

## 영역 특징 학습을 이용한 혀의 자동 영역 분리 및 한의학적 설진 시스템

이민택 · 이규원\*

### Automatic segmentation of a tongue area and oriental medicine tongue diagnosis system using the learning of the area features

Min-taek Lee · Kyu-won Lee\*

Department of Information and Communications Engineering School, Daejeon University, Daejeon, 34520, Korea

#### 요 약

본 논문에서는 고가의 디지털 설진 장비와 특별한 장치 없이 누구나 손쉽게 사용할 수 있는 디지털 설진 시스템의 첫 단계로 미각 영역별 균열 유무를 판별하는 시스템을 제안한다. 훈련 DB는 한방 병원에서 수집한 사진 261장을 바탕으로 Haar-like feature, Adaboost 학습을 하였다. 학습된 결과를 통하여 입력영상으로부터 혀 후보영역을 검출하고, 검출된 혀 후보영역으로부터 혀 영역만을 분리하기 위하여 261장의 훈련 DB의 HSV 컬러모델의 Hue 성분 평균값을 산출하였다. 검출된 혀 윤곽으로부터 Connected Component Labeling을 통하여 혀 영역을 분리 하였다. 분리된 혀 영역의 상대적 너비와 높이를 이용하여 미각 영역별 로 분할하였다. 분할된 미각 영역별 영상은 Gray영상으로 변환하고, 각각의 영역별 평균 밝기를 산출하여 이진화하였다. 이진화 영상에 Connected Component Labeling을 통하여 균열 유무를 판별하였다.

#### ABSTRACT

In this paper, we propose a tongue diagnosis system for determining the presence of specific taste crack area as a first step in the digital tongue diagnosis system that anyone can use easily without special equipment and expensive digital tongue diagnosis equipment. Training DB was developed by the Haar-like feature, Adaboost learning on the basis of 261 pictures which was collected in Oriental medicine. Tongue candidate regions were detected from the input image by the learning results and calculated the average value of the HUE component to separate only the tongue area in the detected candidate regions. A tongue area is separated through the Connected Component Labeling from the contour of tongue detected. The palate regions were divided by the relative width and height of the tongue regions separated. Image on the taste area is converted to gray image and binarized with each of the average brightness values. A crack in the presence or absence was determined via Connected Component Labeling with binary images.

**키워드** : 설진, 색상분석, Haar-like feautre, Adaboost

**Key word** : Tongue diagnosis, Color analysis, Haar-like feautre, Adaboost

Received 22 February 2016, Revised 11 March 2016, Accepted 25 March 2016

\* Corresponding Author Kyu-won Lee(E-mail:kwlee@dju.kr, Tel:+82-42-280-2558)

Department of Information and Communications Engineering School, Daejeon University, Daejeon, 34520, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2016.20.4.826>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

설진(舌診)은 환자의 설태(舌苔)와 설질(舌質)의 변화를 관찰하여 질병을 진단하는 방법이다. 설태는 혀 위의 이끼처럼 나타나는 얇은 층으로서 위(胃)의 상태를 나타내는 것으로, 이는 눈으로 관찰하여 시체의 오장의 기능과 병의 원인, 성질 및 병의 발병한 병명을 진찰할 수 있으며, 질병의 예후를 판단할 수 있다. 한의학에서 혀는 생리적, 임상적인 상태를 반영하는 기관으로 사람의 건강 상태를 진단하는 중요한 지표로 사용되고 있다[1]. 최근에 비침습적 진단방법에 대한 관심이 높아지면서 설진의 이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 설진기의 개발이 진행되고 있다. 그러나 이러한 디지털 설진기는 고가의 장비에 의존하여 의료비의 부담으로 일반인이 손쉽게 사용할 수 없는 실정이다. 본 논문에서는 고가의 디지털 설진 장비 없이 시간과 장소에 구애 받지 않으며, 누구나 손쉽게 사용할 수 있는 효과적인 설태 검출 방법을 제시하고자 한다. 제 2장에서는 기존에 연구된 설진 판별 방법들을 기술하고, 제 3장에서는 제안하는 시스템을 기술한다. 제 4장에서는 제안하는 시스템에 대한 실험 및 결과고찰을 기술하여 제 5장에서는 결론 및 향후 연구를 제시한다.

