

論文98-35S-1-16

HDTV 후단 처리부에서의 시각적 가중 필터를 이용한 고속 De-interlacing 기법 연구

(A study on the Method of the High-speed De-interlacing Using the Visual Weighted Filter in the Post-processing of HDTV)

鄭 莊 輝 * , 崔 潤 植 **

(Jang-Hoon Jeong and Yoonsik Choe)

요 약

본 논문에서는 HDTV 후단처리부의 de-interlacing을 위한 효율적인 방법을 제시한다. 제안 방법은 시각적 가중치를 고려하고 있기 때문에 미디언 필터보다 뛰어난 윤곽선 보존 능력을 갖는다. 제안 방법의 연산 속도는 미디언 필터보다 2배 이상 빨라서 본 방법은 HDTV 후단처리부의 고속 de-interlacing에 적합하다.

Abstract

We propose an efficient method of de-interlacing in the post-processing of HDTV signal. Since the proposed method considers human visual weight, it gives the better performance in the edge information preservation than that of the median filter. The processing time of the proposed method is twice faster than median filter, therefore the proposed method is suitable for the real-time de-interlacing in the post-processing of HDTV signal.

I. 서 론

기존의 NTSC 신호의 주사 방식은 비월주사 방식을 채택하고 있기 때문에 라인간 깜빡거림 현상과 번짐 현상, 수직 해상도가 떨어지는 등의 문제점이 있다. 반면, HDTV 신호의 경우, 비월주사 방식도 수용하지만 더불어 한 프레임을 연속적으로 주사하는 순차주사 방식도 채택하고 있다^{[1][2]}. 순차주사 방식은 한 프레임을 연속적으로 주사하기 때문에 비월주사 방식에 비하여 한 프레임을 보여줄 때 필드간의 시간축상의 잡

음이 없고, 각 라인들간의 깜빡거림 현상도 줄일 수 있다. de-interlacing은 비월주사된 신호를 순차주사 신호로 변환시키는 과정이다.

본 논문에서는 기존의 보간 함수들과 de-interlacing 방법들의 이론적 배경, 그리고 각각의 방법을 사용했을 때의 장단점을 알아 보고 이를 바탕으로 보다 고속의 de-interlacing 방법을 제시한다. 본 논문은 후단 처리부에서의 작업을 고려하므로 실시간 구현을 염두에 두어 이를 위한 보간 함수로 시각적 가중치를 부여한 필터를 이용한 de-interlacing 방법을 제시한다.

* 正會員, SK 텔레콤 디지털 사업본부
(Digital Cellular Business Div., Sk Telecom)

** 正會員, 延世大學校 電氣工學科
(Dept. of Electrical Engineering, Yonsei Univ)
接受日字: 1997年7月8日, 수정완료일: 1998年1月8日

II. De-interlacing의 이론적 배경

1. 보 간

영상에서의 보간은 시·공간축상으로 행해진다. 공간축상의 보간은 하나의 정지 영상 내에서의 보간이고,

시간축상에서의 보간은 동영상 시퀀스에서 움직임 벡터를 이용한 움직임 보상이나 움직임 추정을 이용한 새로운 프레임(또는 필드)을 만들어 내는 보간 방법이다.

1) 공간축상의 보간

일반적인 보간 과정은 zero-padding 과정을 거쳐 보간하려는 크기까지 영상을 증가시킨다. 증가된 영상에서 잡음이 일어나지 않도록 적절한 필터링을 한다. 이론적으로는 이상적인 저대역 통과 필터를 사용할 수 있지만 현실적으로 그런 필터가 존재하지 않기 때문에 그것을 근사화한 함수를 사용해서 잡음을 제거한다. 근사화 함수로는 ZOH(Zero-order Hold) 함수, 선형 보간 함수 (bilinear 보간), 비선형 보간 함수 등이 널리 쓰인다.

가. ZOH 함수

ZOH 함수는 보간 함수 중에서 가장 간단한 형태의 함수로서 같은 화소값을 중복해서 사용함으로써 보간 영상을 얻는다.

