

論文2003-40SP-1-8

색상 차를 이용하는 영역 병합에 기반한 칼라영상 분할 알고리즘

(A Color Image Segmentation Algorithm based on Region Merging using Hue Differences)

朴 英 植 *

(Young-sik Park)

요 약

본 논문은 영역을 병합할 때 두 영역의 색상 차를 영역 병합의 제한 조건으로 사용하는 칼라영상 분할 기법을 제안하였다. 이는 먼저 영역의 경계선 정보를 잘 보존하기 위해서 RGB 공간상에서 수리형태학 필터와 변형된 워터셰드 알고리즘을 이용하여 칼라 영상을 과분할한다. 그리고 영역간의 색상 차를 영역 병합의 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 과정을 반복 수행하여 칼라 영상의 분할 결과를 얻는다. 이는 인간 시각 시스템이 색상, 채도, 명도의 형태로 색을 구분하는 것을 기반으로 한다. 명도가 낮지 않는 경우에 색 차 보다 색상 차가 중요한 요소로 작용하기 때문에 이를 영역 병합의 제한 조건으로 사용한다. 실험 결과에서 제안된 칼라영상 분할 기법은 다양한 칼라영상에 대하여 미리 설정된 개수의 영역으로 효율적인 분할 결과를 보임을 확인하였다.

Abstract

This paper describes a color image segmentation algorithm based on region merging using hue difference as a restrictive condition. The proposed algorithm using mathematical morphology and a modified watershed algorithm does over segmentation in the RGB space to preserve contour information of regions. Then, the segmentation result of color image is acquired by repeated region merging using hue differences as a restrictive condition. This stems from human visual system based on hue, saturation, and intensity. Hue difference between two regions is used as a restrictive condition for region merging because it becomes more important factor than color difference if intensity is not low. Simulation results show that the proposed color image segmentation algorithm provides efficient segmentation results with the predefined number of regions for various color images.

Keyword : 칼라영상분할, 수리형태학, 색상, 워터셰드, 영역병합

I. 서 론

영상 분할(image segmentation)은 동질한 특징을 가

지는 영역을 나누는 것으로 영상 분석 과정에서 필수적이다. 영상을 분할하는 유사성의 척도로 영상의 밝기, 움직임, 텍스처(texture), 칼라 등의 특징들을 이용하여 원하는 물체를 분할 할 수 있다. 그 중에서 칼라는 영역을 추출하기 위한 중요한 정보로 사용될 수 있다¹⁻³⁾. 칼라 좌표계는 하드웨어 중심적인 모델과 사용자 중심적인 모델로 크게 나눌 수 있다. RGB, YIQ, CMYK과 같은 하드웨어 중심적인 모델은 컴퓨터 스크린, TV 모

* 正會員, 慶州大學校 컴퓨터電子工學部
(School of Computer & Electronic Engineering,
Kyongju University)
接受日字:2002年2月10日, 수정완료일:2002年11月11日

니터, 칼라 프린터 등의 장치에 사용된다. 사용자 중심적인 모델은 인간의 시각 시스템에 기반을 두고 있고 색상(hue), 채도(saturation), 명도(lightness or intensity)를 통해서 칼라를 인지한다. 이러한 칼라 좌표계로는 HSI, HLS, $L^*u^*v^*$, $L^*a^*b^*$ 등이 있다^[1,2].

집합이론을 기본으로 하는 비선형적 특징을 나타내는 수리 형태학 필터는 영상에서 물체에 대한 형태, 크기, 대조 등의 다양한 특징을 추출할 수 있고 동질성과 연결성을 만족하는 부분에 대한 특징 추출이 효과적이기 때문에 영상분할에 많이 이용되고 있다^[4-8]. 따라서 본 논문에서는 먼저 영역의 경계선 정보를 잘 보존하기 위하여 RGB 공간상에서 입력된 칼라영상을 미세하게 과분할(over-segmentation)한다. 그리고 이를 색상 차(hue difference)를 영역 병합(region merging)의 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 과정을 거쳐 설정된 개수의 영역으로 분할함으로써 효율적인 표현이 가능하도록 하였다. 이는 명도가 낮은 영역에서는 색상이 색을 인지하는데 거의 영향을 주지 않는 반면, 명암도가 일정 수준 이상이면 색상이 색을 인지하는 중요한 요소가 된다는 특징을 활용한다.

