

# 영상의 통계적 정보를 이용한 화질 개선에 관한 연구

김상현, 이임건

동의대학교

## A Study on Image Enhancement using Statistics

Sang hyun Kim, Imgeun Lee

Donggeui University, Busan, Korea

E-mail : yishssang@naver.com, iglee@deu.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 영상의 화질 개선을 위해 일반적으로 사용되는 방법인 미디안 필터와 샤프닝 필터의 단점들을 개선한 알고리즘을 제안한다. 제안하는 방법은 영상의 통계적 정보를 이용하여 평탄 영역과 평탄하지 않은 영역을 구분하고 각 영역에 대해 저주파 통과 필터와 고주파 통과 필터를 각기 다르게 적용하여 기존의 다른 화질 개선 필터 보다 향상된 개선 효과를 기대 할 수 있다. 또한 적용할 스케일 값의 크기만 결정하면 각 화소에서의 범주와 세기는 영상의 통계적 정보를 이용한 매핑 함수를 통해 자동으로 생성된다. 따라서 기존의 미디안 필터와 샤프닝 필터가 가지고 있던 복잡한 파라미터의 설정과정이 필요 없이 평탄영역에서의 잡음제거 및 블러링 효과와 활동성이 높은 영역에서의 선명화 효과를 동시에 얻을 수 있다.

### 키워드

영상 개선, 통계적 정보, 화질 개선, 블러링

## 1. 서 론

디지털 영상은 종종 영상취득 과정에서 카메라 센서의 오작동이나 전송 채널에서의 부가 잡음에 의해 예기치 않은 잡음들이 발생한다. 이러한 잡음들의 제거를 위한 많은 알고리즘들이 제안되었고 그 중 미디안 필터(median filter)와 그의 변형 알고리즘들은 구현의 간단함과 계산량이 적은데 반해 잡음 제거 능력이 우수한 장점으로 인해 많이 사용되어 왔다[1]. 그러나 미디안 필터는 영상의 전 영역에 대해 균일한 필터의 적용으로 잡음화소와 비 잡음화소의 화소값을 모두 변형시키게 된다. 결과적으로 잡음의 제거를 위해서는 일정 수준의 영상의 블러(blur) 현상을 피할 수 없다.

영상의 잡음제거와는 달리 영상의 주관적 선명도를 개선하기 위해서는 경계부분을 강조하는 샤프닝 필터와 같은 고주파 통과 필터를 사용한다. 그러나 샤프닝 필터도 영상의 전 영역에 대해 균일한 필터를 적용함으로써 평탄영역에서 잡음이 강조되는 현상이 발생하게 된다[2].

영상의 화질 개선을 위해 잡음 제거와 경계부분을 강조해야 한다. 일반적으로 잡음제거를 위해 미디안 필터를 사용하고 선명화를 위해 샤프닝 필터를 영상에 적용하여 영상의 화질 개선 작업을 수행한다. 그러나 잡음 제거를 위한 미디안 필터의 전역적인 적용은 필연적으로 에지 부분의 블러 현상을 가져 오며, 경계부분을 강조하기 위한 선명화 과정에서는 평탄 영역에 남아있는 잡음이 강조 되는 현상을 피할 수 없다. 이를 해결하기 위해 영상을 여러 레이어로 나누고 부분적으로 필터를 적용하기도 하지만 작업과정이 복잡하고 오브젝트에 따라 레이어를 나누기도 어렵다.

본 논문에서 이러한 문제들을 보완하기 위해 영상의 통계적 정보를 이용하여 영상을 평탄영역과 평탄하지 않은 영역으로 구분하고 평탄영역에는 잡음 제거 필터를 적용하고 평탄하지 않은 영역에는 샤프닝 필터를 적용하는 방식으로 영상의 정보 손실을 최소화 하면서 영상의 잡음 제거와 경계부분을 강조하는 효과를 얻을 수 있다. 잡음제거와 선명화의 세기는 화소의 활동도를 고려하여 적응적으로 결정된다.

