

에지정보를 이용한 적응적 가중메디안필터에 대한 연구

이 용 환[†] · 박 장 춘^{††}

요 약

영상 처리는 영상 획득, 전처리, 영역화, 인식의 단계를 거치게 되는데 영상은 일반적으로 데이터 전송과정에서 잡음에 의해 더럽혀진다. 이러한 잡음을 제거하는 필터링 방법중에 공간적인 처리 기법으로 평균필터, 메디안필터, 가중필터, Cheikh 필터 그리고 이규철필터등이 있다. 본 논문은 새로운 에지 검출 알고리즘을 제안하여 에지의 유무를 판단하고, 이에 따라 에지가 아닌 곳에서는 가중 메디안 필터의 값과 중심 픽셀 값의 차에 의한 정보를 이용하여 선택적으로 가중 메디안 필터를 적용하였으며 따라서 잡음의 제거과정에서 에지를 보호 할 수 있었으며, 기존의 필터에 비해 향상된 잡음 제거 효과 및 비교적 단순한 알고리즘의 사용으로 처리 속도의 향상을 볼 수 있었다.

A study on adaptive weighted median filter using edge information

Yong-Whan Lee[†] · Jang-Chun Park^{††}

ABSTRACT

영문요약 Image processing steps are consist of image acquisition, preprocessing, region, segmentation and recognition. But image corrupted commonly by noise during data transmission. In noise reduction methods, many filters were proposed like mean filter, median filter, weighted median filter, Cheikh filter, and Kyu-cheol lee filter as spatial noise reduction filtering. We propose a new edge detection algorithm so that we find out edge existence and nonexistence. In non-edge area, we selectively apply weighted median filter based upon using information of difference value between weighted median filter's value and center pixel's value. As a result, we finally prove a better performance of noise reduction by applying adaptive weighted median filter and improvement of processing time through using simple algorithm.

1. 서 론

영상처리에서 전처리(preprocessing)는 매우 중요한 단계로서, 이 단계의 처리가 미흡할 경우는 그 후의 영상처리 단계에서 많은 어려움을 겪게되고 결국 영상

의 인식에도 영향을 미치게 된다. 더욱이 영상의 획득 과정에서 발생하는 잡음은 전처리과정에서 반듯이 처리되어야만 하는 것이다[1]. 영상의 획득이나 전송 중에 발생하는 잡음 중에서 임펄스(impulse)잡음이 있는데, 명암도(gray level) a, b에 해당하는 잡음이 임의의 위치에 발생하는 잡음이다[2].

영상개선 알고리즘은 크게 나누어 두 가지로 구분할 수 있다. 주파수 대역 방법과 공간 영역방법이다. 주파

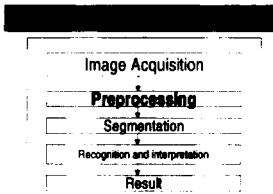
† 정 회 원 : 우송공업대학 무역사무자동화과 교수
†† 정 회 원 : 건국대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
논문접수 : 1998년 11월 14일, 심사완료 : 1999년 9월 11일

수 대역 방법은 수학적 계산에 근거하여 고주파 성분을 제거함으로써 잡음을 제거하는 방법인데 원 영상에 왜곡이 많이 생긴다는 단점이 있다. 공간 영역 방법은 공간 영역에서 주위 화소들의 특징을 이용하여 잡음을 제거하는 방법으로 평균(average) 필터, 메디안(median) 필터, 가중메디안(weighted median) 필터를 들 수 있고, 최근에 발표된 이규철 필터[3]와 Cheikh 필터[4]도 좋은 성능을 보이고 있다.

2. 관련연구

잡음을 제거하는 방법으로는 주로 잡음인지 아닌지를 알아내는데 주변 픽셀의 정보를 이용하게 된다. 즉 잡음은 주변의 픽셀 값들과 차이가 있다는 사실에 근거한다. 주변 픽셀 값을 고려하여 픽셀 값을 부드럽게 만들어 잡음을 누그러뜨리는 평활화 방법을 사용하게 된다.

영상처리의 전체 단계를 나타내면 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 영상처리의 단계

2.1 평균필터

평균필터는 정해진 윈도우내의 픽셀 값들의 평균을 내어 중심 값을 대치하는 것으로, 윈도우 N*N에 대하여 다음과 같은 처리를 하면서 전체 영상을 경유하며 처리를 수행하는 것이다.

