

색상정보를 이용하는 공간영역에서의 워터마킹기법

이 만 석¹ · 최 진 구²

Watermarking in Spatial-Domain using Image Color

Man Seok Lee¹ · Jin Ku Choi²

Key Words : Watermark, Spatial, 영상보안

요 약

본 논문에서는 최근 많은 연구가 진행되고 있는 디지털 워터마크의 삽입 기법이 영상의 공간영역에서 효과적으로 이루어질 수 있는 방법을 제안한다. 제안하는 워터마킹 방법은 각 색상정보의 히스토그램을 구하여 영상에 가장 밀접한 관계를 가지는 색상별로 워터마크를 색상화소의 최하위 비트에 워터마크를 합성한다. 본 논문에서 제안하는 워터마킹은 공간영역의 합성방법에서 지적되었던 워터마크의 다양한 정보를 저장할 수 없던 문제점을 극복하였다. 또한 잡음이나 신호의 변화 에도 강인하면서도 속도는 주파수영역의 워터마킹에 비해 매우 빠르다. 본 논문에서는 주파수 영역과 공간영역에서의 합성방법과 비교하는 실험을 통해 다른 방법에 비해 높은 강인성과 주파수 영역의 연산에 비해 60% 정도의 연산속도를 가짐을 검증하여 분석하였다.

1. 서 론

최근 네트워크 인프라가 발전하고 멀티미디어 정보의 교환이 활발해지고 있다. 다양한 편집 도구가 존재하고 복사가 쉬운 디지털 정보의 특성상 원 영상과 변형된 영상을 구분하기 힘들고 누구나 쉽게 원 영상에 접근할 수 있는 것이 최근 원 영상을 생성한 사람의 저작권을 침해하는 문제로 발전되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 워터마크에 대해 활발히 연구되고 있다. 디지털 워터마킹은 영상의 각 데이터를 수정하여 그 영상의 identity를 나타낼 수 있는 정보, 워터마크를 삽입하는 기술로서 원 영상의 내용에는 영향을 미치지 않는다[1]. 이러한 워터마킹은 현재 음성, 정지영상, 동영상 등 모든 멀티미디어에 적용하려는 노력이 이루어지고 있다.

본 논문에서는 정지영상의 효율적인 워터마킹

을 위해 공간영역에서 워터마크를 합성하는 방법을 제안한다. 원 영상의 각 화소가 가지는 색상정보를 얻어 각 색상의 히스토그램을 구한 뒤 영상에 가장 많이 분포된 색상을 얻어낸다. 그 색상이 위치하는 영상 화소에 대해 일정구역들로 구분한 뒤 각 구역에 대해 인코딩된 워터마크를 각 블록별로 화소들의 최하위 비트에 분산 저장한다. 워터마크를 검출 시에도 위와 같은 일련의 순서를 따른다. 본 논문에서 제시하는 워터마킹 방법을 적용할 경우 각 색상별로 저장하기 때문에 영상의 공격에 대해 보안성을 강화할 수 있고, 각 색상의 정보의 최하위 비트에 분산 저장하기 때문에 선정하는 색상 수에 따라 대량의 정보를 합성할 수 있다. 또한 공간 영역에서의 합성과정이기 때문에 영상 변환에 자유롭고 연산복잡도가 낮다는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 2장에서는 디지털 워터마킹에 대하여 기술하고, 3장에서는 기존의 워터마킹 알고리즘을 분석하여 새로운 알고리즘을 제시하고 4장에서는 제안한 알고리즘에 대해 강인성과 속도를 평가하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 디지털 워터마킹

1 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

e-mail : zeem0324@hotmail.com

2 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

e-mail : jkchey@kpu.ac.kr

Tel : 031-4968-281 Fax : 031-4968-299

워터마크(Watermark)는 모든 데이터에 합성이 가능하다. 그러나 본 장에서는 정지영상에 대한 워터마킹에 대해서만 언급하기로 한다.

개념적으로 워터마크는 투명한 패턴으로 삽입된 이미지로써 이를 컴퓨터로 적용시킨 것이 디지털 워터마크이다. 디지털 워터마킹은 워터마크 삽입 알고리즘과 워터마크 혹은 생성 알고리즘으로 이루어진다. 워터마크의 목적은 원 영상에 대한 부가적인 정보를 이미지의 가시적인 수정 없이 합성시켜 이를 통해 비교 혹은 인증 하는 방법이다. 이 워터마크는 인위적으로 쉽게 수정이 되는 이유로 이미지 포맷과 유사한 헤더에 첨가되거나 데이터의 끝에 첨가 될 수 없다. 따라서 워터마크는 영상에 지속적이고 견고한 방법으로서 비가시적인 상태로 삽입 될 수 있어야 한다. 워터마크의 견고성에 대해, 워와 같이 인위적인 조작에도 견고해야 하지만, 피할 수 없이 생긴 이미지의 손상으로 부터라도 읽을 수 있어야 한다.

