

논문 2008-451E-4-8

에지 방향 벡터 기반 디인터레이싱 기법

(A Deinterlacing Method Based on the Edge Direction Vectors)

이 광 보*, 박 성 한**

(Kwang Bo LEE and Sung Han PARK)

요 약

본 논문은 에지 방향 벡터(edge direction vector, EDV)가 이용된 새로운 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 제안하는 필터는 움직임이나 장면 전환이 많은 영역에서 높은 효율을 보이는 알고리즘이다. EDV는 소벨 마스크가 이용된 에지 맵을 통과하면서 계산되는데, 에지 방향을 정교하게 구하는데 이용된다. 제안된 EDV에 기반한 디인터레이싱 방식은 먼저 다섯 개의 방향, 즉, 26.5°, 45°, 90°, 135°, 그리고 153.5° 위에 있는 픽셀 사이 밝기 차이를 조사한다. 그 차이값들은 소벨 마스크를 거치면서 에지 방향의 각도와 확신도 값을 반환한다. 에지 방향 각도와 확신도 파라미터에 기반하여 최종 보간 방식이 정해진다. 제안하는 방식은 기존 방식보다 안정적이고 에지의 방향을 더욱 정교하게 찾는다라는 특징이 있다. 실험결과 제안한 방식은 주관적 화질 뿐만 아니라 객관적인 성능도 우수함을 알 수 있다.

Abstract

A new intra-field deinterlacing algorithm with edge direction vector (EDV) in the image block is introduced. This proposed filter is suitable to the region with high motion or scene change. We first introduce an EDV, which is computed by Sobel mask used edge map, so that finer resolution of the edge direction can be acquired. The proposed EDV oriented deinterlacing system operates by identifying small pixel variations in five orientations, 26.5°, 45°, 90°, 135°, and 153.5°. The EDV values work as inputs of Sobel mask and return edge direction degree and confidence parameters. Based on edge direction degree and confidence parameters the missing pixel is computed. The results of computer simulations demonstrate that the proposed method outperforms a number of intra-field deinterlacing methods in the literature.

Keywords : deinterlacing, image interpolation, post processing, edge map, weight

I. 서 론

최근 멀티미디어 컴퓨터 및 고선명 TV등의 상용화와 TFT LCD(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), 대형 LCD와 같은 평판 디스플레이 장치들이 널리 사용됨에 따라 화질 향상에 대한 연구는 더욱 중요해지고 있다. 그리고 Ethernet, PSTN, ISDN, xDSL등과 같은 유선망과 무선 TRS, CDMA 2000등의 다양한 무선망에서 디지털 영상

정보는 멀티미디어 서비스의 중심으로써 그 중요성이 점차 높아지고 있다. 멀티미디어 콘텐츠 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 부분이 영상이고, 또한 그 수요가 계속 증가하고 있기 때문에 디지털 영상 기술은 정보통신 분야에서 핵심 기술 분야로 각광을 받고 있으며, 다양한 이미지 보간 기법들은 디지털 영상 기술에 있어서 중요한 화두로 떠오르고 있다.

현재 2차원 영상을 모든 위치에 대해서 정확히 표현하고 처리하는 것은 사실상 불가능하다. 기존의 아날로그 TV에서는 수직방향으로 표본화하는 주사방식을 택하였던 것에 반해, 디지털 TV에서는 수평, 수직방향으로 일정한 간격마다 표본을 취하고 이 표본 값을 양자화하여 만든 디지털 신호를 이용하고 있다. 아날로그 TV 신호는 짝수와 홀수 필드가 1/60초의 시간차이를 두고 교차되어 하나의 프레임을 구성하는 격행 주사 신

* 정희원, 안양과학대학 전문사관과
(Dept. of Non-Commissioned Officers, Anyang Technical College)

