

# 퍼지 논리를 이용한 영상 필터

장대성 · 김광백

신라대학교 컴퓨터정보공학부

## Image Filter Using Fuzzy Logic

Dea-Sung Jang · Kwang-Baek Kim

Division of Computer and Information Engineering, Silla University

E-mail : gbkim@silla.ac.kr

### 요 약

영상처리 기술은 인간의 시각에 기반을 둔 영상정보와 관련된 분야에서 중요한 기반 기술로써 현재 여러 분야에서 연구가 활발하게 진행 중이다. 여러 응용 분야에서 사용되는 영상처리의 세부 기술범위는 영상 변환, 영상 개선, 영상 복원, 영상 압축등과 같이 다양하며, 이런 영상처리 기술의 중요한 연구 목표 중의 하나는 정확한 정보 추출을 위한 영상정보의 개선에 있다. 영상정보의 개선은 영상의 해석과 인식을 위한 기본적인 과제이며, 영상에서 나타날 수 있는 잡음을 제거하는 영상처리 기술이 영상정보 개선의 한 분야라고 할 수 있다. 영상정보 개선을 위한 기존의 필터링 알고리즘은 잡음제거율이 높은 만큼 경계선의 보존이 어렵다는 단점이 있으며, 이를 보완하기 위해 다른 영상처리 알고리즘을 함께 응용하여 처리함으로써 처리시간이 증가되고 원 영상의 중요한 정보를 훼손할 가능성이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 기존의 필터링 알고리즘의 문제점을 개선하는 동시에 잡음 제거율을 높일 수 있는 Fuzzy Mask Filter 알고리즘을 제안한다. Fuzzy Mask Filter 알고리즘은 마스크에서 얻은 정보를 Fuzzy Logic에 적용하여 임계값을 구하며, 구해진 임계값을 기준으로 출력 영상의 화소값을 결정하는 알고리즘이다. 본 논문에서 제안한 알고리즘의 효율성을 검증하기 위해 Impulse 잡음과 Salt pepper 잡음을 임의로 생성하여 기존의 알고리즘과 비교한 결과, 제안된 방법이 잡음 영상에 존재하는 픽셀 정보를 훼손하지 않고 잡음을 효과적으로 제거한 것을 확인할 수 있었다.

### 키워드

영상처리, 영상개선, 영상 필터링, Fuzzy Mask Filter

## 1. 서 론

영상처리 기술은 1960년대 후반부터 우주 연구와 CT, MRI와 같은 의료영상 분야에서 사용하기 위해 활발한 연구가 진행되었다. 처리량이 많고 연산과정이 복잡하여 전문적인 분야에 국한되어 사용되던 영상처리 기술은 1990년대 후반부터 다양한 통신매체와 컴퓨터 하드웨어의 발달로 인해서 검색, 컴퓨터 비전, 그래픽스, 방송 등의 응용분야가 점차 다양해지고 있다. 영상처리 기술은 인간의 시각에 기반을 둔 영상정보와 관련된 분야에서 중요한 기반 기술로써 연구가 활발하게 진행 중이다. 이러한 영상처리 기술의 세부적인 기술범위를 구분한다면 영상 변환, 영상 개선, 영상 복원, 영상 압축, 영상 분할, 표현 및 기술, 인식등과 같이 다양하며, 기본적인 처리로써 영상

조작, 분석, 인식, 복원 등이 존재한다. 이러한 영상처리 기술을 효과적으로 사용하고 영상에서 정확한 정보를 추출하기 위해서는 영상정보의 개선 과정이 필수적이다. 영상정보의 개선은 영상의 해석과 인식을 위한 기본적인 과제이며, 다양한 알고리즘이 존재한다.

영상처리 기술에서 정보추출을 위한 초기과정을 전처리과정이라 한다. 다양한 전처리 과정 중에서 초기 영상의 잡음을 제거하기 위한 필터링 연산은 정보 해석과 인식을 위한 영상처리 과정에서 필수적인 요소이며, 다양한 환경에서 발생하는 영상의 잡음을 제거하기 위한 많은 필터링 알고리즘이 제안되었다. 기존의 필터링 알고리즘의 종류에는 미디언 필터, 혼합 미디언 필터, 평균값 필터,  $\alpha$ -trimmed 평균값 필터, 최대/최소값 필터, 가우시안 스무딩 필터, MMSE 필터 등과 같

이 다양하다. 이런 필터링 알고리즘들은 다시 여러 기준으로 분류되지만 원영상의 정보를 기준으로 처리하기 때문에 마스크 정보를 이용한다는 공통적인 특징이 있다. 마스크 정보의 이용이란 중심픽셀을 기준으로 마스크의 반경 내에 존재하는 픽셀의 특징을 이용하여 출력영상의 화소값을 결정한다는 뜻이다.

