
다중 웨이블릿 변환과 이진영상을 이용한

Blind 워터마킹

김태호 · 박무훈

창원대학교

Blind Watermarking Using by Multi-wavelet Transform and Binary Image

Tae-ho Kim · Mu-hun Park

Changwon National University

E-mail : taerojjang@hotmail.com

요 약

컴퓨터의 발달과 의료기기의 디지털화로 인해 의료영상 분야도 디지털화되고 있다. PACS 시스템의 구축으로 의료영상의 데이터 베이스화와 원격 진료 및 저장이 가능하게 될과 동시에 디지털 의료영상의 불법복제, 소유권 및 데이터 인증 문제 또한 발생하고 있다. 이러한 환경 하에서 환자의 사생활 보호와 의료영상 자체의 소유권, 재산권의 여부 및 데이터 변형 여부의 판별을 위하여 디지털 워터마킹이 사용되고 있다. 기존에 제안된 여러 가지 워터마킹 기법들은 Non-Blind 방식에서는 원영상이 필요하다는 점과 Blind 방식을 사용할 경우에는 육안으로는 식별이 힘든 양극 워터마크를 사용한다는 단점이 있다.

본 논문은 Blind 워터마킹에서 시각적으로 인지하기 쉽도록 하기 위하여 이진 워터마크 영상을 다중 웨이블릿 변환하고, 원 영상을 이산 푸리에 변환하여 영상의 중간 주파수대에 Circular Input 방식을 이용하여 워터마크를 삽입하는 알고리즘을 제안하였다.

ABSTRACT

Development of computer and digitalizing of medical implement are being caused digitalizing of medical image. Medical Images are being managed more by PACS. In this situation comes out many problem about ownership, the right of property of the medical images and notice wheather the data are modified. Digital watermarking can solve this problem. The proposed schemes have a two weak point that Non-blind method need a original image and Blind method use gaussian watermarking.

In this paper, we propose a blind watermarking using binary image in order to easily recognize result of watermark. This proposed scheme using wavelet tarnsform and Circular Input method that input in medium-band of frequency domain.

키워드

Blind Watermarking, Wavelet, Binary image, FFT

1. 서 론

세계 각국의 정보화사업과 기업의 경쟁력 강화 차원에서 많은 부분의 정보들이 디지털화되어 있

으며, 지금도 정보의 디지털화가 진행 중에 있어 2005년도까지 컨텐츠의 60% 이상이 디지털화 될 것으로 예측되고 있다. 이러한 환경은 디지털 저작물이 원본의 손상 없이 무제한의 복제와 유통이 가능하고 원본과의 구별이 불가능하여 저작권

의 보호나 불법 복제 및 유통의 방지 등이 더욱 필요하게 되었다[1].

이러한 부분들은 일반 생활의 멀티미디어 콘텐츠가 아니라 의료분야의 디지털화로 인하여 의료분야에서도 발생하고 있다.

전자기술과 전자계산기, 정보통신분야의 발전으로 의료장비와 의료관리 체계에도 많은 변화가 있다.

기존의 RIS(Radiology Information System), HIS(Hospital Information System)를 확장한 PACS(Picture Archiving and Communication System)가 많은 의료기관에 보급되고 있다[2].

PACS 환경 하에서의 디지털화된 의료영상은 필름영상에 비해 비용, 획득, 전송, 복사, 저장의 편리성과 효율성을 동시에 가지며 그로 인하여 인터넷을 기반으로 하는 Medical Image System, 환자정보의 원격지 전송, 데이터 베이스를 이용한 교육 및 정보 이용의 활용을 가능하게 하고 있다.

결국 이러한 과정으로 의료영상과 데이터들이 디지털화되면 멀티미디어 콘텐츠와 동일한 보안상의 문제점이 발생하게 된다.

일반적으로 워터마킹 방식을 나누는 여러 가지 분류 중에 Non-Blind 방식과 Blind 방식이 있다. Non-Blind 방식은 워터마크를 추출할 시 원 영상을 필요로 하는 방식이고, Blind 방식은 워터마크 추출 시 원 영상을 필요로 하지 않는 방식이다. Non-Blind 방식은 추출시의 시간이 오래 걸린다는 단점이 있으나 구현이 간단하고 이진영상 등 시각적으로 인지하기 쉬운 영상을 이용한 워터마킹이 유용하나, Blind 방식은 추출시의 시간은 상대적으로 적게 걸리나 구현이 어렵고 이진영상을 사용하기에 어려움이 있어 주로 Gaussian 잡음을 이용한 양극 워터마크를 삽입하여 시각적 인지가 떨어진다 단점이 있다.

