
멀티미디어 콘텐츠의 컬러 영상에 대한 다중 레벨 디지털 워터마킹

박홍복* · 서정희**

Multi-Level Digital Watermarking for Color Image of Multimedia Contents

Hung-Bog Park* · Jung-Hee Seo**

이 논문은 2005학년도 부경대학교 기성회 학술연구비에 의하여 연구되었음

요 약

광도 요소의 워터마크 내장은 컬러 영상을 그레이 스케일 영상과 같은 변형에서 삽입한 소유권 정보의 추출을 보장하기 때문에 YCbCr와 같은 광도-색차 컬러 공간에서 색상의 광도 요소에 소유권 정보를 내장한다. 따라서 본 논문은 워터마크의 견고성과 비시각성에 중점을 두고, 멀티미디어 콘텐츠 서비스의 장치와 성능을 고려한 컬러 영상의 워터마크 내장, 추출 및 인증 알고리즘을 제안한다. 컬러 영상은 RGB 컬러 공간에서 YCbCr 컬러 공간으로 변형한 다음 Y(Luminance), Cb(Color Differences) 및 Cr(Color Differences) 각 요소의 특성을 고려하여 웨이브릿 기반의 주파수 영역에서 다중 레벨(Multi-Level)의 워터마크를 내장하고 추출 및 인증한다. 실험 결과, JPEG 압축에 따른 견고성과 다중 레벨에 대한 워터마크의 비시각성을 보장할 수 있었다.

ABSTRACT

Because the embedded watermark of luminance component guarantees the extraction of ownership information when the color image is converted to gray scale image, the information of ownership right as to the luminance component is embedded in the luminance-chrominance color space such as YCbCr. Therefore, this paper proposes watermark embedding, extraction and authentication algorithm of color image, which considers the device and performance of multimedia contents service by focusing on the robustness and invisibility of watermark. The color image is converted from RGB color space to YCbCr color space, and then the properties of each component of Y(Luminance), Cb(Color Differences) and Cr(Color Differences) are considered in order to embed, extract and certify multi-level watermark in the frequency domain based on the wavelet. As a result, it can guaranteed the robustness for the JPEG compression and invisibility of watermark for multi-level.

키워드

디지털 워터마크(Digital Watermark), 웨이브릿(Wavelet), 다중 레벨(Multi-Level),
광도-색차 신호(Luminance-Chrominance Signal), 멀티미디어 콘텐츠(Multimedia Contents), 계층(Layer)

I. 서론

디지털 미디어의 대량 확산과 원거리 통신의 급속한 성장으로 사람의 생활양식, 연구 그리고 산업의 형태가 변화하고 있다. 따라서 다양한 네트워크에서 디지털 원거리 통신 기술의 성장은 사람들의 기본적인 일, 생각, 통신, 그리고 사회성에 대한 방법을 변경시켰다. 이런 변화 요인의 하나로, 전자상거래 확산을 초래하고, 네트워크 상에서 전자책, 영화, 음악(MP3) 등 다양한 멀티미디어 콘텐츠의 제공이 활성화되었다. 그러나 다양한 네트워크의 급속한 발전에도 불구하고 여러 네트워크 기반의 어플리케이션 개발들은 소유권 침해(Copyright Violation), 디지털 미디어 사용의 금지 및 분산, 안전한 통신, 그리고 네트워크 보안에서 위험 요소들을 내포하고 있다.

따라서 정보 기술의 발전으로 공간적인 제약 없이 대량의 정보가 순식간에 확산되고 있고 그에 대한 대책이 필요한 실정이다. 실제로 미국의 냅스터(Napster), 우리나라의 소리바다 등의 음반에 대한 저작권 문제가 법원에서 다루어졌고, 이런 변화는 인터넷 문화에서 법체계의 변화로 인식된다. 멀티미디어 콘텐츠의 확산으로 저작권 침해, 불법 복제, 무단 배포는 사회적으로 큰 문제를 초래하고 있으므로 디지털 시대의 법체계의 정립뿐만 아니라 디지털 데이터에 대한 지적 소유권의 개념이 확산될 것으로 예측된다. 그러나 소유권을 보호하기 위해 특정 기관에서 소유권을 관리하기는 어려운 실정이다.