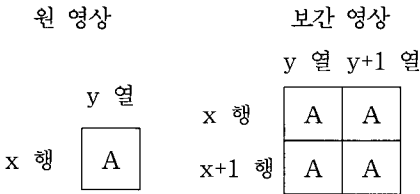


그림 1. ZOH 보간
Fig. 1. ZOH Interpolation.

$$New [y][x+1] = New [y+1][x] = New [y+1][x+1] = Original [y][x] \tag{1}$$

이 방법은 기존의 화소값을 그대로 사용하고 그 밖의 다른 과정은 거치지 않기 때문에 계산상의 큰 이점이 있다. 그러나, 영상이 크게 확대될 경우에는 같은 화소값의 중복으로 말미암아 원 영상에서는 화소 하나였던 부분이 똑같은 화소값을 갖는 블록이 되어서 특히 고주파 성분인 영상의 윤곽선 등에서 심한 계단 현상을 낳는다. ZOH 함수의 주파수 반응은 sinc 함수로 주어지기 때문에 많은 부엽을 갖는데, 이것이 바로 고주파 부분에서 화질 저하가 심각해지는 주 원인이다 [3].

나. 선형 보간 함수

선형 보간 함수(Bilinear 보간 함수)는 보간 함수를 1차식으로 하여 보간을 한다. 이 방법을 이용한 보간 영상은 원 영상의 2배 크기의 영상이 된다. 영상에서

보간을 하려면 2차원 필터링을 해야하는데, 수평 방향·수직 방향으로 각각 선형 보간 함수를 적용하여 영상을 보간하는 방법이 bilinear 필터링 방법이다 [3].

$$New [y][x] = \frac{Original [y][x-1] + Original [y][x+1]}{2}$$

$$New [y][x] = \frac{Original [y-1][x] + Original [y+1][x]}{2} \tag{2}$$

보간되어 만들어지는 화소는 수평 방향과 수직 방향으로 바로 인접한 두 개의 화소값의 평균값으로 만들어진다. 선형 보간 함수의 경우 보간할 원래의 영상을 1차식, 즉 직선식만을 이용한 것이기 때문에 영상의 보간 비율이 커질 때는 보간 영상의 화질이 저하된다. 하지만 빠른 계산 속도와 구현이 쉽기 때문에 가장 대표적인 보간 방법이다. 선형 보간 함수의 주파수 반응은 sinc 함수의 제곱과 같다. 따라서 부엽이 ZOH 함수에 비해 작기 때문에 보간된 영상은 더 나은 화질을 제공한다.

다. 미디언 필터

미디언 필터는 2차원 신호 처리에서 salt-and-pepper 잡음을 제거하는데 유용한 비선형적 필터이다 [3] [4].

$$New [y][x] = MED (Original [y][x], Original [y][x-1], Original [y][x+1], Original [y-1][x], Original [y+1][x]) \tag{3}$$

또 미디언 필터는 임의의 잡음을 제거하면서 동시에 영상의 윤곽선을 보존하는데 유용하다. 저대역 통과 필터처럼 미디언 필터는 영상을 평활화시키기 때문에 잡음 제거에 유용하다. 그러나 저대역 통과 필터와는 달리 미디언 필터는 step 함수에서의 불연속성을 보존할 수 있고, 다른 화소들에 영향을 미치지 않고 그 주변과 아주 다른 값을 갖는 몇몇 화소들을 평활화할 수 있다. 이러한 특성 때문에 영상의 윤곽선 정보를 보존하고 임펄스 잡음을 제거하는 능력을 갖게 된다. 그러나 미디언 필터는 비선형적 함수이기 때문에 비교 연산이 많아서 실시간 처리에 부담이 된다.

