외삽법을 이용한 개선된 영상확대기법

제성관* · 김광백** · 조재현*** · 이진영**** · 차의영*

*부산대학교 전자계산학과 · ** 신라대학교 컴퓨터공학과

***부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과 · ****부산디지털대학교 생활디자인학과

Enhanced Image Magnification by Using Extrapolation

Sung-kwan Je* · Kwang-back Kim** , Jae-hyun Cho*** , Jin-young Lee*** , Eui-young Cha*

*Dept. of Computer Science, Pusan National University

**Dept. of Computer Engineering, Silla University

***School of Computer Engineering, Catholic University of Pusan

****Dept. of Design, Busan Digital University

요 약

영상처리에서 많이 사용되고 있는 확대기법은 보간법을 이용하여 영상을 확대하고 있다. 이러한 보간법은 확대시 영상의 손실을 가져오는 블록화 현상이나 몽롱화현상이 발생한다. 본 논문에서는 경계선을 이용하여 기존의 영상확대기법을 개선하였다. 제안된 기법은 확대시 영상의 빈 공간을 채우는 기존의 보간법과 달리 입력영상의 부대역을 이용하여 영상을 확대하였다. 영상의 부대역은 각 대역별로 유사한 특징이 있으므로 피라미드 분해기법에 의해 필요한 상위대역을 계산하여 확대하였다. 실험결과, 기존의 확대기법보다 영상손실을 제거하였으며, 처리시간을 줄일 수 있었다.

ABSTRACT

The most commonly used techniques for image magnification are interpolation based. However, the magnified images produced by this technique often appear blocking and blurring phenomenon when the image is enlarged. In this paper, we enhanced image magnification algorithm using edge information. The proposed algorithm not used interpolation based but by using sub-band of input image in extrapolation. According to mapping relationship in pyramid, we calculated up-band information to magnify. In experiments, the proposed model shows solved the problem of image loss like the blocking and blurring phenomenon. As the result, it is faster and higher resolution than traditional magnification algorithms.

키워드

Image Magnification, Interpolation, Extrapolation, Edge Detection

Ⅰ. 서 론

최근 멀티미디어 기술의 발달로 디지털 정지영상 또는 동영상과 같은 다양한 멀티미디어 데이터를 제공할 수 있는 기술적인 환경이 되었다. 디지털 멀티미디어 콘텐츠시장은 급속하게 성장하고 있으며, 교육분야에서도 e-Learning기반의 교육이 활발히 진행되고 있다. 각종 장비를 이용한 멀티미디어 콘텐츠제작은 보다 좋은 화질의 영상을 획득하기 위해 일차적으로 카메라에 의존하고 있다[1].

CCD 카메라, 디지털 카메라, 디지털 캠코더 등 입력영상을 보다 선명한 화질을 획득하기 위해 광학렌즈를 사용하여 고해상도의 영상을 획득하고 있다. 그러나 광학렌즈는 고가이면서, 부피가 크므로 휴대하기가 어렵다는 단점이 존재한다. 이러한 광학렌즈의 단점을 보완하기 위해 디지털줌을 채택하고 있다. 디지털 줌은 가격이 싸고 처리속도가 빠르다는 장점이 있다. 그러나 디지털줌은 최근접 이웃보간법(nearest neighbor interpolation)으로 영상을 확대하면 블록화 현상(blocking)과 같은 영상의 손실을 초래하는 단점이 있다. 따라서 디지털줌은 사용하지 않고, 영상의 손실을 줄이기 위해 입력영상을 고해상도로 획득한 후, 원하는 크기로 다시 영상을 축소시키는 방법을 이용한다. 이러한 영상을 축소시키는 방법은 시각적으로는 영상의 손실을 제거할 수 있으나 입력영상을 고해상

도로 획득해야 하므로 저장공간을 충분히 확보해야 된다는 점과 긴 처리시간을 감안해야하는 문제점이 있다[1-2].

