

# 오토스테레오그램을 이용한 워터마킹에서 $\alpha$ 스켈링 파라미터 최적화

## $\alpha$ Scaling Parameter Optimization On Watermarking Using Autostereogram

허 덕 규\*                      이 인 정\*\*                      김 성 옥\*\*\*  
Dug-Kyu Huh                      In-Jung Lee                      Sung-Ok Kim

### 요 약

최근의 화상 정보와 디지털 화상정보의 사용량은 무한히 커지고 있다. 하지만 이러한 화상정보는 인터넷과 CD-ROM 등을 통해 수없이 많은 무단 복사와 저작권 피해 사례가 많이 발생되고 있다. 또한 워터마킹 방법에 의한 원본 데이터의 왜곡과 워터마크 데이터의 사용으로 인한 원본 데이터의 방대성 등의 문제점을 해결하고 검증에 의한 방법들이 여러 가지로 제안되고 있다. 그중 일반적으로 화상정보의 저작권 소유권에 대해서는 워터마킹 방법이 일반적으로 많이 사용되고 있다. 이런 워터마킹 방법은 화상정보의 검증 절차의 복잡성과 계산 량의 증가가 발생하는 경우가 많다. 본 논문에서는 이런 문제점을 해결할 수 있도록 정지 화상정보에 오토스테레오그램(Autostereogram)을 합성하면서 워터마킹 정보의 삽입과 추출에 있어서 발생하는 원 데이터의 변형, 왜곡을 방지하기 위해 삽입되는 정보의 양을 결정하는 scaling 파라미터를 부분적으로 최적화, 워터마크 정보 추출의 최대화, 복원 시 워터마크 정보를 극대화하는 방법에 대해 알아보았다.

### Abstract

In recent year, the use of digital picture information and general picture information has been increased. However, numerous copyright infringement and pirate copy of picture information through Internet and CD-ROM happen very often. As a result, several methods of watermarking have been presented to solve and verify distortion of the original data. In addition, watermark data have been suggested to resolve the vastness of the original data. Watermarking methods are often used to protect the right of ownership of a copyright. However, these Watermarking methods have brought the obscurity of recognition caused by the complexity of verification procedure and the increase of magnitude computation occurrence. This paper mainly mentions about the local optimization of scaling parameter, the maximization of hiding of Watermark information and maximization of watermark information in case of restoration that determine the amount of inserted information which is used for preventing distortion and transformation of the original data caused by insertion and hiding of Watermark information on compounding Autostereogram into JPEG picture information

## 1. 서 론

멀티미디어 저작권을 보호하고 보호받기 위한 여러 가지의 방법과 방안이 현재 상당한 요구를

을 하고 있다. 이러한 기술로 워터마킹을 이용하여 멀티미디어 영상, 문자정보 및 오디오와 같은 데이터에 원래의 소유주만이 알 수 있는 신호나 암호를 부여하는 기술이 날로 급증하는 추세이다. 그러나 이러한 신호나 암호를 해독하여 데이터 소유를 주장하고 검증하는데는 여러 가지의 절차나 계산이 요구되고 또한 원본 데이터로부터 워터마크 데이터를 추출하는데 발생하는 원본 데이터의 왜곡, 삽입시의 데이터 량에 관한 문제점 등이 있다.

\* 정회원 : 한남대학교 컴퓨터공학과  
dkher@office.hoseo.ac.kr

\*\* 호서대학교 컴퓨터공학과 조교수  
leejj@office.hoseo.ac.kr

\*\*\* 한남대학교 컴퓨터공학과 교수  
sokim@eve.hannam.ac.kr

최근의 인터넷 사용의 급증과 컴퓨터망의 확산, 다양한 형태의 디지털 콘텐츠의 개발 확산으로 인해 디지털 데이터의 대량, 다중 유통 확산으로 인하여 문제시되는 부분이 무단 복제와 무단 편집이 큰 문제로 제기되고 있다. 이런 디지털 멀티미디어 데이터의 특성상 계속적인 복사나 유통에도 성능이 저하되지 않고 오히려 복제된 멀티미디어 데이터가 저가와 불법으로 유통되어 원 저작자의 노력이나 소유권을 보호받지 못하여 사회적인 문제까지 발생하고 있는 실정이다[1,2,4].

