

텍스처 감지를 이용한 화소값 기울기 필터 및 중간값 필터 기반의 비디오 시퀀스 디인터레이싱

준회원 강근화*, 구수일**, 정회원 정제창*

Intensity Gradient Filter and Median Filter based Video Sequence Deinterlacing Using Texture Detection

Kunhwa Kang*, Suil Ku** Associate Members, Jechang Jeong* Regular Member

요약

본 논문에서는 텍스처 감지를 이용한 화소값 기울기 필터 및 중간값 필터 기반의 비디오 시퀀스 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 먼저 보간 할 픽셀의 주변 픽셀들을 이용하여 현재 보간 할 영역이 텍스처가 존재하는 영역인지 아니면 평탄한 영역인지를 판단한다. 제안하는 알고리즘에서는 보간 할 영역이 평탄한 영역으로 판단되면 중간값 필터를 이용하여 보간을 하고, 텍스처 영역으로 판단되면 화소값 기울기 필터를 이용하여 보간을 하게 된다. 그러므로 현재의 보간 할 영역은 두 개의 카테고리로 분류 할 수 있다. 제안하는 알고리즘은 상황에 맞게 적응적으로 보간을 수행하므로 좀 더 선명하고 정확한 영상을 얻을 수 있다. 그리고 여러 가지 CIF 동영상에 대한 실험 결과는 제안하는 알고리즘이 기존의 알고리즘 보다 객관적, 주관적으로 우수함을 보여준다.

Key Words : Intensity Gradient, Median Filter, Texture Detection, Deinterlacing, Edge estimation

ABSTRACT

In this paper, we proposed new de-interlacing algorithm for video data using intensity gradient filter and median filter with texture detection in the image block. We first introduce the texture detection. According to texture detection, the current region is determined into smooth region or texture region. In case that the smooth region interpolated by median filter. In addition, in case of the texture region, we calculate missing pixel value using intensity gradient filter. Therefore, we analyze the local region feature using the texture detection and classify each missing pixel into two categories. And then, based on the classification result, a different de-interlacing algorithm is activated in order to obtain the best performance. Experimental results show that the proposed algorithm performs well with a variety of moving sequences compared with conventional intra-field method in the literature.

I. 서론

최근 PDP나 LCD와 같은 대형 디스플레이 및 평판 디스플레이 장치들이 널리 사용됨에 따라 영상 화질 개선에 대한 연구가 더욱 중요해 지고 있다.

그러나 기존의 방송 시스템은 대역폭과 영상 화질을 함께 고려하여 비월 주사 방식을 채택하여 사용하고 있기 때문에 비월 주사 방식을 순차 주사 방식으로 변환이 필요하다. 그러나 변환 과정에서 여러 가지 영상의 왜곡 현상이 발생하게 되는데, 이러한 왜곡

※ 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2006-005-J04101).

* 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 영상통신 및 신호처리 연구실(ailove486@gmail.com)

** LG 디스플레이 OLED 사업부 제품개발 1팀(kusuil81@natel.com)

논문번호 : KICS2009-02-050, 접수일자 : 2009년 2월 7일, 최종논문접수일자 : 2009년 3월 18일

현상을 제거하고, 고화질의 영상을 제공하기 위해서 비월 주사 방식을 순차 주사 방식으로 변환하는 다양한 디인터레이싱 방법들이 제안되고 있다.

기존의 디인터레이싱 방법에는 크게 MC(Motion Compensation) 디인터레이싱 방법과 No-MC(No Motion Compensation) 디인터레이싱 방법이 있다.

일반적으로 MC 디인터레이싱 방법은 No-MC 디인터레이싱 방법과 비교하여 성능은 우수 하지만 연산 복잡도가 높고 메모리 용량을 많이 필요로 하기 때문에 하드웨어로 구현에 있어서 어려움이 따른다¹¹. 반면에 상대적으로 구현이 용이한 No-MC 디인터레이싱 방법들 중에는 움직임 정보를 이용하여 적응적으로 시, 공간 필터를 적용하는 방법과¹³⁻¹⁵, 필드내의 정보만을 이용하여 보간을 하는 공간 필터를 이용하는 경우가 연산 복잡도가 낮고, 실시간 구현이 용이 하기 때문에 많이 적용되고 있다¹⁶⁻¹². 공간 필터 중에 성능이 우수하고 많이 적용되고 있는 알고리즘들은 에지의 방향성을 이용한 보간하는 알고리즘이다. 이러한 방법들은 먼저 에지 정보를 추출하여 방향성을 계산하고 이에 따라 적절한 화소들을 이용하여 보간 하게 되는데 이 경우, 정확한 에지 정보의 추출과 방향성을 결정하는 부분이 성능을 좌우하는 중요한 요소이다. 그리하여 에지를 추출하기 위한 다양한 방법들이 제시 되었는데 대부분의 방법에 있어서 대각선 에지에 취약한 단점이 있고, 구해진 에지의 방향을 완전히 신뢰 할 수 없었다.

