

한의학의 설진을 위한 설태 분류 방법

김근호, 최은지, 이시우, 김종열  
한국한의학연구원

Classification of Tongue Diagnosis in Korean Medicine

Keun Ho Kim, Eunji Choi, Siwoo Lee, Jong-Yeol Kim  
Korea Institute of Oriental Medicine

**Abstract** - 혀의 상태는 인체 내부의 생리적 병리적 특성의 변화를 나타내므로, 한의학에서 중요한 지수가 된다. 한의학에서 설진 방법은 환자의 설질과 설태의 변화를 관찰함으로써 질병을 진단하는 방법 이므로, 편리할 뿐만 아니라 비침습적이고, 널리 쓰이고 있다. 그러나 설진은 광원, 환자의 자세, 한의사의 상태와 같은 검사 환경에 의해 영향을 받는다. 표준화된 진단을 위한 자동 진단 시스템을 개발하기 위하여 질병의 예후를 판단할 수 있는 설태 분류 방법은 필수적이지만, 컬러의 경계가 모호하므로 설태와 설질을 구분하기는 매우 어렵다. 이 논문에서 분할된 설체 내에서 컬러를 계층적으로 분류하여 설태를 분류하는 방법을 제안한다. 또한 설태 영역을 정확하게 분할하도록 하였다. 제안된 방법은 표준화된 진단을 가능하도록 한다.

1. 서 론

설상(舌象)은 인체 내 각종 생리적, 병리적 변화를 객관적으로 반영한다고 알려져 있으므로, 한의학에서는 혀의 상태와 여러 특징들을 진단에 있어 중요한 지표자료로 활용하고 있다.[1] 혀는 점막 상피가 얇고 투명하며, 혈관과 신경이 풍부하여 변화를 명확하게 볼 수 있기 때문에 체내의 각종 변화를 반영하는 매우 분명한 표식이라 여기고 있다. 그러므로 설상은 내장의 변화를 반영하는 창문의 역할을 하여 여러 가지 변증(八綱, 六經, 三焦衛氣營血)에서도 중요한 변증지표로 삼는다. 색깔과 형태, 움직임, 설질(舌質, tongue substance)과 설태(舌苔, tongue coating) 등을 주로 보게 되며, 특히, 설태라 불리는 혀바닥에 이끼처럼 덮인 물질은 색깔, 습윤 정도, 두께, 형태와 설태가 낀 범위를 통해 사기(邪氣)의 성질과 침입한 부위, 진액이 있고 없는 것을 판별할 수 있으므로 설진에 중요한 진단요소로 이용되고 있다.

설태의 색깔에 따라 다음과 같이 분류하였는데, 백(白), 황(黃), 회(灰), 흑(黑), 혼합된 태 등이 있다. 백태는 허증(虛證), 한증(寒證), 습증(濕證), 표증(表證)과 관련 있고, 황태는 열사(熱邪: 병의 원인이 되는 뜨거운 기운)가 혀의 표면에 반영되는 상태를 나타내며 이열증(裏熱證)과 관련이 깊다. 회태와 흑태는 “열기가 극심하여 몸에 진액을 마르게 한 상태”와 “양기가 부족하고 한기가 극성한 상태”의 증과 깊은 관련이 있다.[2]

비침습적이고 간편한 진단방법임에도 불구하고, 설진은 정량화, 표준화의 문제로 인해 널리 활용되지 못하고 있다. 그 이유는 광원과 같은 진단환경의 변화가 진단결과에 많은 영향을 미치게 되며, 진단자의 경험과 지식을 바탕으로 하기 때문에 객관적이고 재현성 있는 결과를 얻기가 힘들기 때문이다. 최근에 들어 비침습적 진단방법에 대한 관심이 높아지면서 설진의 이런 문제를 해결하기 위해 다양한 연구들이 진행되고 있다.[3][4]

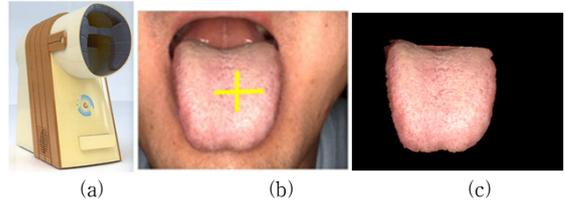
본 연구는 설진을 자동화하기 위해 획득된 혀 영상을 이용하여 효과적인 설태 분류 방법을 시스템적인 관점에서 구하는데 중점을 두었다. 다수의 피험자를 모집하여 한의사 진단을 받은 후 디지털 설진 시스템을 통해 혀 영상을 획득하였으며, 기존에 제안된 방법[5]에 의해 추출된 혀 영역을 이용하여 디지털 설진에 최적화된 설태 분할 방법을 제안하였다.

