

HSV 칼라를 이용한 블록단위 영상 분할

서동하(徐東河), 임재혁(林載赫), 원치선(元致善)

동국대학교 전자공학과

Block-based Color Image Segmentation Using HSV Color Space.

Dong Ha Seo, Jae Hyuck Lim, Chee Sun Won

Department of Electronic Engineering, Dongguk University

E-mail : cswon@dgu.ac.kr

요약

본 논문에서는 칼라 영역으로 확장된 블록단위 영상 분할 알고리즘을 제안한다. 즉, 기존의 휘도 성분을 기반으로 한 블록단위 알고리즘을 HSV 칼라 성분을 기반으로 하는 칼라 영상분할로 확장한다. 기존의 수학적 형태학(mathematical morphology)에 기반한 영상분할 기법이나 블록단위 영상분할 기법들이 밝기 정보만을 활용했던 것에 대해 제안된 블록단위 영상분할 기법은 밝기뿐만 아니라 칼라 성분도 고려하여 영상분할의 정확도를 향상시켰다. 실험의 결과 휘도 성분만을 고려한 영상분할 결과 보다 칼라 성분을 사용한 영상분할의 결과가 더 정확함을 알 수 있었다.

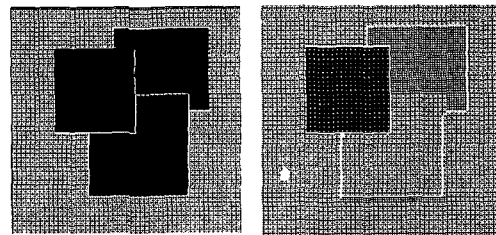
I. 서론

영상 분할은 영상의 이해를 필요로 하는 분야에서 영상내의 객체를 해석하고 응용하기 위해 연구되어져 왔다. 특히 MPEG-4와 같은 객체기반의 동영상 부호화 기법에서는 데이터를 효율적으로 압축하기 위해 영상으로부터 객체와 배경을 분리하여 객체단위로 압축하므로 영상분할이 필수적인 전처리 단계가 된다. 그밖에 최근 영상처리의 여러 분야에서 객체기반의 기법들이 많이 도입되어 사용되어지고 있기 때문에 향상된 영상 분할 기법의 필요성이 증대되고 있다. 그렇지만 실제 인간의 시각에 의한 영상 분할 수준만큼 영상에서 객체를 분리해 낸다는 것은 실로 난해한 문제가 아닐 수 없다. 지금까지의 영상분할에서 흔히 사용되었던 방법을 보면 크게 그레이 영상에 대한 픽셀단위의 수학적 형태학 분할기법과 블록단위 알고리즘이 있다[1][2][3]. 이러한 그

레이 영상을 대상으로 하는 분할기법들은 처리 데이터가 밝기값(luminance)으로 한정되어 있기 때문에 알고리즘이 간단해지는 장점은 있다. 하지만 영상 분할에서 가장 중요한 정확한 영역의 분할을 위해서는 미흡함이 있다. 예로써 이웃한 픽셀이나 블록간의 밝기의 차이는 적지만 분명한 색조의 차이를 보이는 에지나 경계선을 찾아 영역을 분할하는데는 다소 어려움을 나타낸다.

그레이 영상을 이용한 분할에서 객체의 에지나 경계선 추출에 단점이 있다는 사실을 간단한 실험을 통해 증명해 보임으로써 칼라를 적용하게 된 동기로 삼고자 한다.

그림 1은 밝기성분이 비슷한 객체들로 구성된 임의의 칼라 영상과, 그와 동일한 그레이 영상에 대한 분할 결과이다. 비록 실험을 위해 만들어진 인위적인 영상이고 자연영상에서는 존재 가능성이 희박한 영상에 대한 실험 결과이지만 결과에서 볼 수 있듯이 칼라 영상에서는 뚜렷한 경계를 가지고 구별되는 객체들이 그레이 영상에서는 육안으로도 구분하기 어려울 정도이고 분할 결과에서도 객체를 구분해 내지 못하고 있다. 이에 반



(a) color image

(b) gray-scale image

그림 1. 밝기차가 비슷한 400×400 크기의 인위적인 영상에 대한 영상분할 결과 비교.