기존에 널리 사용하는 알고리즘들은 에지의 방향을 추출하고 이를 이용하여 픽셀간의 평균값을 구하여 보간하는 ELA(Edge-based Line Average) 알고리즘이 간단한 연산과 구현의 용이성 때문에 많이 사용되고 있지만, 화소 값의 작은 변화에도 민감하고, 잘못된 에지 정보를 이용하는 등의 단점이 있다¹³. 이러한 ELA 알고리즘의 단점을 보완하기 위해 여러 알고리즘들이 제안되고 있다. 에지 방향의 검출 성능을 높이기 위한 추가적인 측정 방법¹⁷⁻¹⁹이 제안되었고, 수평 에지 패턴¹⁰이나 콘텍스트 분석¹³에 따른 보간 방법들이 제안 되었다. 특히 DOI(Direction Oriented Interpolation) 알고리즘⁹은 윈도우 기반으로 에지를 검출하기 때문에 이전의 ELA 알고리즘보다 좀 더 성능이 우수하다. DOI 알고리즘은 에지 방향을 좀 더 정교하게 찾고 공간적으로 강한 하나의 에지나 수평 방향성의 에지를 갖는 영상에서 좋은 성능을 보인다. 그러나 DOI 알고리즘은 큰 검색 범위 내에서 에지 패턴을 찾기 때문에 연산 복잡도

가 높고, 유사하거나 반복적인 에지 패턴을 가지는 영역에서는 좋지 않은 성능을 보인다.

그러므로 본 논문에서는 먼저 텍스처 감지를 통하여 현재 보간 할 영역이 평탄한 영역인지 아니면 에지가 존재하는 텍스처 영역인지를 판단하여 상황에 따른 적절한 보간 방법을 사용함으로써 기존의 알고리즘들 보다 더 좋은 성능의 결과를 얻을 수 있다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 II장에서는 기존의 디인터레이싱 알고리즘들을 대략적으로 설명하고, III장에서 제안하는 알고리즘 방법인 텍스처 감지 및 보간 알고리즘의 상세한 설명을 한다. 그리고 IV장에서 여러 가지 CIF 동영상에 대한 기존 알고리즘들과 비교 한 실험 결과 및 분석을 보여주고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 디인터레이싱 알고리즘

이 장에서는 기존의 디인터레이싱 알고리즘들 중 에지의 방향성을 고려한 ELA(Edge-based Line Average) 알고리즘¹³과 중간값 필터(Median filter) 알고리즘¹⁴을 간략하게 소개한다.

2.1 ELA(Edge-based Line Average) 알고리즘

ELA 알고리즘은 두 인접 라인들 사이에 위치한 보간 할 라인을 선형적으로 보간 하기 위하여 두 픽셀들 간의 방향성 상관도를 이용한다. ELA 알고리즘을 위한 3×3 윈도우는 그림 1에서 보여준다.

에지 방향의 결정은 식 (1)에서 보여 주고 있듯이 a, b, 그리고 c의 식에 의하여 찾을 수 있다. $X_{out}(i,j)$ 는 현재 보간 할 픽셀의 위치를 의미한다. 에지 방향은 수직 방향인 b, 45° 각도의 방향인 c, 그리고 135° 각도의 방향인 a의 두 픽셀의 값의 차이가 최소인 방향을 방향성 상관도가 제일 높다고

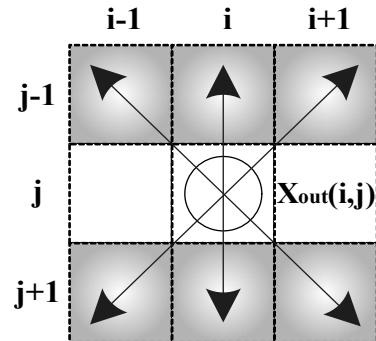


그림 1. ELA 알고리즘을 위한 3×3 윈도우.

보고 에지 방향으로 결정하게 된다. 그리고 에지 방향으로 결정된 두 픽셀의 평균값으로 손실 픽셀을 보간한다.

$$\begin{aligned}
 a &= |x(i-1, j-1) - x(i+1, j+1)| \\
 b &= |x(i, j-1) - x(i, j+1)| \\
 c &= |x(i+1, j-1) - x(i-1, j+1)|
 \end{aligned} \tag{1}$$

ELA 알고리즘은 연산량이 간단하고 구현의 용이하기 때문에 많이 사용 되지만, 에지 결정이 잘못된 경우나 완전한 에지 방향의 보간에 있어 심각한 화질 열화가 발생하거나, 수평 방향의 에지 성분이 존재하는 영상들에 대해서는 효율적이지 못한 단점이 있다.

2.2 Median Filter 알고리즘

중간값 필터^[14]는 영상처리에서 많이 사용하고 있는 알고리즘이다. 그리고 구현이 매우 간단하고 많은 영상에서 비교적 좋은 성능을 보여주고 있다. 손실 픽셀은 식 (2)에서 보여 주듯이 보간 할 픽셀의 주변 픽셀 a, b, c, d, e, f, 그리고 g를 비교하여 그 중 중간값을 가지는 픽셀로 보간하게 된다. 여기에서 g는 b와 e의 픽셀을 더한 값의 평균값이다. 중간값 필터 알고리즘은 강한 잡음에 효율적이다. 그러나 비교적 좋은 성능을 보이기는 하지만 자연 이미지 또는 풍경 이미지와 같은 영상과 에지를 가진 영상에서는 비효율적이다. 보간에 이용되는 보간 할 픽셀의 주변 픽셀들은 그림 2에서 보여준다.

$$\begin{aligned}
 f_{out}(i, j) &= \text{midian}\{a, b, c, d, e, f, g\} \\
 g &= (b + e) / 2
 \end{aligned} \tag{2}$$

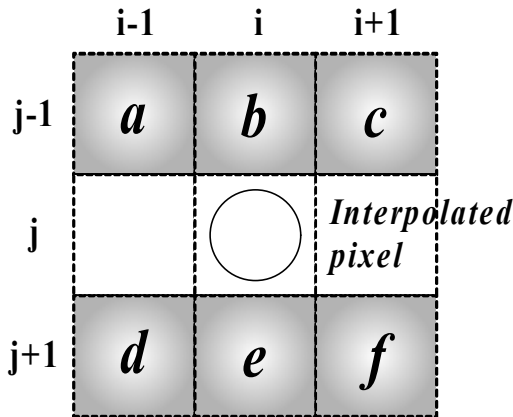


그림 2. 보간 할 픽셀의 주변 픽셀들.

