

영상의 국부 특징에 기반을 둔 선택적 deinterlacing

우 동 현*, 엄 일 규**, 김 유 신***

A Selective Deinterlacing Based on the Local Feature of Image

Dong-Hun Woo*, Il-Kyu Eom**, Yoo-Shin Kim***

요 약

자연 영상은 일반적으로 에지와 평탄 영역으로 구분된다. 에지 영역 또한 길고 강한 에지, 텍스처 등과 같이 다양한 형태를 가진다. 기존의 deinterlacing 기법들은 주로 하나의 보간 알고리즘을 전체 영상에 적용하기 때문에 영상의 다양한 형태를 반영하기에는 어려움을 가지고 있다. 본 논문은 영상의 영역별 특징을 추출하여 영상의 특성을 반영할 수 있는 deinterlacing 기법을 제안한다. 제안 방법은 영상을 평탄 영역, 복잡한 에지, 긴 에지로 구분하여 각 영역에 대하여 그 특징에 맞는 보간 알고리즘을 적용한다. 즉, 긴 에지에 대해서는 긴 에지를 잘 보간하는 NEDI(New Edge Directed Interpolation)^[1] 방법을 개선하여 적용하고, 복잡한 에지에는 고주파를 강조하는 선형 필터^[2]를 사용하고, 평탄 영역에는 쌍선형 보간(bilinear interpolation)을 적용하는 방법을 사용한다. 모의 실험에서 제안된 방법은 영상의 영역에 따른 특성을 반영하지 않은 기존 알고리즘들보다 PSNR과 주관적 화질에서 개선된 성능을 보였다.

key Words : deinterlacing; selective; local feature.

ABSTRACT

Natural images can be classified into edge or flat region. Edges have also various shapes such as long edge, texture and so on. Because the conventional deinterlacing methods commonly use one specific algorithm, they are faced with the difficulty that does not adapt various shapes of images. In this paper, a selective deinterlacing method based on the characteristics of local region of image is proposed. An input image is classified into three regions; flat region, complex edge, long edge. And then for each region, the proper method is assigned according to the characteristic of the local feature. For long edge region, the modified NEDI (New Edge Directed Interpolation)^[1] method that interpolates long edge very well is used. The linear filter^[2] that enhances high frequency components is used for complex edge, and the bilinear interpolation method is applied to flat region. The proposed method shows improved performance in PSNR and subjective evaluation compared with previous algorithms.

I. 서 론

현재의 TV 디스플레이 시스템은 하드웨어의 제약으로 하나의 프레임에 대해 홀수 줄만을 가지는

홀수 필드와 짝수 줄만을 가지는 짝수 필드로 나누어 주사하는 비월 주사 방식을 사용한다. 이 방식은 영상이 정적일 때는 문제가 없으나 영상에 움직임이

* 부산대학교 전자공학과 지능정보처리 연구실(dhwoo@pusan.ac.kr), **밀양대학교 정보통신공학과

***부산대학교 컴퓨터 및 정보통신연구소

논문번호 : #030130-0324, 접수일자 : 2003년 3월 24일

많을 때 감박임 현상과 같은 심각한 왜곡이 나타나게 된다⁽³⁾. 최근에는 PC와 HDTV 등 순차 주사가 가능한 디스플레이 장치의 개발로 인해 비월 주사 방식의 영상을 순차주사 방식으로 바꾸는 deinterlacing 문제가 중요한 이슈로 부각되었다.

기존의 deinterlacing 방법들은 크게 움직임 정보를 이용하는 것⁽⁴⁻⁶⁾과 움직임 정보를 사용하지 않는 것으로 구분할 수 있다. 움직임 정보를 이용하는 알고리즘들은 주로 MPEG 같은 동영상 압축에 쓰이는 움직임 벡터를 사용한다. 즉, 움직임 벡터를 사용해서 현재 필드의 보간할 영역에 대응하는 이전 필드의 블록을 가지고 현재 필드를 보간하게 된다. 최근에는 쌍방향에서 움직임 벡터를 찾는 방법⁽⁴⁾과, 이전 및 이후의 여러 개의 필드에서 소수점의 정확도로 움직임 벡터를 찾는 방법⁽⁵⁾까지 제안되어 있다. 움직임 벡터를 이용한 방법들은 일반적으로 움직임 정보 없이 단지 공간 영역에서 보간하는 방법보다 성능이 좋지만, 움직임 벡터를 찾는 과정에서 계산량 부담이 크며 움직임을 잘못 찾았을 경우에는 상당한 화질의 열화가 일어난다.

