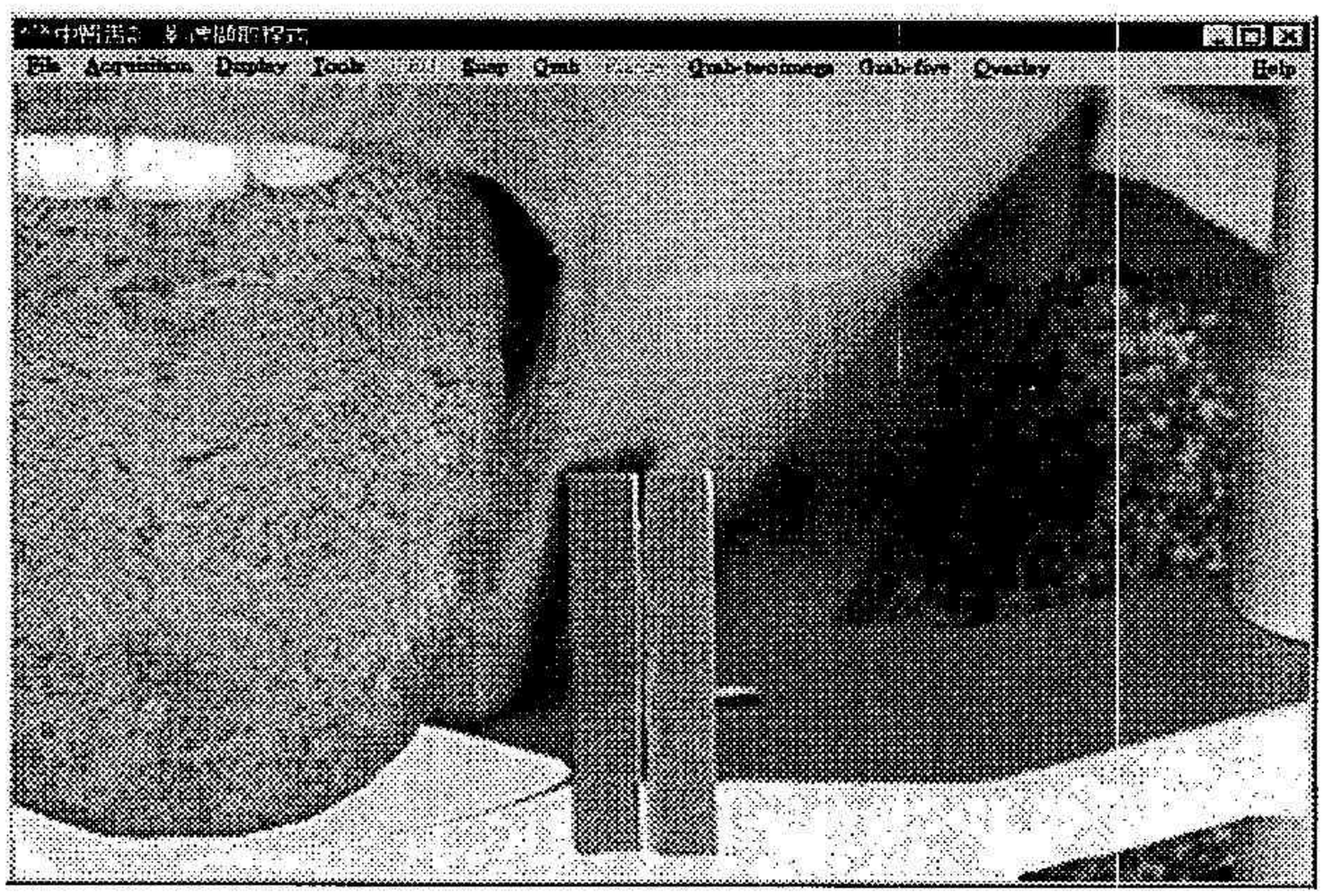


圖 3.33 右影像

接下來進行影像校正的步驟，首先在程式主畫面上點選〝影像校正〞選項即出現影像校正程式的執行畫面，共有灰色板、RGB色板、400×400 Image三個分頁，其中在灰色板分頁上載入前一步驟所擷取的灰色板影像(如圖3.34所示)，在RGB色板分頁上載入所擷取

的舌影像(左影像)，並且分別使用滑鼠圈選舌頭兩旁的三個色板以取得顏色校正參數(如圖3.35所示)，最後在400×400 Image分頁上使用滑鼠選取400×400的舌體區域影像(如圖3.36所示)，按下OK鍵立即進行校正，並將校正後影像傳回主程式畫面中(如圖3.37所示)。

