(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월11일
(11) 등록번호 10-1851695
(24) 등록일자 2018년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 7/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 7/02 (2013.01)
G06N 7/023 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0152103
(22) 출원일자 2016년11월15일
심사청구일자 2016년11월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR101521136 B1
KR101687217 B1
KR1020120049893 A

기술이전 희망 : **기술양도**

(73) 특허권자
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
전광길
인천광역시 연수구 경원대로119번길 21, 114동 904호(동춘동, 풍림2차아파트)
(74) 대리인
특허법인충정

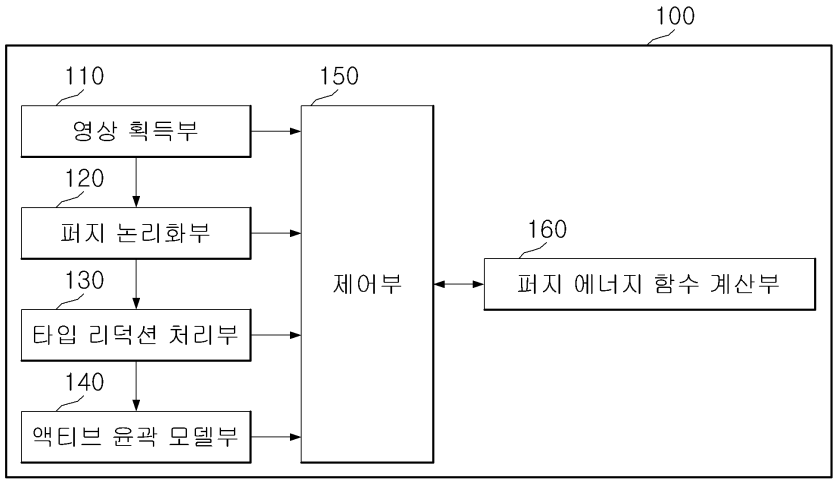
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 지정훈

(54) 발명의 명칭 **액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템 및 방법**

(57) 요 약

액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템 및 방법은 액티브 윤곽 모델(Active Contour Model)과 인터벌 타입 2 퍼지 논리(Interval Type-2 Fuzzy Logic)를 조합하여 인터벌 타입 2 퍼지 세트의 불확실성 멤버쉽 값을 이용하여 오로라 타원형 이미지의 불확실성을 용이하게 표현함으로써 오로라 타원형 이미지를 구별하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

영상장비를 이용하여 오로라 타원형 이미지를 획득하는 영상 획득부;

상기 오로라 타원형 이미지의 각 픽셀이 오로라 타원형 지역과 배경 지역에 속하는지 여부를 나타내는 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 하기의 수학식 1의 멤버쉽 함수를 이용하여 계산하는 퍼지 논리화부;

상기 계산된 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 처리하기 위한 Type Reduction 처리를 하기의 수학식 2에 의해 수행하는 타입 리덕션 처리부; 및

상기 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값에 따라 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역에 픽셀을 분할하여 할당하는 하드 파티션닝(Hard Partitioning)을 하기의 수학식 3에 의해 수행하는 액티브 윤곽 모델부를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템.

[수학식 1]

$$\underline{u}(x, y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I(x,y) - v_1}{I(x,y) - v_2} \right)^{\frac{2}{m_1 - 1}}},$$

$$\overline{u}(x, y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I(x,y) - v_1}{I(x,y) - v_2} \right)^{\frac{2}{m_2 - 1}}},$$

여기서, V1은 오로라 타원형 지역의 프로토타입(Prototype)이고, V2는 배경 지역의 프로토타입(Prototype)이고, $\underline{u}(x, y)$와 $\overline{u}(x, y)$은 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 하한 멤버쉽 값과 상한 멤버쉽 값이고, I(x, y)는 해당 픽셀(x, y)에 위치한 그레이 값(Gray Value)이고, m1과 m2는 최종 클러스터링의 퍼지화 정도를 결정하는 퍼지화 계수를 나타냄.

[수학식 2]

$$u_2(x, y) = \frac{\overline{u}(x, y) + \underline{u}(x, y)}{2}.$$

[수학식 3]

$$\begin{cases} C = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) = 0.5\}, \\ inside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) > 0.5\}, \\ outside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) < 0.5\}. \end{cases}$$

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 퍼지 논리화부는 각 픽셀들이 상기 오로라 타원형 지역의 제1 프로토타입(C1)과 상기 배경 지역의 제2 프

로토타입(C2)을 하기의 수학식 4에 의해 계산하여 상기 퍼지화 계수에 따라 상기 제1 프로토타입과 상기 제2 프로토타입의 부피에 맞게 퍼지 지역을 형성하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템.

[수학식 4]

$$c_1 = \frac{\sum_{\Omega}[u(x,y)]^m I(x,y)}{\sum_{\Omega}[u(x,y)]^m},$$
$$c_2 = \frac{\sum_{\Omega}[1-u(x,y)]^m I(x,y)}{\sum_{\Omega}[1-u(x,y)]^m}.$$

여기서, u(x, y)는 특정 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 멤버쉽 값을 나타내고(∈ [0,1]), m은 퍼지화 계수임.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 오른쪽 값과 왼쪽 값을 각각 추정하기 위한 Type Reduction 처리를 수행하는 제어부를 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 수학식 1과 상기 수학식 2를 이용하여 각 픽셀의 멤버쉽 값을 계산하고, 상기 계산한 멤버쉽 값을 상기 수학식 4에 대입하여 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)을 계산하고, 픽셀들을 오름차순으로 정렬한 후 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)으로부터 최소 거리를 갖는 인덱스 k번째 픽셀을 구하며, 상기 k번째 픽셀의 멤버쉽 값을 상기 수학식 4에 대입하여 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 오른쪽 값(C_{ir})과 왼쪽 값(C_{il})을 계산하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 오른쪽 값(C_{ir})과 왼쪽 값(C_{il})을 하기의 수학식 5에 대입하여 디퍼지화하고 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역의 각각 Crisp 프로토타입인 상기 오로라 타원형 지역의 프로토타입(V1)과 상기 배경 지역의 프로토타입(V2)을 계산하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템.

[수학식 5]

$$v_i = \frac{c_{il} + c_{ir}}{2},$$

여기서, i=1 또는 2이고 C_{il}은 프로토타입의 왼쪽 값이고, C_{ir}은 프로토타입의 오른쪽 값이고, V1은 V2는 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역의 프로토타입임.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 오로라 타원형 지역의 프로토타입(V1)과 상기 배경 지역의 프로토타입(V2)을 하기의 수학식 6의 퍼지 에너지 함수에 대입하여 상기 오로라 타원형 이미지를 구별하는 퍼지 에너지 함수 계산부를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템.

[수학식 6]

$$F = \sum_{\Omega}(u_2(x,y))^m(I(x,y)-v_1)^2 + \sum_{\Omega}(1-u_2(x,y))^m(I(x,y)-v_2)^2,$$

여기서, V1와 V2는 오로라 타원형 지역과 배경 지역의 프로토타입이고, $u_2(x,y)$는 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x,y)의 타입 2 퍼지 멤버쉽 값이고, I(x,y)는 (x,y)에 위치한 픽셀의 그레이 값이고, m은 퍼지화 계수임.

