



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0037272
(43) 공개일자 2020년04월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/98 (2014.01) H04N 19/117 (2014.01)
H04N 19/124 (2014.01) H04N 19/169 (2014.01)
H04N 19/186 (2014.01) H04N 19/85 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/98 (2015.01)
H04N 19/117 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2020-7004402
(22) 출원일자(국제) 2018년08월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년02월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/047336
(87) 국제공개번호 WO 2019/040502
국제공개일자 2019년02월28일
(30) 우선권주장
62/548,236 2017년08월21일 미국(US)
15/999,393 2018년08월20일 미국(US)

(71) 출원인
켈컴 인코퍼레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
루사노브스키 드미트로
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
라마수브라모니안 아다르쉬 크리쉬난
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
카르체비츠 마르타
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인코리아나

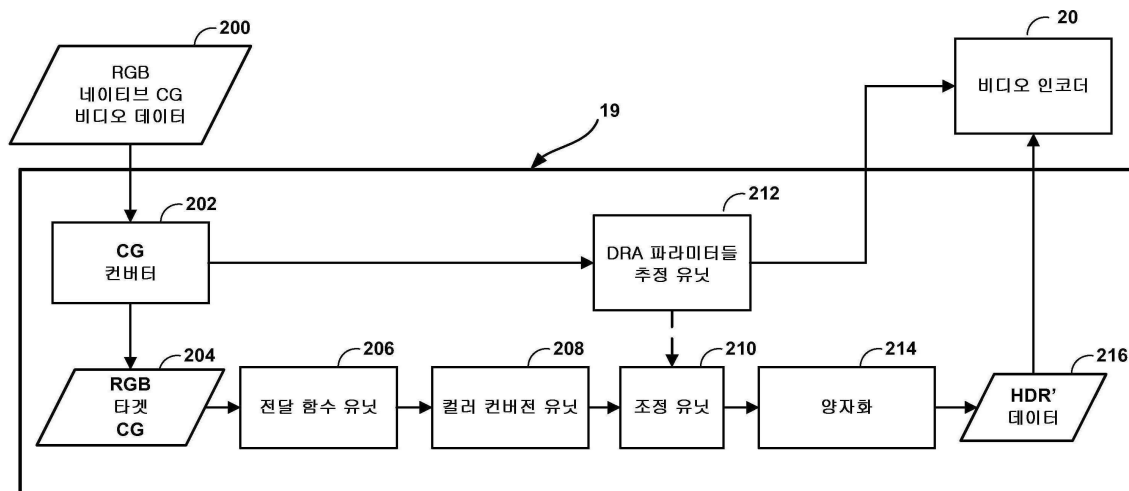
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 비디오 코딩에서 크로스-성분 동적 범위 조정 (CC-DRA) 의 시스템 및 방법

(57) 요약

비디오 데이터를 프로세싱하는 방법은, 비디오 데이터를 수신하는 단계, 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계, 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계, 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계, 및 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04N 19/124 (2015.01)

H04N 19/186 (2015.01)

H04N 19/1887 (2015.01)

H04N 19/85 (2015.01)

명세서

청구범위

청구항 1

비디오 데이터를 프로세싱하는 방법으로서,

비디오 데이터를 수신하는 단계;

상기 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계;

상기 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계;

상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계; 및

상기 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계는,

상기 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 상기 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 상기 휘도 성분들에 대해 결정된 상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계는,

상기 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 상기 코드워드 값들의 제 1 범위 및 상기 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 상기 휘도 성분들에 대해 결정된 상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대한 상기 코드워드 값의 복수의 범위들의 각각에 대한 상기 루마 스케일 파라미터들은 불연속 함수에 의해 표현되고, 상기 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법은,

선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 상기 불연속 함수에 선형화 프로세스를 적용하는 단계; 및

상기 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 선형화 프로세스는 선형 보간 프로세스, 곡선 피팅 프로세스, 평균화 프로세스, 저역 통과 필터링 프로세스, 또는 고차 근사화 프로세스 중 하나 이상인, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계는,

상기 루마 스케일 파라미터들 및 상기 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계는,

상기 루마 스케일 파라미터들, 상기 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 상기 양자화 파라미터, 및 상기 비디오 데이터의 크로마 성분의 특성들로부터 도출된 컬러 표현 파라미터의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 컬러 표현 파라미터는 상기 비디오 데이터와 연관된 전달 함수를 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 초기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계는, 상기 루마 스케일 파라미터들 및 상기 초기 크로마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대한 루마 오프셋 파라미터들을 결정하는 단계;

상기 루마 스케일 파라미터들 및 상기 루마 오프셋 파라미터들을 사용하여 상기 휘도 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계;

상기 색차 성분들에 대한 크로마 오프셋 파라미터들을 결정하는 단계; 및

상기 크로마 스케일 파라미터들 및 상기 크로마 오프셋 파라미터들을 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행한 후 및 상기 색차 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행한 후 상기 비디오 데이터를 인코딩하는 단계를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 동적 범위 조정 프로세스는 역 동적 범위 조정 프로세스이고, 상기 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법은, 상기 휘도 성분들에 대해 상기 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 전에 및 상기 색차 성분들에 대해 상기 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 전에 상기 비디오 데이터를 디코딩하는 단계를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 13

비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치로서,

상기 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 메모리; 및

상기 메모리와 통신하는 하나 이상의 프로세서들을 포함하고,

상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 비디오 데이터를 수신하고;

상기 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하고;

상기 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하고;

상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하고; 그리고

상기 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 구성된, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 상기 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 상기 휘도 성분들에 대해 결정된 상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 상기 코드워드 값들의 제 1 범위 및 상기 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 상기 휘도 성분들에 대해 결정된 상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대한 상기 코드워드 값의 복수의 범위들의 각각에 대한 상기 루마 스케일 파라미터들은 불연속 함수에 의해 표현되고, 상기 하나 이상의 프로세서들은,

선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 상기 불연속 함수에 선형화 프로세스를 적용하고; 그리고

상기 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 선형화 프로세스는 선형 보간 프로세스, 곡선 피팅 프로세스, 평균화 프로세스, 저역 통과 필터링 프로세스, 또는 고차 근사화 프로세스 중 하나 이상인, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 루마 스케일 파라미터들 및 상기 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

추가로 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 루마 스케일 파라미터들, 상기 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 상기 양자화 파라미터, 및 상기 비디오 데이터의 크로마 성분의 특성들로부터 도출된 컬러 표현 파라미터의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 컬러 표현 파라미터는 상기 비디오 데이터와 연관된 전달 함수를 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 21

제 13 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 초기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되고,

상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 상기 하나 이상의 프로세서들은, 상기 루마 스케일 파라미터들 및 상기 초기 크로마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 22

제 13 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 휘도 성분들에 대한 루마 오프셋 파라미터들을 결정하고;

상기 루마 스케일 파라미터들 및 상기 루마 오프셋 파라미터들을 사용하여 상기 휘도 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행하고;

상기 색차 성분들에 대한 크로마 오프셋 파라미터들을 결정하고; 그리고

상기 크로마 스케일 파라미터들 및 상기 크로마 오프셋 파라미터들을 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차

성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 23

제 13 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 휘도 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행한 후 및 상기 색차 성분들에 대해 상기 동적 범위 조정 프로세스를 수행한 후 상기 비디오 데이터를 인코딩하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 비디오 데이터를 캡처하도록 구성된 카메라를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 25

제 13 항에 있어서,

상기 동적 범위 조정 프로세스는 역 동적 범위 조정 프로세스이고, 상기 하나 이상의 프로세서들은,

상기 휘도 성분들에 대해 상기 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 전에 및 상기 색차 성분들에 대해 상기 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 전에 상기 비디오 데이터를 디코딩하도록 추가로 구성되는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대해 상기 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행한 후 및 상기 색차 성분들에 대해 상기 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행한 후 상기 비디오 데이터를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이를 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 27

비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치로서,

비디오 데이터를 수신하기 위한 수단;

상기 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하기 위한 수단;

상기 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 위한 수단;

상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위한 수단; 및

상기 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대한 상기 코드워드 값의 복수의 범위들의 각각에 대한 상기 루마 스케일 파라미터들은 불연속 함수에 의해 표현되고, 상기 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치는,

선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 상기 불연속 함수에 선형화 프로세스를 적용하기 위한 수단;

및

상기 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위한 수단을 더 포함하는, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치.

