

논문 2009-1-5

## 확장된 퍼지적분을 이용한 문서영상의 컬러낙관 추출

### Color Seal Extraction of Document Images using An Extended Fuzzy Integral

박인규\*, 최규석\*\*

In-Kyu Park, Gyoo-Seok Choi

요 약 본 논문은 컬러영상의 특정 클러스터에 해당하는 낙관을 추출하기 위하여 확장된 퍼지적분을 제안하였다. 기존의 퍼지적분은 평가항목에 대한 부정적인 측면을 강조하였다. 제안된 방법은 무게중심법을 통하여 인접정보를 이용하여 평가항목간의 보상적인 측면을 고려하였다. 평가 항목간의  $\min$  연산자로서의 기존의 퍼지적분의 특징에만 기초하는 방법은 낙관 영상의 끊어지는 부분 처리와 전체적인 영상의 유연성을 확보하는 데는 다소 부족한 느낌이 들었다. 그래서 이를 해결하기 위해 무게중심을 이용하여 전체적인 영상의 유연성을 확보 하였다. 그 결과 실 생활의 영수증의 낙관을 분리하는 실질적인 문제에 관한 자료들에 대하여 실험을 수행하였다.

**Abstract** This paper casts an application of an extended fuzzy integral on the selective extraction of color clusters characterized by a particular color hue from color document images. Despite of the negative role of fuzzy integral, the presented approach attains the detection of the seals through the neighborhood information via the center of area method. The conventional fuzzy integral evaluates the negative aspects of the importance about the items by min operator, which result in the discontinuous parts of seals. In an attempt to cope with the drawback our approach considers the integral aspects via the center of area method, which results in the robustness of the images. Finally, the framework is successfully tested on a data set formed by documents from a real application for the detection.

**Key Words :** Fuzzy Integral, Image Segmentation, Seal, Center of Area

#### I. 서 론

문서영상(document analysis)은 컴퓨터 비전(computer vision)분야에서 아주 빠르게 변화하는 분야 중 하나이다. 문서영상의 처리 기술의 발달로 인하여 지면에 의존해 왔던 많은 문서 및 문서처리 절차가 서로 다른 장비에 부합할 수 있도록 디지털환경으로 바뀌고 있다. 이러한 환경의 변화로 인하여 문서영상의 처리기술에 대한 수요가 증가되어 왔으며, 디지털 영상의 분할(segmentation) 또한 영상처리에서 오랫동안 연구대상이

되어 왔다. 이는 텍스트처리 부분과 그래픽처리 부분으로 분류할 수 있다. 그 목적 또한 문서의 영상에서 텍스트와 그래픽성분을 인식하고 인간이 관독할 수 있는 정보로 추출하는 것이다. 따라서 낙관(seal)의 동정은 일반적인 패턴인식의 과정으로 볼 수 있다.

특징점 기반의 방법(feature-based method)에서는 일련의 기하학적인 특징 벡터 영상에서 추출되어지고 추출된 특징들은 외부환경으로 인한 변형에 강인해야 올바른 결과를 보장할 수 있다. 다음으로 정합기반의 방법(template-based method)에서는 적당한 거리척도를 이용하여 전체적인 패턴을 기술하지만 영상의 크기와 중심의 변화에 아주 민감하다는 단점을 가지고 있다. 따라서

\*정회원, 중부대학교 컴퓨터학과

\*\*중신회원, 청운대학교 컴퓨터학과 (교신저자)

접수일자 2009.1.5, 수정완료 2009.2.6

효율적인 낙관의 동정을 위해서는 낙관의 배열에 불변이 어야 하고, 동시에 주위의 잡음에 강인해야 한다. 일반적으로 낙관의 인식은 형상해석(shape analysis)에 기초하고 있다<sup>[1]</sup>. 이 방법에서는 낙관의 위치가 가변적이기 때문에 실용성에 제한적인 특성을 가지고 있다. 따라서 다른 접근 방법으로 에서처럼 문서에서 낙관을 분할하기 위하여 낙관의 색을 특징적인 특징으로 간주한다<sup>[2,3]</sup>. 이러한 접근법은 문서에 대하여 전체적인 컬러를 이용한 분할을 이용한다. 이 경우에 분할된 영상은 특별한 문제점을 갖지 않는다. 반면에 본 논문에서 제시되는 분할 방법에서는 손으로 찍는 낙관의 분할을 수행한다. 이 낙관은 광도(luminance)와 포화(saturation)의 가변성이 심한 특징을 가지고 있다.