해 칼라 영상에서는 정확한 경계를 찾아 분할하는 결과를 얻었다.

본 논문에서는 그레이 영상분할의 한계를 극복하기 위해 기존의 블록단위 영상분할 기법을 칼라영역으로 확장한 알고리즘을 제안한다. 또한 칼라 영상분할에서는 어떤 칼라공간을 사용할 것인가의 문제도 결코 간과할 수 없는 중요한 문제이다. 따라서 본 논문에서는 인간시각시스템(Human Visual System)에 가까운 HSV 칼라 공간을 사용하였다[4].

본 논문의 구성은 II장에서 제안된 알고리즘에 대해 알아보고 기존의 그레이 영상에 대한 블록단위 알고리즘의 내용에 새롭게 도입된 칼라 영상분할에 대해 알아본다. III장에서는 그레이 영상에 대한 기존의 블록단위 영상분할 기법과 제안된 칼라 영상분할 알고리즘에 대한 실험 결과를 제시하고 비교, 분석한다. 그리고 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 제안된 알고리즘

본 논문에서 제안한 알고리즘의 진행순서를 나타내는 블록도를 그림 2에 나타내었다. 전체적인 과정들을 살펴보면 먼저 입력된 칼라 영상을 HSV 칼라 공간으로 변환을 시킨다. 그리고 영상을 일정크기의 블록으로 나누는 후, 나누어진 각 블록들에 대해 Value 성분만을 이용하여 블록분류를 한다[3]. 패턴 분류된 블록 중에 단순블록으로 결정된 블록에 대해 Hue와 Saturation의 상관관계를 이용하여 재분류 작업을 시행한다. 최종 결정된 블록 중에 단순, 질감블록에 대한 블록 병합과정이 이루어지고, 마지막으로 에지블록과 미결정블록들에 대해 워터셰드 알고리즘을 이용한 경계선 결정 과정을 시행하여 분할된 결과를 얻는다.

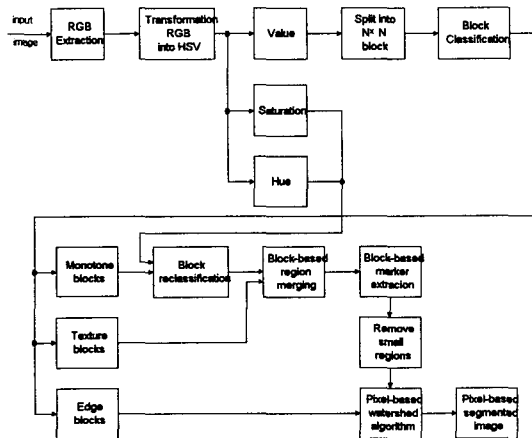


그림 2. 제안된 알고리즘의 블록도

1. HSV 칼라공간에서의 블록 분류

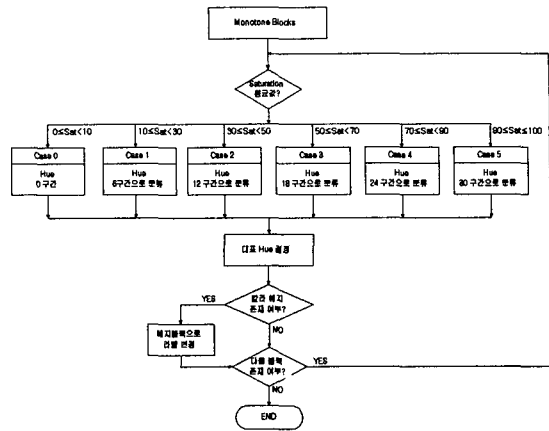


그림 3. Block Reclassification 과정의 블록도

그림 2에서와 같이 입력영상에서 R, G, B 성분을 추출하고 이를 이용하여 Hue, Saturation, Value 성분을 얻는다. H, S, V 성분들로 구성된 영상을 6×6 블록으로 나누고 그 중 Value 성분만을 이용하여 블록 각각에 대한 패턴 분류 작업을 한다. 이 때 사용되는 방법은 ML(Maximum Likelihood) 추정에 의한 수정된 AIC(Akaike's Information Criterion)이 사용된다[5].

