

OCL을 이용한 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법 연구*

유 혁 민¹ 신 진 욱¹ 박 동 선¹ 윤 숙²

¹전북대학교 전자공학과 ²목포대학교 멀티미디어공학과

본 논문은 원본 디지털 영상을 보호하고 동시에 저작권 정보 등을 저장할 수 있는 콘텐츠 기반 정지 영상 보호에 관한 새로운 방법을 제시한다. Gradient값을 이용한 기존의 알고리즘은 픽셀 단위의 소벨 연산자 알고리즘이 적용되었기 때문에 외부 공격에 대하여 상대적으로 민감하게 반응하고 저작권 정보 등을 정확하게 검출하지 못하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 약점을 보완하기 위하여 블록 단위의 연산이 이루어지는 OCL(Orientation Certainty Level)을 적용하여 특징점을 선택하였다. 실험 결과 기존의 알고리즘에 비해 변화가 심한 공격에서도 99% 이상의 높은 검출도를 나타내는 것을 볼 수 있고 특히 회전 공격에 대해서는 10%이상의 큰 성능 향상을 보여주고 있다.

주제어 : OCL, 콘텐츠보호, 소벨연산, 워터마크

* 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신 협력양성사업으로 수행된 연구결과임.

* 이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2009-0077772).

† 교신저자: 윤숙, syoon@mokpo.ac.kr

서 론

최근에 디지털 이미지의 복사, 편집 및 저장 등이 용이하게 되어 일반 사용자들조차도 쉽게 디지털 데이터를 편집 또는 재배포할 수 있다. 따라서 디지털 콘텐츠에 대한 무단 복제 및 배포, 활용 등으로부터 원소유자 및 합법적 사용자의 지적재산권을 보호하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다[1].

콘텐츠 보호 기술로 많이 사용되는 기법으로 핑거프린팅 기법[1][2], 워터마킹 기법[3] 등이 있다. 핑거프린트 기법은 콘텐츠로부터 특징점을 추출하여 이를 이미지의 지적재산권을 보호하기 위한 요소로 이용하는 기법으로 콘텐츠로부터 얻어진 특징점은 제3의 인증기관에 보관되며 후에 지적재산권 분쟁이 발생하였을 경우 불법 복제 등의 여부를 확인하기 위해 이용된다. 반면에 워터마킹 기법은 불법 복제 등을 방지하고 콘텐츠 소유자의 저작권을 보호하기 위해 저작권 정보인 워터마크를 콘텐츠에 삽입하는 방법이다. 핑거프린트 기법과 워터마크 기법은 각각 장단점을 가지고 있으며 이들의 장점은 유지하면서 단점을 보완하기 위한 새로운 시스템의 출현이 요구된다.

이러한 요구에 따라 워터마킹과 핑거프린트 서로의 장점을 유지하면서 단점을 보완하기 위한 새로운 기법인 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법의 연구가 이루어지고 있다[9]. 이 기법에서는 소벨 연산자를 이용하여 얻은 에지 정보를 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법을 생성하기 위한 콘텐츠로서 활용하는 경우, 연산 비용은 효율적이나 이미지의 변화에 상대적으로 민감하게 반응하여 고의적인 변형에 대해 옳게 반응하지 못하는 경우를 발생시킨다.

따라서 본 논문에서는 연산 비용이 여전히 효율적이면서 이미지 변화에 보다 안정적인 특징점을 찾기 위하여 블록기반의 알고리즘인 OCL(Orientation Certainty Level)[5]을 이용하여 특정 방향성 성분이 Threshold 값을 넘는 영역에 대하여 새로운 콘텐츠 벡터를 생성한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 콘텐츠 보호를 위한 핑거프린트 기법과 워터마킹 기법에 관하여 설명을 하고 3장에서는 OCL을 이용한 콘텐츠 기반의 알고리즘을 제안한다. 제안한 워터마킹 시스템의 성능을 평가하기 위하여 벤치마킹 알고리즘으로 생성된 데이터를 이용한 실험 결과를 4장에서 보이고 5장에서 결론을 맺는다.