** 정희원, 한양대학교 컴퓨터공학부
(Dept. of Computer Science Engineering, Hanyang University)

접수일자: 2008년10월29일, 수정완료일: 2008년12월9일

호를 사용한다^[1]. 그러므로 아날로그 TV의 콘텐츠를 디지털 TV나 컴퓨터 모니터와 같은 순행주사방식의 디바이스에서 그대로 사용하게 된다면 화면이 들쭉날쭉 해지고, 테두리와 줄의 압박임이 나타나고, 화면이 얼룩지거나 흐려지는 등의 영상 왜곡 현상이 발생하게 된다^[2]. 따라서 이러한 왜곡 현상을 제거하고 고품질의 영상을 제공하기 위하여 격행 주사 영상을 순행 주사 영상으로 변환하는 다양한 디인터레이싱(Deinterlacing) 방법들이 제안되어 왔다. 디인터레이싱은 이제 다양한 표준 포맷을 지원하기 위해 필수 불가결한 요소가 되었고 그 성능이 수상기에서 출력되는 영상의 최종 화질을 결정하게 된다고 해도 과언이 아니다.

기존의 디인터레이싱 방법들은 크게 두 가지로 나뉜다. 시간적 정보를 사용하지 않고 현재 필드의 정보만을 사용하여 보간 하는 공간적 디인터레이싱 방법과 시간적 정보와 현재 필드의 정보까지 사용하는 시간적 디인터레이싱 방법으로 분류할 수 있다. 시간적 디인터레이싱 방식은 공간적 디인터레이싱 방식에 비해 좀더 성능이 우수하다고 알려져 있다. 그러나 이 방식은 잘못된 움직임 정보가 이용되는 경우에 우수한 성능을 기대할 수 없고, 더 복잡한 하드웨어 구조를 요구하며 오류 전파의 위험성이 있다는 단점이 있다. 따라서 효율적인 공간적 디인터레이싱 방식은 영상 보간 성능을 향상시키기 위하여 여전히 필요하며 본 논문에서는 공간적인 방식을 개선하는데 초점을 맞춘다.

본 논문에서 우리는 움직임 보상이 이용되지 않는, 특히 공간 정보만으로 보간을 하는 디인터레이싱 기법을 연구하고 제안한다. 근래 움직임 적응 또는 움직임 보상 시공간 정보를 이용한 디인터레이싱 기법들이 많이 이용되고 있기에 공간정보만을 이용하는 디인터레이싱 기법은 한계가 있는 것처럼 여겨지기도 한다. 하지만 제안하는 필터는 움직임과 장면 전환이 많은 영역에 이용되면 유리하다. 앞으로 소개될 우리 논문의 장점은 다음과 같다.

에지 방향기반의 디인터레이싱 기법들은 잘못된 에지 정보로 보간방향이 결정될 때 문제를 지닌다. 또한 에지 방향의 수평 해상도가 불충분하기 때문에 열화된 영상 화질을 보인다. 이 문제를 해결하기 위해 에지 방향 벡터(edge direction vector, EDV)가 소개되고 정확한 에지 방향이 구해진다. EDV를 이용함으로써 디인터레이스된 영상의 수직 해상도는 주관적으로 보상된다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II장에서는 기존에 소개된 공간적 디인터레이싱 기법들에 관해 논

의한다. III장에서는 에지 방향 검출기(Edge Direction Detector)를 소개하고, IV장에서는 제안하는 알고리즘을 설명한다. V장에서는 일곱 가지 352×288 크기의 CIF 동영상에 대상으로 기존의 알고리즘들과 제안하는 알고리즘의 성능을 평가하고, VI장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

공간적 디인터레이싱 방식은 다시 두 가지로 분류된다. 첫째는 다양한 공간 필터를 사용하여 접근하는 방법이고, 둘째는 에지의 방향성을 고려하여 접근하는 방법이다.

