논문 2005-42SP-3-2

Cylindrical metric을 사용한 블록기반 컬러 영상 분할

(Block-based Color Image Segmentation Using Cylindrical Metric)

남 혜 영*, 김 보 람**, 김 욱 현*

(Hyeyoung Nam, Boram Kim, and Wookhyun Kim)

요 약

본 논문에서는 잡음이나 질감특성에 의한 과분할과 긴 처리시간 등의 기존 영역분할 방법이 갖는 문제점을 해결하기 위해 Cylindrical metric을 사용한 블록단위의 컬러영상분할방법을 제안하였다. 제안한 방법에서는 일정 크기로 분할된 블록들로 이루어진 초기 영역들을 병합하기 위해 HSI 컬러값에 따라 분류된 채색(chromatic) 영역과 비채색(achromatic) 영역의 컬러특성과 질감특성을 고려하여 영역간의 유사도 함수와 병합조건을 새로이 정의하며, 영역 병합 후의 명확한 윤곽검출을 위해 영역간의 경계부분에 위치하는 외곽블록들을 추출하여 기존 영역에 병합하는 과정을 화소레벨까지 반복한다. 모의실험을 실시한 결과, 질감영역과 윤곽영역의 분할에서 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 우수한 것으로 나타났으며, 처리시간은 제안한 방법에서 2배 정도 단축됨을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper we proposed the block-based color image segmentation method using the cylindrical metric to solve the problems such as long processing time and over segmentation due to noise and texture properties in the conventional methods. In the proposed method we define the new similarity function and the merge condition between regions to merge initial regions with the same size considering the color and texture properties of chromatic and achromatic regions which is defined according to the HSI color values, and we continue to merge boundary blocks into the adjacent region already segmented to maintain edges until the size of block is one. In the simulation results the proposed method is better than the conventional methods in the evaluation of the segmented regions of texture and edge region, and we found that the processing time is decreased by factor of two in the proposed method.

Keywords : 컬러영상분할, 영역분할, 블록기반 영상분할

I. 서 론

영상분할은 주어진 영상을 유사한 특징을 갖는 의미있는 영역들로 구분해 내는 과정으로서 영상내의 객체를 해석하고 이를 응용하기 위해 연구되어 왔다. 이는 영상압축이나 영상검색 등과 같이 객체기반 영상처리 분야에서 필수적인 전처리 단계로 사용되기 때문에 향상된 영상분할기법의 필요성은 증대되고 있다. 이에 반해 대부분의 영상에서 객체간 경계는 명확하지 않으며, 각 영상마다 특징이 다르게 나타나기 때문에 영상처리를 통해 인간의 시각에 의한 영상분할 수준만큼 객체를 분리해 낸다는 것은 매우 어려운 문제로 남아있다[1][2].

지금까지 제안된 영상분할방법은 크게 윤곽선 검출에 의한 윤곽기반 분할과 영역기반 분할로 분류할 수 있다. 윤곽기반 분할은 영역간의 경계를 나타내는 윤곽성분을 추출한 후, 이를 중심으로 객체를 분할하기 때문에 다양한 형태의 잘못된 윤곽성분을 야기 시킬 수 있는 자연영상에서의 잡음이나 질감특성 등에 취약하다는 문제점을 갖는다. 이에 반해, 영역기반 방법은 명도나 색상 등을 기초로 유사한 성질을 갖는 화소 영역을 형성해 가는 방법으로 영역확장법, 영역분리 및 병합법, 클러스트링 방법 등이 널리 이용되고 있다. 이러한 방법들은 윤곽기반 분할에 비해 잡음의 영향을 적게 받으

* 정회원, ** 학생회원, 영남대학교 컴퓨터공학과
(Dept. of Computer Eng., YeungNam University)
접수일자: 2005년1월26일, 수정완료일: 2005년3월28일

나, 자연영상에 존재하는 질감특성에 의해 과분할 될 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 이러한 질감특성을 영상분할에 반영하기 위해서는 질감요소의 주기성을 고려하여 화소단위보다 블록단위로 영상을 분할하는 것이 더 바람직하다[3]. 그러나 블록기반의 영역분할에서는 블록 속에 포함되어 미분할되는 영역들이 나타나는 점과 윤곽정보가 소실되는 등의 문제점에 대한 해결이 선행되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 자연영상의 의미있는 객체를 질감특성과 무관하게 효과적으로 분할하는 방법을 연구하였다. 제안한 방법에서는 Cylindrical metric에 기초하여 전체영상의 H, S, I 임계값을 각각 계산하고, 이를 영역 유사도 측정을 위한 기초값으로 사용하였다. 그리고 영상분할단계에서 일정 크기의 블록으로 정의된 초기 영역들을 병합하기 위해 HSI 컬러값에 따라 분류된 채색 영역과 비채색 영역의 컬러특성과 질감특성을 고려하여 영역간의 유사도 함수와 병합조건을 제안하였으며, 초기영역 병합 후의 명확한 윤곽검출을 위해 블록의 크기를 화소레벨까지 단계적으로 줄여가면서 영역간의 경계부분에 위치하는 외곽 블록들을 추출하여 기 분할된 영역에 병합하는 과정을 제안하였다.

