
Mean Shift 알고리즘과 영역 병합 방법을 이용한 경계선 보존 컬러 영상 분할

An Edge Preserving Color Image Segmentation Using Mean Shift Algorithm and Region Merging Method

곽내정*, 김영길**, 권동진**

목원대학교 정보통신공학부*, 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부**

Nae-Joung Kwak(knj0125@mokwon.ac.kr)*, Young-Gil Kim(mmllover@dreamwiz.com)**,
Dong-Jin Kwon(djkwon77@nate.com)**

요약

Mean shift 방법은 중심 모드를 찾기 위한 비모수적 통계 방법으로 컬러 영상을 분할하는데 효율적이다. 그러나 입력되는 윈도우 크기에 따라 분할된 결과가 달라지며 윈도우의 크기 값이 작을 경우 많은 영역으로 분할되는 단점이 있다. 본 논문은 이러한 단점을 개선하여 mean shift 알고리즘에 의한 분할 영상이 과도하게 분할되었을 경우 영역 병합 방법을 이용하여 유사 영역을 병합하는 방법을 제안한다. 제안 방법은 과분할된 영상을 HSI 컬러 공간으로 변환하여 색상 정보를 이용하여 유사 영역으로 병합하며 이때 경계 영역을 보존하기 위해 영역 병합 제한자를 이용하여 병합 유무를 결정한다. 그 후 RGB 컬러 공간을 이용하여 HSI 컬러 공간에서 병합되지 않은 영역들을 병합하였다. 실험 결과는 다양한 영상에 대해 주요 영역들의 분할 결과에서 우수한 성능을 보여준다.

■ 중심어 : | 비모수적 통계 방법 | 영역 병합 | 영상 분할 | Mean Shift |

Abstract

Mean shift procedure is applied for the data points in the joint spatial-range domain and achieves a high quality. However, a color image is segmented differently according to the inputted spatial parameter or range parameter and the demerit is that the image is broken into many small regions in case of the small parameter. In this paper, to improve this demerit, we propose the method that groups similar regions using region merging method for over-segmented images. The proposed method converts a over-segmented image in RGB color space into in HSI color space and merges similar regions by hue information. Here, to preserve edge information, the region merge constraints are used to decide whether regions are merged or not. After then, we merge the regions in RGB color space for non-processed regions in HSI color space. Experimental results show the superiority in region's segmentation results.

■ keyword : | Multibivariate Statistical Method | Region Merging | Image Segmentation | Mean Shift |

I. 서론

영상 분할은 주어진 영상에서 관심 영역을 추출하는 컴퓨터 비전 분야에서 매우 중요한 단계로서 최근 MPEG-4의 표준화가 제정됨에 따라 영상 분할의 중요성이 더욱 커지고 있다. 이는 MPEG-4의 부호화 방식이 이전의 부호화 방식과 달리 객체를 기반으로 이루어지고 있기 때문이다. 이러한 영상 분할 기법은 영상을 분석하여 정보를 얻고자 할 때 사용하는 일반적인 전처리 단계로 영상을 겹쳐지지 않는 동질 영역들의 집합으로 나누는 기법이다[1].

영상 분할 알고리즘에는 영역 기반 기법(region-based approach)과 에지 기반 기법(edge-based approach)이 있다. 영역 기반 기법은 동일한 영역 내의 인접 화소는 명암도, 컬러, 텍스처 등의 특성이 유사하다는 것을 기반으로 하여 공간적으로 인접된 영역을 그룹화하는 방법이다. 잘 알려진 영역 기반 방법은 영역 성장(region growing), 영역 분리 및 병합(region splitting and merging), 클러스터링 방법 등이 있다[2].

영역 성장 방법은 초기 영역으로부터 유사한 성질을 가지는 이웃 화소들을 그룹화하여 점차적으로 영역을 병합시켜 나가는 방법으로 전체적인 영역 확장은 모든 화소가 병합 기준에 따라 영역들에 포함될 때까지 반복적으로 수행된다. 이러한 영역 성장 방법은 초기 영역 선택에 따라 다른 분할 결과를 가져 올 수 있으며 특히, 초기 영역이 에지에 놓일 경우 에지 부분은 컬러의 변화가 심하기 때문에 서로 다른 객체들과 병합될 수 있기 때문에 잘못된 분할 결과가 발생될 수 있다[2][3].

