

DWT 기반 디지털 워터마킹을 이용한 지문 데이터 보호

홍동수, 조시원, 안도량, 이동욱
 동국대학교 전기공학과

Protection of Fingerprint Data Using Digital Watermarking Based on DWT

Dong-Su Han, ShiWon Cho, Do-Rang Ahn, Dong-Wook Lee
 Dept. of Electrical Engineering, Dongguk University

Abstract - 정보 보안 시스템에 대한 접근을 용이하게 하면서 보다 안전하게 하기 위한 하나의 방법으로 생체인식 시스템이 사용되고 있다. 본 논문에서는 생체인식 시스템 중 보편적으로 사용되는 용선 방향을 이용한 지문인식 시스템을 구성하고, 디지털 워터마킹 기법을 이용하여 지문에서 추출한 특징점 데이터를 영상에 워터마킹하여 지문 데이터를 보호하는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 <그림 1>에서와 같이 지문영상획득을 위해 250 dpi 96×96 pixel의 이미지를 입력받는 센서입력 부분과 ATMEL, Inc. 8-bit AVR ATmega 162를 사용하여 입력받은 이미지를 처리하는 메인부분으로 구성되는 지문인식 센서모듈을 구현하였다.

1. 서 론

최근 정보통신 기술의 비약적인 발전으로 정보화 산업 사회에서 개인의 신원파악은 개인정보의 보호와 재산권 보호를 위하여 중요하게 인식되고 있다. 현재까지 개인의 신원파악 또는 정보 보안을 위한 사용자 인증 수단으로 패스워드, PIN 또는 스마트카드 등의 전통적인 방법들을 널리 이용되고 있다. 그러나 이러한 인증수단은 분실, 도난 또는 망각으로 인하여 타인에게 개인의 정보가 유출되는 위험이 존재한다. 그래서 사람마다 다른 신체적 특징을 확인하고 신원을 확인할 수 있는 지문, 홍채, 정맥, 얼굴, 음성 등과 같은 생체인식 기술이 최근 각광을 받고 있다.^{[1][2]}

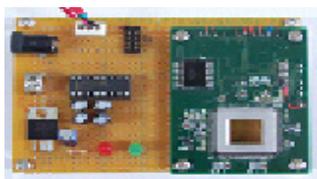
그러나 보안 시스템의 급속한 발전과 함께 디지털 데이터를 변형·제작할 수 있는 각종 도구들의 발달로 인해 디지털 데이터에 대한 정보를 완벽하게 지키고 유지하기가 어려워지고 있다. 그래서 시스템 보안에 대한 의식과 평가 절하 현상이 나타나고, 측정하기 어려운 정도의 경제적 손실이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 생체인식 시스템에서 데이터를 보호하기 위해 디지털 콘텐츠의 저작권을 보호하는 기술인 디지털 워터마킹 기법을 생체인식 시스템에 적용하려는 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 생체인식 시스템 가운데 지문인식 시스템 부분에 대해 중점을 두고, 디지털 워터마킹 기법을 이용하여 지문 데이터를 보호하는 시나리오를 증명하는데 그 목적이 있다. 따라서 지문의 용선 방향을 이용한 지문인식 시스템을 구현하고, 압축률이 높은 JPEG2000 기반 이산 웨이블릿 변환(Discrete Wavelet Transform)이 갖는 신호의 공간적 분해 능력을 이용하여 지문에서 추출한 특징점을 영상에 워터마크로 삽입한 결과, Database에 워터마크 된 영상을 저장함으로써 특징점의 소유자를 확인할 수 있다는 장점을 확인할 수 있었다. 주파수 영역에서의 디지털 워터마킹 시뮬레이션을 통해 불법적인 사용자가 영상에 숨겨져 있는 데이터에 대한 접근을 할 수 없게 만들어 지문 데이터를 보호하는 방법을 제안한다.

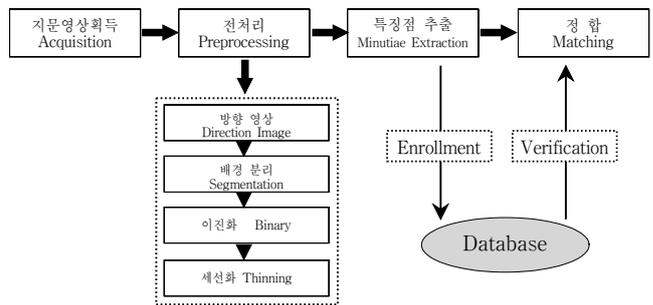
2. 본 론

2.1 지문인식 시스템

생체 인식 기술은 지문, 얼굴, 홍채, 정맥, 서명, 음성 등의 특이한 신체적 특징을 이용하여 개인 인증을 하는 기술이다. 이러한 생체인식 기술 중에서 지문은 보편성, 불변성, 유일성의 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.



<그림 1> 지문인식 센서 모듈



<그림 2> 지문인식 시스템의 구성도

<그림 2>에서는 지문인식 시스템에서 지문영상획득 후, 전처리 과정을 거쳐 특징점을 추출하고, 등록 또는 검증에 따라 Database에 특징량을 저장하는 단계와 저장된 특징량과 정합하는 과정을 나타낸다.