이러한 특징을 극복하기 위하여 본 논문에서는 문서 영상에서 특정의 색이 결집되어 있는 클러스터를 분할한다. 분할을 위하여 낙관의 컬러를 복수의 신호로 고려하여 복수 개의 신호를 합성하는 연산을 수행한다. 결국 합성 연산자는 여러 개로 구성되는 컬러를 하나의 대표적인 형태[2]로 합성하기 위한 방법이다. 이러한 연산자에는 가중 등급 연산자(weighted ranking operators), 퍼지적분, 대칭 합(symmetric sums)등이 있다. 특히, 합성 연산자로서의 퍼지적분은 영상분할에서 그 효과를 입증해 왔다<sup>[4,5,6]</sup>. 제안된 방법은 두 가지의 서로 다른 퍼지척도에 대하여 퍼지적분을 수행한다. 낙관이 가지는 컬러를 제외한 문서 그레이 영상과의 변화를 나타내기 위하여 두 개의 퍼지척도를 사용한다. 제안된 기법에서는 합성연산자로서의 퍼지적분이 가지는 유연성을 바탕으로 인접정보를 이용하여 낙관의 애매한 부분을 추출하도록 하고자 한다.

이 개념은 2장에 나타나 있다. 3장은 컬러 클러스터 추출 알고리즘을 나타낸다. 위조된 낙관을 검출을 위한 시스템의 평가데이터에 대한 결과가 4장에 나타나 있다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 퍼지척도와 퍼지적분

퍼지이론에서 다루는 불확실성에는 두 가지가 있다. 하나는 확실한 원소  $x$ 가 경계가 애매한 하나의 집합에 어느 정도 속하는 지를 나타내는 불확실성(vagueness)이 있고, 다른 하나는 하나의 원소가 여러 개의 집합에 어느

정도 속하는 지를 나타내는 불확실성(ambiguity)이 있다. 이 두 번째의 불확실성을 나타내는 이론이 퍼지척도 이론이다. 확률척도의 특징중 하나는 가법성(additivity)이라고 할 수 있다. 여기서 가법성이란  $X$ 의 어느 원소  $x$ 가  $X$ 의 부분집합  $A, B$ (단,  $A \cap B = \emptyset$ )에 속하는 정도를 각각  $\lambda(A), \lambda(B)$ 라 할 때,  $x$ 가  $A$ 와  $B$ 의 합집합에 속하는 정도는  $\lambda(A \cup B) = \lambda(A) + \lambda(B)$ 가 되는 성질을 말한다. 일반적으로  $\lambda$ -퍼지척도(fuzzy measure)는 확률척도에서의 가법성을 완화시켜 다음의 식 (1)과 같은 성질을 만족하도록 한 퍼지척도이다.

$$\begin{aligned}
 g_\lambda(0) &= 0, g_\lambda(X) = 1 \\
 g_\lambda(A) &\leq g_\lambda(B), \text{ if } A \leq B \\
 g_\lambda(A \cup B) &= g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A) g_\lambda(B) \\
 \text{단, } A, B &\in X, A \cap B = \emptyset, -1 < \lambda < \infty
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

퍼지척도는 의사결정들의 과정에서 증거 또는 정보를 합성하는 목적으로 퍼지적분과 사용할 수 있다. 이때 퍼지척도의 값은 평가 항목에 대한 중요도를 나타내게 된다<sup>[7,8]</sup>. 더욱이 퍼지적분은 종래의 합성연산자(product, sum, minimum, maximum)와 다른 퍼지 포함연산자(OWAs, weighted ranking operators)에 대한 일반화가 가능하다.