콘텐츠 보호를 위한 핑거프린팅 기법과 워터마킹 기법

핑거프린팅 기법

핑거프린팅 기법은 콘텐츠로부터 특징점을 추출하여 이를 이미지의 지적재산권을 보호하기 위한 요소로 이용하는 기법으로 그림 1과 같은 기본 모델을 갖는다. 콘텐츠로부터 얻어진 특징점은 제 3의 인증기관에 보관되며 후에 지적재산권 분쟁이 발생하였을 경우 불법 복제 등의 여부를 확인하기 위해 이용된다.

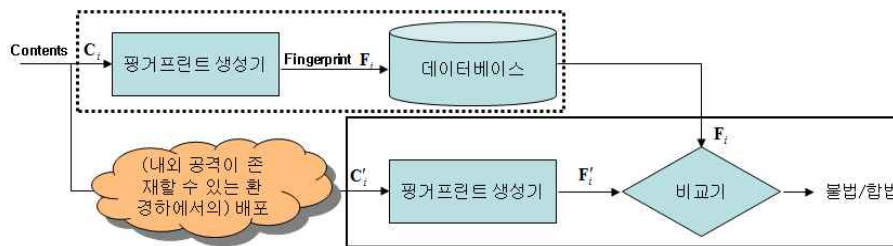


그림 1. 핑거프린트의 기본 모델

핑거프린트의 가장 큰 장점은 다른 기법에 비해 상대적으로 외부의 공격에 강하다는 점이다. 핑거프린트는 콘텐츠의 고유의 특성을 기반으로 하여 얻어지기 때문에 핑거프린트를 손상시키기 위해서는 콘텐츠에도 심한 손상을 주어야 한다. 또한 콘텐츠 내부의 정보만을 이용하기 때문에 콘텐츠 자체에는 저작권 보호를 위한 처리 과정에서 어떠한 부가적인 콘텐츠의 변경을 요구하지 않기 때문에 외부의 공격이 존재하지 않는다면 품질의 저하도 발생하지 않는다. 그러나 워터마크와 같은 외부 정보를 활용할 수 없다는 단점을 가지며 무엇보다도 콘텐츠 고유의 특성을 기반으로 하고 외부 공격에도 강한 핑거프린트를 추출하는데 연산 소요시간이 많이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 예를 들어 실시간으로 처리해야 하는 영상의 경우에 연산량이 많아서 실시간 처리가 불가능해질 수 있다.

워터마킹 기법

워터마킹 기법은 그림 2와 같이 표현할 수 있으며 불법 복제 등을 방지하고 콘텐츠소유자의 저작권을 보호하기 위해 저작권 정보인 워터마크를 콘텐츠에 삽입하는 방법을 사용한다. 현재까지의 워터마킹 기법은 원본 콘텐츠를 직접적 또는 간접적으로 변경한 후 워터마크 정보를 콘텐츠에 은닉하기 때문에 외부공격이 없지 않더라도 필연적으로 콘텐츠의 품질 저하가 발생하게 된다.

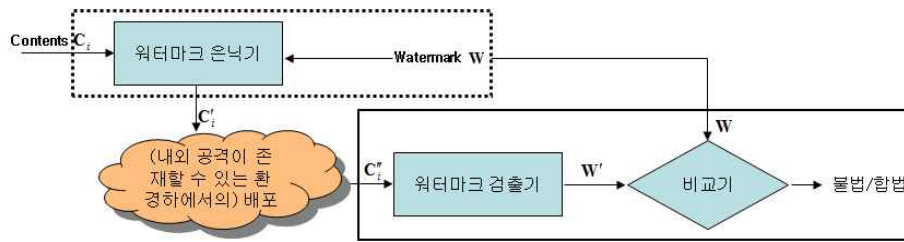


그림 2. 워터마킹의 기본 모델

워터마크를 원래의 콘텐츠에 삽입하는 프로세스의 특성상 외부로부터의 어떤 공격이 없는 상황이라 할지라도 원래의 콘텐츠의 품질저하를 발생시키기 때문에 의료 영상과 같이 고화질 영상이면서 품질에 변화에 민감한 응용에서는 이용이 불가능하다는 단점이 있다.