III. 제안하는 알고리즘

기존의 디인터레이싱 알고리즘들은 그다지 효율적이지 못하였다. 그리하여 디인터레이싱 된 영상의 객관적 화질 및 주관적 화질을 개선하기 위하여 텍스처 감지를 이용한 화소값 기울기 필터 및 중간값 필터 기반의 비디오 시퀀스 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 편리를 위하여 제안하는 알고리즘은 IMTD (Intensity gradient filter, Median filter, Texture Detection) 알고리즘으로 부르도록 한다. 먼저 보간 될 픽셀은 텍스처 감지를 통하여 텍스처 영역인지 평탄한 영역인지 분류되고, 손실 픽셀은 그 결과에 따라 화소값 기울기 필터 또는 중간값 필터를 통하여 보간된다. 그림 3은 제안하는 IMTD 알고리즘의 대략의 흐름을 보여준다.

3.1 Texture Detection

우선, 현재 보간 할 영역이 에지나 텍스처가 있는 영역인지 평탄한 영역인지를 결정하기 위하여 텍스처 감지를 사용한다. 만약 텍스처 감지의 결과가 평탄한 영역일 경우, 손실 픽셀은 에지나 텍스처가 없는 경우이기 때문에 배경으로 판단하여 중간값 필터를 통하여 가장 적절한 값으로 보간 된다. 그러나 텍스처 영역일 경우에는 손실 픽셀은 화소값 기울기 필터를 이용하여 에지의 방향을 판단하

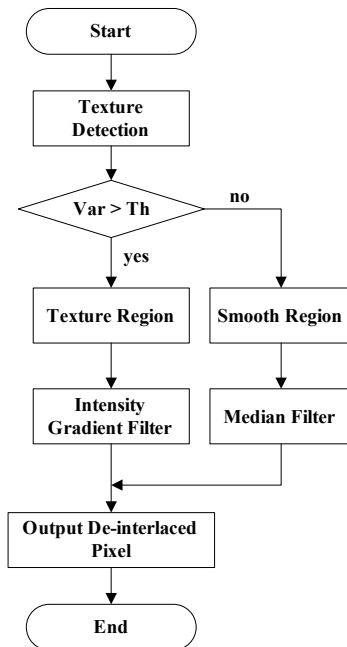


그림 3. 제안하는 알고리즘의 흐름도

고 에지 방향에 따라 적절한 값으로 보간 된다. 중간값 필터는 II장에서 이미 설명 하였으므로 생략하고, 화소값 기울기 필터의 설명은 밑의 Intensity Gradient Filter 부분에서 설명하도록 한다. 텍스처 감지는 식 (3)과 식 (4)에 의해 판단하고, 판단을 위한 주변 픽셀들은 그림 4에서 보여준다.

$$Var = \sum_{k=1}^8 (X_k - avg)^2 \quad (3)$$

$$avg = \left(\sum_{k=1}^8 X_k \right) / 8 \quad (4)$$

X_0 는 보간 할 픽셀의 위치를 나타내며, $X_1 \sim X_8$ 은 텍스처 감지를 위한 주변 픽셀들을 나타낸다. 텍스처 감지는 위의 식 (3)과 식(4)에 의하여 분산값 Var 으로 판단하게 된다. 만약 분산값인 Var 값이 임계값 보다 작을 경우 평탄한 영역으로 판단하게 되고, 임계값 보다 클 경우에는 텍스처 영역으로 판단한다. 여기에서 임계값은 실험을 통하여 결정 하였고, 모든 테스트 영상에서 고정하여 사용하였다.

3.2 Intensity Gradient Filter

화소값 기울기는 텍스처 분석에 사용되어 왔다 [15]. 우리는 영상에서 보간 할 픽셀의 주변 픽셀들로부터 에지 정보를 조사하는데 화소값 기울기를 사용한다. 에지의 방향 검출기는 시간 및 공간을 영역을 기반으로 한다. 그림 5는 영상에서 화소값 기울기 필터에 사용 될 주변 픽셀들을 보여준다. 보간 방법에 대한 상세한 설명은 아래에서 설명한다.

그림 5에서 x 는 보간 될 픽셀을 의미하고, Gray color 영역($a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, \text{ and } l$)은 화소값 기울기 필터에 이용되는 주변 픽셀들을 나타낸다.

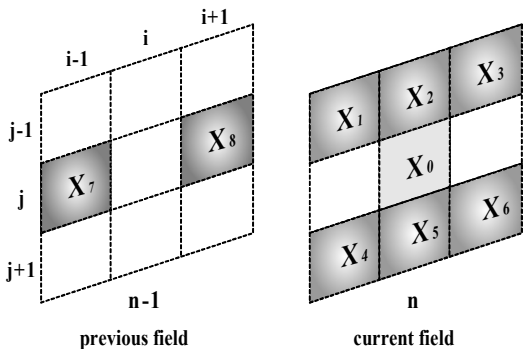


그림 4. 보간 할 픽셀의 위치와 주변 픽셀들.

