

에지추적에 의한 영상 분할 및 부호화

(Image Segmentation and Coding Using Edge Tracing)

崔 清*, 李 相 美**, 金 南 哲**, 孫 鉉**

(Cheong Choi, Sang Mi Lee, Nam Chul Kim and Hyon Son)

要 約

에지추적, 영역채색 및 후처리 과정으로 구성된 간단한 에지기반 분할법을 새로이 제안하였다. 이 방법은 대부분의 에지기반법에서 나타나는 소극문제를 해결함으로써, 영상부호화에 적용할 수 있을 정도로 완전하게 영상을 분할한다. 실험결과, 이 방법은 Perkins방법보다 3배정도 빠르고, 그 재생영상도 시각적 인식면에서 우수한 것으로 나타났다.

Abstract

A new simple edge-based segmentation method composed of edge tracing, region filling, and post processing is proposed. Solving so called the small gap problem common to most of edge-based methods, this method segments images so completely as to be suitable for image coding. Experimental results show that our methods has much less (1/3) computation time than Perkins' one, and its reconstructed images is good on visual perception.

I. 서 론

영상분할(segmentation)이란 주어진 영상을 공통의 성질을 갖는 화소들로 구성된 영역들로 구분해내는 것으로, 인간의 시각체계에 근거하여 영상을 경계(contour)와 질감(texture)으로 분리하여 부호화하는 고압축율의 영상부호화에 필수적인 작업이다.^[1] 이러한 영상분할 방법에는 히스토그램을 이용하는 역치화(thresholding)법, 유사성을 유지하는 범위내에서 영역을 병합하거나 분리해가는 영역기반법, 그리고 영상의 급격한 휘도 변화를 이용하는 에지기반법 등이 있다.^[2] 역치화법은 수행이 비교적 간단하지만, 히스토그램의 peak나 valley의 갯수 및 위치가 명확

하지 못한 경우에는 정확한 분할을 기대하기 어렵다. 영역기반법은 다른 방법들에 비해 보다 세밀하고 우수한 결과를 낸다. 이러한 이유로 경계-질감의 영상 부호화 기법에서는 주로 이 방법을 이용하여 왔다. 그러나 대개 과정이 복잡하여 수행시간이 길고 많은 메모리를 필요로 하는 단점이 있다.

이에 반하여, 에지기반법은 영역기반법들에 비해 수행이 간단하며 영상의 대비가 큰 경우에는 결과도 우수하여 여러가지 기법들이 계속해서 연구되어 왔다. 그러나, 불행하게도 이 방법들의 대부분은 대비가 작은 영역에서는 소극(small gap)들로 인하여 이질 영역들이 하나로 뭉쳐지는 불완전한 영역 분할을 초래한다. Perkins는 이러한 소극 문제를 해결하기 위하여, 소극이 있는 경계점들을 중심으로 정방향의 가상 경계점들을 확장하여 부근의 다른 경계선과 연결한 후 연결에 기여하지 못한 가상 경계점들을 축

*準會員, **正會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)
接受日字: 1988年 12月 12日

소 제거하는 방법을 제안하였다.¹⁴⁾ 그러나 이러한 확장-축소법도 작은 틈이 물려 있을 경우 부정확한 경계선을 찾게 된다.

본 논문에서는 소극 문제를 해결할 수 있는 간단한 에지기반법을 새로이 제안하였다. 이 방법에서는 이질 영역을 분리할 수 있는 경계라면 약하거나 짧은 것이라도 세밀하게 찾음으로써 부호화에 적용가능한 정도의 완전하고 정확한 영상분할을 할 수 있다. 제안된 방법은 에지추적, 영역채색(region filling), 그리고 후처리의 세과정으로 이루어진다. 그리고 이 방법을 경계와 질감 모델에 근거를 둔 영상부호화에 적용하여 그 효율성을 확인하였다.

II. 에지 추적에 의한 영상 분할

본 논문에서는 제안한 영상 분할법은 앞서 언급된 바와 같이 그림 1의 세과정으로 이루어진다.

