論文91-28B-9-4

Fuzzy Logic을 이용한 영상 분할 알고리듬

(Image Segmentation Algorithm with Fuzzy Logic)

李 相 辰**, 黃 成 勳**, 呂 之 煥*, 鄭 鎬 宣*

(Sang Jin Lee, Sung Hun Hwang, Ji Hwan Ryeo, and Ho Sun Chung)

要 約

본 논문에서는 인간 시각 시스템과 하드웨어 구현을 전제로한 단순화된 분할방법을 제안하였다. 제안된 분할법은 퍼지 논리와 JDN 시각효과를 이용하였으며, 전처리 필터링, 초기 분할, 후처리 과정으로 구성되어 있다. 실험결과 재생된 영상이 30 : 1 정도의 고 압축율에서도 인간 시각에 일치함을 볼 수 있었다.

Abstract

The symplified segmentation method was proposed for hardware implementation based on the human visual system. The segmentation method using fuzzy logic and just noticeable difference (JND) is composed of pre-filtering, initial segmentation and post processing. Experimental coding results show that reconstructed image using the proposed method is good on visual percerption even at a high compression ratio of 30:1.

I. 서 론

영상 부호화는 가능한 한 적은 비트(bit)로 영상을 표현하되 그것으로부터 재생된 영상의 품질이 일정 수준의 품질을 유지하는 것을 목표로 한다.[1,2] 이 부호화 기법은 크게 영상의 통계적 특성을 이용하는 1세대 기법과 영상의 시각적 특성과 통계적 특성을 이용하는 2세대 기법으로 나눌 수 있다. 이 중 1세대 부호화 기법들은 10 : 1까지의 압축률에서는 만족할 만한 품질의 영상을 얻을 수 있으나 압축률이 더 높아지면 그 품질이 급격히 떨어지기 시작한다.[3,4] 이 때문에 최근의 2세대 부호화 기법에서는 높은 압축률에서도 시각적으로 우수한 품질을 유지할 수 있도록 하기 위하여, 인간의 시각이 물체의 내부 질감(textuqe) 보다는 그것을 둘러싸고 있는 영역의 경계(contour)에 민감하다는 특성에 근거하여 영상을 분할한 후 영역 경계와 개략적인 내부의 질감 정보로 분리하여 부호화 한다.[3,4,6] 이 2세대 부호화 중 대표적인 방법으로 영역기반 부호화 기법이 있다. 이 기법은 주어진 영상을 밝기값이 유사한 영역으로 분할한 후, 각 영역의 경계 정보와 개략적인 질감 정보를 추출하여 이를 부호화 하는 방법이다. 최근에, 두 영역을 분할하기 위한 유사성의 척도로 Rajala[5]의 기존의 centeroid linkage 분할법에 Weber의 법칙에 의한 JDN(just noticeable difference) 시각 효과를 추가한 human visual system(HVS) 분할법이 이용되고 있다. 이 방법은 어두운 곳에서는 세밀하게 분할하고 밝은 곳에서는 간단하게 분할하여 전체적으로 효율적인 분할이 가능하나, centroid linkage 분할법

*正會員, **準會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)

接受日字 : 1991年 1月 15日

그 자체는 영상의 통계적 성질을 이용한 객관적인 방법이기 때문에 인간 시각에 민감한 영역 경계를 잘 추출하지 못하는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 인간의 시각은 밝기차가 큰 경계에 민감하다는 특성을 기본으로 하여 화소간의 밝기 차를 주된 분할 기준으로 사용한다. 또한 밝기 차가 서서히 변하는 천이 영역에서 미 분할되는 현상을 방지하기 위하여 영역 분할 기준으로 각 영역의 최소, 최대값을 추가하는 방법이 연구되고 있다.[2] 이 기법에서는 인간 시각이 민감한 영역경계를 비교적 잘 추출하여 30 : 1 이상의 높은 압축률을 얻을 수 있다. 그러나 많은 외부 입력을 필요로 하고 실시간 처리를 위한 hardware 화에 부적합 하다는 단점이 있다.