마스크정보를 이용한 기존 필터링 알고리즘에서 컴퓨터는 미리 정의된 규칙에 의해 순차적으로 처리하며, 컴퓨터 스스로 처리되는 픽셀을 잡음과 비잡음으로 구분하지 못한다. 따라서 잡음이 아닌 픽셀도 함께 처리함으로써 영상의 정보를 훼손할 수 있는 가능성이 있다. 또한 기존 필터링 알고리즘에서 잡음 제거율과 정보 훼손정도는 서로 반비례한다. 잡음이 제거된 출력영상의 잡음제거율이 높을수록 경계선 보존이 어려워지며, 잡음 제거율이 낮을 경우 비교적 경계선이 보존되지만, 잡음 제거를 위한 필터링 알고리즘의 생명력을 잃게 된다. 또한 이러한 단점을 보완하기 위해 다른 영상처리 알고리즘을 함께 응용하여 처리함으로써 처리시간이 증가한다. 따라서 본 논문에서는 기존 필터링 알고리즘의 단점을 개선하기 위해서 지능기법인 Fuzzy Logic을 적용하여 컴퓨터 스스로 잡음과 비 잡음을 인식하여 잡음이 아닌 픽셀을 보존하고 잡음만을 처리할 수 있는 Fuzzy Mask Filter 알고리즘을 제안한다.

## II. 제안된 퍼지 마스크 필터

본 논문에서 제안하는 Fuzzy Mask Filter 알고리즘의 수행 순서도는 그림 1과 같다.

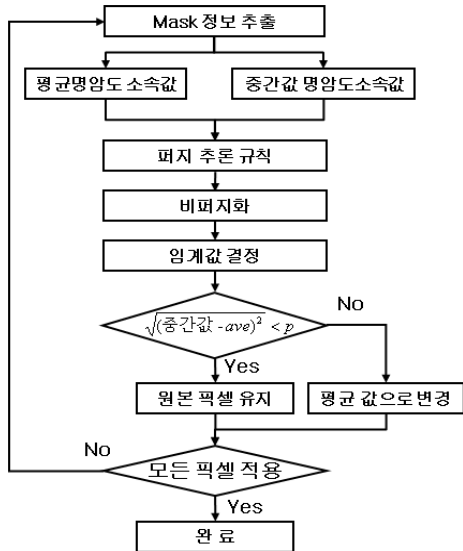


그림 1. 알고리즘 순서도

## 2.1 소속도

Fuzzy Logic은 정도의 차이를 수치화 할 수 있는 지능 알고리즘이다. Fuzzy Logic은 0과 1로 판단이 어려운 문제 해결을 위해 입력값을 미리 설계된 소속 함수를 이용하여 소속도를 계산하며, 계산된 소속도를 정확한 근거를 바탕으로 정의된 규칙에 의해 구해진 결과값을 응용하는 이론이다. 본 논문에서는 기존 필터링 알고리즘이 잡음과 비 잡음에 대한 기준 없이 처리하여 생기는 단점을 개선하기 위해 Fuzzy Logic을 이용하여 잡음 가능성의 정도를 결정한다.

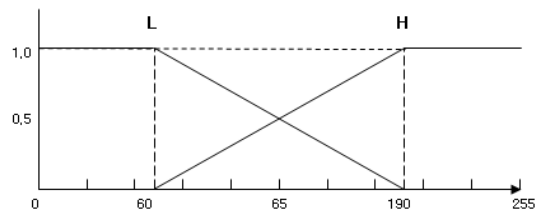
제안된 Fuzzy Mask Filter 알고리즘은 잡음 영상의 전체 픽셀을 순차적으로 거치면서 각 픽셀에 대하여 마스크 정보를 추출한다. 마스크 정보는 그림 2의 (b)와 같은 기준 픽셀을 대상으로 지정된 범위 안에 속하는 픽셀들의 명암도 값을 의미한다.

178	122	135	145	201	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
155	161	164	165	222	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
123	123	134	198	221	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
156	176	123	234	223	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4
176	145	156	225	224	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4

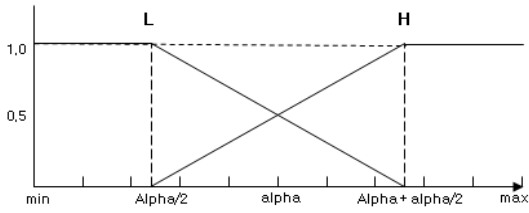
(a) Mask 명암도 (b) Mask 픽셀 정보  
그림 2. Mask 정보

미리 설계된 퍼지 소속 함수에 입력될 값은 그림 2의 (b)에서 나타낸 것과 같이 기준 픽셀값의 명암도와 마스크에 존재하는 모든 명암도의 평균값이다.