2.1.1 지문의 구성

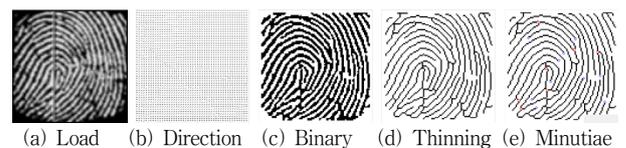
지문은 땀샘이 융기되어 일정한 흐름을 형성한 것으로 지문에서 산맥과 같이 솟아 오른 어두운 영역을 융선(ridge), 융선과 융선 사이에 계곡과 같이 파인 밝은 영역을 골(valley)이라 한다. 융선이 끊어지는 지점을 단점(ending point)이라 하며, 갈라지는 지점을 분기점(bifurcation)이라고 한다. 지문인식은 모든 지문 형태에 존재하고 그 수가 많은 지문으로부터 단점과 분기점을 지문인식의 중요한 특징점(minutiae)으로 사용한다.^[2]



<그림 3> 지문의 특징점

2.1.2 전처리 과정

지문의 특징점 추출 과정은 지문 영상 획득 후 전처리 과정을 수행한 후 실행하였다.



<그림 4> 전처리 과정

<그림 4>는 지문에서 융선(ridge)과 골(valley)의 구분을 명확히 함으로써 정확한 특징량 추출을 목표로 하는 전처리 과정의 단계(a)~(e)를 나타낸다. (a)는 지문영상을 획득하는 단계, (b)는 특징인 융선의 방향성

정보를 추출하는 단계, (c)는 방향정보를 이용하여 지문영역인 전경과 배경영역으로 분리하고 Gray level값 '0'과 '255'만을 가지고 용선과 골 부분을 명확히 구분 짓는 이진화 단계, (d)는 특징점 추출을 용이하게 하기 위해서 용선의 폭을 1화소로 하는 세션화 단계, 마지막으로 (e)는 지문의 특징점을 추출하는 단계로 구성된다.

2.2 디지털 워터마킹

디지털 워터마킹(Digital Watermarking)이란 디지털 미디어에 저작자의 서명이나 사인 등 저작권임을 입증할 수 있는 정보(watermark)를 사람의 눈에 안보이게 삽입하여, 디지털 미디어의 저작권에 관한 논란이 일어났을 경우, 해당 미디어에 삽입되어 있는 저작권 정보를 추출하여 저작권 문제를 해결하는 방법이다.

<그림 5>와 같이 디지털 영상의 저작권 보호를 위해 연구되어온 워터마킹 방법으로는 공간 영역(Spatial domain)에서의 방법과 주파수 영역(Frequency domain)에서의 방법으로 크게 나눌 수 있다.



<그림 5> 공간 및 주파수 영역에서의 워터마킹 된 영상 비교

공간 영역의 방법은 영상 변형이나 잡음, 일반적인 신호처리 등에 의한 공격에 약하다는 단점이 있다.^[3] 하지만 주파수 영역의 방법은 주파수 계수를 변화시켜 워터마크를 삽입하는 방법으로 DCT(Discrete Cosine Transform), DWT(Discrete Wavelet Transform), DFT(Discrete Fourier Transform)를 이용하여 주파수 공간으로 변환하고 그 주파수 영역들 중에서 시각적으로 덜 민감한 성분에 워터마크를 삽입하는 방법이다. 삽입되는 워터마크들은 변환된 전체 영상에 삽입하거나 혹은 블록으로 삽입되기도 한다. 주파수 영역 변환의 장점은 주파수 성분을 변화 시킴으로써 블록 내의 특정 화소가 아닌 전체 화소의 밝기 값에 영향을 줄 수 있으므로 검출시 워터마크된 영상만으로는 워터마크 삽입 여부를 판단할 수 없고, 필터링이나 불법적인 공격에 강한 워터마크를 만들 수 있다.

2.2.1 웨이블릿 변환

이산 웨이블릿 변환(Discrete Wavelet Transform)은 푸리에 변환(Fourier Transform)과 같이 기저함수(basis function)들의 집합에 의한 신호분해로써 이해될 수 있다. 이 때 웨이블릿 변환에서 하나의 기저함수를 웨이블릿이라 부르며, 웨이블릿은 하나의 대역 통과 필터이다. 푸리에 변환의 기저 함수들과는 다르게 웨이블릿은 유한한 길이를 가지는 기저함수이므로 웨이블릿 변환은 모함수(Mother Wavelet)라 불리는 원형의 웨이블릿의 수축과 팽창에 의해 얻어지는 웨이블릿들의 집합에 의해 구성된다.

웨이블릿은 단일 원형 함수에 기반을 둔 뛰어난 time-scale 국부성으로 데이터를 다중 해상도 표현 및 분석이 가능하여 네 개의 각각 다른 부 영상으로 구성된다. 웨이블릿으로 변환된 각 부 영상들은 저주파 대역으로부터 고주파 대역으로의 계층적 정보를 가지고 있다.