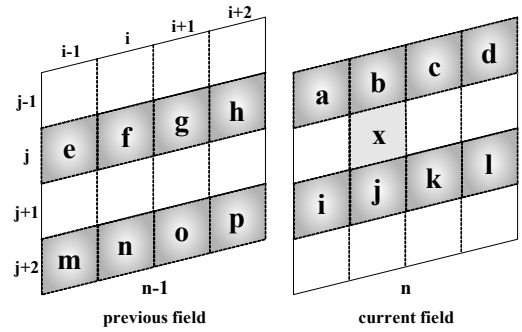


그림 5. 화소값 기울기 필터에 이용되는 주변 픽셀들.

3.2.1 90° 각도 방향

90° 각도의 화소값 기울기의 연산은 식 (5)와 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} G(e) &= \left| -0.5 \times P_{(a)} + 0.5 \times P_{(i)} \right| \\ G(i) &= \left| -0.5 \times P_{(e)} + 0.5 \times P_{(m)} \right| \\ G(g) &= \left| -0.5 \times P_{(c)} + 0.5 \times P_{(k)} \right| \\ G(k) &= \left| -0.5 \times P_{(g)} + 0.5 \times P_{(o)} \right| \\ G_{90^\circ} &= (G(e) + G(i) + G(g) + G(k)) \square 2 \end{aligned} \quad (5)$$

여기에서 \gg 는 오른쪽 시프트 연산을 의미한다. 만약 위의 식으로부터 만약 G_{90° 의 값이 0이 된다면 에지 방향은 90°가 된다.

3.2.2 0° 각도 방향

0° 각도의 방향의 연산은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} G(b) &= \left| -0.5 \times P_{(a)} + 0.5 \times P_{(c)} \right| \\ G(c) &= \left| -0.5 \times P_{(b)} + 0.5 \times P_{(d)} \right| \\ G(j) &= \left| -0.5 \times P_{(i)} + 0.5 \times P_{(k)} \right| \\ G(k) &= \left| -0.5 \times P_{(j)} + 0.5 \times P_{(l)} \right| \\ G_{0^\circ} &= (G(b) + G(c) + G(j) + G(k)) \square 2 \end{aligned} \quad (6)$$

3.2.3 45° 각도 방향

45° 각도 방향은 화소값 기울기 필터의 방향을 변경하는 것으로 다음과 같이 쉽게 결과를 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} G(g) &= \left| -0.5 \times P_{(d)} + 0.5 \times P_{(j)} \right| \\ G(j) &= \left| -0.5 \times P_{(g)} + 0.5 \times P_{(m)} \right| \\ G(f) &= \left| -0.5 \times P_{(c)} + 0.5 \times P_{(i)} \right| \\ G(k) &= \left| -0.5 \times P_{(h)} + 0.5 \times P_{(n)} \right| \\ G_{45^\circ} &= (G(g) + G(j) + G(f) + G(k)) \square 2 \end{aligned} \quad (7)$$

3.2.4 135° 각도 방향

135° 각도 방향은 45° 각도 방향을 구하는 것과 비슷하다. 135° 각도 방향은 식 (8)과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} G(f) &= |-0.5 \times P_{(a)} + 0.5 \times P_{(k)}| \\ G(k) &= |-0.5 \times P_{(f)} + 0.5 \times P_{(p)}| \\ G(g) &= |-0.5 \times P_{(b)} + 0.5 \times P_{(l)}| \\ G(j) &= |-0.5 \times P_{(e)} + 0.5 \times P_{(o)}| \\ G_{135^\circ} &= (G(f) + G(k) + G(g) + G(j)) \square 2 \end{aligned} \quad (8)$$

3.2.5 22.5° 각도 및 157.5° 각도 방향

22.5° 각도와 157.5° 각도를 위한 기울기는 각각의 각도의 좌, 우에 해당하는 각도 방향의 평균으로 구할 수 있다. 예를 들어 22.5°의 각도의 경우, 주변의 각도 방향의 모드(각각 0° 각도와 45° 각도 방향)로부터 식 (9)와 같이 결과를 얻을 수 있다.

$$G_{22.5^\circ} = (G(0^\circ) + G(45^\circ)) \square 1 \quad (9)$$

화소값 기울기 필터의 결과에 의하여 필터의 출력값 f_{IGF} 는 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$f_{IGF} = \min \left\{ \begin{array}{l} G_{90^\circ}, G_{0^\circ}, G_{45^\circ}, \\ G_{135^\circ}, G_{22.5^\circ}, G_{157.5^\circ} \end{array} \right\} \quad (10)$$

만약 텍스처 감지의 결과가 평탄한 영역일 경우, 앞의 II장에서 설명했듯이 중간값 필터를 이용하여 그 결과값으로 보간을 하게 되고, 텍스처 감지의 결과가 텍스처 영역일 경우는 식 (11)과 같이 두 픽셀의 평균값으로 손실 픽셀을 보간 하게 된다.

$$f_{out}(i, j, n) = \begin{cases} (f_{i,j-1,n} + f_{i,j+1,n})/2, & f_{IGF} = G_{90^\circ} \\ (f_{i+1,j-1,n} + f_{i+1,j+1,n})/2, & f_{IGF} = G_{45^\circ} \\ (f_{i-1,j-1,n} + f_{i+1,j+1,n})/2, & f_{IGF} = G_{135^\circ} \\ (f_{i+2,j-1,n} + f_{i-2,j+1,n})/2, & f_{IGF} = G_{22.5^\circ} \\ (f_{i-2,j-1,n} + f_{i+2,j+1,n})/2, & f_{IGF} = G_{157.5^\circ} \\ (f_{i,j,n-1} + f_{i,j,n+1})/2, & else \end{cases} \quad (11)$$

