

재택 건강관리를 위한 혀 측정장치 구현

김근호*

Implementation of Tongue Diagnostic Device for Home Health-Care

Keun Ho Kim*

요약

설진은 한의학에서 증상을 의미하는 변증과 질환을 진단하는 중요한 진단 방법인데, 혀의 모양과 색상을 관찰하는 비침습적인 진단 방법이다. 제한된 공간 내에서 혀를 촬영하는 재현성이 높은 설진기를 개발하였고, 피험자가 장치 앞에 얼굴을 접촉하고 혀를 내밀면, 측정자가 촬영하여 정확한 혀 위 표면의 컬러 및 기하 정보를 추출하였는데 병원용 의료기기로 부피가 크고, 무거워 가정에서 활용하기 어렵다. 이 연구의 목적으로 이와 동일한 기능을 가진 경량화 장치를 설계하고자 한다. 초점 거리가 짧은 웹캠을 정면 카메라와 측면 카메라로 설치하여 본체의 부피가 줄어들었는데 폭은 15.0, 높이는 32.4, 깊이는 37.5 cm로 줄었고, 무게는 1.84 kg으로 이동하기에 어려움이 없을 것으로 생각한다. 조명의 충전 전원으로 이동 장치로서 가능하고, 스마트폰으로 카메라를 동작시키고 영상을 저장함으로써 경량화가 가능하였다. 테스트로 혀와 컬러 체커를 함께 포함하여 촬영할 수 있었고, 컬러 체커를 제외한 영상을 실시간으로 피험자에게 보여주어 재현성을 확인할 수 있었다. 이러한 혀 영상을 이용한 설진을 통해 가정 또는 체육시설과 같은 환경에서 현재의 건강 상태와 시간적 추이에 따른 건강 상태의 변화를 관찰할 수 있을 것으로 예측한다.

키워드 : 한의학, 설진, 진단 장치, 경량화, 재택 건강관리

Key Words : Korean medicine, tongue diagnosis, diagnostic device, lightening, home health-care

ABSTRACT

Tongue diagnosis is a non-invasive method for diagnosing symptoms and diseases in Oriental medicine through observing the shape and color of a tongue. A highly reproducible tongue diagnosis system was developed by photographing the tongue within a limited space. When subjects stick out their tongues in the system, the operator takes pictures and extracts color and geometric information of the surface of the tongue. The medical device for hospitals is bulky and heavy, making it difficult to use at home. For home healthcare, we designed a lightweight device with the same functions. By installing a web cam with a short focal length as front and side cameras, the width, height, depth and weight of the device were reduced to 15.0, 32.4, 37.5 cm and 1.84 kg, so it was movable. The device had the charging power of lighting, and the smartphone to operate the camera and to store the images. Despite capturing images with both the tongue and the color checker, the images excluding the color checker were displayed to the subject in real time and their reproducibility was confirmed. The changes in health status over time will be observed in environments like home or sports facilities through tongue images.

* 본 연구는 한국한국한의학회연구원 주요사업(KSN1823130, KSN1922110) 지원으로 수행되었습니다.

° First and Corresponding Author : Korea Institute of Oriental Medicine Digital Health Research Division, rkim70@kiom.re.kr, 정회원
논문번호 : 202301-006-C-RN, Received January 12, 2023; Revised April 3, 2023; Accepted April 19, 2023

I. 서론

한의학의 4개의 진단 방법 중 시각적 관찰에 속하는 망진(望診)에 속하는 혀를 진단하는 설진은 황제내경 이후 많은 경험적 데이터의 축적이 있었고, 신체 내부의 생리 병리적 특성의 변화가 혀에 나타나며, 특히 소화기 질환, 열성 질환, 순환기 질환 등을 판별할 수 있기 때문에 유용하다. 이러한 설진을 하기 위한 시스템도 많이 개발되고 있다. 설진은 한의학에서 증상을 의미하는 변증과 질환을 진단하는 중요한 진단 방법이다. 혀의 모양과 색상을 관찰하는 비침습적인 진단 방법으로, 혀의 모양으로 혀의 가장자리의 이빨 자국(치흔), 혀의 크기, 혀의 두께, 혀의 갈라짐 등을 관찰하고, 혀의 색상으로 설질의 색상, 설태의 색상, 설태의 비율, 혀의 홍반 등을 관찰한다¹⁻³⁾.

