

□ 特 輯 □

# Fuzzy Logic을 이용한 영상분할 알고리즘

경북대학교 전자공학과 황 실 훈 정 호 선\*

## 목 차

I. 서 론	V. 영상부호화 및 재생
II. 영역기반 분할	VI. 실험결과 및 고찰
III. Fuzzy 추론을 이용한 초기분할	VII. 결 론
IV. 후처리 과정	

### I. 서 론

영상신호 압축은 화상전화나 HDTV 등에 널리 이용되고 있으며, 압축기법에는 크게 영상의 통계적 특성을 이용하는 1세대 기법과 영상의 시각적 특성을 이용하는 2세대 기법[1, 2]으로 나눌 수 있다. 1세대 기법은 10:1까지의 압축률에서는 만족할 만한 품질의 영상을 얻을 수 있으나, 압축률이 더 높아지게 되면 그 품질이 급격히 떨어지기 시작한다[3, 4]. 개선된 2세대 부호화 기법에서는 높은 압축률에서도 시각적으로 우수한 품질을 유지할 수 있도록 하기 위하여, 인간의 시각이 물체의 내부 질감(texture)보다는 그것을 둘러싸고 있는 영역의 경계(contour)에 민감하다는 특성을 이용한다. 이 특성을 이용하여 우선 영상을 분할한 후 영역 경계와 개략적인 내부의 질감 정보로 분리하여 부호화한다[3, 4, 6]. 이 2세대 부호화 기법중 대표적인 방법으로는 영역기반 부호화 기법이 있다. 이 기법에서는 주어진 영상을 밝기 값이 유사한 영역으로 분할한 후, 각 영역의 경계 정보와 개략적인 질감 정보를 추출하여 이를 부호화한다. 두

영역을 분할하기 위한 유사성의 척도를 알기 위해 Rajala[5]의 centroid linkage 분할법과 JND(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 그 자체가 영상의 통계적 성질을 이용한 객관적인 방법이기 때문에 인간 시각에 민감한 영역 경계를 잘 추출하지 못하는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 인간의 시각은 밝기 차가 큰 경계에 민감하다는 특성을 이용하여 화소간의 밝기 차를 주된 분할 기준으로 사용한다. 또한 밝기 차가 서서히 변하는 친이 영역에서도 잘 분할되도록 영역 분할 기준으로서 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 있으나, 많은 수식을 사용하게 되어 실시간 처리를 위한 하드웨어 시스템을 구현하는데 어려움이 많다.

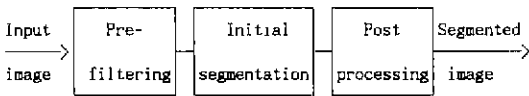
본 논문에서는 fuzzy logic을 이용하여 인간 시각 특성을 고려한 효율적인 새로운 영상압축 방법을 제안하고

\*정 회 원

자 한다. 이 방법에서는 인간의 시각 특성이 어두운 곳에서는 민감하고 밝은 곳에서는 비교적 덜 민감하다는 것을 이용하여 1단계의 fuzzy rule을 만들고 이를 8×8의 국부영역의 밝기 정도에 따라 어둡다, 적당하다, 밝다의 3가지로 설정한다. 그 다음 Rajala가 제안한 JND (I)값과 위 3가지 밝기 정도에서 각각 어느 정도 밝기차를 분별할 수 있는지를 조사하여 2단계의 fuzzy rule을 만든다. 이 rule을 8×8 국부영역에 적용하여 영역분할을 위한 최종 threshold값을 계산하여 GIRL 영상을 30:1로 압축하고자 한다. 이와 같은 fuzzy 추론에 의한 영상분할 방식은 rule 작성시 인간의 시각특성을 효율적으로 고려할 수 있도록, 퍼지하드웨어시스템으로 구현이 가능하다.

## II. 영역 기반 분할법

제안된 분할법은 (그림 1)에 나타난 것과 같이 전처리 필터링, 초기분할 및 후처리의 세 과정으로 구성되어 있다. 먼저, 전처리 필터링에서는 영상에 존재하는 국부 영상잡음들을 제거하고 영상에지들을 선명화하여 분할시 수많은 소영역이 발생하는 것을 방지한다. 다음 초기분할에서는 화소간의 밝기차와 fuzzy rule을 사용하여 효율적으로 세밀하게 영상을 분할한다. 또한 후처리 과정에서는 인간시각 인식에 중요하지 않는 영역 경계를 단순화하여 필수적인 영역 경계만을 얻는다.



