

개선된 퍼지 기법을 이용한 컬러 영상 필터

김 광 백*, 이 병 관**

Color Image Filter using an Enhanced Fuzzy Method

Kwang Baek Kim *, Byung Kwan Lee **

요 약

본 논문에서는 기존의 퍼지 필터링 알고리즘의 문제점을 개선한 퍼지 필터링 기법을 제안한다. 제안된 퍼지 필터링 알고리즘은 컬러 영상에서 R, G, B 채널을 각각 분리한다. 분리된 각 채널에서 마스크 정보를 추출하여 채널에 대한 평균값과 중간값의 명암도를 제안된 퍼지 기법의 소속 함수에 적용하여 소속도를 구한 뒤, 추론 규칙에 적용한다. 그리고 R, G, B 각각의 소속도 값을 이용하여 잡음 가능성 여부를 판별한다. 제안된 퍼지 기법에서 소속 함수 구간은 세 개 구간으로 설정하였다. 잡음이라고 판단되는 경우에는 그 잡음 정도에 따라 중간값이나 평균값을 해당 픽셀 값으로 설정하여 잡음을 제거한다.

제안된 기법을 컬러 영상에 적용한 결과, 제안된 기법이 기존의 퍼지 필터링 기법보다 잡음 제거에 있어서 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

▶ Keyword : 퍼지 필터링, 소속 함수, 마스크 정보, 추론 규칙

Abstract

In this paper, we propose a fuzzy method that improves the existing problem of the fuzzy filtering algorithm. The proposed fuzzy filtering algorithm separates R, G, and B channels from the color image. Mask information was extracted from separated channels and the brightness of the mean value and median value for channels was applied in the function of the proposed fuzzy method to calculate the membership and achieve application in the inference rule. Also, the membership degrees of R, G, and B were used to distinguish the possibility of noise. The proposed fuzzy method selected three membership functions. If noise is distinguished, the noise is eliminated by selecting the median value or mean value as the relevant pixel value according to the degree of noise. By applying the proposed method in color images, it was verified that the proposed method is more effective in

•제1저자 : 김광백 •교신저자 : 이병관

•투고일 : 2012. 11. 05, 심사일 : 2012. 11. 17, 게재확정일 : 2012. 11. 21.

* 신라대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Science, Silla University)

** 관동대학교 컴퓨터학과(Dept of Computer, Kwandong University)

eliminating noise when compared with the conventional fuzzy filtering method.

▶ Keyword : Fuzzy filtering, Membership function, Mask information, Inference rule

I. 서론

필터링이란 영상에서 존재하는 잡음을 제거하기 위해 제안된 방법이다. 현재 필터링의 종류로는 미디언 필터링, 혼합 미디언 필터링, 평균값 필터링, α -trimmed 필터링, MAX/MIN 필터링, 가우시안 스무딩 필터링, MMSE 필터링 등 많은 종류의 필터링 알고리즘들이 소개 되었으며[1], 이러한 필터링 알고리즘들은 화학이나 의료영상, 산업처리, CT와 MRI 및 우주 연구 등 많은 응용분야에 다양하게 적용되고 있다[2]. 초창기 영상처리 기술은 처리량이 많고 연산 과정이 복잡해 전문적인 분야에 한해서만 주로 이루어 졌으나 시간이 흐를수록 그 사용 분야는 넓고 방대해졌으며 보다 나은 기술이 개발되어 방송이나 매체, 그래픽 등 더욱 많은 분야로 확대되었다. 이러한 영상 처리 기술을 효과적으로 사용하고 응용하기 위해선 그 영상의 정보를 추출함에 있어서 보다 정확하고 사용하기 편리한 프로그램이 필수적이며, 꾸준한 개선과 보완이 필요하다.

기존의 필터링 기법은 미리 정의된 규칙에 의해 순차적으로 처리하는데, 이러한 특징으로 인해 필터링의 잡음 제거율과 정보 훼손 정도는 서로 반비례하는 단점이 있다. 그리고 다양한 영상에 공통적으로 적용하기에는 문제점이 있고, 응용하는데 있어서 처리 시간이 오래 걸린다는 단점이 있다[3]. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 지능 기법인 퍼지 논리를 이용한 퍼지 필터링 알고리즘이 제안되었다[4,5]. 그러나 기존의 컬러 퍼지 필터링 알고리즘은 잡음이 몰려있는 경우[4]와 색상간의 경계선 부분이 흐린 경우에는 색상이 번지는 문제점[5]이 있다.