수계노 퍼지적분( $S_\mu$ )은 어떤 대상을 여러 항목에 대해서 평가 할 때 이들 각 항목에 대한 평가치를 퍼지척도를 사용하여 종합하는 방법으로 사용될 수 있다. 이때 집합  $X$ 는 어떤 대상에 대한 평가 항목에 해당하고,  $X$ 의 멱집합의 원소  $E \in \beta(X)$ 에 대해 정의되는 퍼지척도  $g(E)$ 는 대상의 전체적인 평가에 대해 항목  $E$ 의 평가치가 기여하는 정도, 즉 평가항목의 중요도에 해당한다. 적분 영역이 되는  $A$ 는 관심대상이 되는 평가항목에 해당한다.  $A$ 가 퍼지집합인 경우에는  $A$ 에 대한 항목들의 소속정도는 평가치에 대한 신뢰도로 해석될 수 있다. 이들 적분의 수학적 표현은 다음 식(1), (2)와 같다<sup>[9,10]</sup>.

$$S_\mu[x_1, \dots, x_n] = \bigvee_{i=1}^n [h_{(i)}(x_i) \wedge \mu(A_{(i)})]
 \tag{2}$$

$$C_\mu[x_1, \dots, x_n] = \sum_{i=1}^n h_{(i)}(x_i) \cdot [\mu(A_{(i)}) - \mu(A_{(i-1)})]
 \tag{3}$$

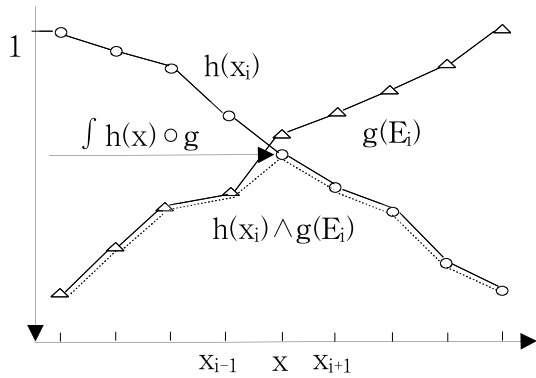


그림 1. min-max에 의한 수계노 적분  
Fig 1. Sugrno Fuzzy Integral by min-max

여기서  $\mu(A_{(0)}) = \mu(\emptyset)$  이고 첨자는 적분 이전에 수행되는 일종의 연산들의 결과를 나타낸다.  $h_1 \geq h_3 \geq h_2$  이면  $h_{(1)} = h_1, h_{(2)} = h_3, h_{(3)} = h_2$  이다. 이는 퍼지척도의 계수를  $\mu(A_{(1)}) = \mu(\{x_1\})$ ,  $\mu(A_{(2)}) = \mu(\{x_1, x_3\})$ ,  $\mu(A_{(3)}) = \mu(\{x_1, x_2, x_3\})$  와 같이 고정시킨다. 이들은 등급연산자를 가중치의 최소값이나 중간값으로 일반화하여 퍼지 연결자의 최소값( $\wedge$ )과 최대값( $\vee$ )들의 조합으로 구성된다. 반면에 쇼케이 퍼지적분( $C_\mu$ )은 산술적인 평균이나 OWAs와 같은 연산자들의 일반화에 해당하는 대수적인 곱과 합의 조합을 이용한다. 적분식에서  $\min_{x \in E} h(x)$  는 평가항목 E에서 가장 부정적인 평가치이고,  $\min\{\min_{x \in E} h(x), g(x)\}$  는 평가항목 중에서 가장 부정적인 평가치와 평가항목의 중요도보다 클 수 없게 된다. 결국 가장 보수적인 평가치를 가짐과 동시에 평가치가 평가항목의 중요도 보다 클 수 없다. 따라서  $\sup_{E \subset X} \min\{\min_{x \in E} h(x), g(E)\}$  에 의하여 가장 유리한 항목들을 부각시켜 낙관적인 평가를 하는 경향이 있다. 퍼지적분은 특성들로 구성된 하이퍼큐브의 각각의 정형화된 영역에 대하여 서로 다른 가중치들의 집합을 정의한다[8]. 이 입방체는 각각의 특성들에 대한 각기 다른 등급에 대하여 정의된다. 이와 같이 데이터 합성 연산자에서 가중치의 가능성을 확장하면 합성연산자를 보다 유연하게 할 수 있다[3].

