

다해상도 신호분석에 의한 방향성 추출을 통한 영상처리

전우상^{1*}, 김영길², 한군희³

¹WS컨설팅, ²영남이공대 의료기기가, ³백석대학교 정보통신학부

Image Processing Considering Directional Extraction by Multi-Resolution Signal Analysis.

Woosang Jeon^{1*}, Young-Gil Kim² and Kun-Hee Han³

¹WSConsulting,

²Division of Biomedical Engineering, Yeungnam College of Science & Technology

³Division of Nano-technology, Baekseok University

요약 본 논문에서는 움직임에 의해 흐려지고 잡음으로 훼손된 영상에 대하여 영상전체에 일률적으로 복원처리를 행하는 기존의 적용방법들에서 나타나는 문제점을 해결하고자 영상의 국부적인 특성과 방향성을 고려한 복원방법을 제시한다. 이는 평면영역과 윤곽영역을 적응적으로 처리하기 위하여 윤곽의 방향성을 찾기 위하여 다해상도 신호분석인 Wavelet 계수를 적용하여 처리하는 방법을 제안한다.

Abstract To restore image degraded by motion blur and additive noise, In conventional method, regularization is usually applied to all over the image without considering the local characteristics of image. As a result, ringing artifacts appear in edge regions and the noise amplification is introduced in flat regions. To solve this problem we propose an adaptive regularization iterative restoration using wavelet directional considering edges and the regularization operator with no direction for flat regions. We verified that the proposed method showed results in the suppression of the noise amplification in flat regions, and introduced less ringing artifacts in edge regions.

Key Words : Multi-Resolution, Signal Analysis, Wavelet 계수

1. 서론

잡음에 의해 훼손되고 흐려진 영상의 복원은 잡음을 제거하는 평활화 과정과 윤곽부분을 복원하는 이중적인 관계를 가진다. 즉, 잡음을 평활화하는 경우에는 윤곽도 같이 평활화되며 윤곽을 복원하는 경우에는 잡음도 동시에 강조되는 문제점이 있다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 정칙화 방법이[1,2] 도입되었고 최근까지도 연구가 진행되고 있다.

Biemond, Lagendijk 그리고 Katsaggelos[3-5] 등은 기존의 처리방법에 정칙화 이론을 적용함으로써 리플현상과 같은 복원오차를 감소시키고 라플라시안 정칙화 연산자를 복원방법에 적용한 방법을 제안하였다. 그러나 이러

한 방법들에는 정칙화 연산자로 라플라시안 연산자를 사용하고, 정칙화 파라메터를 영상의 국부적인 특성을 고려하지 않고 영상전체에 일률적으로 정칙화를 행함으로써 윤곽부분에 리플잡음이 발생하였고 평면부분에서도 잡음 증폭을 피할 수 없었으며, 또한 시각적으로 중요한 윤곽부분의 복원에 효율적이지 못한 문제점을 안고 있었다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 영상을 평면영역과 윤곽영역으로 나누어 윤곽방향성을 고려한 방향성 정칙화 연산자를 사용하여 평면영역과 윤곽영역의 방향특성에 따라 적응적으로 처리하는 복원방법을 제안한다. 이는 영상으로부터 방향성정보를 추출하여, 평면영역에서는 기존의 정칙화 연산자를 사용하여 잡음의 증폭을 효과적으로 억제하고, 윤곽부분에서는 복원효과를

*교신저자 : 전우상(wsjeon@ynu.ac.kr)

접수일 10년 08월 23일

수정일 10년 09월 14일

재게획정일 10년 10월 15일

증대시키기 위하여 윤곽의 방향특성에 맞는 방향성 정칙화 연산자를 사용하여 리플현상을 억제하여 윤곽부분의 해상도를 향상시키고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 정칙화에 대한 이론을 제시하였고, 3장에서는 윤곽방향 추출방법을 설명하였으며, 4장에서는 제안한 방법을 적용한 실험 및 그 결과를 분석하고, 5장에서 결론을 맺었다.