## II. 관련연구

일반적인 혀 영역 검출 방법에는 경희대학교에서 개발한 디지털 설진 시스템과 한의학 연구원에서 개발한 설진 시스템을 이용하여 안면 영상을 획득한 후, 혀 영역을 검출하는 방법 등이 있다. 이러한 디지털 설진 시스템은 혀 영역을 획득하기 위해 특별한 장치와 조명을 사용하여 검출률은 높지만, 측정 장비의 규모가 커서 일반인들이 쉽게 이용하는데 한계가 있다. 설진을 진단하기 위해 혀 영역 추출이 필요하다. 혀 영역 추출은 수동적인 추출방법을 이용하여 에너지를 최소화하여 경계면을 찾는 Graph Cut 방법[2], Graph Cut을 반복하는 Graph Cut 방법[3]이 제안되었으나 이러한 알고리즘은 초기에 사용자의 개입으로 경계영역을 수동으로 설정해야 하는 단점이 있다. Grow Cut 방법[4]은 사용자가 배경과 객체를 식별하기 위하여 그에 해당하는 2개 이상의 좌표에 식별표를 할당하여 객체를 검출하는 방식

으로 사용자의 개입을 최소화 하였다. Cylindrical metric을 이용한 컬러 영상 분할 방법[5] 및 색상모델 이용 방법은 컬러 영상의 분할에 적합하지만, 경계면을 다른 영역으로 인식하는 경우가 많다. 이러한 컬러특성과 텍스처의 특성이 빛이 조건에 따라 다르기 때문에 일반적인 영역 추출 방법을 이용하여 혀 영역을 자동으로 추출하는 최적화된 수치를 결정하는 것은 어렵다. 입술이나 구강영역은 혀의 컬러와 유사하므로 혀 경계면 추출의 정확도가 저하된다. 또한 정확한 혀 영역 분리를 위한 방법으로 ASM을 이용한 혀 영역 검출 방법은 사용자가 대상에 대한 랜드마크를 구성하여 값을 저장하고 구성된 프로파일 모델과 템플릿 매칭에 의해 검출하지만 랜드마크 구성은 수동으로 모델링 해야하는 단점이 있다. 이러한 혀 영역 분리를 마친후, 설진을 검출하기 위해 설질을 분석하는 방법과 설태를 분석하는 방법으로 구분 할 수 있다. 설질을 분석하는 방법으로는 RGB 컬러영상을 HSV 컬러영상으로 변환하여 색상, 채도, 명암으로 분할하고 컬러 분포를 이용하여 설태 종류를 구분하는 방법을 제안하였다. 설태를 분석하는 방법으로는 기하정보를 기반으로 컨벡스헵과 인페인팅 방법을 통하여 치흔과 균열을 구분하는 방법을 제시하였다.

## III. 제안하는 시스템

그림 1은 제안하는 시스템의 전체 흐름도이다.

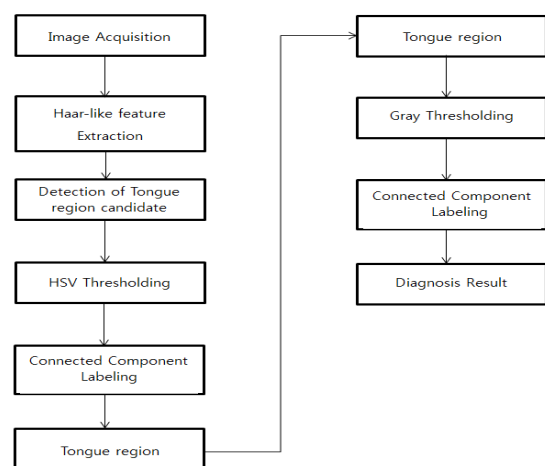


Fig. 1 System Flow

### 3.1. 영역 특징 학습을 통한 혀 자동 분리

영역 특징 학습을 위해 사용한 혀 영상은 한방병원에서 수집한 사진 261장과 혀 영상이 아닌 임의의 사진 1000장을 선정하여 학습을 수행하도록 하였다. 그림 2는 학습에 사용된 혀 영상 이미지를 나타내었고, 그림 3은 혀 영상이 아닌 이미지에 대한 영상을 나타내었다. 그림 4는 Adaboost에 의해 선정된 혀 영역의 특성을 나타낸 예이다.

