

Edge 센서티브 이미지 보간

박세희[○], 김용하, 이상훈
 국방대학교 국방관리대학원 전산정보
 psh0439@gmail.com, yongha@daum.net hoony@kndu.ac.kr

An Edge Sensitive Image Interpolation

Se-Hee Park[○], Yong-ha Kim and Sang-Hoon Lee
 Computing Information, Graduate School of Defense Management, National Defense University

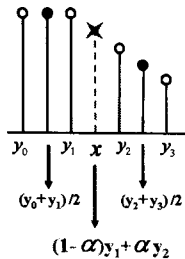
최근 영상처리 기술, 컴퓨터 비전 분야의 발전에 힘입어 전장정보체계 및 무기체계에 장착된 카메라를 활용한 보다 정밀한 전장감시활동이 증대되고 있다. 위성, UAV 영상의 해상도는 탑재된 카메라의 해상도에 전적으로 의존하고 있으며, 보다 높은 해상도의 영상을 얻기 위해서는 카메라의 기능이외에도 획득된 데이터를 최적화 하는 복원방법, 즉 이미지 보간이 요구된다.

전통적인 보간 방법 등은 그 구현이 간단하여 많이 활용되어 왔으나, 이미지를 흐리게 만드는 단점을 가지고 있으며, 비교적 근래에 발견된 Edge map[2.1], Wiener filter[2.2]를 활용한 보간 방법들은 주관적인 화질은 뛰어나나 계산상의 복잡도가 증가하여 실제 하드웨어 구현에 어려움이 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 저 복잡도와 우수한 화질을 보장하는 새로운 보간 방법을 제안하고자 한다. 제안한 방법은 전통적인 보간 방법들이 고정된 보간 커널을 사용함으로써 야기되었던 제한점들을 해결하고, 동시에 기존 보간법들의 복잡도 문제를 해결하기 위하여 먼저 2차원의 이미지 정보를 열과 행의 1차원 정보로 각각 나누었다. 1차원 영상의 실제 화소와 카메라 모델링을 통해 추정된 화소값과의 차이를 카메라 모델링 에러(Camera Modeling Error: CME)라 하고 이 에러를 최소화 하도록 LSE를 이용하여 보간하였다. 다수의 이미지에 대한 실험결과 제안된 방법은 기존의 보간법(Bilinear, Bicubic 보간법)에 비하여 화질의 개선효과를 얻을 수 있었다.

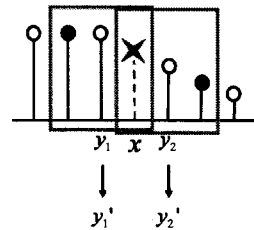
본 연구는 복잡도 감소와 개선된 edge추출의 2가지 목적을 달성하기 위해서 다음과 같은 기본 가정을 하였다.

- 첫째, 카메라를 통해 이미지를 획득하는 단계를 3탭가우시안 filter를 이용해 간단히 모델링한다.
- 둘째, 계산상의 복잡도를 줄이기 위해서 2차원의 이미지 정보를 열과 행의 1차원 정보로 나누어 고려한다.



(그림 1) 기본 가정

- : 저해상도 이미지 화소
- : 임의 보간된 화소
- × : 제안방법에 의한 보간화소
- α : 가중치



(그림 2) 카메라 모델링

제안 보간법은 (그림 1)에서 도시한 바, 행과 열로 나눈 이미지 정보 중 행의 예와 같으며, 제 2단계의 카메라 모델링을 통한 예측단계를 위해 그림의 ●에 해당하는 화소는 선형 보간 방법으로 임의 보간하고 ●화소에 대한 보간이 끝난 후에는 y_1 과 y_2 사이의 화소값은 $(1-\alpha)y_1 + \alpha y_2$ 로 저장한다.

1단계를 통해 저해상도 이미지로부터 임의로 고해상도 2배 확대 이미지를 만든 상태이다. 이제 3탭 가우시안 filter를 이용하여 (그림 3.3)와 같이 y_1 과 y_2 를 중심으로 카메라 모델링을 수행한다. (그림 2)는 3

