

정규논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제18권 제4호, 2013년 7월 (JBE Vol. 18, No. 4, July 2013)

<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2013.18.4.599>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

## 영상의 크기 변환을 이용한 효율적인 움직임 보상 보간 기법

권혜경<sup>a)</sup>, 이창우<sup>a)†</sup>

### Efficient Motion Compensated Interpolation Technique Using Image Resizing

Hye-gyung Kwon<sup>a)</sup> and Chang-woo Lee<sup>a)†</sup>

#### 요약

움직임 보상 보간 기법은 동영상 정보의 프레임율 증가 뿐 아니라 분산 동영상 부호화 시스템에서 부가 정보 생성에 사용된다. 본 논문에서는 움직임 보상 보간 기법의 성능을 효율적으로 향상시키기 위하여 DCT(Discrete Cosine Transform) 혹은 LiftLT를 이용하여 영상의 크기를 두 배 확대 변환한 후 움직임 보상 보간을 수행하여 생성된 두 배 크기의 영상을 다시 축소 변환하여 원래 크기의 보간 프레임을 생성하는 기법을 제안한다. 또한 보간 필터를 사용하여 부화소 단위의 세밀한 움직임 보상 보간을 수행한 경우의 성능도 분석한다. 모의 실험 결과 제안하는 기법이 기존의 보간 필터를 이용한 기법에 비해서 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

#### ABSTRACT

Motion compensated interpolation (MCI) techniques are used for increasing the frame rate and generating the side information in the distributed video coding (DVC) system. In this paper, an efficient MCI technique using the image resizing in the DCT or LiftLT domain is proposed, and the performance of the MCI technique using various sub-pixel generation techniques is analyzed. Extensive computer simulations show that the proposed method produces the superior results compared to the conventional methods.

Keywords : Motion compensated interpolation, LiftLT, image resizing, interpolation filter, frame rate

## 1. 서론

동영상 정보의 프레임율을 증가시키거나 분산 동영상 부호화 (DVC : distributed video coding) 시스템에서 부가 정보 (SI : side information) 생성 방법으로 움직임 보상 보간 (MCI : motion compensated interpolation) 혹은 움직임 보상 외삽 (MCE : motion compensated extrapolation) 기법이 사용될 수 있다<sup>[1-5]</sup>. MCE 기법은 복원하려는 프레임보다 과

a) 가톨릭대학교 정보통신전자공학부(Information, Communications and Electronics Engineering, The Catholic University of Korea)

† Corresponding Author : 이창우 (Chang-woo Lee)

E-mail: changwoo@catholic.ac.kr

Tel: +82-2-2164-4369

※ 본 연구는 2013년도 가톨릭대학교 교비 연구비 지원 및 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2010-0010470).

· Manuscript received March 7, 2013 Revised June 14, 2013 Accepted June 14, 2013

거의 프레임만을 사용하기 때문에 성능이 떨어지는 편이므로 과거와 미래의 프레임을 이용하여 중간 프레임을 복원하는 MCI 기법이 많이 사용된다. MCI 기법은 블록별로 움직임을 추정하여 중간 프레임을 생성하는데 순방향 움직임 추정 (forward motion estimation) 혹은 양방향 움직임 추정 (bilateral motion estimation) 기법을 이용한다<sup>[2]</sup>. 순방향 움직임 추정은 생성되는 중간 프레임에서 움직임 벡터를 이용하여 복원되는 블록이 겹치거나 비는 공간(hole)이 생길 수 있는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 제안된 양방향 움직임 추정 기법은 중간 프레임의 생성되는 블록을 중심으로 양방향 대칭적으로 움직임을 추정한다. MCI 기법의 성능을 향상시키기 위하여 주변 블록들의 특성을 이용하는 기법 등이 연구되었다. 영상의 특성 혹은 움직임에 따라서 MCI 기법의 성능은 크게 달라지고 MCI 기법의 성능을 향상시키기 위해서 다양한 기법들이 연구되고 있다<sup>[1-6]</sup>.