영역 분리 및 병합 방법은 분리 과정과 병합 과정을 통하여 임의의 모양의 균질한 영역(homogeneous region)을 추출하는 분할 방법으로 분할 과정에서는 일반적으로 사분목(quad-tree) 구조가 많이 이용된다. 이 방법은 비교 조건에 많은 영향을 받게 되며 분할 조건은 영역 내 화소들의 밝기가 일정하고 잡음에 의한 영향이 적다는 가정 하에 사용됨으로써 일반적인 자연 영상에서는 효과적인 결과를 얻을 수 없고 윤곽 정보가 손실되는 단점이 있다[3].

클러스터링 방법은 비교적 구현이 간단한 K-means

방법과 Fuzzy C-means(FCM) 클러스터링 방법이 이용되고 있으나 이들 방법은 분할되는 클러스터의 수를 미리 지정해야 하며 또한 초기 클러스터 중심의 위치를 추정하는데 어려움이 있고 반복 처리로 인해 수행 시간이 많이 소요된다[4]. 이와 유사한 방법으로 Comaniciu[5] 등은 영상의 특징 공간을 분석하여 확률적으로 가장 높은 밀도 영역을 찾는 mean shift 필터를 이용하여 영상을 분할하는 방법을 제안했다. mean shift 필터는 지역적인 밀도가 최대인 점을 가리키는 mean shift 벡터를 따라 클러스터의 중심점을 변경함으로써 클러스터를 분할한다. 이 방법은 상대적으로 만족스러운 결과를 가져왔으나 영상 분할 시 특징 윈도우의 크기가 작을 경우 과분할되는 단점이 있다.

본 논문은 이러한 단점을 개선하여 과분할된 영상을 임계값을 이용하여 객체 중심으로 분할되면서 영역의 경계선을 보존하는 영상 분할 기법을 제안한다. 제안 방법은 mean shift 에 의한 과분할 영상을 HSI 컬러 공간으로 변환하여 영상을 병합하며 이때 병합 영상의 경계를 보존하기 위하여 영역의 병합 유무를 결정하는 영역 병합 제한자를 적용한다.

II. Mean Shift 알고리즘

Mean shift 알고리즘은 샘플점들의 분포에서 주요한 모드를 찾기 위한 비모수적 통계적 방법이다[5][6]. d 차원의 공간 R^d 에서, n 개의 데이터 집합 $\{x_i\}_{i=1 \dots n}$ 이 주어졌을 때 다변량 커널 밀도 추정기는 식(1)과 같다.

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

여기서 $K(x)$ 는 커널이고 윈도우의 반지름은 h 이다. 밀도 $f(x)$ 의 국부 최대가 되는 모드는 경사(gradient) $\nabla f(x)$ 가 0인 경우 사이에 위치한다. 이것은 식 (2)와 같이 표기한다.

$$g(x) = -k'(x) \quad (2)$$

여기서 $k(x)$ 는 커널 $K(x)$ 의 프로파일(profile)이다. 만일 $g(x)$ 가 커널 $G(x)$ 의 프로파일이면 G 는 커널 K 의 shadow라 불린다[6].

밀도의 모드를 찾는 것은 밀도를 추정하여 평균 이동(mean shift)의 수렴점을 찾는 것으로 다음 식과 같이 수행된다[6]. 즉, 커널 G 를 사용해서 x 와 샘플 평균 사이의 차가 0으로 수렴하는 점을 찾는 것이다. 이것은 식 (3)과 같다.

$$m_{h,G}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)}{\sum_{i=1}^n g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)} - x \quad (3)$$

mean shift $m_{h,G}(x)$ 는 정규화된 밀도의 경사(gradient)에 비례하며 항상 밀도 함수(density function)의 가장 급격하게 증가하는 방향으로 변한다.

우리는 shadow 커널 G 로 샘플 평균의 연속적인 위치를 $\{y_j\}_{j=1,2,\dots}$ 로 표현하여 식 (3)을 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$y_{j+1} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)}{\sum_{i=1}^n g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)} \quad j = 1, 2, \dots \quad (4)$$

여기서 y_{j+1} 은 커널 G 로 계산된 y_j 에서 가중치 평균이고 y_1 은 커널의 초기 위치의 중심이다.

mean shift 알고리즘은 다음 과정을 반복적으로 수행하여 후보 클러스터 중심을 찾는다[7].

- 1) mean shift vector $m_{h,G}(x)$ 의 계산
- 2) 현재 중심점의 위치 y_j 갱신

이러한 mean shift 알고리즘을 이용하여 영상을 분할하는 방법은 다음과 같다.

$\{x_i\}_{i=1 \dots n}$ 를 영상 데이터라 하고 $\{z_j\}_{j=1,2,\dots}$ 는 수렴점, $\{L_j\}_{j=1,2,\dots}$ 는 다른 영역들의 레이블이라 하자.