2. 정칙화 해

원 영상이 선형적인 흐려짐에 의해 흐려지고 가산잡음에 의해 훼손되었을 경우 영상의 훼손된 모델은 다음과 같이 표현한다.

$$g = H \cdot f + n \quad (1)$$

이때 g, f, n 은 각각 잡음이 섞인 훼손된 영상, 원 영상, 가산잡음을 표현한다. H 는 시스템 전달 함수이다.

정칙화 개념은 해의 집합으로부터 가장 적합한 복원해를 구하기 위한 기준을 정의하여, 영상을 복원하는 경우에 복원된 영상오차가 최소가 되도록 하는 것이다[6,7]. 따라서 복원해가 만족해야 하는 기준 중의 하나는 다음과 같다.

$$\phi(\hat{f}) = \|g - H\hat{f}\| \leq \|n\| = \epsilon \quad (2)$$

이는 역함수 필터와 같이 잡음을 평활화하는 역할을 한다. 이때 ϵ 은 잡음이 섞인 흐려진 영상 g 에 존재하는 잡음 상수이며, \hat{f} 는 복원된 해이다. 다른 하나의 기준은 정칙화 기준으로서 다음과 같이 정의한다.

$$\Omega(\hat{f}) = \|C\hat{f}\| \leq E \quad (3)$$

C 는 정칙화 연산자로서 고주파 통과 필터의 성질을 갖는 선형연산자로, 윤곽부분의 잡음증폭을 억제하는데 사용된다. 이때 E 는 상수이다. 식(2)과 식(3)를 이차적으로 결합하여 다음과 같은 종합적인 목적함수(objective function)로 나타내었으며, 이 목적함수를 최소화하는 것이 정칙화에 의한 영상 복원이다.

이때 α 는 정칙화 파라메타로 $\alpha = (\frac{\epsilon}{E})^2$ 이며 복원된 영상의 잡음정도에 따라 가변되며 잡음의 평활화와 윤곽부분의 복원을 최적으로 조절한다.

복원해 \hat{f} 에 대하여 목적함수를 미분하면 다음과 같

은 정칙화 오차를 최소로 하는 복원해 \hat{f} 를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi(\hat{f})}{\partial \hat{f}} &= -H^T g - H^T g + 2H^T H\hat{f} + 2\alpha C^T C\hat{f} = 0 \\ \hat{f} &= (H^T H + \alpha C^T C)^{-1} H^T g \end{aligned} \quad (4)$$

단, $(H^T H + \alpha C^T C)$ 는 역행렬이 존재한다고 가정한다. 그리고 식(4)로부터 복원오차 $E(\hat{f})$ 를 구해보면 아래와 같다.

이때 $E_r(\alpha)$ 와 $E_n(\alpha)$ 는 각각 복원과정에서 발생하는 정칙화 오차와 가산잡음의 증폭에 의한 오차이다. 복원오차는 정칙화 파라메타 α 에 종속된 값으로서, α 가 매우 적은 값을 갖는 경우 정칙화 오차 $E_r(\alpha)$ 를 최소화할 수 있으나 가산 잡음의 증폭오차 $E_n(\alpha)$ 는 매우 큰 값을 갖는다.

$$\begin{aligned} E(\hat{f}) &= \|f - \hat{f}\|^2 \\ &= \|f - \frac{H^T Hf + H^T n}{H^T H + \alpha C^T C}\|^2 \\ &\leq \|\frac{\alpha C^T C f}{H^T H + \alpha C^T C}\|^2 + \|\frac{H^T n}{H^T H + \alpha C^T C}\|^2 \\ &= E_r(\alpha) + E_n(\alpha) \end{aligned} \quad (5)$$

반대로 α 값이 커지면 가산 잡음의 증폭오차 $E_n(\alpha)$ 는 최소화 할 수 있으나 정칙화 오차 $E_r(\alpha)$ 는 큰 값을 갖는다. 그러므로 두 오차 $E_r(\alpha)$ 와 $E_n(\alpha)$ 를 함께 고려하여 오차를 최소화하는 최적의 정칙화 변수를 구할 필요가 있다.

