

논문 2006-43C1-6-12

디지털 영상의 다중 하위 비트플랜에 삽입되는 워터마크 (An Embedded Watermark into Multiple Lower Bitplanes of Digital Image)

이 강 현*

(Kang Hyeon RHEE)

요 약

최근 인터넷의 광범위한 보급과 관련 응용 프로그램들의 개발에 따라 멀티미디어 자료(텍스트, 영상, 비디오, 오디오 등)의 배포와 사용이 용이하다. 디지털 신호는 복제가 용이하고 복제된 데이터는 원 데이터와 동일한 품질을 가질 수 있어서 원 소유자의 보증이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하는 저작권 보호 방법은 암호화(encipher) 및 워터마킹(watermarking) 기술이 있다. 디지털 워터마킹은 지적재산권의 보호와 멀티미디어 콘텐츠의 소유권자를 인증하기 위해 사용된다.

본 논문은 디지털 영상의 다중 하위 비트플랜에 워터마크를 삽입하는 워터마킹 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 원 영상과 워터마크 영상을 각각 비트플랜으로 분해하여 대응되는 각각의 비트플랜에서 워터마킹 연산이 수행된다. 각 비트플랜에서 삽입되는 워터마크 영상의 위치는 워터마킹 키(key)로 사용하며, 인간 시각인지에 거의 영향이 없는 다중 하위 비트플랜에서 실행된다. 따라서 워터마크 영상의 다중적 고유 패턴 표현과 적은 워터마킹 정보량이 필요하다.

실험을 통하여 워터마크 된 영상의 PSNR을 40dB로 평가 기준을 할 때, JPEG, MEDIAN, PSNR 공격에는 높은 강인성을 갖는 반면, 공간 영역에서의 NOISE, RNDDIST, ROT, SCALE, SS 공격에는 취약 한 결과를 갖는다.

Abstract

Recently, according to the number of internet in widely use and the development of the related application program, the distribution and use of multimedia content(text, images, video, audio etc.) is very easy. Digital signal may be easily duplicated and the duplicated data can have same quality of original data so that it is difficult to warrant original owner. For the solution of this problem, the protection method of copyright which is encipher and watermarking. Digital watermarking is used to protect IP(Intellectual Property) and authenticate the owner of multimedia content.

In this paper, the proposed watermarking algorithm embeds watermark into multiple lower bitplanes of digital image. In the proposed algorithm, original and watermark images are decomposed to bitplanes each other and the watermarking operation is executed in the corresponded bitplane. The position of watermark image embedded in each bitplane is used to the watermarking key and executed in multiple lower bitplane which has no an influence on human visual recognition. Thus this algorithm can present watermark image to the multiple inherent patterns and needs small watermarking quantity.

In the experiment, the author confirmed that it has high robustness against attacks of JPEG, MEDIAN and PSNR but it is weakness against attacks of NOISE, RNDDIST, ROT, SCALE, SS on spatial domain when a criterion PSNR of watermarked image is 40dB.

Keywords : Image Watermarking, Bitplane, Stirmark Benchmarking, PSNR

I. 서 론

인터넷의 보급과 관련 기술의 발전에 따라 디지털 콘텐츠(정지영상, 동영상, 오디오 등)를 쉽게 이용할 수 있다. 그러나 디지털 신호가 가지는 뛰어난 원본 재생 능력 때문에 복제가 용이하고 복제된 콘텐츠는 원래의 콘텐츠와 동일한 품질을 가질 뿐만 아니라, 추가적인 조작으로 새로운 원본 데이터를 만들어 낼 수 있으므로 원 정보 소유자의 식별이 불가능하게 된다^[1].

* 정회원, 조선대학교 전자정보공과대학 전자공학과
(Dept. of Electronic Eng., College of Elec-Info Eng., Chosun University, Korea)

※ 본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소(CT) 육성사업의 연구결과로 수행되었음.

접수일자: 2006년9월21일, 수정완료일: 2006년10월30일

이러한 문제해결을 위한 저작권 보호방법으로 암호화(encipher)에 의한 방법과 워터마킹(watermarking) 기술을 사용하는 방법이 있다. 암호화에 의한 방법은 원영상 정보를 인지할 수 없도록 변형 또는 암호화하여 전송함으로써 변형을 복구할 수 있는 키(key)를 가진 정당한 가입자들은 원영상의 내용을 볼 수 있고 그렇지 않은 수신자들은 볼 수 없도록 하여 정당한 수신자를 보호하는 방법이다. 그렇지만 일단 암호화가 풀린 영상은 불법적으로 복사, 유통될 수 있으며 또한 인터넷상의 웹 브라우저에서 JPEG 손실 압축과 같은 방식으로 인코딩 된 영상을 표시하기 위해 사용하는 경우에는 암호화를 통한 접근 제어가 불가능하다. 반면에 디지털 데이터 자체에 소유권 정보를 임의의 사용자가 구분할 수 없게 삽입하는 디지털 워터마킹 방법은 디지털 데이터의 소유권자를 구별 한다는 관점에서 복호화 후의 영상의 불법적인 조작과 유통 등을 방지할 수 있다^[2, 3].