청구항 6

영상장비를 이용하여 오로라 타원형 이미지를 획득하는 단계;

상기 획득한 오로라 타원형 이미지의 각 픽셀이 오로라 타원형 지역과 배경 지역에 속하는지 여부를 나타내는 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 하기의 수학식 1의 멤버쉽 함수를 이용하여 계산하는 단계;

상기 계산된 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 처리하기 위한 Type Reduction 처리를 하기의 수학식 2에 의해 수행하는 단계; 및

상기 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값에 따라 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역에 픽셀을 분할하여 할당하는 하드 파티션닝(Hard Partitioning)을 하기의 수학식 3에 의해 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법.

[수학식 1]

$$\underline{u}(x,y) = \frac{1}{1+\left(\frac{I(x,y)-v_1}{I(x,y)-v_2}\right)^{\frac{2}{m_1-1}}},$$

$$\overline{u}(x,y) = \frac{1}{1+\left(\frac{I(x,y)-v_1}{I(x,y)-v_2}\right)^{\frac{2}{m_2-1}}},$$

여기서, V1은 오로라 타원형 지역의 프로토타입(Prototype)이고, V2는 배경 지역의 프로토타입(Prototype)이고, $\underline{u}(x,y)$와 $\overline{u}(x,y)$은 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 하한 멤버쉽 값과 상한 멤버쉽 값이고, I(x, y)는 해당 픽셀(x, y)에 위치한 그레이 값(Gray Value)이고, m1과 m2는 최종 클러스터링의 퍼지화 정도를 결정하는 퍼지화 계수를 나타냄.

[수학식 2]

$$u_2(x,y) = \frac{\overline{u}(x,y)+\underline{u}(x,y)}{2}.$$

[수학식 3]

$$\begin{cases} C = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) = 0.5\}, \\ inside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) > 0.5\}, \\ outside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) < 0.5\}. \end{cases}$$

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 멤버쉽 함수를 이용하여 계산하는 단계는,

각 픽셀들이 상기 오로라 타원형 지역의 제1 프로토타입(C1)과 상기 배경 지역의 제2 프로토타입(C2)을 하기의 수학식 4에 의해 계산하는 단계; 및

상기 퍼지화 계수에 따라 상기 제1 프로토타입과 상기 제2 프로토타입의 부피에 맞게 퍼지 지역을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법.

[수학식 4]

$$c_1 = \frac{\sum_{\Omega}[u(x, y)]^m I(x, y)}{\sum_{\Omega}[u(x, y)]^m},$$
$$c_2 = \frac{\sum_{\Omega}[1 - u(x, y)]^m I(x, y)}{\sum_{\Omega}[1 - u(x, y)]^m}.$$

여기서, u(x, y)는 특정 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 멤버쉽 값을 나타내고(∈ [0,1]), m은 퍼지화 계수임.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 하기의 수학식 2에 의해 수행하는 단계는,

상기 수학식 1과 상기 수학식 2를 이용하여 각 픽셀의 멤버쉽 값을 계산하는 제1 단계;

상기 계산한 멤버쉽 값을 상기 수학식 4에 대입하여 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)을 계산하는 제2 단계;

픽셀들을 오름차순으로 정렬한 후 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)으로부터 최소 거리를 갖는 인덱스 k번째 픽셀을 구하는 제3 단계; 및

상기 k번째 픽셀의 멤버쉽 값을 상기 수학식 4에 대입하여 상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 오른쪽 값(C_{ir})과 왼쪽 값(C_{il})을 계산하여 Type Reduction 처리를 수행하는 제4 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 오른쪽 값(C_{ir})은 상기 제3 단계에서 상기 인덱스 k번째 픽셀을 구할 때 i < k인 경우의 조건을 설정하고, 상기 제1 단계에서 상기 제4 단계를 순차적으로 수행하고,

상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 왼쪽 값(C_{il})은 상기 제3 단계에서 상기 인덱스 k번째 픽셀을 구할 때 $i \geq k$ 인 경우의 조건을 설정하고, 상기 제1 단계에서 상기 제4 단계를 순차적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제4 단계 이후에,

상기 제1 프로토타입(C1)과 상기 제2 프로토타입(C2)의 오른쪽 값(C_{ir})과 왼쪽 값(C_{il})을 하기의 수학식 5를 이용하여 디퍼지화하고 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역의 각각 Crisp 프로토타입인 상기 오로라 타원형 지역의 프로토타입(V1)과 상기 배경 지역의 프로토타입(V2)을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법.

[수학식 5]

$$v_i = \frac{c_{il} + c_{ir}}{2},$$

여기서, i=1 또는 2이고 C_{il}은 프로토타입의 왼쪽 값이고, C_{ir}은 프로토타입의 오른쪽 값이고, V1은 V2는 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역의 프로토타입임.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 각각 Crisp 프로토타입을 계산하는 단계 이후에,

상기 오로라 타원형 지역의 프로토타입(V1)과 상기 배경 지역의 프로토타입(V2)을 하기의 수학식 6의 퍼지 에너지 함수에 대입하여 상기 오로라 타원형 이미지를 구별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법.

[수학식 6]

$$F = \sum_{\Omega} (u_2(x,y))^m (I(x,y) - v_1)^2 + \sum_{\Omega} (1 - u_2(x,y))^m (I(x,y) - v_2)^2,$$

여기서, V1와 V2는 오로라 타원형 지역과 배경 지역의 프로토타입이고, $u_2(x,y)$는 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x,y)의 타입 2 퍼지 멤버쉽 값이고, I(x,y)는 (x,y)에 위치한 픽셀의 그레이 값이고, m은 퍼지화 계수임.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템에 관한 것으로서, 특히 액티브 윤곽 모델(Active Contour Model)과 인터벌 타입 2 퍼지 논리(Interval Type-2 Fuzzy Logic)를 조합하여 인터벌 타입 2 퍼지 세트의 불확실성 멤버쉽 값을 이용하여 오로라 타원형 이미지의 불확실성을 용이하게 표현함으로써 오로라 타원형 이미지를 구별하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오로라는 태양에서 방출된 대전 입자의 일부가 지구 자기장에 이끌려 대기로 진입하면서 공기 분자와 반응하여 빛을 내는 현상이다.

[0003] 오로라는 고위도 지역에서 하늘에서 나타나는 자연 현상이며 태양풍과 자기권에 시작된 하전 입자의 충돌로 야

기된다.

[0004] 오로라는 전파를 방사하고 무선통신, 기상 및 생물학적 과정에 강한 영향을 미칠 수 있다.

[0005] 오로라 연구는 고위도 전리권, 열권, 자기권의 거동을 해석하여 자기권 내의 중요한 물리 과정을 모니터링 할 수 있다.

[0006] 오로라 화상은 지구 근접 공간에서 몇가지 중요한 물리 과정을 조사하기 위해서 필요한 것으로 증명되었다.

