(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0069252
(43) 공개일자 2020년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 9/67 (2006.01) *H04N 17/02* (2006.01)
H04N 19/105 (2014.01) *H04N 19/119* (2014.01)
H04N 19/124 (2014.01) *H04N 19/129* (2014.01)
H04N 19/186 (2014.01) *H04N 19/593* (2014.01)
H04N 19/98 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 9/67 (2013.01)
H04N 17/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0161689
(22) 출원일자 2019년12월06일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020180156337 2018년12월06일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
정세윤
대전광역시 유성구 지족북로 60, 207동 1401호
곽영신
울산광역시 울주군 범서읍 대리2길 46, 202동 2206호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

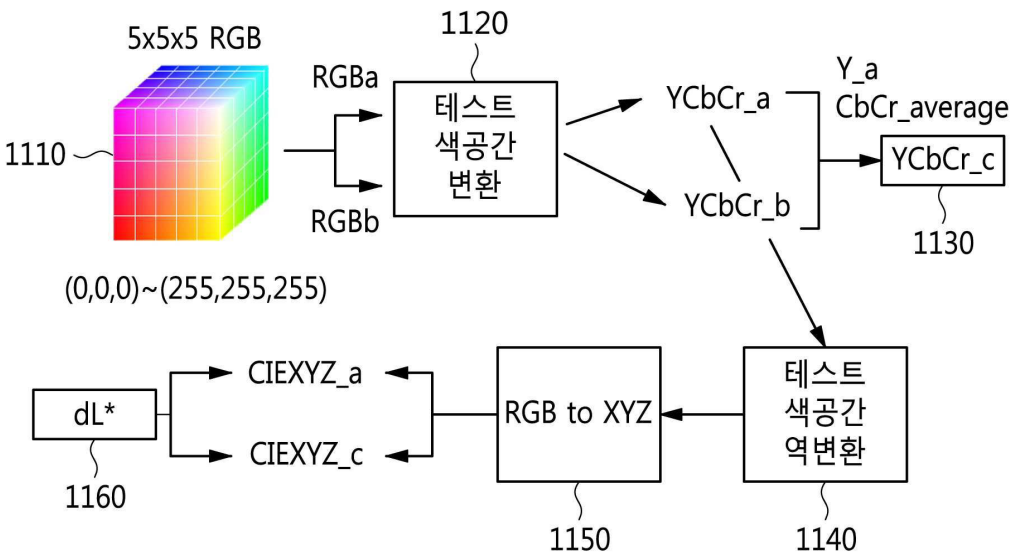
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **색 공간 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

색 공간 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법 및 장치가 개시된다. 개시되는 장치 및 방법은 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 밝기 성분에 대하여 얼마나 작용하는가를 측정할 수 있다. 또한, 개시되는 장치 및 방법은 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 인지적으로 어떠한 영향을 미치는지를 측정할 수 있다.

대 표 도 - 도11



(52) CPC특허분류
H04N 19/105 (2015.01)
H04N 19/119 (2015.01)
H04N 19/124 (2015.01)
H04N 19/129 (2015.01)
H04N 19/186 (2015.01)
H04N 19/593 (2015.01)
H04N 19/98 (2015.01)
(72) 발명자
백예슬
울산광역시 울주군 범서읍 모두박길 13-5, 201호
강정원
대전광역시 유성구 지족로 362, 303동 303호
김휘용
대전광역시 유성구 은구비남로 34, 810동 201호
성가람
대구광역시 달서구 대명천로19길 10-2

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 18ZR1520
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국전자통신연구원
연구사업명 정부출연금사업(기관고유사업)
연구과제명 차세대 HDR 비디오 전/후처리 원천 기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국전자통신연구원
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 영역 및 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡인 제1 값을 계산하는 단계;

제2 영역 및 상기 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡인 제2 값을 계산하는 단계; 및

상기 제1 값 및 상기 제2 값을 사용하여 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 측정하는 단계

를 포함하고,

상기 제3 영역은 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역의 중간에서 상호간섭 왜곡에 의해 발생한 영역인, 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 왜곡을 측정하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래의 실시예들은 영상 처리에 대한 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세히는 색 공간 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법 및 장치가 개시된다.

배 경 기 술

[0002] 비디오를 획득하기 위해서는 자연의 광 신호가 전기 신호로 변환되어야 한다. 비디오 전처리 과정은 이러한 광 신호를 전기 신호로 변환하기 위한 일련의 과정을 의미한다. 말하자면, 고 동적 범위(High Dynamic Range; HDR) 비디오 전처리(preprocessing)는 광 신호를 전기 신호로 변환하는 과정이다.

[0003] 광 신호는 연속적인 실수 값을 가지지만, 광 신호의 실수 값은 디지털 신호 처리를 통해 압축 및 전송을 위한 이산적인(discrete) 값으로 변환된다.

[0004] 일반적으로, 전처리 과정에서는, 색상(chroma) 성분에 대한 다운 샘플링이 사용된다. 이러한 색상 성분에 대한 다운 샘플링은 상대적으로 밝기(luma) 성분에 민감하고 색상 성분에는 둔감한 사람의 인지 사각 특성에 기반하는 것이다. 색상 성분에 대한 다운 샘플링은 이하에서 색상 성분 다운 샘플링으로 약술될 수도 있다.

[0005] 색상 성분에 대한 다운 샘플링을 통해, 인지적인 측면에서의 화질의 저하가 거의 발생하지 않으면서도 정보량이 크게 감소될 수 있다. 예를 들면, 4:2:0의 다운 샘플링을 통해서는 정보량의 50%가 감소될 수 있다. 이러한 감소에 의해 저장 및 전송의 측면에서 큰 이득이 획득될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예는 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 밝기 성분에 대하여 얼마나 작용하는가를 측정하는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

[0007] 일 실시예는 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 인지적으로 어떠한 영향을 미치는지를 측정하는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 측에 있어서, 제1 영역 및 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡인 제1 값을 계산하는 단계; 제2 영역 및 상기 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡인 제2 값을 계산하는 단계; 및 상기 제1 값 및 상기 제2 값을 사용하여 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 측정하는 단계를 포함하고, 상기 제3 영역은 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역의 중간에서 상호간섭 왜곡에 의해 발생한 영역인, 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 왜곡을

측정하는 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0009] 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 밝기 성분에 대하여 얼마나 작용하는가를 측정하는 방법 및 장치가 제공된다.

[0010] 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 인지적으로 어떠한 영향을 미치는지를 측정하는 방법 및 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 일 실시예에 따른 부호화 장치를 나타낸다.

도 2은 일 실시예에 따른 복호화 장치를 나타낸다.

도 3은 일 실시예에 따른 비디오 부호화의 흐름도이다.

도 4은 일 실시예에 따른 비디오 복호화의 흐름도이다.

도 5는 일 예에 따른 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정과, 이러한 다운 샘플링에 대응하는 업 샘플링의 과정을 나타낸다.

도 6은 도 5를 참조하여 설명된 과정 1, 과정 2 및 과정 3에서의 신호 값들을 나타낸다.

도 7은 일 예에 따른 SDR 비디오에서의 루마 및 루미넌스의 관계를 나타낸다.

도 8은 일 예에 따른 HDR 비디오에서의 루마 및 루미넌스의 관계를 나타낸다.

도 9는 일 예에 따른 동일 루마 평면을 이용하는 색 공간의 표현을 나타낸다.

도 10은 일 예에 따른 동일 루마 평면을 이용하는 루마-루미넌스 변화의 분석을 나타낸다.

도 11은 일 예에 따른 2 개의 색상들의 임의 추출을 통한 색 공간 차원의 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 인한 왜곡을 측정하는 방법을 나타낸다.

도 12는 일 예에 따른 인접한 2 개의 색상 영역들에서의 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡의 분석 방법을 나타낸다.

도 13 및 도 14는 일 예에 따른 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡의 측면에서의 색 공간 성능 측정 결과를 나타낸다.

도 15는 일 예에 따른 원본 패턴 및 평가 패턴을 나타낸다.

도 16은 일 예에 따른 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 후술하는 예시적 실시예들에 대한 상세한 설명은, 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 실시예를 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 다양한 실시예들은 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 실시예의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 예시적 실시예들의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다.

[0013] 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.

[0014] 실시예에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 실시예에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다

른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않으며, 추가적인 구성이 예시적 실시예들의 실시 또는 예시적 실시예들의 기술적 사상의 범위에 포함될 수 있음을 의미한다. 어떤 구성요소(component)가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기의 2개의 구성요소들이 서로 간에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있으나, 상기의 2개의 구성요소들의 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0015] 제1 및 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기의 구성요소들은 상기의 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기의 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하여 지칭하기 위해서 사용된다. 예를 들어, 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0016] 또한, 실시예들에 나타나는 구성요소들은 서로 다른 특징적인 기능들을 나타내기 위해 독립적으로 도시되는 것으로, 각 구성요소가 분리된 하드웨어나 하나의 소프트웨어 구성 단위로만 이루어짐을 의미하지 않는다. 즉, 각 구성요소는 설명의 편의상 각각의 구성요소로 나열된 것이다. 예를 들면, 구성요소들 중 적어도 두 개의 구성요소들이 하나의 구성요소로 합쳐질 수 있다. 또한, 하나의 구성요소가 복수의 구성요소들로 나뉠 수 있다. 이러한 각 구성요소의 통합된 실시예 및 분리된 실시예 또한 본질에서 벗어나지 않는 한 권리범위에 포함된다.

[0017] 또한, 일부의 구성요소는 본질적인 기능을 수행하는 필수적인 구성요소는 아니고 단지 성능을 향상시키기 위한 선택적 구성요소일 수 있다. 실시예들은 실시예의 본질을 구현하는데 필수적인 구성부만을 포함하여 구현될 수 있고, 예를 들면, 단지 성능 향상을 위해 사용되는 구성요소와 같은, 선택적 구성요소가 제외된 구조 또한 권리범위에 포함된다.

[0018] 이하에서는, 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 실시예들을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 실시예들을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0019] HDR 비디오의 광 신호를 전기 신호로 변환하는 전처리 과정(또는, 광전 변환 과정)에서 사람의 인지 특성에 기반하여 색상 성분에 대한 다운 샘플링이 사용될 수 있다. 아래의 실시예들에서는, 이러한 색상 성분에 대한 다운 샘플링에서 발생하는 왜곡을 측정하는 방법 및 장치가 설명된다.

[0020] 색상 성분에 대한 다운 샘플링을 수행하기 위해서는 우선 RGB 색 공간에서의 정보가 밝기 성분 및 색상 성분이 분리되어 표현될 수 있는 색 공간에서의 정보로 변환이 되어야 할 수 있다. 이 때, 밝기 성분 및 색상 성분이 분리되어 표현되는 색 공간으로서 가장 널리 사용되는 것이 YCbCr 색 공간일 수 있다.

[0021] 색상 성분에 대한 다운 샘플링은 색상 성분을 밝기 성분에 비해 가로 및 세로의 각각에 대해 1/2로 감소시키는 420(또는, "4:2:0") 다운 샘플링이 널리 사용될 수 있다.

[0022] 표준 동적 범위(Standard Dynamic Range; SDR) 비디오에서는, YCbCr 색 공간에서의 420 다운 샘플링이 인지적으로 큰 문제가 되지는 않았으나, HDR 비디오에는 이러한 420 다운 샘플링이 인지적으로 큰 문제가 될 수 있다.

[0023] 문제가 심각한 정도를 파악하고, 문재에 대한 해결책을 마련하기 위해서는 색상 성분에 대한 다운 샘플링에서 발생하는 왜곡을 정량적으로 측정할 수 있는 기술이 요구된다.

[0024] 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의해 발생하는 왜곡은 색상 성분에만 한정이 되어야 한다. 그러나, YCbCr 색 공간이 직교 공간이 아니기 때문에, 색상 성분에서의 왜곡은 밝기 성분에도 영향을 미치는 상호간섭(interference)(또는, 크로스-토크(cross-talk)) 왜곡이 발생할 수 있다.

[0025] 종래의 왜곡 측정 방법들은 범용적인 왜곡을 측정하기 위해 개발된 방법들이기 때문에, 이러한 종래의 왜곡 측정 방법들로 색상 성분에 대한 다운 샘플링에서 발생하는 왜곡을 정확하게 측정하는 것은 어려울 수 있다.

