

격자형 메디안 필터를 이용한 영상향상

김수영* · 한만수* · 강성준* · 나철훈*

*목포대학교 광공학 연구소

Image Enhancement using Cross-Shaped Median Filter

Su-Yeong Kim* · Man_Soo Han* · Seong-Jun Kang* · Cheol-Hun Na*

*Mokpo National University

E-mail : slovely@mokpo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 영상 향상을 위해서 에지 검출 알고리즘을 갖는 격자형 메디안필터를 사용한 새로운 방법을 제안하였다.

이 방법은 에지를 검출하기 위한 간단한 시험들로 구성되어 있으며 격자형 창을 사용하였다

잡음에 의해서 손상된 영상에 제안한 방법을 적용 하였으며 그 결과를 일반 메디안 필터와 격자형 메디안 필터의 결과와 비교 하였다.

실험 결과, 에지 검출 알고리즘을 갖는 격자형 메디안 필터를 사용하는 것이 다른 메디안 필터를 사용한 결과보다 매우 우수한 성능을 가짐을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, a new technique for image enhancement using cross-shaped median filter with edge-detection algorithm is proposed. It consists of simple hypothesis test for edge-detection, and makes use of the cross-shaped window.

This method is applied to noise corrupted image and its results are compared with those of median filters.

As for the experimental result, method of cross-shaped median filter is superior to other median filters.

키워드

enhancement, cross-shaped window, median filter, edge-detection algorithm,

I. 서 론

멀티미디어 시대의 핵심정보는 다름아닌 영상정보이다. 단순한 음성정보의 교환시대를 지나 컬러 동영상(Streaming video)이 무선통신이나 인터넷을 통해 실시간으로 서비스 되는 시대가 현실화 되고 있다.[1]

영상처리 기술은 1960년대 NASA에서 인공위성을 쏘아 올려 이 인공위성들로부터 전송된 천체사진을 분석하면서부터 영상처리 분야가 활성화 되기 시작했다. 1960년대 후반부터는 몇몇 대학에 영상처리 분야의 연구실이 발족되어 이론적인 접근이 이루어졌고 디지털 컴퓨터의 발달로 급속도로 발달하기 시작하였다. 그 이후 이 분야는 통신, 방송, 출판, 그래픽스, 의학 및 과학분야 등에서 급속한 확장 및 이론의 개발, 적용이 이루어졌다.[2] 영상처리 기술 중 가장 중요한 것은 물론 잡음제거에 있다고 하겠다[3]. 하지만 영상에서 잡음을 제거하는 데는 상당히 복잡하고 어려운 여러 가지 작업이 따르게 되고 처리 또한 쉽지 않다[4].

인간의 시각은 주로 정보로 영상의 에지(edge)를 기초로 하여 인식을 하게 되기 때문에 영상잡음 제거 시 에지의 보존은 필수 불가결한 것이 된다. 수학적으로 간단한 필터의 경우는 바로 이 에지를 일그러지게 하는 이유 때문에 잘 사용되어지고 있지 않고, 따라서 영상의 에지를 잘 보존함과 동시에 영상잡음을 효과적으로 제거 할 수 있는 새로운 방법이 요구되어 왔다.

본 논문에서는 이미 영상처리에 사용되어지고 있으며 에지보존 능력과 잡음제거에 탁월한, 기존의 메디안 필터를 개선하여 에지를 잘 보존하면서 효과적으로 잡음을 제거 하는 새로운 방식의 메디안 필터를 제안한다.

II. 본 론

1. 메디안 필터(Median Filter)

메디안 필터 알고리즘은 처음으로 Tukey에 의해

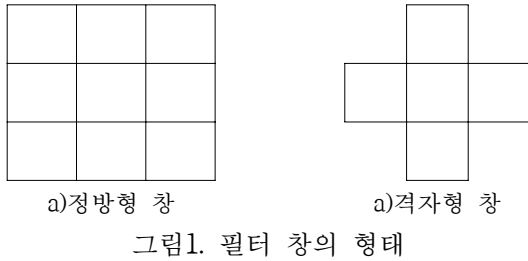
제안되었다[5]. 그 뒤 메디안필터는 음성처리 과정에 적용되었고 영상처리 과정에 적용시켰다[6]. 메디안 필터는 선명한 에지를 유지하면서 잡음을 효과적으로 제거해왔다[7].