본 논문의 Ⅱ장에서는 HSI 컬러 모델에서 채색 및 비채색 영역의 정의와 영역 유사도 측정을 위한 Cylindrical metric을 다루고, Ⅲ장에서는 제안한 블록기반의 영역분할방법에 대해 설명한다. 그리고 Ⅳ장에서는 제안한 방법의 성능분석을 위한 모의실험결과를 살펴보고, 마지막 Ⅴ장에서 향후 연구방향과 결론을 맺는다.

Ⅱ. HSI 컬러 모델

HSI 컬러 모델은 인간이 색을 인지하는 방식과 유사하며, 그림 1과 같이 색상(hue), 채도(saturation), 명도(intensity)라는 세 가지 특성을 갖는 원뿔모형으로 표현된다[2]. 색상은 0°에서 360°범위의 각도로 표시되며, 색의 성분을 나타낸다. 채도는 원뿔의 중심에서부터 바깥쪽으로 0에서 1사이의 거리로 표시되며, 순색의 비율을 의미한다. 그리고 명도는 색의 밝기를 나타내며, 0에서 1사이의 값으로 표시된다.

1. 채색 영역과 비채색 영역의 분류

화소의 색상은 밝기 성분과 독립적이기 때문에 HSI

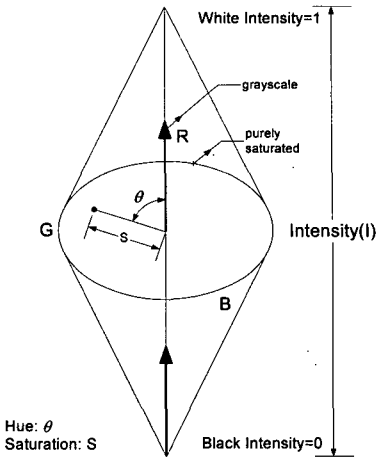


그림 1. HSI 컬러모델
Fig. 1. HSI color model.

컬러모델의 세 특성 중 가장 큰 식별력을 갖자만, 명도가 매우 낮거나 매우 높을 경우와 채도가 매우 낮을 경우에는 색상을 분리해 내는 기능이 크게 저하되어 식별력이 불안정하다는 문제점을 가지고 있다[4][5].

이러한 문제 때문에 영역을 식(1)과 같이 정의한 비채색 영역과 채색 영역으로 나누고 영역간의 유사도 계산에서 사용되는 HSI 컬러모델의 특성들을 영역에 따라 선택적으로 고려한다[6].

$$\textit{if } ((I > T_U) \| (I < T_L) \| (S < T_S)), \textit{define} \text{ Achromatic Region}$$
$$\textit{else } \textit{define} \text{ Chromatic Region} \quad (1)$$

식(1)에 따라 명도가 매우 낮거나 매우 높은 영역과 채도가 매우 낮은 영역은 비채색 영역으로 분류되고 이외의 영역은 명도나 채도에 따라 색상의 식별력이 크게 영향받지 않는 채색영역으로 분류된다. 따라서 영역간 유사도 계산 시에 비채색 영역에서는 명도값만을 고려하고, 채색영역에서는 색상값, 명도값, 채도값 모두를 고려한다. 식(1)에서 T_U, T_L, 그리고 T_S는 명도에 대한 상한 및 하한의 임계값, 그리고 채도에 대한 임계값을 각각 나타낸 것이며, 식(1)에서 I와 S는 0에서 100으로 정규화한 명도값과 채도값을 각각 나타낸다. 실제로 HSI 컬러모델에 명도값와 채도값을 적용하여 색상구분이 애매하게 나타나는 영역을 살펴본 결과, 본 논문에서는 $T_U = 90$, $T_L = 10$, $T_S = 10$으로 설정하였다.

2. Cylindrical Metric

본 논문에서 영역간의 컬러 유사도 측정을 위해 사용

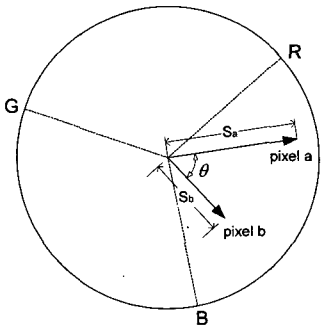


그림 2. HSI 컬러모델의 채색 평면
Fig. 2. The chromatic plane of HSI color model.