[0026] 실시예들에서는, 색상 성분에 대한 다운 샘플링에서 발생하는 왜곡을 보다 효과적이면서 정확하게 측정하는 방법을 제안될 수 있다.

[0027] 또한, 실시예들에서는, 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 색상 성분에서의 왜곡이 밝기 성분에 대하여 얼마나 작용하며, 인지적으로 어떠한 영향을 미치는지를 측정할 수 있는 방법 및 장치가 제안될 수 있다.

[0028] 먼저, 실시예들에서는 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡의 측면에서의 색 공간 전체의 성능을 측정할 수 있는 방법이 설명될 수 있다. 이러한 색 공간 전체의 성능에 대한 측정의 결과로부터, 어떤 경우

에 상호간섭 왜곡이 크게 발생하고, 어떤 경우에 상호간섭 왜곡이 적게 발생하는지가 용이하게 파악될 수 있다.

[0029] 또한, 실시예들에서는 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 인지적 상호간섭 왜곡을 세밀하게 측정할 수 있는 방법이 설명된다.

[0030] 예를 들면, 인접한 2 색 경계에서의 색상 성분 상호간섭 왜곡을 측정할 수 있는 방법이 설명된다.

[0031] 또한, 이러한 2 개의 방법들을 이용하는 일 실시예로서, 일반 영상에서 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인해 발생하는 왜곡을 측정하는 방법도 설명된다.

[0032] 실시예들에 의해서, 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 발생하는 왜곡이 보다 정확하게 측정될 수 있다. 또한, 색 공간에서 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서 어떤 경우에 왜곡이 심하게 발생하고, 어떤 경우에 왜곡이 약하게 발생하는지가 파악될 수 있으며, 이러한 파악을 통해 화질 저하의 문제가 미리 방지될 수 있고, 화질 저하의 문제가 보다 쉽게 해결될 수 있다.

[0033] 또한, 실시예들은 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에서의 상호간섭 왜곡이 최소로 발생하는 새로운 색 공간 변환 기술의 개발에 활용될 수 있다.

[0034] 도 1은 일 실시예에 따른 부호화 장치를 나타낸다.

[0035] 부호화 장치(100)는 처리부(110), 통신부(120), 메모리(130), 저장소(140) 및 버스(190) 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 처리부(110), 통신부(120), 메모리(130) 및 저장소(140) 등과 같은 부호화 장치(100)의 구성요소들은 버스(190)를 통해 서로 간에 통신할 수 있다.

[0036] 처리부(110)는 메모리(130) 또는 저장소(140)에 저장된 프로세싱(processing) 명령어(instruction)들을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 예를 들면, 처리부(110)는 적어도 하나의 하드웨어 프로세서(processor)일 수 있다.

[0037] 처리부(110)는 부호화 장치(100)의 동작을 위해 요구되는 작업을 처리할 수 있다. 처리부(110)는 실시예들에서 설명된 처리부(110)의 동작 또는 단계의 코드를 실행(execute)할 수 있다.

[0038] 처리부(110)는 후술될 실시예에서 설명될 정보의 생성, 저장 및 출력을 수행할 수 있으며, 기타 부호화 장치(100)에서 이루어지는 단계의 동작을 수행할 수 있다.

[0039] 통신부(120)는 네트워크(199)에 연결될 수 있다. 부호화 장치(100)의 동작을 위해 요구되는 데이터 또는 정보를 수신할 수 있으며, 부호화 장치(100)의 동작을 위해 요구되는 데이터 또는 정보를 전송할 수 있다. 통신부(120)는 네트워크(199)를 통해 다른 장치로 데이터를 전송할 수 있고, 다른 장치로부터 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들면, 통신부(120)는 네트워크 칩(chip) 또는 포트(port)일 수 있다.

[0040] 메모리(130) 및 저장소(140)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체일 수 있다. 예를 들어, 메모리(130)는 롬(ROM)(131) 및 램(RAM)(132) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 저장소(140)는 램, 플레시(flash) 메모리 및 하드 디스크(hard disk) 등과 같은 내장형의 저장 매체를 포함할 수 있고, 메모리 카드 등과 같은 탈착 가능한 저장 매체를 포함할 수 있다.

[0041] 부호화 장치(100)의 기능 또는 동작은 처리부(110)가 적어도 하나의 프로그램 모듈을 실행함에 따라 수행될 수 있다. 메모리(130) 및/또는 저장소(140)는 적어도 하나의 프로그램 모듈을 저장할 수 있다. 적어도 하나의 프로그램 모듈은 처리부(110)에 의해 실행되도록 구성될 수 있다.

[0042] 전술된 부호화 장치(100)의 구성요소들 중 적어도 일부는 적어도 하나의 프로그램 모듈일 수 있다.

[0043] 프로그램 모듈들은 운영 체제(Operating System), 어플리케이션 모듈, 라이브러리(library) 및 기타 프로그램 모듈의 형태로 부호화 장치(100)에 포함될 수 있으며, 물리적으로는 여러 가지 공지의 기억 장치 상에 저장될 수 있다. 또한, 이러한 프로그램 모듈 중 적어도 일부는 부호화 장치(100)와 통신 가능한 원격 기억 장치에 저장될 수도 있다. 한편, 이러한 프로그램 모듈들은 실시예에 따른 특정 동작 또는 특정 테스크(task)를 수행하거나 특정 추상 데이터 타입(abstract data type)을 실행하는 루틴(routine), 서브루틴(subroutine), 프로그램(program), 오브젝트(object), 컴포넌트(component) 및 데이터 구조(data structure) 등을 포괄할 수 있고, 이러한 것들에 제한되지는 않을 수 있다.

[0044] 부호화 장치(100)는 사용자 인터페이스(User Interface; UI) 입력 디바이스(150) 및 UI 출력 디바이스(160)를 더 포함할 수 있다. UI 입력 디바이스(150)는 부호화 장치(100)의 동작을 위해 요구되는 사용자의 입력을 수신할 수 있다. UI 출력 디바이스(160)는 부호화 장치(100)의 동작에 따른 정보 또는 데이터를 출력할 수 있다.

[0045] 부호화 장치(100)는 센서(170)를 더 포함할 수 있다.

[0046] 도 2은 일 실시예에 따른 복호화 장치를 나타낸다.

[0047] 복호화 장치(200)는 처리부(210), 통신부(220), 메모리(230), 저장소(240) 및 버스(290) 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 처리부(210), 통신부(220), 메모리(230) 및 저장소(240) 등과 같은 복호화 장치(200)의 구성요소들은 버스(290)를 통해 서로 간에 통신할 수 있다.

[0048] 처리부(210)는 메모리(230) 또는 저장소(240)에 저장된 프로세싱(processing) 명령어(instruction)들을 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 예를 들면, 처리부(210)는 적어도 하나의 하드웨어 프로세서(processor)일 수 있다.

[0049] 처리부(210)는 복호화 장치(200)의 동작을 위해 요구되는 작업을 처리할 수 있다. 처리부(210)는 실시예들에서 설명된 처리부(210)의 동작 또는 단계의 코드를 실행(execute)할 수 있다.

[0050] 처리부(210)는 후술될 실시예에서 설명될 정보의 생성, 저장 및 출력을 수행할 수 있으며, 기타 복호화 장치(200)에서 이루어지는 단계의 동작을 수행할 수 있다.

[0051] 통신부(220)는 네트워크(299)에 연결될 수 있다. 복호화 장치(200)의 동작을 위해 요구되는 데이터 또는 정보를 수신할 수 있으며, 복호화 장치(200)의 동작을 위해 요구되는 데이터 또는 정보를 전송할 수 있다. 통신부(220)는 네트워크(299)를 통해 다른 장치로 데이터를 전송할 수 있고, 다른 장치로부터 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들면, 통신부(220)는 네트워크 칩(chip) 또는 포트(port)일 수 있다.

[0052] 메모리(230) 및 저장소(240)는 다양한 형태의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체일 수 있다. 예를 들어, 메모리(230)는 롬(ROM)(231) 및 램(RAM)(232) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 저장소(240)는 램, 플레시(flash) 메모리 및 하드 디스크(hard disk) 등과 같은 내장형의 저장 매체를 포함할 수 있고, 메모리 카드 등과 같은 탈착 가능한 저장 매체를 포함할 수 있다.

[0053] 복호화 장치(200)의 기능 또는 동작은 처리부(210)가 적어도 하나의 프로그램 모듈을 실행함에 따라 수행될 수 있다. 메모리(230) 및/또는 저장소(240)는 적어도 하나의 프로그램 모듈을 저장할 수 있다. 적어도 하나의 프로그램 모듈은 처리부(210)에 의해 실행되도록 구성될 수 있다.

[0054] 전술된 복호화 장치(200)의 구성요소들 중 적어도 일부는 적어도 하나의 프로그램 모듈일 수 있다.

[0055] 프로그램 모듈들은 운영 체제(Operating System), 어플리케이션 모듈, 라이브러리(library) 및 기타 프로그램 모듈의 형태로 복호화 장치(200)에 포함될 수 있으며, 물리적으로는 여러 가지 공지의 기억 장치 상에 저장될 수 있다. 또한, 이러한 프로그램 모듈 중 적어도 일부는 복호화 장치(200)와 통신 가능한 원격 기억 장치에 저장될 수도 있다. 한편, 이러한 프로그램 모듈들은 실시예에 따른 특정 동작 또는 특정 테스크(task)를 수행하거나 특정 추상 데이터 타입(abstract data type)을 실행하는 루틴(routine), 서브루틴(subroutine), 프로그램(program), 오브젝트(object), 컴포넌트(component) 및 데이터 구조(data structure) 등을 포괄할 수 있고, 이러한 것들에 제한되지는 않을 수 있다.

[0056] 복호화 장치(200)는 사용자 인터페이스(User Interface; UI) 입력 디바이스(250) 및 UI 출력 디바이스(260)를 더 포함할 수 있다. UI 입력 디바이스(250)는 복호화 장치(200)의 동작을 위해 요구되는 사용자의 입력을 수신할 수 있다. UI 출력 디바이스(260)는 복호화 장치(200)의 동작에 따른 정보 또는 데이터를 출력할 수 있다.

[0057] 도 3은 일 실시예에 따른 비디오 부호화의 흐름도이다.

[0058] 실시예의 비디오 부호화는 부호화 장치(100)에 의해 수행될 수 있다. 실시예의 비디오 부호화는 비디오 처리 방법 또는 비디오에 대한 전처리 방법으로 간주될 수 있다. 또한, 부호화 장치(100)는 비디오 처리 장치로 간주될 수 있다.

[0059] 영상에 대한 전처리는 영상의 광 신호를 전기 신호로 변환하는 것과 이러한 변환에 관련된 작업일 수 있다.

[0060] 실시예의 비디오 부호화는 HDR 비디오 부호화 체인을 표현하는 것으로 간주될 수 있다.

[0061] 단계(310)에서, 센서(170)는 영상을 수신할 수 있다. 여기에서, 영상은 HDR 비디오를 구성하는 복수의 영상들 중 하나 또는 하나 이상을 나타낼 수 있다. 영상은 적(Red; R), 녹(Green; G) 및 청(Blue; B)의 광 신호를 포함할 수 있다. 말하자면, 영상은 RGB의 광 신호로 구성될 수 있다.

[0062] 단계(320)에서, 처리부(110)는 광전 변환 함수(Opto-Electric Transfer Function; OETF)를 사용하여 영상에 대

한 광전 변환을 수행할 수 있다. 처리부(110)는 OETF를 사용하는 광전 변환을 통해 영상의 광 신호를 전기 신호로 변환할 수 있다. 또는, 처리부(110)는 OETF를 사용하는 광전 변환을 통해 영상을 나타내는 광 신호를 사용하여 영상을 나타내는 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0063] 단계(330)에서, 처리부(110)는 영상의 색 공간(color space)에 대한 변환을 수행할 수 있다. 처리부(110)는 영상의 색 공간을 RGB로부터 YCbCr로 변환할 수 있다. 또는, 처리부(110)는 영상을 나타내는 전기 신호의 색 공간을 RGB로부터 YCbCr로 변환할 수 있다.

[0064] 실시예에서, YCbCr은 색 공간의 일 예일 수 있다. 실시예의 설명에서, YCbCr는 YUV 또는 ICtCp로 대체될 수 있다.