계속적인 IP 사업의 발전과 급속히 발전하는 디지털 콘텐츠는 합리적이고 합법적인 절차에 의하여 보호받아야만 된다. 특히 고부가가치를 창출하는 고급 IP, IT 산업의 활성화를 위해 국가적인 보호나 기술적 인프라가 구축되어야 한다. 이런 기술적 인프라가 구축되는 방법으로 현재 많이 사용하는 워터마킹 기법이 있다. 그러나 현재 사용하는 워터마킹 기법은 오디오 데이터에는 사람이 가청되지 않는 데이터를 사용하고 영상이나 화상에는 육안으로 인식되지 않는 방법을 사용하고 있다. 또한 이런 것에 문제점으로는 데이터 양의 증가로 성능저하나, 계산이나 기계의존 절차를 통해야만 판별이 이루어지고, 원본 데이터의 손실, 워터마크 정보의 변형 등의 단점을 갖고 있다[1]. 즉각적인 판별을 위해 스테레오그램이라는 방법을 이용하여 어떤 영상데이터에 혼합 삽입하여 최소의 원본 데이터 왜곡과 빠르고 즉흥적 판별 효과를 얻을 수 있다.

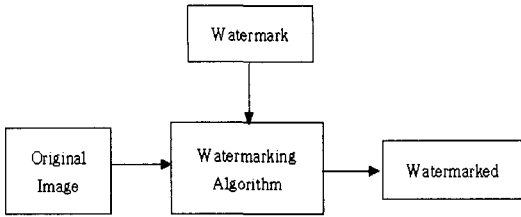
따라서 본 논문에서는 워터마크 삽입 시 워터마크의 데이터 양을 조절할 수 있도록 하는 scaling 파라미터를 부분적으로 최적화 하는 알고리즘을 개발하는데 목표가 있다. 즉, 워터마크의 삽입과 추출의 경우 원 영상이나 오디오의 손상을 최소화하면서 워터마크 데이터의 은닉을 최대화 할 수 있도록 scaling 파라미터의 부분적 최적화를 위한 알고리즘을 제안하여 스테레오그램을 사용하여 원 데이터의 변형 및 왜곡에 의하여 삽입된

워터마크의 손실이 있을 경우 원래의 워터마크의 정보를 복원하고 판별하는 알고리즘을 제안하려고 한다.

이러한 부분적으로 최적화 된 scaling 파라미터와 워터마크의 복원을 최대화하기 위하여서 원 데이터와 워터마크 데이터의 특징을 분석하고 손상한계에 대한 통계량을 산출하여 이 산출된 손상한계를 이용하여 최적의 scaling 파라미터를 유도하는 알고리즘을 제안하고자 한다. 또한 워터마크 데이터 추출 시 워터마크 정보화 추출을 최대화하기 위해서는 왜곡한계의 범위 안에서 부분적인 최적의 양자화 방법을 제안하려고 한다.

워터마크를 삽입하는 데 있어서 다음과 같은 것들이 있다. 첫째, 많은 양의 데이터를 워터마크로 삽입하게 되면 원 이미지가 깨어지는 현상이 생기고, 이와 반대로 적은 양의 데이터를 워터마크로 삽입하면 워터마크 추출에 문제점이 있다. 둘째, 각종 이미지 및 오디오의 디지털 조작(JPEG 압축, MP3 압축 등)에 의하여 삽입된 워터마크가 손상되면 워터마크를 추출하여 저작권을 주장하는데 문제점이 있기 때문에 이를 원본에 가깝게 복원하는 기술이 절대적으로 필요하다.

전자암호(Digital watermarking) 기술은 영상 및 음악 등 디지털 콘텐츠에 일정 형태의 정보를 제 3자가 알 수 없도록 숨겨놓는 기술이다. 이 기술은 저작권 보호 차원에서 개발이 진행된 것으로 콘텐츠에 저작권자에 관한 ID정보 등을 삽입해 두면 부정(불법)으로 사용할 경우 저작권 침해를 주장할 수 있는 강력한 수단이 되기 때문이다. 기본적인 워터마킹의 개념은 그림 1 처럼 워터마크 신호를 워터마킹 할 데이터에 조심스럽고 알 수 없게 혼합 삽입을 하고 혼합된 신호는 부분적으로나 전체적으로도 제거할 수 있어야 한다. 또한 워터마킹의 알고리즘은 대개 수동적으로 정한 일정량의 정보를 원래의 데이터에 무 감지하고 강인성 등의 특성을 만족할 수 있게 자동적으로 삽입되어 산출해야 한다. 워터마크 기술은 크게 가



(그림 1) 워터마킹 기본 알고리즘의 diagram

시적 워터마킹(visible water-marking)기술, 공간 영역(spatial domain)에서의 워터마크 삽입 기술과 주파수 영역(frequency domain)에서의 워터마크 삽입 기술로 나눌 수가 있다[2,5,9].