정지영상에 대한 비시각적 워터마킹 방법들은 흑백 정지영상을 대상으로 공간 영역과 주파수 영역에서 많은 연구가 이루어졌으며 여러 가지 알고리즘들이 제안되었다^[4, 5]. 그러나 현재 디지털 멀티미디어 콘텐츠 영상의 약 90% 이상이 컬러 정보를 포함 한다는 통계를 감안할 때 흑백영상에 대한 워터마킹 방법을 그대로 적용하기보다는 컬러영상에 적합한 새로운 워터마킹 방법이 요구되고 있다. 기존의 컬러영상에 대한 워터마킹 기법은 컬러영상의 밝기(luminance)성분에 흑백영상에 대한 워터마킹 기법을 그대로 적용하거나 RGB 컬러성분에 각각 적용하기 때문에 컬러영상의 특성을 충분히 고려하지 못한다는 단점이 있었다^[6, 7].

본 논문에서는 YIQ 컬러영역에서 저주파 영역과 휘도 성분에 시각적으로 중요한 정보가 많이 존재한다는 인간시각시스템(HVS: Human Visual Systems)의 특성^[8, 9]을 이용하여 원 영상을 YIQ로 변환 후, Y성분을 비트플랜^[17]으로 분해한다. 워터마크 영상도 비트플랜으로 분해하여 원영상의 다중 하위 D3~D0 비트플랜과 1:1 Ex-OR 논리연산하여 워터마킹을 수행한다. 이때 각 Dn 에서의 워터마크 영상위치는 워터마킹의 키(key)가 된다. 그리고 각 비트플랜에서의 워터마크 영상은 선택되는 비트플랜의 수만큼 다양하게 처리할 수 있다^[18]. 제안된 워터마킹 알고리즘은 강인성(robustness), 비가시성(invisibility) 그리고 비모호성(unambiguity)에 대한 타당성 검토를 위해 Stirmark(v.4.0) Benchmark tool을 사용하여 워터마킹 된 영상을 공격한 후 PSNR 및 상관계수를 측정하여 실험결과를 비교한다^[10, 11].

본 논문의 구성은 II장에서 워터마킹 및 컬러영역 변환의 이론적 배경을 다루고, III장에서는 워터마크 삽입과 추출과정의 알고리즘을 제안한다. IV장에서는 제안한 워터마킹 알고리즘의 성능 측정을 했으며 마지막으로 V장에서 결론과 함께 앞으로의 연구방향을 제시한다.

II. 이론적 배경

1. 워터마킹

그림 1은 일반적인 워터마크 삽입 구조를 나타낸다. 입력 신호로는 워터마크 시키고자 하는 원 이미지와 워터마크 데이터 그리고 키 값이 사용된다. 대부분의 워터마킹 알고리즘들은 비 압축 데이터 상에서 동작하며 삽입되어지는 워터마크는 문자, 오디오, 비디오, 정지영상 등과 같이 어떠한 형태의 디지털 데이터도 가능하다. 입력 신호로 사용되어지는 키는 꼭 필요하지 않지만 인증되지 않은 대상이 워터마크에 접근하지 못하게 하는데 사용된다. 식 (1)은 워터마크 삽입을 나타낸다.

$$I_w(x, y) = I(x, y) + kW(x, y) \tag{1}$$

여기서

$I(x, y)$: 원 영상

k : 워터마크 스케일 값

$W(x, y)$: 워터마크

$I_w(x, y)$: 워터마크가 삽입된 이미지

이다.

그림 2는 일반적인 워터마크 추출 과정을 보여주고 있다. 입력 신호는 워터마크가 삽입된 데이터와 키 값 그리고 원 데이터이며 워터마크 추출 알고리즘의 출력

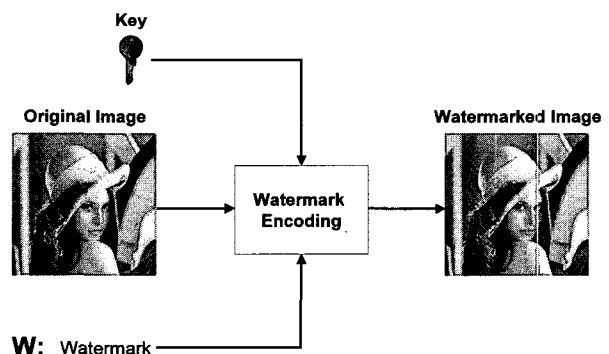


그림 1. 워터마크 삽입 알고리즘

Fig. 1. Watermark embedding algorithm.

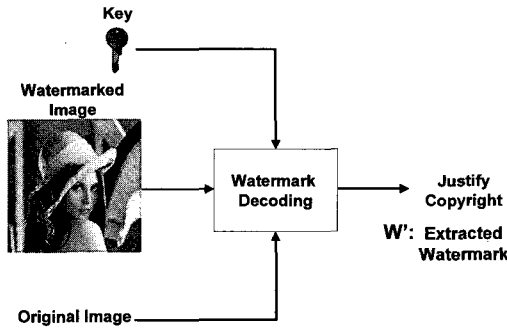


그림 2. 워터마크 추출 알고리즘
Fig. 2. Watermark extract algorithm.