반복 정칙화 복원을 구하기 위하여 식(4)을 다음과 같이 수정한다.

$$\hat{f} = \hat{f} + \beta [H^T g - (H^T H + \alpha C^T C)\hat{f}] \quad (6)$$

연속 치환(successive substitution) 방법을 적용하여 식(6)를 다시 정리하면 다음과 같은 반복처리방법을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \widehat{f}_{k+1} &= \hat{f}_k + \beta [H^T g - (H^T H + \alpha C^T C)\hat{f}_k] \quad (7) \\ &= (I - \alpha \beta C^T C)\hat{f}_k + \beta H^T (g - H\hat{f}_k) \end{aligned}$$

이때 β 는 이완 파라메타(relaxation parameter)로서 수

럼 속도를 조절하기 위해 사용된다.

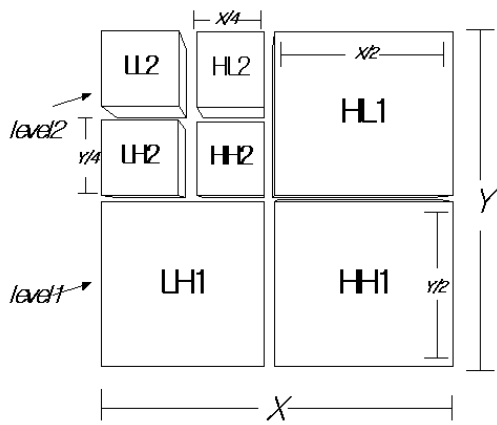
3. 다해상도 신호분석에 의한 방향성 추출

정칙화 연산자로 라플라시안 연산자를 사용하여 영상 전체에 일률적으로 적용함으로써 윤곽영역을 복원할 때 윤곽부분에 리플잡음을 발생시켜 시각적으로 만족스러운 결과를 얻을 수 없었다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 평면영역에서의 잡음증폭을 효과적으로 억제 시켜주고 윤곽영역에서의 해상도 향상과 윤곽과 같은 방향으로 나타나는 리플잡음을 줄일 수 있도록 하기 위한 방법으로 기존의 윤곽방향 후보를 찾는 템플레이트 매칭 방법 대신 웨이블릿 변환의 필터계수를 적용하였다[8,9].

그림 1은 웨이블릿 변환을 이용하여 구조를 다른 해상도를 가지는 구조로 만든 결과이다. 2단계 웨이블릿 분해를 적용한 것으로서 H(High)는 고주파 성분대역이고, L(Low)은 저주파 성분대역, 그리고 숫자 1과 2는 분해단계를 나타낸다. LL영역은 부대역 중에서 가장 중요한 대역으로서 크기가 줄어들면서도 원영상의 성질을 대부분 포함하고 있는 대역이며, LH_{1,2}, HL_{1,2}, HH_{1,2} 영역은 각각 입력되는 영상의 수평성분, 수직성분, 대각선 성분의 에지 정보를 포함하고 있다.

본 논문에서는 그림 1과 같은 형태의 대역으로 분리하여 각 영역의 정보를 추출하기 위해 사용하는 필터계수는 5/3 필터계수를 사용한다. 다음 표 1은 일반적으로 알려져 있는 5/3 필터계수를 나타내었다.



[그림 1] 2단계 웨이블릿 분해

[표 1] 기본 5/3 필터 계수(표는 왼쪽 정렬)

	Analysis Filter Coefficients		Synthesis Filter Coefficients	
	Lowpass Filter $h_L(i)$	Highpass Filter $h_H(i)$	Lowpass Filter $g_L(i)$	Highpass Filter $g_H(i)$
0	6/8	1	1	6/8
±1	2/8	-1/2	-1/2	2/8
±2	-1/8			-1/8

4. 실험 결과 및 분석

실험에 사용된 표준영상은 "Lena"와 "Cameraman" 영상으로서 256×256개의 화소를 갖는다. 윤곽과 평면이 고르게 분포되어 있는 영상을 갖는 것을 대표적으로 선택함으로써 객관적인 실험결과를 얻고자 함이다.