예를 들어 혀가 부어있거나 이빨 자국이 있는 것은 체액의 순환이 원활하지 않은 것이고, 설질의 색상으로 담홍색(분홍색)이 정상의 혀이고, 희미한 담백한 상태 또는 붉은 상태로 나누어 진단한다. 설태의 특성으로 백태는 허증(虛證), 한증(寒證), 습증(濕證), 표증(表證)을 나타내고, 황태는 이열증(裏熱證)을 나타낸다. 회태는 열기가 극심하여 몸에 진액을 마르게 한 상태이고, 흑태는 양기가 부족하고 한기가 극성한 상태라고 한다⁴⁾.

혀의 상태는 인체 내부의 생리 병리적 특성의 변화를 표출하기 때문에 건강 관리하는 데 활용이 가능하다. 그런데, 조명 조건 등의 진단 환경과 진단자의 임상경험 등에 따라 진단 결과가 달라질 수 있다는 한계가 존재한다. 그래서 정량적이고 객관적인 설진을 위한 측정 및 분석 장치의 필요성이 대두되었다⁵⁻⁷⁾.

2017년에 한국한의학회연구원에서는 그림 1과 같이 제한된 공간 내에서 혀를 촬영하여 재현성이 높은 설진기를 개발하였다^{8,9)}. 피험자가 장치 앞에 얼굴을 접촉하고 혀를 내밀면, 측정자가 촬영하여 정확한 혀 위 표면의 컬러 및 기하 정보를 추출하였는데, 병원용 의료가

기로 부피가 크고, 무거워 가정에서 활용하기 어려워 이와 동일한 기능을 가진 경량화 장치를 개발하는 것이 필요하다. 이 연구에서는 개인 건강 정보 획득을 위한 경량화 장치를 개발하고자 하였다.

II. 본론

2.1 병원용 측정장치와의 비교

병원용 측정장치의 본체 규격을 살펴보면 폭이 48 cm, 앞에서의 높이 40 cm, 깊이 40 cm이며, 외부는 ABS 재질이며, 중량은 약 11 kg이다. 사람이 두 손으로 안아서 옮겨야 하는 크기와 중량이다(그림 2).

본체 내부의 주요 장치에 대해서 알아보자면, 혀의 컬러와 기하 정보를 알 수 있는 정면 카메라는 FLIR사의 BFS-U3-16S2M-CS로 해상도가 1440 x 1080의 컬러 및 흑백 영상을 받을 수 있는 CCD 카메라이다. 초점 거리는 25 cm 정도였다. 혀의 전후 위치와 기하 정보를 알 수 있는 측면 카메라는 해상도 1280 x 720의 로지텍 카메라를 사용하였다. 추가로 혀 표면 정보를 측정하기 위해서 적외선 깊이 카메라를 장착할 수도 있다.

조명은 자동차에서 사용하는 5500K의 LED 헤드라이트를 본체의 아래에 위치시켜서 혀의 윗부분이 조명의 반사광을 받을 수 있도록 했다¹⁰⁾.

