

변환 영역에서 영상의 화질 향상 기법

*임석운 **이창우

가톨릭대학교 정보통신전자공학부

*arined@catholic.ac.kr **changwoo@catholic.ac.kr

Image Enhancement Technique in Transform Domain

*Seok-Un Im **Chang-Woo Lee

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

요약

영상의 화질을 향상시키기 위한 다양한 방법이 제안되어 왔는데 DCT 영역에서 영상의 화질을 향상시키는 방법은 각 블록별 특성을 효율적으로 이용할 수 있고 JPEG, MPEG 등 표준 압축 기법으로 압축된 영상에 적용이 용이한 장점이 있다. 본 논문에서는 DCT 영역에서 contrast measure를 이용한 화질 향상 기법에서 발생할 수 있는 blocking effect를 크게 감소시키는 lapped transform 영역의 화질 향상 기법을 제안한다. 모의 실험을 통해서 제안하는 기법이 영상의 contrast를 향상시키면서 blocking effect를 크게 감소시키는 것을 보인다.

1. 서론

영상의 화질을 향상시키기 위한 다양한 기법들이 제안되어왔다[1, 2, 5]. 영상의 화질 향상 기법 중에서 영상의 contrast 향상 기법이 많이 연구되었는데 이는 전역적 contrast 향상 기법과 국부적 contrast 향상 기법으로 나누어서 생각할 수 있다. 전역적 contrast 향상 기법은 전체 영상에 대해서 histogram equalization 기법 등을 사용하여 전체적인 contrast를 향상시키는 기법이고 국부적 contrast 향상 기법은 영상의 국부적 특성을 고려하여 contrast를 향상시키는 기법이다. 한편 Tang 등은 DCT 영역에서의 contrast measure를 정의하고 이를 이용한 영상의 화질 향상 기법을 제안하였다[1]. 이는 DCT 영역에서 각 주파수 텐드별 contrast measure를 정의하고 이를 이용하여 영상의 선명도를 향상시키는 기법이다. JPEG 등으로 압축된 영상은 DCT 영역으로 변환되어 있으므로 DCT 영역에서의 화질 향상 기법은 계산량을 줄일 수 있고 DCT 계수의 특성을 이용하여 효율적으로 영상의 화질을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 DCT 블록별로 영상을 처리하기 때문에 blocking effect가 발생할 수 있는 단점이 있다.

본 논문에서는 lapped transform을 이용한 영상의 화질 향상 기법을 제안한다. Lapped transform을 이용하여 영상을 변환하면 DCT에 비해서 에너지 집중도가 커지고 변한 계수는 비슷한 특성을 보이므로 DCT 영역의 화질 향상 기법을 적용하여 영상의 화질을 향상시킬 수 있다. 또한 lapped transform은 인접하는 블록을 겹쳐서 변환하므로 lapped transform을 사용하면 blocking effect를 크게 줄일 수 있는 장점이 있다[3]. Lapped transform을 위한 추가적인 계산을 최소화하기 위해서 DCT에 lifting step 부과만으로 구현 가능한 LiftLT를 이용한 방법을 제안한다.

2. DCT 영역에서 contrast 향상 기법

Tang 등은 영상을 8×8 블록 단위로 DCT한 후, 그림 1에서 도시한 것처럼 블록을 15개의 대역으로 나누어 각 대역마다 고주파와 저주파 성분의 비율을 측정하는 것으로 contrast measure를 정의하였다 [1]. DCT 블록의 각 계수를 $d_{k,l}$ 라 할 때, $k+l$ 이 n 인 n 번째 텐드의 contrast는 다음과 같이 정의한다.

$$c_n = \frac{E_n}{\sum_{t=0}^{n-1} E_t} \quad (1)$$

E ₁				E ₄			
d ₀₀	d ₀₁	d ₀₂	d ₀₃	d ₀₄	d ₀₅	d ₀₆	d ₀₇
d ₁₀	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄	d ₁₅	d ₁₆	d ₁₇
d ₂₀	d ₂₁	d ₂₂	d ₂₃	d ₂₄	d ₂₅	d ₂₆	d ₂₇
d ₃₀	d ₃₁	d ₃₂	d ₃₃	d ₃₄	d ₃₅	d ₃₆	d ₃₇
d ₄₀	d ₄₁	d ₄₂	d ₄₃	d ₄₄	d ₄₅	d ₄₆	d ₄₇
d ₅₀	d ₅₁	d ₅₂	d ₅₃	d ₅₄	d ₅₅	d ₅₆	d ₅₇
d ₆₀	d ₆₁	d ₆₂	d ₆₃	d ₆₄	d ₆₅	d ₆₆	d ₆₇
d ₇₀	d ₇₁	d ₇₂	d ₇₃	d ₇₄	d ₇₅	d ₇₆	d ₇₇