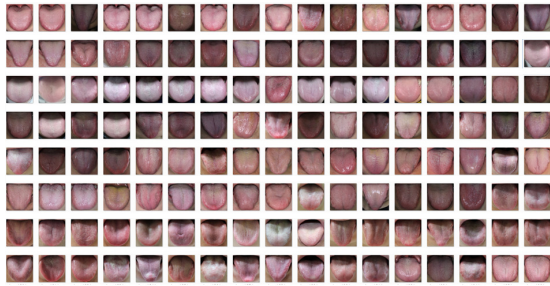


Fig. 2 Tongue images used for training

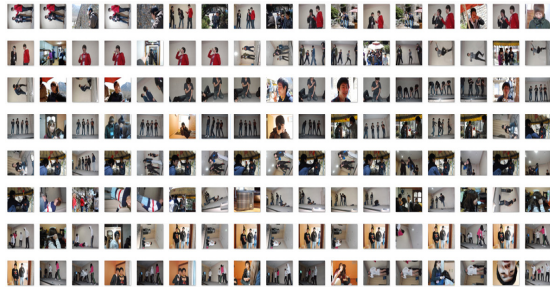


Fig. 3 Images not including a tongue



Fig. 4 Example of a feature of the selected square by Adaboost

본 논문에서 수집한 훈련 DB는 한방병원에서 수집하였고, 총 261장으로 구성되어 혀의 크기와 설태 분포를 분석하는 육안 실험 과정을 참고하여 연구하였다. 위와 같이 혀 영상에 대한 학습을 수행하고 학습된 훈련 DB를 이용하여 그림 5와 같이 혀 후보 영역을 검출하였다.

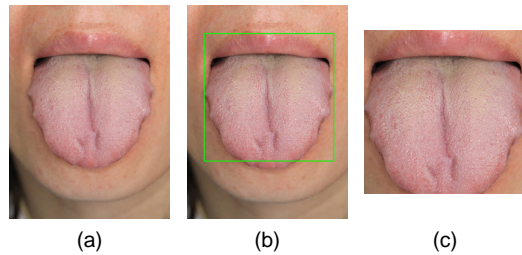


Fig. 5 The results of candidate region detection

그림 5의 (a)은 원본 입력 영상이고, (b)는 후보영역 검출하여 녹색 사각형으로 나타난 영상이고, (c)은 검출된 사각형 영역만 확대한 후보 영역이다. 후보 영역은 주변의 피부를 포함하고 있어 미각별 영역 분류에 영향을 미친다. 정확한 혀 영역을 분리하기 위하여 그림 6과 같이 RGB 컬러 영상을 HSV 컬러 영상으로 변환한 후 Hue 영상을 취하였다.

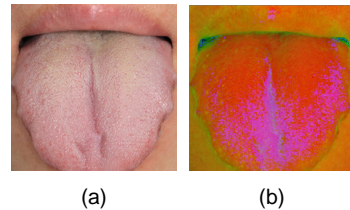


Fig. 6 Color model conversion

그림 6의 (b)와 같이 HSV 컬러 모델을 이용하였을 때 혀는 적색 근처의 값을 가지고 있다. 훈련 DB의 261장의 HSV 컬러 모델의 Hue 성분을 이용하여 평균 Hue 값 105를 산출하였다. 평균값을 이용하여 1차임계값 h1 80과 2차임계값 h2 130을 도출하였다. 도출된 임계값을 이용하여 이진화 하였을 때, 그림 7과 같이 명확한 혀 윤곽을 검출 하였다. 그림 7의 (a)은 HSV 컬러 모델 영상이고, (b)는 임계값을 이용한 이진화 결과이다. 이진화 결과를 이용하여 Connected Component Labeling을

수행 하였다. 잡음을 최소화 하기 위해 Connected Component Labeling의 기준은 픽셀 개수가 1000 픽셀 이상만 Labeling 하였다. 이로서 그림 8과 같이 혀 영역만 검출 하였다.

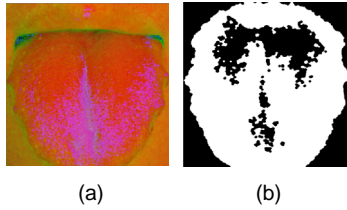


Fig. 7 A result of Binarization using a threshold

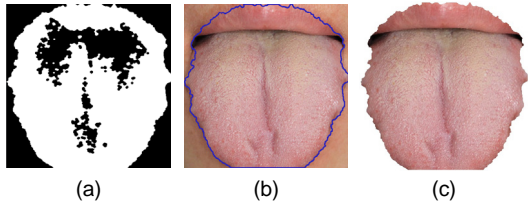


Fig. 8 A result of tongue region detection

그림 8의 (a)은 이진 영상이고, (b) 이진 영상을 통해 Connected Component Labeling 수행한 영상이고, (c) Connected Component Labeling 영역만 분리한 영상으로서 혀 영역 검출 결과이다.

