

논문 2009-46SP-6-7

기하 쌍대성의 원리가 적용된 비디오 디인터레이싱 알고리즘

(A Video Deinterlacing Algorithm Using Geometric Duality)

이 광 보*, 박 성 한**

(Kwang Bo Lee and Sung Han Park)

요 약

본 논문에서는 저해상도 유추 보간법(interpolation algorithm derived from low resolution: ILR)을 이용한 공간적 디인터레이싱 기법을 제안한다. 일반적인 에지 기반 디인터레이싱 방법들은 화소 단위의 상관도를 이용하기 때문에 잡음과 밝기의 변화에 민감하다는 단점이 있다. 또 보간의 성능을 좌우하는 정확한 에지 방향을 판단함에 있어서 만족스럽지 못한 성능을 보인다. 이러한 한계를 극복하기 위해 본 논문에서는 먼저 보간 하고자 하는 픽셀 주위의 저해상도 블록의 특성을 먼저 탐구하고 이를 고해상도 블록에 적용함으로써 missing pixel 을 보간 하는 방법을 제안한다. 실험결과 제안하는 방법은 기존의 화소 단위의 에지 기반 디인터레이싱 방법보다 PSNR로 대표되는 객관적 성능과 주관적 화질 측면에서 우수한 결과를 나타내는 것을 볼 수 있었다.

Abstract

A single field deinterlacing method, namely interpolation algorithm derived from low resolution (ILR), is presented in this paper. Traditional deinterlacing methods usually employ edge-based interpolation technique within pixel-based estimation. However, edge-based methods are somehow sensitive to noise and intensity variation in the image. Moreover, the methods are not satisfied in deciding the exact edge direction which controls the performance of the interpolation. In order to reduce the sensitivity, the proposed algorithm investigates low-resolution characteristics of the pixel to be interpolated, and applies it to high-resolution image. Simulation results demonstrates that the proposed method gives not only a better objective performance in terms of PSNR results compare to conventional edge-based interpolation methods, but also better subjective image quality.

Keywords : deinterlacing, single field interpolation, edge-directed prediction, post processing,
low resolution, high resolution

I. 서 론

현재 통용되고 있는 TV시스템은 인간 시각이 깜박임에 덜 민감하다는 사실에 기반해 비디오 신호를 제한된 대역폭에서 전송할 수 있는 격행 주사(interlaced)비디오 신호를 이용하고 있다^[1]. 하지만 최근 plasma

display panel(PDP)이나 liquid crystal display(LCD), personal computer(PC), high definition television(HDTV)과 같은 순행 주사(progressive) 비디오 신호만 다루는 대화면 평판 디스플레이 장치들이 널리 사용됨에 따라 격행 주사 신호를 순행 주사 신호로 변환하는 디인터레이싱 기술에 대한 연구는 날로 중요해지고 있다. 기존의 아날로그 TV에서는 수직 방향으로 샘플링 하는 주사 방식을 택하였던 반면에 디지털 TV에서는 수직뿐 아니라 수평 방향으로도 일정한 간격마다 샘플링을 취하고 이 표본 값을 양자화하여 만든 디지털 신호를 처리한다. 아날로그 TV 신호가 even 과 odd 필드가 1/60초의 시간 간격을 두고 교차되어 하나의 프레

* 정회원, 안양과학기술전문사관과
(Dept. of Non-Commissioned Officers, Anyang Technical College)

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

접수일자: 2008년10월29일, 수정완료일: 2009년10월26일

임을 구성하는 격행 주사 방식을 사용하고 있기 때문에 아날로그 TV의 영상을 PDP, LCD, PC, 그리고 HDTV 등에서 그대로 사용한다면 매우 심각한 화질 열화가 생기게 된다. 이러한 문제점들을 극복하기 위해 지금까지 다양한 디인터레이싱 방법들이 제시되었다.

디인터레이싱 방식들을 크게 분류하면 이전에 제공되었거나 또는 이후에 제공되는 필드 정보를 이용하지 않고 현재 필드의 정보만으로 보간을 수행하는 공간적 디인터레이싱 방식과 이전에 나왔거나 이후에 나오게 될 필드들의 정보를 적절히 이용하는 시간적 디인터레이싱 방식으로 나뉜다. 시간적 디인터레이싱 방식은 다시 움직임 정보를 이용하는 움직임 보상 디인터레이싱 방식^[2~3]과 움직임 정보 없이 보간하고자 하는 픽셀에서 움직임 또는 에지의 유무를 판단하여 보간을 수행하는 움직임 적응 디인터레이싱 방식^[4]으로 나뉜다. 일반적으로 공간적 디인터레이싱 방식은 다룰 수 있는 정보가 제한되어 있기 때문에 이전과 이후 필드로부터 움직임 정보를 추출하여 이용하는 시간적 디인터레이싱 방식보다 성능이 떨어진다. 그러나, 프레임간에 움직임이 많을 경우에는 공간적 디인터레이싱 기법을 사용하는 편이 주관적 화질과 객관적 성능 측면에서 유리하다는 것도 잘 알려진 사실이다. 또한 빠른 처리 속도를 요구하는 시스템의 경우 역시 움직임 정보를 이용하지 않는 디인터레이싱 기법이 더 효과적이라 할 수 있다^[5~11].

본 논문에서는 저해상도 유추 보간법(interpolation algorithm derived from low resolution: ILR)을 이용한 효율적인 디인터레이싱 방식을 제안한다. 먼저 보간하고자 하는 위치에서의 픽셀이 국부 정적 가우시안 프로세스(locally stationary Gaussian process)의 위치에 있는지를 조사한 후 픽셀 주위의 저해상도 블록의 특성을 먼저 탐구하고 이를 고해상도 블록에 적용함으로써 missing pixel 을 보간 하는 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 ILR 알고리즘이 적용된 디인터레이싱 방식을 설명한다. 실험 및 결과는 제 III장에 기술되고 제 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 저해상도 유추 보간법이 적용된 디인터레이싱 기법

서론에서 언급한 것과 같이 전통적인 에지 방향에 기반한 디인터레이싱 방식들은 구현의 복잡도 측면에서 볼 때 간단하고 계산량이 적다는 장점이 있지만 잡음에

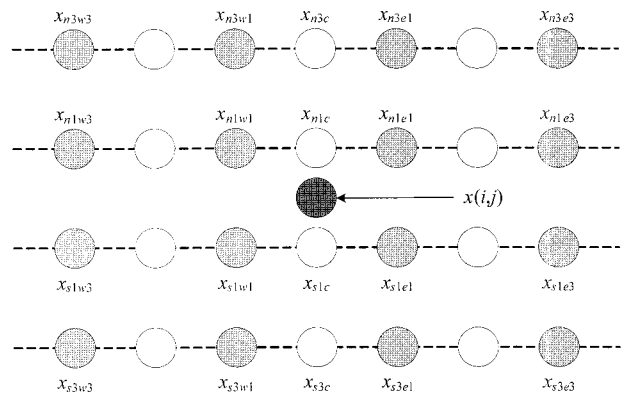


그림 1. 제안된 공간적 디인터레이싱에서 사용되는 픽셀들 - 회색 픽셀들은 존재하는 픽셀.

