

DWT와 데이터 매트릭스를 이용한 워터마크 삽입을 위한 시스템 구현

박 종 삼, 남 부 희

강원대학교 IT학부대학 전자통신공학과

jspark@ics.kangwon.ac.kr, boonam@kangwon.ac.kr

The Implementation of Watermark Insertion System Using DWT and Data Matrix

Jong Sam Park, Boo Hee Nam

Department of Electronic and Communication Engineering, Kangwon National University

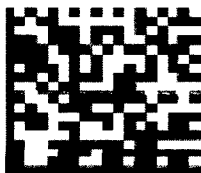
Abstract - 본 워터마크를 삽입 할 수 있는 임베디드 시스템을 구현 하였다. 워터마크 삽입을 위해 DWT와 Data Matrix가 사용되었다. DWT(Discrete Wavelet Transform)는 주파수 공간에서 워터마크를 삽입하기 위해 사용되었고, Data Matrix는 워터마크로 사용되었다. 데이터 매트릭스는 미국의 Data Matrix사가 만든 이차원 바코드로 오류검출 및 복원 알고리즘을 가지고 있어 작은 에러는 복원이 가능 하다. 시스템으로는 PDA를 사용하였고, 툴로는 EVC를 사용하였다. 삽입 알고리즘은 다음과 같다. DWT를 한 경우 4개의 서브밴드로 나누어지며, 그 중 cV(horizontal detail)와 cH(vertical detail)를 선택하여 4*4블록 단위로 나눈다. 나누어진 블록과 대응하는 워터마크의 픽셀 값에 의해 계수에 일정 값(가중치)을 더하거나 빼주어 워터마크를 삽입한다. 추출 알고리즘은 역으로 이루어진다. 성능평가는 PDA에서 워터마크 삽입 알고리즘을 통하여 워터마크를 삽입, 추출된 영상을 가지고 Matlab을 이용하여 평가하였다.

1. 서 론

오늘날 통신기술의 발달로 디지털 콘텐츠에 대한 저작권 보호 문제가 크게 부각되고 있다. 각종 미니홈피나 블로그등은 이러한 문제가 더욱 심각하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 워터마킹(Watermarking) 기법의 연구가 활발히 진행되고 있다. 디지털 워터마킹이란 콘텐츠에 워터마크 (Watermark) 라고 하는 자신만의 정보를 삽입시킴으로 불법 복제를 막고, 지적재산권 및 저작권을 보호하며, 소유권을 주장할 수 있는 근거를 제시할 수 있도록 하는 기술을 말한다.[1] 워터마킹의 방법으로는 공간영역(Spatial domain)에서의 방법과 주파수영역(Frequency domain)에서의 방법으로 나눌 수 있다. 공간영역의 방법은 영상처리나 잡음 등의 공격에 약하다는 단점이 가지고 있다. 주파수 영역의 방법은 계수들의 변화나 교환을 통해서 이루어진다.[2] 대표적인 방법으로는 DFT(Discrete Fourier Transform), DWT(Discrete Wavelet Transform), DCT(Discrete Cosine Transform)등이 있다. 주파수 영역의 방법은 공간영역의 방법보다 공격에 강하다는 장점이 있다. 그리고 워터마크의 추출 시 원본영상의 필요유무에 따라 블라인드 워터마킹(Blind Watermarking)과 널블라인드 워터마킹(Non-Blind Watermarking)으로 나뉘어진다. 전자는 워터마크 추출 시 원본영상이 필요 없는 경우를 말하고, 후자는 워터마크 추출 시 반드시 원본 영상이 필요한 경우를 말한다. 본 논문은 데이터 매트릭스라는 2차원 바코드를 DWT의 서브밴드간의 계수 변환을 통해 원본 영상이 필요 없는 블라인드 워터마킹 방식을 사용 하였다.

2. 데이터 매트릭스

본 논문에서 사용한 데이터 매트릭스는 2차원 바코드로서 미국의 International Data Matrix사가 개발 하였으며 ISO/IBC 16022, ABSI/AIM BC11에 명시된 국제표준이다. 고밀도의 데이터 저장 능력과 오류수정 기능이 포함되어 있다. 오류검출 및 복원 알고리즘은 Convolutional 방법을 사용하는 ECC00-140과 Reed-Solomon방법을 사용하는 ECC200이 있다. [3][6] 그림 1은 데이터 매트릭스 형태를 보여준다. 데이터 매트릭스는 규칙적인 배열로 설계된 정사각형 모듈을 포함하는 데이터 영역으로 구성된다. 왼쪽과 아래쪽으로 분포하고 있는 L자 모양의 검은 테두리는 실제 크기, 방향, 심벌 뒤틀림을 결정 하는데 사용된다. 우측과 위쪽으로는 검은색과 흰색이 교대로 나타나도록 구성되어 있는데, 심벌의 셀 구조를 정의 하는데 사용되고, 바코드의 실제 사이즈와 왜곡을 결정하는데 도움을 준다.