첫 번째 방법은 에지의 존재 유무를 고려하지 않고 디인터레이싱을 하는 방법인데, 에지 부분이 눈에 매우 민감한 부분인데도 불구하고 에지 부분을 고려하지 않는 것은 상당한 문제점을 지니게 된다. 실제로 이러한 방법들로 디인터레이싱을 하게 되면 에지는 물론 영상이 흐려지거나 원하지 않는 영상을 얻게 된다. 대표적인 방식으로 Bob 알고리즘을 들 수 있는데, 이 방식은 보간 하고자 하는 픽셀 위와 아래 위치에 존재하는 화소의 평균값으로 보간을 수행하는 방식이다^[3]. 하지만 이 방식으로 보간을 할 경우 영상내 수평방향 또는 대각선 방향의 에지부분이 계단 모양으로 우툴두툴하게 보간되어짐을 알 수 있다. 따라서 대부분의 경우 에지의 존재 유무를 고려하여 보간을 하게 된다. 이 방법들 중 가장 널리 사용하는 방법은 ELA (Edge-based Line Average) 알고리즘이다^[4]. ELA 알고리즘은 영상에서 라인간 상관도 방향을 검출하여 가장 상관도가 높은 쪽으로 방향을 정하고, 이 방향을 바탕으로 두 라인의 화소 평균을 취하여 보간하는 방법이다. ELA 알고리즘은 간단한 계산과 구현의 용이성 때문에 많이 사용되고 있지만 작은 픽셀 값의 변화에 민감하고, 잘못된 에지 정보를 이용하는 등의 단점이 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위하여 ELA 알고리즘을 기반으로 다른 요소들을 접목시켜 EELA(Efficient ELA)와 MELA(Modified ELA)등 개선된 알고리즘들이 제안되었다^[5-6]. EELA 방식은 ELA 방식보다 더 정확한 방향성을 찾기 위하여 현재 위치에서 영상의 공간적인 형태를 세 가지로 분류한다. 즉, 공간적인 방향이 왼쪽, 오른쪽, 또는 가운데 방향으로 분류하여 각각 분류된 범주에서 적절한 방법으로 ELA 알고리즘을 변형하여 적용한다. 하지만 EELA 알고리즘도 기존의 ELA 알고리즘에 비해 어느 정도 성능을 개선하였지만 복잡한 고주파 영역에서 에

지 방향의 부적합한 판단으로 화질의 열화를 충분히 줄이지는 못하였다. 이전의 ELA 기반의 알고리즘들 보다 좀 더 성능이 우수한 DOI(Direction Oriented Interpolation) 알고리즘은 에지 방향을 좀 더 정교하게 찾고, 공간적으로 강한 하나의 에지나 수평 방향성의 에지를 갖는 영상에서 좋은 성능을 보인다^[7]. DOI 알고리즘은 보간을 수행할 픽셀의 위치를 중심으로 하여 3×2의 블록 정합을 통해 에지의 방향성을 더욱 자세히 찾아내어 보다 정확한 보간을 할 수 있다. 그러나 DOI 알고리즘은 큰 검색 범위 내에서 에지 방향을 찾기 때문에 복잡도가 높고, 유사하거나 반복적인 에지 패턴을 갖는 영역에서는 좋지 않은 성능을 보인다. 이외에도 수평과 수직방향 에지 패턴을 이용한 에지 기반의 보간 알고리즘^[8], 에지 정보와 방향에 기반 하여 국부적으로 적응적 임계값을 가한 비선형 필터^[9] 등이 제안되었다.

공간 디인터레이싱 방법은 시간적 정보를 사용하지 않고 현재 필드의 정보만을 사용하여 픽셀을 보간 하는 방법이기 때문에 움직임이 빠르거나, 장면이 전환되는 등의 시간적으로 상관성이 낮은 영상의 경우는 시간적 정보까지 참조하는 시간 디인터레이싱 방법 보다 더 좋은 성능을 나타낸다.

III. 에지 기반의 가중치 평균 디인터레이싱

1. 후보 픽셀

본 논문에서 $x(i,j)$ 는 보간된 픽셀의 휘도값을 나타낸다. 변수 i 와 j 는 열과 행의 번호를 각각 나타낸다. 에지 방향 검출기는 에지 각도 θ 에서의 휘도값의 차이를 조사하며 δ_θ 로 표현된다. 보간하고자 하는 픽셀 위에서의 방향 상관도를 구하기 위해 그림 1과 같이 2차원 윈도우가 사용된다.