따라서 본 논문에서는 기존 퍼지 필터링 알고리즘의 소속 함수를 더 구체적으로 분류하고 추론 규칙을 확대시켜 이 문제점을 보완하여 보다 원 영상에 더 가깝게 적용할 수 있는 컬러 퍼지 필터링 알고리즘을 제안한다.

II. 제안된 컬러 퍼지 필터링

본 논문에서는 영상 픽셀의 R, G, B 채널 각 마스크 정보와 퍼지 논리를 이용하여 잡음 가능성 정도를 결정한다. 그림 1은 원 영상에서 일부분의 마스크 정보와 각 채널의 명암도

정보이다.

0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
3.0	3.1	3.2	3.3	3.4
4.0	4.1	4.2	4.3	4.4

(a) Mask 픽셀 정보
(a) Mask pixel information

199	209	208	203	171
201	186	168	131	88
160	139	123	132	149
191	196	190	185	183
146	171	191	198	197

(b) R 채널 명암도
(b) R channel brightness

148	148	147	151	155
190	192	184	163	136
141	125	116	132	151
79	122	157	177	193
161	191	195	200	190

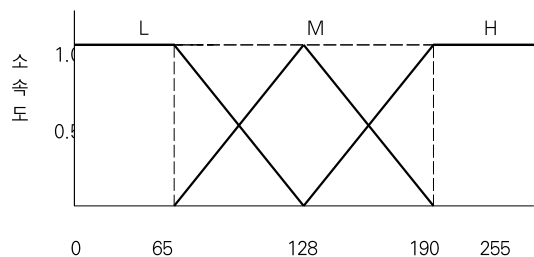
(c) G 채널 명암도
(c) G channel brightness

20	28	35	26	33
41	42	19	47	0
0	0	0	0	3
0	0	21	5	11
44	89	88	8	38

(d) B 채널 명암도
(d) B channel brightness

그림 1. Mask 정보
Fig. 1. Mask Information

원 영상의 픽셀 값을 R, G, B 채널로 분리한 후, 각 채널에서 지정된 범위의 마스크 정보를 추출한다. 추출한 마스크 정보 값은 잡음을 포함한 각각의 R, G, B 값이므로, 잡음을 구분하기 위해 본 논문에서는 각 채널의 명암도 평균값과 명암도 중간값의 소속 함수를 마스크 값에 적용하여 잡음 가능성의 정도를 결정한다. 본 논문에서 제안하는 소속 함수의 카테고리는 Low, Middle, High와 같이 세 구간이고 소속 함수는 그림 2와 같다.



(a) 평균 명암도 소속 함수

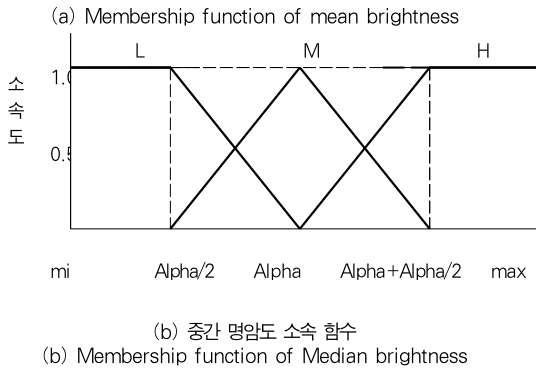


그림 2. 평균 및 중간 명암도 소속 함수
Fig. 2. Membership function of Mean/median brightness

기존의 퍼지 필터링 알고리즘에서는 소속 함수를 Low와 High와 같이 2단계로 구분하였다. 그러나 소속 함수 구간의 범위가 세밀하지 않아 잡음을 정확히 제거할 수 없는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 소속 함수의 범위를 Low, Middle, High와 같이 세 구간으로 구분하여 세밀하게 잡음을 제거할 수 있도록 한다.

그림 2 (b)에서 Alpha+Alpha/2는 각 채널 마스크에서 명암도 중에서 가장 높은 값을 의미하고 Alpha는 마스크 각 채널 마스크에서 명암도가 중간인 Middle 값이고 Alpha/2는 마스크에서 가장 낮은 Low 값이다.

각 소속 함수에서 구해진 소속도를 표 1과 같은 퍼지 추론 규칙에 적용하여 최종 소속도를 구한다. 그림 3은 각각 세 개 구간으로 나누어진 평균값 명암도 소속 함수와 중간값 명암도 소속 함수에서 계산된 각각의 소속도를 표 1과 같은 퍼지 추론 규칙에 적용한 후, 잡음 가능성을 추론하는 잡음 가능성에 대한 소속 함수이다.

