

碩士學位論文

확대된 정지영상의 개선을 위한 필터의 혼합적용에 관한 연구

 제주대학교 중앙도서관
濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

徐 允 珍

1999年 12月

碩士學位論文

확대된 정지영상의 개선을 위한 필터의 혼합적용에 관한 연구

指導教授 金 壯 亨

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함.

1999年 12月 日

 濟州大學校 産業大學院
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
電子電氣工學科(컴퓨터工學專攻)

徐 允 珍

徐允珍의 工學碩士學位 論文을 認准함.

1999年 12月 日

委員長 安 基 中 印

委 員 金 壯 亨 印

委 員 李 尙 俊 印

목 차

Summary	i
I. 서 론	1
II. 이론적 배경	3
2.1 해상도가 다른 두 영상 상호간의 관계	4
2.2 補間法(Interpolation)	5
2.2.1 선형 보간법	5
2.3 윤곽 추출	9
2.3.1 윤곽과 영상처리	9
2.3.2 그레디언트 방식에 의한 영상처리	10
2.4 영상 향상(Image Enhancement)	13
2.4.1 공간 필터 처리	13
III. 고해상도 영상 확대	22
3.1 영상확장	22
3.2 영상향상	24
3.2.1 혼합 필터 적용	26
3.2.2 영상 선명화	29
IV. 결 론	32
參考文獻	33
부 록	34

그림 목차

Fig. 2-1	직교격자배열을 사용한 영상 표본화의 예	3
Fig. 2-2	해상도가 다른 두 영상 상호간의 관계	4
Fig. 2-3	영상 데이터의 크기 변환	5
Fig. 2-4	영상의 2배 확대	6
Fig. 2-5	화소값 구하는 방법	7
Fig. 2-6	선형보간법에 의한 화소값 추정	8
Fig. 2-7	2배 확대 영상	9
Fig. 2-8	1차 미분을 수행한 결과	13
Fig. 2-9	주파수 영역에서 순환적으로 대칭적인 저역 통과, 고역증대, 및 대역 통과 필터들의 횡단면과 그들의 대응하는 공간 필터	14
Fig. 2-10	임의의 계수(가중치)들을 갖는 3×3 마스크	15
Fig. 2-11	Mean Filter에 의하여 화소값을 구하는 방법	17
Fig. 2-12	확장 영상과 Mean 필터 적용 영상	17
Fig. 2-13	일반적인 화소값을 구하는 예	18
Fig. 2-14	에지 부분에서 화소를 구하는 예	18
Fig. 2-15	확장 영상과 Mean 필터 적용 영상	19
Fig. 2-16	기본적인 고역증대 공간 필터	20
Fig. 3-1	고해상도 영상확대 구조도	22
Fig. 3-2	원 영상과 확장 영상의 1:4 사상 관계	23
Fig. 3-3	2배 확대 영상	24
Fig. 3-4	영상 확대 구조도	25
Fig. 3-5	영상 확대 알고리즘	26
Fig. 3-6	영상의 화소 격자	27
Fig. 3-7	수직/수평에 대한 Mean Filter 적용	28
Fig. 3-8	대각선에 대한 Median Filter 적용	28
Fig. 3-9	혼합 필터링에 의한 확대 영상	28
Fig. 3-10	혼합 필터링에 의한 영상과 고역 증대 필터링에 의한 영상	30
Fig. 3-11	선명화 처리 영상의 확대 영상	31

A Study on Hybrid Filter Application for Improvement of Enlarged Still Image

Yoon-Jin Sur

Department of Electrical and Electronic Engineering
Graduate School of Industry
Cheju National University

Supervised by professor Jang-Hyung Kim

Summary

Generally, the still image magnification uses image growing, interpolation and restoration in order to get magnificated image.

Still image Magnification does not get high-resolution image because, amount of information is not sufficient.

In this thesis, we proposed the hybrid method of high resolution image magnification. that is, to get high resolution image, the image processed by both lowpass filtering and highboost filtering.

Result of apply proposed method to Lena image, we gained result of enhancement more better than formerly simple technique.

I. 서론

몇 년 전만 해도 특정 분야의 전문가들에게만 제공되었던 정보들이 최근에는 정보통신 기술의 발달로 인하여 일반 대중에게도 공개되는 추세이다. 정보통신 기술 중에도 특히 영상정보를 처리하는 기술은 최근에 들어 많은 관심의 대상이 되고 있다. 정지영상 표준인 JPEG(Joint Photographic Expert Group), 동영상 압축 표준인 MPEG(Moving Pictures Experts Group) 등의 영상압축 기술과 더불어 영상의 확대(Image Magnification)는 특정 전문분야는 물론 실생활 전반에 걸쳐 광범위하게 사용되고 있다.

영상의 확대(image magnification)는 크게 영상 확장(image expansion)과 영상 보간(image interpolation), 영상 복원(image restoration)의 단계로 나누어 설명할 수 있다. 먼저 영상의 확장이란 원 영상의 화소를 확대하고자 하는 간격 만큼 띄어놓는 것을 의미한다. 다시 말해서 원 영상의 화소를 확대 영상의 격자에 일정 간격으로 재배치하는 것을 의미한다. 영상의 보간이란 확대 영상의 격자에 존재하지 않는 격자점들의 화소값을 적절한 값으로 채우는 과정이다. 영상 복원이란 확장과 보간에 의해서 생성된 영상은 저주파 통과 필터 특성과 같은 열화 현상을 없애는 것이다. 이와 같이 영상 확장과 보간, 복원의 과정을 거친 영상은 원 영상에 비해 증가된 수의 화소들로 표현되며, 이는 바로 영상이 확대되었음을 의미한다[1]. 이를 해상도 측면에서 보면 영상 확대는 주어진 영상으로부터 보다 해상도가 향상된 영상을 얻는 과정이라고 정의 할 수 있다.

기존의 연구들에서는 저해상도의 영상으로부터 고해상도의 영상을 만들어내는 방법은 주로 신호의 보간 방식에 의존하고 있다. 그러나 하나의 정지 영상 내에서 공간적으로 인접한 화소들의 정보만을 사용하는 보간 방식에 의한 확대는 정보량의 보존이라는 측면에서 볼 때, 영상의 크기는 증가시킬 수 있으나 원 영상으로부터 영상의 확대에 이용할 수 있는 정보량이 제한되어 있어 실질적인 해상도 향상에는 기여하지 못하는 것으로 알려져

있다.

본 논문에서는 영상의 복잡한 보간 과정을 거치지 않고 잡음제거 및 선명화 처리를 통하여 좋은 영상을 얻을 수 있는 영상 확대 기법을 제안하였다. 제안된 방법은 실제 영상에 적용되어 유효성을 보였다.



II. 이론적 배경

높은 해상도의 디지털 영상을 얻기 위해서는 표본 격자 간격을 보다 조밀하게 구성해야 하는데, 이를 위해서는 각 화소에 해당하는 센서(photo-detector)의 크기가 표본 격자 간격에 비례해서 작아져야 한다. 그러나 센서의 크기가 어느 임계치 이하로 작아지면 입사되는 광량이 적어져서 short-noise에 의한 영상의 열화를 피할 수 없게 된다[2][3]. 이와 같은 short-noise가 나타나지 않는 센서의 최소 크기는 약 $50\mu m^2$ 로 알려져 있는데, 현재의 charge coupled device(CCD) 기술은 이미 경계에 도달해 있다[4].

따라서 이러한 한계를 뛰어 넘는 높은 해상도의 영상을 얻기 위해서는 디지털 영상 처리 기술의 적용이 요구된다.

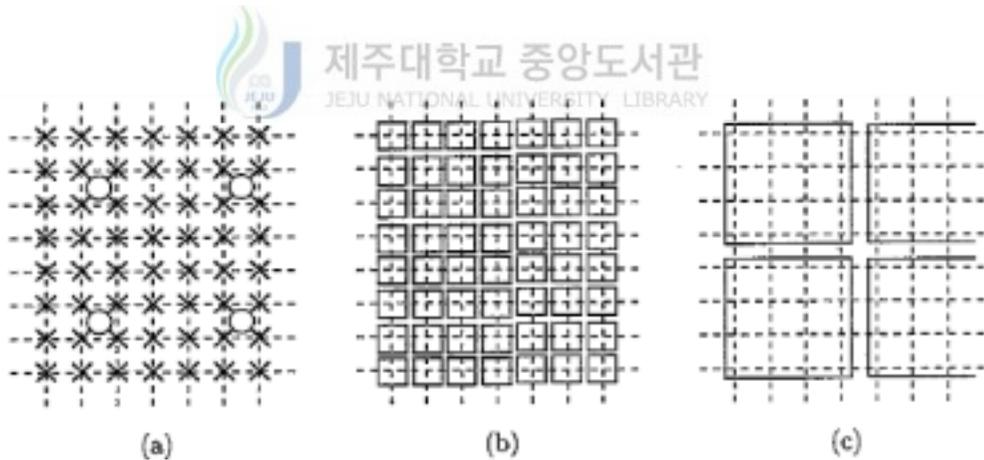


Fig. 2-1 직교격자배열을 사용한 영상 표본화의 예

- (a) 표본주기 T_u, T_h 인 경우(X)의 표본주기 $4T_u, 4T_h$ 인 경우(O)의 표본격자
 (b) $x(m, n)$ 을 얻기 위한 센서의 배열구성
 (c) $x_{\perp}(m, n)$ 을 얻기 위한 센서의 배열 구성

2.1 해상도가 다른 두 영상 상호간의 관계

영상의 해상도 저하가 Fig. 2-2 에서 보는 바와 같이 고해상도의 영상 $x(i, j)$ 로부터 저 해상도 영상 $y(i, j)$ 로의 천이(transition)되는 과정이라고 한다면, 영상의 확대는 $y(i, j)$ 가 주어진 상황에서 원래의 고해상도 영상 $x(i, j)$ 를 추정해 내는 과정이 된다.