OCL을 이용한 콘텐츠 기반의 알고리즘

콘텐츠의 최적의 특징점

어떤 파라미터를 이미지의 특징점으로 선택할 것인지를 결정하는 것은 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법의 성능에 상당한 영향력을 발휘할 수 있다. 외부의 공격에 의해 이미지가 변형된다할 지라도 선택된 파라미터는 거의 변함이 없이 유지

되어야 한다. 그렇지 않다면 전체 시스템의 성능에 영향을 줄 수 있기 때문이다. 저작권분쟁이 발생하였을 경우 이미지로부터 얻은 특징점과 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법으로부터 원래의 워터마크를 복원해 내어야 하기 때문에 만약 이 과정에서 사용되는 파라미터가 외부 공격에 민감한 반응을 보인다면 이 시스템이 온전히 동작한다고 보장할 수 없다. 그러므로 무엇을 이미지의 콘텐츠를 대표하는 특징점으로 선택할 것인지에 대한 연구가 병행되어야 함은 당연하다. 이를 기반으로 공격에 강한 콘텐츠 기반의 워터마킹 기술을 위한 특징점을 선택하고 또한 기술의 성능을 향상시킬 수 있다. 기본적으로 콘텐츠 기반의 워터마킹 기법에서는 특징점 추출을 위해 상대적으로 비용이 적게 드는 연산을 선호하지만 만약 워터마크 인식율을 높이는 것이 최상의 목적인 응용에서는 비용이 높은 연산을 사용할 수도 있다.

콘텐츠 기반의 저작권 보호

콘텐츠 기반의 워터마크는 원본 콘텐츠와 외부의 워터마크 정보를 조합하여 콘텐츠 벡터라고 하는 새로운 정보를 생성한 후 향후 콘텐츠에 대한 저작권 분쟁 등이 발생하였을 때 이용한다. 콘텐츠 벡터를 생성하기 위해 원본 콘텐츠로부터 내부 정보를 선택할 때 Random Number Generator를 이용한다. 생성된 콘텐츠 벡터는 공인된 기관 등에 랜덤으로 생성된 초기 변수 값들과 함께 저장되며 원본 콘텐츠는 어떠한 변형 없이 그대로 배포된다.

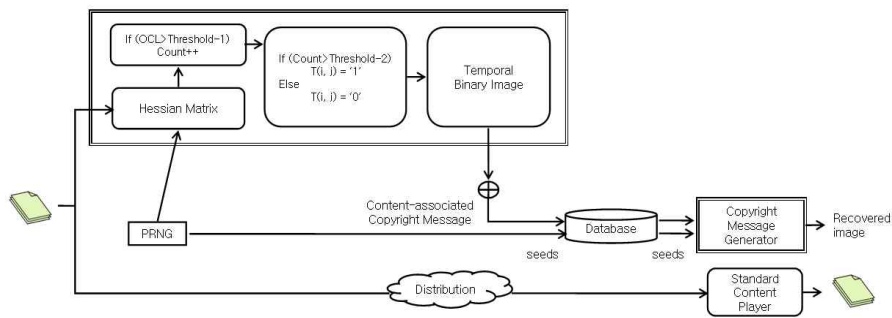


그림 3. 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법 모델

OCL을 이용한 콘텐츠 기반의 알고리즘

소벨 연산자를 이용하여 얻은 에지 정보를 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법을 생성하기 위한 콘텐츠로서 활용하는 경우, 연산 비용 면에서는 효율적이거나 이미지의 변화에 상대적으로 민감하게 반응하여 고의적인 변형에 대해 옳게 반응하지 못하는 경우를 발생시킨다. 이에 연산 비용 면에서는 여전히 효율적이면서 이미지 변화에 보다 안정적인 특징점을 찾기 위한 연구가 필요하다. 소벨 연산자가 보이는 단점을 보완하기 위해 소벨 연산자를 통해 얻은 에지정보를 바로 활용하지 않고 이것의 분포 특성을 기반으로 변형된 특징점을 콘텐츠 기반의 워터마크를 생성하기 위한 콘텐츠로 활용할 수 있다. 이를 위한 적절한 연산자로 OCL을 사용할 수 있다.

