
퍼지 논리를 이용한 잡음 제거 및 에지 검출

이혜정* · 정성태** · 정석태**

Noise Elimination and Edge Detection based on Fuzzy Logic

Hea-Jung Lee* · Sung-tae Jung** · Suck-tae Joung**

이 논문은 2002년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서연구 되었음

요 약

영상 인식에 있어 에지는 중요한 부분을 차지하고 있으며, 에지 검출 방법에 대하여 많은 연구가 진행되고 있다. 그럼에도 불구하고 에지는 응용분야에 따라 검출 범위가 달라 정확한 에지 검출은 여전히 어려운 문제로 남아 있다. 이러한 해결해야할 문제 중 하나가 잡음이 존재하는 영상에서의 에지 검출이다. 본 논문에서는 퍼지 논리를 기반으로 같은 구조 안에서 잡음을 제거하고 에지를 검출하는 방법을 제시하였다. 제안한 방법은 두 단계로 이루어졌으며 첫 번째는 필터링 작업으로 3×3 마스크를 수직, 수평, 대각의 3방향으로 단순화하고 퍼지의 MIN-MAX 연산자를 이용하여 평균을 구한 뒤, 평균값을 적용하여 잡음이 존재하는 원 영상으로부터 잡음제거를 실행하고, 두 번째로 확장된 퍼지의 샤논 함수를 이용하여 에지 검출을 실행하였다.

ABSTRACT

The edge detection has been so far under a lot of studies on its methods, as a very important part of image recognition. Never the less the correct detection of the edge has been yet a difficult problem because of the various scopes of detection according to the applied field. One of those problems to be solved is the edge detection in images with noise. This paper presents an efficient method which removes noise and detect edge in the same framework based on fuzzy logic. The method consists of two steps. First, an efficient filtering is applied to eliminate the noise from original image. The filtering is performed by utilizing fuzzy MIN-MAX operator in three directions such as vertical, horizontal and diagonal angle of 3×3 mask. Second, edges are detected by using extended fuzzy Shanon Function.

키워드

잡음제거, 에지검출, 퍼지논리

1. 서 론

물체를 인식하는 것은 시스템이 복잡한 이미지를 이해하기 위한 매우 중요한 단계로서, 영상해석의 하위단계에서 얼마만큼 정확하고 유용한 정보를 찾아주

느냐에 따라 크게 달라질 수 있는데 이때 얻어지는 중요한 정보가 에지이다. 에지는 영상 내에서 두 영역 사이의 경계에 위치한 점들을 의미하며 에지 검출은

*원광대학교 대학원 컴퓨터공학과

**원광대학교 공과대학 전기전자 및 정보공학부

영상 인식에 핵심이 되는 분야이다. 영상 인식에서 에지 검출이 중요한 이유는 인간의 시각 시스템은 물체를 인식하는데 있어 대강의 윤곽선만으로도 물체의 인식이 가능하므로 영상을 에지로 표현하면 영상 속의 물체 형태에 관한 정보를 그대로 유지하면서 영상 인식 상위단계에서 처리해야 할 자료의 양을 많이 줄일 수 있고, 많은 물체 인식 알고리즘과 쉽게 결합 가능하다는 장점을 가지고 있기 때문이다.^[1] 지금까지 에지 검출에 대한 많은 연구가 되어 왔음에도 불구하고 에지는 응용분야에 따라 검출 범위가 다르고 영상 내에 존재하는 에지는 다양한 형태로 표현될 수 있으며 에지 픽셀의 여부가 명암의 변화만으로 결정되기 때문에 노이즈 등의 영향으로 에지의 정의를 정확하게 규명하기 어렵다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 여러 방법들이 연구되었고, 그중 미분 연산자를 이용한 소벨(Sobel)과 라플라시안(Laplacian)기법이 대표적이다.^[2] 하지만 이러한 기법들은 잡음영상에서의 에지 검출시 전처리 단계로서 잡음을 제거하기 위한 필터링 작업으로 가우시안 함수를 사용하고 평활화 기능을 수행해야 한다. 그러므로 이로 인해 실제 경계점의 위치를 정확하게 찾기가 더욱 어려워진다. 본 논문에서는 미분연산자만을 사용하는 에지 검출 방법에서 탈피하여, 잡음이 있는 영상에서의 에지검출에 있어 데이터 안에 존재하는 잡음에 의한 손상을 최대한 줄이고 에지를 검출하기 위한 방안으로 퍼지를 이용하는 방법을 선택하여, 같은 구조에서 에지검출과 잡음 제거를 위한 작업들을 효과적으로 수행하도록 하였다. 그 결과 미분 연산자를 이용한 방법과는 달리 세밀한 결과를 얻을 수 있었으며 이를 이용한 처리 또한 기존 방법보다 좋은 결과를 보여주었다.