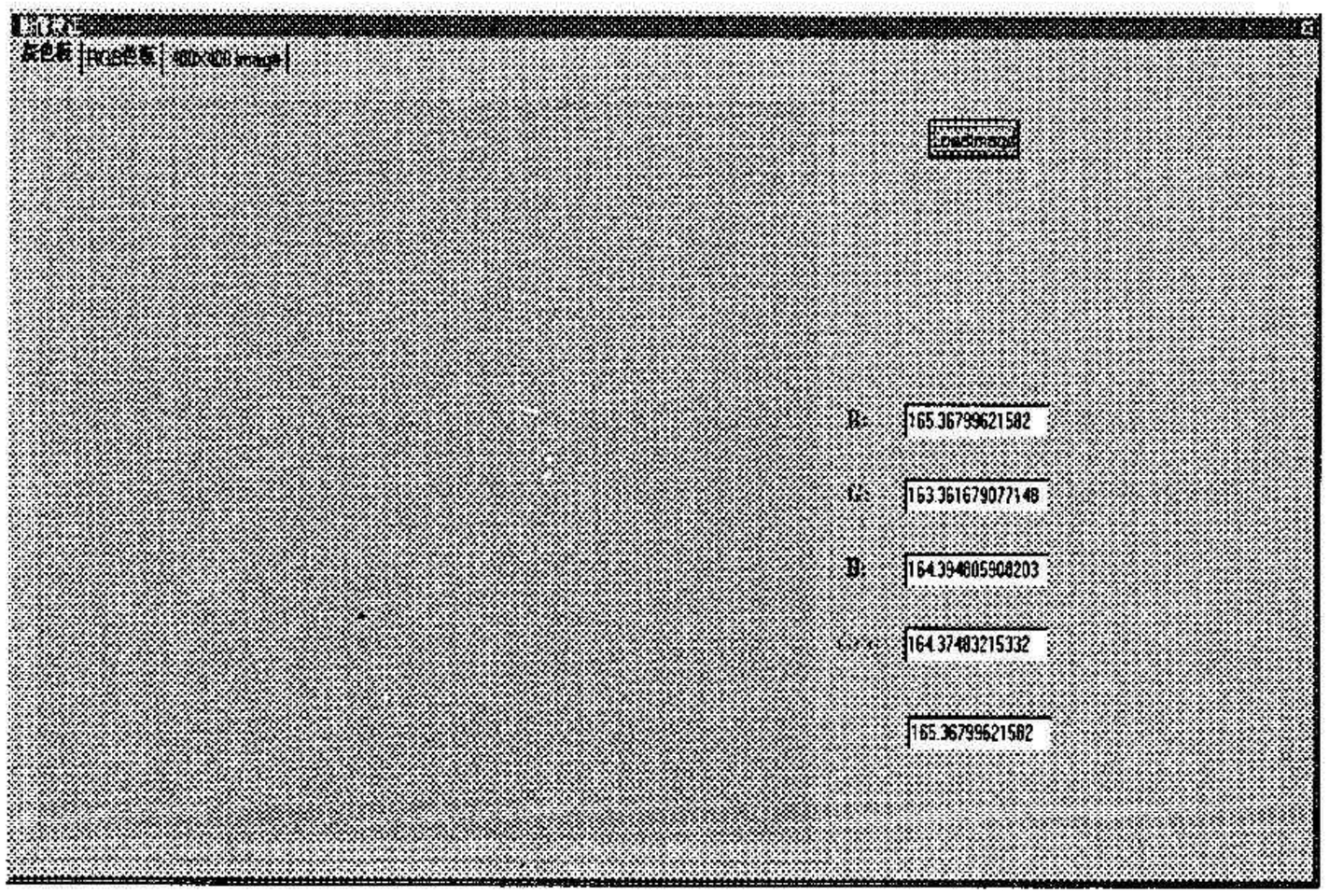


圖 3.34 影像校正程式之灰色板分頁

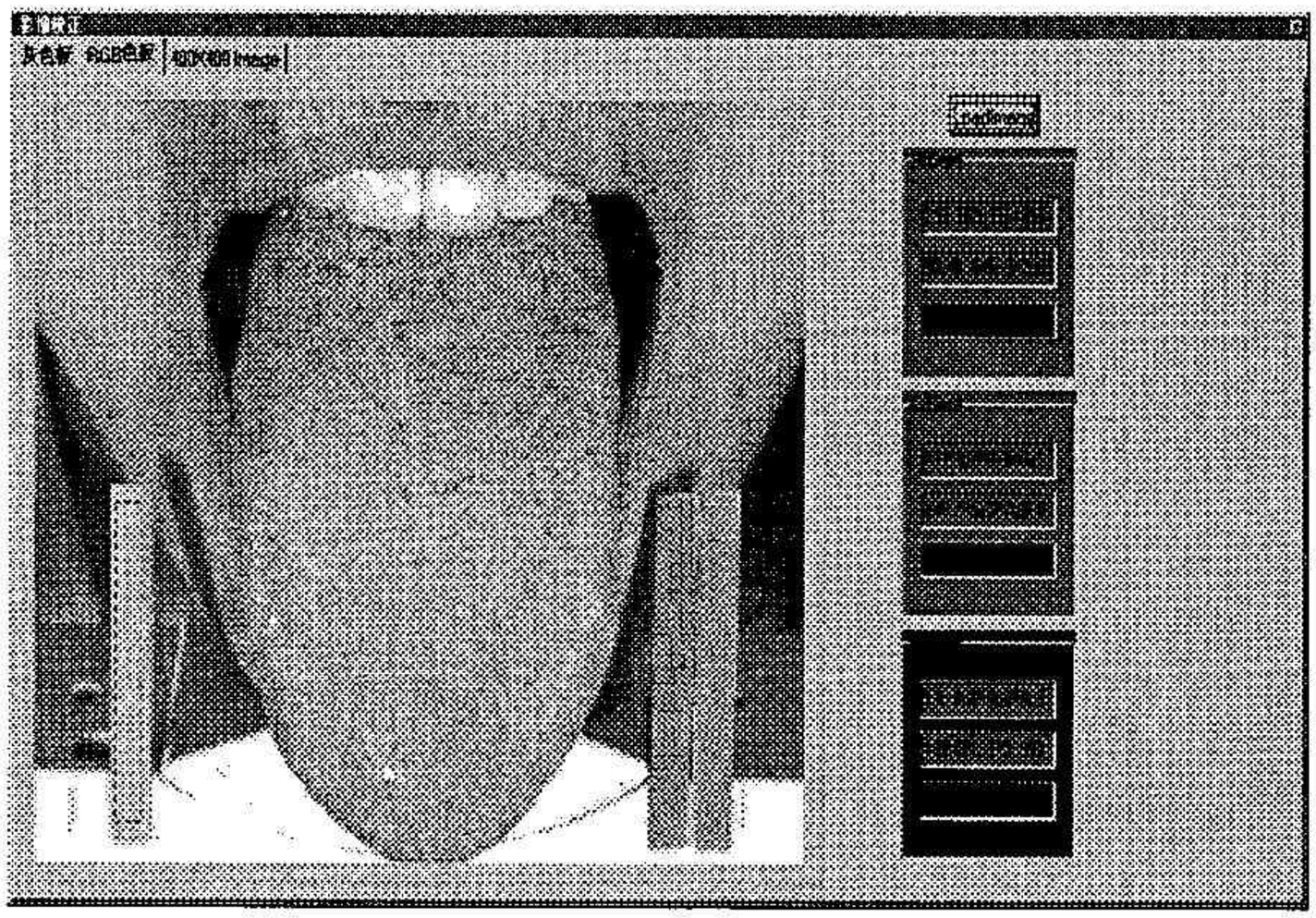


圖 3.35 影像校正程式之 RGB 色板分頁

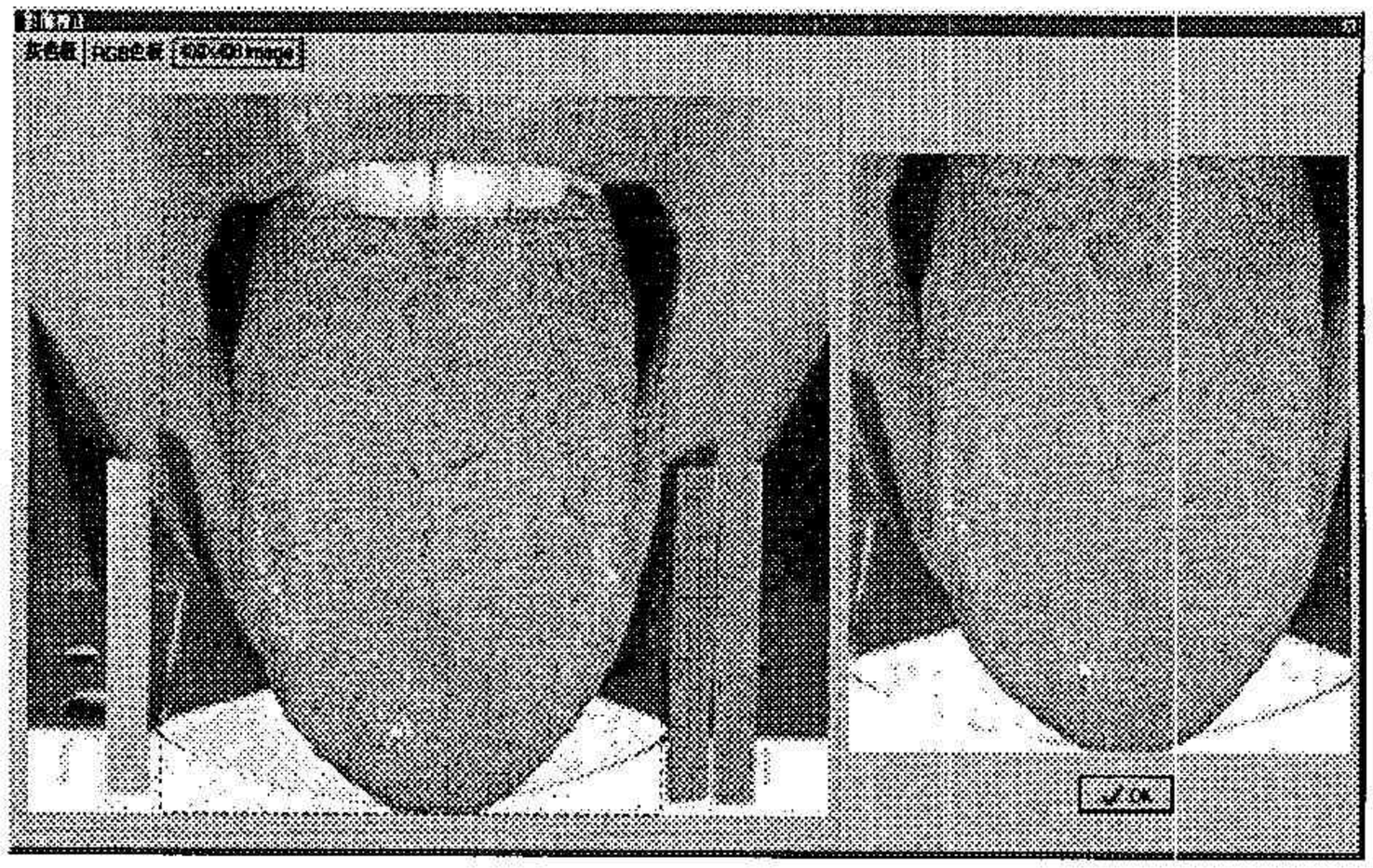


圖 3.36 影像校正程式之 400×400 Image 分頁

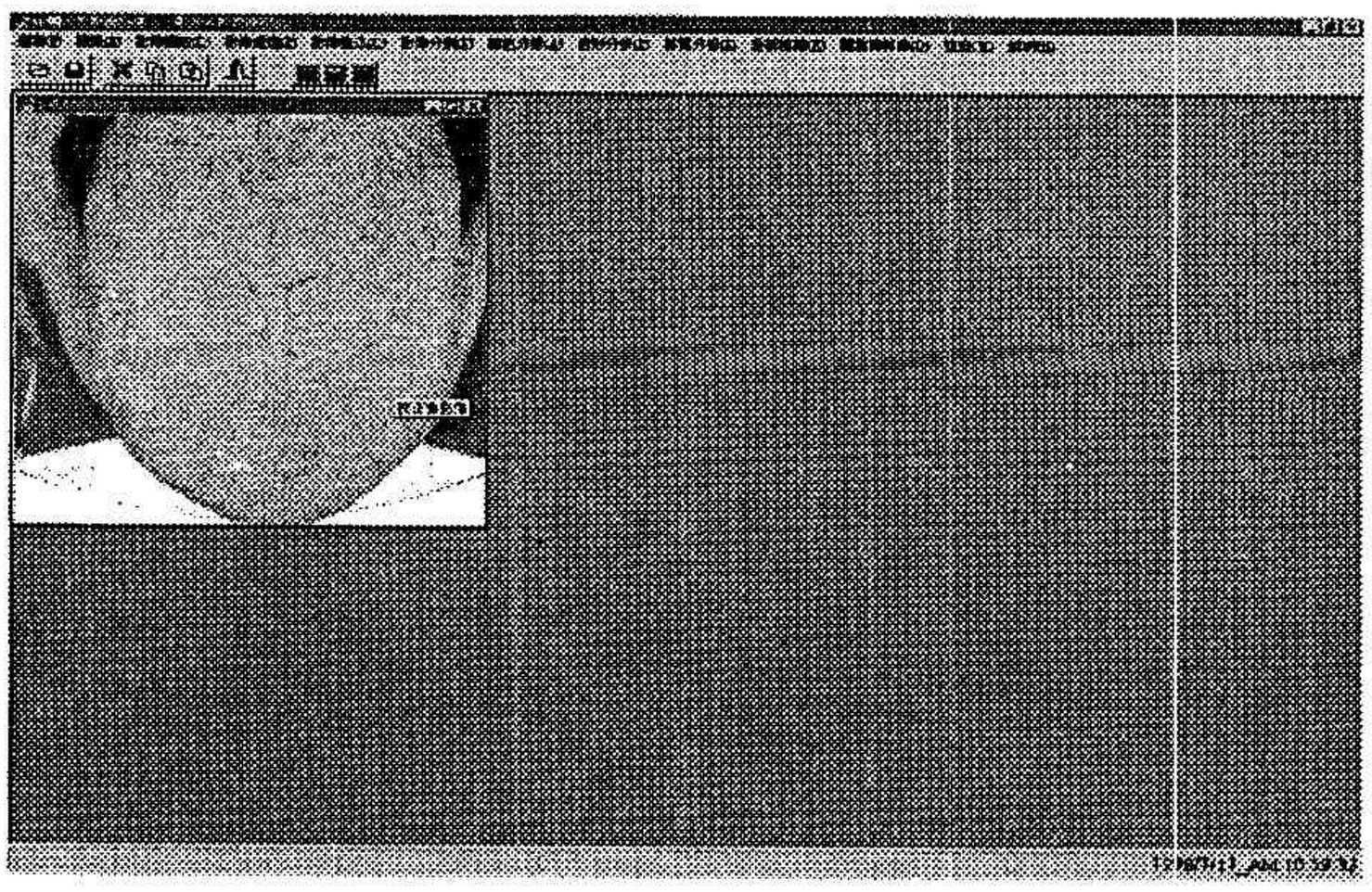


圖 3.37 校正後之影像

在程式主畫面上點選〝影像分割〞選項即出現影像分割程式的執行畫面同時自動載入校正後之舌影像，然後，利用滑鼠圈選一個封閉的舌邊緣區域並按下左上角之Segment選項，隨即進行影像分割並顯示分割結果及舌長、舌寬、舌面積大小(如圖3.38所示)，再按下OK鍵則將分割後之影像依照一定比例化分成四個區域，並且顯示於程式主畫面上(如圖3.39所示)。