[0007] 특히 오로라 화상은 전력망 통신 시스템, 기상학, 복잡한 생물계의 연구를 위한 중요한 정보를 전달한다.

[0008] 종래의 영상 검출 방법은 픽셀 강도에서의 배경과 오로라 타원체를 효과적으로 구별해내지 못하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 액티브 윤곽 모델(Active Contour Model)과 인터벌 타입 2 퍼지 논리(Interval Type-2 Fuzzy Logic)를 조합하여 인터벌 타입 2 퍼지 세트의 불확실성 멤버쉽 값을 이용하여 오로라 타원형 이미지의 불확실성을 용이하게 표현함으로써 오로라 타원형 이미지를 구별하는 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템은,

[0011] 영상장비를 이용하여 오로라 타원형 이미지를 획득하는 영상 획득부;

[0012] 상기 오로라 타원형 이미지의 각 픽셀이 오로라 타원형 지역과 배경 지역에 속하는지 여부를 나타내는 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 하기의 수학식 1의 멤버쉽 함수를 이용하여 계산하는 퍼지 논리화부;

[0013] 상기 계산된 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 처리하기 위한 Type Reduction 처리를 하기의 수학식 2에 의해 수행하는 타입 리덕션 처리부; 및

[0014] 상기 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값에 따라 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역에 픽셀을 분할하여 할당하는 하드 파티션닝(Hard Partitioning)을 하기의 수학식 3에 의해 수행하는 액티브 윤곽 모델부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] [수학식 1]

$$\underline{u}(x,y)=\frac{1}{1+\left(\frac{I(x,y)-v_1}{I(x,y)-v_2}\right)^{\frac{2}{m_1-1}}},$$

$$\overline{u}(x,y)=\frac{1}{1+\left(\frac{I(x,y)-v_1}{I(x,y)-v_2}\right)^{\frac{2}{m_2-1}}},$$

[0016]

[0017] 여기서, V1은 오로라 타원형 지역의 프로토타입(Prototype)이고, V2는 배경 지역의 프로토타입(Prototype)이고, $\underline{u}(x,y)$와 $\overline{u}(x,y)$은 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 하한 멤버쉽 값과 상한 멤버쉽 값이고, I(x, y)는 해당 픽셀(x, y)에 위치한 그레이 값(Gray Value)이고, m1과 m2는 최종 클러스터링의 퍼지화 정도를 결정하는 퍼지화 계수를 나타냄.

[0018] [수학식 2]

$$u_2(x, y) = \frac{\overline{u}(x, y) + \underline{u}(x, y)}{2}.$$

[0019]

[0020] [수학식 3]

$$\begin{cases} C = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) = 0.5\}, \\ inside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) > 0.5\}, \\ outside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) < 0.5\}. \end{cases}$$

[0021]

[0022] 본 발명의 특징에 따른 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법은,

[0023] 영상장비를 이용하여 오로라 타원형 이미지를 획득하는 단계;

[0024] 상기 획득한 오로라 타원형 이미지의 각 픽셀이 오로라 타원형 지역과 배경 지역에 속하는지 여부를 나타내는 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 하기의 수학식 1의 멤버쉽 함수를 이용하여 계산하는 단계;

[0025] 상기 계산된 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 처리하기 위한 Type Reduction 처리를 하기의 수학식 2에 의해 수행하는 단계; 및

[0026] 상기 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값에 따라 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역에 픽셀을 분할하여 할당하는 하드 파티션닝(Hard Partitioning)을 하기의 수학식 3에 의해 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0027] [수학식 1]

$$\underline{u}(x, y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I(x,y) - v_1}{I(x,y) - v_2}\right)^{\frac{2}{m_1 - 1}}},$$

$$\overline{u}(x, y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I(x,y) - v_1}{I(x,y) - v_2}\right)^{\frac{2}{m_2 - 1}}},$$

[0028]

[0029] 여기서, V1은 오로라 타원형 지역의 프로토타입(Prototype)이고, V2는 배경 지역의 프로토타입(Prototype)이고, $\underline{u}(x, y)$와 $\overline{u}(x, y)$은 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 하한 멤버쉽 값과 상한 멤버쉽 값이고, I(x, y)는 해당 픽셀(x, y)에 위치한 그레이 값(Gray Value)이고, m1과 m2는 최종 클러스터링의 퍼지화 정도를 결정하는 퍼지화 계수를 나타냄.

[0030] [수학식 2]

$$u_2(x, y) = \frac{\overline{u}(x, y) + \underline{u}(x, y)}{2}.$$

[0031]

[0032] [수학식 3]

[0033]
$$\begin{cases} C = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) = 0.5\}, \\ inside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) > 0.5\}, \\ outside(C) = \{(x, y) \in I : u_2(x, y) < 0.5\}. \end{cases}$$

발명의 효과

[0034] 전술한 구성에 의하여, 본 발명은 액티브 윤곽 모델과 인터벌 타입 2 퍼지 논리를 조합한 것으로 오로라 타원형 이미지를 분할하는 초기 윤곽 조건에 덜 민감하며, 인터벌 타입 2 퍼지 세트의 불확실성 멤버쉽 값을 이용하여 오로라 타원형 이미지의 불확실성을 용이하게 설명할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 오로라 타원형 이미지를 구별하기 위하여 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템의 구성을 간략하게 나타낸 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인터벌 타입 2 퍼지 논리 집합의 멤버쉽 함수의 구간을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 부피가 다른 2개의 클러스터에서 퍼지화 계수에 따라 퍼지 영역을 형성하는 모습을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 프로토타입(Prototype) C_1의 왼쪽 값과 오른쪽 값을 추정하기 위한 Type Reduction 처리 방법을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 오로라 타원형 이미지의 윤곽선을 구별하는 과정을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 오로라 타원형 이미지를 구별하기 위하여 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0037] 대부분의 패턴 인식이나 클러스터링 문제에서 구별하고자 하는 패턴에 대한 모든 정보를 알 수 없기 때문에 항상 파라미터에 대한 불확실성(Uncertainty)이 존재한다.

[0038] Type 1 Fuzzy Set은 패턴에 대한 불확실성을 표현하기 위해 사용되는 알고리즘이다. 그러나 Type 1 Fuzzy Set은 외부의 노이즈나 오로라 화상 이미지와 같은 불확실성을 표현하는데 한계가 있다.

[0039] 본 발명은 불확실성 정보를 멤버십 함수로 표현하여 불확실성을 효율적으로 취급하는 Type 2 Fuzzy Set을 적용한다.

[0040] 이러한 Type 2 Fuzzy Set은 제1 멤버쉽(Primary Membership)을 정의하기 위해 여러 개의 제2 멤버쉽(Secondary Membership)을 할당하게 되고 기존의 Type 1 Fuzzy Set에 비하여 데이터에 대한 불확실성을 더욱 효과적으로 제어하게 된다.

[0041] Type 2 Fuzzy Set은 연산 과정에서 오는 연산 복잡성을 감소시키기 위해 퍼지 세트(Fuzzy Set)을 인터벌 세트(Interval Set)으로 확장하는 Interval Type-2 Fuzzy Set을 제안한다.

