
최적화된 매개변수 위너필터를 이용한 훼손된 의료영상의 복원

신충호* · 정채영**

A Restoration of Degraded Medicine Images Based on
Optimized Parametric Wiener Filter

Choong-ho Shin* · Chai-yeoung Jung**

요 약

여러 가지 환경적인 요인에 의해서 영상에 잡음이 부가된다. 이러한 잡음을 제거하고 각 잡음의 특성에 적합한 필터링 방법을 이용한다. 직접적인 복원방법으로 반전 필터와 위너필터가 있다. 여기에서 위너필터가 최소 자승 오차 관점에서 최적의 필터다. 그러므로 컷오프, 반전필터, 위너필터, 제한된 최소자승필터등에 대해서 살펴 보고, 둘째, 파워스펙트럼비의 양적화된 조정을 위해서 매개변수를 사용하며, 그러한 변수들은 서로 충돌한다. 그러므로 응용에 적합하게 조정할 수 있는 매개변수 위너필터를 이용해 변수들을 최적화하였다. 모의실험 결과에서 훼손된 의료영상의 계조가 향상되었고, 잡음을 제거하였다. 그리고 비교되는 실험은 에지의 보전과 잡음 제거 특성에 관해서 증명하였다.

ABSTRACT

The noise of image is added by many environmental factors. Therefore, we need to remove these noises using the conventional filtering methods, which are optimized based on the statistical characteristic of noise. In direct restoration method, there is an inverse filter and the wiener filter. Here, the wiener filter is the optimized filter in the view of least square method. First, we are going to study the inverse filter, wiener filter, constraint least square filter. Second, in order to control the quantity, we use the parameters instead of the power spectrum ratio. But, these parameters have the conflicting condition, therefore, we optimized the variables using parametric wiener filter which adjust the application appropriately. In the simulation results, the contrast of the degraded image was enhanced and the noise was removed. Comparative experimentation was demonstrated edge preserving and noise removing property.

키워드

인버스 필터, 매개변수 위너 필터, 제한된최소자승필터

Key word

inverse filter, parametric wiener filter, constraint least square filter

* 정회원 : 조선대학교 (제1저자)

접수일자 : 2011. 11. 07

** 정회원 : 조선대학교 (교신저자, cyjung@chosun.ac.kr)

심사완료일자 : 2012. 04. 24

I. 서 론

영상처리에 있어서 결과영상의 증진도 중요하지만 영상의 입력, 처리, 통신등의 처리과정 중에서 발생하는 훼손된 영상을 복원하는 기술도 중요한 영상처리 분야이다. 왜냐하면 입력기기의 노후화 및 입력환경 요인, 잘못된 처리 및 통신오류에 의해서 원영상이 훼손되기 때문이다.

따라서 고해상도 및 저해상도 영상처리 과정에서 발생할 수 있는 잡음을 최소화 혹은 복원할 필요가 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 잡음을 제거 혹은 복원하기 위한 일환으로 잡음 특성에 적합한 필터링을 수행해야 하며, 영상통신 분야의 활용이 급증함에 따라 다양한 영상복원 기법들이 연구되고 있다[1].

영상복원과 관련된 대표적 2가지 방법으로써 직접적 방법과 반복적 방법을 들 수 있다[2]. 직접적 방법에서 위너필터 방법이 대표적 영상복원 기법이며, 반복적 방법은 여러 번에 걸쳐 수행하여 획득한 최종 단계의 값을 복원된 영상으로 얻어내는 방식이다.

위너필터는 원 영상에서 잡음과 신호 성분이 얼마나 존재하는지를 결정하는 매개변수를 가지고 있어서 확률적인 방법에 기초하여 복원을 시도하는 방법이다. 그러나 반복적인 방법은 원 영상에 근사하도록 복원영상을 반복하여 잡음 및 신호를 필터링할 수 있는 매개변수를 포함하고 있다.