본 논문에서는 hardware 구현과 인간 시각 특성을 고려한 효율적인 분할법을 새로이 제안하였다. 제안된 방법에서는 인간의 시각특성이 어두운 곳에서는 민감하고 밝은 곳에서는 비교적 덜 민감하다는 것을 이용하여 첫번째 단계의 fuzzy rule을 만들고, 이를 8×8의 국부 영역에 적용하여 각 영역의 밝기 정도를 어둡다, 적당하다, 밝다의 3가지로 설정한다. 그 다음 Rajala가 제안한 JDN(I) 값과 실험을 통해서 사람이 위 3가지 밝기 정도에서 어느 정도의 threshold 값 차를 분별할 수 있느냐를 조사하고, 이 값을 이용하여 두번째 단계의 fuzzy rule을 작성하였다. 이 rule을 8×8 국부영역에 적용하여 최종 threshold값을 계산하였다. 이와 같은 fuzzy 추론에 의한 영상분할은 rule 작성시 인간의 시각 특성을 효율적으로 고려할 수 있고, 영상에 따른 외부 입력의 변화가 없어, hardware 구현이 비교적 쉬운 장점을 갖고 있다.

Ⅱ. 영역 기반 분할법

제안된 분할법은 그림1에 나타난 것과 같이 전처리 필터링, 초기 분할, 후처리의 세 과정으로 구성되어 있다. 먼저, 전처리 필터링에서는 영상에 존재하는 국부 입상들을 제거하고 램프에지들을 선명화하여 분할시 수많은 소영역이 발생하는 것을 방지한다. 다음 초기 분할에서는 화소간의 밝기차 및 fuzzy rule을 사용하여 효율적으로 세밀하게 영상을 분할하고, 후처리 과정에서는 인간시각 인식에 중요하지 않는 영역 경계를 단순화하여 필수적인 영역 경계만을 얻는다.

영역 기반 분할법들은 영상내의 화소들의 밝기를 국부적으로 고려하므로 국부입상과 서서히 변하는

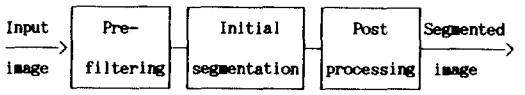


그림 1. 영역기반 영상 분할의 구성도
Fig. 1. Block diagram of region based segmentation.

램프 에지들로 인해 초기 분할 과정에서 많은 소영역을 발생시킨다. 이러한 소영역들은 소요 메모리 용량을 증대시킬 뿐만 아니라 최종 분할결과의 정확도를 떨어뜨릴 수 있다. 따라서, 초기 분할과정 이전에 소영역의 발생을 방지할 수 있는 전처리 필터링을 할 필요가 있다. 지금까지 많이 쓰여온 전처리 필터로는 메디안 필터, GIW (gradient-inverse weighted) 필터, Nagao 필터 등이 있다. 본 연구에서는 임펄스성 잡음을 잘 제거하고, 국부적 입상도 비교적 잘 제거하며 hardware 구현에 있어서 위에서 열거한 타 필터에 비해 쉬운 median 필터를 사용하였다.

Ⅲ. Fuzzy 추론을 이용한 초기분할

일반적으로 사용하는 추론은 binary word 끼리의 엄밀한 matching(hard matching)에 기초하는데 대해 「Fuzzy 추론」은 애매한 말끼리의 soft matching (애매한 matching)에 기초하고 엄밀하지는 않아도 거의 타당한 결론을 도출하는 추론 방법이다. 이 추론 방법에는 전향 추론과 후향 추론의 2종류가 있다. 본 연구에서는 일정한 크기의 영상에서 밝기 정도와 이웃 화소와의 밝기 차가 주어질 때, 적당한 threshold 값에 대한 지식을 갖고 현재의 소속된 영역의 밝기와 이웃화소와의 밝기 차를 보고 적당한 threshold 값을 유추하는 전향 추론 방법을 사용하였다. 이와 같은 전향 추론 방법을 사용한 threshold 값 결정 순서를 그림2에 나타내었다. 여기서는 2단계의 fuzzy 추론을 거쳤다. 첫번째 추론에서는 영상의 밝기 정도를 결정하고, 두번째 추론 과정에서는 밝기 정도에 적합한 threshold 값(Ith)를 추론하였다.

1. Fuzzy rule의 설정

Fuzzy rule은 인간의 과거 경험에 기초하여 가장 필요한 essence만 추출해 내고, 이를 membership 함수의 형태로 나타낸 것이다. 영상 분할에 있어서 두 영역을 결합하기 위한 유사성의 척도를 결정하는데 필요한 인간의 지식은 인간의 시각이 밝기에 어느정도 민감하느냐와, 주어진 밝기에서 이웃 화소간에 어느정도의 밝기값 차를 분별할 수 있느냐이다. 먼저, 영상의 밝기를 결정하기 위한 fuzzy rule을 그림3에 나타내었다.

