

다차원 컬러벡터를 이용한 설태 분류 - 백태, 황태

이 전, 최은지, 유현희, 이해정, 이유정, 김종열
한국한의학연구원 의료연구부

A study on classification of tongue coating using multi-dimensional color vectors

J. Lee, E.J. Choi, H.H.Ryu, H.J.Lee, Y.J.Lee, J.Y. Kim
Department of Medical Research, Korea Institute of Oriental Medicine

Abstract - 한의학에서 혀는 인체 내 생리, 병리적 변화를 반영하여 진단에 있어 중요한 지표자료로 사용하고 있다. 하지만 설진은 진단환경에 의한 영향을 많이 받게 되어 객관적이고 정량화된 결과를 얻기 힘들며, 그로 인해 한의사의 진단에 대한 신뢰성도 낮아 널리 활용되지 못하고 있다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 제한된 측정환경을 제공하여 디지털 설진 시스템을 통해 한의사로부터 황태라 진단받은 48명과 백태라 진단받은 14명의 설 영상을 획득하고, 설태의 컬러벡터값을 구하여 백태와 황태를 구분하는데 유의한 변수를 도출하였으며, 이를 이용하여 한의사의 설태 진단과 일치율이 높은 판별함수를 도출하였다. 이와 같은 연구방법은 백태, 황태 뿐 아니라 회태나 흑태 또는 후태나 박태를 구분하는 데에도 유용하게 쓰일 수 있을 것이며 앞으로 한의사의 설진 과정을 객관화, 과학화하는 과정에 기여할 수 있을 것이다.

1. 서 론

한의학에서 혀는 인체의 생리, 병리 상태를 반영하는 기관으로서 다른 인체 기관과 관련된 여러 생리기능을 가지고 있으며 특히 설상(舌象)은 인체 내 각종 생리적, 병리적 변화를 객관적으로 반영한다고 얘기하고 있다. 때문에, 한의학에서는 혀의 상태와 여러 특징들을 진단에 있어 중요한 지표자료로 활용하고 있다.[1]

혀를 진단할 때는 주로 진단자의 시각 정보에 근거하게 되는데, 혀의 색깔과 형태, 움직임, 설결과 설태 등을 주로 보게 되며, 특히, 설태라 불리는 혀바닥에 이끼처럼 덮인 물질은 그것의 색깔, 습윤 정도, 두께, 형태와 설태가 긴 범위 등을 통해 사기의 성결과 침입한 부위, 진액이 있고 없는 것을 가려볼 수 있다고 하여 설진에 중요한 진단요소로 이용되고 있다.

하지만 비침습적이고 간편한 진단방법임에도 불구하고 설진은 정량화, 표준화의 문제로 인해 널리 활용되지 못하고 있다. 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.[2]

본 연구에서 이용된 디지털 설진 시스템 역시 이러한 연구의 일환으로 제작된 것이다. 진단 환경에 의한 영향을 최소화하기 위해 제한된 환경속에서 디지털 카메라를 이용하여 설 영상을 획득하게 되며, 측정결과로 색상 보정된 영상을 획득하게 되고, 진단에 필요한 혀 부분만을 검출할 수 있도록 만들어졌다.[3] 하지만 아직 한의사의 진단방법을 구현하여 분석결과를 얻는 방법에 대해서는 연구가 미흡한 실정이다.

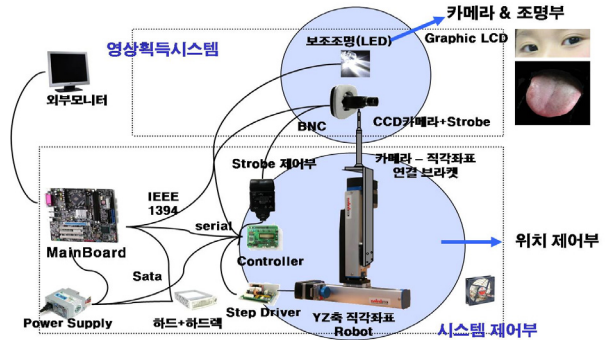
본 연구는 설진의 진단표준을 만들기 위한 기본 연구로서 획득된 혀 영상을 이용하여 효과적인 태 구분 방법을 알아보는데 중점을 두었다. 다수의 피험자를 모집하여 한의사 진단을 받은 후 디지털 설진 시스템을 통해 혀 영상을 획득하였다. 그 중 백태, 황태라 진단받은 62명의 피험자의 혀 영상을 이용하여 다양한 컬러벡터값을 계산해보았으며 백태와 황태를 구분하는데 있어 통계적으로 유의한 차이를 보이는 변수를 찾아보았다. 나아가 태 분류에 유의한 변수를 이용하여 백태와 황태를 분류할 수 있는 판별함수를 도출하고 함수의 판별 예측력도 확인해보았다.

