

리버서블 워터마킹을 이용한 생체정보 이미지의 인증 및 복원

이혜란*, 이경현**

*부경대학교 전자계산학과

**부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부

Authentication and Restoration of Biometric image using Reversible Watermarking

HyeRan Lee*, KyungHyun Rhee**

*Department of Computer Science, Pukyong National University

**Div. of Electronic, Computer and Telecommunication Engineering, PuKyong Nat'l Univ.

요약

생체정보에 대한 활용이 증가함에 따라 생체정보에 대한 보호문제가 대두되고 있다. 본 논문에서는 생체정보에 대한 인증을 위하여 리버서블 워터마킹 기법을 도입하였다. 생체정보에 대한 위·변조가 발생한 경우 워터마크를 통하여 위·변조의 유무 및 위치측정이 가능한 기법이며 위·변조가 발생하지 않은 경우 생체정보 이미지를 인증한 후, 리버서블 워터마크를 통하여 원래의 이미지로 복원이 가능한 기법이다. 생체정보 이미지는 워터마크 삽입 시에 발생하는 삽입왜곡이 문제가 될 수 있으므로 인증 된 이후에는 이러한 삽입왜곡을 없앴으로서 원본과 동일하게 복원한다.

I. 서론

사용자 인증을 위하여 지문, 망막, 홍채, 음성, 얼굴, DNA 등 인간의 생물학적 특징을 사용하는 생체인식(biometrics)에 관한 연구가 증가하고 있다. 생체정보는 각 개인마다 고유하고, 모든 사람에게 존재하며, 영원히 존재하는 정보로서 민감한 성질을 지니며, 도난이나 망각 등으로 상실되지 않는 장점이 있다[1]. 본 논문에서는 생체정보로 사용되는 이미지에 대한 인증을 위해 리버서블 워터마킹을 사용한다.

워터마킹 기법은 여러 가지 형태로 분류할 수 있는데 워터마크의 강인성에 따라 강인한 워터마킹과 연성 워터마킹으로 나눌 수 있다. 강인한 워터마킹은 저작권 정보,

배포자 정보, 사용자 정보 등과 같은 저작권을 보호하는 방법으로 데이터의 불법적인 조작을 막고, 디지털 데이터의 저작권과 소유권을 보장할 수 있는 기법이다. 연성 워터마킹 기법은 이미지의 변조 유무를 확인하는 이미지의 인증을 위해 사용한다. 이미지에 위조 및 변조가 발생하게 되면 데이터 내에 삽입된 워터마크가 깨어져, 깨어진 워터마크를 통해 위·변조의 유무를 확인하고 그 위치를 측정하는 기술이다. 워터마크 삽입 시에는 삽입 왜곡이 발생하는데[2], 인간 시각 시스템(HVS Human Visual System)을 사용하여 비인지성을 높이지만 이러한 왜곡조차도 허용하지 않는 응용에서는 리버서블 워터마킹 기술을 적용할 수 있다 [3],[4]. 이 기술은 이미지가 인증 된 후에

는 삽입 왜곡을 제거하여 워터마크가 삽입되기 이전의 원본이미지로 복원하는 기법이므로 생체정보 이미지 인증과 같은 아주 작은 왜곡도 허용하지 않는 응용에 적합하다. 본 논문에서는 리버서블 워터마크를 생체정보 이미지에 삽입하여 생체정보 이미지의 변조 유무를 확인하고, 인증이 된 후에는 원본 영상으로 복원하기 위해 리버서블 데이터를 사용한다.

이러 2장에서는 리버서블 데이터를 이용한 생체정보의 인증 및 복원에 대하여 제안하고 3장에서 실험 및 결과를 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 리버서블 워터마킹을 이용한 생체정보 이미지의 인증 및 복원

본 알고리즘은 [2]를 변형시켜 워터마크의 삽입 량을 향상시켰다.

생체정보 이미지를 위·변조로부터 인증하기 위하여 본 알고리즘은 인증 및 검증 2 단계로 구성된다.

