

# 영상특성 분석을 통한 초해상도 영상복원

고기홍, 김성환

서울시립대학교 컴퓨터과학부

e-mail: [jedigo@venus.uos.ac.kr](mailto:jedigo@venus.uos.ac.kr), [swkim7@uos.ac.kr](mailto:swkim7@uos.ac.kr)

## Super-Resolution Sampling of Image based on Image Feature based Directional Component Analysis

Ki-Hong Ko and Seong-Whan Kim

Dept. of Computer Science, University of Seoul

### 요 약

초해상도 영상 복원은 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환하는 기술이다. 저해상도를 고해상도로 변환 시 정보가 없는 화소에 대한 정확한 화소값을 예측하는 보간법을 이용하게 되며 영상의 스케일링에 따른 앨리어싱 (aliasing) 이 발생하는 문제를 해결해야 한다. 본 논문에서는 Sobel 연산자를 통해 구한 에지 성분의 크기와 방향성을 이용하여, 초해상도 영상의 앨리어싱과 블러링 (blurring) 을 줄이는 기법을 제안한다.

### 1. 서론

최근 디지털 미디어의 급속한 확산과 더불어 컴퓨터 그래픽 및 디지털 영상 처리 기술의 중요성이 그 어느 때보다도 높아지고 있다. 특히 TV 방송이나 영화, 디지털 게임 산업에서 디지털 영상 처리 기술은 그 중추적인 역할을 담당하고 있음을 알 수 있다. 영상 기술 중 초해상도 (Super Resolution) 영상복원은 저해상도의 영상을 이용하여, 고해상도의 영상으로 재구성하는 영상처리 기법이다. 영상이나 다차원 신호의 입력장치들은 영상신호를 취득하는 과정에서 물리적 법칙, 제조기술의 한계 및 신호입력환경 등의 영향으로 영상해상도가 저하되며, 이로 인해 고품위 영상 처리 및 재현에 많은 문제가 있다. 초해상도 연구는 과거에는 경제적인 제약으로 인하여 우주산업 및 국방 산업에 제한되었으나, 최근의 디지털 영상 처리 기술의 급격한 보급으로 인하여 원격탐사, 천체 관측장비 및 우주 탐사 장비뿐만 아니라, HDTV, 초고배율 현미경, 첨단 의료영상기 및 초정밀 측정 장비 등과 같은 고품질, 고해상도 영상을 필요로 하는 분야에 이용되고 있다.

고해상도 영상을 얻는 방법은 크게 두 가지로 구분

할 수 있다 [1]. 첫 번째 방법은 영상 획득 장치가 고해상도의 영상을 얻게 하는 방법이다. 이 방법은 영상 획득 장치의 단위 면적당 화소의 수를 증가 시키는 방법으로 이 방법은 영상 획득 장치의 광학도 및 이미지 센싱의 정밀도를 높이기 되어 비용이 적지 않게 소요된다. 두 번째 방법은 저해상도 이미지를 신호처리 기술을 이용하여 고해상도 이미지로 변환하는 방법이다. 이 방법은 영상 획득 장치의 변화 없이, 소프트웨어로 처리하기 때문에 비용이 저렴하고, 기존의 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환 시킬 수 있는 장점이 있다.

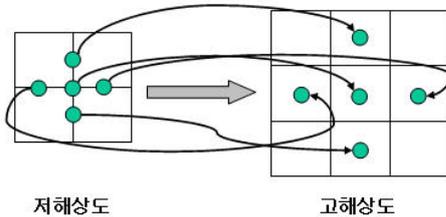
본 논문에서는 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환하는 방법으로, Sobel 연산자의 크기(magnitude)와 방향성 (angle)를 이용하여 에지의 경향성을 예측하여 고해상도로 변환 시 발생하는 앨리어싱 현상 및 블러링을 줄이는 기법을 제안하고자 한다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2 장에서는 고해상도 이미지 생성에 대한 관련연구를 살펴보고, 3 장에서 제안하는 알고리즘을 설명한다. 4 장에서는 기존의 기법과 제안 기법의 실험을 통한 성능을 평가하고, 5 장에서 결론을 낸다.

### 2. 관련연구

초해상도 영상 복원은 저해상도의 영상을 이용하여 고해상도의 영상으로 재구성하는 영상처리 기법으로

※ 본 연구는 서울시 산학협력사업으로 구축된 서울 미래형콘텐츠컨버전스 클러스터 지원으로 수행되었습니다.