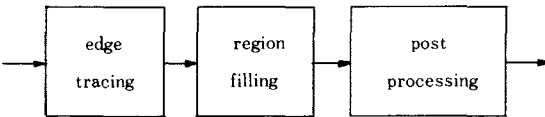


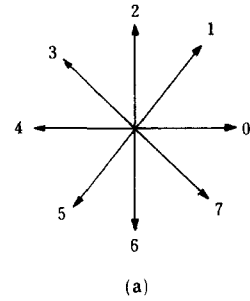
그림 1. 에지추적에 의한 영상분할의 블록도
 Fig. 1. Block diagram of the segmentation using edge tracing.

먼저, 에지 추적에서는 영역을 구분짓는 경계선을 에지의 경사세기 및 방향을 고려하여 세밀하게 찾는다. 다음, 영역채색에서는 앞서 찾은 경계선으로 둘러싸인 각 영역을 추출한다. 이어져 후처리 과정에서는 복잡하게 추출되는 영역정보를 단순화하여 부호화시 고감축율을 얻고자, 극소 영역은 제거하고 비슷한 휘도를 가지는 이웃 영역끼리는 병합한다.

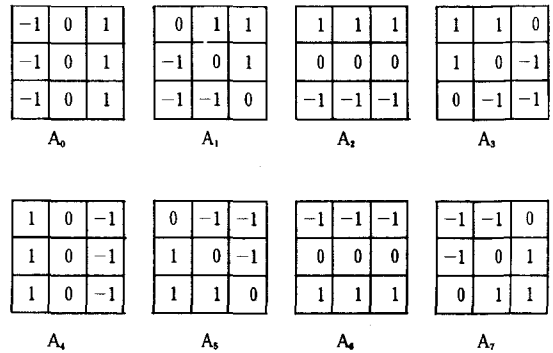
1. 에지 추적

본 논문에서 에지 추적에 필요한 에지의 경사세기와 방향정보는 그림 2와 같은 8방향의 3×3 Prewitt 마스크¹⁵⁾를 사용하여 얻었다. 여기서는 마스크 A_0, \dots, A_7 들의 상승적분 결과값 중 최대값이 경사세기로. 그 마스크 A_i 의 수직방향 $(i+2)$ 이 에지의 방향으로 결정된다.

본 논문에서 제안한 에지추적 방식은 Delp의 경사세기기반 알고리즘¹⁶⁾을 근간으로 하여, 경계선의 세선화 및 연결성 그리고 분할의 완전성을 보다 향상시키는데 없어서는 안될 세선화 조건, 역방향 추적 및 소극연결 과정들이 추가 보완되어 구성된 것이다.



(a)



(b)

그림 2. Prewitt 경사마스크

- (a) 8방향
- (b) 8방향 마스크

Fig. 2. Prewitt gradient masks.

- (a) Eight edge directions.
- (b) Eight direction masks.

이렇게 구성된 추적방식은 다음과 같다.

- 1) 경사세기가 역치 T_s 이상인 화소에서 추적을 시작한다.
- 2) 중심점의 방향이 d 라 하자. $d-1, d, d+1 \pmod{8}$ 방향의 이웃 화소중에서 경사세기가 최대인 화소를 다음점으로 하고, 그 이동 방향을 d^* 라 한다. 다음, 중심점이 아래 3가지 조건을 만족하면 중심점을 추적점으로 한다. (순방향 추적)
 - (1) 이미 찾아놓은 경계점 또는 추적점이 아닌 점
 - (2) 경사세기가 역치 T_n 이상인 점
 - (3) $d^* \pm 2$ 방향 이웃 화소들이 이미 찾아놓은 경계점이 아닐것 (세선화 조건)
- 3) 중심점이 추적점이면 다음점으로 이동하고, 단계2로 간다.

- 4) 시작점에서, 방향 d 를 $d+4$ 로 하여 단계2및 3과 같은 과정을 수행한다. (역방향 추적)
- 5) (1) 추적선의 길이가 역치 T_i 이상이면 경계선으로 결정한다.
- (2) 그 길이가 역치 T_i 보다 짧더라도, 양 종점들이 2)-3)의 조건을 만족하거나 그들의 다음점들이 경계점일 때에는 추적선을 경계선으로 한다. (소극 연결)