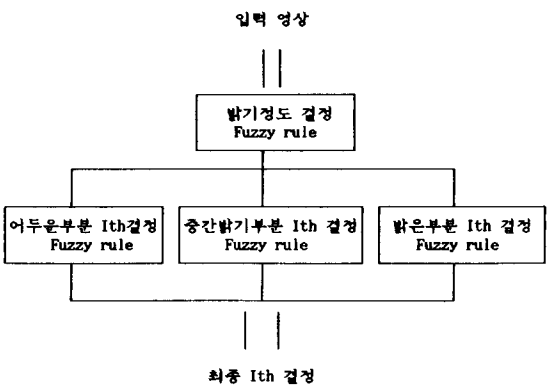


그림 2. Fuzzy rule 적용 순서도
Fig. 2. Flowchart of fuzzy rule application.

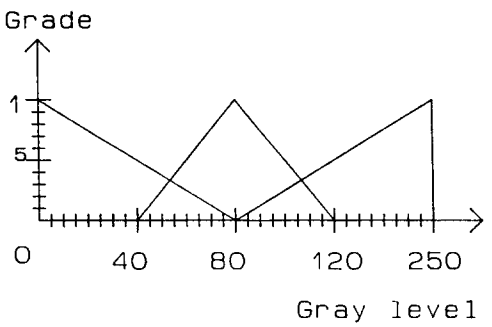


그림 3. 밝기값 결정을 위한 퍼지룰
Fig. 3. Fuzzy rule for brightness determine.

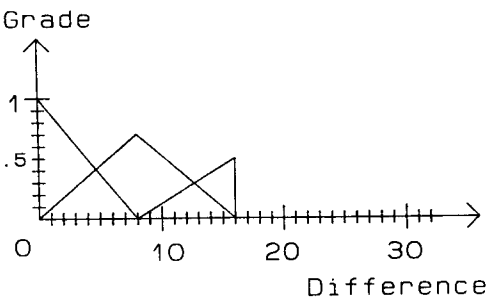
밝기값을 결정하기 위한 결정 규칙은 다음과 같다.

규칙 1 : 밝기값의 히스토그램 분포가 낮은 부분에 많으면 중심값의 gray level을 낮게 (0에서 80사이)되도록 한다.

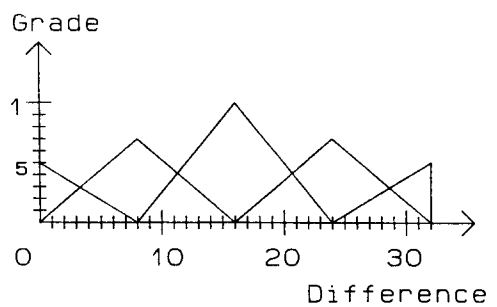
규칙 2 : 밝기값의 히스토그램 분포가 중간 부분에 많은면 중심값의 gray level을 중간이(40에서 80사이)되도록 한다.

규칙 3 : 밝기값의 히스토그램 분포가 높은 부분에 많으면 중심값의 gray level을 높게 (80에서 255사이)되도록 한다.

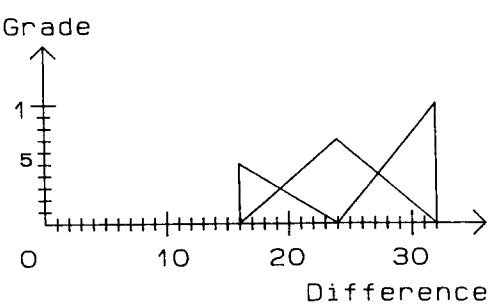
이 그림에서 가로축은 화소의 gray level을 나타내고 세로 축은 가중치를 나타낸다. 인간의 시각이 어두운 부분에 민감하다는 사실을 고려하여, 화소의 gray level값이 0에서 80사이에서는 어둡다는 membership 함수가 위치하고, 40에서 120사이에서는 중간 밝기의 membership 함수가 위치한다. 그리고 80에서 255사이에서는 밝다는 membership 함수가 존재한다. 어둡다는 membership 함수를 예로 들면, 어둡다는 개념은 사람에 따라서 달라진다. 여기서는 80의 gray level을 한계로 하여 점차 낮은 gray level로 갈수록 점차적으로 많은 사람이 어둡다고 느낄 것이라는 가정하에 낮은 gray level로 갈수록 높은 가중치를 부여하였다. 다른 membership 함수도 이와 같은 방법으로 만들었다. 그림4의 (a), (b), (c)는 각각 「어둡다」, 「중간밝기」, 「밝다」라는 부분의 fuzzy rule을 나타낸다. 이 rule은 두번째 fuzzy 추론에 사용될 규칙이며, 어두운 밝기에서는 역치값(Ith)를 작게하



(a) 「어둡다」부분의 Ith 결정을 위한 퍼지룰



(b) 「중간 밝기」부분의 Ith 결정을 위한 퍼지룰



(c) 「밝다」부분의 Ith 결정을 위한 퍼지룰

그림 4. Ith 결정을 위한 퍼지룰
Fig. 4. Fuzzy rule to determine Ith.