청구항 29

명령들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 명령들은, 실행될 때, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금,

상기 비디오 데이터를 수신하게 하고;

상기 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하게 하고;

상기 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하게 하고;

상기 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하게 하고; 그리고

상기 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하게 하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 휘도 성분들에 대한 상기 코드워드 값의 복수의 범위들의 각각에 대한 상기 루마 스케일 파라미터들은 불연속 함수에 의해 표현되고, 상기 명령들은 추가로, 상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금,

선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 상기 불연속 함수에 선형화 프로세스를 적용하게 하고; 그리고

상기 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 상기 비디오 데이터의 상기 색차 성분들에 대한 상기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하게 하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2017년 8월 21일자로 출원된 미국 가출원 제62/548,236호, 및 2018년 8월 20일자로 출원된 미국 출원 제16/____호의 이익을 주장하고, 이들의 전체 내용은 본 명세서에 참조로 통합된다.

[0002] 기술 분야

[0003] 본 개시는 비디오 프로세싱에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 디지털 비디오 능력들은, 디지털 텔레비전들, 디지털 직접 브로드캐스트 시스템들, 무선 브로드캐스트 시스템들, 개인 디지털 보조기들 (PDA들), 랩탑 또는 데스크탑 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, e-북 리더들, 디지털 카메라들, 디지털 레코딩 디바이스들, 디지털 미디어 플레이어들, 비디오 게이밍 디바이스들, 비디오 게임 콘솔들, 셀룰러 또는 위성 무선 전화기들, 소위 "스마트 폰들", 비디오 텔레컨퍼런싱 디바이스들, 비디오 스트리밍 디바이스들 등을 포함한, 광범위한 디바이스들에 통합될 수 있다. 디지털 비디오 디바이스들은, MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Part 10, AVC (Advanced Video Coding), ITU-T H.265, HEVC (High Efficiency Video Coding) 에 의해 정의된 표준들, 및 그러한 표준들의 확장들에서 설명된 것들과 같은 비디오 코딩 기법들을 구현한다. 비디오 디바이스들은 그러한 비디오 코딩 기법들을 구현함으로써 디지털 비디오 정보를 더 효율적으로 송신, 수신, 인코딩, 디코딩, 및/또는 저장할 수도 있다.

[0005] 비디오 코딩 기법들은 비디오 시퀀스들에 내재하는 리던던시를 감소 또는 제거하기 위해 공간 (인트라-픽처) 에

측 및/또는 시간 (인터-픽처) 예측을 포함한다. 블록 기반 비디오 코딩에 대해, 비디오 슬라이스 (예를 들어, 비디오 프레임 또는 비디오 프레임의 부분) 는 비디오 블록들로 파티셔닝될 수도 있으며, 이 비디오 블록들은 또한 트리블록들, 코딩 유닛들 (CU들) 및/또는 코딩 노드들로 지칭될 수도 있다. 픽처의 인트라-코딩된 (I) 슬라이스에서의 비디오 블록들은 동일 픽처의 이웃하는 블록들에서의 레퍼런스 샘플들에 대한 공간 예측을 이용하여 인코딩된다. 픽처의 인터-코딩된 (P 또는 B) 슬라이스에서의 비디오 블록들은 동일 픽처의 이웃하는 블록들에서의 레퍼런스 샘플들에 대한 공간 예측 또는 다른 레퍼런스 픽처들에서의 레퍼런스 샘플들에 대한 시간 예측을 이용할 수도 있다. 픽처들은 프레임들로 지칭될 수도 있고, 레퍼런스 픽처들은 레퍼런스 프레임들로 지칭될 수도 있다.

[0006] 공간 또는 시간 예측은 코딩될 블록에 대한 예측 블록을 초래한다. 잔차 데이터는 코딩될 원래의 블록과 예측 블록 간의 픽셀 차이들을 나타낸다. 인터-코딩된 블록은 예측 블록을 형성하는 레퍼런스 샘플들의 블록을 가리키는 모션 벡터, 및 코딩된 블록과 예측 블록 간의 차이를 나타내는 잔차 데이터에 따라 인코딩된다. 인트라-코딩된 블록은 인트라-코딩 모드 및 잔차 데이터에 따라 인코딩된다. 추가의 압축을 위해, 잔차 데이터는 픽셀 도메인으로부터 변환 도메인으로 변환되어, 후에 양자화될 수도 있는 잔차 변환 계수들을 초래할 수도 있다. 2 차원 어레이로 초기에 배열된, 양자화된 변환 계수들은, 변환 계수들의 1 차원 벡터를 생성하기 위하여 스캐닝될 수도 있고, 엔트로피 코딩이 훨씬 더 많은 압축을 달성하도록 적용될 수도 있다.

[0007] 캡처, 코딩, 및 디스플레이될 수도 있는 컬러 값들의 총 수는 색역 (color gamut) 에 의해 정의될 수도 있다. 색역은 디바이스가 캡처 (예를 들어, 카메라) 또는 재생 (예를 들어, 디스플레이) 할 수 있는 컬러들의 범위를 지칭한다. 종종, 색역들은 디바이스 간에 상이하다. 비디오 코딩에 대해, 비디오 코딩 프로세스에서의 각각의 디바이스가 동일한 색역에서의 픽셀 값들을 프로세싱하도록 구성될 수도 있도록 비디오 데이터에 대한 미리정의된 색역이 사용될 수도 있다. 일부 색역들은 비디오 코딩에 전통적으로 사용되었던 색역들보다 더 넓은 범위의 컬러들로 정의된다. 더 넓은 범위의 컬러들을 가진 그러한 색역들은 광 색역 (wide color gamut; WCG) 으로 지칭될 수도 있다.

[0008] 비디오 데이터의 다른 양태는 동적 범위이다. 동적 범위는 통상적으로 비디오 신호의 최대 및 최소 밝기 (예를 들어, 휘도) 간의 비율로서 정의된다. 과거에 사용된 공통 비디오 데이터의 동적 범위는 표준 동적 범위 (SDR) 를 갖는 것으로 고려된다. 비디오 데이터에 대한 다른 예의 사양들은 최대 및 최소 밝기 간에 더 큰 비율을 갖는 컬러 데이터를 정의한다. 그러한 비디오 데이터는 고 동적 범위 (HDR) 를 갖는 것으로서 설명될 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0009] 본 개시는 고 동적 범위 (HDR) 및 광 색역 (WCG) 표현들을 가진 비디오 신호들의 코딩의 분야에 관련된다. 더 구체적으로, 일부 예들에서, 본 개시는 HDR 및 WCG 비디오 데이터의 더 효율적인 압축을 가능하게 하기 위해 소정의 컬러 공간들에서 비디오 데이터에 적용된 시그널링 및 동작들을 설명한다. 예를 들어, 일부 예들에 따르면, HDR 및 WCG 비디오 데이터를 코딩하기 위해 활용된 하이브리드 기반 비디오 코딩 시스템들의 압축 효율이 개선될 수도 있다.