[0042] 오로라 타원형 이미지들에 대한 정보는 완벽하게 얻기 어렵다.

[0043] 이에 대한 해결책으로 본 발명은 오로라 타원형 이미지의 분할에 있어 적용되는 액티브 윤곽 모델(Active Contour Model)에 Type 2 Fuzzy Set을 적용하는 방법을 예시하며, 이를 통해 오로라 타원형 이미지의 불확실성을 잘 표현할 수 있는 인터벌 타입 2 퍼지 ACM(Interval Type-2 Fuzzy Active Contour Model)을 제공한다.

[0044] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 오로라 타원형 이미지를 구별하기 위하여 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템의 구성을 간략하게 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 인터벌 타입

2 퍼지 논리 집합의 멤버쉽 함수의 구간을 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 부피가 다른 2개의 클러스터에서 퍼지화 계수에 따라 퍼지 영역을 형성하는 모습을 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 프로토타입(Prototype) C_1의 왼쪽 값과 오른쪽 값을 추정하기 위한 Type Reduction 처리 방법을 나타낸 도면이다.

[0045] 본 발명의 실시예에 따른 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템(100)은 영상 획득부(110), 퍼지 논리화부(Fuzzifier)(120), 타입 리덕션(Type Reduction) 처리부(130), 액티브 윤곽 모델부(140), 제어부(150) 및 퍼지 에너지 함수 계산부(160)를 포함한다.

[0046] 영상 획득부(110)는 영상장비를 이용하여 오로라 타원형 이미지를 획득한다.

[0047] 퍼지 논리화부(120)는 인터벌 타입 2 퍼지를 적용하기 위하여 제2 멤버쉽 값(Secondary Membership Degree)이 모두 1인 다음의 [수학식 1]과 같은 인터벌 타입 2 퍼지 세트를 사용한다.

수학식 1

[0048]
$$\tilde{A} = \left[\int_{u \in J_x} 1/u\right]/x$$

[0049] 여기서, U는 제2 멤버쉽 함수이고, Jx는 제2 멤버쉽 함수 영역인 x의 제1 멤버쉽이다.

[0050] 전술한 [수학식 1]에서 제2 멤버쉽 값이 모두 같기 때문에 Type 1 Fuzzy Set과 같이 사용될 수 있다.

[0051] 인터벌 타입 2 퍼지 논리 집합의 멤버쉽 함수는 제2 멤버쉽 값이 모두 같기 때문에 도 2에 도시된 바와 같이 [$\underline{u}$(X'), $\overline{u}$(x')]와 같이 구간으로 표현될 수 있다. 도 2에서 음영으로 된 부분이 불확실성을 표현한 부분이다.

[0052] 퍼지 논리화부(120)는 부피가 다른 2개의 클러스터에서 적합한 퍼지 영역을 퍼지화 계수(m1, m2)에 따라 상한(Upper) 멤버쉽 함수와 하한(Lower) 멤버쉽 함수를 구하면 다음의 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

[0053]
$$\underline{u}(x,y) = \frac{1}{1+\left(\frac{I(x,y)-v_1}{I(x,y)-v_2}\right)^{\frac{2}{m_1-1}}},$$

$$\overline{u}(x,y) = \frac{1}{1+\left(\frac{I(x,y)-v_1}{I(x,y)-v_2}\right)^{\frac{2}{m_2-1}}},$$

[0054] 여기서, V1, V2는 오로라 타원형 지역의 프로토타입(Prototype)과 배경 지역의 프로토타입(Prototype)이고, $\underline{u}(x,y)$와 $\overline{u}(x,y)$은 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 하한 멤버쉽 값과 상한 멤버쉽 값이고, I(x, y)는 해당 픽셀(x, y)에 위치한 그레이 값(Gray Value)이고, m1과 m2는 최종 클러스터링의 퍼지화 정도를 결정하는 퍼지화 계수를 나타낸다.

[0055] 전술한 V1과 V2는 하기의 [수학식 6]에서 구해진다.

[0056] m1과 m2는 멤버쉽 값의 근사치를 [수학식 2]에 의해 계산된다.

[0057] 멤버쉽 값은 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x, y)이 얼마나 많은 지를 표현할 수 있다.

[0058] 다시 말해, 퍼지 논리화부(120)는 오로라 타원형 이미지의 각 픽셀이 오로라 타원형 지역과 배경 지역에 속하는지 여부를 나타내는 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값을 [수학식 1]의 멤버쉽 함수를 이용하여 계산한다.

[0059] 도 3에 도시된 바와 같이, 퍼지 논리화부(120)는 m1과 m2를 이용하여 불확실성을 주어 퍼지화 계수에 따라 클러스터 부피에 맞게 적당한 퍼지 지역을 형성한다.

[0060] 도 3에 도시된 바와 같이, 오로라 타원형 지역과 배경 지역의 패턴에서 두 개의 클러스터는 다른 부피와 휘도를 가지고 경계선의 중심선을 기준으로 C1과 C2를 동일하게 할당하는 것보다 m1과 m2 값을 조정하여 도 3의 (b)와 같이, Maximum 퍼지 영역에서 경계선의 중심선을 기준으로 왼쪽 영역을 넓게 오른쪽 영역을 좁게 형성하는 것이 이상적인 구조이다.

[0061] 다시 말해, 퍼지 논리화부(120)는 오로라 타원형 지역의 프로토타입(Prototype) C_1과 배경 지역의 프로토타입(Prototype) C_2를 다음의 [수학식 3]에 의해 계산한다.

수학식 3

[0062]
$$c_1 = \frac{\sum_{\Omega}[u(x,y)]^m I(x,y)}{\sum_{\Omega}[u(x,y)]^m},$$
$$c_2 = \frac{\sum_{\Omega}[1-u(x,y)]^m I(x,y)}{\sum_{\Omega}[1-u(x,y)]^m}.$$

[0063] 여기서, u(x, y)는 특정 지역에 속하는 픽셀(x, y)의 멤버쉽 값을 나타내고($\in [0,1]$), m은 퍼지화 계수이고, Ω는 주어진 초기 영상을 나타내는 것으로 최소화(Minimization) 과정을 거치면서 커브 C가 정해진다.

[0064] 퍼지 논리화부(120)는 퍼지화 계수를 제어하여 오로라 타원형 이미지 상에 중첩되는 영역의 분할을 향상시킨다.

[0065] 각 픽셀의 멤버쉽 값은 상한 근사치와 하한 근사치를 가진다.

[0066] 타입 리덕션(Type Reduction) 처리부는 멤버쉽 값을 적용하기 위한 Type Reduction 처리를 다음의 [수학식 4]에 의해 계산한다.

수학식 4

[0067]
$$u_2(x,y) = \frac{\overline{u}(x,y) + \underline{u}(x,y)}{2}.$$

[0068] 최종 분할 결과로서, 오로라 타원형 이미지의 픽셀은 각 픽셀의 멤버쉽 값에 따라 오로라 타원형 이미지에 해당하는 목적 지역 또는 그 외의 배경 지역에 할당된다.