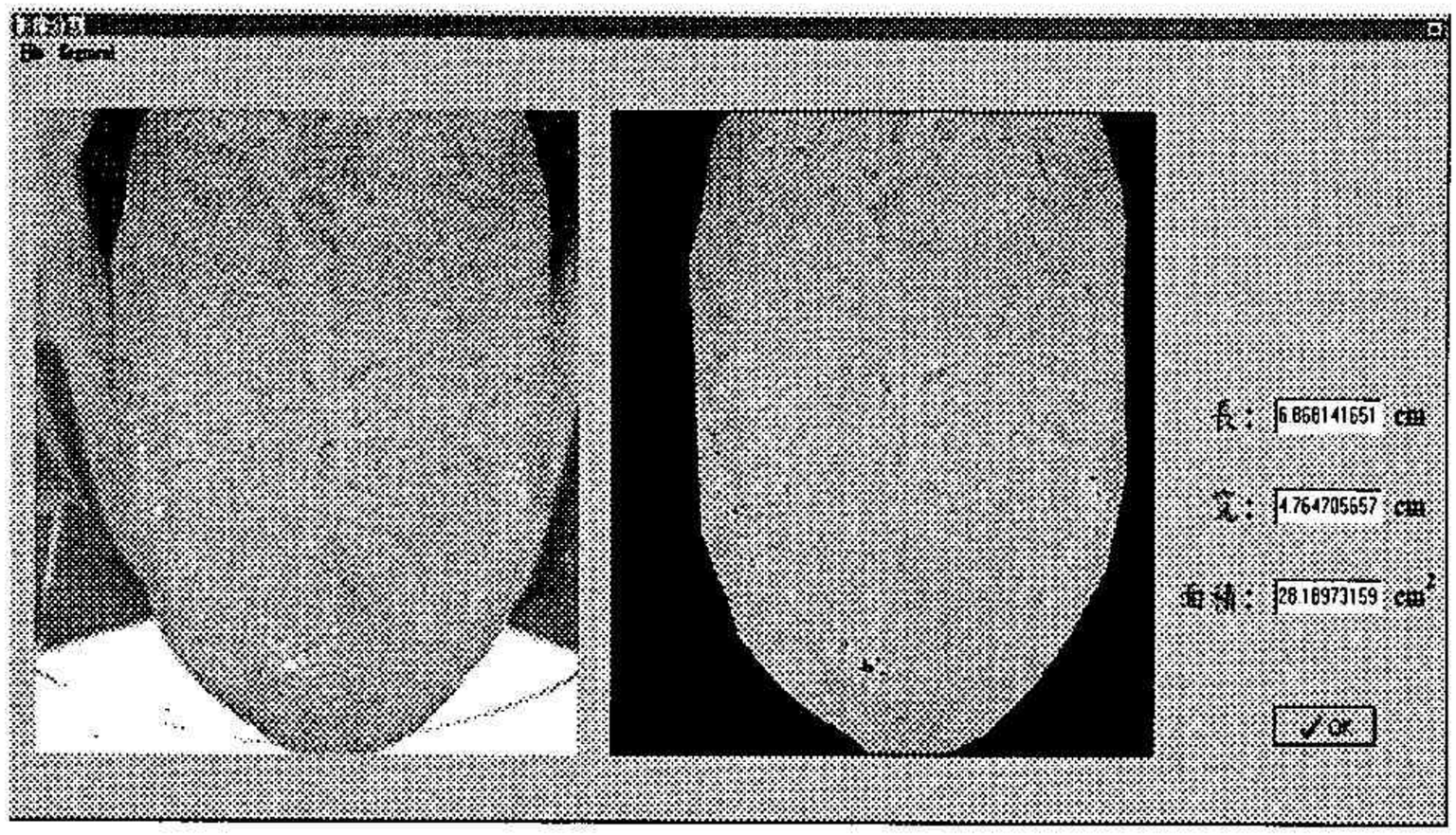


圖 3.38 影像分割結果

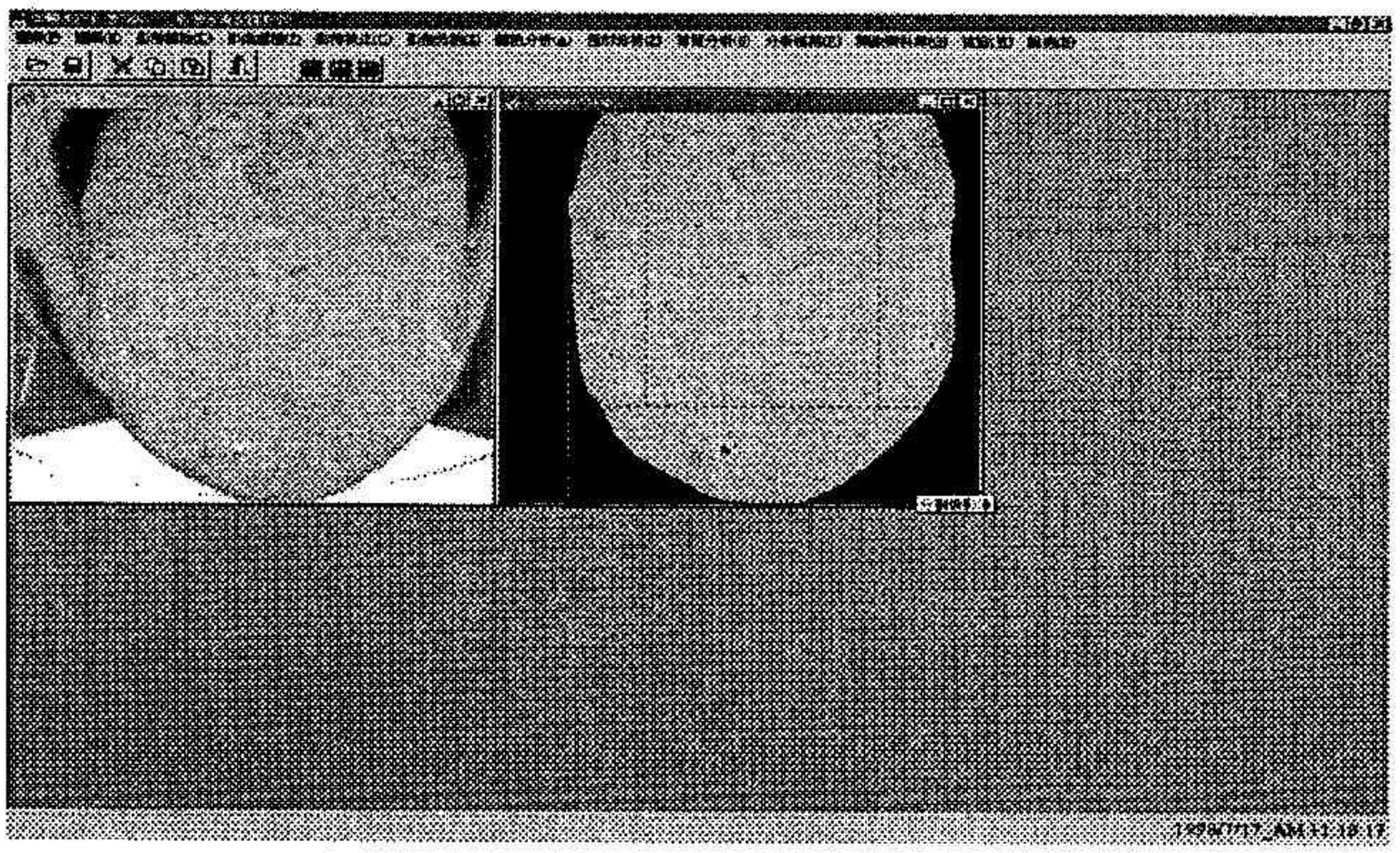


圖 3.39 將影像分割結果分成四個區域，並顯示於程式主畫面上

之後，在程式主畫面上點〝顏色分析〞選項即出現顏色分析程式的執行畫面同時自動載入分割後之舌影像，按下Analysis_Now選項進行舌色與苔色的顏色分析並顯示分析結果，另外，使用者可在各個顏色分類影像上按下滑鼠左鍵將影像放大瀏覽，按下右鍵即恢復原來之影像大小(如圖3.40所示)。