1) 시간축상의 보간

시간축상의 보간은 동영상 사이의 움직임 벡터를 이용해서 보간 영상을 만들어 내는 방법이다. MPEG 표준의 움직임 보상 방법인 블록 매칭 방법은 보상되는 프레임의 원 영상이 있어야 한다 [5]. 왜냐하면 참조 영상과 보상해야하는 영상간의 MSE(Mean Square Error)를 계산해야 하는데 원 영상이 없다면

MSE를 계산할 수 없어서 가장 적절한 블록을 찾아 낼 수 없기 때문이다. 이런 과정은 부호화기나 복호기 단에서의 알고리즘으로는 적합하지만 이미 복호화가 끝난 단계에서 후단 처리만을 위해 버퍼를 할당하여 보상되어지는 프레임의 원 영상을 저장하고 있어야 한다는 것은 가능하지도 않고 설령 가능하다고 할지라도 공간축상의 보간 방법보다 계산 속도가 훨씬 느리고 이미 부호/복호 단계에서 행해진 과정을 똑같이 반복한다는 의미에서 효율적이지도 않다. 또 블록 탐색 구간을 넓히면 계산 시간이 몇 배로 더 걸리기 때문에 실시간 처리를 해야하는 후단 처리용 알고리즘으로는 적합하지 않다. 따라서 공간축상의 보간으로 모든 보간 과정을 대체하는 것이 후단 처리시의 알고리즘으로 더 타당하다.

2. De-interlacing

De-interlacing은 보간의 특수한 경우이다. 필드로부터 프레임을 만들어 낼 때 항상 염두해 두어야 하는 것은 필드와 프레임의 수평 방향의 크기는 같지만 수직 방향의 크기는 프레임이 필드의 2배라는 점이다. 따라서 수직 방향으로의 보간은 항상 de-interlacing 과정에서 수행되어야 되며 이때 쓰이는 보간 함수는 앞절에서 보간을 설명할 때 언급했던 보간 함수들을 사용한다.

1) 선형 보간 함수를 이용한 de-interlacing

선형 보간 함수를 이용한 de-interlacing은 홀수 필드나 짝수 필드의 정보만 가지고 보간을 하기 때문에 수평 방향으로의 보간은 필요하지 않다. 이 방법을 사용하면 초당 프레임 수를 2배로 늘일 수 있다. 하지만 초당 프레임 수를 증가시키지 않고 그냥 de-interlacing만 수행하는 경우에는 원 영상 시퀀스 정보의 절반을 버려야 하는 단점이 있다. 가장 일반적인 de-interlacing 방법이다.

2) 미디언 필터를 이용한 de-interlacing

미디언 필터를 이용한 de-interlacing은 미디언 필터의 윤곽선 보존 특성을 활용하여 수직 방향 보간에 이용하는 de-interlacing 방법이다. 선형 보간 함수나 큐빅 컨볼루션 보간 함수보다 윤곽선 정보를 잘 복원해 주기 때문에 양질의 영상을 얻을 수 있지만 비교 연산이 많은 까닭에 계산량이 많다는 단점이 있다. 그러나 시간축상의 보간을 수행하지 못할 조건에서 HDTV급의 고품질 영상을 요하는 경우에는 고려해

볼 만한 de-interlacing 방법 중의 하나이다.

III. 제안 방법과 그 이론

HDTV 후단 처리부에서의 de-interlacing을 효율적으로 수행하기 위해서는 계산량이 적고 화질이 우수한 보간 함수가 필요하다. 본 논문에서는 움직임 보상을 하지 않고, 적응적으로 시각적 가중치를 부여한 필터를 이용한 de-interlacing 방법을 제시한다.

1. 시각적 가중치

대부분의 필터는 영상의 무늬 영역의 특성에 관계없이 획일적인 필터링을 한다. 영상에는 무늬 영역이 평탄한 부분도 있고, 복잡한 부분도 존재하는데 획일적으로 필터링을 하게 되면 각 영역의 특성을 살리지 못하고 화질의 열화를 초래하기 때문에 각 영역에 적합한 가중치를 부여하여 필터링을 해야 화질의 열화를 줄일 수 있다. 가중치는 보간할 화소의 인근 화소들의 공간적인 상관도에 따라서 부여한다. 여기서 가중치는 인간의 시각적 특성을 고려하여, 인간의 눈은 휘도가 큰 부분에서의 변화보다 적은 부분에서의 변화에 더 민감하다는 Weber 법칙에 따라 부여한다^{[6] [7]}. 물체의 휘도(luminance)는 주변의 휘도에 독립적이다. 물체의 밝기(brightness)는 인간이 인식하는 휘도이고, 주변의 휘도에 따라 달라진다. 주변의 휘도가 다른 두 물체는 동일한 휘도를 가질 때 서로 다른 밝기를 가질 수 있다. 즉, 휘도는 절대적인 세기(intensity)이고 밝기는 상대적인 세기이다.