6) 모든 추적점들의 표시를 지우고 단계1로 간다. 위의 과정에서, 조건2)-3)은 이웃하여 나란히 추적함으로 인하여 경계선이 두꺼워지는 것을 방지하기 위한 것이다. 예를들면, 그림3은 이러한 세션화 효과를 나타낸다. (a)에서는 이 조건을 고려하지 않았기 때문에 경계선이 두꺼워짐을 알 수 있다. 이때, b점에서 이동 방향(0)과 수직인 방향(2)에 이미 찾아놓은 a점이 있으므로 추적을 중단한다면 (b)와 같이 세션화된 경계선을 얻게된다. 단계4의 역방향 추적은 경계선의 연결성을 향상시키기 위한 과정이다. 만일 Delp의 순방향 추적만을 수행한다면, 일부 경계선들이 상당히 강한 경사세기를 갖고 있으면서도 T_s 보다 큰 점을 가지지 못하여 경계로 추출되지 못한다. 그리고, 단계5)-2)는 추적선의 길이는 짧더라도 이미 찾아놓은 경계선을 연결할 수 있는 것이면 경계선으로 간주하기 위한 것이다. 그림 4는 이러한 소극 연결의 효과를 나타낸다. 여기서 소극을 연결하여 하나의 영역(A, 평균 휘도값=50)을 성질이 다른 두 영역(B, C, 평균 휘도값=70, 30)으로 보다 완전하게 분할함을 알 수 있다.

2. 영역 채색

경계선으로 둘러싸인 각 영역을 추출하는 영역채색 방법에는 패리티(parity) 검사법, 체인코드(chain-code)기반법 및 시드확장법(seed expansion) 등이 있다.¹⁷⁾ 여기서, 패리티검사법은 폐회로 경계선을 가로

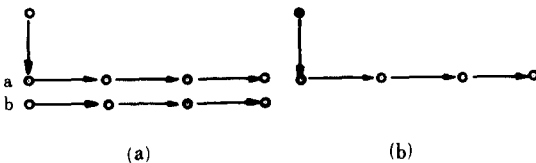


그림 3. 세션화 조건의 영향
 (a) 두꺼운 경계선
 (b) 세션화된 경계선

Fig. 3. The effect of thinness condition.
 (a) Thick contour.
 (b) Thinned contour.

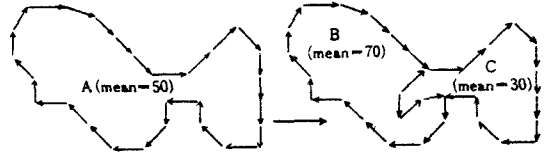


그림 4. 소극 연결의 효과
 Fig. 4. The effect of small-gap connecting.

지르는 직선은 짝수번 교차한다는 사실에 근거하여, 교차점사이의 직선마디가 홀수번째인 것을 경계의 내부선으로 판단하는 방법이다. 그런데, 이 방법에서는 직선이 경계선과 접하는 부분이 있는 경우의 패리티검사 과정이 매우 복잡하다. 체인코드 기반법은 경계선을 체인코드화 한 후, 대상영역을 순차 주사(scanning)하면서 경계점들을 채색시작점, 끝점, 점점 및 정점(vertex)으로 분류한다. 이어서 시작점에서 끝점사이를 채색하는데, 이 때 점점들은 내부점으로 정점은 그 이전의 점과 같은 부류로 간주한다. 이러한 방법은 점선에서 복잡한 패리티검사를 피할 수 있고 체인코드화 과정에서 경계선이 폐회로인지 아닌지를 구분하기는 용이하나, 대상 영역내에 있는 다른 영역을 구분하여 추출하지 못한다.

시드확장법은 영역 내부점으로 밝혀진 점을 시드로 하여 경계에 부딪힐 때까지 인접화소들을 채색해가는 방법이다. 이러한 시드확장법에는 순차적 2방향법¹⁸⁾과 Pavlidis의 FILL 알고리즘¹⁹⁾ 등이 있다. 순차적 2방향법은 순차주사를 하면서 윗쪽과 왼쪽점을 고려하여 채색하는 비순환적 방법이다. 이 방법은 동일한 영역에 서로 다른 영역번호들이 채색될 수 있으므로, 먼저 전 영역들을 채색한 다음 등호화 과정이 필요하다. 그리고, FILL 알고리즘은 시드의 4방향 이웃점 중 채색되지 않은 점을 새로운 시드로 선택 채색하는 과정을 순환적으로 반복하는 방법이다. 이 알고리즘의 외형적 구성은 매우 간단하지만, 순환적으로 그 이전 시드들을 계속해서 기억하고 있어야 하므로 많은 메모리 및 수행시간이 요구된다.