(1) 각각 $j = 1, 2, \dots, n$ 에 대해 x_j 에 대해 mean shift 필터링을 실행한다. 그리고 z_j 에 수렴점을 저장한다.

1) $k = 1$ 과 $y_1 = x_j$ 로 초기화한다.

2) 식 (4)를 적용하여 수렴이 될 때까지 $k = k + 1$ 을 수행하면서 계산한다.

3) x_j 의 위치(공간 영역 : spatial domain)에서 필터된 데이터가 특징 값(특징 영역: range domain) y_{conv}^r 를 갖게 됨을 기술하는 $z_j = (x_j^s, y_{conv}^r)$ 를 할당한다.

(2) 공간 영역에서 윈도우 h_s 와 특징 영역에서 윈도우 h_r 의 두 척도가 결합된 영역에서(joint domain) z_j 가 유사할 경우를 그룹화하여 클러스터 $\{C_p\}_{p=1,2,\dots,m}$ 로 표현한다.

(3) j 의 값에 따라 레이블 $L_j = \{p \mid z_j \in C_p\}$ 를 할당한다.

(4) 선택적으로 M 화소보다 작은 영역을 제거한다. 여기서 s 와 r 은 공간 영역과 특징 영역의 벡터이다.

III. Mean Shift 알고리즘과 영역 병합 방법을 이용한 영상 분할

Mean shift 알고리즘을 이용한 영상 분할은 공간 윈도우와 특징 윈도우의 크기가 적절하게 선택될 경우 효율적으로 영상이 분할된다. 그러나 공간 윈도우와 특징 윈도우의 크기가 작을 경우 미소영역이 과도하게 존재하여 과분할된다. 본 논문은 이러한 단점을 개선하여 과분할된 영상을 임계값을 이용하여 객체 중심으로 병합한다. 또한 영역 병합시 병합 영역의 경계선을 보존하는 영상 분할 기법을 제안한다.

입력영상을 제안 방법에 의해 처리하는 절차는 크게 mean shift 알고리즘에 의해 분할하는 과정과 그 결과 영상을 병합하는 과정으로 나뉘어진다. [그림 1]은 제안 방법의 블록도이다.

mean shift를 이용하여 영상을 분할하는 과정은 다음과 같다[5].

- 1) RGB 컬러공간의 입력 영상을 CIE LUV 컬러공간으로 변환한다.

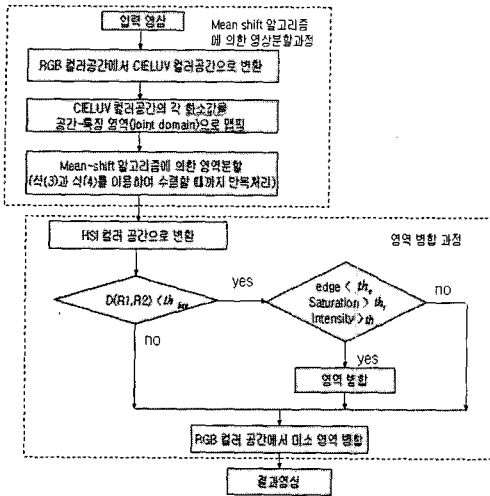


그림 1. 제안하는 시스템의 처리 절차

2) 변환된 영상의 각 화소는 공간-특징영역의 결합공간(joint domain)으로 맵핑된다.

공간영역(spatial domain)이 2차원이고 특징영역(range domain)이 3차원이므로 결합영역(joint domain)은 5차원이 된다.

3) 맵핑된 각 화소 값을 클러스터로 분류한다. 결합영역에서 윈도우 내에 있는 화소들을 특징이 유사한 화소로 결정하여 하나의 클러스터로 분류된다.

4) 식 (4)에 의해 클러스터의 평균을 계산한다.

5) 식 (3)에 의해 평균 이동(mean shift)값을 구한다.