(a)



(b)

그림 2. Weber 법칙의 실험 영상
Fig. 2. The test image of Weber's law.

그림 2는 Weber 법칙을 보여주는 실험 영상이다. 그림 2(a)는 중앙의 작은 사각형의 휘도가 140으로 똑같다. 하지만 왼쪽 큰 사각형의 휘도를 80, 오른쪽 큰 사각형의 휘도를 200으로 주었기 때문에 왼쪽 어두운 사각형 안에 있는 작은 사각형이 더 밝게 보인다. 그림 2(b)는 큰 사각형들의 휘도는 변화시키지 않고 왼쪽의 작은 사각형의 휘도를 100, 오른쪽 작은 사각형의 휘도를 140으로 바꾼 것이다. 휘도의 차가 40이나 됨에도 불구하고 작은 사각형들의 밝기는 비슷하게 보인다. 그 이유는 인간의 시각은 절대적인 휘도값 그 자체보다는 휘도의 대비에 더 민감하기 때문이다.

2. 제안 방법

De-interlacing의 경우에는 수직 해상도를 높이는 문제이므로 일반적으로 가중치를 부여하는 방법과는 다른 방법이 필요하다. Simonetti 등은 보간할 화소의 인접한 8개의 화소군을 이용해서 가중치를 주는 방법을 제시했다^[7]. 그림 3은 화소 Y를 보간한다고 가정했을 때^[7]에서 제안한 보간에 사용되는 인접 화소군을 나타낸 것이다.

우선 식 (4)에 의해 가중치 α 를 구한다.

$$\beta_{i,j} = \frac{(X_i + X_j)}{|X_i - X_j|} \text{ for } (i,j) \in \{(1,6), (2,5), (3,4), (7,8)\} \quad (4)$$

단, $\beta_{h,k}$ 가 최소이면 $\alpha_{h,k} = 2$; $\alpha_{i,j} = 1$ for $(i,j) \neq (h,k)$

n-3 행		X ₇	
n-2 행			
n-1 행	X ₁	X ₂	X ₃
보간 행		Y	
n+1 행	X ₄	X ₅	X ₆
n+2 행			
n+3 행		X ₈	

그림 3. 보간에 사용된 인접 화소군
Fig. 3. The neighboring pixels used in the interpolation.

β 가 적다라는 말은 두 화소간의 합은 적고 차는 크다는 것이고, β 가 크다라는 말은 두 화소간의 합은 크고 차는 적다는 것이다. 따라서 β 가 큰 두 화소간의 관계는 화소값의 차이가 적은 비슷한 휘도를 갖는 영역에서의 화소들이라 생각할 수 있고, β 가 적은 두

화소들간의 관계는 화소값의 차이가 큰 화소들이라 할 수 있다. 설령 같은 화소차를 갖는 경우에도 Weber의 법칙에 따라 β 가 적은 쪽이 시각적으로 화소값의 차이가 많은 것이 된다. 그러므로 β 가 가장 적을 때 부여하는 가중치 α 는 인간의 시각적 특성을 고려했다고 할 수 있다. 이렇게 구한 α 를 이용하여 식 (5)에 의해 Y를 구한다.

$$Y = MED\{\alpha_{i,j} \circ (X_i + X_j)/2\} \text{ for } (i,j) \in \{(1,6), (2,5), (3,4), (7,8)\} \quad (5)$$

(단, \circ : 반복 연산자, $MED\{\cdot\}$: 미디언 필터링)