본 논문에서는 MCI 기법의 성능 향상을 위하여 부화소를 이용하는 기법과 영상의 크기 변환을 이용하는 기법을 연구한다. 먼저 1/2 위치의 부화소를 생성하는 보간 필터를 사용하여 영상을 보간한 후에 부화소 단위로 정밀하게 MCI를 수행하는 경우의 성능을 분석한다. H.264 혹은 HEVC (high efficiency video coding) 표준 압축 기법에서 사용하는 보간 필터를 이용하여 부화소를 생성하고 MCI 기법을 적용하였을 때의 성능 향상을 분석한다. 다음에 영상을 확대 변환하여 해상도를 향상시킨 후에 MCI를 수행하고 축소 변환을 하여 원 해상도의 중간 프레임을 생성하는 기법을 제안한다. 이는 확대 변환으로 향상된 해상도의 영상을 이용하여 좀 더 세밀한 움직임 추정을 하면 MCI 기법의 성능을 향상시킬 수 있음을 이용한 것이다. 효율적인 영상의 확대, 축소 변환을 위하여 변환 영역에서의 확대, 축소 변환을 이용한다. DCT 영역에서의 확대, 축소 변환은 DCT 고속 알고리즘을 이용하면 계산량을 크게 줄일 수 있고 LiftLT 영역에서의 확대, 축소 변환은 DCT에 간단한 butterfly 연산과 lifting step 연산만을 부가하여 구현할 수 있는데 DCT 영역에서의 확대, 축소 변환에 비해서 좋은 성능을 보인다. 다양한 표준 영상을 이용한 모의 실험을 통하여 제안하는 LiftLT 영역에서의 확대, 축소 변환을 이용한

MCI 기법이 부화소 단위의 MCI 기법에 비해서 우수한 성능을 보임을 입증한다. 본 논문의 2장에서는 기존에 제안된 MCI 기법과 부화소 생성 기법을 이용한 MCI 기법을 설명하고 3장에서 영상의 크기 변환을 이용한 효율적인 MCI 기법을 제안한다. 4장에서는 각 MCI 기법의 성능을 분석하고 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 부화소 생성을 이용한 MCI 기법

기존의 MCI 기법에서는 순방향 움직임 추정 혹은 양방향 움직임 추정을 이용하여 중간 프레임을 생성한다. 한편 추정하는 움직임 벡터의 정밀도를 높이기 위하여 그림 1에서 도시한 것과 같이 두 단계의 움직임 추정을 사용할 수 있다. 첫 번째 단계에서는 순방향으로 정수 화소 단위로 움직임 추정을 수행하고, 두 번째 단계에서는 첫 번째 움직임 추정에서 얻은 위치에서 추정 범위를 좁혀서 양방향 대칭 추정을 수행한다. 이때 두 번째 양방향 움직임 추정 단계에서는 보간 필터를 이용하여 부화소를 생성하여 정수 화소 위치 뿐만 아니라 부화소 단위까지 세밀한 움직임 추정을 수행할 수 있다. 보간 필터를 이용한 MCI 기법은 움직임 추정의 정밀도를 높이고 성

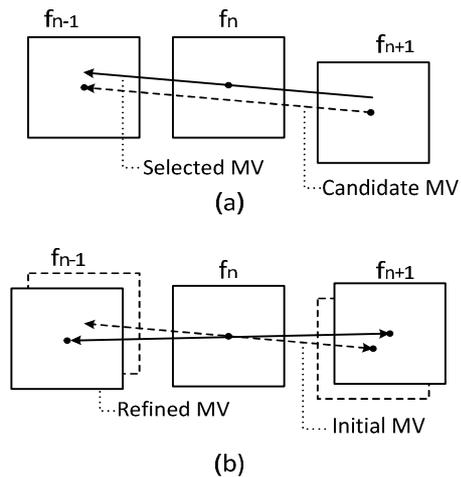


그림 1. MCI 기법 (a) 순방향 움직임 추정 (b) 양방향 움직임 추정  
 Fig. 1. MCI techniques (a) forward motion estimation (b) bilateral motion estimation

능을 향상시킨다.

H.264 표준에서는 표 1에 도시한 6 tap FIR 필터 계수를 이용하여 1/2 위치의 부화소를 생성하고 HEVC 표준에서는 DCT 변환을 이용하여 1/2, 1/4 혹은 3/4 위치의 부화소를 직접 구할 수 있는 DCTIF(DCT-based interpolation filter)를 사용한다<sup>7)</sup>. 식 (1), (2)의 DCT와 IDCT (inverse discrete cosine transform) 식을 이용하여 DCTIF를 생성할 수 있다.

표 1. H.264 6tap 필터 계수  
 Table 1. Filter coefficients for H.264

Pel (scale)	Filter coefficients
1/2 (1/64)	{1, -5, 20, 20, -5, 1}

$$C_k = \frac{1}{M} \sum_{l=-M+1}^M p(l) \cos\left(\frac{\pi(2l-1+2M)k}{4M}\right) \quad (1)$$

$$p(\alpha) = \frac{C_0}{2} + \sum_{k=1}^{2M-1} C_k \cdot \cos\left(\frac{\pi(2\alpha-1+2M)k}{4M}\right) \quad (2)$$

식 (2)에서  $\alpha$  값을 1/2로 설정하면 1/2 위치의 부화소 생성을 위한 필터 계수를 구할 수 있다. 이 때 M 값에 따라서 필터 길이를 조절할 수 있고  $\alpha$  값에 따라서 1/2 위치의 화소 뿐 아니라 1/4, 1/8 위치의 부화소도 직접 구할 수 있는 장점이 있다. 표 2에 1/2 위치의 부화소 생성을 위한 DCTIF를 제시하였다.

