

저작권보호를 위한 다중계층 멀티미디어

배경율
상명대학교 소프트웨어대학
(jbae@smu.ac.kr)

.....

인터넷의 활성화로 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호에 대한 필요성이 점차 증대되고 있다. 본 연구에서는 디지털 워터마킹 기술을 이용하여 사용자 레벨에 따라 차별화된 콘텐츠 서비스를 제공하여 저작권을 보호할 수 있는 새로운 기술을 연구하였다. 여기서는 유료 사용자와 무료 사용자의 두 계층으로 분리하여 서비스를 할 수 있도록 하였으며, 유료 사용자는 고품질의 서비스를 무료 사용자는 저품질의 콘텐츠나 가시적인 로고가 들어가 있는 콘텐츠를 서비스 받도록 차별화할 수 있다. 디지털 워터마킹 기술은 콘텐츠의 품질을 높일 수 있는 정보를 은닉하는 데 활용된다.

.....

논문접수일 : 2008년 11월 논문수정일 : 2008년 12월 게재확정일 : 2008년 12월 교신저자 : 배경율

1. 서론

인터넷의 활성화와 초고속 정보통신망의 급속한 발전으로 컴퓨터 사용자들은 자신들이 보유하고 있는 멀티미디어 콘텐츠를 손쉽게 전달할 수 있는 환경에 놓이게 되었다. 사용자 입장에서는 멀티미디어 콘텐츠의 취득이 매우 용이해졌고, 서비스 사업자 입장에서는 멀티미디어 콘텐츠의 온라인 서비스가 가능해졌다는 장점을 가지고 있다. 그러나 고속의 네트워크는 적법한 콘텐츠 보다는 불법 콘텐츠의 유통을 활성화시키는 역기능을 발휘하게 되었다.

콘텐츠 창작자나 서비스 사업자는 불법 콘텐츠의 유통으로부터 자신들의 저작권을 보호하기를 원했으며, 이를 위해서 다양한 기술이 선을 보이게 되었다. 이 가운데 대표적인 기술로서는 디지털 워

터마킹 기술과 DRM(Digital Rights Management) 기술을 들 수 있다. DRM 기술은 콘텐츠의 서비스에서 유통단계, 사용자의 사용단계에 까지 직접적으로 개입하여 멀티미디어 콘텐츠에 대한 저작권을 보호 관리하는 기술로서 암호화 기술을 기반으로 하기 때문에 불법 유통되는 멀티미디어 콘텐츠는 암호를 해제할 수 있는 키를 구하지 못하면 해당 콘텐츠를 사용할 수 없도록 무력화 시키는 기술이다(배경율, 2007; Dubl et al., 2001). DRM 기술은 콘텐츠가 재생되기 이전까지는 매우 효과적이지만 일단 재생이 된 이후에는 암호화로 보호할 수 없다는 문제를 가지고 있으며, 이를 효과적으로 해결하기 위한 대책으로서 디지털 워터마킹 기술이 제안되게 되었다.

디지털 워터마킹 기술은 1990년 Tanaka(Tanaka et al., 1990)등에 의해서 제안된 것으로 콘텐츠 자

* 본 연구는 상명대학교 2008년 교내 연구비에 의해서 지원되었음.

체에 공급자 정보나, 사용자 혹은 구매자에 대한 정보를 은닉하는 기술이기 때문에 콘텐츠에 항상 따라다니는 정보라는 장점을 가지고 있다. 또한 워터마킹 기술은 저작권 보호라는 측면에서 다양한 공격에 대한 강인성을 보유해야 하며, 디지털 워터마킹의 특성상 원본 콘텐츠를 손상시키면서 정보를 삽입하기 때문에 사용자가 감각적으로 워터마크의 삽입여부를 인지할 수 없어야 한다(Langelaar et al., 2000). 저작권 보호를 위해 강인성에 초점을 맞춘 디지털 워터마킹 기술이 있는 반면에 많은 정보를 은닉하는 스테가노그래피, 위변조를 파악하기 위한 fragile 워터마킹 기술들도 활용되고 있으며, 최근에는 무손실 워터마킹에 대한 연구도 활발하다(Fridrich et al., 2002; Celik et al., 2002)

본 연구에서는 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호를 위해서 사용자 레벨에 따른 차별화된 서비스 제공을 위한 디지털 워터마킹 방식을 연구하였다. 이를 위해서 멀티미디어 콘텐츠가 다중계층으로 구성되도록 하였으며, 다중계층 구성을 위해서 디지털 워터마킹 기술을 이용하였다.