[7]에서는 일반적인 8-neighbor 화소군을 사용하는 대신 수직 방향의 가중치를 하나 더 고려하여 가중치를 부여하였다^[7]. 본 논문의 제안 방법은 [7]에서 사용한 화소군 대신 8-neighbor 화소군 내에서 대각선 두 방향과 상하 방향을 이용하는 그림 4의 화소군을 사용한다. [7]의 화소군의 경우 n-3 행과 n+3 행도 보간 화소군으로 사용하는데 계산량만 늘어날 뿐이고 90° 방향만 고려하므로 실제 많이 존재하는 45° 나 30° 정도의 윤곽선 보존에는 효과적이지 않기 때문에 화질 향상에 큰 도움이 되지 않는다.

n-1 행	X ₁	X ₂	X ₃
보간 행		Y	
n+1 행	X ₄	X ₅	X ₆

그림 4. 제안 방법에 사용되는 화소군
Fig. 4. The neighboring pixels used in the proposed method.

[7]의 경우 분모에 차 연산이 있었기 때문에 화소값의 차가 없을 경우 연산 처리상의 문제가 많이 존재했다. 그래서 분모와 분자를 뒤집어 차의 절대치를 분자에, 합의 평균을 분모에 두었다^[8]. 식 (6)은 이를 도식화시킨 것이다.

$$\beta_{i,j} = \frac{|X_i - X_j|}{(X_i + X_j)/2} \text{ for } (i,j) \in \{(1,6), (2,5), (3,4)\} \quad (6)$$

$\beta_{i,j}$ 는 시각적 가중치를 의미한다. [7]의 경우와는 반대로 $\beta_{i,j}$ 가 최대일 때가 관련된 두 화소가 Weber 법칙에 따른 시각적 차가 가장 큰 화소들이다. 따라서 실제 윤곽선 방향은 $\beta_{i,j}$ 가 최대일 때의 두 화소가 아닌 다른 나머지 두 화소들일 때의 가능성이 크다. 본

논문에서는 나머지 두 개의 $\beta_{i,j}$ 중에서 더 작을 때의, 즉 $\beta_{i,j}$ 값 중 가장 작을 때에 해당하는 두 화소의 평균값(분모)을 보간값으로 사용한다. 왜냐하면 $\beta_{i,j}$ 가 가장 작다라는 의미는 윤곽선의 방향과 그 두점이 가장 유사한 기울기 방향을 가진다고 할 수 있기 때문이다. 따라서 윤곽선 방향과 가장 근사한 화소들의 평균값으로 보간을 수행하게 되어 시각적으로 덜 두드러지는 화소값을 보간값으로 사용하게 되므로 눈에 거슬리지 않는 자연스러운 영상을 얻게 된다. 식 (7)은 이를 도식화시킨 것이다.

$$Y = \frac{X_i - X_j}{2} \quad (\text{단, } \beta_{i,j} \text{가 최소일 때}) \quad (7)$$

IV. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 시각적 가중치를 고려한 보간 함수의 성능을 보이기 위해 기존의 보간 함수들과 비교해 본다. 제안 방법이 여타 다른 보간 방법들에 비해 얼마나 좋은 성능을 보이는지의 여부는 원영상을 충분히 복원하느냐의 관점보다는 얼마나 보기에 자연스러운 영상을 만들어내느냐에 맞췄다. 특히 de-interlacing된 영상의 경우 원 영상이 어땠는지를 정확히 알 수 없기 때문에 인간의 눈에 거슬리지 않는 자연스러운 영상으로 복원을 하는 것이 de-interlacing의 역할에 더 충실한 것이다.

1. 실험 방법

실험은 크게 정지 영상과 동영상에 대한 실험 2가지로 구분하여 실행한다.

첫 번째 실험은 512×512 크기의 정지 영상을 수직 방향으로 1/2 다운 샘플링하여 512×256 크기로 만든 실험 영상을 여러가지 보간 함수를 써서 보간한다. 실험 영상으로는 Lena, Crowd, Peppers를 사용한다. Lena는 무늬 영역과 평탄한 영역이 골고루 존재하여 두 영역에서의 보간 함수 성능을 동시에 시험해 볼 수 있는 영상이다. Crowd 영상은 복잡한 무늬 영역에 대한 보간 능력을 시험해 볼 수 있는 영상이고, Peppers 영상은 평탄한 영역에 대한 보간 함수의 성능을 시험해 볼 수 있는 영상이다.