기본적인 블록 분류가 Value에 의해 완료되면 단순블록들로 판별된 블록에 대해 그림 4에 보인 바와 같이 Saturation의 값의 범위에 따라 Hue 성분의 분할 구간을 달리하여 블록 재분류 작업에 사용한다. 그림 3은 패턴 재분류 과정을 나타낸 블록도이다.

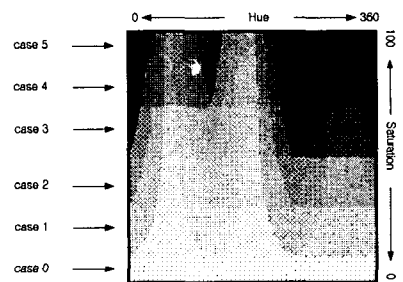


그림 4. Hue, Saturation의 상관관계

그림 3에 나타낸 Case의 결정 기준은 대상 블록의 Saturation 평균값이 어느 구역에 속하느냐에 따라 결정된다. 대상 블록이 해당되는 Case의 Hue 구간에 따라 픽셀이 가장 많이 분포되어 있는 Hue의 구간을 찾아 R_0 를 결정한다. 여기서 R_0 는 그림 3에서 보는 바와 같이 나누어진 Saturation과 Hue 구간중에 해당 블

록이 가장 많이 포함되고 있는 Hue 구간의 인덱스 값을 나타낸다. 또한, 가로에지, 세로에지, 45° 에지, 135° 에지 패턴 각각의 경우에서도 블록내 존재하는 에지에 의해 나누어지는 구간 1, 2에 따라 대표 Hue R_1 과 R_2 를 결정할 수 있다. 칼라 에지의 존재 여부를 결정짓기 위한 식을 그림 5와 식 (1)에 나타내었다. 그림 5와 같이 조건을 만족하는 블록 패턴에 대해 P_k 를 계산하고, 구해진 P_k 를 대상으로 식 (1)에 의해 패턴이 결정되어진다. 최종 결정된 블록의 패턴으로 갱신하고, 이 과정을 모든 단순 블록들에 대해 반복 시행한다

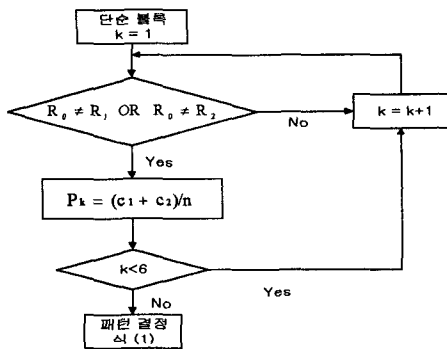


그림 5. 에지 판별 블록도

$$clas = \arg \max_{k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}} [P_k] \quad (1)$$

R_l : 구역의 대표 Hue index

c_l : R_l 에 포함된 픽셀 수

P_k : 영역에 대한 R_l 의 비율

l : 0(전체 블록),

1, 2(에지 블록의 에지에 의해 나누어진 두 구역)

k : 1(단순블록), 2(가로에지), 3(세로에지),

4(45° 에지), 5(135° 에지)

n : 총 픽셀수 ($k=1(36)$, $k=2,3(18)$, $k=4,5(15)$)

$clas$: 최종 결정된 블록 패턴

2. 분할된 영역의 경계선 결정

패턴 재분류 과정이 끝나고 모든 블록들에 대한 패턴 분류가 완료되면 단순블록과 질감블록에 대해 이웃한 4-방향 블록과의 병합을 시행한다. 이웃 블록과의 유사도 결정은 식 (2)와 같이 HSV 칼라 공간에서의 거리 측정에 의해 이루어지는데 블록간의 병합이므로 픽셀의 성분값이 아닌 블록에 포함된 모든 픽셀성분들의 평균값을 사용한다. 블록간 병합된 영역에 대해서

마커를 할당하고 일정 수 미만의 블록으로 병합된 영역에 대해서는 마커를 제거하고 미결정 영역으로 둔다.

