



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0098163
(43) 공개일자 2017년08월29일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 $H04N\ 19/186$ (2014.01) $H04N\ 19/172$ (2014.01)
 $H04N\ 19/176$ (2014.01) $H04N\ 19/179$ (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 $H04N\ 19/186$ (2015.01)
 $H04N\ 19/172$ (2015.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0015839
 (22) 출원일자 2017년02월03일
 심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
 1020160019859 2016년02월19일 대한민국(KR)
 1020160064515 2016년05월26일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)</p> <p>(72) 발명자
 권오진
 경기도 하남시 덕풍북로99번길 38
 최승철
 인천광역시 연수구 센트럴로 194, 201동 3701호</p> <p>(74) 대리인
 특허법인이상</p> |
|---|--|

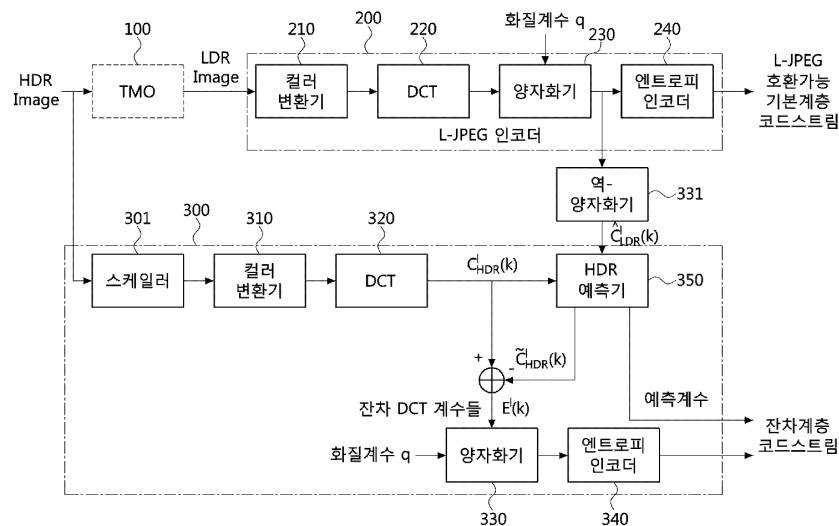
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 **이미지 부호화 및 복호화 방법, 이를 이용하는 이미지 부호화기 및 이미지 복호화기**

(57) 요약

제1 동적범위 이미지를 제2 동적범위 이미지로 변환하고, 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성하는 기본계층 프로세서, 상기 기본계층 프로세서에 의해 양자화된 제2 동적범위 이미지에 대해 역양자화를 수행하여 DCT 도메인 데이터를 도출하는 역양자화기 및 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하고, 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 향상계층 프로세서를 포함하는 이미지 부호화기가 개시된다. 본 발명에 따르면, 제 1 동적범위 이미지 데이터와 제 2 동적 범위 이미지의 상관성을 활용하는 JPEG 역방향의 호환이 가능한 HDR 이미지 부호화 및 복호화를 제공할 수 있어 부호화 및 복호화 성능을 향상시킬 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04N 19/176 (2015.01)

H04N 19/179 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711026663

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신방송표준개발지원

연구과제명 최적화된 톤 매핑을 적용한 차세대 HDR 이미지 코딩 표준개발

기 여 율 1/1

주관기관 극동대학교산학협력단

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제1 동적범위 이미지를 제2 동적범위 이미지로 변환하고, 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계;

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT(Discrete Cosine Transform) 도메인 데이터를 도출하는 단계;

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하는 단계; 및

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 단계를 포함하는 이미지 부호화 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지는 HDR(High Dynamic Range) 이미지이고, 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR(High Dynamic Range) 이미지인, 이미지 부호화 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 단계는,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하여 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 산출하는 단계를 포함하는, 이미지 부호화 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수로부터 도출한 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 이용해 적어도 하나의 잔차 계수를 생성하는 단계; 및

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 적어도 하나의 잔차 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 생성하는 단계를 더 포함하는, 이미지 부호화 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계는,

제1 동적범위 이미지에 대해 톤-매핑 연산을 수행하여 상기 제2 동적범위 이미지로 변환하는 단계를 포함하는, 이미지 부호화 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계는,

상기 제2 동적범위 이미지를 컬러 변환하는 단계;

컬러 변환된 이미지를 DCT 변환하는 단계;

DCT 변환된 이미지를 양자화하는 단계; 및

상기 양자화된 이미지를 엔트로피 인코딩하는 단계를 포함하는, 이미지 부호화 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 DCT 변환된 이미지를 양자화하는 단계에서 사용되는 화질계수는 상기 잔차 계수에 대한 양자화에 사용되는 화질계수와 동일한, 이미지 부호화 방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT도메인 데이터를 도출하는 단계는, 상기 양자화된 이미지에 대해 역양자화를 수행하는 단계를 포함하는, 이미지 부호화 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수는 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수로 표현되는 상관성을 갖는, 이미지 부호화 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수는 복수의 구간을 포함하는 예측 곡선으로 표현되는 상관성을 가지며, 상기 예측 곡선의 각 구간은 동일 또는 서로 다른 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수에 의해 정의되는, 이미지 부호화 방법.

청구항 11

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하는 단계;

기본 계층 코드스트림을 수신하고, 수신한 기본 계층 코드스트림을 디코딩하여 제2 동적범위 이미지를 생성하는 단계;

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT(Discrete Cosine Transform) 도메인 데이터를 도출하는 단계;

상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 산출하는 단계; 및

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 변환하여 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 단계를 포함하는, 이미지 복호화 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지는 HDR(High Dynamic Range) 이미지이고 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR(High Dynamic Range) 이미지인, 이미지 복호화 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 산출하는 단계는,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이

터의 상관성을 활용하는 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 계수 및 상기 제 2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 상기 제 1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 산출하는 단계를 포함하는, 이미지 복호화 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수는 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수로 표현되는 상관성을 갖는, 이미지 복호화 방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수는 복수의 구간을 포함하는 예측 곡선으로 표현되는 상관성을 가지며, 상기 예측 곡선의 각 구간은 동일 또는 서로 다른 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수에 의해 정의되는, 이미지 복호화 방법.

청구항 16

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하는 단계;

기본 계층 코드스트림을 수신하고, 수신한 기본 계층 코드스트림에 대해 역-DCT(Inverse Discrete Cosine Transform) 변환을 수행하여 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터를 도출하는 단계;

상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 공간 도메인 데이터를 산출하는 단계;

상기 잔차 계층 코드스트림에 포함된 잔차 신호에 대해 역-DCT 변환을 수행하는 단계; 및

상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 공간 도메인 데이터 및 역-DCT 변환된 잔차 신호로부터 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 단계를 포함하는, 이미지 복호화 방법.

청구항 17

제1 동적범위 이미지를 제2 동적범위 이미지로 변환하고, 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성하는 기본계층 프로세서;

상기 기본계층 프로세서에 의해 양자화된 제2 동적범위 이미지에 대해 역양자화를 수행하여 DCT(Discrete Cosine Transform) 도메인 데이터를 도출하는 역양자화기; 및

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하고, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 향상계층 프로세서를 포함하는 이미지 부호화기.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지는 HDR(High Dynamic Range) 이미지이고 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR(High Dynamic Range) 이미지인, 이미지 부호화기.

청구항 19

청구항 17에 있어서,

상기 향상계층 프로세서는,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이

터의 상관성을 활용하여 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 산출하는 예측기를 포함하는, 이미지 부호화기.

청구항 20

청구항 17에 있어서,

상기 향상계층 프로세서는,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1동적범위 이미지 관련 예측 계수로부터 도출한 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 이용해 적어도 하나의 잔차 계수를 생성하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 적어도 하나의 잔차 계수를 포함하는 잔차계층 코드스트림을 생성하는, 이미지 부호화기.

청구항 21

청구항 20에 있어서,

상기 기본계층 프로세서에 의해 수행되는 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 양자화에 사용되는 화질계수는 상기 향상계층 프로세서에 의해 수행되는 잔차 계수에 대한 양자화에 사용되는 화질계수와 동일한, 이미지 부호화기.

청구항 22

청구항 17에 있어서,

상기 기본계층 프로세서는,

제1 동적범위 이미지에 대해 톤-매핑 연산을 수행하여 상기 제2 동적범위 이미지로 변환하는 톤-매핑 연산자를 포함하는, 이미지 부호화기.

청구항 23

청구항 17에 있어서,

상기 기본계층 프로세서는,

상기 제2 동적범위 이미지를 컬러 변환하는 컬러 변환기;

컬러 변환된 이미지를 DCT 변환하는 DCT 변환기;

DCT 변환된 이미지를 양자화하는 양자화기; 및

상기 양자화된 이미지를 엔트로피 인코딩하는 엔트로피 인코더를 포함하는, 이미지 부호화기.

청구항 24

기본 계층 코드스트림을 수신하여, 상기 기본 계층 코드스트림을 디코딩하고 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT(Discrete Cosine Transform) 도메인 데이터를 도출하며 제2 동적범위 이미지를 생성하는 기본계층 디코더; 및

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측DCT 도메인 데이터를 산출하며, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 변환하여 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 향상계층 디코더를 포함하는, 이미지 복호화기.

청구항 25

청구항 24에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지는 HDR(High Dynamic Range) 이미지이고 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR(High Dynamic Range) 이미지인, 이미지 복호화기.

청구항 26

청구항 24에 있어서,

상기 향상계층 디코더는,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하는 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제 2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 이용해 상기 제 1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 산출하는 예측기를 포함하는, 이미지 복호화기.

청구항 27

청구항 26에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수는 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수로 표현되는 상관성을 갖는, 이미지 복호화기.

청구항 28

청구항 26에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수는 복수의 구간을 포함하는 예측 곡선으로 표현되는 상관성을 가지며, 상기 예측 곡선의 각 구간은 동일 또는 서로 다른 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수에 의해 정의되는, 이미지 복호화기.

청구항 29

기본 계층 코드스트림을 수신하여, 상기 기본 계층 코드스트림에 대해 엔트로피 디코딩, 역-양자화 및 역-DCT(Discrete Cosine Transform) 변환을 수행하여 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터를 도출하는 기본계층 디코더; 및

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 잔차 신호를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 공간 도메인 데이터를 산출하며, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 공간 예측 데이터 및 역-DCT 변환된 잔차 신호로부터 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 향상계층 디코더를 포함하는, 이미지 복호화기.

청구항 30

청구항 29에 있어서,

상기 향상계층 디코더는,

상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하는 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제 2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터로부터 제 1 동적범위 이미지에 대한 예측 공간 데이터를 산출하는 예측기를 포함하는, 이미지 복호화기.

청구항 31

청구항 30에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수는 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수로 표현되는 상관성을 갖는, 이미지 복호화기.

청구항 32

청구항 30에 있어서,

상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메

인 데이터의 DC 계수는 복수의 구간을 포함하는 예측 곡선으로 표현되는 상관성을 가지며, 상기 예측 곡선의 각 구간은 동일 또는 서로 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 또는 삼각 함수에 의해 정의되는, 이미지 복호화기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지 부호화 및 복호화 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, JPEG 역방향의 호환이 가능한 HDR(High Dynamic Range) 이미지 부호화 및 복호화 방법, 이를 이용하는 이미지 부호화기 및 이미지 복호화기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이미지는 일반적으로 휘도 신호를 나타내기 위해 제한된 범위의 값들에 대응하는 제한된 수의 비트들로 표현될 수 있다. 현재 사용되고 있는 가장 일반적인 디지털 이미지 포맷은 이미지 내의 각 픽셀(pixel)에 색채와 휘도(luminance) 정보를 저장하기 위해 24비트(소위 24비트 포맷)를 사용한다. 예를 들면, 픽셀에 대한 적색, 녹색, 청색(Red, Green 및 Blue) 각각의 값은 1 바이트(8 비트) 범위로 저장될 수 있다. 이러한 이미지들을 저 동적 범위(Low Dynamic Range, 이하 'LDR') 이미지라고 부른다.

[0003] 인간이 감지할 수 있는 빛의 밝기는 일정한 범위를 가지는데, 감지할 수 있는 가장 어두운 밝기와 가장 밝은 밝기의 비율을 동적 범위(Dynamic Range)라 한다. 인간이 인지할 수 있는 휘도(luminance)의 동적 범위가 10^{-3} 에서 10^5 cd/m^2 (candela/m^2)까지인 반면, RGB 컬러 표현당 전통적인 8 비트를 사용하는 통상의 디지털 카메라/디스플레이의 동적 범위는 오로지 대략 10^2 cd/m^2 로 한정된다.