본 논문에서는 순환적 시드확장법인 FILL의 수행상의 단점을 보완하고자 두개의 시드열을 사용하여 비순환적으로 다음과 같이 수정하였다.

- 1) 대상 영역내에서 임의의 한점을 현재 시드열에 넣고 새로운 영역번호를 부여한다.
- 2) 현재 시드열의 각 점에 대하여, 4방향(4-connected) 이웃들 중에서 경계점이 아니고 시드가 된적이 없는 점들을 새로운 시드열에 넣고 같은 영역번호를 부여한다.

- 3) 새로운 시드들이 있으면, 현재 시드열의 내용을 새로운 시드열의 내용으로 대체한 후 단계 2로 간다.

추적에 의한 영역의 경계선은 8방향이나 경계선 내부의 영역은 4방향이므로, 단계2에서 4방향 이웃들을 고려하여 영역내부를 빠짐없이 추출할 수 있다.

위와 같은 방법으로 모든 영역에 채색을 한 후, 남은 경계선들은 4방향 이웃 화소들을 순서대로 검사하다가 채색된 화소가 있으면 이 화소가 속한 영역에 포함시켰다. 그 결과, 폐회로를 이루지 못하는 경계선들은 자연히 소속 영역에 포함된다.

3. 후처리 과정

후처리 과정은 다소의 왜곡을 감수하더라도 부호화에서 감축율을 높이기 위해서 필요한 과정으로서, 극소 영역제거와 유사영역의 병합으로 이루어진다. 유사영역의 병합시 이질치로는 평균휘도차를 이용하였다. 후처리 과정은 아래와 같다.

- 1) 중심 영역과 인접한 영역들 중에서 평균휘도차가 가장 작은 영역을 찾는다.
- 2) 중심 영역의 화소수가 역치 T_e 보다 작거나, 또는 평균휘도차가 역치 T_d 보다 작으면 두영역을 뭉친다.
- 3) 뭉쳐진 경우면 단계1로 가고, 아니면 끝낸다.

Ⅲ. 영상부호화

제안한 방법으로 영상을 경계와 질감부분으로 분리하여 부호화하는데 있어서, 본 논문에서 경계정보는 Eden과 Kocher가 제안한 방법에 따라 부호화한다는 전제아래 경계화소당 1.173bit를 할당한다.^[11] 그리고, 각 영역에 대한 질감정보 $f(x, y)$ 는 먼저 다음과 같이 2차원 다항식 함수로 근사화한다.^[10]

$$\tilde{f}(x, y) = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4y^2 + b_5xy \quad (1)$$

여기서 $\tilde{f}(x, y)$ 는 근사화된 질감정보를 나타내며 b_i 들은 근사화계수를 나타낸다. 이때, 모든 영역을 2차 다항식으로 근사화를 하는 것보다 영역의 크기에 따라 2차, 1차 또는 0차(평균)로 근사화를 하면 효율적인 비트 배정이 가능하다.

(1)식에서 근사화계수 b_i 는 자승오차를 최소화하는 방식으로 구하게 된다. 이 때, 화소의 위치 (x, y) 들에 대한 역행렬 연산을 하게 되는데, 좌표계를 원래대로 사용하면 영역의 모양이 정방형에서 크게 벗어나거나 영역이 원점에서 멀리 떨어져 있을때 역행렬이 존재하지 않는 경우가 흔히 발생한다. 그러나, 영역의 무게중심을 원점으로 사용하면 역행렬의 연산

을 안정화시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 실험한 바에 의하면, 무게중심을 원점으로 하여도 간혹 역행렬이 존재하지 않는 경우가 발생하는데, 이 경우 영역의 평균값으로 근사화하는 대신 면적이 영역의 면적과 같은 정방형 좌표계로 바꾸어 근사화하면 최소자승오차 면에서 더욱 이득을 얻을 수 있다.^[11]

다음, 이렇게 구해진 근사화 계수값들을 균일 양자화하여 부호화한다. 이 때, 본 논문에서 각 계수에 할당된 비트수는 표 1과 같다.