(1) 이차원 메디안 필터

메디안필터의 이론은 삼각형이나 비연속적인 원형에 적합한 이차원 창에 의해 쉽게 확장할 수 있다. 이차원 $N \times N$ 메디안 필터는 $N \times 1$ 메디안 필터와는 반대로 수평면과 수직면 처리보다 잡음 억제 효과가 크다. 그러나 이차원 처리 또한 큰 신호 억제 효과를 얻을 수 있다.

(2) 격자형 필터 창

정방형 필터 창과 격자형 필터 창은 그림 1에서 보여준다. 필터 창 3×3 의 경우이다.



대부분의 경우에 이차원 메디안 필터는 정방형 창과 함께 사용된다. 정방형 창은 격자형 창보다 많은 화소를 갖게 되므로 격자형 필터 창보다 흐린 이미지를 가진다. 그러나 5×5 경우의 격자형 필터 창은 3×3 경우의 정방형 필터 창과 같은 화소를 갖는다. 잡음이 영상을 흐리게 한다면 격자형 필터 창은 정방형 필터 창보다 더 큰 잡음 제거 효과를 가져 온다. 격자형 창의 다른 장점은 정방형 필터 창보다 계산 시간이 절약된다는 것이다[8].

각 필터의 계산 알고리즘은 같다. 그들의 차이점은 단지 화소의 수가 다르다는 것이다.

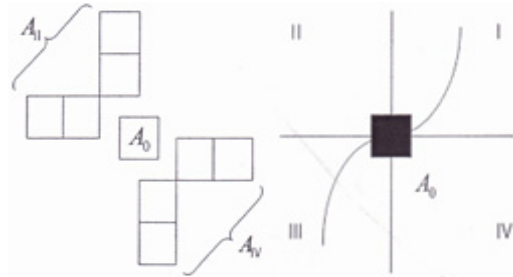
2. 에지검출 알고리즘

(1) 필터형태

$n \times n$ 격자형 필터 창의 형태와 배열은 이동하는 평균 필터와 이동하는 메디안 필터에 적용되어 왔다[8]. 이러한 형태의 필터를 이용하여 어떠한 대상에 있어서라도 필터 창의 중심 화소를 통과하는 에지 혹은 형상을 테스트 할 수 있다. 그림 2-a)는 혁신적인 개념을 보여주고 있다. 여기서 A_{II} 와 A_{IV} 는 격자형 직각 좌표계의 II와 IV에 놓여져 있는 에지에 대응한다. 그리고 중심 화소를 A_0 로 부르기로 한다. A_0, A_{II}, A_{IV} 를 순열로 취급하려 한다.

이러한 형태는 I에서 A_0 를 통하여 III로 확장하

는 에지를 탐지하는데 이용될 것이다. 후에 I-III형 에지라고 부르기로 한다. I-III형 에지를 탐지하는데 이용된다. I-III형 에지의 예는 그림 2-b)에 나타나 있다.



a) 격자형 직각 좌표계 b) I-III형 에지의 예
그림2. 에지 검출 알고리즘에 사용된 창의 구성

(2) 가중 격자형 메디안 필터

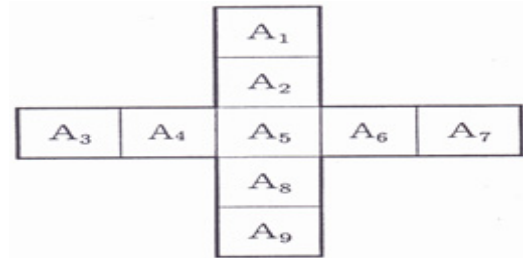


그림3. 격자형 필터창(5x5)