그러므로 디지털 워터마크(Digital Watermark)는 멀티미디어 데이터와 인터넷 사용자의 증가로 웹에서의 공문서 위조 및 디지털 정보의 소유권 보호와 인증의 필요성이 요구됨에 따라 빠른 속도로 연구되고, 소유권 보호(Copyright Protection) 및 지문 검색(Fingerprinting), 접근 제어(Access Control)에 활용될 수 있다. 디지털 워터마크 기법은 보안 기술을 다룰 수 있는 충분한 기술로서 암호화에 의해서 해결할 수 없는 보안 기술을 제공할 뿐만 아니라 비소유권자의 불법적인 조작을 막고, 변형된 정보에 대해서도 자신의 소유권 정보를 추출하여 소유권을 증명하고 추적이 가능하다. 그리고 다양한 어플리케이션에서 다른 데이터 은닉(Data Hiding) 방법의 분석을 위해서 정보·이론적인 프레임워크를 주장하고, 워터마크와 연관된 멀티미디어 처리와 분산 통신에 대한 예측이 제안되고 있다[1].

그리고 멀티미디어 콘텐츠는 컴퓨터에 한정되지 않고

모바일과 PDA 등 다양한 장치를 이용한 서비스로의 환경 변화는 점점더 증가할 것으로 예측되고 있다. 따라서 멀티미디어 콘텐츠 서비스는 네트워크 트래픽과 각 장치의 성능에 알맞은 서비스가 제공되어야 하므로 스케일러블 워터마킹 알고리즘(Scalable Watermarking Algorithm)[2, 3, 4]이 강조되고 있다.

본 논문은 워터마크의 견고성과 비시각성에 중점을 두고, 멀티미디어 콘텐츠 서비스의 장치와 성능을 고려한 컬러 영상의 워터마크 내장, 추출 및 인증 알고리즘을 제안한다. 컬러 영상은 RGB 컬러 공간에서 YCbCr 컬러 공간으로 변형한 다음 Y(Luminance), Cb(Color Differences) 및 Cr(Color Differences) 각 요소의 특성을 고려하여 웨이브릿 기반의 주파수 영역에서 다중 레벨(Multi-Level)의 워터마크를 내장한다. 또한 소유권 정보인 워터마크는 각 계층의 주파수 전역에 대역 확산하는 기법(Spread Spectrum Technique)을 기반으로 한다. 그리고 내장된 워터마크의 비시각성을 검증하기 위해서 컬러 원영상과 워터마크가 내장된 변형이 가해진 영상에 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)과 MSE(Mean Square Error)를 사용하고, 견고성을 검증하기 위해서는 상관 관계에 의해서 평가한다.

본 논문의 2장은 디지털 저작권 보호 기법에 대해 논하고, 3장은 본 논문에서 제안하는 멀티미디어 콘텐츠의 컬러 영상에 대한 워터마크 내장, 추출 및 인증 방법, 4장은 실험 결과 및 분석, 5장 결론, 참고 문헌 순으로 기술한다.

II. 디지털 저작권 보호

2.1. 저작권 보호 기법

디지털 소유권 보호 방안으로 먼저, 법체계에서의 저작권 보호는 사후의 수단으로 사용될 뿐 실제적인 방지책이 될 수 없다. 따라서 실질적으로 저작권을 보호하는 방안으로 암호화 기법, 접근 제어, 디지털 워터마크 기법들을 활용할 수 있다.

암호화 기법은 전자 서명 또는 정보 보안의 기본적인 기술이다. 암호화란 어떤 자료나 정보에 대하여 타인이 식별할 수 없도록 암호문으로 바꾼 것으로 암호화 방식으로는 대칭 암호화 방식과 비대칭 암호화 방식의 기본 형태가 있다. 대칭 암호화 방식은 암호화하는 키와 복호화하는 키가 동일할 경우로 공중키 암호화 방식이라 한다.

비대칭 암호화 방식은 암호화하는 키와 복호화하는 키가 서로 다른 경우로 암호화하는 키를 공개하기 때문에 공개 키 암호화 방식이라 한다.

접근 제어는 허가되지 않은 사용자의 접근을 금지하는 보안상의 기법이다. 따라서 통신망을 통한 데이터 접근에서 인증 과정을 거쳐야만 한다. 그리고 인증 과정에서 많은 트래픽이 발생하므로 정보의 제공이나 유통에 많은 문제를 발생한다. 그러나 이러한 접근 제어 기술은 정보 통제가 가능하기 때문에 정보의 불법적인 유출이나 도용이 원칙적으로 불가능하다.

디지털 워터마크는 디지털화된 영상 정보에 대해 비소유권자의 불법적인 조작을 막고 소유권을 입증하는 방법으로 변형된 디지털 데이터에 대해서도 자신의 워터마크를 추출할 수 있다.

2.2. 컬러 영상의 디지털 워터마크

현재, 다양한 컬러 공간들은 서로 다른 목적으로 사용되고 있다. 즉 RGB 컬러 공간은 컬러 디스플레이 장치와 컴퓨터 그래픽 시스템에서 사용되는 메커니즘이고 컬러 요소들 간의 상관 관계가 아주 크므로 다른 알고리즘 변형에 어려움이 따른다. 반면 YCbCr, YUV 및 YIQ와 같은 광도-색차 컬러 공간들은 비디오 또는 TV 응용에서 일반적으로 활용되고 있다.