6) 평균 이동값이 수렴하지 않았으면 윈도우의 중심을 4)에서 구한 평균값으로 이동하고 3)~6)의 과정을 반복한다. 만약 수렴하면 영역분할과정을 종료한다.

mean shift 알고리즘에 의한 역역 분할 영상은 윈도우의 크기에 따라 과분할 된다. 제안 방법은 과분할된 영상의 영역 병합을 위해 먼저 원영상을 RGB 컬러 공간에서 HSI 컬러 공간으로 변환한다. 여기서 HSI 컬러 공간은 색상(hue), 채도(saturation), 명암도(intensity)로 구성되며 물체의 주색을 반영한 것으로 색상과 채도 성분이 인간이 색을 인지하는 요소이다[8]. 또한 음영, 투영 그리고 반사된 빛과 같은 비균일한 조명의 영향을 적게 받기 때문에 컬러 분할에 많이 사용된다. 그러나 색상을 이용하여 영역을 병합할 경우 인접 영역이 서로 다른 물체이지만 같은 색상 값을 갖는 경우가 발생하여 서

로 다른 물체나 배경이 병합될 수 있고, 주요 영역간의 경계선이 모호해질 수 있다. 또한 대부분이 명암도가 낮은 부분은 음영 영역이며, 채도가 낮은 부분은 색이 바래거나 희미한 영역이다. 따라서 낮은 명암도와 채도에서 시각적으로 인지되지 않는 여러 다른 색상 값이 존재하며 병합되어야 할 부분이 병합되지 않거나 병합되지 않아야 할 부분이 병합된다.

따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 해결하고자 영역 병합 제한자들을 적용하였다. 영역 병합 제한은 물체와의 경계 부분에 존재하는 특성들에 대해 영역 병합 처리시 제한 조건을 두어 처리를 하지 않음으로서 경계선을 보존하고 낮은 명암도와 채도의 영향을 줄이기 위한 것이다. 영역 병합 제한들은 HSI 컬러 공간의 채도, 명암도, 에지이다. 에지는 HSI 컬러 공간의 명암도에서 소벨 연산자를 적용하여 산출되며, 병합 처리될 화소의 명암도와 채도가 각각의 임계값보다 낮거나 에지가 임계값보다 클 경우 이 화소는 영역 병합 대상에서 제외되며 병합처리를 하지 않는다. 식 (5)는 경계선 제한 성분 (F_R)의 제약 조건으로 P_i, P_s, P_e 는 처리될 화소의 명암도, 채도, 그리고 에지이며 Th_i, Th_s, Th_e 는 명암도의 임계값, 채도의 임계값, 에지의 임계값이다. 제안 방법은 영역별로 레이블된 초기 영역으로부터 처리될 화소는 영역 병합 처리에 앞서 경계선 제한 성분들이 동시에 적용되며 하나의 제한 조건에 해당되면 그 화소는 처리를 하지 않는다. 그리고 제한 조건에 모두 해당되지 않는 경우 동일한 색상 값을 갖는 인접 영역들과 병합한다.

$$F_R = \begin{cases} \text{not process} & P_i < Th_i \text{ or } P_s < Th_s \text{ or } P_e > Th_e \\ \text{merging process} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

영역 병합 이후의 결과 영상에는 잡음 성분과 같은 많은 미소 영역들이 존재하며 그런 영역들을 제거하기 위한 처리가 요구된다. 제안 방법은 영역의 면적에 제한을 두는 방법을 사용하였다. 히스토그램 기법을 이용한 영역 레이블의 빈도수를 조사하여 영역 임계치보다 작은 영역들을 RGB 유클리디언 거리를 이용하여 색차의 거

리가 최소가 되는 인접 영역에 병합한다. 식 (6)은 두 화소 c_1 과 c_2 의 컬러를 (R_1, G_1, B_1) 와 (R_2, G_2, B_2) 라 할 때 두 화소의 유클리디언 거리를 나타낸다.

$$d_E(c_1, c_2) = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2} \quad (6)$$

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 다수의 다양한 컬러 영상을 대상으로 Pentium IV 850MHz, RAM 256MB 환경 하에 Microsoft Visual C++ 6.0을 이용하여 시뮬레이션을 하였다.

본 실험에서는 먼저 영상을 mean shift 알고리즘을 이용하여 분할한 후 HSI 컬러 공간의 색상 성분을 이용한 영역 병합에서 적용된 경계선 제한 성분인 에지, 채도, 명암도의 임계치는 각각 전체 에지의 평균, 0.3, 0.4 이다. RGB 컬러 공간을 이용한 영역 병합에서 RGB 유클리디언 거리의 임계치는 50으로 정하였다. 이것은 다양한 영상을 대상으로 실험하여 가장 좋은 결과를 보이는 값으로 정하였다. 또한 mean shift 알고리즘 적용 시 공간 윈도우(h_s) 및 특징 윈도우(h_r)의 값은 다양한 실험을 하여 $4 \leq h_s \leq 12, 4 \leq h_r \leq 12$ 로 정하였다.