2장에서는 에지 검출의 관련연구에 대하여 설명하고 3장에서는 퍼지를 이용하여 제안된 에지 검출 방법을 기술하며, 4장에서 실험에 의한 결과들을 산출하고 결론을 맺는다.

II. 에지 검출의 연구 동향

에지란 영상 안에서 영역의 경계를 나타내는 특징으로 픽셀 밝기의 불연속점을 나타내며 물체의 윤곽에 대응되고, 많은 정보를 가지고 있으며 물체의 위치, 모양, 크기, 표면의 무늬 등에 대한 정보를 알려준다.

즉, 빛의 반사 정도가 물체와 배경의 경계를 사이에 두고 밝기 차가 눈에 띄게 나타나기 때문에 이 밝기의 차로 인간은 물체와 배경을 구분한다. 에지에 해당하는 픽셀을 구하는 방법을 에지 검출이라 하는데 검출 기법도 에지의 종류에 따라 달라진다. 즉, 처리할 대상마다 기법을 변형하고 응용하여 적합한 에지 검출 방법을 적용하면 좀더 좋은 영상을 얻게 된다. 그림 1에서는 밝기변화에 의한 에지의 기울기를 나타내고 있다.

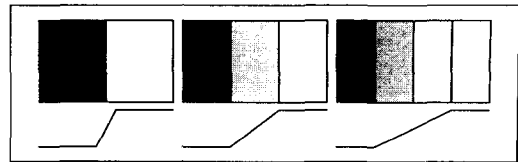


그림 1. 밝기에 따른 기울기의 변화
Fig. 1 Change of slant by brightness

이러한 기울기에 의해 에지가 검출되므로 기존의 일반적인 에지 검출 방법은 편미분 연산자를 사용한다. 하지만 미분 연산자를 이용한 밝기 값의 변화를 고려하여 에지를 찾아내는 방법과 편미분 연산을 이용하여 미분값을 구하는 방법들은 직접적인 계산이 필요하여 복잡하다. 이를 위해 미분연산자의 역할을 해주는 마스크가 등장하였는데 이는 빠른 계산을 수행하므로 효과적이다. 마스크란 영상 안에서 일정부분에 위치시키기 위한 행렬모양을 한 구조체로 3×3, 5×5, 16×16 등과 같은 정방 행렬을 사용한다. 미분 연산자에 따라 마스크의 형태도 각각 다른데 각 마스크의 공통된 특징은 마스크 정방행렬의 모든 원소 값의 합은 0이라는 것이다. 이를 이용한 대표적인 기법이 소벨과 라플라시안 기법이다.

응용분야에 맞는 에지를 검출하는 것은 영상 처리 분야에서 매우 중요한 문제 중의 하나이다. 에지 검출을 위해 널리 사용되는 방법 중 하나인 Marr & Hildreth 연산자^{[3][4]}는 가우시안 필터를 사용하여 필터링 작업을 수행한 후, 라플라시안 연산자를 이용하여 필터된 영상에서 에지의 위치를 찾아낸다. 그러나 한 영상 안에서의 명암 변화는 넓은 지역에 걸쳐 발생하고, 다양한 크기와 형태를 갖는 여러 유형의 물체들이 영상에 포함될 수 있다.^{[5][6]} 따라서 영상의 전 구역에 동일한 표준 편차를 갖는 가우시안 필터를 적용하는

