

## 혀 영상 분석을 이용한 건강 모니터링의 선행 연구

김태우<sup>1\*</sup>, 박병수<sup>2</sup>

### Preliminary Study for Health Monitoring Using Tongue Image Analysis

Tae-Woo Kim<sup>1\*</sup> and Byoung-Soo Park<sup>2</sup>

**요 약** 혀는 전통 한의학(중의학)에서 환자 진단의 가장 중요한 부분의 하나이다. 본 논문은 사람의 혀 영상을 이용한 건강 모니터링 방법을 제안한다. 제안한 방법은 사용자의 혀의 절대적 특징을 사용하지 않고 병원에서 진단된 기준 건강 상태(RHC)와 특징차를 이용하는 방법이다. 건강 모니터링 시스템은 사용자로부터 매일 혀 영상을 획득하고, 혀의 관심영역을 추출하여 기준 건강 상태의 특징값과 비교한다. 실험에서 제안한 혀 영상 분석 방법이 건강 모니터링에 사용 가능성을 보였다.

**Abstract** Tongue is one of the most important parts in patient diagnosis in traditional Korean(Chinese) medicine. This paper presents health monitoring method using tongue images of a person. The method uses not absolute tongue features but relative ones which are differences from reference health condition(RHC), diagnosed in hospital, for a person. A user can give tongue images to a health monitoring system everyday, which extracts regions of interest (ROI's) of the tongue, and compares their features with reference health condition. In the experiments, tongue image analysis for a person by our computerized method encouraged us that the method using tongue images can be contributed for health monitoring.

**Key words** : 건강 모니터링, 기준 건강 상태, 혀 진단, 혀 영상 분석, 전통 한의학(중의학)

### 1. 서 론

전통 한의학(중의학)의 원리는 망진(望診), 청진(聽診), 문진(問診), 절진(切診)의 4가지 진단 과정으로부터 얻어지는 정보에 기반한다. 망진은 신색(神色), 형태, 혀 등을 관찰하여 환자를 파악하는 것이다. 이들 진단 중에서 혀의 망진은 환자의 건강 상태를 진단하는 데 있어 중요한 단서를 얻어내는 가장 중요한 방법 중의 하나이다. 동서양의 문화에서 건강 관리를 하려는 사람들은 대개 혀를 조사하였다. 그러나, 혀의 임상적 진단은 혀 진단을 내리는 의사의 경험과 지식에 의해 결정되었다. 또한 다른 광원과 밝기와 같은 환경적 요인들이 혀를 통한 올바른 진단을 내리는 데 큰 영향을 주었다. 게다가 전통적인 혀 진단의 많은

경험들은 과학적으로 정량적으로 정리되지 못했다[1].

최근 혀 영상을 이용한 디지털 혀 진단 시스템에 대한 연구 보고되었다. Paotai Yao[2]과 Yang Cai[3]는 혀와 설태(舌苔)의 이상과 암 간의 중요한 관련성을 밝혀냈다. Tadashi Watsuji 등[4]은 퍼지 이론을 이용한 설진 시스템을 제안하고 결핍 증후군(deficiency syndrome), 과다 증후군(excess syndrome), 냉 증후군(coldness syndrome), 열 증후군(heat syndrome) 등 정상인에게 적용하였다. Chuang-Chien Chiu[1]는 전통 중의학 진단 방식으로 설질을 정량화할 목적으로 컴퓨터화된 영상 분석에 기반한 디지털 설진 시스템을 발표하였다. 이들 연구들은 설질, 설태와 같은 혀의 특징을 절대적으로 측정하여 이용하려 하였다. 그러나 다양한 환자들을 진단하기 위해서는 이들 절대적 값을 측정하는 것은 어려움이 있었다.

따라서, 본 논문에서는 전통 한의학에 기반한 사람의 혀 영상을 이용한 건강 모니터링 방법을 제안한다. 이 방법은 혀의 절대적 특징을 이용하지 않고 병원에

<sup>1</sup>한양사이버대학교 정보통신공학과

<sup>2</sup>상명대학교 컴퓨터시스템공학과

\*교신저자: 김태우(twkim@hycu.ac.kr)

서 진단받은 결과인 기준 건강 상태(reference health condition, RHC)와의 차이인 상대적인 혀 특징을 이용한다. 사용자로부터 매일 혀 영상을 획득하여 혀의 관심영역을 추출하여 기준 건강 상태의 혀의 특징과 비교한다. 본 연구는 카메라에 의해 혀 표면의 절대적인 특징을 측정하기 어려운 반면, 조명의 색상과 조도와 같은 동일한 환경에서 얻어지는 동일한 대상에 대한 혀 영상의 특징들을 비교하는 것이 가능하다는 점에 착안하였다. 실험에서 이 방법이 건강 모니터링에 사용할 수 있음을 보여준다.