Fig. 1. The pixels that are used in the proposed algorithm - pixels in gray are existing pixels.

영향을 잘 받고 잘못된 에지 정보가 입력될 경우 화질의 열화가 생긴다는 단점 역시 가지고 있다. 예를 들어 객체의 경계 부분에서 잘못 구해진 에지 방향으로 보간을 할 경우 객체의 경계 부분이 흐릿해지는 현상을 보게 되고 이는 그림이 전체적으로 뿌옇게 보이는 블루어 현상의 원인이 된다. 이를 개선하기 위해 본 논문에서는 저해상도 영상의 특성을 분석한 후 추출된 정보가 고해상도 영상에서도 훌륭히 적용된다는 것을 보인다.

본 알고리즘이 적용되기 위한 전제조건으로 보간하고자 하는 픽셀이 국부 정적 가우시안 프로세스를 따르는 영역 내에 있다고 가정을 한다. 또한 특정 위치에 있는 픽셀은 주변 화소들의 가중치 평균의 조합으로 구해질 수 있다. Markovian property에 의하면 영상의 경우 현재 픽셀과 주변 픽셀과의 상관도는 0.95를 넘는다고 알려져 있다^[12].

본 논문에서 $x(i,j)$ 는 보간된 픽셀의 휘도값을 나타내고 변수 i 와 j 는 열과 행의 번호를 각각 나타낸다. 보간하고자 하는 픽셀 주변 위치에 존재하면서 우리 알고리즘에서 사용될 픽셀들은 그림 1처럼 표현되고 식 (1)과 같이 기술된다.

$$\text{for } (k \in \{1,3\}, l \in \{1,3\}) \begin{cases} x_{nkwl} = x(i-k, j-l) \\ x_{nkel} = x(i-k, j+l) \\ x_{skwl} = x(i+k, j-l) \\ x_{skel} = x(i+k, j+l) \end{cases} \quad (1)$$

여기에서 n, s, c, w , 그리고 e 는 각각 north, south, center, west, 그리고 east를 뜻한다. 이들 변수는 이동

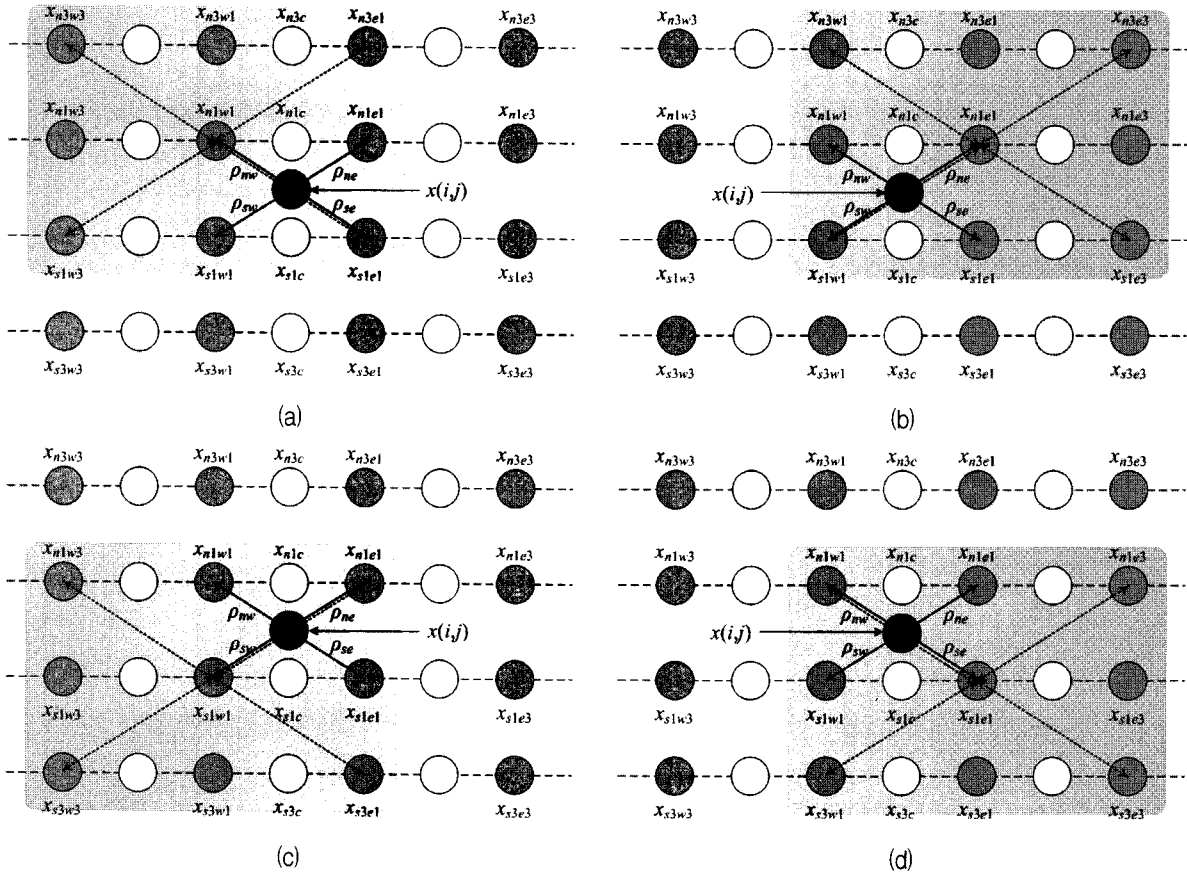


그림 2. 저해상도 영상 특징으로부터 고해상도 영상의 특징을 유추하는 과정
 Fig. 2. The characteristics of high resolution image are derived from low resolution image.

