

안면진단을 위한 색상 보정 및 안면 검출 알고리즘 연구

최은지<sup>\*,\*\*</sup>, 김근호<sup>\*</sup>, 김종열<sup>\*</sup>

한국한의학연구원<sup>\*</sup>, 한국과학기술연합대학원대학교<sup>\*\*</sup>

A study on the color adjustment and face detect algorithm for face diagnosis in Oriental medicine

Eun-Ji Choi<sup>\*,\*\*</sup>, Keun Ho Kim<sup>\*</sup>, Jong-Yeol Kim<sup>\*</sup>

Korea Institute of Oriental Medicine<sup>\*</sup>, Korea University of Science and Technology<sup>\*\*</sup>

**Abstract** - 한의학에서 안면은 인체 내부의 생리적, 병리적 변화를 반영하는 중요한 기관으로 망진을 통해 얻은 안면으로부터의 정보는 진단의 주요 요소로 이용되고 있다. 하지만 안면 진단의 편리함과 비침습적인 특성 및 결과의 효율성에도 불구하고 진단의 객관화, 표준화 문제로 인해 널리 사용되지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 안면 진단의 정량화, 과학화 연구의 일환으로서, 표준화 된 안면 영상을 획득하고 주변 환경 및 광원의 영향을 최소화 할 수 있는 색상 보정 알고리즘을 제안한다. 또한, 보정된 영상을 이용하여 진단에 필요한 안면 영역을 추출하고 영역을 분할하여 각 분할된 안면 영역별 컬러 특징 및 변화 정도를 수치적으로 확인할 수 있는 알고리즘을 함께 제안하고 있다. 이는 자동화 된 안면 진단 시스템을 만들기 위한 선행연구로서의 의미를 가지며, 객관적이고 표준화된 안면 진단을 가능하게 할 것이다.

태로 3872×2592의 해상도를 가지며, 분석에 걸리는 시간을 줄이기 위해 bicubic interpolation 방법을 이용하여 가로, 세로를 1/2씩 축소한 1936×1296 크기의 영상으로 부 표본화하였다. <그림 1>은 컬러차트와 SOP에 따라 촬영한 영상의 예를 보여준다.



<그림 1> 컬러차트와 측정 SOP에 따라 촬영한 영상의 예

1. 서 론

안면은 인체에서 가장 눈에 띄는 부위일 뿐만 아니라 가장 손쉽게 살펴볼 수 있는 부위이다. 때문에, 우리는 이로부터 사람의 감정 상태나 건강상태 등 많은 정보를 얻고 있으며 이렇게 안면으로부터 얻어진 정보는 공학, 심리학, 의학 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.[1] 한의학에서도 안면은 인체 내부의 생리적, 병리적 변화를 반영하는 중요한 기관으로 여겨지며 망진을 통해 얻은 안면으로부터의 정보는 진단의 주요 요소로 이용되고 있다.[2]

한의학적으로 안면부는 경맥이 풍부하고 기혈이 충성하며 피부가 여리고 얇아 색변화가 밖으로 쉽게 드러나는 곳이기 때문에 장부기혈의 성쇠나 사기와 기혈문의 난동이 모두 반영되는 중요한 기관이라고 하였다.[3] 진단 시에는 주로 안면 부위별 색과 광택, 형태 등을 주요 요소로 관찰하게 되며, 특별한 도구 없이 한의사의 시각을 이용하기 때문에 비침습적이고 편리한 진단을 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.[4] 하지만, 이러한 장점에도 불구하고 안면 진단은 정량화, 표준화의 문제로 인해 널리 활용되지 못하고 있다. 진단자의 시각에 의존하여 개인의 경험과 지식을 바탕으로 판단하게 되므로 진단의 객관성이 떨어지고, 조명과 같은 진단환경의 변화가 결과에 큰 영향을 줄 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 단점을 극복하고 객관화, 정량화된 안면 진단을 가능하도록 하기 위한 선행연구로서 표준화된 안면 영상을 획득하는 방법, 표준 컬러차트를 이용한 색상보정 알고리즘 및 안면 탐색 및 분할을 통해 부위별 컬러값을 얻을 수 있는 알고리즘을 제안하고 있다.