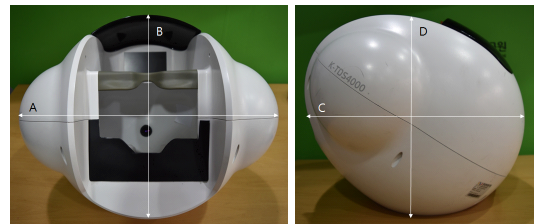


그림 2. 장치의 규격: A: 48cm, B: 40cm, C: 40cm, D: 43cm

Fig. 2. Specification of the device for a hospital



그림 1. 병원용 설진기
Fig. 1. A tongue diagnosis device for a hospital

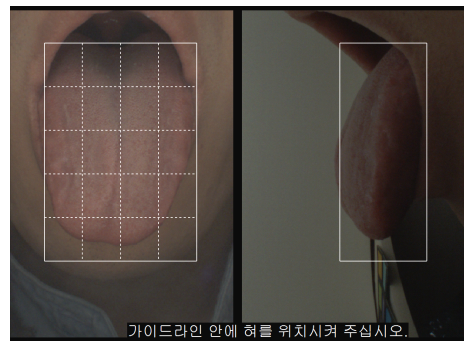


그림 3. 혀 모니터링 화면
Fig. 3. Monitoring screen of a tongue

컬러 환경을 통일하기 위하여 컬러 교정을 위한 Munsell 컬러 체커^[11]를 이용하였다. 혀 영상을 촬영하기 직전에 피험자가 그림 3과 같이 자신의 혀를 모니터링 하여 혀의 자세와 위치를 고치기 위하여 가이드라인이 포함된 혀 영상이 나타나는 작은 액정화면을 눈앞에 부착하였다^[10].

촬영된 혀 영상을 저장하고, 처리하기 위하여 일반 PC 또는 미니 PC를 외부에 연결하였다.

2.2 재택 측정장치의 설계

앞에서 개발한 병원용 설진기를 가정에서 쓸 수 있는 장치로 개발하려고 설계를 진행하였다. 가정에서 쓰려면 부피가 작아야 하고, 무게도 경량화가 가능해야 하므로, 먼저 본체의 크기를 줄이려고 시도하였다.

먼저 정면 카메라(front)는 CCD 카메라와 성능이 유사한 Web Cam으로 채택하였다. 마이크로소프트에서 출시된 1920 × 1080의 센서 해상도로 2560 × 2048의 해상도까지 저장되는, 10 cm의 초점 거리를 가진 카메라였다. 특히 초점 거리는 본체의 깊이 사이지를 줄이는데 기여를 한다. 측면 카메라(side)는 요이치에서 출시한 Full HD 해상도의 Web Cam으로 특징은 초점 거리가 6 cm 정도이기 때문에 측면의 폭이 줄어들 수 있다.

조명은 SUTEFOTO에서 나온 미니포켓 조명으로 색온도와 밝기를 자유롭게 조정하고, 조정된 값으로 고정할 수 있다. 컬러 교정을 위한 Munsell 컬러 체커^[11]는 병원용 장치에 쓰이는 것과 같은 것으로 혀 아래에 위치시키도록 한다. 또 하나의 부피와 무게를 줄이기 위한 것은 혀 영상 촬영, 저장하고 처리하기 위한 시스템인데 이는 스마트폰을 이용하였다. 이 스마트폰을 눈 앞 25 cm 거리에 거치하여 자신의 혀를 보여주어 혀의 자세와 위치를 모니터링 할 수 있도록 한다.

정면과 측면 카메라들은 USB 허브에 연결하고 허브의 출력을 C type으로 스마트폰 입력에 연결하였고, 조명의 충전 전원은 USB 허브의 전원 공급 포트와 연결하여 충전할 수 있도록 하였다. 본체 내부는 조명 장치로부터 빛 반사가 부드럽게 될 수 있도록 미색으로 도색하고, 각이 지지 않도록 모서리를 부드럽게 곡면으로 한다(그림 4).

혀를 촬영하려면 몸을 수직으로 기기에 접근하는 방식(그림 5의 왼쪽)과 몸을 비스듬히 기울여 접근하는 방식(그림 5의 오른쪽)이 있는데 수직으로 접근하는 방식은 기기 디자인이나 내부 촬영 기기의 배치를 간단하게 하는 장점이 있으나 환자가 장치의 높이를 맞추려면 목의 각도에 무리가 되어 불편감이 발생한다. 몸을 비스듬히 기울여 접근하는 방식은 내부의 기기를 배치

하는 데 어려움은 있지만, 환자가 자연스럽게 몸을 굽혀 촬영하면 불편함이 최소화될 수 있어 이를 선택하였다.