2. 본 론

2.1 안면 영상 취득 및 혀 영역 분할 과정

디지털 설진 시스템은 표준화된 광원과 디지털 카메라를 이용하여 혀 영상을 획득하여 보다 정확한 영상을 얻을 수 있게 디자인 하였다.[6] 집안부로 인해 암실을 형성할 수 있도록 설계하였고 광원을 표준화하도록 태양광과 가까운 색온도(5500K) 특성의 스트로브(strobe) 조명을 사용하였다. 그림 1(a)은 디지털 설

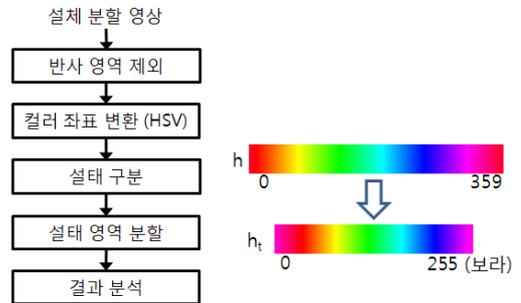
진 시스템의 구성의 예를 보여주고 있다. 이 시스템을 이용하여 혀 영역, 즉 설체 영역이 포함된 안면 영상을 수집하였다. 설진 시스템의 영상은 GUI를 이용하여 실시간으로 볼 수 있으며, 영상 취득 시 그림 1(b)와 같이 혀 부분을 십자로 표시된 영상의 중심점에 위치시키도록 하였다. 취득된 혀 영상은 RGB의 24 bit BMP 영상이며, 수집된 설체 영상은 한의학 전문의에 의해 설태가 없는 무태 영상, 백태 영상, 황태 영상, 백태와 황태가 혼합된 혼합태 영상, 무분류 영상의 5가지 영상으로 분류되었다.



<그림 1> 분할된 혀 영역

진단을 위해서는 혀를 포함한 안면 영상을 획득하여 혀 영역을 구하는 것이 필요하다. 여기에서 설질과 설태를 포함하는 혀 영역을 설체(舌體, tongue body)라고 하는데 이 부분의 영역 분할은 기존의 방법[5]을 이용하여 진행한다. 그림 1(b)와 (c)는 획득된 영상과 혀 영역으로 분할된 영상이다.

2.2 설태 영역 분류



<그림 2> 전체 구조도

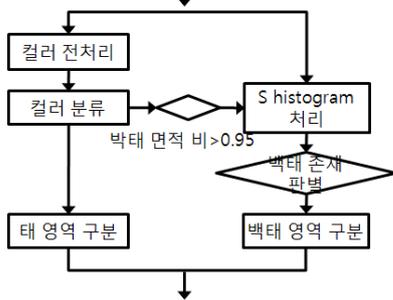
<그림 3> Hue 성분 변환

그림 1(c)와 같은 설체 분할 영상을 입력으로 받아 설태 구분 및 설태 영역을 분할하는 방법의 전체 구조는 그림 2와 같다. 먼저 반사 영역 제외는 혀 위에 침과 같은 물질에 의해 빛 반사가 일어나서 컬러가 왜곡되는 영역을 제외하는 부분에 Mask 생성하여 반사되는 영역은 설태 분류에서 제외한다. 컬러 좌표 변환은 혀의 유사한 컬러 범위를 모으기 위한 컬러 좌표 변환을 의미한다. 먼저 RGB 컬러를 HSV 컬러로 변환한 후 다음의 식 (1)을 이용하여 혀의 컬러와 유사한 색상(hue) 성분을 그림 3과 같이 모을 수 있다.

$$h_t = \begin{cases} \frac{255}{359} \times h - 220 & \text{if } h \geq 310 \\ \frac{255}{359} \times h + 35 & \text{if } h \geq 49 \end{cases} \quad (1)$$

설태 구분을 위한 부분으로 그림 4를 보면, 영상의 컬러 범위와 채도(saturation)의 범위를 넓히기 위한 전처리를 수행하고, 컬러 분류는 황태/무태/백-박태/그외태로 분류하는 색상(hue) 분류와 백-박태 부분을 박태/백태를 분류하는 채도 분류로 구성된다. 컬러 분류된 영상에서 전체 혀 영역에서 박태의 면적의 비가 일정 값 이상일 때, 백태가 있는지 판단할 필요가 있는데, 여기서는 박태 면적비가 95% 이상일 때를 구별하여 판단하도록 한다. 컬러

러 좌표 변환된 영상의 채도 값의 평균 값을 구하고, 채도의 histogram에서 그 평균 값 이상 중에 가장 큰 분포를 가지는 채도 값을 추출한 후, 어느 이상의 임계 값 이상일 때, 백태가 존재하는 것으로 판별한다. 임계 값은 80으로 하였다. 이 과정을 거쳐 박태 영역 중 백태 영역을 분류하였다.