파라미터의 역할을 하는데 nk 는 수직 방향으로 $-k$ 만큼, sk 는 수직방향으로 k 만큼, wl 는 수평 방향으로 $-l$ 만큼, 그리고 el 는 수평 방향으로 l 만큼 이동하는 것을 표현한다. 보간을 수행하기 위해 그림 2에 그려진 것과 같은 2차원 윈도우가 사용된다.

보간하고자 하는 화소의 예측값을 $x(i,j)$ 라고 할 때 예측되는 화소의 값은 식 (2)와 같이 선형 조합으로 구해진다.

$$x(i, j) = \rho_{nw}x_{n1w1} + \rho_{ne}x_{n1e1} + \rho_{sw}x_{s1w1} + \rho_{se}x_{s1e1}$$

$$= \begin{bmatrix} \rho_{nw} \\ \rho_{ne} \\ \rho_{sw} \\ \rho_{se} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x_{n1w1} \\ x_{n1e1} \\ x_{s1w1} \\ x_{s1e1} \end{bmatrix} = \mathbf{P}^T \mathbf{X} \quad (2)$$

여기에서 \mathbf{P} 와 \mathbf{X} 는 $[\rho_{nw} \ \rho_{ne} \ \rho_{sw} \ \rho_{se}]$ 와 $[x_{n1w1} \ x_{n1e1} \ x_{s1w1} \ x_{s1e1}]$ 의 행렬이다.

보간하고자 하는 픽셀이 국부 정적 가우시안 프로세스를 따른다고 가정하였기 때문에 주변의 저해상도 화

소값들은 식 (3)과 같이 화소 값들의 선형 조합으로 표현된다고 할 수 있다.

$$\begin{aligned} x_{n1w1} &\approx \rho_{nw}x_{n3w3} + \rho_{ne}x_{n3e1} + \rho_{sw}x_{s1w3} + \rho_{se}x_{s1e1} \\ x_{n1e1} &\approx \rho_{nw}x_{n3w1} + \rho_{ne}x_{n3e3} + \rho_{sw}x_{s1w1} + \rho_{se}x_{s1e3} \\ x_{s1w1} &\approx \rho_{nw}x_{n1w3} + \rho_{ne}x_{n1e1} + \rho_{sw}x_{s3w3} + \rho_{se}x_{s3e1} \\ x_{s1e1} &\approx \rho_{nw}x_{n1w1} + \rho_{ne}x_{n1e3} + \rho_{sw}x_{s3w1} + \rho_{se}x_{s3e3} \end{aligned} \quad (3)$$

그림 2(a), (b), (c), (d)는 각각 x_{n1w1} , x_{n1e1} , x_{s1w1} , 그리고 x_{s1e1} 위치에 있는 화소를 복원할 때 사용되는 기하학적 특성을 나타낸다. Markovian property에 따라 영상 신호의 패턴이 블록 내에서 급격히 변화하는 경우가 아니라고 할 때 식 (2)에서 사용된 ρ 계수들은 식 (3)과 같이 사용될 수 있다. 이 수식의 배경이 되는 아이디어는 영상 신호 내 low resolution블록의 영상 특성은 high resolution블록의 영상 특성과 일치한다는 가정에 근거한다. 식 (3)은 식 (4)와 같이 행렬 형식으로 정리되고, 결국 식 (5)를 통해 행렬 $\mathbf{P}=[\rho_{nw} \ \rho_{ne} \ \rho_{sw} \ \rho_{se}]$ 를 구할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x_{n1w1} \\ x_{n1e1} \\ x_{s1w1} \\ x_{s1e1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{n3w3} & x_{n3e1} & x_{s1w3} & x_{s1e1} \\ x_{n3w1} & x_{n3e3} & x_{s1w1} & x_{s1e3} \\ x_{n1w3} & x_{n1e1} & x_{s3w3} & x_{s3e1} \\ x_{n1w1} & x_{n1e3} & x_{s3w1} & x_{s3e3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{nw} \\ \rho_{ne} \\ \rho_{sw} \\ \rho_{se} \end{bmatrix} \quad (4)$$

or

$$\mathbf{X} = \mathbf{\Gamma P}$$

$$\begin{bmatrix} \rho_{nw} \\ \rho_{ne} \\ \rho_{sw} \\ \rho_{se} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{n3w3} & x_{n3e1} & x_{s1w3} & x_{s1e1} \\ x_{n3w1} & x_{n3e3} & x_{s1w1} & x_{s1e3} \\ x_{n1w3} & x_{n1e1} & x_{s3w3} & x_{s3e1} \\ x_{n1w1} & x_{n1e3} & x_{s3w1} & x_{s3e3} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_{n1w1} \\ x_{n1e1} \\ x_{s1w1} \\ x_{s1e1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

or

$$\mathbf{P} = \mathbf{\Gamma}^{-1} \mathbf{X} = \mathbf{\Lambda X}$$

식 (5)를 식 (2)에 대입하면 식 (6)을 구할 수 있다.

$$x(i, j) = \rho_{nw}x_{n1w1} + \rho_{ne}x_{n1e1} + \rho_{sw}x_{s1w1} + \rho_{se}x_{s1e1}$$

$$= \begin{bmatrix} \rho_{nw} \\ \rho_{ne} \\ \rho_{sw} \\ \rho_{se} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x_{n1w1} \\ x_{n1e1} \\ x_{s1w1} \\ x_{s1e1} \end{bmatrix} = \mathbf{X}^T \mathbf{\Lambda}^T \mathbf{X} \quad (6)$$

여기에서 $\mathbf{X}=[x_{n1w1} \ x_{n1e1} \ x_{s1w1} \ x_{s1e1}]^T$, $\mathbf{\Lambda}=\mathbf{\Gamma}^{-1}$, $\mathbf{P}=[\rho_{nw} \ \rho_{ne} \ \rho_{sw} \ \rho_{se}]^T$ 이다.