여기에서 $f_{i,j,n}$ 은 입력 픽셀 정보를 나타내고, $f_{out}(i,j,n)$ 은 보간 된 픽셀의 결과를 의미한다. 또한 $f_{i,j,n}$ 와 $f_{out}(i,j,n)$ 에서의 n 은 영상의 프레임의 위치를 나타낸다. 예를 들어 n 이 현재의 프레임이라고 하면

$n-1$ 은 이전 프레임을 의미하고 $n+1$ 은 다음의 프레임을 의미하게 된다. 추가적으로 최소 모드인 f_{IGF} 의 결과가 G_{0° 이면 다른 각도의 모드처럼 현재 필드의 픽셀 정보를 가지고 보간을 하는 것이 아니라 이전 프레임과 다음 프레임의 현재 보간 할 픽셀의 위치와 같은 위치의 픽셀 정보의 평균으로 보간을 한다. 그 이유는 텍스처 감지를 통하여 텍스처 영역으로 판단되었다고는 하나 수평각의 경우 그 영역이 수평 에지의 영역인지 배경 영역인지의 결정이 불분명하기 때문에 실험을 통하여 가장 좋은 성능의 결과가 얻어진 이전 프레임과 다음 프레임의 정보를 이용하여 보간 하는 방법을 사용 하였다.

IV. 실험 결과 및 분석

우리는 여러 종류의 CIF 동영상(Akiyo, Flower, Foreman, Mobile, Paris, Stefan, 그리고 Table tennis)을 대상으로 디인테레이싱 알고리즘들의 성능을 평가하였다. 기존의 알고리즘들과 성능을 비교하기 위하여 객관적인 화질의 비교 척도로 잘 알려져 있고, 널리 사용하고 있는 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)을 사용하여 비교하였다. 식 (12)에서 MSE (Mean Squared Error)는 식 (13)에서 보여 주듯이 원본 영상과 복원된 영상의 차이의 제곱의 평균을 의미한다.

$$PSNR(x_{org}, x_{rec}) = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE(x_{org}, x_{rec})} \quad (12)$$

$$MSE(x_{org}, x_{rec}) = \frac{\sum_{i=1}^{width} \sum_{j=1}^{height} (x_{org}(i, j) - x_{rec}(i, j))^2}{width \times height} \quad (13)$$

여기에서 x_{org} 와 x_{rec} 는 $width \times height$ 크기를 가지는 원본 영상과 복원된 영상을 나타낸다. 실험을 위해 CIF 동영상들은 그림 6과 같이 Progressive 형식으로부터 Interlaced 형식으로 변환된다^[16].

다음으로 우리는 Progressive 형식의 원본 영상과

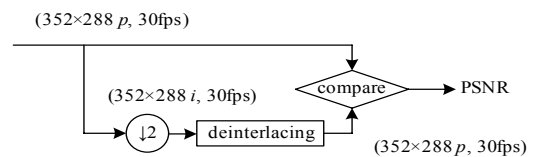


그림 6. 성능 평가 방법 흐름도.

표 1. CIF 영상에 대한 PSNR 의 비교 (dB/frame)

Algorithm	Sequence							
	Akiyo	Flower	Foreman	Mobile	Paris	Stefan	T. tennis	Average
LD	33.9880	20.3734	28.6094	21.2839	23.5132	23.1831	24.4676	25.0598
Bob	39.7076	22.4025	30.8135	25.4114	26.5072	27.4345	28.2800	28.6510
ELA	37.9291	21.8598	30.8425	23.6043	25.3078	26.1652	27.1520	27.5515
E-ELA	39.4298	22.0163	30.9723	24.3075	25.7667	26.3949	27.7547	28.0917
A-ELA	37.5717	21.8373	30.5971	23.4943	25.2104	25.8019	26.9746	27.3553
DOI	39.6879	22.4023	30.8116	25.4084	26.5060	27.4335	28.2694	28.6456
LABI	33.8914	20.4972	28.0312	21.3759	24.6116	23.0753	27.5959	25.5826
PMED	38.7242	22.3458	31.1990	04.1882	25.8611	26.1454	27.4895	25.1362
MIAD	39.7377	22.3515	31.0005	25.0680	26.2250	27.0946	28.1193	28.5138
Proposed	40.6523	22.8511	32.3201	25.3464	29.0455	24.6365	28.5952	29.0639

표 2. CIF 영상에 대한 평균 CPU time 비교 (ms/frame)

Algorithm	Sequence							
	Akiyo	Flower	Foreman	Mobile	Paris	Stefan	T. tennis	Average
LD	0.111	0.190	0.206	0.249	0.108	0.142	0.235	0.177
Bob	0.311	0.125	0.186	0.172	0.189	0.218	0.249	0.207
ELA	0.656	0.593	0.711	0.672	0.754	0.880	0.738	0.715
E-ELA	1.310	41.031	1.244	1.278	1.293	1.189	1.173	6.931
A-ELA	2.470	1.721	1.952	2.407	1.922	2.438	1.793	2.100
DOI	65.628	198.552	134.925	284.910	187.889	260.833	159.743	184.640
LABI	43.798	37.215	43.798	47.997	38.953	43.792	36.995	41.793
PMED	4.797	3.921	4.734	4.844	4.781	4.688	4.812	4.654
MIAD	2.672	2.203	2.828	2.813	2.781	2.688	2.687	2.667
Proposed	4.718	4.015	4.969	5.093	4.953	4.906	5.047	4.814

기존의 여러 디인테레이싱 알고리즘들을 이용하여 복원 된 영상들을 비교한다.