신호는 복원된 워터마크 또는 원본 워터마크와 입력 데이터에 포함되어 있는 워터마크와의 유사성을 나타내는 측정값이 된다. 식 (2)는 워터마크 추출을 나타낸다^[13,14].

$$W(x, y) = (I_w(x, y) - I(x, y)) \times k \quad (2)$$

여기서

- $I(x, y)$: 원 영상
- k : 워터마크 스케일 값
- $W(x, y)$: 워터마크
- $I_w(x, y)$: 워터마크가 삽입된 이미지

이다.

2. 컬러영역 변환

각각의 색 성분을 하나의 집합 개념을 이용하여 수학적으로 표현하는 것으로 대표적인 색 좌표계로는 컴퓨터 그래픽스나 컬러 TV에 적용되는 RGB(Red, Green, Blue), TV신호에 적용되는 YIQ(North American TVs(NTSC)), YUV(European TVs(PAL)), YPbPr(HD Televisions), 또는 YCbCr(International Digital Standard) 그리고 컬러 프린터에 적용되는 CMYK가 사용된다.

인간시각시스템(HVS)은 색상과 채도의 변화보다는 영상의 밝기 정보인 휘도의 변화에 더 민감하다. 본 논문에서는 컬러 모니터 및 비디오카메라의 기준으로 사용되어지는 RGB 영상신호에 인간시각시스템 특성을 적용시켜 워터마크를 삽입하기 위하여 YIQ컬러영역으로 변환하고 휘도성분 Y영역의 다중 하위 비트플랜에 워터마크 영상을 삽입한다. 식 (3)은 칼라성분 RGB의 YIQ 변환 및 역변환의 행렬을 나타낸다.

$$\begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.956 & 0.621 \\ 1.000 & -0.272 & -0.647 \\ 1.000 & -1.105 & 1.702 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ I \\ Q \end{pmatrix}$$

III. 원 영상의 다중 하위 비트플랜 워터마킹 알고리즘

그림 3은 제안된 워터마킹 알고리즘의 흐름도이다. 원 영상의 Y영역을 그림 4와 같이 8비트 비트플랜으로 분해하고, 워터마크 영상도 8비트 비트플랜으로 분해한다. 원 영상과 워터마크 영상의 비트플랜 Ex-OR 논리 연산은 영상정보의 웨이트(weight)가 적은 하위 다중 비트플랜에서 각각 대응하여 수행되며, 워터마크 된 비트플랜은 식 (4)와 같이 생성된다.

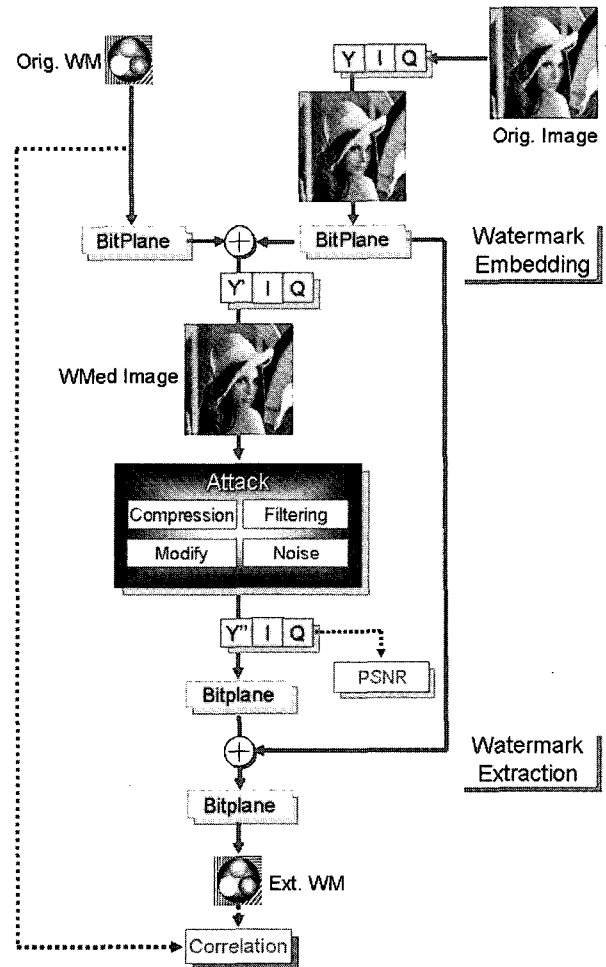


그림 3. 제안된 워터마킹 알고리즘의 실행도
Fig. 3. Operation diagram of watermarking algorithm proposed.

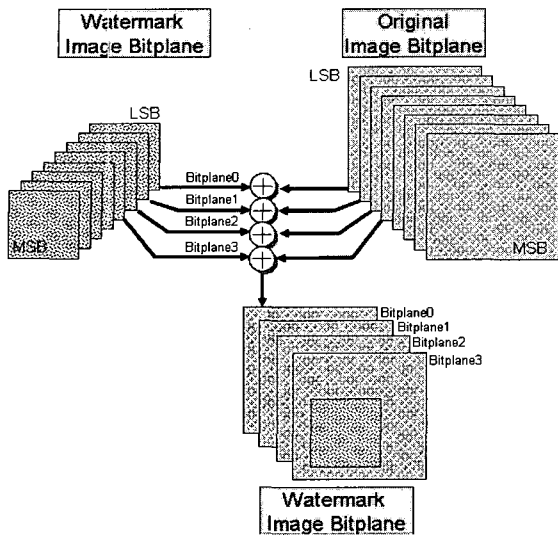


그림 4. 원 영상과 워터마크 영상의 비트플랜 연산
 Fig. 4. Bitplane operation of original and watermark images.