가시적으로 워터마크가 된 데이터에는 기본적으로 워터마크 보안을 위해서, 또한 원래의 데이터를 복원하기 위해서 하나 이상의 보안키가 반드시 존재해야 한다[9,10]. 이런 방법들은 단순히 복사를 방지하기 위한 방법이다. 단점은 보안키의 유실과 원본 영상과 워터마크된 영상과의 차이가 커서 영상의 질(Quality)이 떨어져 직접적으로 해상도의 보장이 어렵다.

다음은 여러 가지 일반적인 워터마킹 방법들이다.

- 1) 워터마크 신호와 공용 키 값을 이용한 방법으로 원래의 데이터에 의존하는 방법이다.

$$W = f_1(I,K)$$

W : 원래의 신호에 가해지는 워터마킹 신호

I : 워터마크 정보

K : Public Key

- 2) 자동적으로 원래의 데이터에 워터마크 신호를 끼워 넣는 방법

$$W = f_1(I,K,X)$$

$$Y = f_1(X,W)$$

X : Host data

Y : Watermarked Data

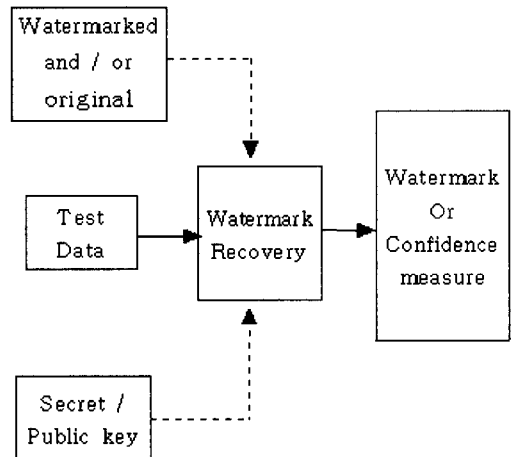
### 3) 워터마크된 데이터의 추출 방법

$$\sim I = g(X,Y,K)$$

$$\sim I = g(Y,K)$$

$\sim I$  : 워터마크 정보 추출/복원

이 방법들과 함께 공간 워터마킹(spatial watermarking)의 경우는 이미지의 픽셀 값을 조정하여 명암 값에 규칙에 따라 조정하는 방법이다. 이러한 공간 워터마크 방법 중 Patchwork방법[1,11]이 있다. 이 방법은 이미지에서 n 개의 쌍을 임의로 선택한 (ai, bi)에서 ai는 명암 값을 하나씩 더해주고, bi는 명암 값을 하나씩 빼줌으로써 공간 워터마크를 했지만 인간의 육안으로 관찰할 때 역시 이미지 질이 떨어지는 경향과 각종 영상 처리에 의해 워터마크 정보가 쉽게 제거와 변조가 가능하고 워터마크 정보의 양이 작아서 각종 공격들에 대해서 약하다는 단점들을 갖고 있다. Caronni는 이미지를 N의 블록으로 나누어 각 이미지 블록의 밝기의 값에 비트 스트림을 삽입하는 방법으로 블록에 있는 픽셀의 평균값이 임계값 보다 크면 '1'로, 작으면 '0'으로 encoding 하는 방법을 사용하였다[6].



(그림 2) 일반적인 워터마킹 생성/복원 단계

주파수 영역(frequency domain)에서의 워터마크 삽입 기술 방법은 주파수 영역에서의 마킹 기술이 제 3자로 하여금 영상의 왜곡이나 변형에 보다 강력하기 때문에 이 방법을 주로 사용한다. 이 방법은 워터마크를 삽입하는 데 있어서 많은 양의 데이터로 워터마크를 삽입하면 원 이미지의 왜곡이 일어나는 문제점이 있고, 적은 양의 데이터로 워터마크를 삽입을 하면 워터마크 추출에 문제점이 있다.

워터마킹을 삽입하는 데 있어서 여러 방법이 제안되고 있으나 그 중에서 가장 널리 사용되고 있는 Cox의 방법은 다음과 같은 방법으로 워터마크를 삽입하였다[2]. 식 (1)에서  $x_i$ 는 주어진 통계적 인 워터마크 순열 값을 나타내며, 본 논문에서는 오토스테레오그램을 사용하였다.  $V$ 는 워터마크가 삽입된 것이다. 식 (1)에서 (1-1)에서의  $v_i$ 는 워터마크 하기에 적합한 값으로 그리 많지 않은 양이 존재한다.  $\alpha$ 는 워터마크의 농도이고,  $v_i'$ 는 구분이 가능한 워터마크된 데이터를 의미한다. 또한 (1-2)와 (1-3)에서의  $v_i'$ 는 원 영상 값과 유사한 양수의  $v_i$ 를 구한 것이다. 식 (1-1)에서  $v_i$ 는 원본 값을 로그(log) 급수로 사용한다.