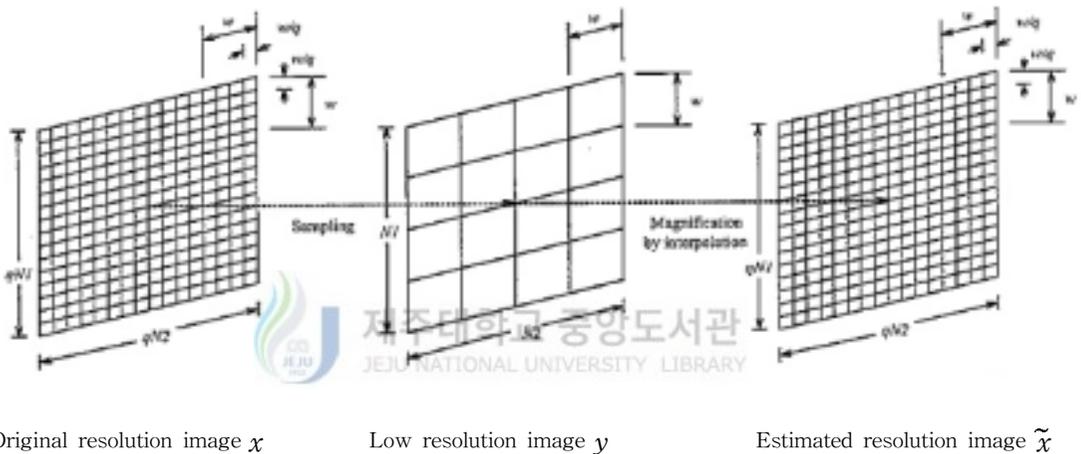


Fig. 2-2 해상도가 다른 두 영상 상호간의 관계

Fig. 2-2 에서 $y(i, j)$, ($i = 0, \dots, N_1 - 1 ; j = 0, \dots, N_2 - 1$)의 화소가 $x(i, j)$ 의 $q \times q$ 개의 화소로부터 천이된 것이라면, $x(i, j)$ 영상의 화소수는 $qN_1 \times qN_2$ 가 될 것이다 [5][6][7].

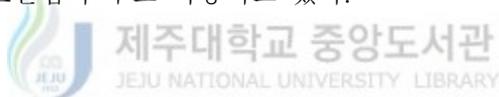
영상을 2배 확대하면 저해상도 영상의 한 점이 고해상도 영상의 4개의 점으로 사상되는 것이다. 영상을 확대한다는 것은 저해상도 영상의 한 점으로부터 고해상도 영상의 4개의 점의 영상 화소를 추정하는 것이다. 한 점에서 4개의 점의 화소값을 추정하기는 어렵고, 또한 부정확한 결과의 영상을 얻을 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 보간

법이 사용된다.

2.2 補間法(Interpolation)

원 영상이 1/2의 해상도로 축소되는 경우 원 영상의 화소 격자에서 하나씩 건너뛰면서 새로운 영상의 격자에 써 가면 영상이 원 영상의 1/2의 해상도로 줄어든다. 그러나 원 영상을 2배의 해상도로 확대하는 것은 화소의 값이 없는 격자가 생겨서 잘되지 않는다. 2배의 해상도로 확대되면 실제 화소값들 사이에 빈 공간이 생기게 되는 것이다.

補間法이란 주어진 데이터 점들의 정보로부터 그 점들 사이의 정보를 유추하는 수치적 방법이다. 보간법에는 Lagrange 보간법과 Newton 보간법 등 여러 가지 방법이 있으나, 영상 처리에는 선형 보간법이 주로 사용되고 있다.



2.2.1 선형 보간법

영상의 크기를 변환하는 방법을 살펴보면,

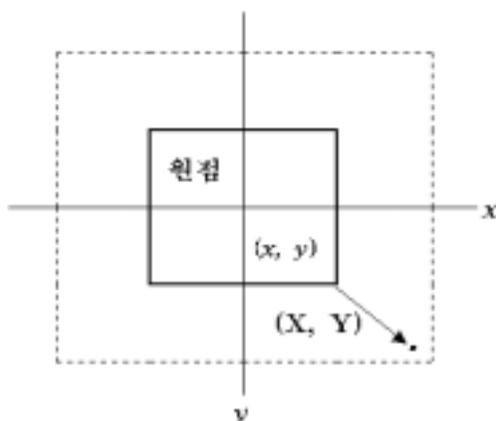


Fig. 2-3 영상 데이터의 크기 변환

어떤 점 (x, y) 가 확대, 축소되어 (X, Y) 로 위치가 변하면, 두 좌표 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$\begin{aligned} X &= ax \\ Y &= by \end{aligned} \quad (\text{식 2-1})$$

위 식 (2-1)에서 a, b 는 각각 x 방향, y 방향의 확대율이다. 이 수식을 이용하여 영상을 처리한다면, a, b 가 1보다 큰 값을 가지는 경우, 영상 데이터는 확대가 되고, 1보다 작을 때에는 축소가 된 출력 데이터를 얻을 수 있다. 이 수식에 의해 우리는 모든 화소점 (x, y) 에 대해서 이 연산을 행하고, 출력 영상의 점 (X, Y) 의 농도값에 입력 영상의 점 (x, y) 의 농도값을 쓰면, 영상의 확대, 축소를 할 수 있다.

원 영상을 2배 확대하면 영상이 조금 변한다. 이것을 이해하기 위해, 다음 Fig. 2-3을 살펴 보자.

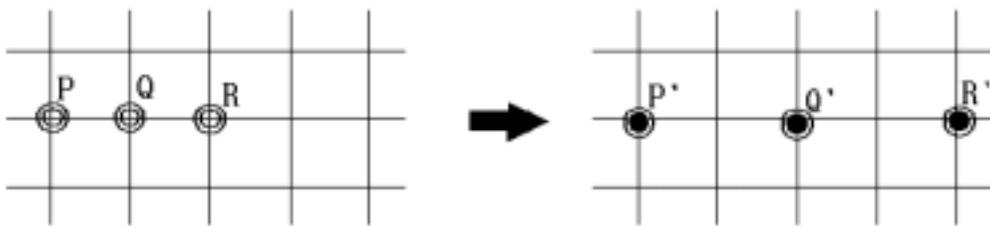


Fig. 2-4 영상의 2배 확대

Fig. 2-4 에서 보면, 입력 영상의 화소 P가 출력 영상의 화소 P'에 대응(mapping)된다. 그리고, 입력 영상 P의 인근에 있는 점 Q, R이 출력 영상에 각각 Q', R'로 대응되면, Q', R'는 확대율에 의하여, P'의 주변에 위치하고 있다. 2배 확대할 경우에는 출력 영상의 한

화소 P'점의 인접 화소에는 해당되는 데이터가 없기 때문에, 출력 영상 데이터에도 화소가 띄엄띄엄 있게 된다. 따라서, 이를 피하기 위해 '입력 영상을 기준으로 한 출력 영상의 매핑(mapping) 방법'을 사용하지 않고, 출력 영상을 기준으로 해서, 출력 영상의 화소가 입력 영상의 어떤 화소에 대응관계를 이용하는 것이 더 나은 결과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 이 과정을 수행하기 위해, 식 (2-1)의 역변환을 생각해 보자. 식 (2-1)의 역변환은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= X/a \\ y &= Y/b \end{aligned} \quad (\text{식 2-2})$$

출력 영상의 모든 화소 (X, Y) 에 대하여 식 (2-2)를 계산하고, 대응하는 입력영상을 구해 이 화소의 농도값을 쓰면, 위에서 언급한 현상은 일어나지 않을 것이다.

위의 결과는 앞서서 설명한 방식보다 더 좋은 결과임을 확인할 수 있다. 이 방법을 사사오입이라 부르며 그 개요는 다음과 같다.

