

영역 분할을 이용한 deinterlacing 기법

Deinterlacing technique based on segmentation of region

김영로(Young-Ro Kim)* 이형묵(Hyung-Mook Lee)**

요 약

본 논문에서 영역 분할을 기반으로 하는 새로운 deinterlacing 기법을 제안한다. 제안하는 공간적 보간 방법과 기존의 시간적 보간 방법을 이용하여 시공간 보간을 한다. 제안된 방법에서는 먼저 분수령 알고리즘을 이용한 영역 분할하고, 분할된 영역을 기반으로 하여 영역간의 에지 방향성을 결정한다. 기존 알고리즘과 같이 화소간 값 차이를 이용하여 에지의 방향을 구하지 않고 분할된 영역에서 영역구분에 따른 방향에 따라 보간을 함으로써 에지를 유지하면서 deinterlacing을 할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a region-based deinterlacing algorithm which is computationally efficient and shows effective visual performance. Computer simulation results indicate that the proposed algorithm shows better visual performance than conventional deinterlacing algorithms.

Key Words : English Key Word: deinterlacing, region.

1. 서론

비월 주사(deinterlaced scan) 시스템에서의 영상은 HDTV와 같은 순차 주사(progressive scan) 시스템에서 볼 수가 없다. 따라서 비월 주사된 영상을 순차 주사된 영상으로 변환하는 처리가 필요하다. 기존의 알고리즘으로는 적은 계산량에 비하여 좋은 성능을 얻을 수 있는 ELA

(edge line based algorithm) [1],[2]가 있고, 방향 상관성을 필터링하여 ELA의 성능을 향상시킨 modified ELA(MELA) [3]가 있다. 이밖에

쌍선형 보간(bilinear interpolation) [4] 등이 많이 사용되었다. 또한, 움직임 보상을 이용하는 deinterlacing 방법들 [5],[6]이 제안되었다. 이 알고리즘은 높은 화질을 얻음과 동시에 깜박거림이 없는 좋은 방법이다. 하지만 정확하고 안정된 움직임을 얻어야 한다는 점에서 문제점이 있다.

제안된 논문에서는 영역 분할을 기반으로 하는 공간적 deinterlacing 방법을 이용하였다.

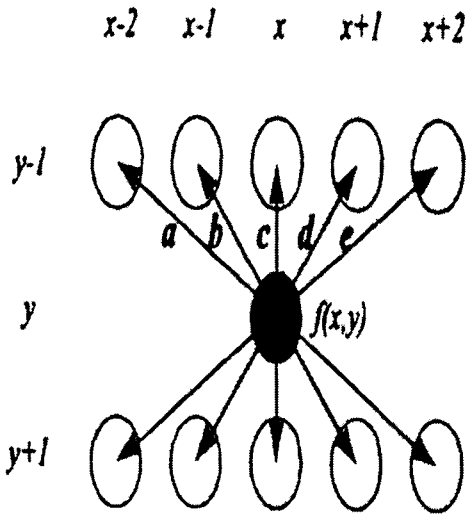
*중신회원 명지전문대학 컴퓨터정보과 조교수

**정회원 명지전문대학 컴퓨터정보과 조교수

제안된 방법으로 얻어진 공간적 보간값은 앞으로 개발될 시간적 보간값과 더불어 향상된 시공간(spatio-temporal) deinterlacing 알고리즘 [8]에 적용되어 향상된 보간값을 가지게 될 것이다.

2. 기존 deinterlacing 방법

ELA는 화소 간의 방향에 따른 상관성을 구하여 비월주사된 영상에서 화소를 보간하는 방법이다. 그림 1은 화소 간의 방향성을 나타낸다.



[그림 1] ELA를 위한 3×5 윈도우
[Fig 1] 3×5 window for ELA

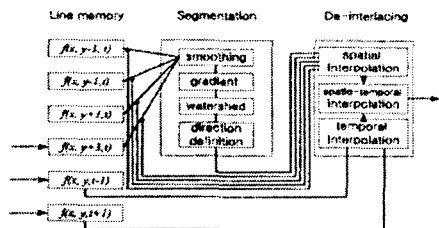
여기서 $f(x, y)$ 는 보간할 화소를 뜻하며, a, b, c, d, e 는 식 1과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 a &= |f(x-2, y-1) - f(x+2, y+1)|, \\
 b &= |f(x-1, y-1) - f(x+1, y+1)|, \\
 c &= |f(x, y-1) - f(x, y+1)|, \\
 d &= |f(x+1, y-1) - f(x-1, y+1)|, \\
 e &= |f(x+2, y-1) - f(x-2, y+1)|
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