[0065] 단계(340)에서, 처리부(110)는 영상에 대한 N 비트 심도의 양자화를 수행할 수 있다. 처리부(110)는 양자화를 통해 영상을 나타내는 실수를 정수로 변환할 수 있다.

[0066] 예를 들면, N은 10 또는 12일 수 있다.

[0067] 양자화를 통해 영상을 나타내는 부동소수점(floating-point) 신호로부터 영상을 나타내는 양자화된 정수 신호가 생성될 수 있다. 또는, 양자화를 통해 영상을 나타내는 전기 신호는 영상을 나타내는 디지털 신호로 변환될 수 있다.

[0068] 여기에서, 실수 및 정수는 YCbCr의 값일 수 있다.

[0069] 단계(350)에서, 처리부(110)는 영상의 색상 성분(component)(또는, 색상 신호)에 대한 다운 샘플링을 수행할 수 있다. 처리부는 다운 샘플링을 통해 영상의 YCbCr의 형태를 4:4:4로부터 4:2:0로 변환할 수 있다.

[0070] 이러한 색상 성분에 대한 다운 샘플링은 색상에 비해 밝기에 더 민감한 인간의 시각 인지 특성을 이용하는 것일 수 있다.

[0071] 단계(360)에서, 처리부(110)는 영상에 대한 부호화를 수행하여 부호화된 영상 정보를 생성할 수 있다. 여기에서, 부호화는 영상에 대한 코덱(codec)를 사용하는 일반적인 부호화 방법 등을 포함할 수 있다. 코덱은 비디오의 디지털 전기 신호를 압축할 수 있다. 처리부(110)는 코덱 처리를 사용하는 영상에 대한 부호화를 수행하여 부호화된 영상 정보를 포함하는 비트스트림을 생성할 수 있다.

[0072] 부호화된 영상 정보는 영상을 나타내는 압축된 디지털 신호일 수 있다.

[0073] 단계(370)에서, 통신부(120)는 코덱 처리가 된 비디오를 복호화 장치(200)로 전송할 수 있다. 여기에서, 비디오의 정보는 비트스트림으로서 전송될 수 있다. 통신부(120)는 부호화된 영상 정보 또는 부호화된 영상 정보를 포함하는 비트스트림을 복호화 장치(200)로 전송할 수 있다.

[0074] 도 4은 일 실시예에 따른 비디오 복호화의 흐름도이다.

[0075] 실시예의 비디오 복호화는 복호화 장치(200)에 의해 수행될 수 있다. 실시예의 비디오 복호화는 비디오 처리 방법 또는 비디오에 대한 전처리 방법으로 간주될 수 있다. 또한, 복호화 장치(200)는 비디오 처리 장치로 간주될 수 있다.

[0076] 영상에 대한 후처리는 영상의 전기 신호를 광 신호로 변환하는 것일 수 있다.

[0077] 실시예의 비디오 복호화는 HDR 비디오 복호화 체인을 표현하는 것으로 간주될 수 있다.

[0078] 단계(410)에서, 통신부(220)는 코덱 처리가 된 비디오를 부호화 장치(100)로부터 수신할 수 있다. 여기에서, 비디오의 정보는 비트스트림으로서 전송될 수 있다. 통신부(220)는 부호화 장치(100)로부터 부호화된 영상 정보 또는 부호화된 영상 정보를 포함하는 비트스트림을 수신할 수 있다.

[0079] 단계(420)에서, 처리부(210)는 부호화된 영상 정보에 대한 복호화를 수행하여 영상을 생성할 수 있다. 여기에서, 복호화는 영상에 대한 코덱(codec)를 사용하는 일반적인 복호화 방법 등을 포함할 수 있다. 코덱은 비디오의 압축되지 않은 디지털 전기 신호를 복원할 수 있다. 처리부(210)는 코덱 처리를 사용하는 부호화된 영상 정보에 대한 복호화를 수행하여 영상을 생성할 수 있다.

[0080] 처리부(210)는 부호화된 영상 정보에 대한 복호화를 수행하여 압축되지 않은 디지털 신호를 복원할 수 있고, 복원된 디지털 신호는 영상을 나타낼 수 있다.

[0081] 영상은 4:2:0의 YCbCr의 형태로 구성될 수 있다.

[0082] 실시예에서, YCbCr은 색 공간의 일 예일 수 있다. 실시예의 설명에서, YCbCr는 YUV 또는 ICtCp로 대체될 수 있다.

[0083] 단계(430)에서, 처리부(210)는 영상의 색상 성분(component)(또는, 색상 신호)에 대한 업 샘플링을 수행할 수 있다. 처리부는 업 샘플링을 통해 영상의 YCbCr의 형태를 4:2:0로부터 4:4:4로 변환할 수 있다.

[0084] 단계(440)에서, 처리부(210)는 영상에 대한 N 비트 심도의 역양자화를 수행할 수 있다. 역양자화는 전술된 단계(340)의 양자화의 동작에 대한 반대되는 동작일 수 있다.

[0085] 예를 들면, N은 10 또는 12일 수 있다.

[0086] 역양자화를 통해 영상을 나타내는 양자화된 신호로부터 영상을 나타내는 부동소수점(floating-point) 신호가 복원될 수 있다. 또는, 역양자화를 통해 영상을 나타내는 디지털 신호는 영상을 나타내는 전기 신호로 변환될 수 있다.

[0087] 단계(450)에서, 처리부(210)는 영상의 색 공간(color space)에 대한 역변환을 수행할 수 있다. 처리부(210)는 영상의 색 공간을 YCbCr로부터 RGB로 변환할 수 있다. 또는, 처리부(210)는 영상을 나타내는 전기 신호의 색 공간을 YCbCr로부터 RGB로 변환할 수 있다.

[0088] 역변환은 전술된 단계(320)의 변환의 동작에 대한 반대되는 동작일 수 있다.

[0089] 단계(460)에서, 처리부(210)는 전광 변환 함수(Electro-Optic Transfer Function; EOTF)를 사용하여 영상에 대한 전광 변환을 수행할 수 있다. 처리부(210)는 EOTF를 사용하는 전광 변환을 통해 영상의 전기 신호를 광 신호로 변환할 수 있다. 또는, 처리부(210)는 EOTF를 사용하는 전광 변환을 통해 영상을 나타내는 전기 신호를 사용하여 영상을 나타내는 광 신호를 생성할 수 있다.

[0090] EOTF는 단계(320)에서의 OETF의 역함수일 수 있다. 실시예에서, EOTF 및 OETF는 서로 대응하는 함수들일 수 있다. 또는, EOTF는 $OETF^{-1}$일 수 있다. 따라서, EOTF 및 OETF 중 하나에 대한 설명은 다른 하나에 대해서도 역으로 적용되는 것으로 이해될 수 있다. 다만, 구현 이슈 및 디지털 근사(approximation) 이슈에 의해 EOTF 및 OETF 간에는 약간의 변경이 존재할 수 있다.

[0091] 단계(470)에서, 처리부(210)는 영상의 광 신호에 대한 톤 매핑을 수행할 수 있다.

[0092] 톤 매핑은 광 신호가 출력될 디스플레이에 맞춰 광 신호의 범위를 조절하는 것일 수 있다.

[0093] 단계(480)에서, 처리부(210)는 영상을 출력할 수 있다. 처리부(210)는 영상의 톤 매핑된 광 신호를 출력할 수 있다. 여기에서, 영상은 HDR 비디오를 구성할 수 있다.

[0094] 후술될 실시예들은 도 3을 참조하여 전술된 전처리의 과정에서의 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의해 발생하는 왜곡을 측정하는 방법 및 장치를 설명할 수 있다.

[0095] 색상 성분에 대한 다운 샘플링이 일반적으로 사용되는 이유는 다음과 같다. 인간의 망막에는 밝기를 인지하는 세포(즉, 간상 세포(rod cell))가 약 9천만개 존재할 수 있고, 색상을 인지하는 세포(즉, 원추 세포, (cone cell))가 약 6백만개 존재할 수 있다. 이러한 인간의 망막 특성에 따라, 인간의 인지 시각은 색상 성분보다 밝기 성분에 더 민감한 특성을 가질 수 있다. 이러한 인간의 인지 특성에 기반하여, 비디오 응용에서는 420 다운 샘플링이 사용될 수 있다. 420 다운 샘플링은 색상 성분을 밝기 성분에 비해 가로 및 세로의 각각에 대해 1/2로 다운 샘플링하는 것일 수 있다.

[0096] 색상 성분에 대한 다운 샘플링을 적용하기 위해서는, 도 1을 참조하여 전술된 것과 같이, 카메라와 같은 영상 촬영 장치에서 사용되는 RGB 색 공간이 먼저 밝기 성분 및 색상 성분이 분리되어 표현되는 색 공간으로 변환된 뒤, 변환된 색 공간에 대하여 다운 샘플링이 적용될 수 있다. 이러한 색 공간의 변환에 있어서, 고해상도 텔레비전(High Definition Television; HDTV)의 SDR 비디오에 대하여 YCbCr 색 공간이 표준으로서 사용될 수 있다.

[0097] 그러나, YCbCr 색 공간은 밝기를 표현하는 Y 성분 및 색상을 표현하는 Cb, Cr 성분 간의 관계가 직교(orthogonal)인 공간이 아닐 수 있다. 따라서, 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의해 발생한 색상 성분에서의 왜곡에 의하여, 후처리 과정에서의 업 샘플링 및 RGB 색상 공간으로의 재변환 시에 밝기 성분에서의 왜곡도 동반될 수 있다. 이러한 밝기 성분에서의 왜곡을 실시예에서는 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡으로 칭할 수 있다.

[0098] 도 5는 일 예에 따른 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정과, 이러한 다운 샘플링에 대응하는 업 샘플링의 과

정을 나타낸다.

[0099] 도 6은 도 5를 참조하여 설명된 과정 1, 과정 2 및 과정 3에서의 신호 값들을 나타낸다.

[0100] 도 6은, 도 5를 참조하여 설명된 과정 1, 과정 2 및 과정 3에서의 신호 값의 예로서, 상호간섭 왜곡의 수치의 일 예를 나타낼 수 있다.

[0101] 도 5에서의 입력 및 출력의 결과와, 도 6에서의 수치의 일 예에서 나타난 것과 같이, 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의해 단순히 색상 성분에서의 왜곡만이 발생하는 것이 아니라, 밝기 성분에 대해서도 왜곡이 함께 발생하는 것이 확인될 수 있다.

[0102] 도 7은 일 예에 따른 SDR 비디오에서의 루마 및 루미넌스의 관계를 나타낸다.

[0103] 도 3을 참조하여 전술된 전처리에서, 광전 전환에 BT 1886 표준을 적용함으로써 전기 신호가 RGB 색 공간으로부터 YCbCr 색 공간으로 변환될 수 있다. YCbCr 색 공간은 다시 국제 조명 위원회(International Commission on Illumination; CIE) XYZ 표준 색 공간으로 변환될 수 있다.

[0104] 도 7에서는, YCbCr 색 공간에서의 밝기 성분(즉, YCbCr에서의 Y 성분)인 루마(LUMA) 값 Y' 및 CIE XYZ 표준 색 공간에서의 휘도 성분(즉, XYZ에서의 Y 성분)인 루미넌스(luminance) 값 Y 간의 관계가 도시되었다.

[0105] 도 7에서, x 축은 루마 값 Y'을 나타낼 수 있고, y 축은 루미넌스 값 Y를 나타낼 수 있다.

[0106] XYZ 색 공간에서, Y 성분은 빛의 세기인 휘도를 나타낼 수 있다. 휘도의 단위는 cd/m^2일 수 있다. 양초 한 개에 의해 단위 면적당 방출되는 빛의 세기는 1 cd/m^2에 해당할 수 있으며, 이를 1 니츠(nits)라고 칭할 수 있다. 경우에 따라, cd/m^2의 단위보다 니츠라는 용어가 더 흔하게 사용될 수 있다.

[0107] 도 7에서 도시된 것과 같이, 특정된 루마 값 Y'에 대응하는 루미넌스 값 Y의 범위가 넓을 수 있다. 이러한 대응은 색상 성분에서 왜곡이 발생할 때, 색상 성분에서의 왜곡에 의한 휘도 성분에서의 왜곡의 범위가 넓을 수 있다는 것을 의미할 수 있다.

