

의료영상의 인증을 위한 정수 웨이블릿기반 디지털 워터마킹

박성일, 한승수
 명지대학교 정보제어공학과

Medical Image Authentication Technique Using Integer Wavelet Transform Based Digital Watermarking

Piao Cheng Ri and Seung-Soo Han
 Information and Control Engineering, Myongji University

Abstract -본 논문에서는 의료 영상에 대한 새로운 연성 워터마크 알고리즘을 제안한다. 본 알고리즘을 사용함으로써 의료 영상의 보안 및 위조 문제를 해결 할 수 있다. 제안한 알고리즘은 이산 웨이블릿 변환을 사용하는 대신에 계산량이 적은 정수 웨이블릿 변환을 이용하여 블록 평균을 이용해서 이진 비트맵을 추출하여 이를 워터마크 정보로 사용한다. 워터마크를 추출할 때는 원 영상의 정보를 나타내는 이진 비트맵과 비교함으로써 위조 여부를 판단할 수 있다. 실험을 통하여 제안한 알고리즘은 의료 영상의 위조된 부분을 정확하게 추출하는 것을 확인하였다.

본 논문에서 제안한 연성 워터마킹 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 의료 영상에 대하여 모의 실험을 행하였다. 실험 결과로부터 제안한 알고리즘이 우수한 성능을 나타냄을 확인할 수 있었다.

2. 정수 웨이블릿 변환을 이용한 연성 워터마킹

2.1 정수 웨이블릿 변환

연속 웨이블릿 변환은 특정한 웨이블릿의 축소 혹은 확대와 이동을 통하여 원래 파형과 축소 및 확대된 웨이블릿과의 유사도를 구하여 3차원적으로 표현할 수 있다. 즉 x축은 이동을 나타내고 y축은 확대 축소를 나타낸다. 그리고 z축은 유사도를 나타낸다. 이산 웨이블릿 변환은 축소나 확대를 이산 값으로 변환시키고 이동 값도 이산 값으로 변환시키면 이산 웨이블릿 변환을 얻는다. 한편 이산 웨이블릿 변환은 완전 재건 필터로 구현할 수 있다. 즉 이산 신호는 저주파와 고주파로 분해한 후 이계수들을 이산 웨이블릿 필터의 계수로 볼 수 있다. 실시간 연산을 위해 정수 이산 웨이블릿 변환이 필요하다. 하르 정수 이산 웨이블릿 변환을 설명하면 아래와 같다.
 $(S_{0,0}S_{0,1}S_{0,2}S_{0,3}S_{0,4}S_{0,5}S_{0,6} \dots)$ 일차원신호를 웨이블릿 변환(정수 이산 웨이블릿 변환)을 다음과 같이 구한다. [1]

하르 정수 이산 웨이블릿 변환의 고주파는

$$D_{1,t} = S_{0,2t+1} - S_{0,2t} \tag{1}$$

이고 저주파는

$$S_{1,t} = S_{0,2t} + \lfloor D_{1,t}/2 \rfloor \tag{2}$$

이 된다. 역 웨이블릿 변환은

$$S_{0,2t} = S_{1,t} - \lfloor D_{1,t}/2 \rfloor \tag{3}$$

$$S_{0,2t+1} = D_{1,t} + S_{0,2t} \tag{4}$$

으로 다시 원래 이산신호를 얻는다. 여기서 $\lfloor \cdot \rfloor$ 는 변수에 가까운 정수이며 변수보다 작은 정수를 뜻한다.

2.2 제안된 알고리즘

본 논문에서는 정수 웨이블릿 변환을 이용하여 연성 워터마킹 알고리즘을 제안한다. 기존의 알고리즘과는 달리 워터마크를 원 영상에 삽입하지 않고, 영상의 고유한 특성을 나타내는 이진 비트맵을 추출하여 이를 워터마크 정보로 사용한다. 그러므로 화질 저하가 없고, 추출과정에서 원 영상이 필요하지 않는다.

2.2.1 워터마크 삽입과정

1. 서 론

최근 데이터 저장, 통신 및 멀티미디어 기술들의 발달로 인하여 병원들간 원격진료 및 정보 교환이 실시간 수행이 가능해 졌고, 디지털 의료 영상(medical image)에 대한 복사, 편집 및 전송이 기존의 아날로그 영상에 비하여 매우 용이하게 되었다. 반면에 디지털 의료 영상의 응용과 관련된 잠점들로 인하여 부당 진료비 청구 및 병역 면제를 위한 의료 영상에 대한 위조 등의 보안 문제가 심각히 대두되고 있다. 이러한 디지털 콘텐츠 보안에 대한 대책으로 DRM(Digital Rights Management)을 이용하고 있으며, DRM의 한 요소 기술로 가장 주목받고 있는 것이 디지털 워터마킹 기술이다.