표 1. 다항식 각 계수에 할당된 비트수
Table 1. The number of bits allocated to each polynomial coefficient.

	0-D	1-D	2-D
b0	8	8	8
b1	X	10	10
b2	X	10	10
b3	X	X	10
b4	X	X	10
b5	X	X	10
total	8	28	58

Ⅳ. 실험결과 및 검토

제안된 영상분할법의 효율성을 조사하기 위하여 IBM/PC AT상에서 C언어로 시뮬레이션하였다. 이 때, 실험 영상으로는 256개의 명암도를 가지며 256×256 크기인 GIRL, CRONKITE 및 LENA영상을 사용하였다. 그리고 제안된 에지추적과정 대신 Delp 및 Perkins방법을 적용한 것들과의 성능을 비교하였다. 여기서, 부호화에서의 성능은 SNR 및 시각에 의한 품질검사로 평가하였다. 본 논문에서 SNR은 최대신호전력(255²) 대 재생오차전력과의 비로 정의하였다.

먼저, 제안된 에지추적방식에서, Delp의 방식에 추가된 세가지 항목들의 효과를 조사하면 그림 5와 같다. 이 그림의 (a)에서 Delp의 순방향 추적만으로 얻은 경계선은 연결성이 부족하여 경계선을 세밀하게 찾지 못하였다. 그리고, (b)에서 역방향 추적만을 추가하여 얻은 경계선은 연결성이 크게 향상되었으나 눈이나 입 등의 세밀한 부분에서 여전히 부족하다. 또한, (c)에서 세선화 조건을 고려하지 않고 역방향 추적과 소극영역 연결만을 추가할 경우 경계선이 두

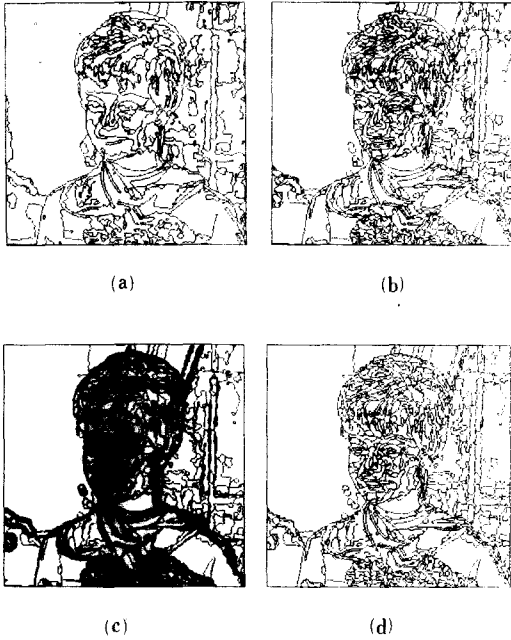


그림 5. GIRL에 대한 에지 추적 결과
 (a) 순방향 추적 ($T_s=25, T_n=5, T_t=6$)
 (b) 양방향 추적 ($T_s=45, T_n=15, T_t=8$)
 (c) 소극 연결을 고려한 양방향 추적 ($T_s=45, T_n=15, T_t=8$)
 (d) 세션화 조건과 소극 연결을 고려한 양방향 추적 ($T_s=45, T_n=15, T_t=8$)

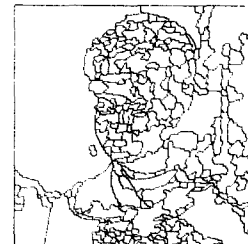
Fig. 5. The results of edge tracing for GIRL image.

- (a) Forward tracing ($T_s=25, T_n=5, T_t=6$).
- (b) Forward and backward tracings ($T_s=45, T_n=15, T_t=8$).
- (c) Forward and backward tracings with small-gap connecting ($T_s=45, T_n=15, T_t=8$).
- (d) Forward and backward tracings with thinness condition and small-gap connecting ($T_s=45, T_n=15, T_t=8$).

꺼워짐을 알 수 있다. 그러나, (d)에서 세션화 조건 까지도 고려함으로써 세밀하고 세션화된 경계선을 얻을 수 있었다.

그리고 영역채색과정에서, Pavlidis의 FILL 알고리즘을 수정한 비순환적 4방향법이 Union-Find 알고리즘으로 등호화를 수행한 순차적 2방향 방법보다 그림5의 결과들을 채색할 경우 3배정도 빠름을 알 수 있었다.

