

웨이브렛 기반의 워터마크에서 지문 특징점 비교 분석(I)

주란희*, 김성락**

*관동대학교 전자계산공학과

**관동대학교 컴퓨터공학과

e-mail:churaki@kwandong.ac.kr

Minutiae of Fingerprint Images Comparative Analysis in Watermark of Base Wavelet Transform (I)

Ran-Heui Chu*, Sung-Nak Kim**

*Dept of Computer Science, Kwan-Dong University

**Dept of Computer Engineering, Kwan-Dong University

요 약

인터넷의 발달과 멀티미디어 데이터를 제작하는 각종 도구들이 발달되면서 디지털 데이터에 대한 저작권 문제가 발생하고 있다. 최근 디지털 데이터에 대한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 디지털 워터마크에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 디지털 데이터의 무단 복제와 배포를 막기 위해 유일한 워터마크로 디지털 지문을 삽입하여 저작권의 문제를 연구하였다. 원지문 영상과 웨이브렛을 기반으로 하여 추출한 워터마크 지문 영상을 특징점 추출하는 프로그램을 사용하여 단점과 분기점의 개수를 비교하는 방법을 사용하였다.

1. 서론

최근 네트워크의 발달과 인터넷의 보급이 일반화 되면서 컴퓨터를 이용한 멀티미디어 데이터(이미지, 오디오, 비디오)의 불법복제가 확산됨에 따라 저작권 보호(copyright protection)에 대한 문제가 심각하다.[1] 특히 멀티미디어 데이터를 제작하는 각종 도구들이 발달되면서 데이터의 복제가 쉬워지고, 여러 장애로 인한 데이터의 변경이 많아지고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위한 방법으로 디지털 워터마크(Digital Watermarking)에 대한 관심이 높아지고 있다. 디지털 워터마크이란 디지털 미디어에 저작자의 서명이나 사인 등 저작자임을 입증할 수 있는 정보(watermark)를 사람의 눈에 안보이게 삽입하여 추후, 디지털 미디어의 저작권에 관한 논란이 일어났을 경우, 해당하는 미디어에 삽입되어 있는 저작권 정보를 추출하여 저작권 문제를 해결하는 방법이다.

디지털 워터마크의 응용분야는 매우 다양하다. 디지털 데이터의 소유관계를 주장하는 방법과 디지털 데이터의 무단 복제와 무단 배포를 막기 위해 유일한 워터마크로 디지털 지문(fingerprint)을 부여하

서 그 데이터 복사 본에 삽입하는 방법, 인증과 무결성을 보장하는 방법, 내용 라벨링(contents labeling)으로 디지털 데이터 내에 영상에 관한 정보를 포함시킬 수 있는 다중화 방법 등이 있다.

본 논문은 워터마크 적용 분야 가운데 디지털 지문 부분에 대해 중점을 두었으며, 원 영상에 개인의 저작권을 인증하기 위한 지문영상을 워터마크로 사용하여 워터마크 한 다음, 다시 추출하여 나온 워터마크 영상들과 원 지문영상을 전처리 과정과 특징점 추출과정을 거쳐 그 결과를 비교·분석하였다.

2. 디지털 워터마크와 지문

2.1 디지털 워터마크

효과적인 워터마크를 수행하기 위해서 몇 가지 조건들을 만족해야 한다.

- 비가시성(invisible) : 인간의 시각에 의해 시각적으로 볼 수 없도록 하여 워터마크의 제거와 같은 공격에 안전하도록 하기 위함이다.
- 견고성(robustness) : 워터마크 영상 데이터에 기하학적 영상 변환이나 잡음, 신호처리 등에서도 워

터마크는 유지되어야 한다.

· 유일성(uniquness) : 검출된 워터마크는 저작자를 정확하게 지시할 수 있어야 한다.

워터마킹을 삽입하는 방법으로는 공간영역(Spatial domain)에서의 방법과 주파수영역(Frequency domain) 방법으로 크게 나눌 수 있는데, 공간 영역의 방법은 영상의 픽셀(pixel)값을 직접적으로 변화시켜 워터마크를 삽입하는 가장 간단한 방법이다. 이 방법은 영상을 같은 크기의 두 집합으로 나누고 한 집합의 픽셀 값을 일정한 크기로 더하여 두 집합에 속한 픽셀의 차를 이용하여 검출해 내는 방법과 특정 위치와 픽셀 정보를 변화시켜 인접 픽셀와의 비교로 신호를 검출해내는 방법 등이 있다. 그러나, 이러한 공간 영역의 방법은 영상변형이나 잡음, 일반적인 신호처리 등에 의한 공격 등에 약하다는 단점이 있다.