한편, 움직임 정보를 이용하지 않는 방법으로 선형 필터를 이용한 보간법⁽²⁾, 쌍선형 보간 필터를 이용한 방법, NEDI⁽¹⁾ 방법, ELA(Edge line based algorithm)⁽⁷⁾ 등이 있다. 선형 필터를 이용한 보간법은 아주 간단하면서도 복잡한 에지에 좋은 성능을 나타낸다. 반면에 쌍선형 보간 필터는 저주파 성분에는 좋은 성능을 가지지만 고주파 성분에 대하여 뭉롱화 현상(burring artifact)이 나타나는 단점이 있다. NEDI 방법은 화소들의 상관도를 이용하기 때문에 계산량이 상대적으로 많으면서 길고 강한 에지에 좋은 성능을 나타내지만 화소들의 상관도가 비교적 적은 복잡한 에지에는 성능이 떨어지는 단점이 있다. ELA 방법은 간단한 계산량으로 영상의 에지를 잘 표현할 수 있는 장점이 있지만, 상대적으로 중요하지 않은 에지까지 강조하는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 Lee⁽⁷⁾는 ELA를 강한 에지에만 적용함으로써 평탄 영역과 약한 에지에서의 불필요한 적용을 피하는 방법을 제시했다. 그러나 이 방법은 가중치를 사용하기 때문에 일종의 저대역 통과 필터를 가한 결과를 낳게 되어 고주파 성분을 효과적으로 보간하기가 어려운 단점을 가지고 있다.

앞에서 살펴본 바와 같이 각 보간 방법들은 영상의 특정 영역에 대하여 좋은 성능을 나타내고 있기 때문에 영상을 영역별로 분리하여 그 영역에 적

합 보간 방법을 사용하는 것이 효과적이라고 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 영상을 복잡한 에지, 긴 에지, 평탄 영역으로 구분하고, 구분된 영역에 적합한 보간 방법을 사용하는 영역에 선택적인 보간 방법을 제안한다. 즉 복잡한 에지 영역에는 고주파 영역의 성분을 잘 보존하는 선형 필터를 사용하고, 평탄 영역에는 쌍선형 보간법을 적용한다. 길고 강한 에지 영역에는 긴 에지의 방향성과 고주파 성분을 잘 보존하는 NEDI방법이 적합하다. 그러나 기존의 NEDI 방법은 수직 방향 화소 정보를 사용하지 않기 때문에 본 논문에서는 수직 방향 화소 정보를 이용하여 NEDI방법을 개선하여 적용하였다. 따라서 제안 방법은 공간적 보간의 약점인 고주파 성분의 감쇠를 보완할 뿐 아니라, 주관적인 화질에서도 좋은 성능을 보일 수 있다. 모의 실험 결과에서 제안 알고리즘은 PSNR에서 개선된 성능을 보여주었고, 또한 주관적인 화질에서도 에지의 방향성을 잘 살려 줄 수 있었다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 2장에서 제안 알고리즘에 쓰이는 여러 보간 방법들에 대해 소개하고, 3장에서 영상을 그 특성에 따라 분할하여 선택적으로 보간 알고리즘을 적용하는 방법 및 개선된 NEDI 방법을 제안한다. 4장에서 모의 실험 결과를, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 영상 보간 방법

2.1. NEDI

NEDI⁽¹⁾ 방법은 영상 국부 영역의 상관도를 이용하여 영상을 보간하는 방법으로 주위에 존재하는 화소들 사이의 상관 관계를 구한 다음 그 상관 관계를 나타내는 가중치 값을 최소자승법을 사용해서 정량적으로 계산한다. 계산된 가중치는 화소를 보간하는 데 사용된다. 그림 1은 NEDI 방법을 나타낸다. 그림 1에서 검은 원은 이미 존재하는 화소이며, 흰 원은 보간 되어야 할 화소들을 나타내고 회색 원은 현재 보간될 화소를 표현한다. 그림 1에서 보는 바와 같이 중앙의 회색의 화소를 보간하기 위해, NEDI방법은 주위 화소에 대한 적절한 가중치를 계산한다. 가중치는 회색 화소 주위의 국부 영역에서 이미 존재하는 화소들 사이의 유사한 관계(점선 화살표로 표시)로부터 최소자승법을 이용하여 구해진다. 최소자승법에 의해 구해진 가중치에는 양의 값을 가져야 한다는 제약 없이 단지 오

차를 최소화 시키는 값으로 구해진다. 따라서 다른 알고리즘들에서 흔히 보이는 평균에 의한 에지 영역에서의 뭉뚱화 현상을 방지할 수 있다.