이 표준영상에 수평방향으로 크기 L 만큼 움직여서 흐려진 영상에 20dB의 가우시안 잡음이 추가시킨 훼손 영상을 입력으로 사용한다. 움직임에 의한 흐려진 영상의 전달 함수는 다음과 같다.

$$H(n) = \begin{cases} \frac{1}{L}, & 0 \leq n < L \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (8)$$

훼손영상 g는 전달함수에 의해 흐려진 영상에 20dB의 BSNR(Blurred SNR)을 갖는 의사 가우시안 백색잡음이 첨가된 영상이고 이때 흐려진 영상의 신호 대 잡음비 BSNR(Blurred SNR)은 다음과 같다.

$$BSNR = \frac{\text{variance of the blurred image}}{\text{variance of the additive noise}} = \frac{\sigma_{HF}^2}{\sigma_n^2} \quad (9)$$

화질의 평가척도는 k번째 반복하여 복원된 영상의 객관적인 개선정도를 판단할 수 있는 ISNR(Improved SNR)을 사용하였다. 복원된 결과는 각 반복횟수에 따라 기존의 방법과 비교하였다.

$$ISNR = 10 \log \frac{\sum_{(i,j) \in I} (g(i,j) - f(i,j))^2}{\sum_{(i,j) \in I} (f(i,j) - \hat{f}_k(i,j))^2} \quad (10)$$

"Lena"와 "Cameraman" 영상의 원영상(위의 영상들)과 훼손된 영상(아래영상들)은 그림 2에 나타내었다. 훼손된 영상에 대하여 기존의 방법을 이용하여 복원한 결과와 제안한 방법들을 이용한 복원방법의 결과 및 그에 대한 오차영상을 그림 3과 그림 4에 나타내었다.

방향성 정칙화 연산자를 적용하기 위한 본 논문에서는 윤곽방향 후보를 찾는 방법은 템플릿 매칭 방법 대신에 웨이블릿 변환의 필터계수로 치환하여 동일한 복원 실험을 하였다.



(a) 원영상

원영상



(b) 훼손영상

훼손영상

[그림 2] 원영상과 훼손된 영상



(a) 기존방법결과

(b) 기존 오차



(c) 제안1 결과

(d) 제안1 오차



(e) 제안2 결과

(f) 제안2 오차

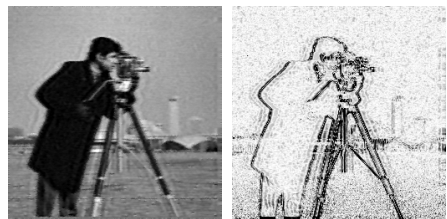
[그림 3] 결과영상과 그의 오차영상들

"Lena" 영상에 대하여 복원결과와 그에 대한 오차영상을 그림 1에 나타내었다. 그림 3의 (a)와 (b)는 기존의 방법을 이용하여 처리된 결과이다. 결과에서 보는 바와 같이 전체적으로 잡음증폭과 아울러 윤곽부분에서의 리플 현상이 두드러지게 나타나고 있다. 그림 3의 (c)는 제안된 첫 번째 방법으로 정칙화 영상복원에서 사용되고 있는 파라메타들을 고정하고 윤곽 방향을 추출하기 위해 사용된 필터는 웨이블릿 변환의 필터 계수를 이용한 방법이 된다. 실험 결과에 의하면 윤곽영역에서의 해상도가 증가되었다.