그림 1. DCT 블록에서 대역의 정의

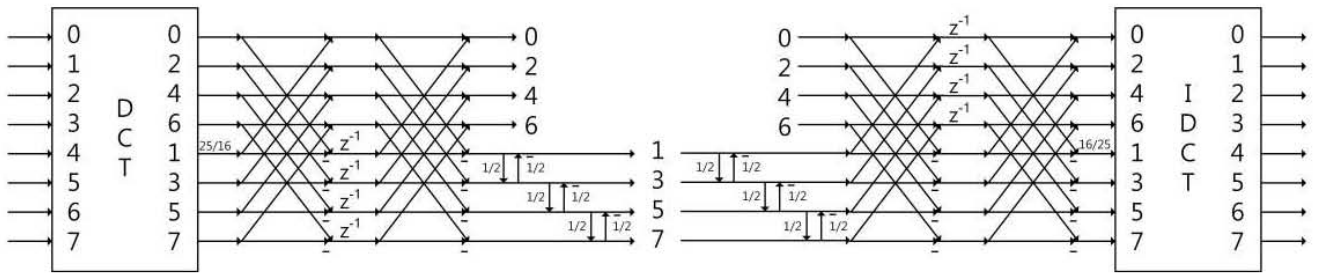


그림 2. LiftLT 구조

여기서 E_t 는 다음 식을 이용하여 구한다.

$$E_t = \frac{\sum_{k+l=t} |d_{k,l}|}{N} \quad (2)$$

이 때 N 은 다음과 같다.

$$N = \begin{cases} t+1, & t < 8 \\ 14-t+1, & t \geq 8 \end{cases} \quad (3)$$

원 블록의 contrast를 $C = (c_1, c_2, \dots, c_{14})$ 이라 할 때, 다음과 같이 균일하게 contrast를 향상시킴으로써 영상의 화질을 향상시킨다.

$$\bar{c}_n = \lambda c_n \quad (4)$$

식 (4)로부터 다음과 같은 관계를 구할 수 있다.

$$\frac{\bar{E}_n}{\sum_{t=0}^{n-1} \bar{E}_t} = \bar{c}_n = \lambda c_n = \frac{\lambda E_n}{\sum_{t=0}^{n-1} E_t} \quad (5)$$

H_n 을 다음 식과 같이 정의하면

$$H_n = \frac{\sum_{t=0}^{n-1} \bar{E}_t}{\sum_{t=0}^{n-1} E_t}, \quad n \geq 1 \quad (6)$$

식 (5)와 (6)으로부터 다음과 같은 관계를 구할 수 있다.

$$\bar{E}_n = \lambda H_n E_n, \quad n \geq 1 \quad (7)$$

위와 같은 관계로부터 contrast 향상을 위한 DCT 계수 $\bar{d}_{k,l}$ 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\bar{d}_{k,l} = \lambda H_{k+l} d_{k,l}, \quad k+l \geq 1 \quad (8)$$

위와 같은 DCT 영역에서의 contrast 향상 기법을 구현하기 위한 알고리즘을 정리하면 다음과 같다.

- step 1. $n=0$ 일 때, $\bar{d}_{00} = d_{00}$ 과 $\bar{E}_0 = E_0 = |d_{00}|$ 으로 설정한다.
- step 2. $n \leftarrow n+1$ 에서 (6)을 이용하여 H_n 을 구한다.
- step 3. (8)을 이용하여 $\bar{d}_{k,l}$ 을 구한다. ($k+l=n$)
- step 4. 만약 $n < 14$ 일 때, (2)와 (7)을 이용하여 E_n 과 \bar{E}_n 을 각각 구한다.
- step 5. step 2부터 반복한다.

3. LiftLT를 이용한 contrast 향상 기법

Lapped transform 중에서 LiftLT는 그림 2에 도시한 것과 같이 DCT에 간단한 butterfly 연산과 lifting step을 이용한 추가 연산만으로 구현 가능하다[3]. JPEG 등 DCT 영역에서 부호화된 영상은 그림 2의 DCT 연산 이후의 butterfly 연산과 lifting step 추가만으로 LiftLT 영역으로 변환할 수 있다. DCT 영역의 영상을 LiftLT 영역으로 변환한 후에 앞 장에서 설명한 contrast 향상 기법을 적용하면 영상의 contrast를 향상시키면서 DCT 영역에서 contrast 향상 기법을 적용하는 것에 비해서 blocking effect를 크게 감소시킬 수 있다. LiftLT 기법은 두 블록을 겹쳐서 변환하기 때문에 LiftLT 영역에서 contrast를 향상시킨 블록이 공간 영역에서 인접한 두 블록에 영향을 주기 때문이다. LiftLT 영역에서 contrast를 향상시킨 후에 그림 2에서 도시한 것과 같이 lifting step과 butterfly 연산을 이용하여 다시 DCT 영역으로 변환할 수 있다.

4. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 화질 향상 기법의 성능을 측정하기 위하여 다양한 test 영상에 대한 실험을 하였다. 256×256 영상을 사용하였고 블록 크기가 8×8 일 때 향상 인자 λ 를 변화시키면서 영상의 화질 향상 정도를 측정하였다. JPEG 압축 표준에서 다양한 Q factor를 사용하여 압축한 영상을 DCT 영역과 LiftLT 영역에서의 영상 화질 기법을 적용하였을 때의 결과를 비교하였다. 그림 3 ~ 6에서 볼 수 있는 것과 같이 DCT 영역과 LiftLT 영역에서 contrast 향상 기법을 적용한 영상은 원 영상에 비해서 선명한 영상을 얻는다. DCT 영역에서 contrast를 향상시켰을 경우 blocking effect가 나타나는 반면에 LiftLT 영역에서 contrast를 향상시키면 blocking effect가 거의 나타나지 않는다.



그림 3. DCT 영역에서 contrast 향상 영상 (Lena, JPEG Q factor : 30, $\lambda = 1.65$)

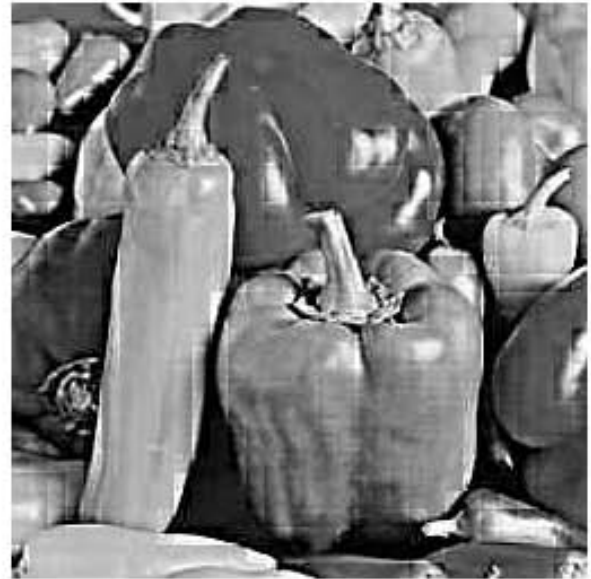


그림 5. DCT 영역에서 contrast 향상 영상 (Pepper, JPEG Q factor : 20, $\lambda = 1.95$)



그림 4. LiftLT 영역에서 contrast 향상 영상 (Lena, JPEG Q factor : 30, $\lambda = 1.65$)



그림 6. LiftLT 영역에서 contrast 향상 영상 (Pepper, JPEG Q factor : 20, $\lambda = 1.95$)

5. 결론

본 논문에서는 LiftLT 변환을 이용한 영상의 좌절 향상 기법을 제안하였다. DCT 영역의 영상은 butterfly 연산과 lifting step 연산을 이용하여 LiftLT 영역으로 변환한 후에 LiftLT 영역에서 contrast를 향상시키는 방법을 제안하였다. 제안하는 방법은 DCT 영역에서의 좌절 향상 기법에 비해서 contrast를 향상시키면서 blocking effect를 크게 감소시킬수 특징할 수 있었다.

6. Acknowledgment

본 논문은 2011년도 정부의 지원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 기초 연구 사업임(No.2011-0027384)

참고 문헌

- [1] J. Tang, E. Peil and S. Acton, "Image enhancement using a contrast measure in the compressed domain," *IEEE Signal Process Letters*, vol.10, no. 10, pp. 288-292, Oct. 2003.
- [2] J. Tang, J. H. Kim and E. Peil, "Image enhancement in the JPEG domain for people with vision impairment," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 51, No. 11, pp. 2013-2023, Nov. 2004.
- [3] T. D. Tran, "The LiftLT: Fast lapped transforms via lifting steps," *IEEE Signal Processing Lett.*, vol. 7, pp. 145-148, June 2000.
- [4] H. S. Malvar, "Biorthogonal and nonuniform lapped transforms

for transform coding with reduced blocking and ringing artifacts", *IEEE Trans. Signal Processing*, vol 46, No. 4, pp. 1043-1053, Apr. 1998

- [5] 전선동, 천상우, 김상희, "DCT 압축 영역에서 contrast measure에 기반된 대비 개선 방법", *대한전자공학회 2009년 하계종합학술대회*, pp. 841-842, 2009년. 7월.