이와 같이 NEDI는 주위의 기존 화소들의 상관도를 이용하므로 기존 화소와 보간될 화소 사이에 상관도가 높은 긴 에지에서는 고주파 성분을 잘 보존하고 에지의 윤곽도 매끄럽게 보간해 준다. 그러나 그 상관도가 작은 복잡한 에지 영역에서는 좋지 않은 성능을 보여준다. 또한 성능 향상을 위해서는 가중치를 계산할 영역의 크기를 확장해야 하는데, 이 경우 계산량 부담이 크다는 단점이 있다.

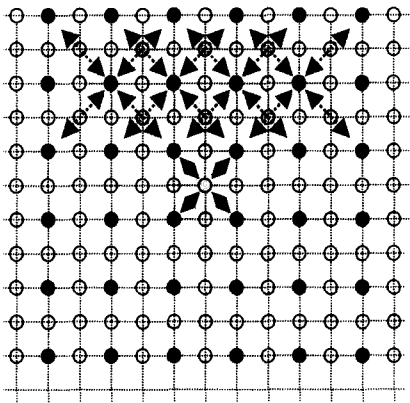


그림 1. 공간 영역에서 NEDI 이용한 보간 방법.
Figure 1. The NEDI method in the spatial domain.

2.2. 쌍선형 보간 필터

쌍선형 보간 필터를 이용한 방법은 간단한 저대역 통과 필터를 이용하는 방법이다. 이 방법은 평탄 영역에서는 간단한 계산으로 효과적으로 저주파 성분을 보전할 수 있으나 에지 영역에서의 고주파 성분들은 상당 부분이 제거된다. 따라서 보간된 영상의 에지 영역에서 상당한 뭉뚱화 현상이 관찰된다.

2.3. 선형 필터

선형 필터를 이용한 보간 방법⁽²⁾은 저해상도 입력 영상을 up-sampling 한 후 간단한 선형 필터를 사용하는 방법이다⁽⁸⁾. 선형 필터 $h[n]$ 은 다음과 같다.

$$h[n] = \frac{[-6 \ 38 \ 38 \ -6]}{64} \quad (1)$$

그림 2는 선형 필터와 쌍선형 보간 필터 사이의 주파수 특성을 나타낸다. 그림 2에서 보는 바와 같이 선형 필터는 쌍선형 보간의 필터 특성과는 달리

고주파 성분을 강조하는 주파수 특성을 보여준다. 그러므로 영상에서 고주파 성분의 비중이 큰 에지가 많은 영역에 대해서는 좋은 성능을 내지만 저주파 성분이 많은 평탄 영역에서는 그 성능이 저하된다. 또한 선형 필터는 영상의 열(column)을 따라 적용되므로 대각선 방향의 긴 에지에서는 블록화 현상(blocking artifact)이 발생한다.

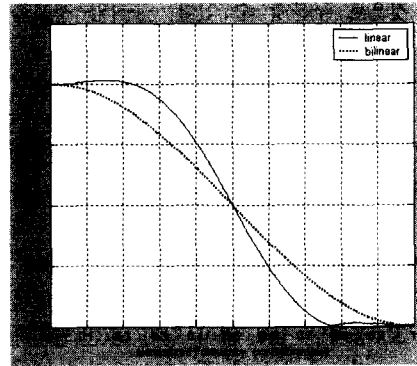


그림 2. 선형 필터와 쌍선형 보간 필터의 주파수 특성 비교.

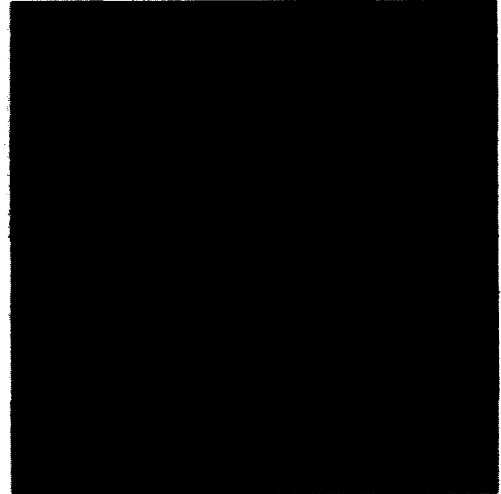
Figure 2. The comparison of frequency response between linear and bilinear filter.