## II. 통계적 정보를 이용한 화질 개선

영상을 평탄영역과 평탄하지 않은 영역으로

구분하기 위해 각 화소들의 활동도를 계산하여야 한다. 본 논문에서는 계산의 단순성을 고려하여 다음을 식으로 주어지는 간단한 3x3 마스크의 지역적 분산  $v(n,m)$ 을 구하였다. 결과로 얻어지는 화소의 활동성을 기반으로 해당 화소에 대한 필터링 방법을 결정하고 또한 필터링의 강도를 제어한다.

$$v(n,m) = \frac{1}{9} \sum_{i=n-1}^{n+1} \sum_{j=m-1}^{m+1} (x(i,j) - \bar{x}(n,m))^2 \quad (1)$$

여기서  $\bar{x}(n,m)$ 은 동일한 3x3 마스크에서의 평균 계조도이며  $x(n,m)$ 은 입력 화소이다. 제안하는 알고리즘은 각 화소별로 구해진 활동도  $v(n,m)$ 에 대해 사상함수(mapping function)를 만들고 이를 통해 영상개선 파라미터  $\lambda(n,m)$ 을 결정한다.

$$\lambda(n,m) = f(v(n,m)) \quad (2)$$

사상함수  $f(\cdot)$ 은 입력 영상의 통계적 특성을 기반으로 만들어 진다. 각 화소의 분산이 큰 곳은 고주파 성분이 많은 영역이고 분산이 작은 곳은 저주파 성분이 주를 이루는 영역이므로 식 (1)에서 구한 지역분산을 이용하여 지역분산의 히스토그램을 구한다. 히스토그램의 빈(bin)의 개수를 256개로 제한하기위해 각 지역분산을 양자화하고 이를 식 (3)을 이용해 정규화 하였다.

$$v_q(n,m) = \frac{Q[v(n,m)]}{\max\{Q[v(n,m)]\}} \times 255 \quad (3)$$

여기서  $Q[\cdot]$ 은 균등 양자화 함수이며 양자화 및 정규화된 분산  $v_q(n,m)$ 은 0~255 사이의 값 갖게 된다. 그림 1에 실험에 사용한 LENA 영상에 대한  $v_q(n,m)$ 의 히스토그램  $H(v_q(n,m))$ 을 로그 스케일로 보였다. 대부분의 에너지는 저주파 영역에 몰려 있음을 알 수 있다.

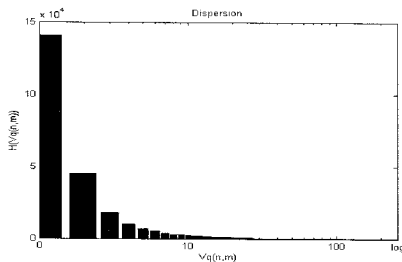


그림 1. 히스토그램  $H(v_q(n,m))$ 의 (log 스케일)

영상개선 파라미터는 화소의 활동도에 반비례하므로 그림 1의 히스토그램을 축대칭 시킨  $H(-v_q(n,m))$ 을 구하고 이를 식 (4)를 이용하여

히스토그램 균일화한 결과  $v_e(n,m)$ 를 구한다. 그림 2에 히스토그램 균일화 결과  $E(v_e(n,m))$ 을 보였다.

$$v_e(n,m) = \frac{g_{\max}}{n_i} C(-v_q(n,m)) \quad (4)$$

여기서  $n_i$ 는 화소의 총 개수이며  $g_{\max}$ 는  $H(-v_q(n,m))$ 의 최대값 그리고  $C(-v_q(n,m))$ 은  $H(-v_q(n,m))$ 의 누적 히스토그램이다.

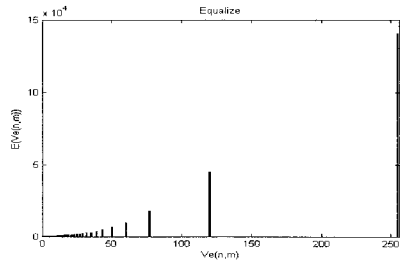


그림 2. 히스토그램 균일화의 결과

히스토그램 균일화의 결과를 사상함수로 직접적으로 사용하면  $\lambda(n,m)$ 값이 이산적으로 분포하게 되고  $v(n,m)$ 에 대응하는  $\lambda(n,m)$ 값이 존재하지 않는 경우가 발생하므로 이를 해결하기 위하여 그림 2의 결과를 보간하여 그림 3의 결과를 얻는다. 보간은 큐빅 스플라인 알고리즘을 이용하였다.