그러므로 주어진 매개변수값의 활용에 따라서 원영상에 근사한다. 그러나 반복적인 방법의 문제점은 원 영상에 근접한 정도를 판단하는 값을 추측하기가 용이하지 않다는 것이다. 그러므로 본 논문에서는 최적화된 매개변수 위너필터를 사용하여 영상을 복원시키고자 하였다. 본 논문의 구성으로 먼저 2장은 기존의 주파수 영역 필터들에 관한 것이며, 다음으로 매개변수 위너필터를 기술하였다. 3장은 실험 및 분석, 4장은 결론을 맺는다.

II. 기존의 주파수 영역 필터들

주파수 영역 필터는 영상에 관한 푸리에 변환을 사용하여 작용하며, 영상에 관한 공간적 주파수에 관한

정보로 표현된다. 그림 1은 주파수 영역 필터에 관한 모델이다.

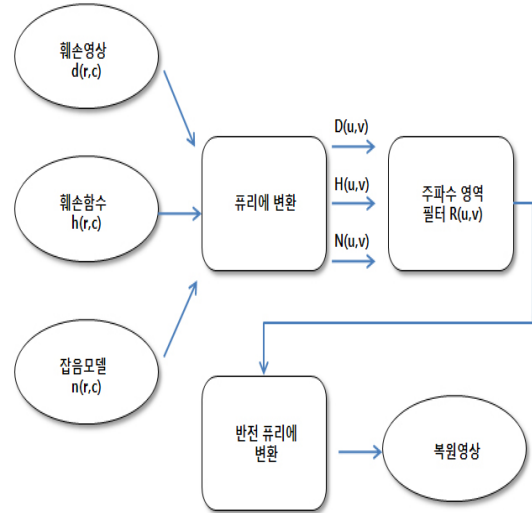


그림 1. 주파수 영역 필터링 모델
Fig. 1 The model of frequency domain filtering

여기에서 푸리에 변환은 3가지 입력들을 변환한다. 첫째, 훼손영상, $d(r,c)$ 와 둘째, 훼손함수인 $h(r,c)$ 그리고 잡음모델인 $n(r,c)$ 들이다. 다음으로 주파수 영역 필터는 푸리에 변환된 출력들을 사용한다. 출력들로는 $N(u,v)$, $D(u,v)$ 그리고 $H(u,v)$ 들이다. 다음으로 이러한 출력들을 이용하여 주파수 영역 필터인 $R(u,v)$ 는 복원 영상을 출력한다.

반전필터는 잡음이 없다는 즉, $N(n,v)=0$ 이라는 가정하에 반전 필터의 모델은 다음과 같다.

$$D(u,v) = H(u,v)I(u,v) + 0 \quad (1)$$

그러므로 원영상에 관한 푸리에 변환은 다음과 같이 변형된다.

$$I(u,v) = \frac{D(u,v)}{H(u,v)} = D(u,v) \frac{1}{H(u,v)} \quad (2)$$

원영상을 찾기위해서 $I(u,v)$ 에 관한 반전 푸리에 변환을 (3)과 같이 갖는다.

$$F^{-1}[I(u,v)] = F^{-1}\left[D(u,v)\frac{1}{H(u,v)}\right] \quad (3)$$

여기에서 $F^{-1}[\]$ 은 반전 푸리에 변환을 표현한다. 식(3)에서 원영상은 훼손된 영상의 푸리에 변환 $D(u,v)$ 에 훼손함수의 푸리에 변환의 역인 $1/H(u,v)$ 를 곱함에 의해서 획득된다. 그러므로 적용된 훼손함수의 푸리에 변환의 역인 $1/H(u,v)$ 이 반전필터이다. 영상이 더해지는 잡음에 훼손된다면 0이라는 값은 존재하지 않을 것이다. 반전 필터에 의해 복원된 영상은 잡음의 분포에 의해서 다르게 결과될 수 있다. 이러한 형태는 식(4)에서 알 수 있으며, 주어진 주파수와 독립된 잡음임을 알 수 있다[3].

$$D(u,v) = H(u,v)I(u,v) + N(u,v) \quad (4)$$

여기에서 반전필터를 적용하게 된다면 수식은 다음과 같다.

