

영역 기반 Scan Rate Up-Conversion 기법

*김영로 **홍병기
*명지전문대학, **모빌라이즈

Region based Scan Rate Up-Conversion Technique

*Young-Ro Kim, **Byoung-Ki Hong
*Myongji College, **Mobilize

요약

본 논문에서 영역 분할을 기반으로 하는 새로운 scan rate up-conversion 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 scan rate up-conversion을 할 수 있다.

1. 서론

HDTV와 같은 순차 주사(progressive scan) 시스템에서는 비월 주사(deinterlaced scan) 영상을 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-based line average) 알고리즘 [1],[2]이 있고, 방향 상관성을 필터링하여 ELA의 성능을 향상시킨 modified ELA(MELA) 알고리즘 [3]이 있다. 이밖에 쌍선형 보간(bilinear interpolation) [4] 등이 많이 사용되었다. 또한, 움직임 보상을 이용하는 scan rate up-conversion 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 scan rate up-conversion 방법을 이용하였다. 제안된 방법으로 얻어진 공간적 보간값은 앞으로 개발될 시간적 보간값과 더불어 향상된 시공간(spatio-temporal) scan rate up-conversion 알고리즘 [8]에 적용되어 향상된 보간값을 가지게 될 것이다.

2. 기존 Scan Rate Up-Conversion 방법

ELA는 화소 간의 방향에 따른 상관성을 구하여 비월주사된 영상에서 화소를 보간하는 방법이다. 그림 1은 화소 간의 방향성을 나타낸다. 여기서 $f(x, y)$ 는 보간할 화소를 뜻하며, a, b, c, d, e 는 식 1과 같이 정의된다.

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

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

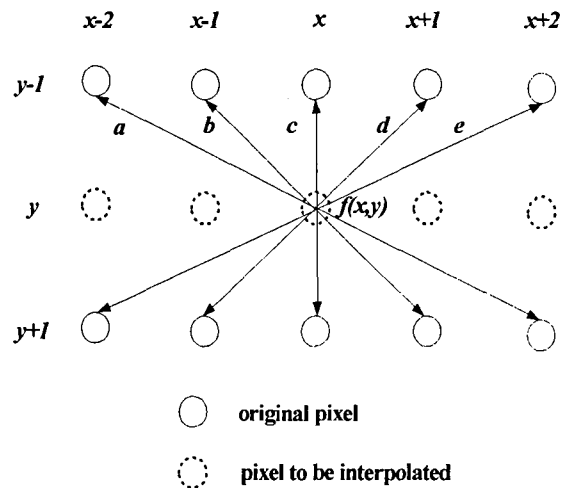


그림 1. ELA를 위한 3×5 윈도우

Fig. 1. 3×5 window for ELA

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 잘

못된 에지 방향 판단을 하여 보간함으로써 오히려 화질을 열화시킬 수 있다.

3. 제안하는 Scan Rate Up-Conversion 기법

제안하는 시스템을 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 먼저 영역 분할 알고리즘과 제안하는 scan rate up-conversion 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 scan rate up-conversion부에서 제안하는 공간적 보간 (spatial interpolation) 방법과 기존의 시간적 보간 방법을 이용하여 시공간 보간을 함으로써 scan rate up-conversion을 한다.

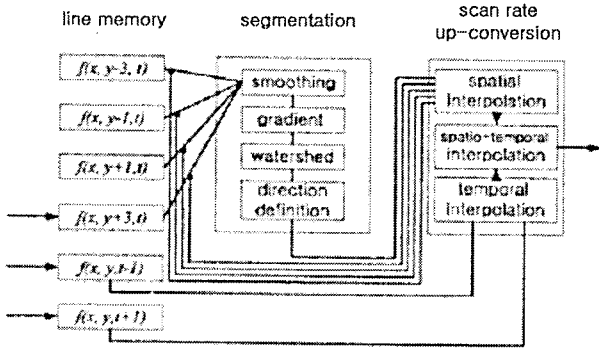


그림 2. 제안하는 영역 기반 scan rate up-conversion 방법
Fig. 2. Proposed scan rate up-conversion method

제안하는 공간적 보간 알고리즘은 분할된 영역들을 이용하여 방향에 따른 상관성을 구한다. 그리고 상관성이 가장 큰 방향으로 보간을 한다. 본 방법은 먼저 분수령 알고리즘 [7]을 이용하여 그림 3과 같이 유사 영역들로 분할한다. 그리고 식 2와 같이 7방향으로 화소들 간의 영역이 같은지를 조사한다.