## 2. 혀 영상 획득

개인에 대한 혀 영상은 그림 1과 같이 컴퓨터에 연결된 디지털 카메라 모듈에 의해 획득된다. 여기서, 주위의 빛은 검은색 천으로 장치를 감싸서 차단한다. 색상 왜곡을 줄이기 위하여, 광원으로부터 나오는 빛의 색상과 조도는 혀 영상 획득시마다 일정한 환경이 되도록 유지한다. 그림 2에서 광원의 조도와 색상에 따라 혀 표면의 칼라 변화를 알아보았다. 조도계는 혀 표면으로 비추는 빛의 밝기를 측정하기 위해 사용된다. 그림 1과 5와 같이 카메라는 사용자가 내밀어 혀 영상을 획득한다. 개인의 혀 영상은 매일 기상후, 식사후, 시간, 음주후, 운동후 등 특정 시각에 획득한다. 혀에 대한 영상들은 혀의 위치 변화에 의한 혀의 특징 변화를 줄이기 위해 5번 획득하고 평균을 취하여 사용한다.

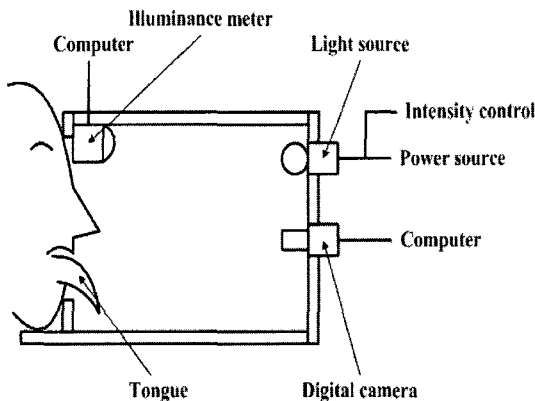


그림 1. 개인의 건강 모니터링을 위한 혀 영상 획득 실험 구성.

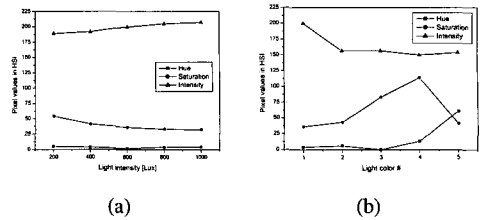


그림 2. 혀 영상의 실증 부분에 대한 HSI 값:  
(a) 광원의 조도 변화에 따른 값,  
(b) 광원의 색상 변화에 따른 값(1:투명, 2:녹색, 3:적색, 4:황색, 5:청색).

## 3. 혀 영상 분석에 의한 건강 모니터링

개인의 혀 영상을 이용한 건강 모니터링을 위한 제안한 방법의 블록도는 그림 3과 같다. 혀 데이터베이스에서 각 개인의 템플릿 혀 영상과 그 특징들은 혀 영상의 정합과 혀 특징 비교를 위해 사용된다. 건강 모니터링을 위한 혀 영상이 획득되면 그 영상은 혀의 관심영역을 추출하기 위해 해당 템플릿 영상들과 정합된다. 혀의 색상과 형태와 같은 혀 특징들은 추출된 혀의 관심영역에 대해 계산된다. 건강 상태는 입력 혀 영상과 혀 데이터베이스 간의 특징을 비교하여 결정된다. 비교 결과가 데이터베이스의 특징과 큰 차이가 난다면, 건강 모니터링 시스템은 건강 상태에 대한 경고를 보내거나 병원에서의 진단 등을 권고한다.

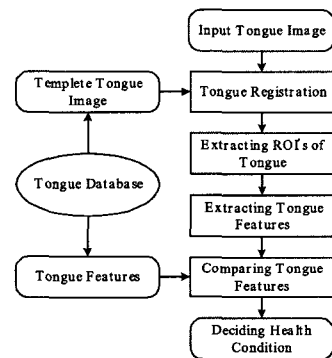


그림 3. 혀 영상을 이용한 개인의 건강 모니터링 방법의 블록도.