일반적으로 워터마킹 알고리즘은 사용 목적에 따라 강성(robust)워터마킹 [2][3]과 연성(fragile)워터마킹 [3][4][5]으로 분류된다. 강성 워터마킹에서는 워터마크를 제거하기 위한 다양한 공격, 그리고 고의적이 아니더라도 보통 유손실 압축(JPEG 등)을 행하는데, 이러한 공격으로부터 저작권(copyright)을 나타내는 워터마크 정보가 쉽게 변형되지 않아야 한다. 연성 워터마킹에서는 어떠한 공격에도 쉽게 변형되는 워터마크를 이용하여 원 영상에 대한 위조(forgery) 유무의 판단이 용이해야 한다. 따라서 의료 영상의 무결성을 인증하기 위해서는 연성 워터마킹 알고리즘을 사용해야 한다. 이미징 워터마킹에서는 또한 비가시성(imperceptibility)을 만족해야 한다. 만약 비가시성을 만족하지 못하여 화질의 열화가 발생되면 오진의 가능성이 발생한다.

의료 영상에 대한 기존의 워터마킹 알고리즘은 공간영역과 주파수 영역(DCT[2][3], FFT, DWT[4][5][6])에서 워터마크를 삽입하였다. 기존의 방법들에서는 워터마크를 원 영상에 삽입함으로써 화질의 열화가 발생하며, 이로 인한 오진의 가능성이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 영상의 화질을 손상시키지 않고, 추출과정에서 원 영상이 필요 없는 새로운 알고리즘에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 이산 웨이블릿 변환 대신에 계산량이 적은 정수 웨이블릿 변환 [1]을 이용한다. 제안한 알고리즘은 정수 웨이블릿 공간에서 영상의 정보를 나타내는 이진 비트맵을 추출하여 이를 워터마크 정보로 사용한다.

영상의 고유한 특성을 나타내는 이진 비트맵을 추출하는 과정은 그림 2와 같다.

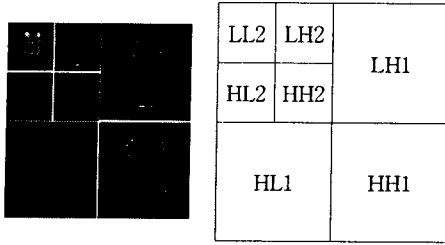


그림 1. 2단계 정수 웨이블릿 변환

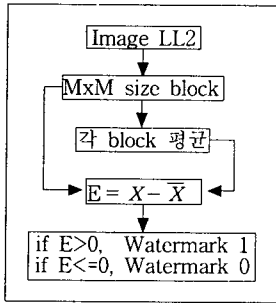


그림 2. 워터마크 삽입

- (1) 먼저 그림1과 같이 2단계 정수 웨이블릿 변환을 하며, LL2 대역을 M×M크기의 블록으로 나눈다.
- (2) 각 블록의 평균을 구하고, 각 블록에서 각 블록의 평균을 뺄셈하여 E를 취한다.
- (3) E값이 0보다 작거나 같으면 0으로 하며, E값이 0보다 크면 1로 하여 이진 비트맵을 취한다. 그리고 이 비트맵을 보관하고 있다가 이미지 위조 여부를 검출하는 워터마크 정보로 사용한다.

2.2.2 워터마크 추출과정

의료 영상의 위조 여부를 검출하는 과정은 그림 3과 같다.

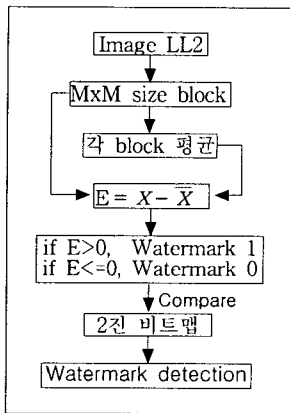


그림 3. 워터마크 검출과정

- (1) 먼저 의료 영상을 2단계 정수 웨이블릿 변환을 하고, LL2저주파 대역을 M×M크기의 블록으로 나눈다.
- (2) 각 블록의 평균을 구하고, 각 블록에서 각 블록의

평균을 뺄셈하여 E를 취한다.

(3) E값이 0보다 작거나 같으면 0으로 하며, E값이 0보다 크면 1로 하여 이진 비트맵을 취한다

(4) 삽입과정에 보관된 이진 비트맵과 비교하여 의료 영상의 위조 여부를 판단한다.