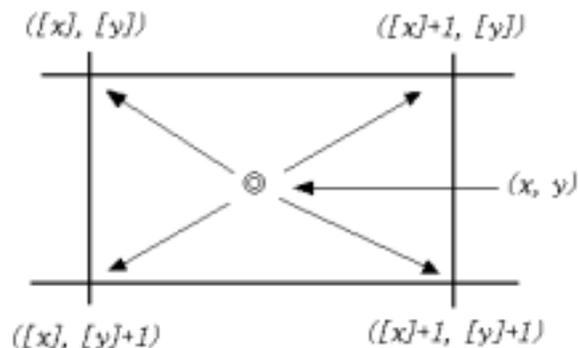


Fig. 2-5 화소값 구하는 방법

위에서 언급한 식 (2-2)의 계산은, 일반적으로 실수연산을 행할 필요가 있기 때문에

좌표 x, y 는 소수부를 포함 한다. 그러나 입력 영상의 화소의 위치(address)는 반드시 정수이어야 하므로 위치 계산에 있어서는, 어떤 형태로서 정수화 할 필요가 있다. 이것을 영상에서 생각하면, Fig. 2-5 와 같이 좌표 (x, y) 에 가장 근접한 격자점을 선택하는 것이다. 그러므로, 사사오입법을 최근접법이라고 부르기도 한다. 이 방법을 적용한 영상은 모자이크 현상이 나타나게 된다. 이 현상은 확대율을 크게 하면 두드러 진다. 따라서, 화질을 좋게 하기 위해 선형 보간법이라 부르는 방법을 이용하는데, 이 방법은 아래의 Fig. 2-6 에서 처럼, 구한 화소의 위치가 격자점에 일치하지 않는 경우 근접의 4개의 격자점으로부터의 거리의 비를 구하고, 이 비율로서 근접 화소의 농도값으로부터 보간하는 것이다.

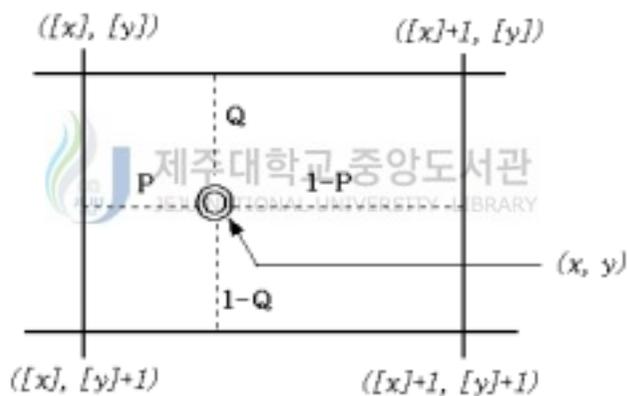


Fig. 2-6 선형보간법에 의한 화소값 추정

이 농도값의 계산식을 나타내면 다음과 같다.

$$d(x, y) = (1 - q) \{ (1 - p) d([x], [y]) + p d([x] + 1, [y]) \} + q (1 - p) d([x], [y] + 1) + p d([x] + 1, [y] + 1) \quad (\text{식 2-3})$$

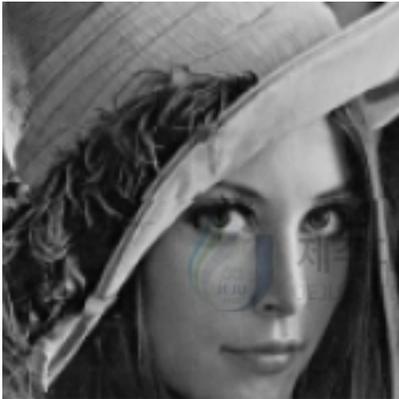
여기에서 $d(x, y)$ 는 좌표 (x, y) 에 있어서 농도값을 나타낸다. $[x], [y]$ 는 각각 x, y 를 넘지 않는 정수를 나타낸다. 확대하는 경우에도 모자이크의 형태가 되지 않고 평활한 형태가 된다[8]. 위 알고리즘을 수행한 결과 영상은 Fig. 2-7 와 같다



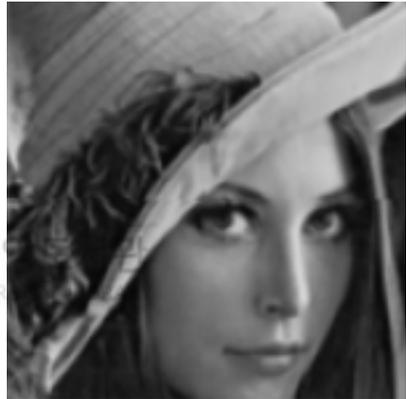
(a) 원 영상



(b) (식 2-2)에 의한 2배 확대



(c) 식(2-3)에 의한 2배 확대



(d) 선형보간법에 의한 2배 확대

Fig. 2-7 2배 확대 영상

위의 결과를 보면 (식 2-3)에 의한 영상보다 보간법에 의한 확대 영상이 화질은 부드러우나 흐려지며, 윤곽선 부분의 화질의 향상이 더욱 필요하다는 것을 알 수 있다.

2.3 윤곽 추출

2.3.1 윤곽과 영상처리

윤곽(edge)을 사전적으로 설명하면 “물체의 외곽을 나타내는 線“이라고 정의하며, 이러한 윤곽은 영상처리의 차원에서 “영상을 특징 짓는 선 요소“라고 말할 수 있다. 영상처리에 있어서 윤곽을 추출하는 것(이것을 윤곽추출 또는 에지추출)은 중요한 개념의 하나가 되고 있다. 에지란 일반적으로 영상에서 밝기 값이 급격하게 변화하는 부분을 의미한다. 이런 에지를 검출하는 대표적인 방법으로 그레디언트(Gradient)에 근거한 방식과 라플라시안(Laplacian)에 근거한 방식이 있다.

2.3.2 그레디언트 방식에 의한 영상처리

윤곽은 濃淡値가 급격히 변하는 부분이기 때문에 함수의 변화분을 취하는 미분 연산이 윤곽 추출에 사용될 수 있다.

좌표 (x, y) 의 경우 농담 분포를 나타낸 1차 미분값(gradient)은 크기와 방향을 가진 벡터량 $G(x, y) = (f_x, f_y)$ 로서 표현된다. 여기에서 f_x 는 x 방향의 미분, f_y 는 y 방향의 미분을 나타내며 f_x, f_y 의 digital 영상은,

$$x \text{ 방향의 미분 } f_x = f(x+1, y) - f(x, y)$$

$$y \text{ 방향의 미분 } f_y = f(x, y+1) - f(x, y)$$

으로 계산한다. 미분값 f_x, f_y 를 구하면, 아래의 식으로부터 윤곽의 강도와 방향을 계산할 수 있다.

$$\text{강도} : \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \text{ 또는 } |f_x| + |f_y| \quad (| \text{ 는 절대값}) \quad (\text{식 2-4})$$

위 식을 이용하여 수평 방향, 수직 방향, 수평 수직 방향 그리고 전체적인 미분처리를 해 보면

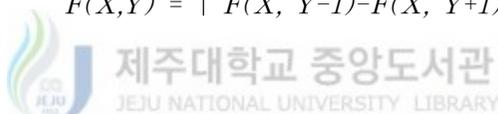
(X-1, Y-1)	(X, Y-1)	(X+1, Y-1)
(X-1, Y)	(X, Y)	(X+1, Y)
(X-1, Y+1)	(X, Y+1)	(X+1, Y+1)

Table 2-1 데이터 배열 구조

가. 수평 방향 미분

윤곽을 추출함에 있어서 수평 방향의 미분을 취하려면 다음과 같은 알고리즘으로 처리한다

$$F(X,Y) = | F(X, Y-1) - F(X, Y+1) | \quad (\text{식 2-5})$$



즉, 수평방향으로 미분은, 어느 한 점 ($F(X,Y)$)을 기준으로 할 때 X 좌표는 같고, Y 좌표만 중심 화소의 상하에 해당하는 화소들의 차이값을 구하는 관계로 얻을 수 있다.

나. 수직 방향 미분

수직 방향의 미분은 다음의 관계식으로 구할 수 있다.

$$\Delta F(X,Y) = | F(X+1, Y) - F(X-1, Y) | \quad (\text{식 2-6})$$

즉, 수직 방향으로의 미분은 어느 한 점 ($F(X,Y)$)을 기준으로 할 때 Y 좌표는 같고, X 좌표만 중심 화소의 상하에 해당하는 화소들의 차이값을 구하는 관계로 얻을 수 있다.

다. 수직·수평 방향의 미분

수직·수평 방향 미분은 앞에서 설명한 두 가지 미분방법을 이용하여 구할 수 있다.

라. 전체적인 1차 미분

1차 미분을 수평, 수직, 대각선 방향으로 모두 취하여 미분한다. 이러한 1차 미분 방식은 행렬의 형태로 테이블이 주어지는데, 흔히 이용하는 방법에 대하여 정리하면 다음과 같다.

연산자명	f_x			f_y		
Robert	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	1
	0	0	-1	0	-1	0
Prewitt	-1	0	1	1	1	1
	-1	0	1	0	0	0
	-1	0	1	-1	-1	-1
Sobel	-1	0	1	1	2	1
	-2	0	2	0	0	0
	-1	0	1	-1	-2	-1
Frei-Chen	-1	0	1	1	$\sqrt{2}$	1
	$-\sqrt{2}$	0	$\sqrt{2}$	0	0	0
	-1	0	1	-1	$-\sqrt{2}$	-1

Table 2-2 Gradient의 계산에 이용하는 미분 연산자

Robert 연산자는 다른 마스크 보다 크기는 작지만 효과적으로 사용할 수 있다. 이 연산자는 잡음에 매우 민감하다. 다른 연산자들은 돌출된 영상의 값들을 잘 평균화 시킨다. Sobel 연산자는 수평과 수직 윤곽보다는 대각선 방향에 놓여진 윤곽에 더 민감하며, Prewitt 연산자는 대각 방향의 윤곽보다는 수평, 수직 윤곽에 더 민감하다. 위 방법 중 몇 가지 예를 보면 아래와 같다[10].