$g(k, l)$: 잡음에 의해 오염된 영상.

$$f(i, j) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} g(k, l) : \text{평균필터에 의해 생성되는 영상.}$$

평균치에 의해 영상이 전반적으로 흐려지는데 영상을 흐리게 하면 세밀한 잡음이 누그러져 눈에 보이지 않게 된다. 결국 이 필터에 의한 결과는 잡음이 누그러드는 효과와 수학적인 간결성을 장점으로 하지만, 영상 전체가 몽롱해지는 단점을 가지고 있다. 또한 기

존 윈도우 내에 있던 값들을 근거로 새로운 값을 산출하여 이 값으로 중심 값을 바꾼다는 단점도 있다[5].

2.2 메디안필터

메디안필터는 1971년 Tukey에 의해 제안된 비선형 필터로 임펄스잡음의 제거를 위해 광범위하게 연구되어 왔다[6]. 평균필터는 해당 잡음의 정보까지도 산술 평균치에 들어가므로 잡음의 제거라기보다는 누그러뜨리거나 할 수 있는데 비해, 메디안 필터는 잡음의 값 자체의 제거에 주안점을 두고 있다. 2차원 메디안 필터는 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$y_{ij} = \text{med}[x_{i+r, j+s}; (r, s) \in A] \quad (i, j) \in Z^2$$

$A \in Z^2$ 는 중앙 픽셀 (i, j)의 이웃으로 필터 윈도우 또는 윈도우라고 줄여서 말한다. 이 윈도우는 십자(cross)형, X모양(X-shape)형, 정사각(square)형, 원(circle)형 등이 있는데 일반적으로 많이 사용되는 것이 정사각형이다[7]. 윈도우내의 값들을 크기 순으로 정렬을 하면 잡음의 경우 양극단으로 위치하게 되므로 이때 중앙값으로 중심 픽셀의 값을 대치하는 방법으로 메디안 필터는 임펄스 잡음을 효과적으로 제거하며, 에지(edge)를 보존하는 성질이 있다[8, 9].

2.3 가중메디안 필터[10, 11]

앞에서 언급하였던 메디안 필터는 가중 메디안 필터의 한 형태로 윈도우 크기가 N인 가중메디안 필터의 출력 Y(m)은

$$Y(m) = \text{median} [\underbrace{x_{1, \dots, x_1}}_{W_1}, \underbrace{x_{2, \dots, x_2}}_{W_2}, \dots, \underbrace{x_{n, \dots, x_n}}_{W_n}]$$

으로 주어지며, 이때 $W_i, (i=1, \dots, N)$ 는 양수로 가중치를 의미한다. 물론 메디안 값을 구하기 위해서 W_i 의 합은 홀수가 되어야 한다. 즉 가중 메디안 필터는 각 윈도우에 가중치를 두고 이에 따라 가중치만큼 해당 픽셀이 반복되어 가중치를 구하는 수식 내에 포함되는 것을 말한다. 가중 메디안 필터는 같은 가중치를 부여하는 것이고, 이것의 변형으로 윈도우내의 중심 화소에 있는 위치의 값에만 가중치를 부여하는 필터가 중앙가중메디안(center weighted median) 필터이다[10]. 가중메디안 필터는 메디안필터와 마찬가지로 임펄스잡음을 제거할 수 있고 또한 신호의 급격한 변이인 에지

를 보존할 수 있다. 또한 가중치의 조절로 주파수의 선택이 가능하다[11]. 가중메디안 필터는 메디안 필터의 특성을 모두 가지고 있으면서, 잡음의 제거 성능에서 더 좋은 결과를 산출하고 있어 그 응용이 점점 늘어가는 추세이다.

2.4 Cheikh 필터[4]

이 필터는 검출(detection)과 추정(estimation)기법을 사용하여, 각 픽셀의 지역적인 에너지 값을 계산하고 이를 임계(threshold) 값과의 비교로 잡음을 제거하는 방법이다.