### 3.1 혀 영상의 관심영역 추출

혀 영상에서 관심영역은 그림 4와 같이 설첨, 설중, 설측, 설근 부분이다. 혀의 관심영역에 해당하는 인체 기관은 전통 한의학(중의학)[5] 이론에 의하면 표 1과 같다. 관심영역의 추출은 각 개인의 템플릿 혀 영상을

이용하여 수행한다. 혀 영상은 미리 정의된 관심영역이 표시된 템플릿 혀 영상 중 하나에 정합된다. 혀 템플릿 영상과 그 특징들은 그림 5와 6과 같이 혀 데이터베이스에 저장된다.

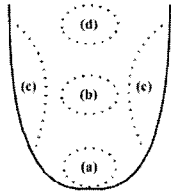


그림 4. 전통 한의학에서 혀의 관심영역:  
(a) 설첨, (b) 설중, (c) 설측, (d) 설근.

표 1. 전통 한의학 이론에 기초한 장기에 해당하는 혀의 관심영역.

혀의 관심영역	해당 장기
설첨	심장, 폐(인체 상초)
설중	비장, 위장(인체 중초)
설측	간, 담낭
설근	신장(인체 하초)

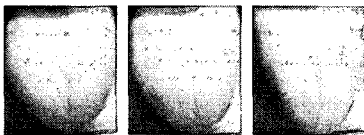


그림 5. 혀 데이터베이스의 개인의 전형적인 템플릿 혀 영상.

혀 영상의 정합은 혀의 관심영역을 좀 더 정확하게 추출하기 위해 템플릿 혀 영상에 대해 2차원적으로 수행한다. 본 논문은 식 (1)과 같이 입력 혀 영상과 템플릿 혀 영상 간의 연관 함수[7]를 사용한다.

$$C(m, t) = \frac{2 \sum_{i, j \in R} I_m(i, j) I_t(i, j)}{\sum_{i, j \in R} [I_m^2(i, j) + I_t^2(i, j)]} \quad (1)$$

여기서  $I_m$ 는 입력 혀영상,  $I_t$ 는 템플릿 혀 영상을 나타낸다. 정합된 혀영상의 관심영역은 입력영상에 가장 잘 정합된 템플릿 혀 영상에 중첩되는 영역이다.

### 3.2 혀의 특징 추출과 비교

추출된 입력영상의 관심영역에 대해, 혀에 대한 색상과 설태와 같은 특징들은 추출되어 혀 데이터베이스

의 특징들과 비교된다. 본 논문의 경우 혀의 특징으로서, 5개의 관심영역에 대한 색상이 그림 6과 같이 HSI(hue, saturation, intensity) 칼라공간[6]의 히스토그램으로 표현된다. 여기서, 색상(hue)의 범위는 0~255이다. 우리는 그림 6(b)와 같이 평균 필터[6]를 취한 후 최고 주파수에서 색상(hue), 채도(saturation), 명도(intensity) 값을 사용한다. 각 혀 영상에 대해 HSI의 히스토그램에서 최고 주파수에서의 HSI 값은 매일 추출되어 혀 데이터베이스에 저장된다.

개인이 건강 모니터링을 시작할 때, 미리 건강에 문제가 있는지를 병원에서 진단을 받아야 한다. 이때의 건강 상태를 기준 건강 상태(reference health condition, RHC)라 하고 템플릿 혀 영상을 만든다. 개인이 혀 영상을 획득함에 따라 건강 상태는 입력영상과 건강한 상태로 가정된 데이터베이스와 혀 특징의 차이 값을 조사함으로써 이루어진다. 본 논문에서는 그 특징의 차이값을 DRHC(difference with reference health condition)라고 정의한다. 큰 차이값은 현재의 건강 상태가 이전보다 나빠졌다는 것을 의미하며, 그 혀의 영역에 해당하는 인체 부위는 한의학에 근거하여 알 수 있다. 여기서, 혀의 상태가 인체의 건강 상태에 해당한다고 가정한다. 혀의 색상은 인체 장기가 강한지 약한지를 결정하는 주요 기준이 되며, 설태는 위의 에너지가 청한지 탁한지를 결정하는데 사용된다. 정상 혀에 대해서는 혀 표면은 윤택이 있는 붉은 색, 얇은 희색의 설태가 있으며 촉촉하다.