[0004] 다행히 카메라 산업에서는, LDR 이미지에서, 12 비트 또는 16 비트 등과 같이 고-비트-깊이(high-bit-depth)로 각 RGB 컬러를 나타내는 고 동적 범위(High Dynamic Range, 이하 'HDR') 이미지로의 전환이 시작되고 있다.

[0005] HDR 이미지를 디스플레이 하는 것 역시 고-비트-깊이 출력 디바이스가 요구된다. 하지만, 대부분의 기존 출력 디바이스는 아직 LDR에 머물러 있고, 이미지 산업에서 입력과 출력 디바이스 간의 이러한 불균형 상태는 수년간 지속될 것으로 예상된다. 기존 디스플레이 상에 HDR 이미지를 시각화하기 위한 해결방안으로 HDR 이미지를 LDR 이미지로 변환하는 톤-매핑 연산자(TMO, tone-mapping operator)를 사용하는 방법이 제안되었다.

[0006] 한편, 이미지 부호화에 있어서, 레거시-JPEG(legacy-JPEG: L-JPEG) 표준(ISO/IEC 10918)은 아직까지 사진 시장을 지배하고 있다. 그러나, 이 표준은 HDR 이미지를 지원하지 않는다. 비록 JPEG 2000 (ISO/IEC 15444) 또는 JPEG XR (ISO/IEC 29199)과 같은 진보된 이미지 부호화 표준은 HDR 이미지 지원을 제공하고는 있지만, 시장에서 이 표준들의 HDR 이미지 부호화 채택이 긍정적인 면으로 예상되고 있지 않다.

[0007] JPEG 위원회(SC29WG1)는 이러한 현상의 주요 원인이 이미 시장에서 도구의 사슬로 형성되어 있는 L-JPEG과의 역방향 호환성이 부족함에 기인한 것임을 인식하여 JPEG XT(ISO/IEC 18477)로 불리는 새로운 이미지 부호화 표준화 작업을 개시한 바 있다. 프로파일 A, B 및 C로 불리는 3개의 프로파일이 JPEG XT를 위해 제안되었으며, 이들 프로파일 간에는 잔차 이미지를 생성하고 부호화하기 위한 방법에 차이점이 존재한다.

[0008] 살펴본 바와 같이, 기존의 JPEG XT 시스템은 역호환이 가능한 HDR 이미지 부호화를 제공하고 있으나 성능 면에서 만족할만한 성과를 보여주지 못하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, JPEG 역방향의 호환이 가능한 이미지 부호화 방법을 제공하는 데 있다.

[0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, JPEG 역방향의 호환이 가능한 이미지 복호화 방법을 제공하는 데 있다.

[0011] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 목적은, JPEG 역방향의 호환이 가능한 이미지 부호화기

를 제공하는 데 있다.

[0012] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 목적은, JPEG 역방향의 호환이 가능한 이미지 복호화기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 부호화 방법은, 제1 동적범위 이미지를 제 2 동적범위 이미지로 변환하고, 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계, 상기 제 2 동적범위 이미지에 대한 DCT(Discrete Cosine Transform) 도메인 데이터를 도출하는 단계, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하는 단계, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 단계, 및 상기 제 2 동적 범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제 1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 이용하여 제 1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 도출하는 단계를 포함한다.

[0014] 여기서, 제1 동적범위 이미지는 HDR 이미지이고, 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR 이미지일 수 있다.

[0015] 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 단계는, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하여 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 이미지 부호화 방법은 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1동적범위 이미지 관련 예측 계수로부터 도출한 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 이용해 적어도 하나의 잔차 계수를 생성하는 단계 및 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 적어도 하나의 잔차 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계는, 제1 동적범위 이미지에 대해 톤-매핑 연산을 수행하여 상기 제2 동적범위 이미지로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계는 또한, 상기 제2 동적범위 이미지를 컬러 변환하는 단계, 컬러 변환된 이미지를 DCT 변환하는 단계, DCT 변환된 이미지를 양자화하는 단계 및 상기 양자화된 이미지를 엔트로피 인코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 이때, 상기 DCT 변환된 이미지를 양자화하는 단계에서 사용되는 화질계수는 상기 잔차 계수에 대한 양자화에 사용되는 화질계수와 동일할 수 있다.

[0020] 추가적으로, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT도메인 데이터를 도출하는 단계는, 상기 양자화된 DCT 변환된 이미지에 대해 역양자화를 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 이 때, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수와 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수는 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 삼각 함수 등의 함수로 표현되는 상관성을 가질 수 있다. 또한, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수는 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수에 대하여 복수의 구간을 포함하는 예측 곡선으로 표현되는 상관성을 가지며, 상기 예측 곡선의 각 구간은 동일 또는 서로 다른 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 삼각 함수 등의 함수에 의해 정의될 수 있다.

[0023] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 복호화 방법은 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하는 단계, 기본 계층 코드스트림을 수신하고, 수신한 기본 계층 코드스트림을 디코딩하여 제2 동적범위 이미지를 생성하는 단계, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하는 단계, 잔차 DCT 도메인 데이터를 도출하는 단계, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 산출하는 단계, 상기 잔차 DCT 도메인 데이터와 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 합하여 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 재구성하는 단계, 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 디코딩하여 제1 동적범위 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

[0024] 여기서, 제1 동적범위 이미지는 HDR 이미지이고, 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR 이미지일 수 있다.

- [0025] 상기 제 1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 산출하는 단계는 상기 잔차 코드스트림으로부터 제 1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 단계 및 상기 제 2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 상기 제 1 동적범위 이미지 관련 예측 계수에 의한 함수를 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 복호화 방법은 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하는 단계, 기본 계층 코드스트림을 수신하고, 수신한 기본 계층 코드스트림에 대해 역-DCT(Inverse Discrete Cosine Transform) 변환을 수행하여 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터를 도출하는 단계, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 공간 도메인 데이터를 산출하는 단계, 상기 잔차 계층 코드스트림에 포함된 잔차 신호에 대해 역-DCT 변환을 수행하는 단계 및 상기 제1 동적범위 이미지 관련 공간 예측 데이터 및 역-DCT 변환된 잔차 신호로부터 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0028] 여기서, 제1 동적범위 이미지는 HDR 이미지이고, 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR 이미지일 수 있다.
- [0029] 상기 제 1 동적범위 이미지에 대한 예측 공간 도메인 데이터를 산출하는 단계는 상기 잔차 코드스트림으로부터 제 1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 단계 및 상기 제 2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터에 상기 제 1 동적범위 이미지 관련 예측 계수에 의한 함수를 적용하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 부호화기는 제1 동적범위 이미지를 제2 동적범위 이미지로 변환하고, 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성하는 기본 계층 프로세서, 상기 기본계층 프로세서에 의해 양자화된 제2 동적범위 이미지에 대해 역양자화를 수행하여 DCT 도메인 데이터를 도출하는 역양자화기, 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하고, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 향상계층 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0032] 여기서, 상기 제1 동적범위 이미지는 HDR 이미지이고, 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR 이미지일 수 있다.
- [0033] 상기 향상계층 프로세서는, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하여 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수와 제 1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 산출하는 예측기를 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 향상계층 프로세서는 또한, 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수로부터 도출한 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 이용해 적어도 하나의 잔차 계층을 생성하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 적어도 하나의 잔차 계층을 포함하는 잔차계층 코드스트림을 생성할 수 있다.
- [0035] 여기서, 상기 기본계층 프로세서에 의해 수행되는 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 양자화에 사용되는 화질계수는 상기 향상계층 프로세서에 의해 수행되는 잔차 계층에 대한 양자화에 사용되는 화질계수와 동일할 수 있다.
- [0036] 한편, 상기 기본계층 프로세서는, 제1 동적범위 이미지에 대해 톤-매핑 연산을 수행하여 상기 제2 동적범위 이미지로 변환하는 톤-매핑 연산자를 포함할 수 있으며, 상기 제2 동적범위 이미지를 컬러 변환하는 컬러 변환기, 컬러 변환된 이미지를 DCT 변환하는 DCT 변환기, DCT 변환된 이미지를 양자화하는 양자화기 및 상기 양자화된 이미지를 엔트로피 인코딩하는 엔트로피 인코더를 포함할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 이미지 복호화기는, 기본 계층 코드스트림을 수신하여, 상기 기본 계층 코드스트림을 디코딩하고 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하며 제2 동적범위 이미지를 생성하는 기본계층 디코더 및 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 산출하며, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대해 역-DCT 변환을 수행하여 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 향상계

층 디코더를 포함할 수 있다.

[0040] 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 이미지 복호화기는, 기본 계층 코드 스트림을 수신하여, 상기 기본 계층 코드스트림에 대해 엔트로피 디코딩, 역-양자화 및 역-DCT변환을 수행하여 제2 동적범위 이미지를 도출하는 기본계층 디코더 및 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 잔차 신호를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지 관련 공간 예측 데이터를 산출하며, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 공간 예측 데이터 및 역-DCT 변환된 잔차 신호로부터 제1 동적범위 이미지를 재구성하는 향상계층 디코더를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0041] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 HDR 이미지 부호화 방법 및 복호화 방법에 따르면, DCT 도메인에서 톤-매핑된 LDR 이미지에 대한 HDR 이미지의 상관성을 활용하는 JPEG 역방향의 호환이 가능한 HDR 이미지 부호화 및 복호화를 제공할 수 있어 부호화 및 복호화 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 JPEG XT 부호화 시스템의 블록 구성도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 이미지 부호화기의 블록 구성도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 이미지 복호화기의 블록 구성도이다.
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 HDR 이미지 부호화 방법 및 복호화 방법의 실험 결과를 설명하기 위한 복수의 이미지 샘플들을 나타낸다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 다양한 TMO에 대한 AC 계수의 분포를 나타내는 예시도이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다양한 TMO에 대한 DC 계수의 분포를 나타내는 예시도이다.
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 예측 HDR DC 값을 도출하는 개념을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 HDR 이미지 복호화기의 블록 구성도이다.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 인코딩 방법의 동작 순서도이다.
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 디코딩 방법의 동작 순서도이다.
 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 디코딩 방법의 동작 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0044] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0045] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0046] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가

아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0047] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0049] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0050] 도 1은 JPEG XT 부호화 시스템의 블록 구성도이다.
- [0051] 도 1에 도시된 JPEG XT 부호화 시스템은 프로파일 A, B 및 C에 대해 적용될 수 있다.
- [0052] 도 1에 도시된 바와 같이 JPEG XT 부호화 시스템은 레거시-JPEG 인코더(20) 및 레거시-JPEG 디코더(30) 외에 톤매핑 연산자(10), 역-TMO(11), 잔차 이미지 생성기(40), 및 잔차 이미지 인코더(50)를 포함한다.
- [0053] 이러한 세부 구성들을 포함하는 JPEG XT 부호화 시스템은 기본 계층 코드스트림과 향상 계층, 즉 잔차-계층 코드스트림의 두 가지 계층의 데이터를 출력한다.
- [0054] JPEG XT 부호화 시스템으로 입력되는 HDR 이미지는 톤매핑 연산자(10)에 의해 톤-매핑되어(tone-mapped) LDR 이미지로 변환되고, 컬러 변환기, DCT 변환기, 양자화기, 엔트로피 인코더를 포함하는 레거시-JPEG 인코더에 의해 압축되고 레거시-JPEG 역방향 호환성을 제공하는 기본 계층 코드스트림을 구성한다.
- [0055] 향상 계층(즉, 잔차 계층) 코드스트림은, HDR 이미지가 톤매핑 연산자(10), 레거시-JPEG 인코더(20), 레거시-JPEG 디코더(30), 역-TMO(11)를 거쳐 출력되는 신호 및 HDR 신호를 입력으로 하여 잔차 이미지를 생성하는 잔차 이미지 생성기(40) 및 잔차 이미지 인코더(50)를 거쳐 생성된다.
- [0056] 이때, 레거시-JPEG 인코더(20)와 잔차 이미지 인코더(50)의 양자화기에서는 각각 q 와 Q 2개의 화질 계수가 사용된다. 또한, TMO에 대한 선택권은 사용자에게 주어지는데, 따라서, 어떠한 TMO도 JPEG XT와 함께 사용 가능하다. 역-TMO(11) 정보는 잔차 계층 복호화기가 LDR 코드스트림의 HDR 버전을 재구성할 때 사용하는 잔차 계층 코드스트림에 포함될 수 있다.
- [0058] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 이미지 부호화기의 블록 구성도이다.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 부호화기는, 톤매핑 연산자(100) 및 레거시-JPEG 인코더(200)를 포함한다. 본 명세서에서 톤매핑 연산자(100) 및 레거시-JPEG 인코더(200)는 기본계층 프로세서로 지칭될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 부호화기는 또한, 도 1을 통해 살펴본 JPEG XT 부호화기와 달리 레거시-JPEG 디코더를 포함하지 않으며, 대신 스케일링(301), 컬러 변환기(310), DCT 변환기(320), 양자화기(330), 엔트로피 인코더(340), 및 HDR 예측기(350)를 포함하는 향상계층 프로세서(300) 및 역-양자화기(331)를 포함할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 부호화기는 제1 동적범위 이미지를 제2 동적범위 이미지로 변환하고, 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성하는 기본계층 프로세서, 상기 기본계층 프로세서에 의해 양자화된 제2 동적범위 이미지에 대해 역양자화를 수행하여 DCT 도메인 데이터를 도출하는 역양자화기 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하고, 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출하는 향상계층 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0062] 여기서, 제1 동적범위 이미지는 제2 동적범위 이미지보다 많은 양의 데이터를 이용해 표현되며, 제1동적범위 이미지는 HDR 이미지이고 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR 이미지일 수 있다.
- [0063] 여기서, 향상계층 프로세서(300)는, 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 제1 동적범위 이미

지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하여 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 산출하는 예측기(350)를 포함할 수 있다.

