

Lapped Transform을 이용한 영상 보간 기법

*주승용 **이창우

가톨릭대학교 정보통신전자공학부

*jooseungyong@catholic.ac.kr **changwoo@catholic.ac.kr

Image Interpolation Technique Using Lapped Transforms

*Seung-Yong Joo **Chang-Woo Lee

School of Information, Communications and Electronics Eng., The Catholic University of Korea

요약

영상신호의 보간을 위해서 다양한 기법이 제안되었고 H.264와 HEVC 동영상 부호화 표준 기법에서는 움직임 추정의 정확성을 높이기 위해서 1/2과 1/4 위치의 부화소 보간을 위한 보간 필터를 사용한다. 본 논문에서는 lapped transform을 이용하여 1/2과 1/4 위치의 부화소 보간을 위한 효율적인 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 영상의 크기 변환과 보간과의 관계를 이용하여 부화소를 효율적으로 보간하는 기법이다. 제안하는 기법 및 H.264, HEVC에서 사용되는 보간 필터를 사용하여 영상을 보간한 경우의 성능을 비교한다.

1. 서론

디지털 영상신호의 해상도를 높이거나 움직임 추정의 정확도를 높이기 위해서 다양한 보간 기법이 연구되어 왔다[2]. H.264와 HEVC 등의 표준 동영상 부호화 기법에서는 움직임 추정의 정확성을 높이기 위해서 1/2 혹은 1/4 화소 위치의 부화소 생성을 위한 보간 필터가 사용된다[4]. 기존의 부화소 보간을 위해서는 공간 영역에서의 보간 필터가 주로 사용된다. 한편 영상의 크기를 변화시키기 위한 다양한 기법이 제안되었다[1,2]. DCT 영역에서 영상의 크기를 변환하는 기법은 계산의 효율성과 성능의 우수함으로 많은 주목을 받고 있다[2].

본 논문에서는 영상의 보간과 크기 변환과의 관계를 이용한 효율적인 영상 보간 기법을 제안한다. Lapped transform을 이용한 영상의 크기 변환 기법은 DCT를 이용한 영상의 크기 변환 기법에 비해서 우수한 성능을 보이는데, lapped transform을 이용한 영상의 크기 변환 기법을 이용하여 1/2과 1/4 화소 위치의 부화소를 효율적으로 생성하는 기법을 제안한다. 그리고 다양한 영상에 대한 실험을 통해 기존의 기법과 제안하는 기법에 대한 성능을 비교한다.

2. 영상의 보간 및 크기변환 기법

영상의 해상도를 향상시키거나 움직임 추정에서 부화소를 이용하여 성능을 향상시키고자 할 때 영상 보간 기법이 이용된다. H.264 혹은 HEVC 등의 동영상 표준 압축 기법에서는 1/2 혹은 1/4 단위의 부화소를 생성하기 위한 보간 필터를 사용한다. 그림 1에 도시한 것과 같이 1/2 혹은 1/4 화소 위치의 부화소를 생성하기 위한 다양한 보간 필터가 설계되었다[4]. 이에 비교해서 영상의 크기 변환 기법은 영상의 크기를 확대 혹은 축소하기 위한 기법이다. 영상의 크기 변환 기법 중에서 DCT 영역에서의 크기 변환 기법은 계산량이 적고 성능이 비교적 우수

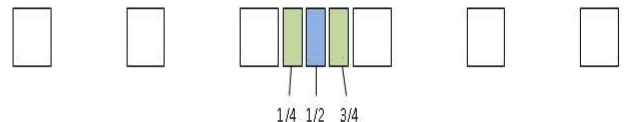
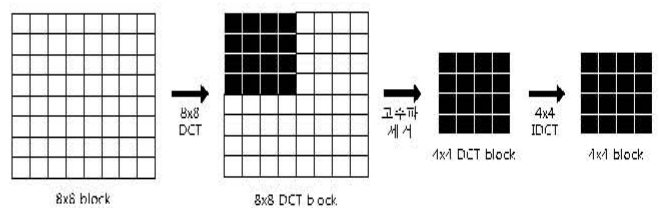
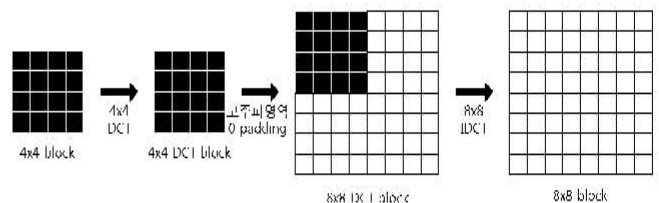


그림 1. 주변 pixel을 이용한 보간 필터

한 장점이 있다[2]. DCT 변환을 이용하여 영상의 크기를 확대하기 위해서는 영상을 블록별로 DCT 변환한 후에 고주파 부분에 0을 추가한 후 역 DCT 변환을 수행하는 것이다. 반대로 영상의 크기를 축소하기 위해서는 DCT 변환 후에 고주파 성분을 제거한 후에 역 DCT 변환을 수행하는 것이다. 그림 2에 DCT를 이용한 영상의 2배 확대와 축소 방법을 도시하였다.