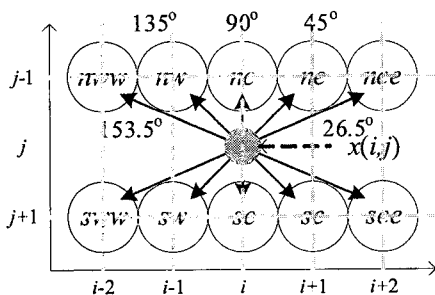


그림 1. 공간정보를 이용하는 에지 방향 기반 디인터레이싱을 위한 윈도우

Fig. 1. A window for edge direction-based deinterlacing using spatial information.

여기에서 n, s, c, w, 그리고 e은 각각 north, south, center, west, 그리고 east를 뜻한다. 이들 방향은 이동 파라미터의 역할을 하는데 n 와 s 는 수직방향으로 -1 과 +1, w 과 e 은 수평방향으로 -1과 +1 씩 이동하는 것을 표현한다. 윈도우 내 샘플들간의 공간 상관도를 구하기 위해 다양한 방향에서의 변화들이 다음과 같이 결정된다.

$$\begin{aligned} \delta_{26.5^\circ} &= |nee - sww|, \delta_{45^\circ} = |ne - sw|, \delta_{90^\circ} = |nc - sc|, \\ \delta_{135^\circ} &= |mw - se|, \delta_{153.5^\circ} = |mww - see|. \end{aligned} \quad (1)$$

파라미터값 δ_θ 은 방향 상관도 측정기를 나타내고, $\theta \in \{26.5^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 153.5^\circ\}$ 각도에서의 휘도값 변화를 나타낸다. 후보 픽셀 $x_\theta(i,j)$ 은 에지 방향 내 어느 두 픽셀 사이의 평균값이고 이 값들은 다음과 같이 구해진다.

$$x_\theta(i,j) = \begin{cases} \frac{nee + sww}{2}, & \text{if } \min(\delta_{26.5^\circ}, \delta_{45^\circ}, \delta_{90^\circ}, \delta_{135^\circ}, \delta_{153.5^\circ}) = \delta_{26.5^\circ} \\ \frac{ne + sw}{2}, & \text{if } \min(\delta_{26.5^\circ}, \delta_{45^\circ}, \delta_{90^\circ}, \delta_{135^\circ}, \delta_{153.5^\circ}) = \delta_{45^\circ} \\ \frac{nc + sc}{2}, & \text{if } \min(\delta_{26.5^\circ}, \delta_{45^\circ}, \delta_{90^\circ}, \delta_{135^\circ}, \delta_{153.5^\circ}) = \delta_{90^\circ} \\ \frac{mw + se}{2}, & \text{if } \min(\delta_{26.5^\circ}, \delta_{45^\circ}, \delta_{90^\circ}, \delta_{135^\circ}, \delta_{153.5^\circ}) = \delta_{135^\circ} \\ \frac{mww + see}{2}, & \text{if } \min(\delta_{26.5^\circ}, \delta_{45^\circ}, \delta_{90^\circ}, \delta_{135^\circ}, \delta_{153.5^\circ}) = \delta_{153.5^\circ} \end{cases} \quad (2)$$

2. 에지 방향 벡터

본 섹션에서는 에지 맵에 의해 계산되는 EDV를 계산하고, 이는 정교한 해상도를 가지는 에지 방향을 구하기 위해 이용된다. 에지 맵에 의해 수평, 수직, 또는 대각선 에지로 표현되는 정확한 에지 방향이 계산된다. 보간하고자 하는 픽셀에서의 에지 특성들은 존재하는 인접 픽셀들로부터 구해진다.

이 과정을 수행하기 위해, 강인한 에지 검출을 위한

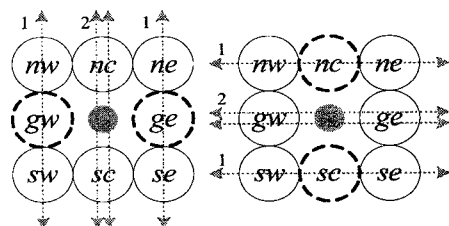


그림 2. 에지 방향 검출에 이용되는 소벨 마스크
Fig. 2. Sobel mask for edge direction detecting.

