

스테레오 영상에서 변이 정보를 결합한 새로운 스네이크 알고리즘

준회원 김 신 형*, 정회원 전 병 태**, 장 종 환*

A New Snakes Algorithm Combined with Disparity Information in the Stereo Images

Shin-Hyoung Kim* Associate Member, Byung-Tea Chun**, Jong-Whan Jang* Regular Members

요 약

본 논문에서는 능동윤곽모델(active contour model)로 잘 알려져 있는 스네이크(snakes)알고리즘을 MPEG-4 기반의 스테레오 영상의 객체분할에 적용하는 방법을 제안한다. 일반적으로 2차원 영상에 적용하는 기존 스네이크 알고리즘은 객체의 윤곽이 아닌 주변의 영향으로 만족할 만한 결과를 얻지 못한다. 따라서 관심 객체의 윤곽선에 가까이 초기 스네이크 포인트를 사용자가 직접 설정해야 한다. 본 논문에서는 스테레오 영상의 변이(disparity)정보를 이용하여 객체의 윤곽선 주위의 영향을 줄여 객체분할의 성능을 개선하였고, 사용자가 영역설정을 통해 초기 스네이크 포인트를 자동으로 설정할 수 있게 하였다.

Key Words : Snakes; Disparity; Segmentation.

ABSTRACT

In this paper, we propose a method that improves the snakes algorithm well known as previously active contour model. Generally, the previous snakes algorithm applied to the 2-D images doesn't get the good results due to the influences about other objects adjacent to contour of object to be extracted. Users directly set the initial snakes points near to the contour of the object to get better results. In this paper, using the disparity information of the stereo images, a new algorithm of the object segmentation is proposed to reduce the influences adjacent to the contour of object. Users can establish initial snakes points automatically from the setting of the interested regions.

I. 서 론

객체분할(object segmentation)은 컴퓨터 비전과 같은 분야에서 영상내의 객체를 해석하고 응용하기 위해 연구되어 왔다. 특히, 멀티미디어 표준안으로 제정된 MPEG-4에선 비디오 객체 평면(video object plane : VOP)이란 개념을 소개하고 내용기반 부호화 방식(content based coding)을 채택하였다. 내용기반 부호화방식은 영상을 영상 내 객체단위로 부호화

하여 압축률을 높이고 내용기반 색인 및 검색(content based indexing and searching)을 가능하게 하여 사용자에게 양방향으로 다양한 서비스를 제공하는 장점이 있다. 이러한 내용기반 부호화방식에 있어서 가장 중요한 작업이 객체분할 기술이다.

일반적으로 2차원 영상에 대한 객체분할에 관한 연구는 화소들 간의 유사성 측정에 의한 임계치 방법(thresholding), 영역 성장(region growing), 영역 분할(region splitting), 영역병합(region merging)^{[1][2]} 이 있고, 밝기값의 불연속성에 기반한

* 배재대학교 정보통신공학과 비디오 연구실(jeros, jangjw@mail.pcu.ac.kr)

**한국전자통신연구원 (chunbt@etri.re.kr)

논문번호 : 030055-0206, 접수일자 : 2003년 2월 6일

에지검출 방법과 움직임 벡터를 이용한 방법으로 나눈다. 대표적인 영역성장 방식의 일종으로 영역간의 경계를 찾는 분수령 알고리즘(watershed algorithm)^{[3][4]}은 영역간 경계면이 끊어지지 않고 하나의 폐곡선으로 객체를 분할할 수 있는 장점이 있고 MPEG-4 audio-visual objects coding의 visual part^[5]에서 반자동 객체분할 방법으로 제안되었다. 그러나 영상의 과분할(over segmentation)로 인해 영역병합과 같은 후처리를 해주어야 하는 단점이 있다. Seed^[6]를 이용한 영역성장 방식도 영역별로 분할하는 장점이 있지만 초기 seed 설정 및 영역성장을 위한 적당한 서술자(descriptor : 명도, 텍스처, ... 등)의 선택이 필요하고 잡음 및 영역의 특성에 매우 민감한 단점을 가지고 있다. 정의된 에너지 함수를 최소화하는 과정을 통해 객체의 윤곽선을 추출하는 능동윤곽모델(active contour model)^{[7][8][9]}은 스네이크 알고리즘으로 더 잘 알려져 있으며 간단하면서도 효과적으로 스네이크 포인트들 간을 연결한 스네이크 contour가 폐곡선을 이루어 객체를 분할하는 장점이 있다. 이와 같은 연구들은 지금까지 2차원 영상에 적용되어져 왔는데 최근, 인간의 다양한 욕구를 충족시키기에는 2차원 영상이 한계가 있기 때문에 2차원 영상에 입체감을 더한 3차원 영상처리에 관한 연구가 다양한 분야에서 진행되고 있고 이와 더불어 그래픽스와 실사(real image)를 합성하여 표현하는 분야에서 객체분할은 핵심 기술이라 할 수 있다^{[10][11]}.

