

칼라 영상 분할을 위한 경계선 보존 영역 병합 방법

유창연^{*}, 곽내정^{**}, 김영길^{***}, 안재형^{****}

요 약

본 논문에서는 물체의 경계선을 고려한 칼라 영상 분할 방법을 제안한다. 제안 방법은 먼저 원영상을 벡터 양자화한 후 양자화된 영상의 인덱스 맵을 이용하여 초기 영역을 설정하였다. 그 후 HSI 컬러 공간을 이용한 영역 병합에서 물체의 경계선을 고려하기 위해 경계선 제한 성분을 적용하여 영역들을 병합하였다. 또한 RGB 컬러 공간을 이용하여 HSI 컬러 공간에서 병합되지 않은 영역들을 병합하였다. 그리고 영역 병합 알고리즘을 통해 반복적인 처리를 감소시킴으로써 처리 시간을 줄였다. 실험 결과에서는 다양한 영상에 대해 주요 영역들의 분할 결과 및 처리소요시간에서 우수한 성능을 보였다.

Region Merging Method Preserving Object Boundary for Color Image Segmentation

Chang-Yeon Yoo^{*}, Nae-Joung Kwak^{**}, Young-Gil Kim^{***}, Jae-Hyeong Ahn^{****}

ABSTRACT

In this paper, we propose color image segmentation by region merging method preserving the boundary of an object. The proposed method selects initial region by using quantized image's index map after vector quantizing an original image. After then, we merge regions by applying boundary restricted factor in order to consider the boundary of an object in HSI color space. Also we merge the regions in RGB color space for non-processed regions in HSI color space. And we reduce processing time by decreasing iterative process in region merging algorithm. Experimental results have demonstrated the superiority in region's segmentation results and processing time for various images.

Key words: Color image segmentation(칼라 영상 분할), Region-based approach(영역 기반 방법), Vector quantization(벡터 양자화)

1. 서 론

영상 분할이란 영상 분석 과정에서 필요한 정보를

※ 교신저자(Corresponding Author) : 유창연, 주소 : 충북 청주시 흥덕구 개신동 산 48번지(361-763), 전화 : 043)261-2483, E-mail : kda99@hanmail.net

접수일 : 2003년 6월 27일, 완료일 : 2003년 9월 1일

^{*} 준회원, 충북대학교 정보통신공학과 공학석사

^{**} 준회원, 충북대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정 (E-mail : knj0125@hanmail.net)

^{***} 충북대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정 (E-mail : mmlover@dreamwiz.com)

^{****} 정회원, 충북대학교 전기 전자공학부 교수 (E-mail : jhahn@cbucc.chungbuk.ac.kr)

추출하기 위한 첫 단계로서 영상을 구성하고 있는 객체나 의미를 지닌 부분을 구분하여 나누는 것으로 에지 기반 분할과 영역 기반 분할 방법으로 분류된다. 그 중 영역 기반 방법은 영역 성장(region growing), 영역 분리 및 병합(region splitting and merging), 클러스터링 방법 등이 있다[1,2].

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

을 수 있으며 특히, 초기 영역이 에지에 놓일 경우 에지 부분은 칼라의 변화가 심하기 때문에 서로 다른 객체들과 병합될 수 있기 때문에 잘못된 분할 결과가 발생할 수 있다[1,3,4].

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 손실이 되는 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 지정해야하며 또한 초기 클러스터 중심의 위치를 추정하는데 어려움이 있고 반복 처리로 인해 수행 시간이 많이 소요된다[2].

본 논문에서는 이러한 단점을 개선하고자 단계적으로 영역을 병합하는 컬러 영상 분할 방법을 제안한다. 먼저 원영상을 벡터 양자화한 후 양자화된 영상의 인덱스 맵을 이용하여 영상 분할을 위한 초기 영역을 설정한다. 그 후 초기 영역으로부터 두 개의 컬러 공간을 이용하여 영역을 병합한다. 하나는 HSI 컬러 공간에서 원영상의 색상 정보를 이용해 영역을 병합한다. 이때 경계선 제한 성분을 두어 물체의 경계선을 보존하고 낮은 명암도와 채도의 영향을 줄였다. 또 하나는 HSI 컬러 공간에서 병합된 각 영역들을 중심으로 RGB 컬러 공간에서 벡터 양자화된 영상을 이용하여 영역들을 병합하였다. 그리고 두 개의 컬러 공간에서의 영역 병합 과정에서 레이블 테이블을 이용한 영역 병합 알고리즘을 통해 처리 시간을 줄였다.

