(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0041963
(43) 공개일자 2015년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 1/387 (2006.01) *G06T 3/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0120571
(22) 출원일자 2013년10월10일
심사청구일자 2013년10월10일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
권구락
광주광역시 광산구 장덕로6번길 35, 106동 301호 (장덕동, 수완진흥더루벤스아파트)
변재영
전라남도 장성군 장성읍 영천로 224
김지인
광주광역시 북구 삼정로 7, 104동 305호(두암동, 율곡타운아파트)
(74) 대리인
신용현

전체 청구항 수 : 총 12 항

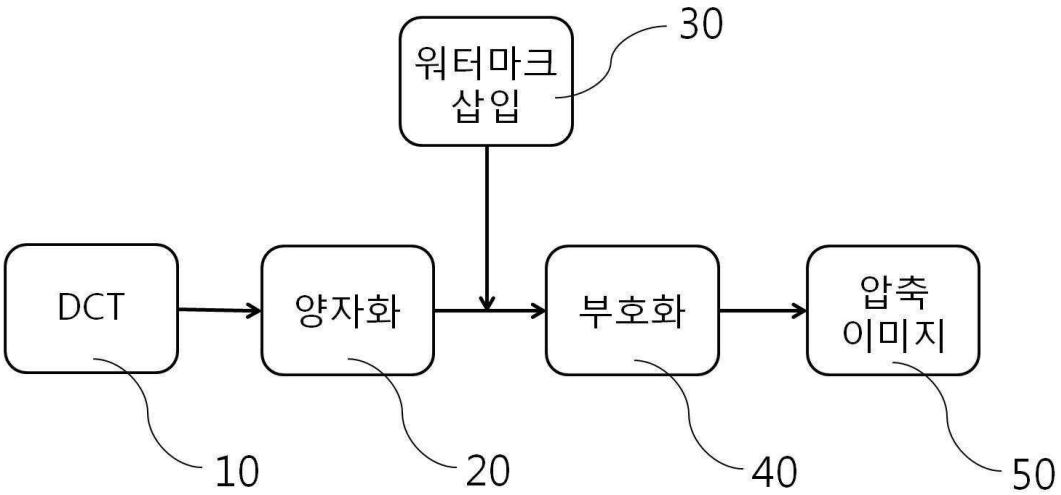
(54) 발명의 명칭 **AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 및 추출 방법**

(57) 요 약

본 발명은 기존의 워터마킹 알고리즘의 복잡성 문제를 해결함과 동시에 JPEG 압축 이미지에 대한 여러가지 변형이나 공격에도 워터마크의 추출이 가능한 강인성이 높은 워터마크를 만들어 줄 수 있는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 및 추출 방법을 제공하는데 그 주된 목적이 있다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 방법은, 원본 이미지에 대해 DCT 과정 및 양자화 과정을 거쳐 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블을 생성하는 단계; 상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및 상기 양자화 테이블을 부호화하여 JPEG 압축 이미지를 생성하는 단계;를 포함한다.

이 때, 상기 워터마크 삽입 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하도록 구성될 수 있다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

원본 이미지에 대해 DCT 과정 및 양자화 과정을 거쳐 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블을 생성하는 단계;

상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및

상기 양자화 테이블을 부호화하여 JPEG 압축 이미지를 생성하는 단계;를 포함하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 워터마크 삽입 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하는 것을 특징으로 하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 부호화 단계는 상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수를 지그재그 스캐닝을 통해 1차원 정수열로 배열하고, 이 배열된 1차원 정수열을 허프만 디코딩 방법을 통해 부호화하는 것을 특징으로 하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 방법.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 원본 이미지는 상기 DCT 과정 이전에 색 공간 변환 과정을 거치는 것을 특징으로 하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 방법.

청구항 5

JPEG 압축 이미지를 복호화하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하는 단계;

상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 상기 워터마크를 추출하는 단계; 및

상기 워터마크가 추출된 양자화 테이블에 대해 역양자화 과정 및 역 DCT 과정을 거쳐 원본 이미지를 생성하는 단계;를 포함하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 추출 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 워터마크 추출 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 1 -> 0, 0 -> 1로 변환하는 것을 특징으로 하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 추출 방법.

청구항 7

청구항 5 또는 청구항 6에 있어서,

상기 복호화 단계는 역 허프만 디코딩 방법으로 1차원 정수열 배열을 생성하고, 이 1차원 정수열 배열을 역 지그재그 스캐닝을 통해 상기 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하는 것을 특징으로 하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 추출 방법.

청구항 8

청구항 5 또는 청구항 6에 있어서,

상기 원본 이미지는 상기 역 DCT 과정 이후에 역 색 공간 변환 과정을 거쳐서 생성되는 것을 특징으로 하는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 추출 방법.

청구항 9

JPEG 압축 이미지에 워터마크를 삽입하는 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 있어서, 상기 프로그램이 컴퓨터 상에서 수행되는 경우에 상기 컴퓨터가,

원본 이미지에 대해 DCT 과정 및 양자화 과정을 거쳐 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블을 생성하는 단계;

상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및

상기 양자화 테이블을 부호화하여 JPEG 압축 이미지를 생성하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 기록되고, 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 워터마크 삽입 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하는 것을 특징으로 하는 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체.