되는 Cylindrical metric은 채색영역에서 화소간의 투영거리를 계산하며, 그림 2의 두 화소 a, b에 대해 Cylindrical metric $d_{cyl}(a,b)$는 다음과 같이 정의된다[6].

$$d_{cyl}(a,b)=\left(d_I^2+d_C^2\right)^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

$$d_I=|I_a-I_b| \tag{3}$$

$$d_C=\left(S_a^2+S_b^2-2S_aS_b\cos\theta\right)^{\frac{1}{2}} \tag{4}$$

$$\theta=\begin{cases}|H_a-H_b|, & \text{if } |H_a-H_b|<180^\circ\\ 360^\circ-|H_a-H_b|, & \text{otherwise}\end{cases} \tag{5}$$

식(2)의 $d_{cyl}(a,b)$는 식(3)과 식(4)에서 주어진 d_I와 d_C간의 유클리드 거리를 의미한다. 여기서 식(4)의 d_C는 채색평면에서 색상과 채도성분을 결합한 화소간의 2차원 벡터거리를 나타낸다. 그리고 식(5)의 θ는 그림 2에서와 같이 화소간의 색상차를 나타내며, d_I는 화소간의 명도차를 나타낸다.

Ⅲ. 제안한 블록기반 영역분할

본 논문에서 제안한 컬러영상분할 알고리즘의 전체 흐름도는 그림 3과 같다. 제안한 영상분할과정은 N×N 크기로 분할된 블록레벨에서 시작하여 N=1 즉, 화소레벨까지 반복된다. 먼저 입력된 HSI 영상에서 영역 유사도 측정의 기초값으로 사용되는 H, S, I 각 성분의 임계값을 계산한다. 그리고 분할된 N×N 크기의 블록들을 초기영역들로 정의하여 각 영역의 색상, 명도, 채도에 대해 평균값과 분산값을 각각 구한다. N×N 크기의 블록으로 정의된 영역들은 병합과정에서 8-이웃영역과의 유사도에 따라 병합된다. 병합이 끝나면, 블록의 크기 N을 N/2로 축소하고 영역 외곽에서 N×N 크기의 블록

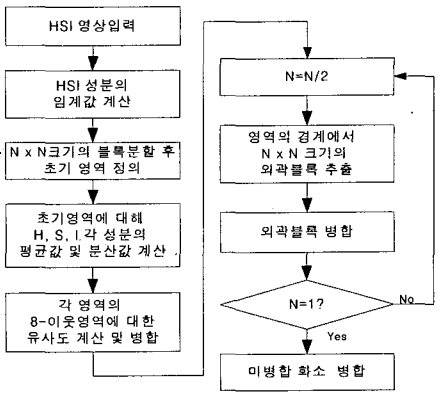


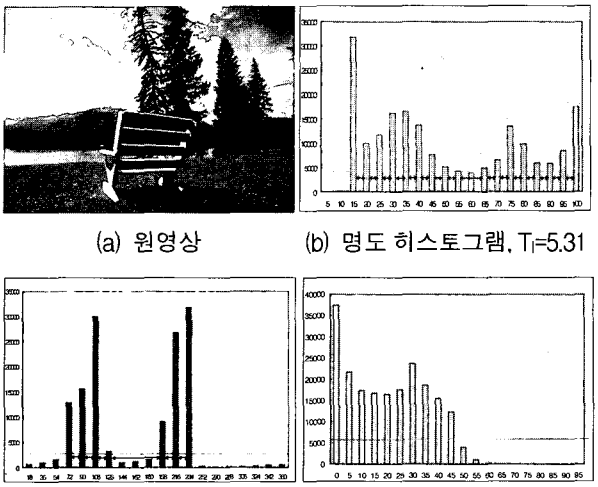
그림 3. 제안한 컬러영상분할 알고리즘
Fig 3. The proposed color image segmentation algorithm.

을 추출하여 기존영역에 병합하는 과정을 자연스러운 영역의 경계선이 얻어지는 화소레벨까지 반복한다. 이 과정에서 병합되지 않은 화소는 앞서 병합된 8-이웃영역 중 Cylindrical metric이 최소인 영역에 병합된다.

1. H, S, I 성분별 임계값 계산

본 논문에서 두 영역 a, b간의 병합은 식(2)의 Cylindrical metric $d_{cyl}(a,b)$가 임계값보다 작을 경우에 이루어진다. 임계값은 병합여부의 결정 및 전체 영상분할 성능을 좌우하는 중요한 요소이므로 영상의 특성에 맞는 임계값 계산이 요구된다. 영역에 대한 식(3), (4), (5)의 명도값, 채도값 그리고 색상값은 각각 영역내 화소들의 평균값으로 사용한다.