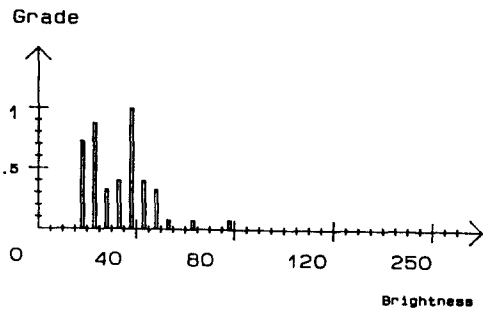
며 밝은 곳에서는 역치값을 증가시켜 효율적인 분할이 이루어지도록 Rule을 만들었다.

이 그림의 가로축은 이웃 화소와의 차이값을 나타내고 세로축은 가중치를 나타낸다. 가로축의 값 설정에 있어서는 두 화소간의 밝기간의 특성을 분할의 기준으로 고려하기 위해서, JDN와 빛 자극이 정규 가시범위(normal viewing dynamic range) 내에서는 근사적으로 비례한다는 Weber의 법칙에 의한 JND 시각 효과를 이용하였다. 밝기 값이 0에서 250 까지 변할 때 JND 역치는 4.0에서 34사이의 값을 갖게된다. 본 연구에서는 이 값을 기준으로 하고, 30 : 1 정도의 압축률을 갖도록 할 경우 초기 분할에서 3000개 정도의 영역을 갖는다는 가정하에, 8×8 영역하에 두개의 영역이 있을 경우 주변 밝기가 「어둡다」, 「중간 밝기」, 「밝다」일 때, 어느정도의 값 차가 있으면 분별할 수 있느냐를 값 설정의 기준으로 추가하였다. 이와 같이하여 「어둡다」, 「중간 밝기」, 「밝다」, 의 한계치로 8, 16, 24를 각각 선택하였다. 「어둡다」는 부분을 예로 들면, 어두운 부분을 매우 어둡다」, 「중간 정도 어둡다」, 「조금 어둡다」의 세가지의 membership 함수로 다시 나누었다. 그리고 각각의 구간은 0에서 8, 4에서 12, 8에서 16으로 하였다. 그러나 세로축의 가중치는 「어둡다」라는 부분이므로, 「매우 어둡다」의 경우 최대 1, 「중간 어둡다」의 경우 최대 0.7, 「「조금 어둡다」의 경우 최대 0.5로 하였다. 다른 밝기 값에 대해서도 위와 같은 방법으로 rule을 결정하였다.

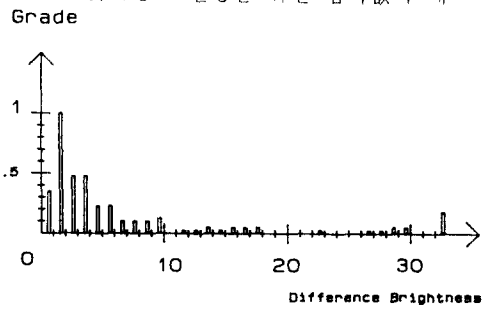
2. 입력값 결정

입력값은 fuzzy 추론시 「y는 B'이다」라는 사실에 해당되는 값이다. 영상 분할을 위한 rule로서 밝기 값과, 이웃 화소와의 밝기 차 값을 사용하였기 때문에, 사실을 나타내기 위한 입력값으로도 밝기값과, 이웃 화소간의 차이값을 사용하였다. 먼저 밝기값을 나타내기 위한 입력값으로는 8×8 국부 영역의 histogram을 그림5(a)와 같이 나타내었다.

그림에서 가로축은 화소의 gray 값을 나타내며, 그 간격은 0에서 120까지는 5의 gray값 간격으로 나누었으며, 120에서 150까지는 10간격, 그리고 150 에서 250까지는 20의 간격으로 나누었다. 이 간격은 인간 시각이 어두운 부분에 민감하다는 것을 고려하여 어두운 부분에서는 많이 나누고 밝은 곳은 적게 나누었다. 세로축은 최대 갯수를 1로하여 정규화 시켰다. 밝기 차 값을 나타내기 위한 입력값은 그림6의 마스크를 8×8 국부영역에 순차적으로 씌워나가며 I_0-I_1의 절대값과 I_0-I_2의 절대값을 구하여 가로축은 이 차이값을 0에서 32까지로 나타내고 세로축은 최대



(a) 밝기정도 결정을 위한 입력값의 예



(b) 최종 Ith 결정을 위한 입력값의 예

그림 5. 퍼지추론을 위한 입력값 설정
Fig. 5. Input value for fuzzy inference.

