

퍼지 마스크 필터를 이용한 잡음 제거

이상준*, 윤석현**, 김광백***

Noise Removal using Fuzzy Mask Filter

Sang Jun Lee*, Seok Hyun Yoon**, Kwang-Baek Kim***

요약

영상처리 기술은 인간의 시각에 기반을 둔 영상 정보와 관련된 분야에서 중요한 기반 기술로써 현재 여러 분야에서 연구가 활발하게 진행 중이다. 여러 응용 분야에서 적용되는 영상 처리의 세부 기술 범위는 영상 변환, 영상 개선, 영상 복원, 영상 압축등과 같이 다양하며, 이런 영상 처리 기술의 중요한 연구 목표 중의 하나는 정확한 정보 추출을 위한 영상 정보의 개선에 있다. 영상 정보의 개선은 영상의 해석과 인식을 위한 기본적인 과제이며, 영상에서 나타날 수 있는 잡음을 제거하는 영상 처리 기술이 영상 정보 개선의 한 분야라고 할 수 있다. 영상 정보 개선을 위한 기존의 필터링 알고리즘은 잡음 제거율이 높은 만큼 경계선의 보존이 어렵다는 단점이 있으며, 이를 보완하기 위해 다른 영상 처리 알고리즘을 함께 응용하여 처리함으로써 처리 시간이 증가되고 원 영상의 중요한 정보를 훼손할 가능성이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 기존의 필터링 알고리즘의 문제점을 개선하는 동시에 잡음 제거율을 높일 수 있는 퍼지 마스크 필터 알고리즘을 제안한다. 퍼지 마스크 필터 알고리즘은 마스크에서 얻은 정보를 퍼지 논리에 적용하여 임계값을 구하며, 구해진 임계값을 기준으로 출력 영상의 화소 값을 결정한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘의 효율성을 검증하기 위해 Impulse 잡음과 Salt pepper 잡음을 임의로 생성하여 기존의 필터 방법과 비교한 결과, 제안된 방법이 잡음 영상에 존재하는 픽셀 정보를 훼손하지 않고 잡음을 효과적으로 제거한 것을 확인할 수 있었다.

Abstract

Image processing techniques are fundamental in human vision-based image information processing. There have been widely studied areas such as image transformation, image enhancement, image restoration, and image compression. One of research subgoals in those areas is enhancing image information for the correct information retrieval. As a fundamental task for the image recognition and interpretation, image enhancement includes noise filtering techniques. Conventional filtering algorithms may have high noise removal rate but usually have difficulty in conserving boundary information. As a result, they often use additional image processing algorithms in compensation for the tradeoff of more CPU time and higher possibility of information loss. In this paper, we propose a Fuzzy Mask Filtering algorithm that has high noise removal rate

• 제1저자 : 이상준 교신저자 : 김광백

• 투고일 : 2010. 09. 14, 심사일 : 2010. 09. 27, 게재확정일 : 2010. 10. 19.

* 평택대학교 물류정보대학원 조교수 ** 청강문화산업대학 컴퓨터정보과 교수 *** 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수

but lesser problems in above-mentioned side-effects. Our algorithm firstly decides a threshold based on fuzzy logic with information from masks. Then it decides the output pixel value by that threshold. In a designed experiment that has random impulse noise and salt pepper noise, the proposed algorithm was more effective in noise removal without information loss.

▶ Keyword : 영상 처리(Image processing), 영상 개선(Image enhancement), 영상 필터링 (Image filtering), 퍼지 마스크 필터(Fuzzy Mask Filter)

I. 서론

영상 처리 기술은 1960년대 후반부터 우주 연구와 CT, MRI와 같은 의료 영상 분야에서 사용하기 위해 활발한 연구가 진행되었다. 처리량이 많고 연산 과정이 복잡하여 전문적인 분야에 국한되어 사용되던 영상처리 기술은 1990년대 후반부터 다양한 통신 매체와 컴퓨터 하드웨어의 발달로 인해서 검색, 컴퓨터 비전, 그래픽스, 방송 등의 응용 분야가 점차 다양해지고 있다. 영상처리 기술은 인간의 시각에 기반을 둔 영상 정보와 관련된 분야에서 중요한 기반 기술로써 연구가 활발하게 진행 중이다. 이러한 영상 처리 기술의 세부적인 기술 범위를 구분한다면 영상 변환, 영상 개선, 영상 복원, 영상 압축, 영상 분할, 표현 및 기술, 인식 등과 같이 다양하며, 기본적인 처리로써 영상 조작, 분석, 인식, 복원 등이 존재한다. 이러한 영상 처리 기술을 효과적으로 사용하고 영상에서 정확한 정보를 추출하기 위해서는 영상 정보의 개선 과정이 필수적이다. 영상 정보의 개선은 영상의 해석과 인식을 위한 기본적인 과제이며, 다양한 알고리즘이 존재한다.