2. 디지털 워터마킹에 의한 다중계층 영상의 구성

디지털 워터마킹 기술은 정보를 은닉하는 스테가노그래피 기술의 응용분야이다. 특히, 디지털 워터마킹은 저작권 보호라는 측면이 강조되는 기술이기 때문에 외부공격에 대한 강인성을 키우기 위해서 극히 적은 정보만을 삽입하고 있는 것이 현실이다. 본 연구에서는 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호를 유료 사용자와 무료 사용자에게 대해서 각각 제한적으로만 콘텐츠를 사용할 수 있도록 하기 위한 다중계층 영상의 구성을 제안하고 있다.

멀티미디어 콘텐츠의 다중계층 구성은 일반적

인 상태에서는 저품질의 영상이나 가시적인 로고가 삽입된 영상으로 보이도록 하고, 고품질 영상정보를 디지털 워터마크로서 영상에 은닉하여 제공되는 틀에 의해서만 고품질의 영상을 사용할 수 있도록 하려는 것이다. 이를 위해서는 고품질의 영상으로부터 일정량 이상의 정보를 디지털 워터마크로 전환함으로써 고품질 영상을 은닉하고 있는 저품질의 영상 혹은 원 영상 정보가 은닉된 가시적 로고가 있는 영상을 생성해 내는 것이다.

저품질의 영상은 은닉할 수 있는 정보량을 키울수록 더욱 저품질의 영상이 만들어진다. 저품질 영상의 생성을 위해서는 양자화 레벨을 줄이거나 손실압축을 통해서 정보은닉 공간을 만드는 것이다. 양자화 잡음은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 과정에서 어쩔 수 없이 발생하는 오류성분으로서 원 영상에 오류성분 만큼의 잡음이 섞이는 것과 같은 것이다. 양자화에 의한 저품질 영상의 SNR(Signal to Noise Ratio)은 다음과 같다.

$$SNR = 20 \log_{10} \frac{I_m}{I_n} [dB] \quad (1)$$

여기서 I_m 은 저품질 영상이며, I_n 은 원 영상을 나타내며, m 은 저품질 영상의 양자화 비트 수를, n 은 원 영상의 양자화 비트 수를 나타낸다. 원 영상에 대해서 저품질의 영상이 1비트의 차이를 갖게 되면, 8비트 그레이 영상에 대해서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$SNR = 20 \log_{10} \frac{2^7}{2^8} = 20 \log_{10} 2^{-1} \approx -6 [dB] \quad (2)$$

결국, 원 영상에 비해서 1비트의 차이가 증가할 때마다 SNR은 6[dB]씩 차이가 나게되며, 그 차이

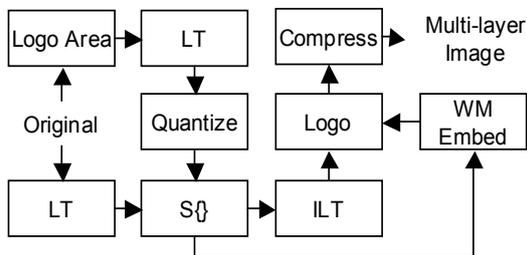
만큼 원 영상에 대한 정보은닉을 위한 공간을 많이 확보할 수 있다.