$$v_i' = v_i + \alpha x_i \quad (1-1)$$

$$v_i' = v_i(1 + \alpha x_i) \quad (1-2)$$

$$v_i' = v_i(e^{\alpha x_i}) \quad (1-3)$$

여기서,  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  : 원 이미지를 DCT 또는 FFT로 변형한 값,

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  : watermarking sequence,

$V' = \{v_1', v_2', \dots, v_n'\}$  : adjusted sequence,

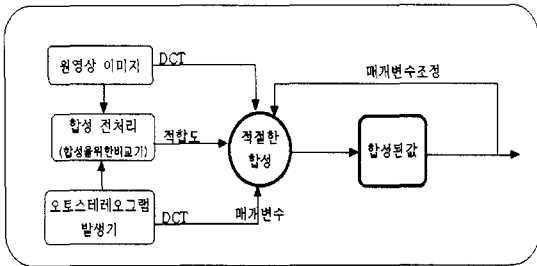
$\alpha$  : 스케일링 파라미터

위의 식 (1)에서 스케일링 파라미터  $\alpha$ 의 값을

결정하는 데 있어서 원본 데이터(이미지, 오디오)의 품질을 유지하면서 워터마크 데이터의 은닉을 최대화해야하며 압축된 영상일 경우 워터마크 데이터 추출 시 워터마크 정보 추출의 최대화를 기대할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 식 (1)의 첫 번째 식을 사용하여 실험하였고 워터마킹 절차(sequence)로는 오토스테레오그램 영상을 DCT 변환한 값을 사용하였다.

## 2. 스케일링 파라미터

스케일링 파라미터는 식 (1)의  $\alpha$ 와 같은 값으로 워터마크 삽입 시 워터마크의 데이터 양을 조절할 수 있는 파라미터로써 원 영상의 왜곡 현상을 최소화하면서 워터마크 데이터의 은닉을 최대화할 수 있도록 하는 것이다. 이 파라미터는 또한 원본 데이터의 변형 및 왜곡에 의하여 삽입된 워터마크의 손실이 있을 경우 원래의 워터마크의 정보를 복원하는데 필요한 매개변수이다. 그리고 여기서 사용하려고 하는 워터마크 데이터는 오토스테레오그램 영상이다. 오토스테레오그램은 우리가 어떤 목표 사물을 볼 때 발생하는 두 눈의 시각적 오차 값을 이용하여 평면의 사물이 마치 입체에 형상이 이루어지는 것처럼 인간의 착시 현상을 말하는 것이다. 이러한 원리는 그림에서 보는 바와 같이 두 개의 눈은 적당한 거리(약2.5inch)에 위치하고 두 눈의 시각 선은 고정된 사물을 서로 다른 방향에서 관측되게 된다. 즉 두 개의 서로 다른 눈은 고정된 목적물을 하나의 물체로 마치 목적물 위의 유리 위에 보이는 것처럼 보이게 되는 현상을 말한다. 자동 스테레오그램은 평면에 사물을 표현할 때 사물을 구성하는 점들에 이웃하는 유사한 점들을 추가하여 목적물을 일반적 시각으로 관찰하였을 때는 알 수 없고 두 눈의 초점을 하나의 교차점에 일치 시켜 입체적 반응을 기대하는 기법으로 자동 스테레오그램 생성 프로그램을 이용하였다[8].



(그림 3) 오토스테레오그램을 사용한 워터마킹 과정

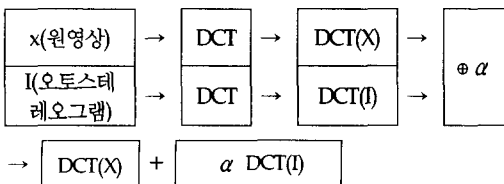
원래의 화상 데이터에 오토스테레오그램을 합성하여 적절한 파라미터를 사용하여 암호화 한 다음 워터마크를 삽입하고 추출할 때 워터마킹 데이터의 양을 조절하여 원본 데이터를 보호하고 기하학적 추출을 할 수 없게 하는 방법을 제안하였다.

원래의 화상 데이터를 DCT(Discrete Cosine Transform) 하여[3] 원하는 위치 등에 워터마킹할 데이터와 스테레오그램을 조합하여 중간단계의 화상 정보를 만들고 IDCT 과정[3]을 거쳐 새로운 화상 정보를 산출하는 방법이다. 이 방법을 요약하면 그림 3과 같다. 이런 방법으로 워터마킹 데이터를 삽입시키는 과정에서 다음과 같은 최적화 방법을 이용하여 오토스테레오그램을 삽입시킨다.