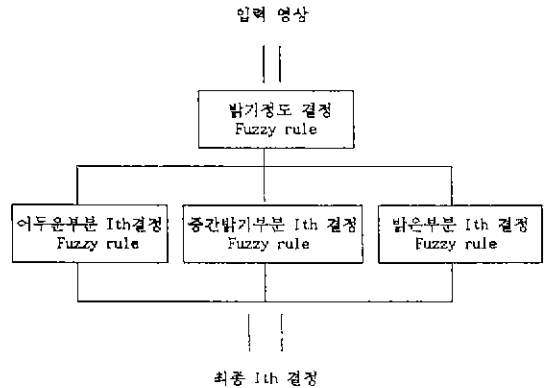
(그림 1) 영역기반 영상분할의 구성도

전처리 필터링을 위하여 주로 많이 사용된 필터로는 매디안 필터, GIW (gradient-inverse weighted) 필터 및 Nagao 필터 등이 있다. 본 연구에서는 임펄스성 잡음을 잘 제거하고, 국부적 영상도 비교적 잘 제거하며 하드웨어 구현에 있어서 위에서 열거한 타 필터에 비해 쉬운 매디안 필터를 사용하였다.

## III. Fuzzy 추론을 이용한 초기분할

퍼지추론 방법에는 전향 추론과 후향 추론의 두 종류가 있다. 본 연구에서는 임정한 크기의 영상에서 밝기

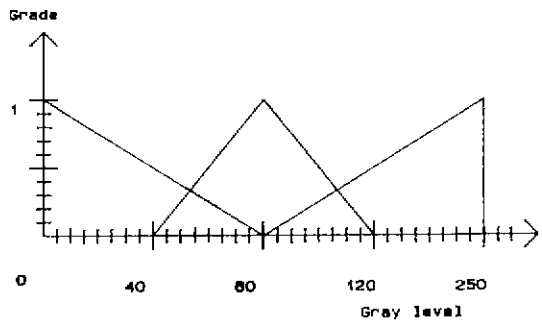
정도와 이웃 화소간의 밝기 차가 주어질 때, 영상분할을 위한 threshold값을 유추하는 전향 추론 방법을 사용하였다. 이와 같은 전향 추론 방법을 사용한 threshold값 결정 순서는 (그림 2)와 같고 2단계의 fuzzy 추론을 하였다. 첫번째 추론에서는 영상의 밝기 정도를 결정하고, 두번째 추론 과정에서는 밝기 정도에 적합한 threshold값(Ith)을 추론한다.



(그림 2) Fuzzy rule 적용 순서도

### 3.1 Fuzzy rule의 설정

Fuzzy rule은 인간의 시각특성을 이용하여 영상으로부터 가장 필요한 essence만을 추출해 내고, 이를 membership함수의 형태로 나타낸다. 영상분할에 있어서 두 영역을 결합하기 위한 유사성의 척도를 결정하는데 필요한 인간의 시각특성으로는 인간의 시각이 밝기에 어느 정도 민감하느냐와, 주어진 밝기에서 이웃 화소간에 어느 정도의 밝기값 차를 분별할 수 있는나이다. 영상의 밝기를 결정하기 위한 fuzzy rule을 (그림 3)에 나타내었다.



(그림 3) 밝기값 결정을 위한 퍼지룰

밝기값을 결정하기 위한 결정 규칙은 다음과 같다.

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

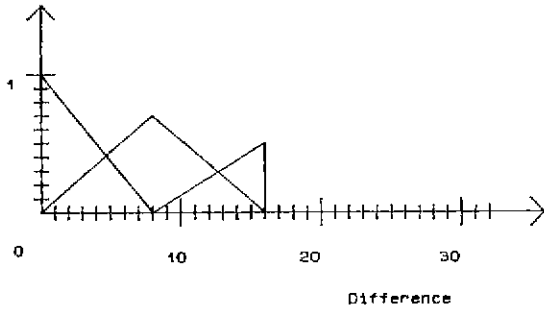
규칙 2: 밝기값의 히스토그램 분포가 중간 부분에 많으면 중심값의 gray level을 낮게(40에서 80 사이) 되도록 한다.