표 1. 워터마킹의 키 생성
 Table 1. Key generation of watermarking.

Bitplane	Bitplane	Bitplane	Bitplane	Bitplane
0	1	2	3	(4..7)
k_{xy0}	k_{xy1}	k_{xy2}	k_{xy3}	$k_{xy(4..7)}$

$$(WMed_I_bitplane)_N = (Org_I_bitplane)_N \oplus (WM_I_bitplane)_N \quad (4)$$

(N= bitpalne number)

원 영상의 다중 비트플랜에 삽입되는 워터마크 영상의 위치는 각 비트플랜에서 임의로 정할 수 있으며, 이때 위치좌표를 워터마킹의 키(key) k로 표 1과 같이 구성한다.

k_{xy} 는 각 비트플랜에서 워터마크가 삽입되는 시작 좌표의 값을 가지며, 워터마크 검출 시에 워터마크 영상이 있는 곳을 알게 된다.

IV. 성능평가 및 강인성 고찰

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능 측정을 위해 사용된 원 영상은 256×256 픽셀의 Lenna와 삽입되어 지는 그레이 레벨의 워터마크는 64×64 픽셀의 영상을 사용하였다. 성능 측정을 위한 시물레이션은 Matlab에서 실행되었으며, 성능 측정을 위해 Stirmark Benchmarking Tool(V. 4.0)을 이용하여 Cutting, Rotation, Modify PSNR, JPEG압축 그리고 Median Cut 공격을

하여 강인성을 측정하였다. 또한, 워터마크가 삽입된 영상의 비가시성을 측정하기 위하여 식 (5)를 사용하여 원영상과의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 계산하였다. 본 논문에서 그레이 로고 워터마크 영상은 인간 시각인지에 영향이 없는 하위 다중 비트플랜 (D0-D3)에서 실험하였다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [g(i,j) - f(i,j)]^2} \quad (5)$$

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{MB}{RMSE} \right)$$

여기서

$RMSE$: Root Mean Square

M, N : Image X, Y axis length

$g(i, j)$: Original image pixel coordinate

$f(i, j)$: Watermarked image coordinate

MB : Maximum brightness value of Image(255)

이다.

그림 5는 성능 측정에 사용된 원 이미지와 워터마크 이미지이다.



그림 5. 실험에 사용된 원영상과 워터마크 영상
 Fig. 5. Original image and the watermark image used for the experiment.

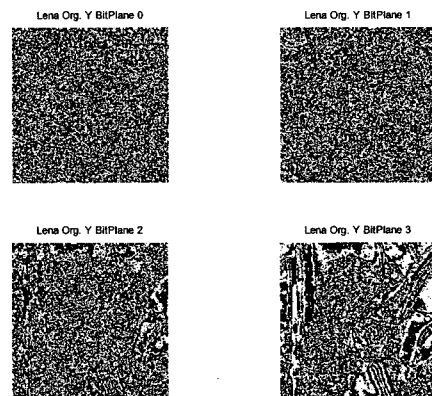


그림 6. 원영상의 비트플랜 분해(D0-D3)
 Fig. 6. The bitplane decomposition of the original image(D0-D3).

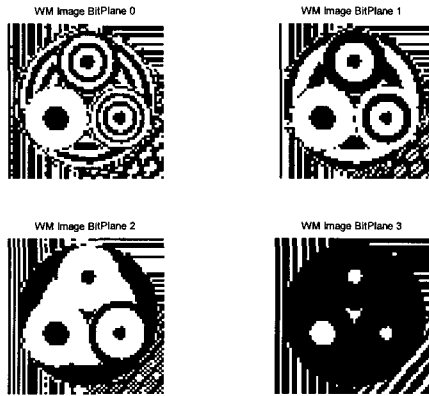


그림 7. 워터마크 영상의 비트플랜 분해(D0-D3)
 Fig. 7. The bitplane decomposition of the watermark image(D0-D3).

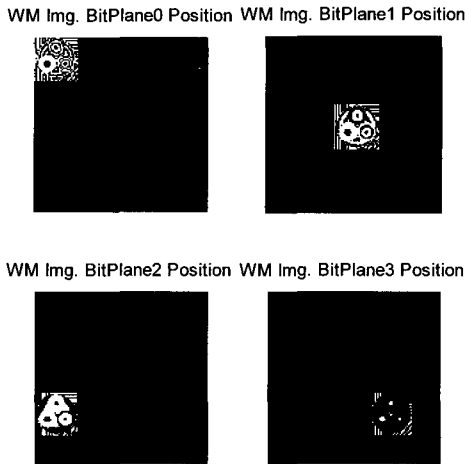


그림 8. 워터마크 영상의 각 비트플랜 상의 삽입 위치 (D0-D3)
 Fig. 8. The Embedding position of the watermark image on each bitplane(D0-D3).

표 2. 각 비트플랜의 워터마크 검출 키
 Table 2. Watermark extraction key of each bitplane.