II장에서는 RGB 및 HSI 칼라 좌표계의 특징과 변환에 대하여 기술한다. III장에서는 수리형태학 필터와 변형된 워터셰드 알고리즘을 이용하여 칼라영상을 미세하게 과분할하는 방법과 색상 차를 영역 병합의 제한 조건으로 사용하는 칼라영상 분할 기법에 대하여 제안한다. IV장에서는 실험 결과 및 고찰에 대하여 기술하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. 칼라 좌표계

RGB 칼라 모델은 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)인 빛의 3원색을 혼합하여 모든 색을 만들어 내는 방식이다. 각각의 스펙트럼이 더해지는 가산 혼합은 가법 혼합, 빛의 혼합, 플러스 혼합이라고도 한다. 즉, 혼합하면 할수록 명도가 높아져 밝아지는 혼합으로 빛과 무대조명, 스크린, 모니터, 텔레비전 등에서 찾아볼 수 있다. 이는 하드웨어 구조에 적합한 특성을 가지고 있는 것으로 인간 시각 시스템에서 인지하는 칼라 모델과 차이가 있다. <그림 1>에서 각각의 축이 적색, 녹색, 및 청색을 나타내고 각 기본 색의 보색이 반대 모서리에 위치한다. 명도는 백색과 흑색을 잇는 대각선

방향을 따라 변화시켜야 하며, 색 포화도는 대각선의 법선 방향으로 변화시키면 된다. HSI 칼라 모델은 인간의 색 지각 체계에 기반을 둔 칼라 좌표계이며 <그림 2>와 같이 색을 인식하는 속성인 색상(hue), 채도(saturation), 명도(intensity)로 구성된다. 색상은 순수 색의 종류를 나타내는 속성이며, 채도는 색의 상대적인 순도를 나타내며 명도는 밝기 정도를 나타낸다. HSI 칼라 모델의 장점으로는 명도가 색도(chromaticity) 정보와 분리되어 영상처리에 유용하며 색상과 채도 성분이 인간이 색을 인식하는 요소와 같다는 점이다.

<그림 2>는 HSI 칼라 모델의 색 입체를 나타내는 것으로 명도는 세로 축을, 채도는 세로 축을 기준으로 떨어진 정도를, 색상은 원형의 단면에서 각도를 나타낸다. 색상에 대한 각도를 나타내는 것으로 적색은 0° 를, 녹색은 120° 를, 그리고 청색은 240° 로 나타난다. 임의의 색은 0° 에서 360° 의 값으로 색상을 나타내고 채도는 회색(neutral gray)으로부터 얼마나 차이가 있는지를 나타낸다. 0%이면 회색이고 100%이면 순색을 의미한다. 명도는 얼마나 밝은 가를 나타내는 것으로 100%이면 백색이고 0%이면 흑색을 나타낸다.

HSI 좌표계에서 명도가 낮은 영역과 높은 영역에서 색상이 미치는 영향이 다르다. 색상을 구분하는 데 있어서 명도가 낮은 영역에서는 색상이 중요하지 않고 명도가 높은 영역에서는 색상이 중요한 역할을 한다. 따라서 두 영역간의 색상 차를 영역 병합의 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 기법을 제안한다.

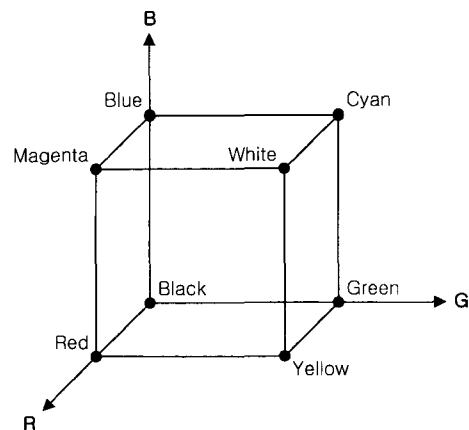


그림 1. RGB 좌표계

Fig. 1. RGB coordinate system.

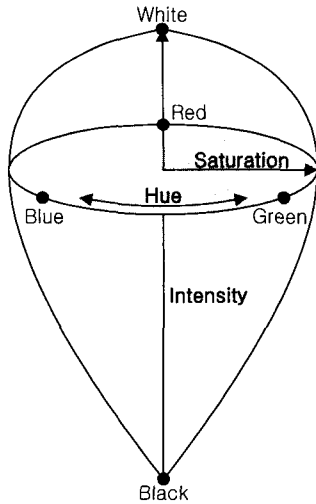


그림 2. HSI 좌표계
Fig. 2. HSI coordinate system.