위치 (m, n)에서의 픽셀의 값을 X(m, n)이라 했을 때, 에너지 E(m,n)=Max(E1(m,n),E2(m,n))의 값을 취하게 되며, 여기서 E1(m,n)과 E2(m,n)은 다음과 같다.

$$E1(m,n)=|2*(X(m,n)-\mu)^2-(X(m-1,n)-\mu)*(X(m+1,n)-\mu) - (X(m,n-1)-\mu)*(X(m,n+1)-\mu)|$$

$$E2(m,n)=|2*(X(m,n)-\mu)^2-(X(m-1,n-1)-\mu)*(X(m+1,n+1) - \mu) - (X(m+1,n-1)-\mu)*(X(m-1,n+1)-\mu)|$$

μ 는 수행 윈도우내 픽셀들의 지역 평균을 의미한다. 최종적으로는 여기서 얻어진 에너지 값과 다음 식에 의한 임계값과의 비교가 이루어진다.

$$Th = (\frac{\alpha}{N}) * \sum_{n=1}^N En$$

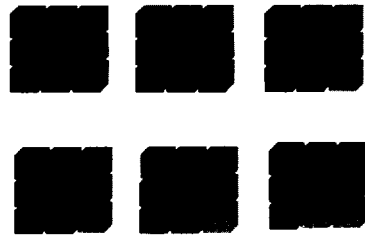
수식내 α 는 실험적으로 얻어진 값으로 1.9를 사용한다. 여기서 얻어진 Th값과 에너지 값을 비교하여 Th를 초과하면 잡음으로 판단하여 윈도우내의 픽셀들 값 중 메디안 값으로 대체하는 것이다[4]. Cheikh 필터는 다른 기법에 비하여 많은 수행시간을 요구하는데, 그 이유는 각각의 윈도우에 대한 평균치를 가지고 다른 기법에 비하여 매우 복잡한 연산을 수행하여야 하기 때문이다.

2.5 이규철 필터[3]

이규철 필터는 기존의 필터 기법과는 다르게, 해당 픽셀이 에지 인지 아닌지를 판단하는 방법을 위해 중심 픽셀과 주변 픽셀간의 명암 값 차이에 대한 정보를 사용하였다. 이를 NLD 라고 표현하였다. 즉 $NLD(m)=|x(i,j)-x_m(i,j)|$ 이고 여기서 $m=1,2,\dots,8$ 이다. 이를 통하여 지역차이에 대한 순위를 구해서 이를 $RLD(n)=X_m(i,j)$ 로

정의하였다. 이를 통해서 다섯 개의 중앙순위 값에 대한 합을 통하여 $MTP(5)$ 를 구하였으며, (즉 $MTP(5) = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 RLD(k)$ 이다.) 이 값과 중앙픽셀간의 차가 식 $I_{th} = \alpha + \log_2(MTP(5))$ 으로 구해진 I_{th} 보다 큰 경우에는 메디안 필터링을 하는 방법이다.

이규철 필터는 임펄스 잡음에 의해 손상된 영상에서 잡음을 제거하는데, 3*3 윈도우를 적용시키면서 잡음 검출 단계를 적용시켜, 잡음에 의해 손상된 픽셀만을 필터링 하는 방법을 제시하였다. 3*3윈도우에서 에지의 일반적인 표현으로는 그림 2와 같은 에지를 제시하였다[3]. 이 기법은 에지의 정보를 이용하여 잡음을 선택적으로 제거한다는 면에서는 좋으나, 에지를 효과적으로 판단하는데는 미약하였다. 또한 잡음의 경우 메디안 필터를 수행함으로써 인하여 메디안 필터에서 발생하는 단점이 결과 영상에 영향을 주게 된다.



(그림 2) 3*3 윈도우에서 에지의 일반적인 표현.

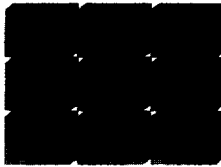
3. 적응적 가중 메디안필터의 구현

영상의 잡음을 처리하는 작업은 크게 잡음의 검출과 제거(elimination)로 나눌 수 있다. 잡음의 검출이란 주어진 필터링 윈도우 하에서 영상의 잡음 유무를 판단하는 것으로서 잡음이 아니면 기존 픽셀 값을 유지하고, 잡음으로 판명되면 다음 과정으로 픽셀 데이터를 넘기는 것이다. 잡음 제거는 전 단계에서 잡음으로 판단한 픽셀 데이터에 한해서 수행되는 필터링 알고리즘으로 잡음 값을 원래 데이터로 복원하는 것을 최고 목표로 한다. 잡음제거를 수행하는 기법을 설계 할 때는 고려할 사항이 크게 두 가지가 있는데, 첫째로 영상에 존재하는 잡음의 제거이고, 둘째는 영상의 특징이 되는 기하학적 구조와 세부사항, 그리고 경계성분을 원래의 영상과 가능한 일치하도록 보존하는 것이

다. 특히, 잡음제거에 있어서 에지를 검출하고 잡음여부를 추정하는 것은 중요하다[12].