### 3.2. 미각 영역별 분할

미각 영역은 신체의 오장과 연관되어 쓴맛은 콩팥, 신맛은 간과 폐, 짠맛은 위, 단맛은 심장을 진단 할 수 있는 지표가 된다. 미각 영역별 균열 유무를 판별하기 위하여 혀 검출 결과를 이용하고 상대적 위치를 설정하여 미각 영역별 분할하였다. 그림 9는 미각 영역별 분할한 결과이다. 그림 9에서 (a)는 쓴맛 영역, (b)는 단맛영역, (c)는 짠맛 영역, (d)는 신맛 영역이다. 혀 검출 영상의 상대적 너비와 높이를 이용하여 겹치는 현상을 방지하여 분할하였다.

### 3.3. 미각 영역별 균열 검출

미각 영역별 분할된 영상을 이용하여 균열 유무를 판별한다. 분할된 미각 영역을 Gray 영상으로 변환한다. Gray 영상은 가장 어두운 값은 0으로, 가장 밝은 값을

255로 표현하여 균열 부분의 명암 차이를 이용하여 이진화 하고 이진화된 영상에 Connected Component Labeling을 통하여 균열 유무를 판별하였다.

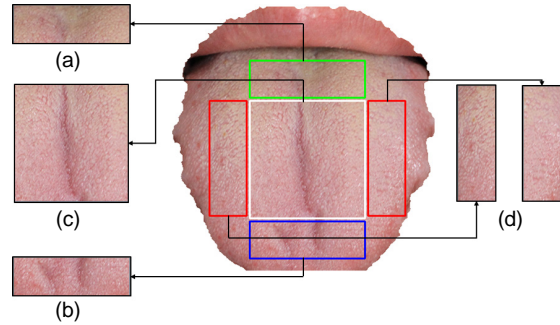


Fig. 9 A segmentation results of each region of taste

이진화의 임계값은 분할된 미각 영역 각각의 평균 밝기를 산출하여 이용하였다. 그림 10은 위와 같은 방법으로 미각 영역별 균열을 검출한 결과이다.

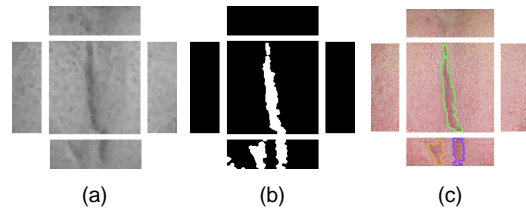


Fig. 10 A detection of the crack in the taste regions

그림 10의 (a)는 미각 영역별 Gray 영상이고, (b)는 미각 영역별 평균 밝기를 임계값으로 적용한 이진 영상이고, (c)는 이진 영상을 이용한 균열 유무를 검출한 영상이다.

## IV. 실험 및 결과 고찰

### 4.1. 실험 환경

본 실험은 한방병원에서 촬영한 영상 261장을 바탕으로 학습하고, 훈련 DB를 구축하였다. 훈련 DB를 통하여 입력영상에서 혀 후보 영역을 검출하고, 후보영역의 정확한 혀 분리를 위해 HSV 컬러 모델의 Hue 성분을 이용하여 평균값 105를 산출하였다. 산출된 평균값

을 바탕으로 임계값 80, 130을 이용하여 정확하게 혀 영역을 분리하였다. 분리된 혀 영역은 상대적인 좌표값을 이용하여 미각 영역별로 분할하였고, 분리된 미각 영역별 평균 밝기를 산출하여 이진화 하였다. 이진화 영상에서 Connected Component Labeling을 통하여 균열 유무를 판별하였다. 이 훈련 DB는 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 성능평가를 위한 기준이 된다.