- [0064] 향상계층 프로세서는 또한, 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 제1동적범위 이미지 관련 예측 계수를 이용해 적어도 하나의 잔차 계수를 생성하고, 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 적어도 하나의 잔차 계수를 포함하는 잔차계층 코드스트림을 생성한다.
- [0065] 도 2에 도시된 바와 같은 이미지 부호화기의 일 실시예를 통해 본 발명에 따른 JPEG 역방향-호환가능 HDR 이미지 부호화를 구현할 수 있다.
- [0066] 도 2에서 기본 계층 부호화는 기존의 프로파일과 동일하게 적용된다. 즉, 본 발명에 따른 이미지 부호화기로 입력되는 HDR 이미지는 톤매핑 연산자(TMO)(100)에 의해 톤-매핑되어 LDR 이미지로 변환되고, 컬러 변환기(210), DCT 변환기(220), 양자화기(230), 엔트로피 인코더(240)를 포함하는 레거시-JPEG 인코더(200)에 의해 압축되고 레거시-JPEG 역방향 호환성을 제공하는 기본 계층 코드스트림을 구성한다.
- [0067] 여기서, 톤매핑 연산자(100)는 동적 범위의 압축이라고 할 수 있으며, 원래 이미지에서 예지 정보 등의 특징 및 디테일 등을 잃지 않는 선에서 이미지 HDR 이미지를 톤매핑하여 8-비트 LDR 이미지로 변환한다.
- [0068] 컬러 변환기(210)는 RGB(Red-Green-Blue)로 표현되는 LDR 이미지를 YCbCr 변환한다. DCT 변환기(220)는 YCbCr로 표현된 이미지 데이터에 대해 8x8 블록-기반 DCT 변환을 수행한다. 여기서, DCT는 영상의 주파수 변환에 널리 사용되는 기법 중 하나로 코사인 기저를 사용하여 공간 도메인의 이미지 데이터를 주파수 도메인의 이미지 데이터로 변환한다. DCT 변환이 수행되면 결과값으로 DC 및 AC 성분, 즉, DC 계수 및 AC 계수가 얻어진다.
- [0069] 양자화기(230)는 DCT(220)에 의해 주파수 도메인으로 변경된 변환 계수를 입력 값으로 수신하여 이산적인(discrete) 값으로 매핑하는 역할을 수행한다. 양자화 과정에서 데이터 손실이 발생하게 되며 연속 또는 대량의 입력 데이터는 양자화 이후 소수의 이산적인 심볼로 매핑된다. 또한, 엔트로피 인코더(240)는 양자화기(230)의 출력을 수신하여 엔트로피 부호화를 수행한다. 여기서, 엔트로피 부호화는 무손실 압축이며, 심볼의 발생 확률에 따라 심볼의 길이를 가변적으로 할당하여 표현에 필요한 데이터양을 최소화하는 과정이다.
- [0070] 한편, 도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 잔차 계층(residual layer) 부호화는 도 1에 도시된 잔차 계층 부호화와는 확연히 구분된다.
- [0071] 우선, 입력 HDR 이미지는 스케일러(301)로 입력된다. 스케일러(301)는 입력 HDR 이미지의 픽셀값의 범위를 LDR 이미지 범위로 스케일한다. 여기서, 스케일링 은 균일하고 가역적인 부동-소수점(floating-point) 스케일링 작업이다. 스케일링 작업이 완료되면, 컬러 변환기(310)에 의해 LDR 이미지의 컬러 표현이 YCbCr 표현으로 변환되고 DCT 변환기(320)에 의해 8x8 블록-기반 DCT가 수행된다.
- [0072] 본 발명에서 제안하는 HDR 이미지 부호화의 주요 특징 중 하나는, 기본 계층에서 인코딩된 톤-매핑된 LDR 이미지의 DCT 계수, 그리고 입력 HDR 이미지의 각 DCT 계수에 기반하여 HDR 예측을 수행하고 예측 계수 및 잔차 계층 코드스트림을 생성하는 구성이다. 관련하여, 도 2에 도시된 HDR 예측기(350)가 이러한 역할을 수행한다.
- [0073] HDR 예측기(350)는 인코더(200) 내 양자화기(230)가 출력하는 데이터를 역-양자화하는 역-양자화기(331)의 출력, 즉, 톤-매핑된(ton-mapped) LDR 이미지의 DCT 계수를 입력으로 수신한다. HDR 예측기(350)는 또한, 입력 HDR 이미지의 DCT 계수를 또 다른 입력으로 수신하여, 예측 HDR DCT 계수와 예측 계수를 도출한다.
- [0074] 입력 HDR 이미지의 DCT 계수와 예측 HDR DCT 계수 사이의 차분은 잔차(residual) DCT 계수를 형성한다. 잔차 DCT 계수는 양자화기(330)에 의해 양자화되고, 엔트로피 인코더(340)에 의해 엔트로피 부호화된다. 여기서, 양자화기(330)는 인코더 내 양자화기(230)와 동일한 역할을 수행하며, 엔트로피 인코더(340) 또한 인코더 내 엔트로피 인코더(240)와 동일한 역할을 수행한다.
- [0075] 여기서, 또 한가지 주목해야 할 점은 도 1을 통해 살펴본 기존의 프로파일에서는 기본 계층 부호화 및 잔차 계층 부호화에 각각 2개의 화질 계수가 사용된 반면, 도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 이미지 부호화 시스템에서는 기본 계층에 사용된 화질 계수 q가 잔차 계층에 대해서도 동일하게 사용될 수 있다는 점이다.
- [0076] 최종적으로 생성되는 잔차 계층 코드스트림은 HDR 예측기(350)를 통해 추산된 예측 계수들과 엔트로피 부호화된 잔차 DCT 계수로 구성되어 있다.
- [0077] 한편, 기본 계층 부호화 과정의 DCT 변환기(220) 및 잔차 계층 부호화 과정의 DCT 변환기(320)는 입력되는 이미지의 각 Y, Cb 및 Cr 컬러 요소를 블록 기반으로 DCT 변환하며, 그 결과 얻어진 DCT 계수는 지그재그 순서로 1-

차원 벡터로 재배열된다.

[0078] 도 2에서 DCT 변환기(320)에 의해 출력되는 입력 HDR 이미지의 I 번째 블록 내 k 번째 DCT 계수는 $C_{HDR}^I(k)$ 로 표기하며, 역-양자화기(331)에 의해 출력되는 톤-매핑된 LDR 이미지의 역-양자화된 DCT 계수는 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 로 표기되어 있다. 또한, $C_{HDR}^I(0)$ 와 $\hat{C}_{LDR}^I(0)$ 는 DC 계수로 정의하고, k 가 0이 아닌 $C_{HDR}^I(k)$ 와 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 를 AC 계수라고 정의한다.

[0079] HDR 예측기(350)는 각 Y, Cb 및 Cr 컬러 요소에 대하여 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 에 기반하여 $C_{HDR}^I(k)$ 를 예측한다. 본 발명에 따른 예측을 위해, DC와 AC 두 가지 형태의 계수에 대하여 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 및 $C_{HDR}^I(k)$ 의 상관성을 활용한다. HDR 예측기(350)에 의해 수행되는 예측 계수의 추산과 관련해서는 아래 도 5 내지 7을 통해 상세히 설명한다.

[0081] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 이미지 복호화기의 블록 구성도이다.

[0082] 도 3을 통해 본 발명에 따른 HDR 이미지 부호화의 역동작인 HDR 이미지 복호화를 설명할 수 있다.

[0083] 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 HDR 이미지 복호화기는 레거시-JPEG 호환 가능 기본계층 코덱스트림을 처리하는 기본계층 디코더(400) 및 향상계층 디코더(500)를 포함할 수 있다.

[0084] 기본계층 디코더(400)는 기본 계층 코덱스트림을 수신하여, 상기 기본 계층 코덱스트림을 디코딩하고 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하며 제2 동적범위 이미지를 생성한다. 향상계층 디코더(500)는 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코덱스트림을 수신하여, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 잔차 DCT 도메인 데이터를 도출하고, 상기 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 산출하며, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터와 잔차 DCT 도메인 데이터를 합하여 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 재구성한다.

[0085] 향상계층 디코더(500)는, 잔차 계층 코덱스트림을 처리하는 HDR 예측기(550), 엔트로피 디코더(540), 역-양자화기(530), 역컬러변환기(510) 및 역-스케일러(501)를 포함할 수 있다.

[0086] 도 3에서 기본계층 복호화는 기존의 레거시-JPEG 디코더(400)에 의해 수행되며, 레거시-JPEG 디코더(400)는 엔트로피 디코더(410), 역-양자화기(420), 역DCT 변환기(430), 및 역-컬러 변환기(440)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0087] 도 3의 이미지 복호화기로 입력되는 기본 계층 코덱스트림은 엔트로피 디코더(410)를 거쳐 양자화된 형태의 스트림으로 변환되며, 역-양자화기(420)를 거쳐 DCT 도메인으로 표현되는 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 로 변환된다. DCT 도메인의 데이터는 역DCT 변환기(430) 및 역-컬러 변환기(440)를 거쳐 최종적으로 RGB로 표현되는 LDR 이미지로 변환된다.

[0088] 한편, 잔차 계층 코덱스트림에 포함된 예측 계수들은 HDR 예측기(550)로 입력되며, 잔차 계층 코덱스트림은 엔트로피 디코더(540) 및 역-양자화기(530)를 거쳐 잔차 신호의 DCT 계수인 $\hat{E}^I(k)$ 로 변환된다.

[0089] 또한, HDR 예측기(550)는 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 및 잔차 계층 코덱스트림에 포함된 예측 계수들을 입력으로 수신하고, HDR 예측을 통해 예측 HDR DCT 계수 $\tilde{C}_{HDR}^I(k)$ 를 도출한다.