[0010] 본 개시는 비디오 데이터의 색차 성분들의 크로스-성분 동적 범위 조정을 수행하기 위한 예의 기법들 및 디바이스들을 설명한다. 하나의 예에서, 본 개시는 비디오 데이터의 루마 성분들의 동적 범위 조정을 위한 스케일 파라미터를 도출하는 것을 설명한다. 하나의 예에서, 크로마 성분들의 동적 범위 조정을 위한 하나 이상의 스케일 파라미터들은 루마 스케일 파라미터들의 함수로서 도출될 수도 있다. 크로마 성분들에 대한 스케일 파라미터들을 도출하기 위해 루마 스케일 팩터들을 사용함으로써, 디코딩된 비디오 데이터에서의 시각적 왜곡의 양이 감소될 수도 있다. 다른 예들에서, 크로마 성분들에 대한 스케일 팩터들은 루마 스케일 팩터들, 크로마 양자화 파라미터 (QP) 값들, 및/또는 컬러 컨테이너 파라미터들 (예를 들어, 컬러 컨테이너들에 대해 정의된 전달 함수들) 중 하나 이상의 함수를 사용하여 도출될 수도 있다.

[0011] 본 명세서에서 설명된 기법들은 비디오 코딩 표준에 따라 동작하는 비디오 코덱들과 함께 사용될 수도 있다. 예의 비디오 코딩 표준들은 HDR 및/또는 WCG 콘텐츠를 인코딩 및 디코딩하도록 구성되는, H.264/AVC

(Advanced Video Coding), H.265/HEVC (High Efficiency Video Coding), H.266/VVC (Versatile Video coding), 및 다른 표준들을 포함할 수도 있다.

[0012] 본 개시의 하나의 예에서, 비디오 데이터를 프로세싱하는 방법은, 비디오 데이터를 수신하는 단계, 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계, 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계, 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하는 단계, 및 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하는 단계를 포함한다.

[0013] 본 개시의 다른 예에서, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치는, 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 메모리, 및 메모리와 통신하는 하나 이상의 프로세서들을 포함하고, 하나 이상의 프로세서들은, 비디오 데이터를 수신하고, 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하고, 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하고, 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하고, 그리고 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 구성된다.

[0014] 본 개시의 다른 예에서, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 장치는, 비디오 데이터를 수신하기 위한 수단, 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하기 위한 수단, 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 위한 수단, 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위한 수단, 및 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하기 위한 수단을 포함한다.

[0015] 다른 예에서, 본 개시는, 명령들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 설명하고, 명령들은, 실행될 때, 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 비디오 데이터를 수신하게 하고, 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하게 하고, 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하게 하고, 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하게 하고, 그리고 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하게 한다.

[0016] 하나 이상의 예들의 상세들은 첨부 도면들 및 이하의 설명에 기재된다. 다른 피쳐들, 목적들, 및 이점들은 설명, 도면들, 및 청구항들로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 개시의 기법들을 구현하도록 구성된 예의 비디오 인코딩 및 디코딩 시스템을 예시하는 블록 다이어그램이다.

도 2a 및 도 2b는 예의 쿼드트리 이진 트리 (QTBT) 구조, 및 대응하는 코딩 트리 유닛 (CTU) 을 예시하는 개념적 다이어그램들이다.

도 3은 HDR 데이터의 개념들을 예시하는 개념적 도면이다.

도 4는 예의 색역들을 예시하는 개념적 다이어그램이다.

도 5는 HDR/WCG 표현 컨버전의 예를 예시하는 플로우 다이어그램이다.

도 6은 HDR/WCG 역 컨버전의 예를 예시하는 플로우 다이어그램이다.

도 7은 지각적으로 (perceptually) 균일한 코드 레벨들로부터 선형 휘도로의 비디오 데이터 컨버전 (SDR 및 HDR 를 포함함) 을 위해 활용된 전기 광학 전달 함수들 (EOTF) 의 예를 예시하는 개념적 다이어그램이다.

도 8은 EOTF 에 대한 예의 출력 곡선을 예시하는 개념적 다이어그램이다.

도 9의 A 및 B는 2개의 예의 색역들에서의 컬러 분포의 시각화를 예시하는 개념적 다이어그램들이다.

- 도 10 은 루마-구동 크로마 스케일링 (LCS) 함수의 플롯이다.
- 도 11 은 본 개시의 기법들에 따라 동작하는 예의 HDR/WCG 컨버전 장치를 예시하는 블록 다이어그램이다.
- 도 12 는 본 개시의 기법들에 따른 예의 HDR/WCG 역 컨버전 장치를 예시하는 블록 다이어그램이다.
- 도 13 은 동적 범위 조정 (DRA) 맵핑 함수의 예를 도시한다.
- 도 14 는 DRA 스케일링 파라미터들의 선형화의 예를 도시한다.
- 도 15 는 시그모이드 함수들의 세트의 예를 도시한다.
- 도 16 은 DRA 스케일링 파라미터들의 평활화의 예를 도시한다.
- 도 17 은 본 개시의 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 인코더의 예를 예시하는 블록 다이어그램이다.
- 도 18 은 본 개시의 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 디코더의 예를 예시하는 블록 다이어그램이다.
- 도 19 는 본 개시의 하나의 예의 비디오 프로세싱 기법을 도시하는 플로우차트이다.
- 도 20 은 본 개시의 다른 예의 비디오 프로세싱 기법을 도시하는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 개시는 고 동적 범위 (HDR) 및 광 색역 (WCG) 표현들을 가진 비디오 데이터의 프로세싱 및/또는 코딩에 관련된다. 하나의 예에서, 본 개시의 기법들은 비디오 데이터 성분들 중 크로마 성분들의 동적 범위 조정 파라미터들을 루마 성분들에 대한 동적 범위 조정 파라미터들의 함수로서 결정하기 위한 기법들을 포함한다. 본 명세서에서 설명된 기법들 및 디바이스들은 HDR 및 WCG 비디오 데이터를 포함한, 비디오 데이터를 코딩하기 위해 활용된 하이브리드 기반 비디오 코딩 시스템들의 압축 효율을 개선시키고 왜곡을 감소시킬 수도 있다.
- [0019] 도 1 은 본 개시의 기법들을 활용할 수도 있는 예의 비디오 인코딩 및 디코딩 시스템 (10) 을 예시하는 블록 다이어그램이다. 도 1 에 도시된 바와 같이, 시스템 (10) 은 목적지 디바이스 (14) 에 의해 추후에 디코딩될 인코딩된 비디오 데이터를 제공하는 소스 디바이스 (12) 를 포함한다. 특히, 소스 디바이스 (12) 는 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 를 통해 목적지 디바이스 (14) 에 비디오 데이터를 제공한다. 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 는, 데스크탑 컴퓨터들, 노트북 (즉, 랩탑) 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 셋탑 박스들, 전화기 핸드셋들, 이를 테면 소위 "스마트" 폰들, 소위 "스마트" 패드들, 텔레비전들, 카메라들, 디스플레이 디바이스들, 디지털 미디어 플레이어들, 비디오 게이밍 콘솔들, 비디오 스트리밍 디바이스, 브로드캐스트 수신기 디바이스 등을 포함한, 광범위한 디바이스들 중 임의의 디바이스를 포함할 수도 있다. 일부 경우들에서, 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 는 무선 통신을 위해 장비될 수도 있다.
- [0020] 목적지 디바이스 (14) 는 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 를 통해 디코딩될 인코딩된 비디오 데이터를 수신할 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 는, 인코딩된 비디오 데이터를 소스 디바이스 (12) 로부터 목적지 디바이스 (14) 로 이동시킬 수 있는 임의의 타입의 매체 또는 디바이스를 포함할 수도 있다. 하나의 예에서, 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 는, 소스 디바이스 (12) 로 하여금, 인코딩된 비디오 데이터를 직접 목적지 디바이스 (14) 로 실시간으로 송신할 수 있게 하는 통신 매체를 포함할 수도 있다. 인코딩된 비디오 데이터는 유선 또는 무선 통신 프로토콜과 같은 통신 표준에 따라 변조되고, 목적지 디바이스 (14) 에 송신될 수도 있다. 통신 매체는 임의의 무선 또는 유선 통신 매체, 이를 테면 무선 주파수 (RF) 스펙트럼 또는 하나 이상의 물리적 송신 라인들을 포함할 수도 있다. 통신 매체는 패킷 기반 네트워크, 이를 테면 로컬 영역 네트워크, 광역 네트워크, 또는 인터넷과 같은 글로벌 네트워크의 부분을 형성할 수도 있다. 통신 매체는 라우터들, 스위치들, 기지국들, 또는 소스 디바이스 (12) 로부터 목적지 디바이스 (14) 로의 통신을 용이하게 하는데 유용할 수도 있는 임의의 다른 장비를 포함할 수도 있다.
- [0021] 다른 예들에서, 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 는 하드 디스크, 플래시 드라이브, 콤팩트 디스크, 디지털 비디오 디스크, 블루-레이 디스크, 또는 다른 컴퓨터 판독가능 매체들과 같은 비일시적 저장 매체들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 네트워크 서버 (미도시) 는 소스 디바이스 (12) 로부터 인코딩된 비디오 데이터를 수신하고 인코딩된 비디오 데이터를 예를 들어 네트워크 송신을 통해 목적지 디바이스 (14) 에 제공할 수도 있다. 유사하게, 디스크 스탬핑 설비와 같은 매체 생성 설비의 컴퓨팅 디바이스는 인코딩된 비디오 데이터를 소스 디바이스 (12) 로부터 수신하고, 인코딩된 비디오 데이터를 포함하는 디스크를 생성할 수도 있다. 따라서, 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 는, 다양한 예들에 있어서, 다양한 형태들의 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 매체들을

