

논문 2011-6-12

중간값 필터를 이용한 적응적 디인터레이싱 알고리즘

An Adaptive Deinterlacing Algorithm Using a Median Filter

이상운*, 백경훈**

Sangun Lee, Kyunghoon Baek

요약 본 논문에서는 하나의 필드만을 사용하여 비월 주사 영상을 순차 주사 영상으로 변환하는 디인터레이싱 방법을 제안한다. 먼저, ELA 기법을 이용하여 에지의 방향성을 예측한다. 에지의 방향성을 정확히 예측하였을 경우에는 ELA(Edge-based Line Average) 기법에 의한 화소를 보간하고 에지의 방향을 잘못 예측하였을 경우에는 다시 새로운 에지의 방향을 결정한다. 결정된 방향에 대하여 화소를 본 논문에서 제안한 중간값 필터(median filter)를 이용하여 보간한다. 모의실험 결과 기존의 비인터레이싱 방법에 비해 주관적 및 객관적 화질이 개선됨을 보인다.

Abstract In this paper, we propose a new deinterlacing method that converts the interlaced images into the progressive images using a field. First of all, it estimates the direction of edge. If it makes an accurate estimate of the direction, then it interpolates a pixel using ELA(Edge-based Line Average). Otherwise, it estimates the new direction of edge, and then, it interpolates a pixel using a proposed median filter. From simulation results, it is shown that the proposed method improves both subjective and objective image quality as compared with previous deinterlacing methods.

Key Words : interlacing, deinterlacing, ELA, median filter, edge

1. 서론

방송에서는 제한된 전송대역을 효율적으로 이용하기 위하여 영상포맷 규격을 일반적으로 비월주사(interlaced scan) 방식을 채택하고 있다. 이 방식은 한 프레임(frame)을 반으로 나누어 두 개의 필드(field)로 나누어 번갈아 주사하기 때문에 시간적인 깜빡임(flicker) 현상을 줄일 수 있다는 장점이 있지만 주사선 사이에 시간차가 존재하여 주사선 사이에 깜빡임이 발생한다는 문제점이 있다.

디인터레이싱 방법에는 화면간의 정보를 이용하는 인터 방식^[2,3]과 필드내 화면정보를 이용하는 인트라 방식

^[4-7]이 있다. 인터 방식은 움직임 정보를 이용하는 방법으로 보간 할 영역의 위치에 해당하는 영역을 이웃 필드에서 찾아 움직임 벡터(motion vector)를 이용하여 현재의 필드 영역을 보간 하는 것이다. 인터 방식은 인트라 방식 보다 우수한 결과를 얻을 수 있으나 복산 복잡도가 높고 움직임 벡터를 잘못 예측하였을 경우 심각한 화질 열화를 야기할 수 있다. 한편 인트라 기법은 일반적으로 인터 기법보다 성능은 떨어지나 계산 복잡도가 낮고 움직임 정보를 잘못 예측하였을 경우와 같은 심각한 화질 열화가 발생하지 않는다. 인트라 방법으로는 크게 일반적인 보간 방법과 에지 기반의 보간 방법으로 나뉜다.

일반적인 보간 방법에는 NN(Nearest Neighbor) 양선형보간(BL : BiLinear interpolation), 3차 회선 보간(cubic convolution)등이 있다. 이 방법은 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있지만 에지 정보와 같은 영상의 특징을 반

*정회원, 동아방송예술대학 방송기술과

**정회원, 동아방송예술대학 방송통신과

접수일자 2011.10.20, 수정완료 2011.11.29

게재확정일자 2011.12.16

영하지 않기 때문에 선명한 영상을 얻기 어려운 단점을 가지고 있다^[1].

에지 기반 보간 방법의 대표적인 방법에는 ELA^[4] (Edge-based Line Average)이 있다. ELA는 간단한 구조로 영상의 에지를 잘 표현할 수 있는 장점이 있는 반면에 에지 방향을 잘못 결정하였을 경우 화질의 열화를 야기시킨다. 이 문제를 해결하기 위하여 EELA^[5], LCD^[6], FFD^[7]등이 제안되었다. 하지만 이러한 방법들은 높은 성능을 나타내지만 계산 복잡도가 증가 된다는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 ELA을 기반으로 하고 중간값 필터 (median filter)를 이용한 디인터레이싱 방법을 제안한다. 제안한 방법은 우선 ELA를 이용하여 에지의 방향성을 예측한다. 만약 에지의 방향성을 정확히 예측하였을 경우에는 ELA를 이용하여 화소를 보간한다. 그러나 에지의 방향성을 잘못 예측하였을 경우에는 방향성 예측 값에 의하여 에지의 방향을 결정한 후에 보간 될 값은 중간값 필터(median filter)를 이용하여 결정함으로써 화질을 향상시킬 수 있는 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다.