것은 바람직하지 못하며, 이러한 방법들은 디지털 영상의 에지 검출에 있어 정보의 손실을 가져올 수 있다. 반면에 퍼지는 애매함을 정량적으로 나타내기 위한 것으로서, 불명확함으로 인한 정보 손실의 감소를 제공한다. 영상에서 잡음도와 정확한 에지 영역 또한 경계가 매우 모호하므로 퍼지를 사용함으로써 영상에서 불명확한 경계로 인한 정보의 손실을 감소시키고 보다 상세하고 정확한 에지 검출을 할 수 있다.^{[7][8]} 이로 인해, 최근에는 에지 검출의 한 방안으로 퍼지를 사용하거나 신경망이나 유전알고리즘을 이용한 연구가 계속 진행되고 있다.^{[9][10][11]} 본 논문에서는 퍼지를 이용하여 잡음제거와 에지 검출을 수행하였다.

III. 퍼지를 이용한 제안된 에지 검출 방법

본 논문에서 에지 검출 과정을 대략적으로 나타내면 다음 그림 2와 같다. 입력 영상이 들어오면 퍼지를 이용하여 잡음을 제거하고 에지 검출을 수행한 후 실험 결과를 보인다.



그림 2. 잡음제거와 에지검출과정
Fig. 2 Noise elimination and edge detection Process

퍼지는 애매함을 정량적으로 나타내기 위한 것으로서, 불명확함으로 인한 정보 손실의 감소를 제공한다. 따라서 영상에서 잡음도와 정확한 에지 영역 또한 경계가 매우 모호하므로 퍼지를 사용함으로써 영상에서 불명확한 경계로 인한 정보의 손실을 감소시키고 보다 상세하고 정확한 에지 검출을 할 수 있다.

3.1 에지검출을 위한 잡음 제거

잡음도는 각 화소에서의 충격 잡음(impulse noise)을 측정하는 척도이다. 충격잡음은 짧은 순간에 일정 평균 잡음수준 이상으로 발생하는 잡음으로써 일반적으로 주위의 명암값과 현저한 차이를 보이는 명암값으로 표현되며 에지 검출기에 민감한 반응을 보인다. 따라서 이러한 잡음을 제거하기 위하여 3×3 마스크를 적용하여 잡음도를 측정하는 척도로서, 중심 화소의 명암값이 이웃 화소들의 명암값에 비해 얼마나 다른

가를 측정한다. 입력 영상에 대한 위치 $[i, j]$ 의 픽셀 밝기를 $x_{i,j}$ 라하고 3×3 마스크에서 $x_{i,j}$ 를 중심으로 이웃하는 픽셀들을 그룹으로 간주하며, $x_{i,j}$ 의 값이 $L_{\min}(0)$ 에서 $L_{\max}(255)$ 까지의 $L(256)$ 그레이 레벨을 가지는 디지털된 영상을 다룬다고 가정한다. 정의된 마스크를 이용하여 잡음이 있는 영상에서 잡음을 찾아내어 이를 제거하기 위한 것으로 다음과 같이 입력 영상의 현재 픽셀 값이 주위의 그룹픽셀 값과 현저한 차이를 보일 경우 잡음이라 간주하고 잡음 제거를 수행한다.

입력 영상에, 앞에서 설명한 $x_{i,j}$ 를 중심으로 한 3×3 마스크를 가지고 퍼지의 MIN-MAX 연산을 이용한 평균값을 구한다. 이는 그림 3과 같이 픽셀 $x_{i,j}$ 를 중심으로 이웃하는 픽셀들과의 평균을 구하는 것으로 식(3-1), 식(3-2)와 같이 나타낸다.