2. 본 론

2.1 안면 영상 획득

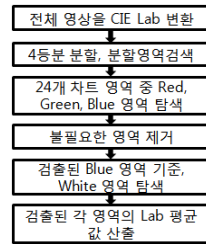
안면 진단을 위해서는 표준화된 얼굴의 정면 영상을 획득해야 한다. 이를 위해 영상 획득 시 언제, 어디서나, 누가 획득하든지 동일한 결과를 얻을 수 있도록 측정 SOP(Standard Operating Procedure)를 마련하여 결과의 일관성을 높이도록 한다. 여기서 SOP는 규정화된 획득방법과 획득 시 주의할 내용을 의미한다. 특히, 영상 획득 시 땀이나 기타 분비물의 영향을 줄이기 위해 세안 후 스킨을 바르고 5분 후 측정하며, 대상자는 헤어밴드를 이용하여 이마발치선과 귀가 잘 드러나도록 하며, 긴 머리의 경우 뒤로 묶어 얼굴 윤곽이 모두 드러나도록 하여야 한다.

표준 컬러차트는 GretagMagbeth사에서 제작한 mini color checker를 이용한다. 컬러차트의 위치는 정면에서 봤을 경우 전체 화면을 4등분했을 때, 오른쪽 상단 내에 배치되도록 하고, 측면에서 봤을 경우 얼굴의 뺨 부분과 같은 위치가 되도록 조정한다. 카메라와 컬러차트는 지면과 수평을 유지하도록 수평계를 이용하여 조정하며, 흰색 배경을 사용하고, 촬영 시 영상의 중앙에 안면이 포함되도록 하여 촬영한다. 촬영장비는 최소 500만화소 이상의 자동 카메라를 권장하는데 본 연구에서는 Nikon에서 제작한 1000만 화소 이상의 D200모델을 사용하였으며 시그마의 30mm, F1.4 렌즈를 이용하였다. 촬영 결과 영상은 RGB 24bits bmp 형

2.2 색상 보정 알고리즘

표준 컬러차트는 총 24가지의 컬러로 구성되어 있으며 각 컬러에 대한 sRGB, CIE Lab 값을 제공하고 있다. 본 연구에서는 이 중, 디지털 컬러표현에 기본적으로 사용되는 red, green, blue 영역과 밝기를 나타내주는 white 영역 값을 컬러보정에 이용하였으며, 국제 규격화 된 CIE Lab 색체계를 기준으로 사용하였다.

2.2.1 차트 영역 검색



<그림 2> 차트 영역 검색 전체 과정

$$\begin{aligned}
 R(x,y) &= \begin{cases} 1, & \text{if } 40 < a < 65, 20 < b < 45 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\
 G(x,y) &= \begin{cases} 1, & \text{if } -65 < a < -40, 20 < b < 45 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\
 B(x,y) &= \begin{cases} 1, & \text{if } 25 < a < 45, -75 < b < -45 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\
 W(x,y) &= \begin{cases} 1, & \text{if } 70 < l < 100, -10 < a < 10, -20 < b < 10 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{1}$$

색상 보정을 하기 위해서는 24개의 차트 영역 중 보정에 사용할 red(R), green(G), blue(B), white(W)로 정의되어진 4개의 영역을 먼저 찾아야 한다. 각 영역은 <그림 1>의 차트에서 13, 14, 15, 19번 영역을 말한다. 차트 영역 검색 과정은 <그림 2>와 같다. 먼저, RGB로 표현된 영상의 값을 CIE Lab 색체계의 값으로 변환[5]하고, 영상을 4등분한 후 SOP에 의해 오른쪽 상단으로 고정된 차트 위치를 기준으로 해당 영역에서 검색을 시작한다. 컬러 위치는 해당 차트 영역의 값을 실험적으로 검토하여 정한 threshold값을 기준으로 탐색한다. 식 (1)은 정해진 threshold값을 기준으로 각 영역을 분류하는 식을 나타낸다. R, G, B, W 영역에 해당하는 픽셀을 각각 R(x,y), G(x,y), B(x,y), W(x,y)로 나타내었으며 밝기값에 큰 영향을 받지 않는 R, G, B영역은 a, b값을 기준으로 밝기 값의 변화에 민감한 W값은 이를 포함한 l, a, b값을 기준으로 threshold값을 지정하였다. 촬영 시 배경을 흰색으로 하기 때문에 white 영역을 먼저 탐색할 경우 넓은 범위의 배경을 포함하게 되므로 R, G, B 영역을 먼저 찾은 후, 차트의 구조적 특징을 이용하여 불필요한 영역을 제거하고 W값을 찾는다. 4개의 영역이 모두 찾아지면 각 영역의 l, a, b값의 평균을 구하여 보정할 영상값을 구한다.