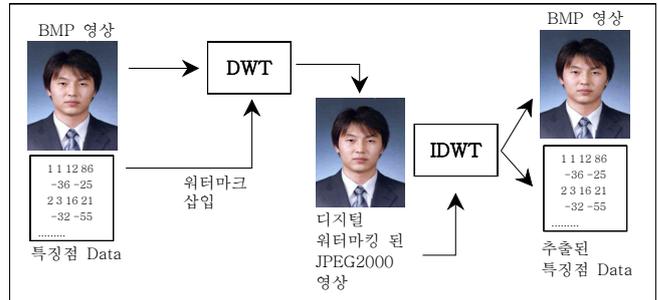
<그림 6> 웨이블릿 변환 구조

<그림 6>에서 LL은 저주파 성분, LH는 영상의 수평 성분을 나타내고, HL은 수직 성분, HH는 대각선 성분을 강조하고 있다.

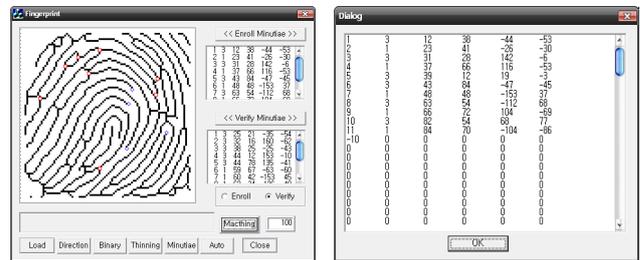
2.3 실험 과정 및 고찰

본 논문에서 사용한 워터마크 삽입을 위한 방법으로 사용자의 영상을 Database 저장에 용이하도록 낮은 비트율에서 보다 높은 성능과 압축률

을 제공하는 JPEG2000을 사용한다. BMP 파일로 저장된 영상을 JPEG2000 기반 DWT(Discrete Wavelet Transform) 중에서도 무손실 압축 기법인 Le Gall 5/3 필터를 사용하여 JPEG2000 영상으로 변환하였다. 그리고 영상의 다수 정보를 갖고, 영상의 변형에 강한 저주파 영역에 binary 값의 지문 특징점 데이터를 워터마크로 삽입하였다. 그리고 Inverse DWT를 수행함으로써 추후 인증을 위한 워터마크의 추출이 가능하다.



<그림 7> 워터마크 삽입 및 추출



(a) 지문 특징점 등록 및 인증 화면 (b) 워터마킹 된 영상에서 특징점 추출 화면

<그림 8> 실험 과정

<그림 7>에서는 제안한 삽입·추출의 개념을 실제 실험 데이터로 나타내었다. 실험은 96×96 크기로 입력받은 지문 영상에서 특징점을 추출하였다. 그리고 JPEG2000 기반 웨이블릿 변환을 적용하여 사용자 영상을 분할하고 저주파 영역에 지문의 특징점 데이터를 워터마크로 삽입하였다. 그리고 Database 저장용량의 효율성을 위해 압축율이 높은 JPEG2000으로 저장하였다. 그 후에 지문 데이터를 추출하기 위해 DWT의 역(Inverse)변환인 IDWT를 수행하였다. <그림 8>의 실험 화면에서는 워터마킹 된 영상에서 특징점을 추출하여 지문인식 시스템에 대한 사용자 인증 과정을 수행하였다.

3. 결 론

본 논문은 지문인식 시스템에 디지털 워터마킹 기법을 적용하였다. 영상에 워터마킹 된 지문의 특징점 데이터를 주파수 영역에서 삽입하여, 워터마킹된 영상에서 불법적인 사용자가 지문 데이터를 추출하기 어렵기 때문에 보안성이 뛰어나며 개인의 사진 영상을 사용함으로써 인증과정에서 사용자의 얼굴을 확인할 수 있는 장점도 있다. 이러한 시나리오를 실험적으로 증명함으로써 생체인식 시스템에서 디지털 워터마킹을 적용한 연구를 진행하는 것이 타당하다고 생각된다.

또한, 앞으로 시스템의 고성능화와 압축 또는 신호처리 기술의 발달로 인하여 생체인식 시스템에 디지털 워터마킹을 적용하여 영상을 이용한 보다 보안이 강화된 다중 생체인식 시스템에 대한 연구가 진행되어야 하며 영상 데이터 유출에 대한 문제 해결 및 디지털 워터마킹 기법에 대한 손실압축, 사이즈 변형 등과 같은 공격에 강한 알고리즘 기법이 계속 연구되어야 할 것으로 여겨진다.

[참 고 문 헌]

[1] Davide Maltoni, Draio Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar, "Handbook of Fingerprint Recognition," Springer, 2003
 [2] Henry C. Lee, R.E.Gaensslen, "Advances in Fingerprint Technology," CRC Press, 1993
 [3] J. Pitas, "A Method for Signature Casting on Digital Images", in Proc. of IEEE Conf. on Image Processing, pp.215~218. 1995