$x_{i-1,j-1}$	$x_{i-1,j}$	$x_{i-1,j+1}$	$x_{i,j-1}$	$x_{i,j}$	$x_{i,j+1}$	$x_{i+1,j-1}$	$x_{i+1,j}$	$x_{i+1,j+1}$

그림 3. 수평, 수직 대각의 3방향으로 단순화
Fig. 3 Simplification for 3 directions of horizontality, verticality and opposite angle

$$p_1 = \text{MAX} \left\{ \begin{array}{l} \text{MIN}(X_{i,j-1}, X_{i,j+1}) \\ \text{MIN}(X_{i-1,j}, X_{i+1,j}) \\ \text{MIN}(X_{i-1,j+1}, X_{i+1,j-1}) \end{array} \right\} \quad (3-1)$$

$$p_2 = \text{MIN} \left\{ \begin{array}{l} \text{MAX}(X_{i,j-1}, X_{i,j+1}) \\ \text{MAX}(X_{i-1,j}, X_{i+1,j}) \\ \text{MAX}(X_{i-1,j+1}, X_{i+1,j-1}) \end{array} \right\}$$

$$P = \{(p_1 + p_2) / 2\} \quad (3-2)$$

기존 마스크의 연산방법은 입력영상에 왼쪽부터 오른쪽으로, 위에서 아래 방향으로 진행하면서 영상안의 픽셀들을 마스크의 동일 위치에 해당하는 픽셀들과 곱하고 모든 픽셀을 더한 결과 값을 입력영상의 중심 픽셀과 같은 위치의 출력 영상안에 값을 할당하는 방식이다. 본 논문에서는 퍼지의 MIN-MAX연산을 이용하기 위해 방향을 단순화시켰다.

수직, 수평, 대각의 3방향으로 에지 방향을 단순화하고, 현재 픽셀이 잡음인지 에지인지를 확인하기 위하여 일정한 크기의 창 중심(3×3마스크의 중심)을 현재의 픽셀에 위치시킨다. 퍼지의 MIN-MAX연산을

이용하여 단순화한 3방향에서 MIN값 중에 MAX값과 MAX값 중에 MIN값을 구한 다음 이들을 평균값을 구하여 잡음 폭을 측정한다. 잡음 폭을 $\Delta y_{i,j}$ 라 하고 잡음폭의 측정은 다음 식에 의해 구한다.

$$\Delta y_{i,j} = m(L-1) \quad (3-3)$$

여기에서, $\Delta y_{i,j}$ 는 m 값에 의해 정의되는데, m 값은 식(3-4)에 의해 결정된다.

$$m = \begin{cases} m_A(P-X_{i,j}) & P > X_{i,j} \\ m_A(X_{i,j}-P) & P \leq X_{i,j} \end{cases} \quad (3-4)$$

평균값 P 와 현재 픽셀 $X_{i,j}$ 값을 비교하여 $X_{i,j}$ 보다 큰 값을 가질때는 $(P-X_{i,j})$ 와 멤버쉽 함수를 대응시키고, 작은 값을 가질때는 $(X_{i,j}-P)$ 와 대응된 멤버쉽 함수를 계산한다. 식(3-4) 멤버쉽 함수 m_A 는 그림 4와 같이 나타낸다.

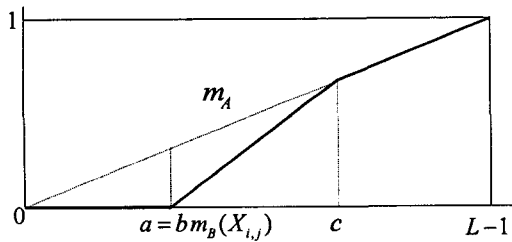


그림 4. 퍼지집합의 멤버쉽함수 m_A
Fig. 4 Membership function of fuzzy set m_A

즉, 이 퍼지집합의 형태는 동적으로 변화되는데, 입력 픽셀의 명도 값이 a 이하이면 0의 값을 가지고, c 이상이면 함수식에 대응되는 멤버쉽 함수 값을 가지게 되며 a 와 c 사이의 값을 가질 경우에는 다음 그림 5의 m_B 퍼지집합의 영향을 받는다.

