

주파수 대역별 형태소 PN부호화 연산을 통한 이미지 워터마킹

하진일, 주동현, 김두영
동아대학교 전자공학과 영상실험실
전화 : 051-200-7706 / 핸드폰 : 011-550-8681

Image Watermarking using PN Coding Operation where Frequency Band

Jin-Il Ha, Dong-Hyun Joo, Doo-Young Kim
DongA University
E-mail : deathknt@nownuri.net

Abstract

This paper has been studied a Image watermarking using PN coding operation where frequency band. By using wavelet transformation, This gets high frequency place HH₂ where image watermark puts. Also this places that PN code and binary image are operated.

And then, this paper has designed image watermarking index process and extract process, watermarked image which are to add noise is able to extract watermark.

호, 인증에 대한 해결책중의 하나로 디지털 워터마킹 기술이 제시되고 있다.^[1]

최근 다양한 방법의 워터마킹 기술이 연구되고 있으나 아직까지 완벽한 해결책은 나오고 있지 않다.^[2]

본 논문에서는 Wavelet 변환을 통해 구분된 고주파 성분들 중에서 가능한한 원 영상과의 차이를 적게 하게 위해 HH영역중에서만 특정위치를 지정한다. 그 후에 PN부호화의 식과 워터마크와의 산술 계산으로 얻어진 새로운 픽셀값을 특정 위치로 지정하는 방법으로 영상처리나 조작에도 우수한 워터마크 영상을 보존하는 방법에 대해 연구하였다.

I. 서론

이미지 워터마킹이란 이미지 데이터에 인간이 감지할 수 없도록 특정정보를 삽입하는 기술이다. 최근 급속한 네트워크망의 보급과 인터넷과 같은 멀티미디어 통신 기술의 발달로 인해 다양한 멀티미디어 데이터들에 대한 접근이 손쉬워졌으며, 많은 이미지의 정보가 디지털 형태로 저장 및 전송 가능하게 되었다. 그러나 이러한 디지털 형태의 이미지 데이터들은 원본과 복사본, 그리고 변형본의 구분이 불가능하다는 단점 때문에 디지털 이미지 데이터에 대한 복사방지, 저작권 보

II. 본론

2.1 Wavelet Transform

Wavelet 변환의 기본개념은 임의의 함수를 시간-주파수 영역에서 동시에 국부성을 가지는 Wavelet Basis 함수의 선형결합으로 표현하는 것이다. 이러한 Wavelet 기저함수는 기본 Wavelet(Mother Wavelet)와 스케일 함수(Scaling Function)의 스케일 파라미터(Scaling Parameter)를 확장하고 천이 파라미터(Translation Parameter)를 가변하여 구해진다. 신호 $f(x)$ 의 Wavelet 변환은 다음과 같다.^[5]

$$W_f(a, b) = \frac{1}{|a|^{\frac{1}{2}}} \int \Psi\left[\frac{x-b}{a}\right] f(x) dx \quad (1)$$

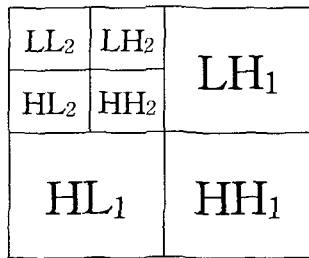
Ψ : Mother Wavelet

a : Scaling Parameter

b : Translation Parameter



(a) 2단계 Wavelet Transform



(b) 2단계 부대역

Fig 1. Wavelet Transform의 구성도

2차원 신호인 영상을 2단계 Wavelet Transform 변환하면 Fig 1과 같은 서로 다른 단계의 다해상도 특성을 갖는 부대역을 얻게 된다. 여기서, LL₂영역은 원영상에 비해서 해상도가 1/8로 줄어든 저주파 성분이고, 나머지 LH₂, HL₂, HH₂ 대역은 각각 수평, 수직, 대각선 방향의 에지 특성을 가지는 고주파 성분이다.

2.2 Pseudo-Noise Code

영상 데이터를 주파수 형태로 변환했을 때의 각 주파수 성분을 통신 채널이라 가정하면 워터마크는 그 통신 채널로 통과하는 신호라고 볼 수 있다. 그 신호가 잡음, 필터링 압축전송등에 영향을 받지 않고 효과적으로 전송될 수 있도록 대역확산통신 방식을 도입한다. 즉, 워터마크(신호)를 영상(전송채널)이 갖고 있는 여러 주파수 영역으로 확산시킴으로써 특정 주파수 대역의 에너지는 감지하기 어렵게 한다. 본 논문에서는

영상의 변화를 감지하지 못하면서 시각적으로 중요한 영역에 정보를 삽입하기 위하여 워터마크에 Pseudo-Noise Code를 곱하여 사용한다.^{[3][6]}

2.3 워터마크의 삽입

의사잡음코드의 값을 PN_{ij}라고 하면 PN_{ij}는 {-1,1}로 구성되어 있고, 워터마크는 (0, α)로 구성되는 Sequence이다. 워터마크 삽입은 식(2) 처럼 원영상에 Pseudo-Noise와 워터마크의 곱을 한 것으로 삽입된다.

$$I_{ij}^* = I_{ij} + \alpha \times PN_{ij} \quad (2)$$

삽입 방법은 다음과 같은 단계를 가지며 전체적인 과정은 Fig 2와 같다.