규칙 3: 밝기값의 히스토그램 분포가 높은 부분에 많으면 중심값의 gray level을 낮게(80에서 255 사

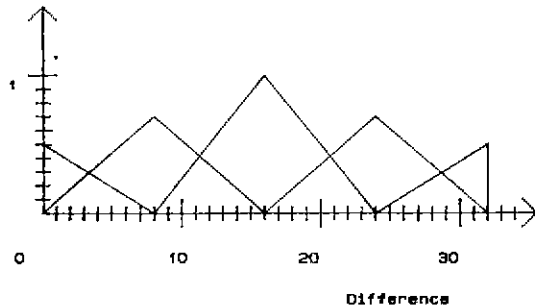
이) 되도록 한다.

이 그림에서 가로축은 화소의 gray level을 나타내고 세로축은 가중치를 나타낸다. 인간의 시각이 어두운 부분에 민감하다는 사실을 고려하여, 화소의 gray level값이 0에서 80 사이에서는 어둡다는 membership함수가 위치하고, 40에서 120 사이에서는 중간 밝기의 membership함수가 위치한다. 그리고 80에서 255 사이에서는 밝다는 membership함수가 존재한다. 어둡다는 membership함수를 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 membership함수도 이와 같은 기법으로 만들었다. (그림 4)의 (a), (b), (c)는 각각 「어둡다」, 「중간 밝기」, 「밝다」라는 부분의 fuzzy rule을 나타낸다. 이 rule은 두번째 fuzzy 추론에 사용될 규칙이며, 어두운 밝기에서는 역치값(ith)을 작게 하며 밝은 곳에서는 역치값을 증가시켜 효율적인 분할이 이루어지도록 rule을 만들었다.

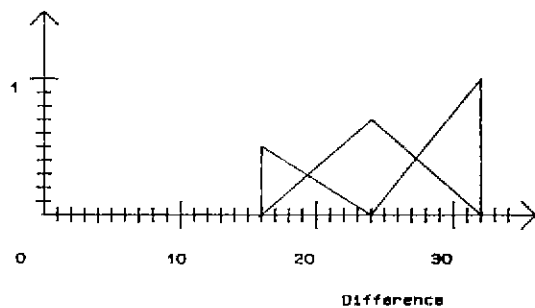
이 그림의 가로축은 이웃 화소간의 밝기 차이값을 나타내고 세로축은 가중치를 나타낸다. 가로축의 값 설정에 있어서는 두 화소간의 밝기간의 특성을 분할의 기준으로 고려하기 위해서, JND와 빛 자극이 정규 가시범위(normal viewing dynamic range)내에서는 근사적으로 비례한다는 Weber의 법칙에 의한 JND 시각 효과를 이용하였다. 밝기 값이 0에서 255까지 변할 때 JND 역치는 4.0에서 34 사이의 값을 갖게 된다. 본 연구에서는 이 값을 기준으로 하고 30:1 정도의 압축률을 갖도록 할 경우 초기분할에서 3,000개 정도의 영역을 갖는다는 가정하에, 8×8 영역하에 두개의 영역이 있을 경우 주변 밝기가 「어둡다」, 「중간 밝기」, 「밝다」일 때, 어느 정도의 값 차이가 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 membership함수로 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 대해



(a) 「어둡다」부분의 Ith 결정을 위한 퍼지룰



(b) 「중간 밝기」부분의 Ith 결정을 위한 퍼지룰



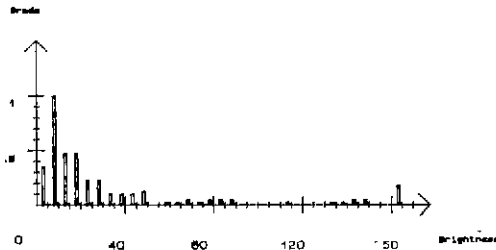
(c) 「밝다」부분의 Ith 결정을 위한 퍼지룰

(그림 4) Ith 결정을 위한 퍼지룰

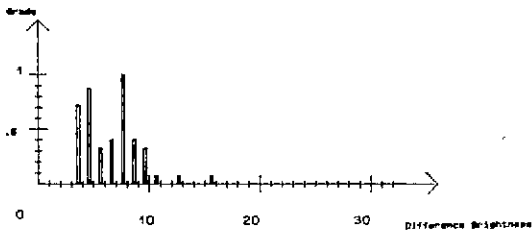
서도 위와 같은 방법으로 rule을 결정하였다.

