

혀 영역에서 컬러 정보 분할을 위한 방법

김근호¹, 도준형¹, 김종열¹
¹한국한의학연구원

The Separation Method using Color Information for Tongue Diagnosis

Keun Ho Kim¹, Jun-Hyung Do¹, Jong Yeol Kim¹
¹Korea Institute of Oriental Medicine

Abstract - 한의학에서 혀는 장부의 건강 상태를 표면적으로 보여주는 중요한 요소 중의 하나이다. 특히 장부가 혀의 영역에 연결이 되어 각 장부의 특성을 파악하는데 매우 요긴하게 사용되고 있다. 이 연구에서는 비침습적으로 카메라와 조명 장치를 이용한 설진기를 이용하여 객관적으로 혀 영역을 촬영하고 진단을 위한 혀 영역의 객관적인 지표를 자동으로 찾는 방법을 개발하는 것을 목표로 한다. 이를 위해서 가장 중요한 일은 혀의 컬러 요소를 파악하여 정확한 위치를 찾아내는 것이다. 컬러를 색상, 채도, 명암으로 분해하고 지역 영역의 히스토그램을 분석하여 분할 임계값을 선택, 전체 영역을 분할한다. 결론적으로 이 방법은 설태가 있는 영역을 찾아내고 설태의 종류를 구분하는 방법을 제안하였다.

1. 서 론

한의학에서는 건강진단 또는 인체 장기의 질병 유무를 판단하기 위하여 설진을 사용하였다. 설진은 혀의 상태와 여러 특징들을 조사하여 중요하고 분명한 지표를 얻을 수 있다. 특히 설상(舌象)은 내부 기관의 임상 병리적인 변화를 반영하는 역할을 하여 팔강(八綱), 육경(六經), 삼초 위기영혈(三焦 衛氣營血)과 같은 여러 가지 변증에서도 중요한 지표로 사용된다. 설질(舌質, tongue body)과 설태(舌苔, tongue fur)의 색깔과 설체(舌體)의 형태, 움직임 등을 주로 보며, 특히, 설태라 불리는 혀의 표면에 이끼처럼 덮인 물질은 색깔, 두께, 형태와 분포 범위, 습윤 정도를 통해 사기(邪氣)의 특성과 침입한 부위, 진액의 유무를 분석 및 판단할 수 있으므로 중요한 설진의 진단요소로 이용되고 있다.

설태의 색깔은 흔히 백(白), 황(黃), 회(灰), 흑(黑)으로 구분하며 다른 색깔의 설태가 혼합된 경우도 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 반영하는 상태를 나타내며 이열증(裏熱證)과 관련이 깊다. 회태와 흑태는 “열기가 극심하여 몸에 진액을 마르게 한 상태”와 “양기가 부족하고 한기가 극성한 상태”를 반영하는 두 가지의 증(證)과 깊은 관련이 있다.¹⁾

위와 같은 설진은 한의사가 환자의 혀를 눈으로 관찰하여 판단하였는데 이것은 주변 환경과 한의사의 컨디션 등에 영향을 받을 수 있다. 이러한 영향을 최소화하려면 정량적인 데이터를 활용하여 진단을 결정하도록 하는 것이 필요하다. 이를 위하여 디지털 카메라와 조명 장치를 이용한 설진기가 제안되었고, 취득된 영상을 영상 처리하여 필요한 정보를 얻는 것이 중요하다는 생각이 대두되어 가시광선을 촬영하는 설진기 뿐만 아니라 적외선 및 자외선을 촬영하는 설진 장치 및 알고리즘도 제안되어 왔다.²⁻⁵⁾

이 연구에서는 설진기에서 취득된 영상에서 미리 혀 영역을 추출 입력하여 주어진 혀 영역에서 컬러 특성을 분석하여 설질 및 설태 분리 및 설태의 구분을 할 수 있는 방법을 제시하였다.