### 3. 최적화 방법 제안

오토스테레오그램을 사용할 경우의 스케일링 파라미터  $\alpha$  값을 최적화하기 위해 다음과 같은 워터마크 삽입과정을 생각해 보자. 여기서 왜곡을 최소로 줄이면서 추출정보를 최대로 하는 것이 목표이다.

삽입과정:



DETECT:

$$Y-X = \alpha DCT^{-1}(DCT(I))$$

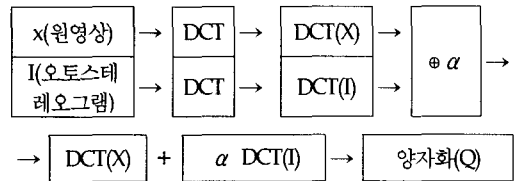
$$0 < \alpha DCT^{-1}(DCT(T)) \leq \text{왜곡한계}$$

(통계량에 의하여 결정)

$$\alpha \leq \text{왜곡한계} / |DCT(DCT(I))|$$

optimize한  $\alpha = \text{왜곡한계} / |DCT^{-1}(DCT(I))|$

양자화 할 경우는 다음과 같이 이론적인 계산이 가능하나 실제로는 양자화 시 자료의 복원력이 떨어져서 적절한 판단이 어려운 상황이다.



$$\rightarrow DCT(X) + \alpha DCT(I) \rightarrow \text{양자화}(Q)$$

$$\rightarrow Q(DCT(X) + \alpha DCT(I))$$

$$\rightarrow \text{허프만코드화}(H)$$

$$\rightarrow H(Q(DCT(X) + \alpha DCT(I)))$$

$$\rightarrow \text{코드화 된 영상}$$

$$\text{복원} \rightarrow \text{역허프만} H^{-1}$$

$$\rightarrow H^{-1}(H(Q(DCT(X) + \alpha DCT(I))))$$

$$\rightarrow Q^{-1}(\text{역양자화}) \rightarrow$$

$$Q^{-1}(Q(DCT(X) + \alpha DCT(I)))$$

$$= Q^{-1}(Q(DCT(X)) + Q(\alpha DCT(I)))$$

$$= Q^{-1}(Q(DCT(X))) + Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I)))$$

$$= DCT(X) + Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I)))$$

$$= DCT^{-1}(DCT(X)) +$$

$$DCT^{-1}(Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I))))$$

$$= X + DCT^{-1}(Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I)))) = Y$$

$$Y - X = DCT^{-1}(Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I))))$$

$$|DCT^{-1}(Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I))))|$$

$$\leq \text{왜곡한계} \text{-----} \textcircled{1}$$

양자화 방법에 따라

$Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I)))$  항의  $\alpha$  값 변화요인이 선형적이지 못하므로

$$Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I))) \geq \alpha' Q^{-1}Q(DCT(I))$$

$\alpha'$  를 찾고 이 식을 ①식에 대입하여

$$\alpha' |DCT^{-1}(Q^{-1}(Q(DCT(I))))| \leq \text{왜곡한계}$$

$\alpha' \approx \alpha$  라 보면

최적  $\alpha = \text{왜곡한계} /$

$$|DCT^{-1}(Q^{-1}(Q(DCT(I))))|$$

원 워터마크 정보의 복원 시

1) 양자화를 할 경우

위 식 중  $Q^{-1}(Q(\alpha DCT(I)))$  값이  $\alpha DCT(I)$  값으로 살아 있도록,

즉  $Q^{-1}Q(\alpha DCT(I)) \approx \alpha DCT(I)$  가 되도록 양자화 방법 개발 후 ①을 적용

2) 양자화를 하지 않을 경우

$\alpha DCT^{-1}(DCT(I))$  에서  $|DCT^{-1}(DCT(I))|$  을 극대화하면 되지만 실제로는 왜곡 한계 값이 원영상의 다양함을 모두 반영할 수 있는 임의적인 값으로 결정되어지지 않는다.

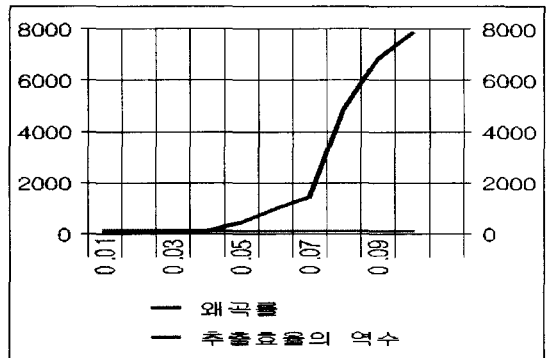
일반적인 워터마크 데이터는 슈도랜덤 코드, 카오스틱 데이터, 가우시안 슈도 노이즈를 사용하는 것이 일반적이다[12]. 이러한 것은 원본 데이터와 서로 상관성이 없는 시그널들의 큰 묶음과 충분한 안전성(비 예견성, 비 역전성)을 제공한다. 그래서 본 논문에서도 오토스테레오그램을 사용한 경우만으로 한정하여 왜곡한계를 정하고 거기서 최적의 파라미터 값을 계산하여 보았다.