마지막으로 에지 패턴으로 분류된 블록들과 블록병합 과정에서 제거된 미결정 영역들에 대해 픽셀단위 워터셰드 알고리즘을 이용하여 객체의 자연스러운 경계선을 결정한다[3][6]. 객체의 경계선 결정 단계에서도 식 (2)에 의한 공간내의 거리를 측정함으로써 해당 픽셀과 주변 영역과의 유사도를 결정한다[4]. 여기서 $D(i, j)$ 는 i 번째 블록과 j 번째 블록사이의 유사도를 나타내고 식 (2)와 같이 구할 수 있다.

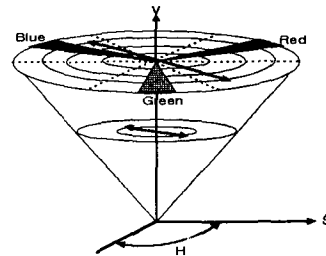


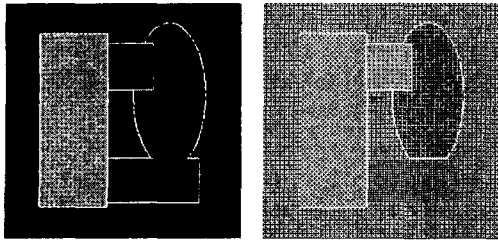
그림 6. HSV Color Space

$$D(i, j) = |V_i - V_j| + \left| V_i S_i \cos\left(\frac{H_i \pi}{3}\right) - V_j S_j \cos\left(\frac{H_j \pi}{3}\right) \right| + \left| V_i S_i \sin\left(\frac{H_i \pi}{3}\right) - V_j S_j \sin\left(\frac{H_j \pi}{3}\right) \right| \quad (2)$$

RGB 성분을 이용하여 HSV 칼라공간으로 변환시 $H \in [0 \sim 6]$, $V \in [0 \sim 1]$, Saturation은 Value에 가변이며 최대 $S \in [0 \sim 1]$ 인 구간을 갖는다. HSV 칼라 공간은 원기둥 모양을 이루고 있지만 공간 내에서의 거리 계산은 그림 6과 같이 Value값에 따라 Saturation이 가변인 원뿔형이 더 적절하다. H_i, S_i, V_i 는 기준이 되는 블록이나 영역의 Hue, Saturation, Value의 평균값을 나타내고, H_j, S_j, V_j 는 블록 병합이나 경계선 결정의 대상이 되는 블록의 평균값, 또는 픽셀의 성분을 나타낸다.

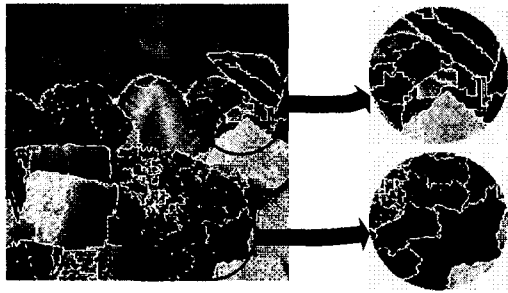
III. 실험 결과

본 논문에서는 임의로 제작된 영상(400×400)과 Fruits 영상(500×500)을 사용하여 실험하였다. 실험은 기존의 그레이 영상에 대한 블록단위 알고리즘과 제안된 알고리즘에 대해 실험하였고 그 결과를 그림 6과 7에 나타내었다. (a)는 HSV 칼라 공간에서의 블록단위 칼라 영상분할의 결과이고, (b)는 기존 그레이 영상에 대한 블록단위 알고리즘의 실험 결과이다. 제안된 알고리즘의 결과 영상과 블록단위 알고리즘의 결과 영상을