$$\hat{I}(u,v) = \frac{D(u,v)}{H(u,v)} = I(u,v) + \frac{N(u,v)}{H(u,v)} \quad (5)$$

식(5)에서 훼손함수의 푸리에 변환 $H(u,v)$ 가 매우 작아진다면 잡음이 많아짐으로 우리가 복원하고자 하는 영상이 취약해진다. 이러한 문제를 해결하는 방법은 차단주파수라고 하는 원영상의 스펙트럼에 관해서 특별한 반지름으로 복원을 제한시키는 것이다. 이러한 것을 복원 차단주파수라고 한다. 실제로 차단 주파수의 선택은 실험에 의해서 결정된다. 그림 2에서 9x9 가우시안 마스크로 블러된 영상에 반전필터를 적용한 예이다.

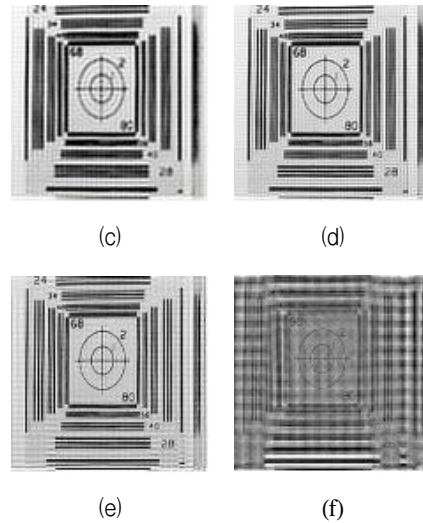
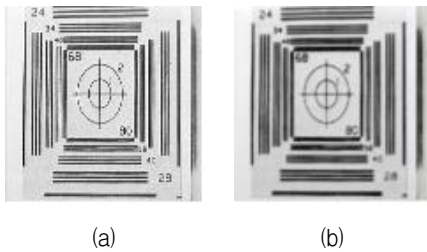


그림 2. 반전 필터

- (a) 원본영상 (b) 가우시안마스크(9x9)
- (c) 반전필터:차단주파수(40), 히스토그램스트레칭(3%)
- (d) 반전필터:차단주파수(60), 히스토그램스트레칭(3%)
- (e) 반전필터:차단주파수(80), 히스토그램스트레칭(3%)
- (f) 반전필터:차단주파수(100), 히스토그램스트레칭(3%)

Fig. 2 Inverse filter

- (a) original image (b) gaussian mask(9x9) (c) inverse filter: cutoff frequency(40), histogram stretched(3%)
- (d) inverse filter:cutoff frequency (60), histogram stretched(3%) (e) inverse filter:cutoff frequency(80), histogram stretched(3%) (f) inverse filter:cutoff frequency(100), histogram stretched(3%)

그림 2의 (b), 즉 훼손된 영상에 대해서 각각 (c), (d), (e), (f)을 반전필터를 적용하여 복원하였다. 즉, 차단 주파수를 40, 60, 80, 100으로 늘려 주었고, 후처리로 히스토그램 스트레칭을 사용하였다. 여기에서 주목할 점은 차단주파수를 100으로 했을 때 영상의 밝기가 현저히 떨어짐을 알 수 있다.

위너필터는 통계적인 기법들을 통해서 복원된 영상의 훼손을 모델화 함에 의해서 반전필터를 응용한 예이다. 영상의 훼손을 모델화함에 의해서 평균에러가 수학적으로 최소화된다. 위너필터의 수식은 다음과 같다.

$$R_W(u,v) = \frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \left[\frac{S_n(u,v)}{S_f(u,v)} \right]} \quad (6)$$