기존의 스네이크 알고리즘은 분할하려는 객체 주변에 다른 객체들이 있으면 원하는 객체를 정확하게 추출하지 못하는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 사용자는 관심객체의 근처에 초기 스네이크 포인트를 설정하지만 만족할 만한 결과를 얻기가 쉽지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해선 객체 주변의 영향을 제거하는 방법이 필요한데 본 논문에서는 스테레오 영상에서 얻을 수 있는 변이 정보를 이용하여 주변의 영향을 받지 않고 객체분할을 성공적으로 할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. I장에서 연구의 필요성 및 관련 연구의 장·단점을 설명하고 II장에서는 2차원 영상에 적용한 기존의 스네이크 알고리즘에 대해 설명하였다. III장에서는 스테레오 영상의 특징에 대해 설명하였고 IV장에서는 제안한 알고리즘에 대해 설명하였다. V장은 제안한 알고리즘을 실험을 통해 증명하고 VI장에서 결론을 기술하였다.

II. 2차원 영상에 적용한 기존의 스네이크 알고리즘

스네이크 알고리즘은 Kass^[7]에 의해 맨 처음 제안되었다. 스네이크 알고리즘은 에너지 함수를 정의하고 에너지 함수가 최소화되는 방향으로 스네이크 포인트들을 반복적으로 움직이면서 객체의 윤곽을 찾아내는 방법이다. 이후 Williams^[8]는 각 스네이크 포인트마다 가중치를 두어 안정적이고 빠르게 단일 객체의 윤곽선을 찾는 greedy snake를 제안하였고, Lan^[9]은 8-방향 연결요소기법(8-neighbor)을 사용하는 greedy snake를 두 가지 형태의 4-방향 연결요소 기법(4-neighbor)을 교대로 사용함으로써 계산량을 줄인 fast greedy snake를 제안하였다. 먼저, greedy snake의 에너지 함수에 대해 설명하면 다음과 같다.

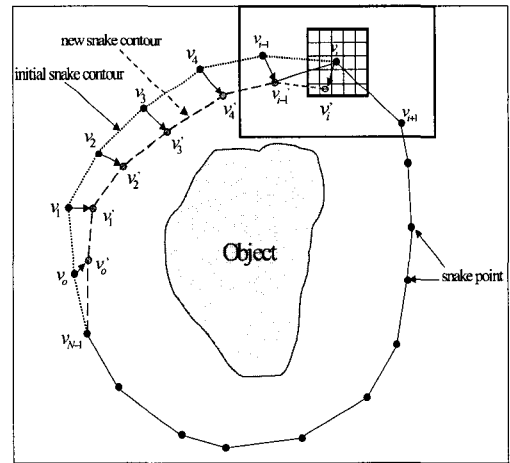


그림 1. 스네이크 포인트의 이동

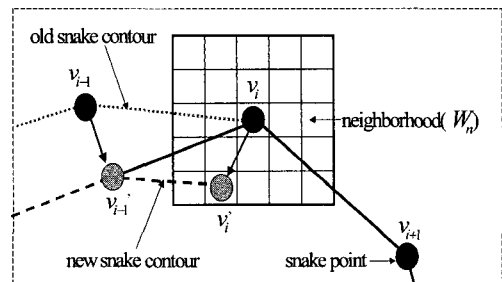


그림 2. v_i 에서 v_i' 로 스네이크 포인트 이동

$i=0, \dots, N-1$ 일 때 $v_i=(x_i, y_i)$ 가 스네이크 포인트라고 하면 x_i 및 y_i 는 i 번째 스네이크 포인트의 x 및 y 좌표를 나타낸다. 그림 1은 스네이크 포인트들이 에너지 함수가 최소가 되는 방향으로 이동하는 모습을 설명한 것으로 v_0 스네이크 포인트를 시작으로 v_{N-1} 포인트까지 정의된 에너지함수를 이용하여 스네이크 contour을 만들면서 주어진 반복횟수 만큼 수행한다. 스네이크 포인트 이동은 그림 2에 자세히 설명한다. 현재 초기 스네이크 포인트에서 첫 번째 반복을 수행하는 경우 현재 스네이크 포인트가 v_i 라 할 때 v_i 는 W_n 내 이웃한 포인트들 중 계산된 에너지 함수가 최소가 되는 위치로 이동한다. 여기서 W_n 은 윈도우로서 크기는 $3 \times 3, 5 \times 5, \dots$ 등으로 설정할 수 있다. 에너지 계산은 식 (2)에서처럼 continuity와 curvature 항으로 계산이 되는데 W_n 내 포인트들과 이전 포인트 및 이후 포인트를 이용한다. 이전 포인트는 v_{i-1} 에서 이동된 v_{i-1} 포인트를 이용한다. v_i 는 에너지 계산을 통해 가장 최소값을 갖는 포인트 v_i' 가 새로운 포인트로 정해지고 새로운 스네이크 contour, 다시 말하면 v_{i-1}, v_i' 를 연결하는 윤곽선이 만들어지게 된다. 이후 포인트인 v_{i+1} 에서도 같은 방법으로 계산을 수행한다.

