

## 칼라분산 기반 확장 스네이크 알고리즘을 이용한 영상 분할 기법

이승태\*, 정환익\*\*, 한영준\*, 한현수\*  
 숭실대학교\*, 경북대학교\*\*

### Robust Segmentation Method Using Extended Snake Algorithm Based on Color Variance

Seungtae Lee\*, Hwanik Chung\*\*, Youngjoon Han\*, HERNSOO HAHN\*  
 Soongsil University\*, Kyungbuk University\*\*

**Abstract** - 본 논문은 스네이크 에너지에 칼라분산 성분을 추가함으로써 스네이크 알고리즘을 이용하는 강인한 영상분할기법을 제안한다. 일반적인 스네이크 알고리즘은 영상의 밝기 값만을 고려하여 관심영역을 분할하기 때문에 인접하는 영역과 다른 칼라정보를 갖더라도 인접하는 물체와 유사한 밝기 값을 가지면 영상분할하기 어렵다. 제안하는 알고리즘은 복잡한 배경에서 인접하는 영역과 칼라성분이 다른 관심영역을 효율적으로 분할하기 위해, 기존의 snake 알고리즘에 칼라분산(color variance) 에너지 요소를 추가하였다. 특정 칼라 값을 갖는 물체들이 섞여있는 복잡한 배경 영상들의 실험을 통해 제안하는 칼라분산 기반 확장 스네이크 알고리즘의 우수성을 입증하였다.

#### 1. 서 론

영상처리 분야에서 스네이크 알고리즘은 영상분할(image segment)을 위해 널리 적용되고 있다. 일반적으로 사용되는 있는 스네이크 알고리즘은 크게 두 가지 부류로 나눌 수 있다. 첫째는 매개변수 스네이크(parametric snake) 알고리즘이고, 둘째는 기하학 스네이크(geometric snake) 알고리즘이다[1,2]. 매개변수 스네이크 알고리즘은 객체의 윤곽선에서 에너지가 최소화 되도록 정의된 함수를 통하여 초기 곡선을 변화시켜 물체의 외곽을 찾는 방식이다[1], 기하학 스네이크 알고리즘은 level set 기법을 이용하여 물체의 외곽을 찾는 알고리즘이다[2]. 기하학 스네이크 알고리즘의 장점은 관심영역의 외형 변화에 대하여 쉽게 적용할 수 있고 한 영상에 다수의 객체에 적용이 가능하다. 하지만 부정확한 추출영역을 섬세하게 제거하지 못하며 영상 배경의 복잡도에 따라 성능의 영향을 많이 받는다.

반면에 매개변수 스네이크 알고리즘은 부정확한 외곽 경계에 대해서도 적용이 가능하며 영상의 배경에 대한 제약이 비교적 적다. 처음 Kass[1]에 의하여 제안된 매개변수 스네이크 알고리즘은 관심영역에 대하여 빠른 속도로 비교적 정확히 수행할 수 있다. 그러나 기하학적 변화에 대하여 취약한 면을 가지고 있다. C.Xu and J.L Prince[4]의 알고리즘은 외곽 근처에서만 정의 했던 에너지 분포를 영상 전체에 적용시켜 기하학적 변화에 대한 해결책을 제시하였다. 그러나 이들 알고리즘은 복잡한 배경영상에 대하여 상당히 취약한 면을 보인다. 이를 해결하기 위해 가장 많이 제안 되는 방법이 칼라 모델을 이용하는 방식이다. 칼라 모델은 밝기 모델보다 객체를 판별할 수 있는 풍부한 요소를 더 많이 제공하기 때문에 비교적 간단한 식으로 보다 정확한 결과를 낼 수 있다. A. Koschan[x]는 mahalanobis distance를 RGB 칼라모델에 적용하였으며, L. PI[x]의 경우 2D 영상모델을 RGB를 고려한 5D의 모델로 확장시킨 스네이크 알고리즘을 제안하였다.

칼라정보를 이용하는 스네이크 알고리즘의 공통점은 초기 문턱 값과 관심 영역의 칼라분포의 영향을 많이 받는다. 이를 해결하기 위해 제안하는 스네이크 알고리즘은 칼라분포의 분산을 외부 에너지에 포함하였다. 통계적인 분산을 고려하기 때문에 제안하는 확장 스네이크 알고리즘은 칼라정보에 강인하게 관심영역을 분할한다. 따라서 본 논문은 복잡한 배경이나 관심영역의 칼라분포의 제약을 극복하고 보다 정확한 관심영역을 분할하는 스네이크 알고리즘을 제안한다.