여기에서 $H^*(u,v) = H(u,v)$ 의 복수공액

$$S_n(u,v) = |N(u,v)|^2 = \text{잡음의 파워스펙트럼}$$

$$S_f(u,v) = |I(u,v)|^2 = \text{원본 영상의 파워스펙트럼}$$

식(6)의 푸리에 변환에서 블러된 영상은 원영상과 $H(u,v)$ 를 곱한 것이며, 블러된 영상의 위상은 원영상과 $H(u,v)$ 의 위상들의 합이다. 원영상을 복원하기 위해서 $D(u,v)$ 는 식(6)과 같이 $H^*(u,v)$ 와 곱해진다. 왜냐하면 $H^*(u,v)$ 는 $H(u,v)$ 와 비교해서 역의 위상이며, 곧, 복원영상의 위상이 원영상의 위상과 일치된다. 결론적으로 영상복원의 위상변화는 없으며, 복원영상이 손상되지 않는다[4]. 또한, 잡음이 증가할수록 위너필터의 분모가 증가한다. 그러므로 $R_W(u,v)$ 의 값은 감소하게 된다. 결론적으로 잡음이 증가할수록 본 필터의 획득은 감소하게 될 것이다.

복원영상은 위너필터와 훼손된 영상에 관한 푸리에 변환을 곱한 결과치에 대해서 반전 푸리에 변환을 가져감에 의해서 획득된다. 그 수식은 다음과 같다.

$$\hat{I}(r,c) = F^{-1}[\hat{I}(u,v)] = F^{-1}[R_W(u,v)D(u,v)] \quad (7)$$

다음으로 실제영상에서, 파워스펙트럼비는 실험에 의해서 결정되며, 본 비율은 식(8)과 같이 최적의 매개변수 K 로 대체 시킬 수 있다.

$$R_w(u,v) = \frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + K} \quad (8)$$

매개변수 K 로 대체하는 것은 더 많은 장점을 제공한다. 그러한 장점은 일반적으로 고주파에 잡음이 더 많기 때문에 영상의 영역이 고주파에 해당되면, 단지 K 값을 증가시키면 된다. 식(4)의 $H(u,v)$ 에 의한 블러기능은 저주파성분이고 더해지는 잡음은 고주파성분이므로 블러된 픽셀들을 줄이기 위해서 고역통과필터가 요구된다. 그리고 저역통과필터는 더해지는 잡음을 줄이기 위해서 요구된다. 여기에서 블러된 픽셀들을 줄이는 것과 잡음을 줄임은 서로 충돌이 발생한다. 그러므로 증진된 영상을 얻기 위해서는 식(9)와 같이 최적의 방법이 요구된다[5].

$$R_{CLS}(u,v) = \frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \gamma|P(u,v)|^2} \quad (9)$$

식(9)의 필터를 제한된최소자승(CLS) 필터라 하며, 필터에 특별한 $P(u,v)$ 을 첨가시킴에 의해서 일반적인 주파수영역필터들의 결과영상에서 생성되는 잡음을 제거할 수 있으며, 조정팩터 γ 를 조정함에 따라서 잡음의 줄임과 증진된 영상에 대한 충실도에 대한 교환조건을 조절할 수 있다. $P(u,v)$ 는 고역통과필터의 푸리에 형태를 기술하며, 최적의 $H(u,v)$ 와 조정팩터 γ 은 실험에 의해서 결정된다. 식(9)와 유사한 매개변수(PW)위너 필터를 식(10)과 같이 이끌 수 있다.

$$R_{PW}(u,v) = \frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \gamma \left[\frac{S_n(u,v)}{S_f(u,v)} \right]} \quad (10)$$

일반적으로 주파수 영역 필터들은 적은 양의 블러된 영상과 적당량의 잡음에 적합하다. 예를들어 반전필터의 경우는 영상에 너무 많은 잡음이 포함되면 적합하지 않으며, 위너필터의 경우는 잡음에 양에 관계없이 반전필터에 비해서 월등하다. 그러나 단점으로는 결과영상에 원하지않는 잡음이 발생한다는 것이다. 해결책으로 제한된 최소제곱(CLS)필터가 이러한 형태의 잡음을 최소화 할 수 있다. 마지막으로 매개변수(PW)위너 필터는 응용에 잘 맞출 수 있는 최적화 매개변수들을 제공한다.

