

## ASM과 컬러 분산 스네이크 기법을 이용한 혀 영역 검출

박진웅<sup>○</sup>, 송원창<sup>\*</sup>, 강선경<sup>\*</sup>, 정성태<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>원광대학교 정보·컴퓨터교육과

<sup>\*</sup>원광대학교 컴퓨터공학과

e-mail: tila1004@wku.ac.kr, colorart@wku.ac.kr, doctor10@wku.ac.kr, stjung@wku.ac.kr

## The tongue dominant region detection using ASM and Color Variance Snake Algorithm

Jin-Woong Pak<sup>○</sup>, Won-Chang Song<sup>\*</sup>, Sun-Kyung Kang<sup>\*</sup>, Sung-Tae Jung<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>Dept. of Information Computer Education, Wonkwang University

<sup>\*</sup>Dept. of Computer Engineering, Wonkwang University

### ● 요약 ●

본 논문은 기존의 디지털 설진 시스템이 아닌 임베디드 환경에서의 실시간 설진 진단 방법을 제안한다. 임의의 환경에서 얻어낸 이미지에서 혀 영역의 추출과 추출된 영역에서의 혀의 상태를 진단하는데는 많은 어려움이 있다. 다양한 조명환경에서의 영상으로부터 혀 영역을 추출해 내는 방법으로는 ASM을 이용하는 방법이 있는데 이는 검출률이 낮아 정확도가 떨어진다. 이를 보완하기 위해 본 논문에서는 ASM과 물체 외곽 정보 복원에 기반을 둔 컬러 분산 스네이크 기법을 사용하여 정확도를 개선하는 방법을 제안한다.

키워드: 설진(Tongue Diagnosis), ASM(Active Shape Model), 컬러 분산 스네이크 기법(Color Variance Snake Algorithm)

### I. 서론<sup>1)</sup>

한방 의료기기의 특허출원이 증가하면서 한의사의 시점으로 가능했던 설진이 기계를 통해 검출해 내는 것이 가능하게 되었다. 하지만 개인이 스스로 기계를 사용하여 설진을 검출하기에는 기기의 크기가 크고 개인이 사용하는 용으로 구입하기에는 값이 너무 비싸다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 전자설진기를 이용한 디지털 설진 시스템을 임베디드 환경에서 사용자 스스로 간단하게 진단할 수 있도록 기기의 소형화와 경량화에도움을 줄 수 있는 알고리즘 개발을 목표로 하였다.

ASM(Active Shape Model)을 이용한 혀 영역 검출 방법은 영역 검출률이 낮아서 이를 보완하기 위해 물체 외곽 정보 복원에 기반을 둔 컬러 분산 스네이크 기법을 사용하고자 한다.

일반적으로 스네이크 알고리즘은 매개변수 스네이크 알고리즘과, 기하학 스네이크 알고리즘으로 나뉜다[1].

최초의 스네이크 알고리즘은 Kass[2]에 의하여 제안되었다. 이 기법은 적은 연산량으로 빠르고 정확하나, 굴곡이 심한 외곽에 대한 접근이 취약하고 복잡한 배경을 가진 영상에서 적용이 어려운 단점이 있다. Xu[3]는 Kass의 기법에서 해결책으로 GVF(Gradient Vector Flow)기법을 제시했다. 그러나 이 기법은 복잡

한 배경에서의 적용에 대한 해결책을 제시하지 못했다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 컬러 값을 기반으로 하는 기법들이 연구되고 있다. 초기 컬러 모델을 적용한 스네이크 알고리즘은 G. Sapiro[4]에 의하여 제시되었다. 이 기법은 다른 기법에 비해 연산량이 적고 빠르지만, 외부 잡음에 취약하다. 이후 Chen[5]는 기존의 C-V 방법[6]을 확장하여 성능을 개선하였다. 이들 기법은 잡음에 대하여 취약하고, 초기에 제한 조건이 많은 단점을 가지고 있다. 이러한 단점들을 해결하기 위하여 관심객체의 외곽 edge를 주변 값을 참조하여 복원하고, 관심영역에 대한 컬러 분산 에너지를 사용하였다. 제안된 컬러 분산 스네이크 기법은 컬러정보의 확률 분포에 대한 분산 값을 이용하기 때문에 잡음에 강인한 특성을 갖는다. 이러한 컬러 에너지를 이용 물체 외곽 정보 복원 컬러 분산 스네이크 알고리즘은 추가 혀 영역 검출에 효과적이다.