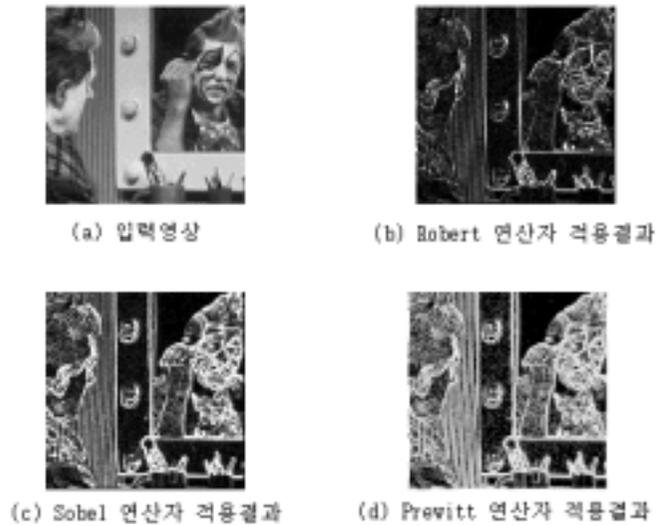


Fig. 2-8 1차 미분을 수행한 결과

2.4 영상 향상(Image Enhancement)

영상향상기술의 중요한 목표는 원래 영상을 처리하여 그 결과를 특별한 응용목적에 맞게 고치는 것이다. 공간 영역은 영상 평면 그 자체를 의미하고, 이 영역의 접근 방식들은 영상에서 화소 단위의 처리를 기초로 한다.

2.4.1 공간 필터 처리

영상처리를 위해 공간 마스크를 사용하는 것을 공간 영역 필터 처리(spatial filtering)라고 부르며(푸리에 변환을 사용하는 주파수 영역 필터(frequency domain filtering)에 상반된다), 그 마스크 자체를 공간 필터(spatial filters)라고 부른다. 여기에서는 영상 향상을 위한 선형 및 비선형 공간 필터에 대해서 고찰한다

선형 필터들은 선형 시스템의 전달함수와 충격 신호 혹은 점 확장 함수는 각기 서로의 역 푸리에 변환이라는 것을 말한다. 소위 저역통과 필터들이란 그 푸리에 영역 내에서 저주파들은 그대로 놔두는 반면에(저주파 신호는 그대로 통과시키는 필터), 고주파 요소들은 감쇠 혹은 제거한다. 고주파 요소들은 한 영상의 에지들과 다른 날카로운 세부사항들을 특징짓는데 저역 통과 필터의 최종적인 효과는 영상을 흐리게 한다. 유사하게 고역증대 필터들은 저주파의 요소들을 감쇠 혹은 제거한다. 이런 저주파수 요소들은 전체적인 대비와 평균 명암도처럼 영상이 완만하게 변하는 특징을 나타내기 때문에 고대역 필터 처리의 최종적인 효과는 이런 특징을 감소시키고 에지들과 다른 날카로운 세밀한 묘사부분들을 선명하게 한다. 필터 처리의 세 번째 형태는, 대역 통과 필터 처리(bandpass filtering)이라고 부르며, 저역과 고역 주파수들 사이의 선택된 주파수 영역들을 없앤다.

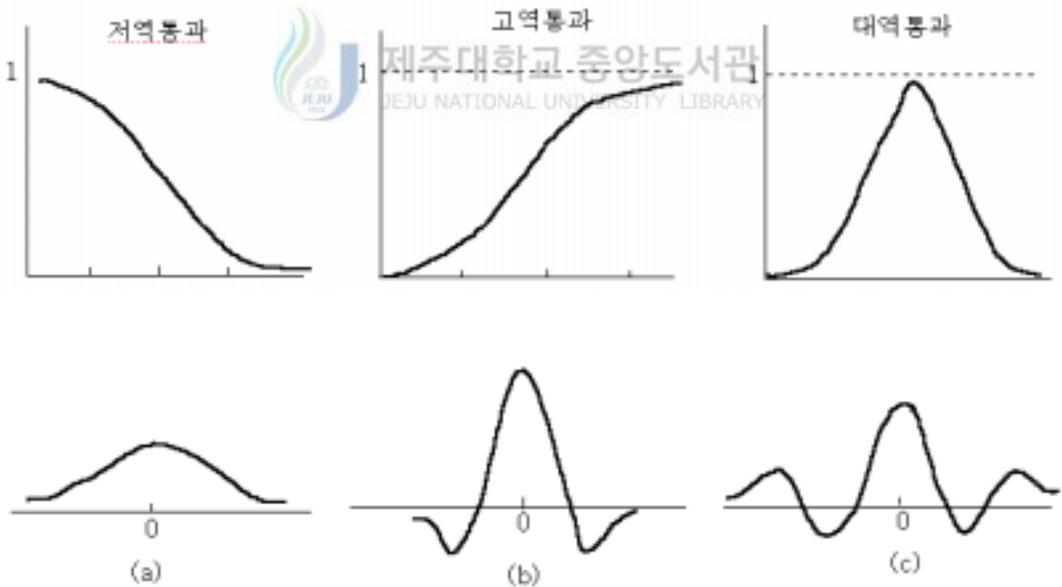


Fig. 2-9

위 : 순환적으로 대칭적인 주파수영역 필터들에 대한 기본적인 모양들의 횡단면들
 아래 : 대응되는 공간영역필터들의 횡단면들

Fig. 2-8은 주파수 영역에서 순환적으로 대칭적인 저역 통과, 고역증대, 및 대역 통과

필터들의 횡단면과 그들의 대응하는 공간 필터를 보여주고 있다. 위쪽 줄의 그림들에서 수평축들은 주파수에 대응하고 아래쪽의 수평축들은 공간 좌표들이다. 아래 줄의 모양들은 선형 공간필터들을 기술하기 위한 지침으로 사용한다. 그러나 사용되는 선형 필터의 형태와 관계없이, 기본적인 접근법은 영상내의 특정한 위치에서 마스크 아래에 있는 화소의 명암도와 마스크 계수들간의 곱을 합하는 것이다.

w_9	w_2	w_3
w_8	w_1	w_4
w_7	w_6	w_5

Fig. 2-10 임의의 계수(가중치)들을 갖는 3×3 마스크

Fig. 2-10은 일반적인 3×3 마스크를 보여 준다. 임의의 위치에서 마스크 아래에 있는 화소들의 회색도를 z_1, z_2, \dots, z_9 로 표시하면, 선형 마스크의 응답은

$$R = w_1 z_1 + w_2 z_2 + \dots + w_9 z_9 \quad (\text{식 2-7})$$

이다.

Fig. 2-10을 참조하면, 만약 마스크의 중앙이 그 영상내의 위치 (x, y) 에 있다면 (x, y) 위치의 화소의 회색도는 R 로 바뀐다. 그 때 마스크는 그 영상 내에 있는 다음 화소 위치로 이동하고 그 처리는 반복된다. 이것은 모든 화소 위치들이 다 처리될 때까지 계속된다. 영상의 외곽 경계선에 위치해 있는 화소들에 대해서는 부분적인 주변 점을 사용하여 R 값을 계산한다. 또한 일반적인 실행에 있어서는 그 자리에 있는 화소값 들을 바꾸는 대신에 R 의 값들을 저장하여 새로운 영상을 만든다.

비선형 공간필터들 또한 주변점 들에 대해 작용한다. 그러나, 일반적으로 그들 작용은

고려중인 그 주변 점들 내에 있는 화소값 들에 직접적으로 근거를 두고 있으며, 계수들을 식 (2-7)에서 기술된 방법으로는 사용하지 않는다. 비선형 필터를 이용해서 효과적으로 잡음을 감소시킬 수 있는데 필터의 기본적인 기능은 그 필터가 위치한곳의 주변점 들의 중간 회색도를 계산하는 것이다. 다른 예는 한 영상내의 가장 밝은 점들을 찾는데 사용되는 최대값 필터(응답 $R = \max z_k | k=1,2,\dots,9$)와 반대의 목적으로 사용되는 최소값 필터이다[9][10].