식 (6)을 이용하여 임의의 위치에서의 보간 하고자 하는 픽셀 값을 구할 수 있다. 그러나 식 (6)은 적지 않은 계산량을 필요로 하므로 모든 픽셀에 이 식이 이용될 필요는 없다. 예를 들어 보간 대상이 되는 픽셀의 상하 위치에 있는 픽셀들간의 값 차이가 아주 작을 경우, 현재 보간 대상이 되는 픽셀의 값은 상하 위치에 있는 픽셀들 값의 평균값으로 보간하는 것이 이성적이다. 또한 식 (6)이 이용될 수 없는 경우도 있다. 식 (5)에서 보듯이 행렬 $\mathbf{\Lambda}$ 를 구하는 과정에서 determinant가 0이 되는 경우를 고려해야 한다. 이 경우는 대부분 edge가 존재하지 않는 plain한 영역일 때 주로 발생하므로 본 논문에서는 고정된 \mathbf{P}_{const} 계수를 이용하는 것으로 대체한다. 본 논문에서 사용된 \mathbf{P}_{const} 계수 집합은 식 (7)과 같다.

$$\mathbf{P}_{const} = \begin{bmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \end{bmatrix} \quad (7)$$

IV. 실험 결과 및 고찰

1. 실험의 준비

제안한 알고리즘의 성능을 수치적으로 검증하기 위해 그림 3과 같이 352×288 크기의 순행주사 CIF 영상에서 짝수 필드와 홀수 필드를 번갈아 다운 샘플링 하여 격행 주사 영상을 획득하였다^[13]. 사용된 영상들은 각각 Akiyo, Flower, Foreman, Mobile, News, Stefan, 그리고 Table Tennis 이다. 복원된 영상들의 성능 평가 방식으로는 식 (8), (9)에 소개된 PSNR(peak signal-to-noise ratio)이 객관적 성능지표로 사용되었다.

$$MSE(x_{org}, x_{rec}) = \frac{\sum_{i=1}^{width} \sum_{j=1}^{height} (x_{org}(i, j) - x_{rec}(i, j))^2}{width \times height} \quad (8)$$

$$PSNR(x_{org}, x_{rec}) = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE(x_{org}, x_{rec})} \quad (9)$$

사용된 영상의 크기는 width=352, height=288이고 $x_{org}(i, j)$ 와 $x_{rec}(i, j)$ 는 각각 원본영상과 복원된 영상을 나타낸다.

2. 성능 평가

표 1은 Akiyo, Flower, Foreman, Mobile, News, Stefan, 그리고 Table Tennis 영상에 기존의 예지 방향 기반의 알고리즘과 제안한 알고리즘을 적용한 평균 PSNR과 CPU 시간 계산량으로 표현되는 결과 데이터를 보인다. 비교를 위해 사용한 공간 디인터레이싱 알고리즘은 ELA^[6], EELA^[7], MELA^[8], DOI^[9], NEDD^[10], 그리고 LABI^[11]이다.

표 1의 결과에 의하면, 제안된 방식은 평균 PSNR 결과에서 DOI보다 0.10dB 떨어지는 성능을 보였다. 하지만 ELA, EELA, MELA, NEDD, LABI 방식들보다는 각각 0.6886dB, 0.9080dB, 0.0531dB, 0.0233dB, 그리고

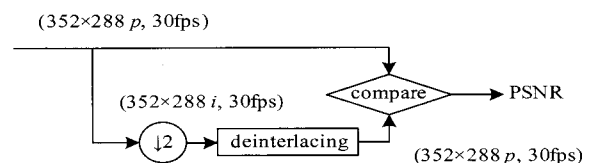


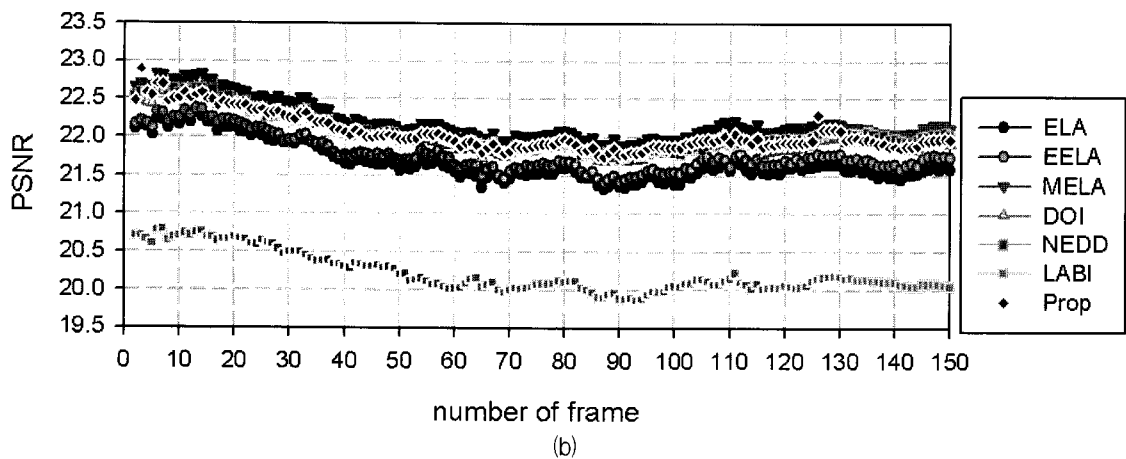
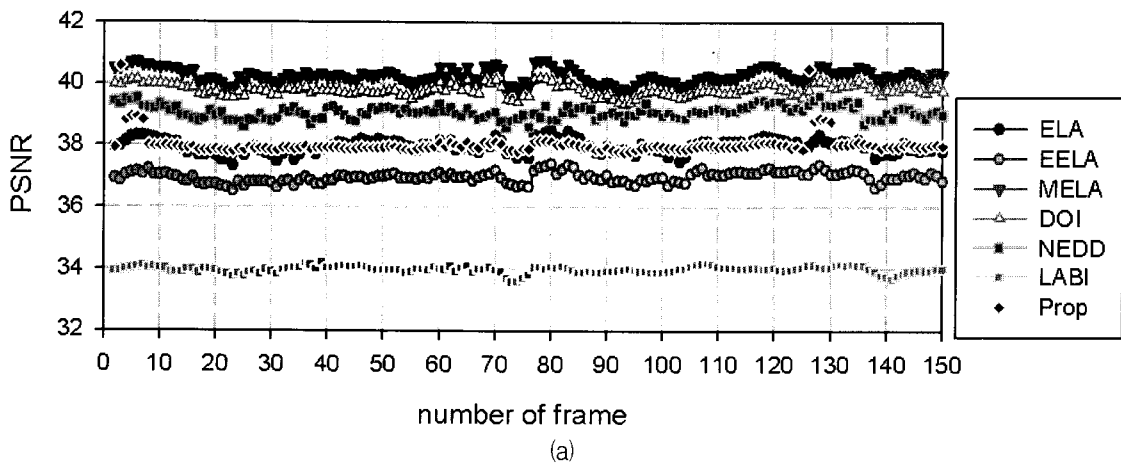
그림 3. 성능 평가 방식