본 논문에서는 식(3)의 d_I와 식(4)의 S_a, S_b, 그리고 식(5)의 θ에 대한 임계값을 M개의 영역으로 양자화 된 H, S, I 히스토그램에서 각각 T_I, T_H, T_{S1}, T_{S2}로 정의한다. 명도차에 대한 임계값인 T_I는 영역분리를 위한 최소 명도차로서 명도 히스토그램에서 전체 화소수에 대해 k% 이상의 값을 갖는 히스토그램 bin간의 평균 거리 차로 계산된다. θ에 대한 T_H는 최소 색상차로서 T_I와 동일하게 계산되지만 명도가 매우 낮거나 매우 높은 경우나 채도가 매우 낮은 경우 색상값이 안정적이지 못하다는 HSI 모델의 특성 때문에 식(1)에서 정의된 채색영역에 해당하는 화소만으로 색상 히스토그램을 구성하였다. 그리고 T_{S1}와 T_{S2}는 영상의 채도 분포를 반영하며 식(6)과 같이 계산된다. 식(6)에서 mid는 채도 히스토그램에서 전체 화소수의 k% 이상의 값을 갖는 연속영역의 중심을 나타낸다.



(a) 원영상 (b) 명도 히스토그램, T_I=5.31

(c) 색상 히스토그램, TH=22.5 (d) 채도 히스토그램, TS1=17.5,TS2=22.5

그림 4. 히스토그램을 이용한 임계값 계산(M=20, k=2)
Fig 4. Calculation of thresholds from each histogram.

$$\begin{aligned} \mathrm{dif} &= 100/\mathrm{M}\times 0.5 \\ T_{S1} &= \mathrm{mid}-\mathrm{dif} \\ T_{S2} &= \mathrm{mid}+\mathrm{dif} \end{aligned} \tag{6}$$

그림 4는 '농장' 영상에 대해 T_I, T_H, T_{S1}, T_{S2} 계산 시에 사용된 명도, 색상, 그리고 채도 히스토그램과 임계값을 나타낸 것이다. 파라메타 M은 히스토그램간의 거리, k는 고려되는 히스토그램의 수를 결정하는 요소로, 효율적인 임계값 계산을 위해서는 M과 k값 선택이 중요하다. 다양한 값을 적용시켜 본 결과 M값은 15에서 30사이, k값은 1에서 2.5사이일때 영상분할이 적절하게 수행되었으며, 본 논문에서는 M은 20, k는 2로 설정한 결과를 제시하였다.

2. 블록단위의 영역 병합

자연영상에 존재하는 구름, 나무, 머리카락 등의 질감영역은 일정한 패턴을 가지고 주기적으로 반복되기 때문에 화소레벨의 영역병합에서는 질감영역 전체가 하나의 영역으로 병합되기보다는 질감성분들이 개별적인 영역으로 과분할되기 쉽다. 영역병합에서 질감요소의 주기성을 고려하기 위해서는 영역병합의 단위로 일정한 크기의 블록을 사용하는 것이 더 효율적이다. 이를 위해 본 논문에서는 영역병합에 앞서 영상을 N×N 크기의 블록으로 나누고 각 블록을 병합을 위한 초기 영역으로 정의한다. 정의된 초기 영역에 대해 H, S, I 각 성분의 평균과 표준편차를 구한 다음, 영역의 H, S, I 평균값으로부터 8-이웃 영역간의 Cylindrical metric을 계산하여 병합여부를 결정한다.

입력영상을 N×N 크기의 블록으로 나누어 정의된 초기 영역은 단조(monotone)영역이거나 질감성분을 가진 영역이거나 윤곽성분을 가진 영역 중 하나이다. 영역의 속성 중에서 표준편차는 질감성분이나 윤곽성분이 있는 영역에서는 큰 값을, 단조영역에서는 작은 값을 갖는다. 두 영역의 병합은 영역간의 유사도가 임계값보다 작을 때 이루어지기 때문에 임계값이 모든 영역에 대해 동일하게 적용될 경우에 질감영역은 과분할, 단조영역은 미분할되기 쉽다. 그러므로 영역의 특성에 따라 적응적으로 병합이 이루어지기 위해서는 영역의 질감특성을 고려하여 두 영역에 적합한 임계값이 적용되어야 한다. 본 논문에서는 앞에서 정의한 T_I, T_H, T_{S1}, T_{S2}에 표준편차를 추가하여 병합될 두 영역에 대한 임계값 T_R를 다음 식과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} T_{IR} &= T_I\times\alpha+\sigma_{IR}\times\beta & \sigma_{IR} &= \min(\sigma_{Ix},\sigma_{Iy}) \\ T_{HR} &= T_H\times\alpha+\sigma_{HR}\times\beta & \sigma_{HR} &= \min(\sigma_{Hx},\sigma_{Hy}) \\ T_{S1R} &= T_{S1}\times\alpha-\sigma_{SR}\times\beta/2 & \sigma_{SR} &= \min(\sigma_{Sx},\sigma_{Sy}) \\ T_{S1R} &= T_{S1}\times\alpha+\sigma_{SR}\times\beta/2 & & \end{aligned} \tag{7}$$