갯수를 1로 정규화하여 나타내었다. 그림5(b)는 가로, 세로 각각 80에서 87의 8×8 영역을 예로 든 히스토그램을 나타낸다. 그림5(b)는 이웃 화소간의 차이값이기 때문에 영상의 변화가 적은 영역에서는 Histogram 분포가 아래쪽으로 치우친다. 그래서 이 값을 입력으로 하여 두번째 추론에서는 서서히 변하는 영역에서는 역치값이 작아져서 분할이 많이 이루어 진다.

3. Fuzzy 추론

Fuzzy 추론 과정은 주어진 rule과 사실을 가지고 적합한 threshold 값을 결정하는 과정을 말한다. 이 과정은 min, max operation, defuzzification의 3 가지 과정으로 구성되어 있다. 이 과정을 주사 순서에 따른 100번째 8×8 영역을 예로 들어 설명하면 다음과 같다. 밝기값을 구하는 알고리듬[7]은 다음과 같다.

(1) 사실값(그림5(a))이 밝기값 결정규칙 1의 전건부(前件部)에 어느 정도 합치(matching) 되는가를 결정한다. 규칙1과 사실값과의 합치 정도는 다음 수식으로 구할 수 있다.

$$\alpha = \max(\min(A, B))$$

여기서 α는 합치정도이며, A는 결정 규칙 그리고

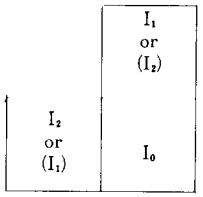


그림 6. 초기 분할에 사용된 창
Fig. 6. Window used in the initial segmentation.

B는 사실값 (입력값)이다. 그림 7(a)은 입력값의 밝기 결정 각 rule들과의 전체 합치를 (matching) 나타내었다.

(2) 사실 규칙 1의 조건에 합치되는 정도에 따라서 규칙1의 후건부(後件部)인 「어둡다」를 채용한다. 즉, 합치되는 정도로 규칙1의 후건부의 머리를 없앤다.

(3) 마찬가지로 사실을 규칙 2, 3에 비추어서 각각의 추론 결과를 얻는다. 이 과정을 그림 7(b), (c)에 나타내었다.

(4) 4개의 규칙은 「or」라는 접속사로 결합되어져 있다. 이것을 「4개의 추론 결과를 서로 겹쳐서 합성한다」로 해석한다. 이 과정을 통해 그림8에 나타낸 최종 추론 결과를 얻었다.

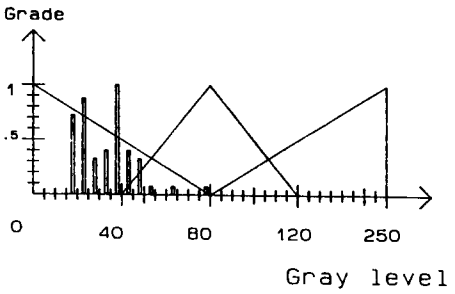
(5) 최종적인 추론의 결과로 얻어진 애매한 정보가운데서 핵심을 추출한다. 이것을 defuzzification이라고 한다. Defuzzification 방법으로는 membership 함수의 중심을 뽑는 것을 이용하였다. 이 중심은 membership 함수와 축으로 둘러싸여진 면적을 반으로 하는 장소를 뜻한다. 그림8에 membership 함수의 중심 위치를 ▲로 나타내었다.

실제 추론결과 35의 중심값을 얻을 수 있었다. 40 이하를 「어둡다」40에서 120사이를 「중간 밝기」, 120 이상을 밝다 라고 할 경우, 이 영역은 「어둡다」 영역에 속한다. 그러므로 「어둡다」에 해당되는 rule을 사용하여 두번째 fuzzy 추론을 거쳐야 된다. 추론 과정은 밝기 정도를 결정하는 과정과 동일하다. 이 추론결과 결정된 중심값은 영역 분할시 사용되는 threshold 값 Ith가 된다. 여기서 예로 사용한 영역에서는 7을 얻었다.