가. Mean Filter(Smoothing, Averaging, Box Filtering, 평활화 필터)

어떤 영상에 잡음(noise)이 있다고 할 때, 그 영상을 보고 알 수 있는 것은 잡음의 농도와 그 주변 농도의 급격한 농도차가 있다는 점과 급격한 농도차가 있기 때문에 눈에 거슬린다는 것이다. 이러한 잡음의 성질을 이용하여 잡음 제거를 행하는 수법을 smoothing이라고 부른다. 단, 영상 데이터의 에지(edge)부분도 급격한 농도차가 있기 때문에 이 에지의 부분과 잡음 부분을 어떠한 방법으로 분리하여 잡음만을 제거하는가가 smoothing 과정의 중점이 된다. 이를 위한 간단한 잡음 제거법이 이동 평균법(Mean)이다. 이것은 Fig. 2-9와 같이 어떤 화소 주변의 3×3 화소의 평균치를 그 화소의 값과 교환하는 기법이다. 이 기법은 영상을 흐리게 하면, 세밀한 잡음은 눈에 보이지 않게 된다는 점에서 착안되었다.

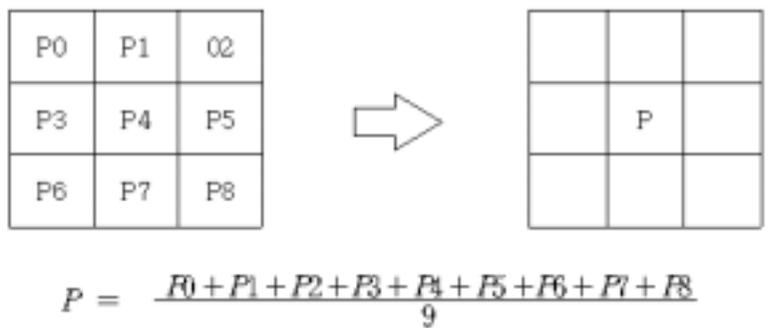


Fig. 2-11 Mean Filter에 의하여 화소값을 구하는 방법

이 방법으로는 잡음이 에지를 고려하지 않고 모두 흐리게 해 버리기 때문에 잡음은 제거할 수 있어도 원하는 결과 영상이 흐리게 되고 만다[10].



(a) Magnification Image (b) Mean Filtering Image

Fig. 2-12 확장 영상과 Mean 필터 적용 영상

확장된 영상에 대한 Mean Filter의 적용 결과는 Fig. 2-12과 같다

나. Median Filter

Fig. 2-12과 같은 농도를 가진 영상이 있다고 가정하자. Fig. 2-12에서 3×3의 영역내 (굵은 선)의 9개의 화소를 오름차순으로 정렬하면 다음과 같다.

2 2 3 3 ④ 4 4 5 10

이 때의 중앙값(이것을 median이라 한다), 이 경우는 전부 9개이기 때문에, 왼쪽에서 5 번째의 농도 4가 구할 수 있는 화소의 농도가 된다. 이것은 주변과 비교하여 극단적으로 농도의 차이가 있는 것은 크기의 순서로 나열했을 때, 왼쪽이나 오른쪽으로 치우치게 되

어 중앙값으로 선택되지 않기 때문이다.

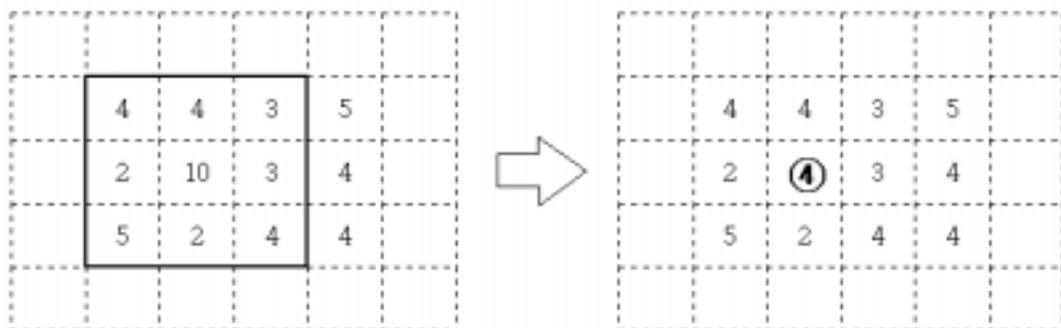


Fig. 2-13 일반적인 화소값을 구하는 예

이와 같이 미디언 필터(median filter)는 어떤 화소 주변의 영역내의 화소 농도의 중간값을 구하여 원하는 화소의 농도로 처리하는 것이다. 그러면, 다음의 오른쪽 화소(濃淡값 3)를 계산해 보면 중앙값은 실제로 3인데 4가 되고 만다. 이 경우에는 median filter의 오류에 속하지만 시각적으로 보기에는 잘 구분할 수 없다. 그 보다 중요한 것은 에지 부분을 보존할 수 있느냐 하는 것이다. 다음의 예를 살펴보자

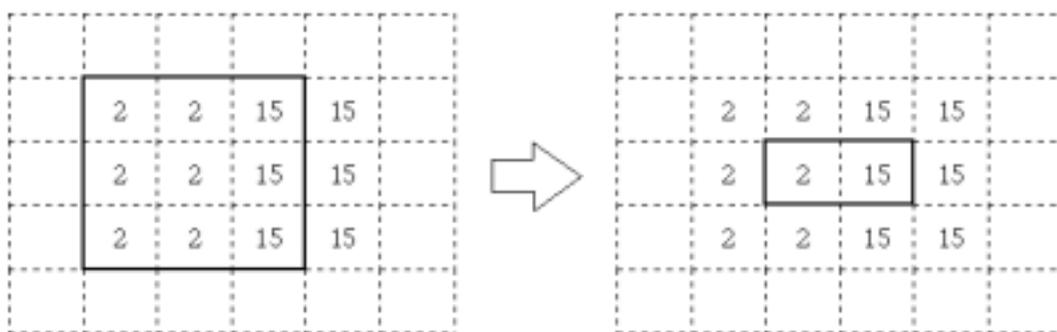


Fig. 2-14 에지 부분에서 화소를 구하는 예

Fig. 2-14 에서 왼쪽 부분은 에지가 있는 화소지만, 굵은 선으로 표시된 화소들의 순서를 구해보면, 오른쪽과 같이 되어 완전하게 에지가 보존됨을 알 수 있다. Mean Filter의

경우 잡음 성분도 평균의 계산에 포함되므로 출력이 잡음의 영향을 받지만 Median Filter의 경우는 잡음 성분이 선택되는 경우가 드물므로 출력에 그다지 영향을 주지 않는다[10].

이 두 가지 기법에 의한 결과를 살펴보면, 미디언 필터를 사용한 경우가 훨씬 선명한 출력 데이터를 가짐을 알 수 있다. 하지만 Median Filter의 경우는 정렬을 하기 때문에 시간상으로 Mean Filter보다 5배정도 걸린다는 단점이 있다.



(a) Magnification Image

(b) Median Filtering Image

Fig. 2-15 확장 영상과 Median 필터 적용 영상

확장된 영상에 대한 Median Filter의 적용 결과는 Fig. 2-15 와 같다

다. 선명화 처리 필터

선명화 처리의 중요한 목적은 한 영상에서 미세하고 세밀한 묘사를 강조하거나 혹은 잘못된 오류나 특별한 방법으로 영상을 포착하는 과정에서 나타나는 몽롱화된 부분을 향상하는 것이다. 영상 선명화 처리의 용도는 다양하고 그리고 전자 출판과 의료 영상으로부터 산업용 검사와 고성능 무기에서 자율적 목표 검출까지 많은 응용분야를 포함한다[9].

1) 기본적인 고역증대 필터 처리

고역증대 공간 필터를 구현하는데 필요한 충격응답의 모양은 그 필터가 중심근처에서 양의 계수를, 바깥쪽에서는 음의 계수를 갖어야 한다는 것을 나타낸다. 3×3 마스크의 경우 가운데 위치는 양수를 택하고 나머지는 음수를 선택하면 이 조건을 만족한다

$$\frac{1}{9} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline -1 & 8 & -1 \\ \hline -1 & -1 & -1 \\ \hline \end{array}$$

Fig. 2-16 기본적인 고역증대 공간 필터

Fig. 2-16는 고전적인 3×3 선명화 처리 필터를 나타낸다. 여기서 알아야 할 것은 계수들의 합은 0 이라는 것이다. 따라서 마스크가 일정하거나 완만히 변하는 회색도의 영역에 걸쳐 있을 때에 마스크의 출력은 0이거나 매우 작다.

한 영상의 평균값을 0 으로 감소시키는 것은 그 영상이 약간의 음수 회색도를 가져야 한다는 것을 의미한다. 우리는 단지 양수 계수들만 다루므로 고역증대 필터 처리를 한 결과들은 최종 결과의 회색도들의 범위 $[0, L-1]$ 사이에 있도록 하기 위해서 어떤 형태의 크기 조정 및 잘라내기를 필요로 한다. 모든 값들이 양수가 되도록 필터 처리된 영상의 절대값을 취하는 것은 큰 음수값들이 그 영상 내에서 밝게 나타나기 때문에 일반적으로 좋은 생각이 아니다[9].