식(7)에서 σ_{Ix}, σ_{Iy}와 σ_{Hx}, σ_{Hy}, 그리고 σ_{Sx}, σ_{Sy}는 x 영역과 y 영역에 대한 H, S, I 성분의 표준편차를 각각 나타낸 것이다. 그리고 α와 β는 앞절에서 계산한 각 임계값과 표준편차간의 비중을 조절하기 위해 도입한 인자이다.

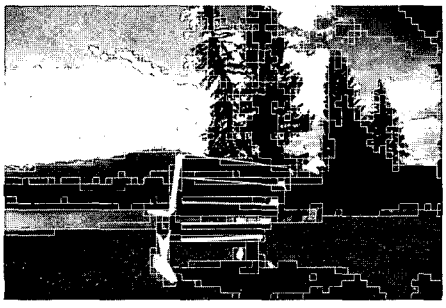
영역병합 시에 고려해야 할 다른 문제는 HSI 모델에서 색상값이 갖는 불안정성이다. 명도가 매우 높거나 매우 낮거나 채도가 매우 낮을 경우 색상값이 부정확하기 때문에 이러한 색상값은 병합 시에 배제되어야 한다. 이를 위해 병합될 두 영역 중 한 영역이라도 채도나 명도의 평균값이 식(1)에서 정의한 비채색영역에 속할 경우 명도의 평균값만을 고려하며, 두 영역 모두 채색영역에 속할 경우 두 영역의 H, S, I 평균값으로 Cylindrical metric을 구하여 병합여부를 결정한다. 본 논문에서 제안한 병합될 두 영역 x,y의 병합조건은 아래의 식과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} d_{IR} &= T_{IR} \\ d_{CR} &= \left[T_{S1R}^2+T_{S2R}^2-2T_{S1R}T_{S2R}\cos(T_{HR})\right]^{\frac{1}{2}} \\ T_R(x,y) &= \left[d_{IR}^2+d_{CR}^2\right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{cases} |I_x - I_y| \le T_{IR}, & \text{x or y is achromatic region} \\ d_{cyl}(x,y) \le T_R(x,y), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

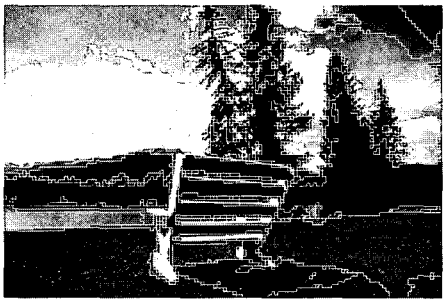
3. 외곽블록의 추출 및 재병합

영상을 블록단위로 병합하면 화소단위의 병합보다 연산속도가 빠르고 질감성분을 가진 영역들이 효율적으로 분할되지만, 병합된 영역의 외곽선은 부자연스럽게 나타난다. 특히 뚜렷한 윤곽성분을 가진 블록일 경우, 병합과정을 거치면 어떤 영역에도 병합되지 못하고 독립된 영역으로 남아있거나 비슷한 윤곽성분을 가진 블록끼리 새로운 영역을 구성해서 잘못된 영역 분할이 초래될 수 있다. 따라서 영역의 경계부분을 자연스럽게 표현하기 위한 후처리 과정이 요구된다.

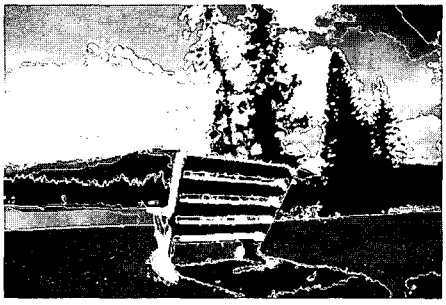


(a) N=8일 때의 블록병합 결과

(b) (a)에서 추출한 외곽블록(N=4)



(c) 외곽블록의 재병합 결과(N=4)



(d) 외곽블록의 재병합 결과(N=1)

그림 5. 외곽블록의 추출과 재병합 과정
Fig 5. Extraction and remerging of boundary block.

본 논문에서 제안한 외곽블록의 추출 및 재병합과정은 블록의 크기 N을 N/2로 축소한 후, 영역 간의 경계부분에서 N×N 크기의 소블록들을 외곽블록으로 추출하고 이를 식(9)의 병합조건에 따라 기 분할된 8-이웃영역에 재병합하는 과정을 N이 1이 될 때까지 반복하는 것이다. 이와 같이 외곽블록의 추출 및 재병합과정을 N=1이 될 때까지 반복하면, 자연영상이 갖는 영역간의 자연스러운 경계선을 얻을 수 있다.