- [0090] 복호화기 내에 위치하는 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 예측기(550)는 잔차 계층 코드스트림에 포함된 예측 계층들을 이용하여, 도 2에 도시된 인코더 단의 HDR 예측기(350)가 도출하는 예측 HDR DCT 계층과 동일한 HDR DCT 계층을 도출한다.
- [0091] 잔차 신호의 DCT 계층 $\hat{E}^l(k)$ 및 예측 HDR DCT 계층 $\hat{C}_{HDR}^l(k)$ 는 합산되어 복원된 HDR DCT 계층 형태인 $\hat{C}_{HDR}^l(k)$ 가 되고, 복원된 HDR DCT 계층은 역-DCT 변환기(520), 역-컬러 변환기(510), 및 역-스케일러(501)를 거쳐 최종적으로 HDR 이미지로 복원된다.
- [0093] 도 2 및 도 3의 실시예를 통해 살펴본 바와 같이 본 발명에 따른 HDR 이미지 부호화 방법 및 복호화 방법은 아래 두 가지 관점에서 도 1에서 설명한 기존의 프로파일과 차이가 있다.
- [0094] 첫번째로, 기존의 프로파일은 공간 도메인에 그들의 잔차 이미지를 생성한다. 그리하여, 종래에는 도 1에 도시된 바와 같이 JPEG XT 부호화에 있어서 완전한(full) L-JPEG 복호화 과정이 요구되었다.
- [0095] 또한, 종래의 프로파일 A 및 B는 각 픽셀 별로 톤-매핑된 LDR 이미지로 각 픽셀에서 HDR 원본 이미지를 나눈 이미지 형태로 그들의 잔차 이미지를 생성하고, 프로파일 C는 HDR 원본 이미지와 톤-매핑된 LDR 이미지간의 차이가 나는 이미지를 잔차 이미지로 취한다. 하지만, 본 발명은 DCT 도메인에서 잔차 데이터를 생성한다. 또한, L-JPEG 복호화 과정은 본 발명에 따른 JPEG XT 부호화에서 요구되지 않으며, 이는 곧 부호화 시간의 감축이라는 효과를 의미한다.
- [0096] 두번째로, 기존의 프로파일은 2개의 화질계수(Quality Factor)를 사용한다. 하나는 기본 계층을 위해, 또 다른 하나는 잔차 계층을 위해 사용되며, 도 1에 도시된 같이 각각 q 및 Q로 나타낸다. 전문 사용자는 효율적인 이미지 부호화를 위하여 이 두 화질계수의 가장 최적의 조합을 찾을 수 있을 것이지만, 이러한 접근은 일반 사용자들에게는 까다로울 것이다. 본 발명은 기본 및 잔차 계층을 함께 부호화하기 위하여 부호율 대비 왜곡(rate-distortion)을 최적화하는 단 하나의 화질계수를 사용할 수 있도록 함으로써, 사용자 편의성을 증대시킨다.
- [0098] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 HDR 이미지 부호화 방법 및 복호화 방법의 실험 결과를 설명하기 위한 복수의 이미지들을 나타낸다.
- [0099] 본 발명에 따른 DC 계층 및 AC 계층에 있어서 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 및 $C_{HDR}^l(k)$ 의 상관성을 확인하기 위해 도 4의 상단 (a)에 도시된 바와 같은 3 개의 서로 다른 HDR 샘플 이미지를 이용하였다.
- [0100] 도 4의 (a)는 디스플레이할 목적으로 HDR 샘플 이미지를 균일하게 양자화한 결과 이미지를 나타낸 것이고, 도 5의 (b)는 Reinhard 등에 의해 제안된 TMO 기법을 사용하여 톤-매핑된 LDR 이미지를 나타낸다.
- [0101] 도 4의 각 HDR 샘플 이미지에 대한 실험을 통해 대상 이미지가 달라지는 경우에도 본 발명에 따른 HDR 예측기 설계에 있어 동일한 결론에 도달함을 확인할 수 있었다.
- [0102] 추가적으로, 본 발명에서는 선택 가능한 여러 TMO 기법 중 5개의 TMO를 선별하여, DC 계층 및 AC 계층에 있어서 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 및 $C_{HDR}^l(k)$ 의 상관도를 실험하였다.
- [0103] 도 5은 본 발명의 실시예에 따른 다양한 TMO에 대한 AC 계층의 분포를 나타내는 예시도이다.
- [0104] 도 5에서 사용되는 5개의 TMO 기법은 "Reinhard02", "Drago03", "iCAM06", "Mantiuk08" 및 "Mall1"으로 표현하였다. 또한, 화질계수 q는 70으로 미리 설정하였다. 다른 화질계수를 가진 실험들에서도 동일한 분포가 관찰되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, HDR 예측기를 설계하는 데 있어서 다른 화질계수에 의한 효과는 무시할 만한 수준이었음을 밝혀 둔다.
- [0105] 보다 구체적으로, 도 5는 다양한 TMO 기법에 대한 $C_{HDR}^l(k)$ 의 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 에 대한 AC 계층 분포를 보여준

다. 도 5에 도시된 각 그래프에서 수평축은 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 을 의미하고 수직축은 $C_{HDR}^l(k)$ 를 의미하며, Y 요소는 검은색, Cb 요소는 푸른색, Cr 요소는 붉은색으로 표현되었다.

[0106] 도 5를 통해 Y, Cb 및 Cr 컬러 요소 모두에 대해 $C_{HDR}^l(k)$ 의 AC 계수는 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 의 AC 계수와 매우 밀접한 상관관계가 있음을 확인할 수 있다. 좀더 구체적으로, $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 으로 표현되는 수평축을 x라 하고 $C_{HDR}^l(k)$ 로 표현되는 수직축을 y라고 할 때, 예를 들어, "01" 이미지에 대해 "Reinhard02" TMO 기법이 사용된 경우 각 컬러 요소에 대해 $y=0.55x$, $y=0.28x$, $y=0.42x$ 등으로 표현 가능한 관계식이 도출되었다.

[0107] 또한, 이미지가 변경되거나 적용되는 TMO 기법이 변경되면 $C_{HDR}^l(k)$ 의 AC 계수 및 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 의 AC 계수 간의 상관관계, 즉, $C_{HDR}^l(k)$ 및 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 의 AC 계수 분포 또한 변화함을 확인할 수 있다. 예를 들어, "03" 이미지는 모든 TMO 기법에 대하여 다른 샘플 이미지보다 더 넓게 퍼진 분포를 나타내며, iCAM06 TMO 기법의 경우는 다른 모든 샘플 이미지의 다른 TMO 기법보다 더 넓게 퍼진 분포를 나타냄을 알 수 있다.

[0108] 하지만, Y, Cb 및 Cr 컬러 요소 모두에 대해 $C_{HDR}^l(k)$ 의 AC 계수와 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 의 AC 계수 간에는 매우 밀접한 상관관계가 있음을 명확하며, 본 발명의 일 실시예에서는 샘플 이미지와 TMO 케이스에 대하여 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 의 1차 다항식 함수로 $C_{HDR}^l(k)$ 의 근사치를 정의할 수 있다. 하지만, 본 발명에 따른 제1 동적 범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 및 상기 제2 동적 범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 간의 상관성이 1차 다항식 함수로만 제한되는 것은 아니며, 예를 들면, 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 삼각 함수 등으로도 표현될 수 있다.

[0109] 따라서, 본 실시예에서는 아래 수학적 식 1에 의해 정의될 수 있는, 각 Y, Cb 및 Cr 컬러 요소에 대한 AC 계수 관련 예측을 수행할 수 있다.

수학적 식 1

$$\tilde{C}_{HDR}^l(k) = a_{AC} \hat{C}_{LDR}^l(k)$$

[0110]

[0111] 수학적 식 1에서, a_{AC} 는 $C_{HDR}^l(k)$ 와 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 사이의 평균제곱오차(MSE, mean square error)를 최소화하는 계수를 의미할 수 있다.

[0113] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 다양한 TMO에 대한 DC 계수의 분포를 나타내는 예시도이다.

[0114] 도 5과 마찬가지로, 도 6에서 사용되는 5개의 TMO 기법은 "Reinhard02", "Drago03", "iCAM06", "Mantiuk08" 및 "Mall1" 이다. 또한, 화질계수 q 또한 70으로 미리 설정하였다.

[0115] 도 6은 다양한 TMO에 대한 $\hat{C}_{LDR}^l(0)$ 및 $C_{HDR}^l(0)$ 의 DC 분포를 나타내며, $\hat{C}_{LDR}^l(0)$ 및 $C_{HDR}^l(0)$ 의 DC 분포는 도 5를 통해 살펴본 $\hat{C}_{LDR}^l(k)$ 및 $C_{HDR}^l(k)$ 의 AC 계수 분포와는 상당히 다를 수 있다.

[0116] 도 6에서 이미지의 DC 계수가 블록 단위의 평균화된 픽셀값을 반영하고 TMO가 휘도의 동적 범위를 향상시키는

역할을 수행하는 것에 기반하여, Y 요소의 $C'_{HDR}(0)$ 대 $\hat{C}^l_{LDR}(0)$ 분포는 각 이미지에 대하여 채택된 TMO의 역동작의 글로벌한 양상으로 해석할 수 있다. 비록 $C'_{HDR}(0)$ 대 $\hat{C}^l_{LDR}(0)$ 에 대한 Y, Cb 및 Cr의 분포 형상이 서로 다르기는 하나, $\hat{C}^l_{LDR}(0)$ 에 대한 $C'_{HDR}(0)$ 의 매우 높은 상관성을 보여준다.

[0117] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 아래 수학적 식 2에 의해 정의되는 $\hat{C}^l_{LDR}(0)$ 의 3차 방정식 함수로 각 Y, Cb 및 Cr의 컬러 요소에 대한 $\tilde{C}^l_{HDR}(0)$ 을 예측한다.

수학적 식 2

$$\tilde{C}^l_{HDR}(0) = a_{DC}[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^3 + b[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^2 + c[\hat{C}^l_{LDR}(0)] + d$$

[0118]

[0119] 수학적 식 2에서, a_{DC} , b , c 및 d 는 $C'_{HDR}(0)$ 와 $\hat{C}^l_{LDR}(0)$ 사이의 평균 제곱 오차(MSE, mean square error)를 최소화하는 계수를 의미할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 예측은 최소자승법을 활용하여 이루어질 수 있다.

[0120] Y, Cb 및 Cr 3개의 요소 각각에 대한 a_{AC} , a_{DC} , b , c 및 d 의 5개의 상수로 정의될 수 있는 총 15개의 실제 값으로 구성되는 예측 계수는, 잔차 계층 코드스트림에 추가적으로 포함될 수 있다.

[0121] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 예측 HDR DC 값을 구간으로 나누어 도출하는 개념을 설명하기 위한 그래프이다.

[0122] 도 7의 실시예에서 x축은 LDR DC 계수 값이고, y 축은 예측 HDR DC 계수 값이며, LDR DC 계수가 가질 수 있는 값의 범위는 -1024 ~ 1023 이다.

[0123] 앞서 도 6을 통해 수학적 식 2의 계수 a_{DC} , b , c 및 d 는 최소 자승법(Least-Squares Method)을 이용하여 구해질 수 있음을 살펴보았다. 이들 계수에 의해 정의되는 예측 곡선 상의 점으로부터, 예측 곡선의 시작과 끝점을 잇는 직선까지의 수직 거리가 양(+)과 음(-)의 방향으로 최대인 점 (p1, p2)를 찾아, 구간을 나누는 기준점으로 설정할 수 있다. 만약, 3차 방정식과 직선이 만나지 않는 경우 p1, p2를 -200, 200으로 임의 지정할 수 있다. 하지만, p1, p2를 -200 및 200으로 제한하는 것은 아니다.

[0124] 도 7의 그래프를 보면, 3차 방정식으로 정의되는 곡선이 p1, p2를 기준으로 3개의 구간으로 구분되며, 각 구간 별로 개별적으로 최적의 예측 곡선 계수를 추출할 수 있다. 도 7에 도시된 일 실시예에 따라 정의되는 HDR DC 계수 값 예측을 위한 방정식은 아래 수학적 식 3과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 3

$$\tilde{C}^l_{HDR}(0) = \begin{cases} a_{DC1}[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^3 + b_1[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^2 + c_1[\hat{C}^l_{LDR}(0)] + d_1, & -1024 \leq \hat{C}^l_{LDR}(0) < p1 \\ a_{DC2}[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^3 + b_2[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^2 + c_2[\hat{C}^l_{LDR}(0)] + d_2, & p1 \leq \hat{C}^l_{LDR}(0) < p2 \\ a_{DC3}[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^3 + b_3[\hat{C}^l_{LDR}(0)]^2 + c_3[\hat{C}^l_{LDR}(0)] + d_3, & p2 \leq \hat{C}^l_{LDR}(0) < 1024 \end{cases}$$

[0125]