<표 1> 양자화에 의한 저품질 영상의 생성 기준표

Quantize Bits	7	6	5	4
SNR 차(dB)	6	12	18	24
은닉 정보량(bpp)	1	2	3	4

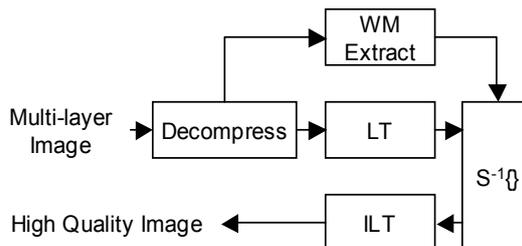
<표 1>에서는 SNR의 차이에 따른 픽셀 당 은닉이 가능한 정보량을 나타내고 있다. 그러나 네트워크를 통해서 서비스되는 영상들은 손실압축 기법에 의해서 압축된 영상이 사용되기 때문에 이러한 방법에 의한 정보의 은닉은 많은 손실을 가져오게 된다. 따라서, 본 연구에서는 JPEG 영상을 대상으로 정보를 은닉하고, 다중계층의 영상을 구성함으로써 효과적으로 저작권을 보호하고자 한다.

본 연구에서는 제안하는 다중계층 영상의 구성 알고리즘은 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다. 다중계층 영상은 고품질의 영상에 비해서 PSNR을 낮추고, 또한 가시적인 로고와 같은 정보를 삽입함으로써 상품적 가치를 낮추어 불법유통에 의한 손해를 줄일 수 있다. 가시적인 로고가 삽입되는 부분의 영상은 다중계층 영상을 생성하는 과정에서 은닉되며, 이는 고품질 영상으로의 복원을 시도할



<그림 1> 다중계층 영상의 구성

때 다시 재구성됨으로써 가시적 로고를 제거할 수 있다. <그림 2>는 다중계층 영상으로부터 고품질 영상을 복원하는 과정을 나타내었다.



<그림 2> 원 영상의 복원

2.1 은닉정보의 구성

다중계층 영상에 은닉될 정보를 구성하기 위해서 원 이미지의 특정영역을 선정한다. 선정된 특정영역은 삽입된 로고에 의해서 손상된 영상을 복원하고 고품질 영상으로의 회복 정보로 이용할 수 있다. 선정된 특정영역을 $I_z(x, y)$ 라고 하면 $I_z(x, y)$ 를 은닉하기 위해서 처리과정이 필요하다. 최종적으로 은닉되는 정보는 식 (3)과 같이 구성된다.

$$Q_z(v, \omega) = Q\{T\{I_z(x, y)\}\} \quad (3)$$

여기서 T 는 DCT나 DWT와 같은 선형변환을 의미하며, Q 는 선형 변환된 계수를 특정 값까지 보존할 수 있도록 양자화하는 단계를 나타낸다. 양자화 단계에 따라서 원 영상의 화질을 조절할 수 있다.

만약 8×8 DCT를 이용하여 선형변환을 하고, 얻어진 DCT 계수를 양자화한다면 다음과 같은 관계에 의해서 품질변화를 계산할 수 있다. 이 경우에는 모든 계수를 양자화하는 것에 의한 오류를 줄이기 위해서 큰 계수 값에 대해서만 양자화를 하

는 것이 효과적이다. 양자화할 계수 값은 선택적이며, 3~6개의 계수를 양자화하는 것이 좋다.

양자화 행렬을 A_Q 라고 하면 식 (3)은 다음과 같이 재표현이 가능하다.

$$Q_Z(v, \omega) = A_Q \circ I_Z(v, \omega) \quad (4)$$

$$A_Q = \begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{81} & \cdots & q_{88} \end{bmatrix} \quad (5)$$

여기서 \circ 는 행렬의 곱이 아닌 행렬의 일치하는 요소들 간의 곱을 나타내며, q_{mm} 은 양자화 값들로서 JPEG 압축에서는 QF(quality factor)에 따라서 서로 다른 값들을 사용한다. 본 연구에서는 행렬의 지그재그 계수 3~6개만 양자화 하고, 나머지 값에 대해서는 1로 할당하였다.