다른 기법으로는 소프트웨어 시장에 상용화되어 사용되고 있는 양선형 보간법(bilinear interpolation)과 3차 회선보간법(cubic convolution interpolation)이 있다. 양선형 보간법은 이웃 화소의 평균을 사용하는 기법으로 블록화현상은 제거할 수 있으나 몽롱화(blurring) 현상이 생기는 단점이 있다. 3차 회선보간법은 최근접 이웃보간법과 양선형 보간법의 단점을 개선했으나, 16개의 가장 가까운 화소들의 오프셋(offset)을 이용하므로 계산량이 많다[3-5].

본 논문에서는 경계선을 이용하여 기존의 영상확대기법을 개선하고자 한다. 영상 확대시 발생하는 블록화나 몽롱화현상과 같은 영상손실을 해결하기 위해 보간법(interpolation)을 이용하지 않고, 입력영상의 부대역정보를 이용한 외삽법(extrapolation)을 제안한다. 입력영상의 부대역은 경계선정보를 가지고 있으며, 경계선정보는 확대시 발생하는 시각 및 공학적인 영상손실에 관련이 있다. 따라서 몽롱화현상을 제거하기 위해 경계선정보를 이용하여 기존의 영상확대기법을 개선하고자 한다. 2장에서는 입력영상에 대해서 웨이블릿을 이용하여 경계선을 추출하고 확대기법을 제안한다. 끝으로 3장에서는 실험에 따른 알고리즘의 성능을 분석한다.

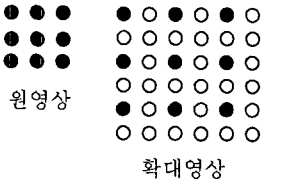


그림 1. 보간법을 이용한 영상확대기법

이러한 양선형 보간법은 이웃화소의 평균을 이용하므로 이웃한 화소의 영향을 받는다. 따라서 특정화소가 이웃한 화소들과 경계선부분일 때, 특정화소의 이웃화소만으로 영상전체의 경계선정보를 파악할 수 없다. 그러므로 경계선정보를 정확하게 검출하기 위해서는 영상전체를 이용한 확대기법이 필요하다. 그리고 경계선정보는 인간이 인식할 때 중요한 역할을 하는 부분으로 인간시각에 민감하게 반응한다. 따라서 확대된 영상의 경계선정보를 보완하면 몽롱화현상을 제거할 수 있으며, 시각적으로도 좋은 화질의 영상을 획득할 수 있다. 본 논문에서는 영상의 경계선정보를 이용하여 기존의 확대알고리즘을 개선하고자 한다. 우선, 경계선을 추출하기 위하여 입력영상을 웨이블릿변환하였다. 웨이블릿변환은 경계선검출, 영상압축, 특징검출 등에 많이 사용되고 있다[6]. 영상을 웨이블릿 변환하는 과정은 가로, 세로방향으로 저주파와 고주파필터를 처리 후 다운샘플링하면 원영상의 1/4인 크기의 계수값들 얻게 된다. 1/4크기로 나누어진 부대역은 각각 수평, 수직, 대각선방향의 경계선정보를 가지고 있

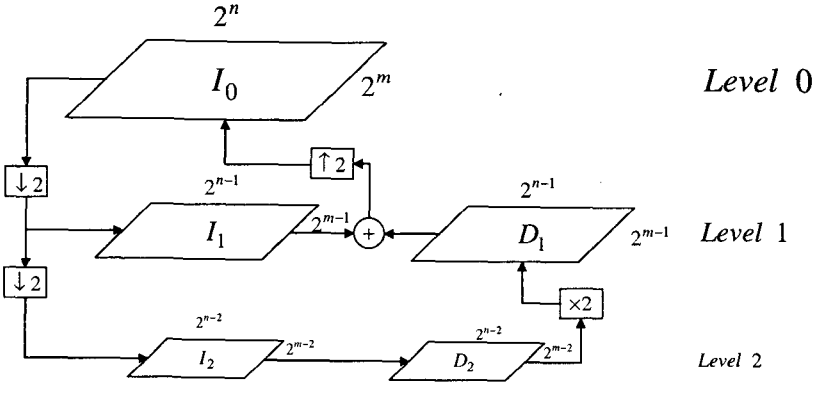


그림 2. 외삽법을 이용한 영상확대기법

II. 제안된 알고리즘

기존의 영상처리에서 사용되는 보간법의 문제점은 블록화 및 몽롱화현상이 발생한다. 보간법은 영상을 확대할 때, 그림 1과 같이 흰색부분을 채우는 방법이다[2]. 블록화현상은 양선형기법으로 그 문제점을 해결할 수 있으나 몽롱화현상은 경계선정보가 감소되어 나타나는 현상이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 부대역의 경계선정보를 이용하여 외삽법으로 기존의 양선형 보간법을 개선하였다.