[그림 2]는 원영상과 제안 방법에 의한 결과 영상이다. [그림 2(b)]는 원영상을 mean shift 알고리즘을 이용하여 분할한 영상으로 공간 윈도우(h_s)를 10, 특징 윈도우(h_r)를 10으로 설정했다. [그림 2(c)]는 [그림 2(b)] 영상을 색상 성분과 영역 병합 제한자에 의해 병합한 영상, [그림 2(d)] 영상은 미소영역을 RGB 컬러 공간에서 병합한 최종결과 영상이다. [그림 2(b)]의 mean shift 영상이 제안 방법에 의해 병합되었을 때 좀 더 객체 단위로 병합됨을 볼 수 있다. [그림 2(e)]와 [그림 2(f)]는 [그림 2(b)]와 [그림 2(d)]의 에지 영상으로 [그림 2(f)]에서는 [그림 2(e)]에서 보이던 손목과 손의 연결부분 에지와 손 등 부분의 에지가 제거됨을 볼 수 있다. 이것은 mean shift에 의해 병합되지 않았던 영역이 제안방법에 의해

병합되어 한 영역이 되었음을 보여준다. 또한 [그림 2(e)]에 비해 [그림 2(f)]에서는 배경 영역의 에지가 줄어들었음을 볼 수 있다. 이것은 배경의 텍스처 영역이 제안방법에 의해 좀 더 병합되어 미세 영역들이 병합되었음을 나타낸다.

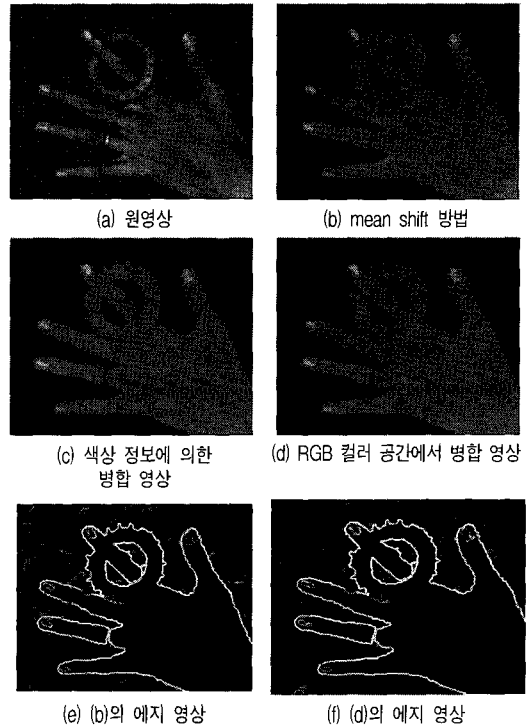


그림 2. 제안된 방법의 단계적 처리 결과

[그림 3]은 mean shift 영상과 제안 방법을 woman 영상과 house 영상에 적용한 결과를 보였다. [그림 3(a)]는 woman 영상에 mean shift 알고리즘을 적용했을 때의 영상으로 공간 윈도우 매개변수를 4, 특징 윈도우 매개변수를 4로 주었을 경우이고 [그림 3(b)]는 제안 방법을 이용하여 병합한 영상이다. [그림 3(c)]는 house 영상을 공간 윈도우 매개변수를 10, 특징 윈도우 매개변수를 8로 하여 mean shift 알고리즘을 적용한 영상이고 [그림 3(d)]는 제안 방법을 이용하여 병합한 영상이다. [그림 3(b)]와 [그림 3(d)]는 [그림 3(a)]와 [그림 3(c)]에 비해 영역들이 잘 병합되었음을 보여준다.