제안하는 알고리즘은 일반적인 객체상의 에지를 판별하며, 표준 가중치 필터를 사용하여 잡음 자체만을 제거하는데 주력하였다.

잡음을 처리하기 전에 수행할 단계로 에지의 검출을 하게 된다. 일반적으로 에지를 고려하지 않고 필터링을 수행하게 되면, 에지의 정보 자체도 잡음으로 판단하게 되는 경우가 발생하게 되어, 결국 영상 자체의 이미지에 대한 정보의 손실이 발생하게 된다. 3*3 윈도우를 사용하여, 에지를 먼저 검출하게 되는데, 에지로 판단되면 필터링을 하지 않고 중심 값을 보존하도록 한다. 에지의 형태에 속하는지를 결정하는 방법으로는 중심 픽셀의 주변에 있는 픽셀의 명암 값에 대한 정보를 이용하게 되는데, 중심픽셀 근방의 픽셀들의 값에 대한 정보를 아래의 알고리즘에 따라 적용하여 조건을 만족한 경우에는 에지로 보게 된다.



(그림 3) 제시된 알고리즘에서 각 픽셀의 표현

제안된 알고리즘:

- (1) 중심픽셀 값 읽기 및 중심픽셀과 주변 픽셀 값의 차이값 계산.

C_p : center pixel's value

$E_{p0}, E_{p1}, E_{p2}, E_{p3}, E_{p5}, E_{p6}, E_{p7}, E_{p8}$:

value at surrounding pixel of center pixel.

$D_{v0}, D_{v1}, \dots, D_{v8}$: difference value with center pixel

$D_{vn} = C_p - E_{pn} \quad (n=0,1,2,3,5,6,7,8)$

- (2) 중심 픽셀과 주변 픽셀간의 차이 값의 선택적인 조합.

$S_{d1}, S_{d2}, \dots, S_{d12}$: value consist of D_v 's values

$S_{d1} = D_{v0} + D_{v1} + D_{v3}, S_{d2} = D_{v3} + D_{v6} + D_{v7}$

$S_{d3} = D_{v1} + D_{v2} + D_{v5}, S_{d4} = D_{v5} + D_{v8} + D_{v7}$

$S_{d5} = D_{v0} + D_{v1} + D_{v2}, S_{d6} = D_{v0} + D_{v3} + D_{v6}$

$S_{d7} = D_{v6} + D_{v7} + D_{v8}, S_{d8} = D_{v2} + D_{v5} + D_{v8}$

$S_{d9} = D_{v1} + D_{v7}, S_{d10} = D_{v3} + D_{v5}$

$S_{d11} = D_{v2} + D_{v6}, S_{d12} = D_{v0} + D_{v8},$

- (3) 에지여부를 판단하기 위해 임계값과의 비교과정.

If $S_{d1} < Th * 3$.or. $S_{d2} < Th * 3$.or.

$S_{d3} < Th * 3$.or. $S_{d4} < Th * 3$

then Not change C_p

else if $S_{d5} < Th * 3$.or. $S_{d6} < Th * 3$

.or. $S_{d7} < Th * 3$.or. $S_{d8} < Th * 3$

then Not change C_p

else if $S_{d9} < Th * 2$.or. $S_{d10} < Th * 2$

.or. $S_{d11} < Th * 2$.or. $S_{d12} < Th * 2$

then Not change C_p

- (4) 에지가 아니라고 추정된 경우에, 중심픽셀과 가중메디안 필터에 의해 산출된 값의 차이값 산출.

S_{d13} : difference value of C_p and W_m

W_m : weighted median value

$S_{d13} = C_p - W_m$

- (5) 중심픽셀과 가중메디안 필터 값과의 차이를 임계값과 비교하여 잡음여부 판정.

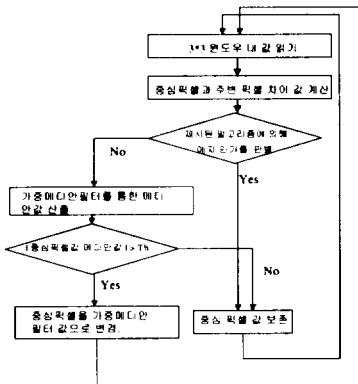
else if $S_{d13} > Th$ then C_p changes

with weighted median value.

else Not change center value.