그림. 2과 같이 I_1을 원영상이라 가정하면, 확대영상(I_0)를 다운샘플링하면 원영상과 영상의 경계선정보(D_1)로 나누어진다. 역으로 I_1를 입력영상이라 두고 입력영상의 경계선정보(D_1)을 구할 수 있다면 확대영상(I_0)을 계산할 수 있다. 따라서 입력영상을 확대하기 위하여 입력영상(I_1)의 경계선정보(D_1)를 구해야 한다. 경계선정보(D_1)은 식. 1과 같이 부대역의 경계선정보

(D_2)를 이용하여 계산할 수 있으므로, 원영상 I_1를 다운샘플링하면 부대역 I_2와 경계선정보인 D_2가 생성된다. 여기서 D_2는 부대역의 수평(LH_2), 수직(HL_2), 대각선정보(HH_2)이다. 부대역의 경계선정보(D_2)를 기존의 확대기법으로 확대하면 구하고자 하는 경계선정보(D_1)을 식. 1과 같이 구할 수 있다.

$$LH_1 = LH_2 \times 2 \qquad (1)$$
$$HL_1 = HL_2 \times 2$$
$$HH_1 = HH_2 \times 2$$

식. 1에서 구해진 수평(LH_1), 수직(HL_1), 대각선정보(HH_1)는 입력영상의 경계선정보(D_1)이며, 확대기법으로는 양선형 보간법을 사용하였다. 양선형 보간법은 확대 시 경계선정보가 감소되어 몽롱화현상이 일어난다. 따라서 본 논문에서는 양선형 보간법으로 손실된 경계선정보를 강조시켜 몽롱화현상을 제거하여 양선형 보간법의 성능을 개선하였다. 입력영상(I_1)와 식. 1에서 구해진 입력영상의 경계선정보(D_1)를 이용하여 식. 2와 같이 영상을 확대하였다.

$$Zoom_{temp}[i,j] = I_1[i,j] + LH_1[i,j] \qquad (2)$$
$$Zoom_{temp}[i,j+1] = HL_1[i,j] - HH_1[i,j]$$
$$I_0[i,j] = Zoom_{temp}[i,j] + Zoom_{temp}[i,j+half]$$
$$I_0[i,j+1] = Zoom_{temp}[i,j] - Zoom_{temp}[i,j+half]$$

여기서, 입력영상의 크기는 확대영상의 절반이므로 절반크기(*half*)만큼 이동하여 계산하였다. 식. 1에서 구해진 경계선정보(D_1)를 이용하여 분해와 결합에 의해 확대영상(I_0)를 구할 수 있다. 최종적으로 구해진 확대영상의 경계선 검출오차에 의한 오차범위를 줄이기 위해 식. 3과 같이 정규화과정을 처리하였다.

$$Zoom[i,j] = \frac{e^{\frac{-(i^2+j^2)}{2\delta^2}}}{\sqrt{2\pi\delta^2}} I_0[i,j] \qquad (3)$$

정규화필터로는 시각피질의 뇌파를 분석하는데 주로 사용되고 있는 가우시안 함수를 사용하였다. 필터에 의해 처리되는 가우시안 함수의 정규화과정은 1차원 가우시안 필터를 가로, 세로 중 어느 방향을 먼저 처리하여도 실행결과는 같다는 특징이 있다[6].