표 1. 퍼지 추론 규칙
Table 1. Fuzzy inference rule

규칙	평균값	중간값	→	잡음 가능성
규칙1	L	L	→	A
규칙2	L	M	→	A
규칙3	L	H	→	B
규칙4	M	L	→	C
규칙5	M	M	→	C
규칙6	M	H	→	C
규칙7	H	L	→	B
규칙8	H	M	→	A
규칙9	H	H	→	A

그림 3에서와 같이 각 채널의 마스크 평균값과 마스크 중간 값의 명암도가 모두 낮거나 모두 높은 경우와 중간인 경우

에는 잡음일 가능성이 가장 낮은 A구간으로 분류한다. 그리고 평균값은 높으나 중간값이 낮은 경우와 평균값은 낮으나 중간 값이 높은 경우에는 중간 구간인 B구간으로 분류하고, 평균값이 모두 중간 값일 때는 잡음 가능성이 높은 C구간으로 분류한다. 그림 3에서 구한 소속도를 식 (1)과 같은 무게중심법 [6,7]을 이용하여 비퍼지화 한다. 비퍼지화 된 값을 식 (2)에 적용하여 잡음 정도를 결정하는 임계치를 구한다.

해당 픽셀이 임계치보다 클 경우에는 잡음으로 간주한 후에 평균값을 해당 픽셀의 명암도 값으로 설정하고, 그 외의 경우에는 비잡음으로 간주하여 해당 픽셀의 명암도 값을 유지한다.

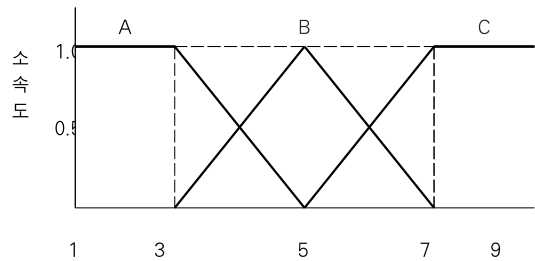


그림 3. 잡음 가능성 소속 함수
Fig. 3. Membership function of noise possibility

$$p^* = \frac{\sum \mu(y_i)x_i}{\sum \mu(y_i)} \quad (1)$$

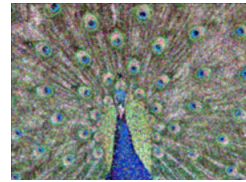
$$p = p^* \times 40 \quad (2)$$

III. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 방법을 Intel Pentium-IV 3.00GHz CPU와 2.00GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0으로 구현하여 실험하였다. Impulse 잡음과 Salt pepper 잡음을 원본 영상에 임의로 생성한 컬러 영상에 R, G, B 채널 각각에 5×5 마스크를 기준으로 미디언 필터링, 평균값 필터링, α -trimmed 필터링, MAX/MIN 필터링, 가우시안 스무딩 필터링, MMSE 필터링, 기존의 퍼지 필터링 알고리즘[4]과 제안된 퍼지 필터링 방법을 비교 분석하였다. 실험은 20개의 영상을 대상으로 실험하였다. 그림 4는 원 영상, 잡음 영상, 기존 필터링 방법의 결과 영상이다.

그림 4의 영상에서 (d), (h), (i)는 각각 평균값 필터링, 가우시안 스무딩 필터링, MMSE 필터링의 결과 영상이다. 세 영상의 경우에는 잡음이 정확히 제거되지 않았고 전체적으로 영

상의 훼손 정도가 심하게 나타났다. 그리고 그림 4의 (c)와 (e)는 미디언 필터링과 α -trimmed 필터링을 적용한 결과이다. 두 방법에서는 잡음이 효과적으로 제거된 것을 확인할 수 있었으나, 꽃의 가운데 부분을 중심으로 주변 영상의 경계선 정보의 훼손도가 심하게 나타났고 영상이 전체적으로 흐릿하여 원 영상과 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 그림 4에서 (f)와 (g)는 MAX/MIN 필터링 방법의 결과이다. MAX/MIN 필터링은 마스크 내의 최대값/최소값을 사용하여 각각의 영상에 적용하는 특징으로 인해 잡음 영상의 훼손 정도가 너무 심하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.