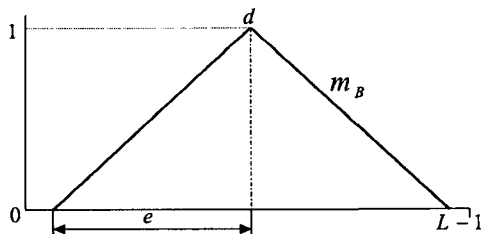


그림 5. 퍼지집합의 멤버쉽함수 m_B
Fig. 5 Membership function of fuzzy set m_B

식 (3-4)에 의해 정의된 작업은 잡음 펄스의 폭을 최소화했을 때 필터링 작업으로 잡음이 감소되는 것을 노렸으며, 결과는 중간 픽셀 명도에 대하여 증가한다. 만약 $m_B(x_{i,j})=1$ 이면 $a=b(b \leq c)$ 를 가지며, $m_B(x_{i,j})$ 값의 변화에 따라 m_A 의 a 값이 가변적으로 움직인다. 그러므로 필터된 출력 $y_{i,j}$ 는 다음 관계와 같은 방법에 의해 얻어진다.

$$y_{i,j} = x_{i,j} + \Delta y_{i,j} \quad (3-5)$$

출력값 $y_{i,j}$ 는 현재 픽셀 $x_{i,j}$ 와 식 (3-3)에서 계산된 잡음 폭 $\Delta y_{i,j}$ 의 합에 의해 정의되며, 위의 과정들을 정리해 보면 그림 6과 같이 나타낸다.

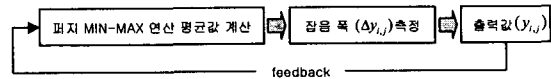


그림 6. 반복적인 잡음제거 과정
Fig. 6 Recursive noise elimination process

퍼지 MIN-MAX연산을 이용하여 평균값을 구하고, 이를 이용하여 잡음 폭을 수정한 후 수정된 잡음 폭과 현재의 픽셀을 더하여 출력값을 구한다. 이러한 작업이 반복적으로 수행되어지며, 반복 수행으로 계산된 새로운 값 $y_{i,j}$ 는 입력 영상의 픽셀 명도 $X_{i,j}$ 에 할당된다. 즉, 새로운 결과 값으로 이전의 값들이 치환되면서 필터링 작업의 결과를 나타낸다.

3.2 에지검출

대부분의 에지 검출 기법들은 기본적으로 국부적 미분연산자를 이용하여 불연속적인 두 영역간의 명암차를 구한다. 영상에서의 국부적인 명암차를 구하기 위하여 마스크라 불리는 국부적인 창을 사용한다. 기존의 미분연산자에 의한 에지 검출 과정을 보면 평활화 연산을 수행하여 잡음을 감소시키고 에지 검출자를 사용하여 에지의 존재 가능성이 높은 화소를 검출한 후, 임계기법을 통해 파편화된 에지를 검출한 다음 마지막으로 에지 연결과 같은 기법으로 에지를 그룹화하는 과정을 수행하여 에지 검출 영상을 획득한다.

본 논문에서는 앞 절에서 설명한 바와 같이 퍼지 연산을 이용하여 잡음을 제거한 다음에, 같은 구조내에서 퍼지 연산을 이용하여 에지를 검출하였다. 에지를 구하기 위해서는 먼저, 수평적인 픽셀값의 차를 구

하는 식(3-7)과 수직적인 픽셀 값의 차를 구하는 식(3-8)값에 m_c 멤버쉽 함수 그래프에 대응되는 퍼지 값을 각각 적용하고, 논리합 연산자인 MAX연산자를 사용하여 이 두 값 중에 큰 값을 구한다. 이 큰 값에 (L-1)을 연산해 주면 멤버쉽 함수 그래프에 대응된 값이 퍼지 집합의 [0,1]사이 값으로 표현되므로 이 값들을 다시 원래의 값으로 환원한다. 따라서 제한된 에지 검출의 최종적인 출력은 식(3-6)에 의해 산출된다.

$$Z_{i,j} = (L-1)MAX\{m_c(\Delta y_1), m_c(\Delta y_2)\} \quad (3-6)$$

$$\Delta y_1 = |x_{i-1,j} - x_{i,j}| \quad (3-7)$$

$$\Delta y_2 = |x_{i,j-1} - x_{i,j}| \quad (3-8)$$

m_c 는 사는 함수 그래프를 이용하여 다음 그림 7과 같이 나타낸다.