최소값을 지닌 방향으로 위아래 두 화소를 평균하여 보간된 $f(x, y)$ 를 얻는다. MELA는 ELA와 같이 구하여진 여러 방향 상관성들 간의 차이를 조사하여 뚜렷한 상관값의 차이가 나는 경우에만 그 방향으로 보간하고, 그렇지 않은 경우 수직으로 보간함으로써 잘못된 방향으로 보간하는 것을 방지한다. 그러나, 이러한 화소간 값 차이를 이용한 방법은 화소값의 변화에 매우 민감하다. 따라서 잡음에 의한 잘못된 에지 방향 판단을 하여 보간함으로써 오히려 화질을 열화시킬 수 있다.

3. 제안하는 영역 기반 deinterlacing 기법

제안하는 시스템을 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 먼저 영역 분할 알고리즘과 제안하는 deinterlacing 기법을 적용하기 위하여 주변 화소들을 저장하기 위한 라인 메모리 4개와 전후 필드 화소들을 저장하기 위한 라인 메모리 2개, 총 6개의 라인 메모리를 사용한다. 영역 분할부에서는 영역간의 상관성을 구분하기 위하여 영역을 분할한다. 그리고 deinterlacing부에서 제안하는 공간적 보간(spatial interpolation) 방법과 기존의 시간적 보간 방법을 이용하여 시공간 보간을 함으로써 deinterlacing을 한다.



[그림 2] 제안하는 영역 기반 deinterlacing 방법

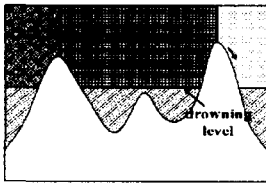
[Fig. 2] Proposed deinterlacing method
제안하는 공간적 보간 알고리즘은 그림 3과 같이 분할된 영역들을 이용하여 방향에 따른

상관성을 구한다. 그리고 상관성이 가장 큰 방향으로 보간을 한다. 본 방법은 먼저 분수령 알고리즘 [7]을 이용하여 그림 4와 같이 유사 영역들로 분할한다. 그리고 식 2와 같이 7방향으로 화소들 간의 영역이 같은지를 조사한다.

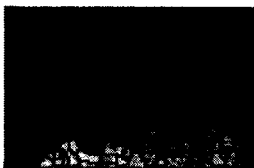
```

for(k=0;k<5;k++)
if( $R_{i-3,j-k} = R_{i-1,j-k} ||$ 
 $R_{i-1,j-k} = R_{i+1,j-k} ||$ 
 $R_{i+1,j-k} = R_{i+3,j-k}$  ){
    if( $k == 0$ )  $C_1 = C_1 + 2$ ;
    else  $C_1 = C_1 + 1$ ;
}
:
for(k = 0; k < 5; k++)
if( $R_{i-3,j-k-3} = R_{i-1,j-k+3} ||$ 
 $R_{i-1,j-k-3} = R_{i+1,j-k+3} ||$ 
 $R_{i+1,j-k-3} = R_{i+3,j-k+3}$  ){
    if( $k == 0$ )  $C_7 = C_7 + 2$ ;
    else  $C_7 = C_7 + 1$ ;
}
    
```

[그림 3] 제안하는 공간적 보간 알고리즘의 블록도
 [Fig3] Proposed block diagram for spatial interpolation



(a)



(b)

[그림 4] 영역 분할, (a) 원영상, (b) 영역 분할된 영상
 [Fig 4] Segmentation, (a) original image (b) segmented image.

여기서 $R_{i,j}$ 는 보간하는 위치 (i, j) 의 영역을 나타낸다. 그리고 C_n 은 n 번째 방향에서 화소간 영역이 같은지를 조사하여 구한 값이다. 따라서 이 값이 클수록 해당하는 방향으로 화소간 상관성이 높고 에지가 있음을 알 수 있다. 식 3과 같이 가장 큰 값을 가진 방향으로 보간을 한다. 이때 두 방향 이상에서 같은 최대값을 가지면 1, 2, ..., $n-1$, n 방향순으로 수직방향에 따른 우선 순위를 두고 선택한다.