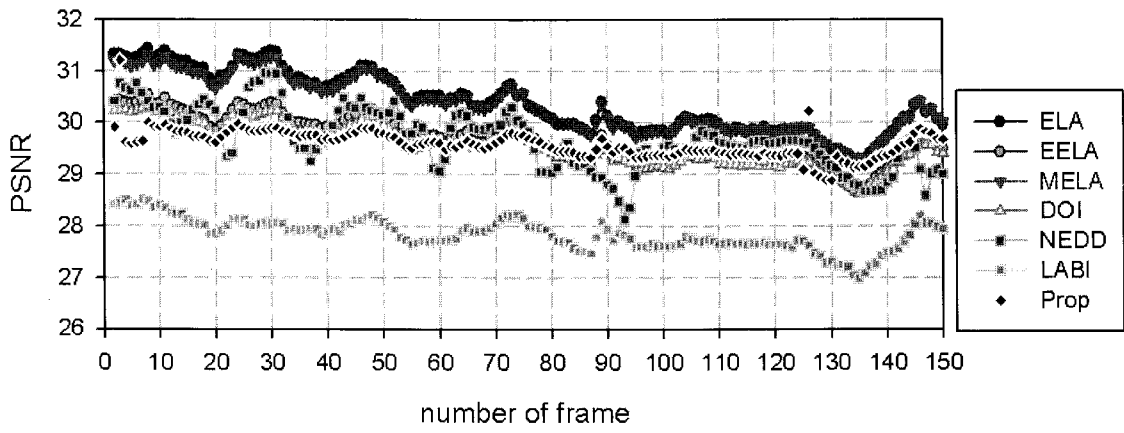
Fig. 3. Performance measurement method.

표 1. 제안한 보간법과 기존 보간법들이 이용되에 계산된 일곱가지 CIF영상들의 PSNR 과 평균 소요 시간 (프레임당 dB, 프레임당 ms)

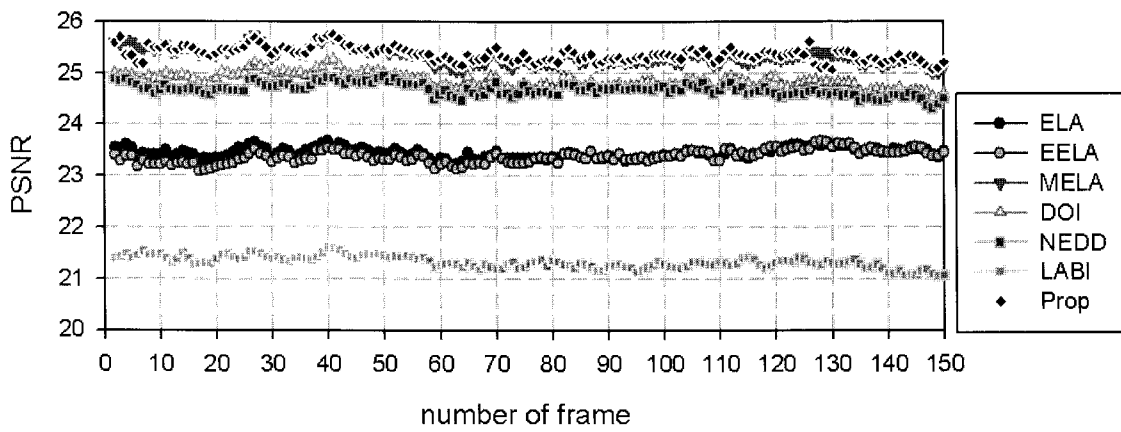
Table 1. Comparison of PSNR and average CPU time for seven CIF sequences with different deinterlacing methods. (dB/frame and ms/frame).

	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)	37.8039	22.2546	29.8487	25.4294	33.4127	27.2741	31.8810	29.7006
(ms)	40.4328	45.0375	43.1882	46.7592	50.4405	39.8122	35.7326	43.0576