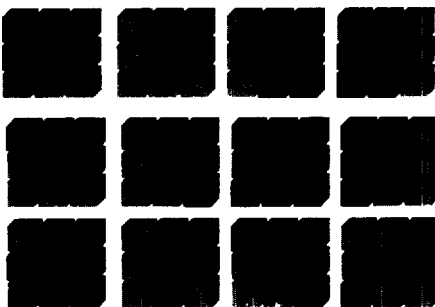
알고리즘의 (1) 단계에서는 중심픽셀 값 읽기 및 중심픽셀과 주변 픽셀 값의 차이값 계산하여 (2) 단계의 중심 픽셀과 주변 픽셀간의 차이 값의 선택적인 조합에 사용한다. 그리고 (3)단계는 임계값과의 비교과정을 통하여 중심 픽셀이 에지에 속하는지 여부를 알아낸다. 이에 따라 에지인 경우는 해당 픽셀의 값을 그대로 유지함으로써 에지를 보호 할 수 있게 된다. (4) 단계에서는 에지가 아닌 경우에 한하여, 중심픽셀과 가중메디안 필터에 의해 산출된 값의 차이값을 산출한다. (5)단계에서는 중심픽셀과 가중메디안 필터 값과의 차이를 임계값과 비교하여 최종 잡음여부를 판정하게 된다. 이때 잡음이라 판정된 경우는 가중메디안 필터를 적용하여 중심 픽셀의 값을 변경하게 되고, 아니면 중심 픽셀의 값을 보존하게 한다. 이때 Th (threshold)값으로 14를 사용하였는데, 이는 여러 영상과 다양한 잡음에 적용하여 얻어진 경험적인 수치이다.

제안된 알고리즘을 순서도로 나타내면 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 제시된 알고리즘의 흐름도.

위의 알고리즘에 적용되는 에지는 3*3 윈도우를 대상으로 하였고, 이 경우에 나타날 수 있는 에지의 종류는 (그림 5)와 같다. 각각의 에지에 대한 판단은 중심 픽셀이 에지인 경우에도 이 값을 잡음으로 판단하여 필터링을 적용하던 기존의 필터 기법과 다르게 제시된 알고리즘은 에지를 판단하여 이에 대한 처리를 안 함으로 에지 보호 능력이 강하였다. 아래의 경우에 각 명암 값의 차이에 대한 정보를 이용하여 제시된 알고리즘으로 에지 여부를 판별하고, 동시에 잡음을 판별하기 위해서 일반적인 에지의 상태를 정의한 것이다. (그림 5)의 3번째 단의 에지 4가지를 고려하지 않고 5%에서 20% 잡음에 대해 필터링 하였을 때는 성능이 떨어졌다. 물론 에지를 적게 고려할수록 속도는 빨라지지만 그 차이는 0.02초 정도에 불과했다.

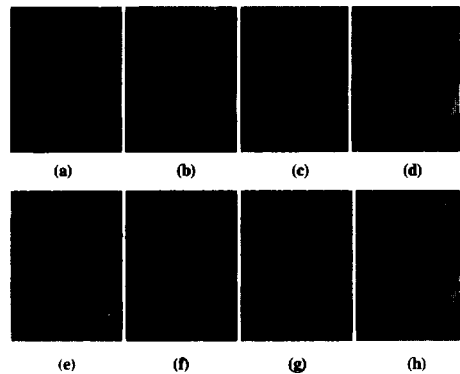


(그림 5) 제시된 알고리즘에서 에지의 표현.