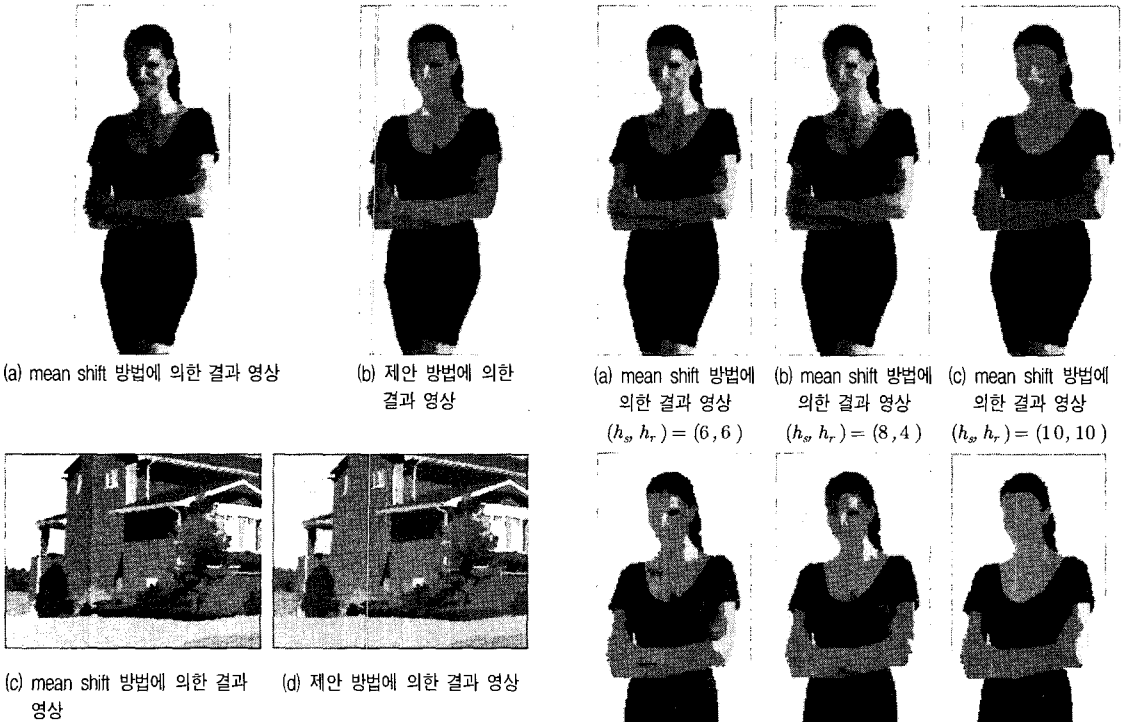


그림 3. 제안 방법의 결과 영상

mean shift 알고리즘은 공간 윈도우와 특징 윈도우의 크기에 따라 결과 영상의 분할 정도가 달라진다. 즉, 윈도우의 크기를 작게 하면 과분할 된 영상을, 크게 하면 좀 더 병합된 결과영상을 얻게 된다. 따라서 분할 정도에 따라 제안 방법의 결과를 보기 위해 woman 영상에 공간 윈도우와 특징 윈도우의 크기를 다르게 하여 mean shift 알고리즘을 적용하였을 경우의 결과 영상과 제안 방법의 결과 영상을 [그림 4]에 나타냈다. [그림 4(a)]는 공간 윈도우의 크기는 상대적으로 크지만 특징 윈도우의 크기가 작은 경우의 결과 영상이고 [그림 4(b)]는 공간 윈도우의 크기나 특징 윈도우의 크기가 중간 정도인 경우, [그림 4(c)]는 공간 윈도우와 특징 윈도우의 크기가 모두 큰 경우의 결과 영상이다. 이 영상들에 제안 방법을 적용한 결과 영상인 [그림 4(d)][그림 4(e)][그림 4(f)]는 [그림 4(a)][그림 4(b)][그림 4(c)]의 영상에 비해 더 많은 영역들이 병합된 결과를 보인다.

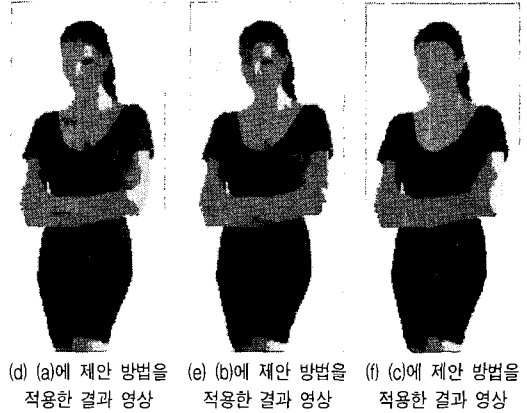


그림 4. Mean shift 알고리즘의 공간 윈도우(h_s)와 특징 윈도우(h_r)의 크기에 따른 결과 영상

[그림 5]는 [그림 4]의 에지 영상으로 mean shift에 의한 분할 영상의 에지 영상과 제안 방법을 적용한 결과 영상의 에지 영상을 비교해 볼 때, 제안 방법에 의한 결과 영상이 더 잘 병합되었음을 명확하게 보여준다. 또한 제안 방법의 에지 영상인 [그림 5(d)][그림 5(e)][그림 5(f)]의 영상은 영역 병합 처리 시 영역 병합 제한자를 적용함으로써 병합 영역의 유무를 결정하여 병합되지 않아야 할 영역을 병합하지 않았기 때문에 제안 방법에 의해 병합된 영역의 에지가 잘 보존되었음을 보여준다.