Bitplane #	Bitplane0	Bitplane1	Bitplane2	Bitplane3
Key	1, 1	101, 101	151, 1	151, 151

그림 6과 7은 원 영상과 워터마크 영상의 비트플랜 (D0-D3) 분해이고, 그림 1의 워터마크 키는 각 비트플랜에 삽입되는 워터마크 영상위치 값을 사용하였다.

그림 8은 워터마킹 키 설정으로 각 비트플랜에 삽입되는 워터마크 영상의 위치이며 키 값은 표 2와 같다. 그림 9는 식(4)에 의해 워터마크 된 비트플랜이다. 그리고 그림 10은 워터마크 된 원 영상의 Y영역이다.

이때 워터마크를 삽입하는 비트플랜의 수에 따른

표 3. 비트플랜 수에 따른 PSNR 측정
 Table 3. The measured PSNR by bitplane #.

Bitplane #	PSNR	Bitplane 영역
1	65.4642	D0
2	60.2815	D0-D1
3	55.2620	D0-D2
4	50.4209	D0-D3

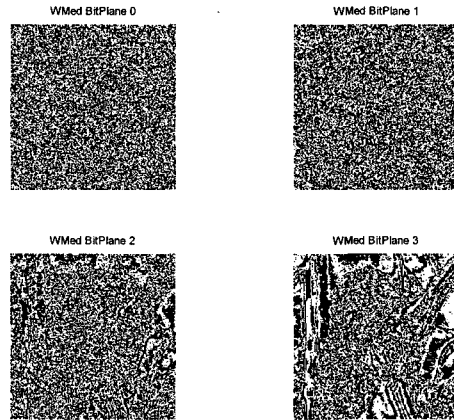


그림 9. 워터마크 된 비트플랜(D0-D3)
 Fig. 9. The watermarked bitplanes(D0-D3).



그림 10. 워터마크 된 원영상
 Fig. 10. The watermarked original image.

PSNR 값은 표 3과 같다.

StirMark(v.4.0) Benchmark tool에 의한 원영상과 워터마크 된 영상과 외부공격에 의한 PSNR 값은 표 4와 같다. PSNR(A)는 원 영상과 공격된 영상이고, PSNR(B)는 워터마크 된 영상과 공격된 영상의 값이다. PSNR을 40dB로 평가기준을 할 때, JPEG, MEDIAN, PSNR 공격에는 높은 강인성을 갖는 반면, 공간영역에서의 NOISE, RNDDIST, ROT, SCALE, SS 공격에는 취약한 결과를 갖는다.

그림 11부터 14까지는 비트플랜의 범위를 0에서 3까지 변화했을 때, 추출된 워터마크 영상을 보여준다. 추출된 워터마크 영상은 그림 13의 PSNR90과 그림 14의

표 4. 외부공격에 따른 PSNR 측정값

Table 4. The measured PSNR by external attacks.

공격 종류	PSNR(A)	PSNR(B)
CONV_2	24.065	24.065
JPEG 15	42.35	42.297
JPEG 20	43.526	43.488
JPEG 25	44.849	44.795
JPEG 30	45.669	45.638
JPEG 35	46.636	46.62
JPEG 40	47.557	47.543
JPEG 50	49.496	49.552
JPEG 60	51.562	51.605
JPEG 70	55.382	55.43
JPEG 80	62.048	62.557
JPEG 90	62.557	63.112
JPEG 100	74.017	74.017
LATESTRNDDIST 0.95	32.793	32.783
LATESTRNDDIST 1.1	32.378	32.371
LATESTRNDDIST 1.05	32.512	32.505
LATESTRNDDIST 1	32.637	32.628
MEDIAN 3	46.857	46.772
MEDIAN 5	40.599	40.587
MEDIAN 7	38.919	38.899
MEDIAN 9	37.891	37.867
NOISE 0	74.712	74.712
NOISE 20	25.662	25.662
NOISE 40	25.478	25.478
NOISE 60	25.43	25.43
NOISE 80	25.39	25.39
NOISE 100	25.383	25.383
PSNR 10	57.499	85.504
PSNR 20	62.452	77.545
PSNR 30	75.397	74.622
PSNR 40	72.566	71.524
PSNR 50	70.83	69.941
PSNR 60	68.729	68.003
PSNR 70	67.977	67.459
PSNR 80	72.23	72.23
PSNR 90	72.23	72.23
PSNR 100	72.23	72.23
RNDDIST 0.95	32.904	32.895
RNDDIST 1.1	32.512	32.496
RNDDIST 1.05	32.644	32.628
RNDDIST 1	32.778	32.764
ROT 90	28.413	28.414
ROTSKALE 0.5	39.046	39.027
ROTSKALE 0.25	44.64	44.639
ROTSKALE 0.75	36.636	36.622
ROTSKALE 1	35.394	35.386
ROTSKALE 2	33.356	33.343
ROTSKALE -0.5	37.883	37.86
ROTSKALE -0.25	42.125	42.088
ROTSKALE -0.75	36.111	36.099
ROTSKALE -1	35.069	35.057
ROTSKALE -2	33.118	33.116
SS 1	24.065	24.065
SS 2	24.065	24.065
SS 3	24.065	24.065

PSNR60 공격에서 상관계수(Correlation)가 각각 0.32와 0.40에서도 Bitplane 2와 3의 고유패턴을 인식 할 수 있다.