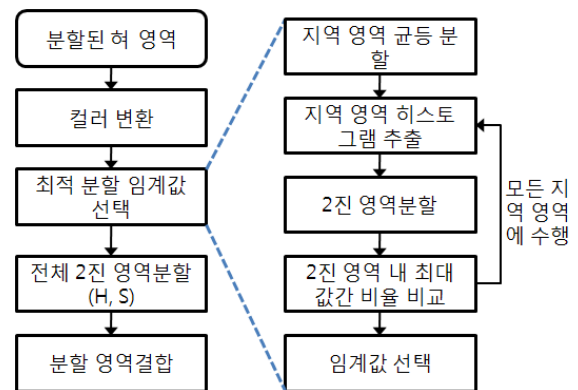
2. 본 론

2.1 설진 데이터 취득

설진기 구조는 빛의 영향을 최소화한 공간에 조명과 디지털 영상신호의 취득이 가능한 카메라와 컬러 교정을 위한 기준 컬러값을 제공하는 컬러 차트로 구성된다. 그리고 이와 같은 하드웨어와 인터페이스가 가능한 소프트웨어로 구성되는데 카메라의 컬러 입력의 변화를 시켜줄 수 있는 함수와 취득된 영상으로부터 혀의 영역 분할 및 설태를 분류하는 소프트웨어로 구성되어 있다. 이러한 설진기는 인체공학적으로 뺨 주변과 밀착할 수 있도록 디자인되었다.

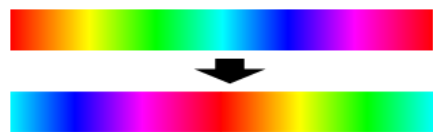
피험자는 음식물을 섭취하지 않은 상태에서 혀의 안쪽 뿌리까지 촬영할 수 있도록 앞으로 최대한 내밀도록 하였다. 촬영된 영상은 RGB 24 bit bitmap 영상으로 저장되었고, 혀의 변화에 민감한 위장관 질환 사항, 연령 및 성별도 저장되었다.

2.2 컬러 정보 분할 방법



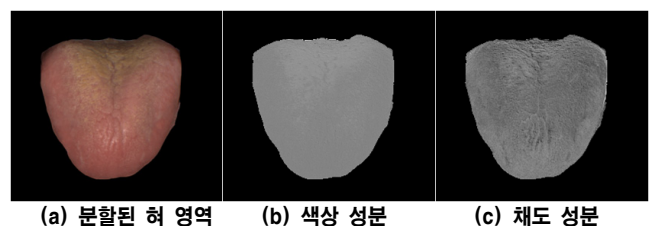
〈그림 1〉 컬러 정보 분할 방법 전체 구조

제안된 컬러 정보 분할 방법의 전체 구조도는 그림 1에 나타나있다. 먼저 분할된 혀 영역을 입력받고 RGB의 컬러 영상을 HSV 영상으로 “컬러 변환”한다.⁶⁾ 이때 H의 색상값은 [0, 360) 사이의 값을 가지는데 설질과 설태가 주로 가지는 값은 적색 근처이므로 혀 영역 내 H값의 연속성을 유지하기 위하여 그림 2와 같이 H값의 순서를 변환하는데 적용되는 수식은 (1)과 같다. 범위를 정규화하고 디지털 영상처리를 하기 위하여 [0, 255] 사이의 이산적인 값을 부여하였고, 그에 따른 예시는 그림 3과 같다. H값은 황태와 같은 색상의 변화를 구분하는데 유용하며, S값은 채도값으로 백태를 구분하는데 매우 유용하다. 특히 황태와 백태는 발견되는 대다수의 설태에 해당한다.



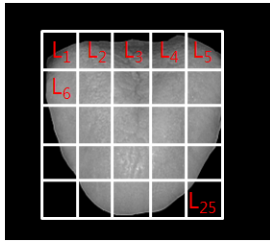
〈그림 2〉 색상 순서 변환

$$h_r(x, y) = \begin{cases} \frac{255}{359}(h(x, y) - 180) & \text{if } h(x, y) \geq 180 \\ \frac{255}{359}(h(x, y) + 180) & \text{if } h(x, y) < 180 \end{cases} \quad (1)$$