본 논문에서는 그림 3으로 얻어진 함수를  $\lambda(n,m)$ 의 값을 결정하는 사상함수로 사용하여 영상의 화질 개선을 수행한다. 보간된 x축은  $v(n,m)$ 에 대응하고 y축의 화소 개수는  $\alpha E(v_e(n,m)) / \max\{E(v_e(n,m))\}$ 으로 정규화 한다. 파라미터  $\alpha$ 는 선명화의 세기 범위를 결정하는 변수이다. 따라서 화소의 활동도를 기반으로 구해지는 영상의 통계적 특성에 따라 선명화 혹은 평탄화를 결정하고 선명화의 강도 역시 이 함수로부터 구하게 된다.

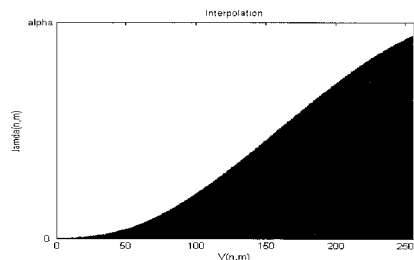


그림 3.

사상함수로부터 활동도  $v(n,m)$ 이 임계치  $t_0$ 를 넘지 않는 부분은 평탄영역, 나머지 부분은 모두 비평탄 영역으로 구분하였다. 평탄영역에서의 영상개선은 부가잡음과 임펄스 잡음 등을 제거하는 과정을 거친다. 비평탄 영역으로 결정된 영역은 선명화 과정을 거치며 본 논문에서는 선형 언샵 마스크(linear unsharp mask)를 이용한다. 선형 언샵 마스크는 구현이 간단하고 계산량이 많지 않으나 일반적으로 평탄영역에서의 잡음성분까지 증폭시키는 단점이 있다. 그러나 본 논문에서는 평탄영역에 대한 처리는 따로 수행하게 되므로 문제가 되지 않는다.

언샵 마스크에서 선명화의 세기는 개선 파라미터인  $\lambda(n,m)$ 으로 제어되며 제안하는 알고리즘에서는 화소들의 활동도를 기반으로 그림 3의 사상함수로부터 자동으로 결정된다. 구해진  $\lambda(n,m)$ 로부터 영상의 개선은 다음 식을 이용하여 수행한다.

$$y(n,m) = \begin{cases} \lambda(n,m)x(n,m) + (1-\lambda(n,m))l(n,m) & \text{if } v(n,m) \leq t_0 \\ (1-\lambda(n,m))x(n,m) + \lambda(n,m)h(n,m) & \text{if } v(n,m) > t_0 \end{cases} \quad (5)$$

여기서  $l(n,m)$ 은 저주파 통과 필터의 출력으로 계산되는 수정신호이고  $h(n,m)$ 은 고주파 통과 필터의 출력으로 계산되는 수정신호이며  $\lambda(n,m)$ 은 출력의 콘트라스트 개선의 정도를 제어하는 양수의 스케일링 요소이다. 본 논문에서는 평탄영역에서의 잡음제거를 위한  $l(n,m)$  필터로 미디안 필터를 이용하였으며 비평탄 영역의 선명화를 위한  $h(n,m)$ 은 3x3의 정역역을 갖는 간단한 라플라시안 필터를 사용한다. 라플라시안 필터의 계수를 그림 4에 보였다.

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

그림 4. 라플라시안 필터

일반 화질 개선 알고리즘에서는 하나의 파라미터로 전체 영상에 적용하는 방식을 사용하지만 제안한 알고리즘에서는 영상의 통계적 정보를 이용하여 평탄영역은 저주파 통과 필터를 적용하여 개선을 하고 평탄하지 않은 영역은 고주파 통과 필터를 이용하여 개선을 하였다. 또한 화소마다  $\lambda$ 을 값을 조정하여 적용하도록 하였다. 따라서 제안하는 알고리즘은 일반적인 저주파 통과 필터들의 단점인 블러 현상과 고주파 통과 필터들의 단점인 잡음이 강조되는 현상을

보완하였고 하나의 파라미터로 전체 영상에 적용되는 현상을 해결 하였다.