포함하는 것으로 이해될 수도 있다.

[0022]

일부 예들에 있어서, 인코딩된 데이터는 출력 인터페이스 (22)로부터 저장 디바이스로 출력될 수도 있다. 유사하게, 인코딩된 데이터는 입력 인터페이스에 의해 저장 디바이스로부터 액세스될 수도 있다. 저장 디바이스는 하드 드라이브, 블루-레이 디스크들, DVD들, CD-ROM들, 플래시 메모리, 휘발성 또는 비휘발성 메모리, 또는 인코딩된 비디오 데이터를 저장하기 위한 임의의 다른 적합한 디지털 저장 매체들과 같은 다양한 분산된 또는 로컬로 액세스된 데이터 저장 매체들 중 임의의 것을 포함할 수도 있다. 추가의 예에서, 저장 디바이스는, 소스 디바이스 (12)에 의해 생성된 인코딩된 비디오를 저장할 수도 있는 파일 서버 또는 다른 중간 저장 디바이스에 대응할 수도 있다. 목적지 디바이스 (14)는 스트리밍 또는 다운로드를 통해 저장 디바이스로부터 저장된 비디오 데이터에 액세스할 수도 있다. 파일 서버는, 인코딩된 비디오 데이터를 저장하고 인코딩된 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14)에 송신하는 것이 가능한 임의의 타입의 서버일 수도 있다. 예의 파일 서버들은 웹 서버 (예를 들어, 웹사이트용), FTP 서버, NAS (network attached storage) 디바이스들, 또는 로컬 디스크 드라이브를 포함한다. 목적지 디바이스 (14)는 인터넷 접속을 포함한 임의의 표준 데이터 접속을 통해 인코딩된 비디오 데이터에 액세스할 수도 있다. 이것은 파일 서버 상에 저장되는 인코딩된 비디오 데이터에 액세스하기에 적합한 무선 채널 (예를 들어, Wi-Fi 접속), 유선 접속 (예를 들어, DSL, 케이블 모뎀 등), 또는 이들 양자의 조합을 포함할 수도 있다. 저장 디바이스로부터의 인코딩된 비디오 데이터의 송신은 스트리밍 송신, 다운로드 송신, 또는 이들의 조합일 수도 있다.

[0023]

본 개시의 기법들은 무선 애플리케이션들 또는 세팅들에 반드시 한정되는 것은 아니다. 그 기법들은, 공중 경유 (over-the-air) 텔레비전 브로드캐스트들, 케이블 텔레비전 송신들, 위성 텔레비전 송신들, DASH (dynamic adaptive streaming over HTTP)와 같은 인터넷 스트리밍 비디오 송신들, 데이터 저장 매체 상으로 인코딩된 디지털 비디오, 데이터 저장 매체 상에 저장된 디지털 비디오의 디코딩, 또는 다른 애플리케이션들과 같은 다양한 멀티미디어 애플리케이션들 중 임의의 멀티미디어 애플리케이션의 지원으로 비디오 코딩에 적용될 수도 있다. 일부 예들에서, 시스템 (10)은, 비디오 스트리밍, 비디오 플레이백, 비디오 브로드캐스팅, 및/또는 화상 통화 (video telephony)와 같은 애플리케이션들을 지원하기 위해 일방향 또는 양방향 비디오 송신을 지원하도록 구성될 수도 있다.

[0024]

도 1의 예에서, 소스 디바이스 (12)는 비디오 소스 (18), 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 인코더 (20)를 포함하는 비디오 인코딩 유닛 (21), 및 출력 인터페이스 (22)를 포함한다. 목적지 디바이스 (14)는 입력 인터페이스 (28), 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및 비디오 디코더 (30)를 포함하는 비디오 디코딩 유닛 (29), 및 디스플레이 디바이스 (32)를 포함한다. 본 개시에 따르면, 소스 디바이스 (12)의 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 및 목적지 디바이스 (14)의 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30)는, HDR 및 WCG 비디오 데이터의, 더 적은 왜곡으로의, 더 효율적인 압축을 가능하게 하기 위해 비디오의 크로마 성분들에 대해 크로마-성분 동적 범위 조절을 수행하는 것을 포함한다. 본 개시의 기법들을 구현하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 비디오 인코더 (20)로부터 분리될 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 비디오 인코더 (20)의 부분일 수도 있다. 마찬가지로, 일부 예들에서, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)은 비디오 디코더 (30)로부터 분리될 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)은 비디오 디코더 (30)의 부분일 수도 있다. 다른 예들에서, 소스 디바이스 및 목적지 디바이스는 다른 컴포넌트들 또는 배열들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 소스 디바이스 (12)는 외부 카메라와 같은 외부 비디오 소스 (18)로부터 비디오 데이터를 수신할 수도 있다. 마찬가지로, 목적지 디바이스 (14)는 통합된 디스플레이 디바이스를 포함하는 것보다는 외부 디스플레이 디바이스와 인터페이스할 수도 있다.

[0025]

도 1의 예시된 시스템 (10)은 하나의 예일 뿐이다. HDR 및 WCG 비디오 데이터를 프로세싱하기 위한 기법들은 임의의 디지털 비디오 인코딩 및/또는 비디오 디코딩 디바이스에 의해 수행될 수도 있다. 더욱이, 본 개시의 기법들은 또한, 비디오 프리-프로세서 및/또는 비디오 포스트-프로세서 (예를 들어, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31))에 의해 수행될 수도 있다. 일반적으로, 비디오 프리-프로세서는 인코딩 전에 (예를 들어, HEVC 인코딩 전에) 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 임의의 디바이스일 수도 있다. 일반적으로, 비디오 포스트-프로세서는 디코딩 후에 (예를 들어, HEVC 디코딩 후에) 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성된 임의의 디바이스일 수도 있다. 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14)는, 단지, 소스 디바이스 (12)가 목적지 디바이스 (14)로의 송신을 위한 코딩된 비디오 데이터를 생성하는 그러한 코딩 디바이스들의 예들일 뿐이다. 일부 예들에 있어서, 디바이스들 (12, 14)은, 디바이스들 (12, 14)의 각각이 비디오 인코딩 및 디코딩 컴포넌트들 뿐만 아니라 비디오 프리-프로세서 및 비디오 포스트-

프로세서 (예를 들어, 각각 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)) 를 포함하도록 실질적으로 대칭적인 방식으로 동작할 수도 있다. 이런 이유로, 시스템 (10) 은 예를 들어, 비디오 스트리밍, 비디오 플레이백, 비디오 브로드캐스팅, 또는 화상 통화를 위해, 비디오 디바이스들 (12, 14) 간의 일방향 또는 양방향 비디오 송신을 지원할 수도 있다.