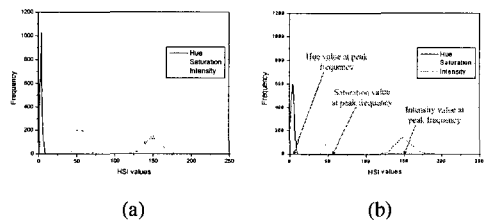


그림 6. HSI 히스토그램의 최대 주파수에서의 HSI 값 선정: (a) 전형적인 히스토그램, (b) 설중에 대한 평균 필터링한 HSI 값.

## 4. 실험 결과 및 토의

실험 장치는 그림 1과 같이 광원은 전기 장치를 조절하여 조도 1000 룩스(lux)로 설정하였고, 조도는 조도계로 측정하도록 하였다. 혀 영상은 초점거리  $f = 6.2 \text{ mm}$ ,  $1/2.5''$  CCD 인  $2272 \times 704$  해상도의 디지털 카메라로 획득하였다.

개인의 건강 모니터링을 실험하기 위해 혀 영상의 획득과 분석을 수행하였다. 템플릿 혀 영상은 건강 상태를 병원에서 진단을 받은 후 혀 영상들을 획득하여 혀 데이터베이스에 저장하였다. 각 개인에 대한 혀 영상들은 매일 아침 또는 특정 시간에 획득하였다. 한 번에 혀 영상은 측정 오차를 줄이기 위해 같은 혀 위치에서 5번씩 촬영하였다. 혀 영상은 템플릿 혀 영상의 하나에 정합된 후, 혀의 5개의 관심영역이 추출되었다. 히스토그램의 최대 주파수에서 색상, 채도, 명도의 값들은 혀의 관심영역에 대해 추출하고 데이터베이스에 저장하였다.

혀와 몸의 상태에 대한 변화를 관찰하기 위해, 혀 영상 취득시 “기상후”, “식사후”, “식간”, “음주후”, “운동후” 등 5가지 다른 상황을 선택했다. 이들 상황은 생활에서 실험을 좀 더 용이하게 하기 위한 상황 설정이다. 5가지 상황의 5개 관심영역에 대해, 히스토그램의 최대 주파수에서의 HSI 값들은 각 혀 영상에 대해 추출되었으며, 그 평균을 그림 7과 같이 구하였다. 그림에서 혀의 부위별로 다른 HSI 값을 가짐을 볼 수 있다. HSI 값을 알아 봄으로써 혀의 부위별 색상과 설태를 추정할 수 있다.

측정의 반복성을 알아보기 위해서 20회 반복 측정하였다. 표 2에서 같이 색상은 설중에 대해 큰 오차를 가지며, 채도는 우설측에 대해, 명도는 설첨에 대해 큰 오차를 나타냄을 볼 수 있다. 이 결과는 반복성을 알아보기 위한 실험으로 건강 상태의 판정에 기준을 정할 수 있도록 해 준다.

그림 7에 대해 그림 8과 같이 DRHC를 구하였다. 기준 건강 상태는 “기상후” 상황을 기준으로 하였다. 그림 8에서 “운동후” 상황에 대해 큰 DRHC를 가짐을 볼 수 있고, 혀의 부위별로 다른 DRHC를 갖는 것을 관찰할 수 있다. 상황 간에서, 그림과 같이 DRHC의 값이 존재하며 채도와 명도에서는 더 큰 값이 나타남을 볼 수 있다. 이러한 결과는 제안한 방법이 측정 오차가 존재하더라도 혀 영상을 이용한 건강 모니터링에 활용될 가능성이 높음을 의미한다. 건강 모니터링을 위해 상황 간에 차이를 일으키는 다른 요인들은 찾아내서 개선하여 측정 정확도를 높이는 연구가 필요하다.

표 2. 혀 부위별 HSI의 평균과 표준편차.