2.2.2 색상 보정

다음으로 차트 영역 검색을 통해 얻은 평균값을 이용하여 색상 보정을 수행한다. 식 (2)는 차트로부터 주어진 R, G, B, W 4가지 영역에 대한 l, a, b의 표준값과 실제 얻어진 영상으로부터 얻은 출력값을 이용해 보정 행렬 H를 구하는 식을 보여준다. LAB<sub>ref</sub>는 차트로부터 주어진 표준값으로 구성된 3×4행렬을 나타내며, LAB<sub>out</sub>은 촬영한 영상으로부터 얻은 출력값으로 구성된 3×4행렬을 나타낸다. 보정 행렬 H를 구하는데 필요한 3×4 직사각행렬의 역행렬을 구하는 데에는 pseudo inverse를 이용하였다. 그 후, 3×3의 보정행렬 H를 전체 영상에 적용하여 보정한 영상을 구한다. <그림 3>은 보정 전 영상과 H를 이용하여 보정한 결과 영상을 보여준다.

$$LAB_{ref} = H \cdot LAB_{out}$$

$$H = LAB_{ref} \cdot (LAB_{out})^{-1} \quad (2)$$

$$LAB_{resulting} = H \cdot LAB_{inputimg}$$



<그림 3> 보정행렬을 이용한 색상 보정 전,후 영상

### 2.2.3 알고리즘 평가

색상 보정 알고리즘 결과의 정확성을 확인하기 위해 측정 SOP에 맞추어 총 312개의 안면 영상을 획득하고 제안한 알고리즘을 이용하여 색상 보정을 한 후, 보정 전과 보정 후 결과 영상의 색차를 비교해보았다. 색차는 주어진 표준값과 영상으로부터 얻어진 컬러값의 차이를 수치적으로 정량화 한 식으로 식 (3)과 같이 구할 수 있다. L,A,B는 차트로부터 주어진 표준값을 의미하며, L',A',B'는 획득한 영상으로부터 구해진 영역의 평균값을 의미한다. 이와 같이 식 (3)을 이용하여 보정 전 영상으로부터 B, G, R, W 영역에 대해 각각 색차를 구하고 보정 후 영상에 대해서도 같은 과정을 적용해 보았다.

$$색차 = \sqrt{(L-L')^2 + (A-A')^2 + (B-B')^2} \quad (3)$$

<표 1> 보정 전, 후 색차 비교

	B영역	G영역	R영역	W영역	Total
보정 전	27.392	14.232	11.929	14.906	17.116
보정 후	4.166	5.148	1.868	5.756	4.235

<표 1>은 보정 전, 후의 색차를 비교한 결과를 보여준다. 보정 전 영상은 각 영역의 컬러값이 표준값과 비교하여 평균 17.116의 차이를 보였으나 보정 후에는 그 차이가 평균 4.235로 줄어든 것을 볼 수 있으며, 이는 영상의 컬러값이 표준값과 가깝게 변환된 것을 나타냄을 확인할 수 있었다.

### 2.3 안면 영역 추출 및 분할 알고리즘

색상 보정을 통해 주변 환경 조건에 의한 변화를 줄이고 나면, 영상으로부터 진단에 사용할 안면 영역을 추출하는 과정이 필요하다. <그림 4>는 이러한 안면 영역 추출 과정과 영역 분할의 전체 과정을 보여주고 있다. 안면 영역 추출은 크게 흑백 영상과 Lab 변환 영상, 두 가지 형태의 영상을 기본으로 한다. 흑백 영상은 검은색에 가까운 영역을 잘 표현하므로 눈썹과 눈, 콧구멍의 위치 파악에 유용하다. 따라서 흑백영상을 이용해서는 threshold를 이용하여 대략의 위치를 탐색한 후 침식연산을 통해 검은색 영역을 확장하고 반전하여 눈썹과 눈, 코의 위치를 확보한다. 다음으로 Labeling과 각 Labeling 된 영역의 중심점을 구하여 구체적인 위치를 파악한 후 안면의 구조적 특징을 이용하여 눈썹과 눈, 코의 위치를 확정한다. Lab 변환 영상은 안면색의 특성을 잘 반영하므로 전체적인 안면 영역 범위와 피부색과 다른 색 특성을 가지는 입술 영역의 검출에 용이하다. 먼저 보정된 영상을 이용한 실험을 통하여 Lab 색체계에서의 피부색 영역을 파악하고 threshold값을 기준으로 이진화 영상을 만든다. 보정된 Lab 영상에서의 피부색 영역 기준은 식 (4)에서 볼 수 있다. 다음으로는 이진화 영상과 flood-fill operation을 이용하여 흰색으로 둘러싸인 검은색 영역을 제거하여 전반적인 피부색 영역을 결정하며, threshold값과 침식 연산을 이용하여 안면의 주요 특징점들을 대략적으로 파악한다. 이후 labeling과 각 영역의 중심점 산출 과정을 통해 얻은 결과와 흑백영상을 통해 구한 눈, 코의 위치, 안면의 구조적 특징을 이용하여 입에 해당하는 영역을 결정한다. <그림 5>에서 이러한 흑백영상의 특징과 Lab 변환 영상을 이용한 검출과정의 특징을 볼 수 있다.

