

블록별 연산을 이용한 1-bit 영상의 원본 증명용 워터마킹 알고리즘

박 용 정, 권 오 진
세종대학교 전자공학과
전화 : 02-3408-3828 / 핸드폰 : 011-9072-8866

Watermarking Algorithm for 1-bit Image Authentication using Block operation

Yong-Jeong Park, Oh-Jin Kwon
Dept. of Electronics Engineering, Sejong University
E-mail : yjpark@sju.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a new watermarking algorithm for 1-bit image authentication using block operation. Observing 3×3 block patterns, we find the regions to watermark. We describe a specific scheme how to generate data to embed and find pixels most probably invisible under modifications. We also show the experimental results of proposed algorithm.

I. 서론

최근 멀티미디어의 발달과 인터넷의 확산으로 인하여 많은 양의 정보가 디지털 형식을 이용해 저장, 전송되어지고 있다. 이로 인하여 디지털 데이터의 복제 및 배포가 확산됨에 따라 여러 가지 멀티미디어 데이터에 대한 소유권 문제가 대두되고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 효율적인 방법으로 기존의 암호화 방식이나 정보 은닉(steganography)을 넘어선 멀티미디어 데이터에 소유권자만의 임의의 정보를 삽입하는 워터마킹 기술이 새롭게 부각되고 있다.

본 논문에서는 칼라 영상보다는 흰색과 검정색으로만 이루어진 애니메이션 영상, 문서 또는 바코드 등의

1-bit 영상에 데이터를 삽입하는 방법에 더 관심을 가진다. 이러한 영상들은 칼라 영상에 비해 약간의 변화에도 변형된 영상과 원 영상의 차이가 쉽게 눈에 띄기 때문에 데이터를 삽입하기가 더 어렵다.

우선, 1-bit 영상에 데이터를 삽입하는 기존의 방법에는 M. Wu의 알고리즘이 있다[1]. M. Wu의 알고리즘에서는 발생 가능한 3×3 또는 5×5 블록의 패턴에 대한 smoothness와 connectivity를 계산함으로써 변환 가능한 픽셀의 우선 순위를 Look Up Table(LUT)로 미리 만들고, LUT을 이용해서 블록마다 가장 우선 순위가 높은 픽셀을 변환하는 방법을 제시했다. 또한, 에지를 이용한 알고리즘이 있다[2]. 이 방법은 영상에서 에지에 해당하는 픽셀을 바꿔주면 눈에 잘 띄지 않는다는 점을 고려한 것이다. 또 다른 방법으로는 암호키 K와 weighting matrix W를 사용하는 것이다[3]. 이 방법은 원 영상을 서브 블록 F로 나눠주고, F를 같은 크기의 K와 W를 가지고 exclusive-OR 연산과 pairwise multiplication 연산을 한다. 연산에 의해 나온 결과들을 모두 더하고, weight difference를 구함으로써 데이터를 삽입하는 방법이다. 앞에 소개한 방법들과는 조금 다른 word-shift 방법도 있다[4]. 이 방법은 연속적으로 쓴 단어들 중에서 몇 개만을 골라 오른쪽으로 이동시켜준 후, 이것을 처음 위치에 있던 단어들과 더해준다. 이렇게 해주면, 데이터가 삽입된 단어들과

은 다른 단어들보다 진하게 보일 것이다. 이 방법은 쉽게 데이터를 삽입할 수 있고, 주로 문서에 사용된다.

지금까지 기존의 방법들을 살펴보았다. 본 논문에서는 위에서 살펴본 방법들처럼 1-bit 영상에 데이터를 삽입하는 새로운 알고리즘을 소개한다. II장에서는 새로운 알고리즘을 이용한 데이터의 삽입과 원본 증명 방법을 소개하고, III장에서는 제안한 알고리즘의 실험 결과를 제시하고, 결론은 IV장에 서술한다.