영상 처리 기술에서 정보 추출을 위한 초기 과정을 전처리 과정이라 한다. 다양한 전처리 과정 중에서 초기 영상의 잡음을 제거하기 위한 필터링 연산은 정보 해석과 인식을 위한 영상 처리 과정에서 필수적인 요소이며, 다양한 환경에서 발생하는 영상의 잡음을 제거하기 위한 많은 필터링 알고리즘이 제안되었다[1]. 기존의 필터링 알고리즘의 종류에는 미디언 필터, 혼합 미디언 필터, 평균값 필터, α -trimmed 평균값 필터, 최대/최소값 필터, 가우시안 스무딩 필터, MMSE 필터 등과 같이 다양하다[2,3]. 이런 필터링 알고리즘들은 다시 여러 기준으로 분류되지만 원 영상의 정보를 기준으로 처리하기 때문에 마스크 정보를 이용한다는 공통적인 특징이 있다. 마스크 정보의 이용이란 중심 픽셀을 기준으로 마스크의 반경 내에 존재하는 픽셀의 특징을 이용하여 출력 영상의 화소 값을 결정한다는 뜻이다.

마스크 정보를 이용한 기존 필터링 알고리즘에서 컴퓨터는

미리 정의된 규칙에 의해 순차적으로 처리하며, 컴퓨터 스스로 처리되는 픽셀을 잡음과 비잡음으로 구분하지 못한다[4]. 따라서 잡음이 아닌 픽셀도 함께 처리함으로써 영상의 정보를 훼손할 수 있는 가능성이 있다. 또한 기존 필터링 알고리즘에서 잡음 제거율과 정보 훼손 정도는 서로 반비례한다. 잡음이 제거된 출력 영상의 잡음 제거율이 높을수록 경계선 보존이 어려워지며, 잡음 제거율이 낮을 경우에는 비교적 경계선이 보존되지만, 잡음 제거를 위한 필터링 알고리즘의 생명력을 잃게 된다. 또한 이러한 단점을 보완하기 위해 다른 영상 처리 알고리즘을 함께 응용하여 처리함으로써 처리 시간이 증가한다[5]. 따라서 본 논문에서는 기존 필터링 알고리즘의 단점을 개선하기 위해서 지능기법인 퍼지 기법을 적용하여 컴퓨터 스스로 잡음과 비 잡음을 인식하여 잡음이 아닌 픽셀을 보존하고 잡음만을 처리할 수 있는 퍼지 마스크 필터 알고리즘을 제안한다.

II. 제안된 퍼지 마스크 필터

본 논문에서 제안하는 퍼지 마스크 필터 알고리즘의 수행 순서도는 그림 1과 같다.

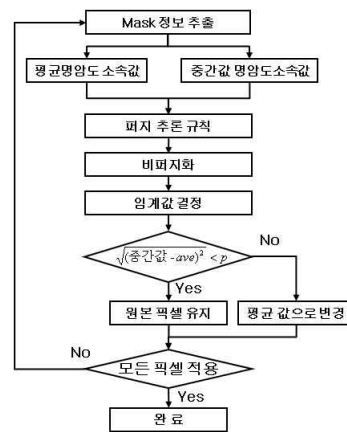
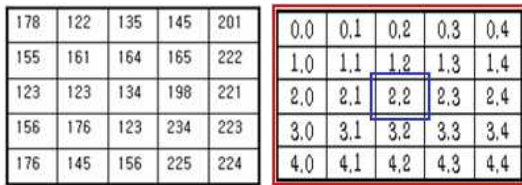


그림 1. 알고리즘 순서도
Fig 1. Overall Algorithm Flow

2.1 소속도

퍼지 논리는 정도의 차이를 수치화 할 수 있는 지능 알고리즘이다. 퍼지 논리는 0과 1로 판단이 어려운 문제 해결을 위해 입력 값을 미리 설계된 소속 함수를 이용하여 소속도를 계산하며, 계산된 소속도를 정확한 근거를 바탕으로 정의된 규칙에 의해 구해진 결과 값을 응용하는 이론이다[6]. 본 논문에서는 기존 필터링 알고리즘이 잡음과 비 잡음에 대한 기준 없이 처리하여 생기는 단점을 개선하기 위해 퍼지 논리를 이용하여 잡음 가능성의 정도를 결정한다.