III. 실험 및 분석

본 논문에서 실험한 영상의 크기는 $N \times N$ 이다. 화소의 농도 값은 $0 \leq \text{화소 } p \leq 255$ 인 그레이 영상들을 이용하였다. 그리고 Southern Illinois 대학에서 개발한 영상처리 도구인 CVIP(Computer Vision Image Processing) 도구를 사용하여 모의실험하였다[6].

본 실험의 복원영상처리도는 그림 3과 같다. 그림 3을 기술하면, 먼저, 원영상을 훼손하기 위해서 마스크를 이용하여 블러시켰으며, 적당량의 잡음을 첨가시켰다. 다음으로 매개변수 위너필터에 γ 값과 차단 주

과수를 각각 적용하여 잡음이 가장 적은 변수값을 최적값으로 두었으며, 후처리로 히스토그램 스트레칭을 적용했다.

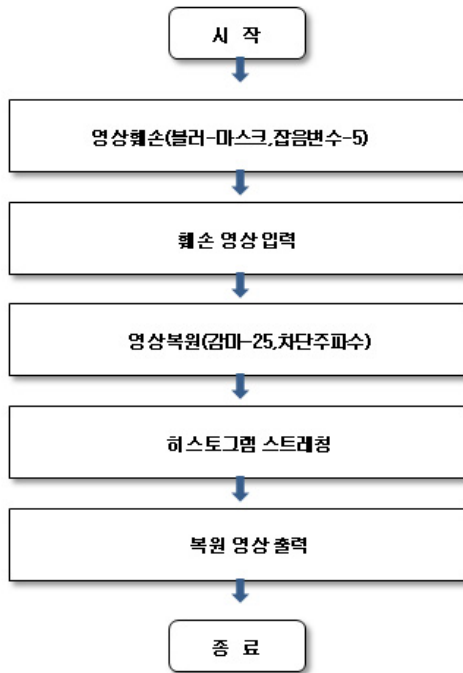


그림 3. 복원영상처리 순서도
Fig. 3 The flowchart of restore image processing

AWGN(additive white gaussian noise)에 의해 훼손된 영상을 개선하기 위하여 공간영역에 관한 기법을 이용하며, 위너필터가 대표적이다. 또한 위너필터는 영상의 모든 영역에 대해 일정한 크기의 윈도우를 이용하므로 에지 성분을 고려한 윈도우를 사용한다[7].

일반적으로 위너필터는 적은 양의 블러에 효과가 좋으므로, 마스크의 크기를 적게 적용해야만 한다.

훼손된 영상에 너무 낮은 차단주파수가 선택된다면 질적으로 저하된 복원영상을 얻게 될 것이며, 차단주파수가 너무 높으면 복원영상은 잡음으로 인하여 보이지 않을 것이다.

2장에서 기하학적인 평균필터의 γ 값을 조정하며, γ 값이 클수록 위너필터의 효과가 많다고 하였다. 그러므로 본 실험에서 γ 값을 조정함에 따라서 어떻게 훼손된 영상이 복원되는지 증명하였다.

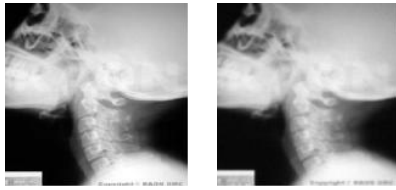
표 1에서는 최적화 변수를 찾기위해서 먼저, 마스크를 5(5x5), 7(7x7), 9(9x9)를 적용시키며, 차단주파수(cutoff frequency)를 40, 60, 80으로 두었으며, γ 값은 25, 가우시안 잡음변수는 5를 기본으로 실험하였다. 각 매개변수들의 근거를 기술하면, 먼저, 위너필터는 적은 마스크의 복원에 향상을 보였으므로 가장 적은 5부터 9까지를 변수로 두었고, 영상의 잡음을 낮추기 위해서 차단 주파수를 40부터 80까지 변수로 두었으며, 잡음에 민감한 γ 값은 변수를 변화시켜도 큰 변화가 보이지 않음으로 실험적으로 최적을 보인 25을 적용하였다. 마지막으로 위너필터가 적은 잡음에 향상을 보임으로 가우시안 잡음변수를 잡음의 양이 적은 최적치 5로 두었다.