본 논문에서 사용된 RGB와 HSI 좌표 변환은 Gonzalez와 Woods의 변환 수식을 기반으로 사용하였다^[2]. 입력된 영상의 R, G, B 값은 0에서 255의 값을 가지는데 이를 HSI 모델로 변환한다. H는 색상을 의미하고

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \quad (1)$$

과 같이 구한다. 이는 순수한 고유색을 <그림 1>과 같이 0°에서 360°의 각도의 값으로 표현한다. S는 채도를 나타내며 회색(neutral gray)과 얼마나 다른지를 백분율로 나타내는 것으로

$$S = 100 \cdot \left[1 - \frac{3 \cdot \min(R, G, B)}{(R+G+B)} \right] \quad (2)$$

과 같이 계산되어지고 0%에서 100%의 값으로 나타낸다. 여기서 $\min(R, G, B)$ 는 R, G, B 값 중에서 최소 값을 나타낸다. I는 명도를 나타내는 것으로 밝기 값을 나타내며

$$I = \frac{100}{255} \cdot \frac{1}{3} \cdot (R+G+B) \quad (3)$$

과 같이 0%에서 100%의 값으로 나타낸다. 0%는 흑색(black)을 의미하고 100%는 백색(white)을 의미한다.

III. 제안된 칼라영상 분할 알고리즘

제안된 칼라영상 분할 알고리즘은 색상 차를 영역 병합의 제한 조건으로 사용한다. 이는 <그림 3>과 같이 형태학 필터를 이용한 단순화, 마커추출, 변형된 워터셰드(modified watershed)^[6] 알고리즘을 이용한 영역의 경계 결정 및 두 영역간의 색상 차를 제한 조건으로 사용하는 영역병합 과정으로 구성된다. 여기서 워터셰드 알고리즘이란 영상의 밝기 값의 분포를 지형학적인 구조로 보고 지형학적인 구조에서 영역들의 경계가 되는 분수계를 찾는 것이다. 변형된 워터셰드 알고리즘은 형태학적 기울기 영상에 적용하는 대신 단순화된 영상 자체에 적용하고 영역 결정과정에서 우선 순위(priority queue)를 사용한다는 차이점이 있다. <그림 3>에서는 입력되는 RGB 각각의 영상 신호에 대하여 형태학 필터를 이용하여 영역의 경계선을 유지하면서 내부를 단순화한다. 단순화된 영상에서 RGB 값이 모두 동일한 영역을 씨앗(seed) 역할을 하는 마커로 추출한다. 이를 바탕으로 나머지 영역을 변형된 워터셰드 알고리즘을 적용하여 영역을 결정한다. 마지막으로 미세하게 분할된 칼라영상에서 두 영역간의 색상 차를 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 과정을 설정된 영역의 개수가 될 때까지 반복한다.

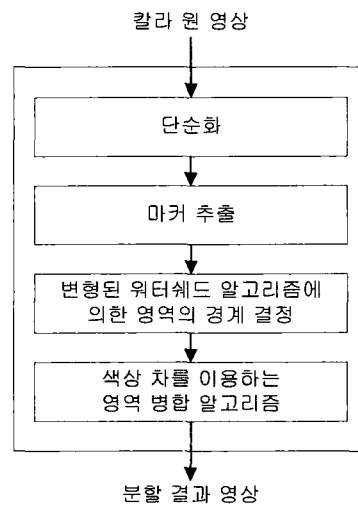


그림 3. 제안된 칼라 영상 분할 알고리즘의 블록도
Fig. 3. Block diagram of the proposed color image segmentation algorithm.

1. 단순화

수리형태학을 이용한 단순화 필터는 재구성에 의한 열림과 닫힘(open close by reconstruction)으로 구성되어 있으며

$$\varphi^{(rec)}(\delta_n(\gamma^{(rec)}(\varepsilon_n(f), f)), \gamma^{(rec)}(\varepsilon_n(f), f)) \quad (4)$$

와 같으며 영상 분할 과정에서 많이 사용되어 왔다^[5~8]. 이는 기본적으로 불림(dilation)과 부식(erosion)으로 구성되어 있다. 단순화는 영역의 경계선을 유지하면서 영역 내부를 평탄하게 만드는 것으로 형태소의 크기에 따라서 단순화되는 정도가 결정된다. 즉 작은 크기의 형태소를 이용한 필터를 사용하면 단순화시키는 정도가 작아 많은 개수의 영역이 발생되어 미세한 분할(fine segmentation) 결과를 얻게 된다. 반면, 큰 크기의 형태소를 이용한 필터는 단순화시키는 정도가 커서 적은 개수의 영역으로 분할이 되어 거친 분할(course segmentation) 결과를 얻게 된다. 따라서 단순화 필터에서 사용되어지는 형태소의 크기가 분할되는 계층(hierarchy)을 결정하게 된다. 본 논문에서는 과분할 결과를 얻기 위하여 RGB 각각의 영상에 3×3 크기의 형태소를 이용하여 식 (4)를 사용하였다.