주파수 영역의 방법은 주파수 계수를 변화시켜 워터마크를 삽입하는 방법으로 DCT(Discrete Cosine Transform), 웨이브렛(Wavelet Transform), FFT(Fast Fourier Transform)과 같은 변환으로 주파수 공간으로 변환하여 그 주파수 영역들 중에서 시각적으로 덜 민감한 성분에 적응적으로 워터마크를 삽입하는 방법이다. 삽입되는 워터마크들은 변환된 전체 영상에 삽입하거나 혹은 블록으로 삽입되기도 한다. 주파수 영역 변환의 장점은 주파수 성분을 변화시킴으로써 블록 내의 특정 픽셀이 아닌 전체 픽셀의 밝기 값에 영향을 줄 수 있으므로 검출 시 워터마크 된 영상만으로는 워터마크 삽입 여부를 판단할 수 없고, 필터링이나 불법적인 공격에 강한 워터마크를 만들 수 있다.

2.2 지문

정보화 사회에서 컴퓨터를 이용한 정보의 기밀유지 및 개인을 증명할 수 있는 방법으로 최근에는 인간의 생체 특성을 많이 이용하고 있다. 생체 인식 기술은 지문, 홍채, 음성 등의 특이한 신체적 특징을 이용하여 개인 인증을 하는 기술로서, 여러 생체인식 기술들 중에서 지문은 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 있

다.[3]

지문은 산맥과 같이 솟아오른 어두운 영역을 융선, 융선과 융선사이에 계곡과 같이 파인 밝은 영역을 골로 이루어져 있다. 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 받아들여 전처리과정을 수행한 후 실험했다. 전처리 과정은 입력된 지문영상으로부터 잡음을 제거한 후 이진화, 평활화, 세선화 과정을 거쳐 영상 데이터의 양을 축소하여 특징 추출과정에서 처리 속도를 높이고 인식 과정에서 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

가. 이진화 과정 : 이진화 과정은 256 그레이 레벨(gray level)영상의 각 픽셀 농도 값을 임계 값(threshold value)에 의하여 흑백 픽셀로 변환하여 주는 과정으로 지문영상에서 융선부분과 골 부분을 구별하기 위한 과정이다.

나. 평활화 과정 : 평활화 과정은 이진화 과정을 수행한 후 발생하는 세공(hole)과 같은 잡음을 제거하고 뚜렷한 융선과 골을 얻기 위한 방법이다.

다. 세선화 과정 : 세선화 과정은 대상 물체의 표면을 조금씩 벗겨내어 최종적으로 한 개 픽셀로 골격화 하는 것을 말하며, 대부분의 인식시스템에서는 세선화 된 지문영상으로부터 특징점을 추출한다.

전처리 과정을 통해 융선의 골격이 추출되면 특징점으로 사용될 단점과 분기점을 추출해야 한다. 세선화 된 영상으로부터 단점과 분기점 찾아내는 특징점 추출과정을 수행한다.

2.3 웨이브렛 변환

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

웨이브렛은 주파수를 변화시키는 웨이브렛 압축계수 "a"와 시간상에서의 웨이브렛의 진이를 나타내는 진이계수 "b"와의 합성을 통해 다음과 같이 웨이브렛 집합이 정의되어 진다.

$$\Psi_{b,a}(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (\text{식 1})$$

$$a_i = [a_1, a_2, \dots, a_n]$$

이미지에서의 웨이브렛 변환은 원 신호를 먼저 고주파 대역과 저주파 대역으로 분해하고 고주파 대역을 제외한 저주파 대역의 신호를 다시 원하는 레벨의 수준까지 위의 과정을 반복함으로써 다운 샘플링 한다[6]. 이미지에서의 웨이브렛 변환은 가로방향과 세로방향으로 각각 순차적으로 웨이브렛 변환을 하여 주파수를 분해한다.

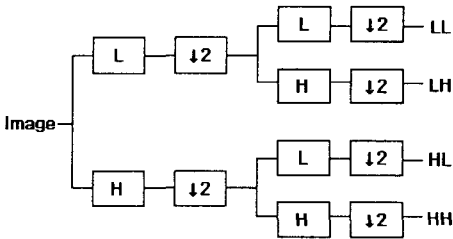


그림 2. 이산 신호의 웨이브렛 분해

3. 제안된 알고리즘

제안된 알고리즘을 그림으로 표시하면 다음과 같다.