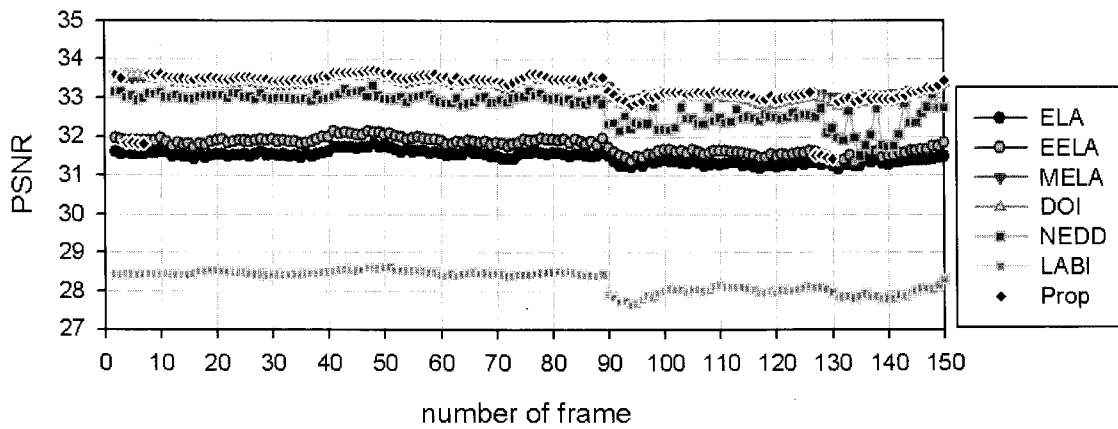




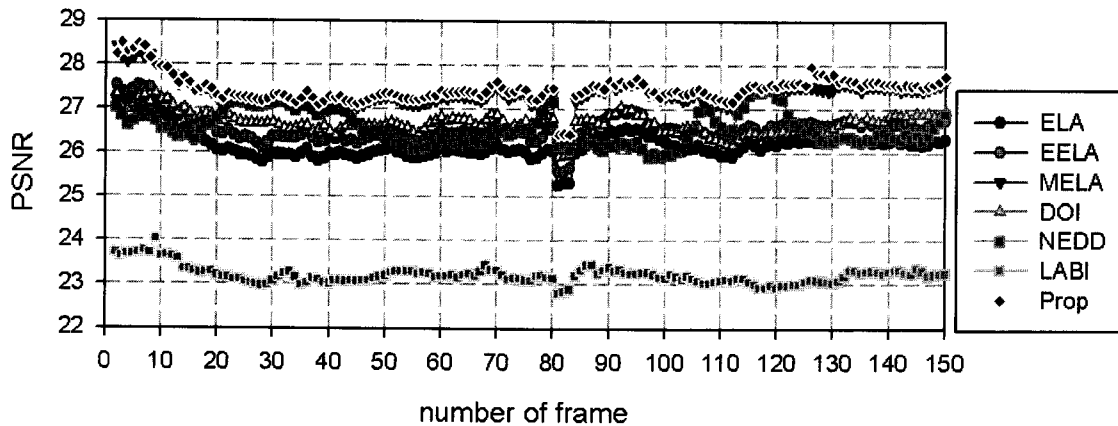
(c)



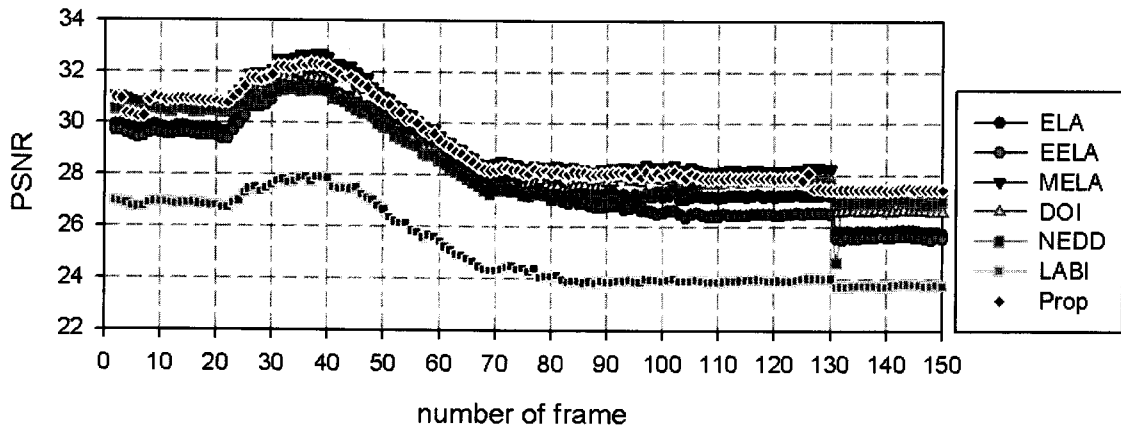
(c)



(e)



(f)



(g)

그림 4. 프레임 넘버 3부터 150까지의 다양한 시퀀스에서 서로 다른 디인터레이싱 방식을 적용했을 때의 성능비교: (a) Akiyo, (b) Flower, (c) Foreman, (d) Mobile, (e) News, (f) Stefan, (g) Table Tennis.

Fig. 4. Performance comparison of different schemes for different sequences during frame number 3 to 150: (a) Akiyo, (b) Flower, (c) Foreman, (d) Mobile, (e) News, (f) Stefan, and (g) Table Tennis.

3.5758dB 개선되는 것을 볼 수 있다. CPU 시간 계산량의 측면에서 볼 때 우리 알고리즘은 DOI(91.41% 감소)와 NEDD(1.23% 감소)방식을 제외한 모든 방식들보다 복잡도가 높음을 알 수 있다. 표 1에서 볼 수 있듯 ELA보다 75.57%, EELA보다 64.45%, MELA보다 61.13%, 그리고 LABI보다 97.14% 더 많은 계산량을 요구한다. 그림 4는 일곱가지 CIF 영상에 대한 프레임 번호 3부터 97까지의 프레임 순서에 따른 PSNR의 변화를 보여준다.

주관적 성능평가를 하기 위해, 그림 5, 6과 같이 352×288크기의 247번째 News와 Foreman영상을 가지고 실험을 하였다. 결과 영상들에서 볼 수 있듯이, 에지 방향 기반의 공간적 디인터레이싱 방식들은 에지 성분

에서 계단모양의 끊김 현상이 발생하는 반면에 제안된 방식이 적용된 결과영상의 경우에는 객체의 경계부분이 연속되고 있음을 알 수 있다. PSNR측면에서 볼 때는 DOI와 같은 에지 방향 기반의 알고리즘에 비해 성능이 떨어지는 결과를 보였지만 주관적 화질의 측면에서 장점을 찾을 수 있다.

3. 한계와 개선방향

제안된 알고리즘은 일반적으로 사용되고 있는 에지 방향 기반의 디인터레이싱 알고리즘에서 벗어나 저해상도 블록의 특성을 조사한 후 그 결과를 고해상도 블록의 특성에 적용함으로써 성능개선을 달성하는데 목적이