### 3.2 입력값 결정

영상 분할을 위한 rule로서 밝기값과 이웃 화소와의 밝기 차값을 사용하였기 때문에, 사실을 나타내기 위한 입력값으로도 밝기값과, 이웃 화소간의 차이값을 사용하였다. 먼저 밝기값을 나타내기 위한 입력값으로는 8×8 국부영역의 histogram을 (그림 5)의 (a)와 같이 나타내었다.



(a) 밝기정도 결정을 위한 입력값의 예

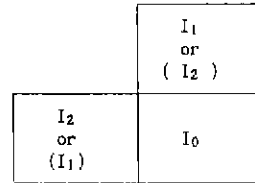


(b) 최종 lth 결정을 위한 입력값의 예

(그림 5) 퍼지추론을 위한 입력값 설정

그림에서 가로축은 화소의 gray값을 나타내며, 그 간격은 0에서 120까지는 5의 gray값 간격으로 나누었으며, 120에서 150까지는 10간격, 그리고 150에서 250까지는 20의 간격으로 나누었다. 이 간격은 인간시각이 어두운 부분에 민감하다는 것을 고려하여 어두운 부분에서는 많이 나누고 밝은 곳은 적게 나누었다. 세로축은 최대 갯수를 1로 하여 정규화시켰다. 밝기 차값을 나타내기 위한 입력값은 (그림 6)의 마스크를 8×8 국부영역에 순차적으로 씌어나가며  $I_0 - I_1$ 의 절대값과  $I_0 - I_2$ 의 절대값을 구하여 가로축은 이 차이값을 0에서 32까지로 나타내고 세로축은 최대 갯수를 1로 정규화하여 나타내었다. (그림 5(b))는 가로, 세로 각각 80에서 87의 8×8 영역을 예로 든 히스토그램을 나타낸다. (그림 5(b))는

이웃 화소간의 차이값이기 때문에 임시의 변화가 적은 영역에서는 histogram 분포가 아래쪽으로 치우친다. 그래서 이 값을 입력으로 하여 두번째 추론에서는 서서히 변하는 영역에서는 역치값이 작아져서 분할이 많이 이루어진다.



(그림 6) 초기 분할에 사용된 참

Fuzzy 추론 과정은 주어진 rule과 사실을 가지고 적합한 threshold값을 결정하는 과정을 말한다. 이 과정은 min, max operation, defuzzification의 3가지 과정으로 구성되어 있다. 이 과정을 주사순서에 따른 100번째 8×8 영역을 예로 들어 설명하던 다음과 같다. 밝기값을 구하는 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) 사실값(그림 5(a))이 밝기값 결정규칙 1의 전진부에 어느 정도 합치(matching)되는가를 결정한다. 규칙 1과 사실값과의 합치정도는 다음 수식으로 구할 수 있다.

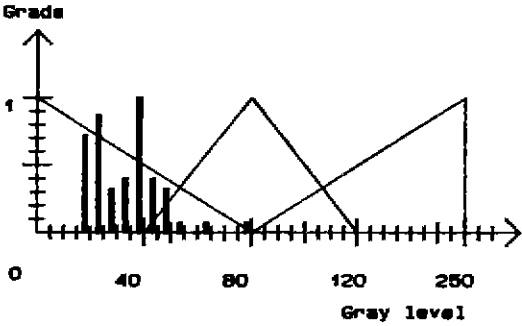
$$\alpha = \max(\min(A, B))$$

여기서  $\alpha$ 는 합치정도이며, A는 결정 규칙 그리고 B는 사실값(입력값)이다. (그림 7(a))는 입력값과 밝기 결정 각 rule들과의 전체 합치정도를 나타내었다.

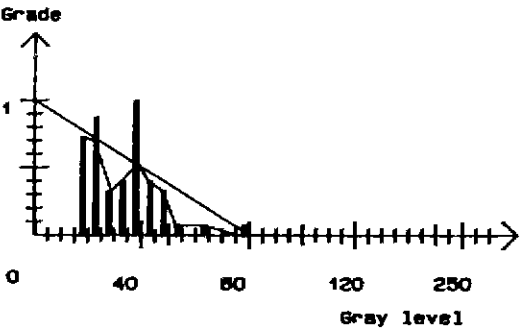
- (2) 사실 규칙 1의 조건에 합치되는 정도에 따라서 규칙 1의 후진부인 「어둡다」를 채용한다. 즉, 합치되는 정도로 규칙 1의 후진부의 비리부분을 자른다.
- (3) 마찬가지로 사실을 규칙 2, 3에 비추어서 각각의 추론 결과를 얻는다.