컬러 영상에 대한 다양한 워터마킹 기법들은 Kutter, Jordan 및 Bossen에 의해서 확장되었고, 인간 시각은 Blue 채널에서의 변화에 덜 민감하기 때문에 Blue 채널에 선택된 픽셀 값의 변형에 의해 워터마크 내장 방법을 제안하였다[5]. 기존의 컬러 영상에 대한 워터마크 시스템은 색상의 광도(Luminance) 요소에 소유권 정보를 내장하고 있다. 광도 요소의 워터마크 내장은 컬러 영상을 그레이스케일 영상[4, 6]과 같은 변형에서 삽입한 소유권 정보의 추출을 보장한다. 이런 시스템들은 인간 시각 시스템(Human Visual System: HVS)에서 시각적으로 덜 민감한 컬러 영역에 워터마크를 내장하는 반면 영상의 색조(Hue) 변화는 최소화한다[7].

논문 [8]에서는 컬러 영상을 YIQ 컬러 공간으로 변환한다. 그리고 데이터 은닉을 위해 지원되는 부대역(Subband)과 마찬가지로 삽입 정책은 정보 양과 강인성 사이의 효과적인 시행차으로 제공된다. 그 결과 신호는 SPIHT 압축 알고리즘을 통해서 처리된다.

또한 컬러 시각 모델과 그와 관련된 워터마크 구조는 견고성과 비시각적인 워터마크에 대한 문제를 해결하기 위해서 제안되고 있다[9]. 따라서 기존의 워터마크 시스템들은 견고성과 비시각성의 관점에서 워터마크 내장 및 인증 알고리즘을 개발하고 있다. 견고성은 비소유권자의 불법적인 영상의 변형에서도 내장된 소유권 정보를 추출할 수 있어야 한다. 그리고 비시각성은 워터마크가 삽입된 영상과 원영상과는 시각적으로 구별되어서는 안 된다.

2.3. 계층적 디지털 워터마크

Chen과 Chen [10]은 워터마크가 내장된 영상을 점진적인 전송(Progressive Transmission) 보다는 계층적인 전송(Scalable Transmission)에 알고리즘 목적을 두고 있다. Steinder [2]의 워터마크 구조는 빠른 추출의 관점에서 단지 기본 계층(Base Layer)에 워터마크로 제한한다.

그러나 빠른 추출은 확실히 제공되지만 모든 향상 계층(Refinement Layer)은 워터마크에 의해서 보호되지 않는다. 그리고 기존 다른 연구에서는 오직 기본 계층에서 디코딩 가능할 때 추출 가능한 워터마크 구조를 언급하고 있다.

그리고 멀티미디어 콘텐츠의 서비스는 각 장치들의 증가로 인해 해상도, 저장 용량, 처리 능력과 같이 서로 다른 성능과 사용자들의 다양한 요구 사항에 대해 네트워크를 기반으로 한 연결을 시도하고 있다. 또한 서비스 접근 가능한 시간 내에 사용자에게 정보를 전달하기 위해서는 전송될 콘텐츠를 가능한 작게 하는 것이 바람직하다. 네트워크 상에서 적절한 멀티미디어 콘텐츠 서비스를 위해 장치와 사용자들의 요구 사항에 멀티미디어 콘텐츠를 알맞게 맞출 필요성이 요구되므로 멀티미디어 콘텐츠는 다중 스케일러블(Scalable)[3, 10, 11]이어야 한다.

III. 제안된 멀티미디어 콘텐츠의 컬러 영상에 대한 디지털 워터마크

본 논문은 컬러 영상에서 각 계층(Layer)의 워터마크의 견고성과 비시각성을 달성하기 위해서 다중 주파수의 워터마크를 내장할 계수를 선택하고, 다양한 장치와 성능에 적절한 멀티미디어 콘텐츠 서비스를 제공하기 위해서 다중 레벨에 워터마크를 내장함으로써 각 계층에서 워터마크의 추출을 보장한다.

