

수정된 LPM을 이용한 DCT, DFT 기반 이미지 워터마킹

*이명호, 권오진

세종대학교 전자공학과

e-mail : *mlee@sju.ac.kr, ojkwon@sejong.ac.kr

A Modified LPM-Based Image Watermarking in the DCT/DFT Domain

*Myung-Ho Lee, Oh-Jin Kwon

Department of Electronics Engineering

Sejong University

Abstract

We suggest an image watermarking algorithm. We perform the modified Log-Polar Mapping (LPM) and the DFT/DCT on the original image and embed the watermark. Binary images are used for watermarks. Watermarking strength is adaptively adjusted depend on the mapped data. Experimental results show that this method is robust to JPEG and rotation distortions.

I. 서론

최근 멀티미디어의 눈부신 발전으로 컴퓨터 네트워크를 이용한 디지털 데이터의 전송이 쉽게 가능하여 폭발적인 수요를 보이고 있다. 그러나 멀티미디어 콘텐츠의 복사와 변형이 용이하고 원본과 복사본의 차이가 사라짐에 따라 저작권 문제가 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 주목받는 것이 디지털 워터마킹 기술이다. 디지털 워터마킹이란 멀티미디어 콘텐츠에 저작자의 서명이나 저작자임을 입증할 수 있는 정보(watermark)를 삽입하여 주후 저작권에 관한 논란이 일어났을 경우 저작권 정보를 추출하여 저작권 문제를 해결하는 방법[1]이다.

워터마킹 기법은 크게 공간 영역과 주파수 영역에서 워터마크를 삽입하는 방법으로 나눌 수 있다. 공간 영

역에서 워터마크를 삽입하는 방법은 잡음이나 영상처리 기법에 의하여 워터마크가 손실될 위험부담이 크기 때문에 최근에는 주파수 영역에서 워터마크를 삽입하는 방법이 연구되고 있다. 주파수 영역에서 워터마크를 삽입하는 방법은 디지털 데이터에 DCT, FFT, DWT등을 적용하여 주파수 영역에 워터마크를 삽입하는 방법이다. 그러나 주파수 영역에 워터마킹이 삽입되어진 영상에 대하여 회전이나 이동 등과 같은 영상의 배열을 변형시키는 기하학적인 공격이 가해질 경우 워터마크의 추출이 어렵다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 영상의 크기변화에 무관하고 회전을 순환 천이로 바꾸는 LPM의 성질을 기본으로 하여, 수정된 LPM을 제안한다. 이 수정된 LPM에 대하여 FFT 또는 DCT 후 주파수 영역에 워터마킹을 삽입함으로써 JPEG 압축과 같은 주파수 공격에도 강인함을 보였다.

II. 제안하는 워터마킹 방법

2.1 Modified Log-Polar Mapping(LPM)

기존의 LPM 변환은 LPM으로 변환 후 LPM만을 이용하여 원 영상으로 역변환할 경우 LPM 변환의 특성상 보간(interpolation)을 하였기 때문에 영상의 열화가 발생한다. 이는 LPM에 워터마크를 삽입할 경우 열화에 의하여 워터마크가 훼손됨을 의미한다. 본 논문에서는 이러한 역변환 시의 열화를 방지하기 위하여

미리 정해진 반지름에 가까운 화소를 그림1.과 같이 수정된 LPM에 정렬시킨다.

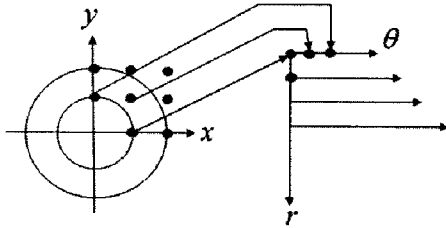


그림1. 수정된 LPM 사상

수정된 LPM은 r의 크기에 따라 서로 다른 크기의 r 배열을 갖는다.

2.2 워터마크 삽입과정

일반적인 영상의 경우 서로 이웃한 화소는 이웃하지 않은 화소에 비해 매우 유사한 성질을 가지고 있다. 이는 수정된 LPM의 이웃한 r배열들도 서로 매우 유사함을 의미한다. 본 논문에서는 이러한 성질을 이용하여 수정된 LPM의 r배열에 먼저 각각 1차원 DCT를 수행 한다. 주파수 공격에 강인하게 하기 위하여 이웃한 r배열의 DCT Coefficient의 DC성분에 식(1)과 식(2)를 사용하여 워터마크를 삽입한다.

$$C_{normalize}[2r] = \frac{C[2r][0]}{\sqrt{2r\text{배열의 크기}}}$$

$$C_{normalize}[2r+1] = \frac{C[2r+1][0]}{\sqrt{(2r+1)\text{배열의 크기}}}$$

$$C_{average}[r] = (C_{normalize}[2r] + C_{normalize}[2r+1]) / 2 \quad (1)$$

if $w = 0$

$$C'[2r][0] = (C_{average}[r] - S) \times \sqrt{2r\text{배열의 크기}}$$

$$C'[2r+1][0] = (C_{average}[r] + S) \times \sqrt{(2r+1)\text{배열의 크기}}$$

if $w = 1$

$$C'[2r][0] = C_{average}[r] \times \sqrt{2r\text{배열의 크기}}$$

$$C'[2r+1][0] = C_{average}[r] \times \sqrt{(2r+1)\text{배열의 크기}} \quad (2)$$

여기서 $0 \leq r < N/2$ 이며 N은 원영상의 가로와 세로 크기 중 작은 크기이고 S는 워터마크의 삽입강도이다.

2.3 워터마크 추출과정

워터마크의 추출과정은 원 영상과 원 워터마크의 참조 없이 수행되어지고 워터마크 삽입과정의 $C_{normalize}$ 를 구하는 과정까지는 동일하다. 식(3)을 이용하여 $C_{normalize}$ 들의 차이의 평균을 구하고 구하여진 평균을 임계값(T)으로 하여 식(4)를 이용하여 워터마크를 추출한다.

$$T = \frac{2}{N} \sum_{r=0}^{N/2} |C_{normalize}[2r] - C_{normalize}[2r+1]| \quad (3)$$

$$C_{diff}[r] = |C_{normalize}[2r] - C_{normalize}[2r+1]|$$

if $C_{diff}[r] < T, w = 1$

if $C_{diff}[r] > T, w = 0$ (4)

III. 실험결과



(a) (b)

그림2. 원 영상과 워터마크가 삽입된 영상:(a)원 영상; (b)워터마크가 삽입된 영상 (PSNR= 39.625 dB)



(a) (b) (c) (d) (e)

그림3. 원 워터마크와 추출된 워터마크: (a) 원 워터마크; (b) JPEG 62.5%; (c) JPEG 17.5%; (d) 10°회전; (e) 30°회전

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 기하학적인 공격과 주파수 공격에 강인한 워터마크 기법을 제안하였다. 그러나 원 영상과 비교하여 워터마크의 삽입양이 매우 작음을 확인할 수 있었다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 향후 우리는 워터마크의 삽입양을 증가시키는 방법에 대하여 연구할 것이다.

참고문헌

[1] I.J.Cox, M.L.Miller, and J.A.Bloom, Digital Watermarking : Morgan Kaufmann, 2001

[2] Dong Zheng, Jiying Zhao, Abdulmotaleb El Saddik "RST-Invariant Digital Image Watermarking Based on Log-Polar Mapping and Phase Correlation" IEEE Trans. Vol.13,NO.8,AUGUST 2003