마스크의 평균 명암도와 마스크의 기준 픽셀값을 설계된 소속 함수에 입력하여 소속도를 구하고 정의된 규칙에 적용한다. 그림 3은 설계된 퍼지 소속 함수이다.



(a) 평균값의 명암도 소속 함수



(b) 기준 픽셀값의 명암도 소속 함수  
그림 3. 퍼지 소속 함수

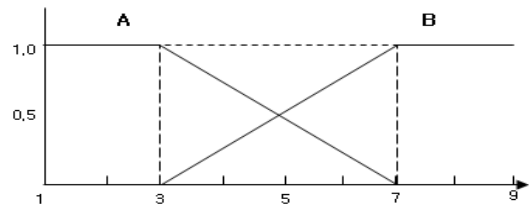


그림 4. 잡음 가능성 소속 함수

그림 3의 (b)는 기준 픽셀값을 입력값으로 하는 소속 함수이다. L과 H구간을 구분하는 alpha 값은 마스크의 범위내에 있는 최소 픽셀값과 최대 픽셀값의 중간치이다.

### 2.2 임계값 결정

각 소속 함수에서 구해진 소속도를 정의된 퍼지 추론 규칙에 적용하여 최종 소속값을 구하게 된다. 제안된 방법에서는 Min-Max 추론방법을 적용한다. 표 1은 정의된 퍼지 추론 규칙이다.

표 1. 퍼지 추론 규칙

규칙	평균	중간값	→	잡음 가능성
규칙1	L	L	→	A
규칙2	L	H	→	B
규칙3	H	L	→	B
규칙4	H	H	→	A

마스크의 평균값과 중간값의 명암도가 모두 높거나 낮은값으로 나올 경우에는 기준 픽셀이 잡음일 가능성은 낮다. 평균값과 반대로 중간값이 높거나 낮게 나올 경우에는 기준 픽셀이 잡음일 가능성은 높다. 이런 특징을 이용하여 표 1의 퍼지 추론 규칙을 정의하였다. 정의된 규칙을 이용하여 임계값을 결정하기 위해 각 규칙의 전반부 소속도의 Min값을 선택하고 잡음 가능성에 대한 소속 함수 각 구간에 Max값을 무게중심법에 적용하여 비퍼지화 한다. 비퍼지화된 값을 영상에 적용하기 위해 0~255사이의 명암도로 정규화하여 최종 임계값을 결정한다. 그림 4는 잡음 가능성에 대한 소속 함수이며, 식 1은 최종 임계값을 구하기 위한 비퍼지화 과정에서 적용된 무게중심법이다.

$$p^* = \frac{\sum u(Y_i)X_i}{\sum u Y_i} \tag{1}$$

### 2.3 출력 화소값 결정

Fuzzy Logic을 이용하여 구해진 임계값은 기준 픽셀이 잡음 인지를 확인하는데 사용된다. 기준 픽셀값과 평균값의 차이가 임계값보다 클 경우에는 해당 픽셀을 잡음이라 간주하여 출력할 화소값으로 평균값을 선택한다. 기준값과 평균값의 차이가 임계값을 넘지 않을 경우에는 비잡음으로 간주하여 마스크에 존재하는 기준 픽셀값을 출력 화소값으로 결정한다.

## III. 실험 및 결과분석

본 논문에서 제안한 방법을 Intel Pentium-IV 2.80GHz CPU와 1.00GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 Visual Studio .NET 2003 으로 구현하여 실험하였다. Salt pepper 잡음과 Impulse 잡음을 임의로 생성한 Gray영상에 5 X 5 마스크를 기준으로 기존 필터링 알고리즘과 비교하였다. Fuzzy Mask Filter를 실험하기 위한 초기 화면은 그림 5와 같다.

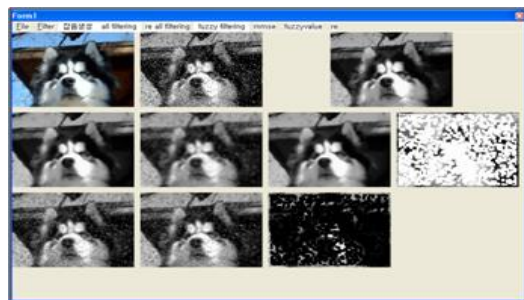


그림 5. 구현 화면

그림 6은 임펄스 잡음영상에 제안된 Fuzzy Mask Filter 알고리즘과 기존의 필터링 알고리즘을 수행한 결과 영상이다.

