Print-and-capture 공격 모델을 위한 이미지 핑거프린팅 기법

이선화*, 김원겸**, 서용석***
한국전자통신연구원

Image Fingerprinting Scheme for Print-and-capture Attacking Model

Seon Hwa Lee*, Won-gyum Kim**, Yong-seok Seo***
Electronics and Telecommunication Research Institute
E-mail : *seonhwa@etri.re.kr, **wgkim@etri.re.kr, ***yongseok@etri.re.kr

Abstract

This paper presents an image fingerprinting scheme for the print-to-capture model performed by a photo printer and digital camera. When capturing an image by a digital camera, various kinds of distortions such as noise, geometrical distortions, and lens distortions are applied. slightly and simultaneously. In this paper, we consider several steps to extract fingerprints from the distorted image in print-and capture scenario. To embed ID into an image as a fingerprint, multi-bits embedding is applied. We embed 64 bits information as a fingerprint into spatial domain of color images. In order to restore a captured image from distortions a noise reduction filter is performed and a rectilinear tiling pattern is used as a template. To make the template, a multi-bits fingerprint is embedded repeatedly like a tiling pattern. We show that the extracting is successful from the image captured by a digital camera through the experiment.

I. 서론

대개 광고나 포스터 등에 사용되는 고품질 이미지는 고가에 판매가 이루어지는데, 최근 온라인상에서 판매되는 고품질 이미지를 캡처 프로그램을 이용하여 불법으로 취득한 후, 이를 유포하거나 불법 사용하는 경우가 빈번하게 발생하고 있다. 이런 경우 유용하게 적용될 수 있는 디지털 핑거프린팅 기술은 멀티미디어 콘텐츠의 저작권을 보호하기 위한 워터마킹 기술과 같이 저작권을 증명하기 위한 부가정보를 삽입하고 추출하는 기술로서, 주로 구매자 정보를 삽입하기 때문에 콘텐츠를 처음 유포한 구매자를 역추적할 수 있다 [1][2].

본 논문에서는 디지털 이미지에 64 비트의 구매자 정보를 삽입하고, 이를 포토프린터로 인쇄한 후, 디지털 카메라를 이용하여 재취득한 이미지로부터 다시 구매자 정보를 추출해내는 핑거프린팅 기법을 제안하였다

II. 본론

위와 같은 시나리오를 위해 고려해야 할 공격 유형으로는 일반적인 워터마킹 기술에서 고려하는 필터링 또는 기하학적인 변환 뿐만 아니라 카메라 렌즈에 의한 왜곡, 원근 변화, 렌즈 초점에 의한 블러링 효과, 불균일한 조명 등 다양한 왜곡 현상이 있다. 또한 print-to-capture 과정에서 D/A-A/D 변환에 의한 손실도 발생한다.

핑거프린트의 삽입과정은 그림 1 과 같이 크게 메시지 변조와 반복 삽입으로 나누어진다.

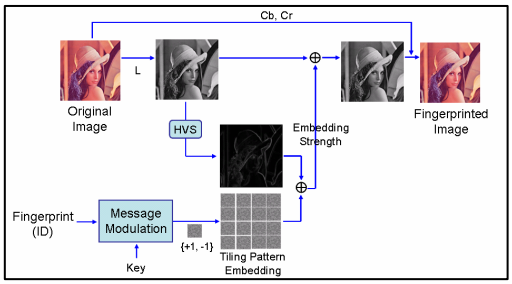


그림 1. 핑거프린트 삽입 과정

.

삽입되는 핑거프린트 코드는 길이가 8 비트인 8 개의 심볼을 나타내는 64 비트 시퀀스로서, 각 심볼은 영대·소문자와 숫자로 표현된다. 비밀키를 이용하여 (26x2+10)x8=496 개의 삽입하고자 하는 단위 블록 길이의 랜덤시퀀스 r_i 를 생성한다. 각 심볼 s_i 에 해당하는 랜덤시퀀스 r_i에 대한 핑거프린트 F 는 아래와 같다.

$$F = sign\ (\sum_{i=1}^{8} r_i(s_i))$$

이미지의 휘도 성분을 추출한 후 비가시성을 위한 HVS 모델 계수를 계산하고, 이 계수와 삽입 강도 계수를 곱하여 변경된 핑거프린트값을 공간영역의 픽셀에 더한다. 핑거프린트는 128x128 단위블록 크기로 이미지 전체에 반복적으로 삽입하며, 추출시 자기상관도에서 일정 간격으로 발생하는 피크 정보를 템플릿으로 활용하여 기하학적 변형의 역정보를 계산하고 이미지를 보정한다.

