

DCT기반 홍채 영상 속 워터마크 삽입위치 선택에 대한 실증적 연구

최재갑*, 문지환*, 송누리*, 박진호**, 김계영**

*송실대학교 융합소프트웨어과

**송실대학교 소프트웨어학부

e-mail:kor_03@naver.com, gkrrydn_ji@naver.com, nuri@soongsil.ac.kr,
j.park@ssu.ac.kr, gykim@ssu.ac.kr

An Empirical Study on the Watermark Inserting Location Selection in DCT Based Iris Image

Jae-Gab Choi*, Ji-Hwan Moon*, Nu-lee Song*,

Jin-Ho Park**, Gye-Young Kim**

*Dept of Convergence SoftWare, Soong-Sil University

**School of Software, Soong-Sil University

요 약

현대 사회에서의 생체인식 기술의 발전을 통해 홍채, 지문 등의 정보를 사용하여 사용자의 신원확인 등이 가능하게 되었으며, 생체정보의 유출/위조 방지에 대한 중요성이 높아지면서 관련 연구가 활발히 이루어 지고 있다. 본 논문에서는 홍채 전체의 이미지에 삽입하거나 동공의 중심에 가까운 DCT(Discrete Cosine Transform)영역에 삽입방법, 동공 중심과 눈매의 영역을 검출하여 거리 및 DC 계수를 통하여 삽입 위치를 선택하는 방법 등 홍채영상 속 워터마크를 삽입하여 유출/위조된 홍채 영상을 검출하는 방법에서의 워터마크 삽입위치에 관한 방법을 연구하고, CASIA Irisimage Database ver 4.0의 워터마크를 삽입하여 NC(Normalized Correlation)의 값을 비교하여 워터마크 삽입 실험을 검증하였다.

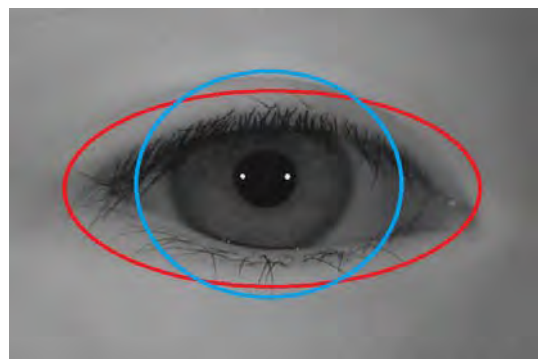
1. 서론

최근 생체인식 기술의 발전을 통해 홍채, 지문, 안면인식 등의 정보를 사용하여 공항, 금융거래의 사용자의 신원 확인 등이 가능해졌으며, 그 중 홍채인식은 다른 생체적 특징보다도 개인 간의 변별력이 높다[1]. 홍채는 생후 약 18개월에 걸쳐 모양이 생성되어 눈썹과 눈꺼풀, 망막에 의해 보호되어지며 목소리, 안면 서명 등의 생체 특성보다 일관성을 나타내는 것으로 평가된다[2].

홍채를 이용한 개인 식별은 크게 영상의 획득과 홍채 인식으로 나뉜다. 영상 획득 과정은 홍채영상 획득, 저장으로 나뉘며 홍채 인식은 홍채 영역 분할, 특징점 추출, 특징점 비교로 나뉜다. 이때, 홍채영상의 획득 과정에서의 홍채영상이 유출 된다면, 복제 및 악용될 위험이 있다. 홍채 데이터베이스의 유출은 정보화 사회에서 단순한 보안 침해뿐만 아니라, 유출/위조된 생체정보의 재사용 불가능 까지 이어지는 문제점을 안고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 홍채 전체의 이미지에 삽입하거나 동공의 중심에 가까운 DCT(Discrete Cosine Transform)영역에 삽입방법, 동공 중심과 눈매의 영역을 검출하여 거리 및 DC계수를 통하여 삽입 위치를 선택하는 방법 등 홍채영상 속 워터마크를 삽입하여 유출/위조된 홍채 영상을 검출하는 방법에서의 워터마크 삽입위치에 관한 방법을 제시하였다.