양자화에 의해서 발생하는 오차는 8비트 그레이 원 영상에서 양자화 계수로부터 IDCT된 영상을 빼서 다음과 같이 얻을 수 있다. 선형변환은 공간평면 영상의 에너지를 선형변환 평면에서도 그대로 유지하고 있기 때문에 식 (6)의 관계성립이 가능하다.

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{n \cdot m} \sum \{I_Z(x, y) - I_{ZQ}(x, y)\}^2 \\ &= \frac{1}{n \cdot m} \sum \{Q_Z(v, \omega) - Q_{ZQ}(v, \omega)\}^2 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} PSNR &= 20 \log_{10} \frac{256}{\sqrt{MSE}} \\ &= 10 \log_{10} \frac{256^2}{MSE} \end{aligned} \quad (7)$$

최대 발생할 수 있는 오차는 양자화 값에 따라서 결정되며, 양자화 값을 8로 하고 3개의 계수만

을 양자화할 때 양자화된 영상의 최소 PSNR은 식 (8)과 같다.

$$\begin{aligned} MSE_{\max} &= \frac{1}{64} \times 3 \times (8-1)^2 \approx 2.3 \\ PSNR_{\min} &= 10 \log_{10} \frac{256^2}{MSE_{\max}} = 44.5 [dB] \end{aligned} \quad (8)$$

식 (8)에서 알 수 있는 것처럼 본 연구의 양자화 과정을 통해서 얻어지는 영상의 최소 PSNR은 44.5[dB]로서 매우 양호한 상태이다.

2.2 다중계층 영상의 구성

다중계층 영상은 <그림 1>과 같은 과정에 의해서 구성되는데 최종적으로 얻어지는 다중계층 영상에 대해서는 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$I_M(x, y) = T^{-1} \{S\{T\{I_O(x, y)\}, \alpha Q_Z(v, \omega)\}\} \quad (9)$$

여기서 T 는 선형변환을 T^{-1} 은 그 역변환을, S 는 두 데이터를 재배열하기 위한 과정을 나타낸다. 상수 α 는 은닉강도를 조절하기 위한 것으로 다중계층 영상 $I_M(x, y)$ 의 품질을 결정하는 변수 중 하나이다.

식 (9)에서 언급한 것처럼 최종적으로 얻어지는 다중계층 영상 $I_M(x, y)$ 의 구성에는 상수 α 와 함수 $S\{\cdot\}$ 가 중요한 역할을 수행한다. 주어진 상수 α 는 다중계층 영상의 품질에 영향을 미치며, 이후에 복원될 고품질 영상의 품질에도 영향을 미치게 된다. 특히, 다중계층 영상의 품질에 결정적인 영향을 미치는 것은 함수 $S\{\cdot\}$ 로서 어떠한 형태의 함수를 선택하느냐 와 선택된 함수를 어떻게 활용하느냐에 따라서 다른 품질의 다중계층 영상을 생성해낼

수 있다. 함수 $S\{\cdot\}$ 로 활용될 수 있는 몇 가지 함수의 예를 식 (10)에 나타내었다.

$$S\{a(n, m), b(k, l)\} = \begin{cases} b(k, l) \in a(n, m), a(i, j) \Big|_{\substack{i=n, j=m \\ i=n-k+1, j=m-l+1}} \notin a(n, m) \\ b(k, l) \in a(n, m), a(i, j) \Big|_{\substack{i=\alpha+k, j=\beta+l \\ i=\alpha, j=\beta}} \notin a(n, m) \\ a(n, m) + \alpha F\{b(k, l)\} \end{cases} \quad (10)$$

여기서, 첫 번째 함수는 지그재그 계수 값에서 원 영상의 고주파 성분을 은닉정보만큼 제거하고, 계수의 중간에 은닉정보를 삽입하고 그 이하의 계수에 대해서는 은닉정보의 수만큼 고주파 부분으로 이동을 시키는 것이다. 두 번째 함수는 첫 번째 함수와 유사하지만 원 영상의 고주파 성분을 제거하는 것이 아니라 은닉정보를 삽입할 위치의 계수를 제거하는 것이 다르다. 세 번째 함수는 원 영상의 계수 값에 은닉정보를 확산 스펙트럼 방식이나 기타 방식에 의해서 변환한 후 적절한 상수를 곱해서 더해주는 것이다.