[0069] 하드 파티션닝(Hard Partitioning)은 퍼지 세트의 디퍼지화(Defuzzification)로 간주된다.

[0070] 액티브 윤곽 모델부(Active Contour Model)(140)는 각 픽셀의 최종 분할인 하드 파티션닝을 수행하기 위하여 다음의 [수학식 5]와 같이 계산된다.

수학식 5

[0071]
$$\begin{cases} C = \{(x,y) \in I : u_2(x,y) = 0.5\}, \\ inside(C) = \{(x,y) \in I : u_2(x,y) > 0.5\}, \\ outside(C) = \{(x,y) \in I : u_2(x,y) < 0.5\}. \end{cases}$$

[0072] 본 발명은 불확실성을 표현하기 위하여 인터벌 타입 2 퍼지세트를 적용하고, 각 픽셀의 멤버쉽 값은 상한 근사치와 하한 근사치를 가지고 있다.

[0073] 액티브 윤곽 모델부(140)는 상한 근사치와 하한 근사치를 전술한 [수학식 5]에 직접적으로 적용할 수 없기 때문에 타입 리덕션 처리부(130)에 의한 Type Reduction 처리(수학식 4)를 먼저 수행한 후 하드 파티션닝을 수행하게 된다.

[0074] 액티브 윤곽 모델부(140)는 상기 오로라 타원형 이미지의 각 픽셀이 오로라 타원형 지역과 배경 지역에 속하는지 여부를 나타내는 제1 멤버쉽 값과 제2 멤버쉽 값에 따라 상기 오로라 타원형 지역과 상기 배경 지역에 픽셀을 분할하여 할당하는 하드 파티션닝(Hard Partitioning)을 수행한다.

[0075] 액티브 윤곽 모델부(140)는 Interval Type 2 Fuzzy Set을 액티브 윤곽 모델(Active Contour Model)에 적용함에 있어서 하드 파티션닝을 전술한 [수학식 5]와 같이 표현된다.

[0076] 제어부(150)는 프로토타입(Prototype) C_1의 왼쪽 값과 오른쪽 값을 추정하기 위한 Type Reduction 처리 방법을 수행하면 다음과 같다.

[0077] 제어부(150)는 전술한 [수학식 2]와 [수학식 4]에 의해 각 픽셀의 멤버쉽 값을 계산한다(S100).

[0078] 제어부(150)는 S100 단계에서 얻은 멤버쉽 값과 전술한 [수학식 3]을 이용하여 프로토타입 C_1을 계산한다(S102).

[0079] 제어부(150)는 오름차순으로 픽셀들을 정렬한 후, 모든 픽셀 중에서 계산한 프로토타입 C_1으로부터 최소 거리를 갖는 인덱스 k번째 픽셀을 찾아낸다(S104).

[0080] k(i < k)보다 작은 인덱스를 가진 픽셀의 멤버쉽 값은 하한 멤버쉽 값과 동일하게 설정한다. k보다 작은 인덱스를 가진 픽셀의 멤버쉽 값이 하한 멤버쉽과 동일하게 설정하지 않는 경우, 멤버쉽 값은 상한 멤버쉽 값과 동일하게 설정한다.

[0081] 제어부(150)는 S104 단계에서 얻은 멤버쉽 값과 전술한 [수학식 3]을 이용하여 프로토타입의 오른쪽 값 C_{1r}을 계산한다(S106).

[0082] 제어부(150)는 $C_{1r} = C_1$ 인지 여부를 판단하여 같은 경우 Type Reduction 처리 절차를 종료하며, 같지 않은 경우 $C_1 = C_{1r}$으로 설정한 후 전술한 S104 단계로 이동하여 Type Reduction 처리 절차를 반복한다(S108, S110, S112).

[0083] 프로토타입의 왼쪽 값 C_{1l}은 전술한 S100 단계 내지 S112 단계를 반복하여 Type Reduction 처리를 수행한다. 다만, 차이점은 i가 k보다 크거나 같은 조건($i \geq k$)을 전술한 S104 단계에 적용한다.

[0084] 제어부(150)는 Crisp 프로토타입을 디퍼지화하는 방법인 다음의 [수학식 6]을 이용하여 계산한다.

수학식 6

[0085]
$$v_i = \frac{c_{il} + c_{ir}}{2},$$

[0086] 여기서, i는 1 또는 2이고, C_{il}은 프로토타입의 왼쪽 값이며, C_{ir}은 프로토타입의 오른쪽 값을 나타낸다.

[0087] Interval Type-2 Fuzzy Set은 퍼지 에너지 함수에 영향을 미친다.

[0088] 퍼지 에너지 함수 계산부(160)는 퍼지 에너지 함수를 다음의 [수학식 7]과 같이 형성하여 오로라 타원형 이미지를 구별하게 된다.

수학식 7

[0089]
$$F = \sum_{\Omega} (u_2(x,y))^m (I(x,y) - v_1)^2 + \sum_{\Omega} (1 - u_2(x,y))^m (I(x,y) - v_2)^2,$$

[0090] 여기서, V1와 V2는 오로라 타원형 지역과 배경 지역의 프로토타입이고, $u_2(x,y)$는 오로라 타원형 지역에 속하는 픽셀(x,y)의 타입 2 퍼지 멤버쉽 값이고, I(x,y)는 (x,y)에 위치한 픽셀의 그레이 값이고, m은 퍼지화 계수를 나타낸다.

[0091] 퍼지 에너지 함수는 에너지 함수가 최소화되는 방향으로 반복적으로 이동하여 객체와 배경이 이루는 경계에 수렴되도록 하여 오로라 타원형 이미지의 윤곽선을 추적한다(도 5).

[0092] 도 5에 도시된 바와 같이, 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템(100)은 영상 획득부(110), 퍼지 논리화부(Fuzzifier)(120), 타입 리덕션(Type Reduction) 처리부(130), 액티브 윤곽 모델부(140), 제어부(150) 및 퍼지 에너지 함수 계산부(160)을 이용하여 오로라 타원형 이미지의 윤곽선을 구별하게 된다.

[0093] 도 6은 발명의 실시예에 따른 오로라 타원형 이미지를 구별하기 위하여 액티브 윤곽 모델을 적용한 인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법을 나타낸 도면이다.

[0094] 영상 획득부(110)는 영상장비를 이용하여 오로라 타원형 이미지를 획득한다.

[0095] 제어부(150)는 오로라 타원형 지역을 $u_2(x,y) > 0$으로 설정하고, 배경 지역을 $u_2(x,y) < 0$으로 설정하여 분할 초기화를 수행한다(S200).

[0096] 제어부(150)는 전술한 S100 내지 S112 단계와 [수학식 6]을 이용하여 오로라 타원형 지역의 프로토타입 V1과 배경 지역의 프로토타입 V2를 계산한다(S202).