(a) DCT를 이용한 영상의 1/2배 축소



(b) DCT를 이용한 영상의 2배 확대

그림 2. DCT를 이용한 크기 변환 방법

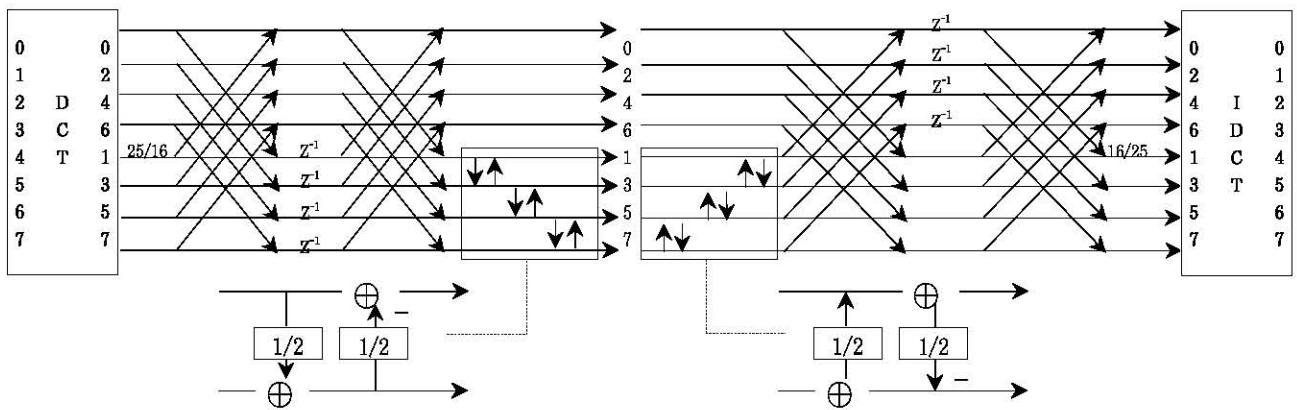
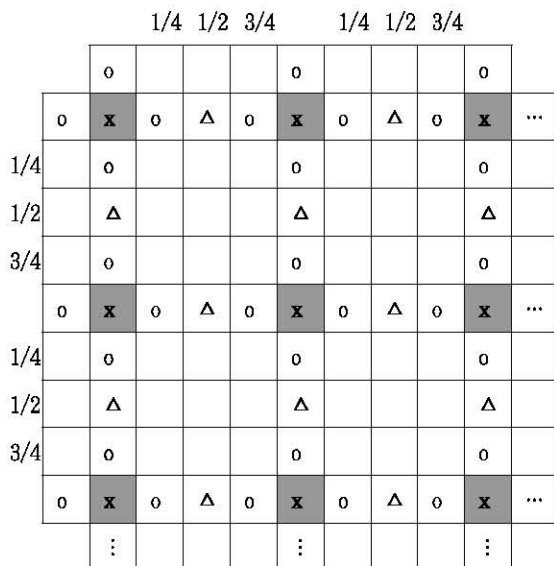


그림 3. LiftLT 변환 기법

DCT는 영상을 각 블록 별로 변환하는 반면에 lapped transform은 인접하는 블록을 겹쳐서 변환한다. Lapped transform 중에서 LiftLT는 DCT에 간단한 butterfly 연산과 lifting step 연산을 부가하여 구현할 수 있다[3]. LiftLT 변환은 그림 3에 도시하였고, 인접하는 블록을 겹쳐서 변환함으로써 DCT를 사용할 때 발생하는 blocking effect를 크게 줄일 수 있다. DCT 영역의 영상을 butterfly 연산과 lifting step 연산으로 LiftLT 영역으로 변환한 후에 LiftLT 영역에서 고주파 성분을 제거하거나 0을 추가함으로써 영상을 축소 혹은 확대할 수 있다. LiftLT를 이용한 크기 변환 기법은 DCT를 이용한 크기 변환 기법에 비해서 더 좋은 화질의 영상을 생성한다[1].