스네이크 포인트를 움직이게 하는 에너지 함수는 식 (1)과 같이 스네이크 contour의 모양을 결정하는 내부 에너지(internal energy)와 스네이크 포인트를 객체의 윤곽으로 끌어당기는 역할을 하는 외부 에너지(external energy)로 나눌 수 있고, 각 에너지는 식 (2)와 (3)으로 정의된다.

$$E_{snake}(v) = \sum_{i=0}^{N-1} (E_{internal}(v_i) + E_{external}(v_i)) \quad (1)$$

$$E_{internal}(v_i) = \alpha \cdot E_{continuity}(v_i) + \beta \cdot E_{curvature}(v_i) \quad (2)$$

$$E_{external}(v_i) = \gamma \cdot E_{image}(v_i) \quad (3)$$

각 항을 설명하면 $E_{continuity}(v_i)$ 는 스네이크 포

인트들 간의 거리를 균일하게 하는 에너지로 스네이크 포인트들 간의 평균거리 \bar{d} 와 두 스네이크 포인트간에 거리의 차로 유도되고 평균거리 \bar{d} 로 나누어 정규화 한다^[8].

$$E_{continuity}(v_i) \approx \frac{|\bar{d} - |v_{i+1} - v_i||}{\bar{d}} \quad (4)$$

$$|v_{i+1} - v_i| = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad (5)$$

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} |v_{i+1} - v_i| \quad \text{단, } v_N = v_0 \quad (6)$$

$E_{curvature}(v_i)$ 는 곡선 또는 곡면의 휨 정도를 나타내는 변화율로써 스네이크 contour를 변화율이 작은 쪽으로 끌어당기는 역할을 한다^[8]. 식 (7)은 현재 스네이크 포인트를 기준으로 이전 포인트와 이후 포인트간의 에너지함수를 이용하여 유도되고 W_n 내의 이웃한 포인트들 중 변화율이 가장 큰 값(c_{max})으로 정규화 한다.

$$E_{curvature}(v_i) \approx \frac{|v_{i-1} - 2v_i + v_{i+1}|^2}{c_{max}} = \frac{(x_{i-1} - 2x_i + x_{i+1})^2 + (y_{i-1} - 2y_i + y_{i+1})^2}{c_{max}} \quad (7)$$

$E_{external}(v_i)$ 는 스네이크 contour를 관심객체(interested object : IO)의 특징이나 윤곽으로 끌어당기는 역할을 한다. 영상의 주요 특징으로는 기울기나 영상의 강도가 사용된다. 보통 영상의 에지 정보를 많이 이용하고 있다^[8]. 외부 에너지도 W_n 내의 이웃한 포인트들 중 에너지값이 가장 큰 값(e_{max})으로 정규화 한다.

$$E_{external}(v_i) = E_{image}(v_i) = \frac{-|\nabla f(v_i)|^2}{e_{max}} \quad (8)$$

위 세 에너지 항은 매개변수인 α, β 그리고 γ 를 이용하여 각 항에 대해 가중치를 주어 에너지의 관계를 균형 있게 한다. 일반적으로 γ 값이 다른 두 값보다 크게 설정이 되는데 이는 영상의 외부 에너지가 내부 에너지보다 스네이크 포인트의 움직임을

결정하는데 더 중요한 요소이기 때문이다.

III. 스테레오(Stereo) 영상의 특성

일반적으로 스테레오 카메라의 기하학적인 모델은 두 대의 카메라가 하나의 물체를 바라보고 있는 구조를 가지며 응용분야에 따라 다양한 형태를 나타낸다. 기본적으로 두 카메라에서 획득한 영상들을 분석하여 깊이(depth : Z)정보를 구할 수 있는데 본 논문에서는 그림 3 과 같이 평행하게 배치되어 있는 카메라 모델로 설명한다.

스테레오 영상으로부터 Z 를 얻는 방법은 삼각측량(triangulation)에 의해 구해지며 그림 3 의 모델을 통해 유도할 수 있다. 각각의 인자는 그림 3 에서 나타내고 있다. $P(X, Y, Z)$ 는 월드 좌표계(world coordinates)에서 객체의 3차원 좌표를 나타내고 $f_l(x, y)$, $f_r(x, y)$ 는 좌·우 영상 평면, P_l, P_r 은 좌·우 영상 평면상에서의 객체의 좌표, C_l, C_r 은 좌·우 카메라 렌즈의 중심을 나타낸다. B 는 렌즈 중심간의 거리(Baseline)이고 F 는 렌즈의 초점거리(focal length), L, R 은 렌즈의 중심축과 좌·우 영상 평면상에 객체좌표가 이루는 수평선과의 교차점을 나타낸다.