2. 관련연구

미디어 콘텐츠 보안기술로 디지털 워터 마킹 기술은 계속해서 연구가 이루어지고 있는데[3-4] 주파수영역에서의 워터마킹은 워터마킹 공격 방법중 하나인 영상의 압축 공격에 관련되어 DWT(Discrete Wavelet Transform) 영역에서의 압축에 견고한 워터마크 삽입 알고리즘 개발이 연구되었으며[5], DCT (Discrete Cosine Transformation)영역에서의 압축에 대한 강건성[6], 워터마크의 변조방지 알고리즘[7], 저주파 성분에서의 워터마크 삽입[8]에 관한 연구가 진행되어왔다.



(그림 1) Kim의 방법과 제안된 워터마크 삽입 범위

이 외에도 생체정보 유출방지와 위조판별 방법에 대하여 동작 및 유사도기반[9], 생체 특성 기반[10], 빛의 굴곡[11]을 통하여 연구되어 왔다. 홍채영상의 보안을 위한 연구에서 Costa의 방법은 광량의 동공 반사에 정도에 따른 생체 정보 위조 판별을 하였다[12]. Abdullah은 홍채영상 전체를 8x8블록으로 나눈 뒤 이산 코사인 변환 수행한다. 그 후DC 계수를 비교하여 계수가 가장 큰 위치에 워터마크를 삽입하여 잡음에 강건한 방법을 개발했다[13]. 이와 같이 현재까지의 연구는 워터마크의 삽입 방법에 대한 연구가 많이 이루어졌다.

Kim의 방법에서는 인식과정에서 워터마크 정보의 손실이 가장 적은 동공의 중심을 기준으로 홍채영상을 8x8블록으로 분할 후 이산 코사인 변환하여 워터마크를 삽입했다[14]. 이러한 Kim의 연구에 새로운 방법을 제시하였다. 홍채영상 속 동공의 중심 거리뿐 아니라 눈매의 영역에서 DC계수를 고려하여 워터마크의 삽입위치를 선택하여 위조식별의 성능을 올리는 방법을 제시하였다.

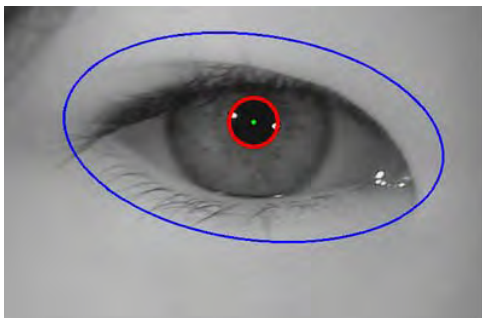
3. 실험 방법

3.1 홍채영상 속 동공 및 눈매영역 검출

동공의 검출을 위하여 영상의 이진화(Threshold)와 중간 값 필터(Median Filter)를 통한 잡음 제거의 전처리 과정을 수행하였다. 이 과정을 통하여 홍채 영역에 비해 대체로 낮은 화소값을 갖는 동공의 검출이 용이해지며, 잡음에 강건성을 높인다. 홍채영상 속 동공과 동공의 중심은 식 (1)을 통하여 원의 방정식으로 근사하게 표현이 가능하기 때문에 전처리 과정 후 허프변환(Hough Transform)을 통한 빠르고 정확한 동공 검출이 가능하다. 영상 속 동공의 영역은 동공의 중심(a, b)와 반지름 r로 표현된다[15].

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2 \quad (1)$$

이후 동공의 중심과 캐니 에지(Canny Edge)를 통한 눈매 영역을 탐색하고, 저자가 제안하는 삽입범위인 눈매영역을 (그림 2)와 같이 검출하였다. 이때 영상 속 동공의 위치에 따라 윗 눈매 영역과 아래 눈매영역의 넓이가 다르기 때문에 윗 눈매와 아래 눈매를 구분하여 검출하였다.