영상 보간으로 생성되는 부화소의 위치와 2배 확대된 영상의 화소 위치를 그림 4에 비교하였다. 보간된 영상의 부화소 위치는 두 화소간의 중앙에 위치하는데 비해서 2배 확대된 영상의 화소는 원 영상과 비교하여 1/4, 3/4 위치에 생성된다.



o : 2배 확대된 영상의 화소 위치
 x : 원 화소 위치
 Δ : 영상 보간으로 생성되는 1/2 부화소 위치
 그림 4. 영상 보간과 확대에서 생성되는 부화소의 상대적 위치

3. 제안하는 영상 보간 기법

본 논문에서는 보간에서 생성되는 화소의 위치와 2배 확대된 영상의 화소위치 간의 관계를 이용하여 효율적인 영상 보간 기법을 제안한다. 그림 4에서 도시한 것과 같이 2배 확대된 영상의 화소는 원 화소 좌우의 1/4 위치에 생성된다. 두 화소간의 상대적 위치는 1/4과 3/4에 위치하는데 이러한 두 화소를 이용하면 1/2 위치의 화소를 구할 수 있다. 만일 1/4 부화소 단위로 영상을 보간 하는 경우에는 영상을 2배 확대하는 방법을 사용하여 1/4과 3/4위치의 화소를 구한 후에 1/2 위치의 화소를 구하는 방법을 사용할 수 있다. LiftLT를 사용하여 영상을 2배 확대하면 DCT를 사용하는 경우보다 고품질의 확대 영상을 얻을 수 있으므로 LiftLT를 이용하여 영상을 2배 확대한 후에 1/4과 3/4 위치의 부화소를 보간하여 1/2 위치의 부화소를 구하면 효율적으로 1/4 화소 단위로 영상을 보간할 수 있다.

4. 실험결과

본 논문에서 제안하는 방법의 성능을 평가하기 위해서 원 영상을 1/2 혹은 1/4로 축소한 후에 보간 기법을 이용, 영상을 보간하여 원 영상과의 PSNR을 비교하였다. 256×256 크기의 다양한 영상에 대한 실험결과를 표1에 제시하였다.

기존의 H.264 보간 필터를 사용하여 보간한 경우와 제안하는 LiftLT를 사용한 보간 기법을 1/2화소 단위의 보간과 1/4화소 단위의 보간에 적용하여 성능을 비교하였다. 1/2 화소 단위만의 보간에서는 기존의 H.264 filter보다 좋은 성능을 보였으나, 1/4 화소 단위 보간의 경우 기존의 보간 필터를 이용한 보간 기법에 비해 제안하는 기법이 PSNR 성능이 다소 낮았다. 그러나 1/4 화소 단위의 경우 제안하는 기법은 1/4, 3/4 위치의 화소를 한 번에 생성하고 1/2 화소 위치로 간단한 보간 기법을 이용하여 구현 할 수 있으므로 계산량을 줄일 수 있는 장점이 있다.

5. 결론

본 논문에서는 LiftLT를 이용한 효율적인 영상 보간 기법을 제안하였다. 영상의 보간과 크기 변환 간의 관계 및 LiftLT 변환을 이용하여 영상의 1/4 화소 단위까지 보간하는 효율적인 방법을 제안하였다.

표 1. 기존의 보간 기법과 제안하는 보간 기법의 성능 비교

(a) 1/2 화소 단위 보간

보간 방법	PSNR(dB, 256×256 image)			
	Lena	Boat	Bridge	Baboon
H.264 보간 필터 사용	30.1040	28.5769	24.4235	20.8619
제안하는 방법	30.1729	28.6211	24.5222	21.0129

(b) 1/4, 1/2, 3/4 화소 단위 보간

보간 방법	PSNR(dB, 256×256 image)			
	Lena	Boat	Bridge	Baboon
H.264 보간 필터 사용	24.0239	22.5273	20.4428	19.4735
제안하는 방법	23.4256	22.0058	19.8807	18.8344

성능 평가를 통하여 제안하는 방법은 기존의 방법과 비슷한 성능을 보이며, 계산량을 줄일 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] C. W. Lee, "General methods for L/M-fold resizing of compressed images using lapped transforms," *IET Image Process.*, vol. 1, no. 3, pp. 295-303, September, 2007.
- [2] R. Dugad and N. Ahuja, "A fast scheme for image size change in the compressed domain," *IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol.*, vol.11, no. 4, pp. 461 - 474, Apr. 2001.
- [3] T. D. Tran, "The LiftLT: Fast lapped transforms via lifting steps," *IEEE Signal Processing Lett.*, vol. 7, pp. 145 - 149, June 2000.
- [4] Jain E.G. Richardson, H.264 and MPEG-4, WILEY, 2003.