2) 고주파 증대 필터 처리

고역증대 필터 처리된 영상은 원 영상과 그 영상의 저역 통과 필터 처리된 영상 사이의 차로 계산할 수 있다. 즉,

$$Highpass = Original - Lowpass \quad (\text{식 2-8})$$

원 영상을 A로 나타낸 확대 인자로 곱하는 것으로 고주파 증대 및 고주파 강조 필터의 정의를 만든다

$$\begin{aligned} Highboost &= (A)(Original) - Lowpass \\ &= (A - 1)(Original) + Original - Lowpass \quad (\text{식 2-9}) \\ &= (A - 1)(Original) + Highpass \end{aligned}$$

A = 1 값은 표준적인 고역증대 결과를 만든다. A > 1일 때, 원 영상 일부분이 고역증대 결과에 첨가되는데 그것은 부분적으로 고역증대 필터 처리 연산에서 잃어버린 저주파 요소들을 복구한다. 그 결과는 고주파 증대된 영상이 그 원 영상과 좀더 유사해 보이며, 그 원 영상의 에지 향상 정도는 A 값에 달려 있다. 식 (2-9)의 첫 줄에서 주어진 것처럼 원 영상으로부터 흐려진 영상을 빼는 일반적인 처리를 비선명화 마스크처리(unsharp masking)라 한다[9].

Ⅲ. 고해상도 영상 확대

일반적으로 정지 영상의 확대는 인접한 화소간의 정보만을 이용하기 때문에 영상의 크기만을 확대하는 결과만 가지고 실질적으로 확대 영상의 해상도를 향상시키기는 힘들다. 그 원인은 확대 영상 내에서 등록되지 않은 격자들의 존재하지 않는 화소값을 생성해야 하기 때문이다.

본 논문에서 제안하는 영상 확대방법은 원 영상을 확장한 후 확장된 영상의 화질을 개선하기 위하여 수직/수평선과 대각선에 대하여 Mean Filter와 Median Filter를 혼합 적용하였다. Mean Filter와 Median Filter는 지역통과 필터로서 그 특성상 영상이 흐려진다. 흐려진 영상의 선명화를 위하여 고역증대 필터를 통과 시켜 화질이 향상된 영상을 획득하는 기법을 제안한다.

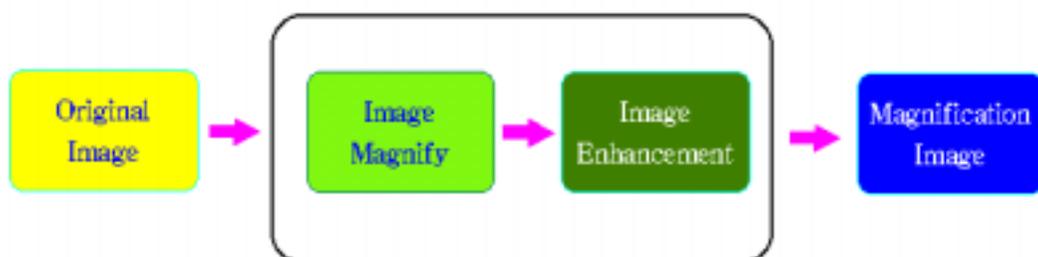


Fig. 3-1 고해상도 영상확대 구조도

본 논문에서 구현할 전체적인 영상 확대 구조도는 Fig. 3-1과 같다.

3.1 영상확장

영상의 확대는 원 영상을 확장된 영상의 격자에 사상시키는 영상 확장과 확장된 영상과 원 영상과의 차이를 최소화하는 영상 향상으로 볼 수 있다.

원 영상을 2배 확장시키면 확장된 영상은 화소 값이 존재하지 않는 화소 3개가 생성되어 확장된 영상은 Fig. 3-3의 (b)와 같이 원 영상과는 다른 영상을 보여준다.

이와 같은 이유로 일반적인 영상의 확장 방법은 존재하지 않는 화소의 값을 구하기 위하여 보간법을 적용하였다. 본 논문에서는 2배 확장에 대하여 원 영상의 하나의 화소를 확장된 영상의 4개의 화소에 직접 사상시키는 방법을 적용하였다.

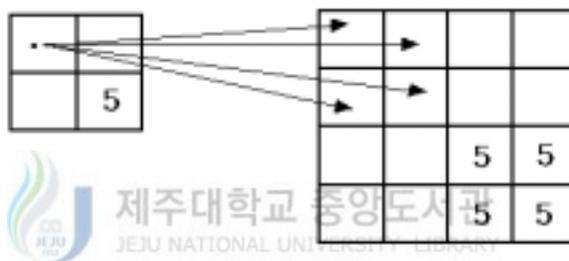
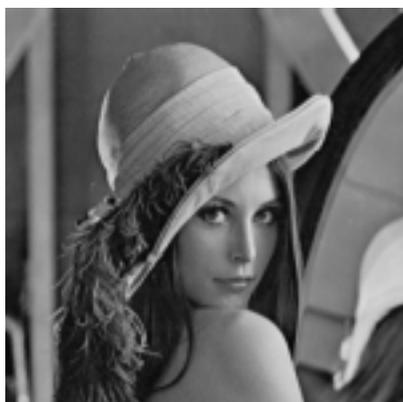


Fig. 3-2 원 영상과 확장 영상의 1:4 사상 관계



(a) Original Image



(b) 2×2 Magnification Image



(c) 식(2-3)에 의한 Image



(d) 1:4 Mapping Image

Fig. 3-3 2배 확대 영상

Fig. 3-3은 원 영상을 2배 확장한 영상이다. 본 논문에서 제시한 1:4 사상에 의한 방법을 적용한 결과 (식 2-3)에 의해 확장한 영상 Fig. 3-3 (c)와 1:4 사상에 의해 확장한 영상 Fig. 3-3 (d)와는 차이를 보이지 않았다.

원 영상을 확장하면 Fig. 3-3 (b)와 같이 확장된 영상에는 화소 값이 존재하지 않는 화소가 생성된다. 확장된 영상의 존재하지 않는 화소는 Fig. 3-3 (d)와 같이 1:4 사상을 적용하여 그 화소 값을 지정할 수 있다. 그러나 1:4 사상에 의해 확장된 영상 또한, 에지 부분에 모자이크 현상이 나타나며, 확장된 영상 전체적으로는 부드럽지 못한 것을 볼 수 있다.

본 논문에서는 이를 개선하기 위하여 확장된 영상의 수직/수평선과 대각선에 대하여 저역 통과 필터를 혼합 적용하였다. 저역 필터를 통과한 확장된 영상에서 몽롱화 현상을 제거하고 선명화를 위하여 고역증대 필터를 사용하였다.

3.2 영상향상

본 논문에서 제시하는 영상의 확장 기법에 의해 확장된 영상은 에지 부분에서 모자이크 현상이 나타났다. 그래서 확장된 영상에 Mean Filter와 Median Filter를 혼합 적용한 결과 모자이크 현상이 제거되어 영상이 부드러워졌으나 몽롱화 현상이 나타났다. 이것은 Mean Filter나 Median Filter와 같은 저역 통과 필터의 특징에 기인하기 때문이다.

본 논문에서는 몽롱화 현상이 나타난 확장된 영상의 선명도를 향상시키기 위해 고역 증대 필터를 적용하여 확대된 영상의 화질을 향상 시켰다. 구현 결과 확장된 영상에 저역 통과 필터를 혼합 적용하여 모자이크 부분을 제거하고, 고역 증대 필터를 적용하여 선명도가 향상된 확대 영상을 얻었다.

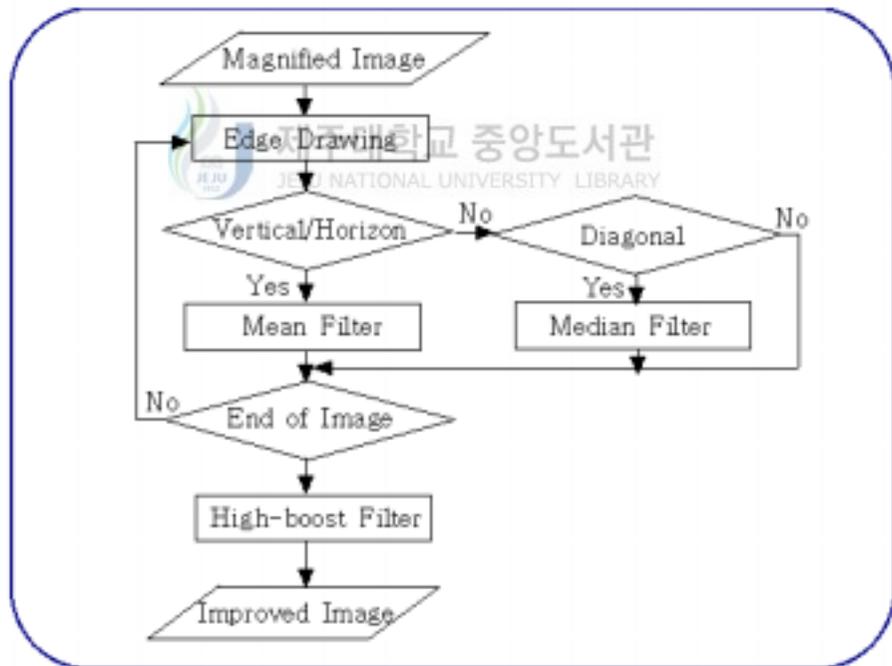


Fig. 영상 확대 처리도

Process Image Magnify

Begin

Image Magnify

Do

Edge Patch

If (Edge = Vertical Or Edge = Horizon)