### II. 관련 연구

#### 1. ASM(Active Shape Model)

ASM은 전체 얼굴 검출기에 의해 결정된 얼굴의 위치와 사이의 일직선상의(동일 위치 판별) 평균 형상으로부터 랜드마크에 대한 검색을 시작한다[8]. 수렴될 때까지 각각 영상 조직의 템플릿 매칭에 의해 형상 점의 위치를 조절하는 것에 의한 불확실한 형상

1) “이 논문은 2010년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임”(지역거점연구단육성사업/헬스케어기술개발사업단)

이 가리킨다고 제안하고 나서 반복하고 불확실한 형상을 전체적 형상 모델에 맞춘다. 전체 검색은 조잡한 것로부터 뛰어난 해상도에 이르기까지 이미지 피라미드에 이르도록 각각 레벨에서 되풀이 된다.

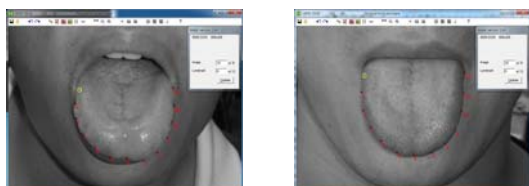


그림 1. Marki를 이용한 Landmark  
Fig. 1. Landmarked using Marki

그림 1은 marki를 이용하여 프로파일 이미지에 랜드마크한 화면이다. 프로파일 모델은 템플릿 매칭에 의해 각 랜드마크의 대략적인 위치를 가리키는데 사용된다. 형상화 작업동안, 각각 랜드마크에 평균 프로파일 벡터  $\bar{g}$ 와 프로파일 공분산 행렬  $Sg$ 를 계산한다. 거리를 구하는 방법은 식 1에서 알 수 있듯이 균 도표  $\bar{g}$ 로부터의 마할라노비스 거리[9]를 이용하여 구할 수 있다. 형상 모델은 식 (1)을 통해 랜드마크의 무방한 배열을 상세화한다.  $\bar{x}$ 가 평균 형상으로 형상  $\hat{x}$ 를 생성하고,

$$\hat{x} = \bar{x} + \Phi b \quad (1)$$

$b$ 는 매개변수 벡터이고,  $\Phi$ 는 정렬된 훈련 형상에 대한 랜드마크의 공분산 행렬  $Ss$ 에 의해 선택된 고유 벡터의 매트릭스이다. 주요한 표준 성분 접근을 이용할 때, 고유값  $Ss$ 의  $s_i$ 를 순서화하고 상응하는 고유 벡터의 적절한 수를  $\Phi$ 에 보존함으로써 원한 것처럼 훈련 집합의 많은 변형으로부터 모형을 만든다. 벡터 매개 변수  $b$ 를 변경함으로써 식(1)로 다양한 형상을 생성할 수 있다.

마지막으로  $T$ 가 화상 공간 안으로 모델 공간을 매핑한 상사 변환인 것을 식(2)을 통해 최소로 한  $b$ 와  $T$ 를 주는 반복 작업을 수행하는 과정으로 이루어져 있다.

$$distance(x, T(\bar{x} + \Phi b)) \quad (2)$$

## 2. 스네이크 기법

### 2.1 컬러 분산 스네이크 기법

스네이크 기법은 기본적으로 제어점들과 영상에서 주어지는 많은 정보를 이용한 에너지를 이용하여 관심 객체를 배경 영역으로부터 분리하는 기법이다.

$$E_{snake} = E_{IN} + E_{EX} + E_{IM} \quad (3)$$

여기서 사용하는 에너지는 식(3)에서 보는 바와 같이 내부에너지(EIN), 외부에너지(EEX), 영상에너지(EIM)로 구성되어 진다.

$$E_{IN} = E_{tension}(v(s)) + E_{stiffness}(v(s)) \quad (4)$$

식(4)에서와 같이 내부 에너지는 제어 점간의 역학적 에너지로써 탄성(tension)과 강성도(stiffness)로 구분된다.

$$E_{IN} = \alpha(s) \left| \frac{dv_s}{ds} \right|^2 + \beta(s) \left| \frac{d^2v_s}{ds^2} \right|^2 \quad (5)$$

이 에너지는 식(5)에서 보이는 바와 같이 각 스네이크 제어 점간에 발생하는 힘으로 점간 거리를 일정하게 하고 굽어져 있는 영역에 대하여 퍼주는 방향으로 값을 갖는다.