[0108] 도 8은 일 예에 따른 HDR 비디오에서의 루마 및 루미넌스의 관계를 나타낸다.

[0109] 도 3을 참조하여 전술된 전처리에서, 광전 전환에 HDR 비디오에 대해 사용되는 지각적 양자화(Perceptual Quantizer; PQ) 변환 함수(즉, 영화·텔레비전 기술자 협회(Society of Motion Picture and Television Engineers; SMPTE) ST.2084 표준)를 사용함으로써 전기 신호가 RGB 색 공간으로부터 YCbCr 색 공간으로 변환될 수 있다. YCbCr 색 공간은 다시 국제 조명 위원회(International Commission on Illumination; CIE) XYZ 표준 색 공간으로 변환될 수 있다.

[0110] 도 8에서는, YCbCr 색 공간에서의 밝기 성분(즉, YCbCr에서의 Y 성분)인 루마(LUMA) 값 Y' 및 CIE XYZ 표준 색 공간에서의 휘도 성분(즉, XYZ에서의 Y 성분)인 루미넌스(luminance) 값 Y 간의 관계가 도시되었다.

[0111] 도 8에서, x 축은 루마 값 Y'을 나타낼 수 있고, y 축은 루미넌스 값 Y를 나타낼 수 있다.

[0112] 도 7 및 도 8을 비교하면, 도 8에서는, 특정된 루마 값 Y'에 대응하는 루미넌스 값 Y의 범위가 더 넓어질 수 있다. 이러한 대응은 색상 성분에서 왜곡이 발생할 때, 색상 성분에서의 왜곡에 의한 휘도 성분에서의 왜곡의 범위가 HDR에서는 더 넓어질 수 있다는 것을 의미할 수 있다. 말하자면, 상호간섭 왜곡이 HDR 비디오에서 더욱 심각하게 발생할 수 있다.

[0113] 도 7 및 도 8을 통해, 색상 성분에서의 왜곡에 의한 상호간섭 왜곡의 정도의 크고 작음이 직관적으로 파악될 수 있다.

[0114] 도 9는 일 예에 따른 동일 루마 평면을 이용하는 색 공간의 표현을 나타낸다.

[0115] 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 과정에 의한 상호간섭 왜곡을 색 공간 차원에서 측정하기 위해, 동일 루마 평면에서 색 공간이 표현될 수 있다.

[0116] 도 9에서는, 8 비트 YCbCr 색 공간이 예시되었다. 실시예는 다른 비트 및 다른 색 공간에서도 확장되어 적용될 수 있다.

[0117] YCbCr 색 공간에서, 루마 Y 값은 0 내지 256의 범위 내의 값일 수 있다. Cb 및 Cr은 각각 -128 내지 128의 범위

내의 값일 수 있다.

[0118] 특정한 동일한 Y(즉, iso-luma)에 대해, Cb 및 Cr이 구성되는 영상(예를 들면, 도 9의 구조에서 앞면의 부분)에 있어서, Y를 1부터 256까지 1씩 증가시키면서 모두 256 장의 iso-luma 영상들이 생성될 수 있고, 이러한 총 256 장의 iso-luma 영상들이 도 9와 같이 겹쳐둔 것으로 색 공간이 표현될 수 있다.

[0119] 실제의 응용에서는 색역(color gamut)(말하자면, 색 표현 범위)도 고려되어야 하므로, 색 공간에서, 색역을 벗어나는 경우에는 무채색(gray)(즉, Cb의 값 및 Cr의 값이 0)으로 변경될 수 있다.

[0120] 동일 루마 평면은 특정한 동일한 Y(즉, iso-luma)에 대해, Cb 및 Cr이 구성되는 영상일 수 있다.

[0121] 그리고, 각 동일 루마 평면은 CIE XYZ 색 공간으로 변환될 수 있고, 변환에 따라 값이 측정될 수 있다. 즉, 도 9의 각 동일 루마 평면의 값들에 대하여 YCbCr 값 및 대응하는 XYZ 값이 계산될 수 있다. 여기에서, YCbCr 색 공간에서의 Y 값은 루마 값이라고 칭할 수 있고, XYZ 색 공간에서의 Y 값은 루미넌스(Luminance) 값(즉, Lv 값)이라고 칭할 수 있다.

[0122] 동일 루마 평면에서, 기준 루마인 gray Luma가 정해질 수 있다. gray Luma는 동일 루마 평면에서, Cb 값 및 Cr 값이 모두 0인 경우(즉, 동일 루마 평면에서의 위치 또는 점)일 수 있다. gray Lv는 이러한 gray Luma에 대응하는 Lv 값일 수 있다. 동일 루마 평면의 gray Lv 값은 동일 루마 평면의 gray Luma에 대한 Lv 값을 의미할 수 있다.

[0123] 도 10은 일 예에 따른 동일 루마 평면을 이용하는 루마-루미넌스 변화의 분석을 나타낸다.

[0124] 동일 루마 평면 상의 각 점의 Lv 값 및 gray Lv 값 간의 차이인 dLv가 획득될 수 있다. 이 때, 동일 루마 평면에 대한 dLv들에 대한 최대 값 dLv_max 및 최소 값 dLv_min이 획득될 수 있다. 또한, 이러한 dLv들의 평균 값 dLv_avg도 획득될 수 있다.

[0125] 도 10에서, x 축은 각 동일 루마 평면의 gray Lv 값을 나타낼 수 있다. y 축은 gray Lv 값과의 차이 dLv를 나타낼 수 있다. 도 10에서는, 각 동일 루마 평면에서의 dLv_max, dLv_min 및 dLv_avg가 도시되었다. 말하자면, 도 10에서 도시된 그래프들은 루미넌스 차이 프로파일(luminance difference profile)의 일종으로 간주될 수 있다.

[0126] 도 9 및 도 10을 참조하여 설명된, 동일 루마 평면을 통해 표현된 색 공간 및 대응하는 XYZ 값으로부터 아래와 같은 정보가 파악될 수 있다.

[0127] - 도 10의 최소의 Lv 값, 최대의 Lv 값과 이에 대응하는 도 9의 YCbCr 값을 이용하여 시각적으로 가장 밝기 차이가 많이 나는 시각 평가용 테스트 패턴이 획득될 수 있다.

[0128] - 인접한 2 개의 픽셀들이 동일한 루마 값을 가지지만, 이러한 인접한 2 개의 픽셀들이 dLv_max에 대응하는 CrCb 값 및 dLv_min 에 대응하는 CrCb 값을 각각 가지도록 한다면, 시각적으로 가장 밝기 차이가 많이 나는 시각 평가용 테스트 패턴이 개발될 수 있다.

[0129] - 즉, 전술된 방식으로 시각 평가용 테스트 패턴을 생성 및 사용함으로써, 색상 성분 상호간섭 왜곡 측정을 위한 시각 인지 실험이 용이하게 이루어질 수 있다.

[0130] 즉, 실시예에서 제안된 것과 같이, 1) 동일 루마 평면을 단위로 사용하여 색 공간을 구성할 수 있고, 2) 각 동일 루마 평면의 각 점에 대해 대응하는 XYZ 값을 계산할 수 있고, 3) 동일 루마 평면의 gray Lv 값을 기준으로, gray Lv 값과의 차이 dLv를 이용하는 분석이 이루어질 수 있다. 이러한 분석을 통해, 색 공간 전체 차원에 대하여 상호간섭 왜곡에 대한 정보의 분석 및 측정이 이루어질 수 있으며, 어떠한 경우에 차이 dLv가 가장 많이 발생하는지를 파악하고, 이러한 차이 dLv를 이용하는 시각 평가용 테스트 패턴이 용이하게 생성될 수 있다.

[0131] 도 11은 일 예에 따른 2 개의 색상들의 임의 추출을 통한 색 공간 차원의 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 인한 왜곡을 측정하는 방법을 나타낸다.

[0132] 도 12는 일 예에 따른 인접한 2 개의 색상 영역들에서의 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡의 분석 방법을 나타낸다.

[0133] 실시예에서는, 도 9를 참조하여 전술된 동일 루마 평면을 이용하는 색 공간 차원에서의 측정(또는, 분석) 방법에 비해 보다 직접적으로 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법이 설명될 수 있다.

[0134] 실시예는, 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡을 측정하기 위해, 가장 단순한 경우인 2 개의

동일한 색 영역들의 경계에서 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의해 발생한 상호간섭 왜곡을 측정할 수 있다.

[0135] 도 12에서는, 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 이전의 서로 다른 2 개의 색들(즉, 제1 색인 RGBa 및 제2 색인 RGBb)을 갖는 영역들의 경계의 상태가 도시되었고(도 12의 좌측), 색상 성분에 대한 다운 샘플링의 이후에 다시 색상 성분에 대한 업 샘플링이 이루어졌을 때 상기의 영역들(즉, 제1 색 YCbCr_a의 영역 및 제2 색 YCbCr_b의 영역)의 중간에서 상호간섭 왜곡에 의해 새로운 색 영역(즉, 서브-샘플된 색 YCbCr_c의 영역)이 발생한 상태가 도시되었다(도 12의 우측). 이러한 새로운 색 영역은 대부분 1 픽셀 또는 2 픽셀의 두께를 갖는 영역으로서 발생할 수 있다. 다운 샘플링 및 업 샘플링에 의해 발생하는 영역의 범위는 다운 샘플링 및 업 샘플링에서 사용되는 필터의 길이에 의해 결정될 수 있다.

[0136] 실시예에서, RGB 색 공간은 작은 정육면체로 분할될 수 있다. RGB 색 공간은 5x5x5 단위로 분할될 수 있다.

[0137] 도 11를 참조하여 설명되는 실시예는 도 12의 2 가지의 색들의 경우를 색 공간의 차원에서 모두 고려하기 위한 방법일 수 있다. 실제로 색 공간에서의 모든 경우들을 고려하는 것은 많은 복잡도를 요구할 수 있다.

[0138] 단계(1110)에서, 처리부(110)는 색 공간을 더 작은 공간으로 축소할 수 있다. 예를 들면, 8 비트의 RGB의 경우, 256x256x256의 RGB 색 공간은 5x5x5의 RGB 색 공간으로 축소될 수 있다.

[0139] 축소된 색 공간에서 2 개의 색들을 선택함에 있어서, 모두 125x125 = 15,625 개의 경우들이 존재할 수 있다. 구현의 편의를 위해 2 개의 색들이 동일한 경우도 포함될 수 있다.

[0140] 처리부(110)는 이러한 전체의 15,625 개의 경우들에 대해 RGB 색 공간으로부터 테스트 색 공간으로의 변환을 수행할 수 있으며, 이후, 다운 샘플링 및 복원을 수행할 수 있다.

[0141] 단계(1120)에서, 처리부(110)는 텍스트 색 공간으로의 변환을 수행할 수 있다.

[0142] 처리부(110)는 이러한 색 공간에서 2 개의 색들을 선택하는 것에 대한 전체의 경우들에 대해, 특정된 색 공간으로부터 테스트 색 공간으로의 변환을 수행할 수 있다.

[0143] 여기에서, 특정된 색 공간은 전술된 축소된 RGB 색 공간일 수 있다. 테스트 색 공간은 YCbCr 색 공간일 수 있다.

[0144] 축소된 RGB 색 공간의 2 개의 색들 RGBa 및 RGBb에 대하여, 처리부(110)는 변환을 통해, RGBa에 대응하는 YCbCr_a를 계산할 수 있고, RGBb에 대응하는 YCbCr_b를 계산할 수 있다. YCbCr_a 및 YCbCr_b는 테스트 색 공간의 2 개의 색들일 수 있다.

[0145] 단계(1130)에서, 처리부(110)는 YCbCr_a 및 YCbCr_b를 사용하여 색상 성분에 대한 다운 샘플링 및 업 샘플링을 수행하여 복원된 영역의 색인 YCbCr_c를 계산할 수 있다.

[0146] 다운 샘플링 및 업 샘플링을 위해 다양한 방법들이 사용될 수 있다. 예를 들면, 다운 샘플링 및 업 샘플링은 평균 값을 사용하는 방법일 수 있다.