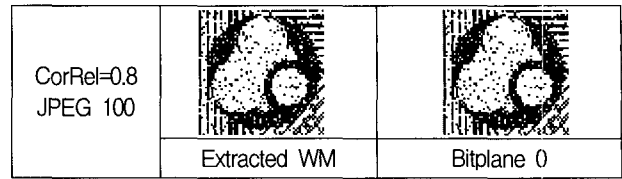


그림 11. JPEG100 공격, 상관도 0.8, 비트플랜 D0
Fig. 11. Attack(JPEG100) & Crelation 0.8 at Bitplane D0.

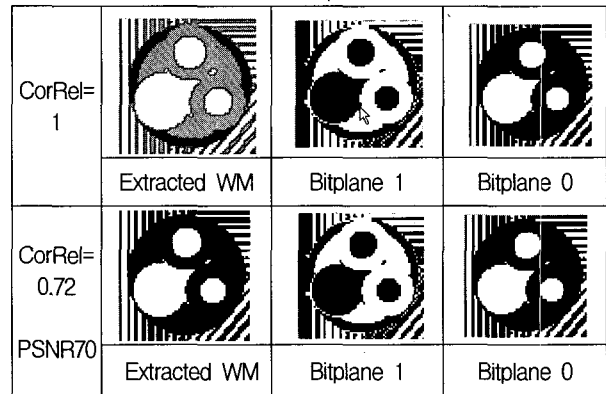


그림 12. PSNR70 공격, 상관도 0.72, 비트플랜 D0-D1
Fig. 12. Attack(PSNR70) and Crelation 0.72 at Bitplane D0-D1.

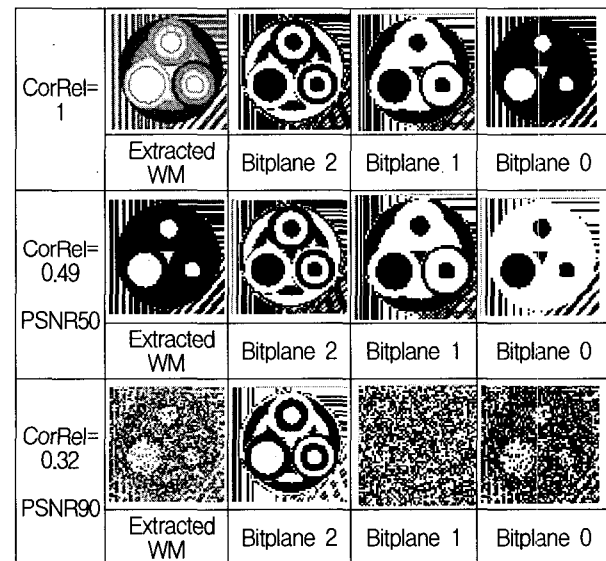


그림 13. PSNR50과 90 공격, 상관도 0.49와 0.32, 비트 플랜 D0-D2
Fig. 13. Attack(PSNR50 & 90) and Correlation 0.49 & 0.32 at Bitplane D0-D2.

제안된 워터마킹 알고리즘은 워터마크 영상을 다중 비트플랜으로 분해한 후 원 영상의 다중 하위 비트플랜의 각각 다른 위치에 그림 8과 같이 분산시켜 삽입한다. 실험을 통하여 워터마킹 된 영상의 일부가 cutting 및 cropping 되어도 각 비트플랜의 서로 다른 위치에 워터마크가 분산되어 있으므로 워터마크 영상의 일부가 손실

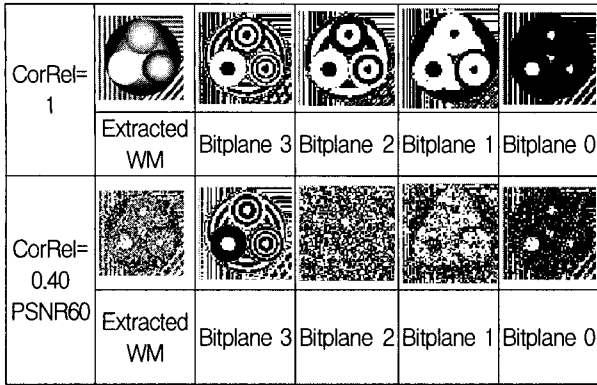


그림 14. PSNR60 공격, 상관도 0.4, 비트플랜 D0-D3
 Fig. 14. Attack(PSNR60) and Correlation 0.4 at Bitplane D0-D3.

표 5. 영상과 워터마크의 정보량에 따른 PSNR
 Table 5. The PSNR by amount of information of original image and watermark.

원 영상 정보량 (Binary)	비트플랜 수	워터마크 정보량 (Binary)	비율 (%)	PSNR (dB)
524,288	1	4,096	7.81	65.4642
	2	8,192	15.62	60.2815
	3	12,288	23.43	55.2620
	4	16,384	31.25	50.4209

될 뿐, 그림 7의 비트플랜에서 나머지 고유패턴을 추출, 인식할 수 있다.