- [0126] 수학식 3에서, a^{DC1} , b_1 , c_1 , d_1 은 구간 1 (-1024 ~ p1)에 대한 계수들이고, a^{DC2} , b_2 , c_2 , d_2 는 구간 2 (p1 ~ p2)에 대한 계수들이고, a^{DC3} , b_3 , c_3 , d_3 는 구간 3 (p2 ~ 1024)에 대한 계수들이다.
- [0127] 다만, 수학식 3에서 정의한 3개의 구간은 예시적인 것에 불과할 뿐이며, 본 발명에 따른 예측 함수는 임의의 N개 구간으로 구분될 수 있으며, 각 구간은 다양한 형태, 예를 들면, 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 삼각 함수 등에 의해 정의되는 형태를 갖는 예측 함수로서 정의될 수 있다.
- [0129] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 HDR 이미지 복호화기의 블록 구성도이다.
- [0130] 도 8은 도 3에 도시된 실시예에 따른 HDR 이미지 복호화기와는 다른 실시예에 따른 복호화기를 도시하며, 도 8에 도시된 복호화기는 DCT 도메인에서 HDR 예측기를 이용하여 부호화된 잔차 계층 코드스트림을 공간 도메인에서 처리한다. 따라서, 본 실시예에 따른 복호화기는 DCT 도메인으로 표현되는 잔차 데이터를 공간 도메인으로 전환하며, 공간 도메인에서 HDR 예측을 수행한다.
- [0131] 도 8에 도시된 본 발명의 다른 실시예에 따른 HDR 이미지 복호화기는, 레거시-JPEG 호환 가능 기본 계층 코드스트림을 처리하는 디코더(400) 및 잔차 계층 코드스트림의 처리를 위해, 공간 도메인 예측기(551), 엔트로피 디코더(540), 역-양자화기(530), 역-컬러 변환기(510) 및 역-스케일러(501)를 포함하는 향상계층 디코더(500)를 포함할 수 있다.
- [0132] 도 8의 실시예에서도 기본 계층 복호화는 기존의 레거시-JPEG 디코더(400)에 의해 수행되며, 레거시-JPEG 디코더(400)는 엔트로피 디코더(410), 역-양자화기(420), 역DCT 변환기(430), 및 역-컬러 변환기(440)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0133] 도 8의 이미지 복호화기로 입력되는 기본 계층 코드스트림은 엔트로피 디코더(410)를 거쳐 양자화된 형태의 스트림으로 변환되며, 역-양자화기(420)를 거쳐 DCT 도메인으로 표현되는 $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 로 변환된다. $\hat{C}_{LDR}^I(k)$ 는 역-DCT 변환기(430)를 거쳐 $\hat{x}_{LDR}^I(k)$ 로 변환되며, 역-컬러 변환기(440)를 거쳐 최종적으로 RGB로 표현되는 LDR 이미지로 변환된다.
- [0134] 한편, 잔차 계층 코드스트림에 포함된 예측 계수들은 공간 도메인 예측기(551)로 입력되며, 잔차 계층 코드스트림은 엔트로피 디코더(540) 및 역-양자화기(530)를 거쳐 잔차 신호의 DCT 계수인 $\hat{E}^I(k)$ 로 변환되고, 잔차 신호의 DCT 계수는 역-DCT 변환기(521)를 거쳐 $\hat{e}^I(m)$ 로 변환된다. $\hat{e}^I(m)$ 는 공간 도메인 예측기(551)의 출력과 더해져 역-컬러 변환기(510)로 입력되고 역-스케일러(501)를 거쳐 최종적으로 HDR 이미지로 복원된다.
- [0135] 좀더 구체적으로, 공간 도메인 예측기(551)는 부호화기로부터 수신한 잔차 계층 코드스트림에 포함된 예측 계수들 및 역-DCT 변환된 기본 계층 데이터 $\hat{x}_{LDR}^I(k)$ 을 입력으로 수신하여 HDR 예측을 수행한다.
- [0136] 관련하여, 도 3에 도시된 DCT 도메인에서 복원된 HDR 이미지의 DCT 계수 $\hat{C}_{HDR}^I(k)$ 에 대하여 역-DCT(IDCT) 변환을 수행한 결과는 도 8에 도시된 $\hat{x}_{HDR}^I(m)$ 와 동일하고, 공간 도메인의 $\hat{x}_{HDR}^I(m)$ 을 DCT 도메인의 $\hat{C}_{HDR}^I(k)$ 에 대한 연산으로 표현하면 아래 수학식 4와 같이 표현할 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned}\hat{x}_{HDR}^l(m) &= IDCT\{\hat{C}_{HDR}^l(k)\} \\ &= IDCT\{\hat{E}^l(k) + \tilde{C}_{HDR}^l(k)\} \\ &= IDCT\{\hat{E}^l(k)\} + IDCT\{\tilde{C}_{HDR}^l(k)\}\end{aligned}$$

[0137]

[0138] 여기서, $\hat{E}^l(k)$ 는 잔차 계층 스트림을 통해 전달되는 잔차 신호의 DCT 계수이다. 수학식 4에서 $\hat{x}_{HDR}^l(m)$ 의 도출을 위해 $\hat{C}_{HDR}^l(k)$ 에 대해서 역-DCT 동작을 수행하면 된다.

[0139] 한편, 수학식 4의 두번째 및 세번째 항에 대해서는 본 발명의 일 실시예에 따른 HDR 예측기를 통해 예측되는 신호인 $\tilde{C}_{HDR}^l(k)$ 에 대해 역-DCT 변환을 수행하고, 역-DCT 변환이 수행된 잔차 이미지의 값으로 표현할 수 있도록 전개한다. 따라서, 공간 도메인에서 복원된 HDR 이미지 $\hat{x}_{HDR}^l(m)$ 는 복원된 잔차 이미지와 복원된 예측 HDR 이미지의 합으로 생성할 수 있다.

[0140] DCT 도메인에서 HDR 예측기를 이용하여 부호화된 잔차 계층 코드스트림을 공간 도메인에서 HDR 이미지를 복원하기 위하여 수학식 4를 전개한다.

[0141] 먼저, $\frac{\tilde{C}_{HDR}^l(0)}{\hat{C}_{LDR}^l(0)}$ 를 a_{DC}^l 라 하면, 아래의 수학식 5와 같이 정리될 수 있다.

수학식 5

$$a_{DC}^l = \frac{\tilde{C}_{HDR}^l(0)}{\hat{C}_{LDR}^l(0)} = \frac{a_{DC}[\hat{C}_{LDR}^l(0)]^3 + b[\hat{C}_{LDR}^l(0)]^2 + c[\hat{C}_{LDR}^l(0)] + d}{\hat{C}_{LDR}^l(0)}$$

[0142]

[0143] 다시 수학식 4로 돌아가, $IDCT\{\tilde{C}_{HDR}^l(k)\}$ 를 산출하기 위해 아래 수학식 6과 같이 $\tilde{C}_{HDR}^l(k)$ 를 DC 성분 및 AC 성분으로 분해한다.

수학식 6

$$\begin{aligned}
& IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : \tilde{C}_{HDR}^l(0) \\ AC : \tilde{C}_{HDR}^l(k) \end{array} \right\} \\
&= IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : a_{DC}^l \hat{C}_{LDR}^l(0) \\ AC : a_{AC} \hat{C}_{LDR}^l(k) \end{array} \right\} \\
&= IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : (a_{DC}^l - a_{AC} + a_{AC}) \hat{C}_{LDR}^l(0) \\ AC : a_{AC} \hat{C}_{LDR}^l(k) \end{array} \right\} \\
&= IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : (a_{DC}^l - a_{AC}) \hat{C}_{LDR}^l(0) \\ AC : 0 \end{array} \right\} + IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : a_{AC} \hat{C}_{LDR}^l(0) \\ AC : a_{AC} \hat{C}_{LDR}^l(k) \end{array} \right\} \\
&= (a_{DC}^l - a_{AC}) IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : \hat{C}_{LDR}^l(0) \\ AC : 0 \end{array} \right\} + a_{AC} IDCT \left\{ \begin{array}{l} DC : \hat{C}_{LDR}^l(0) \\ AC : \hat{C}_{LDR}^l(k) \end{array} \right\} \\
&= (a_{DC}^l - a_{AC}) \frac{\sum_{i=1}^{64} \hat{x}_{LDR}^l(m_i)}{64} + a_{AC} \hat{x}_{LDR}^l(m)
\end{aligned}$$

[0144]

[0145]

수학식 6에서 m_i 는 m 이 포함된 8x8 블록의 i 번째 요소를 의미한다. 전개된 수식을 통하여 기존 DCT 도메인에서의 복호화 과정이 역-DCT 변환을 수행한 공간 도메인의 픽셀 값을 이용하여 복호화 할 수 있음을 확인하였다. 이를 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 도메인에서의 복호화 과정은 도 8에 도시된 복호화기를 통해 수행될 수 있다.

[0146]

정리하면, 도 8에서 역-컬러 변환기(510)로의 입력 값인 $\hat{x}_{HDR}^l(m)$ 은 아래 수학식 7로 표현될 수 있다.

수학식 7

$$\hat{x}_{HDR}^l(m) = \hat{e}^l(m) + \frac{(a_{DC}^l - a_{AC})}{64} \sum \hat{x}_{LDR}^l(m) + a_{AC} \hat{x}_{LDR}^l(m)$$

[0147]

[0148]

여기서, $\hat{e}^l(m)$ 은 잔차 신호에 대한 IDCT 수행 결과를 나타내고, $\frac{(a_{DC}^l - a_{AC})}{64} \sum \hat{x}_{LDR}^l(m) + a_{AC} \hat{x}_{LDR}^l(m)$ 은 복원된 LDR 값 $\hat{x}_{LDR}^l(m)$ 을 이용하여 HDR 값을 예측한 결과로 공간 도메인 예측기(551)에 의해 산출되는 값이다.

[0149]

본 발명에 따른 공간적 도메인에서의 HDR 예측 방법을 좀더 포괄적인 개념으로 정리하면 아래의 수학식 8로 표현할 수 있다.

수학식 8

$$y = A \times \sum_{i=1}^{64} \hat{x}_{LDR}^i(m_i) + B \times \hat{x}_{LDR}^i(m)$$

[0150]

[0151]

도 8에 도시된 본 발명의 일 실시예에서는, A 가 $\frac{(a'_{DC} - a_{AC})}{64}$ 이고, B 가 a_{AC} 인 경우의 공간 도메인의 복호화 방법에 대한 실시예를 설명하고 있으며, 본 발명의 다른 실시예에 따르면 A 와 B 의 값은 다른 여러 값으로 대체될 수 있다.

[0153]

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 인코딩 방법의 동작 순서도이다.

[0154]

도 9에 도시된 인코딩 방법은 도 2에 도시된 부호화기에 의해 수행될 수 있으나, 동작 주체가 그에 한정되는 것은 아니다.

[0155]

본 발명의 일 실시예에 따른 인코딩 방법은 우선, 제1 동적범위 이미지를 제2 동적범위 이미지로 변환하고(S910), 제2 동적범위 이미지를 인코딩하여 기본 계층 코드스트림을 생성한다(S920). 여기서, 제1 동적범위 이미지는 HDR 이미지이고, 상기 제2 동적범위 이미지는 LDR 이미지일 수 있다.

[0156]

도 9에 상세히 도시하지는 않았으나, 기본 계층 코드스트림을 생성하는 단계(S920)는, 제1 동적범위 이미지에 대해 톤-매핑 연산을 수행하여 상기 제2 동적범위 이미지로 변환하는 단계, 제2 동적범위 이미지를 컬러 변환하는 단계, 컬러 변환된 이미지를 DCT 변환하는 단계, DCT 변환된 이미지를 양자화하는 단계, 상기 양자화된 이미지를 엔트로피 인코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[0157]

이후, 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT도메인 데이터를 도출하고(S930), 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출한다(S940). 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하는 단계(S940)는 제2 동적범위 이미지 데이터 범위로 스케일하는 단계, 스케일링 이미지를 컬러 변환하는 단계, 및 컬러 변환된 이미지를 DCT 변환하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 설명의 편의를 위해 단계 S930 및 S940이 순차적으로 실행되는 것으로 기재하였으나, 두 단계는 동시에 수행될 수도 있고, 단계 S930이 먼저 실행되고 단계 S940이 이후에 수행될 수도 있다. 또한, 특별히 언급하지 아니하여도 도 9에 기재된 단계들의 특성에 따라 두 단계가 동시에 실행되거나 순차적으로 도시된 두 단계의 선후가 변경될 수도 있다.

[0158]

도출된 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 이용해 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 도출한다(S950).

[0159]

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수는, 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터에 대한 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 상관성을 활용하여 산출될 수 있다.

[0160]

여기서, 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 AC 계수는 1차 다항식을 포함하여 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 삼각 함수 등의 함수로 표현되는 상관성을 가질 수 있다.

[0161]

또한, 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터의 DC 계수는 복수의 구간을 포함하는 예측 곡선으로 표현되는 상관성을 가지며, 상기 예측 곡선의 각 구간은 동일 또는 서로 다른 다항식, 지수 함수, 로그 함수, 삼각 함수 등의 함수에 의해 정의될 수 있다.