[0026] 소스 디바이스 (12) 의 비디오 소스 (18) 는 비디오 카메라와 같은 비디오 캡처 디바이스, 이전에 캡처된 비디오를 포함하는 비디오 아카이브 (video archive), 및/또는 비디오 콘텐츠 제공자로부터 비디오를 수신하기 위한 비디오 피드 인터페이스 (video feed interface) 를 포함할 수도 있다. 추가의 대안으로서, 비디오 소스 (18) 는 컴퓨터 그래픽 기반 데이터를, 소스 비디오, 또는 라이브 비디오, 아카이브된 비디오, 및 컴퓨터 생성된 비디오의 조합으로서 생성할 수도 있다. 일부 경우들에서, 비디오 소스 (18) 가 비디오 카메라이면, 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 는 소위 카메라 폰들 또는 비디오 폰들을 형성할 수도 있다. 그러나, 상기 언급된 바와 같이, 본 개시에서 설명된 기법들은 일반적으로 비디오 코딩 및 비디오 프로세싱에 적용가능할 수도 있고, 무선 및/또는 유선 애플리케이션들에 적용될 수도 있다. 각각의 경우에, 캡처된, 사전-캡처된, 또는 컴퓨터-생성된 비디오는 비디오 인코딩 유닛 (21) 에 의해 인코딩될 수도 있다. 인코딩된 비디오 정보는 그 후 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 상으로 출력 인터페이스 (22) 에 의해 출력될 수도 있다.

[0027] 목적지 디바이스 (14) 의 입력 인터페이스 (28) 는 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 로부터 정보를 수신한다. 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 의 정보는 비디오 인코더 (20) 에 의해 정의되고 또한 비디오 디코딩 유닛 (29) 에 의해 사용되는 선택스 정보를 포함할 수도 있으며, 이 선택스 정보는 블록들 및 다른 코딩된 유닛들, 예를 들어, 픽처들의 그룹들 (GOP들) 의 특성들 및/또는 프로세싱을 기술하는 선택스 엘리먼트들을 포함한다. 디스플레이 디바이스 (32) 는 디코딩된 비디오 데이터를 사용자에게 디스플레이하고, 음극선관 (CRT), 액정 디스플레이 (LCD), 플라즈마 디스플레이, 유기 발광 다이오드 (OLED) 디스플레이, 또는 다른 타입의 디스플레이 디바이스와 같은 다양한 디스플레이 디바이스들 중 임의의 것을 포함할 수도 있다.

[0028] 예시된 바와 같이, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 비디오 소스 (18) 로부터 비디오 데이터를 수신한다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 비디오 데이터를 프로세싱하여 그것을 비디오 인코더 (20) 로 인코딩하기에 적합한 형태로 컨버팅하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 동적 범위 압축 (예를 들어, 비선형 전달 함수를 사용함), 더 콤팩트한 또는 강건한 컬러 공간으로의 컬러 컨버전, 동적 범위 조정, 및/또는 부동-대-정수 (floating-to-integer) 표현 컨버전을 수행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의해 출력된 비디오 데이터에 대해 비디오 인코딩을 수행할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이터를 디코딩하기 위해 비디오 인코더 (20) 의 역을 수행할 수도 있고, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 비디오 데이터를 디스플레이에 적합한 형태로 컨버팅하기 위해 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 의 동작의 역을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 디스플레이에 적합한 비디오 데이터를 생성하기 위해 정수-대-부동 컨버전, 콤팩트한 또는 강건한 컬러 공간으로부터의 컬러 컨버전, 역 동적 범위 조정, 및/또는 동적 범위 압축의 역을 수행할 수도 있다.

[0029] 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 각각은 하나 이상의 마이크로프로세서들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP들), 주문형 집적 회로들 (ASIC들), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이들 (FPGA들), 이산 로직, 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합과 같은 다양한 적합한 인코더 회로부 중 임의의 것으로서 구현될 수도 있다. 기법들이 부분적으로 소프트웨어로 구현될 경우, 디바이스는 적합한 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 소프트웨어에 대한 명령들을 저장하고, 본 개시의 기법들을 수행하기 위해 하나 이상의 프로세서들을 사용하는 하드웨어로 명령들을 실행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 의 각각은 하나 이상의 인코더들 또는 디코더들에 포함될 수도 있으며, 이들 중 어느 하나는 개별의 디바이스에 있어서 결합된 인코더/디코더 (CODEC) 의 부분으로서 통합될 수도 있다.

[0030] 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 각각은 하나 이상의 마이크로프로세서들, DSP들, ASIC들, FPGA들, 이산 로직, 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합들과 같은 다양한 적합한 인코더 회로부 중 임의의 것으로서 구현될 수도 있다. 기법들이 부분적으로 소프트웨어로 구현될 경우, 디바이스는 적합한 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체에 소프트웨어에 대한 명령들을 저장하고, 본 개시의 기법들을 수행하기 위해 하나 이상의 프로세서들을 사용하는 하드웨어로 명령들을 실행할 수도 있다. 상기 논의된 바와 같이, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 각각 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 로부터 분리된 디바이스들일 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 단일 디바이스에서 비디오 인코더 (20) 와 통합될 수도 있고, 비

디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 단일 디바이스에서 비디오 디코더 (30) 와 통합될 수도 있다.