제안하는 IMTD 알고리즘은 기존의 디인테레이싱 알고리즘들인 LD(Line Doubling), Bob^[2], ELA^[3], E-ELA^[8], A-ELA^[7], DOI^[9], LABI^[12], PMED^[11], 그리고 MIAD^[11]와 비교하여 평균 PSNR 결과와 평균 CPU time 비교 결과를 표 1과 표 2에서 보여준다.

표 1과 표 2에서 볼 수 있듯이 제안하는 IMTD 알고리즘은 기존 알고리즘들 보다 객관적인 화질에서 우수한 성능을 보인다. 특히 에지의 방향이 선명하게 나타나는 Foreman 영상이나 반복적인 패턴이 많이 나타나는 Flower 영상의 경우에는 일반적으로 성능이 좋다고 알려진 Bob, DOI 알고리즘들 보다 객관적 화질의 비교 척도인 PSNR이 0.4486dB, 0.4488dB 우수한 성능을 보이고 있으며, CPU time 은 DOI 알고리즘과 비교하여 월등히 빠른 성능을 보여주고 있다. 또한 평균 PSNR에서도 제안하는 IMTD 알고리즘을 제외하고 높은 성능을 보이는 Bob, DOI, MIAD 알고리즘들과 비교하여 최대 0.5501dB 우수한 성능을 보이고 있다.

하지만 때로는 객관적 화질 비교 척도가 항상 이

상적인 것은 아니다. 왜냐하면 객관적 화질의 비교 척도는 단지 원본 영상과 복원 영상의 차이값만을 고려하고 있기 때문이다. 그렇기 때문에 이 비교 척도는 인간의 주관적 시각 특성이 고려되지 않은 비논리적 비교 척도라고 볼 수 있다. 그림 7은 Flower 영상의 170번째 프레임 영상의 특정 부분을 확대한 것이고, 그림 8은 Stefan 영상의 202번째 프레임 영상의 특정부분을 확대한 것이다. 그림 7(a)의 영상과 그림 8(a)는 영상의 확대한 부분을 사각형으로 표시 해 두었다. 영상의 확대한 부분은 에지 방향의 라인이 잘 나타나는 부분을 포함하고 있어 제안된 IMTD 알고리즘의 특성을 나타내는데 효과적이다.

Flower 영상은 그림 7에서 보듯이 화단의 부분에서 여러 가지 값을 가진 픽셀들이 산발적으로 분포해 있기 때문에 텍스처 감지 시 텍스처가 있는 영역으로 판단하게 된다. 그렇기 때문에 그 경우 화소값 기울기 필터를 사용하여 에지의 방향성을 판단한 후 보간을 하게 되는데 앞에서 언급했듯이 여러 값을 가진 픽셀들이 산발적으로 분포해 있어서 에지의 방향성을 가지고 보간 하는 방법은 성능이 상당히 좋지 않다. 그 예로 에지의 방향성을 이용하

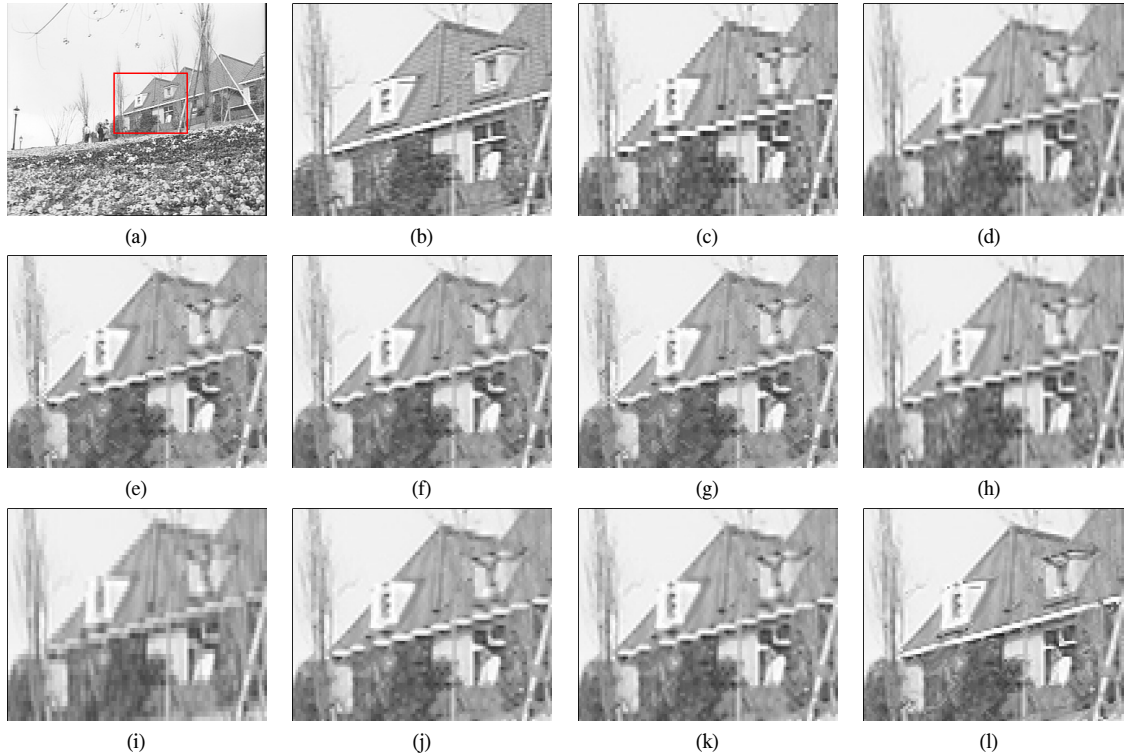


그림 7. “Flower” CIF 영상의 주관적 화질 비교 (a) 원본 영상, (b) 블록 원본, (c) LD, (d) Bob, (e) ELA, (f) E-ELA, (g) A-ELA, (h) DOI, (i) LABI, (j) PMED, (k) MIAD, (l) 제안하는 IMTD 알고리즘.