1. 인증과정

생체정보 이미지는 $M \times N$ 의 8-비트 그레이 이미지이다. 먼저, 서로 겹쳐지지 않은 n 개의 인접 픽셀로 블록을 나눈다 $G = (x_1, \dots, x_n)$. 각 나누어진 블록에 식 (1)의 구별함수를 적용시킨다. 블록은 64개 단위로 계속 누적되어 간다. 블록을 64개 단위로 누적시키는 이유는 워터마크를 삽입하지 못하는 Unusable 블록을 줄여 전체적인 삽입 량을 향상시키기 위한 목적이다. 블록은 Regular, Singular, Unusable 세 가지 형

태로 분류한다. 또한 반전 함수 F 를 적용시킨다. 반전 함수는 $F(F(x)) = x$ 의 특징을 가지고 있다. 반전 함수 F 의 예는 0과 1, 2와 3, 3과 4 등의 치환으로 볼 수 있고, 또 다른 예는 0과 2, 1과 3, 4와 6 등의 치환으로 볼 수 있다. 두 번째 예의 진폭은 첫 번째 예의 진폭보다 크며, 반전 함수 F 의 진폭 A 는 x 의 평균 변화 값으로 식 (2)와 같이 정의할 수 있다.

$$A = \frac{1}{|P|} \sum_{x \in P} |x - F(x)| \quad (2)$$

구별 함수 f 와 반전 함수 F 를 각 블록에 적용하여 블록을 구별한다.

$$\begin{aligned} \text{Regular blocks: } & G \in R \Leftrightarrow f(F(G)) > f(G) \\ \text{Singular blocks: } & G \in S \Leftrightarrow f(F(G)) < f(G) \\ \text{Unusable blocks: } & G \in R \Leftrightarrow f(F(G)) = f(G) \end{aligned}$$

R 과 S 블록은 반전 함수 F 로 상태가 서로 변경되며, U 블록은 상태가 변경되지 않는다, $F(R) = S, F(S) = R, F(U) = U$. 블록의 상태에 따라 워터마크를 삽입하기 위해 블록의 상태에 초기 값을 부여한다. R 블록에는 1, S 블록에는 0을 각각 부여하고 U 블록은 부여하지 않는다. RS 벡터 C 는 무손실 압축을 수행한다. 압축된 C 와 워터마크를 조합하여 삽입 데이터를 만든다. 삽입하려는 비트가 블록의 상태와 같으면 블록에 반전 함수를 적용하지 않고, 삽입하려는 비트가 블록의 상태와 같지 않으면 블록은 반전 함수를 사용하여 삽입하려는 비트에 맞게 블록의 상태를 변경한다. 모든 블록에 이러한 과정을 반복 수행한다. 그림 1은 생체정보 이미지에 리버서블 워터마크를 수행하는 과정이다.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{M \times N}) = \sum_{k=0}^{M \times N/64 - 1} \sum_{j=0}^{64/n - 1} \sum_{i=1}^{n-1} |x_{64k+4j+i+1} - x_{64k+4j+i}| \quad (1)$$

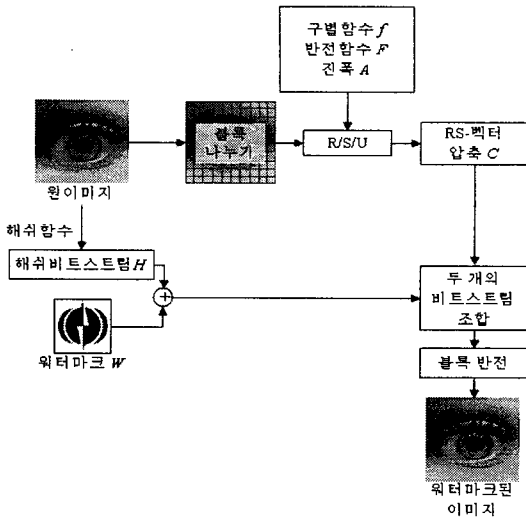


그림 1. 워터마크 삽입 과정

2. 검증 및 복원과정

생체정보 이미지는 삽입된 워터마크를 통하여 위·변조의 유무를 확인하고 위·변조의 발생 없이 이미지가 인증되면 정확한 생체정보 이미지를 위하여 리버서블 데이터를 통하여 원본과 동일한 생체정보 이미지로 복원한다. 위·변조 발생 시에는 이미지가 인증되지 않으며 위·변조의 위치를 측정하게 된다. 워터마크 삽입 시와 동일한 과정으로 처리되어지며 먼저, 이미지를 겹치지 않은 블록으로 나눈다. 나누어진 블록은 구별함수 f 와 반전함수 F 와 진폭 A 를 사용하여 R, S, U로 구별한다. 삽입에서 U블록은 제외되었기 때문에 추출 시에도 U블록은 제외하고 RS를 추출한다. 추출한 RS는 RS벡터와 워터마크로 분리하고, 압축되어진 RS벡터는 압축을 푼다. 추출한 워터마크와 원워터마크를 비교하여 동일하면 이미지를 인증하게 된다. 이미지를 인증한 후에는 압축을 푼 RS 벡터를 이용하여 이미지를 복원한다. 복원된 이미지는 원이미지와 동일하게 된다. 추출한 워터마크가 원워터마크

와 동일하지 않다면 위·변조가 발생한 것이므로 위·변조의 위치를 측정한다. 그림 3은 생체정보 이미지의 검증 및 복원과정의 블록도이다.