2. 제안한 영역 기반의 영상 분할 방법

제안 방법은 벡터 양자화를 이용한 초기 영역 설정과 컬러 공간 정보를 이용하여 영역을 병합하는 과정으로 구성된다. 전자는 원영상을 벡터 양자화하여 초기 영역으로 사용하며 후자는 초기 영역으로부터 HSI 및 RGB 컬러 공간에 의해 영역을 병합하여 영상에서 주요 영역들을 분할하는 과정이다. 이때 컬러

공간 정보를 이용한 영역 병합에는 레이블 테이블을 이용한 영역 병합 알고리즘을 적용하였다. 그림 1은 제안된 영상 분할 방법을 보여준다.

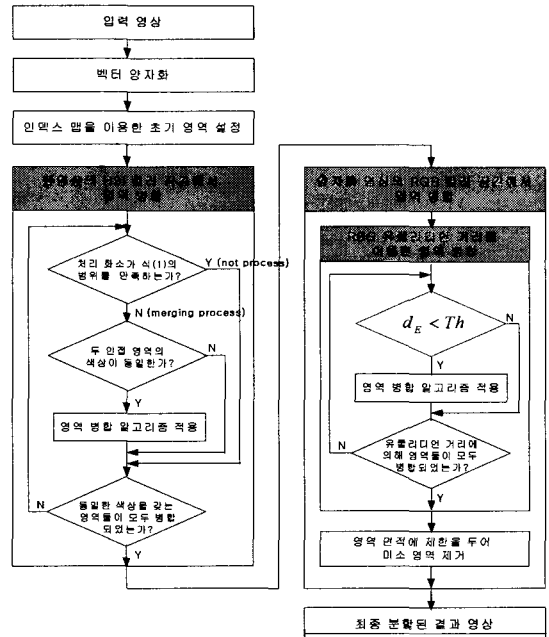


그림 1. 제안된 영상 분할 방법

2.1 이진 트리 벡터 양자화를 이용한 초기 영역 설정

제안 방법은 먼저 영상의 왜곡을 최소화하는 동시에 컬러 정보의 양을 줄이기 위해 원영상의 컬러들을 벡터 양자화를 한다. 양자화를 통해 생성된 영상은 컬러 수를 줄인 유사한 컬러 영역들로 분할된 것으로 제안 방법은 이러한 영역들을 초기 영역으로 설정하여 영상이 가지는 비균질성을 줄임으로써 초기 영역과 처리 연산량을 줄였다.

제안 방법에 적용한 벡터 양자화는 Orchard와 Bouman이 제안하였으며 고유벡터를 이용해 컬러 오차의 분산을 계산하고 오차가 가장 큰 방향을 수직으로 나누는 방법을 사용한다. 이 방법은 영상을 이진 트리 구조의 노드로 분할하며 트리의 각 노드는 전체 영상의 분할된 클러스터로 부모 노드는 고유벡터를 이용해 두 개의 자식 노드로 분할하게 되며 각 노드마다 노드에 속하는 모든 화소들을 대신할 하나의 대표값을 갖는다[5].

이러한 컬러 대표값들은 그 컬러에 해당되는 인덱스 값을 가지고 있어 양자화 영상은 각 화소 위치에

대응되는 인덱스를 이용하여 새로운 2차원 배열을 생성할 수 있다. 본 논문에서는 이 2차원 배열을 인덱스 맵(index map)이라 정의한다. 만약 인덱스 맵의 값이 같다면 이것은 동일한 양자화 대표값을 갖는 것을 의미하며 동일한 인덱스 값을 갖는 연결된 화소들은 균일 영역이므로 동일한 레이블을 할당하여 레이블 맵(label map)을 구성하고 초기 영역을 설정한다. 그림 2는 인덱스 맵을 이용한 초기 영역 설정 과정으로 그림 2의 (b)는 양자화 영상으로부터 구성된 2차원 인덱스 맵이고 그림 2의 (c)는 인덱스 맵을 이용하여 생성된 레이블 맵이다.