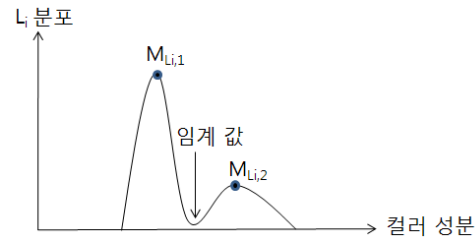


〈그림 3〉 컬러 변환 예시

0에서 255로 정규화된 혀 영역은 V(명도)값이 존재하는 X축과 Y축의 최소 최대값을 각각 찾고, 그 사이의 범위를 각각 5 등분 분할한 후, (그림 4a) 그 영역의 "지역 영역 히스토그램 추출을 H와 S에 대해 각각 수행한다. 구해진 지역 히스토그램의 분포를 이용하여 "2진 영역분할"을 수행하는데 Otsu method⁷⁾을 수행한다. 이때 구해진 2진의 경계인 임계값보다 작은 구간과 큰 구간에서의 최대 분포인 $M_{Li,1}$ 과 $M_{Li,2}$ 를 찾는다. (그림 4b)



(a) 지역 영역 균등 분할: 명도 성분 (5×5)



(b) 지역 영역의 히스토그램을 이용하여 임계값 선택

<그림 4> 지역 영역 및 2진 분할 임계값 예시

$M_{Li,1}$ 과 $M_{Li,2}$ 중에서 작은 값을 분모로 놓아 (2)의 비율(r_{Li})이 항상 1보다 크거나 같은 값이 나오도록 하였다. 이 비율을 모든 지역과 비교하여 최소 비율을 가지는 지역의 임계값을 추출하는 "2진 영역 내 최대값과 비율 비교"를 H와 S값에 대해 각각 수행한다. 최소의 비율을 구하여 설정과 선택과 같이 컬러가 가장 명확히 구별되는 영역 내에서 임계값을 추출하기 위함이다. 즉, 컬러 정보가 가장 풍성한 지역, 즉 컬러 분포가 서로 비슷한 영역을 찾아내기 위함이다. 여기서 (2)의 식은 H와 S에 각각 적용되어 각각의 임계값을 구하게 된다.

이러한 각각의 최적 분할 임계값을 이용하여 H와 S의 전체 영역에 대해서 "전체 2진 영역분할"을 수행하면, H와 S의 영역분할 결과를 얻는다.

$$r_{Li} = \frac{M_{Li,1} \geq M_{Li,2} ? = M_{Li,1} : M_{Li,2}}{M_{Li,1} < M_{Li,2} ? = M_{Li,2} : M_{Li,1}} \quad (2)$$

구해진 H와 S의 영역 분할된 결과를 하나의 지도상에 보여주기 위하여 H의 임계값 이상의 색상 편차만 발생한 영역과 S의 임계값 이하의 채도 편차가 발생한 백태가 될 가능성이 큰 영역과 두 가지가 동시에 발생하는 영역으로 3가지로 표시하였다. 이 표시 과정을 "분할 영역결합"이라고 한다.

2.3 실험결과

취득된 영상 데이터 중에서 한의 전문가가 크게 백태와 황태로 영상을 분류하였고, 분류된 영상을 혀 영역분할 후, 컬러 분할 방법의 입력으로 하여 그림 5와 같은 결과를 얻어내었다. 그림 5는 입력 영상인 분할된 혀 영역과 분할 영역결합된 결과 영상이 서로 쌍을 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 그림 5a의 백태로 분류된 영상의 주요 분할 영역을 이루는 gray level 150의 값은 채도 영역의 비중이 높은 값으로 백태 영역의 가능성이 큰 영역을 의미하며, 그림 5b의 황태로 분류된 영상의 주요 값인 255의 값은 색상의 비중이 큰 값을 의미한다. 즉, 설질의 적색과 황태이 함께 분포함을 말하고 있다. 그림 5a와 5b의 영상에서 200의 값은 채도와 명도의 비중이 함께 존재함을 의미한다.

