

확대된 영상의 향상에 관한 연구

양영수^{*} · 강길봉^{*} · 김무영^{*} · 김장형^{*}

^{*}제주대학교 정보공학과

A Study on Improvement of Image Magnification

Young-soo Yang^{*} · Gil-bong Kang^{*} · Moo-young Kim^{*} · Jang-hyung Kim^{*}

^{*}Dept. of Information Engineering, Cheju National Univ.

E-mail : moo12345@cheju1.cheju.ac.kr

요 약

영상의 확대는 영상의 확장과 보간의 단계로 설명할 수 있다. 영상의 확대에 있어서 영상의 정보의 부족으로 인하여 실질적인 해상도의 향상이 이루어지지 않는다.

본 논문에서는 확대 영상의 실질적인 해상도 향상을 위하여 확대영상의 향상 기법에 대하여 연구하였다.

ABSTRACT

Generally, the still image magnification uses image growing, interpolation 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 enhance method of high resolution image magnification. Result of apply proposed method to Lena image, we gained result of enhancement more better than formerly simple technique.

I. 서 론

현대인들은 정보통신과 멀티미디어 시대의 도래로 인하여 영상 정보 및 음성 정보 등과 같은 디지털화된 각종 정보의 홍수 속에 살고 있다. 인터넷의 발전으로 인하여 멀티미디어 데이터베이스를 전송하려는 요구가 늘고 있다. 멀티미디어 데이터베이스의 대표적인 자료로 영상을 들 수가 있는데 정지영상과 동영상의 전송은 데이터의 양이 많아 영상의 압축 및 보정 기술이 필요해졌다. [1]

영상을 전송하기 위해서는 많은 트래픽이 요구된다. 작은 영상을 전송하여 확대된 영상을 얻을 수 있으면 작은 트래픽으로 영상을 전송 할 수 있다. 영상의 확대(Image magnification)는 크게 영상 확장(Image expansion)과 영상 보간(Image interpolation)의 단계로 나누어 설명할 수 있다. 영상 확장과 보간의 과정을 거친 영상은 원 영상에 비해 증가된 수의 화소들로 표현되며, 이는 영상이 확대되었음을 의미한다.[2]

영상 확대는 주어진 영상으로부터 보다 해상도가 향상된 영상을 얻는 과정이라고 정의 할 수

있다. 기존의 연구들은 신호의 보간 방식에 의존하여 고해상도의 영상을 얻는 방식을 사용하고 있다. 보간법은 저역통과 필터의 한 종류로 볼 수 있다. 저역통과필터를 통과한 영상은 뭉롱화 현상(Blurring effect) 이 나타난다.

본 논문에서는 보간법에 의한 확대영상의 뭉롱화 현상을 제거하기 위한 방법에 대하여 연구하였다.

II. 영상 확대

1. 영상 확대

영상의 해상도 저하가 Fig. 2에서 보는 바와 같이 고해상도의 영상 $x(i, j)$ 로부터 저해상도 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. 1에서 $y(i, j)$, ($i = 0, \dots, N_1 - 1$; $j = 0, \dots, N_2 - 1$)의 화소가 $x(i, j)$ 의 $q \times q$ 개의 화소로

부터 천이된 것이라면, $x(i, j)$ 영상의 화소수는 $qN_1 \times qN_2$ 가 될 것이다.[6][7][8]

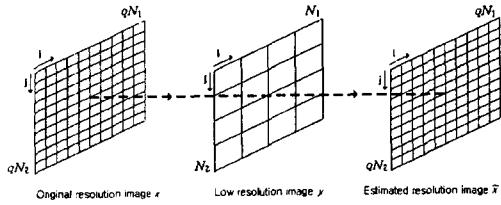


Fig. 1 해상도가 다른 두 영상 상호간의 관계

영상을 2배 확대하면 확대된 영상에는 원영상의 1개 화소에 대응되는 4개의 화소 중 3개는 화소값이 존재하지 않게된다. 영상의 확대에서 보간법은 이 화소값이 존재하지 않는 화소의 값을 주위화소 값으로부터 추정한다.

영상확대는 원영상의 스케일을 확장하고 존재하지 않는 화소의 값을 구하기 위한 보간의 방법으로 구현된다.