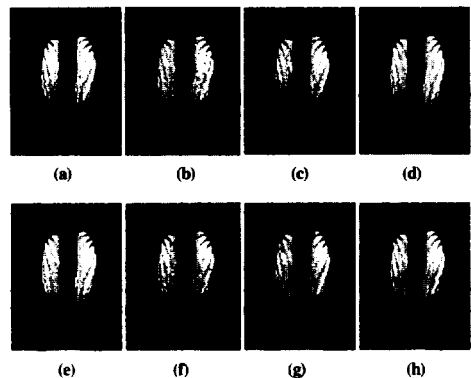
4. 실험 및 결과

실험 영상은 영상처리에서 가장 많이 사용되고 있는

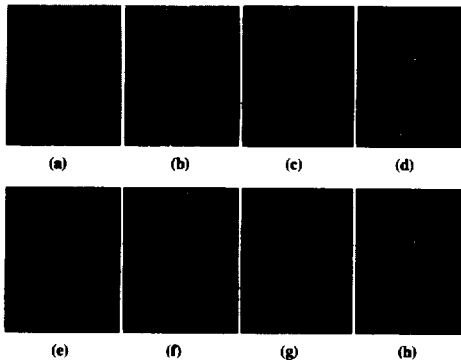
Lenna, Baboon, Camera에 적용하여 보았다. 크기는 256*256의 흑백 정지 영상을 대상으로 하였다. Lenna와 Baboon영상은 영상처리에서 가장 기본적인 영상으로 다른 필터 기법과의 비교도 가능하였다. 실험은 IBM-PC Pentium 기종과 Sun Ultra2를 사용하였으며, 구현을 위해 C 언어를 사용하였다. 영상에 부가된 잡음은 임펄스 잡음을 고려하였으며, 그 비율은 3%에서 25%까지 부가하였다. 세 가지 영상에 대해 10% 임펄스 잡음을 각 필터로 처리한 결과를 보면 (그림 6, 7, 8)과 같다.



(그림 6) Lenna영상 및 잡음영상 그리고 잡음영상에 대하여 각 필터를 적용하여 산출된 결과 영상 (a) 원 Lenna 영상 (b) 임펄스잡음 10%영상 (c) mean 필터 (d) median 필터 (e) 이규철 필터 (f) Cheikh 필터 (g) weighted median 필터 (h) 제안필터



(그림 7) Baboon영상 및 잡음영상 그리고 잡음영상에 대하여 각 필터를 적용하여 산출된 결과 영상 (a) 원 Baboon 영상 (b) 임펄스잡음 10%영상 (c) mean 필터 (d) median 필터 (e) 이규철 필터 (f) Cheikh 필터 (g) weighted median 필터 (h) 제안필터



(그림 8) Camera영상 및 잡음영상 그리고 잡음영상에 대하여 각 필터를 적용하여 산출된 결과 영상
 (a) 원 Camera 영상 (b) 임펄스잡음 10%영상
 (c) mean 필터 (d) median 필터 (e) 이규철 필터
 (f) Cheikh 필터 (g) weighted median 필터 (h) 제안필터

새롭게 제시된 필터 기법의 성능 비교 평가를 위해, 평균 필터, 메디안 필터, 이규철필터, Cheikh 필터, 가중 메디안 필터와 비교를 하였다.

필터간의 잡음 제거 효과에 대한 수치적인 비교 방법은 여러 가지 방법이 존재하지만 MSE(Mean Square Error)와 RMSE(Root Mean Square Error) 그리고 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)으로 측정하였으며, 다음 식과 같이 정의된다[13].

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} [Y(i, j) - X(i, j)]^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} [Y(i, j) - X(i, j)]^2}$$

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right)$$

MSE 방법은 2개의 영상 데이터를 읽어 들여 서로의 차이를 누적시킨 후 이를 256*256으로 나눈 값이다. 즉 MSE는 잡음이 없는 원래의 영상과 잡음이 첨가된 영상에 대하여 필터를 거친 후 나온 영상과의 차이에 대한 값이며, 이 값에 대해 루트를 계산 한 것이 RMSE이다. 또한 PSNR은 잡음에 대한 피크 시그널 값이다.

결국 MSE의 값이 적을수록 두 영상의 차이가 적다는 것을 의미하게 되고, 이런 결과를 산출하는 필터가 더 좋은 효과의 필터라 할 수 있다. 그리고 PSNR은 그 값이 클수록 필터의 성능이 좋다고 할 수 있다[14].

3%에서 20%까지의 비교를 하였는데, 잡음의 강도에

따른 필터간의 성능 차이가 매우 크다고 볼 수는 없었다. Lenna 영상에 대한 임펄스 잡음 3%, 10%, 20%에서의 각 필터의 성능 및 Camera 영상에 대한 임펄스 잡음 10%를 보면 <표 1, 2, 3, 4>와 같다. 수행결과 제안된 필터가 가장 성능이 좋았다.