OCL(Orientation Certainty Level)은 주어진 이미지의 Gradient벡터들의 공분산 행렬의 두 고유값의 비율로 계산될 수 있으며 식 1과 같이 표현할 수 있다.

$$C = \frac{1}{N} \sum_N \left\{ \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx & dy \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} dx^2 & dx dy \\ dy dx & dy^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 & c_3 \\ c_3 & c_2 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\min} = \frac{(c_1 + c_2) - \sqrt{(c_1 - c_2)^2 + 4c_3^2}}{2}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{(c_1 + c_2) + \sqrt{(c_1 - c_2)^2 + 4c_3^2}}{2}$$

$$OCL = \frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{\max}} = \frac{(c_1 + c_2) - \sqrt{(c_1 - c_2)^2 + 4c_3^2}}{(c_1 + c_2) + \sqrt{(c_1 - c_2)^2 + 4c_3^2}}$$

식 1. OCL 계산 방법

여기서 C 는 N 개의 픽셀로 구성된 이미지 블록의 공분산 행렬을 나타내며 dx 와 dy 는 각각 수평과 수직 방향의 Gradient값으로 소벨 연산을 통해 얻어지며 λ_{\min} 와 λ_{\max} 는 고유값을 의미한다. OCL은 블록 기반의 에지 분포 정보를 제공하므로 화소당 변화에 따라 민감한 소벨 연산에 비해 상대적으로 덜 민감한 연산자로서 이

용될 수 있으므로 이를 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법을 생성하기 위한 콘텐츠로 활용할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같은 방법으로 진행이 된다.

- (1) 난수 발생기를 이용하여 정지 영상 내부의 한 픽셀 $P(i, j)$ 를 선택한다.
- (2) 선택된 $P(i, j)$ 와 8개의 이웃 픽셀의 Hessian Matrix를 구한다.
- (3) 각 픽셀의 Matrix의 고유값의 비를 구한다.
- (4) 고유값의 비, 즉 OCL이 사전에 저장한 Threshold_1 보다 크면 '1'의 값을, 그렇지 않으면 '0'의 값을 갖도록 한다.
- (5) (4)에서 구한 '1'의 값 개수가 Threshold_2 보다 크면 임시 영상 $T(i, j)$ 를 '1', 그렇지 않으면 '0'의 값을 갖도록 한다.
- (6) $T(i, j)$ 와 $P(i, j)$ 의 연산을 통하여 새로운 콘텐츠 벡터를 생성하여 데이터베이스에 저장한다.
- (7) 콘텐츠에 대한 분쟁이 발생하였을 때 (6)에 저장된 콘텐츠 벡터와 비교해서 저작권을 보호한다.

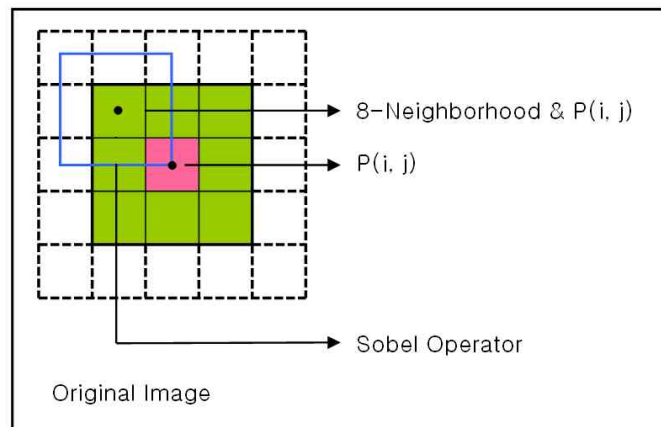


그림 4. OCL을 이용한 연산 범위

실험 결과 및 비교

워터마킹 시스템을 평가하기 위하여 평가기준을 세워야 하며 응용에 따라 평가 방법은 달라질 수 있지만 최소의 평가 기준을 마련해야 한다. 현재까지 공개된 평가방법으로는 Stirmark[5], Checkmark[6], Optimark[7] 그리고 Certmark[8] 등이 있다.