2.2 컬러 공간 정보를 이용한 영역 병합

본 논문에서 사용한 영역 병합은 벡터 양자화에 의해 설정된 초기 영역으로부터 원영상의 HSI 컬러 공간과 벡터 양자화 영상의 RGB 컬러 공간을 이용하여 영역을 병합한다.

제안 방법은 먼저 원영상을 RGB 컬러 공간에서 HSI 컬러 공간으로 변환한다. 여기서 HSI 컬러 공간은 색상(hue), 채도(saturation), 명암도(intensity)로 구성되며 색상은 순수 색의 종류를 나타내는 속성이며, 채도는 색의 상대적인 순도를 나타내며 명암도는 밝기의 정도를 나타낸다. HSI 컬러 공간은 물체의 주색을 반영한 것으로 색상과 채도 성분이 인간이 색을 인지하는 요소이다[1,6,7]. 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 서로 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 병합되어 영역 병합 수행시 좋지 않은 결과가 발생한다[8]. 그림 3은 pepper 원영상과 색상 정보를 이용하여 영역을 병합한 결과 영상이다. 그림 3의 (b)는 경계선을 고려하지 않고 색상 정보를 이용하여 영역을 병합한 영상으로 초록색 pepper와 낮은 명암도를 가진 pepper 아래의 배경이 같은 색상 값을 지니기 때문에 병합되었다. 그림 3의 (c)는 예지에만 제한을 두어 처리된 영상으로 초록색 pepper의 왼쪽 경계 부분은 잘 분할되었지만 아래 부분의 음영 부분에서 예지 값이 크지 않기 때문에 물체와 배경이 병합되었다. 그림 3의 (d)는 중심 화소와 인접 영역의 색상 값이 동일할 경우 영역을 병합하되 명암도에만 제한을 두어 처리된 영상으로 그림 3의 (b)와 비교하면 좋은 결과를 보이지만 부분적으로 서로 다른 영역이나 물체와 배경이 병합되었다.