식 (6)은 그레이스케일의 영상을 워터마크로 사용할 경우 삽입 시킬 수 있는 최대 워터마크 정보량이다.

$$N(WM) \times MBP[bit] \tag{6}$$

여기서

$N(WM)$: 워터마크 픽셀 수

MBP : 비트플랜의 수(1~8)

이다.

표 5는 영상정보량과 워터마크 정보량의 비에 따른 PSNR 값이다. 삽입되는 워터마크의 정보량이 4배정도 증가여도 PSNR은 40dB 이상이 유지된다.

본 논문에서 제안된 워터마크 알고리즘과 기존의 알고리즘을 비교하기 위해서 Xia^[12]등이 제안한 방법, Zhu^[13]등이 제안한 방법, Corvi^[14]등이 제안한 방법, Inoue^[15]등이 제안한 방법 그리고 Wang^[16]등이 제안한 방법으로 성능을 비교하였다. 그림 15는 JPEG 압축에 대한 강인성을 비교하였다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 저압축률에서는 다른 알고리즘보다 좋지 못한 성

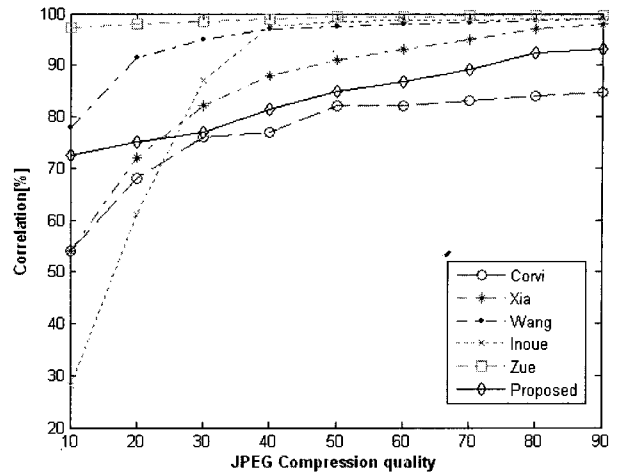


그림 15. JPEG 압축에 대한 성능 비교
 Fig. 15. The performance comparison associated with the JPEG compression.

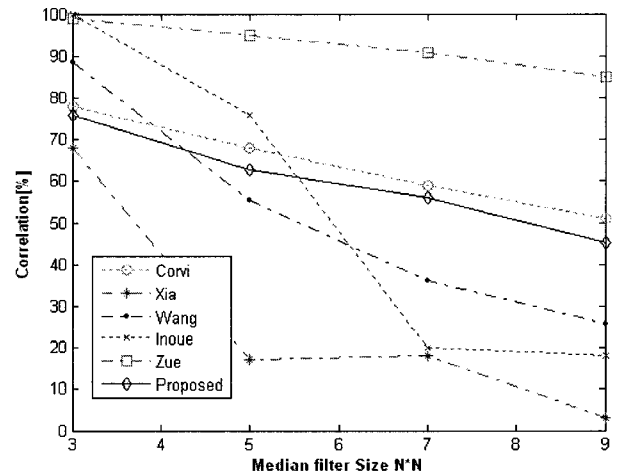


그림 16. Median filtering에 대한 성능 비교
 Fig. 16. The performance comparison associated with the median filtering.

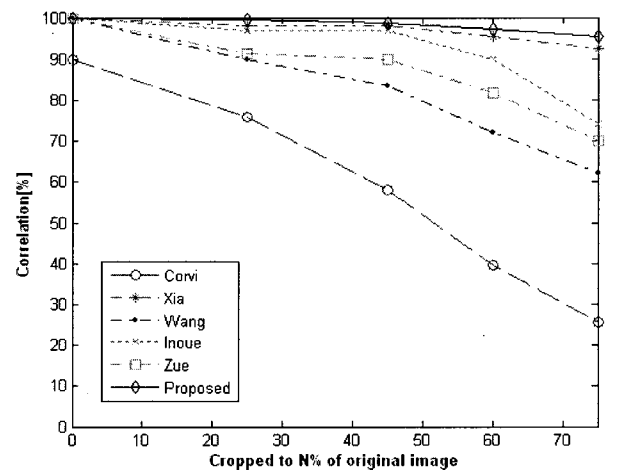


그림 17. Cropping 공격에 대한 성능비교
 Fig. 17. The performance comparison associated with the cropping attacks.

능을 가지지만 압축률이 높아져도 성능의 변화가 크지 않음을 알 수 있다.

그림 16은 Median filtering에 대한 성능 비교 그래프이다. Zhu와 Corvi 알고리즘에 비하여 좋지 못한 성능을 가지나 전체적으로 안정된 값의 상관도를 가짐을 알 수 있다.

그림 17은 Cropping 공격에 대한 강인성을 비교하였다. 워터마크를 원 영상의 비트플랜 영역에 키 값을 사용하여 분포시켜 삽입시키므로 키 값을 가지고 있어야만 워터마크를 추출할 수 있지만 다른 알고리즘에 비해 Cropping 공격에 대한 강인성이 가장 높음을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문은 컬러 정지영상의 Y영역을 비트플랜으로 분해하고 인간 시각인지에 영향이 거의 없는 하위 다중 비트플랜에 그레이 워터마크영상을 삽입하는 워터마킹 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 워터마크 영상을 비트플랜으로 분해하여 원영상의 하위 다중 비트플랜을 각각 대응하는 연산을 수행하였다.