GIRL영상에 대하여 Perkins, Delp 및 제안된 방법들로 각각 에지경계를 추적한 후, 영역채색 및 후처리 과정을 거친 분할영상들은 그림6과 같다. 여기서, 후자의 두 방법들에서는 후처리 이전에 영역수를 750개 정도로 세밀하게 찾았으나, Perkins 방법에서는 500개 정도로 하였다. 그 이유는 확대-축소의 부정확한 경계추출 특성으로 인하여 이 경우가 750개인 경우보다 오히려 더 좋은 분할결과를 얻을 수 있기 때문이다. (a)에서 Perkins 방법의 분할영상은 머리부분에서 경계선이 부드럽지 못하고 입 부분에서 영역을 정확하게 분할하지 못하였고, (b)에서 Delp 방법의 분할영상은 눈이나 입 등의 세밀한 부분에서 분할이 부족하고 오른쪽 어깨부분에 소극이 있음을 알 수 있다. 반면에, (c)에서 제안된 방법의 분할영상은 입과 눈 등에서 세밀하게 분할되었고, 머리와 꽃 등에서 경계선이 단순화되어 부호화에 적용할 정도의 완전한 영역분할이 됨을 알 수 있다. CRONKITE 및 LENA 영상에 대한 분할 영상들은 각각 그림7 및 그림8과 같다. 이들 결과에서도, 그



(a)



(b)



(c)

그림 6. 분할된 GIRL 영상

Fig. 6. Segmented images for GIRL.

- (a) Perkins ($T_e=35, T_d=5$, region # = 227).
- (b) Delp ($T_s=25, T_n=5, T_t=6, T_e=36, T_d=4$, region # = 204).
- (c) The proposed ($T_s=45, T_n=15, T_t=8, T_e=35, T_d=6$, region # = 230).

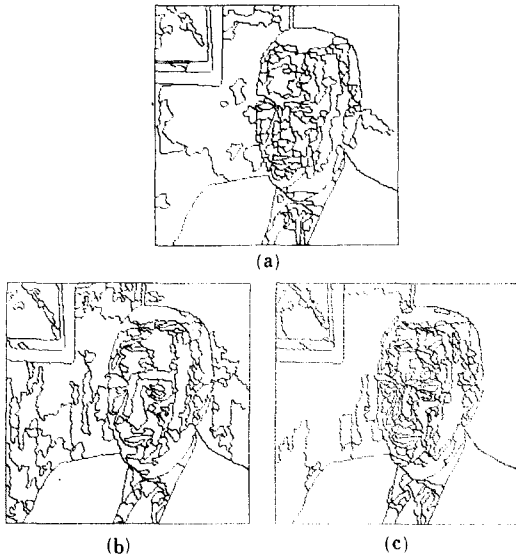


그림 7. 분할된 CRONKITE 영상
 Fig. 7. Segmented images for CRONKITE.
 (a) Perkins($T_e=35, T_d=5, \text{region \#}=120$).
 (b) Delp ($T_s=13, T_n=5, T_i=6, T_e=36, T_d=4, \text{region \#}=129$).
 (c) The proposed ($T_s=30, T_n=5, T_i=8, T_e=35, T_d=6, \text{region \#}=140$).

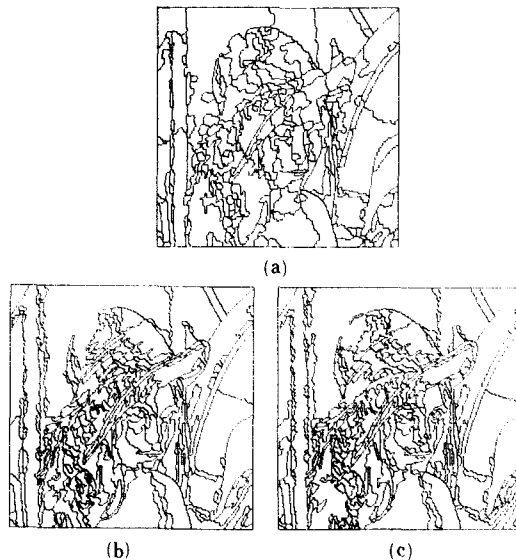


그림 8. 분할된 LENA 영상
 Fig. 8. Segmented images for LENA.
 (a) Perkins($T_e=35, T_d=7, \text{region \#}=255$).
 (b) Delp ($T_s=40, T_n=15, T_i=10, T_e=30, T_d=2, \text{region \#}=243$).
 (c) The proposed ($T_s=40, T_n=15, T_i=10, T_e=30, T_d=6, \text{region \#}=247$).

