

웨이브렛 영역에서의 워터마킹 비교 연구

전영철*, 주란희*, 김성락**
*관동대학교 전자계산공학과
**관동대학교 컴퓨터공학과
e-mail:churaki@kwandong.ac.kr

A Study on the Comparative of Watermark of Base Wavelet Transform

Ran-Heui Chu*, Young-Cheol Jeon*, Sung-Nak Kim**
*Dept of Computer Science, Kwan-Dong University
**Dept of Computer Engineering, Kwan-Dong University

요 약

인터넷의 발달과 네트워크의 발달로 인하여 디지털 데이터에 대한 저작권 문제가 발생하고 있다. 최근 디지털 데이터에 대한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 디지털 워터마킹에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 본 논문에서는 디지털 데이터의 무단 복제와 배포를 막기 위해 웨이브렛을 이용한 주파수 변환을 이용하고, 워터마크로 디지털 지문을 삽입하였다. 웨이브렛 변환 영역중에 HL영역에 워터마크가 가시성과 추출 결과에 좋은 결과가 있었다.

1. 서론

네트워크의 발달과 인터넷의 보급의 급속한 확산으로 디지털 데이터의 분배 및 배포가 쉽고 빨라지고 있어 저작권 보호(copyright protection)에 대한 문제가 대두되고 있다. 이런 소유권을 효과적으로 보호하기 위한 저작권 보호기법으로 디지털 워터마킹(Digital Watermarking)에 대한 관심이 높아지고 있다.

디지털 워터마킹이란 디지털 데이터에 저작자의 서명이나 사인 등 저작자임을 입증할 수 있는 정보(watermark)를 사람의 눈에 안보이게 삽입하여 추후, 디지털 미디어의 저작권에 관한 논란이 일어났을 경우, 해당하는 데이터에 삽입되어 있는 저작권 정보를 추출하여 저작권 문제를 해결하는 방법이다.

본 논문에서는 여러 워터마킹 응용분야 가운데 워터마크로 디지털 지문을 삽입한 워터마킹의 주파수 대역에 따른 강인성과 다양한 공격에 따른 강인성 연구에 중점을 두었으며, 주파수 변환 중에서 Wavelet Transform을 이용해 각 대역별로 마크를

삽입하고 손실정도를 측정하였다.

2. 디지털 워터마킹과 웨이브렛 변환

2.1 디지털 워터마킹

효과적인 저작권 보호를 위한 워터마킹을 수행하기 위해서 비가시성, 견고성, 유일성의 조건들을 만족해야 한다. 비가시성이란 워터마크의 제거와 같은 공격에 안전하도록 하기 위한 것으로 인간의 시각에 의해 시각적으로 구별할 수 없다. 견고성은 워터마킹 영상 데이터에 기하학적 영상 변환이나 잡음, 신호처리 등에서도 워터마크는 유지되어야 한다는 것을 의미하며, 유일성은 검출된 워터마크는 저작자를 정확하게 표시할 수 있어야 함을 말한다.

워터마킹을 삽입하는 방법으로는 영상의 픽셀값을 직접적으로 변화시켜 워터마크를 삽입하는 공간영역(Spatial domain)에서의 방법과 주파수 계수를 변화시켜 워터마크를 삽입하는 주파수 영역(Frequency domain) 방법으로 크게 나눌 수 있는데,

공간 영역의 방법은 영상변형이나 잡음, 일반적인 신호처리 등에 의한 공격 등에 약하다는 단점이 있다.

주파수 영역의 방법은 DCT, 웨이브렛, FFT 변환 방법 등이 있으며, 주파수 공간으로 변환하여 그 주파수 영역들 중에서 시각적으로 덜 민감한 성분에 적응적으로 워터마크를 삽입하는 방법으로 주파수 성분을 변화시킴으로써 블록 내의 특정 픽셀이 아닌 전체 픽셀의 밝기 값에 영향을 줄 수 있으므로 검출시 워터마크 된 영상만으로는 워터마크 삽입 여부를 판단할 수 없고, 필터링이나 불법적인 공격에 강한 워터마크를 만들 수 있다.

지문은 여러 생체인식 기술들 중에서 유일하고, 불변성의 장점 때문에 다른 신체를 이용한 인식 기술보다 식별 성능에 대한 신뢰도와 안정도가 높은 것으로 평가되며, 비교적 높은 인식율과 빠른 처리, 사용자의 부담이 적고 소형이어서 여러 분야에서 이용되고 있다.

지문은 융선과 골로 이루어져 있으며, 융선이 끊어지는 지점을 단점이라 하며 갈라지는 지점을 분기점이라고 한다. 지문 인식은 지문으로부터 단점과 분기점 같은 특징점을 추출하여 비교에 의해 두 지문 사이의 유사성을 결정한다.

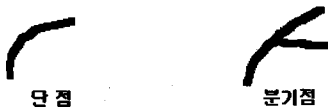


그림 1. 지문의 분기점과 단점의 형태

지문의 특징점 추출 과정은 지문영상을 받아들이고 입력된 지문영상으로부터 잡음을 제거한 후 이진화, 평활화, 세션화 과정을 거쳐 영상 데이터의 양을 축소하여 특징 추출과정에서 처리 속도를 높이고 인식과정에서 신뢰성을 향상시키는 전처리 과정을 수행한 후 융선의 골격이 추출되면 특징점으로 사용될 단점과 분기점을 추출한다.