2. 마커(marker) 추출

단순화된 칼라영상에서 동일한 칼라 값을 가지는 영역 중에서 형태소의 면적보다 크기가 작은 영역을 제외한 나머지 영역을 마커로 추출한다. 이는 영상 분할 과정에서 영역을 구성하는 씨앗(seed) 역할을 하는 것으로 마커의 개수가 영역의 개수가 된다. 따라서 어떤 마커를 몇 개나 추출하는지가 분할된 영상에서 영역의 개수와 분할 결과를 좌우하게 된다. 즉 마커는 분할된 결과에서 어떤 영역에 속하는지가 확실한 영역이다. 단순화된 RGB 영상에서 동일한 칼라 값으로 형태소의 면적이 9보다 크거나 같은 영역을 마커로 추출한다.

3. 영역의 경계 결정

변형된 워터셰드 알고리즘을 이용하여 불확실한 영역을 어떤 영역에 속하는 지를 결정함으로써 과 분할이 끝나게 된다. 이는 동일한 영역(마커)의 초기 라벨링 과정과 불확실한 화소들의 영역 결정 과정으로 이루어진다.

(1) 동일한 영역의 초기 라벨링(labeling)

추출된 마커는 어떤 영역에 속할지가 확실한 영역이

다. 이것의 라벨링 과정은 영상을 스캔(scan)하면서 가장 먼저 발견되는 라벨링 되지 않은 마커의 한 화소의 좌표 값을 큐에 삽입한다. 그리고 큐에서 한 화소를 추출하여 '1'을 라벨링하고 그 영역에 대한 평균 칼라 값을 갱신한다. 그리고 이웃의 4화소 중에서 칼라 값이 같고 라벨링이 되어 있지 않으면 그 화소의 좌표 값을 큐에 삽입한다. 이러한 과정을 큐가 빌 때까지 반복하면 하나의 마커에 대하여 라벨링과 평균 칼라 값을 구하게 된다. 그리고 라벨값을 1만큼 증가시키고 위의 과정을 반복하면 모든 마커 영역에 대하여 라벨링과 평균 칼라 값을 구하는 것이 끝나게 된다.

(2) 불확실한 화소들의 영역 결정

동질한 영역의 초기 라벨링 단계에서 라벨링된 영역에 인접한 모든 불확실한 화소들을

$$D_E = \|C_1 - C_2\| = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2} \quad (5)$$

와 같이 RGB 공간에서 유클리디안 거리(Euclidean distance)를 이용하여 색차를 표현한다. 구해진 거리 값에 따라 우선 순위 구조의 큐에 삽입한다. 이때 우선 순위를 결정하는 거리는 큐에 삽입되는 화소의 칼라와 인접 영역의 평균 칼라와의 색차를 나타내는 것이다. 거리 값이 작으면 인접 영역과 유사성이 높다는 것을 의미하고 우선 순위가 높은 큐에 삽입된다. 이는 다른 화소보다 빨리 추출되어 영역 결정이 빨리 이루어지게 된다. 추출된 화소는 인접 영역의 평균 칼라 값과 거리 값을 구한 후 가장 작은 값을 가지는 영역으로 결정된다. 그리고 결정된 영역의 평균 칼라 값은 갱신된다. 이와 같은 과정을 큐에 화소가 남아 있지 않을 때까지 계속하게 되면 영상 분할이 완료된다. 작은 크기의 형태소로 단순화하여 마커를 추출하였으므로 미세한 과분할 영상이 얻어진다.

4. 제안된 영역 병합 알고리즘

제안된 색상 차를 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 알고리즘은 <그림 3>에서 음영 부분에 해당한다. 이를 <그림 4>에 자세하게 표현하였다. 이는 과분할된 칼라영상을 입력으로 사용하여 최종 분할될 영상의 영역 개수, 색상 차가 색차 보다 중요한 요소로 작용하는 명도의 임계치(threshold)를 나타내는 T_L , 그리고 색차는 작더라도 색상 차가 커서 영역 병합이 일어나지 않도록 제한하기 위한 색상의 임계치 T_H 를 설정한다. 그

리고 현재 분할된 영상의 영역 개수를 계산하여 미리 설정된 최종 영역 개수 보다 크면 가장 작은 색차를 가지는 두 영역을 찾아서 병합한다. 이러한 과정을 미리 설정된 영역의 개수가 될 때까지 반복한다. 이때 영역 병합의 조건을 만족하는 인접한 두 영역이 없으면 영역 병합 과정을 중단한다.