## 6. 실험결과 및 결론

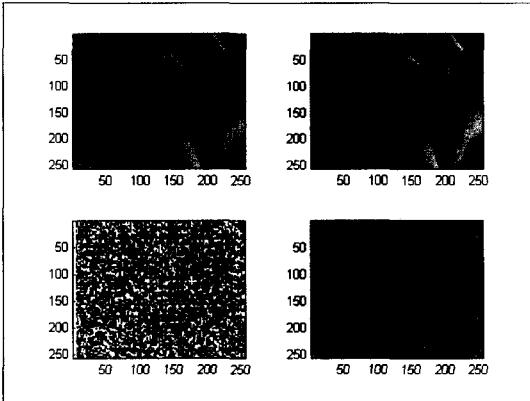
최적화를 위한 스켈링 파라미터  $\alpha$  를 찾기 위해  $\alpha = \text{왜곡한계} / |DCT(DCT(I))|$  를 사용하여 계산

하였는데  $DCT^{-1}(DCT(I))$  값은 거의  $I$  에 가까우므로 실제  $\alpha$  값에 영향을 주는 값은 왜곡 한계임을 알 수 있다.  $I$  는 오토스테레오그램을 워터마킹 데이터로 활용하여 합성한 값이므로 그레이 값이 0과 255로 분할되어 이미지 전체영역에 고루 분포하므로  $DCT^{-1}(DCT(I))$  의 값이 매우 크다고 볼 수 있다. 그래서 왜곡한계는 일반적인 이미지들의 평균치를 잡아서 120 정도의 그레이로 계산했는데 실제 실험결과는  $\alpha = 0.04$  정도이며 0.04보다 작으면 왜곡이 거의 없으며 0.04보다 크면 왜곡이 점점 드러나 0.1 이상이면 심하게 왜곡되는 현상을 보였다. 왜곡도는 원 영상과 워터마크 된 영상 차를 그레이의 최대 값으로 나눈 값으로 하였고 추출효율은 워터마크하기 위한 오토스테레오그램과 추출된 영상과의 차를 계산하여 가장 큰 차의 값으로 나눈 다음 역수를 취하고 100을 기준 값으로 정리하여 그림 4에 보였다. 매개변수가 0.01에서 0.1까지의 실험결과는 그림 5 이하에서 볼 수 있다.

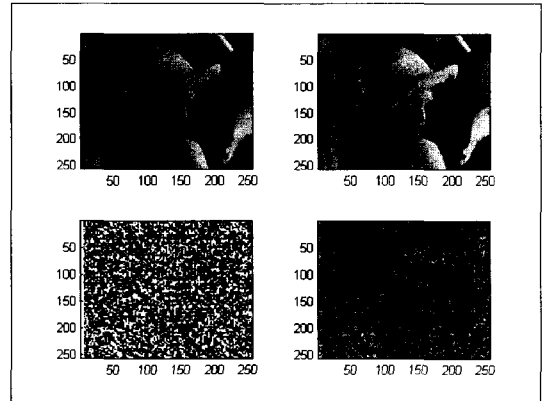
각각의 그림에서 왼쪽 위가 원 영상이고 오른쪽 위가 워터마크된 영상이며 왼쪽아래가 오토스테레오그램 영상이고 오른쪽 아래가 추출된 워터마크 영상이다.



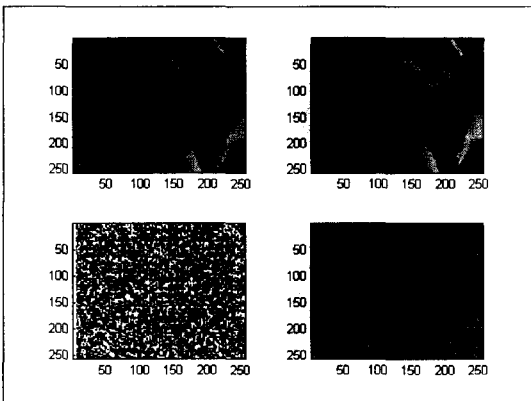
(그림 4) 추출효율에는 커다란 변화가 없으며 왜곡률은 0.04를 기점으로 크게 변하고 있음을 볼 수 있다.