두 번째 실험은 동영상 시퀀스에서의 보간을 수행한다. 실험 영상으로는 720×480 크기의 비월주사된 Hockey 시퀀스, Mobile 시퀀스 각각 10 프레임씩이다. Hockey 시퀀스는 움직임이 많은 운동 경기의 동

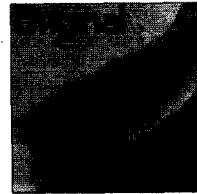
영상이어서 움직임이 많은 경우의 de-interlacing을 관찰하는데 적합한 시퀀스이고, Mobile 시퀀스는 움직임이 적은 동영상에서의 de-interlacing을 관찰하는데 적합한 시퀀스이다.

2. 실험 및 고찰

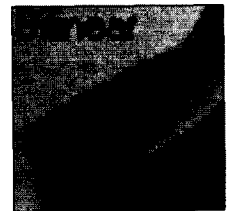
첫 번째 실험인 정지 영상의 보간을 수행한 결과 그림 6에서 확인할 수 있듯이 제안 방법의 보간 방법이 타 방법들에 비해 윤곽선 부분의 보존 능력이 탁월함을 볼 수 있다.



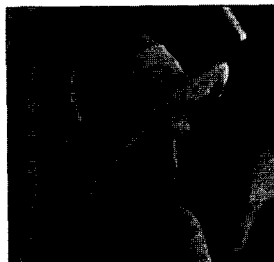
그림 5. Lena 전체 영상 (512×512)
Fig. 5. The whole Lena image.



(a) 원 영상



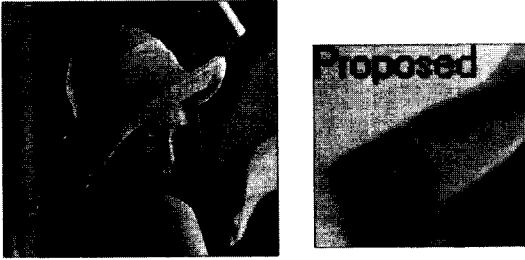
(b) bilinear 필터 보간 영상



(c) 미디언 필터 보간 영상



(d) Simonetti 방법 보간 영상



(e) 제안 방법 보간 영상

그림 6. 512×256 Lena 영상을 수직 방향 보간한 영상

Fig. 6. The vertical directional interpolation images of 512×256 Lena image.

두 번째 실험인 동영상 시퀀스 실험 역시 윤곽선이 뚜렷한 부분에서의 보간 능력이 다른 여타 방법에 비해 제안 방법이 우수함을 볼 수 있다.



그림 7. Mobile 전체 영상 (720×480)

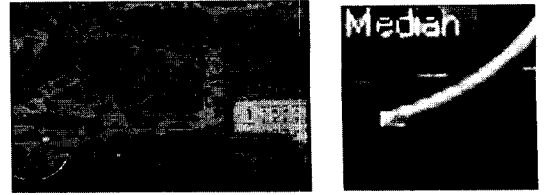
Fig. 7. The whole mobile image.



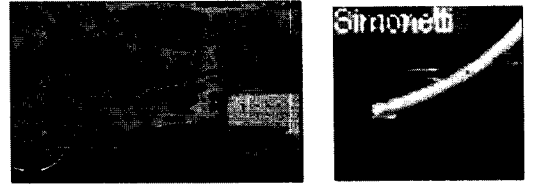
(a) 비월주사 원 영상



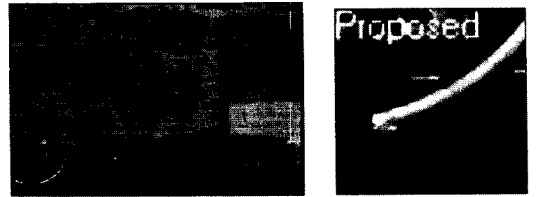
(b) bilinear 필터 보간 영상



(c) 미디언 필터 보간 영상



(d) Simonetti 방법 보간 영상



(e) 제안 방법 보간 영상

그림 8. De-interlaced 영상

Fig. 8. The de-interlaced images.