청구항 11

JPEG 압축 이미지에 워터마크를 추출하는 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 있어서, 상기 프로그램이 컴퓨터 상에서 수행되는 경우에 상기 컴퓨터가,

JPEG 압축 이미지를 복호화하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하는 단계;

상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 상기 워터마크를 추출하는 단계; 및

상기 워터마크가 추출된 양자화 테이블에 대해 역양자화 과정 및 역 DCT 과정을 거쳐 원본 이미지를 생성하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 기록되고, 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 워터마크 추출 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 1 -> 0, 0 -> 1로 변환하는 것을 특징으로 하는 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 및 추출방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 JPEG 기술을 이용하여 디지털 정지영상을 압축함에 있어서 양자화 테이블의 AC 계수를 이용하여 보다 효율적으로 워터마크를 삽입하거나 추출할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 인터넷의 발전으로 다양한 컨텐츠들이 인터넷 상에서 거래가 이루어지고 있다. 이에 따라 다양한 방법으로 불법적인 거래, 특히 저작권 침해에 의한 불법적인 거래가 빈번히 발생하고 있는 실정이다. 이러한 디지털 컨텐츠에 대한 저작권 침해를 방지하기 위하여 다양한 저작권 보호기술이 개발되고 있다.

[0003] 현재 디지털 컨텐츠에 대한 저작권을 보호하기 위한 기술로는 DOI(Digital Object Identifier), DRM(Digital Right Management), 워터마킹(Watermarking) 등이 많이 사용되고 있다. DOI 기술은 저작권 추적기술로서 디지털 컨텐츠에 대하여 고유한 번호를 부여하고 이를 URL(Uniform Resource Locator)로 변환하여 인터넷 상의 해당 위치에 접근이 용이하도록 한 표준 규격이다. DRM 기술은 디지털 저작권 관리 기술로서 각종 디지털 컨텐츠를 불법 복제로부터 안전하게 보호하고 사용함으로써 컨텐츠 서비스를 유료화하는 기술이다. 마지막으로 워터마킹 기술은 디지털 컨텐츠에 저작권 정보를 보이지 않게 삽입하거나 추출하는 기술이다.

[0004] 일반적으로 워터마킹은 저작물의 종류, 인지 정도, 활용 용도에 따른 분류가 가능하다. 또한 기본적으로 워터마크를 삽입했을 때 원본의 변화가 거의 없기 때문에 워터마크를 삽입하더라도 이를 인식하지 못하는 비가시성이나 여러가지 형태의 변형이나 공격에도 워터마크 추출이 가능한 강인성, 추출한 워터마크가 확실한 소유권을 주장할 수 있는 명확성 등이 요구된다.

[0005] JPEG 영상 데이터에 워터마크를 삽입 및 추출하는 방법에 대하여 몇 가지 종래기술이 공지되어 있다.

[0006] 그 일 예로서, 대한민국 공개특허공보 제2006-0081180호(발명의 명칭: JPEG 압축 데이터에 워터마크를 삽입 및 추출하는 방법 및 장치)(특허문헌 1)에는 JPEG로 압축된 디지털 영상에 허프만 디코딩(Huffman Decoding)에 의해 얻어진 양자화 값을 이용하여 워터마크를 삽입하거나 추출하는 방법이 개시되어 있다. 보다 상세하게 설명하면, JPEG 압축된 이미지 데이터를 호프만 디코딩 함으로써 복수의 양자화 테이블을 얻고, 이 복수의 양자화 테이블 중 동일한 값을 갖는 양자에 대응되는 양자화 값을 선택한다. 이 선택된 양자화 값에 대하여 양호도를 동일하게 변환시킨 다음, 변환된 양자화 값들 간의 차이가 일정한 값 이내가 되는 경우에 워터마크를 삽입하도록 구성된다. 그러나, 이 워터마크 삽입 방법은 JPEG 압축된 이미지 데이터에 대하여 호프만 디코딩까지 거친 후에 워터마크를 삽입하도록 되어 있어 알고리즘이 다소 복잡하다는 단점이 있다.

[0007] 또 다른 종래기술로서, 대한민국 공개특허공보 제2013-0085264호(발명의 명칭: 가역 워터마킹 기술을 이용한 영상의 무결성 인증방법)(특허문헌 2)에는 원본 영상에 대하여 DCT(Discrete Consine Transform: 이산 코사인 변환) 및 양자화 과정을 거쳐 양자화 DCT 계수를 추출하고, 추출된 양자화 DCT 계수를 이용하여 인증코드를 생성하며, 생성된 인증코드를 상기 손실 압축 과정에서 추출된 상기 양자화 DCT 계수에 삽입하여 워터마킹을 하는 방법에 개시되어 있다. 이 때, 상기 인증코드는 상기 추출된 양자화 DCT 계수를 Zig-Zag 순으로 n개의 최상위 값을 선택하여 생성하고, 워터마크의 삽입은 상기 양자화 DCT 계수 중 양수 값들을 쉬프팅시키고, 0과 쉬프팅된 양수 값 사이에 인증코드를 삽입하는 방식으로 이루어진다.

[0008] 그러나, 이 워터마크 삽입 방법은 별도의 추가 인코딩 단계를 거치지 않고 JPEG 압축에서 필수적으로 생성되는 양자화 DCT 계수를 이용한다는 장점은 있으나, 이 방법 또한 양자화 DCT 계수를 이용하여 인증코드를 새로이 생성하여야 하고, 이를 양자화 DCT 계수 테이블에 삽입하기 위하여 각 양자화 DCT 계수를 쉬프팅하거나 수정해야 하므로 알고리즘이 다소 복잡하다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제2006-0081180호: JPEG 압축 데이터에 워터마크를 삽입 및 추출하는 방법 및 장치(출원인: 주식회사 마크애니), 2006. 07. 12. 공개

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제2013-0085264호: 가역 워터마킹 기술을 이용한 영상의 무결성 인증방법(출원인: 금오공과대학교 산학협력단), 2013. 07. 29. 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 이러한 종래 문제점을 해결하기 위하여 개발된 것으로서, 기존의 워터마킹 알고리즘의 복잡성 문제를 해결함과 동시에 JPEG 압축 이미지에 대한 여러가지 변형이나 공격에도 워터마크의 추출이 가능한 강인성이 높은 워터마크를 만들어 줄 수 있는 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 및 추출 방법을 제공하는데 그 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 방법은, 원본 이미지에 대해 DCT 과정 및 양자화 과정을 거쳐 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블을 생성하는 단계; 상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및 상기 양자화 테이블을 부호화하여 JPEG 압축 이미지를 생성하는 단계;를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 워터마크 삽입 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하도록 구성될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 부호화 단계는 상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수를 지그재그 스캐닝을 통해 1차원 정수열로 배열하고, 이 배열된 1차원 정수열을 허프만 디코딩 방법을 통해 부호화하도록 구성될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 원본 이미지는 상기 DCT 과정 이전에 색 공간 변환 과정을 거치도록 구성될 수 있다.