림 6의 GIRL 영상에 대한 결과와 마찬가지로 제안한 방법이 나머지 두 방법보다 우수함을 알 수 있다.

각 방법을 이용하여 영상을 분할하는데 소요되는 CPU 시간은 표 2와 같다. 여기서, 제안된 방법이 Perkins 방법보다 3배정도 빠른것을 알 수 있다. 또한, 대표적인 영역기반법인 Pavlidis의 분할법^[12]이 GIRL의 128×128 부분영상에 대해서도 1249초 걸리는 것^[11]에 비하면 대단히 빠른 것임을 알 수 있다.

각 방법을 부호화에 적용한 결과 비트율과 SNR은 표 3과 같다. 여기서 보면, 0.25bits/pel 정도의 비

표 2. 그림 6을 얻는데 소요된 CPU 시간
 Table 2. CPU times elapsed to obtain the results in shown Fig. 6.

	Perkins	Delp	The proposed
time [sec]	182	59	62

표 3. 각 방법을 GIRL 부호화에 적용할 경우 비트율과 SNR

Table 3. The result of applying each method to image coding for GIRL image.

	Perkins	Delp	The proposed
bit rate[bpp]	0.25	0.25	0.25
SNR[dB]	24.3	25.6	26.6

트율에서 제안한 방법이 나머지 두 방법에 비해서 1.0~2.3dB 정도 우수한 것으로 나타났다.

그리고 각 분할법을 부호화에 적용하여 재생된 영상을 주관적으로 평가하였다. 먼저, GIRL영상에 대한 재생영상들은 그림 9와 같다. 여기서 (a)는 원영상을 나타낸다. (b)에서 Perkins 방법에 의한 것은 머리 경계부분이 거칠고 얼굴 부분에서 대단히 어색하다. 또한 (c)에서 Delp에 의한 것은 눈이나 입부분 등에서 자연스럽게 못함을 알 수 있었다. 그러나, (d)에서 제안된 방법에 의한 것은 시각적으로도 대단히 우수하여 부호화에 적합함을 알 수 있다. 그리고, CRONKITE 및 LENA영상에 대한 여러 재생영상들은 각각 그림 10 및 그림 11과 같다. 이들 결과에서도, 그림 9의 GIRL영상에 대한 결과와 마찬가지로 제안한 방법이 나머지 두 방법보다 우수함을 알 수 있다.

한편, 제안된 방법의 5개 역치들은 주어진 상황에서의 재생품질과 비트율을 감안하여 인위적으로 결



(a) Original image

(b) Perkins



(c) Delp

(d) The proposed

그림 9. 0.25bits/pel에서 재생된 GIRL
Fig. 9. Reconstructed images at 0.25bits/pel for GIRL.



(a) Original image

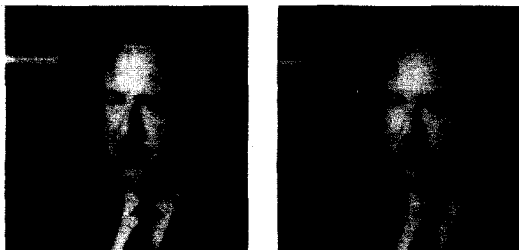
(b) Perkins



(c) Delp

(d) The proposed

그림 11. 0.28bits/pel에서 재생된 LENA
Fig. 11. Reconstructed images at 0.28bits/pel for LENA.



(a) Original image

(b) Perkins



(c) Delp

(d) The proposed

그림 10. 0.17bits/pel에서 재생된 CRONKITE
Fig. 10. Reconstructed images at 0.17bits/pel for CRONKITE.

정하였는데, 상황변화가 그리 크지않은 영상전화 등의 시스템에 적용할 경우 이러한 비자동적인 역치설정 은 문제가 되지 않는다.