$$D_n = \max_{\text{arg}} \{C_1, C_2, \dots, C_{n-1}, C_n\} \quad (3)$$

이때 식 4와 같이 방향에 따른 D 가 최소한 적정 임계치 T 이상 나올 경우만 그 방향을 인정하여 보간을 하고 그렇지 않을 경우 수직으로 보간을 한다.

```

if( $D = 1$  and  $C_1 > T$ )
 $f(x,y) = (f(x-1,y) + f(x+1,y))/2$ 

if( $D = 2$  and  $C_2 > T$ )
 $f(x,y) = (f(x-1,y+1) + f(x+1,y-1))/2$ 

if( $D = 3$  and  $C_3 > T$ )
 $f(x,y) = (f(x-1,y-1) + f(x+1,y+1))/2$ 

if( $D = 4$  and  $C_4 > T$ )
 $f(x,y) = (f(x-1,y+2) + f(x+1,y-2))/2$ 

if( $D = 5$  and  $C_5 > T$ )
 $f(x,y) = (f(x-1,y-2) + f(x+1,y+2))/2$ 
    
```

if($D = 6$ and $C_6 > T$)

$$f(x,y) = (f(x-1,y+3) + f(x+1,y-3))/2$$

if($D = 7$ and $C_7 > T$)

$$f(x,y) = (f(x-1,y-3) + f(x+1,y+3))/2$$

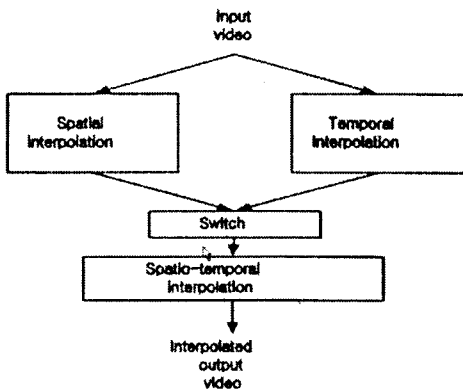
else $f(x,y) = (f(x-1,y) + f(x+1,y))/2$ (4)

이렇게 방향성을 가지고 보간한 값과 수직 방향으로 두 화상들의 중간값을 이용하여 최종 영역 기반 공간 deinterlacing 화소값을 구한다.

제안하는 공간적 deinterlacing 방법에서 얻어진 공간적 보간값은 앞으로 개발될 시간적 보간값과 더불어 향상된시공간 (spatio-temporal) deinterlacing 알고리즘에 적용되어 향상된 보간값을 가지게 될 것이다. 그림 5는 움직임 검출 또는 보상에 의하여 적용하는 시공간 deinterlacing 블록도를 나타낸다. 여기서 스위치(switch)는 다음 식 5와 같이 움직임에 따라 구하여진 가중치 a 에 따라 공간적으로 보간된 값 $f(x,y)$ 와 시간적으로 보간된 값 $f_T(x,y)$ 를 조합함으로써 최종 시공간 보간 값 $f_{ST}(x,y)$ 을 얻게 하는 역할을 한다 [8].

$$f_{ST}(x,y) = af_T(x,y) + (1-a)f(x,y)$$

(4)



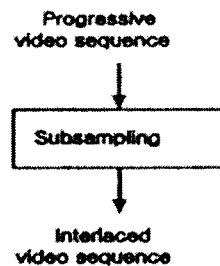
[그림 5] 시공간 deinterlacing 블록도

[Fig 5] Spatio-temporal deinterlacing block diagram

4. 실험 결과

제안된 방법의 성능을 보여주기 위하여 먼저 그림 6과 같이 progressive 동영상을 subsampling하여 interlaced 동영상을 만들었다. 그리고, 분수령 알고리즘을 이용하여 유사 영역들로 분할한다. 이때 너무 많은 영역으로 나누는 것을 방지하기 위하여 먼저 평활화(smoothing)를 하고 이에 따른 경사도(gradient)를 이용한다. 평활화에는 평균(average), 미디언(median), 형상학(morphological) 필터 등을 사용한다. 또한 경사도를 구할 때 소벨(Sobel), 큐빅(Cubic), 형상학 연산자(operator)등을 이용한다. 본 논문에서 연산이 간단한 평균필터, 소벨 연산자, 분수령 알고리즘 [7]을 사용하였다. 다음 그림 7과 같이 MELA [3]과 제안한 영역 기반 deinterlacing 방법의 결과를 보인다.

그림 7(b)에서 격자 무늬가 deinterlacing이 잘못되어 빗살무늬로 변형되는 것을 볼 수 있다. 기존 알고리즘 [3]은 화소값의 변화가 심하여 굴곡이 심한 영상에서 오히려 에지를 왜곡하는 단점을 가지는 반면 제안한 알고리즘은 영역에 따라 에지를 보존하는 장점이 있음을 알 수 있다.