[0097] 다시 말해, 제어부(150)는 S100 내지 S112 단계를 이용하여 오로라 타원형 지역의 프로토타입의 오른쪽 값 C_{1r}과 프로토타입의 왼쪽 값 C_{1l}과 배경 지역의 프로토타입의 오른쪽 값 C_{2r}과 프로토타입의 왼쪽 값 C_{2l}을 계산한 후, 전술한 [수학식 6]을 이용하여 오로라 타원형 지역의 프로토타입 V1와 배경 지역의 프로토타입 V2를 계산한다.

[0098] 제어부(150)는 현재 픽셀의 멤버쉽 값 u_{2o}과 그레이 값 Io을 전술한 [수학식 2]와 [수학식 4]를 이용하여 계산하며, 픽셀의 새로운 멤버쉽 값 u_{2n}을 전술한 [수학식 2]와 [수학식 4]를 이용하여 계산한다(S204).

[0099] 제어부(150)는 각 픽셀의 기존의 에너지와 새로운 에너지 간의 차이값인 에너지 변화량을 다음의 [수학식 8]을 이용하여 계산한다(S206).

수학식 8

$$\Delta F = (u_{2n}^m - u_{2o}^m)\left(\frac{s_1}{s_1 + u_{2n}^m - u_{2o}^m}\right)(I_o - v_1)^2 + \left(\frac{s_2((1-u_{2n})^m - (1-u_{2o})^m)}{s_2 + (1-u_{2n})^m - (1-u_{2o})^m}\right)(I_o - v_2)^2,$$

[0100]

[0101] 여기서, $s_1 = \sum_\Omega [u_2(x,y)]^m$ 와 $s_2 = \sum_\Omega [1 - u_2(x,y)]^m$ 를 나타낸다.

[0102] S1는 전체 영상에 있어 Type-2 퍼지 멤버십에 해당하는 부분이고, S2는 전체 영상에 있어 Type-2 퍼지 멤버십에 해당하지 않는 바깥 부분이다.

[0103] 제어부(150)는 $\Delta F < 0$ 라고 판단하는 경우, u_{2o} 를 u_{2n} 으로 대체하며, $\Delta F < 0$ 이 아니라고 판단하는 경우, 다음 S210 단계로 진행한다(S208).

[0104] 제어부(150)는 퍼지 에너지 함수 계산부(160)와 연동하여 전술한 [수학식 7]에 의해 전체 에너지 함수 F를 계산한다(S210).

[0105] 제어부(150)는 $\max |F_{new} - F_{old}| < \varepsilon$ 라고 판단하는 경우, 인터벌 타입 2 퍼지 제어 절차를 종료하며(S212), 그렇지 않은 경우, 전술한 S202 단계로 이동하여 인터벌 타입 2 퍼지 제어 절차를 반복한다.

[0106] [수학식 8]은 일정한 과정을 반복 수행하여 해를 구하는 반복법(Iterative Method)이다.

[0107] $\max |F_{new} - F_{old}| < \varepsilon$ 는 Old Energy F_{old}와 New Energy F_{new}의 차분을 보는 것으로 반복법의 중단 조건을 찾기 위한 것이다.

[0108] 반복법을 수행할 때 ε 이상이면, 계속 F_{new}값을 찾고, F_{new}와 F_{old}의 차이가 ε 이하가 되면 중단한다. 임계치 $\varepsilon = 10^{-2}$는 퍼지 중단 조건으로 사용된다.

[0109] 인터벌 타입 2 퍼지 ACM(Interval Type-2 Fuzzy Active Contour Model)은 액티브 윤곽 모델과 인터벌 타입 2 퍼지 논리를 조합한 것으로 오로라 타원형 이미지를 분할하는 초기 윤곽 조건에 덜 민감한 장점이 있으며, 인터벌 타입 2 퍼지 세트의 불확실성 멤버쉽 값을 이용하여 오로라 타원형 이미지의 불확실성을 용이하게 설명할 수 있는 효과가 있다.

[0110] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 프로그램, 그 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.

[0111] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0112] 100: 인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템