2.4. 보간 알고리즘의 장단점 비교

앞에서 살펴본 보간 알고리즘들을 분석하면 영상의 긴 에지에는 modified NEDI방법이 다른 두 알고리즘보다 우수한 성능을 보이고 복잡한 에지에는 선형 필터가 뛰어나며 평탄 영역에는 쌍선형 보간 필터를 사용하는 것이 효과적이라는 결론을 내릴 수 있다. 그림 3은 Lena 영상에 대한 세 가지 알고리즘에 대한 화소별 PSNR 비교 결과이다. 각 영상에서 흰색은 해당 알고리즘이 가장 좋은 결과를 보이는 화소를 표시한다. 명확한 비교를 위해 세 알고리즘이 성능 차이가 크지 않은 화소는 표시되지 않았다. 그림 3에서 보는 바와 같이 긴 에지에서는 modified NEDI 방법이 우수하다. 복잡한 에지의 경우에 modified NEDI와 선형 필터의 경우가 비슷해 보이나 해당 영역의 PSNR비교를 해보면 선형 필터가 더 좋은 PSNR 결과를 보여준다. 그림에서는 명확히 나타나 있지 않으나 평탄 영역에서는 NEDI방법과 쌍선형 보간 필터가 비슷한 성능을 보인다. 그러나 계산량을 고려할 때 쌍선형 보간 필터를 사용하는 것이 효과적이라 할 수 있다.



(a)



(d)



(b)



(c)

그림 3. 보간 알고리즘의 화소별 PSNR 비교
(a) Lena 영상, (b) modified NEDI 방법, (c) 선형 필터를 이용한 방법, (d) 쌍선형 보간 필터를 이용한 방법.

Figure 3. The PSNR comparison per pixel for deinterlacing algorithms.

(a) Lena image, (b) modified NEDI method, (c) linear filter, (d) bilinear interpolation filter

III. 영상 특성 분할에 의한 선택적인 deinterlacing 방법

3.1. 영상 특성 분할 방법

본 논문에서 영상을 에지 영역과 평탄 영역으로 분할하고 각 에지의 방향성을 이용하여 에지 영역을 긴 에지와 복잡한 에지로 구분하기 위하여 그림 4와 같은 네 개의 마스크를 사용한다. 그림 4의 (a), (b), (c), (d)는 각각 수평 방향 (M_1), 우측 대각 방향 (M_2), 좌측 대각 방향 (M_3), 수직 방향 (M_4) 마스크를 나타낸다.

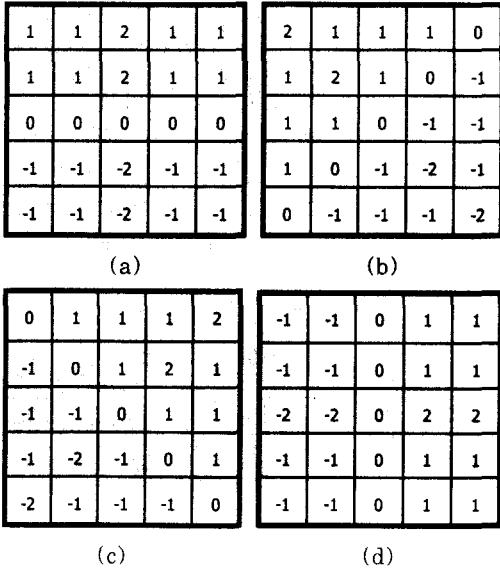


그림 4. 에지와 그 방향 판단을 위한 방향 마스크
(a) 수평 방향 (b) 우측 대각 방향 (c) 좌측 대각 방향 (d) 수직 방향.

Figure. 4 The directional masks for edge and its direction detection
(a) horizontal direction (b) right-diagonal direction (c) left-diagonal direction (d) vertical direction.

입력 영상의 각 화소를 $x[i, j]$, 에지 판별을 위한 $x[i, j]$ 화소에 대한 이웃 화소의 집합을 $c_{i,j}$, 이웃 화소의 수를 $|c_{i,j}|$ 라면, 각 방향에 대한 그래디언트 $G_d[i, j]$ ($d=1, 2, 3, 4$)는 다음과 같다.

$$G_d[i, j] = \frac{1}{|c_{i,j}|} \sum_{m, n \in c_{i,j}} x[i+m, j+n] \times M_d[m, n] \quad (2)$$