기울기 필터가 사용된다. 그림 2는 인접 픽셀들과 이웃 블록을 보인다. 픽셀들 gw 과 ge 은 보간 하고자 하는 픽셀의 왼쪽과 오른쪽에 위치하는 가상 픽셀들이고 다음 식(3)과 같이 구해진다.

$$gw = \frac{nw + sw}{2}, \quad ge = \frac{ne + se}{2} \quad (3)$$

인접 픽셀들을 이용하여 에지 정보를 구하기 위해, 우리는 소벨 operator를 이용하여 영상 블록 내의 EDV를 구한다^[10]. 비디오 픽처 내의 각각의 픽셀은 에지 맵의 각각의 요소들과 결합되어 에지 방향의 각도와 크기를 구한다. 소벨 operator 는 수직과 수평방향 두 개의 콘볼루션 커널을 가진다. 픽셀 $x(i,j)$ 에 대해 해당하는 EDV, 곧 $V_{i,j} = \{\partial p_{i,j}, \partial q_{i,j}\}$ 는 다음 식(4)와 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} \partial p_{i,j} &= (sw + 2 \cdot sc + se) - (nw + 2 \cdot nc + ne) \\ \partial q_{i,j} &= (ne + 2 \cdot ge + se) - (nw + 2 \cdot gw + sw) \end{aligned} \quad (4)$$

여기에서 $\partial p_{i,j}$ 와 $\partial q_{i,j}$ 는 수직과 수평 방향 차이값의 정도를 나타낸다. 에지의 각도와 크기는 (5) 와 (6)과 같이 구할 수 있다.

$$angle(V_{i,j}) = \frac{180^\circ}{\pi} \times \arctan\left(\frac{\partial q_{i,j}}{\partial p_{i,j}}\right) \quad (5)$$

$$amplitude(V_{i,j}) = |\partial p_{i,j}| + |\partial q_{i,j}| \quad (6)$$

만일 각도 $angle(V_{i,j})$ 가 0° 보다 작으면 180° 를 더하여 범위가 0° 부터 180° 사이의 양수가 나오도록 조절한다. 파라미터들 $angle(V_{i,j})$ 과 $amplitude(V_{i,j})$ 는 EDV의 각도 θ 와 에지 방향 확신도 ρ_θ 로 표현된다. EDV의 각도가

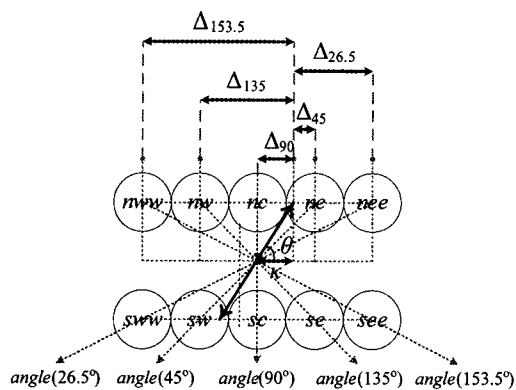


그림 3. 제안된 알고리즘의 예
Fig. 3. An example of the proposed algorithm.

구해지면 우리는 그림 3과 같이 κ 값을 구할 수 있고, 각각의 위치에서의 거리 값 $\Delta_{26.5}$, Δ_{45} , Δ_{90} , Δ_{135} , 그리고 $\Delta_{153.5}$ 값을 (7), (8)과 같이 계산할 수 있다.

$$\kappa = \frac{1}{\tan \theta} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta_{26.5^\circ} &= |-2 - \kappa|, \quad \Delta_{45^\circ} = |-1 - \kappa|, \quad \Delta_{90^\circ} = |0 - \kappa| \\ \Delta_{135^\circ} &= |1 - \kappa|, \quad \Delta_{153.5^\circ} = |2 - \kappa| \end{aligned} \quad (8)$$

3. 가중치가 고려된 디인터레이싱

다섯 개의 거리 값 Δ_θ 은 각각의 방향과 결합되어 가중치 ω_θ 를 계산하는데 이용되고 식 (9)와 같이 표현된다.