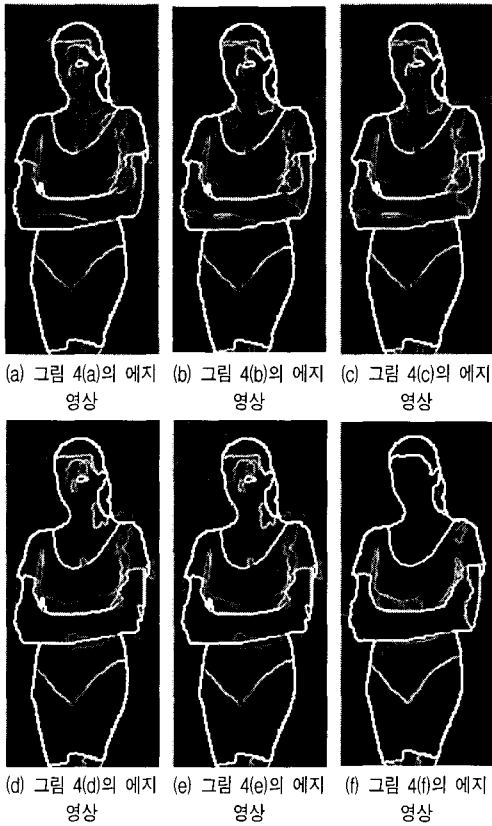


그림 5. [그림 4]의 에지 영상

[표 1]은 [그림 1]과 [그림 2]의 영상, 그리고 [그림 6]의 영상들의 mean shift 알고리즘과 제안 방법의 분할 영역 수이다. [표 1]의 결과는 제안 방법을 적용할 경우 과분할된 영상의 영역이 현저히 줄어들게 됨을 보여준다.

또한 분할 결과의 객관적 평가를 위해 Borsotti[9] 등이 제안한 평가 함수(F)를 사용하였다. F는 식 (7)과 같이 정의되며, 값이 작을수록 분할 결과가 우수함을 나타낸다.

$$F(D) = \frac{1}{10000(N \times M)} \sqrt{\sum_{A_i} [R(A_i)]^{(1+1/A_i)} \times \sum_{i=1}^R \frac{e_i^2}{\sqrt{A_i}}} \quad (7)$$

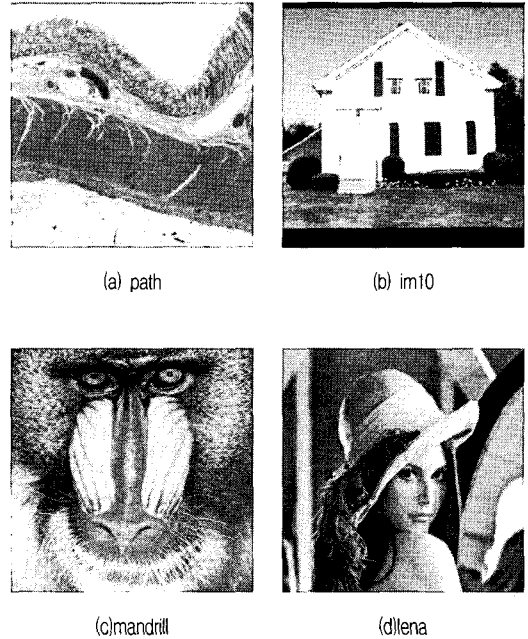


그림 6. 실험영상

표 1. Mean shift 알고리즘과 제안 방법의 분할 영역의 수

영상	mean shift	제안 방법
hand	3329	606
woman	1276	384
house	917	364
path	1228	464
im10	878	381
mandrill	3298	908
lena	1291	552

여기서 $R(A_i)$ 는 분할 영역의 면적이 A_i 인 영역의 수이다. $(1+1/A_i)$ 는 영역의 크기가 F 에 영향을 주는 것을 보상하기 위한 조절 계수이다. i 는 분할된 영역의 인덱스이고, R 은 분할 영역의 전체 수이다. A_i 는 i 번째 영역의 화소의 수이고, e_i 는 i 번째 영역의 컬러 에러 즉 화소의 원영상의 컬러 값과 분할된 영상의 컬러 값의 차이의 합으로 정의된다. \sqrt{R} 는 결과 영상에서 너무 많은 영역이 발생하는 경우를 고려하는 역할을 하고 $e_i^2/\sqrt{A_i}$ 는 크기가 작은 영역이나 영상 분할 전·후 컬

러 값의 차이가 큰 영역을 고려하는 역할을 한다. [표 2]는 제안 방법과 기존 방법을 적용한 결과를 평가 함수를 이용하여 분할 성능을 측정한 것이다. 평가 함수 값은 분할 정도가 낮거나 작은 영역들이 많을수록 값이 높아진다. [표 2]는 제안 방법의 값이 기존의 방법에 비해 낮은 값을 가지며 이는 제안 방법이 기존의 방법에 비해 좋은 분할 성능을 가짐을 보여준다.