[0015] 한편, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따르면, AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 추출 방법은, JPEG 압축 이미지를 복호화하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하는 단계; 상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 상기 워터마크를 추출하는 단계; 및 상기 워터마크가 추출된 양자화 테이블에 대해 역양자화 과정 및 역 DCT 과정을 거쳐 원본 이미지를 생성하는 단계;를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 워터마크 추출 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 1 -> 0, 0 -> 1로 변환하도록 구성될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 복호화 단계는 역 허프만 디코딩 방법으로 1차원 정수열 배열을 생성하고, 이 1차원 정수열 배열을 역 지그재그 스캐닝을 통해 상기 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하도록 구성될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 원본 이미지는 상기 역 DCT 과정 이후에 역 색 공간 변환 과정을 거쳐서 생성될 수 있다.

[0019] 한편, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 JPEG 압축 이미지에 워터마크를 삽입하는 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 있어서, 상기 프로그램이 컴퓨터 상에서 수행되는 경우에 상기 컴퓨터가, 원본 이미지에 대해 DCT 과정 및 양자화 과정을 거쳐 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블을 생성하는 단계; 상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및 상기 양자화 테이블을 부호화하여 JPEG 압축 이미지를 생성하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 기록되고, 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체를 포함한다.

[0020] 이 때, 상기 워터마크 삽입 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하도록 구성될 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명은 JPEG 압축 이미지에 워터마크를 추출하는 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 있어서, 상기 프로그램이 컴퓨터 상에서 수행되는 경우에 상기 컴퓨터가, JPEG 압축 이미지를 복호화하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하는 단계; 상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 상기 워터마크를 추출하는 단계; 및 상기 워터마크가 추출된 양자화 테이블에 대해 역양자화 과정 및 역 DCT 과정을 거쳐 원본 이미지를 생성하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 기록되고, 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체를 더 포함한다.

[0022] 이 때, 상기 워터마크 추출 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 1 -> 0, 0 -> 1로 변환하도록 구성될 수도 있다.

발명의 효과

[0023] 이상에서 설명한 AC 계수를 이용한 JPEG 압축 이미지의 워터마크 삽입 및 추출 방법에 따르면, 상대적으로 간단한 알고리즘을 통해 강인성이 우수한 워터마크를 JPEG 압축 이미지 내에 삽입하거나 추출할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명은 JPEG 압축 과정에서 원본 데이터을 많이 포함하고 있는 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 변환하여 워터마크를 생성하기 때문에 워터마크 생성에 따른 원본 이미지의 손실을 최소화할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 JPEG 압축 이미지의 표준을 기반으로 압축 과정에서 생성되는 양자화 테이블을 이용하여 워터마크를 삽입하거나 추출하기 때문에, 워터마킹을 위해 JPEG 압축 알고리즘을 추가로 변형시킬 필요가 없어 그 활용도가 매우 높다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명에 따른 워터마크 삽입 과정을 나타낸 도면.

도 2는 본 발명에 따른 양자화 테이블의 일 예를 나타낸 도면.

도 3은 본 발명에 따른 워터마크 생성 방법을 예시한 도면.

도 4는 본 발명에 따른 JPEG 압축 이미지의 부호화 과정을 나타낸 도면.

도 5는 본 발명에 따른 워터마크 추출 과정을 나타낸 도면.

도 6은 본 발명에 따른 워터마크 이미지의 품질을 비교한 그래프.

도 7은 본 발명에 따른 워터마크 이미지의 강인성을 비교한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 첨부된 도면을 참조로 본 발명에 따른 바람직한 일 실시예를 보다 상세히 설명한다.

[0028] 본 발명은 JPEG(Joint Photographic Experts Group) 압축 알고리즘을 기반으로 정지영상 이미지 내에 저작권을 표시하는 워터마크를 삽입하거나 추출하는 방법에 관한 것이다. 따라서, 기본적으로 JPEG 압축 알고리즘 방식을 채용하고, 이 알고리즘의 실행 과정에서 생성되는 일부 계수 값을 변환하여 워터마킹을 실행한다. 이하에서는 JPEG 압축 알고리즘의 각 단계를 순서대로 설명하면서 해당 부분에서 본 발명에 따른 워터마킹 방식을 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 워터마크 삽입 과정을 나타낸 도면이다.

[0030] JPEG 압축 알고리즘은 크게 DCT(Discrete Cosine Transform, 이산 코사인 변환) 과정(10), 양자화 과정(20), 부호화 과정(40)를 통하여 최종적으로 압축 이미지(50)를 생성한다. JPEG 압축 알고리즘은 손실(loss) 압축 방식과 무손실(lossless) 압축 방식을 모두 지원하지만, 우리가 흔히 사용하는 JPEG 압축 알고리즘은 DCT 라는 수학변환공식에 기반을 둔 손실 압축 방식이다. 본 발명은 이 JPEG 압축 과정에서 상기 양자화 과정(20)과 부호화 과정(40)의 중간에 워터마크 삽입 과정(30)을 실행하는 것이다. 이하에서 각각의 과정을 간단히 설명한다.