- [0031] 일부 예들에 있어서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 ISO/IEC MPEG-4 비주얼 및 ITU-T H.264 (ISO/IEC MPEG-4 AVC 로서 또한 공지됨), 및/또는 HEVC (High Efficiency Video Coding) 로도 또한 지칭된 ITU-T H.265 와 같은 비디오 압축 표준, 또는 이들에 대한 확장들에 따라 동작한다. 다른 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 JEM (Joint Exploration Test Model) 과 같은 다른 독점 또는 산업 표준들에 따라 동작할 수도 있다. 그러나, 본 개시의 기법들은 임의의 특정한 코딩 표준에 한정되지 않는다.
- [0032] HEVC 표준은 ITU-T 비디오 코딩 전문가 그룹 (VCEG) 및 ISO/IEC 모션 픽처 전문가 그룹 (MPEG) 의 JCT-VC (Joint Collaboration Team on Video Coding) 에 의해 완결되었다. 이하에 HEVC WD 로 지칭되는 HEVC 작업 초안 사양은 http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/15_Geneva/wg11/JCTVC-01003-v2.zip 으로부터 입수가능하다.
- [0033] 최근에, VVC (Versatile Video Coding) 표준으로 지칭되는 새로운 비디오 코딩 표준이 VCEG 및 MPEG 의 JVET (Joint Video Expert Team) 에 의해 개발 중이다. VVC 의 초기의 초안은 문헌 JVET-J1001 "Versatile Video Coding (Draft 1)" 에서 입수가능하고 그의 알고리즘 설명은 문헌 JVET-J1002 "Algorithm description for Versatile Video Coding and Test Model 1 (VTM 1)" 에서 입수가능하다.
- [0034] HEVC 및 다른 비디오 코딩 표준들에 있어서, 비디오 시퀀스는 통상적으로 일련의 픽처들을 포함한다. 픽처들은 또한 "프레임들" 로 지칭될 수도 있다. 픽처는 S_L , S_{Cb} , 및 S_{Cr} 로 표기된 3 개의 샘플 어레이들을 포함할 수도 있다. S_L 은 루마 샘플들의 2-차원 어레이 (즉, 블록) 이다. S_{Cb} 는 Cb 색차 샘플들의 2-차원 어레이이다. S_{Cr} 은 Cr 색차 샘플들의 2-차원 어레이이다. 색차 샘플들은 또한, 본 명세서에서 "크로마" 샘플들로 지칭될 수도 있다. 다른 인스턴스들에서, 픽처는 단색 (monochrome) 일 수도 있고 루마 샘플들의 어레이를 단지 포함할 수도 있다.
- [0035] 비디오 인코더 (20) 는 코딩 트리 유닛들 (CTU들) 의 세트를 생성할 수도 있다. CTU들의 각각은 루마 샘플들의 코딩 트리 블록, 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 코딩 트리 블록들, 및 코딩 트리 블록들의 샘플들을 코딩하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색 픽처 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 갖는 픽처에서, CTU 는 단일 코딩 트리 블록, 및 코딩 트리 블록의 샘플들을 코딩하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 코딩 트리 블록은 샘플들의 $N \times N$ 블록일 수도 있다. CTU 는 또한 "트리 블록" 또는 "최대 코딩 유닛" (LCU) 으로 지칭될 수도 있다. HEVC 의 CTU들은 H.264/AVC 와 같은 다른 비디오 코딩 표준들의 매크로블록들과 대체로 유사할 수도 있다. 그러나, CTU 는 특정한 사이즈에 반드시 한정되는 것은 아니며 하나 이상의 코딩 유닛들 (CU들) 을 포함할 수도 있다. 슬라이스는 래스터 스캔으로 연속적으로 순서화된 정수 개의 CTU들을 포함할 수도 있다.
- [0036] 본 개시는 샘플들의 하나 이상의 블록들 및 샘플들의 하나 이상의 블록들의 샘플들을 코딩하는데 사용된 선택스 구조들을 지칭하기 위해 용어 "비디오 유닛" 또는 "비디오 블록" 을 사용할 수도 있다. 비디오 유닛들의 예의 타입들은 HEVC 에 있어서, CTU들, CU들, PU들, 변환 유닛들 (TU들), 또는 다른 비디오 코딩 표준들에 있어서, 매크로블록들, 매크로블록 파티션들 등을 포함할 수도 있다.
- [0037] 코딩된 CTU 를 생성하기 위해, 비디오 인코더 (20) 는 CTU 의 코딩 트리 블록들에 대해 쿼드트리 파티셔닝을 재귀적으로 수행하여, 코딩 트리 블록들을 코딩 블록들, 따라서, 일명 "코딩 트리 유닛들" 로 분할할 수도 있다. 코딩 블록은 샘플들의 $N \times N$ 블록이다. CU 는 루마 샘플 어레이, Cb 샘플 어레이 및 Cr 샘플 어레이를 갖는 픽처의 루마 샘플들의 코딩 블록 및 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 코딩 블록들, 및 코딩 블록들의 샘플들을 코딩하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색 픽처 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 갖는 픽처에서, CU 는 단일 코딩 블록 및 코딩 블록의 샘플들을 코딩하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다.
- [0038] 비디오 인코더 (20) 는 하나 이상의 예측 블록들로 CU 의 코딩 블록을 파티셔닝할 수도 있다. 예측 블록은, 동일한 예측이 적용되는 샘플들의 직사각형 (즉, 정사각형 또는 비-정사각형) 블록일 수도 있다. CU 의 예측 유닛 (PU) 은 루마 샘플들의 예측 블록, 픽처의 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 예측 블록들, 및 예측 블록 샘플들을 예측하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색 픽처 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 갖는 픽처에서, PU 는 단일 예측 블록 및 예측 블록 샘플들을 예측하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 각각의 PU 의 루마, Cb, 및 Cr 예측 블록들에 대한 예측 루마,

Cb, 및 Cr 블록들을 생성할 수도 있다.

- [0039] 다른 예로서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 JEM/VVC 에 따라 동작하도록 구성될 수도 있다. JEM/VVC 에 따르면, 비디오 코더 (이를 테면 비디오 인코더 (20)) 는 픽처를 복수의 코딩 트리 유닛들 (CTU들) 로 파티셔닝한다. 비디오 인코더 (20) 는 쿼드트리 이진 트리 (QTBT) 구조와 같은 트리 구조에 따라 CTU 를 파티셔닝할 수도 있다. JEM 의 QTBT 구조는 HEVC 의 CU들, PU들, 및 TU들 간의 분리와 같은 다중 파티션 타입들의 개념들을 제거한다. JEM 의 QTBT 구조는 2 개의 레벨들: 쿼드트리 파티셔닝에 따라 파티셔닝된 제 1 레벨, 및 이진 트리 파티셔닝에 따라 파티셔닝된 제 2 레벨을 포함한다. QTBT 구조의 루트 노드는 CTU 에 대응한다. 이진 트리들의 리프 노드들은 코딩 유닛들 (CU들) 에 대응한다.
- [0040] 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 휘도 및 색차 성분들의 각각을 나타내기 위해 단일 QTBT 구조를 사용할 수도 있는 한편, 다른 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 휘도 성분에 대한 하나의 QTBT 구조 및 양자의 색차 성분들에 대한 다른 QTBT 구조 (또는 개별의 색차 성분들에 대한 2 개의 QTBT 구조들) 와 같은 2 개 이상의 QTBT 구조들을 사용할 수도 있다.
- [0041] 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 HEVC 당 쿼드트리 파티셔닝, JEM/VVC 에 따른 QTBT 파티셔닝, 또는 다른 파티셔닝 구조들을 사용하도록 구성될 수도 있다. 설명의 목적들을 위해, 본 개시의 기법들의 설명은 QTBT 파티셔닝에 대하여 제시된다. 그러나, 본 개시의 기법들은 또한, 쿼드트리 파티셔닝, 또는 다른 타입들의 파티셔닝에도 사용하도록 구성될 비디오 코더들에 적용될 수도 있음을 이해해야 한다.
- [0042] 도 2a 및 도 2b 는 예의 쿼드트리 이진 트리 (QTBT) 구조 (130), 및 대응하는 코딩 트리 유닛 (CTU) (132) 을 예시하는 개념적 다이어그램이다. 실선들은 쿼드트리 스플리팅을 나타내고, 점선들은 이진 트리 스플리팅을 나타낸다. 이진 트리의 각각의 스플리팅된 (즉, 비-리프) 노드에서, 어느 스플리팅 타입 (즉, 수평 또는 수직) 이 사용되는지를 나타내기 위해 하나의 플래그가 시그널링되고, 이 예에서 0 은 수평 스플리팅을 나타내고 1 은 수직 스플리팅을 나타낸다. 쿼드트리 스플리팅의 경우, 스플리팅 타입을 나타낼 필요는 없는데, 쿼드트리 노드들은 블록을 동일한 사이즈를 가진 4 개의 서브-블록들로 수평으로 및 수직으로 스플리팅하기 때문이다. 이에 따라, QTBT 구조 (130) 의 영역 트리 레벨 (즉, 실선들) 에 대한 선택스 엘리먼트들 (이를 테면 스플리팅 정보) 및 QTBT 구조 (130) 의 예측 트리 레벨 (즉, 점선들) 에 대한 선택스 엘리먼트들 (이를 테면 스플리팅 정보) 을, 비디오 인코더 (20) 가 인코딩할 수도 있고, 비디오 디코더 (30) 가 디코딩할 수도 있다. QTBT 구조 (130) 의 중단 리프 노드들에 의해 표현된 CU들에 대한, 예측 및 변환 데이터와 같은 비디오 데이터를, 비디오 인코더 (20) 가 인코딩할 수도 있고, 비디오 디코더 (30) 가 디코딩할 수도 있다.
- [0043] 일반적으로, 도 2b 의 CTU (132) 는 제 1 및 제 2 레벨들에서 QTBT 구조 (130) 의 노드들에 대응하는 블록들의 사이즈들을 정의하는 파라미터들과 연관될 수도 있다. 이들 파라미터들은 CTU 사이즈 (샘플들에서 CTU (132) 의 사이즈를 나타냄), 최소 쿼드트리 사이즈 (최소 허용된 쿼드트리 리프 노드 사이즈를 나타내는 MinQTSIZE), 최대 이진 트리 사이즈 (최대 허용된 이진 트리 루트 노드 사이즈를 나타내는 MaxBTSIZE), 최대 이진 트리 깊이 (최대 허용된 이진 트리 깊이를 나타내는 MaxBTDepth), 및 최소 이진 트리 사이즈 (최소 허용된 이진 트리 리프 노드 사이즈를 나타내는 MinBTSIZE) 를 포함할 수도 있다.
- [0044] CTU 에 대응하는 QTBT 구조의 루트 노드는 QTBT 구조의 제 1 레벨에서 4 개의 자식 노드들을 가질 수도 있고, 이들의 각각은 쿼드트리 파티셔닝에 따라 파티셔닝될 수도 있다. 즉, 제 1 레벨의 노드들은 리프 노드들 (자식 노드들이 없음) 이거나 또는 4 개의 자식 노드들을 갖는다. QTBT 구조 (130) 의 예는 그러한 노드들을 브랜치들에 대한 실선들을 갖는 부모 노드 및 자식 노드들을 포함하는 것으로서 나타낸다. 제 1 레벨의 노드들이 최대 허용된 이진 트리 루트 노드 사이즈 (MaxBTSIZE) 보다 더 크지 않으면, 그들은 개별의 이진 트리들에 의해 추가로 파티셔닝될 수 있다. 하나의 노드의 이진 트리 스플리팅은 스플릿으로부터 발생하는 노드들이 최소 허용된 이진 트리 리프 노드 사이즈 (MinBTSIZE) 또는 최대 허용된 이진 트리 깊이 (MaxBTDepth) 에 도달할 때까지 반복될 수 있다. QTBT 구조 (130) 의 예는 그러한 노드들을 브랜치들에 대한 점선들을 갖는 것으로서 나타낸다. 이진 트리 리프 노드는, 임의의 추가 파티셔닝 없이, 예측 (예를 들어, 인트라-픽처 또는 인터-픽처 예측) 및 변환을 위해 사용되는 코딩 유닛 (CU) 으로 지칭된다. 상기 논의된 바와 같이, CU들은 또한, "비디오 블록들" 또는 "블록들" 로 지칭될 수도 있다.
- [0045] QTBT 파티셔닝 구조의 하나의 예에서, CTU 사이즈는 128×128 (루마 샘플들 및 2 개의 대응하는 64×64 크로마 샘플들) 로서 설정되고, MinQTSIZE 는 16×16 으로서 설정되고, MaxBTSIZE 는 64×64 로서 설정되고, (폭 및 높이 양자 모두에 대한) MinBTSIZE 는 4 로서 설정되고, 그리고 MaxBTDepth 는 4 로서 설정된다. 쿼드트리 파티셔닝은 쿼드트리 리프 노드들을 생성하기 위해 먼저 CTU 에 적용된다. 쿼드트리 리프 노드들은 16×16