일정 수준 이상의 명암도 값을 가지는 두 영역간에 RGB 공간에서 유클리디언 거리로 표현되는 색차가 다른 두 영역간의 색차 보다 작더라도 색차 차가 매우 큰 경우가 있다. 비록 색차는 작지만 색차 차가 큰 경우에 두 영역을 병합하게 되면 물체와 배경 영역의 병합이 발생한다. 따라서 영역 병합의 제한 조건에 의하여 유사한 색상을 가지는 영역들만 영역 병합이 일어나도록 한다. 반대로 두 영역간의 색차는 매우 크지만 색차 차가 작은 경우에는 영역의 병합이 일어날 수 있도록 허용하기 위한 것이다. 이는 색상, 채도, 명도 형태로 색을 인지하는 인간 시각 시스템의 특성을 기반으로 한다.

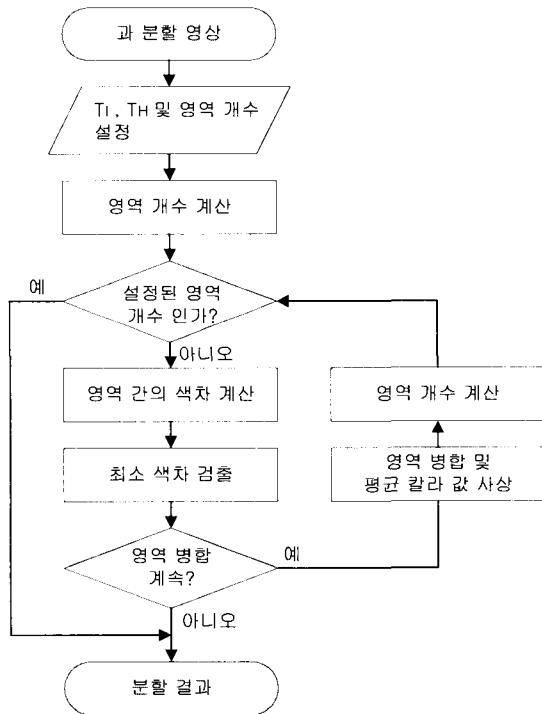


그림 4. 색상 차를 제한 조건으로 사용하는 제안된 영역 병합 알고리즘

Fig. 4. The proposed region merging algorithm using hue difference as a restrictive condition.

따라서 두 영역의 명도 I 가 T_I 이상이고 색상 차이 D_H 가 주어진 임계치 T_H 보다 큰 경우에는 두 영역의 색차를 RGB 공간에서 유클리디언 거리의 최대치로 설정하여 영역의 병합이 발생하지 않도록 최대 값을 설정한다. 이를 표현하면

$$D = \begin{cases} D_{MAX}, & I > T_I \text{ and } D_H > T_H \\ D_E, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

와 같다. 나머지 조건들은 유클리디언 거리를 이용하여 색차를 표현한다. 여기서

$$D_H = \begin{cases} 360 - |H_1 - H_2|, & |H_1 - H_2| > 180 \\ |H_1 - H_2|, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

는 인접한 두 영역의 색상 차를 나타낸다. 색상은 0° 에서 360° 의 각도의 값을 가지므로 식 (7)과 같이 절대값으로 표현되는 색상 차를 구한다.

제안된 영역병합 알고리즘은 유클리디언 거리로 표현되는 두 영역간의 색차가 가장 작은 두 영역을 차례대로 병합하는 것을 기본으로 한다. 그러나 색차는 작지만 색차 차가 큰 경우에는 영역 병합이 일어나게 되면 물체와 배경 영역이 병합되어 바람직하지 못한 분할 결과를 초래한다. 따라서 제안된 색상 차를 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 알고리즘을 적용하여 적은 개수의 영역으로 분할 결과를 표현하더라도 물체의 영역 경계선을 잘 유지하면서 표현하는 것이 가능해진다.