[0031] 상기 DCT 과정(10)은 다양한 색상 데이터를 저장하고 있는 원본 영상 이미지를 이산 코사인 공식에 따라 주파수 데이터로 변환하는 과정이다. 이 과정을 통해 색 공간 데이터가 주파수 공간의 데이터로 변환된다. 여기서 주파수라 함은 전자기파의 주파수를 말하는 것이 아니라, 데이터를 격자 상에 배열하였을 때의 공간적 변화를 의미하는 것이다. DCT 과정은 통상적으로 8 * 8 블록 단위로 실행된다. 예를 들어, 1024 * 728 픽셀로 된 이미지 데이터의 화면 행렬을 8 * 8 의 정사각형 블록으로 분할하면, 총 가로 128 * 세로 91 개의 단위 블록으로 구분되고, DCT 변환은 상기 단위 블록 별로 실행된다.

[0032] DCT 변환이 완료되면 각 단위 블록 내 64개의 데이터 값은 왼쪽 위쪽으로 갈수록 큰 숫자가 몰리게 된다. 이때, 제일 좌측 상단에 있는 큰 데이터 값을 DC 계수(저주파 값)이라고 하고, 상대적으로 숫자가 작은 나머지 63개의 데이터 값을 AC 계수(고주파 값)이라 한다. 이들 DCT 계수 중에서 큰 데이터 값을 가진 DC 계수는 블록 전체의 명도를 좌우하는 중요한 정보를 담고 있다.

[0033] 도 1에 도시되어 있지는 않으나, JPEG 압축 알고리즘은 상기 DCT 과정(10) 이전에 원본 이미지에 대한 색 공간 변환 과정을 실행할 수도 있다. 이 색 공간 변환 과정은 원본 이미지의 각 픽셀에 대한 RGB 데이터를 YCbCr 이라는 다른 색 공간 데이터로 변환하는 것이다. Y 성분은 픽셀의 휘도 정보이고 Cb와 Cr 성분은 색차 정보(Chroma components)이다. 사람의 눈이 색상 성분보다 휘도 성분에 더 민감하기 때문에 색상 정보를 더 많이 압

축하기 위하여 YCbCr 색 공간 데이터로 변환한다.

[0034] 상기 양자화(Quantization) 과정(20)은 DCT 계수로 변환된 데이터 중에서 원래 데이터를 크게 변화시키지 않는 범위 내에서 불필요한 성분을 제거하여 데이터 량을 감소시키는 것이다. 사람의 눈은 고주파 영역의 명도 변화를 구별하는 능력이 낮다는 사실에 근거하여 고주파 값의 많은 부분을 버릴 수 있다. 이를 위해 각 단위 블록의 DCT 계수 값을 양자화 행렬이라고 명명되는 임의의 정수행렬로 나누는데, 이 과정에서 숫자가 작은 고주파 영역의 값의 대부분은 0으로 변환된다. 이러한 양자화 과정을 통해 양자화된 DCT 계수가 생성되는데, 도 2에는 이 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블이 예시되어 있다.

[0035] 이와 같이, 원본 이미지는 DCT 과정(10) 및 양자화 과정(20)을 거쳐 양자화 테이블을 생성하게 되는데, 본 발명은 이 양자화 테이블의 계수 값을 변환시킴으로써 JPEG 압축 이미지 내에 워터마크를 삽입하는 것이다.

[0036] 상기 워터마크 삽입 과정(30)은 상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입한다. 왜냐하면, DC 계수는 원본 이미지에 대한 많은 정보를 담고 있어 이를 변화시키면 화질 저하에 큰 영향을 미치기 때문이다. 보다 상세하게 설명하면, 상기 워터마크 삽입 과정은 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하는 과정을 통해 이루어진다.

[0037] 상기 양자화된 DCT 계수 중에서 AC 계수를 이용하는 경우에도 이 AC 계수의 비트 값 중에서 몇 개의 비트를 이용하느냐에 따라서 워터마크의 삽입 알고리즘은 크게 달라지게 된다. 만약, 최하위 4비트를 사용하는 경우에는 그림으로 된 복잡한 워터마크를 삽입할 수 있다는 장점은 있으나, 워터마크의 삽입에 따른 원본 데이터의 이미지 손실량이 증가한다는 단점이 있다.

[0038] 본 발명은 이러한 점을 고려하여 단순히 Public key 또는 Secret key 값 정도로 만 구성된 가벼운 워터마크를 생성하는 것이다. 이는 워터마크 내에 저작권에 대한 정보가 많이 포함되지 못한다는 단점은 있으나, 단순한 Key 값만을 포함하더라도 이 워터마크를 추출한 후 상기 Key 값을 효율적으로 변환한다면 필요한 저작권 정보를 재생할 수 있기 때문에 워터마크 자체는 최대한 가볍게 생성하여 원본 이미지의 손실을 최소화하는데 초점을 둔 것이다.

[0039] 도 2는 본 발명에 따른 워터마크 삽입 과정에 사용되는 양자화 테이블의 일 예를 나타낸다. 8 * 8 행렬로 된 양자화 테이블에서 왼쪽 최상단에 있는 데이터 값인 15는 DC 계수이고, 나머지 63개의 데이터 값은 AC 계수이다. AC 계수 중에서 0 값을 가진 것을 제외하면, -1(1행, 3열), -2(2행, 1열), -1(2행, 2열), -1(3행, 1열), -1(3행, 2열)만이 남는다. 본 발명의 워터마크 삽입 과정(30)은 이 5 개의 양자화된 AC 계수에 대응되는 값들의 최하위 비트를 0 -> 1, 1 -> 0 으로 변환하는 것이다.