110: 영상 획득부

120: 퍼지 논리화부

130: 타입 리덕션 처리부

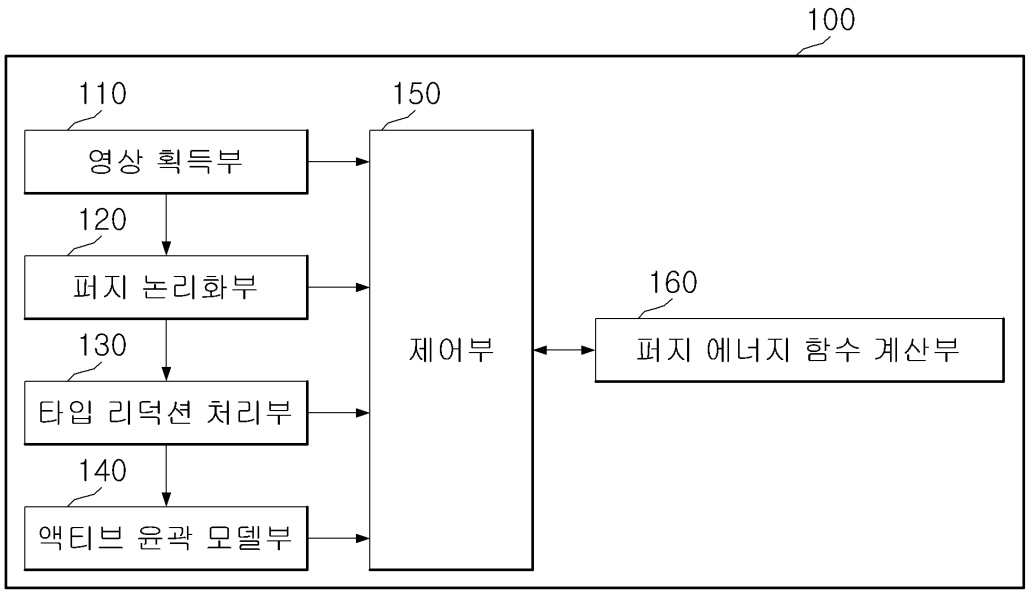
140: 액티브 윤곽 모델부

150: 제어부

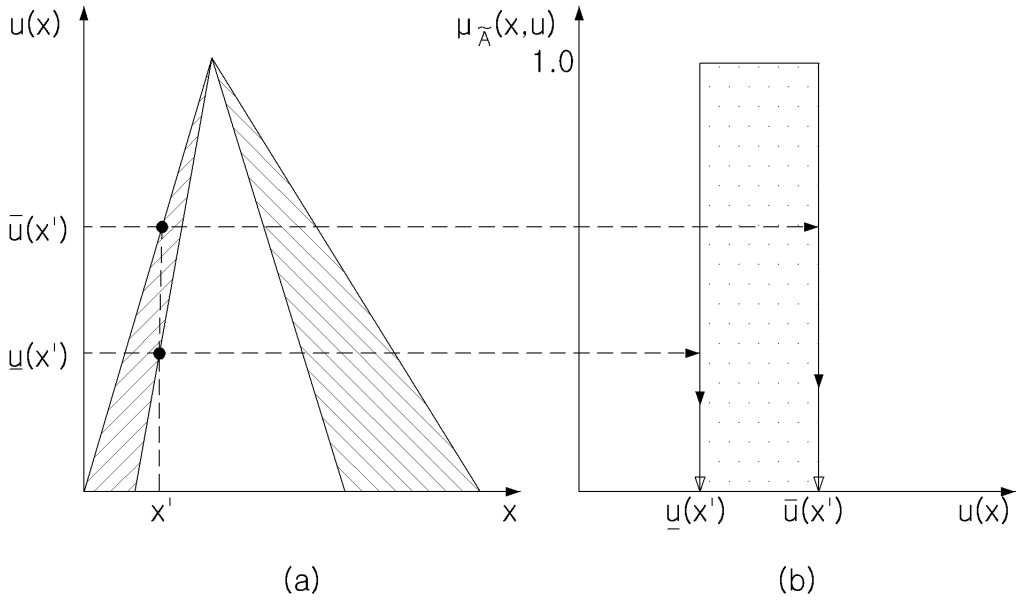
160: 퍼지 에너지 함수 계산부

도면

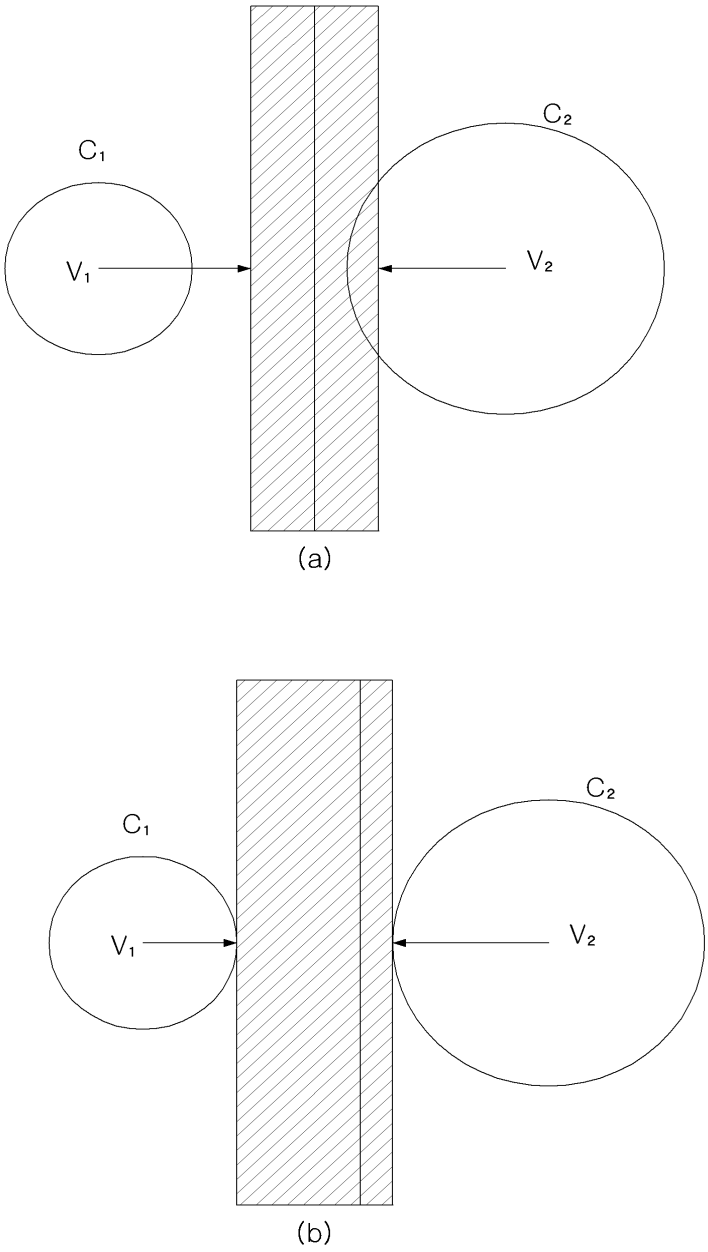
도면1



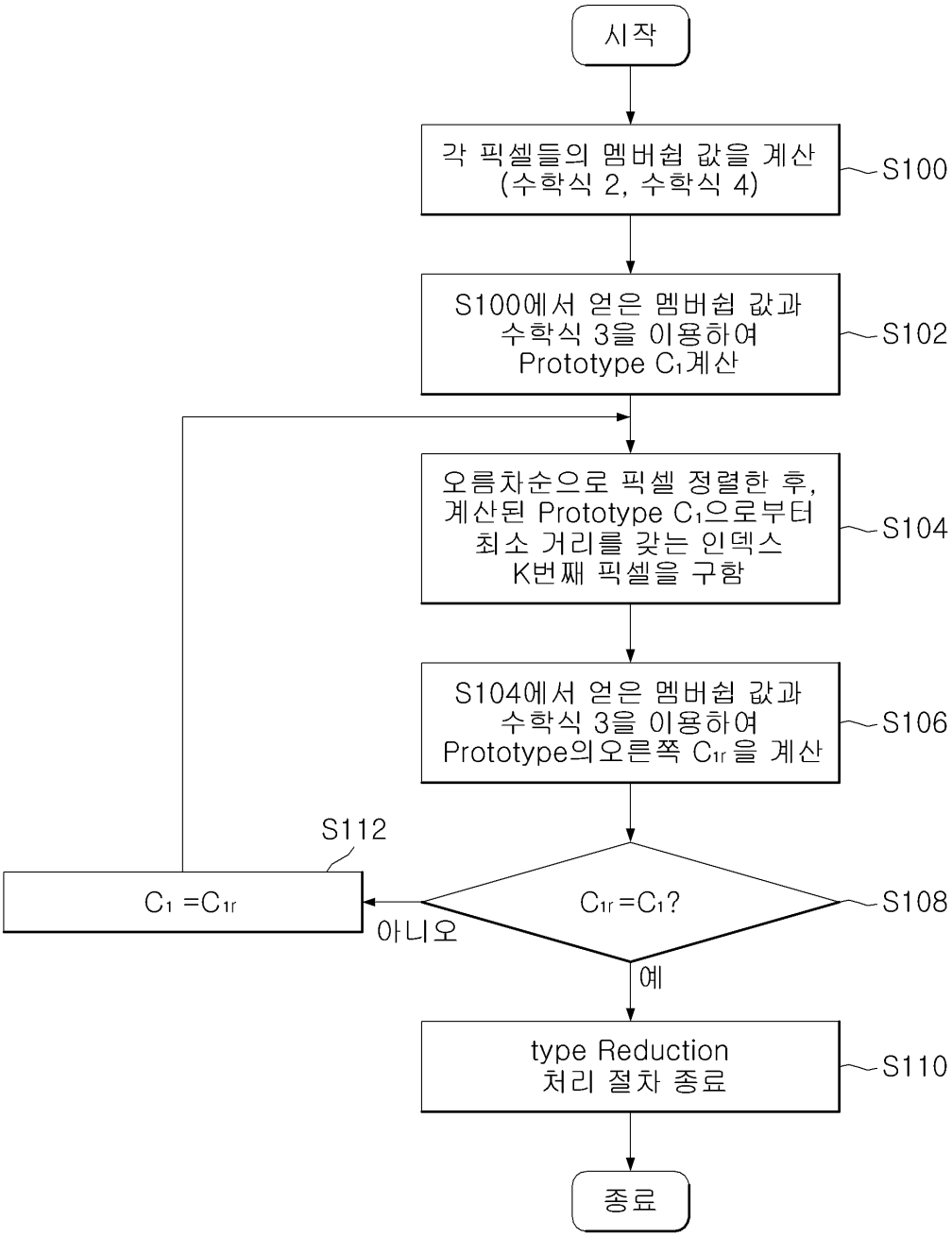
도면2


u(x)
$\mu_{\tilde{A}}(x,u)$
1.0
$\bar{u}(x')$
$\underline{u}(x')$
x'
x
$\underline{u}(x')$
$\bar{u}(x')$
u(x)
(a)
(b)