서, 고해상도 영상을 얻는 방법은 크게 두 가지로 구분 할 수 있다 [1]. 첫 번째 방법은 영상 획득 장치의 단위 면적당 화소의 수를 증가 시켜, 물리적으로 고해상도의 영상을 얻는 방법이다. 이 방법은 물리적으로 고해상도의 영상을 얻기 때문에, 별도의 영상 획득 장치를 준비해야 하는 단점이 있다. 두 번째 방법은 저해상도 이미지를 신호처리 기술을 이용하여 고해상도 이미지로 변환하는 방법이다. 이 방법은 별도의 영상 획득 장비 없이 소프트웨어적으로 처리하기 때문에, 이미 기존에 저해상도로 저장된 이미지까지도 고해상도 이미지로 변환 시킬 수 있는 장점이 있다. 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환하는 것은 그림 1 과 같이 이미지 확대 시 발생하게 되는 부화소 (sub-pixel)인 중간 값을 정확한 정화소 (integer pixel) 값으로 예측하는 것이다.



(그림 1) 보간법을 위한 기본 전제

화소 값을 예측하는 가장 보편적인 방법이 다항식 보간법이다. 다항식 보간법에는 여러 종류가 있는데, 라그랑지 (Lagrange) 보간법, Newton 의 분할 차분법, 스플라인 보간법 등이 있다 [2, 3]. 이 중 스플라인 보간법은 다른 보간법들에 비하여 계산량이 적고 비교적 정확한 결과값을 산출한다. 스플라인 보간법은 각 데이터 점들을 연결하는데 이용되는 함수가 1 차 직선, 2 차 곡선, 3 차 곡선에 따라, 1 차 스플라인, 2 차 스플라인, 3 차 스플라인 보간법으로 명명된다. 이 중 3 차 스플라인 (bicubic spline) 보간법은 보간 함수들 중 가장 좋은 결과물을 산출한다.

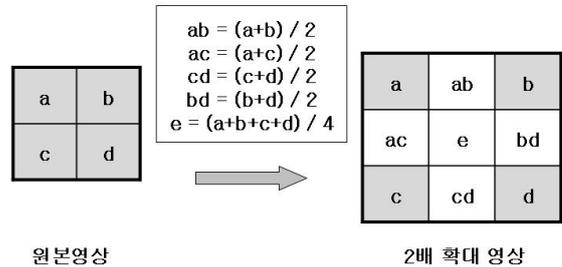
### 3. 제안한 방법

본 논문에서는 Sobel 연산자의 크기와 방향성을 이용, 에지의 경향성을 예측하여, 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환할 때 발생하는 블러링을 줄이는 기법을 제안하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 기법은, Sobel 연산자를 사용하여, 방향성 여부를 판단하는 부분과, 실제 화소의 값을 보간하는 부분으로 구성한다.

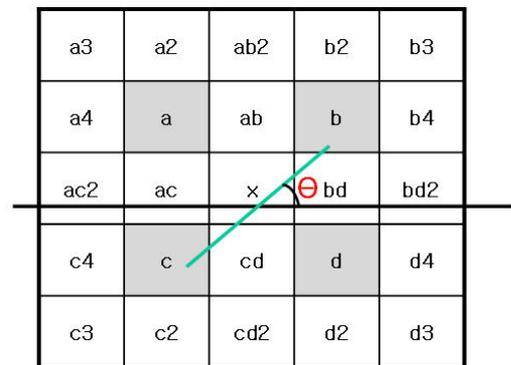
#### 3.1 방향성 여부 판단

이미지를 2 배 확대하면, 보간해야 하는 빈 공간이 많이 발생하여, Sobel 연산자를 적용시킬 수 없기 때문에 그림 2 는 Sobel 연산자를 적용하기 전의 전처리 작업을 보여준다. 전처리 작업에서 빈 공간을 채우는 방법은 이웃 화소의 평균값으로 채운다. 이제 빈 공간을 채웠으므로, Sobel 연산자를 적용시키기 위하여 그림 3

처럼 화소들을 확장한다.



원본영상 2배 확대 영상 (그림 2) 양선형 보간법을 이용한 전처리



(그림 3) 확대된 영상의 화소 위치

현재 ab, ac, x, bd, cd 는 전처리를 통하여 얻어진 화소값이다. 이 값들은 Sobel 연산의 결과를 통하여 수정 된다. 예를 들어 x 값이 수정 될 값이라면, x 의 방향성을 예측하기 위하여 a, ab, b, ac, bd, c, cd, d 각각에 대하여 Sobel 연산자를 적용시킨다. a 에 대하여 Sobel 연산자를 적용시키면, 식 (1)(2)와 같다. 식 (1)(2) 를 이용하여, a 에 대한 크기와 방향값을 식 (3) 과 같이 구한다. 이와 같은 과정을 a, ab, b, ac, x, bd, c, cd, d 에 대하여 각각 행한 뒤, 얻어진 크기값이 역치값 30 (이 값은 경험치로 얻음) 보다 크다면, 보간될 값 x 는 방향성이 있는 성분으로 판단하며, 그렇지 않을 경우에는 균일성분으로 판단한다.