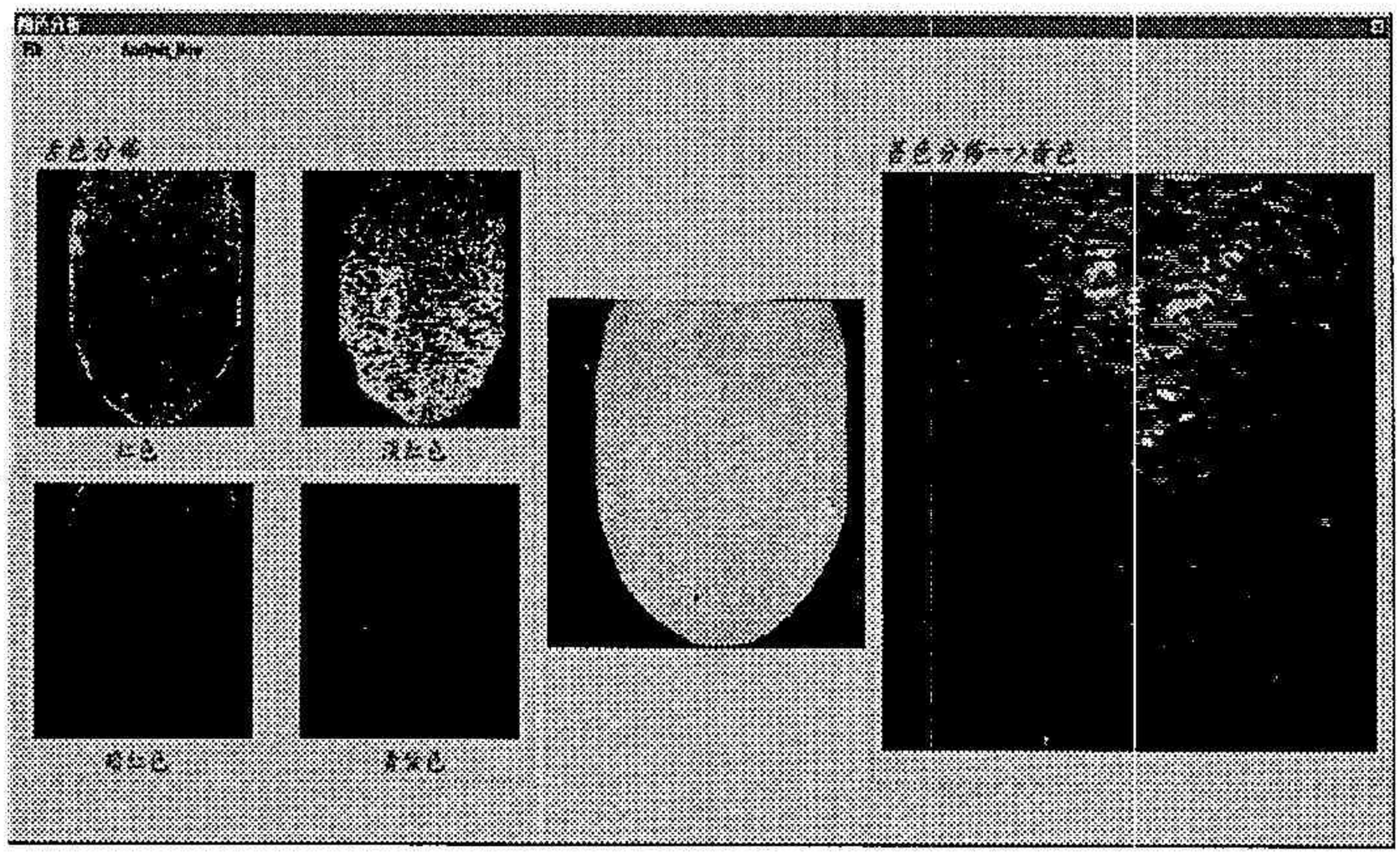


圖 3.40 舌色與苔色之分析結果

接下來，在舌形的分析方面主要分成裂紋偵測和舌厚度量測兩個部份。選擇裂紋偵測程式執行，並按下Analysis_Now選項，即可得到裂紋偵測結果(見圖3.41)。由結果影像可看出此範例舌影像並無裂紋。

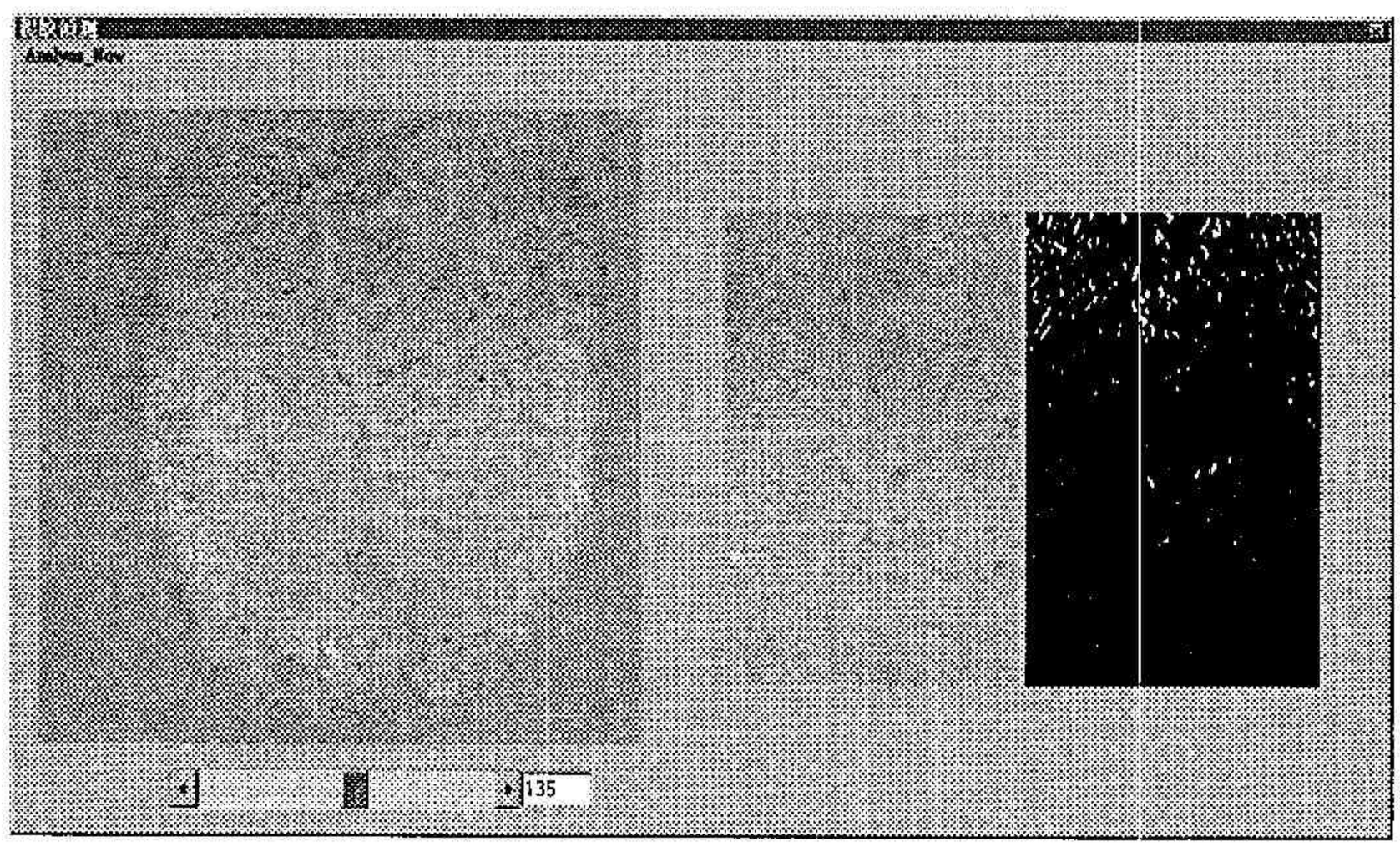


圖 3.41 裂紋偵測結果

選擇舌厚度量測程式執行並載入左右兩張舌影像，然後，分別於兩張影像上點選可代表舌厚度的兩個特徵點(舌體上及嘴唇邊)見圖3.42及3.43，按下計算鍵後即可得舌厚度。