외부 에너지는 제어 점간에 발생하는 힘을 제어하는데 사용된다.

### 2.2 컬러 분산 에너지

컬러 분산 에너지는 확률적 분포에 대한 분산 값을 분석하여 적용된 값으로 기존 기법에 추가 되어, 새로운 에너지 정의를 통해 사용되고 있다.

스네이크 알고리즘에서 외곽정보를 정확하게 표현하기 위해서는 충분한 수의 스네이크 제어 점을 확보해야 한다.

제안된 컬러 분산 스네이크 기법에서는 Gauss-Green 알고리즘을 적용하였다. 이 기법은 제어점들의 위치를 이용하여 이들이 이루는 폐곡선(closed loop)의 면적을 근사적으로 빠르게 구하는 방식이다.

$$S_{G-area} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \times (x_{i+1} + x_i)(y_{i+1} - y_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \times (y_{i+1} + y_i)(x_{i+1} - x_i) \quad (6)$$

식(6)에서 SG-area는 Gauss-Green 기법에 의해 구해진 해당 폐곡선 영역의 면적을 의미한다. 이 방식을 적용함으로써 연산량이 획기적으로 단축된다. 분산 에너지는 각 값의 평균을 구하는 부분과 이를 이용하여 각RGB 값에 대한 분산 값을 구하는 부분, 그리고 이들을 조합하는 부분을 통해 계산된다. 스네이크 영역의 각 RGB 값의 평균을 구하는 과정에서는 최초 실행 시 각 픽셀이 가지고 있는 값들을 직접 접근하여 계산한 이후 Gauss-Green 알고리즘을 이용하여 확장되거나 축소된 영역에 대한 면적을 구하고, 해당 영역의 변화량을 초기 검출값에 대입하여 연산량을 줄이는 방법을 사용한다.

$$E_{R-var} = \frac{1}{N} \sum_{I_R(x,y) \in snake-area} \sum (I_R(x,y) - M_R)^2$$

$$E_{G-var} = \frac{1}{N} \sum_{I_G(x,y) \in snake-area} \sum (I_G(x,y) - M_G)^2$$

$$E_{B-var} = \frac{1}{N} \sum_{I_B(x,y) \in snake-area} \sum (I_B(x,y) - M_B)^2 \quad (7)$$

식(7)의  $M$ 은 각RGB의 평균값이고  $N$ 의 값은 해당영역의 면적에 해당한다. 이들 각 값을 알고리즘의 컬러 분산 에너지로 사용한다.

### III. 본 론

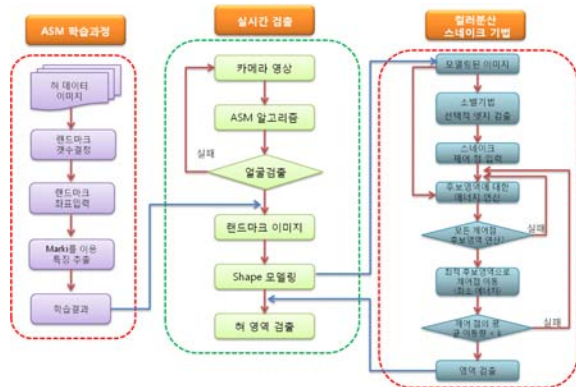


그림 2. 혀 영역 검출 알고리즘  
Fig. 2. Tongue area detection algorithm.

그림 2는 혀 영역 검출을 위해 ASM과 컬러 분산 스네이크 기법을 병행한 알고리즘 구성도이다.

여러 개의 프로파일 이미지에 검출하고자 하는 영역의 추출을 위해서 사용자가 직접 습득한 영상에 랜드마크를 하여 값을 저장한다. 계산되어진 평균 벡터와 행렬 값을 기본으로 형상화 모델을 만든다. 형상화 작업 이후 새로운 이미지에 대한 검출을 위해 형상 모델을 기준으로 검출작업을 통해서 이미지 영역 검출 작업을 수행한다. 검출 되어진 이미지의 사이즈 변환을 통해서 필요한 영역만을 다시 추출해 내는 작업을 수행하는데 이를 stasm이라 한다. 그림 3은 tasm으로 만든 형상화 모델을 기반으로 한 stasm을 이용하여 영역을 추출한 영상이다.