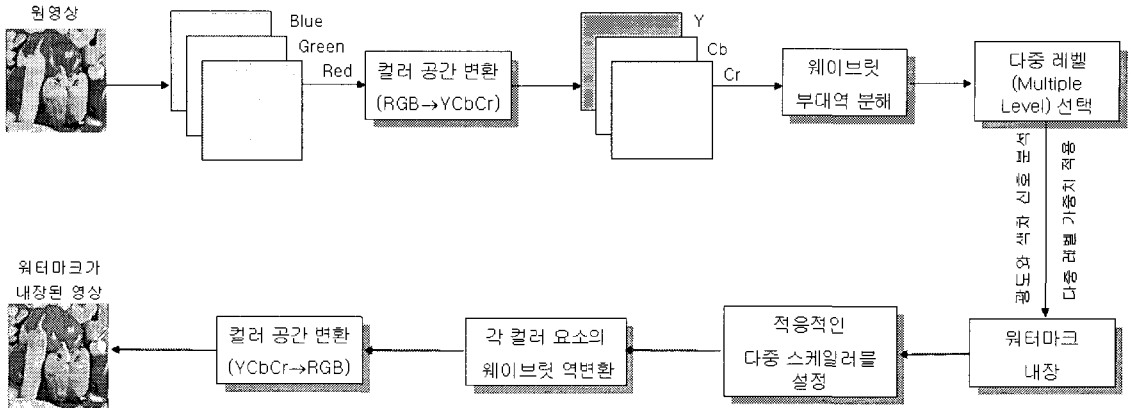


그림 1. 제안된 멀티미디어 콘텐츠의 컬러 영상에 대한 디지털 워터마크 절차
 Fig. 1. Procedure Digital Watermark for Proposed Color Image of Multimedia Contents

본 논문에서 제안한 멀티미디어 콘텐츠의 컬러 영상에 대한 디지털 워터마크 절차는 그림 1과 같다. 컬러 원영상 (RGB 영상)을 YCbCr 컬러 공간으로 변환한다. Y, Cb 및 Cr 채널 각각을 웨이브릿 부대역으로 분해하고 Y 요소에 워터마크를 내장할 다중 레벨을 선택한다. 선택한 다중 레벨의 내장할 워터마크의 견고성과 비시각성을 보장하기 위해서 내장할 워터마크 계수는 다중 레벨에 따른 가중치를 이용하여 다중 주파수를 선택한다.

이때 가중치는 각 컬러 요소의 상관 관계를 고려하여 설정한다. 그리고 워터마크를 내장할 계수와 워터마크 키를 조합한다. 워터마크가 내장된 영상을 전송할 적응적인 다중 스케일러블을 설정한 후 각 컬러 요소에 대한 웨이브릿 역변환을 수행하고, 다시 YCbCr 컬러 공간을 RGB

컬러 공간으로 변형하면 워터마크가 내장된 컬러 영상이 생성된다.

그리고 가중치가 적용된 각 레벨에서는 독립적인 워터마크 패턴의 주기가 구성된다. 여기서 내장하는 워터마크 키는 소유권자 정보를 {0, 1}로 구성된 M-Sequence의 워터마크 주기를 사용한다.

그림 2는 그림 1에서의 적응적인 다중 스케일러블 설정을 세부화 하였다. 그림 2의 스케일러블 구조에서와 같이 특정 계층에 워터마크 구조를 제한하지 않는다. 따라서 기본 계층과 향상 계층에서 워터마크를 추출하고, 향상 계층은 기본 계층을 참조해서 부호화할 수 행한다.

그림 2의 원영상은 웨이브릿 변환을 통해서 다중 레벨로 분해하고, 여기서 분해된 각 부대역들을 해상도 레벨

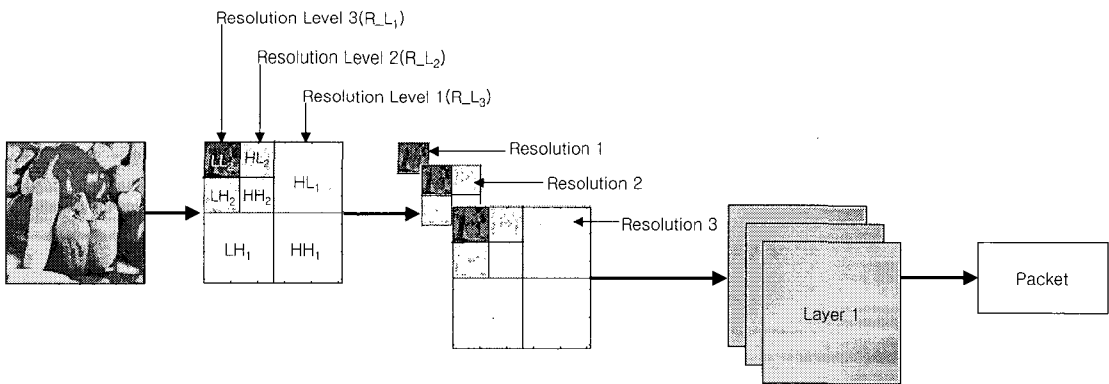


그림 2. 적응적인 다중 스케일러블 설정
 Fig. 2. Adaptive Multi-Scalable Establishment

(Resolution Level)이라 한다. 즉 해상도 레벨 $R_L1 = \{LL2\}$, $R_L2 = \{HL2, LH2, HH2\}$, $R_L3 = \{HL1, LH1, HH1\}$ 로 정의된다. 해상도에서 Resolution 1은 원영상에서 R_L1 에 의해서 재구성되고, Resolution 2는 R_L1 와 R_L2 에 의해서 재구성, Resolution 3은 R_L1 , R_L2 와 R_L3 에 의해서 재구성된다. 따라서 계층은 하나의 부대역에서부터 각 부대역으로 부호화를 수행하고, 이런 부호화의 증가는 영상의 높은 화질을 나타낸다. 그런 다음 비트 스트림 형태의 패킷을 생성한다.