표 2. 1/2 위치의 부화소 생성을 위한 DCTIF 계수  
 Table 2. DCTIF coefficients for the generation of sub-pixels

Tap (scale)	Filter coefficients
4 tap (1/256)	{-17, 145, 145, -17}
6 tap (1/256)	{11, -43, 160, 160, -43, 11}
8 tap (1/64)	{-1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1}
12 tap (1/256)	{-2, 7, -15, 28, -52, 162, 162, -52, 28, -15, 7, -2}

### III. 영상의 크기 변환을 이용한 MCI 기법

본 논문에서는 MCI 기법의 성능을 향상시키기 위하여

영상의 크기 변환을 이용한 기법을 제안한다. MCI 기법의 성능을 향상시키기 위하여 다양한 연구가 진행되었으며 부화소 단위의 MCI 기법이 정수 화소 단위의 MCI 기법에 비해서 더 좋은 성능을 보인다. 본 논문에서는 영상의 크기를 확대하여 해상도를 증가시킨 후에 MCI 기법을 수행하여 중간 프레임들을 생성하고 영상의 크기를 축소 변환하는 새로운 방법을 제안하고 제안하는 기법이 성능을 향상시킬 수 있음을 보인다. 보간 기법을 이용하여 부화소를 생성하는 것과 영상의 크기 변환을 통해서 해상도를 증가시키는 것은 생성되는 화소의 상대적인 위치에서 차이가 있다. 또한 영상의 크기 변환을 위해서는 변환 영역에서의 크기 변환 기법과 같은 효율적인 방법을 사용할 수 있는 장점이 있다. DCT 영역에서의 크기 변환 기법은 DCT를 위한 고속 알고리즘을 사용하면 효율적인 구현이 가능하다. 그림 2에 DCT를 이용한 확대 변환과 축소 변환을 도시하였다<sup>9)</sup>. 영상의 크기를 확대하기 위해서 DCT 후에 0을 삽입하여 변환 계수를 두 배 확대하고 다시 IDCT를 수행하면 두 배 크기로 확대된 영상을 얻을 수 있다. 또한 축소 변환의 경우 DCT 변환 후 고주파 대역을 제거하여 절반의 크기로 축소된 후 다시 IDCT를 수행하여 절반 크기로 축소된 영상을 얻는다. 이는 DCT 변환의 경우 주파수 영역에서 영상의 중요한 정보가 저주파 대역으로 집중되는 특성을 이용한 것이다.

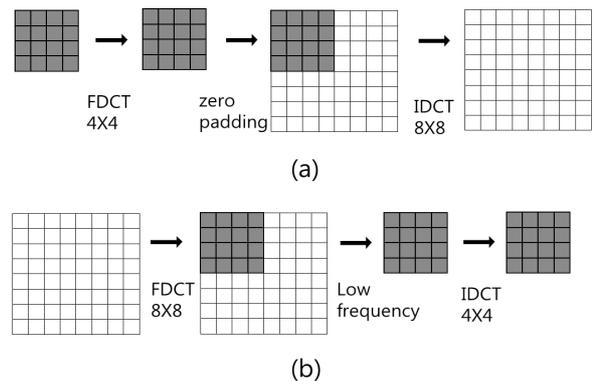


그림 2. DCT를 이용한 영상의 크기 변환 (a) 2배 확대 변환 (b) 1/2배 축소 변환  
 Fig. 2. Image resizing using DCT (a) resizing (x2) (b) resizing (x1/2)

DCT 변환 대신에 그림 3에 도시한 것과 같이 블록을 겹

처서 변환하는 LiftLT 변환을 이용하면 크기 변환 시 영상의 품질을 향상시킬 수 있다<sup>[8]</sup>. LiftLT는 DCT 변환 후 butterfly 과정과 lifting step을 포함하여 두 블록을 겹쳐서 변환하는 기법으로서 DCT에 비해서 추가로 요구되는 계산량이 비교적 적은 장점이 있으면서 DCT를 이용한 크기 변환 기법에 비해 좋은 성능을 보인다<sup>[10]</sup>.