얼굴의 주요 특징을 찾고 난 후엔 lab 변환 영상으로부터 안면 영역과 목을 구분한다. 이 때, 턱과 목의 경계를 뚜렷하게 나타내는 a와 b평면의 값을 이용한다. 일정 크기의 윈도우를 이용하여 영상의 중앙으로부터

검색을 시작하며 윈도우는 이동하면서 각 영역의 최소값을 찾게 된다. <그림 6>에서 윈도우를 이용한 턱 검출 영상을 볼 수 있다.

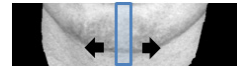


<그림 4> 안면영역 추출 전체 과정

$$Skin(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } 30 < l < 85, 0 < a < 30, 0 < b < 30 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

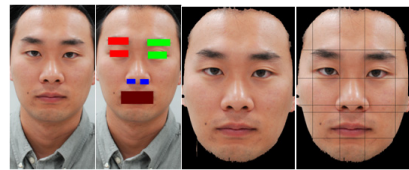


<그림 5> 흑백영상과 Lab 변환 영상을 이용한 특징 검출



<그림 6> 윈도우를 이용한 턱 영역 검출

위와 같은 방법으로 안면의 범위와 얼굴의 주요 특징을 구하고 나면, 특징을 기반으로 안면 영역을 분할하게 되며, 각 분할된 영역의 RGB, Lab 컬러값의 평균을 산출한다. 이는 한의학적인 의미를 가지는 안면의 각 영역의 컬러값 특징과 그 변화를 손쉽게 알기 위한 과정이다. 알고리즘을 통해 추출한 안면 특징과 이를 기반으로 한 안면 분할 결과 영상은 <그림 7>에서 볼 수 있다.



<그림 7> 안면 특징 추출 및 분할 결과 영상

## 3. 결 론

본 연구는 객관화, 정량화된 안면진단 시스템을 수립하기 위한 선행 연구로서 표준화 된 측정 SOP를 이용하여 언제 어디서나 동일한 조건의 영상을 획득하고, 표준 컬러차트를 이용하여 영상 획득시 주변 광원 및 환경에 의해 받은 영향을 최소화 할 수 있는 색상 보정 방법에 대해 제안하고 있으며 색차를 이용한 실험을 통해 그 유용성을 증명하고 있다. 또한, 보정된 영상을 이용하여 안면 영역을 검출하고 얼굴의 특징점을 이용하여 안면영역을 분할하여 각 영역별 컬러 특징을 수치화, 정량화 할 수 있는 알고리즘도 함께 제안하고 있다. 이는 영상 획득시 문제가 되어왔던 서로 다른 촬영 조건으로 인해 생기는 문제를 해결할 수 있으며, 실제 안면색의 특성과 그 변화 정도를 수치적으로 확인할 수 있으므로 그동안 주로 주관적 판단에 의해 결정되어 왔던 진단 방법을 보다 객관화, 정량화 하는데 기여할 수 있을 것이다.

### [감사의 글]

본 연구는 지식경제부 고령친화형 사상체질기반 진단/치료기 개발 지원형 한방 컨텐츠 개발 과제의 지원에 의해 이루어진 것입니다. 실험에 도움을 주신 이유정, 김호석 선생님께 감사드립니다.

### [참고 문헌]

- [1] 이주호, "안면인식 기술 특허 동향", 한국특허정보원 보고서, 2003
- [2] 張錫二, "《黃帝內經·素問》에 나타난 望診에 대한 研究", 대전대학교 한의학과 진단학 석사학위 논문, 1998
- [3] 金光浩, 姜政秀 "時間性과 空間性을 중심으로 살펴본 顔面望診의 原理", 대전대학교 한의학연구소 논문집, 7권 1호, 387-409, 1998
- [4] 임양근, "진단학 아틀라스 1-판정", 도서출판 정담, 2003
- [5] Color Conversion Formulas, <http://www.easyrgb.com/index.php?X=MATH>