

## 국부 움직임을 고려한 Deinterlacing

박 민규, 강 문기  
연세대학교 전기·컴퓨터 공학과  
전화 : 361-4863

### Deinterlacing Algorithm Based on Local Motion Compensation

Min Kyu Park, Moon Gi Kang  
School of Electronics and Computer Yonsei University  
E-mail : redsky@icon3.yonsei.ac.kr

#### Abstract

In order to reconstruct a high resolution image, it is important to reconstruct frames from fields. A number of approaches have been developed in making frames. In this paper, we propose a new deinterlacing algorithm based on local motion compensation, which is performed based on statistical property. The proposed algorithm achieves faster processing speed than block matching algorithm and higher resolution than inter-field interpolation. The effectiveness of the proposed algorithm is demonstrated experimentally.

#### I. 서론

현재의 텔레비전은 대역폭의 제한과 메모리의 제약으로 인해 비월주사 방식을 택하고 있으므로, 고해상도의 영상을 얻기 위해서는 비월주사 방식의 신호인 필드(field)를 순차주사 방식의 프레임(frame)으로 바꾸어 주는 deinterlacing이 반드시 선행되어야 한다. 이러한 deinterlacing은 크게 하나의 필드(field)를 사용하여 프레임을 만드는 필드내 보간과 여러 필드를 사용하는 필드간 보간

으로 나눌 수 있다. 필드내 보간은 처리 시간과 구현이 간단한 선형 보간과 경계의 방향을 고려한 대각 보간(directional interpolation)[1], 가중치를 사용한 미디언 필터(median filter)[2], 그리고 미디언 필터와 저역 필터의 결합형태로 사용하는 방법(NMF/MAF: nested median filter/median averaging filter)등이 있다[3]. 이는 한 필드내에서 연산이 이루어지므로 계산량이 적어 연산 속도가 빠르다는 장점이 있으나, 원영상에 비해 고주파 성분의 에너지가 많이 손실되는 단점이 있다. 이에 반해 필드간의 보간은 주로 움직임을 고려하여 보정하는 방법과[4-5], 부화소 단위의 움직임을 고려한 고해상도 영상 재구성 방법이 있다[6]. 이러한 방법은 한 필드에 의한 방법보다 고해상도를 얻을 수 있으나 계산량이 많으며, 필드간의 움직임이 일정한 속도로 변하지 않는 경우와 필드간 물체의 모양이 변화하는 경우에 대해서는 좋은 결과를 기대하기 어렵다는 단점을 가지고 있다. 그래서 필드내 보간과 필드간 보간 각각의 장점을 살리고자 한 것이 필드내 보간과 필드간 보간을 혼합하여 사용한 방법이다[7][8].

본 논문에서는 필드내 보간과 필드간 보간방식에 대한 각각의 단점을 보완하여 필드내 보간과 필드간 보간을 혼합한 새로운 deinterlacing 알고리즘을 제안하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 제안된 알고리즘을 설명하고, III장에서는 실험결과를 제시하며, IV장에서는 결론을 맺는다.

## II. Deinterlacing 알고리즘

주어진 시간 t에 대해서 (x,y)의 좌표에서의 밝기의 값을  $I(x,y,t)$ 라 하자. 필드내 보간에 의해서 복원된 값을  $I_S(x,y,t)$ 라하고, 필드간 보간에 의해서 복원된 값을  $I_T(x,y,t)$ 라 하면 복원된 값은 다음과 같이 식(1)로 정리된다[8].

$$I(x,y,t) = \epsilon I_S(x,y,t) + (1-\epsilon) I_T(x,y,t) \quad (1)$$

여기에서  $\epsilon$ 는 0과 1사이의 적당한 값으로 여러 가지 방법[7][8]에 의해 결정되어 진다. 제안된 방법은 식(1)을 기본으로하여 세가지 단계로 나뉜다.