그림 3 에서 ΔPC_lM 은 $\Delta P_l C_l L$ 과 닮은 꼴 삼각형이다. 이와 같은 관계로부터 식 (9)를 얻는다.

$$\begin{aligned} Z : F &= X : x_l \\ F \cdot X &= Z \cdot x_l \end{aligned} \quad (9)$$

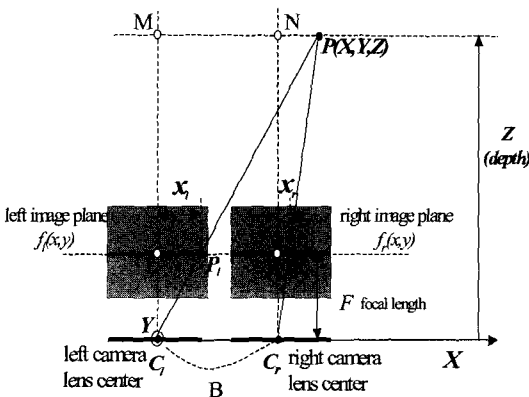


그림 3. 스테레오 카메라의 기하학적 모델

ΔPC_rN 과 $\Delta P_r C_r R$ 도 같은 방법으로 식 (10)을 얻는다.

$$\begin{aligned} Z : F &= (X - B) : x_r \\ F \cdot (X - B) &= Z \cdot x_r \end{aligned} \quad (10)$$

식 (9)와 식 (10)을 이용하여 Z 에 관한 식으로 표현하면 식 (12)와 같다.

$$F \cdot B = Z \cdot (x_l - x_r) \quad (11)$$

$$Z = \frac{B \cdot F}{x_l - x_r} \quad (12)$$

$$dis = x_l - x_r \quad (13)$$

여기서 B 와 F 는 물리적인 인자로서 알고 있는 값이기 때문에 식 (13)의 변이정보 dis 만 결정하면 깊이를 구할 수 있다. 즉, dis 는 좌·우측의 서로 대응하는 화소의 거리 차이로 깊이 정보를 결정하는 중요한 요소이며 dis 차이가 크면 Z 가 작아 카메라에 가까운 객체를 나타내고 차이가 작으면 Z 가 커져서 카메라에서 멀리 떨어진 객체를 나타낸다. 스테레오 좌·우 영상을 이용하여 dis 를 측정하기 위해선 스테레오 정합을 이용하게 되는데 방법으로는 크게 영역기반(region based)과 특징기반(feature based)으로 나누어진다. 영역기반은 일정 영역을 정합하는 방식으로 깊이 정보를 조밀하게 얻을 수 있는 장점이 있지만 계산속도가 많이 걸리는 단점이 있고, 특징기반은 꼭지점이나 경계선 정보 등과 같은 특징에 대해서 정합을 하는 방식으로 계산속도가 빠른 장점이 있지만 특징적인 정보를 제외한 나머지 부분에 대한 정보는 얻지 못하는 단점이 있다^{[12][13]}.

IV. 제안한 스네이크 알고리즘

스테레오 영상은 III절에서 언급한 바와 같이 2차원 영상에 비해 dis 정보를 얻을 수 있는 특징이 있다. 스테레오 영상에서 객체분할을 성공적으로 하기 위해 제안하는 개선된 알고리즘은 dis 를 객체분할에 이용하여 분할하려는 객체 주변에 다른 객체들이

있으면 *dis* 정보를 사용하여 분할하려는 객체와 다른 객체를 분리한 다음에 스네이크 알고리즘을 적용하면 성공적으로 원하는 객체를 분할할 수 있다. 또한, *IO* 를 성공적으로 추출하기 위해 *IO* 근처에 사용자가 직접 초기 스네이크 포인트를 설정하는 문제를 해결할 수 있다. 그림 4 는 제안한 알고리즘의 블럭도를 보여주고 있다. 두 카메라에서 획득된 스테레오영상은 자연영상이기 때문에 잡음을 제거하기 위한 전처리 과정이 필요하다. 전처리 후 사용자는 왼쪽 $f_l(x, y)$ 또는, 오른쪽 $f_r(x, y)$ 영상을 선택하여 관심영역(interested region : *IR*)을 결정한 후 *IR* 에 대해 식 (14)부터 식 (17)까지 수행하여 *IR* 에 해당하는 영상을 이진 에지영상으로 변환한다. 본 논문에선 왼쪽영상에 대해 수행하였다. *IR* 선택은 식 (14)와 (15)로 표현하는데 식 (14)와 같이 전체 영상에서 *IR* 을 선택하기 위해 *IR* 에 해당하는 부분을 1로 그 외의 영역은 0으로 정의하는 함수 $F_{IR}(x, y)$ 를 선언하고 식 (15)와 같이 왼쪽영상 $f_l(x, y)$ 과 $F_{IR}(x, y)$ 를 논리곱 연산을 수행하여 *IR* 을 획득한다. 획득된 *IR* 은 식 (16)과 식 (17)을 사용하여 이진 에지영상으로 변환된다.

$$F_{IR}(x, y) = \begin{cases} 1 & (x, y) \in IR \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (14)$$

$$f_{IR}(x, y) = f_l(x, y) \& F_{IR}(x, y) \quad (15)$$

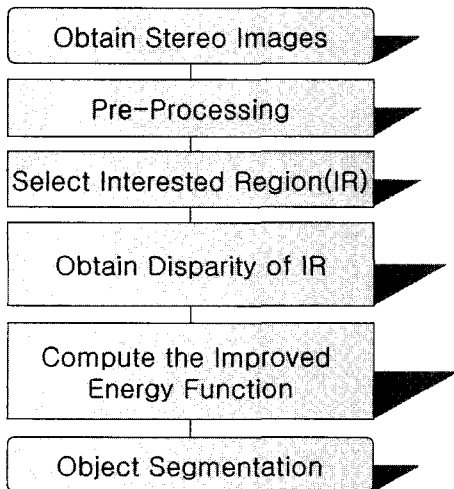


그림 4. 알고리즘 블럭도

$$g_{IR}(x, y) = |\nabla f_{IR}(x, y)| \quad (16)$$

$$G_{IR}(x, y) = \begin{cases} 1 & g_{IR}(x, y) \geq threshold \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (17)$$