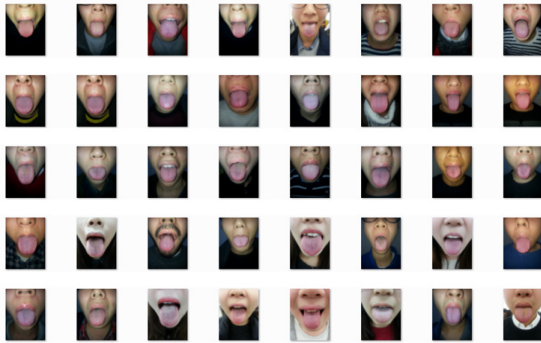


Fig. 11 Tongue DB used in the experiment

본 논문에서 수집한 실험DB는 그림 11과 같이 대전대학교 재학생 40명을 대상으로 수집하고, 실험 DB의 영상은 스마트 기기를 사용하여 촬영하였다. 실험 DB는 40장의 혀 영상으로 구성되었으며, 균열유무를 판별하기 위해 균열이 없는 영상 25장, 균열이 있는 영상 15장으로 구성하여 실험에 이용하였다. 본 알고리즘에서 쓴맛, 혀 가장 안쪽의 균열 유무 판별 오류는 스마트 기기의 조명장치를 이용하여 그림자 영역을 최소화 하였다.

4.2. 미각영역별 균열 유무 판별 실험 결과

제안하는 알고리즘의 성능 평가를 위해 알고리즘의 균열 유무 판별 결과와 한의사에 의한 균열 유무 판별 결과를 비교하여 오차를 측정하였다. 따라서 성능 평가 지표는 본 알고리즘의 균열 유무 판별 정확도로 평가 하였다. 그림 12는 실험 DB 영상을 통해 알고리즘의 미각 영역별 균열 유무를 판별한 결과로서 (a)는 Gray 영상이고, (b)는 각각의 미각 영역별 평균 밝기를 산출하여 이진화한 영상이다. (c)는 이진 영상을 이용한 균열을 검출한 영상이다. 이와 같은 방법으로 실험 DB 영상 중 40 사례에 대하여 판별 실험을 행하였다.

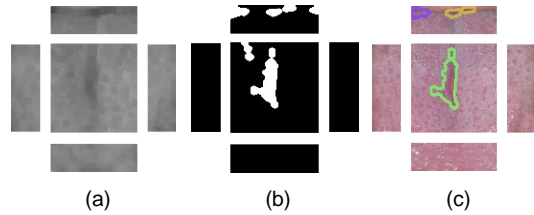


Fig. 12 A result of crack detection

Table. 1 System diagnostic success rate

Exp.	Judge	BT	ST	SwT	SoT (L)	SoT (R)
Exp.1	System	N	N	N	N	N
	Doctor	N	N	N	N	N
Exp. 2	System	N	N	N	N	N
	Doctor	N	N	N	N	N
Exp. 3	System	N	Crk	N	N	N
	Doctor	N	N	N	N	N

⋮

Exp. 38	System	N	N	N	N	N
	Doctor	N	N	N	N	N
Exp. 39	System	N	N	N	N	N
	Doctor	N	N	N	N	N
Exp. 40	System	N	Crk	N	N	N
	Doctor	N	Crk	N	N	N

BT: Bitter Taste, ST:Salty Taste, SwT:Sweet Taste  
SoT:Sour Taste, N: Normal, Crk:Crack

표 1은 그림 12와 같은 방법에 의한 알고리즘 판별과 한의사의 판별을 비교한 표이다. 한의사의 판별 결과와 알고리즘 판별 결과를 비교하여 본 논문의 판별 정확도를 평가하였다. 한의사의 판별 ‘Crack:균열’과 알고리즘 판별 ‘균열’, 한의사의 판별 ‘Normal:정상’과 알고리즘 판별 ‘정상’은 정확도를 나타낸다. 정확도를 구하는 식은 아래와 같다.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{AI} \times 100 \quad (1)$$

식 1의 Accuracy는 판별 정확도를 나타내고, AI는 실험 DB의 전체 미각 영상의 개수를 의미하고, TP는 한의사 판별 ‘균열’과 알고리즘 판별 ‘균열’의 영상의 개수

를 의미하고, TN은 한의사의 판별 ‘정상’과 알고리즘 판별 ‘정상’의 영상 개수를 의미한다. 식 1을 통하여 정확도 91%를 얻을 수 얻을 수 있었다.

$$ED = \frac{FP}{AI} \times 100 \quad (2)$$

식 2의 ED는 오검출율을 나타내고, AI는 실험 DB의 전체 미각 영상의 개수를 의미하며, FP는 한의사의 판별 ‘정상’과 알고리즘 판별 ‘균열’의 영상의 개수를 의미한다. 식 2를 통하여 오검출율 3.5%를 얻을 수 있었다. 오검출은 혀 영상의 굴곡에 의해 생기는 그림자 영역으로 명암의 차이가 발생하여 본 알고리즘에서 ‘균열’으로 판별 한 경우이다.

$$ND = \frac{FN}{AI} \times 100 \quad (3)$$

식 3의 ND는 미검출율을 나타내고, AI는 실험 DB의 전체 미각 영상의 개수를 의미하고, FN은 한의사의 판별 ‘균열’과 알고리즘 판별 ‘정상’의 영상의 개수를 의미한다. 식 3을 통하여 미검출율 5.5%를 얻을 수 있었다. 미검출은 혀의 ‘균열’깊이가 얇아 정상인 혀 영역과 명암의 차이가 없어 본 알고리즘에서 ‘정상’으로 판별 하였다.