<표 1> Lenna 영상의 3% 임펄스 잡음에서 각 필터의 성능.

filter	MSE	RMSE	PSNR	Rank
평균필터	312.93	17.69	23.18	⑥
메디안필터	264.8	16.25	23.91	⑤
이규철 필터	244.36	15.63	24.25	③
Cheikh filter	259.66	16.11	23.99	④
가중메디안필터	222.80	14.93	24.65	②
제안된 필터	205.04	14.32	25.01	①

<표 2> Lenna 영상의 10% 임펄스 잡음에서 각 필터의 성능.

filter	MSE	RMSE	PSNR	Rank
평균필터	364.49	19.09	22.51	⑥
메디안필터	282.82	16.82	23.62	④
이규철 필터	285.30	16.89	23.58	⑤
Cheikh filter	281.26	16.77	23.64	③
가중메디안필터	243.47	15.60	24.27	②
제안된 필터	231.70	15.22	24.48	①

<표 3> Lenna 영상의 20% 임펄스 잡음에서 각 필터의 성능.

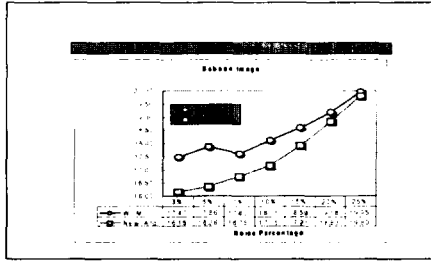
filter	MSE	RMSE	PSNR	Rank
평균필터	414.16	20.35	21.96	⑥
메디안필터	298.24	17.27	23.39	③
이규철 필터	325.54	18.04	23.00	⑤
Cheikh filter	301.28	17.36	23.34	④
가중메디안필터	266.67	16.33	23.87	②
제안된 필터	266.17	16.31	23.88	①

<표 4> Camera 영상의 10% 임펄스 잡음에서 각 필터의 성능.

filter	MSE	RMSE	PSNR	Rank
평균필터	530.22	23.02	20.88	⑤
메디안필터	446.21	21.12	21.63	④
이규철 필터	424.14	20.59	21.85	③
Cheikh filter	586.37	24.21	20.44	⑥
가중메디안필터	393.90	19.84	22.17	②
제안된 필터	380.02	19.49	22.33	①

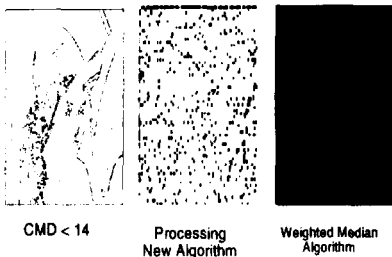
(그림 9)에서는 필터 성능 표현의 단순화를 위해서

실험에서 성능이 우수하다고 볼 수 있는 가중 메디안 필터와의 비교만을 Baboon 영상에 적용한 결과를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 새롭게 제시된 필터가 3%-25%까지 성능이 우수하게 나옴을 알 수 있었다.



(그림 9) Baboon 영상에서 필터의 성능.

새롭게 제시된 기법은 기존의 필터 기법에 비하여 단순성 또한 뛰어나다. 그 이유는 기존의 필터링이 전체 영상에 대하여 윈도우를 적용시키면서 처리를 하기 때문에 필터링의 성능 및 수행시간에서 단점을 들어내게 된다. 제시된 필터기법은 에지 여부를 판단하여 에지가 아닌 경우에만 처리하기 때문에 성능과 수행시간이 다른 필터링에 비하여 우수하게 된다. (그림 10)은 Lenna 영상에서 가중 메디안 필터와 제시된 필터간의 수행처리의 차이를 나타낸다.



(그림 10) 제시된 필터와 가중 메디안 필터의 처리점

기존의 각 필터들과의 수행시간을 비교하여 보면 <표 5>와 같다. 다른 필터에 비해 상당히 많은 연산이 요구되는 Cheikh 필터는 수행시간이 매우 오래 걸리고 그 성능 또한 그리 뛰어나지 못하다고 볼 수 있다. 제안된 필터는 에지가 아닌 경우만을 처리의 대상으로 하기 때문에 계산량이 적고, 메디안 값 산출에 따른 정렬시간이 선택적으로 수행됨으로 기존의 메디안 필

터보다 시간이 상당히 적게 소요된다.

<표 5> Camera 영상의 10% 임펄스 잡음에서 각 필터의 수행시간.

filter	Processing time (second)	Rank
평균필터	0.210	①
메디안필터	1.200	③
이규철 필터	1.800	⑤
Cheikh filter	24.690	⑥
가중메디안필터	1.760	④
제안된 필터	0.400	②

5. 결론 및 향후 연구과제.