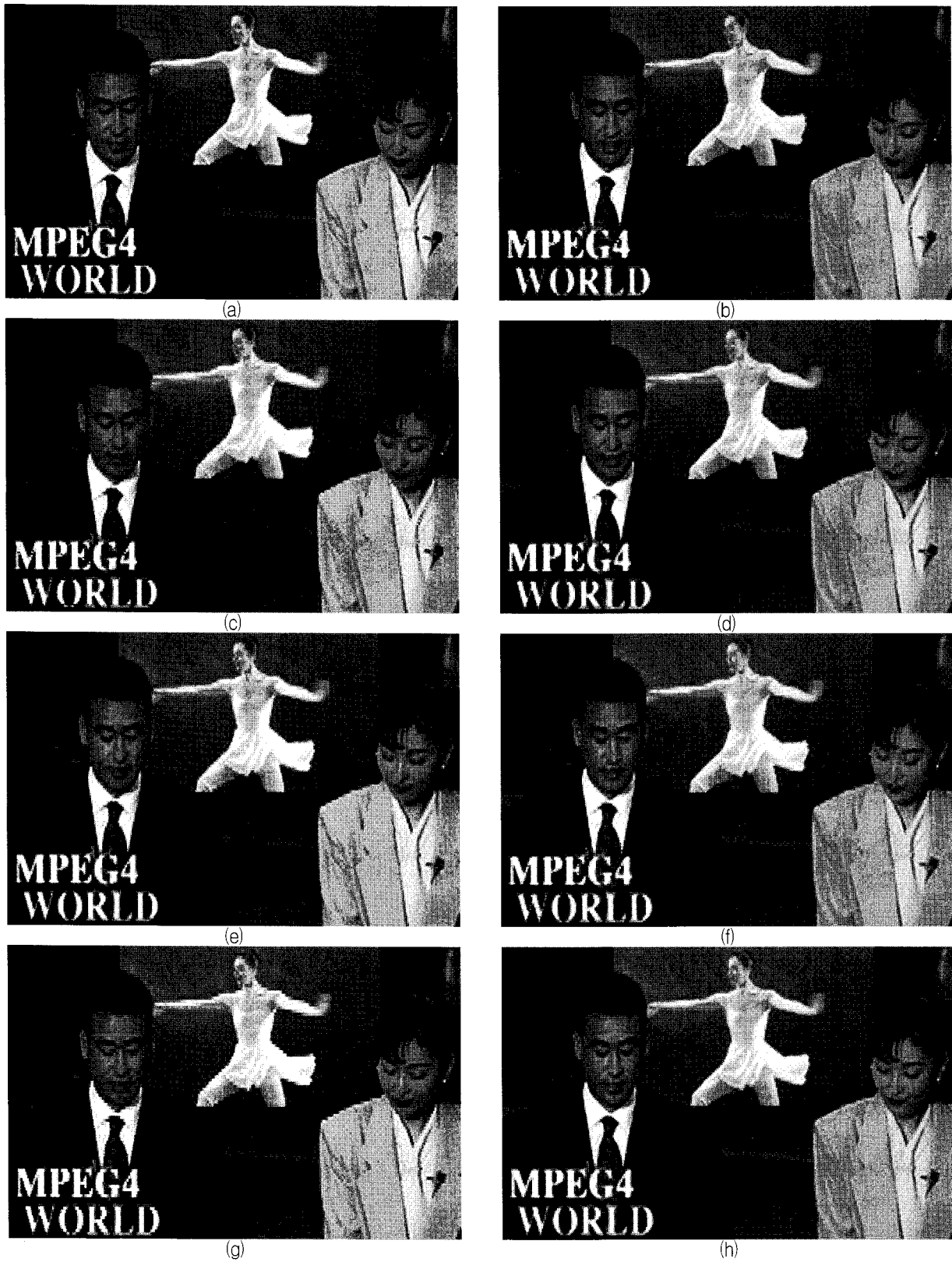


그림 5. 247번째 News 시퀀스 에 대한 확대된 결과영상:

(a) 원본, (b) ELA, (c) EELA, (d) MELA, (e) DOI, (f) NEDI, (g) LABI, (h) 제안된 방식

Fig. 5. Zoomed results for 247th News sequence:

(a) original, (b) ELA, (c) EELA, (d) MELA, (e) DOI, (f) NEDI, (g) LABI, (h) the proposed method.