3.1. 워터마크 내장 알고리즘

광도-색차 컬러 공간은 다음과 같은 두가지 이유로 널리 활성화되고 있다[8]. 첫째, 광도 신호는 그레이 영상을 생성하는데 사용될 수 있고, 각각의 컬러 요소들은 단색 시스템(Monochrome System)으로 호환할 수 있다. 둘째, 광도-색차 컬러 공간에서 3가지 컬러 요소들은 적은 상관관계를 가지므로 신호를 부호화 또는 변조하는데 유용성을 지닌다. 그러나 이런 3가지 컬러 요소들은 통계적으로는 상관 관계가 적지만 서로 독립적이지는 않다. 즉 색차 신호의 공간적인 위치에서 큰 변형은 광도 신호에서도 또한 큰 변형을 보이고 있다. 영상에서의 변형은 웨이브릿 변형된 영상의 고주파수의 큰 광도(Magnitudes)의 계수와 일치 한다.

따라서 고주파수 대역에서 광도 신호(Luminance Signal)의 변형된 픽셀이 작은 광도를 가지면 공간적으로 일치하는 픽셀의 변형된 색차 신호와 주파수 대역 또한 작은 광도를 가진다. 따라서 이들 컬러 요소들 간의 변형된 신호들은 상호 의존적 특징을 가진다. YCbCr 컬러 공간은 영상 압축(MPEG)에서 사용되는 컬러 공간으로 영상의 대부분의 정보는 광도인 Y 성분이 가지고 있고, Cb와 Cr 요소의 대역폭은 Y 요소인 광도의 대역폭 보다 작다. 즉, 색차 요소들은 영상을 재구성하는데 지각적으로 화질의 손실 없이 부대역 샘플링의 변형에 의해서 표현할 수 있다는 의미를 내포하고 있다. 따라서 본 논문에서는 주파수 대역에서 각 신호에 대한 위치 상관 관계를 고려하여 Y 요소에 선택한 다중 레벨의 가중치를 적용하여 워터마크를 내장할 계수를 선택한다.

컬러 영상의 워터마크 내장 알고리즘은 다음과 같다.

- (1) RGB 컬러 영상을 YCbCr 컬러 공간으로 변형하여 Y, Cb, Cr 컬러 요소로 분리한다.
- (2) Y, Cb 및 Cr 컬러 요소들은 각각 단일 요소로 다루

어지고, 각 컬러 요소의 위치 상관 관계 정보와 다중 해상도 레벨에서 일정한 워터마크 내장 개수와 해상도를 유지하기 위해서 해상도 레벨(Resolution Level)에 따라 가중치(α)를 적용한다. 그리고 각 해상도 레벨의 워터마크 내장할 계수 위치를 탐색한다.

- (3) 컬러 영상에 내장할 워터마크는 {0, 1}로 구성된 Unipolar Sequence로 M-Sequence를 구성한다.
- (4) 생성시킨 워터마크 키와 다중 레벨의 탐색한 계수를 조합하면 광도인 Y 요소의 워터마크 내장 주기가 생성된다.
- (5) 각 신호의 웨이브릿 역변환을 수행하기 위해서 장치와 성능에 따른 적용적인 다중 스케일러블을 설정한다.
- (6) 각 컬러에 대해 웨이브릿 역변환을 수행하고, YCbCr 컬러 공간에서 다시 RGB 컬러 공간으로 변환하면 워터마크가 내장된 컬러 영상이 생성된다.

3.2. 워터마크 추출 및 인증 알고리즘

본 논문은 워터마크 추출 및 인증을 위한 방법으로 원영상(I)과 변형이 가해진 영상(I')을 YCbCr 컬러 공간으로 변형하여 원영상의 I_y, I_{Cb}, I_{Cr} 중에서 I_y 와 변형이 가해진 영상의 I'_y, I'_{Cb}, I'_{Cr} 중 I'_y 에 대해 웨이브릿 변환을 수행한다. 그리고 변형이 가해진 영상의 주파수 영역(I'_y)에서 원영상의 주파수 영역(I_y)의 차를 구한다. 이 때 변형이 가해진 영상에 내장된 워터마크 패턴(W'_y)을 추출할 수 있다. 추출된 워터마크는 상관 관계(Correlation)에 의해서 인증한다.