[0147] 설명의 편의를 위해, YCbCr_a의 Y 및 YCbCr_b의 Y가 동일하다고 가정된다. 따라서, Y들은 같기 때문에 Cr 및 Cr에 대해서만 설명된다.

[0148] YCbCr_c의 영역의 Cb_c는 Cb_a 및 Cb_b의 평균 값일 수 있다. (즉, YCbCr_c의 Cb는 YCbCr_a의 Cb 및 YCbCr_b의 Cb의 평균 값일 수 있다.) 또한, YCbCr_c의 영역의 Cr_c는 Cr_a 및 Cr_b의 평균 값일 수 있다. (즉, YCbCr_c의 Cr는 YCbCr_a의 Cr 및 YCbCr_b의 Cr의 평균 값일 수 있다.)

[0149] 단계들(1140 및 1150)에서, 처리부(110)는 상호간섭 왜곡, 즉 밝기 성분의 변화를 측정하기 위해 테스트 색 공간에 대한 역변환을 수행할 수 있다. 여기에서 테스트 색 공간에 대한 역변환은 테스트 색 공간으로부터 XYZ 색 공간으로의 변환을 의미할 수 있다.

[0150] YCbCr 색 공간으로부터 XYZ 색 공간으로 바로 변환될 수 없기 때문에, 단계(1140)에서, 처리부(110)는 테스트 색 공간으로부터 RGB 색 공간으로의 역변환을 수행할 수 있고, 단계(1150)에서, 처리부(110)는 RGB 색 공간으로부터 CIE XYZ 색 공간으로의 변환을 수행할 수 있다.

[0151] 단계(1160)에서, 처리부(110)는 상호간섭 왜곡 dL*를 계산할 수 있다.

[0152] dl* 또는 dl_{ac}*는 YCbCr_a의 영역의 루미넌스 값인 Lv_a 및 YCbCr_c의 영역의 루미넌스 값인 Lv_c 값 간의 차이일 수 있다.

[0153] 이하에서, YCbCr_a의 영역, YCbCr_c 영역 및 YCbCr_c의 영역은 각각 a 영역, b 영역 및 c 영역으로 약술될 수 있다. 또한, YCbCr_a의 영역, YCbCr_c 영역 및 YCbCr_c의 영역은 각각 제1 영역, 제2 영역 및 제3 영역으로 약술될 수 있다.

[0154] 처리부(110)는 축소된 색 공간에서 2 개의 색들을 선택하는 것에 대한 전체의 15,625 개의 경우들에 대하여 상호 간섭 왜곡들인 dL*들을 획득할 수 있다.

[0155] 일 실시예에서, 처리부(110)는 CIE XYZ 색 공간 대신 보다 인지적 시각 특성을 잘 표현하는 색 공간상에서의 dL*를 계산할 수 있다. 예를 들면, 처리부는 씨에이엠16-유씨에스(CAM16-UCS) 색 공간에서의 루미넌스들 간의 차이를 계산할 수 있다. CAM16-UCS 색 공간은 색 공간 상에서의 2 점들 간의 거리가 인지적 차이에 대응하도록 설계된 색 공간일 수 있다. 즉, CIE XYZ 색 공간에 비해 CAM16-UCS 색 공간을 사용함으로써 실제의 인지적인 화질 영향이 보다 잘 측정될 수 있다. CAM16-UCS 색 공간에서 루미넌스 성분은 J 성분으로 표현될 수 있다.

[0156] 도 13 및 도 14는 일 예에 따른 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡의 측면에서의 색 공간 성능 측정 결과를 나타낸다.

[0157] 도 13은 일 예에 따른 YCbCr 컬러 공간에서 BT.709 색역을 사용하는 경우의 색 공간 성능 측정 결과를 나타낸다.

[0158] 도 14는 일 예에 따른 ICtCp 컬러 공간에서 BT.2020 색역을 사용하는 경우의 색 공간 성능 측정 결과를 나타낸다.

[0159] 도 13 및 도 14는 CAM16-USC 색 공간에서, 도 10을 참조하여 설명된 전체의 15,625 개의 경우들에 대해 J 성분들 간의 차이를 측정한 결과를 나타낼 수 있다.

[0160] 도 13 및 도 14의 그래프에서, x 축은 원래 신호의 밝기를 나타낼 수 있다. y 축은 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡에 의해 달라진 신호의 밝기 및 원래 신호의 밝기 간의 차이를 나타낼 수 있다. 밝기들 간의 차이를 보다 정확하게 측정하기 위해, CAM16 색 공간이 사용될 수 있다. 또한, CAM16 색 공간이 아닌 CIELab 색 공간과 같은 다른 색 공간이 사용될 수도 있다.

[0161] 인지적으로, 사람은 색상 신호의 차이에는 둔감하고, 밝기 신호의 차이에는 민감하기 때문에, 상호간섭 왜곡은 밝기 신호들 간의 차이를 통해 측정될 수 있다.

[0162] 도 13의 그래프는, 테스트 색 공간이 YCbCr이고, 색역이 BT.709인 경우의 결과를 나타낼 수 있다. 도 14의 그래프는 테스트 색 공간이 YCbCr이고, 색역이 BT.2020인 경우의 결과를 나타낼 수 있다.

[0163] 색역-매핑(gamut mapping)에 있어서, 1) 도 10을 참조하여 전술된 중간 과정에서 상호간섭 왜곡이 발생한 c 영역의 RGB 값이 0 내지 1의 범위 내 존재하면, 색역-내(in-gamut)로 판단될 수 있고, 2) 상기의 범위를 벗어나면 색역-외(out-gamut)로 판단될 수 있다. 3) 또한, 색역-외의 색들의 경우, RGB 값이 0보다 작으면 0으로, RGB 값이 1보다 크면 1로 변환하는 클리핑(clipping)이 적용될 수 있다. 이 때, RGB 값은 0 내지 1의 범위 내로 정규화될 수 있다.

[0164] 도 13 및 도 14에서는, 이러한 색역-내(in-gamut) 및 색역-외(out-gamut)에 대한 정보도 함께 표현되었다.

[0165] 도 13 및 도 14의 그래프에 따르면, YCbCr 색 공간에 대해 HDRTV 표준에서 HDR 비디오에 사용하도록 한 색역인 BT.2020을 적용할 경우 색역-외(out-gamut)의 경우가 크게 증가할 수 있다. 이러한 현상은 색역-외(out-gamut)의 경우에 대한 처리가 잘 이루어지지 않는 경우, 또 다른 화질 문제를 발생할 수 있다는 것을 의미할 수 있다.

[0166] 도 13 및 도 14에서 나타나는 결과뿐만 아니라, 도 10 및 도 11을 참조하여 설명된 경우들의 밝기들 간의 차이들을 통해, 최대의 차이가 발생하는 2 개의 색들의 조합이 파악될 수 있다.

[0167] 인지적으로, 상호간섭 왜곡에 의해 c 영역의 밝기가 더 낮아진 경우에 대해 인지적으로 더 민감하다는 것이 시각 실험을 통해서 확인될 수 있다.

[0168] 도 15는 일 예에 따른 원본 패턴 및 평가 패턴을 나타낸다.

[0169] 도 15에서는, 좌측에 상호간섭 왜곡이 존재하지 않는 원본 패턴이 도시되었고, 우측에 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡이 발생한 평가 패턴이 도시되었다.

[0170] 도 16은 일 예에 따른 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법의 흐름도이다.

[0171] 처리부(110)는 아래의 수식 1 및 수식 2를 사용하여 도 11 및 도 12를 참조하여 전술된 것과 같은 2 개의 색들의 경계에서의 상호간섭 왜곡을 측정할 수 있다.

[0172] [수식 1]

[0173] $$Visual\ distortion = 0.201 \times \left(max\left(f(dL^*_{ac}), f(dL^*_{bc})\right)\right)$$

[0174] [수식 2]

[0175] $$f(dL_{ac}^*) = |L*_c - L*_a| \qquad for\ L*_c > L*_a$$

[0176] 전술된 색 공간 차원에 대한 상호간섭 측정을 통해 가장 큰 차이를 갖는 2 개의 색들을 사용하여 도 15에서 도시된 것과 같은 시각 테스트 패턴이 생성될 수 있다. 다음으로, 생성된 패턴에 색상 성분에 대한 다운 샘플링 및 업 샘플링을 적용함으로써 상호간섭 왜곡이 발생한 패턴이 생성될 수 있다. 다음으로, 상호간섭 왜곡이 없는 패턴 및 상호간섭 왜곡이 발생한 패턴 간의 차이의 발생 여부에 대한 시각 실험이 수행될 수 있다. 수식 1 및 수식 2는 이러한 시각 실험의 수행의 결과로부터 도출될 수 있다.

[0177] 시각 실험을 통해, 상호간섭 왜곡으로 인한 색상 차이에는 둔감하다는 결과가 도출될 수 있다.

[0178] 또한, 시각 실험을 통해, 상호간섭 왜곡에 의해 밝기가 기존의 밝기보다 더 낮아진 경우에 차이가 더 잘 인지된다는 결과가 도출될 수 있다.

[0179] [수식 3]

[0180] $$f(dL_{ac}^*) = 1.587 \times |L*_c - L*_a| \qquad for\ L*_c \leq L*_a$$

[0181] 수식 3은 전술된 시각 실험의 결과에 따른 특성을 반영하기 위해 사용될 수 있다. 수식 3은 상호간섭 왜곡을 받은 영역의 밝기가 기존의 밝기에 비해 더 낮아진 경우의 차이를 더 크게 고려하게 할 수 있다.

[0182] 왜곡의 인지에 있어서, 상대적인 밝기의 차이를 통해 인지된다는 특성이 있을 수 있다. 말하자면, 2 개의 차이들 중 더 큰 값을 갖는 차이가 왜곡의 인지에 영향을 더 줄 수 있다. 따라서, a 영역 및 c 영역 간의 차이뿐만 아니라, b 영역 및 c 영역 간의 차이도 함께 고려하기 위해서, 수식 1에서는 2 가지 경우들에서의 차이들이 모두 계산되고, 계산된 2 개의 차이들 중 더 큰 값을 갖는 차이만이 고려될 수 있다.

[0183] 단계(1610)에서, 처리부(110)는 제1 영역 및 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡인 제1 값을 계산할 수 있다.

[0184] 제1 영역은 도 11 및 도 12를 참조하여 전술된 YCbCr_a 영역일 수 있다. 제3 영역은 도 11 및 도 12를 참조하여 전술된 YCbCr_c 영역일 수 있다.

[0185] 제1 영역 및 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡은 $f(dL_{ac}^*)$일 수 있다.

[0186] 단계(1620)에서, 처리부(110)는 제2 영역 및 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡인 제2 값을 계산할 수 있다. 제2 영역은 도 11 및 도 12를 참조하여 전술된 YCbCr_b 영역일 수 있다.

[0187] 제1 영역 및 제3 영역 간의 상호간섭 왜곡은 $f(dL_{bc}^*)$일 수 있다.

[0188] 단계(1630)에서, 처리부(110)는 제1 값 및 제2 값을 사용하여 색상 성분에 대한 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 측정할 수 있다.

[0189] 도 11 및 도 12를 참조하여 전술된 것과 같이, 제3 영역은 제1 영역 및 제2 영역의 중간에서 상호간섭 왜곡에 의해 발생한 영역일 수 있다.

[0190] 처리부(110)는 제1 값 및 제2 값 중 더 큰 값을 사용하여 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 계산할 수 있다. 다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡은 제1 값 및 제2 값 중 더 큰 값과 특정된 상수의 곱일 수 있다.

[0191] 전술된 수식 1, 수식 2 및 수식 3 및 단계들(1610, 1620 및 1630)은 CIE Lab의 색 공간에서 루미넌스(luminance)의 차이를 계산할 경우의 일 실시예일 수 있다. CAM16-UCS 색 공간 또는 CIE XYZ 색 공간에서의 루

미넌스의 차이가 계산될 경우, 가중치가 변경되어야 할 수 있다.

[0192] 아래에서는 전술된 색 공간 차원에서의 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡 및 2 개의 색들의 조합에 대한 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법에 기반하여 일반 영상에서 색상 성분에 대한 다운 샘플링에 의한 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법이 설명된다. 후술될 실시예의 방법은 통상적인 화질 측정 방법과 결합될 수도 있다.