식 (10)에서 주어진 함수를 활용함에 따라서 예상되는 PSNR의 영향을 살펴보기로 하자. PSNR은 식 (6)에서 살펴본 바와 같이 선형변환 평면에서의 오차로부터 추정할 수 있다. 첫 번째 함수의 경우에는 $a(n, m)$ 의 원소 중 가장 고주파 성분에서 $k \times l$ 개의 원소가 제거되며, 나머지 원소에서 저주파 성분의 일부(3 또는 6개)를 제외한 원소들은 $k \times l$ 만큼 지그재그로 이동된다. 따라서, 첫 번째 함수에서의 오차성분은 세가지 성분이 존재하며, 이것은 은닉되는 계수와 원 영상의 계수의 차에 의한 오차, 제거된 $k \times l$ 개의 원소에 의한 오차, 그리고 원 위치에서부터 이동된 원소들에 의해서 발생하는 오차이다. 이러한 평균자승오차는 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{n \cdot m} \sum \{SE_{diff} + SE_{shift} + SE_{rm}\} \\ SE_{diff} &= \sum_{i=1, j=1}^{i=k, j=l} \{a(i + \alpha, j + \beta) - b(i, j)\}^2 \\ SE_{shift} &= \sum_{i=r}^{i=n-m-k-l} \{a_{zigzag}(i) - a_{zigzag}(i - (k \cdot l))\}^2 \\ SE_{rm} &= \sum_{i=n-m-k-l+1}^{i=n-m} \{a_{zigzag}(i)\}^2 \end{aligned} \quad (11)$$

여기서 $a_{zigzag}(i)$ 는 2차원 영상에 대해서 지그재그 순서대로 1차원 배열로 재정렬된 계수 값을 의미한다. 식 (11)에서 발생하는 오차성분 중에서 SE_{rm} 은 대부분 영상의 특성상, 또는, 압축과정에서 고주파 성분이 제거되기 때문에 PSNR에 미치는 영향이 가장 적은 부분이다. 따라서 근사화 시키면 첫 번째 함수에서의 PSNR은 식 (12)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} PSNR &= 10 \log_{10} \frac{256^2}{MSE} \\ &\cong 10 \log_{10} \frac{256^2}{\frac{1}{n \cdot m} \sum \{SE_{diff} + SE_{shift}\}} \end{aligned} \quad (12)$$

두 번째 함수에 대해서는 은닉정보가 삽입될 자리의 계수 값을 대체하기 때문에 오차의 발생은 한 곳에서만 발생하게 된다. 따라서 첫 번째 함수보다는 좋은 품질의 다중계층 영상이 생성될 것이다. 이때의 평균자승오차와 PSNR은 식 (13)와 같다.

$$\begin{aligned} MSE &= \frac{1}{n \cdot m} \sum SE_{diff} \\ PSNR &= 10 \log_{10} \frac{256^2}{\frac{1}{n \cdot m} \sum SE_{diff}} \end{aligned} \quad (13)$$

세 번째 함수에 대해서는 은닉정보를 삽입하기 위해서 원 영상의 계수를 제거하는 것이 아니기 때문에 이론적으로 가장 고품질의 다중계층 영상을 생성하는 것이 가능하다.

이러한 과정을 통해서 생성된 다중계층 영상을 복원하기 위해서 요구되는 정보는 일반적인 워터마킹 기술에 의해서 생성된 다중계층 영상에 삽입한다.