- (1) 워터마크가 내장된 영상이거나 워터마크가 내장되지 않는 영상에 변형이 가해진 영상 I'와 원영상 I를 주파수 영역으로 변환하고 각 레벨의 가중치를 적용하여 변형이 가해진 영상에서 원영상을 이용하여 차를 구한 다음 각 주파수의 W'_y 라는 워터마크 패턴을 추출한다.
- (2) 원본 워터마크 패턴 W_y 와 변형이 가해진 영상에서 추출한 워터마크 패턴 W'_y 의 상관 계수를 비교하여 소유권의 인증 여부를 결정한다.

IV. 실험 결과 및 분석

본 논문의 실험 영상은 256×256 Pepper 컬러 영상을 사용하였고, 웨이브릿 변환은 다우비치를 사용하여 다중 레벨로 분해하였다. 식 (1), 식 (2)와 같이 디지털 워터마크의 비시각성을 검증하기 위해서 컬러 원영상과 워터마크가 내장된 변형이 가해진 영상에 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)과 MSE(Mean Square Error)를 사용하였다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{(MSE(Y) + MSE(Cb) + MSE(Cr)) / 3} \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (x_{ij} - x'_{ij})^2 \quad (2)$$

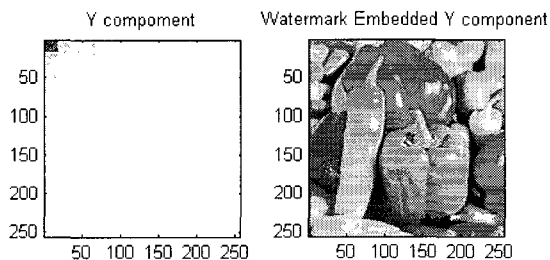


그림 3. Y 요소에 워터마크 내장
Fig. 3. Watermark Embedded to Y Component

그림 3은 Y 요소를 웨이브릿 다중 분해하고 워터마크를 내장한 후 웨이브릿 역변환을 수행한 결과를 나타낸다. 왼쪽 영상은 컬러 요소의 Y 신호를 웨이브릿 4-Level로 분해한 영상을 나타내고, 오른쪽 영상은 주파수 영역에서 워터마크를 내장한 후 웨이브릿 역변환하여 생성된 영상을 나타낸다.

그림 4는 RGB 컬러 영상을 YCbCr 컬러 공간으로 변형한 후 Y 요소에 다중 레벨의 워터마크를 내장한다. 그리고 다시 YCbCr 컬러 공간에서 RGB 컬러 공간으로 변형하면 워터마크가 내장된 컬러 영상을 나타낸다. 그림 4의 위 영상들은 RGB 원영상을 Y, Cb, Cr 요소 및 YCbCr로 결합한 영상을 나타내고, 아래 영상은 각 컬러 요소의 상관 관계를 이용하여 Y 요소에 워터마크를 내장한 후 YCbCr로 결합한 영상(Watermark embedded YCbCr)과 워터마크가 내장된 YCbCr 컬러 공간을 다시 RGB 컬러 공간으로 변형하여 워터마크가 내장된 RGB 영상(W-Embedded

RGB Image)을 나타내고 있다.

그림 5는 다중 해상도 레벨에서 일정한 워터마크 내장 개수와 해상도 레벨에 따른 가중치(α)를 적용하여 각 레벨의 특정 주파수에 워터마크를 내장하고, 웨이브릿 역변환을 수행한 후 해상도 레벨의 워터마크가 내장된 영상을 나타낸다. 여기서 해상도 레벨에 따른 워터마크 주기가 생성된다.

<표 1> 해상도 레벨에 대한 컬러 신호의 PSNR
Table. 1 PSNR of Resolution Level vs. Color Signal

Color PSNR / Resolution Level	워터마크 내장 개수	Red 요소	Green 요소	Blue 요소
1-Level	110	28.1383	28.3745	28.4172
2-Level	111	28.3898	28.7207	28.6645
3-Level	110	28.4215	28.7916	28.6549
4-Level	106	28.4179	28.7528	28.4331
5-Level	119	28.1579	28.4953	28.5118

<표 1>은 Y 요소의 각각의 해상도 레벨에서 100~120개의 일정한 워터마크 개수를 내장하고, 각 레벨에 일정한 해상도를 유지하기 위해서 가중치(α)를 적용했을 때, 각 레벨에 대한 RGB 컬러 요소의 PSNR은 서로 유사한 화질(28dB)을 나타내었다.