[0040] 도 3은 상기 본 발명에 따른 워터마크 삽입 과정을 일 예를 나타낸다. 본 발명의 알고리즘에 따라 선정된 0 이 아닌 AC 계수에 대응되는 값이 각각 -2(11111110), -1(11111111), -1(11111111)인 경우에 이들 값의 최하위 비트를 0 -> 1, 1 -> 0 으로 바꾸면 각각 -1(11111111), -2(11111110), -2(11111110)으로 변환된다. 이와 같이 본 발명에 따른 워터마크 삽입 알고리즘은 0 이 아닌 양자화된 AC 계수에 대응되는 값들을 선정하고, 이 값들의 최하위 비트를 역으로 변환시키는 것으로 구성된다.

[0041] 상기 부호화 과정(40)은 워터마크 삽입 과정을 완료한 후 도 4에 도시된 바와 같이 양자화된 DCT 계수를 지그재그(ZigZag) 스캐닝을 통해 1차원 정수열로 배열하고, 이 배열된 1차원 정수열을 허프만 디코딩(Huffman coding) 방법을 통해 부호화한다. 이 때, 상기 양자화된 DCT 계수 중에서 AC 계수는 도 3에 도시된 비트화 변환 과정을 통해 최하위 비트가 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환된 값임은 이미 상기한 바와 같다.

[0042] 상기 허프만 디코딩 방법은 무손실 압축에 쓰이는 엔트로피 부호화의 일종으로서 데이터 문자의 등장 빈도에 따라서 다른 길이의 부호를 사용한다. 즉, 많이 나오는 문자일수록 더 짧은 부호를 사용함으로써 전체 데이터 길이를 감축시키는 방법이다. 상기 허프만 디코팅 외에도 산술 디코딩 방법도 사용 가능하나, 통상적으로 구현이 용이한 허프만 디코팅 방법을 가장 많이 사용한다.

[0043] 도 5는 본 발명에 따른 워터마크 추출 과정을 나타낸 도면이다.

[0044] 워터마크의 추출 방법은 앞서 설명한 JPEG 압축 이미지를 생성하는 과정의 역순으로 실행된다. 즉, 압축 이미지(60)는 복호화 과정(70), 역양자화 과정(90) 및 역DCT 과정(100)을 통해 압축이 해제되는데, 본 발명의 워터마크 추출 방법은 상기 복호화 과정(70) 및 역양자화 과정(90)의 사이에 실행된다.

[0045] 상기 복호화 과정(70)은 JPEG 압축 이미지를 복호화하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원한다. 즉 JPEG

압축 이미지(60)를 역 허프만 인코딩 방법을 통해 1차원 정수열로 배열하고, 이 1차원 정수열을 역 지그재그(Inverse ZigZag) 방식으로 스캔하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 생성한다.

[0046] 상기 워터마크 추출 과정(80)은 먼저 복원된 양자화 테이블에서 워터마크가 삽입된 양자화된 DCT 계수와 워터마크 삽입 시에 계수를 비교하여 워터마크의 존재를 확인한다. 워터마크의 존재가 확인되면 양자화된 DCT 계수에서 DC 계수를 제외하고 0 이 아닌 AC 계수에 대응되는 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 1 -> 0, 0 -> 1로 역변환시킴으로써 원래의 AC 계수로 복원한다.

[0047] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 워터마크 삽입 방법은 양자화된 AC 계수의 최하위 비트를 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환시키는 것만으로 워터마크를 간단히 삽입하는 것이다. 따라서, 본 발명의 워터마크 추출 방법 또한 워터마크가 삽입되는 해당 AC 계수의 값을 찾아 그 최하위 비트만을 역변환시킴으로써 간단하게 추출할 수 있게 되는 것이다.

[0048] 상기 역양자화 과정(90)은 상기 워터마크가 추출된 양자화 테이블을 양자화 행렬이라고 명명되는 임의의 정수행렬로 역산하여 DCT 계수된 된 데이터를 구하고, 이를 역 DCT 변환 과정(100)을 통해 원본 이미지로 복원하게 된다. JPEG 압축 알고리즘은 상기 DCT 변환 과정에서 데이터의 일부를 손실하기 때문에 복원된 이미지의 데이터 값은 원본 이미지와 완전히 동일하지는 않게 된다. 상기 역양자화 과정(90) 및 역 DCT 과정(100)은 앞서 워터마크 삽입 과정에서 설명한 DCT 과정(10) 및 양자화 과정(20)의 역순으로 진행되는 것이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0049] 도 5에 도시되어 있지는 않으나, 역 DCT 과정(100)을 통해 복원된 이미지는 필요한 경우 역 색 공간 변환 과정을 거쳐서 원본 이미지로 최종 복원될 수 있다. 상기 역 색 공간 변환 과정은 앞서 설명한 색 공간 변환 과정의 역순으로 진행되는 것이므로 이에 대한 상세한 설명도 생략하기로 한다.

[0050] 본 발명에 따라 워터마크가 삽입된 이미지의 품질 및 강인성을 비교하기 위해 다음과 같은 시뮬레이션 실험을 실시하였다.

[0051] 먼저, 4 개의 gray 계열의 표준 이미지(Woman, Lena, House, Badoon)를 준비하고, 이 표준 이미지에 본 발명에 따라 AC 계수를 이용하여 워터마크를 삽입한다. 워터마크의 삽입으로 인해 원본 이미지의 데이터 값은 변화가 발생하였다. 이 변화의 정도를 알아보기 위해 하기 수학식 1로 산출되는 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)를 이용하여 손실의 정도를 확인하였다. 이 PSNR은 신호 대 잡음비를 나타낸 것이다.

수학식 1

[0052]
$$PSNR = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I^2}{MSE}\right) = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}}\right)$$

[0053] 여기서, MAX_I는 해당 영상의 최대값으로서, 해당 채널의 최대값에서 최소값을 빼서 구할 수 있다. MSE(Mean Squared Error)는 평균 제곱의 오차(분산)이다. 이 수식을 이용할 경우 워터마크 삽입 후의 손실이 적을수록 높은 값(dB)을 가지게 된다. 아래 표 1을 보면 원본 이미지, JPEG 압축 이미지, 워터마크 이미지는 품질 면에서 일부 손실이 발생하였으나 전체적으로 30dB 이상으로 품질이 우수함을 알 수 있다. 도 6은 하기 표 1의 실험값을 그래프로 표시한 것이다.