그림 3에서 정의 한 것과 같은 격자형 필터 창에서 A_1, A_3, A_7, A_9 의 화소보다는 A_2, A_4, A_6 그리고 A_8 의 화소가 중심 화소 A_5 에 훨씬 근접하며 존재하는 화소이기 때문에, 움직이는 필터 창 내에 존재하는 모든 화소를 모두 똑같은 가중을 주어 처리한 결과[9]보다 창이 설정되어 처리되는 화소 중 중심화소 및 중심에 가까운 화소가 상대적으로 중심에서 먼 곳에 존재하는 화소보다 높은 비중을 가지고 중심 화소 값에 영향을 미치도록 창을 설계하고 처리를 해 보았다.

가중처리 된 결과는 그림3을 기준으로 하며 새롭게 정의된 $A_{0w}, A_{Iw}, A_{IIw}, A_{IIIw}, A_{IVw}$ 를 사용하여 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$A_0 = \{A_5\}$$

$$A_{0w} = \{A_5, A_5, A_5\}$$

$$A_{Iw} = \{A_1, A_2, A_2, A_6, A_6, A_7\}$$

$$A_{IIw} = \{A_1, A_2, A_2, A_3, A_4, A_4\}$$

$$A_{IIIw} = \{A_3, A_4, A_4, A_8, A_8, A_9\}$$

$$A_{IVw} = \{A_6, A_6, A_7, A_8, A_8, A_9\}$$

먼저 I-III형 에지검출의 경우는 중심화소 값을 M_{w13} 로 대체 할 수 있다.

$$M_{w13} = \text{med} \{ \text{med}(A_0 + A_{IIw}) + A_0 + \text{med}(A_0 + A_{IVw}) \}$$

다음으로 II-IV형 에지검출의 경우는 중심 화소

값을 M_{w24} 로 대체한다.

$$M_{w24} = \text{med} \{ \text{med}(A_0 + A_{Iw}) + A_0 + \text{med}(A_0 + A_{IIIw}) \}$$

마지막으로 에지가 검출되지 않을 경우는 M_{w0} 로 중심 화소 값을 대체한다.

$$M_{w0} = \text{med} \{ A_{0w} + A_{Iw} + A_{IIIw} \} = \text{med} \{ A_{0w} + A_{Iw} + A_{IVw} \}$$

3. 실험 결과

메디안 필터의 실험 결과는 참고문헌 [3]-[7]과 본 논문의 그림 5-6에서 보이고 있다. 실험이 보편적으로 일정한 잡음이나 백색 잡음, 특별히 임펄스 잡음에 있어서 효과가 좋다. 컴퓨터 모의실험 결과 에지검출 알고리즘을 가지고 있는 가중 격자형 메디안 필터가 정방형 창 메디안 필터나 에지검출 알고리즘을 갖지 않는 일반적인 격자형 창을 채용한 메디안 필터를 사용하여 처리한 것보다 우수한 결과를 갖고 있음을 확인 할 수 있다.



(a) 원 영상



(b) 손상된 영상

그림4. 원영상과 손상된 영상

표1은 각 영상에서의 평균 자승 오차(Mean Square Error(MSE))를 보여준다.

표1. 각 영상의 평균 자승 오차

	손상된 영상	정방형	격자형	가중격자형
5×5	233.2810	53.8953	36.0031	32.8095

정방형 창과 격자형 창의 평균 자승 오차보다 에지검출 알고리즘이 있는 가중 격자형 창의 평균 자승 오차가 더 좋다는 것을 보여준다.

그림4는 원 영상과 손상된 영상(512×512 크기의 영상)을 보여준다.

그림5는 정방형 창 메디안 필터와 격자형 메디안 필터를 사용하여 향상된 영상을 보여준다(5×5창, 512×512 크기의 영상). 정방형 창을 사용한 a) 영상은 전체적인 에지가 선명하지 못하고 영상이 전체적으로 희미하다는 느낌을 받는다. b)는 격자형 창 메디안 필터를 사용하여 향상된 영상을 보여준다. 이는 평균 자승 오차 값으로도 확인 할 수 있다.