(i) MMSE 필터링
(i) MMSE filtering

그림 4. 기존 필터링 결과
Fig. 4. Conventional filtering result

그림 5와 그림 6은 원 영상, 잡음 영상, 기존의 퍼지 필터링 알고리즘(4)과 제안된 필터링 알고리즘을 적용한 결과다. 그림 5와 그림 6의 (c)는 기존의 퍼지 필터링 방법의 결과이다. 기존의 퍼지 필터링 알고리즘과 제안된 퍼지 필터링 방법을 비교하면 제안된 퍼지 필터링 방법이 원 영상에 근접하다는 것을 확인할 수 있다. 기존의 퍼지 필터링 방법은 그림 5(c)에서와 같이 공작새 몸 부분이나 꼬리의 무늬 부분에서 영상의 경계선 부분이 흐릿하게 나타나서 원 영상과 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 그리고 그림 6(c)의 물고기 영상에서는 오른쪽 하단 부분에 물고기가 밀집되어 있을수록 그 부분의 영상이 흐릿하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

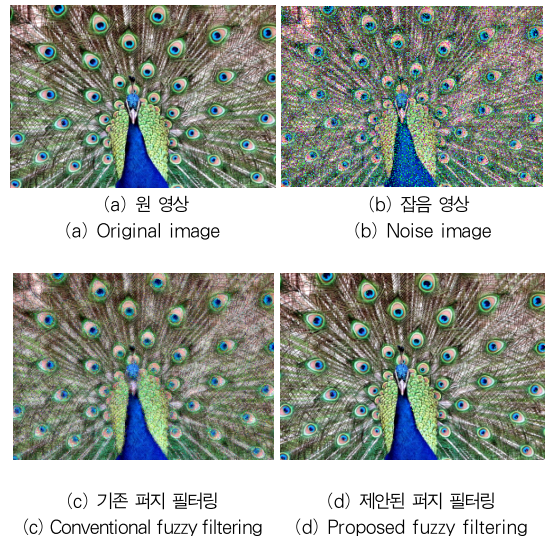
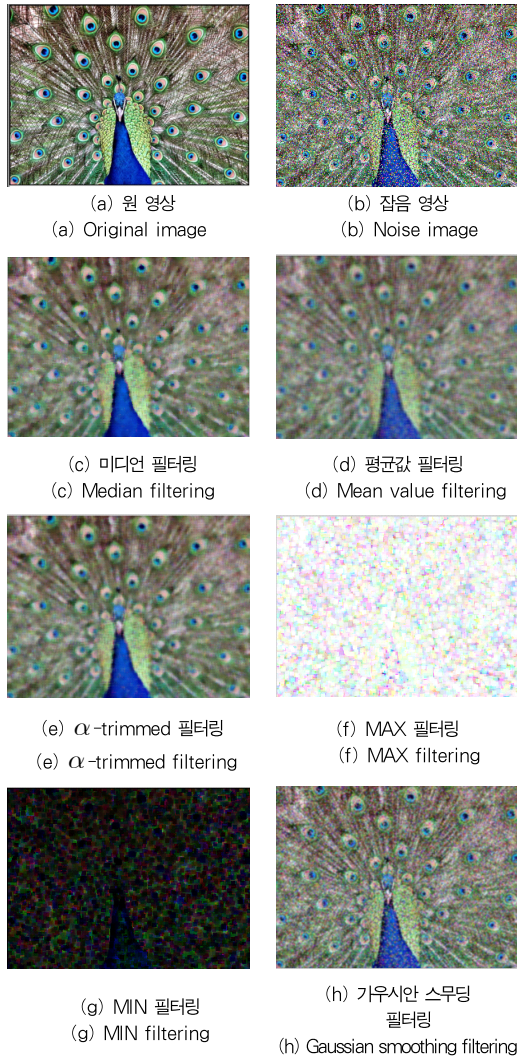