$$\omega_\theta = \frac{1}{1 + \Delta_\theta} \quad (9)$$

가중치는 거리 값 Δ_θ 이 작으면 후보 픽셀 x_θ 의 영향력이 커진다는 간단한 아이디어에 기반한다. 필터 출력 값을 $x_{prop}(i,j)$ 라고 한다면 그 결과 값은 가중치 평균으로 출력된다.

$$\begin{aligned} & \text{if } \{(|\kappa| > 2) \text{ or } (\vartheta_\theta < \nu_T)\} \\ & \quad x_{EWA}(i,j) = x_{90^\circ}(i,j) \\ & \text{otherwise} \end{aligned} \quad (10)$$

$$x_{EWA}(i,j) = \frac{\sum_{\theta \in \{26.5^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 153.5^\circ\}} \omega_\theta \cdot x_\theta(i,j)}{\sum_{\theta \in \{26.5^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 153.5^\circ\}} \omega_\theta}$$

에지 방향 기반의 보간법은 수평에지를 가지는 영상이나 에지 방향에 대한 확신이 부족한 픽셀에 대해서는 충분한 해결책이 되지 못한다. 이에 근거하여 우리는 θ 가 26.5° 보다 작거나 153.5° 보다 클 경우 $x_{90}(i,j)$ 으로 보

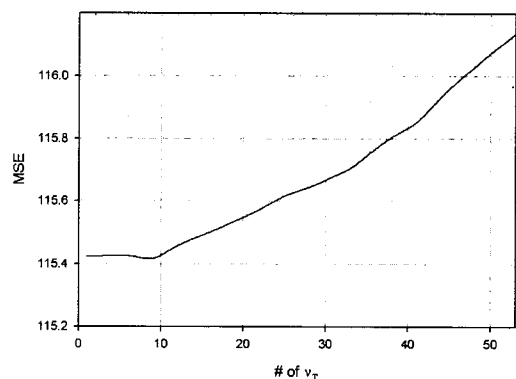


그림 4. 다양한 ν_T 값에 따라 변화하는 MSE
Fig. 4. MSE results for different ν_T .

간 하는 것으로 결정하였다. 또한 예지 방향 확산도 ρ_{θ} 가 임계값 v_T 보다 작으면 $x_{90}(i,j)$ 으로 하는 것으로 디자인했다. 그림 4는 coastguard, container, football, 그리고 hallmonitor영상에 대해 서로 다른 v_T 값을 주었을 때의 MSE 값의 변화를 보여준다. 본 논문에서 실험적으로 구해지는 사용자 파라미터 v_T 는 10으로 설정하였다.

IV. 실험

1. 실험의 준비

제안하는 디인터레이싱 알고리즘의 성능을 분석하기 위하여 352×288 크기의 CIF 동영상들에 대해 실험을 수행하였다. 사용된 영상들은 각각 Akiyo, Flower, Foreman, Mobiel, News, Stefan, 그리고 Table Tennis 이다. 제안하는 알고리즘과 기존 방식들과의 성능 비교를 위해 PSNR (peak signal-to-noise ratio)를 객관적 성능지표로 사용하였다.

여기서 영상의 크기는 $width \times height$ 이고 x_{org} 와 x_{rec} 는 각각 원본영상과 복원된 영상을 나타낸다. 실험을 위해 모든 비디오 시퀀스들은 그림 5의 과정과 같이 순행 주사 방식에서 격행 주사 방식의 시퀀스로 변환된다^[11].

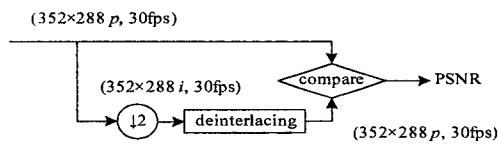


그림 5. 성능 평가 방식

Fig. 5. Performance measurement method.

다시 말해 순차주사 영상들을 짝수 혹은 홀수라인의 격행 샘플링을 통해 격행 주사 영상들로 변환하고, 각 영상에 대해 디인터레이싱 과정을 수행하였다. 복원된 영상들은 순차 주사 방식의 원본 영상과 비교하고 PSNR을 이용하여 성능을 계산하였다.