[0162]

제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수가 도출되면, 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 제1동적범위 이미지 관련 예측 계수를 이용해 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 도출하여, 적어도 하나의 잔차 계수를 생성한다(S960). 여기서, 잔차 계수는 DCT 계수일 수 있으며, 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터 및 제1동적범위 이미지 관련 예측 DCT 도메인 데이터의 차이 값으로 정의될 수 있다.

- [0163] 잔차 계수가 생성되면, 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 적어도 하나의 잔차 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 생성한다(S970). 여기서, 잔차 계층 코드스트림은 예측 계수를 포함할 수 있다.
- [0164] 잔차계층 코드스트림이 생성되면, 기본계층 코드스트림 및 잔차 계층 코드스트림을 디코더 단으로 전송한다(S980).
- [0166] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 디코딩 방법의 동작 순서도이다.
- [0167] 본 발명의 일 실시예에 따른 디코딩 방법은 도 3에 도시된 이미지 복호화기에 의해 수행될 수 있으나, 동작 주체가 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0168] 복호화기는 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신한다(S1010). 복호화기는 또한, 기본 계층 코드스트림을 수신하고(S1020), 수신한 기본 계층 코드스트림을 디코딩하여 제2 동적범위 이미지를 생성한다(S1030). 여기서, 설명의 편의를 위해 단계 S1010 및 S1020이 순차적으로 실행되는 것으로 기재하였으나, 두 단계는 동시에 수행될 수도 있고, 단계 S1020이 먼저 실행되고 단계 S1010이 이후에 수행될 수도 있다. 또한, 특별히 언급하지 아니하여도 도 10 기재된 단계들의 특성에 따라 두 단계가 동시에 실행되거나 순차적으로 도시된 두 단계의 선후가 변경될 수도 있다.
- [0169] 복호화기는 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 도출하고(S1040), 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 상기 제2 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터로부터 상기 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 DCT 도메인 데이터를 도출한다(S1050).
- [0170] 복호화기는 최종적으로, 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 변환하여 제1 동적범위 이미지를 재구성한다(S1060). 이때, 제1 동적범위 이미지의 재구성을 위해 역-DCT 변환, 역-컬러 변환, 역-스케일 등의 절차를 거쳐 제1 동적범위 이미지에 대한 DCT 도메인 데이터를 변환한다.
- [0172] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 디코딩 방법의 동작 순서도이다.
- [0173] 본 발명의 일 실시예에 따른 디코딩 방법은 도 8에 도시된 이미지 복호화기에 의해 수행될 수 있으나, 동작 주체가 그에 한정되는 것은 아니다.
- [0174] 복호화기는 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수를 포함하는 잔차 계층 코드스트림을 수신한다(S1110). 복호화기는 또한, 기본 계층 코드스트림을 수신하고(S1120), 수신한 기본 계층 코드스트림에 대해 역-DCT 변환을 수행하여 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터를 도출한다(S1130). 여기서, 설명의 편의를 위해 단계 S1110 및 S1120이 순차적으로 실행되는 것으로 기재하였으나, 두 단계는 동시에 수행될 수도 있고, 단계 S1120이 먼저 실행되고 단계 S1110이 이후에 수행될 수도 있다. 또한, 특별히 언급하지 아니하여도 도 11에 기재된 단계들의 특성에 따라 두 단계가 동시에 실행되거나 순차적으로 도시된 두 단계의 선후가 변경될 수도 있다.
- [0175] 복호화기는 이후, 제1 동적범위 이미지 관련 예측 계수 및 제2 동적범위 이미지에 대한 공간 도메인 데이터로부터 제1 동적범위 이미지 관련 예측 공간 도메인 데이터를 산출한다(S1140). 복호화기는 잔차 계층 코드스트림에 포함된 잔차 신호에 대해 역-DCT 변환을 수행하고(S1150), 제1 동적범위 이미지에 대한 예측 공간 데이터 및 역-DCT 변환된 잔차 신호로부터 제1 동적범위 이미지를 재구성한다(S1160).
- [0177] 상술한 실시예들을 통해 살펴본 바와 같은 본 발명에 따른 HDR 이미지 부호화의 성능과 기존에 제안된 JPEG XT 프로파일 부호화의 성능을 비교하는 실험을 실시하였다.
- [0178] 부호화 성능은 보통의 경우 채택한 샘플 이미지와 TMO에 따라 변동될 수 있다. 따라서, 도 5 및 6에서와 같이 "01", "02", 및 "03"의 3개의 샘플 이미지와 5개의 TMO 기법을 선택하여 총 15 케이스를 실험하였다. 또한 다른 샘플 이미지에 대하여 실험을 수행했으며 성능 비교에 대하여서는 같은 결론에 도달하였다.
- [0179] 또한 객관적인 비교를 위해 4개의 이미지 화질평가 지수를 사용하였다. 관련하여 최근, 여러 연구자들이 JPEG XT 프로파일의 성능을 평가하였다. Hanhart 등은 JPEG XT 프로파일을 사용한 HDR 이미지 압축의 질을 관찰하기 위하여 13 개 화질평가 지수를 사용하였다. 이 평가는 'HDR visible difference predictor 2'가 (HDR-VDP-2) HDR 이미지에 가장 알맞은 화질평가 지수라는 결론을 내렸다.

[0180] 보다 구체적으로, Mantel 등은 SNR(Signal-to-noise ratio), MRSE(Mean relative square error), 및 HDR-VDP-2의 객관적 화질평가 지수를 평가하여 JPEG XT 프로파일로 압축된 HDR 이미지의 주관적 및 객관적인 화질 비교 평가의 결과를 보여준다. 이를 통해, JPEG XT를 사용함에 있어 MRSE 화질평가 지수가 가장 확실한 결과를 제공 한다는 것을 보여 주었다.

[0181] Valenzise 등은 HDR-VDP-2 화질평가 지수의 성능을 PSNR(Peak SNR)의 성능 및 SSIM(Structural Similarity Index Metric) 성능과 비교하였다. 이는 HDR 이미지의 역방향 호환성 HDR 이미지 부호화에 초점을 맞춘 것으로 이러한 연구를 통해 PSNR 및 SSIM 화질평가 지수 모두 HDR 이미지 부호화에 대한 이미지 복원 충실도를 측정하는 데 효과적으로 적용될 수 있다는 것으로 결론지었다.

[0182] Choi 등은 PSNR 화질평가 지수를 사용하여 부호화 성능과 다양한 TMO에 의한 프로파일들의 상관도를 비교함으로써 JPEG XT 프로파일의 성능을 평가하였다.

[0183] 본 발명에서는 성능 비교를 위하여 PSNR, SSIM, HDR-VDP-2 및 MRSE-base SNR을 선택하였으며, 본 발명에서 사용된 PSNR 및 MRSE-based SNR은 아래 표기 및 정의를 통해 확인할 수 있다. SSIM 및 HDR-VDP-2를 사용한 경우의 평가를 위해 각 화질평가 지수의 저자가 제공하는 프로그램이 사용되었다.

[0184] **표기 (Notations)**

[0185] $X = \{[x_r(m, n), x_g(m, n), x_b(m, n)]\}, (m, n) \in \Omega = \{1 \leq m \leq M, 1 \leq n \leq N\}$: 원래 이미지, 여기서, M 및 N은 수직 및 수평 이미지 크기

[0186] $x_r(m, n), x_g(m, n)$ 및 $x_b(m, n)$: 이미지 X의 위치 (m, n)에 위치하는 화소의 빨간색, 녹색, 파란색 성분

[0187] $\hat{X} = \{[\hat{x}_r(m, n), \hat{x}_g(m, n), \hat{x}_b(m, n)]\}$: 원래 이미지 X의 부호화된 버전

[0188] **정의 (Definition)**

[0189] · PSNR

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{DR^2(X)}{MSE(X, \hat{X})} \right)$$

$$\text{where } DR(X) = \max_{s \in \{r, g, b\}} \max_{(m, n) \in \Omega} \{x_s(m, n)\} - \min_{s \in \{r, g, b\}} \min_{(m, n) \in \Omega} \{x_s(m, n)\}$$

$$\text{and } MSE(X, \hat{X}) = \frac{1}{3MN} \sum_{s \in \{r, g, b\}} \sum_{(m, n) \in \Omega} [x_s(m, n) - \hat{x}_s(m, n)]^2.$$

[0190]

[0191] · MRSE-based SNR

$$SNR_{MRSE} = -10 \log_{10} (MRSE(X, \hat{X}))$$

$$\text{where } MRSE(X, \hat{X}) = \frac{1}{3MN} \sum_{s \in \{r, g, b\}} \sum_{(m, n) \in \Omega} \frac{[x_s(m, n) - \hat{x}_s(m, n)]^2}{x_s^2(m, n) + \hat{x}_s^2(m, n)}$$

[0192]

[0194] 상술한 본 발명의 여러 실시예들은 주로 JPEG 시스템을 대상으로 기술되었으나, 본 발명이 적용 가능한 이미지 부호화 복호화 시스템이 JPEG에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명은 동영상 부호화 및 복호화가 가능한 MPEG 시스템, 또는 정지영상 또는 동영상을 포함하는 이미지에 대한 부호화 또는 복호화 시스템 또는 장치라면 어떠한 시스템 또는 장치에도 적용 가능하다고 할 것이다.

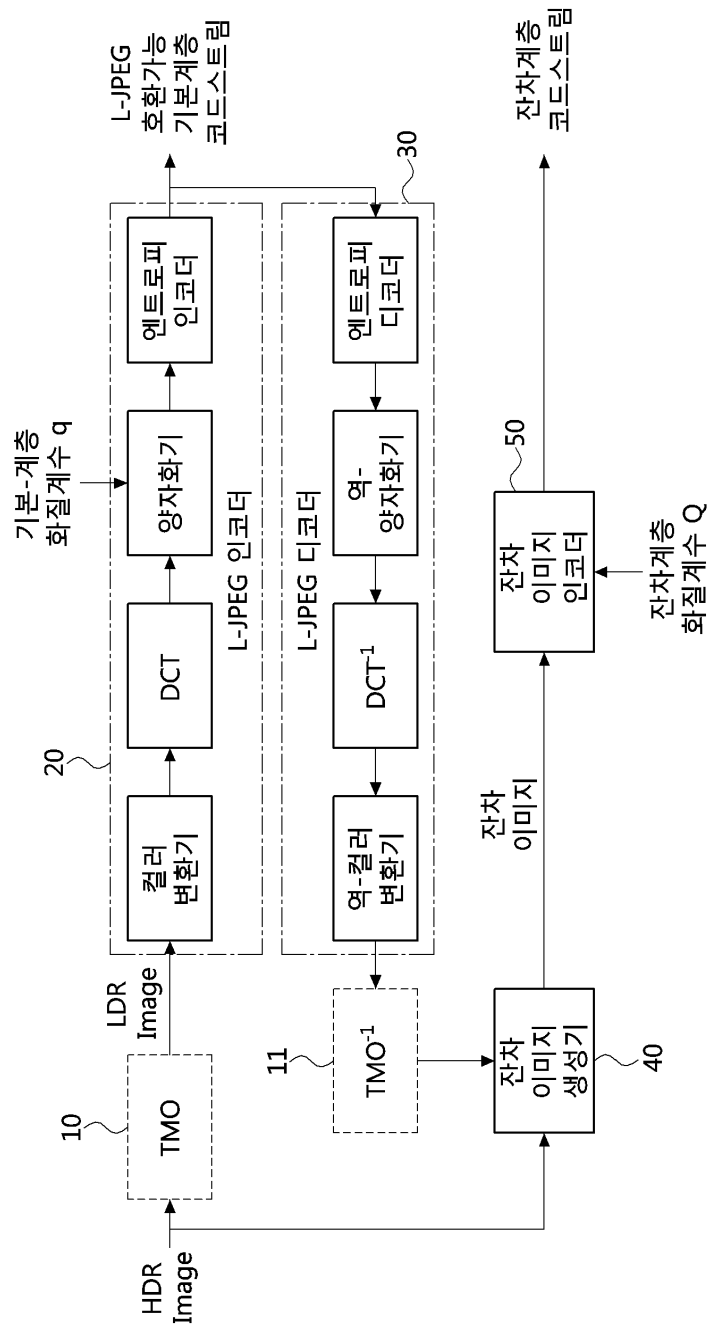
- [0196] 본 발명의 실시예에 따른 부호화 방법 및 복호화 방법의 동작은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터로 읽을 수 있는 프로그램 또는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- [0197] 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 롬(rom), 램(ram), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다. 프로그램 명령은 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.
- [0198] 본 발명의 일부 측면들은 장치의 문맥에서 설명되었으나, 그것은 상응하는 방법에 따른 설명 또한 나타낼 수 있고, 여기서 블록 또는 장치는 방법 단계 또는 방법 단계의 특징에 상응한다. 유사하게, 방법의 문맥에서 설명된 측면들은 또한 상응하는 블록 또는 아이템 또는 상응하는 장치의 특징으로 나타낼 수 있다. 방법 단계들의 몇몇 또는 전부는 예를 들어, 마이크로프로세서, 프로그램 가능한 컴퓨터 또는 전자 회로와 같은 하드웨어 장치에 의해(또는 이용하여) 수행될 수 있다. 몇몇의 실시예에서, 가장 중요한 방법 단계들의 하나 이상은 이와 같은 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0199] 실시예들에서, 프로그램 가능한 로직 장치(예를 들어, 필드 프로그램블 게이트 어레이)가 여기서 설명된 방법들의 기능의 일부 또는 전부를 수행하기 위해 사용될 수 있다. 실시예들에서, 필드 프로그램블 게이트 어레이는 여기서 설명된 방법들 중 하나를 수행하기 위한 마이크로프로세서와 함께 작동할 수 있다. 일반적으로, 방법들은 어떤 하드웨어 장치에 의해 수행되는 것이 바람직하다.
- [0200] 이상 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