[0193] 일반 영상에서의 상호간섭 왜곡을 측정하는 방법은 아래와 같다.

[0194] 사람의 인지 시각 특성에 따라, 사람은 대비가 큰 영역에서 화질의 차이에 민감할 수 있다. 이러한 인지 특성을 반영하기 위해, 처리부(110)는 영상에 대한 에지(edge) 연산을 통해, 연산에서 에지들을 도출할 수 있다. 이 때, 강한 에지만을 고려하기 위해 처리부(110)는 문턱치 이하의 세기를 갖는 에지는 무시할 수 있다.

[0195] 처리부(110)는 강한 에지에 대하여, 3 개의 화소들에 대해 수식 1을 이용하여 상호간섭 왜곡을 측정할 수 있다. 3 개의 화소들은 1) 에지의 화소, 2) 에지의 화소의 좌측에 바로 인접한 화소 및 3) 에지의 화소의 우측에 바로 인접한 화소일 수 있다.

[0196] 처리부(110)는 측정된 상호간섭 왜곡의 값들의 평균을 영상의 상호 간섭 왜곡의 값으로 사용할 수 있다.

[0197] 전술된 방식 외에도, 화질 측정 방법에서 공간적 풀링(pooling) 방법으로 사용되는 방법이 적용될 수도 있다. 예를 들면, 처리부(110)는 측정된 상호간섭 왜곡의 값들 중 상위 10%의 값들 만의 평균을 영상의 상호 간섭 왜곡의 값으로 사용할 수 있다.

[0198] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0199] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0200] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다.

[0201] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 본 발명에 따른 실시예들에서 사용되는 정보를 포함할 수 있다. 예를 들면, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 비트스트림을 포함할 수 있고, 비트스트림은 본 발명에 따른 실시예들에서 설명된 정보를 포함할 수 있다.

[0202] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 비-일시적 컴퓨터 판독 가능한 매체(non-transitory computer-readable medium)를 포함할 수 있다.

[0203] 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디

스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0204] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

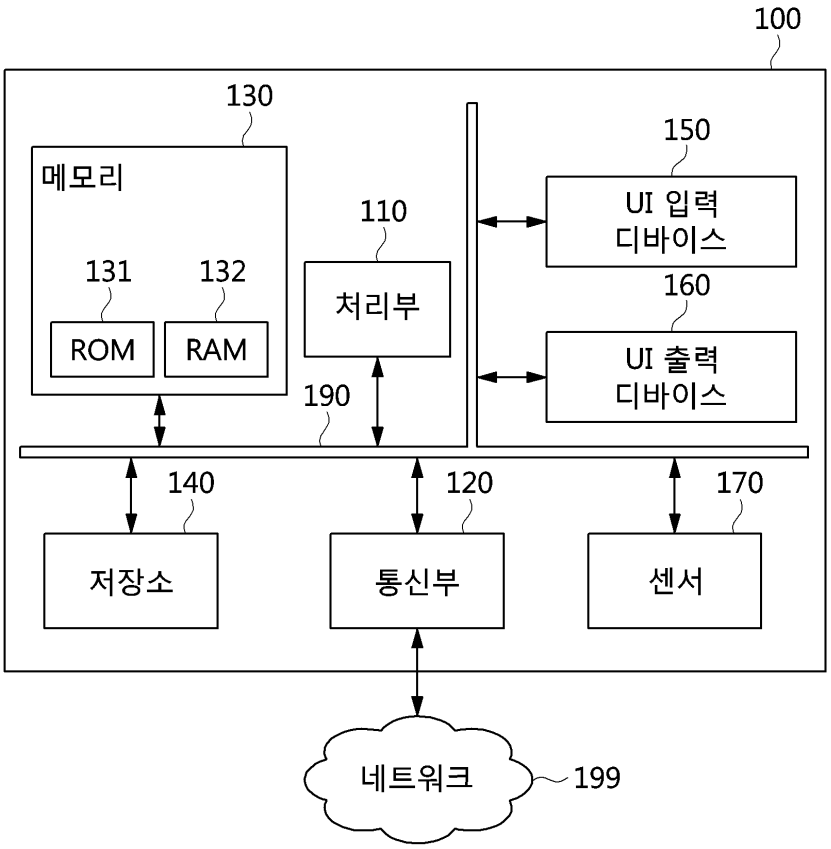
부호의 설명

[0205] 100: 부호화 장치

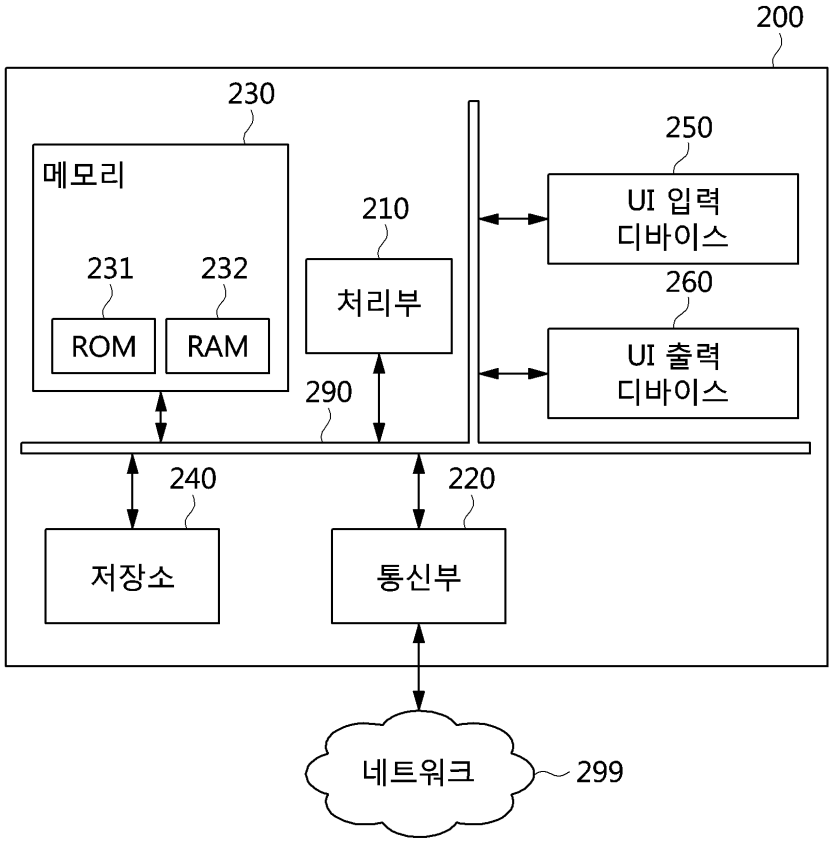
200: 복호화 장치

도면

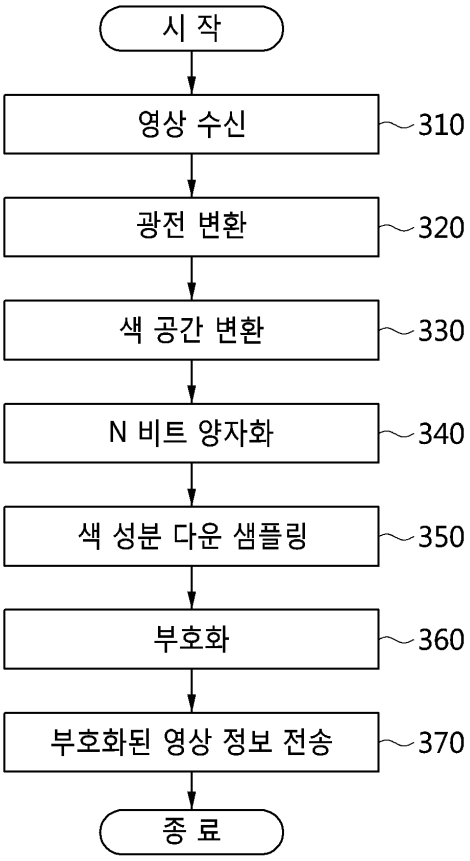
도면1



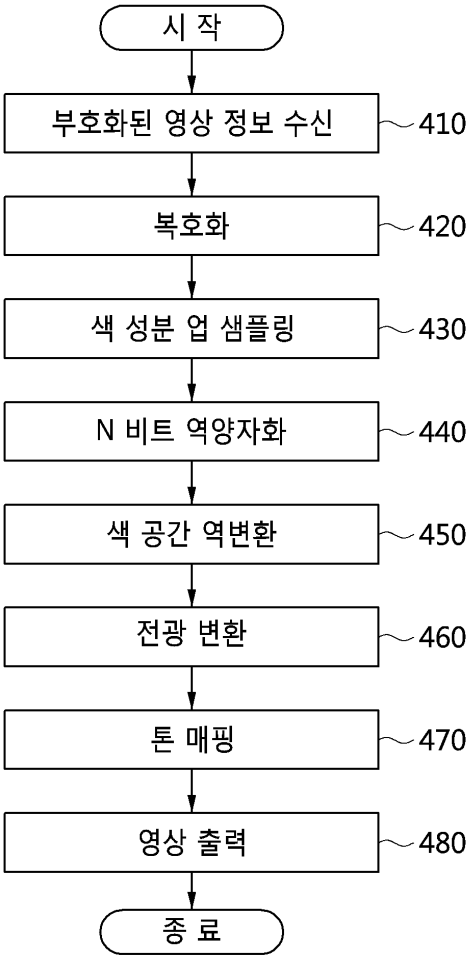
도면2


200
230
메모리
231
232
ROM
RAM
210
처리부
290
250
UI 입력
디바이스
260
UI 출력
디바이스
240
저장소
220
통신부
네트워크
299

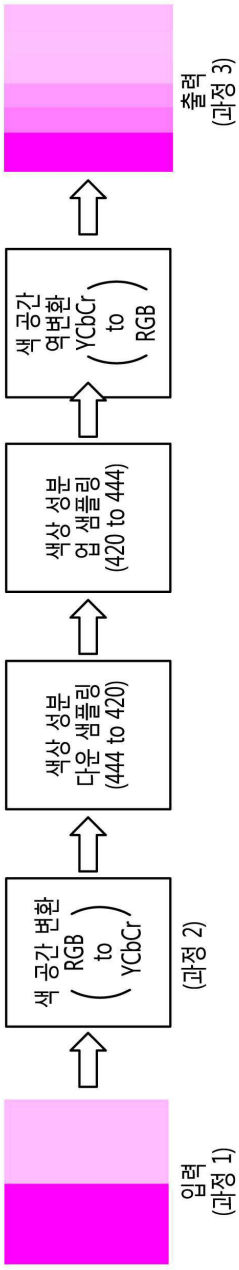
도면3


시 작
영상 수신
310
광전 변환
320
색 공간 변환
330
N 비트 양자화
340
색 성분 다운 샘플링
350
부호화
360
부호화된 영상 정보 전송
370
종 료

도면4


시 작
부호화된 영상 정보 수신
410
복호화
420
색 성분 업 샘플링
430
N 비트 역양자화
440
색 공간 역변환
450
전광 변환
460
톤 매핑
470
영상 출력
480
종 료