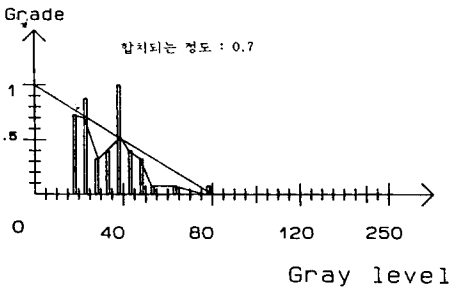
지금까지 언급된 fuzzy 추론을 이용한 초기 분할 알고리듬은 다음과 같다.

1) Fuzzy 추론을 이용하여 1024개의 8×8 국부 영역에서 threshold 값 Ith를 구한다.

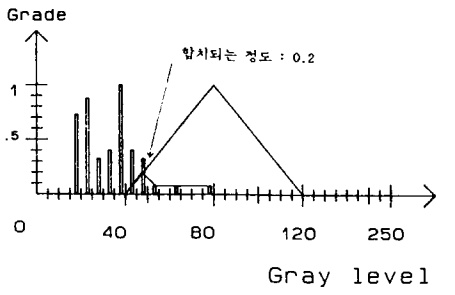
2) 주사순서에 따라 중심화소에 그림6의 창을 씌워 I_0와 밝기 차가 가까운 화소를 I_1으로, 나머지 화소를 I_2로 둔다.



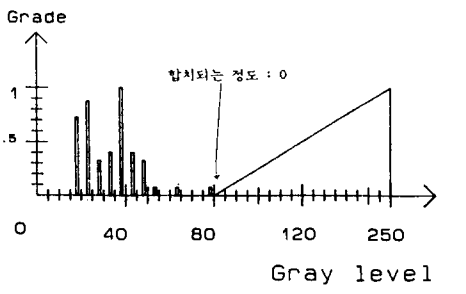
(a) 전체 데이타 matching



(b) 「어둡다」부분의 데이타 matching



(c) 「중간 밝기」부분의 데이타 matching



(d) 「밝다」부분의 데이타 matching

그림 7. 데이타 matching에 의한 밝기값 추론
Fig. 7. Brightness inference of data matching.

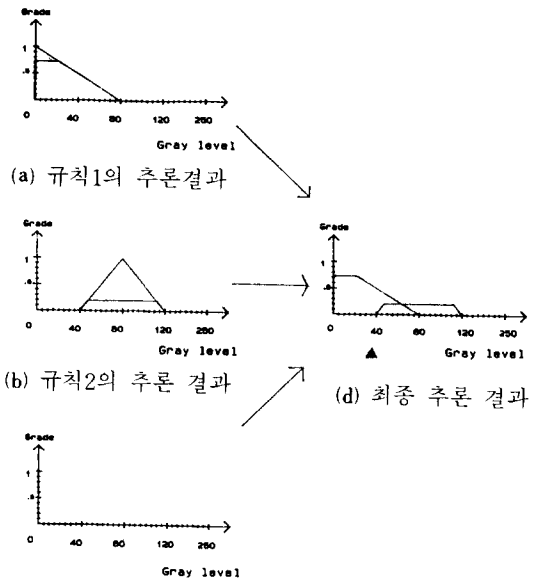


그림 8. 밝기 정도 결정을 위한 최종 추론
Fig. 8. Final inference for brightness decision.

3) 다음 식의 조건을 만족하면 두 영역을 병합한다.

$|I_0-I_1|<\alpha * Ith$

여기서 α값은 영상의 축소율을 결정하며, Ith 값은 과정1)에서 구한값이다.

4) 주사 순서가 끝나지 않았으면 과정 2)로 간다.

Ⅳ. 후처리 과정

후처리 과정은 앞서 초기 분할된 영역경계들 중 인간 시각 인식에 필수적인 영역 경계만을 추출하여, 부호화 적용시 고압축에서도 눈에 보기 좋은 재영상을 얻기 위한 필수적인 과정이다. 본 논문에서는 후처리시 회로 구현을 고려하여 그림9의 하나의 window로 국한하였다. 후처리 과정은 극소 영역 제거와 주어진 압축율을 만족시키기 위한 가장 유사한 영역과의 병합 과정으로 이루어 진다. 극소 영역은 영상정보를 거의 가지지 않는다고 판단하여 후처리 과정의 초기에 평균 밝기차가 가장 유사한 인접 영역에 병합시켜 영역을 최소화하고 다음 과정의 수행 횟수를 감소시켰다. 가장 유사한 영역과의 병합 기준으로서는 영역의 평균 밝기 차 및 영역간의 최대, 최소 차를 사용하였다. 이 때, 이들 각 병합 기준에 JDN 역치를 이용하므로써 밝은 곳에서는 영역경계를 단순

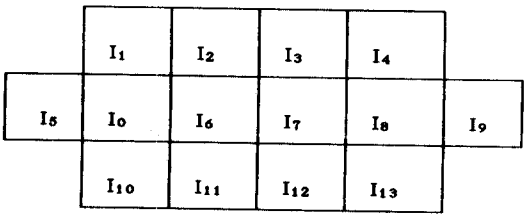


그림 9. 후처리에 사용된 창
Fig. 9. Window used on the post segmentation.