표 1. 최적화변수를 찾기위한 9가지 경우비교
Table. 1 The nine case comparison for requiring optimal variable.

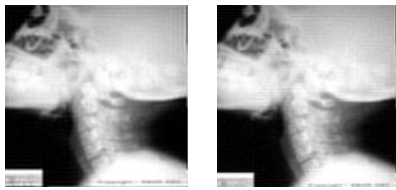
case01	case02	case03	case04	case05
mask=5 cf=40	mask=5 cf=60	mask=5 cf=80	mask=7 cf=40	mask=7 cf=60
case06	case07	case08	case09	
mask=7 cf=80	mask=9 cf=40	mask=9 cf=60	mask=9 cf=80	

(감마=25, 가우시안 잡음변수=5, cf:cutoff frequency)

표 1의 매개변수를 기초하여 그림 3의 복원영상처리에 따라서 각 의료영상들을 블러값과 잡음변수들을 적용시켜 훼손시킨 후에 영상복원필터인 매개변수 위너필터에 각 매개변수들을 적용하여 그림 4와 같이 복원 영상들을 얻을 수 있었다. 그림 4, 5, 6에서는 원본영상과 훼손영상을 먼저 나열하고, 나머지 9가지 복원영상 결과들을 나열하였다.



(a) (b)

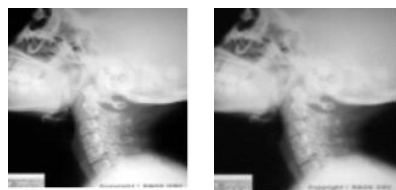


(c) (d)

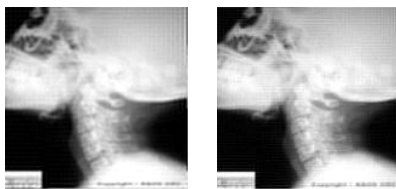


(e)

그림 4. 훼손영상(마스크: 5x5)
 (a) 원본영상 (b) 훼손영상(마스크:5,잡음변수:5)
 (c) 사례01 (d) 사례02 (e) 사례03
 Fig. 4 Degrade image(mask:5x5)
 (a) original image (b) degrade image(mask:5, additive noise:5) (c) case01 (d) case02 (e) case03



(a) (b)

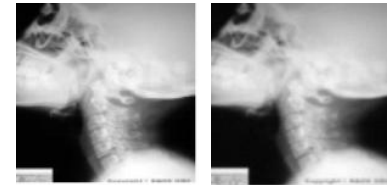


(c) (d)

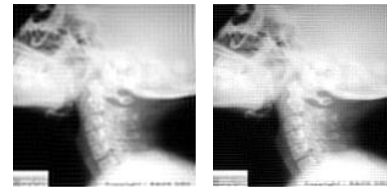


(e)

그림 5. 훼손영상(마스크: 7x7)
 (a) 원본영상 (b) 훼손영상(마스크:7,잡음변수:5)
 (c) 사례04 (d) 사례05 (e) 사례06
 Fig. 5 Degrade image(mask:7x7)
 (a) original image (b) degrade image(mask:7, additive noise:5) (c) case04 (d) case05 (e) case06



(a) (b)



(c) (d)



(e)

그림 6. 훼손영상(마스크:9x9)
 (a) 원본영상 (b) 훼손영상(마스크:9,잡음변수:5)
 (c) 사례07 (d) 사례08 (e) 사례09
 Fig. 6 Degrade image(mask:9x9)
 (a) original image (b) degrade image(mask:9, additive noise:5) (c) case07 (d) case08 (e) case09

처리된 결과 영상들을 기술하면 원 영상을 훼손시키고져 불러하였는데, 즉 마스크의 크기를 각 그림에서 각각 5, 7, 9로 늘리 줌으로써 복원영상의 잡음이 많아짐을 알 수 있었고, 차단 주파수의 경우에 차단 주파수가 각각 40, 60, 80으로 커짐에 따라 잡음이 많아짐을 확인하였다. 그러므로 이러한 잡음들을 최적화한 복원결과영상들을 각각 비교하여 최적화 변수를 찾았다. 표 2와 같이 원영상과 비교하여 복원영상결과들의 SNR(signal-to-noise)값을 나열한 결과 case01의 경우가 21.0019dB로 가장 큰값을 나타냈으므로 곧, 가장 적은 잡음을 내포하고 있다고 볼 수 있다.