2. 본 론

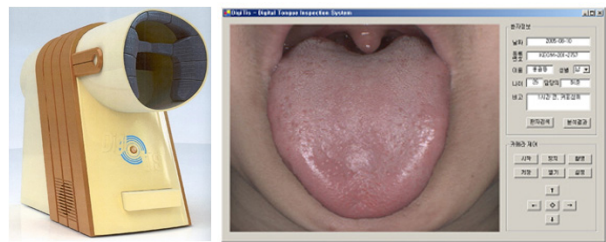
2.1 디지털 설진 시스템

객관화, 정량화된 설 영상을 얻기 위해서는 환경적인 영향을 최소화하는 것이 중요하다. 개발된 디지털 설진 시스템은 이를 위해 표준화된 광원과 디지털 카메라를 이용하여 설 영상을 획득하고 색상보정을 통해 보다 정확한 영상을 얻을 수 있게 디자인 하였다.[4]

디지털 설진 시스템의 하드웨어는 크게 외관부, 영상획득부, 조명부, 위치제어부, 컨트롤러로 나눌 수 있다. 외관부는 영상획득시 움직임을 최소화할 수 있게 환자와 직접 닿는 접안부를 안정적으로 고정할 수 있으며, 접안부에 고정이 되었을 때 효과적으로 암실을 형성할 수 있도록 인체 공학적으로 설계하였다. 광원을 표준화하기 위해 태양광과 가까운 색온도(5500K) 특성을 가진 스트로브(Strobe) 조명을 사용하였으며, 비교적 저렴하고 개발용 라이브러리가 제공되는 고감도, 고해상의 카메라를 사용하여 양질의 혀 영상을 얻을 수 있게 하였다. 위치제어부는 설상에 따른 영상왜곡 문제를 해결하기 위해 카메라의 위치를 제어할 수 있도록 Y-Z축 직각좌표로봇을 사용하였으며 컨트롤러를 이용하여 상하 및 좌우로 구동될 수 있다. 컨트롤러는 ATmega128을 사용하였고 시리얼 통신을 통해 UI(User Interface) 프로그램과 통신이 가능하도록 하였다. 디지털 설진 시스템의 전체 하드웨어 구성도는 <그림 1>에서 볼 수 있다. UI 프로그램에서는 환자 정보를 입력하고, 혀의 위치를 잡을 수 있도록 손쉽게 카메라를 움직일 수 있게 제작되었으며, 소프트웨어적으로 실제 색상과 유사하도록 영상의 색상을 보정하고 진단에 필요한 혀 부분을 효과적으로 검출할 수 있는 알고리즘을 구현하여 보정된 영상을 얻을 수 있게 하였다.[5]



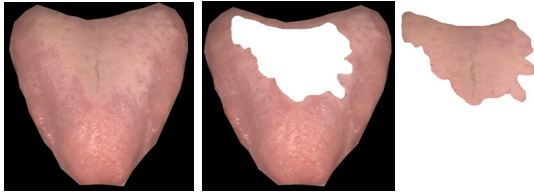
<그림 1> 디지털 설진 시스템의 전체 하드웨어 구성도



<그림 2> 디지털 설진 시스템의 외관과 영상획득 프로그램

2.2 실험방법

다수의 피험자를 모집하여 임상 경험 5년 이상의 한의사로부터 진단을 받게 하고, 디지털 설진 시스템을 통하여 설 영상을 획득하였다. 그 중 한의사로부터 황태(48명)와 백태(14명)라 진단받은 62명의 피험자를 대상으로 하여 설진 시스템으로 측정된 설 영상의 분석을 진행하였다. <그림 1>과 같이 획득된 영상에서 혀 부분만을 추출한 후, 한의사가 직접 설태와 설결을 분류하였으며, 설태의 차이를 잘 표현할 수 있는 값을 찾기 위해 분리된 설태 영역의 다양한 컬러벡터값을 계산하였다,