〈그림 4〉 설태 구분 과정

설태 구분 과정을 통해 백태, 황태, 무태, 박태, 그외태로 구분하였지만, 설태 영역은 픽셀 단위로 산만하게 분포한다. 설태 영역은 주변 픽셀과 긴밀하게 연결되므로, 중심 픽셀로부터 주변과의 관계를 고려하여 집단화 하는 설태 영역 분할 과정이 필요하며, 그림 5에 묘사하였다. 먼저 영역 구분된 영상의 한 픽셀 주변의 3×3 window 내에서 황태/백태/그외태의 개수를 각각 메모리에 저장한다. 다음은 Y축 방향으로의 태 개수 기울기 및 중간 값을 비교한다. 즉, 식 (2)에 따라 조건에 일치하면 중간 값을 변환한다. 중간 값 주변의 값이 임계 값보다 크지만 중간 값이 작을 때, 기울기의 변화를 고려하여 임계 값을 변화시키고, 중간 값이 임계 값보다 크지만 주변의 값이 임계 값보다 작고 기울기 도 감소하는 방향이면 더 작은 값으로 변환한다.

$$N_k(i, j) = \begin{cases} Num, & \text{if } (N_k(i, j-1) \geq Num_c \text{ or } N_k(i, j+1) \geq Num_c) \\ & \text{and } N_k(i, j) < Num_c \\ & \text{and } \left. \frac{dN_k(i, j)}{dy} \right|_1 < 0 \text{ and } \left. \frac{dN_k(i, j)}{dy} \right|_2 > 0 \\ Num-1, & \text{if } N_k(i, j-1) < Num_c \text{ and } N_k(i, j+1) < Num_c \\ & \text{and } N_k(i, j) \geq Num_c \\ & \text{and } \left. \frac{dN_k(i, j)}{dy} \right|_1 < 0 \text{ and } \left. \frac{dN_k(i, j)}{dy} \right|_2 < 0 \end{cases} \quad (2)$$

위에서  $\left. \frac{dN_k(i, j)}{dy} \right|_1 = N_k(i, j) - N_k(i, j-1)$ ,  $\left. \frac{dN_k(i, j)}{dy} \right|_2 = N_k(i, j+1) - N_k(i, j)$  이

며, k가 0은 황태, 1은 백태, 2는 그외태를 나타내며,  $Num_c$ 는 윈도우 내의 영역을 정의하는 개수의 임계 값을 의미한다.



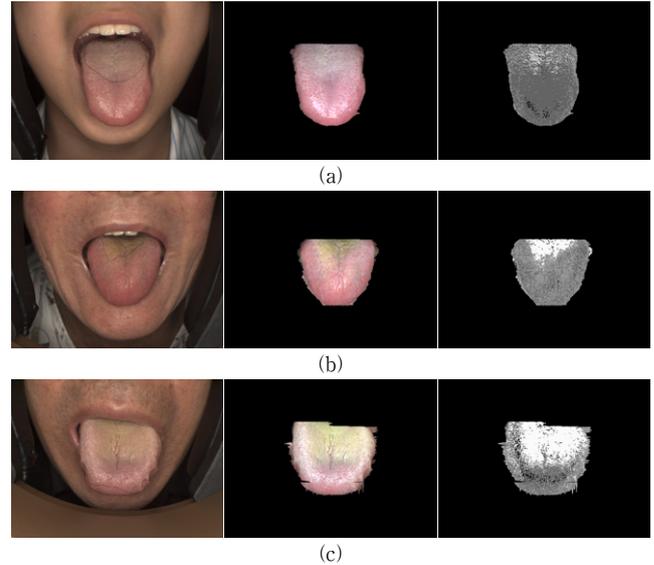
〈그림 5〉 설태 영역 분할 과정

태 개수 변환 후에 설태를 결정하기 위한 태 개수 비교 과정은 각각의 메모리에 저장되어 변환된 윈도우 내 태 개수를 비교하여 가장 개수가 많은 개수의 태를 결정한다. 위에서 현 위치에서 결정된 윈도우 내 태의 수가 주어진 값보다 적을 경우, 각각의 메모리에 저장된 윈도우 내 박태/무태 개수를 비교하여 최다수의 태가 일정한 개수 이상이면, 그 위치를 박태 또는 무태로 대체한다. 여기서 박태와 무태는 설태가 거의 없는 경우와 없는 경우를 의미하므로 설질 영역을 뜻한다.