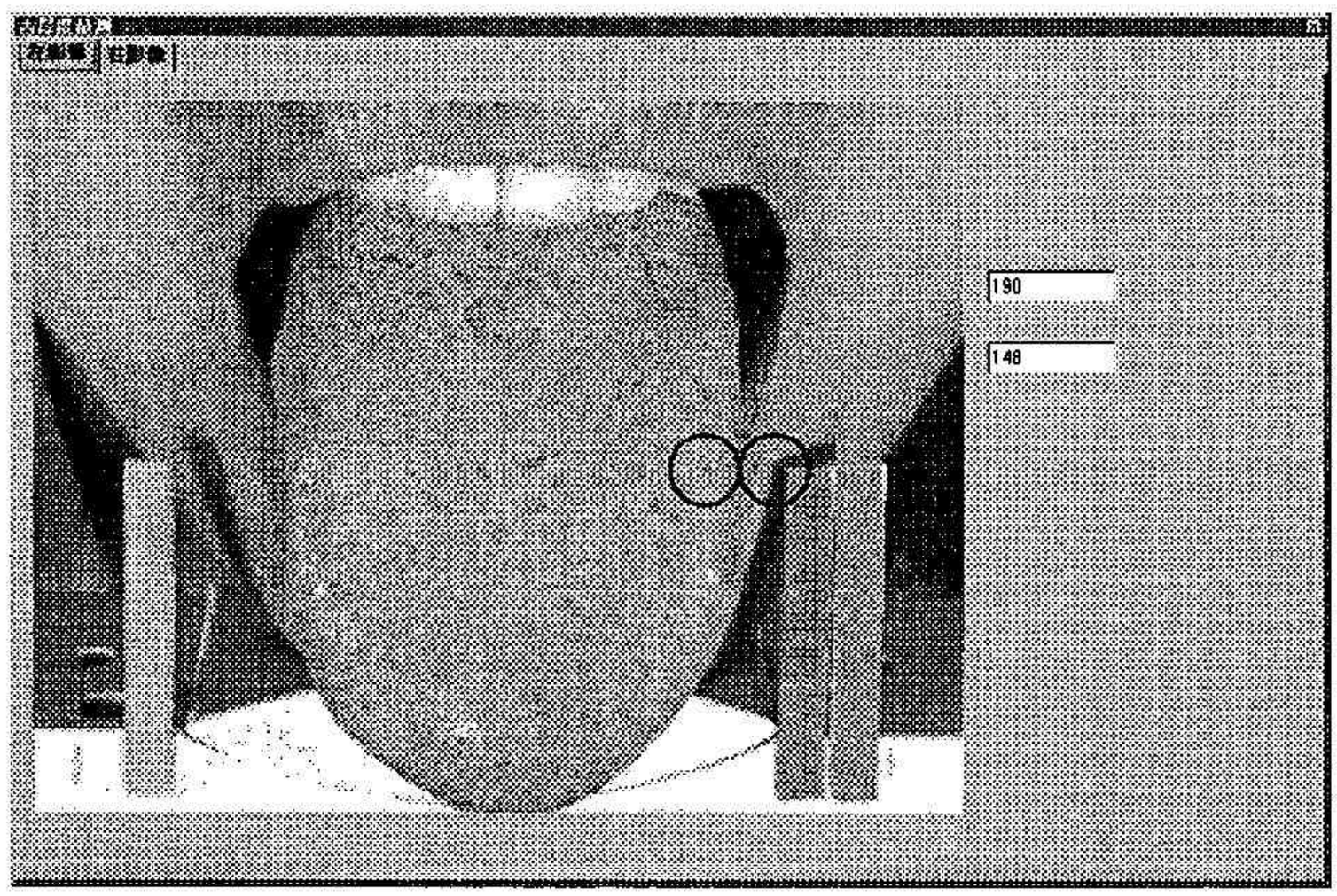


圖 3.42 舌厚度量測之左影像

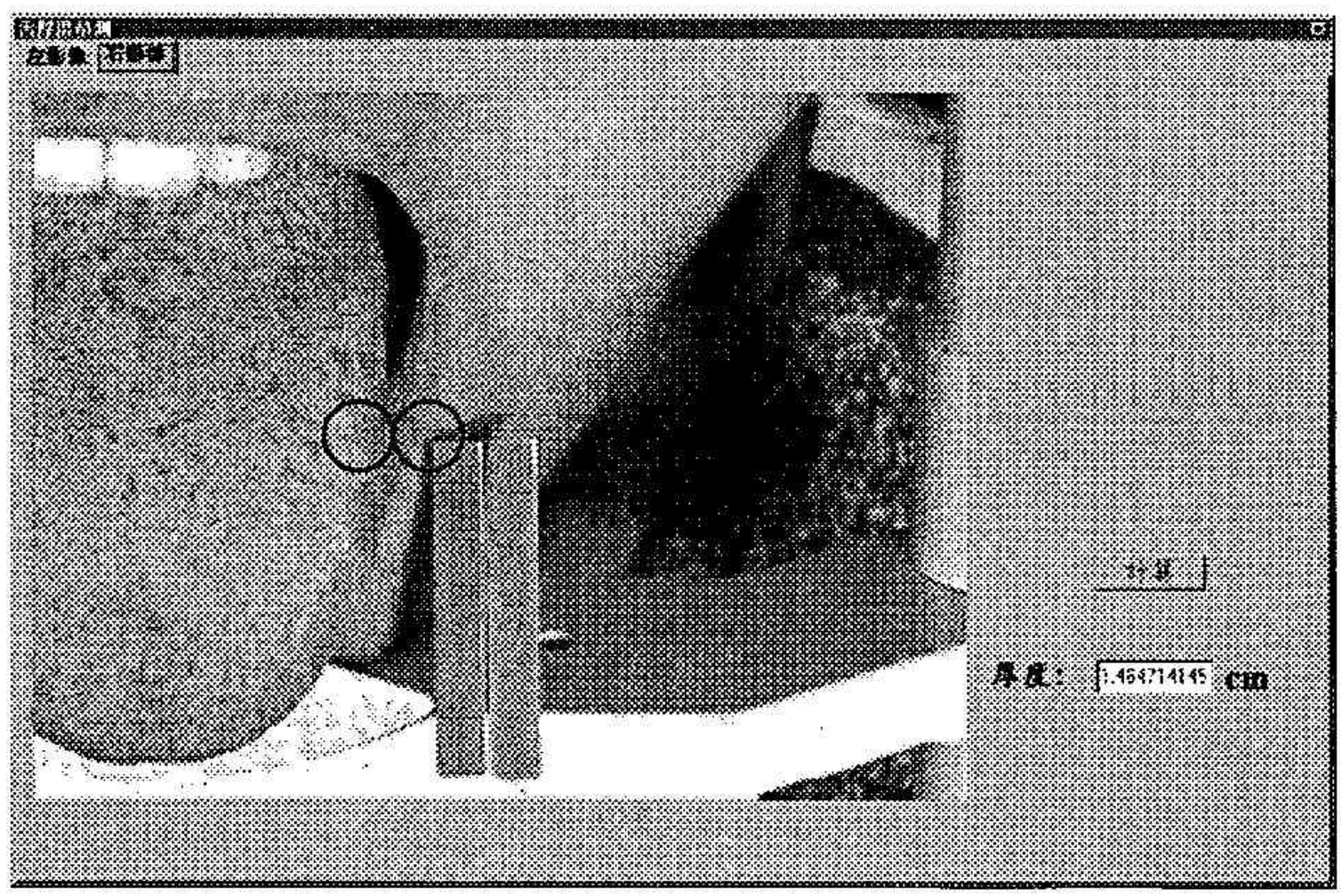


圖 3.43 舌厚度量測之右影像及量測結果

之後，在苔質分析部份也是分為腐苔&膩苔分析及舌苔厚薄分析兩個部份。選擇腐苔&膩苔分析程式執行並使用滑鼠選取分析區塊(100×100)，隨即進行頻譜分析，分析結果如圖3.44所示。