그림 5. 결과 영상 1
Fig. 5. Result images 1

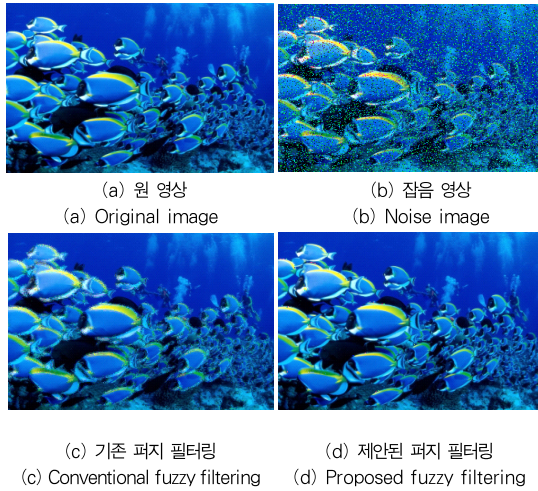


그림 6. 결과 영상 2
Fig. 6. Result images 2

본 논문에서 제안한 퍼지 필터링 알고리즘은 그림 5(d)와 같이 공작새의 몸과 꼬리 및 무늬 부분과 그림 6(d)의 물고기가 밀집한 부분에서 기존 퍼지 필터링 방법보다 더 섬세하고 경계선 부분에서 높은 잡음 제거율을 보였으며, 전체적으로 영상이 거의 원 영상에 가깝게 복원되는 것을 확인할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 기존의 퍼지 필터링 알고리즘을 이용하여 잡음을 제거하는 과정에서 경계선 부분이 흐릿하게 나타나는 부분과 원 영상과의 컬러 정보 차이가 심하게 차이가 나타나는 부분을 개선하기 위하여 소속 함수와 추론 규칙 및 잡음 가능성 소속 함수를 더 세분화한 퍼지 필터링 방법을 제안하였다. 그 결과, 기존 퍼지 필터링 알고리즘의 잡음 제거는 다른 기존의 필터링 기법들 보다 개선되었으나 경계선 부분의 처리가 취약했고 색상이 많이 물리는 부분에서 원 영상과의 차이가 급격하게 나타나는 문제점이 있었다. 그러나 본 논문에서 제안한 퍼지 필터링 알고리즘은 Impulse 잡음과 Salt pepper 잡음이 생성된 영상에서 높은 잡음 제거를 보였고 원 영상과 근접하게 나타나는 것을 실험을 통하여 확인할 수 있었다. 따라서 제안된 퍼지 필터링 방법이 거의 원 영상에 가까운 복원 효과가 있는 것을 확인하였다.

향후에는 제안된 퍼지 필터링 방법을 다양한 영상에 적용하여 잡음 제거 효과를 검증할 것이고 관광 인식 분야에 전처리 과정으로 적용할 것이다.

참고문헌

- [1] J. W. Glotzbach, R. W. Schafer, K. Illgner, "A method of color filter array interpolation with alias cancellation properties," *Proceedings of International Image Processing*, Vol.1, pp.141-144, 2001.
- [2] M. Köppen, K. Franke, O. Unold, "A Survey on Fuzzy Morphology," *Pattern Recognition and Image Analysis*, Vol.11, No.1, pp.195-197, 2001.
- [3] P. May, H. C. Ehrlich, T. Steinke, "ZIB Structure Prediction Pipeline : Composing a Complex Biological Workflow through Web Services ` ` In: Nagel, W.E., Walter, W.V., Lehner, W. (eds.) *Euro-Par 2006*, LNCS 4128, Springer, Heidelbergpp, pp.1148-1158, 2006.
- [4] C. R. Go, J. G. Ahn, K. B. Kim "Color Image Filter Using Fuzzy Logic," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol.16, No.12, pp.43-48, 2011.
- [5] M. Samuel, Gregori V., P. -F. Guillermo, L. Pedro, "A fast impulsive noise color image filter using fuzzy metrics," *Real-Time Imaging*, Vol. 11, Iss. 5-6, pp.417-428, 2005.
- [6] R. Babuska, *Fuzzy Modeling For Control*, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [7] J. Contreras, J. P. Paz, D. Amaya, and A. Pineda, "Realistic Ecosystem Modelling with Fuzzy Cognitive Maps," *International Journal of Computational Intelligence Research*, Vol.3, No.2, pp.139-144, 2007.

저 자 소 개



김 광 백
1999 : 신라대학교 전자계산학과 이학박사
현 재 : 신라대학교 컴퓨터공학과 교수
한국정보통신학회 국제학술부회장
Scientific Journals
International Editor (USA).
The Open Artificial Intelligence
Journal (USA), Editor.
관심분야 : 퍼지 논리, 영상 처리,
유전자 알고리즘,
의료정보시스템, 생물정보학
Email : gkim@silla.ac.kr



이 병 관
1979 : 부산대학교 기계설계학과 공학사
1986 : 중앙대학교 전자계산공학과 석사
1990 : 중앙대학교 전자계산학과
공학박사
1988 ~ 현재 :
관동대학교 컴퓨터학과 교수
관심분야 : 네트워크 보안,
컴퓨터 네트워크, 전자상거래
Email : bkleee@kwandong.ac.kr