

# 차분 영상의 히스토그램을 이용한 무손실 영상 인증 방법

\*이상광, \*서영호, 호요성  
\*한국전자통신연구원 디지털콘텐츠연구단  
광주과학기술원 정보통신공학과  
e-mail : {sklee, syh}@etri.re.kr, hoyo@gist.ac.kr

## Reversible Image Authentication Using Histogram of Difference Image

\*Sang-Kwang Lee, \*Young-Ho Suh, Yo-Sung Ho  
Digital Contents Research Division, ETRI  
Dept. of Information and Communications, GIST

### Abstract

In this paper, we propose a new reversible image authentication technique based on watermarking where if the image is authentic, the distortion due to embedding can be completely removed from the watermarked image after the hidden data has been extracted. This technique utilizes histogram characteristics of the difference image and modifies pixel values slightly to embed more data than other reversible data hiding algorithm. The proposed scheme is quite simple and the execution time is rather short. Experimental results demonstrate that the proposed scheme can detect any modifications of the watermarked image.

### I. 서론

워터마킹 시스템은 정보삽입 과정에서 발생하는 왜곡을 피할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 일반적으로 이러한 왜곡은 양자화, 비트 교환, 화소값 0과 255에서의 잘림 등으로 인해 정보 신호를 검출한 뒤에도 완전히 제거될 수 없다. 비록 왜곡이 매우 작을지라도, 의료 영상이나 전략상 중요성을 갖는 군사 영상에서는 중요한 문제가 될 수 있다 [1]. 따라서, 삽입된 정보를 검출한 뒤에도 원본 콘텐츠를 왜곡없이 복원할 수 있는 기술이 요구되며, 이러한 요구를 만족시키는 기술을 무손실 워터마킹 기술이라고 한다.

본 논문에서는 차분 영상의 히스토그램을 이용한 무

손실 영상 인증 방법을 제안한다. 제안한 방법은 정보가 삽입된 영상의 어떠한 변조도 검출할 수 있다. 키값이 틀리거나, 영상에 정보가 삽입되어 있지 않거나, 또는 정보가 삽입된 영상이 변조되면 삽입된 정보가 손상되며, 이러한 모든 영상들은 인증되지 않은 것이라고 말할 수 있다.

### II. 본론

#### 2.1 워터마크 삽입

본 논문에서는 차분 영상의 통계적 특성을 이용하여 정보 삽입으로 인한 왜곡이 적으면서 많은 양의 정보를 삽입할 수 있는 무손실 워터마킹 알고리즘을 제안한다. 삽입될 워터마크 신호는 이진 로고 영상과 해쉬 함수에 의해 발생된 128 bit의 해쉬값의 XOR 연산을 통해 생성된다. 이렇게 생성된 워터마크 신호는 원본 영상으로부터 생성된 차분 영상의 히스토그램을 조작하여 삽입된다.

우선, 차분값 0을 중심으로 히스토그램 이동을 통해 차분값 -2와 2를 비운다. 다시 이동된 차분값들을 스캔하면서 차분값 -1과 1을 만나면 워터마크 신호를 삽입한다. 즉, 삽입될 워터마크 비트가 0이면 건너뛰고 1이면 차분값 -1은 -2로, 1은 2로 옮겨준다. 차분값을 조작하는 과정에서 화소값이 경계값인 0과 255를 갖는 경우, 그 경계를 벗어나는 경우가 생긴다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 논문에서는 모듈로 연산을 이용하여 차분값을 조작하였다 [2]. 실제, 경계값을 갖는 화소들이 극히 드물기 때문에 이러한 모듈로 연산을 통해 생기는 가지적인 왜곡들은 크지 않다.

제안한 알고리즘을 통해 삽입될 수 있는 정보량은 차분값 -1과 1의 개수가 된다. 차분 영상의 히스토그램은 라플라시안 분포에 가깝기 때문에 차분값들은 대부분 0 근방의 값을 갖는다. 따라서, 높은 정보 수용량을 얻을 수 있다. 또한, 화소값 0과 255를 갖지 않는 대부분의 영상들에 대해, 최악의 경우 정보삽입 과정에서 전체 영상의 절반의 화소값들이 1만큼 변형되므로 워터마크가 삽입된 영상의 PSNR 하한값은 51.14 dB이다.