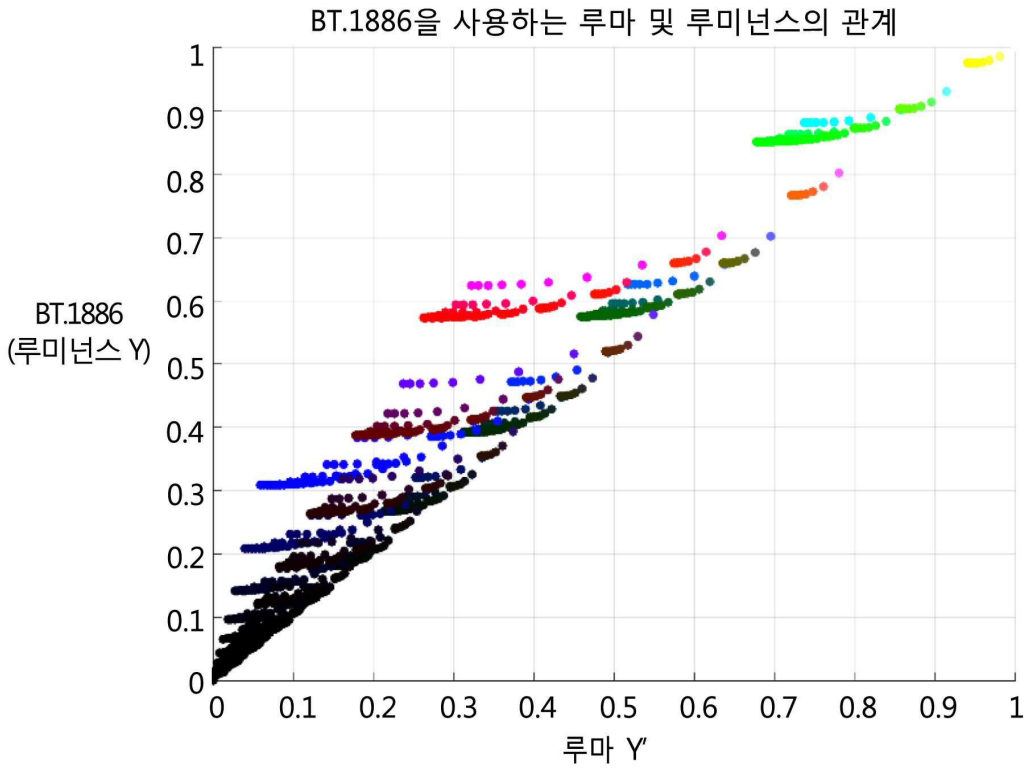
도면5


입력
(과정 1)
색 공간 변환
RGB
to
YCbCr
(과정 2)
색상 성분
다운 샘플링
(444 to 420)
색상 성분
업 샘플링
(420 to 444)
색 공간
역변환
YCbCr
to
RGB
출력
(과정 3)

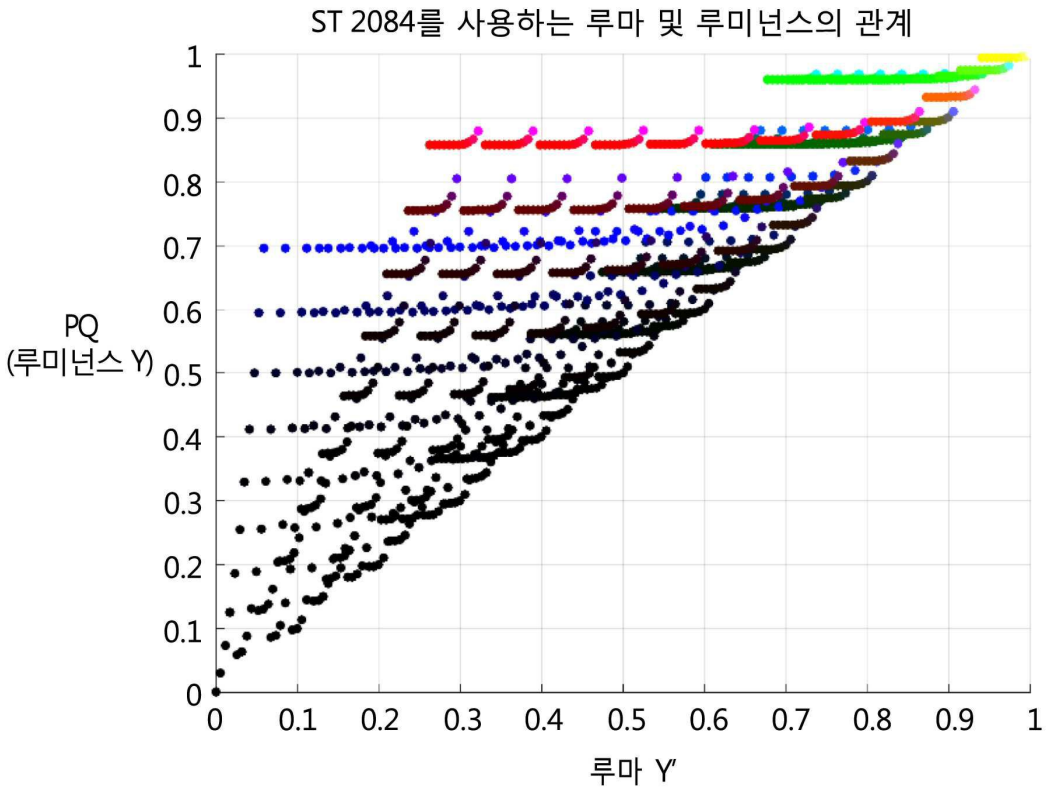
도면6

	94	95	96	97	98	99	100
EXR_RGB in (과정 1)	3000 0 100	3000 0 100	3000 4 100	3000 4 100	3000 4 100	3000 4 100	3000 4 100
YCbCr (과정 2)	258 650 882	258 650 882	404 570 787	404 570 787	404 570 787	404 570 787	404 570 787
EXR RGB out (과정 3)	3006 0 99.1875	2958 0 97.125	10000 1.57324 402.25	5860 2.58008 199	2998 3.99609 100.125	2764 4.20313 92.1875	2998 3.99609 100.125

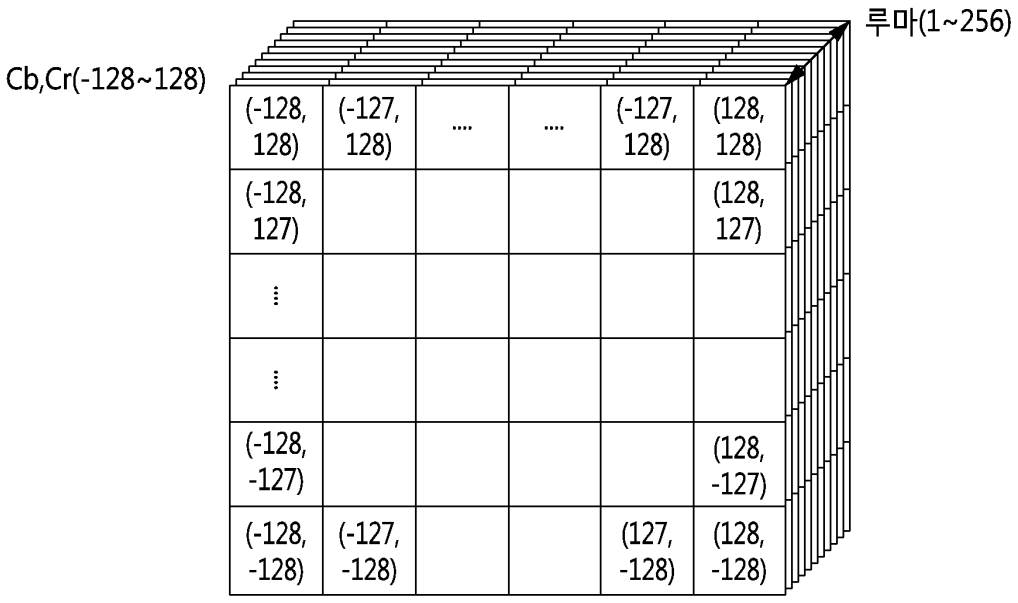
도면7



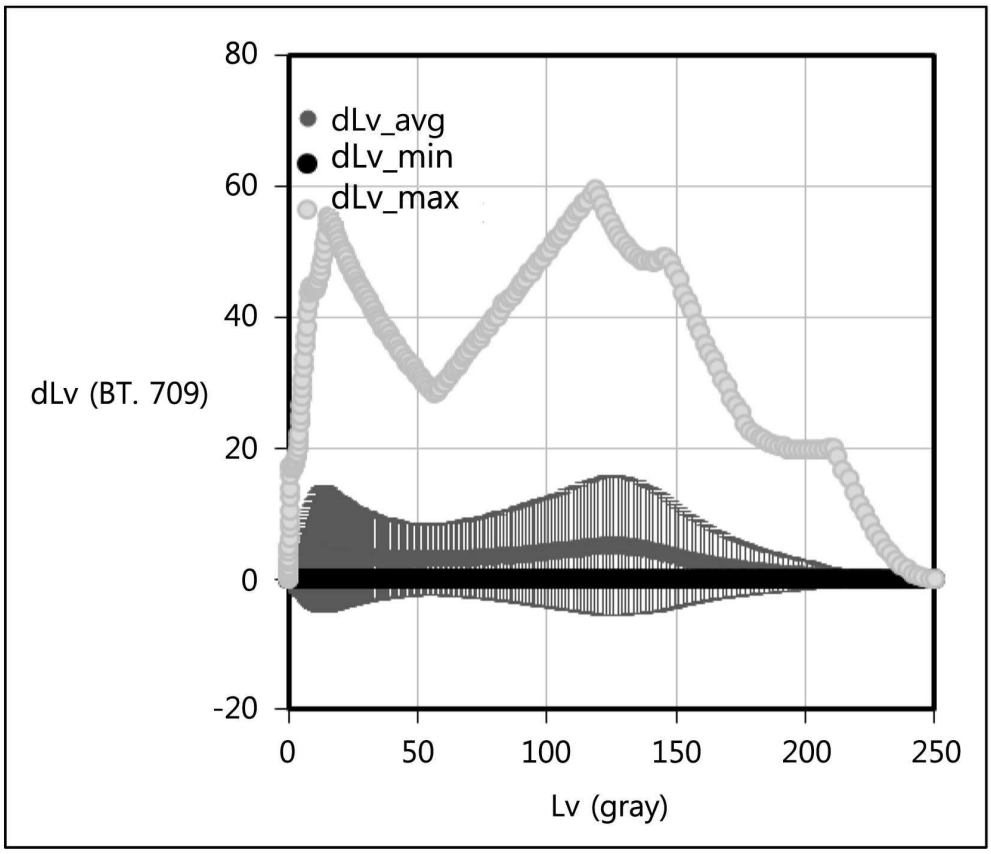
도면8


ST 2084를 사용하는 루마 및 루미넌스의 관계
PQ
(루미넌스 Y)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
루마 Y'

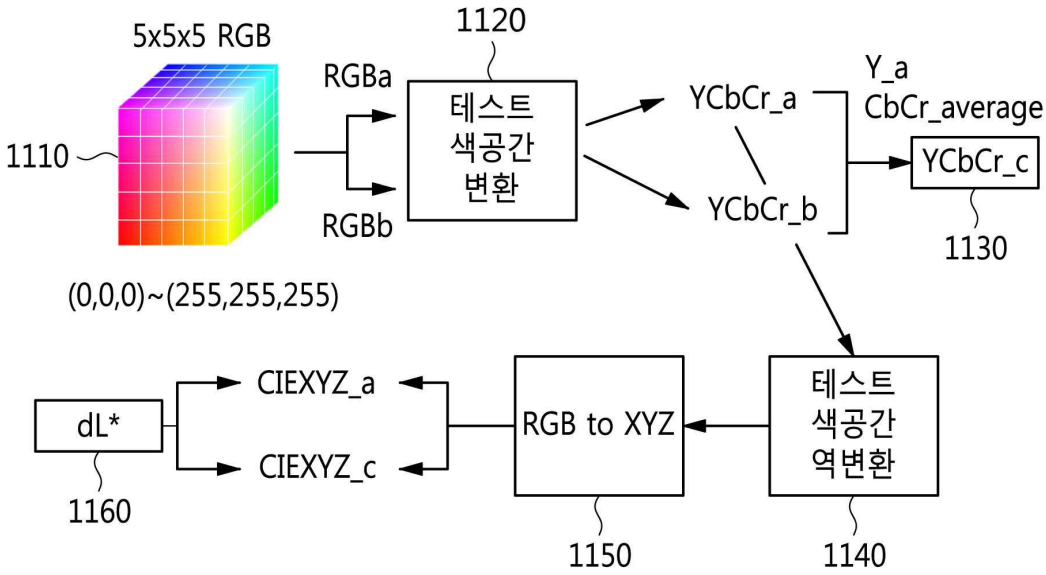
도면9


Cb,Cr(-128~128)
루마(1~256)
(-128, 128)
(-127, 128)
....
....
(-127, 128)
(128, 128)
(-128, 127)
(128, 127)
(-128, -127)
(128, -127)
(-128, -128)
(-127, -128)
(127, -128)
(128, -128)