이진 에지영상을 얻은 이유는 *IR* 의 전체영상에 대해 변이 정보를 계산할 경우 많은 시간이 소요되기 때문에 에지부분에 대해서만 변이 정보를 측정하게 되면 시간을 단축할 수 있는 장점이 있다. 스테레오 정합은 식 (18)과 같이 에지영역에 대해서만 변이 정보를 얻었고 정합의 방법으로는 정확도 및 계산 속도를 고려하여 여러 방법들을 적용할 수 있는데 여기에선 신뢰성을 고려해 ZSAD (Zero Mean Sum of Absolute Differences) 방법을 이용하여 $dis_{IR}(x, y)$ 로 정의하였다.

$$dis_{IR}(x, y) = \begin{cases} MIN_{w/2 \leq d_x \leq width-w/2} \left\{ \sum_{m=h/2}^w \sum_{l=w/2}^w |f_l(x-l, y-m) - \overline{f_w}| \right. \\ \left. - (f_r(x-l+d_x, y-m) - \overline{f_w}) \right\} \\ for & G_{IR}(x, y) = 1 \end{cases} \quad (18)$$

$\overline{f_{wl}}$, $\overline{f_{wr}}$ 는 매칭윈도우에 대응되는 좌·우 이미지 영역의 평균값, *width* 는 *IR* 의 넓이, *w*, *h* 는 매칭윈도우의 넓이와 높이를 나타낸다.

$dis_{IR}(x, y)$ 는 (x, y) 포인트에서의 이진 에지 함수 $G_{IR}(x, y)$ 의 값이 1 일 경우에만 변이 정보를 갖고 이외의 경우에는 0의 값을 갖는다. 윤곽선 주변의 영향을 감소하기 위해서는 윤곽선에 해당되는 부분을 강조하고 윤곽선 주변의 다른 요소는 제거하여야 하는데 *IO* 의 윤곽선은 깊이 정보가 거의 같으므로 변이 정보도 거의 같은 값을 갖고, 배경 및 다른 객체는 다른 변이 정보를 갖는다. 이러한 특성을 이용하면 *IO* 의 윤곽선에 해당하는 에지정보만을 얻을 수 있다. *IO* 의 윤곽선에 이진정보는 식 (19)로 표현한다. 식 (19)를 스테레오 영상에 적용하기 위해서는 기존의 스네이크 알고리즘의 외부함수 식 (3)을 식 (20)으로 변경한다.

$$dis_{IO}(x, y) = \begin{cases} 1 & dis_{IR}(x, y) \in IO \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (19)$$

$$E_{new-image}(v_i) = G_{IR}(v_i) \& dis_{IO}(v_i) \quad (20)$$

식 (20)은 IO의 변이 정보만을 사용함으로써 IO 주변에 있는 다른 객체의 영향을 제거할 수 있다. 개선된 스네이크 에너지 함수는 식 (21)과 같다.

$$E_{new-snake}(v) = \sum_{i=0}^{N-1} (\alpha \cdot E_{continuity}(v_i) + \beta \cdot E_{curvature}(v_i) + \gamma \cdot E_{new-image}(v_i)) \quad (21)$$

알고리즘 수행내용을 그림 5에 흐름도로 나타내었다. 두 대의 카메라로부터 입력된 스테레오 영상은 전처리 과정과 사용자 입력에 의해 IR을 선택한 후 정의된 반복(iteration) 횟수만큼 제안한 알고리즘을 수행하게 된다. 여기서 초기 스네이크 포인트 설정을 IR 설정 시 영역의 윤곽에 일정간격으로 자동으로 설정하게 하였다.

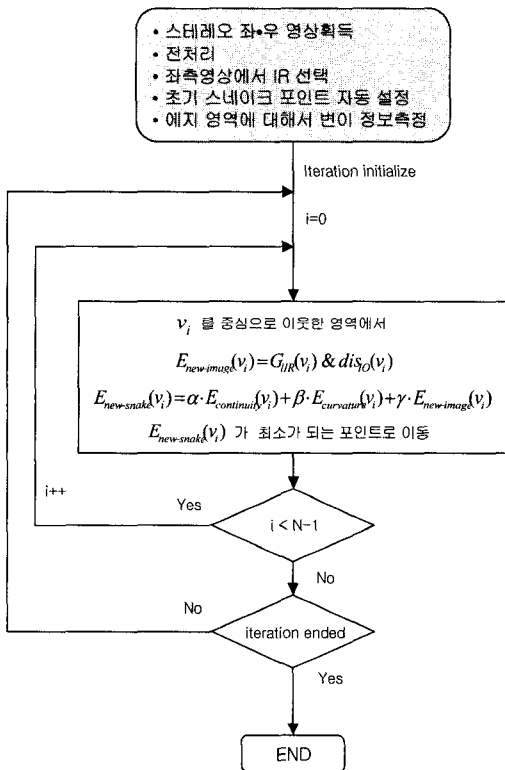


그림 5. 알고리즘 흐름도 [N : 스네이크 포인트 총 개수]