(즉, MinQTSIZE) 으로부터 128×128 (즉, CTU 사이즈) 까지의 사이즈를 가질 수도 있다. 리프 쿼드트리 노드가 128×128 인 경우, 사이즈가 MaxBTSIZE (즉, 이 예에서는 64×64) 를 초과하기 때문에 그것은 이진 트리에 의해 추가로 스플리팅되지 않을 것이다. 그렇지 않으면, 리프 쿼드트리 노드는 이진 트리에 의해 추가로 파티셔닝될 것이다. 따라서, 쿼드트리 리프 노드는 또한 이진 트리에 대한 루트 노드이고 이진 트리 깊이를 0 으로서 갖는다. 이진 트리 깊이가 MaxBTDPTH (이 예에서는 4) 에 도달할 때, 추가의 스플리팅이 허용되지 않는다. 이진 트리 노드가 MinBTSIZE (이 예에서는 4) 와 동일한 폭을 가질 때, 그것은 추가의 수평 스플리팅이 허용되지 않음을 암시한다. 유사하게, 높이가 MinBTSIZE 와 동일한 이진 트리 노드는 그 이진 트리 노드에 대해 추가의 수직 스플리팅이 허용되지 않음을 암시한다. 상기 언급된 바와 같이, 이진 트리의 리프 노드들은 CU들로 지칭되고, 추가의 파티셔닝 없이 예측 및 변환에 따라 추가로 프로세싱된다.

[0046] 비디오 인코더 (20) 는 인트라 예측 또는 인터 예측을 이용하여 PU 에 대한 예측 블록들을 생성할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 가 인트라 예측을 이용하여 PU 의 예측 블록들을 생성하는 경우, 비디오 인코더 (20) 는 PU 와 연관된 픽처의 디코딩된 샘플들에 기초하여 PU 의 예측 블록들을 생성할 수도 있다.

[0047] 비디오 인코더 (20) 가 인터 예측을 이용하여 PU 의 예측 블록들을 생성하는 경우, 비디오 인코더 (20) 는 PU 와 연관된 픽처 이외의 하나 이상의 픽처들의 디코딩된 샘플들에 기초하여 PU 의 예측 블록들을 생성할 수도 있다. 인터 예측은 단방향 인터 예측 (즉, 단방향 예측) 또는 양방향 인터 예측 (즉, 양방향 예측) 일 수도 있다. 단방향 예측 또는 양방향 예측을 수행하기 위해, 비디오 인코더 (20) 는 현재 슬라이스에 대한 제 1 레퍼런스 픽처 리스트 (RefPicList0) 및 제 2 레퍼런스 픽처 리스트 (RefPicList1) 를 생성할 수도 있다.

[0048] 레퍼런스 픽처 리스트들의 각각은 하나 이상의 레퍼런스 픽처들을 포함할 수도 있다. 단방향 예측을 이용할 경우, 비디오 인코더 (20) 는 RefPicList0 및 RefPicList1 중 어느 하나 또는 양자 모두에서 레퍼런스 픽처들을 탐색하여 레퍼런스 픽처 내의 레퍼런스 위치를 결정할 수도 있다. 더욱이, 단방향 예측을 이용할 경우, 비디오 인코더 (20) 는, 레퍼런스 위치에 대응하는 샘플들에 적어도 부분적으로 기초하여, PU 에 대한 예측 샘플 블록들을 생성할 수도 있다. 더욱이, 단방향 예측을 이용할 경우, 비디오 인코더 (20) 는, PU 의 예측 블록과 레퍼런스 위치 간의 공간 변위를 표시하는 단일 모션 벡터를 생성할 수도 있다. PU 의 예측 블록과 레퍼런스 위치 간의 공간 변위를 표시하기 위해, 모션 벡터는 PU 의 예측 블록과 레퍼런스 위치 간의 수평 변위를 명시하는 수평 성분을 포함할 수도 있고 PU 의 예측 블록과 레퍼런스 위치 간의 수직 변위를 명시하는 수직 성분을 포함할 수도 있다.

[0049] 양방향 예측을 이용하여 PU 를 인코딩할 경우, 비디오 인코더 (20) 는 RefPicList0 에 있어서의 레퍼런스 픽처에서의 제 1 레퍼런스 위치 및 RefPicList1 에 있어서의 레퍼런스 픽처에서의 제 2 레퍼런스 위치를 결정할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 그 후, 제 1 및 제 2 레퍼런스 위치들에 대응하는 샘플들에 적어도 부분적으로 기초하여, PU 에 대한 예측 블록들을 생성할 수도 있다. 더욱이, 양방향 예측을 이용하여 PU 를 인코딩할 경우, 비디오 인코더 (20) 는 PU 의 샘플 블록과 제 1 레퍼런스 위치 간의 공간 변위를 표시하는 제 1 모션 벡터, 및 PU 의 예측 블록과 제 2 레퍼런스 위치 간의 공간 변위를 표시하는 제 2 모션 벡터를 생성할 수도 있다.

[0050] 일부 예들에서, JEM/VVC 는 또한, 인터-예측 모드로 고려될 수도 있는 아핀 모션 보상 모드를 제공한다. 아핀 모션 보상 모드에서, 비디오 인코더 (20) 는 확대 또는 축소, 회전, 원근 모션 (perspective motion), 또는 다른 불규칙한 모션 타입들과 같은 비-병진 모션을 나타내는 2 개 이상의 모션 벡터들을 결정할 수도 있다.