2.3 고품질 영상의 복원

다중계층 영상으로부터 고품질 영상을 얻기 위해서는 식 (9)의 과정을 역으로 수행한다. 다중계층 영상을 구성하는 최종단계에서 복원을 위한 정보를 워터마크 검출 알고리즘에 의해서 검출하며, 그 정보를 이용하여 식 (14)와 같이 고품질 영상을 복원한다.

$$\begin{aligned} \hat{I}_O(x, y) &= T^{-1} \left\{ S_O^{-1} \left\{ T \left\{ I_M(x, y) \right\} \right\} \right\} \\ \hat{I}_Z(u, v) &= T^{-1} \left\{ S_Z^{-1} \left\{ T \left\{ I_M(u, v) \right\} \right\} \right\} \end{aligned} \quad (14)$$

여기서 $\hat{I}_O(x, y)$ 와 $\hat{I}_Z(u, v)$ 는 각각 원 영상에 대해 추정 복원된 영상과, 로고를 삽입했던 영역을 복원한 영상이며, S_O^{-1} 과 S_Z^{-1} 는 각각 선형 변환 영역의 다중계층 영상 계수로부터 원 영상과 로고 삽입 영역의 계수를 분리해주는 함수이다.

식 (14)에 의해서 얻어진 두 영상을 이용하여 고품질의 영상을 복원할 수 있다. 원 영상의 추정성분에서 로고 영역에 대해서는 복원된 영상 $\hat{I}_Z(u, v)$ 로 대체함으로써 고품질 영상이 얻어지며, 이는 식 (15)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} I_H(x, y) &= \hat{I}_O(x, y) \\ I_H(x+n, y+m) &= \hat{I}_Z(u, v) \end{aligned} \quad (15)$$

여기서 n 과 m 은 다중계층 영상에서 로고가 삽입된 영역의 시작 좌표를 나타낸다.

다중계층으로 구성된 영상에는 로고 영역의 정보가 은닉되어 있으며, 가시적인 로고를 삽입하지 않는 경우에는 추가적인 고화질에 대한 정보와 저작권에 대한 정보를 은닉하는데 활용할 수 있다. <그림 2>의 과정을 통해서 복원되는 고품질 영상은 제공된 틀에 의해서만 볼 수 있으므로 사용자에 따른 차별화된 서비스 제공이 가능하다.

3. 실험결과 및 고찰

본 연구에서 제안된 다중계층의 저작권 보호를 위해서 256x256의 8비트 그레이 영상 6개에 대해 알고리즘을 적용해 보았다. <그림 3>은 실험에 사용된 영상들이다.



<그림 3> 실험 영상들

6개의 실험 영상들에 대해서 JPEG으로 압축하였을 때 QF에 따른 PSNR을 <표 2>에 나타내었다. <표 2>의 결과는 원 영상에 어떠한 정보도 삽입되지 않은 상태이므로 해당 압축레벨에서 가장 고품질의 영상이라고 할 수 있겠다.

<표 2> 원 영상의 JPEG 압축에 따른 PSNR(dB)

Q-factor	95	90	85	80
	75	70	65	60
Lena	44.406	40.769	38.720	37.395
	36.405	35.706	35.075	34.546
Woman	43.544	39.468	37.395	36.122
	35.213	34.576	34.022	33.558
Mandrill	42.451	37.123	34.224	32.370
	31.015	30.095	29.331	28.743
Boat	44.167	39.943	37.679	36.261
	35.215	34.481	33.822	33.253
Bridge	42.545	37.267	34.489	32.811
	31.653	30.898	30.274	29.784
Pepper	44.144	40.773	38.910	37.722
	36.856	36.193	35.608	35.123

<표 3> 정보 은닉 후의 PSNR(dB)

Q-factor	95	90	85	80
	75	70	65	60
Lena	23.959	23.955	23.978	23.984
	24.014	24.021	24.059	24.122
Woman	22.996	23.005	23.033	23.069
	23.091	23.131	23.166	23.208
Mandrill	20.107	20.077	20.051	20.038
	20.057	20.061	20.080	20.116
Boat	23.161	23.157	23.160	23.188
	23.209	23.231	23.276	23.301
Bridge	21.104	21.068	21.042	21.065
	21.106	21.136	21.200	21.244
Pepper	23.718	23.737	23.751	23.791
	23.802	23.838	23.869	23.888

<표 3>은 가시적인 로고가 삽입된 상태의 다중계층 영상을 생성하였을 때 계산된 PSNR을 나타내고 있다. <그림 1>의 과정에서와 마찬가지로 로고 영역이 은닉된 영상에 대해서 JPEG으로 여러개의 QF로 압축하였을 때 얻어진 PSNR로서 전체적으로 약 20[dB]에서 24[dB]의 값을 갖고 있다.