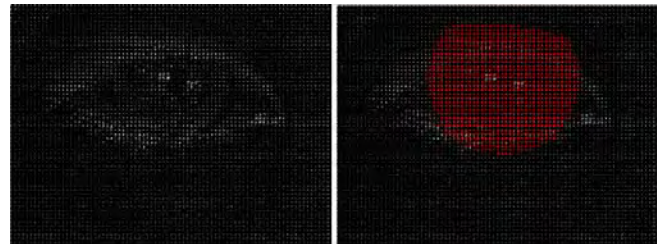
(그림 2) 검출된 눈매영역

3.2 DCT 블록 변환 및 워터마크 삽입

검출된 눈매영역을 8x8 블록별 2차원 이산 코사인 변환을 통해 주파수 공간으로 변환하여 워터마크를 삽입하였다. 새로이 주장하는 워터마크 삽입위치에 따른 성능 비교를 위하여 Kim의 방법과 같은 아래의 식 (2)를 통한 DCT변환 및 32x32의 워터마크를 삽입하였다.

$$where \ C(i), C(j) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} & \text{for } i, j = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & \text{for } i, j \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

Pixel(x,y) = 화소 값
N = 블록 크기

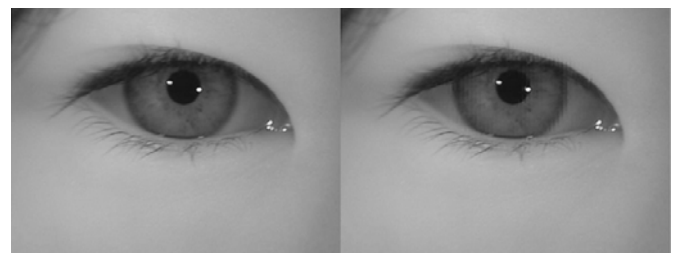


(그림 3) DCT 변환 영상 및 선택된 잡음 삽입 위치

워터마크의 삽입 블록을 선택하기 위해서 눈매영역 내의 8x8블록의 DC성분의 계수와 동공 중심과의 거리의 계수를 합산 점수를 산출하였다. 산출된 점수가 높은 1024개의 블록을 선택하여 워터마크를 삽입하였다. 여기서 M과 N은 가중치를 의미한다.

$$\begin{aligned} count &= 0 \\ \text{for } i &= 0 ; i < src_row ; i += 8 \\ &\text{for } j = 0 ; j < src_pow ; j += 8 \\ &\quad temp_arr[count] = (DISTANCE)*M \\ &\quad \quad + (DCT_COEF_COUNT)*N \\ &\quad count ++ ; \end{aligned} \quad (3)$$

DC성분에 가까운 위치에 워터마크 삽입 후 워터마크 삽입 영상의 시각적으로 두드러지는 화질 열화현상을 보정하기 위하여 가중치 보정을 통해 최종적으로 (그림 4)와 같은 워터마크 삽입 영상을 획득하였다.



(그림 4) 원본영상, 잡음이 포함된 영상

4. 실험 결과

홍채영상의 위조 여부 판별 실험을 위하여 CASIA Irisimage Database ver 4.0를 사용하였다.

생체영상의 NC(Normalized Correlation)값을 비교하여 측정된 유사도가 임계값(0.85) 이상이면 유출/위조된 생체 영상으로 판단하고 인식 거부를 수행하였다. 여기서 Positive 샘플은 유출/위조된 영상이며 아래 Table 1.은 CASIA Irisimage Database POSITIVE, NEGATIVE 샘플 각 3183장에 대한 Confusion matrix이다. 또한 Table 2.는 성능 및 결과를 나타낸다.

| | | Actual Class | |
|-----------------|-------|--------------|----------|
| | | POSITIVE | NEGATIVE |
| Predicted Class | TRUE | 3116 | 3183 |
| | FALSE | 67 | 0 |

<표 1> Confusion matrix

| | | |
|-----------|-------------------------|-------|
| PRECISION | $TP/(TP+FP)$ | 0.979 |
| RECALL | $TP/(TP+FN)$ | 1.00 |
| ACCURACY | $(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)$ | 0.989 |

<표 2> 성능 및 결과

위의 실험 결과를 통해 이전 Kim의 실험에서의 임계값 0.7에서 보다 상향조정된 0.85의 임계값에서 정확도가 높아진 것으로 검증되었다.