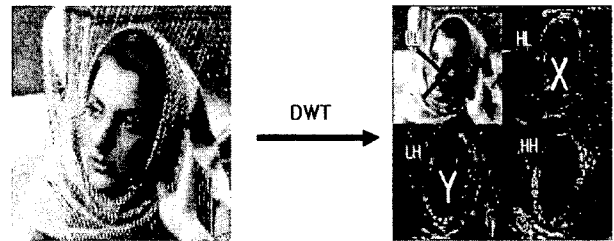


<그림 1> Data Matrix

ASCII 128개 문자를 모두 표시 할 수 있으며 최대 2,300여개의 문자 및 숫자 저장용량을 가진다. 전 방향 판독이 가능하며, 바코드의 30%가 손상 되어도 복원이 가능하다.[3][6]

3. 제안 방법

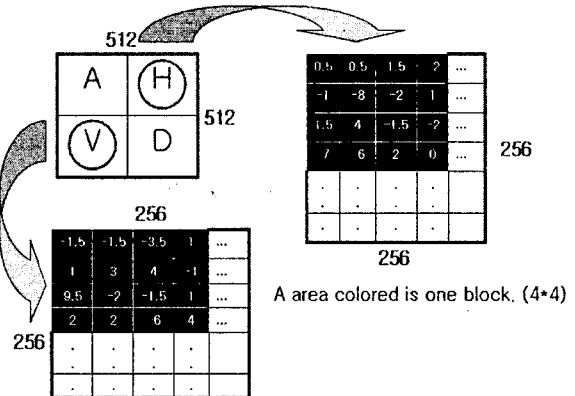
본 논문에서는 제안하는 알고리즘은 다음과 같다. 아래의 그림과 같이 영상을 DWT한다. 4개의 서브 밴드 중 두 서브밴드(HL,LH)를 선택한다. 그림과 같이 2개의 밴드를 선택한 이유는 middle frequency를 선택하기 위함이다. 선택된 서브밴드를 4*4블록으로 나눈다. 워터마크 삽입 방법은 HL밴드의 16개의 계수와 LH밴드의 16개의 계수를 모두 더 한다. 워터마크의 값이 255인 경우에는 계수들의 총합이 0보다 크게 만들어 준다. 전체 계수에 일정한 크기의 값을 더한다. 반대로 워터마크가 0일 경우에는 전체 계수의 합이 0보다 작게 만들어 준다. 같은 방법으로 전체 계수에 일정한 크기의 값을 빼준다. 4*4블록으로 나누었을 때, 두 서브밴드의 계수들의 합이 50 ~ -50에 전체의 70%정도를 차지하게 된다. 위에서 일정한 값을 더해 준다고 했는데, 확률적으로 일정한 값을 더해 주는 것이 아니라 계수합의 크기에 따라 가변적으로 더해지게 되면 성능을 더욱 높일 수 있다.



<그림 2> DWT(Discrete Wavelet Transform)

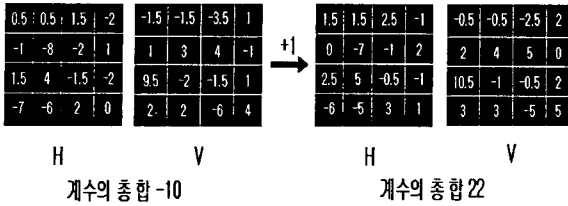
4. 워터마크 삽입

아래의 그림은 워터마크 삽입의 예를 보여준다. 워터마크의 첫 번째 픽셀 값이 255라고 가정을 한다. 그러면 이에 대응되는 경우 32개의 계수의 합이 0보다 커야 한다.



<그림 3> Example Sample

그런데 위의 경우에는 0보다 작은 -10이므로 각각의 계수에 특정한 값을 더 해 주어 0보다 큰 값을 만들어야 한다. 아래 그림은 H와 V의 변형하기 전 계수 값을 나타내고 오른쪽 그림은 각각의 계수에 1을 더한 값을 나타낸다.