Mean Filter

Else If (Edge = Diagonal)

Median Filter

End If

Loop

Image Improve

End



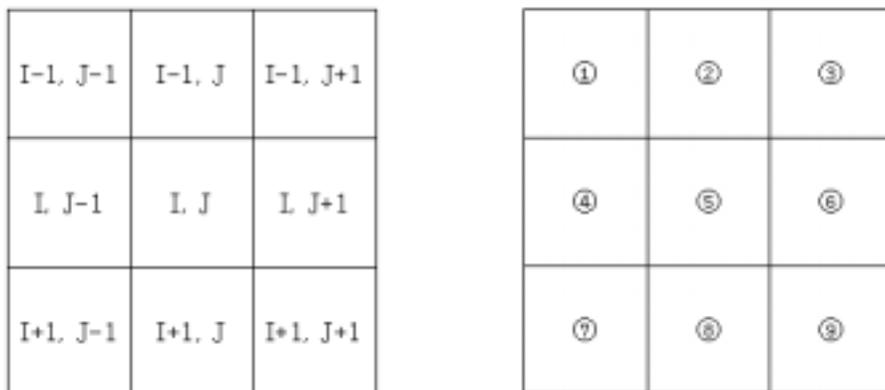
제주대학교 중앙도서관
Fig. 3-5 영상 확대 알고리즘

3.2.1 혼합 필터 적용

원 영상을 1:4 사상에 의하여 확장시키면 에지 부분에 모자이크 현상이 나타난다. 확장된 영상의 모자이크 부분을 제거하기 위하여 대각선 부분에 대해서는 Median Filter를 적용하고, 수직/수평부분에 대하여는 Mean Filter를 적용하여 확장된 영상의 화질을 향상하였다.

Mean Filter는 영상으로부터 작은 세밀한 부분을 제거하거나 선들 내의 작은 틈들을 연결하는데 사용된다. 또한 Median Filter는 특별히 잡음 형태가 강하고 길쭉한 선과 같은 요소들로 구성되어 있을 때 효과적이고 에지의 선명화가 잘 보존되는 특징을 가지고 있다.[9]

영상에서 수직/수평 에지는 영상의 면의 한 부분으로 볼 수 있다. 확장된 영상에서 전체적인 면에 대한 처리 보다 부분적인 면, 즉 수직/수평 에지 부분에 대하여 Mean Filter를 적용하고, 에지의 선명화가 잘 보존되는 Median Filter를 대각선 에지에 대하여 적용하였다.

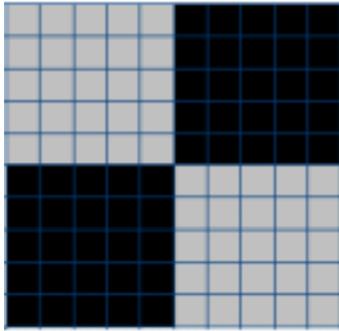


(a) 화소의 좌표

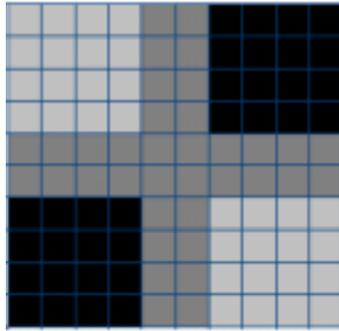
(b) 화소의 위치

제주대학교 중앙도서관
Fig. 3-6 영상의 화소 격자

영상에서 수직/수평 에지는 다음과 같이 추출 할 수 있다. Fig. 3-6 (b)에서 화소의 위치 ④와 상하 ①, ⑦의 화소 값이 같고, ⑥과 상하 ③, ⑨의 화소 값이 같으며, ⑤와 ④ 또는 ⑥의 화소 값이 다르면 수직 에지이다. 한편 수평 에지는 Fig. 3-6 (b)에서 화소의 위치 ②와 좌우 ①, ③의 화소 값이 같고, ⑧과 좌우 ⑦, ⑨의 화소 값이 같으며, ⑤와 ② 또는 ⑥의 화소 값이 다르면 수평 에지이다. 영상에서 대각선 에지는 다음과 같이 추출 할 수 있다. Fig. 3-6 (b)에서 화소의 위치 ②와 ⑥이 같고, ④와 ⑧이 같으며, ⑤와 ② 또는 ④가 다르면 대각선 에지이다. 또한 ②와 ④가 같고, ⑥과 ⑧이 같으며, ⑤와 ② 또는 ⑥이 다르면 대각선 에지이다.

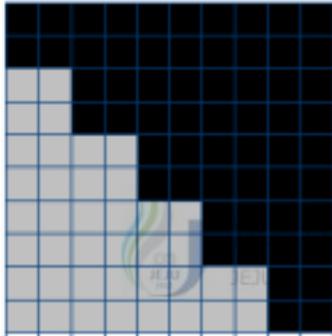


(a) 확장 영상의 수직/수평

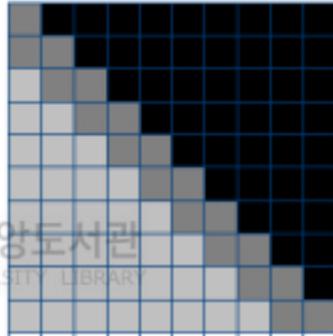


(b) Mean Filtering

Fig. 3-7 수직/수평에 대한 Mean Filter 적용

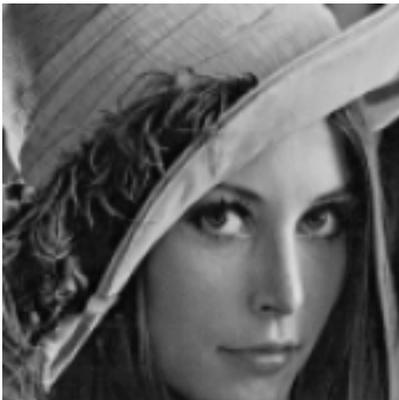


(a) 확장 영상의 대각선

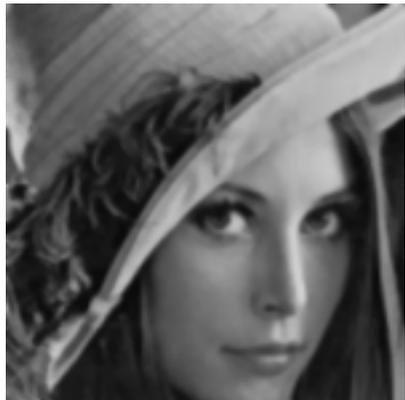


(b) Median Filtering

Fig. 3-8 대각선에 대한 Median Filter 적용



(a) 2×2 Magnification Image



(b) EdgeMeanMedian Filtering

Fig. 3-9 혼합 필터링에 의한 확대 영상

Fig. 3-9를 보면 확대 영상에 Mean Filter와 Median Filter를 혼합 적용하면 영상이 부드러워지며, 에지 부분이 향상되는 것을 알 수 있다. 그러나 저역 통과 필터의 특성상 영상에 몽롱화 현상이 나타났다. 따라서 더 향상된 영상을 획득하기 위해서는 영상의 선명화 처리가 필요하다.

3.2.2 영상 선명화

저역 통과 필터의 혼합 적용에 의한 영상의 화질은 부드러워지고, 모자이크 부분이 없어졌으나, 저역 통과 필터의 특성상 영상에 전체적으로 몽롱화 현상이 나타났다. 이 영상을 향상시키기 위하여 영상의 고역 부분을 증대시키는 고역 증대 필터를 적용하였다.

영상의 고역 부분은 원 영상과 저역 필터 통과 영상의 차에 의하여 구할 수 있다. 그러므로 고역 증대 필터는 원 영상과 저역 필터 통과 영상의 차와 저역 필터 통과 영상의 합에 의하여 얻을 수 있다.

$$\text{Highboost Image} = (\text{Original Image} - \text{Lowpass Image}) + \text{Lowpass Image} \quad (\text{식 3-1})$$

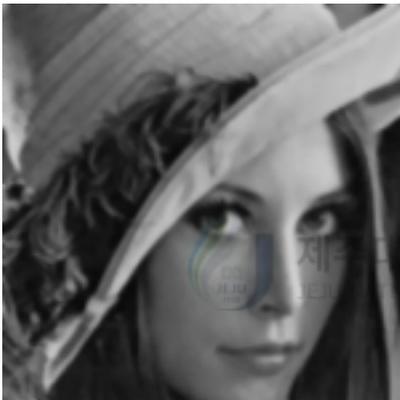
혼합 저역 통과 필터를 통과한 영상에 대하여 고역증대 필터를 적용한 결과를 보면 Fig. 3-10과 같이 나타났다.