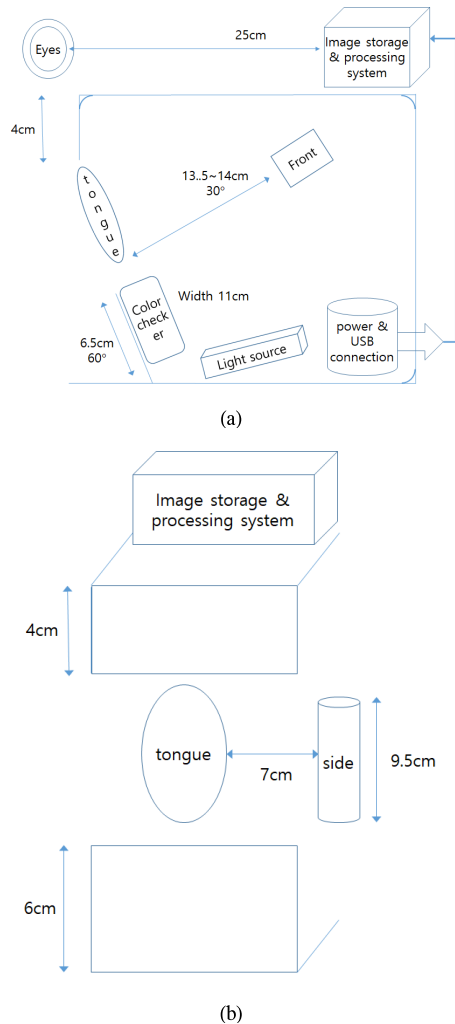


그림 4. 측정장치의 구조 (a) 내부 측면의 구조, (b) 내부 정면의 구조
Fig. 4. Structure of a device (a) structure of the side, (b) structure of the front

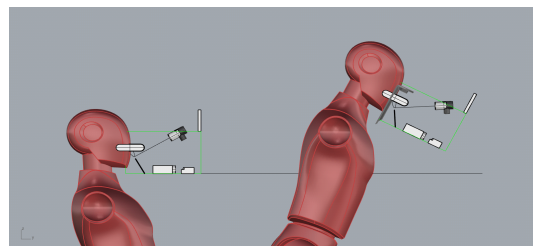


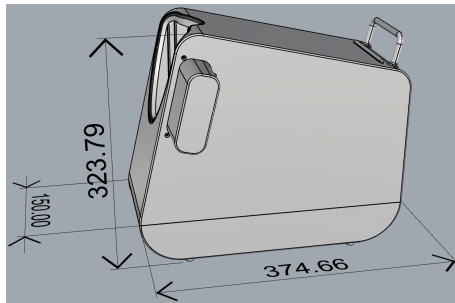
그림 5. 피촬영자의 자세
Fig. 5. Pose of a person to be photographed

III. 실험

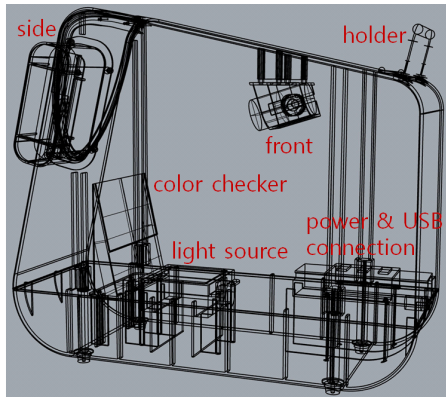
그림 6(a)를 보면 장치의 외형을 알 수 있는데, 본체의 크기를 폭 15.0 cm, 높이 32.4 cm, 깊이 37.5 cm로 기존의 부피보다 대략 1/3 정도로 줄였다. 그림 6(b)는 장치 내의 각 시스템에 대한 투영을 보여주고 있는데, front는 정면 카메라를 의미하고, side는 측면 카메라를 의미한다.

무게는 1.84 kg으로 기존 병원용 장치에 비해 1/6 정도로 줄어들었고, 정면과 측면 카메라들은 USB 포트에 USB 허브에 연결하여 C type으로 스마트폰 입력에 연결하였고, 조명의 충전 전원은 USB 허브의 전원 공급 포트와 연결하여 충전할 수 있도록 하였다. 이러한 충전식 구조로 이동하여 외부에서도 촬영이 가능한 구조로 구현하였다.