〈그림 4〉 Exchanging Coefficient

아래는 식은 삽입 알고리즘을 식으로 나타낸 것이다.

```

if Watermark == 255
    cHsum+cVsum < -100 cH+a; cV+a 가중치 a=8;
    cHsum+cVsum < -50 cH+a; cV+a 가중치 a=7;
    cHsum+cVsum > 50 cH+a; cV+a 가중치 a=0;
else if Watermark == 0
    cHsum+cVsum > 100 cH+a; cV+a 가중치 a=8;
    cHsum+cVsum > 50 cH+a; cV+a 가중치 a=7;
    cHsum+cVsum > -50 cH+a; cV+a 가중치 a=0;
    
```

cHsum : 한 블록(4*4) cH의 합
cVsum : 한 블록(4*4) cV의 합

5. 워터마크 추출

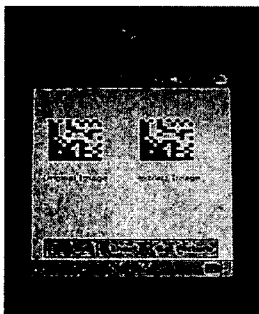
추출 알고리즘은 삽입 알고리즘과 반대로 DWT를 한 후 HL, LH밴드를 선택한다. 각각의 블록은 4*4블록으로 나누고 대응되는 블록의 계수의 합이 0보다 크면 대응되는 워터마크의 값은 255값을 갖게 되고 그렇지 않으면 0값을 갖게 된다. 아래의 식은 추출알고리즘을 식으로 나타낸다.

```

if cHsum+cVsum > 0
    Watermark = 255;
else
    Watermark = 0;
    
```

6. 시스템

시스템은 HP사의 hx4700 series를 사용했다. Tool은 EVC 4.0과 PocketPC 2003을 사용하였다. 아래의 그림은 구현한 시스템이다. 아래의 세 개의 버튼을 통해 워터마크를 삽입할 화면을 불러들이고(Get Picture), 워터마크를 삽입하고(Insert) 추출하는 기능(Extract)을 할 수 있다.



〈그림 4〉 구현 시스템

7. 성능평가 및 결론

본 논문에서 barbara 영상(Original Image)와 Data Matrix(watermark)를 사용하였고, haar 필터를 사용 하였다. 워터마크의 삽입 후 원영상의 손상 정도를 측정하기 위해 PSNR를 사용 하였다.

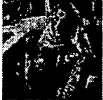






$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MN \max f(x, y)^2}{\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [f^{\sim}(x, y) - f(x, y)]^2} \quad (3)$$

또한, 유사성을 측정하기 위해 NC(Normalized Correlation)을 사용하였다.

$$NC = \frac{\sum_i \sum_j u(i, j) w^{\sim}(i, j)}{\sqrt{\sum_i \sum_j u(i, j)^2}} \quad (4)$$

성능 평가는 Matlab을 통해서 이루어 졌다.

〈표 1〉 실험결과

Test Image	PSNR(dB)	Watermark	Attack	NC
	39.21		No Attack	1
			밝기변화 (60%)	0.99
			명암변화 (60%)	0.98
			확장 25%절단	0.96
			JPEG (Quality 80)	0.99
			JPEG (Quality 60)	0.98

현재 본 시스템은 워터마크 삽입과 추출 기능만이 가능하다. 앞으로 JPEG 압축 기능을 추가하고, 카메라를 이용하여 이미지를 획득 시 워터마크의 자동 삽입이 가능하게 구현한다. 또한 추출된 워터마크 디코딩 기능을 구현할 것이다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] I. Cox, J. Kilian, T. Leighton, and T. Shamon, "Secure spread spectrum watermarking for images, audio and video", in Proc. Int. Conf. Image Processing, Vol. 3, pp. 243-246, Sept. 1996.
- [2] 주낙근, 이재현, 김동서, "웨이블릿 계수 교환을 이용한 워터마크 기법", 2003. 10.
- [3] 전성구, 김명동, 김일환, "데이터 매트릭스와 암호 키를 이용한 하이브리드 워터마크 기법", 대한전기학회, 2006
- [4] N. Nikolaidis and I. Pitas, "Copyright protection of images using robust digital signatures", in Proc. Int. Conf. Acoustics Speech and Signal Processing, Vol. 4, pp. 2168-2171, May 1996.
- [5] 배기혁, 정성환, "시각적 특성을 이용한 효과적인 블라인드 워터마크", Telecommunication Review, 제 12권 5호, pp.679~687, 2001.
- [6] ISO/IEC 2000, International symbology specification-Data Matrix, 2000.
- [7] Tomokazu Onuki, Takeharu Adachi, Madoka Hasegawa, and Shigeo Kato, "A study on a digital watermarking method for still images", International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, pp. 19-22, July 2000.
- [8] Gonzalez, Woods, Eddins(저), 유현준, 김태우(공역) "MATLAB을 이용한 디지털 영상처리", 2004. 8. 20.
- [9] Douglas Boling(저), 노영선(역), PROGRAMMING MICROSOFT WINDOWS CE 2nd Edition