V. 실험 결과

본 논문에서 제안한 객체분할 방법은 펜티엄-IV 2.0GHz, 메모리 512Mbyte, 윈도우 2000 환경에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 구현을 하였고, 스테레오영상은 그림 6에서 (a)와 같이 객체가 중첩되지 않고 단순하게 배치한 영상과 (b)와 같이 여러개의 객체가 복잡하게 위치하고 객체들이 중첩된 영상, 그리고 (c)와 같이 복잡한 배경을 갖는 영상을 이용하였다. 초기 스네이크 포인트는 사용자 입력을 통해 IO를 포함한 사각형을 IR로 설정하고 IR의 사각형 주변에 일정한 간격으로 스네이크 포인트를 설정하였다. 각 에너지항의 매개변수는 실험에 의해 설정하였다. 실험 결과 영상은 그림 7 - 10과 같다.

사용자는 그림 7의 (a)와 같이 스테레오 영상에서 좌측영상에 대해 분할하고자하는 객체를 포함하는 사각형의 영역 즉, IR을 선택한다. 이때 사각형 안쪽에 균일한 간격으로 초기 스네이크 포인트들이 설정된다. IR에 대한 이진 에지영상은 (b)와 같고 에지부분에 대해 변이 정보를 측정하여 얻은 영상은 (c)와 같다. (c)를 보면 IO의 에지부분과 이웃한 에지부분과의 변이차이를 확인할 수 있다. 제안한 알고리즘 수행결과 (d)와 같이 이웃한 에지부분에 영향을 받지 않고 IO의 윤곽을 잘 얻을 수 있는 것을 볼 수 있다. (e)는 변이 정보를 사용하지 않은 기존의 스네이크 알고리즘을 수행한 결과이다. 수행결과 이웃한 객체들의 영향으로 만족할 만한 결과를 얻지 못하는 것을 볼 수 있다.

그림 7은 객체들이 단순하게 배치되어 주위의 영향이 적은 영상에서의 실험결과를 보인 것이다. 그림 8은 여러 객체들이 복잡하게 배치되어 있는 영상에서의 실험결과로 (b)와 같이 IO주위에 다른 객체의 에지 성분들이 존재하는 것을 볼 수 있다. 이런 다른 객체들의 에지영향을 받지 않기 위해 (c)와 같이 변이 정보를 측정하면 IO의 윤곽선과 다른 에지성분들을 구분할 수 있다. 이러한 특성을 알고리즘에 적용하면 주변의 다른 객체의 영향을 외부에 너지에 포함시키지 않으므로 (d)와 같이 IO를 추출하는 결과를 보였다. (e)는 2차원영상에서의 수행결과를 보인 것으로 IO주위에 다른 객체의 에지 성분들이 외부함수에 영향을 주기 때문에 스네이크 포인트가 사용자가 추출하려는 객체의 윤곽선이 아닌 다른 위치에 위치하는 것을 볼 수 있다. 그림 9는 뾰족

한 객체에 대해 같은 실험을 한 결과로 (d)와 같이 제안한 방법은 주위의 영향을 받지 않고 빠른 객체의 윤곽을 잘 찾았으며 2차원영상에서는 (e)와 같이 주위의 다른 객체들의 영향으로 IO 를 잘 찾지 못하는 결과를 얻었다. 그림 10 은 IO 의 배경이 복잡하여 에지성분이 많은 영상에 대해 실험을 한 결과로 (b)와 같이 IR 에 대한 이진 에지영상을 보면 잡음과 같이 많은 에지 성분들이 IO 의 배경에 고루 분포되어 있는 것을 볼 수 있다. 이런 배경의 에지 성분들은 변이 정보를 통해 IO 보다 뒤에 위치한다는 것을 알 수 있으므로 (c)와 같이 배경과 객체를 분리할 수 있다. 따라서 (d)와 같이 IO 의 윤곽을 성공적으로 추출하였다. (e)는 복잡한 에지 성분들의 영향으로 IO 의 윤곽을 찾지 못한 2차원영상의 실험결과를 보여주고 있다.

제안한 알고리즘의 성능분석은 식 (22)로 정의한다. N 은 스네이크 포인트 수, v_{fi} 는 최종 스네이크 포인트 좌표, c_i 는 IO 의 윤곽선의 좌표이다. DIF 는 각각의 초기 스네이크 포인트가 최종 스네이크 포인트로 이동한 위치와 IO 의 윤곽선 좌표와의 거리의 차의 절대 값의 합에 평균을 나타낸다. DIF 가 작으면 스네이크 포인트가 IO 의 윤곽선에 잘 수렴한 것이다.

$$DIF = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} |v_{fi} - c_i|}{N} \quad (22)$$