상부의 후단에 스마트폰 거치대가 고정형 손잡이로 구현되었고, 이를 이용하여 이동을 편리하게 할 수 있었다. 그림 7은 구현된 혀 측정장치가 나와 있으며, 그림 7(a)는 정면의 안면 접촉부를 보여주고 있으며, 그림



(a)



(b)

그림 6. 장치의 설계도 (a) 외형도, (b) 투영도
Fig. 6. Blueprint of a device (a) its outline drawing, (b) its projection



(a)



(b)

그림 7. 구현된 혀 측정장치 (a) 전면부, (b) 후면부
Fig. 7. Tongue diagnostic device to be implemented (a) front part, (b) rear part

7(b)에는 스마트폰이 연결된 것을 볼 수 있다. 스마트폰은 개인용 장치이므로 개인 정보를 저장하여 안전하게 보관하는 장치로 적합함을 알 수 있었다.

그림 8은 스마트폰 상의 재택 건강관리 장치의 모니터링 화면을 볼 수 있는데 정면과 측면 영상에서 혀의 위치가 격자 안에 위치하는 것을 알 수 있다. 이 격자를 기준으로 촬영하여 촬영 및 분석 결과의 재현성을 높일 수 있었다. 또한 측정자 없이 피험자 혼자 촬영이 가능하였다. 기존의 혀 측정장치는 정면 영상만을 확인하면서 촬영하여 혀의 자세를 일정하게 획득하기가 어렵다^[12]. 제안된 재택 건강관리 장치는 병원용 측정장치와 같이 정면과 측면 영상을 함께 취득하고 격자를 이용하여 혀의 위치를 일관성 있게 하는 동일한 기능을 보유하

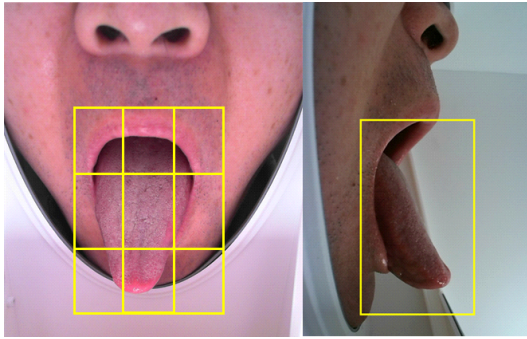


그림 8. 재택 건강관리 장치의 모니터링 화면
Fig. 8. Monitoring screen of device for a home health-care

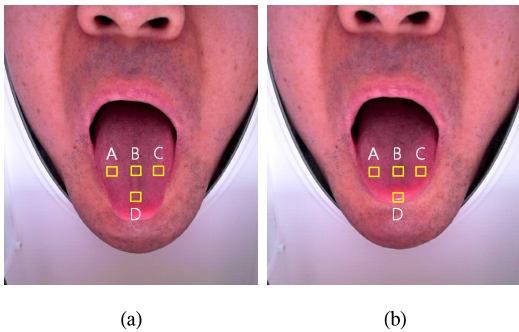


그림 9. 혀의 자세에 따른 재현성 측정의 위치 차이
Fig. 9. Positional difference in reproducibility measurement according to tongue posture

여 색상의 재현성이 커지는 장점을 가진다.

재현성 측정은 그림 9와 같이 4곳의 위치를 측정하였으 며, A와 C 영역은 가장자리를 의미하며, B 영역은 중심, D 영역은 혀 끝부분을 의미한다. 표 1의 값들은 그 영역들의 평균들을 의미한다. 밝기에 해당하는 Luminance 값과 혀의 붉은 색에 해당하는 Red 성분, 설탕의 색상에 해당하는 Green 성분의 재현성을 측정 하였다. 이에 대한 영역별 측정은 정면과 측면 영상의 격자에 맞추어 취득한 5개의 영상에 대한 표준편차와 정면 영상만 가지고 격자 없이 취득한 5개의 영상에 대한 표준편차를 표 1(a)와 표 1(b)에 나타내었다. 그 결과를 비교하면 표 1(b)의 표준편차와 비교할 때 표 1(a)의 표준편차가 현저하게 줄어들음을 알 수 있었다. 특히, 그림 9(b)는 image 5에서 D 영역의 경우는 혀의 끝부분의 자세가 말려서 반사가 일어난 부분으로 Red 성분이 커지고 Luminance 성분도 커진 경우이다. 즉, 정면과 측면 영상, 그 내부의 격자를 이용하지 않으면 편차가 발생하는 경우가 생긴다는 것이다.