표 2. 9가지 경우의 SNR값 비교
Table. 2 The snr value comparison for the nine cases

case01	case02	case03	case04	case05
21.0019	20.7181	20.4242	18.6448	18.3156
case06	case07	case08	case09	
18.1424	17.1404	16.8783	16.7254	

(단위: dB)

그림 7에서는 최적화된 case01 경우의 변수들을 의료 영상들에 적용한 결과들이다.

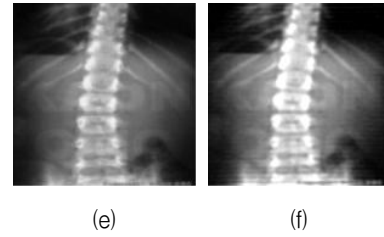
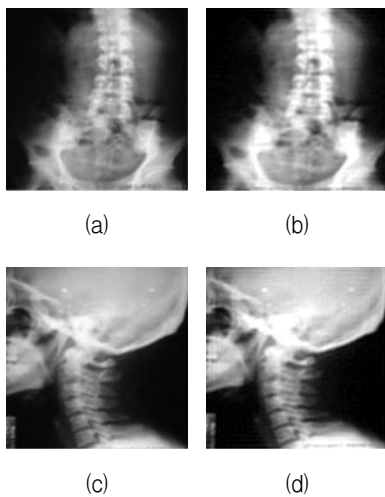
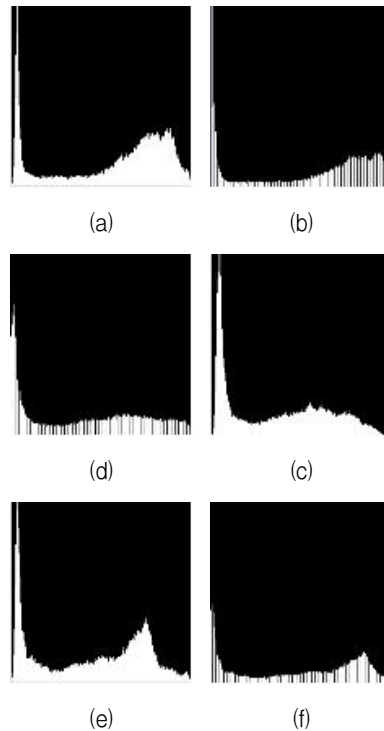


그림 7. 최적화변수들을 적용한 의료영상들
(a) 훼손영상 (b) (a)의 복원영상 (c) 훼손영상 (d)(c)의 복원영상 (e) 훼손영상 (f)(e)의 복원영상
Fig. 7 The medicine images applying a optimized variables
(a) degrade image (b) restorative image of (a) (c) degrade image (d) restorative image of (c) (e) degrade image (f) restoreative image of (e)

각 4가지의 훼손된 의료영상들과 복원영상결과들의 히스토그램이 그림 8과 같이 나타나며, 여기에서 각 복원영상의 히스토그램들이 각 훼손영상의 히스토그램들보다 각 화소들의 분포가 골고루 되어졌고, 특히, 어두운 영역부분들이 향상됨을 알 수 있다.