2장에서 설명한 영상의 보간 필터를 이용하여 부화소를 생성한 후에 중간 프레임을 생성하는 기법과 본 장에서 설명한 영상의 크기 변환을 이용하여 중간 프레임을 생성하는 기법을 그림 4에 도시하였다. 그림 4(b)에 도시한 것과 같이 크기 변환을 이용한 MCI 기법은 과거와 미래의 참조 프레임 영상의 크기를 DCT 혹은 LiftLT를 이용하여 2배 확대 변환하여 해상도를 향상시킨 후에 두 단계의 움직임 추정을 수행하여 2배 크기의 중간 프레임을 생성한다. 이

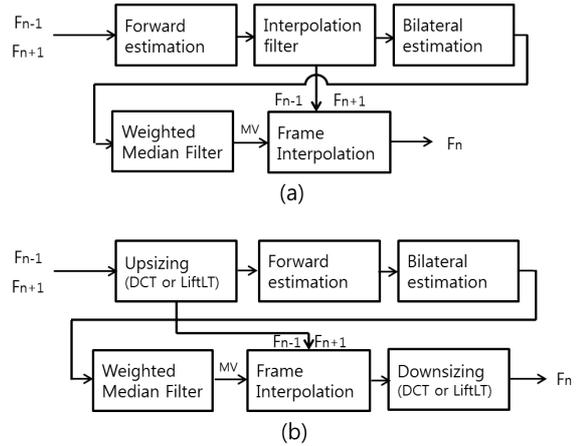


그림 4. MCI 기법의 블록도 (a) 보간 필터를 이용한 중간 프레임 생성 (b) 영상의 크기 변환을 이용한 중간 프레임 생성  
Fig. 4. Block diagram for MCI technique (a) Frame generation using interpolation filter (b) Frame generation using image resizing

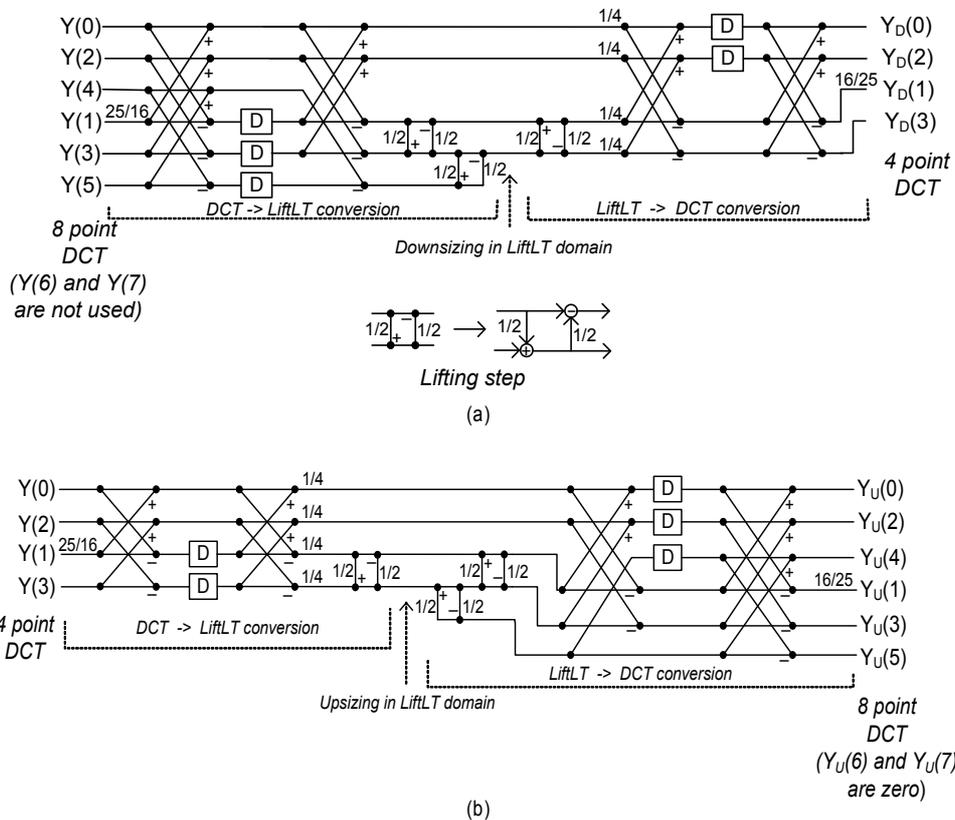


그림 3. LiftLT를 이용한 크기 변환<sup>[8]</sup> (a) 1/2배 축소 변환 (b) 2배 확대 변환  
Fig. 3. Resizing using LiftLT (a) resizing (x1/2) (b) resizing (x2)

중간 프레임을 1/2배 축소 변환하여 원 영상의 해상도로 복원하여 최종적으로 중간 프레임을 생성하면 보간 영상의 화질을 향상시킬 수 있다.