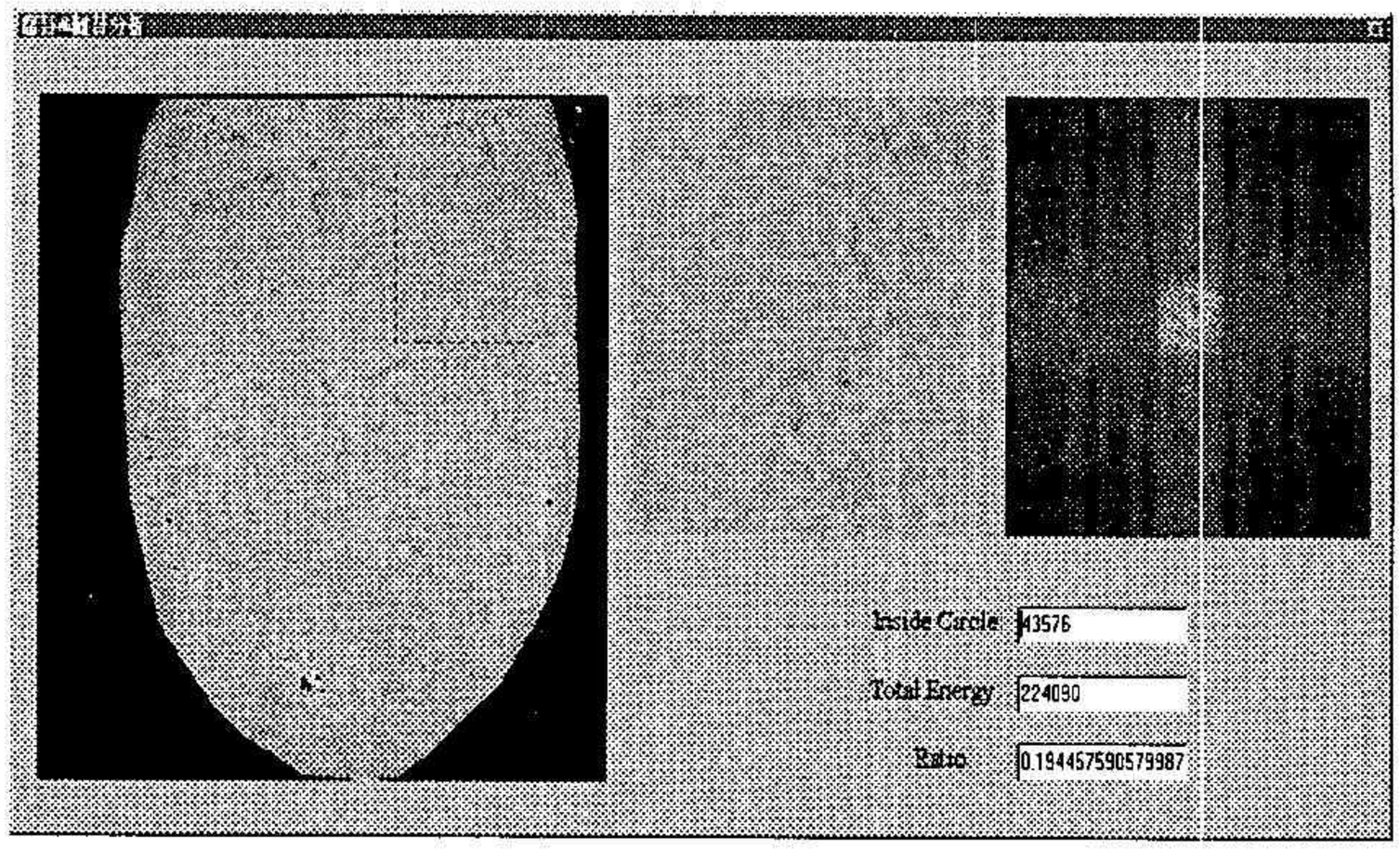


圖 3.44 腐苔及膩苔分析結果

選擇舌苔厚度分析程式執行，程式將自動載入白苔及黃苔的分佈影像，按下左上角之Analysis_Now選項，即進行頻譜分析，分析結果見圖3.45。

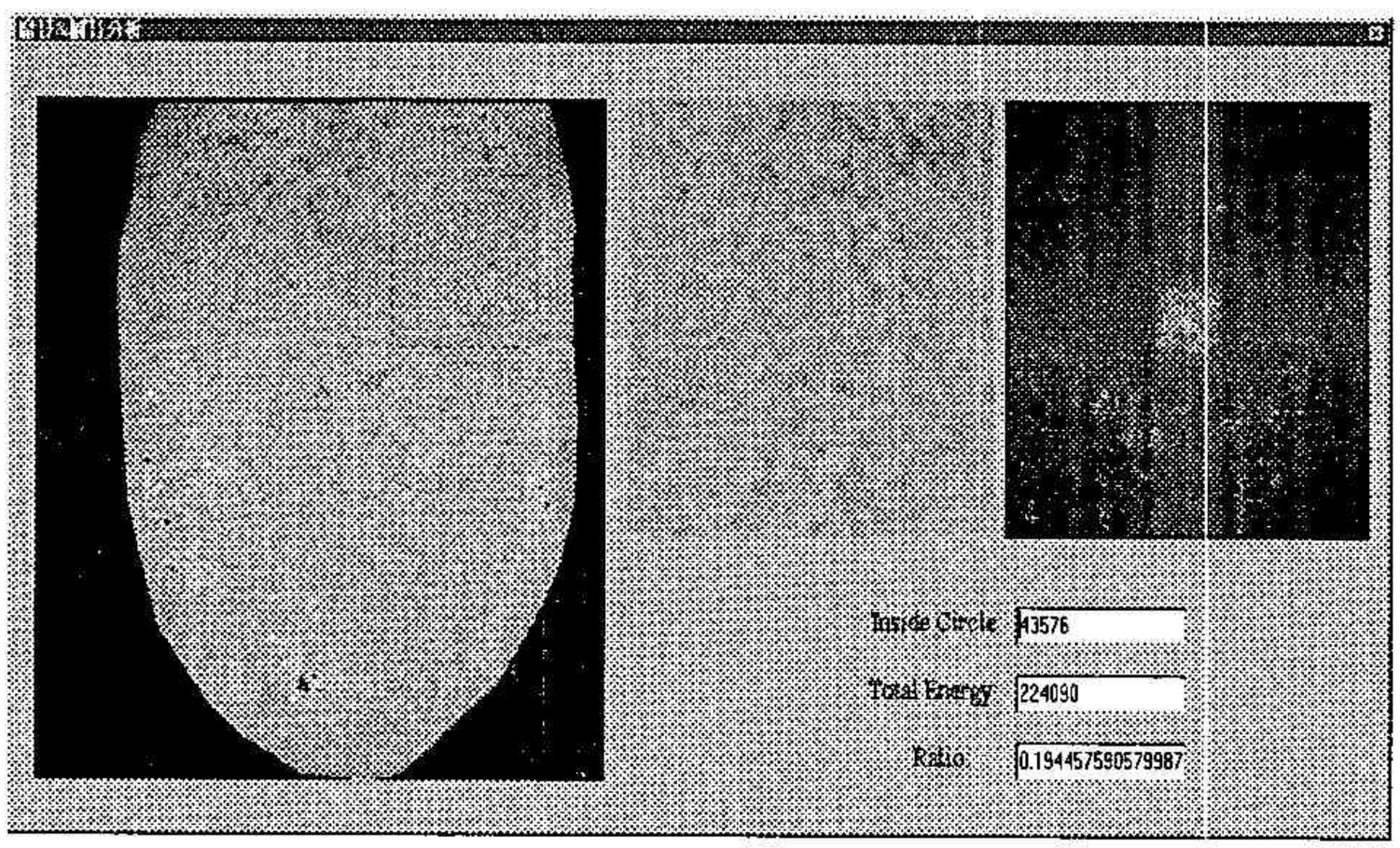


圖 3.44 腐苔及膩苔分析結果

最後，於程式主畫面上點選分析結果選項，將前述的分析結果作一總結(如圖3.46所示)，並可按下右下角之〝存入資料庫〞按鍵，把所有的分析結果存入該受測者的舌診病歷資料中(如圖3.47 所示)。完成整個系統之處理操作流程。