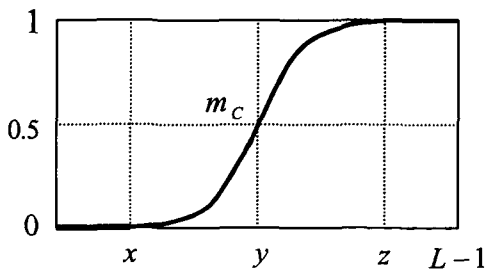


그림 7. 퍼지집합의 멤버쉽함수 m_c
Fig. 7 Membership function of fuzzy set m_c

위의 그림 7에서 간격 $[x, z]$ 가 퍼지 영역에 해당하며, 교차점 y 는 $(x+z)/2$ 이고 퍼지 영역 폭은 $2\Delta y = z - x$ 이다. 퍼지 영역 폭을 $[x, z]$ 에 의해서 멤버쉽 함수가 퍼지 영역 $[x, z]$ 에 할당된 그레이 레벨 값에 대해 탄성적 제약조건으로 작용함으로써, 멤버쉽 함수는 퍼지 영역의 퍼지 제약으로서의 가능성 분포를 이룬다. 영상 X의 $[0, x]$ 와 $[z, L-1]$ 영역은 비퍼지 영역이다.

IV. 실험결과

에지는 영상을 특징짓는 선 요소라고 말할 수 있으며, 에지 검출의 중요한 특성은 목적 윤곽에 일치하는

얇은 선을 생산하는 능력이라 할 수 있는데 영상 인식에 있어 인간의 시각 시스템은 대강의 윤곽선으로도 물체 인식이 가능하므로 영상을 인식할 수 있는 최소한의 데이터만을 추출한다.

제안된 기법의 타당성 및 효율성을 검토하기 위하여 영상의 크기가 256x256이고 한 화소가 표현할 수 있는 명암도는 256등급을 가지는 실험영상으로, 임의로 만든 단순 영상과 실제 영상인 LENA영상에 대한 처리 결과를 기술하였다.

다음과 같은 두 가지 경우에서 Sobel기법을 이용한 방법과 비교, 검토하여 실행하였다. 첫 번째는 그림 8에서와 같이 잡음이 첨가되지 않은 영상인 경우인데, 실제 이미지로부터의 에지 검출을 보인 결과 Sobel 기법보다 더 얇은 에지를 검출하였다. 두 번째는 잡음이 있는 영상에서 잡음 제거와 에지 검출을 수행한 결과를 보인다. 그림 9는 잡음 30%를 첨가하고 제안한 방법과 Sobel 기법을 비교, 검토한 것으로 그 결과 잡음에도 강하게 반응함을 나타내고 있다.

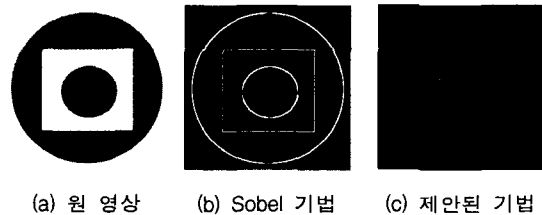


그림 8. 잡음이 첨가되지 않은 영상
Fig. 8 Image which noise is not added



그림 9. 잡음이 첨가된 영상
Fig. 9 Image which noise is added

V. 결 론

에지 검출은 인간의 능력 중에서 영상을 인식하는 접근 방법으로, 영상의 많은 부분들은 에지를 주체로

표현되며, 에지 검출의 중요한 특성은 목적 윤곽에 일치하는 얇은 선을 생산하는 능력이라 할 수 있다.