리와 가중치를 이용하여 가중치 벡터 중간 값으로 현재 블록의 움직임 벡터를 보정한다<sup>[11]</sup>.

$$\sum_{i=1}^N w_i \|v_m - v_i\| \leq \sum_{i=1}^N w_i \|v_j - v_i\|, \quad (3)$$

$$j=1,2,\dots,N, \quad w_i = \frac{MSE(v_i)}{MSE(v_j)}$$

#### IV. 모의 실험

각 MCI 기법에 대한 성능 평가를 위하여 실험 영상으로 QCIF 규격 Foreman 400 프레임, Hall monitor 300 프레임, Coastguard 300 프레임 표준 동영상을 사용하였다. 모의 실험에서 MCI 기법들은 기본적으로 순방향 추정과 양방향 추정의 두 단계의 움직임 추정을 수행한다. 보간 필터를 사용하지 않고 정수 위치의 화소만을 이용해 움직임 추정을 수행하는 기법과 보간 필터를 이용하여 부화소 단위의 움직임 추정을 수행하는 기법 및 본 논문에서 제안하는 DCT 혹은 LiftLT 영역에서 영상의 크기 변환 기법을 사용한 MCI 기법의 성능을 비교, 분석하였다. 또한 후보정 단계에서 WMF(weighted median filter)로 움직임 벡터를 보정하고 성능을 분석하였다. WMF는 식 (3)에서 나타난 것과 같이 현재 블록과 주위 블록의 벡터들을 사용하여 현재 블록의 움직임 벡터를 보정하는 방법으로, 움직임 벡터간의 거

여기서  $v_m$ 은 가중치 벡터 중간 값 필터를 이용하여 보정된 벡터이고  $\|v_i - v_j\|$ 는  $v_i$ 와  $v_j$ 간의 거리를 나타낸다. 또한  $w_i$ 는 가중치이며,  $MSE(v_i)$ 는 이전 키 프레임과 이후 키 프레임에서 가져온 블록간의 MSE(mean square error)이고,  $MSE(v_j)$ 는 벡터  $v_j$  위치에서 가져온 블록간의 MSE이며 이를 이용하여 가중치를 구하게 된다. 기본 실험 조건으로 블록 크기는  $16 \times 16$ , 순방향 예측을 위한 첫 번째 움직임 탐색 영역은  $16 \times 16$ , 부화소 단위의 양방향 예측을 위한 두 번째 탐색 영역은  $21 \times 21$ 로 한다. 이때 제안하는 기법에 대해서는 블록 크기와 두 번째 탐색 영역의 크기를 변경하며 다양한 조건에서 실험하였는데 이는 제안하는 기법 뿐만 아니라 기존의 기법에서도 블록 크기와 탐색 영역의 크기에 따라 MCI 기법의 성능 향상 정도를 알아보기 위함이다.

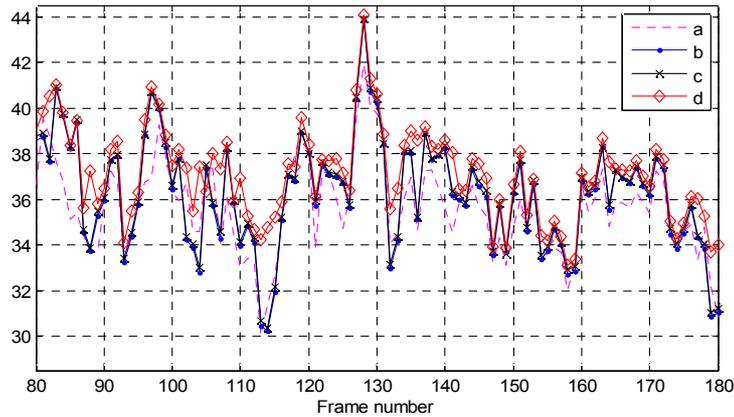


그림 5. Foreman 영상(100프레임)에 대한 보간 필터와 크기 변환을 이용한 MCI 기법의 PSNR 성능(a 보간 필터를 사용하지 않은 정수단위 움직임 추정, b H.264 6tap FIR filter를 이용한 1/2 화소 단위의 움직임 추정, c DCTIF 8tap FIR filter를 이용한 1/2 화소 단위의 움직임 추정, d LiftLT를 이용한 영상의 해상도 확대 후 움직임 추정)

Fig. 5. PSNR performance for MCI techniques (Foreman, 100 frames, a. Motion estimation (integer pixel) b. Motion estimation (1/2 sub-pixel generated by H.264 6tap filter) c. Motion estimation (1/2 sub-pixel generated by DCTIF 8tap filter) d. Motion estimation using image resizing)