〈그림 1〉 한의사에 의한 설태와 설질 분류의 예

MATLAB을 이용하여 설태 영상으로부터 RGB값을 구했으며, 얻어낸 RGB값으로 컬러벡터 변환식을 이용하여 HSV, XYZ, xyY, CIE L*a*b, CIE L*u*v 값을 구하였다. 변환시 Observer는 2° Illuminant는 D65를 기준으로 하였다. 이렇게 구한 18개의 컬러벡터 값으로 통계기법을 통해 태 분류에 유의한 변수를 찾고 판별식 도출하였다.

분석에 이용한 판별분석은 다변량 통계기법 중의 하나로 범주형의 집단변수(종속변수)를 설명해 줄 수 있는 중간척도나 비유척도의 판별변수(독립변수)를 찾아 이들의 선형결합에 의해 판별함수를 도출하고 분류하고자 하는 각 대상의 특성을 대입하여 각 대상들이 속하는 집단을 찾아내는 방법이다. 이를 이용하여 백태와 황태간에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 보고 그 차이를 설명할 수 있는 변수를 발견한 후 유의한 판별함수를 토대로 어느 그룹으로 분류할 것인가를 예측해 보았다. 또, 각 대상들 간의 소수 그룹을 파악해주는 판별식을 발견하고, 백태와 황태 판별을 위해 어떤 독립변수들이 가장 높은 기여를 하는지 알아보고 판별 예측력을 확인해 보았다.

통계분석에는 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였으며, 분석과정에서는 Wilks' Lamda를 가장 적게 하는 변인으로부터 투입하는 stepwise법을 사용하여 실시하였고, 모든 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

Wilks' Lamda값은 집단 내 분산/(집단 내 분산 + 집단 간 분산)의 비율로서 0에서 1사이의 값을 가지며, 집단 간 분산이 집단 내 분산에 비하여 상대적으로 커질수록, 즉 집단 간 차이가 클수록 이 값이 작아진다. 그러므로 Wilks' Lamda값이 0에 가까울수록 판별식의 집단 간 판별력이 높은 것을 의미한다.

2.3 실험결과

18개의 변수 중, 다중공선성을 고려하여 상관계수가 0.8 이상의 강한 상관관계가 나타난 변수를 제외하고 나머지 5개의 변수인 RGB_R, HSV_H, HSV_S, LAB_B, LUV_U를 이용하여 판별분석을 하였다.

본 연구에서 사용된 예측변수들은 정규성 가정이 충족되었으며 그룹간의 공분산 비교는 Box's M test를 통해 p=0.908로 유의수준 0.05이상으로 나타나 각 집단의 분산이 동일해야 한다는 가정이 충족되었다. 또한 예측변수들 간에 r<0.8 수준의 상관관계를 보여 다중공선성(multicollinearity)의 가정을 위배하지 않아 판별분석을 실시하였다. 단계적(stepwise) 판별분석 방법을 적용한 결과 5개의 변수 중 2개의 변수가 백태와 황태를 판별하는데 최적인 것을 확인하였으며 집단간 판별함수에 대한 모형 적합도는 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 Canonical discriminant function 한의사 진단에 의한 판별함수의 모형 적합도

함수	Wilks' Lamda	정준상관(R)	χ^2	df	P
1	0.234	0.875	85.649	2	0.000

추출된 판별함수는 전체 변량의 87.5%를 설명하고 있으며, Wilks' Lamda는 0.234로 집단간 유의한 차이를 나타냈다. (85.645, p=0.000) 각 독립변수의 상대적 중요도를 나타내는 표준화된 판별계수는 RGB_R은 -0.391, HSV_H는 1.005로 HSV_H가 설명력이 가장 높음을 알 수 있었다. 집단 간 판별함수의 계수는 <표 2>와 같으며, 집단별 분류함수 계수에 의해 분류된 결과와 한의사 진단과의 일치율은 <표 3>, <표 4>와 같으며 전체적으로 98.4%의 예측율을 보였다.