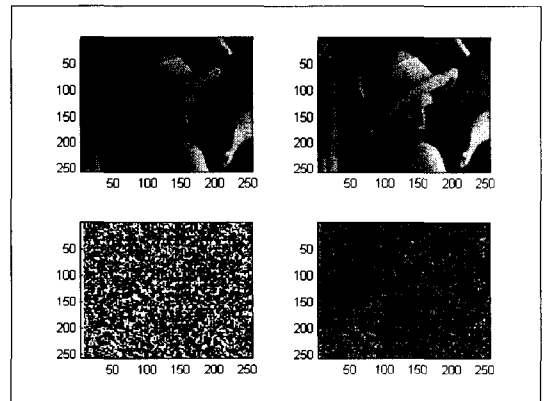
(그림 5)  $\alpha=0.01$



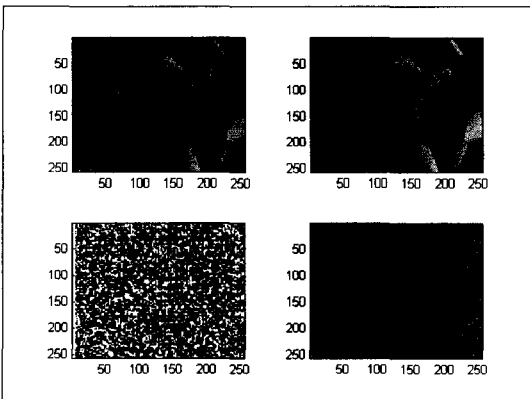
(그림 8)  $\alpha=0.04$



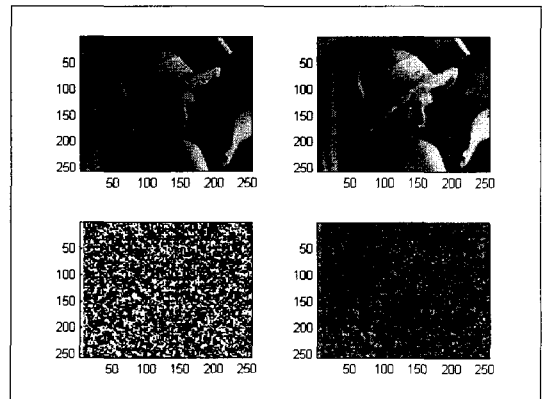
(그림 6)  $\alpha=0.02$



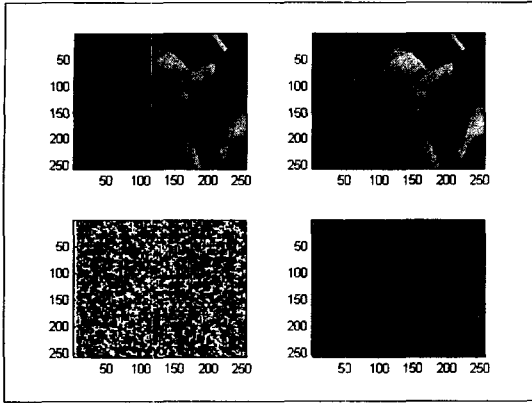
(그림 9)  $\alpha=0.05$



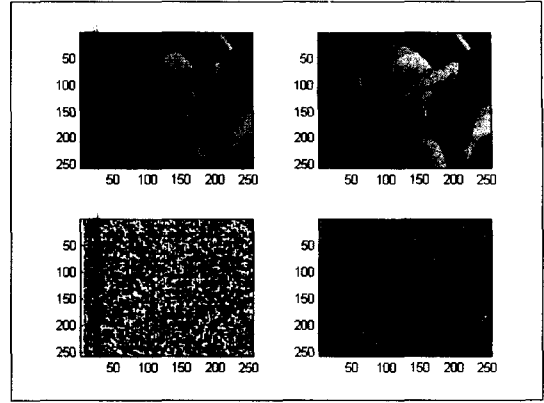
(그림 7)  $\alpha=0.03$



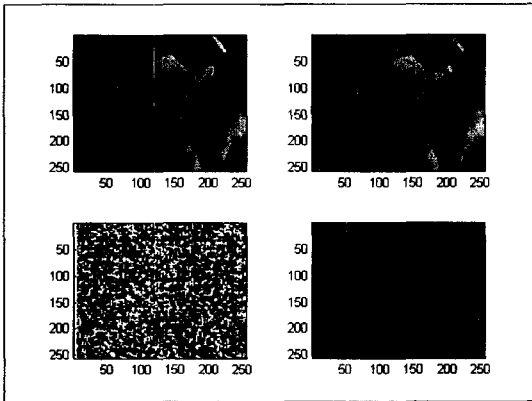
(그림 10)  $\alpha=0.06$



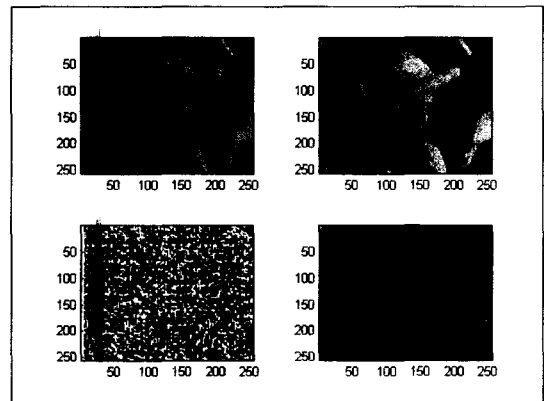
(그림 11)  $\alpha=0.07$



(그림 13)  $\alpha=0.09$



(그림 12)  $\alpha=0.08$



(그림 14)  $\alpha=0.10$

## 참 고 문 헌

- [1] I. Cox et al. "Secure spread spectrum watermarking for multimedia," IEEE Trans. On Image Processing, Vol. 6, No. 12, pp. 1673-1687, Dec. 1997.
- [2] I. J. Cox, J. Kallian, T. Leighton, T. Shamoan, "A Secure, Robust Watermark for Multimedia," Workshop on Information Hiding, Newton Institute, Univ. of Cambridge, May, 1996.
- [3] Brain et al., "DCT-domain system for robust image watermarking," Signal Processing.
- [4] J. Fridrich, "On Digital Watermarks," : <http://ssie.binghamton.edu/~jirif/resume.html>
- [5] J. Zhao, E. Koch, "Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection," Proc. of the International Congress on Intellectual Property Rights for Specialize Information, Knowledge and New Technologies, Vienna, Austria, Aug. 1995.
- [6] G. Caronni, "Assuring Ownership Rights for Digital Images," Proc. of Reliable IT Systems, VIS '95, Viewing Publishing Co., Germany, 1995.
- [7] I. J. Cox, J. Kallian, T. Leighton, T. Shamoan, "A Secure, Robust Watermark for Multimedia," Workshop on InformationNewton Institute, Univ. of Cambridge, May, 1996.