화하고, 어두운 곳에서는 자세히 분할하였다. 후처리 알고리듬은 다음과 같다.

1) 주사순서에 따라 중심 화소를 선택한다.

2) 중심 화소에 그림9의 창을 씌워 I_0가 I_1, I_5, I_9와 다르고, I_{10}~I_{13} 중 2개 이상의 영역과 다를 경우 극소 영역으로 간주한다.

3) 극소 영역으로 선택되면 mask내에서 I_0와 동일한 값들은 I_0와 다른 값들 중 가장 가까운 값으로 병합시킨다.

4) 주사가 끝났으면 단계 5로 가고, 아니면 단계 1로 간다.

5) 극소 영역을 제거한 결과가 기대한 영역수만큼 분할되지 않으면 주사 순서에 따라 중심 영역을 I_0라 두고, I_0가 I_1, I_5와 다르면 병합 후보 지역으로 간주한다.

6) 병합 후보지역으로 선택된 경우 중심 영역과 평균 밝기차가 가장 작은 영역을 선택한다. 두 영역을 병합했을 경우의 최대값과 최소값을 max, min 이라 두고 다음 조건을 만족하면 두 영역을 병합한다.

$JDN(I)=4.0+0.12301*I$

$max-min<\alpha * JDN((max+min)/2)$

여기서 α는 영상의 축소율 결정을 결정하며, I는 기준 밝기이다.

7) 주사가 끝났으면 단계 8로 가고, 아니면 단계 5로 간다.

8) 기대한 영역수 만큼 분할되지 않으면 α값을 조금 증가시킨 후, 단계 5로 간다.

Ⅴ. 영상 부호화 및 재생

본 연구에서는 제안된 분할법으로 분할된 영상의 경계 정보를 부호화할 때 Eden과 Kocher가 평가한 바와 같이 경계 화소당 1.27 bit가 소요된다고 가정하였다. 그리고, 영역내부의 질감정보는 영역의 평균 밝기만을 8bit로 부호화하였다. 이렇게 하여 재생된

	(W/4) f(x-1,y)	
(W/4) f(x,y-1)	(1-W) f(x,y)	(W/4) f(x,y+1)
	(W/4) f(x+1,y)	

그림10. 평활화 알고리듬에서 사용된 다섯 화소
Fig. 10. Five points in iterative smoothing algorithm.

영상에서는 영역간의 계단형 밝기차가 다소 눈에 거슬리므로 수신측에서는 각 영역의 평균을 보존하면서 계단형 밝기차는 평활하는 필터링을 할 필요가 있다.

그림10에 주어진 중심화소 및 그 주위의 네 화소를 사용하여 다음과 같이 반복적으로 평활하면 어느 정도 부드러운 영상을 얻을 수 있다.

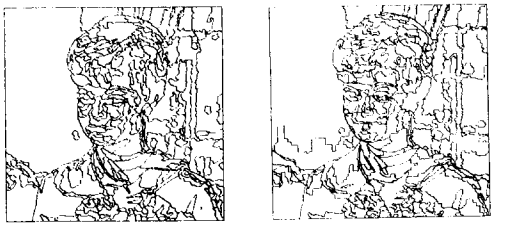
$$f^{(n+1)}(x,y) = (1-W) * f^{(n)}(x,y) + W/4 * \sum f^{(n)}(x,y)$$
$$f^{(n+1)}(x,y) = f^{(n+1)}(x,y) + [f^{(n)}(x,y) - f^{(n+1)}(x,y)]$$

여기서, $f(x,y)$는 영상내 (x,y) 위치의 화소가 갖는 밝기, $f(x,y)$는 평활된 영상내 (x,y) 위치의 화소가 갖는 밝기, 그리고 $f(x,y)$는 영상내 (x,y) 위치의 화소가 속하는 영역의 평균 밝기이다. 또한, n(또는 n+1)은 n(또는 n+1)번째 상태를 의미한다.