III. 실험결과

본 논문에서 제안하는 연구방법은 Pentium 2.4Ghz와 Windows XP, Matlab 6.0의 환경에서 구현되었다. 실험영상으로는 영상처리의 표준영상으로 많이 쓰이는 HIPR Image Library, SIPI Image Database를 이용하여 256×256, 512×512크기의 각종 영상에 대해 테스트하였다[10-11].

기존의 확대알고리즘은 이웃한 화소에 영향으로 블록화나 블러링현상과 같은 영상의 손실이 일어나는 단점이 존재한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 해결하기 위해 경계선을 이용하여 외삽법으로 확대하였다. 제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서는 시각적으로 화질이 우수해야 한다. 그러나 시각적 판단은 주관적인 평가로 제대로 성능을 평가할 수가 없으므로 원영상과 확대영상의 차이를 수치로 나타내는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)와 상관관계(cross-correlation)로 기존의 확대알고리즘과 성능을 평가하였다.

기존의 확대기법과 제안된 알고리즘의 성능평가를 위해 256×256크기의 레나영상을 512×512크기의 영상으로 확대할 경우 각 알고리즘에 대한 처리시간을 측정하였다. 그림. 3과 같이 최근접 이웃보간법은 이웃한 화소를 복사하는 기법으로 처리시간이 0.016초로 가장 빠르다는 장점이 있으나, 블록화 현상이 일어난다는 단점이 있다. 그리고 이웃화소의 평균을 이용하는 양선형 보간법은 처리시간이 0.110초이며, 블록화 현상을 제거하는 장점이 있으나, 몽롱화 현상이 일어난다는 단점이 있다. 본 논문에서 제안하는 확대기법은 처리시간이 0.047으로 양선형 보간법보다 빠르고 블록화나 몽롱화 현상이 일어나지 않았다.

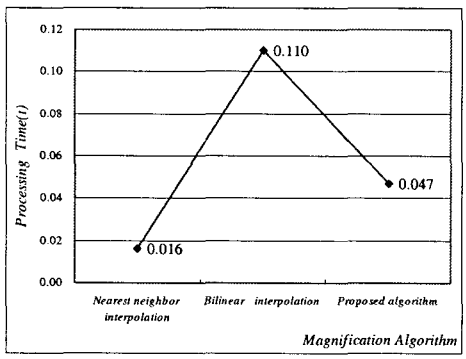
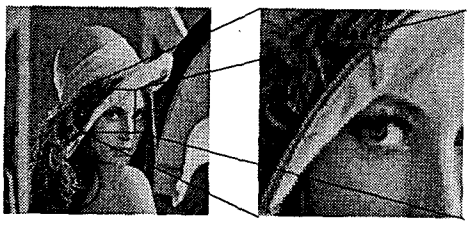


그림 3. 각 알고리즘별 처리시간

기존의 확대기법과 제안된 확대기법을 비교분석하고자 그림. 4과 같이 시각적으로 비교하였다. 표준영상으로는 512×512크기의 레나영상을 사용하였다. 그림. 4는 각 알고리즘별로 확대한 후 보다 자세히 보기 위해 중심부분을 다시 8배로 확대하여 시각적으로 판단하였다. 그림. 4(b)와 같이 최근접 이웃보간법은 화소에 대해 블록화현상이 일어남을 시각적으로 확인할 수 있다. 그리고 그림. 4(c)와 같이 양선형 보간법은 시각적으로도 몽롱화현상이 일어남을 확인할 수 있다. 그러나 제안된 알고리즘(그림. 4(d))은 시각적으로 그림. 4(c)보다 경계선정보가 강조되어 몽롱화현상이 제거되었음을 확인할 수 있다.