### 2.3 실험 결과

그림 6은 혀를 포함한 안면 영상과 입력으로 들어가는 혀 영역 분할 영상과 설태를 구분하여 영역 분할한 결과를 각각 보여준다. 그림 6(a)의 왼쪽 영상의 설근 부분의 검은 선 내부는 한의사가 표시한 백태를 의미하며, 오른쪽 영상의 밝은 부분은 백태 영역을 표시한다. 그림 6(b)의 왼쪽 영상의 설근 부분의 검은 선 내부는 황태를 의미하며, 오른쪽 영상의 밝은 부분은 황태 영역을 나타낸다. 그림 6(c)의 원

쪽 영상의 검은 선 내부는 백태와 황태가 혼합되어 있는 혼합태를 의미하며, 오른쪽 영상의 백색 부분은 황태를 의미하며, 그 경계면의 회색 부분은 백태를 의미한다. 여기서 설태를 표시한 영상과 비교하였을 때, 설태 구분과 설태 영역 분할의 결과와 유사한 것을 알 수 있다.



〈그림 6〉 설태 영역 분할 결과 영상

### 3. 결 론

본 연구는 설진을 자동화하기 위해 획득된 혀 영상을 이용하여 효과적인 설태 구분 및 설태 영역 추출 방법을 구하였다. 디지털 설진 시스템을 통해 획득한 혀 영상을 기존의 영역 분할 방법으로 분할된 영역을 입력하여 설태 구분 및 설태 영역 분할을 수행하였다. 설태 구분은 황태/무태/백-박태/그외태로 분류하는 색상 분류와 백-박태 부분을 박태/백태를 분류하는 채도 분류로 구성되고, 박태의 면적의 비가 일정 값 이상일 때, 백태가 있는지 판단을 다시 수행한다. 이런 과정을 통해 백태, 황태, 무태, 박태, 그외태로 구분하였다. 설태 영역 분할에서는 한 픽셀 주변의 3×3 window 내에서 황태/백태/그외태의 개수를 각각 메모리에 저장한 후 이웃한 픽셀 간의 관계를 고려하여 태 개수 변환을 수행한 후, 태 개수를 비교하여 영역을 결정한다.

제안된 알고리즘은 한의사가 진단하고 설태를 표시한 영상과 비교하였을 때, 설태의 구분과 설태 영역 분할이 유사한 결과를 보였다. 이러한 알고리즘은 설진을 한의사의 심리 상태나 주변의 환경 영향을 받지 않는 객관적이고 표준화된 진단을 가능하도록 한다.

### [감사의 글]

본 연구는 한국한의학연구원 기관고유사업인 체질건강수준 표준개발의 지원에 의해 이루어졌습니다. 진단해주신 장은수, 유현희 선생님께 감사드립니다.

### [참 고 문 헌]

[1] C.-C. Chiu, "A novel approach based on computerized image analysis for traditional Chinese medical diagnosis of the tongue", Computer Methods and Programs in Biomedicine, 61, 77-89, 2000  
 [2] B.K. Lee, Oriental Medicine Diagnostics, Seoul, Korea: Seongbosa, 72-86, 1996  
 [3] X.-Q. Yue and Q. Liu, "Analysis of studies on pattern recognition of tongue image in traditional Chinese medicine by computer technology", J. Chin. Integr. Med., 2, 326-329, 2004  
 [4] B. Pang and D. Zhang, "Computerized tongue diagnosis based on bayesian networks", IEEE Trans. Biomedical Engineering, 51, 1803-10, 2004  
 [5] K.H. Kim, J. Lee, E. Choi, H. Ryu, J.-Y. Kim, "Extraction of Tongue Region using Graph and Geometric Information", KIEE, 56, 2051-2057, 2007  
 [6] J.G. Kim, Development of Digital Tongue Inspection System, Korea, Kyunghee Univ., 2005