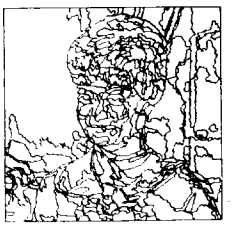
Ⅵ. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 제안된 방법의 효율성을 검토하고 기존의 방법들과 성능을 비교하고자, 256×256 크기의 8bit 양자화된 GIRL 영상에 대하여 시스템 메모리가 640Kbyte인 IBM/pc-386에서 C-언어로 실험을 수행하였다. 기존의 방법으로는 Horowitz의 분할법에 의한 분할법과 기존의 edge 기반 분할법을 사용하였다. 여기서 분합법에 의한 방법들은 Nagao 필터로써, 제안된 방법은 median 필터로써 각각 전처리 필터링을 하였다.

각 분합법에 의한 분할 결과와 재생된 영상의 품질을 비교하기 위하여 비트율을 동일하게 0.25bpp가 되도록 하였다. 그림11은 GIRL 영상에 대해 각 분합법에 의해 분할된 경계 영상이다. 제안된 분합법에 의한 결과 (c)에서는 단순화된 과정에도 불구하고 (a)나 (b)에 비해 목이나 얼굴 부분에서 인간의 시각 인식과 일치하는 영역 경계가 잘 추출된 것을 볼 수



(a) conventional edge-based (b) split-and-merge



(c) the proposed

그림11. 여러가지 방법들을 사용하여 GIRL 영상을 분할한 결과
Fig. 11. Result of segmenting GIRL image by various methods.

(a) original image (b) conventionl edge-based

(c) split-and-merge (d) the propsed

그림12. 그림11의 분할된 GIRL 영상을 사용하여 재생한 영상
Fig. 12. Reconstructed image using the segmented image of Fig. 11.

있다. 재생된 결과 영상인 그림12에서도 전체적으로 눈에 보기 좋은 영상을 얻었다.

Ⅷ. 결 론

본 연구에서는 hardware 구현을 전제로 하고, 인간의 시각적 특성을 고려한 분합법을 제안하였다. 제안된 분합법은 영상에 따른 자동 threshold값 설정을 위하여 fuzzy rule을 이용하였다. 그리고 hardware 구현을 용이하게 하고, 소요되는 시간을 단축하기 위하여 단순화된 2개의 mask를 사용하였다. 제안된 분합법은 기존의 Horowitz의 분합법이나 edge based 방법에 비해 단순화된 수행 과정에도 불구하고 HVS를 기반으로 했기 때문에 비교적 인간 시각 인식과 일치하는 영역 경계를 잘 추출하였다. 앞으로의 연구과제는 부호화시 평균값 이외의 값을 이용하는 것과 전체회로의 신경회로망을 이용한 hardware 구현이라할 수 있다.

參 考 文 獻

[1] S.A. Rajala et al., "Second generation image coding technique using human visual system base segmentation," *Proc. ICASSP'87, pp. 32.2.1-4,* 1987.

[2] W.H. Hong and N.C. Kim, "Image coding using HVS-based segmentation," *Proceedings of the KITE spring conference* 90, pp. 178-181, 1990.

[3] D.C.C. Wang et al., "Gradient inverse weighted smoothing scheme and the evaluation of its performance," *CGIP 15,* pp. 167-181, 1981.

[4] M. Nagao et al., "Edge preserving smoothing," *CYGIP 9,* pp. 394-407, 1979.

[5] G.W. Kwon and H.S. Chung, "Neural chip implementation of sorting circuit," *Journal of KITE,* vol. 27, no. 7, pp. 124-128, July 1990.

[6] S.L. Horowitz and T. Pavlidis, "Picture segmentation by a tree traversal algorithm," *Journal of ACM,* vol. 23, no. 2, pp. 368-388, Apr. 1976.

[7] P.J. King and E.H. Mandai "The application of fuzzy control systems to industrial processes," *Automatica,* vol. 13, no. 3, pp. 235-242, 1977.

著 者 紹 介

李 相 辰(準會員)
1967年生. 1989年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1991年 2月 경북대학교 전자공학과 대학원 졸업. 현재 삼성전관에 근무중. 주관심분야는 영상 신호처리, 신경회로망 및 퍼지 논리 등임.

●

黃 成 煮(準會員)
1968年 5月 18日生. 1990年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 현재 경북대학교 대학원 석사과정 중. 주관심분야는 퍼지 논리, 영상신호처리 등임.

呂 之 煥(正會員)
1951年 5月 15日生. 1975年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1977年 8月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1985年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료. 현재 대구대학교 전자공학과 부교수. 주관심분야는 반도체 소자 및 VLSI 칩 설계, 신경회로망, 퍼지논리 등임.

●

鄭 鎬 宣 (正會員) 第26卷 第6號 參照
현재 경북대학교 교수