표 1

[0054]

	원본이미지	JPEG 압축 이미지	워터마크 이미지
그림1(Woman)	44.87dB	38.62dB	37.25dB
그림2(Lena)	45.06dB	38.95dB	37.58dB
그림3(House)	44.73dB	37.54dB	36.78dB
그림4(Badoon)	48.57dB	39.54dB	39.04dB

[0055] 다음으로, 워터마크 이미지의 공격에 대한 강인성을 알아보기 위해 다음과 같은 실험을 실시하였다. 공격의 방법으로 기하학적 변환을 이용한 영상의 회전(rotation), 이동(moving), 대칭(symmetry)을 이용하였다. 실험에 대한 결과를 확인하기 위해 하기 수학식 2로 산출되는 정규화된 유사도, NS(Normalized Similarity)를 사용하였다. NS는 원본에 삽입된 워터마크와 추출된 워터마크의 값을 비교하여 얻을 수 있다. 워터마크를 삽입한 영상 이미지에서 추출한 워터마크가 원래의 워터마크 데이터와 동일한 경우에 정규화된 유사도는 100%가 된다.

수학식 2

[0056] $$NS(X,X^*)=\left(\frac{X\cdot X^*}{\sqrt{X^*\cdot X^*}}\Big/\frac{X\cdot X}{\sqrt{X\cdot X}}\right)\times 100\%$$

[0057] 여기서 X는 워터마크, X^*은 검출된 워터마크이다. <·>는 백터의 내적을 나타낸다. 워터마크를 삽입한 영상에서 워터마크를 추출했을 때 그 신호가 원래의 워터마크 신호와 동일한지 여부에 대해 확인할 수 있다. 위 수학식 2를 이용해 계산한 결과가 하기 표 2에 표시하였다. 도 7은 하기 표 2의 실험값을 그래프로 표시한 것이다.

표 2

[0058]

	그림1(Woman)	그림2(Lena)	그림3(House)	그림4(Badoon)
회전	57.62%	61.03%	58.37%	60.84%
이동	78.35%	77.48%	79.51%	78.89%
대칭	38.34%	42.23%	40.55%	43.54%

[0059] 위 표 2에서 보듯이 워터마크 이미지에서 회전, 이동, 대칭의 기하학적 변환 공격을 가했을 때 워터마크 이미지에 워터마크가 추출 가능할 정도로 남아 있음을 알 수 있다.

[0060] 이와 같이, 본 발명에 따른 AC 계수를 이용한 JPEG 이미지의 워터마크 삽입 및 추출 방법에 따르면, 워터마크를 삽입하였을 때 이미지의 품질이 원본 이미지와 비교하였을 때 인간의 시각으론 그 차이를 알 수 없을 정도로 손실이 적을 뿐만 아니라, 이미지의 기하학적 변형에 의한 여러가지 공격을 시도하였을 때에도 완벽하지는 않으나 워터마크의 추출이 가능함을 알 수 있다. 결과적으로, 본 발명은 인간이 시각적으로 인지할 수 없는 인지적 비가시성을 가지면서도 기하학적 변환에 의한 공격에도 워터마크 추출이 가능한 강인성을 가지는 것이다.

[0061] 마지막으로, JPEG 압축 이미지에 워터마크를 삽입하는 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 있어서, 상기 프로그램이 컴퓨터 상에서 수행되는 경우에 상기 컴퓨터가, 원본 이미지에 대해 DCT 과정 및 양자화 과정을 거쳐 양자화된 DCT 계수로 구성된 양자화 테이블을 생성하는 단계; 상기 양자화 테이블의 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 워터마크를 삽입하는 단계; 및 상기 양자화 테이블을 부호화하여 JPEG 압축 이미지를 생성하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 기록되고, 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체에 저장될 수 있다.

[0062] 이 때, 상기 워터마크 삽입 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 0 -> 1, 1 -> 0으로 변환하도록 구성될 수 있다.

[0063] 한편, JPEG 압축 이미지에 워터마크를 추출하는 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 있어서, 상기 프로그램이 컴퓨터 상에서 수행되는 경우에 상기 컴퓨터가, JPEG 압축 이미지를 복호화하여 워터마크가 삽입된 양자화 테이블을 복원하는 단계; 상기 양자화 테이블을 구성하는 양자화된 DCT 계수 중에서 DC 계수를 제외하고 AC 계수만을 이용하여 상기 워터마크를 추출하는 단계; 및 상기 워터마크가 추출된 양자화 테이블에 대해 역양자화 과정 및 역 DCT 과정을 거쳐 원본 이미지를 생성하는 단계;를 수행하도록 하는 프로그램이 기록되고, 전자 장치에서 판독 가능한 기록매체에 저장될 수 있다.

[0064] 이 때, 상기 워터마크 추출 단계는 상기 양자화 테이블에서 AC 계수 중 0 이 아닌 값을 찾고, 이 AC 계수의 최하위 비트(LSB: Least Significant Bit) 값을 1 -> 0, 0 -> 1로 변환하도록 구성될 수 있다.