### 2.2 워터마크 검출 및 무결성 검사

워터마크 검출 과정에서는 차분 영상의 차분값들을 스캔하면서 차분값 -2나 2를 만나면 워터마크 비트 1을 검출하고, -1이나 1을 만나면 0을 검출한다. 정보 검출이 모두 수행되면 정보 삽입시 이동되었던 히스토그램을 원래 위치로 이동시켜 왜곡없이 원본 영상을 복원할 수 있다. 정보를 검출하고 복원하는 과정에서 화소값이 0과 255인 경우, 어떤 화소값으로부터 0과 255로 옮겨졌는지 알 수 없으므로, 해당 화소의 주변 화소값들을 이용하여 예측 과정을 수행하였다.

검출된 워터마크 신호는 해쉬 함수에 의해 발생된 128 bit의 해쉬값의 XOR 연산을 통해 로고 영상을 생성한다. 원본 로고 영상과 검출된 로고 영상을 비교하여 영상의 무결성을 검사한다.

## III. 실험 결과 및 분석

그림 1은 실험을 통해 삽입된 128 × 26 크기의 이진 로고영상을 보여주고 있다.



그림 1. 이진 로고 영상 (128 × 26)

그림 2는 원본 F-16 영상과 워터마크가 삽입된 영상을 보여준다. 그림에 보인 것 같이 워터마크 삽입으로 인한 시각적인 왜곡도 발생하지 않는다.



(a) 원본 F-16 영상 (b) 결과 영상

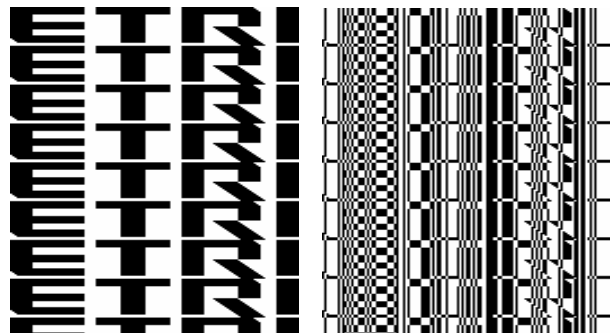
그림 2. 워터마크가 삽입된 결과

표 1에서 실험 영상들에 대한 PSNR 값을 살펴보면, 제안한 알고리즘이 51.14 dB 이상의 PSNR 값을 갖는다는 것을 보여준다. 정보 수용량의 경우 대부분의 응용 분야에 충분히 적용될 수 있는 수치이다.

표 1. PSNR 및 정보 수용량

실험영상(512 × 512)	PSNR(dB)	정보 수용량(bits)
Lena	52.21	26,990
Airplane (F-16)	52.35	28,094
Baboon	51.41	8,150
Boat	51.64	14,503
House	52.10	23,126
Peppers	51.43	17,143

그림 3은 워터마크 검출 결과를 보여주고 있다. 영상이 조작될 경우 랜덤 신호 형태의 로고 영상이 검출되며, 키값이 다른 경우 그림 3(b)와 같이 128 bit의 주기로 변형된 로고 영상이 검출된다.



(a) 검출 결과 (b) 키값이 다른 경우

그림 3. 워터마크 검출 결과

## IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 차분 영상의 히스토그램 특성을 이용한 무손실 영상 인증 방법을 제안하였다. 실험 결과는 제안한 알고리즘이 가능한 한 삽입 과정에서 생기는 왜곡을 줄이면서 많은 양의 정보를 삽입할 수 있다는 것을 보여주었다. 또한, 영상이 조작되거나 키값이 다른 경우 검출된 워터마크로부터 그 사실을 확인할 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] J. Fridrich, M. Goldjan, and R. Du, "Invertible authentication," Proc. SPIE, Security and Watermarking of Multimedia Contents, pp. 197-208, 2001.
- [2] S.K. Lee, Y.H. Suh, and Y.S. Ho, "Lossless data hiding based on histogram modification," PCM 2004, LNCS 3333, pp. 340-347, 2004.