따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 해결하고자

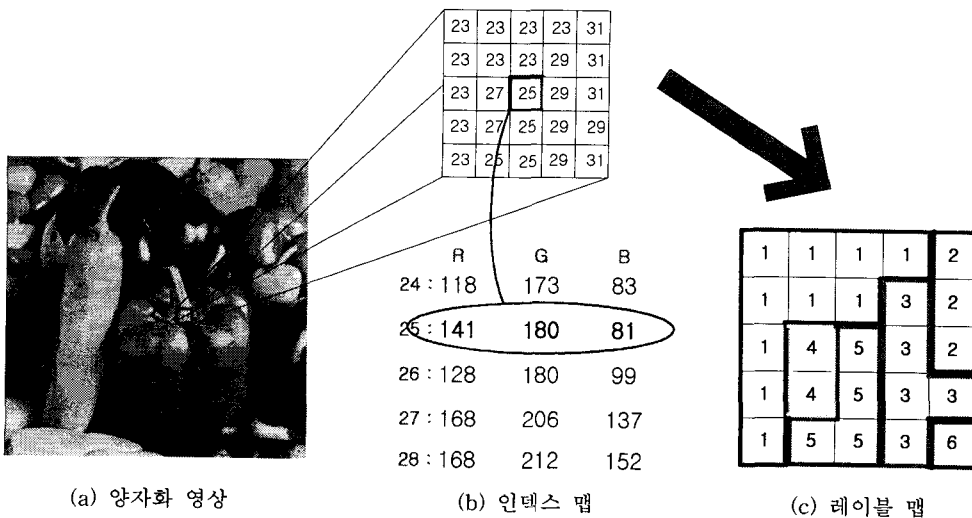


그림 2. 인덱스 맵을 이용한 초기 영역 설정



(a) 원영상 (b) 경계선 제한 성분을 적용하지 않은 경우 (c) 에지에만 제한을 둔 경우 (d) 명암도와 채도에에만 제한을 둔 경우

그림 3. 경계선 제한 성분의 적용에 따른 결과 영상 비교

HSI 컬러 공간에서의 영역 병합에서 경계선 제한 성분들을 적용하였다. 경계선 제한 성분들은 물체와의 경계 부분에 존재하는 특성들에 대해 영역 병합 처리시 제한 조건을 두어 처리를 하지 않음으로서 경계선을 보존하고 낮은 명암도와 채도의 영향을 줄이기 위한 것이다. 경계선 제한 성분들은 HSI 컬러 공간의 채도, 명암도와 에지이다. 에지는 HSI 컬러 공간의 명암도에서 소벨 연산자를 적용하여 산출된 것이다. 식 (1)은 경계선 제한 성분의 제약 조건으로 P_s, P_i, P_e 는 처리될 화소의 채도, 명암도 그리고 에지이며 임계치에 의한 각각의 제한 범위를 나타낸다.

$$if(P_s < Th_s \parallel P_i < Th_i \parallel P_e > Th_e) = \begin{cases} \text{then, not process} \\ \text{else, merging process} \end{cases} \quad (1)$$

제안 방법은 영역별로 레이블된 초기 영역으로부터 처리될 화소는 영역 병합 처리에 앞서 경계선 제한 성분들이 동시에 적용되며 하나의 제한 조건에 해당되어도 그 화소는 처리를 하지 않는다. 그리고 제한 조건에 모두 해당되지 않는 경우 병합 처리(merging process)는 동일한 색상 값을 갖는 인접 영역들과 병합한다.

또한 HSI 컬러 공간에서 병합 후 병합되지 않은 영역이나 과분할된 미소 영역들을 제거하기 위해 RGB 컬러 공간을 이용하여 색차에서 유사한 영역을 다시 병합한다. 즉 HSI 컬러 공간을 통해 병합된 영역을 기준으로 RGB 성분간의 유클리디언 거리를 이용하여 임계치보다 작은 영역을 유사 영역으로 간주하여 병합한다. 식 (2)은 벡터 양자화된 두 화소 c_1 과 c_2 의 칼라를 (R_1, G_1, B_1) 와 (R_2, G_2, B_2) 라 할 때 두 화소의 유클리디언 거리를 나타낸다.

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

RGB 컬러 공간을 이용한 영역 병합 이후의 결과 영상에는 잡음 성분과 같은 많은 미소 영역들이 존재하며 그런 영역들을 제거하기 위해 후처리가 요구된다. 제안방법은 영역의 면적에 제한을 두는 방법을 사용하였다. 히스토그램 기법을 이용하여 영역의 빈도수를 조사하여 영역 임계치보다 작은 영역들을 RGB 유클리디언 거리를 이용하여 색차의 거리가 최소가 되는 인접 영역에 병합한다.

2.3 레이블 테이블을 이용한 영역 병합 알고리즘

일반적으로 초기 영역들로부터 영역들을 병합하는 과정에서 두 영역을 병합시 병합될 영역의 화소들을 한번에 갱신하는 것은 많은 처리 시간이 요구된다. 이러한 처리는 여러 영역들이 영역을 확장하면서 반복적으로 수행되므로 특히 영상에 거친 질감이 많은 경우 처리 영역 수는 기하급수적으로 많아지므로 수행 시간이 많이 소요된다.

본 논문에서는 영역들을 병합시 반복 처리를 줄이기 위해 레이블 테이블(label table)을 이용한 영역 병합 알고리즘을 사용하였다. 레이블 테이블은 영역 수만큼 레이블이 저장된 테이블로 하나의 필드는 하나의 영역을 대표한다. 영역 병합 알고리즘은 래스터(raster) 스캔 방식에 의해 레이블링된 화소들이 처리되며 테이블을 이용한 영역 병합은 병합된 영역을 한꺼번에 처리하지 않고 레이블 테이블의 참조에 의해 화소 단위로 영역의 비교와 병합이 동시에 이루어지므로 빠른 수행 시간을 얻을 수 있다.