(e)는 제안된 두 번째 방법으로 세밀한 머리카락과 모자의 윤곽부분, 오른쪽 배경의 윤곽부분이 개선되었고 모자 윗부분에 나타나던 리플잡음이 거의 보이지 않았다. (d)는 (c)의 오차영상으로 오차영상을 통해 잡음의 정도를 시각적으로 확인할 수 있도록 나타내었다. 오차영상들을 기존의 방법으로 처리된 영상의 오차와 각각 비교해보면 윤곽영역에서의 오차가 현저히 줄었음을 시각적으로 확인할 수 있다.

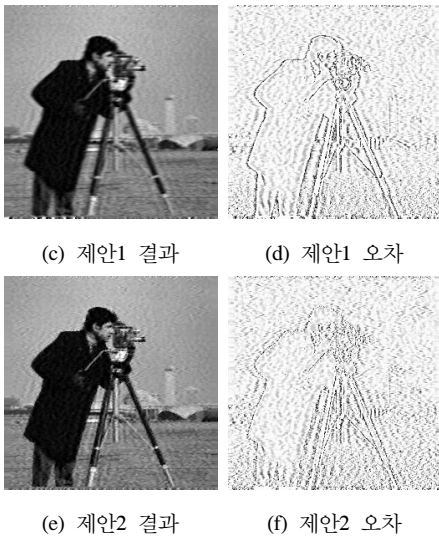
그림 3의 (f)는 (e)의 오차영상으로 기존의 방법에 비해 전체적으로 오차가 많이 줄어들고 해상도가 향상되었음을 알 수 있었다.

"Camera man" 영상에 대해서도 같은 방법으로 실험을 하였다. 복원결과 및 그에 대한 오차영상을 그림 4에 나타내었다.



(a) 기존방법결과

(b) 기존의 오차



(c) 제안1 결과 (d) 제안1 오차
(e) 제안2 결과 (f) 제안2 오차

[그림 4] 결과영상과 그의 오차영상들

(a)와 (b)는 기존의 방법을 이용하여 처리된 결과이다. 결과에서 보는 바와 같이 전체적으로 잡음증폭과 아울러 윤곽부분에서의 리플 현상이 두드러지게 나타나고 있다. 그림 4의 (c)는 제안된 첫 번째 방법으로 정칙화 영상복원에서 사용되고 있는 파라메타들을 고정하고 윤곽 방향을 추출하기 위해 사용된 필터는 웨이블릿 변환의 필터 계수를 이용한 방법이다. 실험 결과에 의하면 윤곽 영역에서의 해상도가 증가되었다. 그림 4의 (e)는 제안된 두 번째 방법으로 처리한 결과 영상으로 카메라 맨의 얼굴부분과 사진기 그리고 사진기 다리 부분의 해상도가 선명해지고 개선되었다. 반면에 평면부분의 해상도가 높아짐으로 인하여 배경이 부드럽지 못하고 거친 형태를 띠는 것도 볼 수 있었다. 그림 4의 (d)는 (c)의 오차영상이다. 오차영상들 간에 비교하면 윤곽영역에서의 오차가 현저히 줄었음을 시각적으로 인지할 수 있다. (f)는 (e)의 오차영상으로 기존의 방법과 제안된 방법1과의 비교에서도 전체적으로 오차가 많이 줄어들고 해상도가 선명해지고 향상되었음을 알 수 있다.

표 2과 표 3은 "Lena 영상과 "Camera man" 영상을 복원하는 과정에서 기존의 방법과 기존의 방법과 같이 파라메타를 고정함과 동시에 웨이블릿 변환의 필터계수를 이용하여 윤곽방향 후보를 찾아서 그 방향에 따른 방향성 라플라시안 정칙화 연산자를 적용하는 방법 1, 웨이블릿 변환의 필터계수를 이용하여 윤곽방향 후보를 찾아서 그 방향에 따른 방향성 라플라시안 정칙화 연산자를 적용과 동시에 적응 정칙화 파라메타 그리고 적응 이완 파라메타를 함께 적용하는 방법2와의 객관적인 비교를 위

하여 매 반복시의 MSE와 ISNR를 각각 나타내었다.