(a) 512×512크기의 레나영상 (b) 최근접 이웃 보간법

(c) 양선형 보간법 (d) 제안된 알고리즘

그림 4. 각 알고리즘에 대한 시각적 성능평가

표. 1은 제안된 알고리즘의 객관적 평가를 위해 PSNR과 상관관계를 나타낸 것이다. 일반적으로 PSNR값은 20~40dB사이의 값이 나오며, 그림. 4에서 살펴본 바와 같이 시각적으로 판단하기 힘드므로, 표. 1와 같이 수치로 나타내면 PSNR값이 차이가 남을 알 수 있다. 그림. 4에서 블록화현상이 일어나는 최근접 이웃보간법의 경우 PSNR값이 28.30으로 다소 낮으며, 몽롱화현상이 일어나는 양선형 보간법의 PSNR값 또한 31.39로 낮게 나타났다. 그러나 제안한 알고리즘은 시각적으로도 성능이 우수하며, PSNR값 또한 32.06으로 기존의 알고리즘보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

표 1. 각 알고리즘에 대한 PSNR과 상관관계 비교

성능평가 / 확대기법	512×512 확대	
	PSNR(dB)	상관관계
최근접 이웃보간법	28.30	0.979012
양선형 보간법	31.39	0.989762
제안된 알고리즘	32.06	0.992935

성능평가에서 객관적인 수치를 나타내기 위해 두 영상에 대해 차이가 얼마나 나는지를 판단하기 위한 다른 기법으로 상관관계를 계산하여 표. 1로 나타내었다. 상관관계에서도 블록화나 몽롱화현상이 일어나는 기존의 알고리즘보다 제안된 알고리즘의 상관관계 값이 0.992935로 우수한 성능을 보였다.

IV. 결 론

기존의 보간법을 기반으로 영상을 확대기법은 블록화나 몽롱화현상과 같은 영상의 손실을 가져온다. 따라서 본 논문에서는 외삽법을 기반으로 한 영상확대 기법을 제안하고, 기존의 양선형 보간법을 개선하였다. 입력영상의 경계선을 검출하여 양선형 보간법의 문제점인 몽롱화현상을 외삽법을 이용하여 제거하였다. 실험에서 살펴본 바와 같이 처리시간이 단축되었으며, 확대시 발생하는 블록화나 몽롱화 현상과 같은 영상손실을 제거할 수 있었다. 기존의 확대기법 중 3차회선 보간법은 확대영상의 화질이 우수하나 이웃한 16개 화소들을 이용하므로 계산량이 많다는 단점이 존재한다. 제안된 알고리즘은 처리속도면에서는 3차회선 보간법보다 뛰어나게 우수하나 정규화과정에서 일어나는 영상손실을 제거할 수 없었다. 따라서 향후 과제로는 기존의 3차회선 보간법의 처리속도를 개선하고자 한다.

참고문헌

[1] S. Battiato, and M. Mancuso, "An introduction to the digital still camera Technology," ST Journal of System Research, Special Issue on Image Processing for Digital Still Camera, Vol. 2, No.2, 2001.

[2] S. Battiato, G. Gallo, and F. Stanco, "A Locally Adaptive Zooming Algorithm for Digital Images," Image and Vision Computing. Elsevier Science B.V., Vol. 20, pp.805-812, 2002.

[3] K. Aoyama, and R. Ishii, "Image magnification by using Spectrum Extrapolation," IEEE Proceedings of the IECON, Vol. 3, pp.2266 -2271, 1993.

[4] F. M. Candocia, and K. C. Principe, "Superresolution of Images based on Local Correlations," IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 10, No. 2, pp.372-380, 1999.

[5] A. Biancardi, L. Cinque, and L. Lombardi, "Improvements to Image Magnification. Pattern Recognition," Elsevier Science B.V., Vol. 35, Issue 3, pp.677-687, 2002.

[6] R. C. Gonzalez, and Richard E. Woods, Digital image processing, Second edition, Prentice Hall, 2001.

[7] G. Qiu, "Interresolution Look-up Table for Improved Spatial Magnification of Image," Journal of Visual Communication and Image Representation, Academic Press, Vol. 11, pp.360-373, 2000.

[8] R. R. Schultz, and R. L. Stevenson, "A Bayesian Approach to Image Expansion for Improved Definition," IEEE Transaction of Image Processing, Vol. 3, No. 3, pp.233-242, 1994.

[9] S. Chaudhuri, Super-Resolution Image, Kluwer Academic Publishers, 2001.

[10] The HIPR Image Library, http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/.

[11] The USE-SIPI Image Database, http://http://sipi.usc.edu/services/ database.