### III. 인접정보에 의한 낙관의 인식

수계노의 퍼지적분은 특성의 평가항목 집합 E에 대해

평가치가  $\min\{\min_{x \in E} h(x), g(x)\}$ 에 의하여 수행된다[11]. 이는 평가치들에 대하여 지나치게 부정적인 평가를 함으로써 인접정보를 무시하는 경향이 있다. 일상의 의사결정에서는 하나의 평가항목에 대한 평가치가 열등하더라도 다른 평가항목의 평가치가 우수할 경우에는 열등한 평가치가 어느 정도 보상(compensation)되는 경우가 많다. 따라서 수계노의 퍼지적분에서는  $\min_{x \in E} h(x)$ 에서 min대신에 다른 보상연산자를 사용하여 보상효과를 얻을 필요가 있다. 본 논문에서는 이와 같은 보상의 일환으로 식3을 이용하여 인접정보를 고려하였다.

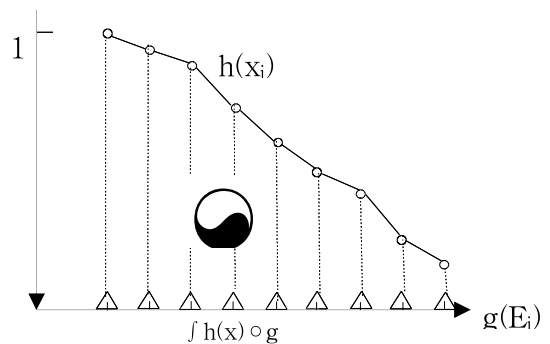


그림 2. 인접정보를 고려한 무게중심법  
Fig. 2. The center of area method

그림 2와 같이 식 (3)에 의한 무게중심을 이용하여 평가치들의 보상효과를 고려하였다.

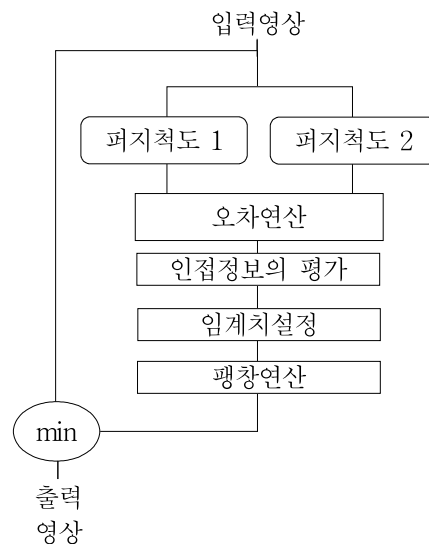


그림 3. 제안된 낙관 검출 동정도  
Fig 3. The proposed identification diagram of the seals

그림 3에 인접정보를 고려한 전체적인 낙관 검출 동정도가 나타나 있다. 입력영상  $I(x,y) = \{I_R(x,y), I_G(x,y), I_B(x,y)\}$  라고 할 경우에 오차영상은 식 (4)와 같이 얻을 수 있다.

$$I_d(x,y) = \| F_{\mu_1}(x,y) - F_{\mu_2}(x,y) \| \quad (4)$$

오차영상에 대하여 형태소의 화소에 대하여 평가치를 적용하여 인접정보를 식 (5)와 같이 고려하였다.