## V. 결 론

본 논문에서는 고가의 디지털 설진 장비와 특별한 장치 없이 누구나 손쉽게 사용할 수 있는 디지털 시스템의 첫 단계로 미각 영역별 균열 유무를 판별하는 설진 시스템을 제안하였다. 훈련 DB는 한방병원에서 수집한 사진 261장을 바탕으로 Haar-like feature, Adaboost 학습을 행하였다. 학습된 결과를 바탕으로 입력영상으로부터 혀 후보 영역을 검출하고, 검출된 혀 후보영역을 정확하게 혀 영역만 분리하기 위하여 261장의 훈련 DB에서 HSV 컬러모델의 Hue 성분 참조값을 산출하였다. 참조값을 바탕으로 이진화 임계값 80, 130을 도출하여 이진화 하였을 때, 명확한 혀 윤곽을 검출 하였다. 검출된 혀 영역은 미각 영역으로 분할하였다. 미각 영역은 신체의 오장과 연관되어 진단할 수 있는 지표가 된다. 미각

영역은 상대적 위치를 설정하여 분할하였다. 균열 유무 판별은 미각 영역을 Gray 영상으로 변환하여 평균값기를 산출 한 후, 산출된 평균값기를 이용하여 이진화 하였다. 이진화 영상을 통하여 Connected Component Labeling 실시하여 균열 유무를 판별 하였다. 훈련 DB 테스트 중 혀의 가장 안쪽, 쓴 맛 영역에서 조도의 영향으로 인한 판별 오류를 확인하였다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 실험을 통하여 미각 영역별 분할하고 균열 유무 판별하고 한의사의 판별 결과와 비교하여 정확성 91%의 판별률을 얻었다. 제안하는 알고리즘은 빛의 밝기가 일정한, 조도의 영향이 없는 환경에서 실험하였다. 향후, 균열 유무 판별뿐만 아니라 혀 경계면의 좌우 탐색을 통한 치흔, 좌우 비대칭 특징의 형태 분석이 가능하도록 연구가 필요하다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research supported by the Daejeon University fund (2014)

## REFERENCES

- [1] 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*, vol. 61, pp. 77-89, Feb. 2000.
- [2] W. Li, C. Zhou, and Z. Zhang, "On automated tongue image segmentation in Chinese medicine," in *Proc. the 5th world congress on intelligent control and automation*, pp. 15-19, 2004.
- [3] Y. Boykov and V. Kolmogorov, "Computing geodesics and minimal surfaces via graph cuts," in *Proc. the 9th ICCV' 03*, pp. 26-33, 2003.
- [4] C. Rother, V. Kolmogorov, and A. Blake, "GrabCut: interactive foreground extraction using iterated graph cuts," *ACM Trans. Graphics*, vol. 23, no. 3, pp. 309-314, Aug. 2004.
- [5] V. Vezhnevets and V. Konouchine, "Grow-Cut-interactive multi-label N-D image segmentation," in *Proc. GraphiCon*, pp. 150-156, 2005.



**이민택(Min-taek Lee)**

2013년 대전대학교 정보통신공학과 졸업(학사)  
2015년 대전대학교 정보통신공학과 졸업(공학 석사)  
※관심분야 : 영상처리, Robot Vision, Color Analysis



**이규원(Kyu-Won Lee)**

1986년 연세대학교 전자공학과 졸업(학사)  
1988년 연세대학교 대학원 전자공학과(공학 석사)  
1998년 연세대학교 대학원전자공학과(공학 박사)  
1988년2월 ~ 1989년8월 (주)LG산전연구소 연구원  
1989년9월 ~ 2000년2월 한국전자통신연구원 선임연구원  
2000년 ~ 현재 대전대학교 정보통신공학과 교수  
※관심분야 : 영상처리, Motion Analysis, Robot Vision, ITS