제안된 퍼지 마스크 필터 알고리즘은 잡음 영상의 전체 픽셀을 순차적으로 거치면서 각 픽셀에 대하여 마스크 정보를 추출한다. 그림 2의 (a)는 마스크의 명암도이고 (b)는 마스크의 좌표를 의미한다.



(a) Mask 명암도 (a) Mask in Brightness
(b) Mask 픽셀 정보 (b) Mask Pixel Information

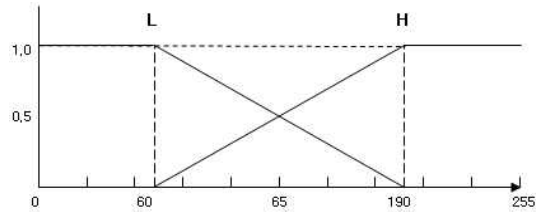
그림 2 Mask 정보
Fig 2 Mask Information

미리 설계된 퍼지 소속 함수에 입력될 값은 그림 2의 (b)에서 나타난 것과 같이 기준 좌표에 해당하는 픽셀 값의 명암도와 마스크에 존재하는 모든 명암도의 평균값이다. 마스크의 평균 명암도와 마스크의 기준 픽셀 값을 설계된 소속 함수에 입력하여 소속도를 구하고 정의된 규칙에 적용한다. 그림 3은 설계된 퍼지 소속 함수이다.

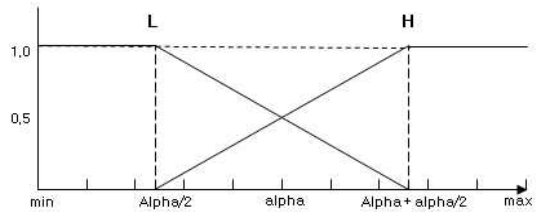
그림 3의 (b)는 기준 픽셀 값을 입력 값으로 하는 소속 함수이다. L과 H구간을 구분하는 alpha값은 마스크의 범위 내에 있는 최소 픽셀 값과 최대 픽셀 값의 중간치이다.

2.2 임계값 결정

각 소속 함수에서 구해진 소속도를 정의된 퍼지 추론 규칙에 적용하여 최종 소속도를 구한다. 제안된 방법에서는 Min-Max 추론 방법을 적용한다. 표 1은 정의된 퍼지 추론 규칙이다.



(a) 평균값의 명암도 소속 함수
(a) Average Brightness Membership Function



(b) 기준 픽셀값의 명암도 소속 함수
(b) Membership Function for Base Pixel

그림 3. 퍼지 소속 함수
Figure 3. Fuzzy Membership Functions

표 1. 퍼지 추론 규칙
Table 1. Fuzzy Inference Rules

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

마스크의 평균값과 중간 값의 명암도가 모두 높거나 낮은 값으로 나올 경우에는 기준 픽셀이 잡음일 가능성은 낮다. 평균값과 반대로 중간 값이 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 무게 중심법에 적용하여 비퍼지화 한다. 비퍼지화된 값을 영상에 적용하기 위해 0~255사이의 명암도로 정규화하여 최종 임계값을 결정한다. 그림 4는 잡음 가능성에 대한 소속 함수이며, 식 (1)은 최종 임계값을 구하기 위한 비퍼지화 과정에서 적용된 무게중심법이다.

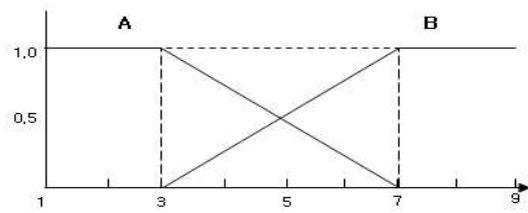


그림 4. 잡음 가능성 소속 함수
Fig 4. membership Function on Noise Possibility

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

2.3 출력 화소 값 결정

퍼지 논리를 이용하여 구해진 임계값은 기준 픽셀이 잡음 인지를 확인하는데 적용한다. 기준 픽셀 값과 평균값의 차이가 임계값보다 클 경우에는 해당 픽셀을 잡음이라 간주하여 출력할 화소 값으로 평균값을 선택한다. 기준 값과 평균값의 차이가 임계값을 넘지 않을 경우에는 비잡음으로 간주하여 마스크에 존재하는 기준 픽셀 값을 출력 화소 값으로 결정한다.

III. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 방법을 Intel Pentium-IV 2.80GHz CPU와 1.00GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 Visual Studio .NET 2003으로 구현하여 실험하였다. Salt pepper 잡음과 Impulse 잡음을 임의로 생성한 그레이 영상에 5X5 마스크를 기준으로 기존 필터링 알고리즘과 비교하였다.

그림 6은 임펄스 잡음 영상에 제안된 퍼지 마스크 필터 방법과 기존의 필터링 방법을 수행한 결과 영상이다. 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 α -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 정보가 훼손된 것을 확인 할 수 있다.

본 논문에서 제안한 퍼지 마스크 필터의 경우에는 영상의 배경에 존재하는 나뭇가지와 같은 세부적인 특징과 객체의 경

계선을 효과적으로 보존한 것을 확인하였다. 그림 7은 제안된 방법의 다른 결과 영상이다.



그림 6. 결과 영상
Figure 6. Result Image

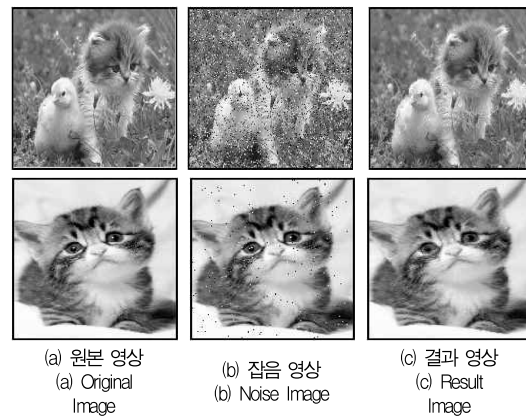


그림 7. 다양한 영상 실험
Fig 7. Another Image Experiment

IV. 결 론

영상 개선을 위해서 사용되는 기존의 필터링 알고리즘은 잡음 제거율과 정보 훼손 정도가 서로 반비례하는 단점이 존재하였다. 본 논문에서는 잡음 제거를 위해서 적용되는 기존의 필터링 알고리즘의 문제점을 개선하기 위해서 지능 기법인 퍼지 논리를 적용하여 영상의 모든 픽셀에 대해서 시스템 스스로가 잡음 정도를 확인하고 필터링하는 퍼지 마스크 필터 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘을 Salt pepper잡음과 Impulse 잡음이 생성된 영상을 대상으로 실험한 결과, 효과적으로 잡음이 제거되었고, 잡음 제거로 인한 경계선과 원 영상의 손실이 적어 기존의 필터링 방법보다 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, June 1988.
- [2] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Eds, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1992.
- [3] 어진우, 허은석, "진단 초음파 영상 처리를 위한 적응 Pseudomedian 필터," 전기전자학회 논문지, 제 7권, 제 2호, 271-280쪽, 2003년 12월.
- [4] 유훈, "디지털 영상 통신 시스템 에서 웨이블릿 변환 기반 지역 필터와 보간 필터," 한국멀티미디어학회 논문지, 제 9권, 제 4호, 443-450쪽, 2006년 4월.
- [5] 김광백, 김영주, "퍼지 소속 함수를 이용한 개선된 이진화 방법," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 10권, 제 1호, 67-72쪽, 2005년 3월.
- [6] G. J. Klir, B. Yuan, "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications," Prentice Hall PTR, 1995.

저 자 소개



이 상 준

1989 : 한양대학교
전자계산학과 공학사
1991 : Univ. of Utah
Mechanical Eng. 공학석사
2003 : Arizona State Univ.
Mechanical & Aerospace Eng.
공학박사
현 재: 평택대학교
물류정보대학원 조교수
관심분야 : 물류정보시스템, 유비쿼터스,
RFID/USN, 퍼지 논리



윤 석 현

인하대학교 전자공학과 (공학사)
연세대학교 전자공학과 (공학석사)
국민대학교 전자공학과 (공학박사)
1981년~ : 동양공업전문대학 교수
1996년~현재 : 청강문화산업대학
컴퓨터정보과 교수
관심분야 : 응용소프트웨어, 멀티미디어
서비스, 퍼지 논리, 영상 처리



김 광 백 (제 1저자)

1999년 : 부산대학교 전자계산학과
(이학박사)
1997년~현재 : 신라대학교 컴퓨터정보
공학부 교수
2005년~현재 : 한국해양정보통신학회
학술상임이사
2008년~현재 : Scientific Journals
International (USA) Editor
관심분야 : 퍼지 논리, 영상 처리, 유전자
알고리즘, 의료정보시스템,
생물정보학