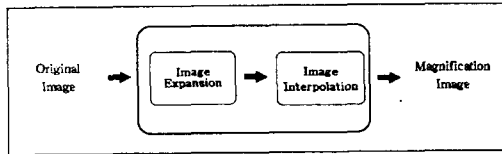


Fig. 2 기존의 영상 확대

원 영상이 1/2의 해상도로 축소되는 경우 원영상의 화소 격자에서 하나씩 건너뛰면서 새로운 영상의 격자에 써 가면 영상이 원 영상의 1/2의 해상도로 줄어든다. 원 영상을 2배의 해상도로 확대하는 것은 화소의 값이 없는 격자가 생겨서 잘 되지 않는다. 2배의 해상도로 확대되면 실제 화소값들 사이에 빈 공간이 생긴다.[9]

어떤 점 (x, y) 가 확대, 축소되어 (X, Y) 로 위치가 변하면, 두 좌표 사이에는 식(1)과 같은 관계가 성립한다.

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

식(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. 식(1)에 의해 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.

Fig. 4에서 보면, 입력 영상의 화소 P가 출력

영상의 화소 P'에 매핑(Mapping)된다.

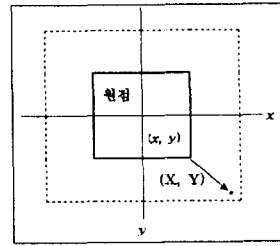


Fig. 3 영상의 크기 변환

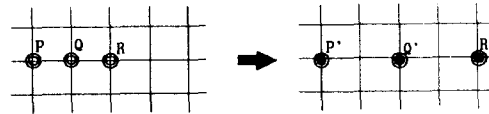


Fig. 4 영상의 2배 확대

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.

2. 보간에 의한 영상 확대

(1) 최근접법

입력 영상을 기준으로 한 출력 영상의 매핑 방법을 사용하지 않고, 출력 영상을 기준으로 해서, 출력 영상의 화소가 입력 영상의 화소에 대응되는 관계를 이용하는 것이 더 나은 결과를 얻을 수 있다. 이 과정을 수행하기 위한 식(1)의 역변환은 다음과 같다.

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

출력 영상의 모든 화소 (X, Y) 에 대하여 식(2)를 계산하고, 대응하는 입력영상을 구해 이 화소의 농도값을 사용한다.

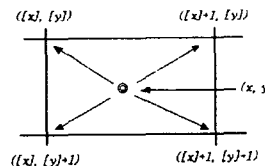


Fig. 5 화소값 구하는 방법

Fig. 5와 같이 좌표 (x, y) 에 가장 근접한 격자점을 선택하는 최근접법(Near neighbor

interpolation)을 적용한 확대 영상은 모자이크 현상이 나타나며 이 현상은 확대율을 크게 하면 두드러진다.

(2) 선형 보간법

모자이크 현상을 제거한 확대 영상을 얻기 위하여 선형 보간법(Liner interpolation)을 이용한다. 선형 보간법은 아래의 Fig. 6과 같이 구한 화소의 위치가 격자점에 일치하지 않는 경우 근접한 4개의 격자점으로부터의 거리의 비를 구하고, 이 비율로서 근접 화소의 농도값으로부터 보간하는 것이다.

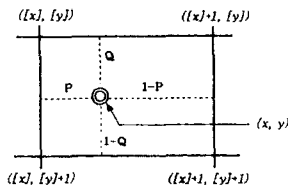


Fig. 6 선형 보간법에 의한 화소 값 추정

이 농도값의 계산식을 나타내면 다음과 같다.

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

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].

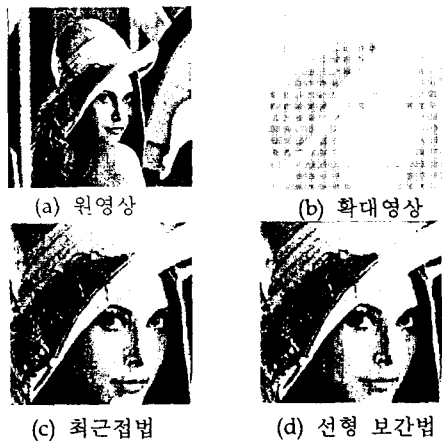


Fig. 7 2배 확대 영상

Fig. 7의 결과를 보면 최근접법에 의한 확대 영상보다 선형 보간법에 의한 확대 영상이 화질은 부드러우나 흐려지며, 윤곽선 부분의 화질의 향상이 더욱 필요하다는 것을 알 수 있다.

III. 영상 개선

1. 고역 증대 필터

영상 확대에 사용하는 선형 보간법은 존재하지 않는 화소의 값으로 주위의 화소 값의 평균을 구하여 사용한다. 이러한 방법은 영상에 저역통과 필터를 적용한 것과 같은 결과를 가진다. 저역통과 필터에 영상을 통과시키면 영상의 잡음이나 모자이크 현상 등을 제거할 수 있으나 화질이 흐려지는 몽롱화 현상이 나타난다. 보간법에 의해 확대된 영상의 화질을 개선하기 위하여 영상의 고역부분을 증대시키는 것이 고역 증대 필터이다.