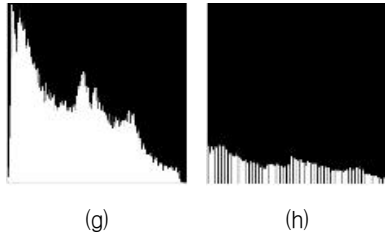


그림 8. 그림 4, 7에서 훼손영상들(a,c,e,g)과 결과 영상들(b,d,f,h)에 관한 히스토그램 비교
 (a) 그림 4(b)의 히스토그램 (b) 그림 4(c)의 히스토그램
 (c) 그림 7(a)의 히스토그램 (d) 그림 7(b)의 히스토그램
 (e) 그림 7(c)의 히스토그램 (f) 그림 7(d)의 히스토그램
 (g) 그림 7(e)의 히스토그램 (h) 그림 7(f)의 히스토그램
 Fig. 8 The histogram comparison of degrade images (a,c,e,g) and result images(b,d,f,h) in figure 4, 7
 (a) the histogram of figure 4(b) the histogram of figure 4(c) (c) the histogram of figure 7(a) (d) the histogram of figure 7(b) (e) the histogram of figure 7(c) (f) the histogram of figure 7(d) (g) the histogram of figure 7(e) (h) the histogram of figure 7(f)

IV. 결론

본 논문에서는 의료영상들을 입력으로 CVIP도구를 이용하여 영상을 처리하였다. 도구내의 복원기법인 매개변수 위너필터에서 최적화된 매개변수들을 적용시켰으며, 후처리로 히스토그램 스트레칭을 이용해서 의료영상을 증진시켰다. 각 원영상들을 입력으로 실험한 결과, 각 입력 영상들의 계조차이로 인해서 각각의 복원 영상들의 표준화된 매개변수값을 찾는 데 어려움이 있었으나 대체적으로 훼손 영상에 비해서 증진된 복원 영상들을 얻을 수 있었다. 최적화 매개변수 값으로는 훼손된 영상을 만들기 위해 mask-5x5로 블러시킨 후에 가우시안 잡음변수를 5만큼 넣었으며, 이러한 훼손된 영상에 복원기법인 매개변수 위너필터의 변수들로 감마 25, 차단주파수 40등을 사용하였다. 향후연구로는 일정한 값을 주어 훼손시킨 영상이 아니라 실제 현장에서 오류로 인한 훼손영상에 대해 실험적인 최적화 변수를 적용하고자 한다.

참고문헌

- [1] 이현창, 신현철, “u-헬스 케어에서 사용자 정의 평균·위너필터를 이용한 영상복원에 관한 연구, 한국컴퓨터정보학회논문지, 제13권, 제2호, pp121-125, 2008.
- [2] 김정태, “반복 semi-blind 위너 필터링을 이용한 이진 영상의 복원, 전기학회논문지, 제57권, 7호, pp 1290-1294, 2008.
- [3] A. Khireddine, K. Benmahammed, W. Puech, “Digital image restoration by Wiener filter in 2D case”, Advance in Engineering Software 38, pp. 513-516, 2007.
- [4] Byung Jun Kang and Kang Ryoung Park, “Real-Time Image Restoration for Iris Recognition Systems, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, Vol. 37, No. 6, pp. 1555-1566, December 2007.
- [5] Kwang YS, Byung JG, Kang RP, “Super-Resolution Iris Image Restoration using Single Image for Iris Recognition”, KSII Transactions on Internet and Information Systems, Vol. 4, No. 2, pp. 117-137, April 2010.
- [6] Scott E. Umbaugh, “Computer Vision Image Processing”, Prentice Hall, 1999.
- [7] 문홍득외 3인, “평균 및 위너 필터를 사용한 영상 복원에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회논문지, 제8권, 제7호, pp 1393-1398, 2004.

저자소개



신충호(Choong-ho Shin)

1988년 조선대학교 전산기공학과 공학사

1991년 한국외국어대학교 대학원 응용전산학과 이학석사

2004년 조선대학교 컴퓨터공학과 공학박사

※관심분야: 영상처리, 멀티미디어 데이터베이스, 소프트웨어 공학.



정채영(Chai-yeoung Jung)

1987년 조선대학교 컴퓨터공학과
공학석사

1989년 조선대학교 컴퓨터공학과
공학박사

1986년~현재 조선대학교 컴퓨터통계학과 교수

※ 관심분야: 신경망, 인공지능, 정보보호, 멀티미디어,
멀티미디어 콘텐츠, Bioinformatics.