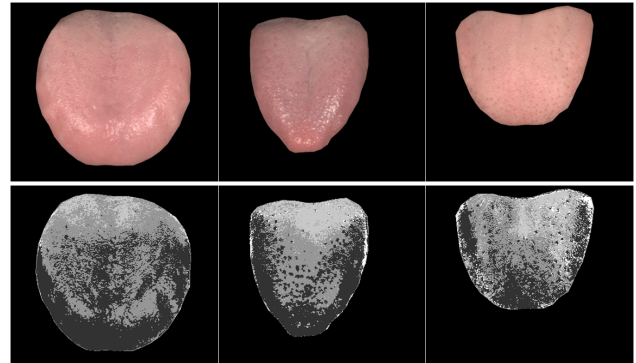
3. 결 론

이 연구에서는 혀의 컬러 요소를 파악하고 위치를 찾아내고 컬러 요소를 분류하는 방법을 제안하였다. 먼저 컬러를 색상, 채도, 명도로 분해하고 지역 영역의 히스토그램을 이용하여 컬러의 분포를 나누어 2진 영역으로 분할하였다. 분할되는 지역 영역의 컬러 분포가 서로 비슷한 영역을 찾고 그 영역의 임계값을 전체 영상의 임계값으로 적용하였다. 결론적으로 이 방법은 선택이 있는 영역을 찾아내고 선택의 종류를 구분하는 방법을 제안하였다. 특히 컬러는 주변 상황이나 조명과 물체와의

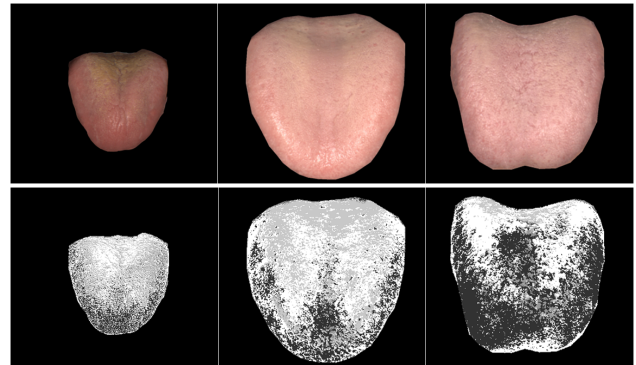
방향성, 조명 장치의 수명과 같은 여러 가지 종류의 문제에 따라 달라지기 때문에 이러한 문제를 최소화하려면 데이터를 통계적으로 분석하여 판별함수를 추출하는 것보다 영상 내부의 상대적인 기준을 이용하여 분류하는 것이 주변 영향에 강한 방법으로 생각된다.

주어진 실험결과를 관찰했을 때, 그림 5a에서는 채도의 변화가 있고, 그림 5b에서는 색상의 변화가 있음을 의미한다. 즉 채도의 비중이 높음에 백태가 존재함을 유추할 수 있고, 색상의 비중이 높음에 따라 황태가 존재함을 유추 가능하였다. 또한 입력 영상의 선택 부분과도 일치함을 관찰할 수 있었다.

이 연구에서는 선택 중 백태와 황태 영역분할 및 분류에 국한되어 있는데 색상 및 채도, 명도 범위의 세분화의 연구가 이루어진다면 회태, 흑태 뿐 아니라 설질의 분류에도 적용될 수 있을 것으로 생각한다. 이 제안된 방법의 완성도를 높인다면 비침습적 u-Healthcare 진단기에 활용하여 국민의 건강 증진에 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

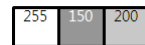


(a) 백태로 분류된 영상



(b) 황태로 분류된 영상

<그림 5> 분할 영상



감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 기관고유사업 중 체질건강지수 정량화를 위한 측정표준개발의 지원에 의해 이루어진 것임

[참 고 문 헌]

- [1] 이봉교, 박영배, 김태희, 한방진단학, 서울:성보사, 72-86, 1996
- [2] 김기왕, "오늘날의 한방의료기기와 u-헬스케어의 미래", 체질의학 국제 심포지엄, 185-202, 2009
- [3] 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
- [4] B. Pang, 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", The Trans. of the KIEE D, 56, 2051-57, 2007
- [6] Color Conversion Formulas, <http://www.easycrgb.com/math.html>
- [7] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histogram", IEEE Trans. Systems Man, and Cybernetics, 9, 62-66, 1979