식 (3)과 같이 $G[i, j]$ 를 각 방향별 그래디언트의 최대값이라 할 때 $G[i, j] \geq T$ 일 경우 에지로 판별하고, $G[i, j] < T$ 일 때 에지가 아닌 것으로 판별한다. 이 때 T 는 문턱값이며 본 논문에서는 경험적으로 $T=20$ 을 사용했다.

$$|G[i, j]| = \max\{|G_1[i, j]|, |G_2[i, j]|, |G_3[i, j]|, |G_4[i, j]|\} \quad (3)$$

또한 주어진 화소에 대하여 $G[i, j] \geq T$ 인 경우, 에지의 방향성 $D[i, j]$ 는 다음과 같이 구해진다.

$$D[i, j] = \arg \max_i \{|G_1[i, j]|, |G_2[i, j]|, |G_3[i, j]|, |G_4[i, j]|\} \quad (4)$$

식 (3), (4)와 같이 구해진 에지와 에지의 방향을 이용하여 해당 화소가 긴 에지 영역인지를 주변 영역 화소들의 특징을 이용하여 구할 수 있다. 즉, 주변 영역 화소들 중에서 에지 영역에 속하는 화소 개수와 방향별 에지 영역에 속하는 화소의 비율로 구해질 수 있다. 그림 5는 긴 에지의 검출 방법의 예를 보여준다.

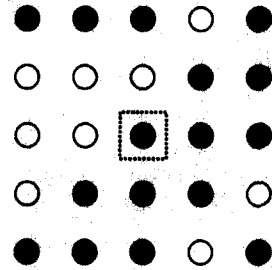


그림 5. 긴 에지 검출 방법.
Figure. 5 The method of detecting a long edge.

그림 5에서 흰색 원은 에지가 아닌 화소이며, 검은색의 원은 우측 대각선 방향의 에지이고, 회색의 원은 수평 방향의 에지이다. 에지 영역에 속하는 전체 화소 수를 $NT_{i,j}$, 네 방향의 에지 중 가장 개수가 많은 방향의 에지 개수를 $ND_{i,j}$ 라하면, 전체 에지 영역의 화소 수에 대한 최대 방향 에지 영역에 속하는 화소 수의 비율 $\alpha[i, j]$ 는 다음과 같이 나타난다.

$$\alpha[i, j] = \frac{ND_{i,j}}{NT_{i,j}} \quad (5)$$

긴 에지 및 복잡한 에지를 판별하는 문턱값을 T_d 라 할 때, $\alpha[i, j] \geq T_d$ 이면 긴 에지로 판별하고 $\alpha[i, j] < T_d$ 이면 복잡한 에지로 판별한다. 제안 알고리즘에서는 경험적으로 $T_d=0.6$ 으로 설정하였다. 그림 5의 예에서 $\alpha[i, j]=13/16$ 이고, $T_d=0.6$ 이므로 해당 화소는 긴 에지로 판단될 수 있다. 이 방법은 국부 영역에 포함된 에지의 수가 전체 화소의 수보다 일정한 비율 이상이 될 때만 긴 에지로 보고 그렇지 않은 경우는 복잡한 에지로 판단한다.

3.2. NEDI 방법의 개선

NEDI 방법은 수직 방향 화소 정보를 이용하지 않는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점들을 보완하고 deinterlacing에 효과적으로 적용하기 위해 본 논문에서는 NEDI를 적절하게 개선하였다. 그림 6에서 보는 것처럼, 보간할 화소 바로 위와 아래의 화소가 이미 존재하므로 그 화소들도 가중치 합에 포함시키고 최소자승법을 이용하여 가중치를 계산한다. 그림 7은 개선된 NEDI 방법에 의한 성능의 개선을 보여주고 있다. 그림 7에서 보는 바와 같이 Lena의 머리카락 부분에 대해서 바로 위아래의 화소들의 정보를 이용함으로써 기존의 NEDI 방법보다 매끄럽게 보간하는 것을 알 수 있다.

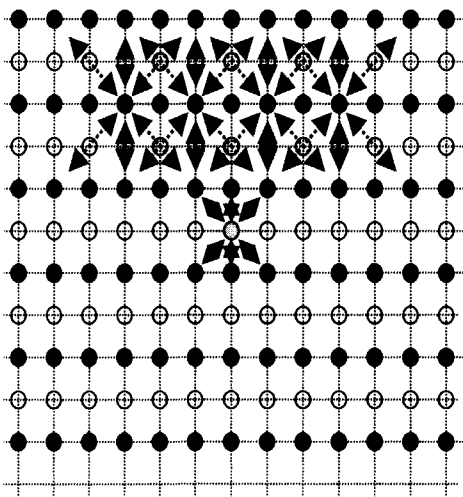


그림 6. 제안 방법에 사용되는 개선된 NEDI 방법.
Figure. 6 The modified NEDI for the proposed deinterlacing method.