III. 실험 및 결과

제안한 생체정보 이미지의 인증 및 복원 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 그림 3의 이미지를 실험에 사용한다. 그림 4는 제안 알고리즘으로 생체정보 이미지에 워터마크를 삽입한 이미지이며, 그림 5는 생체정보 이미지에 변조가 발생한 이미지이며 그림 6은 변조된 위치를 측정한 이미지이다. 표 3은 제안 알고리즘과 [2]의 성능을 비교한 것으로 [2]에 비해 제안 알고리즘은 PSNR은 유지하면서 삽입량이 증가하였음을 알 수 있다.

IV. 결론

생체정보에 대한 인증을 위하여 본 논문에서는 리버서블 워터마킹 기법을 도입하였다. 생체정보에 대한 위·변조가 발생한 경우 워터마크를 통하여 위·변조의 유무 및 위치측정이 가능한 기법이며 위·변조가 발

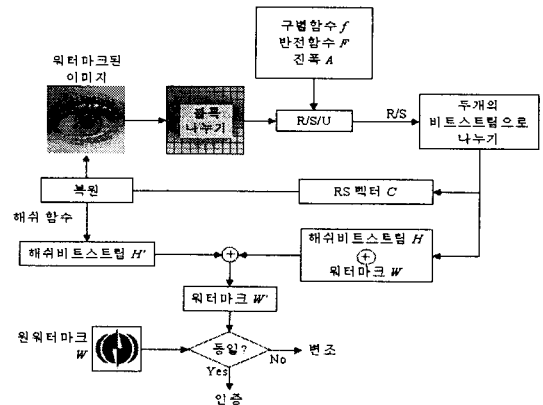
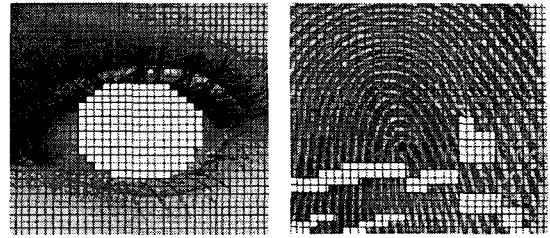


그림 2. 이미지 검증 및 복원과정

생하지 않은 경우 생체정보 이미지를 인증하며 인증한 후에는 리버서블 워터마크를 통하여 원래의 이미지로 복원이 가능한 기법이다. 생체정보 이미지는 워터마크 삽입시에 발생하는 삽입왜곡이 문제가 될 수 있으므로 인증된 이후에는 이러한 삽입왜곡을 없애므로써 원본과 동일하게 복원된다.



(a) 홍채 (b) 지문

그림 6. 변조된 이미지의 위치 측정

<표 1> 제안알고리즘과 [2]의 성능비교

진폭 A=1,...,7에 따른 삽입량 Cap'	Testimage name(256×256)			
	[2]		proposed	
	홍채	지문	홍채	지문
1	1600	77	8122	594
2	3829	274	12507	2262
3	4832	599	13424	4551
4	6047	882	14976	5701
5	6589	1290	15041	8630
6	7133	1707	15017	9760
7	7331	2087	15325	10405
Average Cap' / M × N	8.14%	1.50%	20.58%	9.13%
Average PSNR (dB)	38.92	38.28	39.59	38.93



(a) 홍채 (b) 지문

그림 3. 원 이미지



(a) 홍채 (b) 지문

그림 4. 워터마크된 이미지



(a) 홍채 (b) 지문

그림 5. 변조된 이미지

[참고문헌]

- [1] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 29, No. 7, pp. 673-686, 1998.
- [2] M. Goljan, J. Fridrich, and R. Du, "Distortion-free data embedding for images," in 4th Information Hiding Workshop, pp.27-41, Arp. 2001.
- [3] J. Tian, "Reversible watermarking by difference expansion," in Proceedings of Multimedia and Security Workshop at ACM Multimedia, Dec. 2002.
- [4] C. W. Honsinger, P. Jones, M. Rabbani, J. C. Stoffel, "Lossless Recovery of an original Image Containing Embedded Data" US Patent application, Docket No: 77102/E-D, 1999