표 1. 반복 촬영한 혀 영상 영역별 색상 평균 및 표준편차
Table 1. Means and standard deviations (SDs) of color components (color comp.) for each area of repeated tongue images

(a) 정면과 측면 영상의 격자에 맞추어 촬영한 경우 (lattice)

| Region | Color comp. | Image 1 | Image 2 | Image 3 | Image 4 | image 5 | Mean | SD |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
| A | Luminance | 106.5 | 105.58 | 104.33 | 104.77 | 103.64 | 104.96 | 1.11 |
| | Red | 155.32 | 153.46 | 151.4 | 150.09 | 147.88 | 151.63 | 2.89 |
| | Green | 78.1 | 77.72 | 76.86 | 77.8 | 77.06 | 77.51 | 0.52 |
| B | Luminance | 94.78 | 91.37 | 93.9 | 92.43 | 91.27 | 92.75 | 1.55 |
| | Red | 134.31 | 129.32 | 132.09 | 128.41 | 126.43 | 130.11 | 3.11 |
| | Green | 70.22 | 67.53 | 69.94 | 69.26 | 68.43 | 69.08 | 1.11 |
| C | Luminance | 106.56 | 103.68 | 103.64 | 104.48 | 103.4 | 104.35 | 1.30 |
| | Red | 160.32 | 156.76 | 154.72 | 156.51 | 156.16 | 156.89 | 2.07 |
| | Green | 75.67 | 72.92 | 73.8 | 74.23 | 72.73 | 73.87 | 1.18 |
| D | Luminance | 96.71 | 95.63 | 95.54 | 94 | 93.29 | 95.03 | 1.37 |
| | Red | 141.79 | 140.21 | 138.36 | 134.05 | 132.95 | 137.47 | 3.84 |
| | Green | 69.58 | 68.57 | 69.32 | 68.76 | 68.2 | 68.89 | 0.56 |

(b) 격자 없는 정면 영상만을 보며 촬영한 경우 (no lattice)

| Region | Color comp. | Image 1 | Image 2 | Image 3 | Image 4 | image 5 | Mean | SD |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|------|
| A | Luminance | 106.5 | 105.58 | 104.33 | 104.77 | 103.64 | 104.96 | 1.11 |
| | Red | 155.32 | 153.46 | 151.4 | 150.09 | 147.88 | 151.63 | 2.89 |
| | Green | 78.1 | 77.72 | 76.86 | 77.8 | 77.06 | 77.51 | 0.52 |
| B | Luminance | 94.78 | 91.37 | 93.9 | 92.43 | 91.27 | 92.75 | 1.55 |
| | Red | 134.31 | 129.32 | 132.09 | 128.41 | 126.43 | 130.11 | 3.11 |
| | Green | 70.22 | 67.53 | 69.94 | 69.26 | 68.43 | 69.08 | 1.11 |
| C | Luminance | 106.56 | 103.68 | 103.64 | 104.48 | 103.4 | 104.35 | 1.30 |
| | Red | 160.32 | 156.76 | 154.72 | 156.51 | 156.16 | 156.89 | 2.07 |
| | Green | 75.67 | 72.92 | 73.8 | 74.23 | 72.73 | 73.87 | 1.18 |
| D | Luminance | 96.71 | 95.63 | 95.54 | 94 | 93.29 | 95.03 | 1.37 |
| | Red | 141.79 | 140.21 | 138.36 | 134.05 | 132.95 | 137.47 | 3.84 |
| | Green | 69.58 | 68.57 | 69.32 | 68.76 | 68.2 | 68.89 | 0.56 |