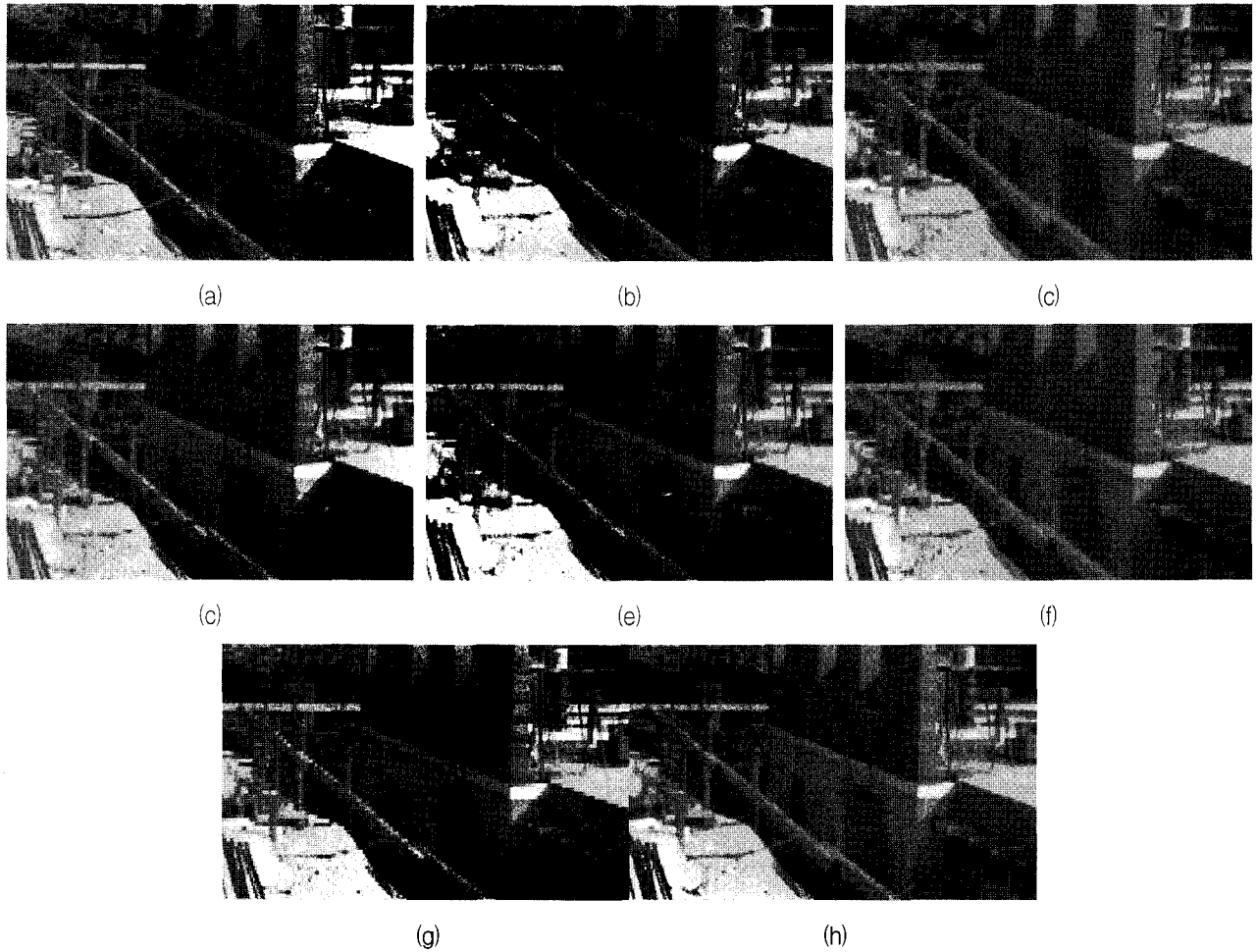


그림 6. 247번째 Foreman 시퀀스 에 대한 확대된 결과영상:

(a) 원본, (b) ELA, (c) EELA, (d) MELA, (e) DOI, (f) NEDI, (g) LABI, (h) 제안된 방식

Fig. 6. Zoomed results for 247th Foreman sequence:

(a) original, (b) ELA, (c) EELA, (d) MELA, (e) DOI, (f) NEDI, (g) LABI, (h) the proposed method.

있다. 하지만 우리의 알고리즘은 몇 가지 한계를 보이고 있다. 먼저 표 1에서 볼 수 있듯이 제안된 방식은 PSNR로 평가되는 객관적 성능지표에서 에지 방향 기반의 방식중 하나인 DOI알고리즘보다 적은 계산량을 요구하지만 높은 PSNR을 보이지 못하고 있다. 반면 다른 에지 방향 기반의 방식들에 비해서는 PSNR이 높아진다는 장점을 가지지만 계산량이 증가하는 경향을 볼 수 있다. 이는 장단점을 각각 가지는 전형적인 tradeoff관계이다. 본 알고리즘의 PSNR이 아주 높게 나오지 않는 이유는 다음과 같이 유추해볼 수 있다.

먼저 행렬 Λ 를 구하는 과정에서 역행렬이 존재하지 않을 경우 P_{const} 계수 집합을 이용하게 되는데 이는 주변에 있는 모든 값들을 평균한 값이므로 결과적으로 에지 부분이 뭉개지는 효과를 가져오게 되었다. 또한 만일

역행렬이 존재하여 $P=[\rho_{nw} \ \rho_{ne} \ \rho_{sw} \ \rho_{se}]^T$ 값을 구하였다 하더라도 $\rho_{nw}+\rho_{ne}+\rho_{sw}+\rho_{se}=1$ 로 수렴하지 않고 $0.9<\rho_{nw}+\rho_{ne}+\rho_{sw}+\rho_{se}<1.1$ 의 범위의 값을 가지는 P들이 많았다. 만일 행렬 P를 가중치의 집합이라고 한다면 가중치 평균 식을 사용하기 위해서는 $\rho_{nw}+\rho_{ne}+\rho_{sw}+\rho_{se}=1$ 의 조건이 필요하고 이를 위해서는 식 (10)과 같은 보간방식의 변화가 필요하다.

$$x(i, j) = \frac{\rho_{nw}x_{n1w1} + \rho_{ne}x_{n1e1} + \rho_{sw}x_{s1w1} + \rho_{se}x_{s1e1}}{\rho_{nw} + \rho_{ne} + \rho_{sw} + \rho_{se}} \quad (10)$$

V. 결 론

본 논문에서는 먼저 저해상도 유추 보간법

(interpolation algorithm derived from low resolution: ILR)을 제안하고 이를 디인터레이싱에 적용한 후 성능을 분석하였다. 영상의 경우 특정 픽셀과 주변에 위치하는 픽셀의 상관도는 0.95를 넘는다는 Markovian property에 근거하여 우리는 먼저 저해상도 블록의 특성을 조사하고 이를 고해상도 블록에 적용함으로써 화질 개선이라는 목적을 달성하였다. 모의실험 결과는 제안된 알고리즘이 기존의 공간적 디인터레이싱 필터들과 비교하여 성능이 개선되었다는 것을 보여준다.

참 고 문 헌

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

[2] Y.-L. Chang, S.-F. Lin, C.-Y. Chen, and L.-G. Chen, "Video de-interlacing by adaptive 4-field global/local motion compensated approach," *IEEE Trans. Circuits and Syst. Video Technol.*, vol. 15, no. 12, pp. 1569-1582, Dec. 2005.

[3] S. Yang, Y.-Y. Jung, Y.H. Lee, and R.-H. Park, "Motion compensation assisted motion adaptive interlaced-to-progressive conversion," *IEEE Trans. Circuits and Syst. Video Technol.*, vol. 14, no. 9, pp. 1138-1148, Sep. 2004.

[4] H.-S. Oh, Y. Kim, Y.-Y. Jung, A.W. Morales, and S.-J. Ko, "Spatio-temporal edge-based median filtering for deinterlacing," in *Proc. IEEE ICCE*, pp. 52-53, 2000.

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

[6] T. Doyle, "Interlaced to sequential conversion for EDTV applications," in *Proc. 2nd Int. Workshop Signal Processing of HDTV*, pp. 412-430 Feb. 1990.

[7] 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.

[8] 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.

[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 deinterlacing algorithm based on horizontal edge pattern," *IEEE Trans. Cons. Elect.*, vol. 49, no. 4, pp. 1508-1512, Nov. 2003.

[11] 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.

[12] P. Perez, F. Heitz, "Restriction of a Markov random field on a graph and multiresolution statistical image modeling," *IEEE Trans. Information Theory*, vol. 42, no. 1, pp. 180-190, Jan. 1996.

[13] G. de Haan and E.B. Bellers, "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 컴퓨터 공학과 박사 과정
 1991년~2005년 안양과학대학 컴퓨터정보학부 교수
 2006년~현재 안양과학대학 전문사관과 교수
 <주관심분야 : 영상 처리, 화질향상>



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 정보통신위원회 의장
 1986년~현재 한양대학교 컴퓨터공학과 교수
 <주관심분야: 시각정보처리, 컴퓨터 네트워크 및 이동 센서네트워크 >