2. 성능 평가

본 섹션에서 순행주사방식의 원본영상과 다양한 디인터레이스 방법들이 적용된 출력영상들이 비교된다. 제안된 방식은 최근에 발표된 잘 알려진 공간 디인터레이싱 방식들과 비교되는데, 그들은 ELA^[4], EELA^[5], MELA^[6], DOI^[7], NEDD^[8], 그리고 LABI^[9]이다.

표 1에 다양한 테스트 시퀀스에서 실험된 여러 가지 디인터레이싱 방식들의 평균 PSNR과 CPU 시간 계산량이 표현되어있다. 표 1에서 보이는 것처럼, 제안된 방식은 평균 PSNR 결과를 볼 때 에서 다른 어떤 비교 대상 알고리즘보다 좋은 PSNR 결과를 보이는데 구체적으로 ELA, EELA, MELA, DOI, NEDD, 그리고 LABI보다 각각 -1.0765dB, -1.2959dB, -0.441dB, -0.2879dB, -3.3975dB, -0.4112dB, 그리고 -3.9637dB 개선되는 결과를 보였다. 반면 계산량 측면에서 볼 때 비록 DOI와 LABI 다음으로 많은 계산량을 요하지만 충분히 경쟁력 있는 결과를 보인다. 수치상으로 볼 때, ELA, EELA, MELA, DOI, NEDD, 그리고 LABI보다 각각 16.6%, 38.1%, 29.2%, 26.8%, -93.3%, -22.4%, 그리고 54.9% 개선되는 결과를 보였다.

표 1. 다양한 시퀀스에서 서로 다른 디인터레이싱 방식들의 PSNR과 평균 CPU 시간의 비교

Table 1. Comparison of PSNR and average CPU time for seven CIF sequences with different spatial deinterlacing (dB/frame and ms/frame).

	Akiyo	Flower	Foreman	Mobile	News	Stefan	T.Tennis	Average
ELA (dB)	37.6815	21.9325	31.3965	23.3409	31.5308	25.9657	31.2361	29.0120
(ms)	23.2974	23.2974	30.9966	19.2979	27.2970	23.7974	23.4974	24.4973
EELA (dB)	36.7604	21.9588	30.3962	23.2673	31.9229	26.3585	30.8843	28.7926
(ms)	22.6975	18.1980	36.7960	32.0965	22.8975	27.3970	23.1974	26.1828
MELA (dB)	39.2462	22.0182	30.6605	24.7968	32.7056	26.6749	31.4302	29.6475
(ms)	34.6670	20.1779	28.8848	21.4736	29.0083	23.8884	28.7372	26.6910
DOI (dB)	39.6058	22.2521	30.2166	24.9101	33.3840	26.6883	31.5472	29.8006
(ms)	171.9811	538.9407	312.4656	648.4287	363.2600	663.9270	812.4106	501.6305
NEDD (dB)	38.6852	22.3364	30.6379	24.7633	32.6870	26.9959	31.6351	29.6773
(ms)	39.2957	35.4961	50.7944	34.9962	42.7953	50.4944	51.2944	43.5952
LABI (dB)	33.8914	20.4972	28.0312	21.3759	28.4069	23.0753	27.5959	26.1248
(ms)	15.7983	15.4983	15.7983	19.9978	19.2979	27.4970	38.9957	21.8405
제안 (dB)	39.3929	22.4413	30.6713	25.3484	33.3907	27.4123	31.9624	30.0885
(ms)	46.1634	29.8757	29.2182	45.6475	28.6889	29.8059	29.7744	33.8344



그림 6. 36번째 Foreman 시퀀스 에 대한 확대된 결과영상: (a) 원본, (b) ELA, (c) EELA, (d) MELA, (e) DOI, (f) NEDI, (g) LABI, (h) 제안된 방식

Fig. 6. Zoomed results for 36th Foreman sequence: (a) original, (b) ELA, (c) EELA, (d) MELA, (e) DOI, (f) NEDI, (g) LABI, (h) the proposed method.