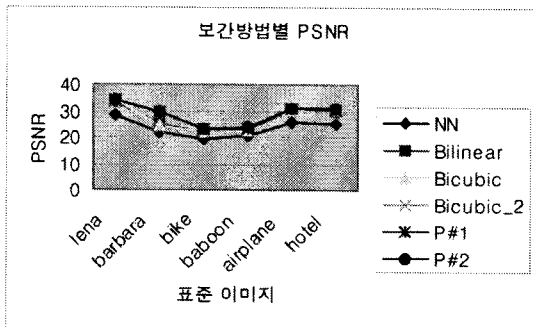
탭 filter를 y_1 을 중심으로 filter링 했을 때의 결과를 y_1' 이라 하고 y_2 를 중심으로 filter링 했을 때의 결과를 y_2' 라 하면 y_1' 과 y_2' 는 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$y_1' = \frac{y_0 + y_1}{8} + \frac{y_1}{2} + \frac{(1-\alpha)y_1 + \alpha y_2}{4}$$

$$y_2' = \frac{y_2 + y_3}{8} + \frac{y_2}{2} + \frac{(1-\alpha)y_1 + \alpha y_2}{4}$$

보간할 화소의 값을 결정하는 파라미터 α 를 구하기 위해 y_1 과 y_2 를 원래의 화소로, y_1' 과 y_2' 를 각각 예측한 화소값으로 두면, $(y_1 - y_1')$ 과 $(y_2 - y_2')$ 의 카메라 모델링 에러(Camera Modeling Error: CME)를 최소화 하는 α 를 다음과 같이 LSE(Least Square Error)를 이용하여 계산할 수 있다.

제안한 보간 방법의 성능 분석은 객관적 지표인 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)과 주관적인 화질의 비교하기 위한 방법으로 실험한다. 먼저 테스트 이미지를 3탭 가우시안 저역통과 filter를 이용하여 filter링 한 후 가로, 세로 각각 1/2로 간축(down sampling)하여 해상도를 낮춘 후, 간축된 이미지를 Bilinear 방법과 제안한 방법으로 각각 보간하여 PSNR을 측정한다.



(그림 3) 실험결과 비교

(그림 3)는 고전적 보간과 제안한 2가지 방법에 대한 표준 테스트 영상을 통한 실험 결과 그래프로, 기존의 방법보다는 제안한 방법 1이, 그리고 그 보다는 제안한 방법 2가 더 우수한 결과를 보여 줄 수 있다.

본 논문에서는 edge를 추출하기 위한 개선된 보간방법을 제안으로 LSE를 이용하여 카메라 모델링 에러를 최소화 하도록 보간할 화소값을 결정한 결과, 기존 방법에 비교하여 객관적, 주관적 화질이 우수함을 실험적으로 알 수 있었다. 또한 영상을 1차원 정보로 분리하여 고려한 결과 계산량도 감소

하였다. PSNR 차원에서 우수함과 저복잡도는 영상 압축 분야에서 매우 중요한 의미를 갖는다. 즉, 1/2, 1/4 화소단위 움직임 추정(motion estimation)시 제안된 방법으로 영상을 보간한다면 보다 정확한 움직임 벡터를 찾을 수 있으므로 화질을 개선시키는 효과가 있다. 따라서 저복잡도와 객관적인 화질이 우수한 보간 방법은 영상 압축에도 응용될 수 있다.

본 연구의 보간방법은 이상과 같은 장점에 반하여 임펄스 노이즈에 민감하게 반응하므로, 이에 대한 보완 알고리즘이 연구된다면 제안된 방법은 보다 좋은 효율을 가진 보간 방법이 될 것으로 판단된다.

- [1] J. Allebach and P.W. Wong, "Edge-directed Interpolation," in *Proc. IEEE ICIP*, pp. 707-710, 1996.
- [2] J. Allebach and P.W. Wong, "Magnifying digital image using edge mapping," U.S. Patent No. 5,446,804, filed 14 April 1994, granted 29 August 1995, assignee: Hewlett-Packard Company.
- [3] K. Jensen and D. Anastassiou, "Subpixel edge localization and the interpolatin of still images," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 4, pp. 285-295, March 1995.
- [4] Xin Li and M.T. Orchard, "New Edge Directed Interpolation," *IEEE Trans. Image Processing*, vol.10, no.10, pp. 1521-1527, October 2001.
- [5] D.D. Muresan and T.W. Parks, "Adaptive, Optimal-Recovery Image Interpolation", in *Proc. IEEE ICASSP*, 2001, Utar.
- [6] Anil K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, Inc., 1989.
- [7] Maria Petrou and Panagiota Bosdogianni, *Image Processing*, John Wiley & SONS, LTD, 1999.
- [8] S.W. Lee and J.K. Paik, "Image interpolation using adaptive fast B-spline filtering," in *Proc. IEEE ICASSP*, pp. 177-180, 1993.
- [9] 이철희, 신호 및 시스템, 다성 출판사, 2001.