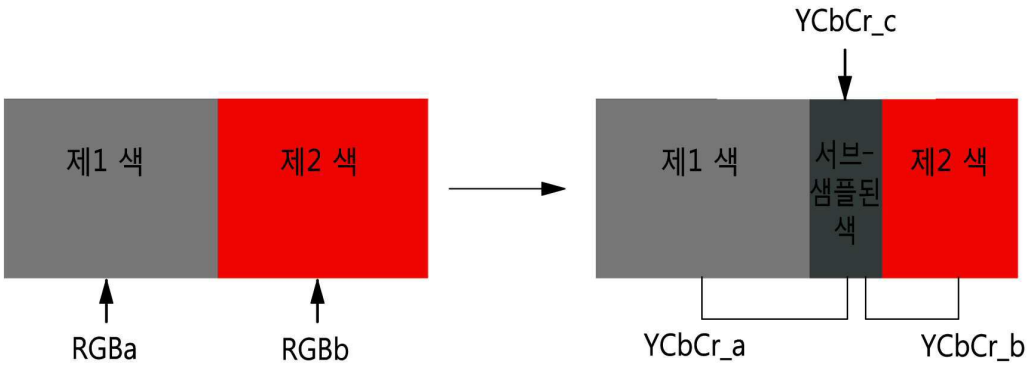
도면10


80
60
40
20
0
-20
dLv (BT. 709)
dLv_avg
dLv_min
dLv_max
0
50
100
150
200
250
Lv (gray)

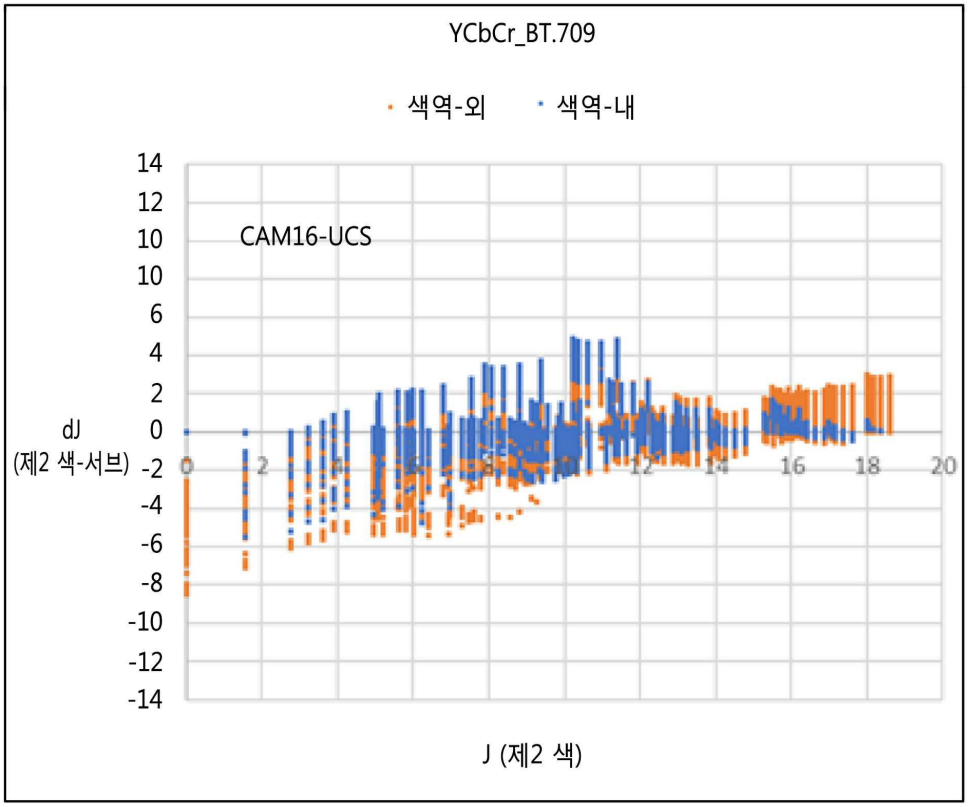
도면11


5x5x5 RGB
1110
(0,0,0)~(255,255,255)
RGBa
RGBb
1120
테스트
색공간
변환
YCbCr_a
YCbCr_b
Y_a
CbCr_average
YCbCr_c
1130
테스트
색공간
역변환
1140
RGB to XYZ
1150
CIEXYZ_a
CIEXYZ_c
dL*
1160

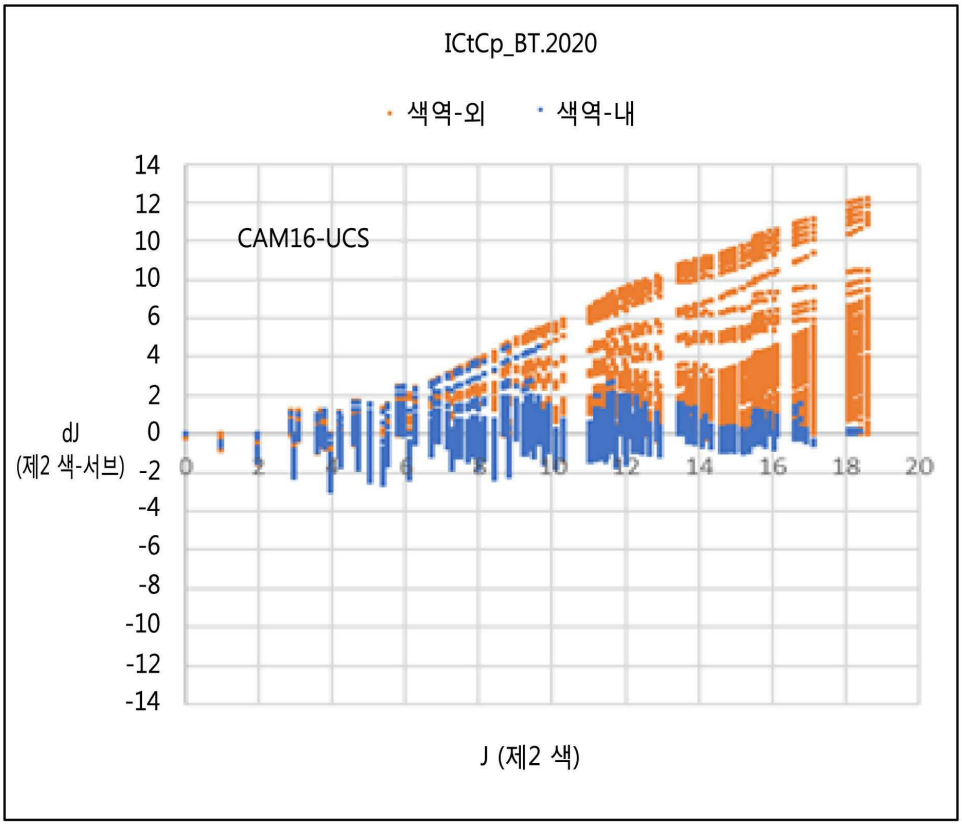
도면12


제1 색
제2 색
RGBa
RGBb
YCbCr_c
제1 색
서브-샘플된 색
제2 색
YCbCr_a
YCbCr_b

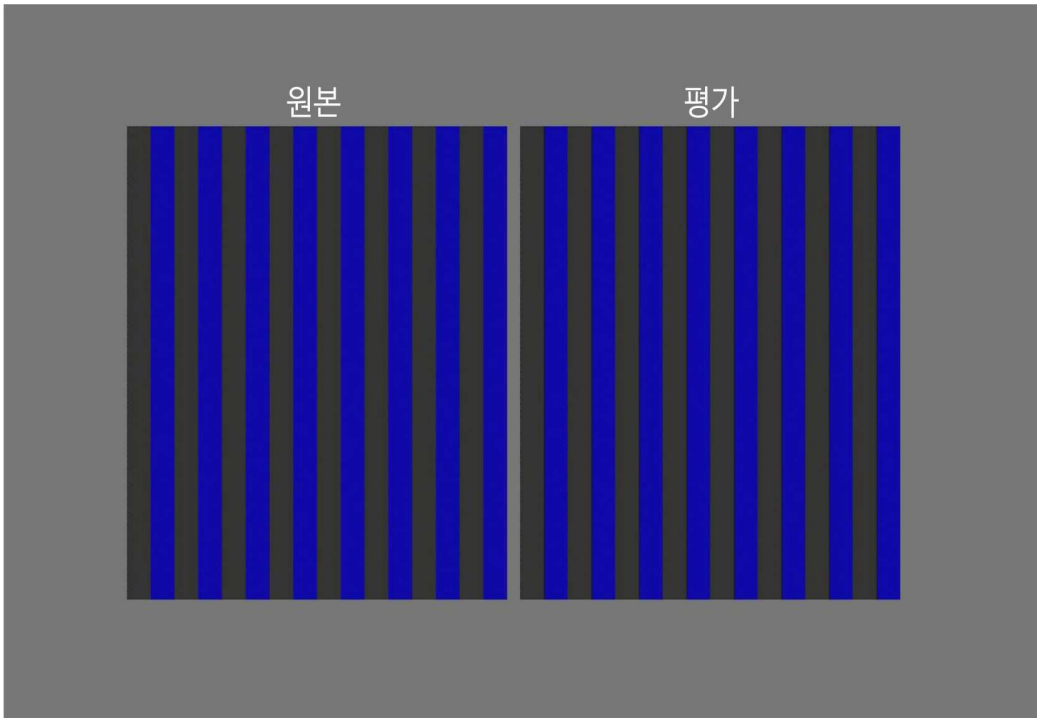
도면13


YCbCr_BT.709
색역-외
색역-내
CAM16-UCS
dJ
(제2 색-서브)
J (제2 색)

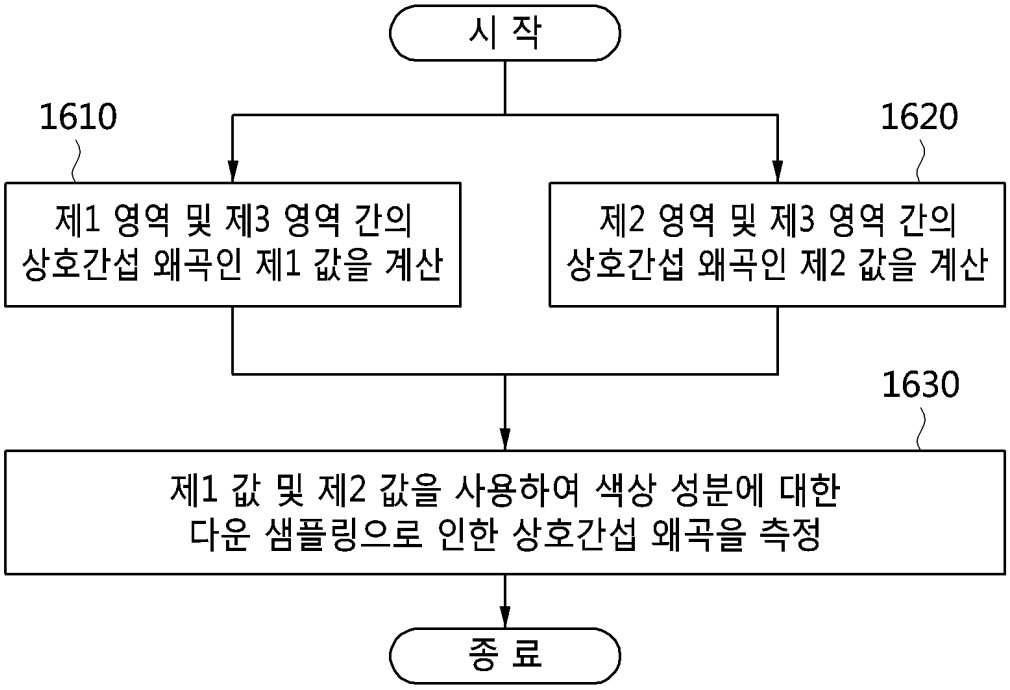
도면14


ICtCp_BT.2020
색역-외
색역-내
CAM16-UCS
dJ
(제2 색-서브)
J (제2 색)
14
12
10
10
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20

도면15


원본
평가

도면16


시 작
1610
1620
제1 영역 및 제3 영역 간의
상호간섭 왜곡인 제1 값을 계산
제2 영역 및 제3 영역 간의
상호간섭 왜곡인 제2 값을 계산
1630
제1 값 및 제2 값을 사용하여 색상 성분에 대한
다운 샘플링으로 인한 상호간섭 왜곡을 측정
종 료