이 과정은 (그림 7)의 (b), (c)에 나타내었다.

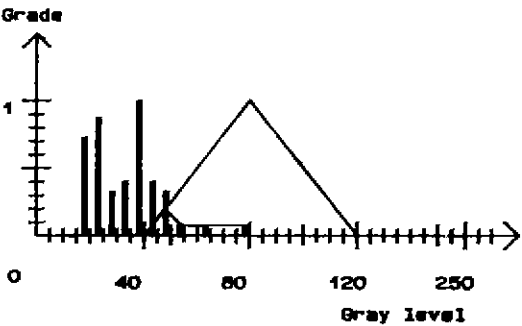
- (4) 4개의 규칙은 「or」라는 접속사로 결합되어져 있다. 이것을 「4개의 추론 결과를 서로 겹쳐서 합성한다」로 해석한다. 이 과정을 통해 (그림 8)에 나타낼 최종 추론 결과를 얻는다.
- (5) 최종적인 추론의 결과로 얻어진 애매한 정보 가운데서 핵심을 추출한다.



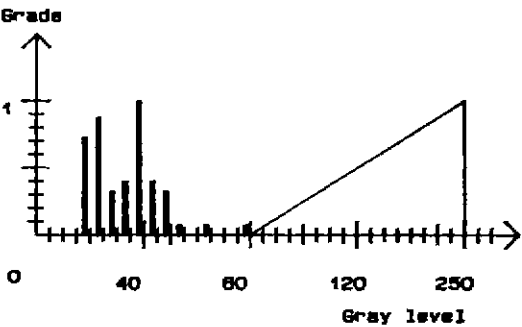
(a) 전체 데이터 matching



(b) 「어둡다」 부분의 데이터 matching



(c) 「중간 밝기」 부분의 데이터 matching

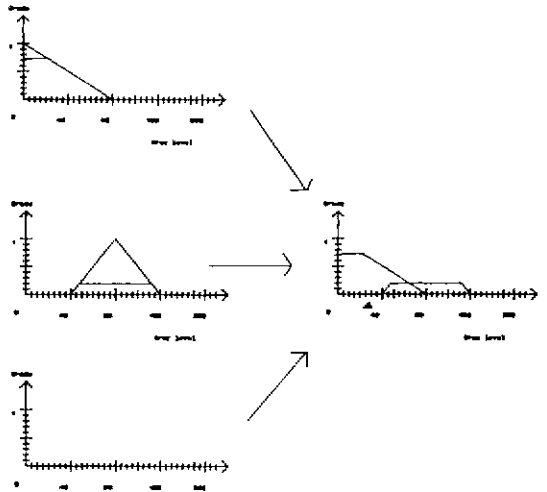


(d) 「밝다」 부분의 데이터 matching

(그림 7) 데이터 matching에 의한 밝기값 추론

이 defuzzification 방법에서는 membership 함수의 중심을 찾는 것이 되며, 이 중심은 membership 함수와 축으로 둘러싸여진 면적을 반으로 하는 장소를 뜻한다. (그림 8)의 membership 함수의 중심 위치를 ▲로 나타내었다.

실제 추론 결과 35의 중심값을 얻을 수 있었다. 40 이하를 「어둡다」, 40에서 120 사이를 「중간 밝기」, 120 이상을 「밝다」라고 할 경우, 이 영역은 「어둡다」 영역에 속한다. 그러므로 「어둡다」에 해당되는 rule을 사용하여 두 번째 fuzzy 추론을 거쳐야 된다. 추론 과정은 밝기 정도를 결정하는 과정과 동일하다. 이 추론결과 중심값은 영역분할시 사용되는 threshold 값  $I_{th}$ 가 된다. 여기서 예로 사용한 영역에서는 7을 얻었다.