제안된 워터마킹 알고리즘에서는 영상의 정보를 추출하여 영상의 위조 여부를 판단하므로, 기존의 알고리즘과는 달리 화질의 열화가 발생되지 않고 위조 여부 판단 시 원 영상이 필요하지 않다는 장점이 있다.

3. 결 론

3.1 실험과 실험결과

본 논문에서 제안한 연성 워터마킹 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 실험을 행하였다. 본 실험에서는 256×256 크기의 의료 영상을 사용하였다. 먼저 실험 영상을 정수 웨이블릿 변환을 이용하여 시간-주파수대역으로 변환한 다음, 저주파인 LL2대역을 4x4로 나눈다. 그림 4는 실험에 사용한 두 개의 의료 영상이다.

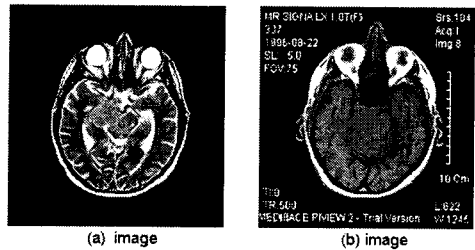


그림 4. Test image

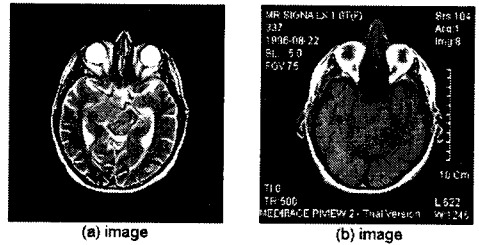


그림 5. 위조된 image

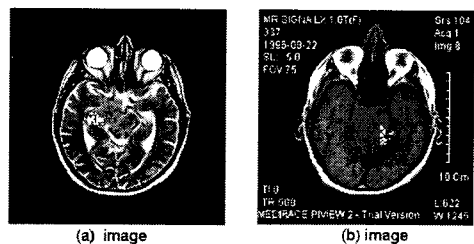


그림 6. 위조된 영억 검출

그림 5는 공격을 가하여 위조된 영상이며, 그림 6은 위

조 여부 및 위조된 영역을 검출한 영상이다. 그림 6에서 알 수 있듯이 본 논문에서 제안한 연성 워터마킹 알고리즘은 위조 영역을 정확하게 검출할 수 있음을 알 수 있다.

3.2 결론

본 논문에서는 정수 웨이블릿 변환을 이용한 연성 워터마킹 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘에서는 기존의 알고리즘과는 달리 워터마크를 삽입하지 않고, 원 영상의 정보와 위조된 영상의 정보를 비교함으로써 화질의 열화 없이 위조 여부를 판단할 수 있다. 그리고 제안한 알고리즘에서 위조 여부를 검출하는 과정에 원 영상이 필요 없는 장점도 갖는다.

본 논문에서 제안한 연성 워터마킹 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 다양한 의료 영상에 대하여 모의 실험을 행하였다. 실험결과로부터 제안한 알고리즘을 이용하면 위조된 영역을 정확하게 검출하는 우수한 성능을 나타냄을 확인할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사 드립니다.
(과제고유번호: 02-PJ1-PG3-51208-0001)

[참 고 문 헌]

[1] R. C. Calderbank, I. Daubechies, W. Sweldens and B. Yeo "Wavelet Transforms that Map Integers to Integers." Applied and Computational Harmonic Analysis, vol.5, pp. 332-369, 1996
[2] 김현태, 임재혁, 김대진, 원치선, " 저작권 보호와 인증을 위한 객체기반 디지털 워터마크", TELECOMMUNICATIONS REVIEW, 제10권 5호, 2000. 9-10월
[3] I.J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamoan, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia," IEEE Trans. on Image Processing, Vol. 6, no. 12, pp. 1673-1687, 1997
[4] Chang-Rim Koh and Jin-Ho Cho, "Medical Image Watermarking Using Mallat Wavelet Transform," J. Biomed. Eng. Res. Vol. 23, No.2, 81-85, 2002
[5] Sung Hwan Jung and Jae-Min Bae, "Fragile Watermark Using Selective Bit Plane of Wavelet Coefficient," Proc. of EALPIIT2002, pp.327-330, 2002-01
[6] 배재민, 이신주, 정성환, "디지털 콘텐츠 보호를 위한 웨이블릿 계수의 비트 플레인 기반 Fragile워터마킹," 정보과학 추계, Vol.28, No.2, pp.799-801, 2001-09