여 보간하는 대표적인 방법인 ELA 알고리즘, E-ELA 알고리즘 A-ELA 알고리즘 또한 Bob 알고리즘과 DOI 알고리즘의 PSNR 결과의 차이가 많이 나타난다. 하지만 에지의 방향성이 비교적 정확히 나타나고 있는 Foreman 영상을 Bob 알고리즘과 DOI 알고리즘의 PSNR 결과를 비교했을 경우 에지의 방향성을 기반으로 한 알고리즘들이 성능이 우수함을 알 수 있다. 제안하는 IMTD 알고리즘의 경우 Flower 영상에서 화단 부분의 보간 결과가 그다지 좋지 않지만 그림 7(l)에서 보여 주듯이 여러 값을 가지는 픽셀의 분포가 산발적으로 분포하지 않는 영역일 때의 성능은 기존의 알고리즘들 보다 우수함을 보여준다.

또한 Bob 알고리즘의 경우 객관적 화질 비교 척도인 PSNR은 높지만 그림 7(d)와 그림 8(d)에서 보듯이 주관적 화질은 매우 좋지 않다. 즉, 주관적 화질은 인간의 눈으로 판단하는 것이므로 객관적 성능이 좋다고 하여 항상 주관적 화질 성능이 좋은 것은 아니고, 주관적 화질 성능이 좋다고 하여 객관적 성능까지 높은 것은 아니다. 그 예로 그림 8의 Stefan 영상의 경우 제안하는 IMTD 알고리즘이 가

장 좋은 PSNR 값을 가지지는 않지만 주관적 화질의 관점에서 볼 때 가장 좋은 성능을 보이고 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 텍스처 감지를 통하여 보간 하고자 하는 영역이 텍스처 영역인지 평탄한 영역인지를 우선 판단하여 그 판단 결과에 따라 적응적으로 화소값 기울기 필터 또는 중간값 필터를 이용하여 보간하는 비디오 시퀀스 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 먼저 텍스처 감지의 결과가 평탄한 영역일 경우에는 중간값 필터를 이용하여 그 결과값으로 손실 픽셀을 보간하고, 감지 결과가 텍스처 영역일 경우에는 화소값 기울기 필터를 이용하여 에지의 방향을 판단하고, 에지 방향에 따른 보간 방법으로 손실 픽셀을 보간하게 된다. 제안하는 IMTD 알고리즘은 기존의 여러 알고리즘들과 비교한 여러 가지 CIF 동영상상을 대상으로 한 실험 결과를 통하여 객관적 화질 및 주관적 화질을 향상 시키는 것을 보여준다.