제안된 영역 병합 알고리즘의 처리 방법은 크게 두 가지로 영역 병합시 병합 조건을 만족할 경우 레

이들 테이블에 새로운 레이블을 할당하는 간접 병합과 레이블 테이블에 저장된 새로운 레이블을 이용하여 화소의 레이블을 갱신하는 직접 병합으로 나뉘어진다. 영역의 병합 처리는 레이블 테이블의 참조 방식으로 간접 병합과 직접 병합이 병행하며 이루어진다. 간접 병합은 처리될 화소를 중심 화소로 하여 주변 8화소를 비교하여 컬러 공간의 병합 조건을 만족할 경우 중심 화소의 레이블을 인접 영역의 레이블 테이블에 할당함으로써 영역이 병합된 것으로 간주한다. 이때 영역 내의 화소들은 처리되지 않으며 레이블 테이블에 저장된 레이블만 갱신되어진다. 간접 병합 처리 후 실행되는 직접 병합은 실질적인 병합 처리로 간접 병합을 통해 갱신된 레이블 테이블을 이용한다. 스캔되는 화소들은 기본적으로 레이블 테이블을 체크하여 만일 처리될 화소의 레이블과 레이블 테이블에 저장된 레이블과 비교되어 다를 경우 병합된 것으로 간주하여 레이블 테이블에 저장된 레이블을 처리될 화소에 할당한다. 이때 갱신되어진 화소는 주변 8화소의 비교에 의한 간접 병합 처리를 하지 않고 다음 화소를 처리한다. 이러한 영역 병합 처리 과정은 간접 병합과 직접 병합 처리가 발생되지 않을 때까지 반복된다.

그림 4는 제안한 영역 병합 알고리즘의 예이다. 그림 4의 (a)는 초기화 과정으로 레이블 테이블에 각 영역의 레이블을 영역의 수만큼 동일한 인덱스를 할당한다. 그림 4의 (b)는 간접 병합의 예로 처리될 화소가 P일 때 주변 8화소를 비교하여 만일 화소 P의 영역인 영역 1과 영역 2가 컬러 공간의 병합 조건을 만족할 경우 영상 내의 병합된 영역 2의 화소들은 처리되지 않으며 영역 2의 레이블 테이블에 영역 1의 레이블이 할당된다. 그림 4의 (c)는 직접 병합의 예로

처리될 화소가 P일 때 그 이전 화소들의 병합 상태를 나타낸 것이다. 그리고 영역 1과 영역 2가 간접 병합에 의해 병합된 것으로 가정한다. 따라서 그림 4의 (b)에서와 같이 영역 2의 레이블 테이블에 영역 1의 레이블로 갱신된 것을 볼 수 있다. 그림 4의 (c)에서 화소 P 이전의 화소들은 우선적으로 레이블 테이블이 체크되어 영역 2와 영역 3의 화소들인 경우 화소들이 레이블이 레이블 테이블에 저장된 레이블과 다르므로 영역 1의 레이블로 부분적으로 갱신된 것을 볼 수 있다.

3. 실험 및 결과

본 논문에서는 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 150여개의 256×256 크기의 다양한 컬러 영상을 대상으로 Pentium III 850MHz, RAM 256MB 환경하에 Microsoft Visual C++ 6.0을 이용하여 시뮬레이션을 하였다.

본 실험에서는 원영상을 32칼라로 벡터 양자화 하였으며, HSI 컬러 공간을 이용한 영역 병합에서 적용된 경계선 제한 성분인 예지, 채도, 명암도의 임계치는 각각 53, 0.07, 0.2이다. RGB 컬러 공간을 이용한 영역 병합에서 RGB 유클리디언 거리의 임계치는 20으로 정하였다. 그림 5는 peppers 영상에 대한 각 단계의 결과 영상이다. 그림 5의 (b)는 벡터 양자화 영상이며, (c)는 경계선 제한 성분을 적용하여 색상 정보에 의해 병합된 영상으로 각각의 영역마다 음영 부분들이 병합된 것을 볼 수 있다. 그림 5의 (d)는 그림 5의 (c) 영상을 RGB 유클리디언 거리에 의해 병합된 영상으로 분할 결과가 좋은 것을 볼 수 있다. 그림 5의 (e)는 그림 5의 (d)의 영상에서 영역 제한을