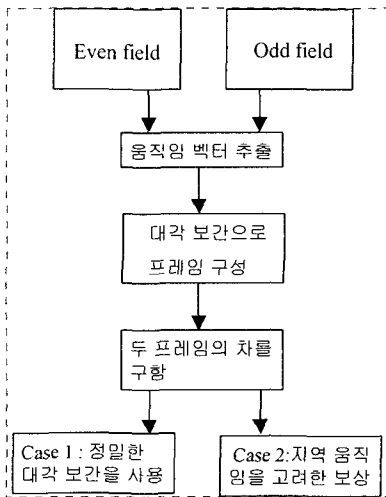


그림 1 제안된 deinterlacing 알고리즘 블록도  
Fig.1 Block diagram of the proposed algorithm

그림1은 제안된 알고리즘의 블록도이다. 그림 1에서 이전 필드가 짝수필드(even field)인 경우 현재 필드는 홀수필드(odd field)가 되고, 반대로 이전 필드가 홀수필드이면 현재 필드는 짝수필드가 된다. 우선, 그림2에서와 같이 현재 필드와 이전 필드간의 전역 움직임 벡터를 구한다. 이 과정에

서 연산량을 줄이기 위해 모든 블록에 대해서 움직임 벡터를 구하는 것이 아니라, 샘플 블록을 설정해서 움직임 벡터를 구한다. 이때, 각각의 샘플 블록에서 식(2)와 식(3)을 이용해서 SAD(sum of absolute difference)를 가장 작게 하는 벡터( $v_x, v_y$ )를 구한후, 이러한 벡터들 중에서 중간치를 갖는 벡터를 전역벡터로 선택한다

$$SAD(x,y) = \sum_i \sum_j |I(i,j,t-1) - I(x+i,y+j,t)| \quad (2)$$

$$(v_x, v_y) = \arg \min_{(x,y)=SR} SAD_{SR}(x,y) \quad (3)$$

전역 벡터가 구해지면, 전역 움직임 벡터의 반대 방향으로 이전 필드를 이동시켜서 이전 필드를 현재 필드와 같은 위치로 이동시킨다.

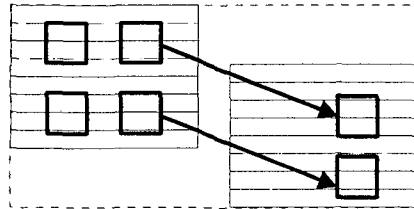


그림 2 전역 움직임 벡터 추출  
Fig. 2 Estimation of global motion vector

그 다음으로, 현재의 필드와 움직임 벡터에 의해 이동된 이전 필드를 대각 보간으로 각각 프레임으로 만든다. 이 과정에서 연산량이 적은 필드내 보간중에서 성능이 우수한 대각보간[1] 식(4)를 사용한다.

$$I(x,y,t) = \frac{I(x-d,y-1,t) + I(x+d,y+1,t)}{2} \quad (4)$$

여기에서 d는  $I(x-d,y-1,t)$ 와  $I(x+d,y+1,t)$ 의 절대값이 차가 최소로 되는 것을 택한다. 이와 같은 방법을 통해서 하나의 완성된 프레임을 구성한다. 마지막으로, 대각 보간된 이전 프레임과 현재 프레임의 밝기의 차를 구한다. 국부적인 움직임이 발생하는 경우와 물체의 모양이 변하는 부분에서 밝기의 차가 커지게 된다. 그림 3은 이런 프레임

의 차를 영상으로 나타낸 것이다.

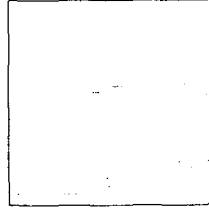


그림 3. (a) 두 프레임의 차 영상  
Fig. 3 Difference image of two frame

이 때, 영상의 통계적 특성을 고려하여 어떤 한계값을 정한후, 그 한계값 이상의 밝기의 차를 갖는 부분은 그림 4와 같이 마스크(mask)들로 분리하여 움직임을 고려한 새로운 움직임 보정을 한다. 이 때 한계값은 주변 영역에서의 밝기의 평균과 분산에 의해서 결정된다.

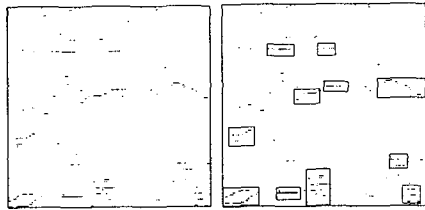


그림 4 차 영상과 마스크  
Fig.4 Diffrence image and mask

이 과정에서 다시 움직임 추정과 보정이 적용될 수 없는 물체의 모양이 변하는 부분을 다시 위와 같은 과정을 통해서 마스크를 다시 추출한다. 이러한 마스크는 다양한 에지를 고려한 대각 보간을 사용하여 프레임을 구성한다.

$$I(x,y,t) = \frac{I(x-d-1,y-1,t) + I(x-d,y-1,t)}{4} + \frac{I(x+d,y-1,t) + I(x+d+1,y-1,t)}{4} \quad (5)$$

식(5)에서 d는 I(x-d-1,y-1,t)와 I(x+d,y+1,t)의 차와 I(x-d,y-1,t)와 I(x+d+1,y+1,t)의 차의 절대값의 합이 최소로 되는 것을 택한다.