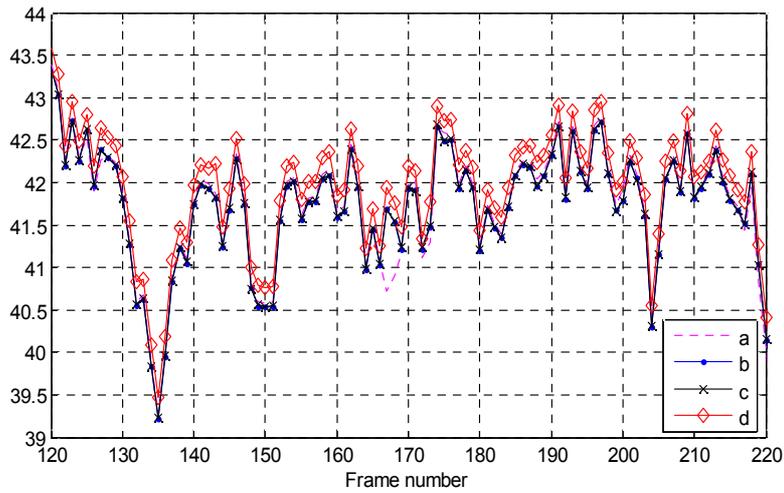


그림 6. Hall monitor 영상(100프레임)에 대한 보간 필터와 크기 변환을 이용한 MCI 기법의 PSNR 성능(a 보간 필터를 사용하지 않은 정수단위 움직임 추정, b H.264 6tap FIR filter를 이용한 1/2 화소 단위의 움직임 추정, c DCTIF 8tap FIR filter를 이용한 1/2 화소 단위의 움직임 추정, d LiftLT를 이용한 영상의 해상도 확대 후 움직임 추정)

Fig. 6. PSNR performance for MCI techniques (Hall monitor, 100 frames, a. Motion estimation (integer pixel) b. Motion estimation (1/2 sub-pixel generated by H.264 6tap filter) c. Motion estimation (1/2 sub-pixel generated by DCTIF 8tap filter) d. Motion estimation using image resizing)

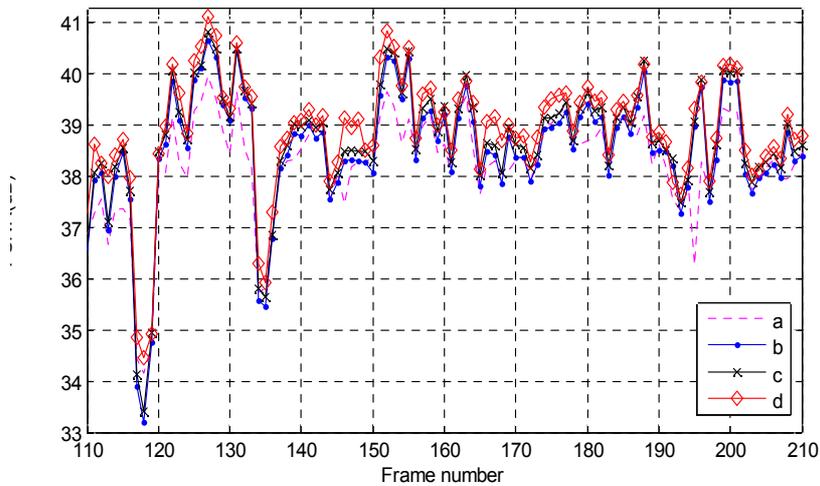


그림 7. Coastguard 영상(100프레임)에 대한 보간 필터와 크기 변환을 이용한 MCI 기법의 PSNR 성능(a 보간 필터를 사용하지 않은 정수단위 움직임 추정, b H.264 6tap FIR filter를 이용한 1/2 화소 단위의 움직임 추정, c DCTIF 8tap FIR filter를 이용한 1/2 화소 단위의 움직임 추정, d LiftLT를 이용한 영상의 해상도 확대 후 움직임 추정)

Fig. 7. PSNR performance for MCI techniques (Cosatguard, 100 frames, a. Motion estimation (integer pixel) b. Motion estimation (1/2 sub-pixel generated by H.264 6tap filter) c. Motion estimation (1/2 sub-pixel generated by DCTIF 8tap filter) d. Motion estimation using image resizing)

그림 5~7에 실험 영상을 이용하여 두 프레임 사이의 원 영상을 각 MCI 기법으로 추정하였을 때 측정된 PSNR 결과를 제시하였다. 정수 단위의 움직임 추정을 수행한 MCI

기법보다 H.264, HEVC 표준안의 6tap FIR 필터와 DCTIF 8tap FIR 필터를 이용하여 부화소를 생성한 후에 부화소 단위로 움직임 추정을 하면 MCI 기법의 성능을 향상시킬