워터마크 된 영상의 PSNR을 40dB로 평가기준을 할 때, JPEG, MEDIAN, PSNR 공격에는 높은 강인성을 갖는 반면, 공간영역에서의 NOISE, RNDDIST, ROT, SCALE, SS 공격에는 취약한 결과를 갖는다.

삽입되는 워터마크 영상의 정보가 증가하여도 측정된 PSNR은 큰 차이가 없었으며, 워터마킹 된 영상의 일부가 cutting 및 cropping 되어도 각 비트플랜의 서로 다른 위치에 워터마크가 분산되어 있으므로 워터마크 영상의 일부가 손실될 뿐, 각 비트플랜에 존재하는 나머지 고유 패턴을 추출, 인식할 수 있다. 또한 각 비트플랜에 삽입되는 워터마크 영상의 위치가 워터마킹 키로 사용되기 때문에 워터마크 된 영상의 고의적인 변조를 예방할 수 있다.

앞으로 제안된 알고리즘에서 공간영역에서의 공격에 대한 강인성을 갖는 워터마킹 방법의 연구가 진행되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] J. S. Noh, K. G. Shin, and K. H. Rhee, "Watermarking of Gray Logo & Color Image based on Human Visual System," Journal of The

Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 42-CI, No. 3, pp. 73-82, May 2005.

- [2] N. F. Johnson, Z. Duric, and S. Jajodia, "Information hiding: steganography and watermarking attacks and countermeasures," Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [3] M. D Swanson, M. Kobayashi, and A. Tewfik, "Multimedia Data Embedding and Watermarking Technologies," Proc. of IEEE, vol. 86, no. 6, pp. 1064-1097, 1998.
- [4] I. J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamon, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia," Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing, vol. 6, no. 12, pp. 1673-1687, 1997.
- [5] D. Kundur, D. Hatzinakos, "Digital Watermarking Using Multiresolution Wavelet Decomposition," Proc. of IEEE International Conference on Acoustics, Speech & Signal Processing, pp. 1647-1650, 1998.
- [6] Akira Shiozaki, "Improvement to a Method of Embedding Robust Watermarks into Digital Color Images," IEICE Trans. Fundamentals, vol. E81-A, no.5, May 1999.
- [7] K. Hashida and A. Shiozaki, "A Method of Embedding Robust Watermarks into Digital Color Images," IEICE Trans. on Fundamentals, vol. E81-A, no. 10, pp. 2133-2137, Oct. 1998.
- [8] K. Jack, Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer, HighText Publications, Inc., 1993.
- [9] W. Chou and M. A. Neifeld, "Interleaving and error correction in volumé holographic memory systems," Appl. Opt., vol. 37, no. 29, pp. 6951-6968, October 1998.
- [10] StirMark: <http://www.cl.cam.ac.uk/~fapp2/watermarking/stirmark>
- [11] PictureMarc(Digimarc) : <http://www.digimarc.com>
- [12] X. Xia, C. G. Boncelet, and G. R. Arce, "A Multiresolution Watermark for Digital Images," IEEE Int. Conf. on Image Processing, Vol 1, pp. 548-551, 1997.
- [13] M. D. Swanson, B. Zhu, and A. H. Tewfik, "Transparent robust image watermarking," in Proc. IEEE Int. Conf. on Image Processing, Lausanne, Switzerland, pp. 211-214, Sept. 1996.
- [14] Marco Corvi and Gianluca Nicchiotti. "Wavelet-based image watermarking for copyright protection," In Scandinavian Conference on Image Analysis, 1997.
- [15] H. Inoue, A. Miyazaki, A. Yamamoto, and T.

- Katsura. "A digital watermark based on the wavelet transform and its robustness on image compression," In IEEE International Conference in Image Processing, pages 391-395, Oct 1998.
- [16] Houng-Jyh Wang and C. Jay Kuo. "Wavelet based digital image watermarking." In Optics Express Focus Issue: Digital Watermarking, volume 3, December 1998.
- [17] Mobasser B. G. "Ordered bitplane watermarking of digital video by direct sequence spread spectrum," Multi-Media Database Management Systems, Proceedings, International Workshop, pp. 66-71, Aug. 1998.
- [18] Qing Ming Ge, Zhe Ming Lu and Xia Mu Niu, "Oblivious video watermarking scheme with adaptive embedding mechanism," Machine Learning and Cybernetics, International Conf. on Vol. 5, pp. 2876-2881, Nov. 2003.

 저 자 소 개



이 강 현(평생회원)

1979년, 1981년 조선대학교 전자공학과 공학사 및 석사

1991년 아주대학교 대학원 공학박사

1977년~현재 조선대학교 교수

1991년, 1994년 미 스탠포드대 CRC 협동연구원.

1996년 호주 시드니대 SEDAL 객원교수

2000년~현재 한국 멀티미디어기술사협회 이사

2002년 영국 런던대 객원 교수

2002년 대한전자공학회 멀티미디어연구회전문 위원장

2003년 한국 인터넷 방송/TV 학회 부회장

2003년~현재 대한전자공학회 상임이사

2005년~현재 조선대학교 RIS 사업단장

<주관심분야: 멀티미디어 시스템설계, Ubiquitous convergence>