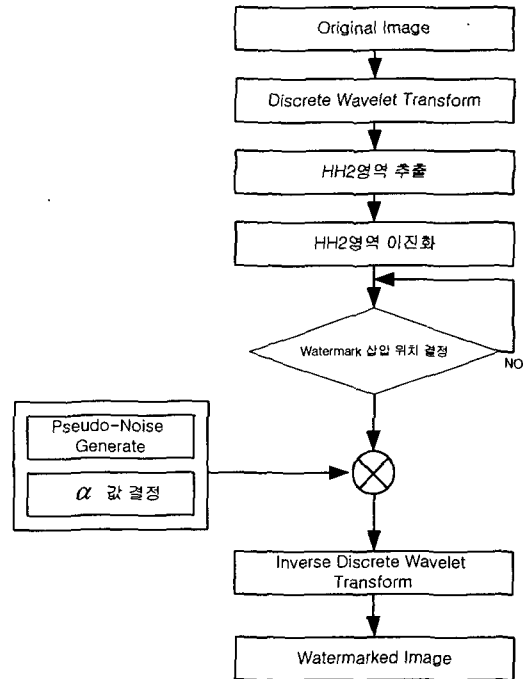


Fig 2. 워터마크 삽입과정

- ① 원영상을 2단계 Wavelet Transform한다.
 - 워터마크의 삽입 또는 파일 저장시 양자화 오차가 최소가 되도록 Haar Wavelet Transform의 계산 방법을 정수형 계산이 가능하도록 변경하여 사용한다.
- ② Pseudo-Noise생성
 - (1×4형식으로 만든다)
- ③ α값 생성
 - 이진 영상의 워터마크로 구분짓게 하기위해 배경은 0으로 놓고 워터마크 내부는 작은 α로 지정한다.

④ 삽입위치 결정

-2 단계 Wavelet Transform을 하여서 HH₂영역을 복원할 때 열화가 최소화 되도록 2진화 작업을 거친 후 식 (2)를 사용하여서 고주파 성분에 삽입하도록 한다.

⑤ 역 Wavelet Transform한다.

-워터마크가 삽입된 영상 생성

2.3 워터마크의 검출

원 영상과 워터마크가 삽입된 영상을 Wavelet 변환 하여서 삽입될 위치와 두 지점의 차이로 워터마크의 표시를 결정한다. 자세한 과정은 Fig 3에서 보여준다.

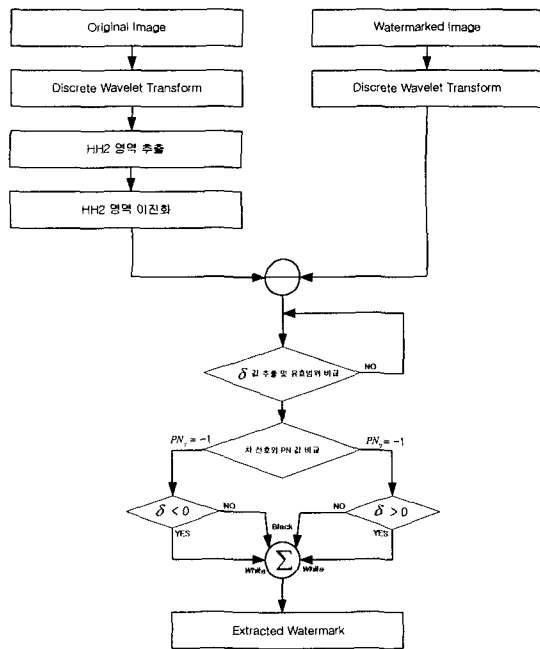


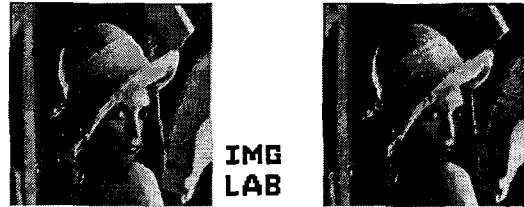
Fig 3. 워터마크 추출과정

- ① 추출하고자 하는 워터마크가 삽입된 영상을 2단계 Wavelet Transform 한다.
- ② Pseudo-Noise 생성
-워터마크를 삽입할 때 사용한 Pseudo-Noise와 같은 모양의 Pseudo-Noise Code를 만든다.
- ③ 원 영상을 2단계 Wavelet Transform하고 워터마크가 삽입될 위치를 구한다.
- ④ ①과 ③의 HH영역을 비교하여 일정 범위내에 존재하면 워터마크가 있다고 판단한다.
- ⑤ ①의 ③의 차 신호와 Pseudo-Noise Code값을 비교하여서 워터마크를 검출한다.