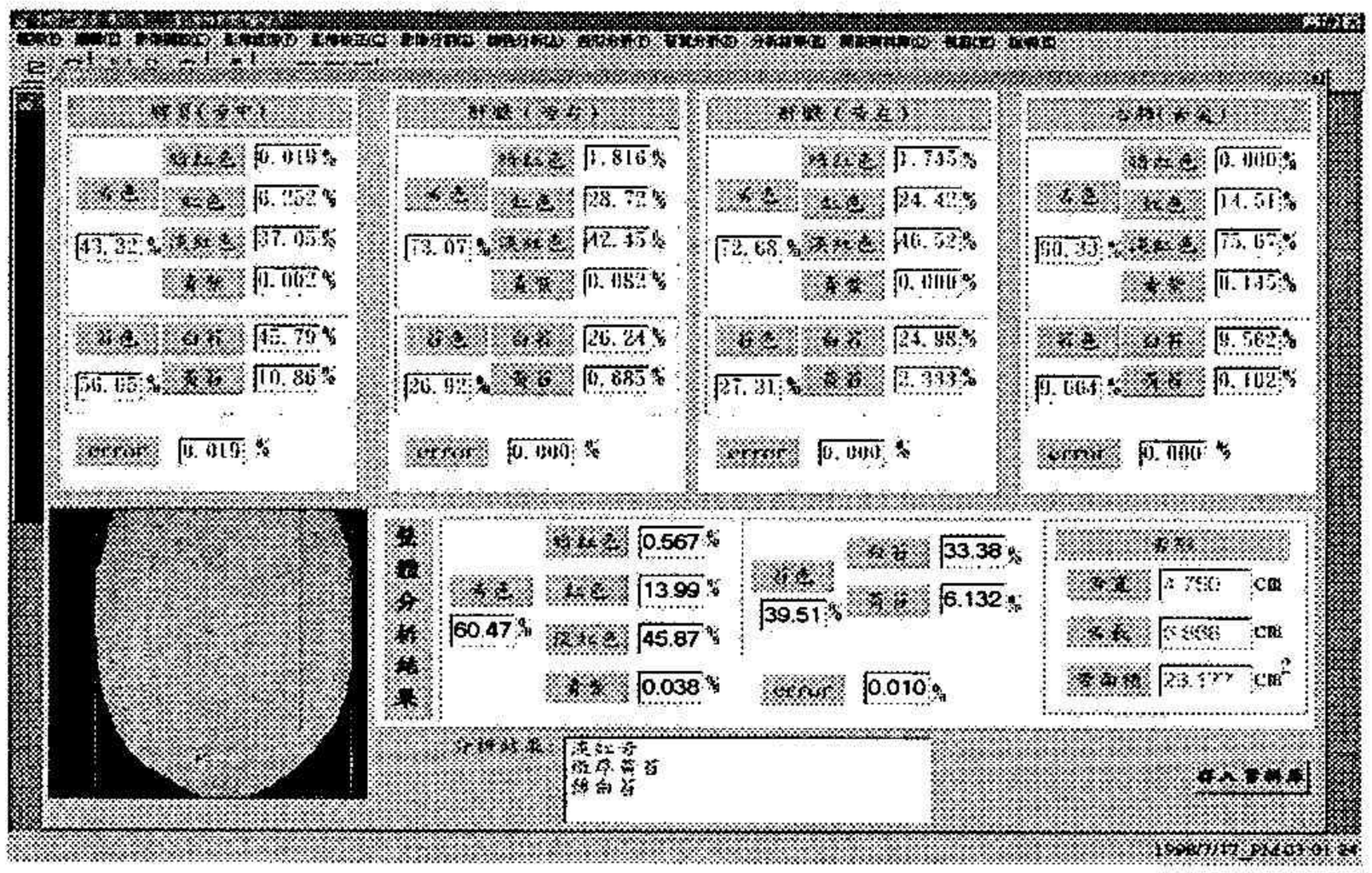


圖 3.46 舌影像之分析結果

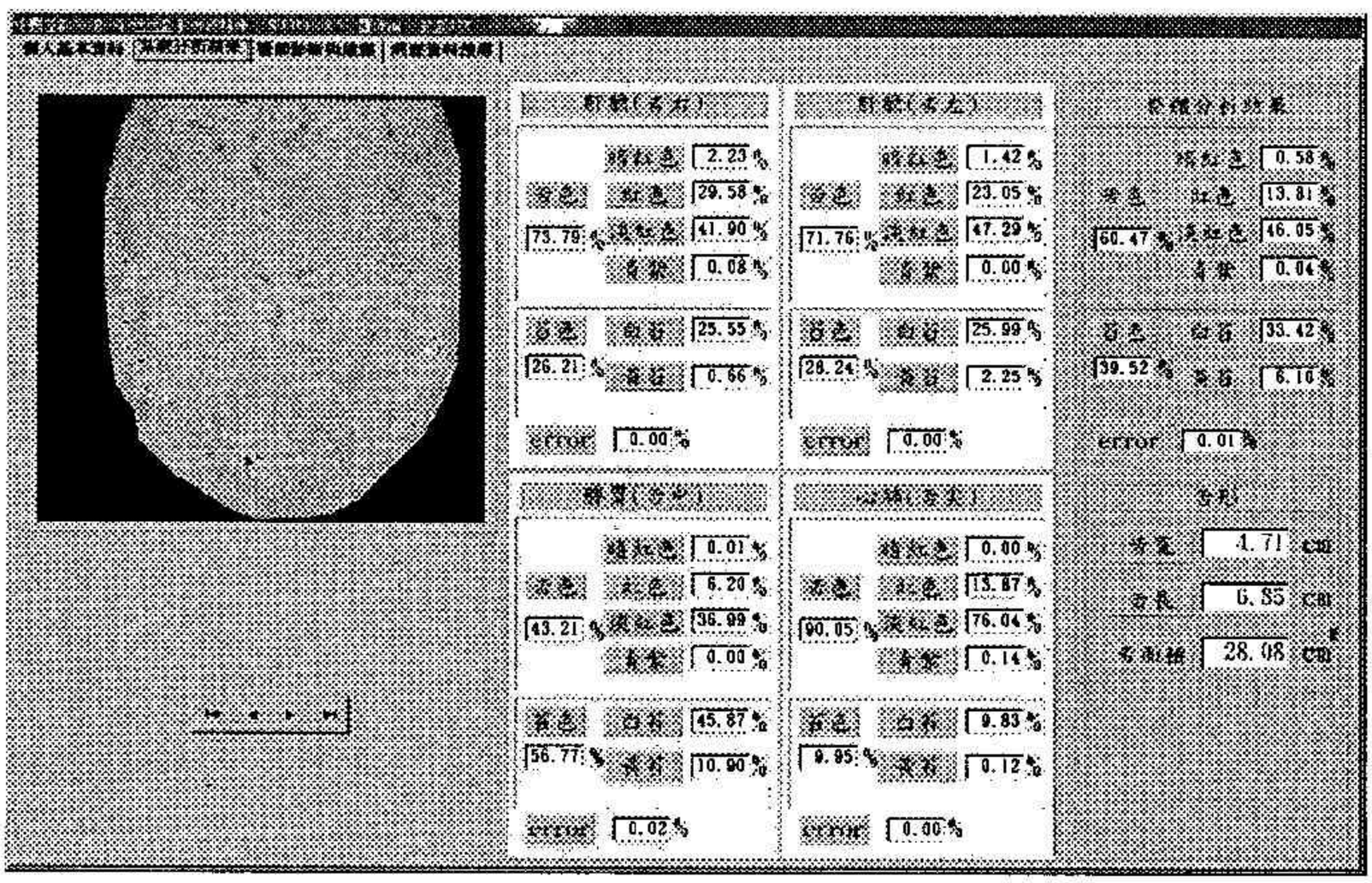


圖 3.47 將分析結果存入病歷資料庫

另外，若使用者想進一步地瞭解舌影像的部份影像處理結果，可在主畫面之選單上先讀取一張原始的舌影像，然後，使用滑鼠點選〝影像處理〞選項挑選想要進行的處理方式(諸如：灰階化、二值化、影像反轉、彩色座標轉換、空間濾波)執行，並且可顯示任一張影像其RGB三個顏色分量的Histogram。程式執行結果畫面如圖3.48所示。

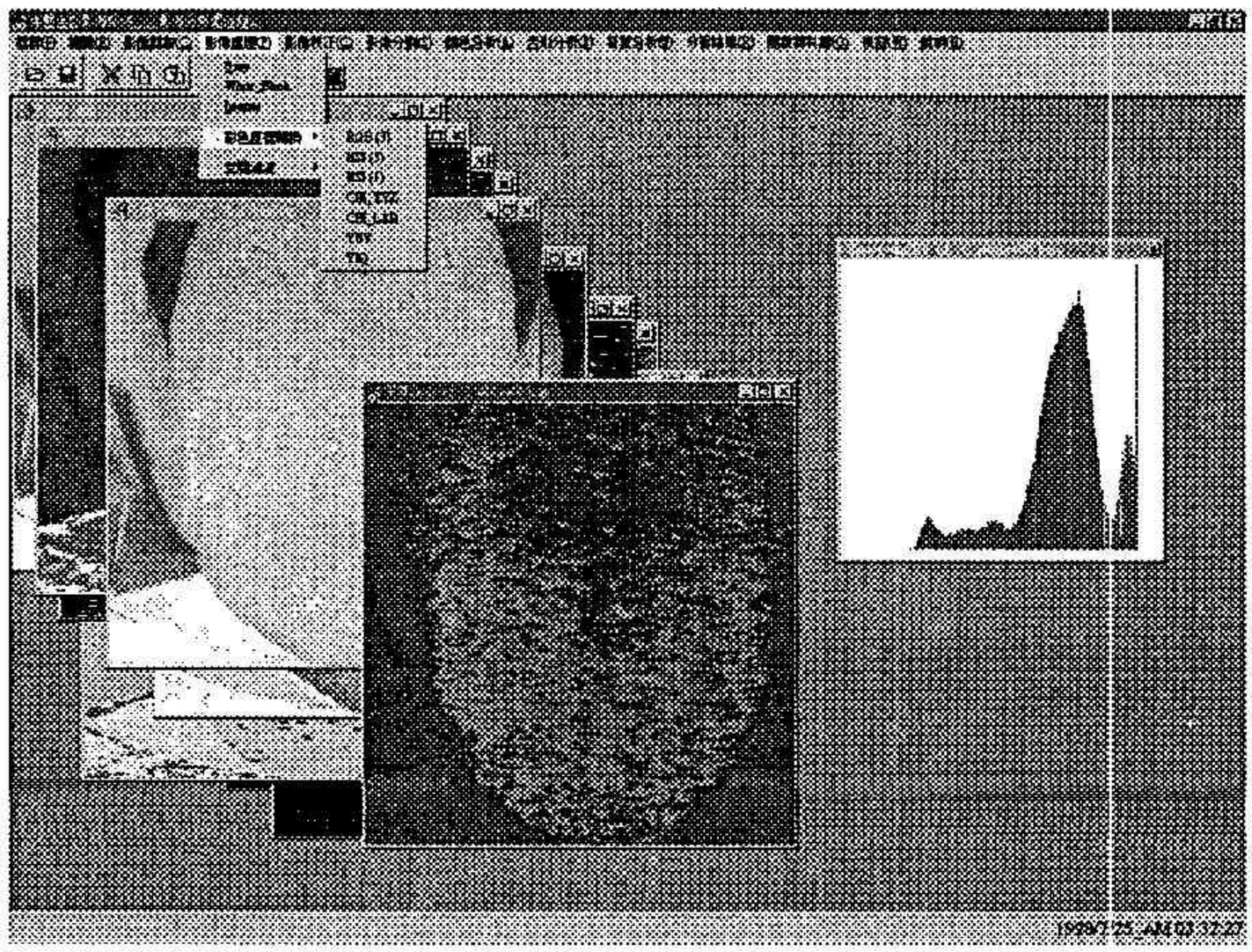


圖 3.48 舌影像處理之結果畫面

六、系統限制

本研究所建立的舌診影像系統已經能夠初步地掌握健康人及上消化道病症患者的舌象分佈特點，並且可以有效地管理及保存這些舌影像的特徵資料，達成中醫舌診電腦化的目標。但是，使用者在使用本系統進行舌影像的擷取與分析時，為了要求分析結果的準確性與標準性，必須留意一些注意事項，因此，本節就針對本系統的限制與使用注意事項作一說明。

本系統所發展的舌影像分析處理程式及資料庫儲存管理程式，均建構在Windows 95的作業平台上。但由於所使用的影像擷取卡必須在True Color(24bit)的顯示模式下才能擷取影像，而且部份的影像

處理程式也是以True Color(24bit)的影像格式為標準撰寫而成。因此，我們建議在使用本系統時，先將Windows 95作業系統的顯示模式設定為True Color(24bit)，解析度至少設為800×600，如此系統方能正常地運作並且顯示清晰的影像。

在影像擷取環境的控制部份，由4-3節系統穩定性之評估中得知：本系統所使用的省電燈泡在開啟後約30分鐘才能到達穩定狀態，所以，當使用本系統來擷取舌影像時，建議先開啟燈泡待其亮度穩定後再進行擷像的動作，如此一來，後續的影像校正及影像處理結果才有較高的準確性和標準性。

此外，本系統中所提供的舌厚度量測功能，由於必須在兩個左右影像之中找到互相對應的特徵點，但是一方面因為攝影機解析度不夠高造成影像點出現擴散模糊的現象，另一方面無法在所有的舌影像之中都找到同樣的特徵點，因此，此量測功能僅適用於左右兩張舌影像的特徵點均確定存在時。

肆、結論與建議

一、結論

近幾年來，隨著科技的日新月異，中醫舌診客觀化、科學化的研究廣泛地受到重視，而其中又以中醫舌診電腦化的舌特徵分析為研究發展的主流。本研究即是利用影像擷取、影像處理及資料庫存取的技術，建立了一套完整的舌診影像系統，並且針對健康人及上消化道病症患者進行舌象的取樣與分析，找出之間舌特徵的差異性，進而達到臨床輔助診斷的功效。

整個舌診影像系統主要分為影像擷取、影像分析處理及影像資料儲存三個部份。首先，由個人電腦控制影像擷取卡擷取左右兩張舌影像，之後，這兩張數位化的舌影像進入影像分析處理流程，依序進行影像校正、影像單位換算、影像分割、舌色與苔色之分析、舌形之分析、苔質之分析等處理步驟，最後，將上述的分析結果作一總結並顯示於分析結果畫面上，此外，亦可將分析結果之影像資料、數據資料及文字資料一併存入舌特徵病歷資料庫中，以便於資