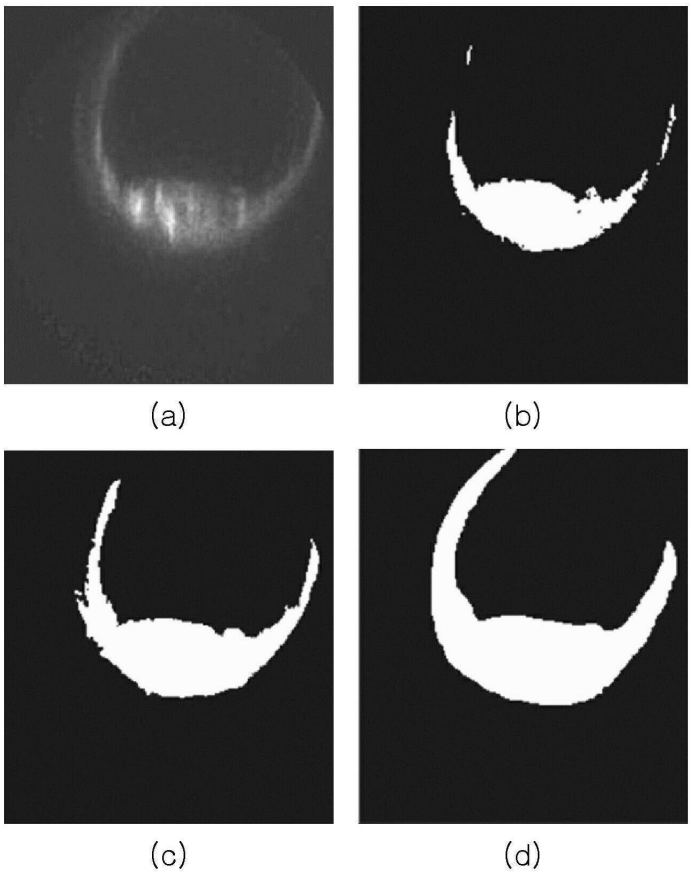
도면3



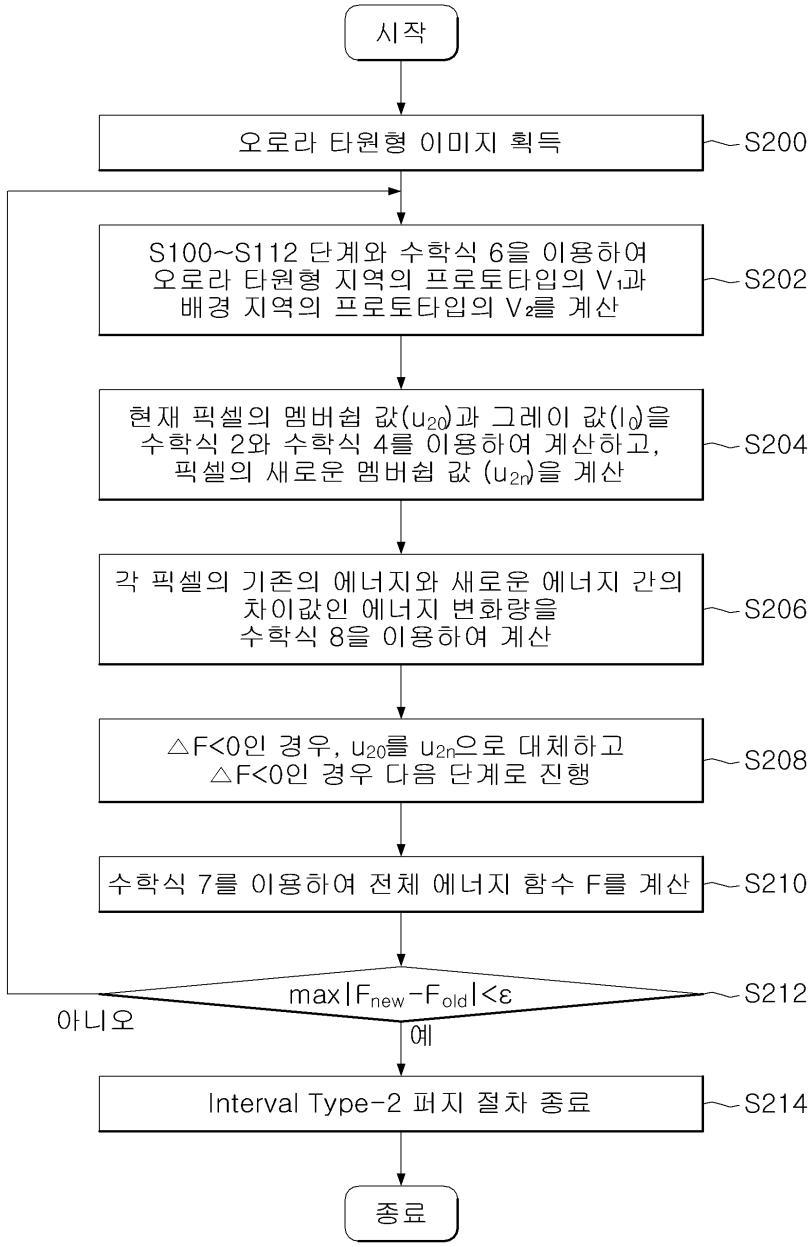
도면4


시작
각 픽셀들의 멤버쉽 값을 계산
(수학식 2, 수학식 4)
S100
S100에서 얻은 멤버쉽 값과
수학식 3을 이용하여
Prototype C1계산
S102
오름차순으로 픽셀 정렬한 후,
계산된 Prototype C1으로부터
최소 거리를 갖는 인덱스
K번째 픽셀을 구함
S104
S104에서 얻은 멤버쉽 값과
수학식 3을 이용하여
Prototype의오른쪽 C1r을 계산
S106
C1r =C1?
S108
아니오
S112
C1 =C1r
예
type Reduction
처리 절차 종료
S110
종료

도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제11항

【변경전】

인터벌 타입 2 퍼지 제어 시스템

【변경후】

인터벌 타입 2 퍼지 제어 방법