디지털 워터마킹은 공간 영역과 주파수 영역에서 처리하는 두 가지 방식으로 분류할 수 있다.

3. 워터마킹 알고리즘

영상에 워터마크를 삽입하는 방법으로 크게는 공간영역과 주파수 영역에서 처리하는 방법이 있다. 따라서 본 장에서는 공간영역의 워터마킹과 주파수 영역의 워터마킹에 대하여 설명하고 이와 비교하여 본 논문에서 제안하는 워터마크 삽입 알고리즘에 대하여 기술한다.

3.1 공간 영역에서의 워터마킹

공간영역에서의 워터마킹은 워터마크의 데이터를 공간적인 측면에서 분석하여 공간상에서 분산시켜 저장함으로써, 쉽게 구별을 할 수 없도록 하는 방법이다.[2,3]

공간영역에서 가장 손쉽게 워터마크를 삽입하는 방법은 각 화소의 LSB(Least Significant Bit)들을 0 또는 1로 변환하여 워터마크를 저장하는 것이다. 이 알고리즘은 직관적이고 빠르며 사람의 인지영역에서 벗어나는 LSB에 워터마크를 삽입함으로써, 사람의 시각에서 영상을 변화 주지 않고 워터마크를 삽입할 수 있다는 장점이 있다.

3.2 주파수 영역에서의 워터마킹

공간영역에서의 워터마킹 기법은 직관적인 이유로 인위적인 조작도 가능하기 때문에 주파수 영역에서의 알고리즘이 현재 많이 연구되고 있다.[6] 현재 DCT(Discrete Cosine Transform) 및 DWT(Discrete Wavelet Transform)과 같이 공간영역의 영상정보를 주파수 영역으로 변환시켜 얻은 계수에 워터마크를 합성하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법들은 영상 내에 존재하는 고주파대역과 저주파대역을 쉽게 구분할 수 있는 이유로 인해 많이 사용되고 있다.

영상에 큰 영향을 미치지 않는 고주파 대역에 워터마크를 삽입할 경우 JPEG과 같이 손실압축 기법에서 워터마크가 손실될 수 있고, 저주파 대역에 워터마크를 삽입할 경우 영상이 변형될 우려가 있고 삭제가 힘들다는 단점이 있다.

3.3 제안하는 워터마크 합성 알고리즘

DCT나 DWT같이 공간상의 영상정보를 주파수 대역으로 변환하는 연산은 시간과 연산이 복잡하다.[7,8] 따라서 본 논문에서는 DCT보다 공간영역에서 워터마크를 삽입하는 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 영상이 외부의 잡음 등으로 인해 손실이 되더라도 영상의 색상에는 영향을 크게 미치지 않는다는 점에서 착안하여 실제로도 페퍼노이즈나 감마변화와 같은 잡음에 강한 결과를 나타낸다.

기존의 공간영역에서의 알고리즘은 단순히 LSB에 저장을 하기 때문에 외부 잡음에 약하고 워터마크의 크기가 제한되어 있다.

- 순서 1. 영상의 RGB값 중 상위 k비트를 통해 영상의 Hue Histogram을 산출한다.
 - 순서 2. 영상 내에서 가장 많이 분포되어 있는 색상 Cn개를 선정한다.
 - 순서 3. 각 색상 별로 RGB의 LSB에 워터마크를 합성한다.

표 1 제안하는 알고리즘

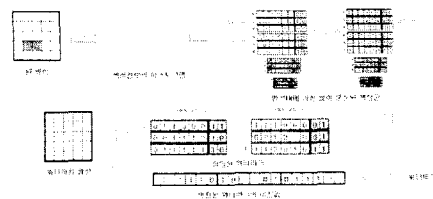


그림 1 제안하는 워터마킹의 도식화

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같다. 순서1의 Hue Histogram은 3차원이며 다음과 같이 구한다.

```
for(y=0; y<이미지높이; y++){
    for(x=0; x<이미지넓이; x++){
        R = r / 양자화계수;
        G = g / 양자화계수;
        B = b / 양자화계수;
        Hue_Histogram[R][G][B]++;
    }
}
```

위에서 양자화 계수는 색을 몇 가지로 구분할 것인가를 결정하는 계수로서 화소의 상위 비트의 개수와 상관이 있다. 상위 4비트로 구성한다면 2의 4승으로 16가지 색으로 구분 짓게 된다. 이 계수는 너무 작게 잡을 시에는 색의 구분이 힘들어지며 너무 크게 잡을 시에는 워터마크를 검출하기가 힘들어진다.