Blind 방식에서 시각적 인지성을 높이기 위해 이진 영상을 사용하고 의사 원본 영상과의 비교를 통해 워터마크를 추출하는 방식도 제안되었다. 이방식은 워터마크의 위조를 방지할 수는 있지만 의사 원본 영상과 비교를 하는 과정에서 워터마크의 데이터에 손실을 일으킬 수 있으므로 선명한 워터마크 영상을 얻을 수 없다[3][4][5][6].

본 논문은 Blind 워터마킹에서 양극 워터마크를 삽입하는 방식을 따르지 않고, 워터마크의 손실을 없애고 시각적으로 인지하기 쉽도록 하기 위하여 이진 워터마크 영상을 다중 웨이블릿 변환하고, 원 영상을 이산 푸리에 변환하여 영상의 중간 주파수대에 Circular Input 방식을 이용하여 워터마크를 삽입함으로써 보다 선명한 워터마크 영상을 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다.

II. 본 론

Wavelet 변환과 이산 푸리에 변환, Circular

Input 방식은 다음과 같다.

2.1 웨이블릿 변환

분리성(Separability), 스케일성(Scalability), 이동성(Translatibility) 커널들을 아래의 각각 수평, 수직, 대각선 웨이블릿 이라고 부르는 세 개의 분리 가능한 2-D 웨이블릿 들과

$$y^H(x, y) = y(x)j(y) \text{-----(1)}$$

$$y^V(x, y) = j(x)y(y) \text{-----(2)}$$

$$y^D(x, y) = y(x)y(y) \text{-----(3)}$$

하나의 분리 가능한 2-D 스케일링 함수

$$j(x, y) = j(x)j(y) \text{-----(4)}$$

로 나타낼 수 있다[8].

웨이블릿 변환의 하나의 기저함수를 웨이블릿이라 부르며, 웨이블릿은 하나의 대역통과 필터이다. 웨이블릿은 유한 길이를 가지는 기저함수이므로 웨이블릿 변환은 모 웨이블릿(Mother Wavelet)이라 불리는 원형 웨이블릿의 수축과 팽창에 의해 얻어지는 웨이블릿 들의 집합에 의해 구성된다.

$$W(scale, position) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)y(scale, position, t)dt \text{-----(5)}$$

(5)식에 의하면 Signal f(t)와 Mother Wavelet의 Shift, Scaling을 통해 형성된 Daughter Wavelet과의 곱을 모든 시간에 대해 적분한 것으로 나타낼 수 있다.

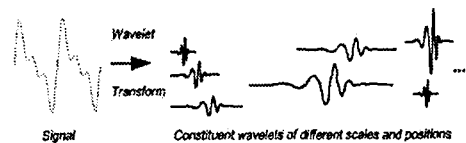


그림 1. 다른 Scale 과 Position의 Wavelet들

영상에서의 웨이블릿 변환은 영상을 분할하기 위해 수평, 수직 방향으로 저대역 통과 필터와 고대역 통과 필터를 통과하여 다운샘플링(Down Sampling)되며, 크기가 다른 부밴드들을 얻을 수 있게 된다.

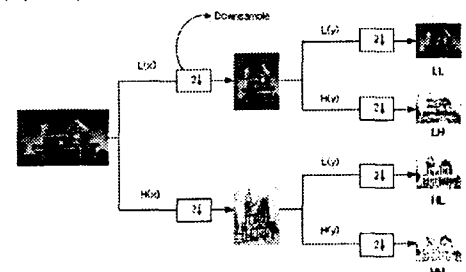


그림 2. 1단계 Wavelet 분할 및 예

2.2 이산 푸리에 변환

$I(x,y)$ 의 8비트 화소의 강도를 가지는 $N \times M$ 크기의 그레이 영상에서 이산 푸리에 변환은 식(6)과 같다.

$$F(u,v) = \frac{1}{N} \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{M-1} I(x,y) e^{-j2\pi ux} e^{-j2\pi vy} \quad (6)$$

영상에 대한 이산 푸리에 변환은 진폭과 위상 성분으로 나뉘며, 영상을 이산 푸리에 변환한 결과는 아래 그림3과 같다.