(a) NEDI 방법, (b) modified NEDI 방법
그림 7. modified NEDI에 의한 성능 개선
Figure. 7 The performance improvement by modified NEDI method (a) NEDI method, (b) modified NEDI method

3.3. 선택적 deinterlacing 방법

영상의 영역별 특성에 따라 선택적으로 deinterlacing을 하는 제안 방법은 다음과 같은 과정으로 수행된다. 먼저 방향성을 가지는 마스크를 이용하여 입력 영상을 화소별로 복잡한 에지, 긴 에지, 평탄 영역 중의 하나로 나눈다. 나누어진 영역에 대하여 복잡한 에지에 대해서는 고주파 성분을 효과적으로 보전해 주는 선행 필터⁽²⁾를 사용하고, 긴 에지 영역에는 개선된 NEDI를 적용한다. 한편, 평탄 영역을 위해서는 계산량이 적고 이 영역에서 효과적인 쌍선형 보간법을 사용한다. 경계 부분에서 보간하기 위해 이용해야 하는 기존의 화소가 다른 영역에 속하는 화소일지라도 그대로 사용하였다. 이와 같은 선택적인 구조를 사용함으로써 영상의 각 영역에 대한 특징을 잘 살려 줄 수 있다. 그림 8은 제안 방법에 대한 전체 블록도이다.

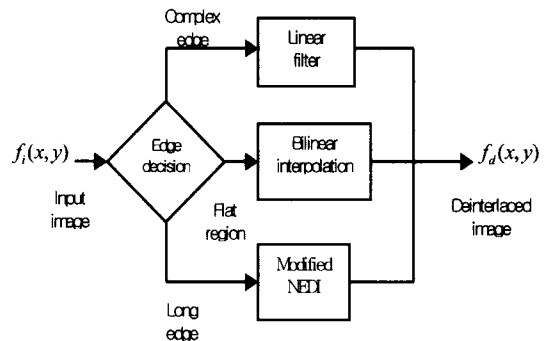


그림 8. 제안 방법 전체 블록도
Figure. 8 The block diagram of proposed method

IV. 모의 실험 결과

본 논문에서 객관적인 성능 평가를 위해서 512X512 크기를 가지는 다섯 개의 표준 영상(lena, peppers, boat, tiffany, airplane)과 CIF 포맷의 세 개의 동영상(foreman, tempete, paris)에 대하여 모의 실험을 수행하였다. 또한 선형 필터^[2], 미디언 필터(median filter), ELA^[7] 방법에 의한 PSNR 결과를 제안 방법에 의한 결과와 비교했다. 표 1 은 정지 영상에 대한 PSNR 비교결과를 보여준다. 표 1 에서 제안 방법 1은 분리된 평탄 영역, 긴 에지 영역 및 복잡한 에지 영역에 대하여 선택적인 보간 방법을 사용한 결과이다. 긴 에지 대해서는 개선된 NEDI 방법이 사용된다. 그러나 이 방법은 긴 수평 에지에 대해서는 약간의 주관적인 화질의 저하를 나타내고 있다. 따라서 네 방향의 긴 에지 중에서 수평 방향을 가지는 긴 에지에 대해서 선형 필터를 사용하여 주관적인 화질의 저하를 막을 수 있다. 수평 방향의 긴 에지 성분에 대하여 선형 필터를 적용한 결과는 표 1의 제안 방법 2에 나타내었다.

표 1에서 보는 바와 같이 선형 필터의 경우에는 lena 나 boat 같이 고주파 성분이 많은 영상에서는 좋은 성능을 보여주지만, peppers, tiffany, airplane 같은 평탄 영역이 많은 영상에서는 상당한 성능 저하를 보여준다. 이와는 대조적으로 제안 방법은 평탄 영역이 많은 영상이나 에지가 많은 영상에서 모두 좋은 성능을 보여준다. 표 2는 제안 알고리즘과 기존 알고리즘들을 동영상에 적용했을 때의 PSNR 결과이다. 본 실험을 위해서 각 영상에 대해 50 프레임이 추출되었으며 이에 대한 평균 PSNR이 구해졌다. 표 2에서 보는 바와 같이 제안 알고리즘은 foreman 같은 길고 강한 에지 성분들이 존재하는 영상이나 tempete나 paris같이 다양한 형태의 복잡한 에지들이 존재하는 영상들 모두에서 좋은 성능을 보여주었다. 또한 NEDI와 modified NEDI의 성능을 비교해 볼 때, modified NEDI 가 1.5배 정도의 메모리를 더 필요로 하고 4*4 행렬 대신에 6*6 행렬의 역행렬을 계산하면서 계산량이 증가하지만 PSNR에서 약 2dB 정도의 성능 개선을 보여준다.