표 1 은 위 실험에서 제안한 알고리즘과 기존 2차원영상에서의 알고리즘과의 성능을 비교한 것을 보여준다. 성능비교는 동일한 초기 스네이크 포인트들의 위치에서 시작하여 알고리즘 수행 후 최종 스네이크 포인트들의 위치와 IO 윤곽선과의 DIF 를 측정하여 성능을 비교하였다. 비교결과 기존 알고리즘의 경우 스네이크 포인트들과 IO 의 윤곽선사이의 거리가 크게 나왔고 제안한 알고리즘은 작게 나왔음을 확인할 수 있다. 이는 실험 결과 영상에서도 확인할 수 있다. 본 실험에서 제안한 알고리즘은 기존 알고리즘보다 85% 이상의 개선을 보였는데 2차원영상의 경우 IO 주위에 에지성분이 많거나 배경이 복잡한 정도 그리고 초기 스네이크 포인트의 설정 위치에 따라 그 성능은 많은 차이를 보인다. 실험결과 제안한 알고리즘은 IO 의 주위에 있는 다른 객체 및 잡음에 영향을 받지 않고 좋은 결과를 보였다.

VI. 결론

본 논문은 스테레오 영상에서 객체를 성공적으로 분할하는 개선된 스네이크 알고리즘을 제안하였다. 일반적인 2차원 영상에서의 스네이크 알고리즘은 수행속도가 빠르고 간단하면서도 효과적으로 객체를 분할하는 장점을 갖고 있지만 객체분할 시 관심객체 주위의 다른 객체의 영향으로 만족할만한 객체분할 결과를 얻지 못하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서 제안한 방법은 스테레오 영상에서 얻을 수 있는 변이 정보를 이용하여 간단한 객체들이 있는 영상뿐만 아니라 객체들이 복잡하게 중첩된 영상에서도 원하는 객체를 분할하였다. 이는 현장감을 주는 3차원 객체기반의 여러 응용분야에 실용적으로 적용할 수 있을 것이고 내용기반 부호화 방식의 MPEG-4에서 스테레오 영상 서비스 시 적용할 수 있을 것이다. 본 연구는 폐색(occlusion)부분으로 인한 매칭오류를 개선하는 연구 및 스테레오 영상으로부터 3차원 객체를 복원하는 연구가 필요하다. 그러므로 향후 이러한 분야의 연구를 진행하면 더 정확한 객체 추출을 할 수 있을 것이다.

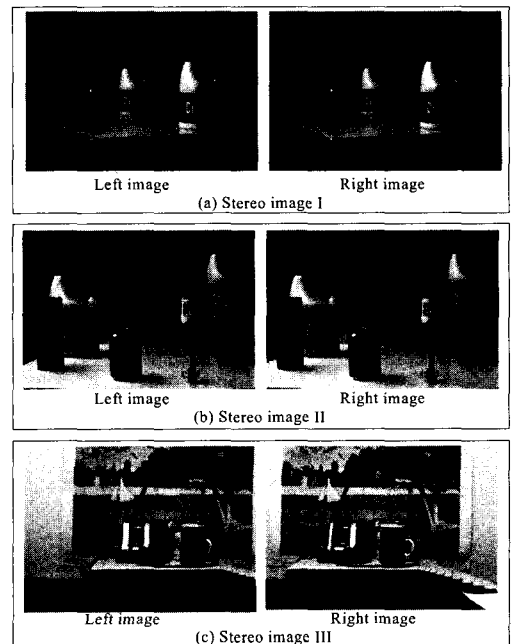
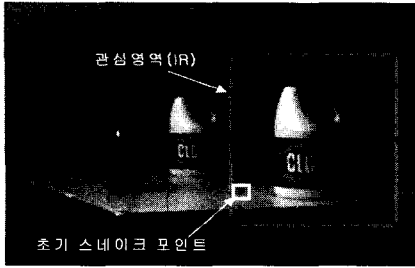


그림 6. 스테레오 영상 (영상크기=320× 240)



(a)



(b)



(c)

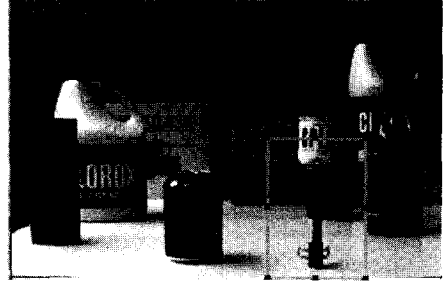


(d)



(e)

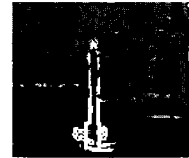
그림 7. 실험결과 I : (a) IR 선택(left Image), (b) edge 영상, (c) dis 영상, (d) 제안한 알고리즘 결과영상, (e) 기존 알고리즘의 결과 영상



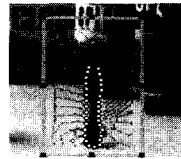
(a)



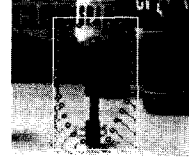
(b)



(c)

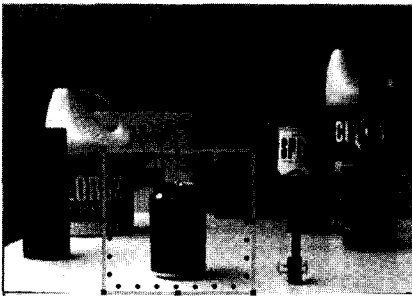


(d)