핑거프린트 추출 과정은 크게 노이즈 제거 및 원본 예측, RST 정보 추출 및 보정, 핑거프린트 심볼 추출 과정으로 이루어진다.

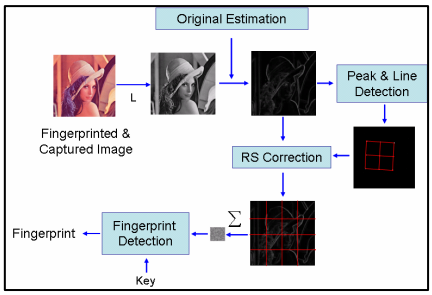


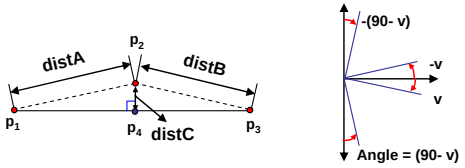
그림 2. 핑거프린트 추출 과정

핑거프린트 추출은 원본이 없는 상태에서 이루어져야 하므로 원본 예측 과정이 필요하며, 핑거프린트를 포함한 노이즈 성분을 추출하기 위하여 적응 위너 (Adaptive Wiener) 필터의 일종인 픽셀의 지역적 특성을 이용하여 노이즈를 제거하는 Lee 필터를 사용하였다[3].

예측된 핑거프린트 원본을 이용하여 자기 상관도를 구하면 일정 간격의 자기참조패턴이 나타나는데, 16x16 에서부터 64x64 의 윈도우를 사용하여 지역적으로 큰 값을 가지는 피크를 필터링한다. 본 논문에서는 그림 3 의 조건을 이용하여 필터링된 피크들이 이루는 직선을 추출하고, 추출된 직선의 기울기와 직선을 이루는 점간의 거리 정보로부터 회전 및 크기변경 정보를 추출, 이를 이용하여 이미지를 보정한다.

A. $|distA - distB| \le \tau$ and $|distC| \le \tau$

B. $|Angle| \le v$ and $|Angle| \le 90 - v$



(A) (B)

그림 3. 직선 추출 조건

보정된 이미지로부터 핑거프린트 정보를 추출하기 위하여 먼저 496 개의 모든 가능한 핑거프린트 심볼에 대하여 각각의 랜덤시퀀스를 구한다. 보정된 이미지는 단위블록크기로 나누어 모두 더한 다음 각 랜덤시퀀스와의 교차상관도를 구하고, 각 심볼 위치에 대하여 최대값을 가지는 심볼값을 최종 핑거프린트값으로 취한다.

Ⅲ. 실험 결과

Table 1 은 인쇄된 이미지를 보드에 부착한 후 디카로 촬영한 이미지로부터 핑거프린트를 추출한 결과이다.

TABLE1. 핑거프린트 추출 결과

Mode	Test images	Success	Detection rate(%)
TIFF	30	27	90.0
JPEG	30	26	86.7

Ⅳ. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 print-to-capture 모델을 위한 핑거프린팅 기술을 제안하였으며, 실험을 통해 어느정도의 강인성을 보임을 알 수 있었다. 앞으로 조명변화, 흔들림 등을 고려한 연구가 더욱 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] M. Wu, W. Trappe, Z. J. Wang, and K. J. R. Liu, "Collusion-Resistant Fingerprinting for Multimedia," *IEEE Signal Processing Magazine*, pp.15-27, 2004.

[2] D. Kirovski, H.S. Malvar, and Y. Yacobi. " Multimedia Content Screening using a Dual Watermarking and Fingerprinting System," *ACM Multimedia*, 2002.

[3] J. S. Lim, "Digital image enhancement and noise filtering by use of local statistics," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, Vol. PAMI-2, No.2, pp.165-168, Mar. 1980