[0065] 상기한 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있도록 프로그램 및 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록매체를 포함한다. 그 예로는, 롬(Read Only Memory), 램(Random Access Memory), 하드디스크(Hard Disk),

CD(Compact Disk), DVD(Digital Video Disk)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 케리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함된다. 또한, 이러한 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0066] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0067] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

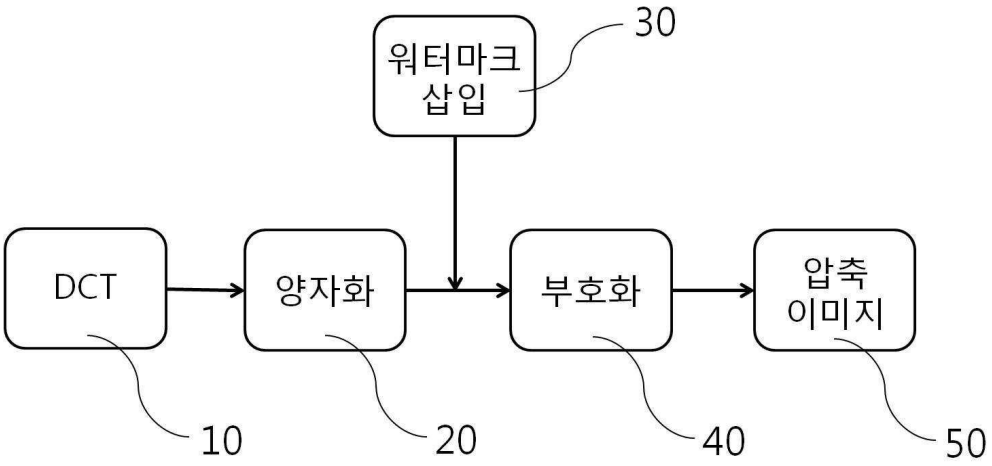
[0068] 10: DCT 과정 20: 양자화 과정

30: 워터마크 삽입 과정 40: 부호화 과정

50: 압축 이미지

도면

도면1



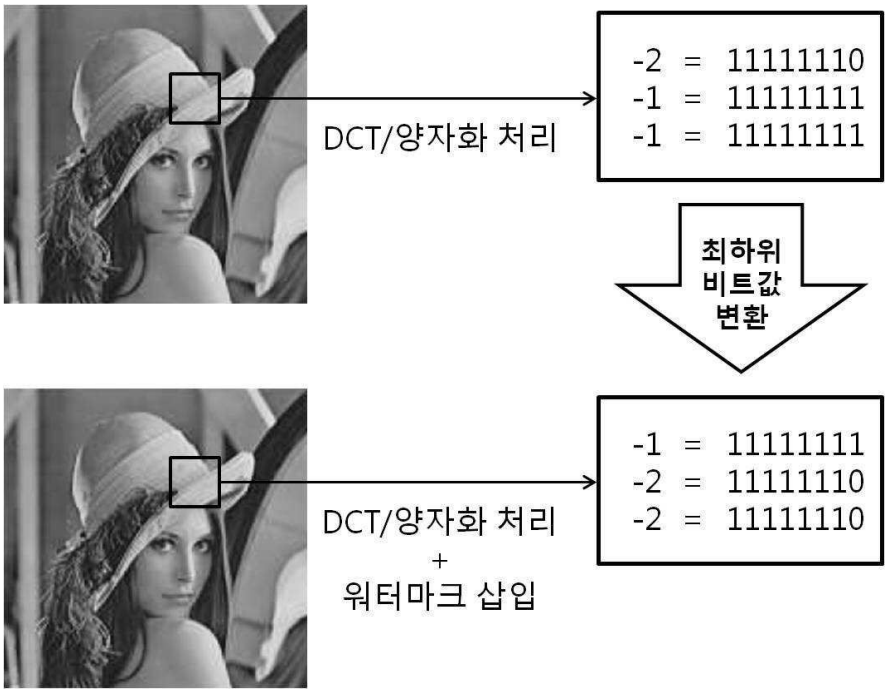
도면2

DC 계수

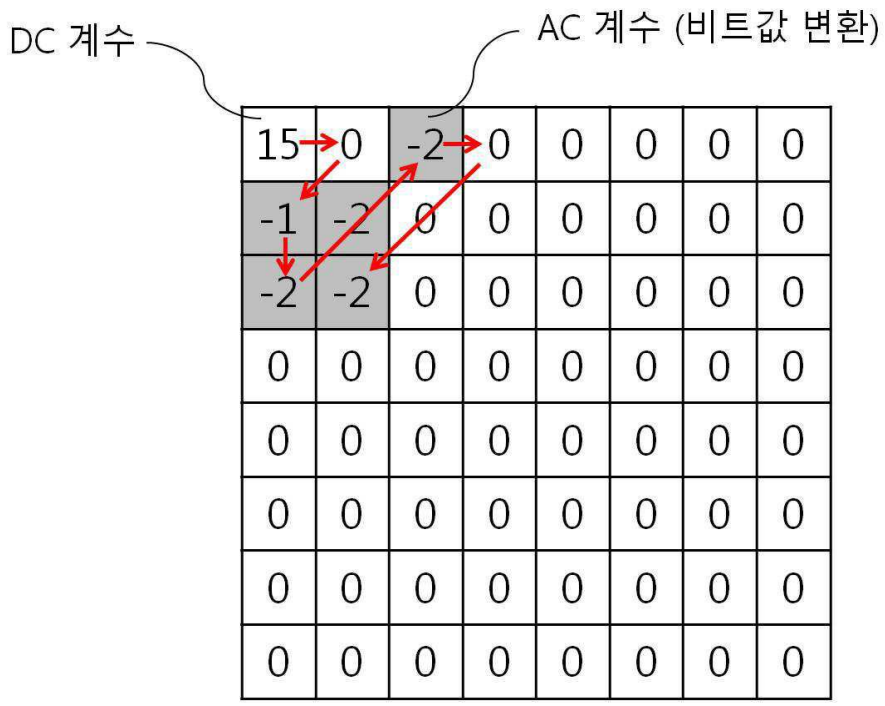
AC 계수 (0 제외)

15	0	-1	0	0	0	0	0
-2	-1	0	0	0	0	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