MSE를 살펴보면 "Lena" 영상은 방법 1이나 방법 2에 대해서 기존의 방식보다 수렴율이 좋아짐을 인식할 수 있었다. 그러나 "Cameraman" 영상에 대해서는 제안된 방법 1이 기존의 방식보다 수렴율이 좋지 못함을 인식하였다. 이는 방향성을 추출할 때 방향정보에 대한 세밀한 부분을 고려하지 않은 것과 윤곽 영역보다 평면 영역이 영상 전체에 더 많이 존재하기 때문에 나타나는 문제점인 것으로 사료된다.

[표 2] 웨이블릿 변환방법에 의한 MSE

반복	"Lena"			"Cameraman"		
	기존 방법	제안 1	제안 2	기존 방법	제안 1	제안 2
0	359	359	359	463	463	463
1	295	283	267	393	388	361
5	222	206	178	319	315	266
10	200	196	153	288	298	236
15	192	192	145	273	293	222
20	189	190	143	263	292	215
25	190	190	144	257	292	212
30	192	190	145	253	291	210

[표 3] 웨이블릿 변환방법에 의한 ISNR

반복	"Lena"			"Cameraman"		
	기존 방법	제안 1	제안 2	기존 방법	제안 1	제안 2
0	0	0	0	0	0	0
1	0.63	0.68	0.79	0.70	0.75	0.94
5	1.86	1.94	2.33	1.62	1.71	2.20
10	2.32	2.14	2.89	2.05	1.86	2.68
15	2.49	2.24	3.09	2.29	1.92	2.91
20	2.56	2.27	3.14	2.45	1.94	3.04
25	2.54	2.28	3.13	2.55	1.93	3.10
30	2.49	2.29	3.10	2.61	1.95	3.13

"Cameraman" 영상에서의 MSE를 방법 2를 살펴보면 기존의 방식에 비하여 반복횟수가 증가함에 따라 수렴 효율이 좋아짐을 확인할 수 있다. 이것은 국부적인 특성을 고려한 적응 정칙화 파라메타와 적응 이완파라메타의 역할 수행이 방향성 라플라시안 정칙화 연산자와 동시에 적용함으로써 나타나는 결과로 생각된다.

"Lena" 영상에서의 가장 큰 복원차는 1회 반복의 MSE 28 차이에서 15회 반복의 MSE 46 차이로 나타났다. "Cameraman" 영상에서의 가장 큰 복원차는 1회 반복의 MSE 32 차이에서 20회 반복의 MSE 48 차이로 나타났다.

"Lena" 영상과 "Cameraman" 영상에서 기존 방법에 비해 ISNR이 지속적으로 개선됨을 알 수 있었다. 특이한 점은 정칙화 파라메타와 이완 파라메타를 고정시키고 웨이블릿 변환을 이용하여 방향성 정칙화 연산자만 적용한 영상복원은 기존의 방법에 비교하였을 때 반복횟수가 10번 이상 넘어가면서 기존의 것보다 더디게 수렴이 되는 것을 실험을 통해 알 수 있었다.

그러나 국부적인 특징을 고려하여 적응 정칙화 파라메타와 적응 이완 파라메타를 적용하고 웨이블릿 변환에 의한 방향성 정칙화 연산자를 적용한 결과 윤곽부분과 얼굴 부분의 시각적인 효과나 ISNR의 수렴 효율은 기존의 방식에 비하여 확연히 우수함을 입증하였다.

본 논문에서 기존의 방법과 제안된 방법 모두 반복시 수렴율이 좋아지고 MSE가 개선됨을 알 수 있었다.