그림 3. 512x512 영상의 이산푸리에 변환

2.3 Circular Input 방식

일반적으로 영상의 주파수영역에서 외부의 공격에 강인한 부분, 즉 데이터의 부분적 손실이 이루어져도 영상에 크게 영향을 미치지 않는 부분은 중간 주파수대이다[4]. 기존의 방식과 같이 영상화소에 곱하거나 더하는 방식이 아닌 시각적으로 인지할 수 없을 정도의 영상손실을 가져오면서 그보다 더 큰 워터마크 대에 웨이블릿 변환된 워터마크 데이터를 원형 부채살 모양으로 원 영상의 화소와 직접 1대1교환을 하는 방식을 사용하였다. 도식적으로 나타내면 다음과 같다.

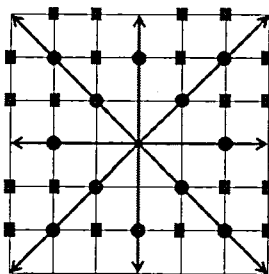


그림 4. Circular Input 방식

검출방식은 삽입방식의 역순으로 행하였으며 이진영상을 사용하였으므로 임계값 등의 특징을 사용하지 않고도 육안으로 식별가능하므로 특징적인 유사도값은 명시하지 않았다.

III. 실험결과 및 고찰

512x512의 Lena 영상을 사용하였으며 2.1 - 2.3까지의 변환과 삽입방식을 따른다. 각각 32x32, 64x64, 128x128의 이진영상을 워터마크로 사용하였으며, 삽입 전의 원 영상과 삽입 후의 영상 추출된 워터마크 등의 순으로 결과를 추출하였다.



그림 5. 삽입 워터마크

먼저 32x32의 워터마크 데이터를 512x512의 영상에 넣었을 시의 결과영상이다.

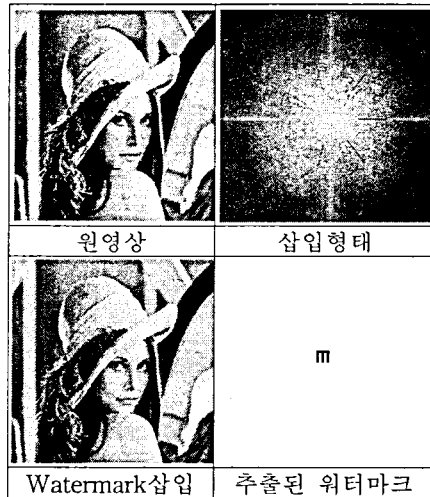


그림 6. 32x32 삽입결과

64x64의 워터마크 데이터를 512x512의 영상에 넣었을 시의 결과 영상이다.

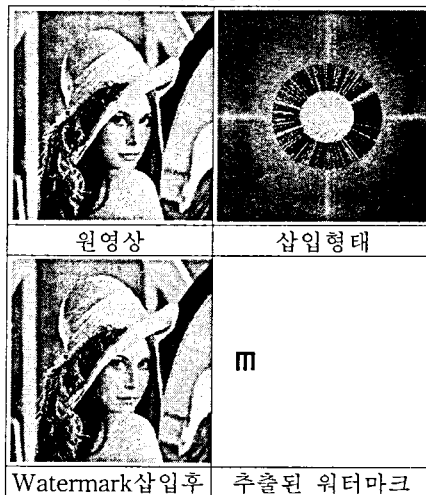


그림 7. 64x64 삽입결과

128×128의 워터마크 데이터를 512×512의 영상에 넣었을 시의 결과영상이다.

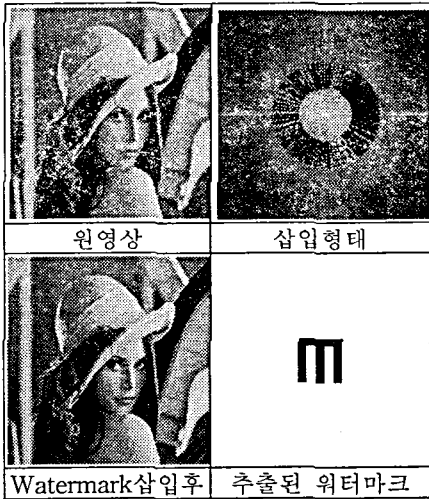


그림 8. 128×128 삽입결과

256×256의 워터마크 데이터를 512×512의 영상에 넣었을 시의 결과영상이다.