II. 제안된 방법

1-bit 영상은 약간의 픽셀 변화에도 쉽게 비가시성이 떨어지므로 최대한 눈에 띄지 않는 영역을 찾아 데이터를 삽입하는 것이 중요하다. 1-bit 영상에 데이터를 삽입하는 방법에는 앞 장에서 설명했듯이 다양한 방법들이 있다. 본 논문에서는 1-bit 영상을 일정한 크기가 아닌 가변적인 블록으로 나누고, 각 블록의 연산을 이용하여 데이터를 삽입하는 새로운 워터마킹 방법을 제시한다.

이 장에서는 데이터의 삽입을 위한 영역을 결정하는 방법과 데이터의 삽입, 원본 증명 과정을 서술하고, 공격 받은 영상의 조작된 위치를 블록 단위로 찾는 방법에 대해서 설명한다.

2.1 블록 패턴을 이용한 삽입 영역 결정

1-bit 영상에서 임의의 픽셀들을 변경해주면 쉽게 눈에 된다. 예를 들면, 수평으로 같은 픽셀 값을 가지는 3×3 블록을 가정했을 때, 그 중에서 중심 픽셀을 바꿔주면 그 변화가 두드러지게 나타난다.

본 논문에서는 변형 시 가급적 눈에 띄지 않는 픽셀을 결정하기 위해 3×3 크기의 블록 패턴을 이용한다. 3×3 블록 패턴은 모든 가능한 블록의 패턴 중 중심 픽셀의 변경에도 좋은 비가시성을 유지하는 것들을 선택한다[1]. 여기서, 선택되어진 3×3 블록들이 1-bit 영상에 데이터를 삽입하기 위한 영역이 된다. 그림 1은 선택되어진 3×3 블록 중 4 개만 나타낸 것이다.

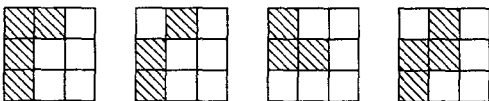


그림 1 데이터를 삽입하기 위한 블록

그림 1과 같은 블록들의 중심 픽셀 변경은 다른 임의의 블록들의 중심 픽셀을 변경해주는 것보다 훨씬 눈에 띄지 않는다는 장점을 지닌다.

2.2 데이터를 삽입하는 방법

본 논문에서는 원본 증명 과정에서 원 영상을 사용하지 않을 뿐만 아니라 조작된 위치를 찾는 것이 가능하도록 하기 위하여 일정한 규칙에 의해서 데이터를 삽입해준다.

우선, $N \times N$ 원 영상 I 에서 미리 정의된 3×3 블록 패턴을 이용해 변경 가능한 블록들을 결정하고, 변경 가능한 3×3 블록의 개수를 가지고 I 를 가변적인 블록 $aM \times aM$ ($a=0,1,2,\dots$) 으로 나뉜다. 본 논문에서는 기본적인 블록의 크기 $M \times M$ 을 정해놓고, 그 블록에서 변경 가능한 3×3 블록의 개수를 계산하여 정해진 개수보다 적으면 다른 블록과 합쳐주는 방법을 사용한다. 데이터를 삽입할 위치는 3×3 블록에서 중심 픽셀이 된다. 삽입되어질 데이터는 사용자로부터 입력 받은 키 K 를 통해 생성된 $N \times N$ 랜덤 넘버와 영상 전체에서 변경 가능한 블록의 중심 픽셀을 제외한 모든 픽셀들의 정보를 수학적 연산을 취하여 만들어진다. 여기서 픽셀들의 정보는 각 픽셀의 위치와 픽셀 값을 말한다.

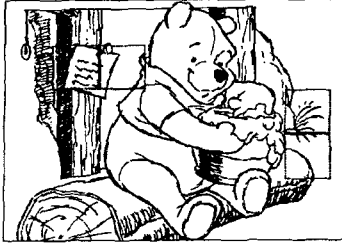
데이터를 삽입하는 기본적인 과정은 다음과 같다.