$$a_x = ac_2 + 2 * ac + x - a_3 - 2 * a_2 - ab_2 \quad (1)$$

$$a_y = ab_2 + 2 * ab + x - a_3 - 2 * a_4 - ac_2 \quad (2)$$

$$g_a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}, \quad \theta = \tan^{-1}(a_y / a_x) \quad (3)$$

#### 3.2 보간법

각 점들에 대하여 방향성 여부를 판단하면, 보간될 화소가 방향성분이 있는지, 아니면, 균일성분인지 판단할 수 있다. 예를 들어 그림 3 에서 화소 x 가 균일 성분일 경우, 방향성을 갖지 않으므로, 양선형 보간 (bilinear interpolation) 인 그림 2 의 e 값을 그대로 사용한다. 만약 화소 x 가 방향 성분일 경우, 방향성을 고려한 보간법이 필요하다. 그림 3 과 같이, 화소 b

에서 화소 c 방향으로, 방향 성분이 강한 경우, 보간 법은 식 (4)와 같이 구성한다.

$$\begin{aligned} temp &= (b+c)/2 \\ x &= (e+temp)/2 \end{aligned} \quad (4)$$

또한 방향 성분을 고려함에 모든 방향을 고려할 필요는 없다. 그러므로, 본 논문에서는 방향 성분을 {0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°, 112.5°, 135°, 157.5°} 만 고려하였다.

#### 4. 실험결과

본 논문에서 제안한 기법의 성능을 평가하기 위하여 컴퓨터 모의실험을 행하였다. 본 실험에서 사용된 실험 영상은 512x512 화소 크기의 영상이며, 원본 영상 크기가 512x512 인 영상을 1/2 크기인 256x256 크기로 줄인 후, 본 논문에서 제안하는 기법 및 bi-cubic 기법을 적용하여 2 배 확대하였다. 이후 얻어진 결과 영상과 원영상과의 부분영상 확대를 통한 주관적 화질 비교 및, PSNR (peak signal to noise ratio)를 사용한 화질비교를 통하여, 성능비교를 수행하였다.

그림 4(b) 를 보면, 광대뼈 근처에서 방향 성분인 뺨과 머리를 관별하지 못하여 앨리어싱이 일어났으나, 그림 4(d)를 보면, 방향성분이 잘 예측하여 안티앨리어싱의 효과를 보여주고 있다.



(그림 4) 인물 영상 1의 비교결과

그림 5 역시 마찬가지로, 그림 5(b)의 영상에서는 텍스처가 앨리어싱이 일어났으나, 그림 5(d)의 영상에서는 앨리어싱이 줄어들었음을 확인 할 수 있다.



(그림 5) 인물 영상 2의 비교결과

다음 표 1 은 그림 4 와 5 의 영상에 대한 PSNR 을 비교한 것이며, 주관적 화질뿐만 아니라, PSNR 측면에서도 0.1 dB 와 0.4 dB 정도의 차이가 있는 것을 알 수 있다. 표 1 과 그림 4, 5 에서 확인할 수 있듯이, 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환 시 본 논문에서 제안한 Sobel 연산자를 이용한 기법은 경계부분의 계단 현상인 앨리어싱을 해결하여 좀 더 선명한 고해상도 이미지를 생성할 수 있다.

<표 1> PSNR 비교

		인물 영상 1		인물 영상 2	
		PSNR(dB)	Average	PSNR(dB)	Average
Bi-Cubic	R	25.89	25.79	24.99	25.43
	G	25.89		26.29	
	B	25.59		25.02	
Sobel	R	25.89	25.89	25.01	25.85
	G	25.93		26.33	
	B	25.86		26.22	

#### 5. 결론

최근 디지털 미디어의 급속한 확산으로 디지털 영상 처리의 기술의 중요성이 증대되고 있으며, 특히 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환하는 초해상도 기술의 중요성이 증대되고 있다. 저해상도 이미지를 고해상도 이미지로 변환할 때 화질의 중요도는 앨리어싱 및 블러링에 의해 결정된다. 본 논문에서는 변환시 발생하는 앨리어싱 및 블러링 문제를 Sobel 연산자를 통하여 에지에 대한 정확한 방향 성분을 얻을 수 있으며, 이 방향 성분에 따라 보간을 수행하므로, 기존의 해상도 조절 기법보다 더욱 우수한 결과를 얻게 되었음을 알 수 있다.

**참고문헌**

- [1] S. C. Park, M. K. Park, M. G. Kang, "Super-Resolution Image Reconstruction, " IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 20, No. 3, pp. 1-36, May 2003.
- [2] R. V. Klassen, "Integer forward differencing of cubic polynomials: analysis and algorithms," ACM Transactions on Graphics, Vol. 10, No. 2, pp. 152-181, 1991.
- [3] P. Hsi, C. H. Lee, "Modified cubic B-spline interpolation," Proc. IEEE, Vol. 69, No. 12, pp. 1590 – 1592, 1981.