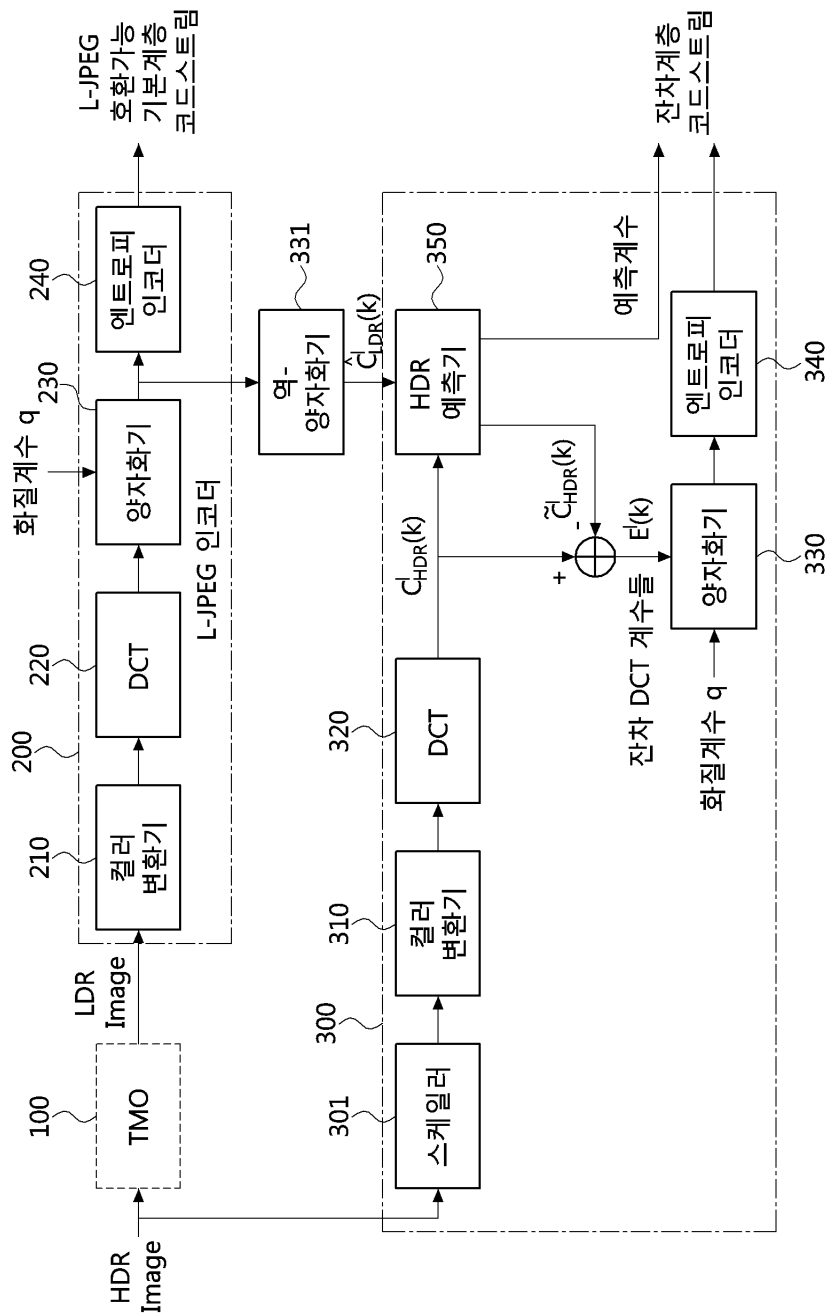
- [0202] 10: TMO 20: 레거시-JPEG 인코더
 11: 역-TMO 30: 레거시-JPEG 디코더
 100: TMO 200: 레거시-JPEG 인코더
 300: 향상계층 프로세서 301: 스케일러
 310: 컬러 변환기 320: DCT 변환기
 330: 양자화기 340: 엔트로피 인코더
 350: HDR 예측기 500: 향상계층 디코더
 501: 역-스케일러 510: 역-컬러 변환기
 520: 역-DCT 변환기 530: 역-양자화기
 540: 엔트로피 디코더 550: HDR 예측기