- [8] Harold W.Thimbleby, Stuart Inglis, Ian H.Witten, "Displaying 3D Images: Algorithms for Single-Image Random-Dot Stereograms", in Proc IEEE COMPUTER, pp. 38-48, October, 1994.
- [9] Raymond B. Wolfgang, Christine I. Podilchuk "Perceptual Watermark for Digital Image and Video," Proc. of The IEEE, pp. 1108-1126, Vol. 87, No. 7, July, 1999.
- [10] I. J Cox, M. L. Miller, J. A. Bloom, "Watermarking Applications and their properties," Conf. on Information Technology '2000, Las Vegas, 2000.
- [11] W. Bender, D. Gruhl, and N. Morimoto, "Techniques for Data Hiding," M.I.T. Media Lab., Cambridge, Massachusetts, U.S.A., pp. 313-336, 1995
- [12] Fabine A. P. Petitcolas, Ross J. Anderson, Markus G. Kuhn "Information Hiding-A Survey," Proc. of the IEEE, Vol. 87, No.7, July, 1999, pp. 1062-1077.

## ● 저자 소개 ●



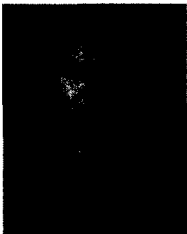
### 허 덕 규

1989년 2월 한남대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
1991년 2월 한남대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)  
1999년 2월 한남대학교 대학원 컴퓨터공학과 (박사수료)  
1993년~현재 : 호서대학교, 사회교육원, 전산과 (전임강사).  
관심 분야 : 영상보안, 시뮬레이션, 교육공학  
E-mail : dkher@office.hoseo.ac.kr



### 이 인 정

1981년 2월 전남대학교사범대학 수학교육과 (학사)  
1983년 2월 중앙대학교대학원 수학과 석사과정 (석사)  
1990년 8월 중앙대학교대학원 수학과 박사과정 (박사)  
1993년 3월~현재 호서대학교, 컴퓨터학부,(부교수)  
관심분야 인공지능 영상처리 영상보안  
E-mail : leeij@office.hoseo.ac.kr



### 김 성 욱

1966년 3월 연세대학교 수학과 졸업(학사)  
1976년 6월 Univ. of Minnesota 대학원 전자계산학과(석사)  
1989년 2월 연세대학교 대학원 수학과(박사)  
1983년~현재 : 한남대학교 컴퓨터공학과 (교수)  
관심분야 : 시뮬레이션, 수치해석, 교육공학  
E-mail : sokim@eve.hannam.ac.kr