수 있음을 알 수 있다. 또한 제안하는 LiftLT 변환을 사용하여 영상의 크기를 변환한 후에 MCI 기법을 적용한 경우가 가장 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 표 3, 4에 각 MCI 기법을 실험 영상에 적용하였을 때 PSNR 결과의 평균을 제시하였다. 단위 블록 크기가 16×16이고 두 번째 탐색 영

역의 크기가 21×21일 때 제안하는 기법이 보간 필터를 사용하지 않은 기법에 비해 Foreman 표준영상의 경우 0.85 dB, Coastguard의 경우 0.79dB, Hall monitor의 경우 0.45dB의 성능 향상을 보인다. 또한 H.264 6tap FIR 필터를 사용한 기법에 비해 Foreman의 경우 0.38dB, Coastguard의

표 3. 각 MCI 기법으로 생성된 영상과 원 영상에 대한 PSNR 결과 (dB, 블록크기(MB): 16×16, 첫 번째 탐색 영역의 크기(SR1): 16×16, 두 번째 탐색 영역의 크기(SR2): 21×21)  
 Table 3. PSNR performance for each MCI technique (dB, Block size: 16x16, search range for the first motion estimation(SR1): 16x16, search range for the second motion estimation(SR2): 21x21)

화소보간 없이 정수화소 단위의 추정	MCI 기법 영상	Forward + Bilateral	Forward + Bilateral + WMF
	Foreman	35.47	35.60
	Coastguard	37.44	37.54
	Hall monitor	40.16	40.30
H.264 6tap FIR filter 사용한 부화소 단위의 추정	MCI 기법 영상	Forward + Bilateral	Forward + Bilateral + WMF
	Foreman	35.94	36.22
	Coastguard	38.04	38.06
	Hall Monitor	40.38	40.44
DCTIF 6tap FIR filter 사용한 부화소 단위의 추정	MCI 기법 영상	Forward + Bilateral	Forward + Bilateral + WMF
	Foreman	35.93	36.17
	Coastguard	38.03	38.03
	Hall monitor	40.36	40.43
DCTIF 8tap FIR filter 사용한 부화소 단위의 추정	MCI 기법 영상	Forward + Bilateral	Forward + Bilateral + WMF
	Foreman	36.10	36.22
	Coastguard	38.15	38.20
	Hall monitor	40.46	40.61

표 4. 영상의 크기 변환을 이용한 MCI 기법으로 생성된 영상과 원 영상에 대한 PSNR 결과 (dB, 블록의 크기(MB): 16×16, 첫 번째 탐색 영역의 크기(SR1): 16×16, 두 번째 탐색 영역의 크기(SR2): 21×21)  
 Table 4. PSNR performance for MCI techniques using image resizing (dB, BS: block size, search range for the first motion estimation(SR 1): 16x16)

DCT 크기 변환을 이용한 움직임 추정		MCI 기법 영상	Forward + Bilateral	Forward + Bilateral + WMF
		Foreman	35.98	36.04
		Coastguard	37.95	37.95
		Hall monitor	40.33	40.42
LiftLT 영역에서 영상의 크기 변환을 이용한 움직임 추정	BS 16×16 SR2 21×21	MCI 기법 영상	Forward + Bilateral	Forward + Bilateral + WMF
		Foreman	36.32	36.35
		Coastguard	38.23	38.32
	BS 16×16 SR2 25×25	Foreman	36.35	36.38
		Coastguard	38.21	38.21
		Hall monitor	40.59	40.65
	BS 16×16 SR2 31×31	Foreman	36.26	36.26
		Coastguard	38.20	38.20
		Hall monitor	40.54	40.58
	BS 8×8 SR2 11×11	Foreman	35.78	36.10
		Coastguard	38.45	38.46
		Hall monitor	40.83	40.89
	BS 8×8 SR2 15×15	Foreman	35.63	35.71
		Coastguard	38.31	38.32
		Hall monitor	40.61	40.75

경우 0.19dB, Hall monitor의 경우 0.23dB의 성능향상을 보인다. 그리고 다양한 실험조건 중 단위블록 크기가 8×8이고 두 번째 탐색영역의 크기 11×11인 경우의 결과가 단위블록 크기가 16×16이고 두 번째 탐색영역의 크기가 21×21인 경우에 비해서 Foreman을 제외한 표준영상 Coastguard와 Hall monitor에서 각각 0.22dB의 성능향상을 보이는데 이는 두 영상이 상대적으로 움직임이 적기 때문인 것으로

보인다.