도면

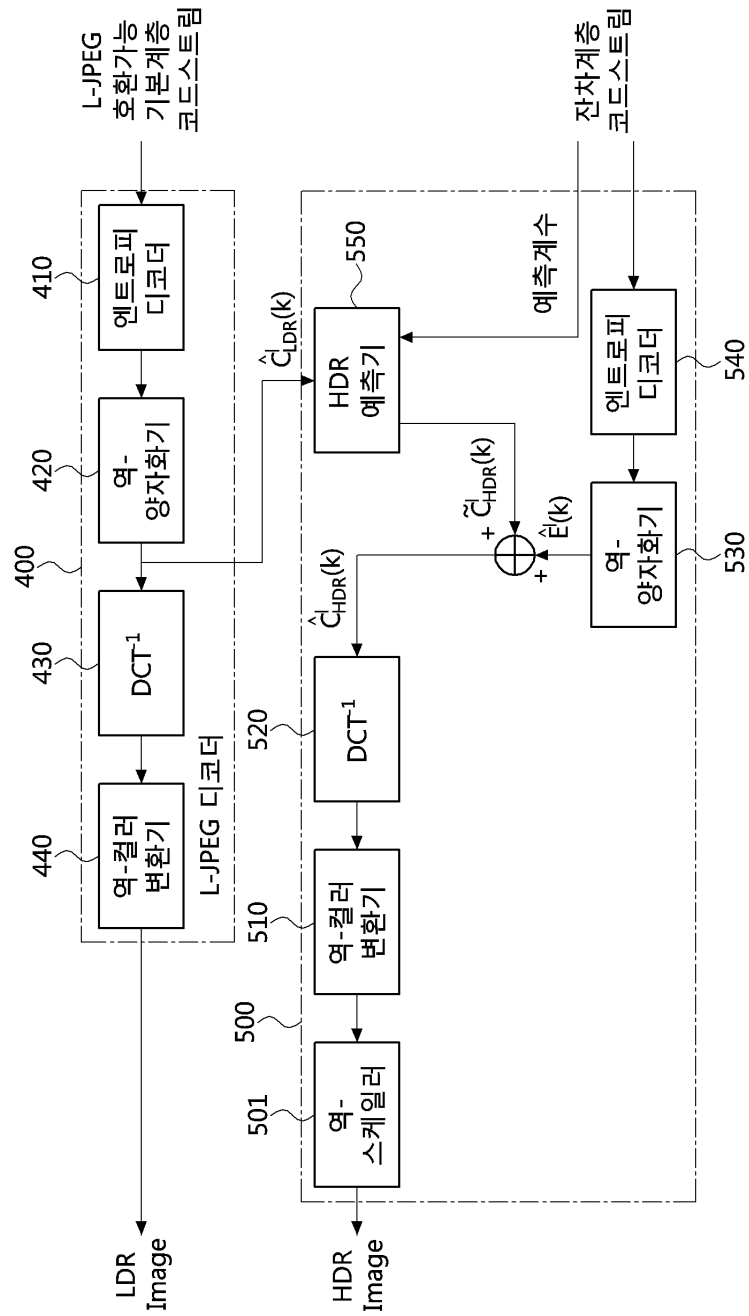
도면1



도면2



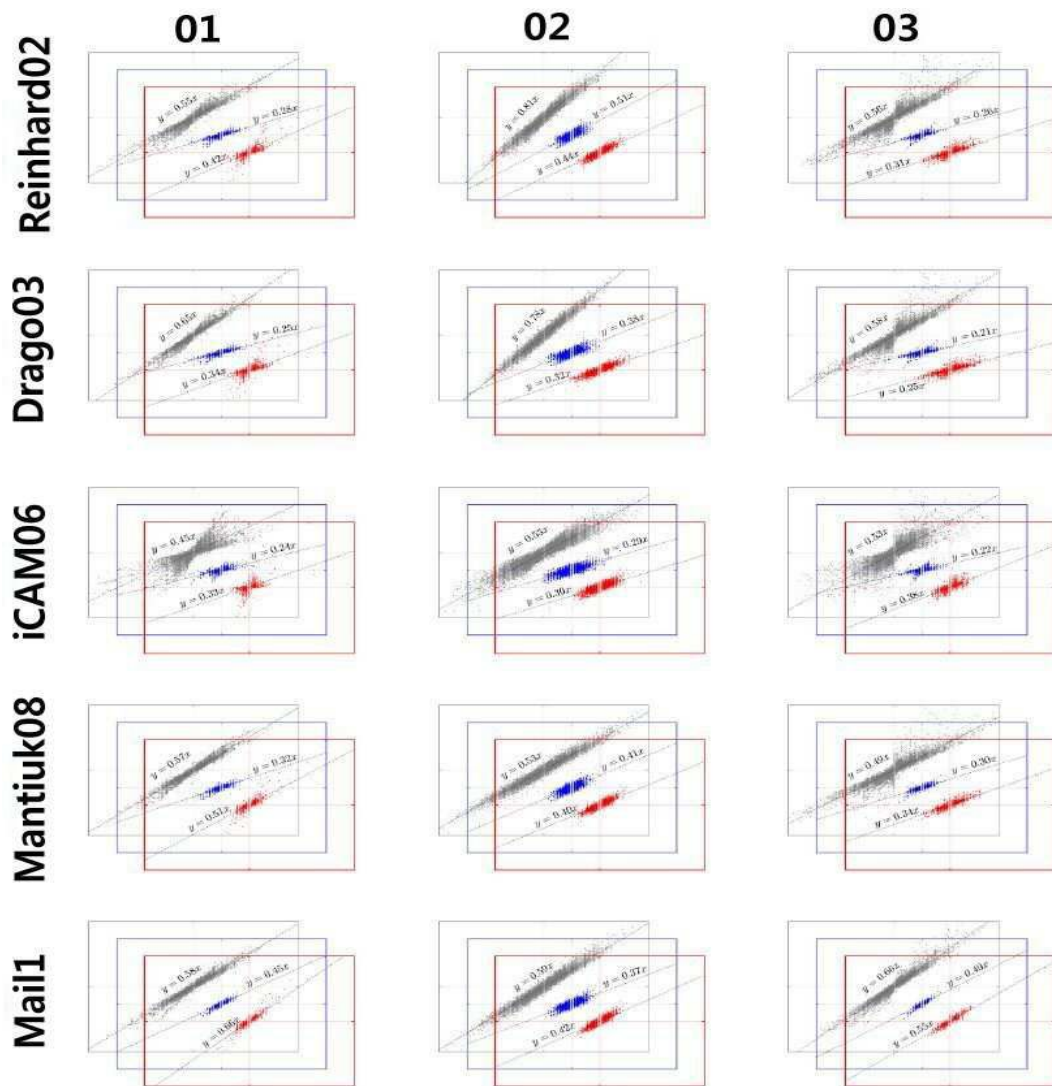
도면3



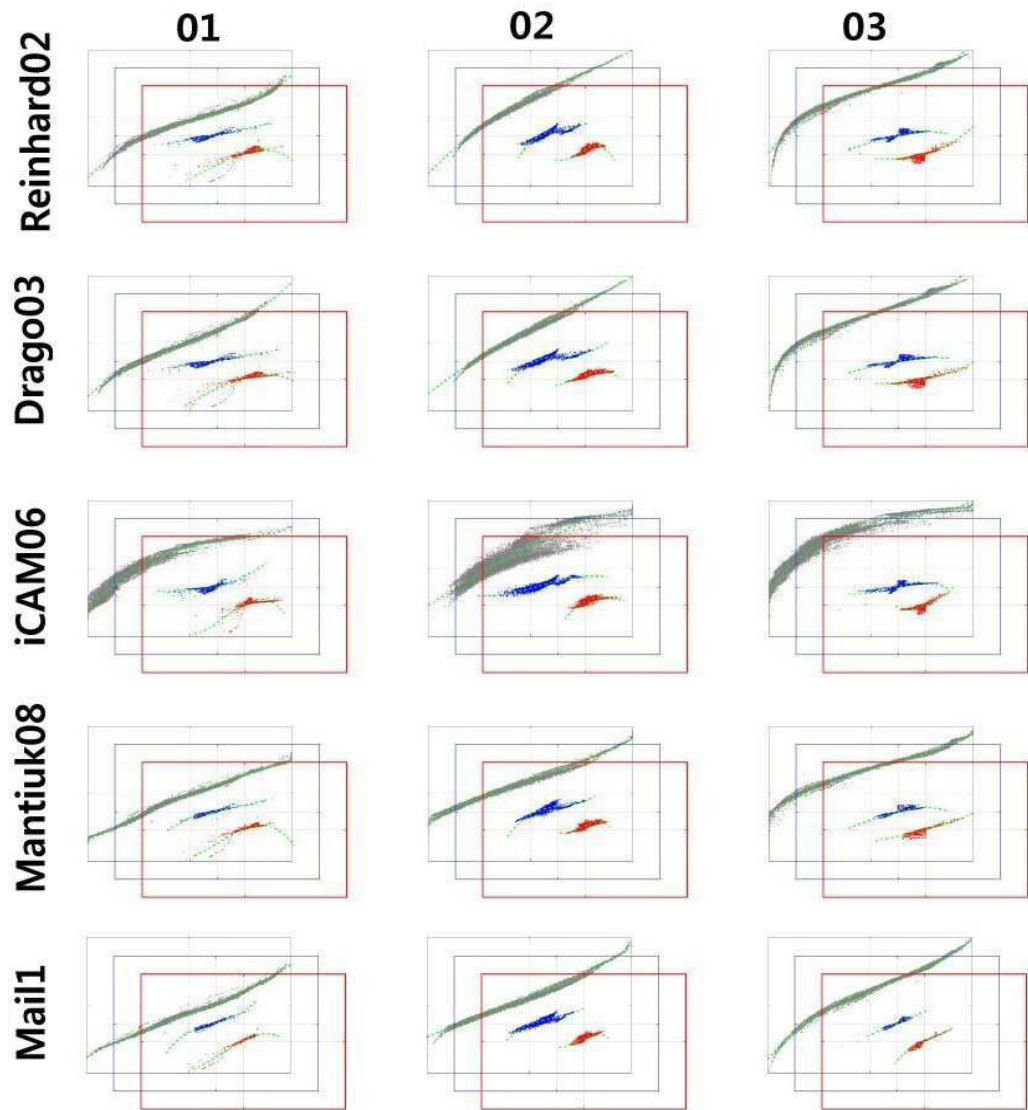
도면4



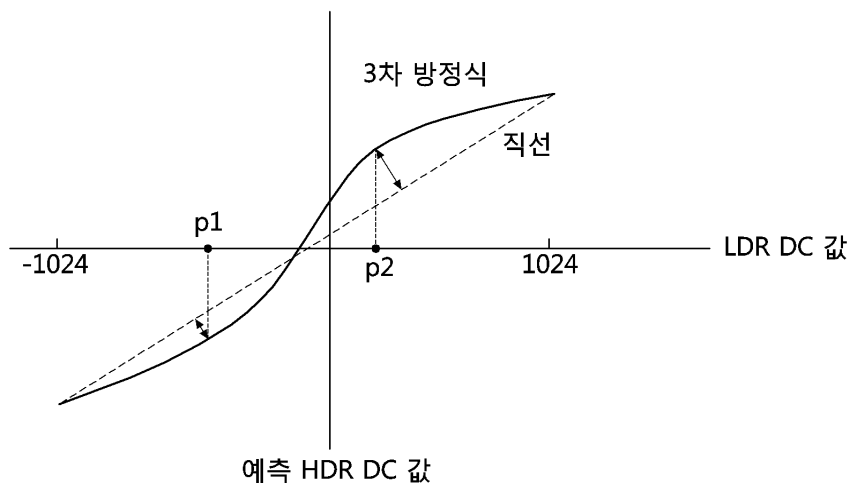
도면5



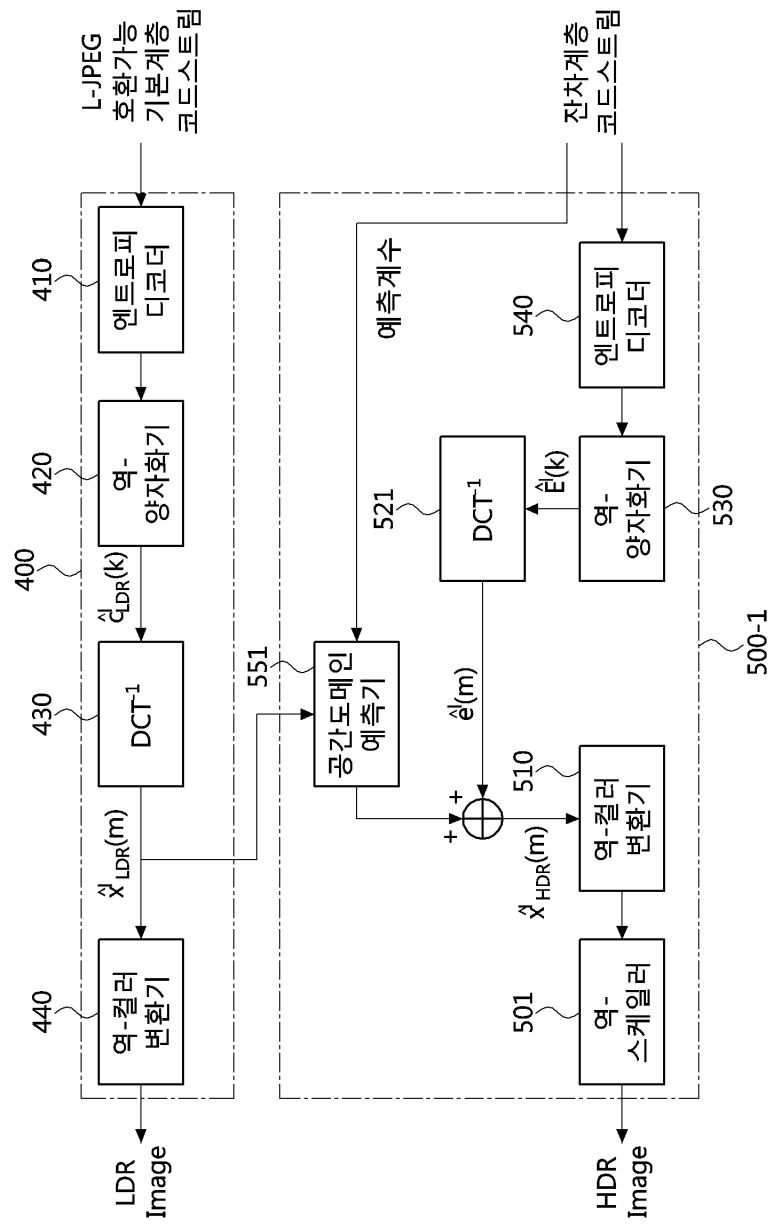
도면6



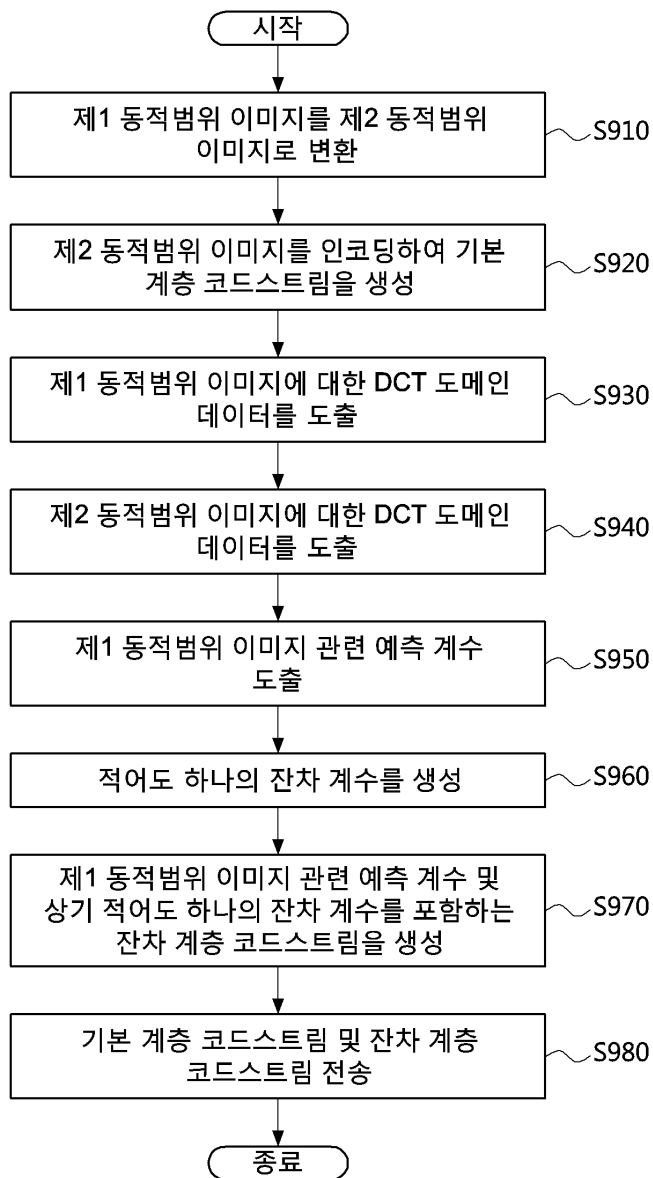
도면7



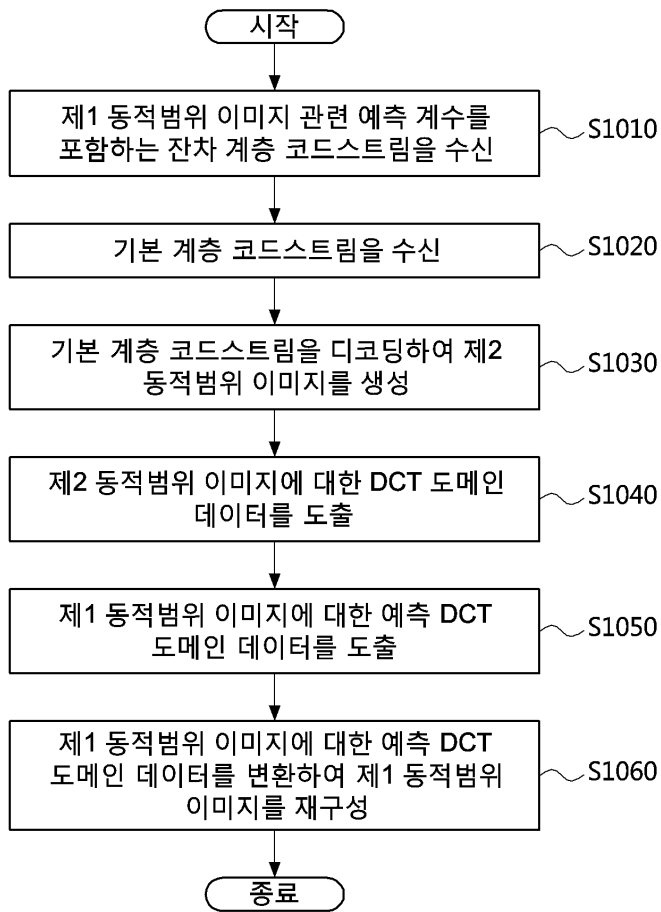
도면8



도면9



도면10



도면11