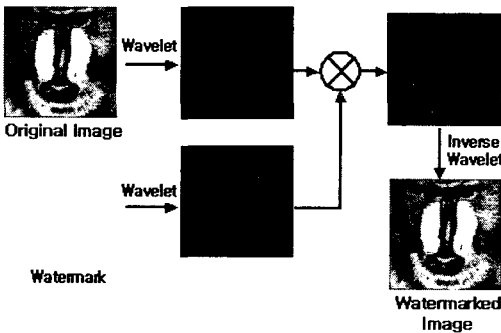


그림 3. 워터마킹 삽입 과정

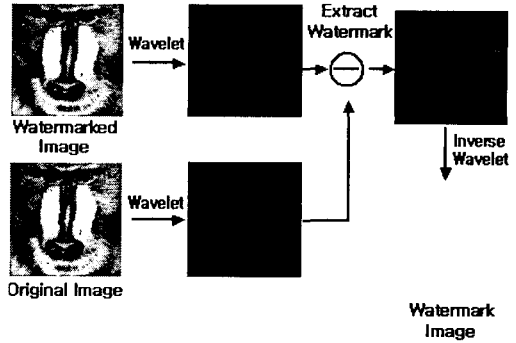


그림 4. 워터마킹 추출과정

4. 실험 결과

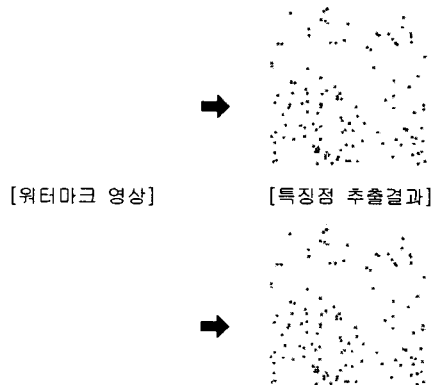
256×256 크기의 워터마크로 사용한 지문영상과 워터마킹 된 Baboon 영상에서 추출한 지문영상으로 특징점을 추출하였다.

그 결과는 50개의 지문영상과 워터마크에서 추출한 지문영상의 단점과 분기점의 개수를 비교한 결과 90% 이상의 특징점이 일치하는 결과를 보였다.

실험영상의 예는 [그림 5], 원 지문영상과 추출한 지문영상의 단점과 분기점은 [그림 6]에 나타내었다.



그림 5. 실험 영상



[추출된 워터마크 영상] [특징점 추출결과]

그림 6. 특징점 추출 결과

	원 지문		워터마킹에서 추출한 지문	
	단점	분기점	단점	분기점
지문 1	152	65	160	60
지문 2	79	49	85	45
지문 3	165	58	167	57
지문 4	154	69	160	67
지문 5	142	55	145	54

<표 1> 워터마크 지문과 워터마킹에서 추출한 지문에서의 단점과 분기점 개수 비교

형식이지 않는 방법을 통해 수량적 차이를 줄이는 연구가 필요하다.

또한 실제 적용 시에는 손상되지 않은 영상보다는 압축이나 잡음에 의한 손상이 예상되므로 손상된 영상 즉, 왜곡된 워터마킹에 대하여 추출된 지문에 대한 특징점 추출 및 인식에 관한 실험을 계속하고자 한다.

참고문헌

[1] 이 혜주 “영상데이터의 저작권 보호를 위한 디지털 워터마킹”, 충남대학교대학원, 2000.
 [2] Anil K. Jain and Umut Uludag, "Hiding Fingerprint Minutiae in Image", Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies, 2002.
 [3] 신 미영, “지문 인식을 위한 융선방향 정보로부터 특이점 추출”, 관동대학교 대학원, 2001
 [4] M. Rao et. al., "Wavelet Transforms", AW, 1998.
 [5] Cox I. J., et al., "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", NEC Research Institute, Technical Report 95-100, 1995
 [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

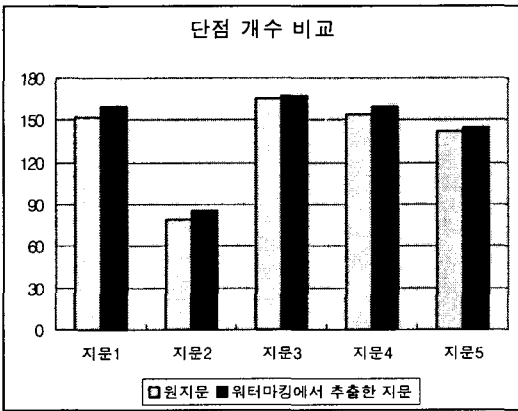


그림 7. 단점 개수 비교 차트

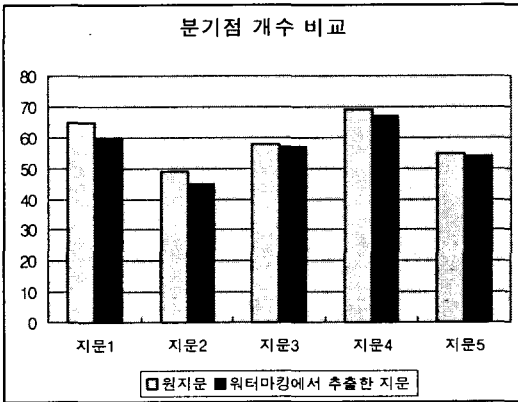


그림 8. 분기점 개수 비교 차트

5. 결론

본 논문에서는 일반적인 지문영상과 워터마킹에서 추출한 지문 영상에 대하여 실험을 하여 단점과 분기점을 추출하였다. 분기점은 워터마킹 추출과정에서 손실되어 다수의 단점으로 인식되어 질 수 있으므로 개수 비교에서 수량적 차이가 발생하였다. 이에 워터마킹에서의 원 지문 영상에서 특징점을 변