본 논문에서 제안한 MCI의 기법은 영상의 크기를 확대하고 축소하는 변환과 확대된 영상에서 움직임을 추정하기 때문에 기존의 정수 단위의 MCI 기법에 비해서는 계산량이 많아지게 된다. 그런데 제안하는 방법은 정수 단위의 MCI 기법보다 좋은 성능을 보이는 부화소 단위의 MCI 기법보다 우수한 성능을 보이고 부화소 단위의 움직임 추정

기법이 공간에서의 필터링을 이용하여 각 부화소를 생성해야 하는데 비해서 제안하는 기법은 변환 영역에서 효율적으로 영상의 크기를 변환할 수 있는 장점이 있다<sup>[8]</sup>.

## V. 결론

본 논문에서는 영상의 부화소를 생성하여 MCI 기법의 성능을 향상시킬 수 있음을 보이고 영상의 크기 변환을 이용하여 MCI 기법의 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 제안하였다. 영상의 부화소 생성을 위하여 H.264와 HEVC 표준 기법의 보간 필터를 사용하여 영상을 보간하고 MCI 기법을 적용하였을 때 성능 향상 정도를 평가하였다. 영상의 크기 변환을 위해서는 다양한 방법이 사용될 수 있는데 DCT 영역의 크기 변환 기법은 고속 알고리즘을 이용할 수 있으므로 효율적으로 구현할 수 있다. 표준 동영상을 이용한 모의 실험을 통하여 DCT에 단순한 후처리 과정을 부과함으로써 구현할 수 있는 LiftLT를 사용하여 영상의 크기를 변환하고 MCI를 적용한 후에 축소 변환을 통해서 영상의 크기를 복원하면 전체 성능을 향상시킬 수 있음을 입증하였다.

## 참고 문헌

[1] J. Zhai, K. Yu, J. Li and S. Li, "A low complexity motion compensated

frame interpolation method", IEEE Int. Symposium on Circuits and Systems, pp. 4927-4930, May 2005.

[2] B. D Choi, J. W Han, C. S Kim, and S. J Ko. "Motion-compensated frame interpolation using bilateral motion estimation and adaptive overlapped block motion compensation", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 17, pp. 407-416, Apr. 2007.

[3] Deng Hui-Ping, Yu Li, Xiong Wei, He Qing-Di and Li Rong, "Adaptive interpolation/extrapolation and motion vector processing method for frame rate up conversion," ICIG '09 Fifth Int. Conf. on Image and Graphics, pp.18-22, Sept. 2009.

[4] A.-M. Huang and T. Nguyen, "Correlation-based motion vector processing with adaptive interpolation scheme for motion-compensated frame interpolation," IEEE Trans. Image Processing, Vol. 18, no. 4, pp. 740 - 752, Apr. 2009.

[5] D. Wang et al., "Motion-compensated frame rate conversion -Part II: New algorithms for frame interpolation," IEEE Trans. Broadcasting, Vol. 56, no. 2, Jun. 2010.

[6] Liang Ma, Gao-Ming Du, Duo-Li Zhang, and Yu-Kun Song, "Fractional-pel motion compensation interpolation architecture based on parallel FIR systolic arrays for H.264/AVC", IEEE Acoustic, Speech and Signal Processing, pp. 328-331, Aug. 2008.

[7] Joint Collaborative Team: Video Coding, Test Model Under Consideration[Online]. JCTVC-A205, Dresden, Germany, Apr. 2010.

[8] C. W. Lee, "General methods for L/M-fold resizing of compressed images using lapped transforms," IET Image Processing, Vol.1, pp.295-303, Sep. 2007.

[9] H. W. Park, Y. S. Park, and S. K. Oh, "L/M-fold image resizing in block-DCT domain using symmetric convolution," IEEE Trans. Image Process. Vol. 12, pp. 1016 - 1034, Sep. 2003.

[10] T. D. Tran, "The LiftLT: Fast-lapped transforms via lifting steps," IEEE Trans. Signal Processing Letters, Vol. 7, pp.145-148, Jun. 2000.

[11] L. Alparone, M. Barni, F. Bartolini and V. Cappellini, "Adaptively Weighted Vector-Median Filters for Motion Fields Smoothing," IEEE ICASSP, Georgia, USA, Vol. 4, pp. 2267-2270, May 1996.

---

## 저 자 소 개



### 권 혜 경

- 2010년 8월 : 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 학사
- 2013년 2월 : 가톨릭대학교 정보통신전자공학과 석사
- 주관심분야 : 영상처리, 영상통신

---

저 자 소 개

---



이 창 우

- 1988년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과(공학사)
- 1990년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 석사
- 1996년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 박사 (영상신호처리전공)
- 1996년 3월 ~ 1997년 8월 : 삼성전자 신호처리연구소 선임연구원
- 1997년 9월 ~ 현재 : 기톨릭대학교 정보통신전자공학부 교수
- 주관심분야 : 영상신호처리, 영상통신