### III. 실험 및 결과

모의 실험에서는 200×200 크기의 8-bit의 해상도를 갖는 'salesman' 영상을 이용하였고, 실험의 비교를 위해 PSNR을 사용하였다. 원 영상을 f라 하고, 복원된 영상을 g라 하면, RMSE(root mean square error)와 PSNR(peak signal to noise ratio)은 식(6)과 같다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum \sum (f(x,y) - g(x,y))^2}$$

$$PSNR = 20 \log_{10} \left( \frac{255}{RMSE} \right) \quad (6)$$



그림 5. 원 영상  
Fig. Original image

기존의 방법들 중 짝수필드와 홀수필드의 합(Add)과 필드내 보간중 가장 성능이 뛰어난 대각 보간(Directional filter)과 BMA방법을 제안된 방법을 통해 얻어진 결과와 비교하였다. 결과는 표 1과 그림 6 그리고 그림7과 같다.

방법	PSNR(db)
ADD	18.63
Directional filter	30.64
BMA	32.12
Proposed algorithm	34.61

표 1. PSNR 비교  
Table.1 Comparison of PSNR

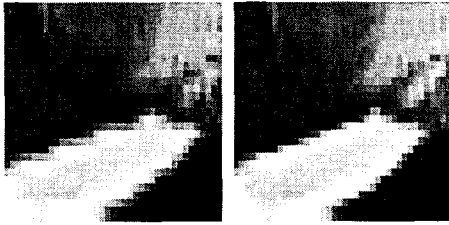


그림 6. 결과 영상 확대

Fig. 6 Enlargement of result image

(a) Directional filter (b) Proposed algorithm



그림 7. 결과 영상 확대

Fig. 7 Enlargement of result image

(a) BMA (b) Proposed algorithm

표 1에서와 같이 제안된 알고리즘이 기존의 타 알고리즘보다 향상된 PSNR을 가지며, 국부 움직임이 있는 곳에서 더 높은 해상도를 제공함을 그림6과 그림7을 통해서 관찰할 수 있었다.

#### IV. 결론

본 논문은 필드에 대해서 시간과 공간적인 영역에서 보다 많은 영상의 정보를 이용하는 deinterlacing 알고리즘을 제안한다. 필드내 보간의 한계를 움직임 보정으로 극복하였으며, 필드간 보간의 한계를 여러단계의 움직임 보정과 보다 정교한 대각보간으로 극복하였다. 실험을 통해서 제안된 방법이 기존의 다른 방법보다 국부적인 움직임에 대해 향상된 성능을 갖는다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] Yeong-Taeg Kim, "Deinterlacing Algorithm Based on Sparse Wide Vector Correlations", SPIE vol 2727, Pages 89 - 99. 1996
- [2] Janne Juhola, Ari Nieminen, Juha Salo and Yrjö Neuvo, "Scan Rate Conversion Using Weighted Median Filtering", IEEE, ISCAS, 1996
- [3] H. Hwang, " Interlaced to Progressive Scan Conversion For HD-MAC Application", Consumer Electronics, IEEE Transactions on Pages: 151 - 156 Aug. 1992 Vol.38
- [4] Wang, F.-M. , Anastassiou, D. and Netravali, A.N. "Time-recursive deinterlacing for IDTV and pyramid coding", Circuits and Systems, 1990., IEEE International Symposium on , 1990 , Page(s): 1306 -1309 vol.2
- [5] Delogne, P. , Francis, P. and Vandendorpe, L. "Conversion from interlaced to progressive formats by means of motion compensation based techniques", Image Processing and its Applications, 1992., International Conference on , 1992 , Page(s): 409 -412
- [6] Ryu, C. and Kim, S.P. "Deinterlacing using motion compensated local spectra ", Signals, Systems and Computers, 1995. Conference Record of the Twenty-Ninth Asilomar Conference on Volume: 2 , 1996 , Page(s): 1394 -1397 vol.2
- [7] Kenji Sugiyama and Hiroya Nakamura, "A Method of Deinterlacing with motion compensated interpolation", Consumer Electronics, IEEE Transactions on Volume: 45 3 , Aug. 1999 , Page(s): 611 -616
- [8] Kovacevic, J.; Safranek, R.J.; Yeh, E.M. Image Processing, IEEE Transactions on Volume: 6 2 , Feb. 1997 , Page(s): 339 -344