V. 결 론

본 논문에서는 소극 문제를 해결하여 실제영상의 부호화에 적용 가능한 정도의 완전하고 정확한 분할을 낳는 간단한 에지기반법을 제안하고, 이 방법을 영상부호화에 적용하여 그 성능을 조사하였다.

먼저, 에지추적시 역방향추적, 소극 연결 및 세션화 조건들을 보완함으로써 Delp 방법보다 완전하고 정확하게 경계선을 찾을 수 있었다. 그리고, 영역채색시 비순환 4방향법이 순차적 2방향법보다 3배정도 빠른 것으로 나타났다. 또한, 제안된 에지기반법은 과정이 단순하면서도 Delp 및 Perkins 방법들보다 훨씬 정확한 영상분할이 가능하다. 뿐만아니라, 수행 속도 면에서도 Perkins 방법보다 3배정도 빠른 것으로 나타났다. 부호화 결과에서는, GIRL영상의 경우 0.25bits/pel의 비트율에서 Perkins 및 Delp 방법에 비해 SNR이 1.0 ~ 2.3dB 개선되었고 주관적 품질면에서도 우수함을 알 수 있었다.

본 논문에서는 부호화보다는 영상분할에 더 치중 하였던 바, 보다 더 우수한 품질의 재생영상을 얻기 위해서는 질감의 효과적인 부호화 및 부호화 과정후의 후처리 과정에 대한 연구가 추가되어야 하겠다.

參 考 文 獻

[1] M. Kunt, et. al, "Second generation image coding techniques," *Proc. IEEE*, vol. 73, pp. 549-574, 1985.
 [2] R.C. Gonzalez and P. Wintz, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1987.
 [3] S.W. Zucker, "Survey, region growing childhood and adolescence," *CGIP*, vol. 5, pp. 382-399, 1976.
 [4] W.A. Perkins, "Area segmentation of image using edge point," *IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intell.*, vol. PAMI-2, pp. 8-15, 1980.
 [5] C.S. Robinson, "Edge detection by compass gradient masks," *CGIP*, vol. 6, pp. 402-501, 1977.
 [6] E.J. Delp and C.H. Chu, "Detecting edge

segments," *IEEE Trans. Sys. Man. Cybern.*, vol. SMC-15, pp. 144-155, 1985.
 [7] S.M. Ali and R.E. Burge, "A new algorithm for extracting the interior of bounded regions based on chain coding," *CVGIP*, vol. 43, pp. 256-254, 1988.
 [8] D.H. Ballard and C.M. Brown, *Computer Vision*, Prentice Hall, pp. 151-152, 1982.
 [9] T. Pavlidis, *Algorithm for Graphics and Image Processing*, Computer Science Press, 1982.
 [10] M. Kocher and R. Leonardi, "Adaptive region growing technique using polynomial functions for image approximation," *Signal Processing* 11, pp. 47-60, 1986.
 [11] 박지환, MST 영역화에 의한 영상부호화, 경북대학교 석사학위논문, 1988년 12월.
 [12] S.L. Horowitz and T. Pavlidis, "Picture segmentation by a tree traversal algorithm," *Journal of the ASM*, vol. 23, pp. 368-388, 1976. *

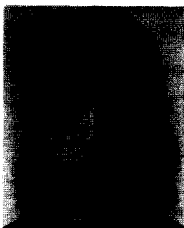
著 者 紹 介



崔 淸 (準會員)
 1962年 1月 6日生. 1987年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 현재 경북대학교 대학원 전자공학과 석사과정 재학중. 주관심분야는 디지털통신 및 영상처리 등임.



孫 鉉 (正會員)
 1960年 연세대학교 전기과 졸업. 1980年 경희대학교 대학원 박사학위 취득. 1960年~1977年 주한미 육군전략통신사 기술부장 역임. 1977年~현재 경북대학교 전자공학과 부교수. 주관심분야는 위성통신, 산란파통신 및 영상통신 등임.



李 相美 (正會員)
 1960年 9月 25日生. 1983年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1985年 2月 경북대학교 전자공학과 석사학위 취득. 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정 재학. 주관심분야는 디지털통신 및 영상처리 등임.

金 南 哲 (正會員) 第25卷 第10號 參照
 현재 경북대학교 전자공학과 부교수