그림 5는 외곽블록을 추출하여 재병합하는 과정을 보인 것이다. 그림 5(a)는 블록의 크기 N을 8로 하여 블록병합을 한 결과이며, 그림 5(b)는 그림 5(a)에서 외곽블록을 추출한 결과이다. 그리고 그림 5(c)는 그림 5(b)의 외곽블록을 재병합한 결과이며, 그림 5(d)는 이 과정을 화소레벨 즉, N=1이 될 때까지 반복한 결과이다. 블록의 크기가 줄어들수록 영역 간의 경계선이 자연스러워지는 것을 볼 수 있다. 외곽블록에 대한 재병합과정이 완료된 후에 미처 병합되지 못한 화소들은 이미 병합된 8-이웃영역 중에서 Cylindrical metric이 최소인 영역에 병합된다.

Ⅳ. 실험결과

제안한 방법을 검증하기 위해 '말' 영상, '나뭇잎' 영상 그리고 'med' 영상에 대해 모의실험을 실시한 후, 그 결과를 제안한 병합조건을 사용한 화소단위 병합법(Method-1), 미리 설정된 임계값을 사용한 화소단위 병합법(Method-2)과 각각 비교하였다. 분할 결과영상에 대한 비교에서는 시각적인 평가와 아래의 M. Borsotti에 의해 제안된 평가함수를 사용하였다[7].

$$Q = \frac{1}{10000(N \times M)} \sqrt{R} \times \sum_{i=1}^{R} \left[\frac{e_i^2}{1 + \log A_i} + \frac{R(A_i)^2}{A_i} \right] \quad (10)$$

식(10)에서 N×M은 영상의 크기, R은 분할된 영역의 수, A_i는 분할되어진 i번째 영역의 면적(화소의 갯수)이다. $R(A_i)$는 A_i의 크기를 갖는 영역의 수이며, e_i는 i번째 영역의 컬러 오차로써 다음과 같이 정의된다.

$$e_i = \sum_{j=1}^{A_i} \sqrt{(R1_j - R2_j)^2 + (G1_j - G2_j)^2 + (B1_j - B2_j)^2} \quad (11)$$

식(11)에서 R1, G1, B1는 실제 영상에서 화소 j의 RGB 컬러 성분을 나타내고, R2, G2, B2는 분할된 영상에서 화소 j가 속하는 영역의 RGB 컬러 성분의 평균을 나타낸다. Q값이 작을수록 분할된 결과가 좋다는 것을 의미하며, 컬러차가 크거나, 분할된 영역의 개수가 많거나, 영역의 크기가 작은 경우에 Q값은 크게 나타난다.

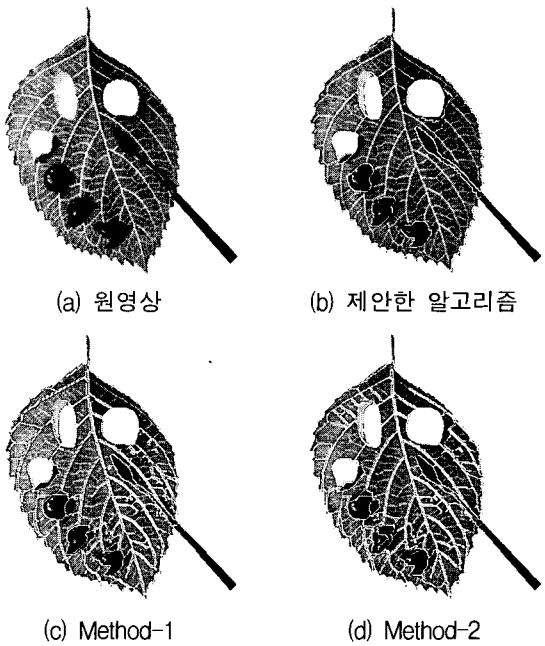
제안한 알고리즘에서 초기 블록의 크기 N은 8로, 전체 HSI 임계값 계산에 필요한 파라메터 M은 20, k를 2로 각각 설정하였으며, 식(7)의 α와 β는 각각 0.9와 0.2로 설정하였다. Method-2에서 임계값은 비채색 영역과 채색영역에 대해 각각 $T_{IR}=10$, $T_R(x,y)=15$로 설정하였다.