〈표 2〉 Fisher's linear discriminant functions 피셔의 선형 분류 함수

	태 분류	
	백태	황태
RGB_R	0.922	0.806
HSV_H	293.695	1203.500
(상수)	-92.357	-97.759

〈표 3〉 판별

분포도	표준 판별 함수 1	표준 판별 함수 1
	태 분류 = 백태	태 분류 = 황태
중심점	-0.96	3.29

〈표 4〉 모형예측의 정확성

한의사 진단	예측된 결과		전체
	백태	황태	
백태	48(100%)	0(0%)	48
황태	1(7.14%)	13(92.86%)	14

3. 결 론

본 논문에서는 설진의 진단 기준을 만들기 위한 선행연구로서 황태와 백태를 정량적으로 분류할 수 있는 방법에 대해 알아보았다.

이를 위해 먼저, 기존에 개발된 디지털 설진 시스템의 표준화된 측정 환경에서 설 영상을 획득하고, 임상경험이 풍부한 한의사의 도움을 받아 측정된 설 영상에서 설태와 설질 영역을 구분하였다. 프로그램을 이용하여 분리된 설태 영역의 RGB값을 구하였으며, 구해진 RGB값을 이용해 다양한 컬러벡터 영역의 값을 계산하고, 통계기법을 이용해 이들 중 백태와 황태를 구별하는데 유의한 변수를 구하였다.

그 결과 RGB의 R값과 HSV의 H값, 2개의 변수가 백태와 황태를 판별하는데 최적인 것을 알 수 있었으며 상대적 중요도를 나타내는 표준화된 판별계수를 구해봤을 때, 둘 중에서도 H값의 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다. 두 변수를 이용해 황태, 백태를 구분할 수 있는 판별함수를 도출하고 집단별 분류함수 계수에 의해 분류된 결과와 한의사 진단과의 일치율을 확인해 본 결과, 98.4%로 높은 일치율을 나타내었다.

본 연구에서는 객관적이고 정량적으로 획득한 설진 데이터를 이용하여 백태와 황태를 효과적으로 구분할 수 있는 분석방법을 연구하였고, 연구 결과를 통해 한의사의 눈으로만 이뤄지던 설태의 구분을 컬러벡터값을 이용하여 정량적으로 구분하였다. 본 연구를 통해 설진의 객관화, 표준화의 문제를 해결할 수 있는 가능성을 볼 수 있었으며, 백태, 황태 이외에도 회태나 흑태, 후태나 박태 등 다양한 설태의 구별에도 이용할 수 있으리라 기대된다. 또한, 설진에서 과제로 남아있는 설태와 설질의 효과적 구분방법과 관련된 연구에도 응용할 수 있어 객관적이고 정량적인 설진기의 개발에 기여할 수 있을 것이다.

[감사의 글]

본 연구는 산업자원부 차세대 기술개발사업(과제번호 : 10028438)과 한의학연구원 기관과유사업인 한방진단 표준개발의 지원에 의해 이루어진 것임.

[참고 문헌]

- [1] Chuang-Chien 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] 岳小强, 劉慶, "中医舌象计算机识别研究的现状分析", 中西医结合学报, 2권 제 5호, 326-329, 2004
- [3] Jia Wu, Yonghong Zhang, Jing Bai, Fellow, "Tongue Area Extraction in Tongue Diagnosis of Traditional Chinese Medicine", Engineering in Medicine and Biology, 권호, 4955-4957, 2005
- [4] 김재균, "디지털 설진 시스템의 개발", 경희대학교 학사학위논문, 2005
- [5] 어윤해, "디지털 설진 시스템을 위한 설 검출과 분류", 경희대학교 석사학위논문, 2006