<그림 4>는 QF = 95일 때의 다중계층 영상으로서 좌측 상단에 가시적인 로고가 삽입된 것을 확인할 수 있으며, 원본 화질에 비해서 15~20[dB] 정도 품질이 저하된 것을 알 수 있다.

<표 4> 복원 후의 PSNR(dB)

Q-factor	95	90	85	80
	75	70	65	60
Lena	41.401	39.005	37.349	36.173
	35.250	34.572	33.924	33.419
Woman	40.136	37.671	36.087	34.992
	34.156	33.569	33.023	32.628
Mandrill	37.871	35.229	33.178	31.685
	30.527	29.715	28.995	28.429
Boat	41.500	38.450	36.505	35.174
	34.168	33.437	32.848	32.339
Bridge	38.076	35.353	33.327	31.941
	30.910	30.206	29.606	29.126
Pepper	40.350	38.393	37.109	36.145
	35.381	34.799	34.312	33.843



<그림 4> 정보가 은닉된 JPEG 영상들(QF = 95)

<표 4>는 <그림 4>로부터 복원된 고품질 영상에 대한 PSNR을 구한 것이다. <표 2>의 원 영상에 대한 JPEG 압축 시의 PSNR과 비교했을 때 1~5[dB]차이로 고품질의 영상이 얻어지며, <그림 5>에서와 같이 가시적인 로고가 제거된 영상을 얻을 수 있다.



<그림 5> QF = 95의 JPEG 영상에서 복원된 영상

다중계층 영상을 생성하여 압축하였을 때 압축율 변화를 측정하기 위해서 파일 크기의 변화를 측정하였다. <표 5>는 원 영상을 JPEG 압축하였을 때의 파일 크기를 나타내고 있다. 256 * 256에 8비트 그레이 영상이므로 원 영상의 크기는 65,536 바이트이지만 JPEG 압축에 의해서 <표 5>와 같이 줄어들었음을 알 수 있다. 문제는 다중계층 영상을 생성하였을 때 파일 크기의 변화가 너무 커지면, 즉, 압축율이 떨어지는 효과를 가져오면 웹상에서 서비스할 때 문제가 될 수 있다. 그러나, <표 6>에서 보는 것과 같이 다중계층 영상에서도 압축된 파일의 크기는 1.5Kbyte 이내의 차이만을 보이고 있다.

<표 5> 압축에 따른 파일크기 변화(원 영상 : byte)

Q-factor	95	90	85	80
	75	70	65	60
Lena	24,765	17,337	13,799	11,822
	10,361	9,448	8,738	8,044
Woman	27,786	19,370	15,348	13,033
	11,318	10,300	9,389	8,613
Mandrill	38,380	28,407	23,044	19,821
	17,353	15,674	14,260	13,028
Boat	27,106	19,293	15,465	13,233
	11,664	10,635	9,763	8,982
Bridge	38,365	28,285	22,893	19,576
	17,137	15,482	14,101	12,935
Pepper	25,851	17,842	14,213	12,128
	10,699	9,786	8,952	8,231

<표 6> 압축에 따른 파일크기 변화
(다중계층 영상 : byte)