5. 결 론

디지털 영상 복원은 훼손되거나 오류 때문에 왜곡된 디지털 영상을 원래의 디지털 영상과 가장 가까운 형태로 복원하는 과정이다. 예를 들어 의료영상장비는 임상병리검사 장비와 더불어 질병의 진단 및 치료에 필수적인 데이터를 제공하는 장비로서 병원장비 구성의 50% 이상을 차지하는 중요한 장비이다. 의료영상시스템의 기본원리는 X선, 초음파, 자장, 열분포 등의 에너지로부터 얻은 영상신호 성분을 사진 또는 TV 화면으로 직접 표시하거나 컴퓨터를 사용하여 신호처리를 거친 후에 필요한 영상 정보를 얻고 있다. 이에 대하여 잡음으로 훼손된 영상을 복원할 시 영상의 국부적인 특성을 고려하여 적용함으로써 기존에 나타나는 문제점들을 해결할 수 있는 방법들이 꾸준히 연구되어져야 할 것이다. 영상복원은 의공학에 있어서도 전처리 과정에서 많이 활용될 수 있는 연구 분야이며 특히 사람의 생명과 직결되는 대상으로 하는 것이니만큼 복구에 대한 연구 방법은 중요한 가치를 가질 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] A. N. Tikhonov and V. Y. Arsenin, *Solution of Ill-Posed Problems*, Washington, D.C. : V. H. Winston and Sons, 1977
- [2] K. Miller, "Least-squares Method for Ill-Posed Problems with a Prescribed Bound," *SIAM J. Math Anal.*, vol. 1, pp. 52-74, Feb. 1970
- [3] R. L. Lagendijk, J. Biemond, and D. E. Boekee, "Regularized Iterative Image Restoration with Ringing Reduction," *IEEE Trans. ASSP*, vol. 36, no. 12, pp. 1874-1888, Dec. 1988
- [4] R. L. Lagendijk, J. Biemond, *Iterative Identification and Restoration of Images*, pp.71-88, *Kluwer Academic Publishers*, 1991
- [5] A. K. Katsaggelos, "Iterative Image Restoration Algorithms," *Opt. Eng.* 28(7), pp. 735-748, 1989
- [6] Woosang Jeon, Kun-Hee Han, "New Image Processing Methodology for Noisy-Blurred Images," 한국산학기술학회, 제11권 제3호, pp. 965-970, 2010
- [7] 전우상, 한근희, "훼손된 영상에서의 연산자 적응 특성 분석 1," 한국산학기술학회, 제11권 제5호, pp. 1685-1692, 2010
- [8] R. Coifman, Y. Meyer, and M. Wickerhauser, "Wavelet Analysis and Signal Processing," In *Wavelets and their Applications*, B. Ruskai et al. eds., Jones and Barlett Pub., Boston, pp. 153-178, 1992.
- [9] G. Strang and V. Strela, "Orthogonal Multiwavelets with Vanishing Moments," *J. of Optical Eng.*, 33, pp. 2104-2107, 1994.

전 우 상(Woosang Jeon)

[정회원]



- 1999년 8월 : 영남대학교 전자정보공학부 (공학석사)
- 2002년 8월 : 영남대학교 전자정보공학부 (공학박사)
- 1998년 8월 ~ 2010년 2월 : 경북전문대학 및 경운대학교 겸임교수, 영남대학교 객원교수

- 2004년 ~ 현재 : 중소기업 경영혁신 수석컨설턴트, 중소기업기술정보진흥원 정보화경영체제 평가위원/지도위원/표준화위원, 정보시스템 수석감리인, PM 및 리더십교육담당, 영남대학교 강사

<관심분야>

Business Innovation, ISP, ERP, POP, RFID/USN, CISA, KCISA, Digital Signal Processing, Pattern Recognition, Network, DataBase Analysis/Design, Embedded System

김 영 길(Young-Gil Kim)

[정회원]



- 현재 : 영남이공대학 의료기기과 교수

<관심분야>

의료정보학, 의료정보시스템, 데이터베이스,
U-Healthcare

한 군 희(Kun-Hee Han)

[종신회원]



- 2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

<관심분야>

암호프로토콜, 네트워크 보안, 영상처리