본 논문에서는 제안한 워터마킹 시스템을 검증하기 위하여 Stirmark를 사용하였다. Stirmark를 이용하여 각각의 공격에 대한 영상을 생성하였으며 워터마킹 알고리즘을 평가하도록 하였다. 본 논문에서 이용한 평가방법은 원 영상과 공격받은 영상과의 차이를 보여주는 PSNR과 공격받은 영상으로부터 검출한 워터마크 정보의 일치율 정도를 보여주는 BCR(Bit Correct Ratio)을 이용하였다.

$$BCR = 1 - \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N W(i,j) \oplus W'(i,j)}{M \cdot N} \times 100\%$$

수식 2. BCR 계산하는 방법

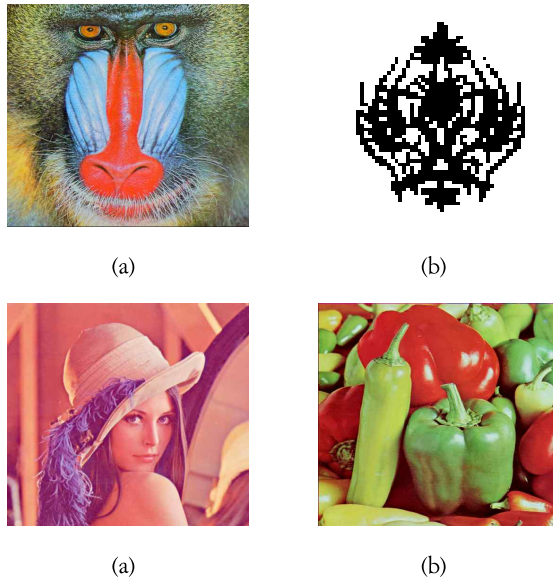


그림 5. 이진 워터마크 영상 및 테스트 이미지

실험에서 사용된 정지 영상은 크기가 512 × 512, 24비트 RGB컬러로 이루어진 영상으로 Lena, Baboon, Pepper를 사용하였으며 녹색이나 파란색에 비해 인간의 눈에 덜 민감한 빨강색의 8비트를 이용하였다. 워터마크 정보는 64 × 64 크기의 바이너리 영상을 사용하였으며 Treshold_1 = 0.6, Treshold_2 = 4 의 값을 가지고 실험을 진행하였다. 실험에 사용한 영상은 그림 5와 같다.

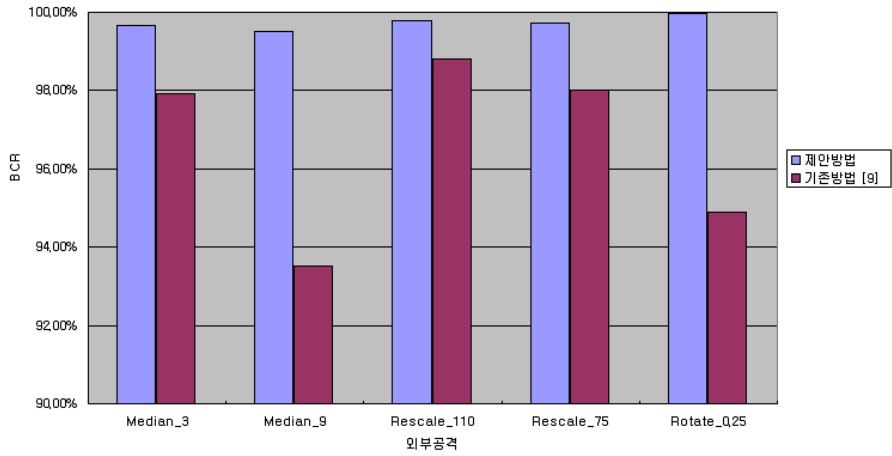
실험에 3×3 미디언 필터 공격, 9×9 미디언 필터 공격, 110% 크기변환 공격, 75% 크기변환 공격, 0.25° 회전 공격, 0.5° 회전공격을 각각의 이미지에 적용하여 원본

표 1. 실험 결과값

실험 영상	외부 공격	BCR
Baboon	Median_3	99.66%
Baboon	Median_9	99.58%
Baboon	Rescale_110	99.90%
Baboon	Rescale_75	99.90%
Baboon	Rotate_0.25	99.95%
Baboon	Rotate_0.5	99.93%
Lena	Median_3	99.66%
Lena	Median_9	99.49%
Lena	Rescale_110	99.78%
Lena	Rescale_75	99.71%
Lena	Rotate_0.25	99.95%
Lena	Rotate_0.5	99.68%
Pepper	Median_3	99.46%
Pepper	Median_9	99.19%
Pepper	Rescale_110	99.68%
Pepper	Rescale_75	99.71%
Pepper	Rotate_0.25	99.90%
Pepper	Rotate_0.5	99.76%