그림6은 에지 검출 알고리즘을 가지고 있는 가중 격자형 창 메디안 필터를 사용하여 향상된 영상을 보여준다.(512×512 크기의 영상) 가중 격자형 메디안 필터는 다른 메디안 필터보다 에지검출에 큰 효과가 있고 원 영상의 보존에도 탁월함을 보여주고 있다.

3가지 창의 메디안 필터를 사용한 결과 가중 격자형 창 메디안 필터를 이용하여 손상된 영상을 향상한 실험의 평균 자승 오차가 가장 적게 나타난다.

III. 결 론

본 논문에서 근간으로 사용된 메디안 필터는 비선형 필터로서 잡음을 효과적으로 제거 하면서 에지와 모서리를 잘 보존하는 것으로 알려져 왔다. 하지만, 영상처리 과정에서 특정부분의 데이터를 손상 시키거나 영상에 전반적인 평활화(smoothing) 현상이 나타난다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하면서 기존의 잡음제거 능력을 향상시키기 위하여 격자형 창을 사용하고 화소의 위치에 따른 가중을 부여하여 에지 및 모서리를 검출한 다음 처리 하도록 하였다. 컴퓨터 모의실험 결과 본 논문에서 제안한 에지검출 알고리즘을 갖는 가중 격자형 메디안 필터에 의한 영상처리 결과가 기존의 정방형 메디안 필터보다 우수한 성능을 가짐을 입증하였다. 그 결과는 표 1과 그림 5와 그림 6에 보이고 있다.

실험결과 평균 자승 오차(Mean Square Error(MSE))는 512×512 영상에서 5×5 창의 경우, 정방형 일 때 53.8953, 격자형일 때 36.0031, 가중 격자형 일 때 32.8095, 가중 격자형은 40.3593 이었다.

5×5창 메디안 필터를 이용한 실험 결과 정방형 메디안 필터나 격자형 메디안 필터를 이용한 실험보다 가중 격자형 메디안 필터를 사용하여 처리한 실험의 결과가 다른 필터를 사용하는 것에 비하여 우수한 결과를 보여주고 있음을 증명하였다.



(a) 정방형 5×5



(b) 격자형 5×5

그림5. 정방형과 격자형 메디안 필터 사용 시



그림6. 가중 격자형 메디안 필터 사용 시(5×5)

methods for smoothing data” in *Conf. Rec. EASCON* pp.673, 1974.

[6] Pratt, W. K., Sept., “Median filtering” in *Semiannual Report, Image Processing Institute Univ. of South California* pp. 116-123, 1975.

[7] Ataman, E. & Aatre, V. K. and Wong, K. M., Oct., “Some Statistical Properties of median filters” *IEEE Trans. Acoust. Speech, Signal Processing* vol. ASSP-29 pp. 1073-1075, 1981.

[8] 나철훈·김현재, “Edge-sensitive Image Restoration using Cross-shaped Median Filter” *대한전자공학회 논문지* vol. 9, No2 pp730-737, 1986.

[9] Huang, T. S. & Yang, G. J. and Tang, G. Y., Feb., “A fast two-dimensional median filtering algorithm” *IEEE Trans. Acoust. Speech, Signal Processing* vol. ASSP-27 pp.13-18, 1979.

본 논문은 2013년도 "여대학(원)생 공학연구팀제 사업"으로 미래창조과학부(재)한국 여성과학 기술인 지원센터의 지원을 받아 연구되었습니다.

참고문헌

- [1] Randy Crane 1997 *A Simplified Approach to Image Processing*, New Jersey: Prentice Hall
- [2] Baxes, Gregory A., *Digital Image Processing Principles and Application*, Colorado: John Wiley & Sons, 1994.
- [3] Gonzalez, R. C. & Wintz, P., *Digital Image Processing*, 2nd Ed. Addison Wesley, 1977.
- [4] Patt, W. K., *Digital Image Processing*, 2nd Ed. New York: Wiley, 1991.
- [5] Tukey, J. W., “Nonlinear (non-superposable)