#### 2. 칼라분산 기반 확장 스네이크 알고리즘

##### 2.1 매개변수 스네이크 알고리즘

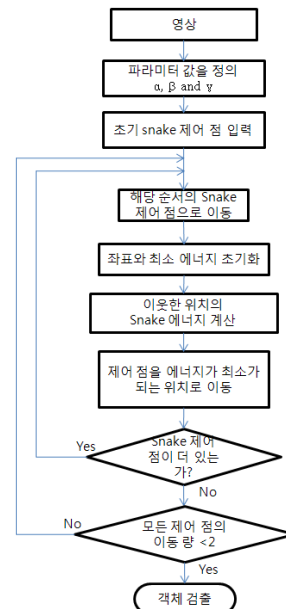
Kass가 제안한 매개변수 스네이크 알고리즘은 에너지를 다음 식(1)처럼  $E_{IN}$ (내부 에너지),  $E_{EX}$ (외부 에너지),  $E_{DM}$ (영상 에너지)의 3가지 에너지로 정의한다.

$$E_{total} = E_{IN} + E_{EX} + E_{DM} \quad (1)$$

매개변수 스네이크 알고리즘은 관심영역의 외곽선에서 이들 스네이크 에너지의 합이 최소 에너지를 갖도록 정의하고, 초기곡선의 변화를 통해 기존에 정의된 최소 에너지 위치로 이동시켜 관심영역을 찾는 방법이다. 내부 에너지는 각각의 스네이크 제어 점 위치 사이의 역학적 관계에 의하여 정의되며 텐션(tension)과 경직성(stiffness)로 구성된다. 이 힘을 통해 제어 점의 간격을 일정하게 유지 되도록 하게 만든다. 경직성(stiffness)는 다음 항으로 곱어져 있는 제어 점들을 곧게 펴는 역할을 한다. 이를 이용하면 관심영역 공간을 일정한 규칙에 따라 확장하거나 축소할 수 있다. 외부 에너지는 스네이크 제어 점의 발산 혹은 수렴을 관장하는 에너지이다. 영상 에너지는 영상이 가지고 있는 에너지를 스네이크 알고리즘에 적용할 수 있도록 정의하여 주는 부분이다.

##### 2.2 관심영역의 칼라분포의 분산 기반 확장 스네이크 알고리즘

관심영역의 칼라분산 값은 칼라정보가 분포되어 특성에 대한 정보를 제공한다. 따라서, 많은 단일 물체들이 유사한 칼라정보를 갖고 있기 때문에 분할영역이 관심영역만을 포함하는 경우에 칼라분산 값이 최소화 된다. 하지만 분할영역이 인접하는 영역까지 포함하는 경우에 칼라분산 값이 더욱 커진다. 따라서 본 논문은 기존 스네이크 알고리즘의 에너지에 칼라정보를 추가하여 관심영역을 분할하기 위한 칼라분산을 외부 에너지로 사용한다. 제안하는 칼라분산 기반 확장 snake 알고리즘은 그림 1의 순서도와 같다.



〈그림 1〉 제안하는 칼라분산 기반 확장 스네이크 알고리즘

제안하는 확장 스네이크 알고리즘의 제어점을 관심영역의 윤곽선으로 이동시키기 위해 식 (1)에서 보여주듯이 내부, 외부 에너지, 그리고 영상 에너지로 구성된다. 위 식에서 칼라분산의 에너지 성분은 스네이크 제어 점을 동일한 칼라분포를 갖는 관심영역의 윤곽선에 수렴하도록 유도한다. 본 논문에서 제안하는 관심영역의 칼라분산에 대한 에너지를 다음 식(2)으로 정의한다.

$$E_{var} = \omega_1 E_{R-var} + \omega_2 E_{G-var} + \omega_3 E_{B-var} \quad (2)$$

칼라분산의 에너지는 관심영역의 윤곽선을 결정할 때 관심영역 내에 칼라분포를 사용한다. 여기서  $E_{R-var}$ ,  $E_{G-var}$ ,  $E_{B-var}$  는 각각 RGB 모델의 R, G, B에 대한 분산 에너지이다. 다음 식(2)은 RGB모델의 각 칼라 성분별에 대해 개별적으로 칼라분산을 구하여 가중치를 두어 능동적으로 값을 조절할 수 있도록 한다. 다음 식(3)은 칼라분산을 얻기 위해 분할 영역 내에 모든 화소들의 한 칼라성분에 대한 평균값이다.

$$E[C(x,y)] = \frac{1}{M} \sum_{C(x,y) \in R} C(x,y) \quad (3)$$

여기서 M은 분할영역(R)내의 화소들의 개수이고 C(x,y)는 화소들의 칼라모델의 각 성분(R, G, B)이다. 다음 식(3)으로부터 관심영역의 각 성분들에 대한 칼라분산 에너지를 다음 식(4)와 같이 정의한다.

$$E_{C-var} = \frac{1}{M} \sum_{C(x,y) \in R} (C(x,y) - E[C(x,y)])^2 \quad (4)$$

여기서  $E[C(x,y)]$ 는 식 (3)에서 구해진 분할영역 내에서 칼라모델 성분의 칼라분산 에너지이다. 각 스네이크 제어 점은 이동에 따라 분할영역의 칼라분산 에너지가 최소가 되는 방향으로 수렴하기 때문에 제안하는 확장 스네이크 알고리즘은 비교적 복잡한 배경에서도 칼라정보가 유사한 관심영역을 효과적으로 검출한다.