그림 3. stasm image : 혀 영역 검출  
Fig. 3. stasm image : Tongue dominant region detection

본 논문에서는 혀 영역에서 선택되어지지 않은 영역을 추가 검출하기 위하여 물체 외곽 정보 복원에 기반을 둔 컬러 분산 스네이크 기법을 추가로 적용한다. 적용된 기법은 물체 외곽 edge 정보를 복원하고 컬러 분산 에너지를 추가함으로써 복잡한 배경에서의 객체 접근 문제를 효과적으로 처리하고 있다. 두 가지 방법을 동시에 사용하였을 경우 효과적으로 배경과 영상을 분리하는 것을 관찰 할 수 있다. 이는 컬러분산 스네이크 기법에서 컬러 영상의 경우 해당 객체와 배경을 구분 지을 수 있는 충분한 양의 정보를 제공하고 해당기법이 이를 에너지로 바꾸어 적절히 이용했기 때문이다. 그림 4-a는 ASM만을 이용하여 추출되어진 혀 영역이고 그

림 4-b는 ASM과 컬러분산 스네이크 기법을 동시에 사용한 혀 영역 추출 이미지이다.



a. ASM을 이용한 결과 영상



b. ASM +컬러분산 스네이크 기법을 이용한 결과 영상

그림 4. a. ASM을 이용한 결과 영상  
b. ASM과 컬러 분산 스네이크 기법을 동시에 사용한 결과 영상

Fig. 4. a. The result image using ASM

b. An image at the same time, ASM and color distribution snake technique are used

### IV. 결 론

본 논문에서는 얼굴 전체 영상으로부터 혀 영역 검출 방법을 제시하였다. 사용자가 스스로 혀 영역 검출을 임의의 환경에서 촬영한 영상을 가지고 정확한 혀 영역을 검출해 내는 일은 쉬운 일이 아니다. 초기 ASM만을 이용한 혀 영역 검출은 전체 혀 이미지에서 정확한 외곽선 추출이 이루어지지 않는다. 하지만 본 논문에서 제안한 ASM과 컬러 분산 스네이크 기법을 사용함으로써 정확한 혀 영역이 검출됨을 알 수 있었다.

향후 연구과제로는 임베디드 환경에서 혀 영역을 검출한 후 백태, 황태, 설진 등의 분류를 스스로 진단할 수 있는 판별방법을 한 의학에서 제시하는 설진법을 매칭시켜 쉽게 몸의 이상 현상을 판별하고 한의학적 치료법 제시와 의학적 치료법 제시를 하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] C. Xu, A. Yezzi, Jr., and J.L. Prince, "On the relationship between Parametric and Geometric Active Contours," in Proc. OF 34th Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, pp. 483~489, October 2000.
- [2] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "SnakeActive Contour Models," International Journal of Computer Vision, 1(4): 321~331, 1987.
- [3] C. Xu and J.L. Prince, "Gradient Vector Flow: A New

- External Force for Snakes,” Proc. IEEE(CVPR), Nov 1997.
- [4] G. Sapiro, “Color snakes,” Comput. Vis. Image Understanding, vol. 68, no.2, pp. 247~253, 1997.
- [5] Chen, Y. Zhou, Y.G. Wang and J. Yang, “GACV: geodesicaided CV method,” Pattern Recognition 39, pp. 1391~1395, July 200.
- [6] T. Chan and L. Vese, “Active contours without edges for vector Images,” J. Visual Commun, Image Representation 11, pp. 130~141, 2000.
- [7] Keun-Ho Kim, Jun-Hyeong Do, Hyun-Hee Ry- u, Kim, Jong-Yeol, “Systematic Approach to The Extraction of Effective Region for Tongue Diagnosis,” Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea. SC, System and control, v.45 no.6, pp. 123~131, Nov. 2008
- [8] Stephen Milborrow, Fred Nicolls, “Locating Facial Features with an Extended Active Shape Model,” Lecture notes in computer science, 2008
- [9] Su-Joong Kim, Jae-Keun Hong, “A Simplification of Polynomial Representations for the Moments of the Mahalanobis Distances,” Journal of the Korean Institute of Electronics Engineers, v.21 no.3, pp. 1~5, May, 1984