(e)

그림 9. 실험결과 III



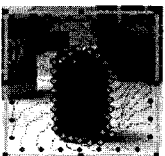
(a)



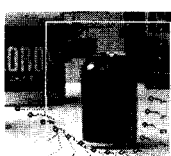
(b)



(c)

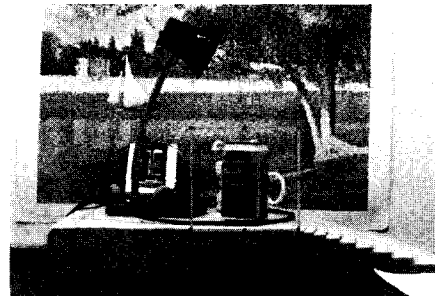


(d)



(e)

그림 8. 실험결과 II



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

그림 10. 실험결과 IV

표 1. 제안한 알고리즘의 성능분석

조 건		스네이크 포인트와 10칸의 거리		개선 정도 (%)
		기존의 알고리즘	제안한 알고리즘	
객 체	포인트수	DIF(pixel)	DIF(pixel)	
실험 I	32	11.06	1.12	89.8
실험 II	38	18.58	0.86	95.3
실험 III	32	16.47	1.19	92.7
실험 IV	28	6.28	0.96	84.7

참 고 문 헌

[1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley Publishing company, 1992.

[2] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, "SURVEY: Image Segmentation Techniques," *Computer Vision Graphics and Image Processing*, vol. 29, 1985.

[3] S. Beucher and C. Lantuejoul, "Use of Watershed in Contour Detection," *Proceedings of the International Workshop on Image Processing*, CCTT/IRISA, Rennes, France, 1979.

[4] L. Vincent and P. Soille, "Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm Based on Immersion Simulations," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 13, pp. 583-598, 1991.

[5] ISO/IEC JTC/SC29/WG11/W4350 : "Information Technology - Coding of Audio-Visual Objects Part2: visual" *ISO/IEC 14496-2*, July 2001.

[6] R. Adams and L. Bischof, "Seeded Region Growing," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.* vol. 16, no. 6, pp. 641-647, June 1994.

[7] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snake: Active Contour Models," *Int'l J. Computer Vision*, vol. 1, no. 4, pp. 321-331, 1987.

[8] D. J. Williams and M. Shah, "A Fast Algorithm for Active Contours And Curvature

Estimation," *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, vol. 55, pp. 14-26, 1992.

[9] K. M. Lam, and H. Yan, "Fast Greedy Algorithm for Active Contours," *Electron Lett.*, vol. 30, pp. 21-23, 1994.

[10] D.R. Clewer, L. J. Luo, C. N. Canagarajah, D.R. Bull, M. H. Barton, "Efficient Multiview Image Compression using Quadtree disparity estimation," *ISCAS 2001*, vol. 5, pp. 295-298, May 2001.

[11] Y. J. Song, "Improved Disparity Estimation Algorithm with MPEG-2's Scalability for Stereoscopic Sequences," *IEEE, Trans. Consumer Elect.*, vol. 42, no. 3, pp. 306-311, August 1996.

[12] T. Kanade and M. Okutomi, "A Stereo Matching Algorithm with an Adaptive Window : Theory and Experiment," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 16, no.9, pp 920-932, 1994.

[13] A. Redert, E. Hendriks and J. Biemond, "Correspondence Estimation in Image Pairs," *IEEE Signal Processing Mag.*, vol. 16, no. 3, pp. 29-46, May 1999.

김 신 형 (Shin-Hyoung Kim) 준회원



2001년 2월 : 배재대학교
정보통신공학과(학사)
2003년 3월 : 배재대학교
정보통신공학과(석사)
2003년 3월~현재 : 배재대학교
정보통신공학과 박사과정

<주관심분야> 영상처리, 멀티미디어, 컴퓨터 비전

전 병 태 (Byung-Tea Chun) 정회원



1986년 2월 : 한남대학교
전산과(학사)
1989년 8월 : 숭실대학교
전산과(석사)
2001년 2월 : 고려대학교
컴퓨터학과(박사)
2003년 8월 : 프로그램 심의 조

정위원회 프로그램 감정전문위원

1992년 5월 : IR52 장영실 상 수상(과기부 장관상)

1989년 9월~현재 : 한국전자통신연구원

컴퓨터·소프트웨어 연구소 선임연구원 재직 중

<주관심분야> 동영상 처리, 컴퓨터 비전, 멀티미디어 영상처리 등

장 중 환 (Jong-Whan Jang) 정회원



1979년 2월 : 한양대학교
전자통신공학과(학사)
1986년 2월 : North Carolina 주
립대학, 전기 및 컴퓨터공학과 (석사)
1990년 2월 : North Carolina 주
립대학, 전기 및 컴퓨터

공학과 (박사)

1990년~현재 : 배재대학교 정보통신공학과 교수

<주관심분야> Image and Video Processing, 컴퓨터 그래픽스, 영상통신