정지 영상에 대한 주관적인 영상 비교에서 제안 방법은 modified NEDI 방법을 선택적으로 사용함으로써 긴 에지에 대해 좋은 성능을 보여준다. 그림 9는 lena 영상에 대해 제안 방법과 선형 필터를 적

용했을 때의 결과 영상을 보여준다. 비록 PSNR은 큰 차이가 없지만 모자의 채 부분에서 선형 필터가 블록화 현상을 보이는 데 비해 제안 방법은 에지를 매끄럽게 보간하는 것을 볼 수 있다. 그림 10과 그림 11은 동영상에 대한 주관적인 화질 평가이다. 그림 10에서 선형 필터가 정지 영상에서와 마찬가지로 길고 강한 에지에서 블록화 현상을 나타내는 데 비해 제안방법은 그렇지 않다. 그리고 그림 11에서 ELA를 이용한 방법은 에지의 방향을 잘못 판단함으로써 생기는 화질의 열화를 보여주는 데 비해, 제안 방법은 그런 부분들을 잘 보간해 준다. 그림 12에서는 NEDI 방법과 비교할 때, modified NEDI에 의한 주관적인 화질개선을 보여준다. 정지 영상에 대한 실험에서도 보여진 것처럼 modified NEDI 방법은 보간할 화소의 위, 아래 화소의 정보를 사용함으로써 수직 에지와 대각선 방향 에지를 NEDI 보다 매끄럽게 보간할 수 있다.

표 1. 제안 방법과 기존 방법들과의 PSNR 비교 (정지 영상).

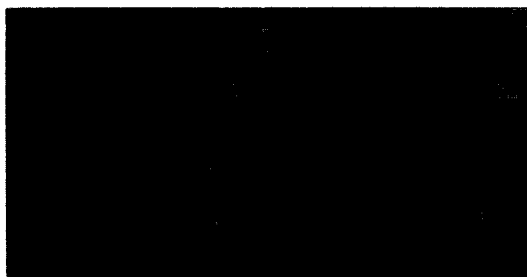
Table 1. The PSNR comparison between the proposed method and the conventional methods (still image).

Test Seq.	ELA	Linear	Median	NEDI	Modified NEDI	제안 방법1
Foreman	35.02	33.45	35.18	34.94	35.81	35.40
Tempete	27.55	30.54	28.45	26.79	28.88	30.50
Paris	26.01	27.00	25.87	23.79	27.21	27.11

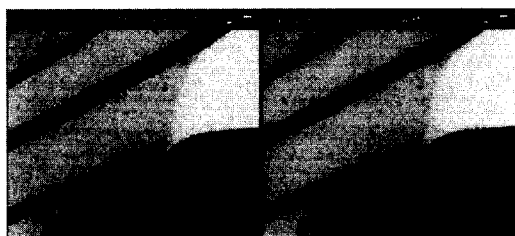
표 2. 제안 방법과 기존 방법들과의 PSNR 비교 (동영상, 50프레임 평균 PSNR).

Table 2. The PSNR comparison between the proposed method and the conventional methods (video sequence, average PSNR for 50 frames).

Test Image	ELA	Linear	Median	NEDI	Modified NEDI	제안 방법1	제안 방법2
Lena	35.64	37.87	36.60	35.30	37.56	38.12	38.20
Peppers	36.36	35.72	36.99	36.62	37.13	36.34	36.23
Boat	32.97	37.12	33.48	31.22	34.76	36.58	37.02
Tiffany	36.69	37.90	37.42	36.30	38.51	38.76	38.74
Airplane	34.99	37.27	35.58	34.54	36.46	37.21	37.30



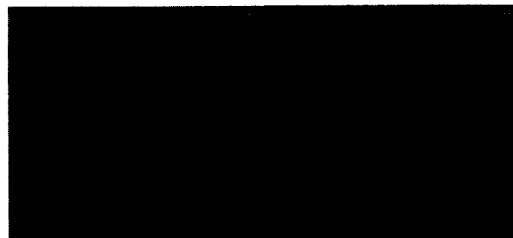
(a) (b)
 그림 9. Lena 영상에 대한 제안 방법과 선형 필터를 이용한 방법의 주관적 화질 비교 (a) 제안 방법(38.12dB), (b) 선형 필터를 이용한 방법(37.87dB).
 Figure 9. The subjective quality comparison between the proposed method and the method using linear filter for Lena. (a) proposed method(38.12dB), (b) method using linear filter(37.87dB).