하지만 PSNR과 같은 객관적 성능 평가방법은 때로는 불합리할 때가 있다. 그 이유는 인간의 시각 특성의 고려 없이 원본영상과 복원영상간의 휘도값의 차이만을 가지고 우수성을 논하기 때문이다. 따라서 우리는 그림 6과 같이 주관적 화질평가를 수행하였는데, 352×288크기의 36번째 Foreman영상을 가지고 실험을 하였다. 비교대상이 된 공간 디인터레이싱 방식은 전체적으로 큰 왜곡 없이 복원을 하는 것을 알 수 있다. 하지만 에지 영역에서 스무딩 현상이 전체적으로 나타났고 에지의 방향성이 충분히 고려되지 않아 정교한 복원이 이루어지지 못함을 확인할 수 있다. 기존 알고리즘들이 에지 성분에서 간헐적으로 끊김 현상이 발생하는 것을 확인할 수 있지만 제안된 방식의 경우에는 영상의 주요성분인 에지의 연속성을 잘 살려주고 있음을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서 에지 방향 기반의 공간적 디인터레이싱 알고리즘이 제안되었다. 에지 방향의 정교한 해상도를 얻기 위해 EDV가 소개되었고, EDV는 에지 맵을 이용해서 구하였다. 각각의 에지 방향에서의 가중치는 EDV를 이용하여 계산한다. 가중치 값들은 후보 값들과 곱해져서 디인터레이스 과정을 훌륭히 수행한다. 제안된 알고리즘의 우수성은 여러 테스트 시퀀스를 통해 증명된다.

참 고 문 헌

[1] K. Jack, "Video demystified - A handbook for the digital engineer," Elsevier, 2005.

[2] K. Sugiyama and H. Nakamura, "A method of deinterlacing with motion compensated interpolation," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 45, no. 3, pp. 611 - 616, Aug. 2000.
 [3] E.B. Bellars and G. De Haan, "De-interlacing: A key technology for scan rate conversion," Elsevier, Amsterdam, 2000.
 [4] T. Doyle, "Interlaced to sequential conversion for EDTV applications," in *Proc. 2nd Int. Workshop Signal Processing of HDTV*, pp. 412-430 Feb. 1990.
 [5] T. Chen, H.R. Wu, and Z.H. Yu, "Efficient deinterlacing algorithm using edge-based line average interpolation," *Opt. Eng.*, vol. 39, no. 8, pp. 2101 - 2105, August 2000.
 [6] W. Kim, S. Jin, and J. Jeong, "Novel intra deinterlacing algorithm using content adaptive interpolation," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 53, no. 3, pp. 1036-1043, Aug. 2007.
 [7] H. Yoo and J. Jeong, "Direction-oriented interpolation and its application to de-interlacing," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 48, no. 4, pp. 954-962, Nov. 2002.
 [8] M.K. Park, M.G. Kang, K. Nam, and S.G. Oh, "New edge dependent deinterlacing algorithm based on horizontal edge pattern," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 49, no. 4, pp. 1508-1512, Nov. 2003.
 [9] D.-H. Lee, "A new edge-based intra-field interpolation method for deinterlacing using locally adaptive-thresholded binary image," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 54, no. 1, pp. 110-115, Feb. 2008.
 [10] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital image processing*. 2nd. Ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2002.
 [11] G. de Haan and E.B. Bellars, "Deinterlacing - An overview," *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, No. 9, Sep. 1998, pp. 1839-1857.

저 자 소 개



이 광 보(정회원)
 1981년 단국대학교 전자공학과 학사
 1989년 한양대학교 산업대학원 전자계산학 석사
 1997년~현재 한양대학교 컴퓨터공학과 박사 과정

1991년~2005년 안양과학대학 컴퓨터정보학부 교수
 2006년~현재 안양과학대학 전문사관과 교수
 <주관심분야 : 영상 처리, 화질 향상>



박 성 한(정회원)
 1970년 한양대학교 전자공학과 학사
 1973년 서울대학교 전자공학과 석사
 1984년 미국 텍사스 주립대 전기 및 컴퓨터공학과 박사

2003년 대한전자공학회 회장
 2005년~2007년 WFEO 정보통신의장
 1986년~현재 한양대학교 컴퓨터공학과 교수
 <주관심분야: 영상처리, 컴퓨터 네트워크 및 이동 센서네트워크 >