$$I_c(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^n h(x) \cdot g(E)}{\sum_{i=1}^n g(E)} \quad (5)$$

임계치  $\theta$ 를 적용하여 발생한 이진영상과 이에 형태소를 적용한 영상은 각각 식 (6)과 (7)과 같다.

$$I_b(x,y) = \begin{cases} 1, & I_d(x,y) \geq \theta \\ 0, & I_d(x,y) < \theta \end{cases} \quad (6)$$

$$I_m(x,y) = I_b(x,y) \oplus S \quad (7)$$

결국 두 개의 퍼지척도에 대하여 퍼지적분이 먼저 계산한다. 퍼지척도의 변화는 주로 낙관의 컬러 클러스터에 영향을 미친다. 무게중심법을 이용하여 화소간의 인접정보를 고려한다<sup>[12]</sup>. 이진 마스크 영상은 두 영상의 차에 의하여 얻어지고 그 결과를 임계치를 적용하고 팽창을 통하여 결과를 얻는다.

#### IV. 실험 및 결과

실생활에서 접할 수 있는 20개의 문서영상에 대하여 제안된 방법을 적용하여 낙관의 분할을 통하여 낙관의 진위여부를 판별하였다. 이 문서영상은 그림 2에서 나타난 것과 동일한 특성이 포함된 낙관을 가지고 있다. 문서 영상의 문서는 실제적으로 사용하는 문서를 사용하였다. 다른 유사한 색조를 가지는 예를 들어 펜글씨나 다른 낙관이 포함되어 있는 상황에서 문서의 낙관을 분할하였다. 그림 2와 3에서 낙관의 컬러 클러스터는 계수  $\mu^i(\{x_G, x_B\}) = \mu^i_{GB}$ 의 변화에 지배적이라는 것을

실험을 통하여 알 수 있었다. 이러한 사실은  $I_B(x,y) \geq I_G(x,y) \geq I_R(x,y)$ 인 경우에 특성점들의 컬러입방체의 정형화된 영역에 파란색의 클러스터에 기인한 결과이다. 이는 가중치의 개념을 이용하여 수계노 퍼지적분과 쇼케이 퍼지적분에 각각 인접정보를 이용하여 이들의 비교우위를 비교하였다.

두 시험영상에 대한 수계노 퍼지적분과 쇼케이 퍼지적분에 의한 결과가 각각 그림 2와 3에 나타나 있다.

표 1. 퍼지적분을 위한 퍼지척도

Table 1. The measures for fuzzy integral

	퍼지척도1	퍼지척도2
R	0	0.5
G	0.08	0.47
B	0.92	0.03
RG	0.08	0.97
GB	1.0	0.5
RB	0.92	0.53
RGB	1.0	1