(a) (b)
 그림 10. foreman에서 제안 방법과 선형 필터를 이용한 방법의 주관적 화질 비교 (a) 선형 필터를 이용한 방법(34.74dB), (b). 제안 방법(36.78dB).
 Figure 10. The subjective quality comparison between the proposed method and the method using linear filter for foreman. (a) method using linear filter(34.74dB), (b) proposed method(36.78dB).



(a) (b)
 그림 11. tempete에서 ELA 이용한 방법과 제안방법의 주관적 화질 비교 (a) ELA를 이용한 방법(27.76dB) (b) 제안 방법(31.07dB).
 Figure 11. The subjective quality comparison between the method using ELA and proposed method for tempete. (a) method using ELA(27.76dB), (b) proposed method(31.07dB).



(a) (b)
 그림 12. tempete에서 NEDI 와 modified NEDI 사이의 주관적 화질 비교 (a) NEDI(26.95dB) , (b) modified NEDI를 이용한 방법(29.24dB).
 Figure 12. The subjective quality comparison between NEDI and modified NEDI for tempete. (a)NEDI(26.95dB), (b) modified NEDI(29.24dB).

V. 결론

본 논문에서는 영상의 영역별 특성에 기반을 둔 de-interlacing 을 제안하였다. 제안 방법에서는 영상을 긴 에지, 복잡한 에지, 평탄 영역으로 구분하고 각 영역에 대해 그 특성에 적합한 보간 알고리즘을 적용하였다. 즉 긴 에지에는 그것을 매끄럽게 보간하는 NEDI를 적용하고, 복잡한 에지에는 고주파 성분을 잘 보존하는 선형 필터를 사용하며, 평탄 영역에는 쌍선형 보간법을 적용했다. 또한 수직 화소의 정보를 이용하여 긴 에지 영역을 보간할 때 사용되는 NEDI 방법을 개선하였다. 모의 실험에서 제안 알고리즘은 PSNR 비교를 통한 객관적 평가에서 뿐 아니라 주관적 평가에서도 개선된 성능을 보여주었다.

참고 문헌

- [1] X. Li, and M. Orchard, "New Edge-directed Interpolation", *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 10, No. 10, pp. 1521-1527, Oct. 2001.
- [2] Nathalie Plazaic "Image Interpolation Using Neural Networks", *IEEE Trans. Image Processing*, Vol. 8, No. 11, pp. 1647-1651, Nov. 1999.
- [3] G. D. Haan, and E. B. Bellers, "Deinterlacing - an Overview", *In Proc. IEEE*, Vol. 86, No. 9, pp. 1839-1857, Sep. 1998.

- [4] Y. Y. Jung et. al. "An Effective De-interlacing Technique Using Motion Compensated Interpolation" IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 46, No. 3, pp. 460-466, Aug. 2000.
- [5] B. Martins, and S. Forchhammer, "A Unified Approach to Restoration, Deinterlacing and Resolution Enhancement in Decoding MPEG-2 Video", IEEE Trans. Circuit and Systems for Video Technology, Vol. 12, No. 9, pp. 803-811, Sep. 2002.
- [6] K. J. Sugiyama, and H. Y. Nakamura, "A Method of De-interlacing With Motion Compensated Interpolation", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 45, No. 3, pp. 611-616, Aug. 1999.
- [7] H. Y. Lee, et. al. "Adaptive Scan Rate Up-conversion System Based on Human Visual Characteristics", IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 46, No. 4, pp. 999-1006, Nov. 2000.
- [8] A. V. Oppenheim, R.W. Schaffer, *Discrete-Time Signal Processing*, Prentice Hall, 1989.
- [9] T. K. Moon, W. C. Stirling, *Mathematical Methods and Algorithm for Signal Processing*, Prentice Hall, 2000.

우 동 현(Dong-Hun Woo) 정회원
한국통신학회논문집 제27권 제6A호 참조

엄 일 규(II-Kyu Eom) 정회원
한국통신학회논문집 제28권 제8C호 참조

김 유 신(Yoo-Shin Kim) 정회원
한국통신학회논문집 제27권 제6A호 참조