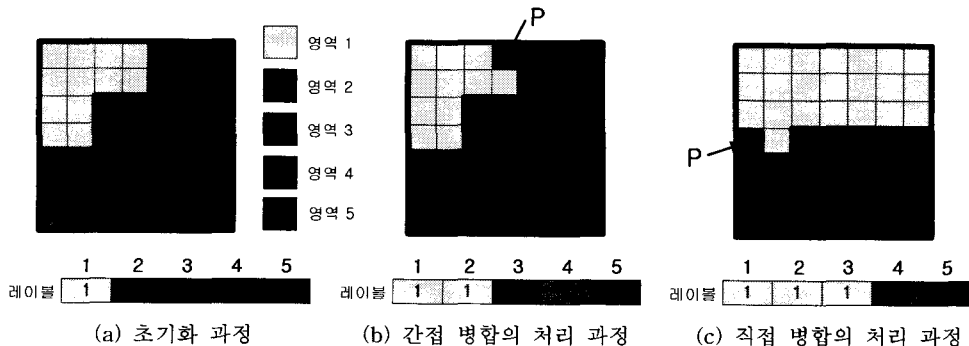


그림 4. 제안한 영역 병합 알고리즘

두어 처리한 영상으로 많은 잡음 성분의 미소 영역이 제거된 것을 볼 수 있다. 그림 5의 (f)는 그림 5의 (e)의 영상을 보다 시각적으로 표현하기 위해 소벨 연산

자를 이용하여 에지 영상을 나타낸 것으로 영상의 경계 영역이 잘 보존되어지고 주요 영역들이 잘 분할 되어졌음을 보여준다.



(a) peppers의 원영상



(b) 벡터 양자화 영상



(c) 색상 정보와 경계선 제한 성분을 이용한 영역 병합



(d) RGB 유클리디언 거리를 이용한 영역 병합



(e) 후처리에 의한 결과영상



(f) 결과영상의 에지 영상

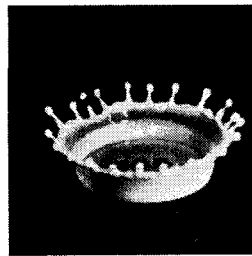
그림 5. 제안된 방법의 단계적 처리 결과



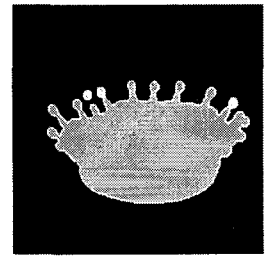
(a) house의 원영상



(b) house의 결과영상



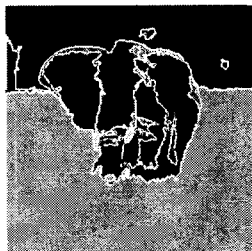
(c) milkdrop의 원영상



(d) milkdrop의 결과영상



(e) elephant의 원영상



(f) elephant의 결과영상



(g) sailboat의 원영상



(h) sailboat의 결과영상

그림 6. 제안된 방법의 결과영상

다양한 컬러 영상에 제안 알고리즘을 적용한 결과를 그림 6에 보였다. 그림 6의 (b)와 (d)는 비교적 단순한 영상을 처리한 결과로 그림 6의 (b)에서는 하늘이나 들판이 한 영역으로 분할되었다. 또한 그림 6의 (d)에서도 배경이 하나로 분리되고 주요 영역이 객체로 분할되었으며 (f)는 숲과 같은 거친 질감의 영역들이 한 영역으로 분할되었다. 그림 6의 (h)는 질감 영역과 단순 영역이 같이 섞여 있는 영상으로 유사색인 강과 배가 물체의 경계선 고려로 잘 분할되었으며 하늘도 한 영역으로 분할되었다.

제안 방법은 영상을 분할하는데 있어 전체적으로 빠른 처리 속도를 보여준다. 150여개의 표본 영상을 대상으로 산출된 처리시간도 1.5초 이내의 수행 속도를 보여 주었다. 그리고 제안 방법은 레이블 테이블의 참조에 의해 화소 단위로 영역의 비교와 병합이 동시에 이루어지므로 영역들과의 처리시간이 빠르기 때문에 단순 영상과 복잡 영상의 처리 시간차가 적다.