### III. 실험

제안하는 알고리즘을 검증하기 위해 사용한 영상은 512x512의 크기를 갖는 LENA 영상이다. 실험 영상은 화소당 8비트의 해상도를 갖는 그레이 스케일 영상이다. 제안하는 알고리즘의 결과를 원영상에 대한 선명화 결과영상과 잡음제거를 수행한 결과영상과 비교하였다. 선명화 결과영상은 3x3의 일반적인 고주파 강조 필터를 사용하여 구하였다. 잡음제거는 미디안 필터를 취한 영상을 이용한다. 제안하는 알고리즘에서  $\lambda(n,m)$ 은 3.0으로 제한하였으며 임계치  $t_0 = 0$ 으로 두었다.



그림 5. LENA 원영상(512x512)



그림 6. 미디안 필터링한 결과



그림 7. 고주파 통과 필터 결과



그림 8. 제안한 필터 결과

본 논문에서 제안하는 적응적 알고리즘의 결과와 미디안 필터를 적용한 결과를 비교 하여 보면 동일한 평탄 영역에서는 잡음이 제거 되는 효과가 나지만 미디안 필터를 적용한 결과 영상은 디테일 영역과 에지 영역도 같이 흐려지는 블러(blur) 현상이 발생한다. 그러나 제안하는 적응적 알고리즘의 결과영상은 원본보다도 디테일 부분과 에지를 강조하면서 잡음을 제거함으로써 영상의 화질 개선이 우수하다.

또한 고주파 통과 필터를 적용한 결과와 비교하면 고주파 통과 필터를 적용한 결과는 에지 부분은 강조가 되지만 평탄영역과 영상 전체에 잡음이 증가된 현상을 보인다. 따라서 제안하는 적응적 알고리즘은 영상의 통계적 정보를 이용하여 평탄영역과 평탄하지 않은 영역을 구분지어 적용함으로써 2가지 필터들의 장점들을 살리고 단점을 보완하고 있다. 그림 10과 11에 LENA영상의 부분을 확대한 결과를 보였다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 영상의 화질 개선을 위하여 영상의 통계적 정보를 이용하는 방법을 제시하였다. 제안하는 알고리즘은 일반적인 잡음 제거 필터들의 단점인 영상 전체에 발생하는 블러 현상과 고주파 통과 필터들의 단점인 잡음증가 현상을 영상의 통계적 정보를 이용하여 개선하는 방법이다.  $\lambda$ 의 값의 결정하는 함수를 만들어 사용하고 저주파와 고주파 영역을 영상의 통계적 정보를 이용하여 구분지어 각각에 다른 필터를 적용함으로써 에지 부분에 블러 되는 현상과 평탄영역에 잡음이 증가되는 현상을 줄여 2가지 필터를 동시에 적용한 효과를 나타낸다.

제안하는 알고리즘의 파라미터는 스케일 값의 크기만 필요로 함으로 스케일의 값만 결정지어 주면 영상의 정보에 의해 자동으로 개선되는 방법이다.



그림 9. (a)는 고주파 통과 필터 적용 결과 (b)는 미디안 필터 적용 결과 (c) 제안한 필터 적용 결과

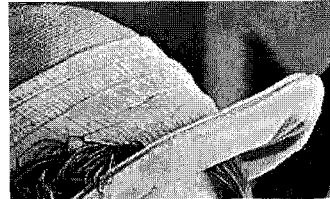


그림 10. (a) 고주파 통과 필터 결과



그림 10. (b) 미디안 필터링한 결과



그림 10. (c) 제안한 필터 결과

#### 참고 문헌

[1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, second edition., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2001.

[2] Andrea Polesel, Giovanni Ramponi, V. John Mathews, "Image Enhancement via Adaptive Unsharp Masking" *IEEE TS on Image Processing* Vol. 9, No. 3, March 2000