| Region | Color comp. | Image 1 | Image 2 | Image 3 | Image 4 | image 5 | Mean | SD |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|
| A | Luminance | 106.48 | 109.6 | 107.13 | 108.62 | 100.38 | 106.44 | 3.60 |
| | Red | 170.25 | 175.71 | 174.67 | 175.06 | 170.46 | 173.23 | 2.65 |
| | Green | 74.01 | 75.94 | 72.73 | 74.66 | 64.75 | 72.42 | 4.44 |
| B | Luminance | 92.28 | 97.11 | 96.72 | 94.82 | 93.7 | 94.93 | 2.03 |
| | Red | 147.09 | 157.37 | 156.59 | 150.79 | 153.03 | 152.97 | 4.24 |
| | Green | 64.34 | 66.45 | 66.17 | 66.09 | 63.5 | 65.31 | 1.31 |
| C | Luminance | 104.57 | 107.58 | 104.87 | 106.79 | 101.22 | 105.01 | 2.47 |
| | Red | 171.01 | 183.04 | 184.54 | 183.04 | 175.01 | 179.33 | 5.97 |
| | Green | 70.7 | 69.17 | 64.33 | 67.96 | 63.71 | 67.17 | 3.05 |
| D | Luminance | 94.85 | 93.4 | 90.35 | 89.78 | 100.92 | 93.86 | 4.47 |
| | Red | 161.95 | 168.47 | 163.21 | 152.88 | 198.32 | 168.97 | 17.34 |
| | Green | 60.66 | 55.63 | 53.67 | 57.55 | 53.12 | 56.13 | 3.08 |

IV. 결 론

혀를 진단하는 것은 한의학에서 변증과 같이 건강 상태를 진단하는 중요한 방법이다. 하지만 한의사의 진단은 진단 환경과 진단 경험에 따라 결과가 달라지므로 객관적이고 정량적으로 측정하여 분석하는 것이 필요하다. 이를 위해서 설진기가 출현하였는데, 이를 재택용으로 사용하기에는 부피와 무게가 부담되므로 이를 축소하는 방향으로 장치를 개발하였다.

재택 측정장치의 구현은 그림 7 (a)와 (b)와 같이 되었다. 그림 6를 보면 정면 카메라와 측면 카메라의 초점 거리가 짧아서 본체의 부피가 줄어들었는데 폭은 15.0 cm, 높이는 32.4 cm, 깊이는 37.5 cm로 줄었고, 무게는 1.84 kg으로 이동하기에 어려움이 없을 것으로 사료된다. 조명의 충전 전원으로 이동형 장치가 가능하였고, 스마트폰으로 카메라를 제어하고 영상을 저장 및 처리할 수 있으므로 경량화가 가능하였다. 정면과 측면의

영상을 촬영하면서 눈앞에 거치한 스마트폰으로 피촬영자가 자신의 혀를 실시간 모니터링 하여 혀가 격자 내 위치에 있는지 확인할 수 있었다. 그에 따라 혀 영역의 컬러값의 표준편차를 구하여 정면과 측면의 격자에 맞추어 촬영한 영상의 표준편차가 작게 되어 영상 촬영의 재현성이 높아짐을 알 수 있었다.

한 가지 한계점으로 정면 카메라의 해상도에 따라 가로-세로의 비율이 달라져서 이를 조정하여 해상도와 화질을 높이는 방법을 찾는 것이 필요하다. 앞으로 스마트폰의 UI를 개선하여 정면과 측면의 촬영 편의성을 개선하고, PC의 혀 영상 분석 방법을 스마트폰에 모바일 프로그램으로 이식하여 더 편의성을 높이려고 한다. 또한 혀 영상 및 건강 추이 정보와 같은 개인 정보를 보호하는 방법을 제시하려고 한다. 이를 통해 가정 및 체육시설과 같은 장소에서 현재의 건강 정보 및 건강 상태의 시간 추이별 변화를 알 수 있게 될 것으로 예상한다.

마지막으로 재택용 혀 촬영장치는 저장 및 처리 시스템인 스마트폰으로 시간별 개인 건강상태의 혀 영상을 저장하고, 사용자가 병원을 방문하면 병원 네트워크는 외부와 단절되어 있으므로, 스마트폰이 WiFi 또는 Bluetooth 통신하여 개인 건강상태 데이터를 병원용 측정장치에 전송한 후, 병원용 측정장치에서 시간에 따른 정밀한 분석을 가능하게 하여 의료인의 진료를 받을 수 있도록 할 것으로 생각한다.