새롭게 제시된 필터는 에지의 정보를 이용하여 필터링을 선택적으로 함으로써, 임펄스 잡음을 매우 효과적으로 제거하면서 동시에 에지의 정보를 보호할 수 있었다. 그리고 잡음의 수준도 저 잡음에서 고 잡음까지 효과가 떨어지지 않으면서 잡음을 제거함을 보여주었다. 또한 수행시간도 많은 계산량을 요구하지 않으므로 다른 필터에 비해 비교적 빠른 편이었다.

하지만 가우시안(Gaussian) 잡음인 경우에는 제시된 필터의 효과가 떨어짐을 보였다. 물론 다른 필터들도 가우시안 잡음에서는 성능이 떨어졌다. 앞으로의 연구과제는 잡음을 다양화하여, 가우시안 잡음에도 강한 필터가 될 수 있도록 연구를 하여야 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] Yong-Whan Lee, Meen-Hyung Seo, Jang-Chun Park, "Adaptive weighted median filter using local average," *ICEIC'98*, pp.169-172, Sep.1998.
- [2] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, *Image Processing, Analysis and Machine Vision*, Chapman & Hall,1993.
- [3] Kyu-Cheol Lee, Hwan-Jong Song and Kwang-Hoon Sohn, "Detection-estimation based approach for impulsive noise removal," *Electronics Letters*, Vol.34 No.5, pp.449-450, 5th Mar.1998.
- [4] F.A Cheikh, R.Hamila, M. Gabbouj and J. Astola, "Impulse noise removal in highly corrupted color image," *IEEE Proc. ICIP-96*, Vol.1, pp.997-1000, Sep.1996.

[5] Pitas and A.N Venetsanopoulos, *Nonlinear digital filters*, Kluwer Academic Pulishers., Massachusetts, 1990.

[6] Ernest L. Hall, *Computer image processing and recognition*, Academic Press, 1979.

[7] Randy Crane, *A simplified approach to image processing*. Prentices Hall, 1997.

[8] Thomas A. Nodes and Neal C. Gallagher, JR., "Median filters : some modifications and properties," *IEEE Trans. on Acoust., Speech, Signal Proc.*, Vol.ASSP-30, pp.739-746, Oct. 1982.

[9] Zahid Hussain, *Digital image processing practical applications of parallel processing techniques*, Ellis Horwood, 1991.

[10] Sung-Jea Ko, "Center weighted median filters and their applications to image enhancement," *IEEE Trans. and Systems*, Vol.38, No.9, Sep., pp.984-993, 1991.

[11] Lin Yin, Ruikang Yang, Moncef Gabbouj, and Yrjo Neuvo, "Weighted median filters : A tutorial," *IEEE Trans. on Circuits and System*, Vol. 43, No.3, pp.157-192, Mar.1996.

[12] 이용환, 서민형, 우상근, 최영관, 박장춘, "효과적인 객체인식을 위한 잡음처리 알고리즘", 정보처리학회 '98 추계학술발표논문집, pp.1320-1323, 1998.

[13] Wen-Yen Wu, Mao-Jiun J. Wang, and Chih-Ming Liu, "Performance evaluation of some noise reduction methods," *CVGIP*, Vol.54, No.2, Mar. pp.134-146, 1992.

[14] A. Murat Tekalp, *Digital video processing*, Prentice-Hall, 1995.



이 용 환

e-mail : ywlee@woosongtech.ac.kr
 1986년 충남대학교 계산통계학과 (이학사)
 1989년 건국대학교 대학원 전자계산학과 (공학석사)
 1989년~1992년 (주)기아자동차 전산부 DBA

1999년 건국대학교 대학원 전자계산학과 (공학박사)
 1992년~현재 우송공업대학 무역사무자동화과 조교수
 관심분야 : 영상처리, 음성인식, 객체인식



박 장 춘

e-mail : ccpark@cse.konkuk.ac.kr
 1965년 연세대학교 전기공학과 (공학사)
 1970년 연세대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
 1984년 캘리포니아 주립대 전기공학과(공학석사)

1990년연세대학교 대학원 전기공학과(공학박사)
 1975년~1976년 광운공대 전산학과 조교수
 1976년~1981년 홍익대 전산학과 부교수
 1984년~현재 건국대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 의료영상처리, 음성인식, 병렬처리