표 2. 그림4의 이진화를 위한 임계치

Table 2. The Thredhold for the binarization

	Sugeno	Choquet
기존 방법	0.23	0.127
비퍼지 방법	0.23	0.127

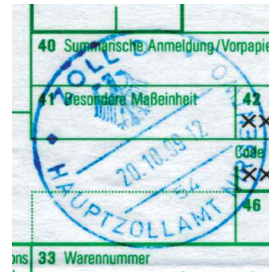


그림 4. 원영상

Fig 4. The original



그림 5. Sugeno방법  
Fig. 5 The sugeno method



그림 6. 무게중심법  
Fig. 6 The center of area method



그림 7. Choquet방법  
Fig. 7 The choquet method



그림 8. 무게중심법  
Fig. 8 The center of area method

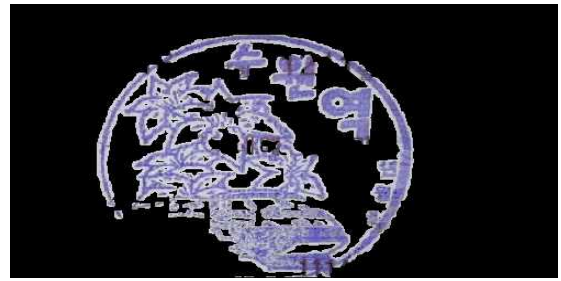


그림 10. Sugeno방법  
Fig. 10 The sugeno method

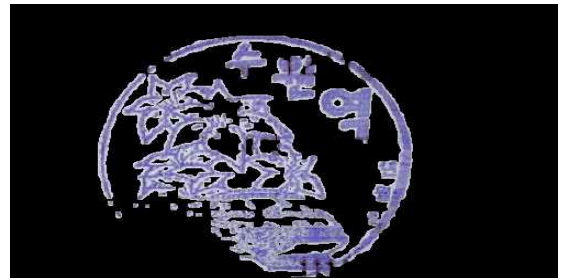


그림 11. 무게중심법  
Fig. 11 The center of area method

각각의 그림에서 보면 수계노에 의한 방법보다 쇼케이 방법이 약간 우수한 결과를 보이고 있음을 알 수 있다. 또한 각각의 방법에서 무게중심을 적용한 방법이 보다 양호한 결과를 보이고 있었다. 결국 네 가지의 방법중에서 99라는 글자에서 앞의 9글자를 나타내지 못하고 있는 반면에, 무게중심을 적용한 쇼케이의 방법만이 99라는 글자를 완전히 보여주고 있었다.

표 3. 퍼지적분을 위한 퍼지척도

Table 3. The measures for fuzzy integral

	퍼지 척도1	퍼지 척도2
R	0.01	0.8
G	0.02	0.1
B	0.97	0.1
RG	0.03	0.9
GB	0.99	0.2
RB	0.98	0.9
RGB	1.0	1.0

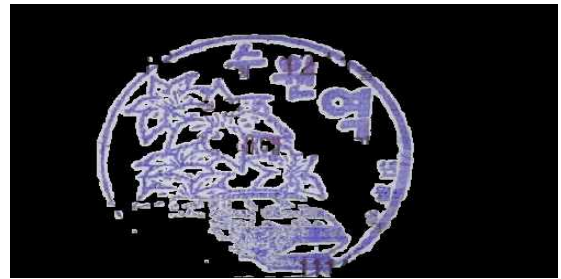


그림 12. Choquet 방법  
Fig. 12 The choquet method

표 4. 그림4의 이진화를 위한 임계치

Table 4. The Threshold for the binarization

	Sugeno	Choquet
기존 방법	0.07	0.052
비퍼지 방법	0.07	0.039

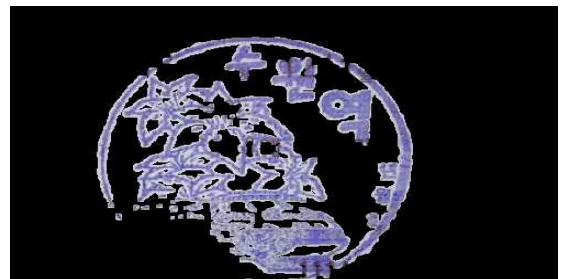


그림 13. 무게중심법  
Fig. 13 The center of area method



그림 9. 원영상  
Fig 9. The original

그림 9의 열차표의 영상에서는 기존의 방법보다 인접 정보를 이용한 방법이 공히 나뭇잎을 구성하는 연결성과 세션화가 더 우수한 것으로 나타났다. 결과영상의 품질의 측면에서 보면 쇼케이 퍼지적분의 결과가 수계노 퍼