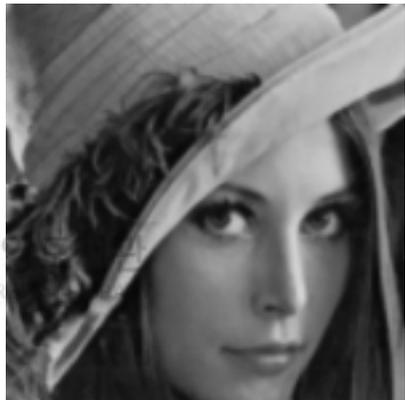
(a) Original Image



(b) 2×2 Magnification Image



(c) EdgeMeanMedian Filtering



(d) EdgeMeanMedian Filtering
Enhancement Image

Fig. 3-10 혼합 필터링에 의한 영상과 고역 증대 필터링에 의한 영상



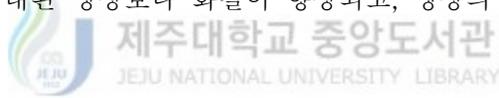
(a) Fig. 3-10(c)를 확대한 영상



(b) Fig. 3-10(d)를 확대한 영상

Fig. 3-11 선명화 처리 영상의 확대 영상

Fig. 3-11과 같이 저역 필터를 혼합 적용한 영상에 고역 증대 필터를 적용하여 선명화를 시켰을 때 원래 확대된 영상보다 화질이 향상되고, 영상의 에지 부분이 뚜렷한 영상을 얻었다.



IV. 결 론

본 논문에서는 정지 영상의 고해상도 확대에 대한 새로운 기법을 제시하였다. 정지 영상의 확대는 원 영상이 가지고 있는 정보량의 한계에 의하여 진정한 의미의 고해상도 영상을 얻을 수 없다. 이러한 제한된 정보량에 대하여 원 영상을 확대하고 확대된 영상에 적응적으로 저역 필터와 고역필터를 적용하여 원 영상의 윤곽을 유지하면서 향상된 화질의 확대 영상을 얻을 수 있음을 확인하였다.

영상의 평가 방법으로는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)에 의한 객관적인 평가 방법과 인간의 시각에 의한 주관적인 평가 방법이 있다.

PSNR 평가방법은 객관성을 갖고 있으나 PSNR이 높은 영상의 화질이 시각적으로 좋지 않은 경우가 있어서, 본 논문에서는 인간의 시각에 의한 주관적인 평가 방법을 사용하였다.

본 연구의 적용 범위는 감시 화면에서의 특정 영역이나 인물의 검색에 사용이 용이하며 전자 출판과 의료 영상, 산업용 검사 등 많은 응용분야를 포함할 수 있다.

향후 연구 과제로는 칼라 영상에 대한 확대와 동영상 확대 기법에 대한 연구가 필요하다.

參 考 文 獻

- [1] A. K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice-Hall, 1989.
- [2] A. Papoulis, "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes", 3rd., McGraw-Hill, 1991.
- [3] K. Aizawa, T. Komastu, and T. Satio, "A Scheme for Acquiring Very High Resolution Images Using Multiple Cameras", Proc. 1992 Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 3, pp. 289-292, 1992.
- [4] T. Ando, "Trend of High-Resolution and High-Performance Solid State Imaging Technology", Journal. ITE Japan, vol. 44, no. 2, pp. 105-109, February 1992.
- [5] R. R. Schultz and R. L. Stevenson, "A Bayesian Approach to Image Expansion for Improved Definition", IEEE Trans. Image Processing, vol. 3, no 3, pp. 233-242, May 1994.
- [6] B. C. Tom and A. K. Katsaggelos, "Reconstruction of a High Resolution Image From Multiple Degraded Mis-Registered Low Resolution Image", Proc. 1994 Visual Comm., Image Processing, vol. 2308, no. 3, pp. 971-981, May 1994.
- [7] B. C. Tom and A. K. Katsaggelos, "An Iterative Algorithm for Improving the Resolution of Video Sequences", Proc. 1996 Visual Comm., Image processing, vol. 2727, no. 3, pp. 1430-1438, March 1996.
- [8] 이문호, 염재훈, "C언어를 이용한 영상신호처리", 대왕사, 1998.
- [9] Gonzalez & Woods 著 ; 하영호 外 共譯, "디지털 영상처리", 그린, 1998.
- [10] 이문호, "C언어 · MATLAB를 이용한 디지털 필터설계", 대왕사, 1997.

부 록

□ *Sample Image 1 : Lena Color Image*



Lena Image



확대된 Color Image



저역통과 Filtering Image



고역증대 Filtering Image

□ *Sample Image 2 : Goldhill Image*



Goldhill Image



확대된 Image



저역통과 Filtering Image



고역증대 Filtering Image



□ *Sample Image 3 : Woman Image*

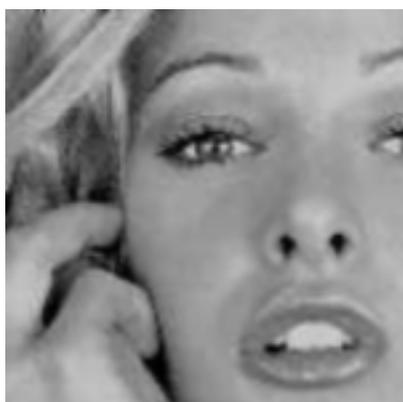


Woman Image

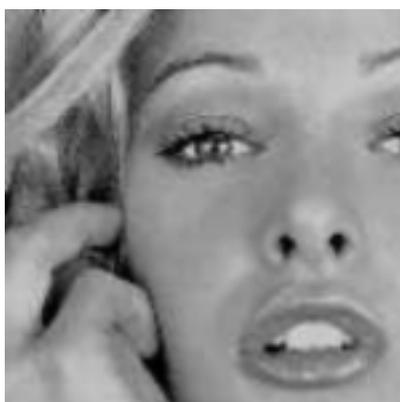


확대된 Image

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



저역통과 Filtering Image



고역증대 Filtering Image

□ *Sample Image 4 : Peppers Image*



Peppers Image



확대된 Image

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



저역통과 Filtering Image



고역증대 Filtering Image

□ *Sample Image 5 : Babara Image*



Babara Image



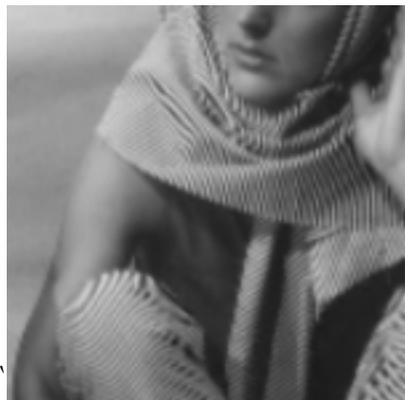
확대된 Image



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



저역통과 Filtering Image



고역증대 Filtering Image

감사의 글

거이 1년 동안 준비해온 논문이 이제 감사의 글을 쓰는 단계까지 왔다는 것이 믿어지지 않습니다. 그 동안 어떻게 왔는지 모르게 뒤엉키고 넘어지면서 달려왔지만 이제 차분히 마음을 가다듬고 옛그제 같았던 길고도 멀었던 여정을 생각해보니 실로 모든 분들에게 감사하고 고맙다는 생각 외에는 아무 생각이 없습니다.

본 논문을 완성하기까지 보살펴주시고 따뜻하게 지도해 주신 김장형 교수님께 진심으로 감사드립니다. 항상 모든 면에서 수없이 많은 가르침과 채찍을 아끼지 않으셨기에 이 작은 공간에 적기에는 너무 힘들다는 생각이 듭니다. 또한 본 논문의 부족한 점을 지적하여 주시고 다듬어 주신 안기중 교수님, 이상준 교수님께 감사드립니다. 대학원 재학기간 동안 부족한 저를 학문적으로나 인격적으로 큰 가르침을 주시고 일깨워주신 변상용 교수님, 곽호영 교수님, 송왕철 교수님, 이동희 교수님께도 머리 숙여 감사드립니다.

논문을 준비하면서 밤샘을 같이해주고 많은 조언과 토론자가 되어 주었던 대학원 동기이자 이제는 박사과정을 밟고 있는 김무영, 석사과정의 강진석 그리고 항상 마음의 후원자가 되어주신 대학원 동기인 양영태 선생님, 본 논문에 대한 걱정과 조언을 아끼지 않았던 전자계산소의 윤성보, 강경호, 강건호, 김경희 선생님, 도서관의 김건일 과장님, 양상숙, 김미령, 김은옥 선생님, 그리고 같은 사무실에서 모든 일을 거들어주고 논문을 준비할 수 있도록 여러면에서 도와주신 문희옥 선생님, 여러 선·후배님들께 고마운 말을 전합니다.

대학원 재학 기간과 논문을 쓰는 동안 집안의 모든 대소사를 맡아 처리하면서도 혹시 나에게 정신적인 부담을 주지 않을까 염려하고 지원해준 내 아내 강영희에게 진심으로 감사드리며, 내 막내 동생 민정아, 항상 아빠를 응원해 준 내 아들 민수, 현종에게도 그 동안 소홀했던 아빠로서의 역할을 다해 앞으로는 더욱 좋은 아빠가 될 것을 다짐해 봅니다.

끝으로 본 논문을 쓰는 동안 운명을 달리하여 하늘나라에 계신 어머니 영전 앞에 이 논문을 바칩니다.

1999년 12월 눈덮힌 아라벌에서 서 윤 진