<표 2>는 워터마크에 견고성을 검증하기 위해서 JPEG 압축을 수행한 후 워터마크의 상관 관계를 비교한다. 해상도 레벨의 4-Level에 의해 워터마크를 내장하고, JPEG 압축률의 화질에 대한 워터마크 상관 관계를 비교한 결과 압축률에 따른 워터마크 상관 관계는 0.9 이상으로 소유권을 입증할 수 있는 높은 유사도를 나타내었다.

<표 2> JPEG 압축의 화질에 대한 워터마크 상관 관계
Table. 2 Watermark Correlation for Quality of JPEG Compression

순번	JPEG Compression의 화질	Watermark Correlation
1	90	0.9999
2	80	0.9999
3	70	0.9998
4	60	0.9997
5	50	0.9994
6	40	0.9993
7	30	0.9990
8	20	0.9980

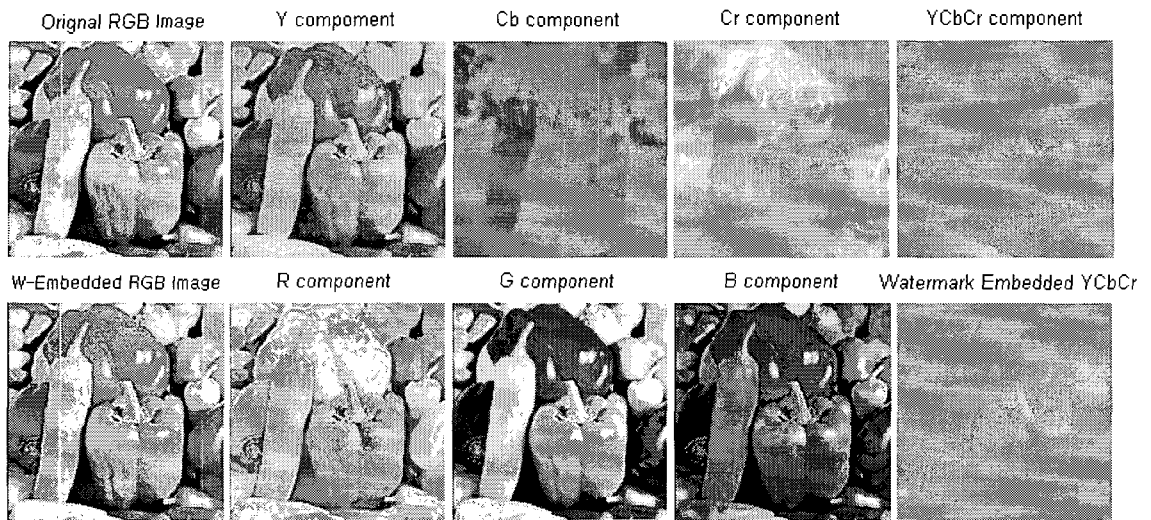


그림 4. RGB 컬러 영상을 YCbCr 컬러 공간으로 변형한 후 워터마크를 내장하고 다시 YCbCr에서 RGB 컬러 공간으로 변형

Fig. 4. Watermark Embedded after Transform YCbCr Color Space to RGB Color Image, and Transform RGB Color Space into Color Space(YCbCr)