- 1) $N \times N$ 원 영상 I 에서 변경 가능한 3×3 블록을 찾는다.
- 2) 사용자로부터 키를 입력 받아 $N \times N$ 랜덤 넘버를 생성한다. 랜덤 넘버의 크기는 원 영상과 같다.
- 3) 기본적인 블록의 크기 $M \times M$ 을 정하고, 그 블록 안에서 변경 가능한 3×3 블록의 개수를 계산한다.
- 4) 3)의 과정을 통해 계산된 3×3 블록의 개수를 정해진 개수와 비교하면서 I 를 가변적인 블록으로 나뉜다.
- 5) 나뉜 각각의 가변적인 블록마다 각 픽셀의 정보와 랜덤 넘버를 수학적 연산을 이용하여 비트 스트림으로 구성한다.
- 6) 각 블록마다 구성된 비트 스트림을 변경 가능한 3×3 블록들의 중심 픽셀에 삽입하여 최종적으로 삽입 영상을 얻는다.

2.3 원본 증명 과정 및 조작된 위치 찾는 방법

본 논문에서 제시한 알고리즘은 삽입 영상이 조작되었을 경우, 원본인지 아닌지를 가릴 수 있을 뿐만 아니라 조작된 위치를 가변적인 크기의 블록 단위로 찾는 것이 가능하다.

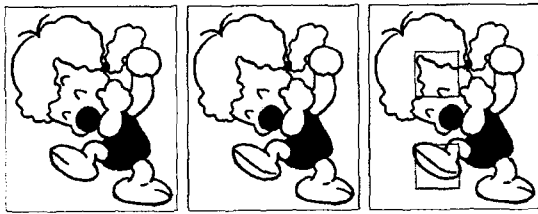
원본을 증명하는 과정 및 조작된 위치를 찾는 방법은 다음과 같다.



(c) 찾은 영상

그림 4 그림을 그려 넣은 공격

그림 5는 영상의 일부분을 지우고 선을 긋는 공격에 대한 결과이다. 그림 5(c)에서 알 수 있듯이 복합적인 공격에서도 조작된 위치를 잘 찾는다.



(a) 삽입 영상 (b) 공격 영상 (c) 찾은 영상

그림 5 복합적인 공격

본 논문에서는 기본적인 블록의 크기로 90×90 을 사용했다.

IV. 결론

본 논문에서는 원본 증명을 위한 새로운 워터마킹 방법을 소개했다. 이 방법은 1-bit 애니메이션 영상과 문서 영상을 기반으로 하며, 3×3 블록 패턴을 이용해 변경 가능한 픽셀을 결정하고 블록별 연산을 통해 얻어진 비트 스트림을 삽입할 데이터로 사용했다. 또한, 이 방법은 원본인지 아닌지를 가릴 수 있을 뿐만 아니라 공격자가 영상의 일부를 지우거나, 변경하는 공격에서 조작된 위치를 찾을 수 있는 장점을 지닌다.

향후에는 기하학적인 1-bit 영상에 대해서도 조작된 위치를 찾는 것이 가능한 알고리즘을 개발하는 연구가 요구된다.

참고문헌

[1] M. Wu, E. Tang, B. Liu. "Data hiding in digital binary image", *IEEE Inter. Conf. on Multimedia*

& Expo (ICME'00), New York City, 2000
 [2] Y. J. Park and O. J. Kwon. "Watermarking Algorithm for 1-bit Image Authentication using Edges", *Proceedings of IEK Summer Conference 2002 - IV*, vol.25, No.1, pp.105-108, Hyundai Sungwoo Resort, June 2002.
 [3] Yu-Yuan Chen, Hsiang-Kuang, and Yu-Chee Tseng, "A Secure Data Hiding Scheme for Two-Color Images", in *IEEE Symp. on Computers and Communications*, 2000.
 [4] J. Brassil, S. Low, N. Maxemchuk, L. O'Gorman, "Hiding Information in Document Images," *Proceedings of the 29th Annual Conference on Information Sciences and Systems*, Johns Hopkins University, pp 482-489, March 1995.