IV. 실험 결과 및 고찰

<그림 5>는 형태학 툴(tool)을 이용하여 영역의 경계선을 유지하면서 과분할한 결과를 보여준다. <그림 5(a)>는 실험에 사용된 '꽃' 칼라 원 영상으로 꽃잎, 잎, 그리고 물 영역에서 유사한 색상을 많이 포함하고 다양한 칼라를 가지는 320×210 크기의 24비트 영상이다. <그림 5(b)>는 3×3 형태학 필터를 이용하여 영역의 경계선을 유지하면서 단순화한 결과 영상이다. <그림 5(c)>는 단순화한 영상에서 형태소의 면적보다 크고 동일한 칼라 값을 가지는 동질한 영역을 보여준다. 여기서 마커로 표시된 영역의 칼라 색상은 인접한 영역과 구분하기 위하여 임의의 다른 색상을 지정하였다. <그림 5(d)>는 영역 병합을 하기 위한 초기 영상으로 3×3 크기의 형태소를 이용하여 미세하게 과분할한 영상

이다. 과분할된 영상의 영역의 개수는 538개이다. <그림 6>은 과분할된 칼라영상을 영역 병합 알고리즘에 적용하여 분할된 결과를 보여준다. <그림 6(a)>는 두 영역간의 색차로 유클리디언 거리를 이용하여 가장 작은 색차를 가지는 두 영역을 차례대로 병합한 결과를 보여준다. <그림 6(b)>는 제안한 색상 차를 제한 조건으로 가지는 영역 병합에 의한 결과를 보여 준다. <그림 6>의 각 행은 100개, 40개, 그리고 14개의 동일한 개수의 영역으로 분할 한 결과이다. 이때 영역의 개수가 많을 때는 분할 결과의 차이가 없지만 적은 수의 영역으로 분할 한 결과에서는 다소 많은 차이가 있음을 볼 수 있다. <그림 6(b)>에서와 같이 색상 차를 영역 병합의 제한 조건으로 사용하는 경우에는 유사한 색상을 가지는 꽃잎, 잎, 그리고 물 영역의 경계선을 잘 보존하면서 적은 수의 영역으로 분할 된 것을 확인할 수 있다.

이 실험에서 사용된 임계치 T_I 와 T_H 를 각각 7%와 20° 으로 설정하였다. T_H 는 각도의 차이의 절대값을 의미하며 양의 값과 음의 값을 모두 포함하면 40° 의 범위가 된다. 이는 실험적으로 구해졌으며 제안된 칼라 영상 분할 기법은 이들 임계치 값의 변화에 크게 좌우되지 않는다. '꽃' 영상에서는 14개의 영역 개수가 분할의 최소 영역 개수이다. 이보다 작은 영역의 개수로 설정하더라도 14개의 영역에서 중단한다. 이는 색상 차가 T_H 보다 큰 경우에는 영역 병합을 억제하고 영역 병합을 중단하기 때문이다.

다양한 칼라영상에 제안한 알고리즘을 적용하기 위하여 <그림 5>와 <그림 6>의 동일한 방법으로 '꿈' 영상에 대하여 적용하여 <그림 7>과 <그림 8>에 나타내었다. <그림 7>은 배경과 물체의 색상이 많은 차이가 있는 '꿈' 영상에 대하여 형태학 툴을 적용하여 712의 영역으로 과분할한 결과이다. <그림 8(a)>는 두 영역간의 색차로 유클리디언 거리를 이용하여 가장 작은 색차를 가지는 두 영역을 차례대로 병합한 결과를 보여 준다. <그림 8(b)>는 제안한 색상 차를 제한 조건으로 가지는 영역 병합에 의한 결과를 보여 준다. <그림 8>의 각 행은 100개, 50개, 그리고 25개의 동일한 개수의 영역으로 분할 한 결과이다. 여기서 배경과 꿈의 색차가 큰 영상이므로 <그림 8(a)>, <그림 8(b)>의 영역 경계선에서는 큰 차이가 없다. 그러나 영역 개수가 적은 경우에는 색상 차를 제한 조건으로 이용하는 영역

병합 결과에서 유사한 색상의 영역이 보다 많이 병합된 것을 볼 수 있다.

<그림 5>에서 <그림 8>까지는 분할된 영역의 경계선을 표현하기 위하여 320×210 크기의 영상을 641×421 크기로 내삽(interpolation)하여 표현하였다. 분할된 영상에서 영역의 내부는 평균 칼라 값으로 매핑이 되었으며 영역의 경계선을 백색(white)으로 표현하였다.



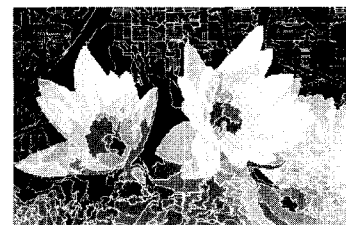
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 5. 형태학 기법을 이용한 칼라영상 분할 결과
(a) 원 영상 (b) 단순화된 영상 (c) 마커 영상
(d) 과분할된 영상

Fig. 5. The results of color image segmentation using morphology tools.