순서2에서는 위와 같이 산출된 히스토그램에서 최대값을 가지는 색상군 Cn을 하나 이상 구한다. 워터마크가 영상에 합성될 때 Binary형태로 삽입되므로 Binary형태로 변환된 워터마크를 n길이로 분할하여 삽입하게 된다.

[0100001001011010] - Binary워터마크
[0100] - C1컬러에 삽입될 워터마크
[0010] - C2컬러에 삽입될 워터마크
[0101] - C3컬러에 삽입될 워터마크
[1010] - C4컬러에 삽입될 워터마크

표 2 워터마크의 분산저장

4. 실험 및 평가

본 알고리즘은 Pentium4 3Ghz의 2048M의 램을 가진 PC에서 MFC를 통해 구현한 프로그램으로 수행되었으며, 공간영역의 워터마킹과 DCT를 이용한 주파수 영역의 워터마킹 그리고 제안된 알고리즘을 적용한 워터마킹을 다음과 같이 두 가지 측면에서 비교 수행하였다.

1. 워터마킹의 연산 복잡도
2. 워터마크의 강인도

영상은 512x512 크기의 컬러 레나 이미지를 사용하였다. 다음 그래프의 측정 결과는 앞서 말한 각 세 가지 방법을 10번씩 수행하여 얻은 평균

값이다.

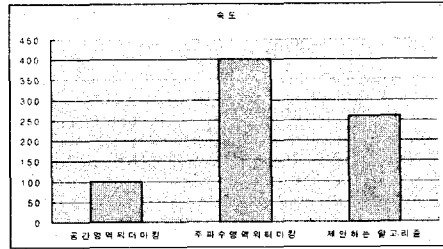


그림 3 워터마킹기법의 속도 비교

위 그래프를 보면 시간이 가장 오래 걸리는 주파수 영역으로 변환한 뒤 워터마크를 삽입하는 알고리즘에 비해 약 60% 시간이 걸린다는 것을 알 수 있다.



그림 2. 워터마킹의 삽입과 검출 과정

두 번째로 같은 이미지를 사용하여 워터마크의 강인성을 테스트 앞서 말한 3가지의 워터마킹을 수행한 뒤, 블러링과 페퍼 노이즈 그리고 감마변경을 시도한 뒤 검출을 시도해 보았다. 그 결과, 제안한 알고리즘의 워터마킹이 다른 두 워터마킹 기법에 비해 검출됨을 알 수 있었다.

	공간영역 워터마킹	주파수영역 워터마킹	제안된 알고리즘
Burring	X	X	O
Noise	X	O	O
Gamma	X	O	O

표 3 워터마크의 강인성 비교

5. 결론

디지털 영상의 저작권 보호를 위한 워터마킹의 새로운 방법으로 본 논문에서는 색상 정보를 이용한 워터마킹 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 영상에 많이 분포된 색상의 LSB에 워터마크를 분산함성시킴으로서 영상에는 영향을 미

치지 않고 외부에서 발생될 수 있는 잡음 등에 강인하며 또한 주파수 영역에 비해 60%정도의 속도로 빠르게 수행될 수 있는 장점을 가지고 있다. 이 연구를 발전 수행한다면 정지영상 뿐만 아니라 현재 많이 연구 되고 있는 동영상의 워터마킹에 대해 공간영역에서도 빠르게 수행할 수 있을 것이다.

하지만 본 알고리즘의 경우 공간영역에서 워터마크를 삽입함으로 인해서 주파수 영역으로 변환하여 압축하는 현재 영상포맷의 경우 대부분의 이 압축과정에서 워터마킹이 손실되는 우려가 있다. 이 부분에 대해 좀 더 유연성 있게 알고리즘을 보완한다면 JPEG 및 여러 영상 포맷에도 쉽게 적용이 될 것이다.

[1] Craver S., et al., "Can invisible watermarks resolve rightful ownership?", In International Proceeding of SPIE, Vol.3022, pp.310~321, 1997

[2] Bender W., et al., "Techniques for data hiding", In International Proceedings of SPIE, Vol.2420. pp.164~173, 1995

[3] G.C. Langelaar, J.C.A. van der Lube, and J.Biemond, "Copy Protection for Multimedia Data based on Labeling Techniques", 17th Symposium on information theory in the Benelux, Enschede, The netherlands, May 1996.

[4] ORuanaidhj J. K., et al., "Watermarking digital images for copy right protection", In International Proceeding of Vis.Image Signal Process, Val.143, No.4, pp.250~256, 1996.

[5] Cox I. J., et al., "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", NEC Research Institute, Technical Report 95~100, 1995.

[6] 박은숙, 우종원, 이석희, 허윤석, 조기형, "Jpeg영상의 저작권 보호를 위한 Digital Watermarking 알고리즘", 한국정보처리과학회 논문지 제7권 제1호 pp.296~305, 2001. 1