References

- [1] J. Kim, G. Han, S.-J. Ko, D.-H. Nam, J.-W. Park, B. Ryu, et al., "Tongue diagnosis system for quantitative assessment of tongue coating in patients with functional dyspepsia: A clinical trial," *J. Ethnopharmacology*, vol. 155, no. 1, pp. 709-13, 2014. (<https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.06.010>)
- [2] J. H. Son, J. S. Kim, J. W. Park, and B. H. Ryu, "A proposal for standardization of tongue diagnosis based on diagnostic criteria of tongue coating thickness," *Korean J. Orient Int Med.*, vol. 33, no. 1, pp. 1-13, 2012.
- [3] J. Kim, S.-J. Ko, J.-W. Park, and K. H. Kim, "Trends of tongue features in functional dyspepsia patients," *J. Int. Korean Med.*, vol. 39, no. 4, pp. 637-644, 2018. (<http://dx.doi.org/10.22246/jikm.2018.39.4.637>)
- [4] A. R. Jung, H.-Y. Lee, and M.-S. Hwang, "A comparative study on the tongue diagnosis between Korean medicine and Ayurveda," *J. Korean Med.*, vol. 40, no. 2, pp. 63-71, 2019. (<http://dx.doi.org/10.13048/jkm.19017>)
- [5] W.-B. Lee, "WTCI tongue coating evaluation by analyzing a ultraviolet rays tongue image channels," *J. Inst. of Sign. Process. and Syst.*, vol. 16, no. 3, pp. 96-101, 2015.
- [6] K. H. Kim, J.-H. Do, H. Ryu, and J. Y. Kim, "Systematic approach to the extraction of effective region for tongue diagnosis," *J. IEIE*, vol. 45, no. 6, pp. 123-131, 2008.
- [7] S.-J. Eun, J.-S. Kim, K. H. Kim, and T.-K. Whangbo, "Extraction method of geometry information for effective analysis in tongue diagnosis," *The J. Korea Contents Assoc.*, vol. 11, no. 1, pp. 522-532, 2011. (<http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.12.52>)
- [8] C. J. Jung, K. H. Kim, Y. J. Jeon, and J. Kim, "Improving color and shape repeatability of tongue images for diagnosis by using feedback gridlines," *Eur. J. Integrative Med.*, vol. 6, no. 3, pp. 328-336, 2014.
- [9] J. Kim, C. J. Jung, D.-H. Nam, and K. H. Kim, "Different trends of teeth marks according to qi blood yin yang deficiency pattern in patients with chronic fatigue," *Eur. J. Integrative Med.*, vol. 12, pp. 122-128, 2017.
- [10] K. H. Kim, W. Choi, J. H. So, and J. Kim, "Proposal of direction to develop devices for analyzing health condition by capturing a tongue surface," *The J. Korean Inst. Commun. and Inf. Sci.*, vol. 43, no. 7, pp. 1-9, 2018.
- [11] X-Rite, *ColorChecker Classic*, <https://www.xrite.com/categories/calibration-profiling/colorchecker-classic>.
- [12] K. H. Kim and D. H. Nam, "Development trend of tongue diagnosis systems," *The J. Korea Institute of Electronics Engineers*, vol. 43, no. 12, pp. 35-43, 2016.

김 근 호 (Keun Ho Kim)



1994년 2월 : 한국과학기술원 전
기및전자공학과 졸업

1996년 8월 : 한국과학기술원 정
보및통신공학과 석사

2001년 8월 : 한국과학기술원 전
기및전자공학과 박사

2002년 : 미네소타주립대학 C-
MRR 박사후연구원

2002년 11월~4월 : 삼성중합기술원 컴퓨팅랩 전문연
구원

2007년 5월~현재 : 한국한의학연구원 책임연구원 근무

2008년 3월~현재 : 과학기술연합대학원대학교 교수
재직

<관심분야> 영상처리, 생체신호처리, 의료시스템, 한의
의료정량화

[ORCID:0000-0001-6688-6674]