II. 에지 기반 디인터레이싱 기법

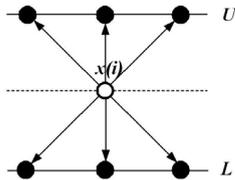


그림 1. ELA
Fig. 1. ELA

ELA는 그림 1에서 보여지는 것과 같이 인접 화소들간의 상관관계에 근거하여 방향성을 찾아 보간한다. ELA 방법은 영상의 라인 사이의 상관도 방향을 검출하여 가장 상관도가 높은 쪽으로 방향을 정하고 이를 바탕으로 두 라인 화소 사이의 평균을 취하여 보간하는 방법이다.

보간될 화소 $x(i)$ 를 기준으로 하여 다음과 같이 상관도 $C(k)$ 를 구하고 이를 이용하여 보간 처리를 한다.

$$C(k) = |U(i+k) - L(i-k)|, k = -1, 0, 1 \quad (1)$$

$$\theta = \operatorname{argmin}(C(-1), C(0), C(1)) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \text{if}(\theta \equiv C(-1)) \\ & \quad x(i) = \frac{U(i-1) + L(i+1)}{2} \\ & \text{elseif}(\theta \equiv C(0)) \\ & \quad x(i) = \frac{U(i) + L(i)}{2} \\ & \text{else} \\ & \quad x(i) = \frac{U(i+1) + L(i-1)}{2} \end{aligned} \quad (3)$$

보간은 가장 높은 상관성을 가지는 방향으로 이루어진다. ELA는 적은 계산량으로 좋은 화질을 얻을 수 있지만 에지의 방향을 잘못 결정하였을 경우 심각한 화질 열화가 발생한다.

III. 중간값 필터를 이용한 디인터레이싱 알고리즘

본 논문에서는 ELA를 기반으로 한 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. ELA는 단순하면서도 높은 객관적, 주관적 화질을 성취하지만, 방향성을 잘못 예측하였을 경우 에지부분에서 심각한 화질 열화가 발생한다. 따라서, 에지 방향성을 잘못 예측 하였을 경우 효율적으로 처리할 수 있는 방법을 제시한다.

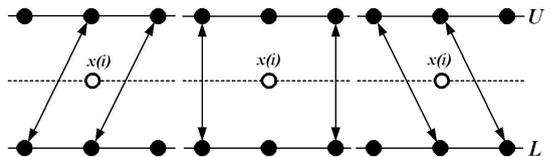


그림 2. MEDIAN_ELA
Fig. 2. MEDIAN_ELA

제안하는 알고리즘의 구성은 다음과 같다.

우선, ELA를 이용하여 에지의 방향성을 다음과 같이 예측하여 처리한다.

$$\begin{aligned} & \text{if}(\operatorname{argmin}(C(-1), C(0), C(1)) \leq TH) \\ & \quad x(i) = \text{식} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{else} \quad (5)$$

MEDIAN_ELA

여기서 TH 값은 미리 설정한 임계치이다.

만약 식(2)의 값이 임계치보다 작을 경우는 예지의 방향을 잘 예측하였다고 가정하여 식(3)을 이용하여 $x(i)$ 를 보간한다. 그러나 식(2)의 값이 임계치보다 클 경우에는 예지의 방향성이 복잡하고 방향성을 잘못 예측하였다고 가정하여 MEDIAN_ELA에 의해 방향성을 다시 예측하고 이에 따라 본 논문에서 제안하는 중간값에 의해 $x(i)$ 를 결정한다.

MEAIAN_ELA 처리과정은 다음과 같다. 우선, ELA에 의해 처리한 결과가 방향을 잘못 결정하였다고 가정하고 식(5)에서 나타나는 예측 인자를 이용하여 식(6)으로 부터 예측 방향 θ_d 을 결정한다.

$$\begin{aligned} d_{45} &= |U(i) - L(i-1)| + |U(i+1) - L(i)| \\ d_{90} &= |U(i-1) - L(i-1)| + |U(i+1) - L(i+1)| \\ d_{135} &= |U(i-1) - L(i)| + |U(i) - L(i+1)| \end{aligned} \quad (6)$$

$$\theta_d = \operatorname{argmin}(d_{45}, d_{90}, d_{135}) \quad (7)$$

θ_d 가 결정되면 다음과 같이 $x(i)$ 를 결정한다.

$$\begin{aligned} \text{if } (\theta_d \equiv d_{45}) \\ x(i) &= \operatorname{median}(U(i), U(i+1), L(i-1), L(i), M_{45}) \\ \text{elseif } (\theta_d \equiv d_{90}) \\ x(i) &= \frac{U(i) + L(i)}{2} \\ \text{else} \\ x(i) &= \operatorname{median}(U(i-1), U(i), L(i), L(i+1), M_{135}) \end{aligned} \quad (8)$$

여기서, *median*은 중간 값 필터(*median filter*)연산을 의미하고 M_{45} 와 M_{135} 은 다음과 같다.

$$M_{45} = \frac{U(i) + U(i+1) + L(i-1) + L(i)}{4} \quad (9)$$

$$M_{135} = \frac{U(i-1) + U(i) + L(i) + L(i+1)}{4} \quad (10)$$

본 논문에서 예지의 방향성이 복잡할 경우에는 중간 값 필터에 의하여 결정하였다. 중간 값 필터는 저주파 성분 및 고주파 성분을 잘 유지하는 특징을 가지고 있기 때문에 방향성을 정확히 예측 못하였을 경우에도 시각적으

로 우수한 화질을 제공한다.