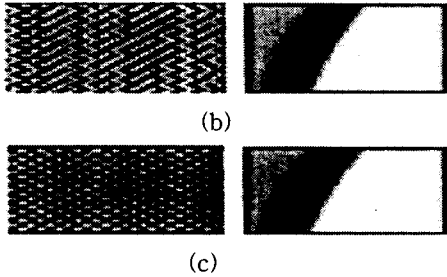


[그림 6] 비월 주사된 영상

[Fig. 6] Interlaced sequence



(a)



[그림 7] (a) 비월주사된 영상
 (b) MELA [3]를 이용하여 얻은 결과
 (c) 제안된 방법에 의하여 얻은 결과
 [Fig 7] (a) Interlaced images
 (b) deinterlacing results of MELA [3]
 (c) deinterlacing results of proposed method.

5. 결론

본 논문에서 기존 방법들이 화소간 차를 이용하는 것과 다르게, 분할된 영역을 이용하는 영역 기반 deinterlacing 시스템을 제안하였다. 제안된 방법에서는 분수령 알고리즘에 의하여 영역 분할된 결과에 따라 영역간 에지 방향을 구한다. 방향성을 이용한 공간적 보간과 시간적 보간을 하기 위하여 6개의 라인메모리를 사용하였다. 실험 결과를 통하여 제안한 알고리즘이 기존의 알고리즘 보다 블러링 등의 왜곡없이 에지를 유지함을 보였다. 따라서 앞으로 개선되는 영역 분할 알고리즘과 움직임 보상 알고리즘을 사용하면 제안한 시스템에서 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고 문헌

[1] M. H. Lee, J. H. Kim, K. K. Ryu, and D. I. Song, "A new algorithm for interlaced to progressive based on directional correlation and its IC design," *IEEE Trans. On Consumer Electronics*, vol. 2, no. 2, pp.

119-125, May 1994.
 [2] T. Doyle, "Interlaced to sequential conversion for EDTV applications," In *Proc. 2nd Int. Workshop Signal Processing of HDTV*, Feb. 1988, pp. 412-430
 [3] H. Y. Lee, J. W. Park, T. M. Bae, S. U. Choi, and Y. H. Ha, "Adaptive scan rate up-conversion system based on human visual characteristics," *IEEE Trans. On Consumer Electronics*, vol. 46, no. 4, pp. 999-1006, Nov. 2000.
 [4] R. Li, b. Zeng, and M. L. Liou, "Reliable motion detection/compensation for interlaced sequences and its applications to deinterlacing," *IEEE Trans. On Video and Syst. Video Technol.*, vol. 10, no. 1, pp. 23-29, Feb. 2000.
 [5] F. M. Wang, D. Anastassiou, and A. N. Netravali, "Time recursive deinterlacing for IDTV and pyramid coding," *Signal Process. : Image Commun.* 2, pp. 365-374, 1990.
 [6] K. J. Sugiyama and H. Y. Nakamura, "A method of de-interlacing with motion compensated interpolation," *IEEE Trans. On Consumer Electronics*, vol. 445, no. 3, pp. 611-616, Aug. 1999.
 [7] L. Vincent and P. Soille, "Watersheds in digital spaces: an efficient algorithm based on immersion simulations," *IEEE Trans. Pattern Anl. Machine Intell.*, vol. 13, pp. 583-598, Jun. 1991.
 [8] B. Bhatt, F. Templin, B. Hogstrom, H. Derovanessian, S. Lamadrid, and J. Mailhot, "Grand alliance HDTV multi-format scan converter," *IEEE Trans. On Consumer Electronics*, vol. 41, pp. 1020-1031, Nov. 1995.

김영로



- 1993.2 고려대학교 전자공학과
졸업 (학사)
- 1996.2 고려대학교 대학원
컴퓨터공학 (공학석사)
- 2001.8 고려대학교 대학원
컴퓨터공학 (공학박사)
- 2003.3 현재 명지전문대학
컴퓨터정보과 조교수

이형묵



- 1987.2 홍익대학교 전자계산학
과 졸업 (학사)
- 1989.2 홍익대학교 대학원 전자
계산학과 졸업 (석사)
- 1999.2 홍익대학교 대학원 전자
계산학과 졸업 (박사)
- 2000.3 현재 명지전문대학 컴퓨
터정보과 조교수