### 3. 실험 결과 및 적용

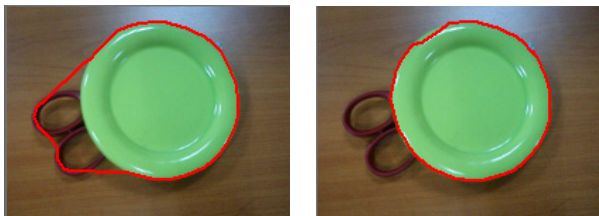
본 논문에서는 제안하는 칼라분산 기반 확장 스네이크 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 Kass가 제안한 스네이크 모델과 단순한 배경과 다소 복잡한 배경을 가진 환경에 놓여 있는 객체에 관하여 비교 실험하였다. 그림 2는 공간상에 잡음이 거의 없는 환경에 갖는 영상에 대해 두 알고리즘을 적용한 결과를 보여주고 있다. 그림 2에서 보듯이 두 알고리즘 모두 이상 없이 관심 객체를 분할하는 것을 확인할 수 있다.



(a) 기존 snake (b)영역 분산 snake  
**<그림 2> 잡음 없는 환경에서의 snake 검증**



(a)입력영상 (b) 영상 Gradient



(a) 기존 snake (b)영역 분산 snake  
**<그림 3> 영역 분산 snake 알고리즘 적용 영상**

제안한 칼라 분산 기반 확장 스네이크 알고리즘의 성능을 검증하기 위해 그림 3과 같이 다소 복잡한 배경을 갖는 즉, 다른 칼라로 구성된 객체가 겹쳐 있을 경우에 관해 두 알고리즘의 성능을 비교하였다(그림

3). 그림 3(a)은 성능비교를 위해 사용된 원 영상으로 관심영역은 녹색 계통의 접시이고 관심객체의 분할을 방해하는 물체는 가위의 일부이다. 그림 3(b)은 스네이크 영상 에너지로 사용되는 영상 Gradient 값을 보여 준다.

기존 스네이크 알고리즘을 적용한 결과를 그림 3(c)에서 보여준다. 인접한 물체가 관심객체와 같이 비슷한 밝기 값을 가지면 기본 스네이크 알고리즘이 단순히 밝기만을 사용하기 때문에 결과 그림에서 보듯이 관심영역을 분할 수 없다. 하지만, 본 논문에서 제안한 칼라분산 기반 확장 스네이크 알고리즘은 칼라 분산 값을 사용하여 영상분할을 수행하기 때문에 인접한 객체가 유사한 밝기 값을 갖더라도 풍부한 정보를 갖고 있는 칼라정보를 이용하여 효과적으로 관심영역을 분할한다. 제안하는 알고리즘의 적용한 결과를 그림 3(d)에서 보여준다. 이는 관심영역 밖의 범위에 들어있는 잡음이 영역 내로 인식되어 내부 영역의 분산 값을 측정할 경우 그 값이 관심영역 중 객체에 해당하는 부분에만 검출 될 경우보다 값이 커지게 된다. 다시 말하면 스네이크 제어점이 관심영역으로 이동하면 칼라 분산 값이 점점 작아지면서 분산 에너지도 작아져서 일정한 값으로 수렴한다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 스네이크 분할영역에 대한 칼라 분산 에너지를 이용하여 복잡한 배경을 갖는 관심영역을 강인하게 추출하는 확장 snake 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 관심 영역에 대한 통계치인 칼라 분산 값을 이용함으로써 밝기 값으로만 해결할 수 없는 기존 스네이크 알고리즘의 단점을 보완하였다. 그러나 관심영역의 분산 값을 관심영역 전체를 고려해야 하는 에너지로써 연산하는 과정에 있어 많은 시간을 필요로 한다. 또한, 영역의 분산이 반드시 영역 경계와 겹쳐서 큰 값의 차이를 가지는 것이 아니므로 약간의 영역 오류를 가지고 있다. 앞으로 영역 에너지를 줄이고 복잡한 배경에 관해서 보다 강력히 사용할 수 있는 방향으로 연구할 예정이다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업과 2단계 BK21 사업의 연구결과보고서 수행되었음 (IITA-2009-(C1090-0902-0007))

### [참 고 문 헌]

- [1] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snakes - Active Contour Models," International Journal of Computer Vision, 1(4): 321-331, 1987.
- [2] Vincent caselles, francine catte, Tomeucoll, and Francoise Dibis, "A geometric model for active contours in image processing," Numerische Mathematik, no.66 , 1-31, 1993.
- [3] 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.
- [4] C. Xu and J.L. Prince, "Gradient Vector Flow: A New External Force for Snakes," Proc. IEEE Conf. on Comp. Vis. Patt. Recog. (CVPR), Los Alamitos: Comp. Soc. Press, pp. 66-71, June 1997.
- [5] Andreas Koschan, Sangkyu Kang, Joonki Paik, Besma Abi, Mongi Abidi, "Color active shape models for tracking non-rigid objects", Pattern Recognition Letters, no.24 ,1751-1765, 2003.
- [6] LING PI, JINSONG FAN, CHAOMIN SHEN "Color Image segmentation for Objects of Interest with Modified geodesic Active Contour Method," Journal of Mathematical Imaging and Vision 27 pp. 51 - 57, 2007.