(그림 8) 밝기 정도 결정을 위한 최종 추론

지금까지 언급된 fuzzy 추론을 이용한 초기 분할 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) Fuzzy 추론을 이용하여 1,024개의  $8 \times 8$  국부영역에서 threshold 값  $I_{th}$ 를 구한다.
- (2) 주사순서에 따라 중심화소에 (그림 6)의 창을 띄워  $I_0$ 의 밝기 차가 가까운 화소를  $I_1$ 으로, 나머지 화소를  $I_2$ 로 둔다.
- (3) 다음 식의 조건을 만족하면 두 영역을 병합한다.

$$|I_0 - I_1| < \alpha * I_{th}$$

여기서  $\alpha$ 값은 영상의 축소율을 결정하며,  $I_{th}$ 값은 과정 (1)에서 구한 값이다.

- (4) 주사순서가 끝나지 않으면 과정 (2)로 간다.

#### IV. 후처리 과정

후처리 과정은 앞서 초기 분할된 영역경계들 중 인간 시각 인식에 필수적인 영역경계만을 추출하여 부호화할 때 많은 영상압축에서도 눈에 보기 좋은 영상을 재현하기 위한 필수적인 과정이다. 본 논문에서는 후처리 시 회로 구현을 고려하여 (그림 9)의 같이 하나의 window로 국한하였다. 후처리 과정은 극소 영역 제거와 주어진 압축률을 얻기 위한 가장 유사한 영역과의 병합과정으로 이루어 진다. 극소 영역은 영상정보를 거의 가지지 않는다고 판단하여 후처리 과정의 초기에 평균 밝기 차와 가장 유사한 인접 영역에 병합시켜 영역을 최소화 하고 다음 과정의 수행 횟수를 감소시켰다. 가장 유사한 영역과의 병합 기준으로는 영역의 평균 밝기 차 및 영역간의 최대, 최소 차를 사용하였다. 이 때, 이들 각 병합 기준에 JND 역치를 이용함으로써 밝은 곳에서는 영역경계를 단순화하고, 어두운 곳에서는 자세히 분할하였다.

후처리 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) 주사순서에 따라 중심 화소를 선택한다.
- (2) 중심 화소에 (그림 9)의 창을 띄워  $I_0$ 가  $I_1, I_2, I_3$ 와 다르고,  $I_{10} \sim I_{13}$  중 2개 이상의 영역과 다를 경우 극소 영역으로 간주한다.
- (3) 극소 영역으로 선택되면 mask내에서  $I_0$ 와 동일한 값들은  $I_0$ 와 다른 값들 중 가장 가까운 값으로 변환시킨다.
- (4) 주사가 끝났으면 단계 (5)로 가고, 아니면 단계 (1)로 간다.
- (5) 극소 영역을 제거한 결과가 기대한 영역수만큼 분할되지 않으면 주사순서에 따라 중심 영역을  $I_0$ 라 두고,  $I_0$ 가  $I_1, I_2$ 와 다르면 병합 후보 지역으로 간주한다.
- (6) 병합 후보지역으로 선택된 경우 중심 영역과 평균 밝기 차가 가장 작은 영역을 선택한다. 두 영역을 병합했을 경우의 최대값과 최소값을  $\max, \min$ 이라 두고 다음 조건을 만족하면 두 영역을 병합한다.

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

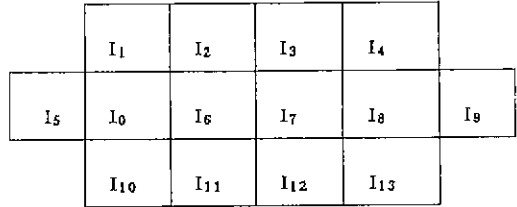
$$| \max - \min | < \alpha * JND((\max + \min) / 2)$$

여기서  $\alpha$ 는 영상의 축소를 결정을 결정하며,  $I$ 는 기준 밝기이다.

- (7) 주사가 끝났으면 단계 (8)로 가고, 아니면 단계 (5)

로 간다.

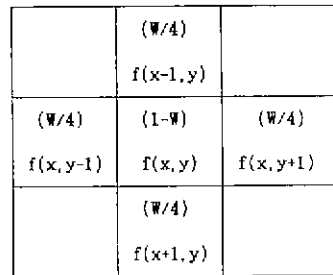
- (8) 기대한 영역수만큼 분할되지 않으면  $\alpha$ 값을 조금 증가시킨 후, 단계 (5)로 간다.