그림 8 (a)는 비월주사된 원 영상이고, (b)는 bilinear 보간 영상이다. (b)는 ZOH 보간 방법을 이용한 영상보다는 자연스러운 영상을 만들어내지만 윤곽선 부분의 열화가 많고 영상이 전반적으로 흐려지기 때문에 고화질의 영상을 기대할 수는 없다. (c)는 미디언 필터 보간 영상, (d)는 [7]의 방법, (e)는 제안 방법 보간 영상이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 제안 방법의 영상의 윤곽선 부분이 다른 방법에 의한 보간 영상에 비해 우수함을 볼 수 있다.

표 1. 각 보간 방법의 연산량 비교

Table 1. The comparison of processing methods by interpolation computation.

보간 방법	연산						절대치
	덧셈	뺄셈	곱셈	나눗셈	지연	비교	
ZOH					1		
Bilinear	1		1		1		
큐빅 컨볼루션	3	1	2		1		
미디언	1		1		1	6	
제안 방법	3	3	3	3	1	2	3

표 1은 각 보간 함수의 연산량을 비교한 결과이다. 각 연산중에서 덧셈과 뺄셈 연산보다는 곱셈 연산의 시간이 더 걸리고 그 보다는 비교 연산이 시간이 더 걸린다. 표 1에서 나타난 연산수는 제안 방법이 많이 보이지만 비교 연산이 미디언 필터보다 적기 때문에 전체 연산 속도는 미디언 필터보다 훨씬 빠르다. 물론 선형 보간 함수나 큐빅 컨볼루션 보간 함수보다는 시간이 약간 더 걸렸지만 영상의 화질에 있어서는 제안 방법이 훨씬 더 좋은 결과를 보여 준다.

표 2. 512×256 영상의 수직 방향 보간 연산시간 비교

Table 2. The comparison of processing time of vertical directional interpolation of 512×256 images.

	bilinear	큐빅 컨볼루션	미디언	제안 방법
Lena	0.05 초	0.82 초	2.30 초	0.99 초
Crowd	0.05 초	0.83 초	2.19 초	0.93 초
Peppers	0.05 초	0.83 초	2.37 초	0.99 초

표 3. 720×240 영상의 수직 방향 보간 연산시간 비교

Table 3. The comparison of processing time of vertical directional interpolation of 720×240 images.

	bilinear	큐빅 컨볼루션	미디언	제안 방법
Hockey	0.05 초	1.04 초	2.80 초	1.26 초
Mobile	0.05 초	1.09 초	2.86 초	1.43 초

표 2와 표 3은 RAM 16M의 Pentium-100 PC에서 각 보간 함수로 de-interlacing을 수행했을 때 실제 걸린 연산시간이다. 제안 방법은 미디언 필터에 비해서는 2~2.3배 가량 빠랐고 다른 보간 함수와도 연산 시간에서 별 차이가 나지 않았다. 제안 방법을 사용하는 분야가 고화질을 요하는 HDTV이고 빠른 연산을 필요로 하는 후단 처리부이기 때문에 양질의 화질과 적은 계산량이 동시에 고려되어야 하므로 윤곽선 보존 능력이 탁월하고 연산량이 적은 본 논문의 제안 방법이 HDTV의 후단 처리부 de-interlacing에 적합하다 할 수 있다. 하드웨어적인 측면을 고려할 때 Grand Alliance가 정한 표준안에 따르면 최대 1920×1080 크기에 30Hz의 속도로 순차주사한 영상을 지원한다. 따라서 de-interlacing을 수행할 경우 최대 초당 30Hz의 1920×540개의 화소를 처리할 수 있어야 한다. 본 논문에서 제안한 시각적 가중 필터의 경

우는 한 화소를 처리하는데 덧셈 3회, 뺄셈 3회, 곱셈 3회, 나눗셈 3회, 지연 1회, 비교 2회, 절대치 3회의 연산이 필요하므로 한 화소를 처리하는데 걸리는 시간은 약 440 nsec이고 실제 연산에서 그림의 좌우 끝부분은 처리하지 않고 1918×540 화소만 처리하면 되므로 전체 연산시간은 0.456초이다. 따라서 이와 같은 연산을 병렬로 15개를 처리하면 현재의 표준에서 가장 큰 영상도 하드웨어로 실시간 구현이 가능하다.