III. 실험결과

본 실험에서는 256×256 size의 원 영상에 32×32 size의 워터마킹 영상을 삽입하고 추출하는 과정을 통해 제안하는 방식의 비 가시성과 잡음공격에 관한 견고성을 실험하였다.

1. 비 가시성



(a) Lena 원 영상 (b) 워터마크 (c) 워터마크된 영상

Fig 4. 실험 영상 데이터

제안된 방법을 적용하여 워터마크를 삽입하는 경우, 시각적으로 워터마크의 삽입여부를 구분하기는 어려운 것은 Fig 4에서 보여준다. 워터마크된 영상의 화질 왜곡의 정도를 살펴보기 위해서 PSNR을 계산한 결과를 Fig 5에서 확인할 수 있다.

원 영상	워터마크된 영상	PSNR(dB)
		35.8901
		34.4617
		34.4156

Fig 5 실험 영상 데이터와 PSNR 계산

2. 잡음 공격에 관한 견고성

제안된 워터마킹 알고리즘의 견고성을 평가하기 위해 잡음 공격에 대해서 견고함을 확인하였다.

잡음 정도	1	2	3	4	5	8
추출된 워터마크	IMG LAB	IMG LAB	IMG LAB	IMG LAB	IMG LAB	IMG LAB
판단여부	검출	검출	검출	검출	부분 검출	검출 안됨

Fig 6 영상의 잡음에 따른 워터마크의 추출

잡음 영상			
추출 결과	IMG LAB	IMG LAB	IMG LAB

Fig 7. 실험 영상 데이터

잡음의 정도에 따라서 추출할 수 있는 워터마크를 표시하였. 잡음 정도가 1~4까지는 주관적으로 검출이 가능하지만 잡음 정도가 5인 것은 명확하게 검출되지 않은 결과를 Fig 6에서 보여준다.

같은 잡음 정도를 가지고 다른 영상에 적용하여서 추출된 워터마크의 결과를 Fig 7에서 보여준다.

이와같은 다양한 잡음 실험을 통하여 많은 잡음이 없는 한 삽입한 워터마크는 쉽게 검출될 수 있음을 확인하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 Wavelet 변환에서 얻어지는 HH₂ 영역의 특정위치상에 이진화된 워터마크를 삽입하고 추출하는 새로운 워터마킹 방법을 제안하였다.

제안한 방법에서는 워터마크 삽입의 경우, Wavelet 변환의 HH₂영역에서 이진화 과정으로 하여 삽입되는 위치를 지정하고, PN부호화와 이진 워터마크로 만들어진 새로운 픽셀값을 해당되는 위치로 대입하는 방법으로 워터마크를 삽입하였다. 워터마크를 추출하는 경우에는 원 영상의 Wavelet 변환의 HH₂ 위치에서 2진화하여 삽입되는 위치를 구하고, 워터마크가 삽입된 영상에서 HH₂영역과의 차이를 계산하여서 오차 범위에 포함되면 워터마크를 표시하게 하였다.

그 결과 시각적인 변화가 적으면서도 잡음공격에 강한 견고성을 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 또한, PN코드로 워터마크의 가중치를 변화시키므로 워터마크를 삽입하는 저작권자조차 어디에 얼마나 큰 값으로 워터마킹 했는지 전혀 알 수 없도록 하였다. 이로 인해 보다 안전한 워터마킹 방법이 될 수 있었다. 또한,

간단한 덧셈, 곱셈연산만을 이용하여 워터마크를 삽입토록 하였으므로 향후 하드웨어 구현이 쉽도록 만들었다.

제안된 알고리즘의 단점으로는 워터마크를 검출하기 위해 원 영상이 필요로 하다는 점이 있으나 이러한 방법이 저작권 보호를 위해서는 안전한 대책이 될 수도 있다. 향후 연구 과제로는 3차원 데이터나 멀티미디어 데이터 모두에 확장 적용할 수 있는 방법에 대하여 연구 할 것이다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] Ingemar J.Cox, Joe Kilian, Tom, Leighton and Talal. Sharmoon, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Images, Audio and Video" ICIP'96, Vol. III, pp.243-246, 1996
- [2] Ingemar J.Cox, Matthew L.Miller, Jeffrey A. Bloom, "Digital Watermarking", Morgan Kaufmann Publishers, 2002
- [3] 김현환, 김용민, 김두영, "다단계 임계치를 이용한 패턴 디지털 워터마킹", 동아대학교 정보기술연구소 논문집 제 7권 제 1호, pp7-13, 1999
- [4] 배경환, 김해권, 이재근, 이정환, "DCT 영역에서의 적응적 다중 워터마킹 방법"
- [5] M.Antonini, et al, "Image coding using wavelet transform" IEEE tr.on Image Processing, Vol.1 No.2, pp2297-2300, 1992
- [6] 김용민, "다중가중치와 확산 스펙트럼 방식을 이용한 견고한 패턴 디지털 워터마킹", 동아대학교 전자공학과, 1999