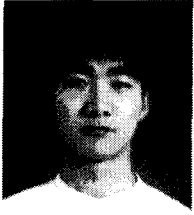
4. 결론

본 논문에서는 벡터 양자화를 이용하여 초기 영역을 선택하고 컬러 정보와 경계선 제한 성분을 이용하여 단계적으로 영역을 병합하는 컬러 영상 분할 방법을 제안하였다. 제안 알고리즘은 영상을 양자화하여 초기 영역을 설정함으로써 초기 영역이 결과 영상에 미치는 영향을 줄였다. HSI 컬러 공간에서 영역 병합시 경계선 제한 성분을 적용함으로써 물체의 경계선이 잘 보존되었고 낮은 채도나 명암도의 영향을 줄였다. 또한 RGB 컬러 공간에서의 영역 병합에서 HSI 컬러 공간에서 색차 거리로 인해 병합되지 않은 영역들을 병합함으로써 영상이 물체 단위로 분할되었으며 거친 질감 영역에서도 좋은 분할 결과를 얻을 수 있었다. 그리고 레이블 테이블을 이용한 영역 병합 알고리즘

을 통해 대체적으로 빠른 수행 속도를 얻을 수 있었다.

참고 문헌

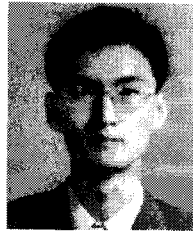
- [1] H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun and Jingli Wang, "Color image segmentation: advances and prospects," Pattern Recognition, Vol. 34, No. 12, pp. 2259-2281, 2001.
- [2] 엄경배의 1, "Possibilistic C-mean 클러스터링과 영역 확장을 이용한 컬러 영상 분할," 전자공학회 논문집, 제34권 제3호, pp. 371-381. 1997.
- [3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley, pp. 458-465, 1992.
- [4] A. Tremeau, N. Borel, "A region growing and merging algorithm to color segmentation," Pattern Recognition, Vol. 30, No. 7, pp. 1191-1203, 1997.
- [5] M.T. Orchard and C.A. Bouman, "Color Quantization of Images," IEEE Transaction on Signal Processing, Vol. 39, No. 12, pp. 2677-2690, 1991.
- [6] Patrick Lambert, Thierry Carron, "Symbolic fusion of luminance-hue-chroma features for region segmentation," Pattern Recognition, Vol. 32, No. 11, pp. 1857-1872, 1999.
- [7] H. D. Cheng, Y. Sun, "A hierarchical approach to color image segmentation using homogeneity," IEEE Transaction on Image Processing, Vol. 9, No. 12, pp. 2071-2082, 2000.
- [8] S. Vitabile, G. Pollaccia, G. Pilato, E. Sorbello, "Road signs recognition using a dynamic pixel aggregation technique in the HSV color space," IEEE Transaction on Image Processing, pp. 572-577, 2001.



유 창 연

2001년 2월 충북대학교 정보통신공학과 공학사
2004년 2월 충북대학교 정보통신공학과 공학석사

관심분야 : 영상통신, 영상정보처리



김 영 길

1998년 2월 충북대학교 정보통신공학과 공학사
2001년 2월 충북대학교 정보통신공학과 공학석사
2002년~현재 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

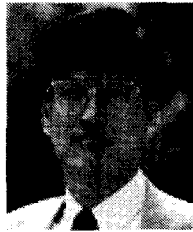
관심분야 : 얼굴인식, 컴퓨터비전, 영상검색



곽 내 정

1993년 2월 충북대학교 정보통신공학과 공학사
1995년 2월 충북대학교 정보통신공학과 공학석사
1997년 9월~현재 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

관심분야 : 영상통신, 영상정보처리



안 재 형

1981년 충북대학교 전기공학과(학사)
1983년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)
1992년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)
1987~현재 충북대학교 전기 전자공학부 교수

관심분야 : 영상 통신 및 영상정보처리, 멀티미디어 제작 및 정보제공, 인터넷 통신 및 프로그래밍