Q-factor	95	90	85	80
	75	70	65	60
Lena	25,279	17,751	14,012	12,014
	10,569	9,628	8,900	8,167
Woman	28,264	19,650	15,562	13,170
	11,476	10,333	9,450	8,654
Mandrill	39,732	29,515	24,140	20,806
	18,290	16,657	15,205	14,031
Boat	27,475	19,546	15,782	13,472
	11,881	10,770	9,792	9,050
Bridge	39,279	29,111	23,718	20,281
	17,755	16,083	14,628	13,422
Pepper	27,044	18,842	15,058	12,860
	11,418	10,392	9,516	8,806

4. 결론

본 연구에서는 인터넷으로 서비스되는 영상의 효과적인 저작권 보호를 위해서 다중계층의 저작권 보호 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 영상의 품질을 다중으로 구성하여 일반적인 영상편집기에서는 저품질의 영상만을 볼 수 있으며, 제공되는 방식에 의해서만 고품질의 영상을 볼 수 있게 함으로써 사용자에게 따른 서비스의 차별화가 가능하도록 하는 방법이다.

제안된 알고리즘은 다중계층 영상은 20[dB]에서 25[dB]의 낮은 PSNR을 나타내고 있지만, 복원된 고품질 영상은 다중계층 영상에 비해서 15~20[dB]가 개선된 PSNR을 나타내고 있다. 또한, 다중계층 영상에서는 가시적인 로고를 사용함으로써 저작권을 표시하고 있으나, 고품질 영상으로의 복원 시에 가시적인 로고를 제거할 수 있다. 따라서, 제안된 알고리즘을 이용하면, 영상을 다중계층으로 구성이 가능하며, 다중계층으로 구성된 영상은 사용자에게 따라서 차별화된 서비스 제공을 가능하게 할 수 있다.

향후, 본 연구에서는 다중계층 영상을 가변적으로 조절할 수 있는 방법과 더욱 많은 로고영역을 은닉할 수 있는 알고리즘을 지속적으로 개발하고

자 한다.

참고문헌

- 배경율, “통계적 영상 품질 측정”, *한국지능정보시스템학회논문지*, 13권 4호(2007).
- Dubl, J. and S. Keborkian, “Understanding DRM Systems”, IDC White Paper, 2001.
- Tanaka, K., Y. Nakamura, and K. Matsui, “Embedding secret information into a dithered multi-level image”, in Proc. 1990 IEEE Military Communications Conf., (1990), 216~220.
- Langelaar, G. C., I. Setyawan, and R. L. Lagendijk, “Watermarking Digital Image and Video Data”, *IEEE SP Mag.*, Vol.17, No.5(2000), 20~46.
- Fridrich, J., M. Goljan, and R. Du, “Lossless data Embedding—new paradigm in digital watermarking”, *EURASIP Journ. Appl. Sig. Proc.*, Vol.2002, No.2(2002), 185~196.
- Celik, M. U., G. Sharma, A. M. Tekalp, and E. Saber, “Reversible Data Hiding”, *IEEE ICIP2002*, No.2(2002), 157~160.

Abstract

A New Multi-layer Multimedia for Copyright Protection

Kyoung Yul Bae*

Needs for copyright protection of multimedia content are getting increased because of the internet growth. In this paper, a new technology which protects the content copyright to provide different content services by user level using the digital watermarking technology was proposed. The service can be provided by two layers of a paid user and a free user. By the proposed method, the paid user can use the high quality content and the free user only can use the low quality content. The digital watermarking technology was used to hide information to be able to improve the content quality.

Key Words : Multimedia, Digital Watermarking

* College of Computer Software and Media Technology, Sangmyung University

저자 소개



배경율

1980년 미 Old Dominion University 정보과학 학사, 1982년과 1990년 미 Alabama University 정보과학 석·박사, 1989년부터 1990년 Stillman College 전산과 교수, 1990년~1991년 Alabama University 산업공학과 교수, 1991년~1993년 한라중공업 CIO 역임, 1999년부터 4년간 서울시 정보화기획단장(CIO 1급)을 역임, 1993년부터 현재까지 상명대학교 컴퓨터학과 교수로 재직 중이며 주요 관심분야로는 전자상거래, 생산관리, 생체인식 및 지능형 시스템이다.