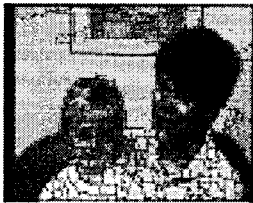


그림 3. 영역 분할된 영상
Fig. 3. Segmented image.

$$\begin{aligned}
 & \text{for}(k=0;k<5;k++) \\
 & \text{if}(R_{i-3,j-k}=R_{i-1,j-k} \parallel \\
 & \quad R_{i-1,j-k}=R_{i+1,j-k} \parallel \\
 & \quad R_{i+1,j-k}=R_{i+3,j-k}) \{ \\
 & \quad \text{if}(k==0)C_1=C_1+2; \\
 & \quad \text{else } C_1=C_1+1; \\
 & \} \\
 & \vdots \\
 & \text{(2)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{for}(k=0;k<5;k++) \\
 & \text{if}(R_{i-3,j-k-3}=R_{i-1,j-k+3} \parallel \\
 & \quad R_{i-1,j-k-3}=R_{i+1,j-k+3} \parallel \\
 & \quad R_{i+1,j-k-3}=R_{i+3,j-k+3}) \{ \\
 & \quad \text{if}(k==0)C_7=C_7+2; \\
 & \quad \text{else } C_7=C_7+1; \\
 & \} \\
 & \text{(3)}
 \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned}
 & \text{if}(D_n == 1 \text{ and } C_1 > T) \\
 & f(x,y) = (f(x-1,y) + f(x+1,y))/2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{if}(D_n == 2 \text{ and } C_2 > T) \\
 & f(x,y) = (f(x-1,y+1) + f(x+1,y-1))/2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{if}(D_n == 3 \text{ and } C_3 > T) \\
 & f(x,y) = (f(x-1,y-1) + f(x+1,y+1))/2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{if}(D_n == 4 \text{ and } C_4 > T) \\
 & f(x,y) = (f(x-1,y+2) + f(x+1,y-2))/2
 \end{aligned}$$

$$\text{if}(D_n == 5 \text{ and } C_5 > T)$$

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

$$\text{if}(D_n == 6 \text{ and } C_6 > T)$$

$$f(x,y) = (f(x-1, y+3) + f(x+1, y-3))/2 \quad (4)$$

$$\text{if}(D_n == 7 \text{ and } C_7 > T)$$

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

$$\text{otherwise } f(x,y) = (f(x-1, y) + f(x+1, y))/2$$

이렇게 방향성을 가지고 보간한 값과 수직 방향으로 두 화소 값들의 중간값을 이용하여 최종 영역 기반 공간 scan rate up-conversion 화소값을 구한다.

제안하는 공간적 scan rate up-conversion 방법에서 얻어진 공간적 보간값은 앞으로 개발될 시간적 보간값과 더불어 향상된 시공간 (spatio-temporal) scan rate up-conversion 알고리즘에 적용되어 향상된 보간값을 가지게 될 것이다 [8].

4. 실험 결과

제안된 방법의 성능을 보여주기 위하여 먼저 그림 4와 같이 progressive 동영상상을 subsampling하여 interaced 동영상상을 만들었다. 그리고, 분수령 알고리즘을 이용하여 유사 영역들로 분할한다. 이때 너무 많은 영역으로 나뉘는 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 5와 같이 MELA [3]과 제안한 영역 기반 scan rate up-conversion 방법의 결과를 보인다.

그림 5(b)에서 격자 무늬가 scan rate up-conversion이 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.

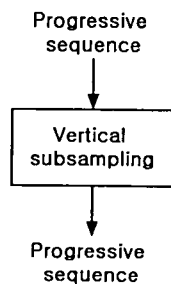


그림 4. 테스트 영상 생성
Fig. 4. Interlaced sequence

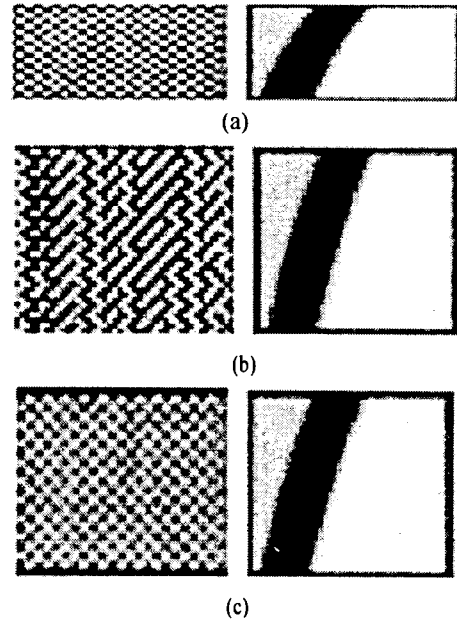


그림 5. (a) 비월주사된 영상, (b) MELA [3]를 이용하여 얻은 결과, (c) 제안된 방법에 의하여 얻은 결과
Fig. 5. (a) Interlaced images, (b) scan rate up-conversion results of MELA [3], and (c) scan rate up-conversion results of proposed method.

5. 결론

본 논문에서 기존 방법들이 화소간 차를 이용하는 것과 다르게, 분할된 영역을 이용하는 영역 기반 scan rate up-conversion 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 왜곡없이 에지를 유지함을 보였다. 따라서 앞으로 개선되는 영역 분할 알고리즘과 움직임 보상 알고리즘을 사용하면 보다 좋은 scan rate up-conversion 결과를 얻을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [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.

이 논문은 2004년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2004-003-D00373).