이미지와 비교하였다. 표 1은 제안한 알고리즘의 실험결과를 보여주고 있다. 실험 결과 적용한 모든 종류의 외부 공격에서 99% 이상의 BCR을 나타내는 좋은 성능을 보여주고 있다. 표 2에서 소벨 연산자를 취해서 구한 그라디언트 값을 사용한 기존의 알고리즘과 비교해 보면 모든 종류의 외부 공격에 대하여 더 좋은 성능을 보여주고 있으며, 특히 기존의 알고리즘에 비해 회전 공격을 받았을 경우에 10% 이상의 좋은 검출 성능을 나타내는 결과를 볼 수 있다.

표 2. 외부 공격에 대한 비교



결 론

디지털 콘텐츠에 대한 무단 복제 및 배포, 활용 등으로부터 원소유자 및 합법적 사용자의 지적재산권을 보호하기 위한 기술로 핑거프린팅 기법, 워터마킹 기법 등이 있다. 하지만 각각의 기법들이 가진 단점으로 인하여 새로운 콘텐츠 보호 기법이 요구 되고 있다. 이에 따라 기존의 콘텐츠 보호를 위하여 사용한 기존의 워터마킹 기법과 핑거프린트 기법의 장점을 이용한 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법 기법이 개발되고 있다. 하지만 기존에 개발된 콘텐츠 기반의 정지영상 보호 기법

은 소벨 연산자를 사용해 엣지를 구하여 특징점을 선택하는 것에 반하여 본 논문에서는 특징점을 선택하는 과정에서 OCL을 사용하여 이미지 변화에 보다 안정적인 특징점을 선택할 수 있었다. 새로운 알고리즘을 이용하여 실험해 본 결과 기존의 알고리즘에 비해 많은 종류의 외부 공격에 좋은 성능을 얻을 수 있었고, 특히 회전 공격에서는 획기적인 성능 향상을 보여주는 것을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC 21000-11. Information technology - Multimedia framework(MPEG-21) Part 11
- [2] A. Joly, C.Frelicot, and O.Buisson, "Robust Content-Based Video Copy Identification in a Large Reference Database," LNCS 2728, pp. 414-423, 2003
- [3] Cox, Ingemar J., Digital Watermarking(Multimedia Information and System), Morgan-Kaufmann, 2002
- [4] ISO/IEC WD 29794-4, Biometrics, 2007
- [5] [Http://www.petitcolas.net/fabien/](http://www.petitcolas.net/fabien/)
- [6] [Http://watermarking.unige.ch/Checkmark/](http://watermarking.unige.ch/Checkmark/)
- [7] [Http://poseidon.csd.auth.gr/optimark/](http://poseidon.csd.auth.gr/optimark/)
- [8] [Http://www.certimark.org/](http://www.certimark.org/)
- [9] Jin-Wook Shin, "A Novel Copyright Protection for Digital Images using the Gradient of Image Intensity," ISITC 2007, pp.227-231, 2007

1 차원고접수 : 2009. 11. 26

2 차원고접수 : 2010. 2. 19

최종게재승인 : 2010. 3. 25

(Abstract)

Contents-based digital still-image protection using OCL

Hyouck Min Yoo¹ Jin Wook Shin¹ Dong Sun Park¹ Sook Yoon²

¹Chonbuk National University Electronics Engineering

²Mokpo National University Multimedia Engineering

This paper presents a new contents-based digital still image protection method which includes a copyright message. Since the existing method using gradient values used a pixel based 3×3 Sobel operator, it was sensitive to attacks and could not extract exact copyright message. Therefore, in this paper, we present a algorithm which uses block based OCL(Orientation Certainty Level) instead of pixel.

The experimental results show that the proposed scheme not only has good image quality, but also is robust to JPEG lossy compression, filtering, sharpening, blurring and noise. Moreover, the proposed algorithm has good performance more than 10% in rotation attacks than the existing method.

Keywords : OCL, Content protection, Sobel operator, Watermark