5. 결론

이전의 동공 중심과의 거리를 통한 워터마크 삽입 방법에 대하여 새로운 방법을 제안하였다. 동공과 눈매의 영역의 DCT 블록의 DC 계수를 비교하여 워터마크 삽입 위치를 탐색하였다. 이러한 방법을 통하여 홍채영상에서 중요한 영역이며 DC계수가 높은 부분에 워터마크를 삽입할 수 있도록 하였다. 또한 이전에 제안된 NC (Normalized Correlation)의 임계값 0.7에서 0.85로 보다 상향 조정되었으며 0.7의 임계값에서 보다 높은 정확도를 검증하였다.

본 논문을 통해 홍채영상 속 워터마크 삽입 위치에 대한 중요성을 파악할 수 있었으며 향후 워터마크의 삽입 방법에 대한 연구가 지속적으로 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

“이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-과학기술국제화사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016K1A3A1A19945935).”

참고문헌

[1] John Daugman Probing the uniqueness and randomness of iris codes: results from 200 billion iris pair comparisons Proc. IEEE, 94 (11) (2006), pp. 1927-1935

[2] A. Jain, P. Flynn, A. Ross (Eds.), “Handbook of Biometrics”, Springer

[3] I. J. Cox, M. L. Miller and J. A. Bloom, Digital Watermarking, Academic Press, San Diego, 2002

[4] V. M. Potdar, S. Han and E. Chang, “A survey of digital image watermarking techniques”, IEEE Intl. Conf. Industrial Informatics, Perth, Australia, Aug.2005, pp.709-716.

[5] P. Meerwald and A. Uhl, “Survey of wavelet-domain watermarking algorithms”, Proc. SPIE, Electronic Imaging, Security and Watermarking of Multimedia Contents III, vol. 4314, pp. 505-516, 2001

[6] C-T. Hsu and J-L. Wu, “Hidden digital watermarks in images”, IEEE Trans. Image Processing, vol. 8, no. 1, pp.58-68, Jan. 1999

[7] I. J. Cox, J. Killian, F. T. Leighton and T. Shamoan, “Secure spread spectrum watermarking for multimedia,” IEEE Trans. Image Processing, vol. 6, no. 12, pp. 1673-1687, Dec 1997.

[8] Shinfeng D. Lin, Shih-Chieh Shie, Jian-Yi Guo, "Improving the robustness of DCT-based image watermarking against JPEG compression", International Conference on Consumer Electronics, pp. 343-344, 8-12 Jan., 2005.

[9] Younghwan Kim, Jang-Hee Yoo, Kyoungcho Choi, “A motion and similarity-based fake detection method for biometric face recognition systems”, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 57, No. 2, May 2011.

[10] Diego Gragnaniello, Giovanni Poggi, Carlo Sansone, Luisa Verdoliva, “An Investigation of Local Descriptors for Biometric Spoofing Detection”, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol. 10, No. 4, April 2015.

[11] Jonathan Connell, Nalini Ratha, James Gentile, Ruud Bolle, “Fake Iris Detection Using Structured Light”, Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 8692-8696pp, May 2013.

[12] Ronaldo Martins da Costa, Adilson Gonzaga, “Dynamic Features for Iris Recognition”, IEEE Trans. on System, Man, and Cybernetics—Part B: Cybernetics, Vol. 42, No. 4, July 2012.

[13] M oammed A. M. Abdullah, S. S. Dlay, W. L. Woo, “Securing Iris Images with a Robust Watermarking Algorithm based on Discrete Cosine Transform”, In Proceedings of the 10th International Conference on Computer Vision Theory and

Applications, 108-114pp, March 2015.

- [14] Man-Ki Kim, Samuel Lee, Gye-Young Kim. (2018). Fake Iris Image Detection based on Watermark. Journal of The Korea Society of Computer and Information , 23(4), 33-39.
- [15] HK Yuen, J Princen, J Illingworth, J Kittler, "Comparative study of Hough Transform methods for circle finding", Image and Vision Computing, Vol. 8, No. 1, 71-77pp, Feb. 1990