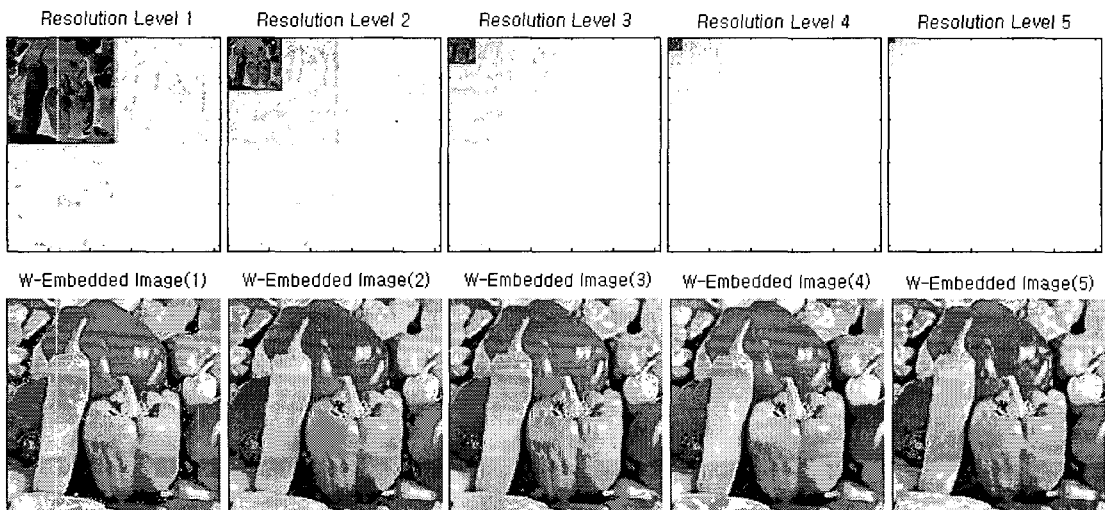


그림 5. 다중 레벨의 웨이브릿 변환 후 워터마크가 내장된 영상

Fig. 5. Watermark Embedded Images after Wavelet Transform of Multi-Level

V. 결론

다양한 네트워크에 의한 멀티미디어 콘텐츠는 컴퓨터, 모바일 폰 및 PDA와 같이 여러 장치에서 멀티미디어 서비스를 제공받고 있다. 따라서 본 논문은 멀티미디어 콘텐츠의 컬러 영상에서 다양한 장치와 성능에 따라 전송되는 각 계층의 워터마크에 대한 견고성과 비시각성을 달성하기 위해서 다중 레벨의 다중 주파수 워터마크 내장 계수 선택 방법을 제안하고, 각 계층에서 워터마크의 추출을 보장한다.

실험 결과, 다중 레벨에 따른 워터마크의 일정한 개수를 유지하고, 워터마크를 내장할 주파수 영역에 가중치를 적용함으로써 서로 다른 해상도에서 거의 동일한 해상도를 유지할 수 있다. 그리고 워터마크가 내장된 영상을 JPEG 압축을 수행하여 다양한 압축률에 대한 워터마크 인증을 보장할 수 있다.

참고문헌

[1] S. Voloshynovskiy, F. Deguillaume, O. Koval and Thierry Pun, "Information-theoretic data-hiding: Recent achievements and open problems," International Journal of Image and Graphics, 5, 1, pp. 1-31, 2005.

[2] M. Steinder, S.Iren and P. D. Amer, "Progressively Authenticated Transmission," MILCOM, November 1999.

[3] U. Horn and B. Girod, "Scalable video transmission for the internet," Computer Network and ISDN Systems, Nov. 1997.

[4] JungHee Seo, HungBog Park, "Data Protection of Multimedia Contents Using Scalable Digital Watermarking", 4th Annual International Conference on Computer and Information Science(ICIS 2005), pp.376-380, 2005, 7.

[5] M. Kutter, F. Jordan and F. Bossen, " Digital signature of Color Images using amplitude Modulation," in Storage and Retrieval for Image and Video Databases V, SPIE Vol. 3022, San Jose, CA, February 8-14 pp. 518-526, 1997.

[6] 서정희, 박홍복, "최적의 분산 콘텐츠를 위한 다중 계층 디지털 워터마킹 기법", 한국정보처리학회 논문지B, 제 12-B권 제 3호, pp.291-300, 2005.

[7] Alastair Reed, Brett hannigan, "Adaptive Color watermarking," Proceddings of SPIE Vol. 4675, pp.

222-229, 2002.

[8] Ke Shen and Edward J. delp, "Color Image Compression Using an embedded Rate Scalable Approach," Image Processing, 1997. Proceedings. International Conference on, 1997 v.3, pp. 34-37, 1997.

[9] Chen-Hsien Chou and Kuo-Cheng Liu, "Color Image Watermarking Based on a Color Visual Model," IEEE pp. 367- 370, 2002.

[10] T. P-C. Chen and T. Chen, "Progressive Image Watermarking," Proc. of IEEE Intel. Conf. on Multimedia and Expo. July 2000.

[11] A. Piper, R. Safavi-Naini, and A. Mertins, "Coefficient Selection Methods for Scalable Spread Spectrum Watermarking," IWDW 2003, pp. 235-246, 2004.

[12] Raymond B. Wolfgang and Edward J. Delp, "A watermarking technique for digital imagery : further studies," Video and Image Processing Laboratory, Proceeding of the International Conf. on Imaging Science, pp.279-287, 1997.

저자소개

박홍복(Hung-Bog Park)



1982년 경북대학교 공과대학 컴퓨터공학과(공학사)
1984년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)

1995년 인하대학교 대학원 전자계산학전공(이학박사)
1984년~1995년 동명대학 전자계산과 부교수
2001. 2~2002. 2 The University of Arizona 객원교수
1996년~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
※ 관심분야: 모바일 시스템, 멀티미디어 응용, 컴파일러, 원격 교육

서정희(Jung-Hee Seo)



1994년 신라대학교 자연과학대학 전자계산학과(이학사)
1997년 경성대학교 대학원 전산통계학과(이학석사)

2006년 부경대학교 대학원 전자상거래(공학박사)
※ 관심분야: 원격교육, 멀티미디어, 영상처리, 정보 보안