본 논문에서는 잡음에 의해 손상된 영상 데이터로부터 에지를 검출하기 위한 방법으로 퍼지 기법을 적용하였다. 제안된 퍼지 기반 방법은 두 가지 다른 레벨로 실행되는데 첫 번째는 잡음을 제거하기 위한 단계로 입력픽셀을 중심으로 수직, 수평, 대각의 3방향으로 마스크를 단순화하여 MIN-MAX연산자를 이용하였고, 두 번째는 첫 번째 단계 실행 후 잡음이 제거된 영상에서의 에지 검출 과정을 실행하였다.

본 논문에서 제안한 퍼지 기법을 적용하여 잡음영상에서 잡음을 제거하고 에지를 검출한 결과, 잡음에 민감한 반응을 보이지 않았고, 기존 방법과 달리 보다 얇은 선의 에지를 검출함으로써 인접해 있는 에지도 하나의 에지로 통합하지 않고 각각 검출할 수 있었다. 또한, 기존 방법들이 특정 영상에 맞게 고정된 값들을 가지고 적용되었던 것과는 달리 퍼지 알고리즘은 영상들의 국소 영역 특성치들에 근거하여 퍼지 변수들을 산출함으로써 영상에 유연하게 대처할 수 있는 장점을 갖는다.

참고문헌

[1] 천인국, 윤영택, "영상처리", 도서출판 기한재, 1998
 [2] 이광형, 오길록, "퍼지 이론 및 응용 I, II권", 홍릉과학출판사, 1991
 [3] D. P. Mandal, "Partitioning of feature space for patten classification", Pattern Recognition, vol.30, no12, pp.1971-1990, 1997
 [4] X. Shen et al., "Segmentation of 2D and 3D images through a hierarchical clustering based on region modelling", Pattern Recognition, vol.31, no.9, pp.1295-1309, 1998
 [5] M. Fleury and L. Hayat and A.F. Clark, "Parallel entropic auto-thresholding", Image and Vision Computing, vol.14, pp.247-263, 1996
 [6] C. C. Lee, "Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller-part1", IEEE Trans. Syst. Man Cybern., vol. SMC-20, pp.404-418, Mar/Apr, 1990
 [7] C. C. Lee, "Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller-part2", IEEE Trans. Syst. Man

Cybern., vol. SMC-20, pp.419-435, Mar/Apr, 1990
 [8] S. K. Pal and A. Ghosh, "Fuzzy geometry in image analysis", Fuzzy sets and systems, vol.48, no.1, pp.23-40, May 1992
 [9] 박인규, 진달복, "확장된 퍼지 엔트로피를 이용한 영상분할 알고리즘", 한국통신학회논문지, 21권 6호 pp.1390-1397, 1996
 [10] 김태용, 한준희, "변진 영상에서 경계선의 퍼지 표현", 정보과학회논문지, 제 24권, 제 11호, pp.1257-1266, 1997
 [11] 오성준, 김형수, "잡음추측을 이용한 자동적인 에지검출 문턱값 선택과 그 응용", 한국통신학회논문지, vol.21, n0.3, pp.553-563, 1996

저자소개

이혜정(Hea-Jung Lee)



1997년 호원대학교 컴퓨터공학과 학사
 2000년 원광대학교 컴퓨터공학과 석사
 2002년~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 박사과정

※관심분야: 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터 애니메이션

정성태(Sung-Tae Jung)



1987년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업
 1989년 서울대학교 컴퓨터공학과 석사 학위 취득
 1994년 서울대학교 컴퓨터공학과 박사 학위 취득

1999년~1999년 미국 Univ. of Utah 과학재단지원 해외 Post-Doc.

1995년~현재 원광대학교 컴퓨터 및 정보통신공학부 교수

※관심분야: VLSI / CAD, 영상 인식, 영상 기반 렌더링, 컴퓨터 그래픽스



정석태(Suck-Tae Joung)

1989년 전남대학교 전산학과졸업

1996년 스푸바대학 이공학연구과
석사 학위 취득

2000년 스푸바대학 공학연구과박사
학위 취득

2001년~현재 원광대학교 컴퓨터

및 정보 통신공학부 조교수

※관심분야: 공간 파서 생성기, 비주얼 시스템, 오감
정보통신