(a) Original image (b) Simplified image (c) Marker image (d) Over-segmentation image

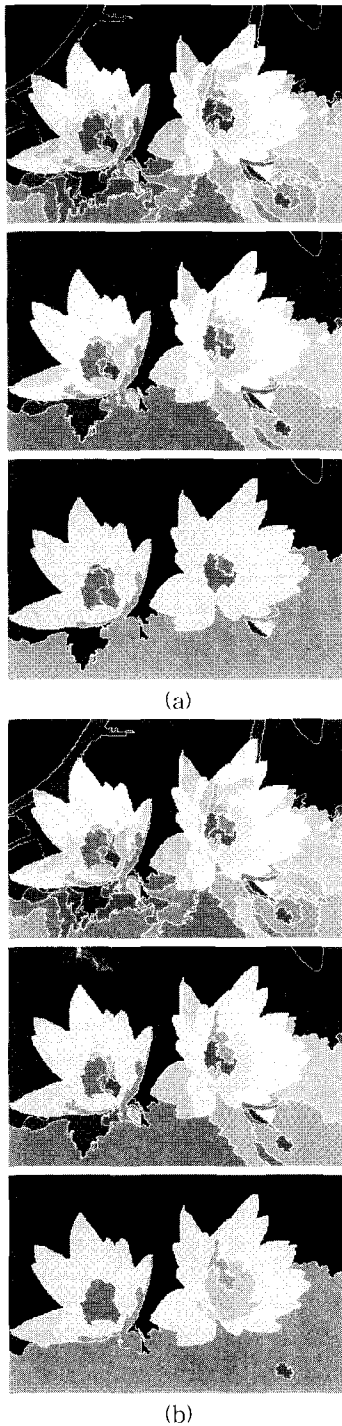


그림 6. 제안된 영역 병합에 의한 칼라영상 분할 결과
(a) 색상 차를 사용하지 않은 경우 (b) 색상 차를 사용한 경우

Fig. 6. The results of the proposed color image segmentation algorithm based on region merging (a) not using Hue differences (b) using Hue differences.

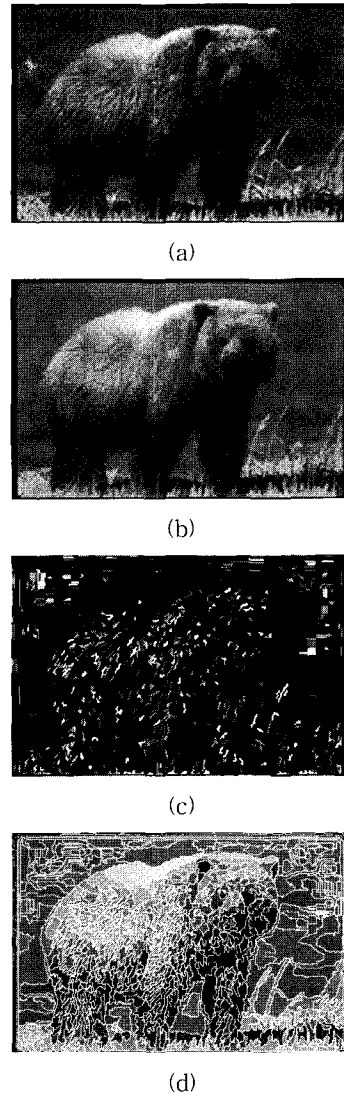
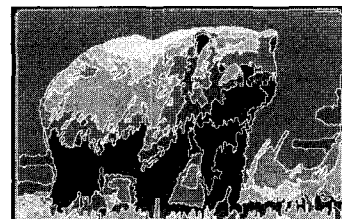


그림 7. 형태학 기법을 이용한 칼라영상 분할 결과
(a) 원 영상 (b) 단순화된 영상 (c) 마커 영상
(d) 과분할된 영상

Fig. 7. The results of color image segmentation using morphology tools.
(a) Original image (b) Simplified image (c) Marker image (d) Over-segmentation image