IV. 실험 및 결과

제안된 방법은 다양한 특성을 지닌 영상들을 이용하여 기존 디인터레이싱 방법들과 비교 평가 하였다.

실험 영상은 순차 주사 방식의 원본 영상에 대하여 홀수 혹은 짝수 필드로서 서브 샘플링하여 만들었고, 이에 대하여 본 논문에서 제안된 디인터레이싱 기법을 적용하여 원본 영상과 객관적(PSNR: Peak Signal to Noise Ratio) 및 주관적 화질을 비교하였다. 표 1은 기존 방법들과 제안한 방법의 PSNR 비교 결과이다.(TH=10)

표 1. 실험 결과
Table 1. Simulation results

	NN	BL	ELA	제안방법
Lenna	27.14	30.43	29.22	30.15
Citus	32.28	36.02	33.96	34.41
Camera	26.08	29.37	27.83	28.87
Couple	25.00	27.53	26.39	26.83
Block	29.58	34.97	34.35	34.58
Image	16.29	19.23	17.08	18.29

위의 결과에서 알 수 있듯이 제안된 방법은 기존 ELA와 비교하였을 경우 평균 0.5~1dB 정도의 개선된 객관적 화질의 성능을 보여준다.



(a) ELA (a) ELA



(b) 제안된 방법 (b) Proposed method

그림 3. Block의 주관적 화질

Fig. 3. Subjective image quality of Block



(a) ELA (a) ELA



(b) 제안된 방법 (b) Proposed method

그림 4. Image의 주관적 화질

Fig. 4. Subjective image quality for Image

그림 3과 그림 4는 영상에 대한 디인터레이싱 방법들의 주관적 화질을 비교하였다. 그림 3에서 “D”를 살펴보면 제안된 방법이 기존 방법 보다 윤곽선을 선명하고 연속적으로 표현하는 것을 알 수 있다. 또한, 그림 4의 각각의 숫자와 대각선 방향의 윤곽선을 살펴보면 기존 방법보다 제안된 방법이 더 선명하고 연속적으로 표현하는 것을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 중간값에 의해 영상을 보간하는 새로운 디인터레이싱 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 적응적으로 설계하여 우선 ELA에 의해 영상을 보간하였다. 만약 ELA를 이용하여 영상을 보간할 경우 에지의 방향성을 정확히 예측하지 못하였다고 판단되면 새로운 방향성 예측 값에 의해 에지의 방향을 결정하고 결정된 방향에 대하여 중간값 필터를 이용하여 영상을 보간하였다. 실험 결과 제안된 방법이 에지의 형태를 기존 방법보다 더 정확히 보존하는 것을 입증하였다.

참고 문헌

- [1] Microsoft, "Broadcast-enable computer hardware requirements" Proceeding of the IEEE, vol. 86, pp.1839-1857, September 1998.
- [2] R. Li, B. Zeng and L. Liou, "Reliable motion detection/compensation for interlaced sequences and its applications to deinterlacing," IEEE trans. Circuits and Syst. Video Technol., vol. 10, no. 1, pp. 23-29, Feb. 2000.
- [3] O. Kwon, K. Soh and C. Lee, "Deinterlacing using directional interpolation and motion compensation," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 49, no. 1, pp. 198-203, Feb. 2003.
- [4] T. Doyle, "Interlaced to sequential conversion for EDTV applications," in proc. 2nd Int. Workshop Signal Processing of HDTV, pp. 412-430, Feb. 1998.
- [5] T. Chen, H. R. Vu and Z. H. Yu, "Efficient

deinterlacing algorithm using edge-based line average interpolation," Optical Engineering., vol. 39, no. 8, pp. 2101-2105, Aug. 2000.

[6] P. Y. Chen and Y.H. Lai, "A low-complexity interpolation method for deinterlacing," IEICE Trans. Inf. & Syst., vol. E90-D, no. 2, Feb. 2007.

[7] S. Jin, W. Kim and J. Jeong, "Fine directional de-interlacing algorithm using modified Sobel operation," IEEE Trans. Cons. Elect., vol. 54, no. 2, pp. 857-862, Feb. 2008.

저자 소개

이 상 운(정회원)



- 1991년 한양대학교 전자공학사
- 1993년 한양대학교 전자공학석사
- 1999년 한양대학교 전자공학박사
- 2002년 삼성전자 책임연구원
- 2002년 ~ 현재 동아방송예술대학 방송기술과 교수

<관심분야 : 영상처리, 영상압축>

백 경 훈(정회원)



- 1992년 한양대학교 전자통신박사
- 1997년 한세대학교 전자공학과 교수
- 1997년 ~ 현재 동아방송예술대학 방송통신과 교수

<관심분야 : 전파통신, 영상처리>