2.2 웨이브렛 변환

웨이브렛(Wavelet)이란 단일함수 $\Psi(x)$ 를 확장하고 이동하여 만들어지는 함수들의 집합으로 식 4-1과 같다^[17].

$$WT_f(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) f(t) dt \quad 4-1$$

웨이브렛 변환의 기저 함수는 모웨이브렛(mother wavelet) $\Psi(t)$ 를 시간 축으로 b 만큼 이동시키고, a 만큼 스케일링(scaling)함으로써 구한다.

웨이브렛은 진동 특성과 수렴특성을 동시에 만족하는 함수로서 진동특성은 일정구간에서 사인함수와 같이 진폭이 일정한 파장으로 변환하며, 수렴하는 특성은 진동 함수의 진폭이 빠른 속도로 0에 수렴하는 것을 의미한다.

이미지에서의 웨이브렛 변환은 원 이미지를 가로 방향으로 고주파대역과 저주파 대역으로 분해한 다음 세로방향으로 분해하여 원하는 레벨의 수준까지 반복하면 4개의 서로 다른 주파수 성분(LL, LH, HL, HH)로 나누어진다.

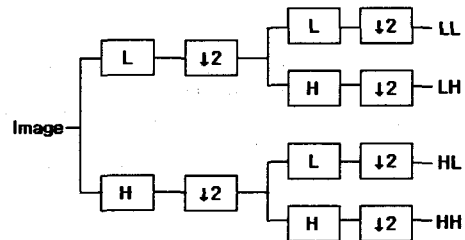


그림 2. 이산 신호의 웨이브렛 분해

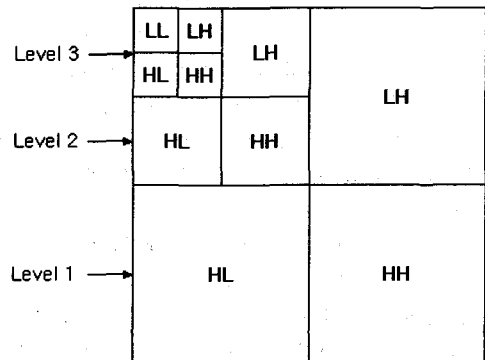


그림 3. 이미지에 대한 여러 레벨의 웨이브렛변환

3. 워터마크 삽입/추출

워터마크 삽입을 위해 원 영상을 웨이브렛 변환을 수행하여 각 대역별로 지문 워터마크를 임계값을 이진화하여 삽입한 다음 역 웨이브렛 변환을 수

행하여 워터마킹 영상을 얻었다.

워터마크를 추출하기 위해서는 원영상과 워터마크킹된 영상이 필요하다. 원영상과 워터마크 영상을 워터마크 추출하기 위해 웨이블릿 변환을 수행하여 주파수 영역으로 변환한 후 두 영상의 차를 이용하여 워터마크를 추출하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 원영상으로 256×256 크기의 Lena 영상에 128×128 크기의 지문영상을 워터마크로 사용하였다. (그림 4)는 원영상과 워터마크 영상을 나타낸다.



(a) Lena 영상 (b) 지문 영상
그림 4. 원영상과 워터마크 영상

원 워터마크와 추출한 워터마크 사이의 유사성을 일치도를 구하여 측정하였다.

4.1 각 대역별 워터마크 추출

원 영상에 대역별로(LL, LH, HL, LL) 지문 워터마크를 삽입하고 추출하는 실험을 하였다. (그림 5)는 대역별로 워터마크 삽입 영상이고, (그림 6)은 추출한 워터마크 영상이다.



(a) LL 영역 (b) LH 영역



(c) HL 영역 (d) HH 영역
그림 5. 워터마크 삽입 영상



(a) LL (b) HL (c) LH (d) HH
그림 6. 추출한 워터마크 영상

실험 결과, 워터마크 삽입영상은 LL영역을 제외한 영역에 가시성을 가졌고, 추출한 워터마크 영상에서는 LH영역에서 원 지문 영상과 가장 유사한 워터마크를 추출할 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 웨이블릿 대역별로 워터마크를 삽입하고, 추출하여 삽입한 영상과 추출한 영상을 비교 분석 하였다.

그 결과, LH영역에 워터마크를 삽입하는 것이 전반적으로 유리함을 확인할 수 있었다.

LH 영역에서의 강인성 연구를 계속하고자 한다.

참고문헌

- [1] 신 미영, "지문 인식을 위한 용선방향 정보로부터 특이점 추출", 관동대학교 대학원, 2001
- [2] 배기혁, 정성환, "디지털 영상의 저작권 보호를 위한 워터마크 강인성 연구", 정보처리학회, 2001.
- [3] Anil K. Jain and Umut Uludag, "Hiding Fingerprint Minutiae in Image", Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies, 2002.
- [4] Cox I. J., et al., "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", NEC Research Institute, Technical Report 95-100, 1995

- [5] M. Rao et. al., "Wavelet Transforms", AW, 1998.
- [6] D. Kumdur, D.Hatzinakos, "A Robust Digital Image Watermarking Method using Wavelet-Based Fusion", Proceeding of ICIP'97, Santa Babara, CA, USA, Oct, 26-29 Vol. I, pp. 544-547, 1997