料的保存與管理。

本系統針對45位健康人及55位上消化道病症患者的舌影像進行舌特徵之分析，結果發現：健康人及上消化道病症患者的舌質顏色均以紅色或淡紅色為主，而兩者主要的差異在於上消化道病症患者的舌苔所佔百分比，明顯地大於健康人的舌苔所佔百分比，並且舌苔多集中分佈於舌中間部位(即脾胃區)，其中又以白苔為主。根據統計有85%的健康人其脾胃區中的白苔百分比為40%以下，有65%的上消化道病症患者其脾胃區中的白苔百分比在40%以上；至於黃苔部份，約有73%的健康人其脾胃區的黃苔百分比在0%～5%之間，而有51%的上消化道病症患者其脾胃區的黃苔百分比在5%以上，其中更有25%的上消化道病症患者分佈於15%以上。

在舌形分析方面，結果顯示：上消化道病症患者的舌寬、舌長、舌面積和健康人的舌形分佈是一致的，並沒有因患病而產生舌頭萎縮、變形的情況發生。舌長大致分佈在4.5～6.5cm，舌寬大致分佈在4～5cm，而舌面積大致分佈在15～25cm^2。

關於苔質的分析部份，我們可由結果發現：有38%的上消化道病症患者出現白膩苔，遠大於健康人的6.6%；而有5.5%的上消化道病症患者出現黃膩苔，健康人之中則完全沒有黃膩苔的出現。另外，健康人的舌苔厚薄分佈以薄白苔為主，上消化道病症患者則以薄白苔、薄黃苔、厚黃苔為主。

此外，我們也針對上消化道病症中的31位慢性胃炎患者，及18位十二指腸潰瘍患者的舌影像進行舌特徵之分析。結果顯示：其間的舌色及苔色分佈百分比並沒有顯著的差異；而在苔質部份，慢性胃炎和十二指腸潰瘍患者其出現白膩苔的機會相近，而卻只有十二指腸潰瘍患者才有黃膩苔的發生，並且，十二指腸潰瘍患者其舌苔的厚度有傾向於微厚，甚至厚的趨勢。可見十二指腸潰瘍屬於受病邪較深的病症。

由上述可知，本系統與大陸在上消化道所做的相關研究[7]具有相同的分析結果，可見本系統可替代傳統目視的舌象觀察，進行客觀化及科學化的舌診研究，並且可透過本系統中的舌特徵病歷資料庫，保存臨床的舌影像資料及中醫師的臨床診斷經驗，使得中醫舌

診更臻完善。

綜合言之，在大多數的情況下，舌象表現可作為臨床辯證論治的主要依據，但臨床上有時也可見到有些重病患者之舌象變化不大，而有些正常人卻可出現異常舌象，此外，在臨床上也可以看到許多異病同舌、同病異舌的例子，因此我們認為舌診必須聯繫全身症候、脈象，互相參合、印証，才能獲得比較正確的結論。本研究強調以科學化的舌診影像系統來分析舌象資訊，並無捨去其他診斷方法不用之意，相反地，中醫看病是從整體性出發，舌診必須配合其他診斷方法同時應用，才能有效地發揮它在診斷上的作用。畢竟，人體的病變是多種多樣的，有些疾病的病理機制比較複雜，或病變侷限於某一部份，在舌上並不一定有相對應的變化，這時就必須依靠其他症狀、體徵來作出正確的診斷。

二、建議

利用攝影技術及影像處理方法來對舌診所要觀察的舌特徵進行分析與辨識，是近幾年來舌診研究的趨勢，而如何根據舌影像的特點發展一套完整且精確的舌影像處理系統，更是舌診研究中的重點。在本研究中我們所使用的影像擷取卡，只負責舌影像擷取的動作，而接下來後續的影像處理、影像分割、顏色分析、苔質分析...等步驟，則由我們自行撰寫的程式來執行。若未來整個系統要成為臨床診斷的輔助儀器，則必須考慮到系統即時性(real-time)的問題，亦即盡量縮減資料處理運算的時間，在這個方面，我們建議選用具備有部份影像處理功能，且有支援影像處理函式的影像處理卡，由硬體來負責處理部份影像處理的工作，如此一來便可提昇系統的執行效率。

本系統所使用的光源部份(即兩個Philips省電燈泡)，經由實驗測試發現，必須要在開啟後30分鐘才可達穩定狀態，因此，為了使本系統具備有隨開即用，減少不必要的等待時間，我們建議選用高頻不閃爍、光線柔和且穩定性佳的燈光作為本系統的光源。至於系統中所使用的CCD彩色攝影機，其有效像素數為768(H)×494(V)，若要特別針對苔質的紋理特性作完整的分析，則必須要求更高解析度的

攝影機才能將紋理特性清楚地顯現出來，而其中高解析度的數位相機[8]將是一種不錯的選擇。

另外，系統中為了讓每張舌影像都有固定的取像標準，我們對每張原始的舌影像進行灰色板的校正及RGB色板的校正。雖然，我們使用的方法已可達到校正的效果，但是如果要做更精準的影像校正，可藉助於標準的頻譜式色度計(spectral colorimeter)對彩色攝影機、電腦顯示螢幕甚至舌影像的列印輸出進行色彩的校正，使得整個系統的顏色表現更趨於標準化。

本系統已經整合了舌象分析處理程式與舌特徵病歷資料庫。而在未來之中，為了讓臨床中醫師能夠更方便地使用本系統，可根據中醫師的需要與建議，設計更完善且實用的舌診病歷資料管理系統，將中醫師所要觀看的病歷資料、影像資料、系統分析結果、診斷結果...等顯示於同一畫面上，並且可列印輸出成為一份完整的中醫舌象檢查報告。

中醫診斷依「四診合參」為原則，綜合各類的訊息，加以分析歸納後，診查出病因以確定治療的方向。而本研究中所發展的舌診影像系統，僅提供了望診中的舌診資訊，若在未來的研究中能夠加入其他中醫診斷系統的分析結果，將可提供中醫師更詳盡的病情訊息，進而輔助中醫師做出更精準的病症診斷。

伍、參考文獻

1. 陳華，中醫的科學原理，臺灣商務印書館，1996，台北
2. 宋天彬，中醫舌苔圖譜，志遠書局，1995，台北
3. 張瑞璋，"舌診概論"，中華民國傳統醫學會會刊創刊號，pp.44~47，1989
4. 神戶中醫學研究會編著、傅玉香譯，舌診與脈診，旺文社股份有限公司，1996，台北
5. 張伯禮，中醫舌診客觀化系列研究，長庚紀念醫院二十週年慶中醫、中西醫結合學術研討會，pp.39~44，1997，台北

6. 啟業書局，舌診研究，啟業書局，1987，台北
7. 李乃民，中國舌診大全，學苑出版社，1994，北京
8. 陳建仲、蔣依吾，中醫舌診電腦化之影像擷取環境探討，工程科技與中西醫學應用研討會，pp. 260~266，1998，台中
9. 邱創乾，利用影像處理技術對舌苔性狀作定量分析之研究，八十六年度中醫藥委託研究成果討論會議資料，pp.58，1998，台北
10. 陳文秀，使用高解析度彩色攝影系統對中醫舌診作定性及定量分析之研究，八十六年度中醫藥委託研究成果討論會議資料，pp.59，1998，台北
11. 陳澤霖、陳梅芳，舌診研究，上海科學技術出版社，1982，上海
12. M. Takeichi and T. Sato, "Computerized color analysis of 'Xue Yu'(Blood Stasis) in the sublingual vein using a new technology",American Journal of Chinese Medicine Vol.25, No.2, pp.213~219,1997
13. 北京中醫學院中醫系中醫基礎理論教研室，中醫舌診，合記圖書出版社，1995，台北
14. 何裕民，舌象測病秘訣，渡假出版社，1997，台北
15. 王季藜、李玉玲，舌診源鑒，中國醫藥科技出版社，1992，北京
16. 吳龍源，"消化性潰瘍中醫辨證論治之我見"，中華民國傳統醫學會會刊第三期，pp.17~21，1991
17. 朱建華、袁寶權，脾胃病中醫診療，志遠書局，1998，台北
18. 史宇廣、單書健，胃脘痛專輯，志遠書局，1996，台北
19. R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992, New York
20. Hunt, Measuring Color, Ellis Horwood, 1995, London

21. R. Jackson, L. MacDonald, and K. Freeman, Computer Generated Color, WILEY, 1994, New York

22. M. Nischik and C. Forster, "Analysis of skin erythema using true-color images", IEEE Transactions on Medical Imaging Vol.16, No.6, pp.711~716,1997

23. J.C. Russ, The Image Processing Handbook, CRC Press, 1995, London

24. M. Barni, V. Cappellini, and A. Mecocci, "Colour-based detection of defects on chicken meat", Image and Vision Computing , pp.549~556, 1997

25. 游其易，實用資料庫管理系統指引，松崗，1997，台北

26. 陳振家，醫用超音波儀電子病歷系統之設計，中原大學醫學工程學系碩士論文，1997，中壢

27. 張永慶，深入DELPHI程式設計，松格，1996，台北

28. 劉致華，彩色影像處理在中醫舌診上之研究，中原大學醫學工程學系碩士論文，1997，中壢

29. G.L. Hansen, E.M. Sparrow, J.Y. Kokate, K.J. Leland, and P.A. Iaizzo, "Wound status evaluation using color image processing",IEEE Transactions on Medical Imaging Vol.16, No.1, pp.78~86,1997

30. D.S. Beth and R.G. Trapp, Basic and Clinical Biostatistics, Prentice Hall, 1990, London

31. B. Rosner, Fundamentals of Biostatistics, Duxbury Press, 1995, New York