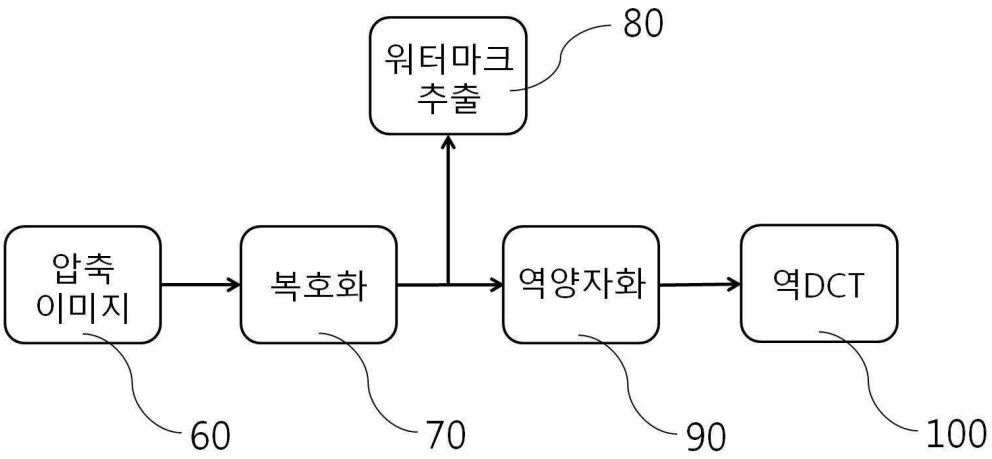
도면3



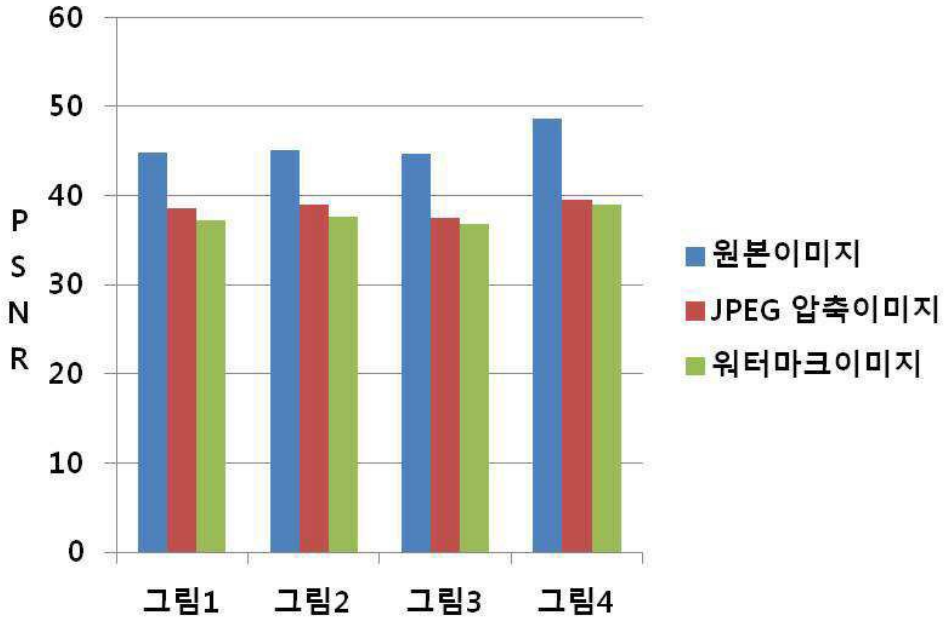
도면4


DC 계수
AC 계수 (비트값 변환)
15 0 -2 0 0 0 0 0
-1 -2 0 0 0 0 0 0
-2 -2 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0

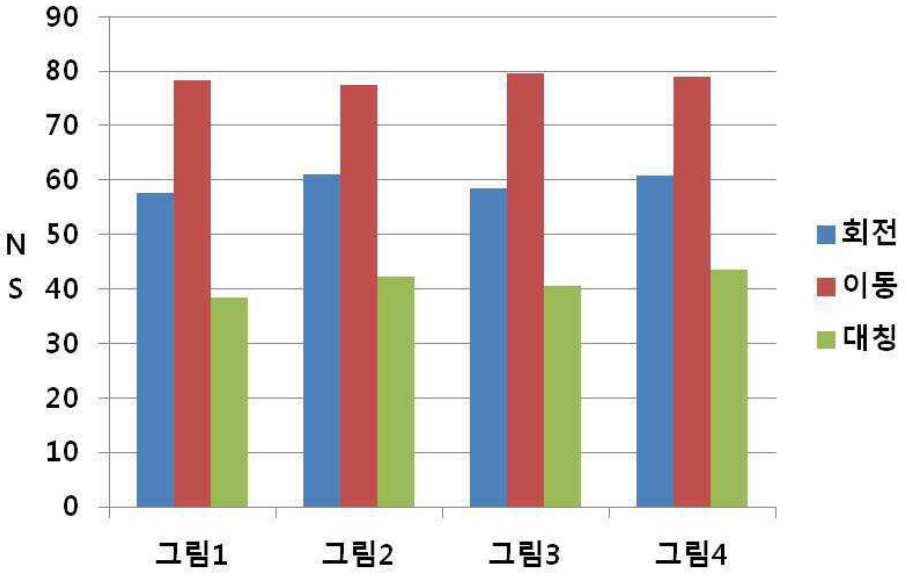
도면5


워터마크 추출
80
압축 이미지
복호화
역양자화
역DCT
60
70
90
100

도면6


60
50
40
30
20
10
0
PSNR
그림1
그림2
그림3
그림4
원본이미지
JPEG 압축이미지
워터마크이미지

도면7


90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
NS
그림1
그림2
그림3
그림4
회전
이동
대칭