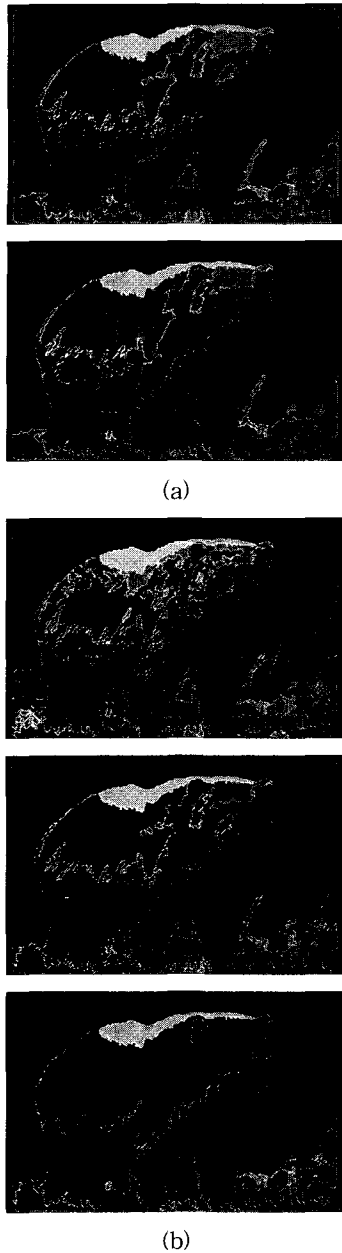


그림 8. 제안된 영역 병합에 의한 칼라영상 분할 결과
(a) 색상 차를 사용하지 않은 경우 (b) 색상 차를 사용한 경우

Fig. 8. The results of the proposed color image segmentation algorithm based on region merging (a) not using Hue differences (b) using Hue differences.

V. 결 론

본 논문에서는 영역의 경계선을 잘 보존하면서 인간

시각 시스템의 특성을 기반으로 하는 칼라영상 분할 알고리즘을 제안하였다. 이는 미세하게 과분할된 칼라 영상에서 유클리디언 거리로 표현되는 두 영역의 색차를 이용하여 가장 작은 색차를 가지는 두 영역을 차례대로 병합하는 것을 기본으로 한다. 적은 개수의 영역으로 표현하는 경우에는 색상 차이는 크지만 색차가 상대적으로 작은 경우에는 배경과 물체의 영역 병합이 발생하는 경우가 있다. 따라서 색상 차를 제한 조건으로 사용하는 영역 병합 알고리즘을 제안하여 최종 분할 영상을 얻었다. 제안된 색상 차를 제한 조건으로 이용하는 영역 병합 알고리즘은 인간 시각의 특성을 기반으로 두 영역의 색차가 다른 두 영역의 색차 보다 상대적으로 작더라도 색상 차가 큰 경우에는 영역 병합을 억제한다. 그리고 색차가 클더라도 색상 차가 작은 경우에는 영역 병합의 발생이 가능하도록 하여 적은 개수의 영역으로도 경계선을 잘 유지하면서 효율적인 분할 결과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] A. Del Bimbo, Visual Information Retrieval, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, California, 1999.
- [2] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [3] L. Lucchese and S. K. Mitra, "Colour segmentation based on separate anisotropic diffusion of chromatic and achromatic channels," *IEE Proc-Vis. Image signal Process.*, Vol. 148, No. 3, pp. 141~150, June 2001.
- [4] M. Kunt, A. Ikonomopoulos, and M. Kocher, "Second generation image coding technique," *Proc. IEEE*, Vol. 73, pp. 549~574, Apr. 1995.
- [5] P. Salembier, "Morphological multiscale segmentation for image coding," *Signal Processing*, Vol. 38, pp. 359~386, 1994.
- [6] P. Salembier and M. Pardas, "Hierarchical morphological segmentation for image sequence coding," *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 3, No. 5, pp. 639~651, Sep. 1994.

- [7] 박영식, 김기석, 송근원, 정의운, 하영호, “디지털 이동통신망에서의 초저속 영상부호화를 위한 영역단위의 계층적 분할과 경계선 단순화 기법,” *한국통신학회논문지*, 제22권, 3호, pp. 432~443, 1997년 3월.
- [8] 박영식, 송근원, 한규필, 이호영, 남재열, 하영호, “영역기반 영상부호화를 위한 이진 분열에 의한 계층적인 영상분할,” *대한전자공학회*, 제35권, S편 8호, pp. 1090~1098, 1998년 8월.

저 자 소 개

朴 英 植(正會員)

1992년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사).
1994년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1998년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1998년 5월~2002년 8월 : 삼성전자 무선사업부 책임연구원. 2002년 9월~현재 : 경주대학교 컴퓨터전자공학부 전임강사. <주관심분야 : 영상신호 처리, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 그래픽스>