V. 결론

De-interlacing에서 핵심적인 사항은 어떤 보간 함수를 사용할 것인가 하는 문제와 어떻게 움직임 벡터를 정확하게 추출하여 움직임 보상이나 움직임 추정을 수행할 것인가 하는 문제이다. 하지만 후단 처리에만 국한시켜 놓고 보았을 때는 움직임 벡터를 이용한 움직임 보상이나 움직임 추정 방법은 많은 계산량 때문에 실시간 처리에 무리가 따르고 부호화/복호화 과정의 반복이라는 점에서 효율적이지 않다. 따라서 본 논문은 공간축상의 보간 문제를 가장 핵심적인 내용으로 한다. 본 논문에서 제안한 시각적 가중치를 고려한 보간 방법은 윤곽선 정보의 보존이라는 측면에서 일반적으로 쓰이고 있는 선형 보간 함수나 미디언 필터보다 더 나은 결과를 보여 주었다. 응용 분야의 성격상 인간의 시각적 특성을 고려하여 윤곽선 정보를 잘 보존하는 것이 중요하다. 더욱이 de-interlacing을 해야 하는 신호가 고화질을 필요로 하는 HDTV이기 때문에 윤곽선 정보의 보존은 화질 향상에 있어서 큰 효과가 있다. 연산시간이 선형 보간 함수에 비해서는 조금 더 걸렸지만 블록 매칭 기반의 움직임 보상 방법에 비해서는 계산량이 훨씬 적고 또, 두 필드간의 움직임이 많을 경우에는 화질에 있어서도 제안 방법이 더 좋은 결과가 나왔다. 따라서 시각적 가중치를 부여한 보간 필터를 이용한 de-interlacing 방법은 HDTV 후단 처리에 있어 고화질의 순차주사 영상을 만들어 낼 수 있다.

참고 문헌

[1] ACATS Technical Subgroup, "Grand Alliance HDTV system specification", Draft document, Feb. 22, 1994.

[2] Arun N. Netravali, Barry G. Haskell, *Digital Pictures Representation, Compression, and Standards 2nd ed.*, Plenum Press, 1995.

[3] J. S. Lim, *2-D Signal and Image Processing*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990.

[4] William K. Pratt, *Digital Image Processing, 2nd ed.*, Jhon Wiley & Sons, Inc., 1991.

[5] *International Standard ISO/IEC IS 13818-2*, "Information Technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information : video", Nov. 9, 1994.

[6] Anil K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989.

[7] R. Simonetti, S. Carrato, G. Ramponi, A. Polo Filisan, "De-interlacing of HDTV Images for Multimedia Applications", *International Workshop on HDTV '92, Proceedings vol.II*, Nov. 18-20, 1992, pp. 95 1-8.

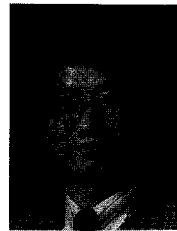
[8] 정장훈, 최윤식, "시각적 가중필터를 이용한 de-interlacing 기법 연구", *대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집 제19권 96/11*, 1996, pp 1464-1467

저 자 소 개



鄭 莊 輝(正會員)

1969년 11월 30일생. 1995년 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 SK 텔레콤 근무. 주관심 분야는 영상신호처리 및 무선통신



崔 潤 植(正會員)

1957년 2월 12일 생. 1979년 연세대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1984년 Case Western Reserve 대학 대학원 시스템 공학과 졸업(석사). 1987년 Pennsylvania State University, Univ. Park, 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 Purdue University, West Lafayette, 대학원 전기공학부 졸업(박사). 1990년~1993년 (주) 현대전자산업 산업전자연구소 책임연구원, 1993년~현재 연세대학교 공과대학 기계전자공학부 조교수. 주관심분야는 영상신호처리, 컴퓨터시각, 멀티미디어 통신