지적분의 결과를 능가한다.  $\mu_{GB}^2$ 의 값을 서로 다르게 하여 서로 다른 영상에 대하여 계산한 결과 각 방법상의 비교우위의 수렴성이 일관성을 유지하였다. 따라서  $\mu_{GB}^2$ 의 서로 다른 값에 대하여 비교적 일정함을 유지하였다. 결국 이 계수의 자동적인 결정은 대략 근사화 될 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서 제안된 방법은 평가 항목간의 유연한 연산자로서의 퍼지적분의 특징에서 무게중심을 이용한 퍼지침식연산을 추가하여 낙관 검출 기법을 제안 하였다. 또한 퍼지적분의 특징에 한한 방법의 결과 영상과 개선된 방법의 결과 영상을 비교하여 제안된 방법을 검증 하였다. 낙관 영상의 팽창효과로 인한 부분적으로 경계를 두어야 할 부분이 붙는 현상과 영상의 끊어짐을 최소화 하는 부분에 대해서 기존의 방법보다 제안된 방법이 우수함을 보였다. 제안된 방법을 이용하여 낙관 추출을 수행하는 과정에서 낙관의 전체적인 윤곽 부분이 매끄럽게 다듬어지는 현상을 확인 할 수 있었으며, 특히 낙관이 부분적으로 끊어지는 현상을 최소화 하는 과정에서 제안된 방법이 효과적으로 작용하였다. 향후 문서 이미지의 해석 뿐 아니라 영상 이미지의 다른 분야에서도 특정 이미지 추출에 관한 연구가 더 활용되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Aureli Soria-Frich "Color Seal Extraction from documnts: Robustness through Soft Data Fusion." EURASIP Journal on Applied Signal Processing vol.13,pp 2146-2152, 2005
- [2] Mongi A. Abidi and Rafael G. Gonzalez, Eds. Data Fusion In Robotics and Machine Intelligence. San Diego: Academic Press, Inc., 1992.
- [3] Aureli Soria-Frisch. "Soft data fusion in image processing," in Soft-Computing and Industry: Recent Advances, R. Roy et al., Ed. 2002, pp. 423-444, Springer-Verlag.
- [4] Honjie Qiu and James M. Kelller, "Multiple spectral image segmentation using fuzzy techniques," in Proc. North American Fuzzy Information Processing Society, 1987, pp. 374-387.
- [5] James M. Keller, Paul Gader. Hossein Tahani, Jung Hsien Chiang, and Magdi Mohamed. "Advances in fuzzy integration for pattern recognition." Fuzzy sets and systems. vol. 65, 1994.
- [6] Hamid R. Tizhoosh. Fuzzy-Bildverarbeitung: Einführung in Theorie und praxis, Berlin: Springer-Verlag. 1998.
- [7] Ronald R. Yager and Antoine Kelman, "Fusion of fuzzy information with considerations for compatibility, partial aggregation and reinforcement." International Journal of Approximate Reasoning. 1996.
- [8] Michel Grabisch. Hung T.Nguyen. and Albert A. Walker. Fundamentals of Uncertainty Calculi with Applications to Fuzzy Inference. Dordrecht,Holland: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [9] Zhenyuan Wang and George Klir. Furry Measure Theory, New York: Plenum Press. 1992.
- [10] Michio Sugeno, The Theory of Fuzzy Integrals and Its Applications. Ph.D. thesis. Tokyo Institute of Technology. 1974.
- [11]이건명, 이광형, 퍼지적분에 의한 정보합성 퍼지신경회로망, 인공지능, 신경망 및 퍼지시스템 춘계종합학술대회 논문집, '94/5
- [12] Bernd Jahne. Digital Image Processing, Berlin: Springer-Verlag. 2002.

저자 소개

박 인 규(정회원)



- 1985년 원광대학교 전기공학과 공학사
  - 1987년 연세대학교 일반대학원  
전기공학과 공학석사
  - 1997년 원광대학교 일반대학원  
전자공학과 공학박사
  - 2009년 현재 중부대학교 컴퓨터학과  
부교수.
- <주관심분야 : 영상처리, 네트워크>

최 규 석(중신회원)

제8권 제6호 참조

- 1987년 1월~1997년 1월 (주)데이콤 정보통신연구소 연구원  
및 (주)SK텔레콤 중앙연구원 책임연구원 근무, 1997년 ~현  
재 청운대학교 컴퓨터학과 교수
- <주관심분야 : 이동통신, 인공지능, 인공생명, 지능형 교통체  
계(ITS), 이동 컴퓨팅>