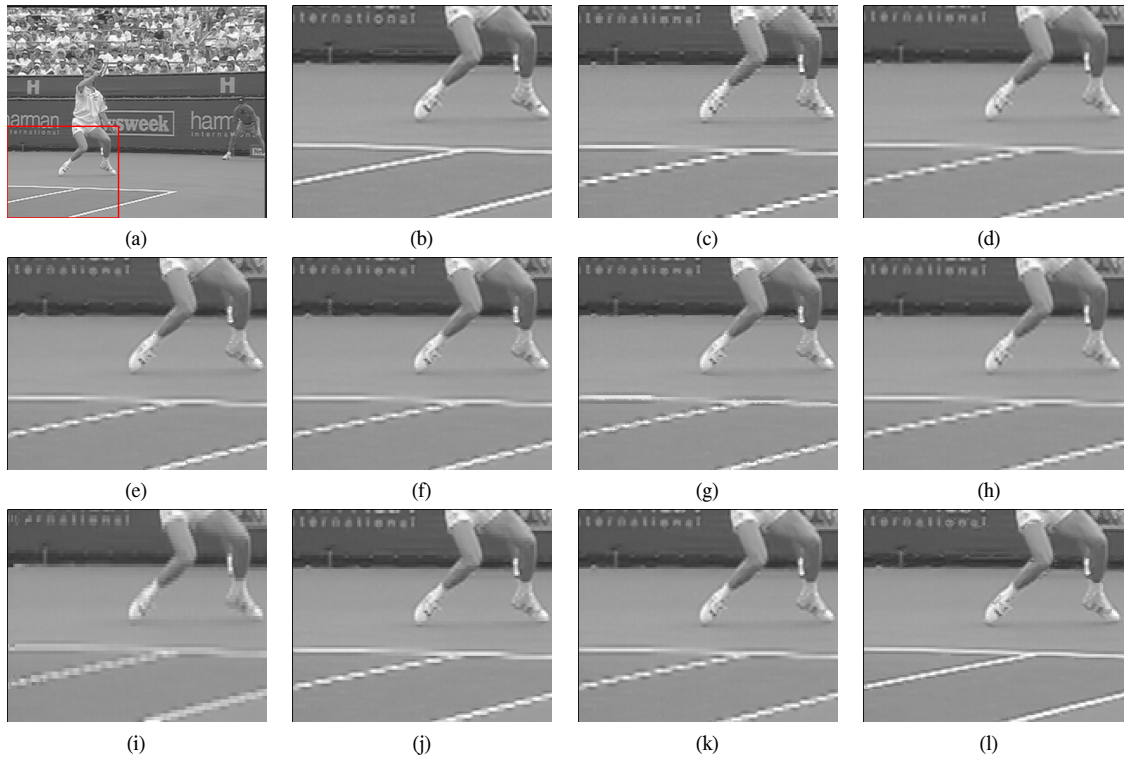


그림 8. “Stefan” CIF 영상의 주관적 화질 비교 (a) 원본 영상, (b) 블록 원본, (c) LD, (d) Bob, (e) ELA, (f) E-ELA, (g) A-ELA, (h) DOI, (i) LABI, (j) PMED, (k) MIAD, (l) 제안하는 IMTD 알고리즘.

참 고 문 헌

- [1] G. D. Hann, and E. B. Bellers, “De-interlacing - An overview”, *Proceedings of IEEE*, vol. 86, No. 9, pp. 1839-1857, Sep. 1998.
- [2] E. B. Bellers and G. de Haan, “Advanced de-interlacing techniques,” in *Proc. ProRisc/IEEE Workshop on Circuits, Systems and Signal Processing*, Mierlo, The Netherlands, pp. 7-17, Nov. 1996.
- [3] T. Doyle, “Interlaced to sequential conversion for EDTV applications,” in *Proc. 2nd Int. Workshop Signal Processing of HDTV*, pp. 412-430, Feb. 1990.
- [4] D. Han, C.-Y. Shin, S. -J. Choi and J.-S. Park, “A Motion adaptive 3-D de-interlacing algorithm based on the brightness profile pattern difference”, *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 45, No. 3, pp. 690-697, Aug. 1999.
- [5] Shyh-Feng Lin, Yu-Ling Chang, and Liang-Gee Chen, “Motion adaptive interpolation with horizontal motion detection for de-interlacing,” *IEEE Trans. Cons Elect.*, vol. 49, Issue 4, pp. 1256-1265, Nov. 2003.
- [6] M.-H. Lee, J.-H. Kim, J.-S. Lee, K.-K. Ryu, and D.-I. Song, “A new algorithm for interlaced to progressive scan conversion based on directional correlations and its IC design,” *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 40(2), pp. 119-125, May 1994.
- [7] C. J. Kuo, C. Liao, and C. C. Lin, “Adaptive interpolation technique for scanning rate conversion,” *IEEE Trans. Circuits Systems for Video Technology.*, vol. 6(3), pp. 317-322, Jun. 1996.
- [8] Tao Chen, Hong Ren Wu, and Zheng Hua Yu, “Efficient De-interlacing algorithm using edge-based line average interpolation,” *Optical Engineering.*, vol. 39, no. 8, pp. 2101-2105, Aug. 2000.
- [9] 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.

[10] M. K. Park, M. G. Kang, K. Nam, and S. G. Oh, "New edge dependent de-interlacing algorithm based on horizontal edge pattern," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 49, no. 4, pp. 1508-1512, Nov. 2003.

[11] M. Q. Phu, P. E. Tischer, and H. R. Wu, "A median based interpolation algorithm for de-interlacing," in *Proc. ISPACS 2004*, pp. 390-397, 18-19 Nov. 2004.

[12] D.-H. Lee, "A new edge-based intra-field interpolation method for de-interlacing using locally adaptive-thresholded binary image," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 54, no. 1, pp. 110-115, Feb. 2008.

[13] Tak-Song Chong, Au, O.C., Wing-San Chau, Tai-Wai Chan, "A content adaptive de-interlacing algorithm," *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, pp. 4923-4926, May 2005.

[14] H. Rabtanen, "Color video signal processing with median filters" *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 38, no. 3, pp. 157-161, Aug. 1992.

[15] W. Y. Ma and B. S. Manjunath, "A texture thesaurus for browsing large aerial photographs," *J. Amer. Soc. Inf. Sci.*, vol. 49, no. 7, pp. 633-648, May 1998.

[16] E. B. Bellers, and G. D. Hamm, "De-interlacing: A key technology for scan rate conversion", *Elsevier, Amsterdam*, 2000.

강근화 (Kunhwa Kang)

준회원



2008년 2월 부산외국어대학교 디지털정보공학부 졸업
2008년 3월~현재 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 석사과정
<관심분야> 영상처리, 영상압축

구수일 (Suil Ku)

준회원



2007년 2월 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업
2009년 2월 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 석사
2009년~현재 LG 디스플레이 OLED 사업부 제품개발 1팀 연구원
<관심분야> 화질개선, 영상처리

정제창 (Jechang Jeong)

정회원



1980년 2월 서울대학교 전자공학 학과 졸업
1982년 2월 KAIST 전기전자공학 학과 석사
1990년 미국 미시간대학 전기공학 학과 공학박사
1980년~1986년 KBS 기술연구소

연구원 (디지털 TV 및 뉴미디어 연구)
1990년~1991년 미국 미시간대학 전기공학과 연구교수 (영상 및 신호처리 연구)
1991년~1995년 삼성전자 멀티미디어 연구소 (MPEG, HDTV, 멀티미디어 연구)
1995년~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 교수 (영상통신 및 신호처리 연구실)
1998년 11월 27일 과학기술자상 수상
1998년 12월 31일 정보통신부장관상 표창
<관심분야> 영상처리, 영상압축