그림 6은 '말' 영상에 대해 제안한 방법과 Method-1 그리고 Method-2에 의한 분할결과영상을 보인 것이다. 제안한 방법으로 얻어진 그림 6(b)의 경우, Method-1의 결과인 그림 6(c)와 Method-2의 결과인 그림 6(d)에 비해 잔디나 갈기 부분에 불필요한 미소영역이 나타나는 과분할이 없는 것을 볼 수 있으며, 동시에 질감영역의 분할에서도 자연스러운 분할이 얻어진 것을 볼 수 있다.

그림 7은 잎맥부분의 질감성분이 두드러진 '나뭇잎' 영상에 대해 제안한 방법과 Method-1 그리고 Method-2에 의한 분할결과영상을 보인 것이다. 제안한 방법으로 얻어진 그림 7(b)에서는 잎맥부분의 질감성분에 영향을 받지 않고 잎맥부분을 포함한 나뭇잎이 하나의 영역으로 분할됨을 볼 수 있다. 그러나 Method-1의 결과인 그림 7(c)와 Method-2의 결과인 그림 7(d)에서

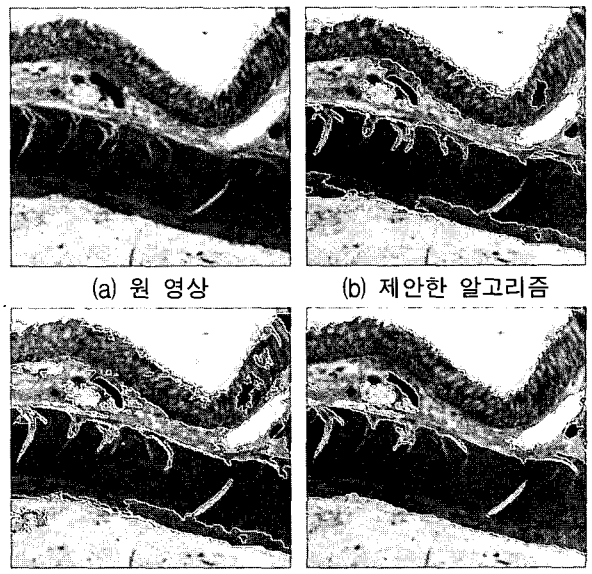
(a) 원영상 (b) 제안한 알고리즘 (c) Method-1 (d) Method-2

그림 6. '말' 영상의 컬러영상분할 결과
Fig 6. Results of color image segmentation for 'horse' image.



(a) 원영상 (b) 제안한 알고리즘 (c) Method-1 (d) Method-2

그림 7. '나뭇잎' 영상의 컬러영상 분할 결과
Fig 7. Result of color image segmentation for 'leaf' image.



(a) 원 영상 (b) 제안한 알고리즘

(c) Method-1 (d) Method-2

그림 8. 'med' 영상의 컬러영상분할 결과
Fig 8. Results of color image segmentation for 'med' image.

는 잎맥부분이 독립된 영역으로 분할됨과 동시에 물감부분의 동일 컬러영역이 병합되지 못하고 다른 영역으로 과분할된 것을 볼 수 있다.

그림 8은 주로 흰색과 붉은 계열의 색상으로만 구성된 'med' 영상에 대해 제안한 방법과 Method-1 그리고 Method-2에 의한 분할결과영상을 보인 것이다. 이전의 '말' 영상과 '나뭇잎' 영상에서와 같이 제안한 방법에서는 질감영역에서의 불필요한 과분할이 나타나지 않으며, 유사 계열의 색상영역에서도 시각적으로 구분되는 영역들이 적절히 분할된 것을 알 수 있다. 그러나 Method-1의 분할결과영상인 그림 8(c)에서는 제안한 방법에 비해 많은 미소영역이 나타남을 볼 수 있으며, Method-2의 결과인 그림 8(d)에서도 영상의 특성에 적합한 임계값을 사용한 제안한 방법과 Method-1에 비해 붉은색 조직 윗부분에 미분할된 영역이 두드러짐을 볼 수 있다.

표 1은 각 방법에 따라 얻어진 결과영상에 대해 식 (10)의 평가함수 값을 계산한 것이다. 표에서와 같이 '나뭇잎' 영상을 제외한 다른 영상에서는 질감영역이 자연스럽게 분포되어 있고 영역 내의 컬러차도 작기 때문에 다른 방법에 비해 제안한 알고리즘의 Q값이 작게 얻어지나, 나뭇잎의 경우처럼 질감영역이 하나의 영역으로 병합되고 영역 내의 컬러차가 큰 경우에는 Method-1과 Method-2보다 제안한 방법의 Q값이 더

표 1. 실험 결과영상에 대한 평가함수 값
Table 1. Evalution values for each result image.

영상이름	제안한 알고리즘	Method-1	Method-2
말	1080.7	1433.9	1127.1
나뭇잎	368.8	108.6	107.8
med	88.2	118.8	205.3
농장	986.2	1162.8	1482.6
house	461.2	501	464.2

표 2. 각 방법별 영역분할을 위한 시간(초)
Table 2. Time for segmentation of each method(sec).