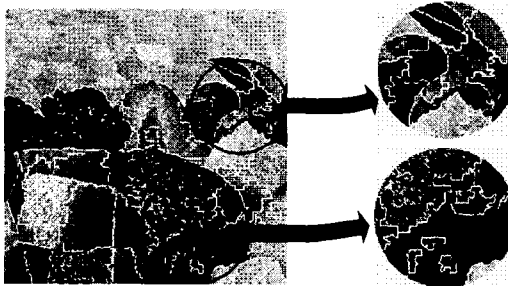


(a) 제안된 알고리즘 (b) 블록단위 알고리즘

그림 7. 임의의 영상(400×400)의 실험결과



(a) 제안된 알고리즘



(b) 블록단위 알고리즘

그림 8. Fruits 영상(600×400)의 실험결과

비교해 보자. 그림 6은 휘도 성분값이 비슷한 4개의 객체로 구성된 영상을 임의로 제작한 것이다. 칼라 영상에서 보면 객체 각각의 경계가 뚜렷히 구분되며 실험을 통해서 분할되어지는 것을 볼 수 있다. 하지만 그레이 영상에서는 객체 각각의 경계가 불분명하고 4개의 객체 중 하나의 객체는 육안으로는 구분할 수 있지만 실제 밝기값의 차이가 적기 때문에 알고리즘을 통해서 분할해내지 못하고 있다. 그림 7은 자연 영상에 대한 실험이다. 확대되어진 부분들을 살펴보면 칼라 영상에서는 명확한 색조 차이로 구분되는 경계를 이루고 있지만 그레이 영상의 경우는 실제 밝기 성분의 차이가 크지 않기 때문에 확대 부분에서 정확한 분할을 이루어내지 못

하고 있다.

이로써 실제 인간 시각에 근접한 영상 분할을 위해 칼라 성분을 이용한 기법이 밝기 성분만을 사용하는 그레이 분할 기법보다 더 정확한 결과를 가져온다는 사실을 실험을 통해 증명해 보았다.

IV. 결론

본 논문에서는 기존의 그레이 영상을 대상으로 한 블록단위 알고리즘을 HSV 칼라 공간을 이용하여 칼라 영역으로 확장한 알고리즘을 제안했다. 제안된 알고리즘은 기존에 사용되어진 분할 기법들이 그레이 영상을 대상으로 시행하면서 나타낸 단점을 보완하는 특징을 가지고 있다. 그레이 영상 분할은 칼라의 색조 성분이 분명한 차이를 가지고 있다고 하더라도 휘도 성분이 비슷하게 되면 식별이 불가능한 특징이 있다. 또한 실제의 이런 특징을 가진 자연영상들이 많이 존재하기 때문에 칼라를 적용함으로써 이러한 단점을 극복하고자 했고 실험을 통해 증명해 보았다. 칼라를 이용하는 것이 보다 나은 분할 결과를 가져온다는 사실을 증명해 보았다.

참고 문헌

- [1] F. Meyer and S. Beucher, "Morphological segmentation", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol. 1, No. 2, pp. 21-46, Sept 1990
- [2] P. Salembier, "Morphological multiscale segmentation for image coding", *Signal Processing*, Vol. 38, No. 3, pp. 359-386, July 1994.
- [3] 임재혁, 박동권, 원치선, "블록분류와 워터셰드를 이용한 영상분할 알고리즘," *전자공학회 논문집*, 제 36권, S 편, 제 1호, pp. 81-92, Jan 1999.
- [4] Yuichi Kanai, "Image segmentation using intensity and color information", *SPIE Visual Communications and Image Processing'98 - Part 1*, pp. 709-720, Jan 1998
- [5] C. S. Won and D. K. Park, "Image block classification and variable block size segmentation using a model-fitting criterion", *Optical Engineering*, Vol. 36, No. 8, pp. 2204-2209, August 1997.
- [6] L. Vincent and P. Soille, "Watershed in digital space : An efficient algorithm based on immersion simulation", *IEEE Tran. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 13, No. 6, pp. 583-598, June 1991.