(그림 9) 후처리에 사용된 창

#### V. 영상 부호화 및 재생

본 연구에서는 세안된 분할번으로 분할된 영상의 경계 정보를 부호화할 때 Eden과 Kocher가 평가한 바와 같이 정계 화소당 1.27bit가 소요된다고 가정하였다. 그리고, 영역내부의 질감정보는 영역의 평균 밝기만을 8bit로 부호화하였다. 이렇게 하여 재생된 영상에서는 영역간의 계단형 밝기차가 다소 눈에 거슬리므로 수신측에서는 각 영역의 평균을 보존하면서 계단형 밝기차를 평활하는 필터링을 할 필요가 있다.



(그림 10) 평활화 알고리즘에 사용된 다섯 화소

(그림 10)에 주어진 중심 화소 및 주위에 네 화소를 사용하여 다음과 같이 반복적으로 평활하면 어느 정도 부드러운 영상을 얻을 수 있다.

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

$$f^{(n+1)}(x, y) = f^{(n+1)}(x, y) + [f^{(n)}(x, y) - f^{(n-1)}(x, y)]$$

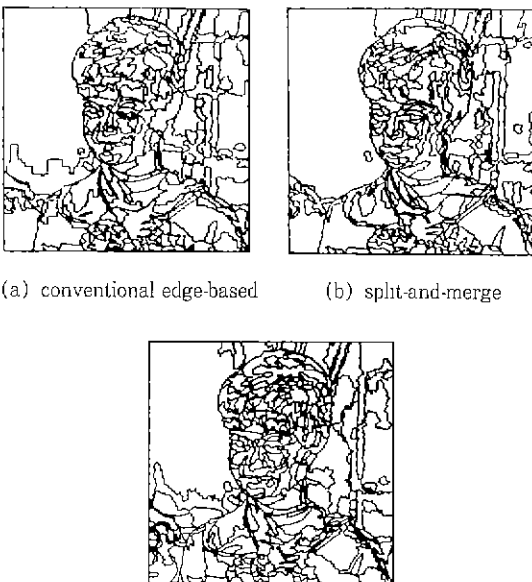
여기서,  $f(x, y)$ 는 영상내  $(x, y)$  위치의 화소가 갖는

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

VI. 실험 결과 및 고찰

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

각 분합법에 의한 분할 결과와 재생된 영상의 품질을 비교하기 위하여 비트율은 동일하게 0.25bpp가 되도록 하여 30:1로 영상압축을 하였다. (그림 11)은 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 추출되는 것을 볼 수 있다. 개선된 결과 영상인 (그림 12)에서도 전



(그림 11) 30:1로 영상을 분할한 결과

체적으로 눈에 보기 좋은 영상을 얻었다.



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



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

(그림 12) 30:1로 압축하여 재생한 GIRL 영상

VII. 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, 소모되는 시간을 단축하기 위하여, 단순화된 2개의 mask를 사용하였다. 제안된 분합법은 기존의 Horowitz의 분합법이나 edge based 방법에 비해 단순화된 수행 과정에도 불구하고 HVS를 기반으로 했기 때문에 30:1의 압축률에서도 비교적 인간 시각 인식과 일치하는 영역 경계를 잘 추출하였다. 그리고 퍼지방식을 이용하여 압축한 것은 split nad merge 방식과 별로 차이가 없음을 복원된 영상으로부터 볼 수 있었다. 앞으로의 연구과제는 전계시스템을 퍼지침으로 제작하는 것이다.

참 고 문 헌

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," CVGIP 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, April 1976.
7. P. J. King and E. H. Mandani, "The application of fuzzy control systems to industrial processes," Automatica, Vol. 13, No. 3, pp. 235~242, 1977.



황 성 훈

1990년 2월 경북대학교 전자  
공학과 학사  
1992년 2월 경북대학교 전자  
공학과 석사  
관심분야 : 영상압축, 퍼지논리  
시스템



정 호 선

1969년 2월 인하대학교 전기  
공학과 졸업  
1975년 2월 서울대학교 대학  
원 전자공학과 석사학위 취  
득  
1980년 10월 프랑스 ENSE-  
EIHT 전자공학과 박사학위

취득

1976년 5월~현재 경북대학교 공과대학 전자공학과 교  
수

관심분야 : CAD 시스템 개발, 신경회로망의 VLSI구현,  
문자인식 시스템, 음성인식 시스템 및 퍼지 시스템 개  
발 등