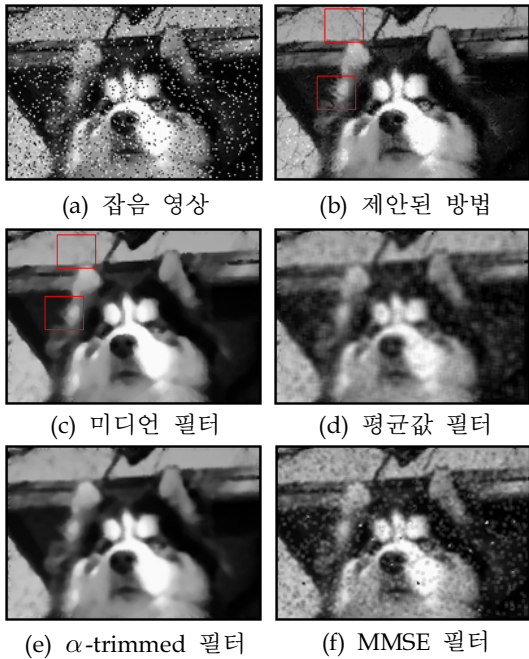


그림 6. 결과 영상 1

그림 6의 (d)영상과 (f)영상은 각각 평균값 필터와 MMSE 필터를 수행한 결과 영상이다. 평균값 필터링과 MMSE 필터링의 경우에는 잡음을 효과적으로 제거하지 못한 것을 확인 할 수 있다. 그림 6의 (c)영상의 미디언 필터와 (e)영상의  $\alpha$ -trimmed 필터의 경우에는 잡음을 효과적으로 제거한 것을 확인할 수 있지만 영상에 존재하는 나뭇가지나 동물의 눈과 같은 부분이 손실되어 원본 영상의 정보를 보존하지 못하였다. 또한 마스크의 처리에 대하여 동일한 조건을 부여하는 기존 필터링 알고리즘의 단점에 의해서 동물의 털이나 눈동자와 같은 경계선의 정보를 훼손한 것을 확인 할 수 있다.

본 논문에서 제안한 Fuzzy Mask Filter의 경우에는 영상의 배경에 존재하는 나뭇가지와 같은 세부적인 특징과 객체의 경계선을 효과적으로 보존한 것을 확인 하였다. 그림 7은 제안된 방법의 다른 결과 영상이다.

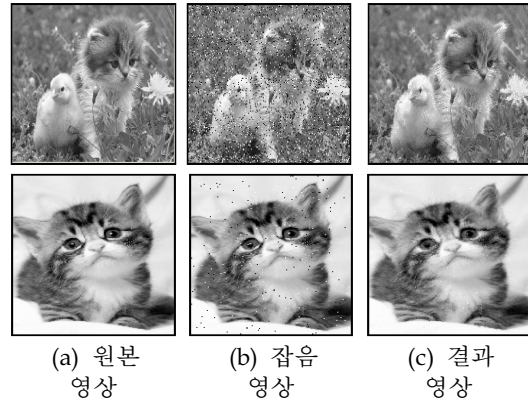


그림 7. 결과 영상 2

## V. 결 론

영상 개선을 위해서 사용되는 기존의 필터링 알고리즘은 잡음 제거율과 정보 훼손정도가 서로 반비례하는 단점이 존재하였다. 본 논문에서는 잡음제거를 위해서 사용되는 기존의 필터링 알고리즘이 가진 문제점을 개선하기 위해서 지능 기법인 Fuzzy Logic을 적용하여 영상의 모든 픽셀에 대해서 시스템 스스로가 잡음 정도를 확인하고 필터링하는 Fuzzy Mask Filter 알고리즘을 제안 하였다. 제안된 알고리즘을 Salt pepper잡음과 Impulse잡음이 생성된 영상을 대상으로 실험한 결과, 효과적으로 잡음이 제거되는 것을 확인하였으며, 잡음 제거로 인한 경계선과 원본 영상의 정보 훼손에 대한 문제점이 개선된 것을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] H. M. Lin, "Median Filters with Adaptive Length," IEEE Trans. Circuits and Systems, vol. 35, no. 6, pp 675-690, 1988.
- [2] D. Coker, "An introduction to intuitionistic fuzzy topological spaces," Fuzzy Sets and Systems pp 81-89, 1997.
- [3] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Eds, Digital Image Processing. Addison Wesley, 1992.