	설첨	설중	설근	좌설측	우설측
H	4.20±0.41	7.60±1.41	10.40±0.44	6.80±0.79	6.10±0.55
S	77.65±4.39	55.80±4.83	62.95±1.67	62.40±1.95	73.75±10.86
I	133±9.47	166±6.19	162±5.97	159±3.04	142±6.41

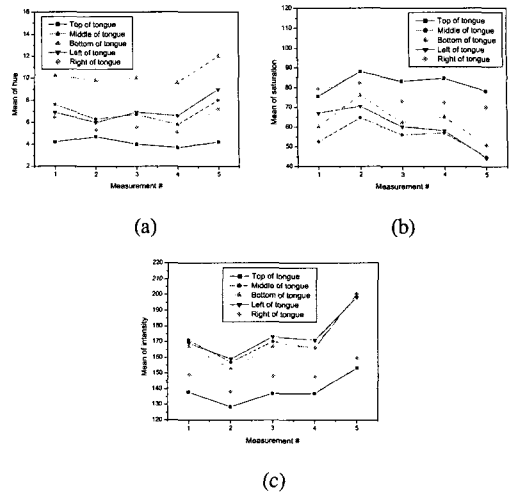


그림 7. 5개 상황에 대한 혀 영상의 5개 관심영역에 대한 HSI 히스토그램의 최대 주파수에 대한 HSI 값 (1:기상후, 2:식사후, 3:식간, 4:음주후, 5:운동후).

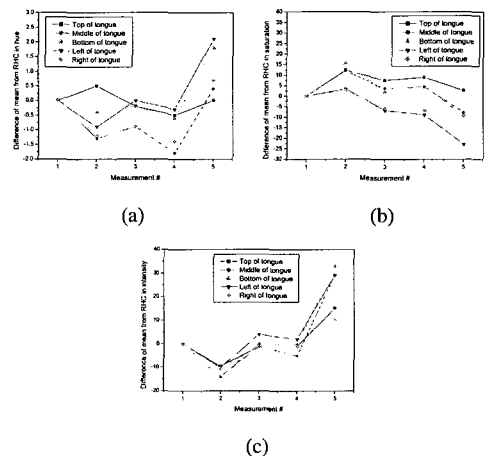


그림 8. 5개 상황에 대한 혀 영상의 5개 관심영역에 대한 DRHC에 대한 HSI 값 (1:기상후, 2:식사후, 3:식간, 4:음주후, 5:운동후).

## 5. 결론

본 논문에서는 한의학에 기초한 개인의 혀 영상을 이용한 건강 모니터링 방법을 제안하였다. 이 방법은 혀의 절대적 특징을 이용하지 않고 개인이 미리 병원에서 진단한 기준 건강 상태(reference health condition, RHC)와의 특징 차이를 이용한다. 매일 혀 영상을 획득하고 관심영역에 대해 혀 특징들이 추출되고 RHC와 비교하였다. 실험에서 5가지 상황에 대해 “운동후”에 대해 큰 DRHC를 가짐을 보였다. 이것은

몸의 상태에 따라 혀에 반영하는 것을 보여주는 것으로 제안한 방법이 혀 영상을 이용한 건강 모니터링에 사용될 수 있음을 의미한다. 향후, 건강 모니터링을 위한 상황 간의 차이를 일으키는 요인들을 연구하고 다양한 상황에 대해 혀 영상을 조사하는 연구를 계속해야 할 것이다.

### 참고문헌

[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] Paotai Yao, "Comparison of TCM tongue images with gastroscopy images", Shangdong S&T Publisher, 1996.

[3] Yang Cai, "A novel imaging system for tongue inspection", *IEEE Instrumentation and measurement Technology Conference*, pp.159-163, 2002.

[4] Tadashi Watsuji, etc, "Medical application of fuzzy theory to the diagnostic system of tongue inspection in traditional Chinese medicine", *IEEE International Fuzzy Systems Conference Proceedings*, pp.145-148, 1999.

[5] Giovanni Maciocia, *Tongue diagnosis in Chinese medicine*, Eastland Press, Seattle, 2004.

[6] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.

[7] Zhang Hong, Wang Chao, Tang Yixian, and Liu Zhi, "A new image registration method for multi-frequency airborne high-resolution SAR images", *Proceedings of Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE International*, vol. 1, pp. 167-169, 21-25 July 2003.

김 태 우(Tae-Woo Kim)

[종신회원]



- 1990년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학사)
- 1992년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
- 1995년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한양사이버대학교 전자통신공학과 부교수

<관심분야>

영상신호처리, 생체인식, 생체신호처리, 영상통신

박 병 수(Byoung-Soo Park)

[종신회원]



- 1986년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)
- 1989년 8월 : 한양대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1994년 5월 : Texas A&M University 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 컴퓨터시스템공학과 부교수

<관심분야>

병렬알고리즘, 컴퓨터구조, ATM네트워크, RFID태그인식 시스템