영상이름	영상크기	제안한 알고리즘	Method-1	Method-2
말	470×320	0.541	1.371	1.292
나뭇잎	300×300	0.351	0.891	0.841
med	250×240	0.341	0.651	0.571
농장	550×370	1.121	2.013	1.983
house	450×340	0.821	1.512	1.452

큰 것을 볼 수 있다. 이는 제안한 방법이 기존의 방법과는 달리 '나뭇잎' 영상과 같은 컬러차가 큰 질감영역에서도 영역을 과분할하지 않고 질감영역을 하나의 영역으로 분할할 수 있었기 때문이며, 다른 영상에 대해서도 질감영역의 불필요한 과분할 없이 질감영역이 아닌 영역들이 섬세히 분할되었기 때문이다.

표 2는 Windows XP 환경의 pentium III PC에서 각 방법별로 실험영상들의 영역분할에 소요된 시간을 나타낸 것이다. 실험 결과 제안한 블록단위의 알고리즘은 외곽블록에 대한 추출 및 재병합을 화소단위까지 반복하였지만 외곽블록 추출이나 재병합에 필요한 평균, 분산등의 블록정보는 계산이 간단하고 재병합 대상이 추출된 외곽블록으로 한정되므로, 화소단위로 8-이웃화소와의 Cylindrical metric을 계산하여 병합할 때 보다 시간이 2배 정도 단축될 수 있음을 알 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 HSI 컬러모델에서 컬러 유사도 계산에 사용하는 Cylindrical metric의 특성을 이용하여 질감영역을 효율적으로 분할하기 위한 블록단위의 영상분할 알고리즘을 제안하였다.

제안한 방법에서는 처리영상에 대한 HSI 성분의 분포를 토대로 전체 HSI 임계값을 구한 다음, 일정 크기의 블록으로 정의된 초기영역에서 질감 성분을 고려한 영역별 임계값을 계산하여 8-이웃 영역과 병합하였으며, 영역 병합 후 영역의 경계부분에 위치하는 외곽블

록들을 추출하여 기존 영역에 병합하는 과정을 화소레벨까지 반복하였다. 제안한 방법의 검증을 위해 모의실험을 실시하였으며, 실험결과, 질감영역과 윤곽영역의 분할에서 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 시각적으로나 평가함수에 있어서 우수한 결과를 얻었으며, 처리속도에 있어서도 제안한 방법에서는 처리시간이 2배 정도 단축됨을 알 수 있었다.

향후의 연구과제로는 영상에 따라 초기 블록의 크기를 결정하는 부분과 영역병합 과정에서 누적되는 오차를 조절하는 문제가 남아 있다.

참 고 문 헌

[1] N. R. Pal and S. K. Pal, "A review on image segmentation technique",Pattern Recognition, Vol. 26, No. 9, pp. 1277-1294, 1993.

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

[3] 원치선, "내용기반 영상압축을 위한 영상분할", 한국통신학회지, 제14권, 제9호, 96-106쪽, 1996년 9월

[4] Wladyslaw Skarbek and Andreas Koschan, "Colour Image Segmentation-A Survey", Institute for Technical Informatics, Technical University of Berlin, October, 1994.

[5] P. Pujas and M. Aldon, "Robust colour image segmentation", Proc. 7th International Conference on Advanced Robotics (ICAR'95), San Filiu de Guixols, Spain, September 1995.,

[6] N. Ikonomakis, K. Plataniotis, and A. Venetsanopoulos, "A region-based color image segmentation scheme", Pro. Electrical Imaging '99, vol. 3653 of SPIE, (San Jose, California), pp. 1202-1209, Jan 1999.

[7] M. Borsotti, P. Campadelli, R. Schettini "Quantitative evaluation of color image segmentation results", Pattern Recognition Letters, Vol. 19, pp 741-747, 1998.

저 자 소 개

남 혜 영(정회원)

1995년 대구가톨릭대학교 전자계산학과 졸업(이학사).

1997년 대구가톨릭대학 전자계산학과 대학원 졸업 (이학석사).

1999년~현재 영남대학교 박사과정

<주관심분야 : 영상분할, 패턴인식, 문서처리>

김 욱 현(정회원)

1981년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사).

1983년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학석사).

1993년 일본 쓰쿠바대학 공학연구과 졸업(공학박사).

1983년~1993년 한국전자통신연구소 선임연구원.

1993년~현재 영남대학교 전자정보공학부 교수

<주관심분야 : 시각정보처리, 패턴인식, 화상처리>

김 보 람(학생회원)

2003년 경희대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사).

2003년~현재 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정.

<주관심분야 : 영상분할, 문서처리>