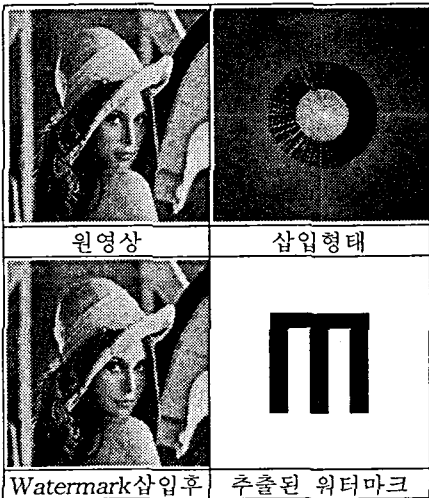


그림 9. 256×256 삽입결과

결과에서 보다시피 육안으로 구별하기 힘들 정도의 영상의 열화가 일어났지만 워터마크의 추출 정도는 영상의 손실을 무시해도 좋을 만큼의 결과 값을 나타내고 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 PACS 환경이나 멀티미디어 컨

텐츠에서 발생하는 저작권 문제를 해결하기 위한 워터마킹 방법 중 기존의 Non-Blind 방식이나 결과 값을 인지하기 어려운 랜덤 잡음을 이용한 Blind 방식이 아닌 이진영상을 이용하여 인지를 쉽게 한 방식을 선택하였다.

이진영상의 데이터를 삽입 시 데이터의 손실이 일어나는 것을 방지하기 위하여 원 영상의 화소와 직접 1대1로 교환하는 방식을 선택하였고 영상의 화질의 열화를 최소화하기 위하여 중간 주파수 영역에 데이터를 Circular Input 방식으로 삽입하였다. 일반적으로 워터마크 추출시 원 영상을 사용하는 Non-Blind 방식에서 이진 영상을 삽입했을 경우 공격이 없을 시 워터마크의 손실이 일부 일어나는데 비해 본 논문에서는 워터마크 추출시 원 영상을 사용하지 않는 Blind 방식임에도 불구하고 공격이 없을 시에 워터마크의 손실이 일어나지 않았다.

향후 각종 공격에 대한 강인성을 가질 수 있는 변환과의 연계성에 대해서 연구해 볼 것이며 일반적인 영상이 아니라 의료영상에 관한 결과도 알아볼 것이다. 또한, 이진 영상이 아니라 그레이 레벨의 영상을 입력하거나 짜여진 영상이 아닌 인간의 손으로 작성한 서명이나 사진 등의 영상도 워터마크로 활용하는 방법을 연구하고자 한다.

참고문헌

- [1] 강상익, "디지털 워터마킹 국내·외 표준화 동향", ITA저널, 제 73호, pp.138-144, 2000
- [2] C.Coatrieux, H.Maitre, B.Sankur, Y.Rolland, R.Collorec, "Relevance of watermarking in Medical Imaging", IEEE EMBS Conf. On Information, 2000
- [3] 남기철, "Polar 변환기법을 이용한 의료영상에서의 강인한 워터마킹", 창원대학교 석사 학위논문, 2003. 12
- [4] 김원검, 이종찬, 이원돈, "원본정보 없이 쉐 영상의 추출이 가능한 이미지 워터마킹 기법", 정보처리 논문지, 7권12호, pp.3885-3897, 2000
- [5] 배기혁, "디지털 영상의 저작권 보호를 위한 워터마크의 강인성 비교", 한국 정보처리학회 춘계 학술 발표 논문집, 제 8권 1호, 2001
- [6] Ingemar J.Cox, Joe Kilian, Tom Leighton, Talal Shamoon, "A Secure, Robust Watermark for Multimedia", IEEE International conference on Image Processing(ICIP 96), 1996
- [7] Rafael C.Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L.Eddins, "Digital Image Processing using matlab", ITC, pp.257-260, 2004