Fig. 8 선형 보간 확대 영상의 고역 증대

고역증대필터는 다음과 같은 마스크를 사용한다.

-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	A	-1	-1	9	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1

위의 마스크에서 $A > 8$ 이면 고역증대필터가 된다.

2. 히스토그램 평활화

영상처리에서의 히스토그램은 영상 안에서 화소들에 대한 명암 값의 분포를 보여주기 위하여 사용된다. 즉 한 영상에서 어두운 점과 밝은 점이 분포할 때 그 분포의 범위와 값을 표현한 것이다. 히스토그램의 궁극적 목적은 일정한 분포를 가진 그래프를 만들어내는 것이다. 히스토그램 평활화는 히스토그램을 평탄하게 하는 것이 아니라 명암 값 분포를 재분배하는 것이다.



Fig. 9 선형 보간 확대 영상의 히스토그램 평활화

평활화를 수행한 히스토그램은 보다 균일한 분

포를 가지게 되어 한 곳에 집중되어 있는 명암 값을 펼쳐서 명암 값이 균일한 분포를 갖게 한다. 히스토그램 평활화는 영상이 어두운 영역에서 세밀한 부분을 가질 경우 효과적으로 수행된다. 즉, 변환 후의 명도 값 분포를 수정함으로써 영상의 전체적인 밸런스가 개선된다.

3. 윤곽선 강조

(1) 윤곽선 검출

윤곽선은 영상 안에서의 영역의 경계를 나타내는 특징이다. 윤곽선의 검출은 영상에서 주위의 화소 값과 급격한 차이를 보이는 화소를 추출하는 것이다. 윤곽선은 영상 안에 있는 물체의 윤곽에 대응되면 물체의 위치, 모양, 크기, 표면의 무늬 등에 대한 정보를 나타낸다.

영상에서의 기울기를 그래디언트(Gradient)라 하며, 이 그래디언트를 구하면 윤곽선을 구할 수 있다. 윤곽선의 검출은 미분연산자의 역할을 하는 마스크를 영상에 적용하여 얻을 수 있다.

가) 소벨 마스크

소벨 마스크는 윤곽선 검출의 가장 대표적인 미분연산 마스크이나 연산속도가 비교적 느리며 잡음 부분도 윤곽선으로 인식할 만큼 매우 민감하다.

나) 로버트 마스크

로버트 마스크는 윤곽선 검출의 기본 마스크이며 매우 빠른 계산 속도를 나타낸다. 작은 커널을 사용하기 때문에 잡음에 매우 민감하며 분명한 에지만을 검출한다. 마스크의 모양은 45도 기울기를 가지고 있다.

다) 라플라시안 마스크

소벨 마스크와 로버트 마스크는 너무 많은 윤곽선들을 검출하는 단점을 갖고 있다. 2차 미분 값을 이용한 라플라시안 윤곽선검출은 연산 속도가 매우 빠르며 모든 방향의 윤곽선을 검출한다.

이 마스크는 하나의 마스크로 윤곽선을 검출하며 다른 연산자와 비교하여 날카로운 윤곽선을 검출해낸다.

Sobel	-1	0	1	1	2	1
	-2	0	2	0	0	0
	-1	0	1	-1	-2	-1
Robert	0	0	-1	-1	0	0
	0	1	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0
Laplacian	-1	-1	-1	0	-1	0
	-1	8	-1	-1	4	-1
	-1	-1	-1	0	-1	0

(2) 윤곽선 강조

확대 영상의 윤곽선을 강조하여 개선된 영상을 얻을 수 있다. 윤곽선이 강조된 영상은 고역중대

필터를 적용한 영상보다 모자이크 현상이 적게 나타났으며, 히스토그램 평활화를 한 영상보다 선명한 영상을 얻었다.

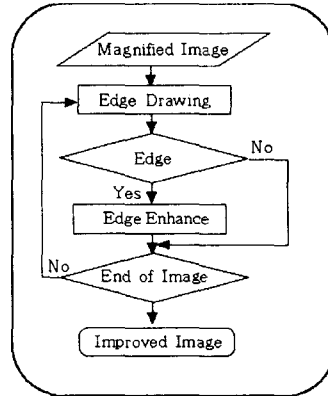


Fig. 10 윤곽선 강조



(a) 확대 영상 (b) 윤곽선 강조
Fig. 11 선형 보간 확대 영상의 윤곽선 강조

IV. 평가 및 고찰

본 논문은 원 영상을 확장하고 보간법을 적용한 후 얻어진 영상의 화질을 개선하는 기법을 제안하고 구현하였다.