표 2. 각 알고리즘의 평가 함수 결과 값

영상	mean shift	제안 방법
hand	204.99	5.36
woman	18.39	1.67
house	19.02	1.81
path	62.45	18.92
im10	15.21	3.02
mandrill	31.53	2.79
lena	16.43	8.2

V. 결론

본 논문은 mean shift 알고리즘에 의해 과분할 된 영상을 영역 병합 방법을 이용하여 후처리함으로 객체 중심으로 영상을 분할하는 방법을 제안한다. 제안 방법은 mean shift 알고리즘에 의한 영상을 HSI 컬러 공간에서 색상 성분을 이용하여 병합한다. 이때 영상의 경계선 영역을 보존하기 위해 에지, 채도, 명암도의 영역 병합 제한자를 사용하여 영역의 병합 유무를 결정하였다. HSI에서 병합되지 않은 미소영역을 병합하기 위해 RGB 컬러 공간에서 유클리디언 거리를 이용하여 다시 영역을 병합한다.

제안 방법에 의한 결과 영상은 mean shift 알고리즘의 과분할 영상을 영상의 경계를 보존하면서 주요 영역 단위로 분할되었으며 영상 분할 결과의 객관적인 측정을 위한 평가 함수의 결과에서도 mean shift 방법에 비해 좋은 결과를 보여준다.

참고 문헌

- [1] H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun, and J. Wang, "Color image segmentation : advances and prospects," *Pattern Recognition*, Vol.34, No.12, pp.2259-2281, 2001.
- [2] R. M. Haralick and L. G. Shapiro, "Survey : Image segmentation techniques," *Comput. Vis. Graph. Image Process.*, Vol.29, No.1, pp.100-132, 1985.
- [3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, pp.458-465, 1992.
- [4] 임경배 외, "Possibilistic C-mean 클러스터링과 영역 확장을 이용한 컬러 영상 분할", *전자공학회 논문집*, 제34권, 제3호, pp.371-381, 1997.
- [5] D. Comaniciu and P. Meer, "Mean shift: a robust approach toward feature space analysis," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.24, pp.603-619, 2002.
- [6] Y. Cheng, "Mean shift, mode seeking, and clustering," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.17, pp. 790-799, 1995.
- [7] C. J. Yang, R. Duraiswami, D. DeMenthon, and L. Davis, *Mean-Shift Analysis using Auasi-Newton Methods*, University of Maryland, College Park, MD 20742.
- [8] H. D. Cheng and Y. Sun, "A hierarchical approach to color image segmentation using homogeneity," *IEEE Transaction on Image Processing*, Vol.9, No.12, pp.2071-2082, 2000.
- [9] M. Borsotti, P. Campadelli, and R. Schettini, "Quantitative evaluation of color image segmentation results," *Pattern Recognition Letters*, Vol.19, No.8, pp.741-747, 1998.

저자 소개

곽 내 정(Nae-Joung Kwak)

정회원



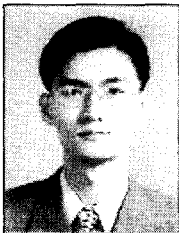
- 1993년 2월 : 충북대학교 정보통신 공학과(공학사)
- 1995년 2월 : 충북대학교 정보통신 공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신 공학과(공학박사)

- 2005년 3월~2006년 2월 : 목원대학교 정보통신 공학부 프로그래밍 강사
- 2006년 3월~현재 : 목원대학교 정보통신 공학부 전임강사

<관심분야> : 영상정보처리, 해프토닝, 양자화, 영상분할, 모바일 프로그래밍, 멀티미디어 프로그래밍

김 영 길(Young-Gil Kim)

정회원



- 1998년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
- 2001년 2월 : 충북대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)
- 2002년~현재 : 충북대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

- 2006년 3월~현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 누리 초빙교수

<관심분야 > : 얼굴 인식, 컴퓨터 비전, 패턴 인식

권 동 진(Dong-Jin Kwon)

정회원



- 2001년 2월 : 충북대학교 정보통신 공학과(학사)
- 2003년 3월 : 충북대학교 정보통신 공학과(석사)
- 2003년 3월~현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심 분야> : 영상분할, 패턴인식, 컴퓨터 비전