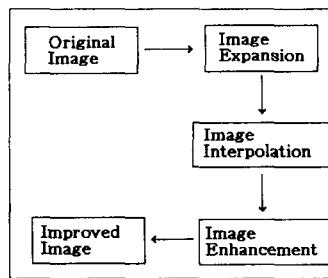


Fig. 12 영상 확대 및 향상

영상의 평가는 궁극적으로 인간의 눈에 의한 주관적인 평가에 의해서 내려진다. Fig. 13의 결과를 보면 기존의 방법에 의해 확대된 영상은 저주파 필터의 특징인 뭉뚱화 현상이 나타난다. 고역중대 필터를 사용하여 화질을 향상시킨 영상은 뭉뚱화 현상은 제거되었으나 모자이크현상이 나

다나고, 히스토그램 평활화를 적용한 영상은 원 영상과는 차이가 있는 영상이 나타났다.

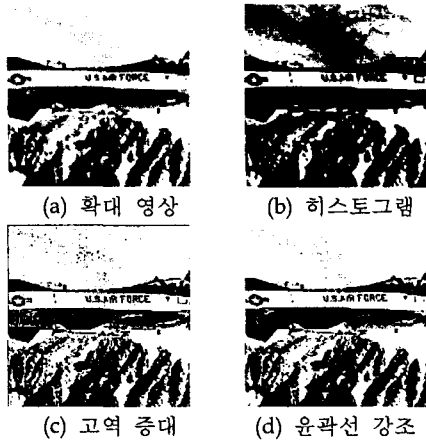


Fig. 13 확대 영상과 향상 영상

본 논문에서 제안한 윤곽선을 강조한 영상에서는 몽롱화 현상이 제거되고 원 영상과의 차이가 적은 결과 영상을 얻었다.

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (X_{ij} - \overline{X_{ij}})^2 \quad (4)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (5)$$

Image	PSNR(dB)		
	고역증대	히스토그램	윤곽선강조
Lena	17.4312	21.2704	24.4930
AirPlane	17.063	14.4685	24.7003
Girl	21.4642	12.2884	28.8584
Woman	19.6974	15.6375	28.7589
Peppers	19.5476	17.6606	27.4111
Baboon	17.2200	17.5310	23.8897
Man	17.3083	19.9918	24.2594

Fig. 14 확대 영상과 개선 영상의 PSNR 비교

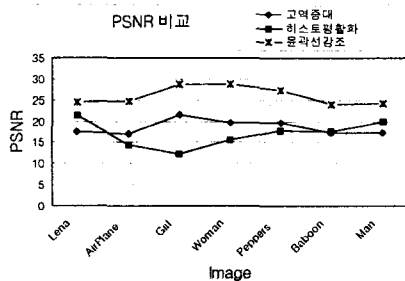


Fig. 15 확대 영상과 개선 영상의 PSNR 비교

V. 결론

본 논문은 영상의 화질개선에 사용되는 고역증대, 히스토그램 평활화와 윤곽선강조 기법을 확대된 영상의 화질개선에 응용하여 각 기법의 장단점 및 차이점을 비교분석 함으로써 향후 연구과제에 지침을 이루고자 하였다.

저역통과 필터로 확대된 영상은 몽롱화 현상이 나타난다. 고역증대 필터를 사용하여 화질을 향상시킨 영상은 몽롱화 현상은 제거되었으나 모자이크현상이 두드러지고, 히스토그램 평활화를 적용한 영상은 원 영상과는 차이가 있는 영상이 나타난다. 본 논문에서 제안한 윤곽선을 강조한 영상에서는 몽롱화 현상이 제거되고 원 영상과의 차이가 적은 결과 영상을 얻었다.

참고문헌

- [1] 신정호, "다채널 영상 복원 및 확대기법에 관한 연구", 중앙대학교 석사학위논문, 1997.
- [2] A. K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice-Hall, 1989.
- [3] A. Papoulis, "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes", 3rd., McGraw-Hill, 1991.
- [4] K. Aizawa, T. Komastu, and T. Satio, "A Scheme for Acquiring Very High Resolution Image Using Multiple Cameras", Proc. 1992 Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 3, pp. 289-292, 1992.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 서윤진, "확대된 정지영상의 개선을 위한 필터의 혼합적용에 관한 연구", 제주대학교석사학위논문, 1999.