[0051] 비디오 인코더 (20) 가 CU 의 하나 이상의 PU들에 대한 예측 루마, Cb, 및 Cr 블록들을 생성한 후, 비디오 인코더 (20) 는 CU 에 대한 루마 잔차 블록을 생성할 수도 있다. CU 의 루마 잔차 블록에서의 각각의 샘플은 CU 의 예측 루마 블록들 중 하나에서의 루마 샘플과 CU 의 원래의 루마 코딩 블록에서의 대응하는 샘플 간의 차이를 나타낸다. 추가로, 비디오 인코더 (20) 는 CU 에 대한 Cb 잔차 블록을 생성할 수도 있다. CU 의 Cb 잔차 블록에서의 각각의 샘플은 CU 의 예측 Cb 블록들 중 하나에서의 Cb 샘플과 CU 의 원래의 Cb 코딩 블록에서의 대응하는 샘플 간의 차이를 나타낼 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 또한, CU 에 대한 Cr 잔차 블록을 생성할 수도 있다. CU 의 Cr 잔차 블록에서의 각각의 샘플은 CU 의 예측 Cr 블록들 중 하나에서의 Cr 샘플과 CU 의 원래의 Cr 코딩 블록에서의 대응하는 샘플 간의 차이를 나타낼 수도 있다.

[0052] 더욱이, 비디오 인코더 (20) 는 쿼드트리 파티셔닝을 이용하여, CU 의 루마, Cb, 및 Cr 잔차 블록들을 하나 이상의 루마, Cb, 및 Cr 변환 블록들로 분해할 수도 있다. 변환 블록은, 동일한 변환이 적용되는 샘플들의 직사각형 블록일 수도 있다. CU 의 변환 유닛 (TU) 은 루마 샘플들의 변환 블록, 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 변환 블록들, 및 변환 블록 샘플들을 변환하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색

픽처 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 갖는 픽처에서, TU 는 단일 변환 블록 및 변환 블록 샘플들을 변환하는데 사용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 따라서, CU 의 각각의 TU 는 루마 변환 블록, Cb 변환 블록, 및 Cr 변환 블록과 연관될 수도 있다. TU 와 연관된 루마 변환 블록은 CU 의 루마 잔차 블록의 서브-블록일 수도 있다. Cb 변환 블록은 CU 의 Cb 잔차 블록의 서브-블록일 수도 있다. Cr 변환 블록은 CU 의 Cr 잔차 블록의 서브-블록일 수도 있다.

[0053] 비디오 인코더 (20) 는 TU 의 루마 변환 블록에 하나 이상의 변환들을 적용하여 TU 에 대한 루마 계수 블록을 생성할 수도 있다. 계수 블록은 변환 계수들의 2-차원 어레이일 수도 있다. 변환 계수는 스칼라 양일 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 TU 의 Cb 변환 블록에 하나 이상의 변환들을 적용하여 TU 에 대한 Cb 계수 블록을 생성할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 TU 의 Cr 변환 블록에 하나 이상의 변환들을 적용하여 TU 에 대한 Cr 계수 블록을 생성할 수도 있다.

[0054] 계수 블록 (예를 들어, 루마 계수 블록, Cb 계수 블록, 또는 Cr 계수 블록) 을 생성한 후, 비디오 인코더 (20) 는 계수 블록을 양자화할 수도 있다. 양자화는 일반적으로, 변환 계수들이 그 변환 계수들을 나타내는데 사용된 데이터의 양을 가능하게는 감소시키도록 양자화되어 추가 압축을 제공하는 프로세스를 지칭한다. 더욱이, 비디오 인코더 (20) 는 픽처의 CU들의 TU들의 변환 블록들을 복원하기 위하여 변환 계수들을 역 양자화하고 변환 계수들에 역 변환을 적용할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 TU들의 복원된 변환 블록들 및 CU 의 PU들의 예측 블록들을 사용하여 CU 의 코딩 블록들을 복원할 수도 있다. 픽처의 각각의 CU 의 코딩 블록들을 복원함으로써, 비디오 인코더 (20) 는 픽처를 복원할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 복원된 픽처들을 디코딩된 픽처 버퍼 (DPB) 에 저장할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 인터 예측 및 인트라 예측을 위해 DPB 내의 복원된 픽처들을 사용할 수도 있다.

[0055] 비디오 인코더 (20) 가 계수 블록을 양자화한 후에, 비디오 인코더 (20) 는 양자화된 변환 계수들을 나타내는 선택스 엘리먼트들을 엔트로피 인코딩할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 양자화된 변환 계수들을 나타내는 선택스 엘리먼트들에 대해 컨텍스트 적응 이진 산술 코딩 (CABAC) 을 수행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 엔트로피 인코딩된 선택스 엘리먼트를 비트스트림으로 출력할 수도 있다.

[0056] 비디오 인코더 (20) 는, 코딩된 픽처들 및 연관된 데이터의 표현을 형성하는 비트들의 시퀀스를 포함하는 비트스트림을 출력할 수도 있다. 비트스트림은 네트워크 추상화 계층 (NAL) 유닛들의 시퀀스를 포함할 수도 있다. NAL 유닛들의 각각은 NAL 유닛 헤더를 포함하고 원시 바이트 시퀀스 페이로드 (Rbsp) 를 캡슐화한다. NAL 유닛 헤더는, NAL 유닛 타입 코드를 나타내는 선택스 엘리먼트를 포함할 수도 있다. NAL 유닛의 NAL 유닛 헤더에 의해 명시된 NAL 유닛 타입 코드는 NAL 유닛의 타입을 나타낸다. Rbsp 는, NAL 유닛 내에서 캡슐화되는 정수 개의 바이트들을 포함하는 선택스 구조일 수도 있다. 일부 인스턴스들에서, Rbsp 는 제로 비트들을 포함한다.

[0057] 상이한 타입들의 NAL 유닛들은 상이한 타입들의 Rbsp들을 캡슐화할 수도 있다. 예를 들어, 제 1 타입의 NAL 유닛은 PPS (picture parameter set) 에 대한 Rbsp 를 캡슐화할 수도 있고 제 2 타입의 NAL 유닛은 코딩된 슬라이스에 대한 Rbsp 를 캡슐화할 수도 있고, 제 3 타입의 NAL 유닛은 SEI (Supplemental Enhancement Information) 에 대한 Rbsp 를 캡슐화할 수도 있으며, 등등이다. PPS 는, 제로 이상의 전체 코딩된 픽처들에 적용하는 선택스 엘리먼트들을 포함할 수도 있는 선택스 구조이다. (파라미터 세트들 및 SEI 메시지들에 대한 Rbsp들과는 대조적으로) 비디오 코딩 데이터에 대한 Rbsp들을 캡슐화하는 NAL 유닛들은 비디오 코딩 계층 (VCL) NAL 유닛들로 지칭될 수도 있다. 코딩된 슬라이스를 캡슐화한 NAL 유닛은 본 명세서에서 코딩된 슬라이스 NAL 유닛으로 지칭될 수도 있다. 코딩된 슬라이스에 대한 Rbsp 는 슬라이스 헤더 및 슬라이스 데이터를 포함할 수도 있다.

[0058] 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림을 수신할 수도 있다. 추가로, 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림을 파싱하여, 비트스트림으로부터 선택스 엘리먼트들을 디코딩할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림으로부터 디코딩된 선택스 엘리먼트들에 적어도 부분적으로 기초하여 비디오 데이터의 픽처들을 복원할 수도 있다. 비디오 데이터를 복원하기 위한 프로세스는 일반적으로, 비디오 인코더 (20) 에 의해 수행되는 프로세스에 상반될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 PU들의 모션 벡터들을 사용하여 현재 CU 의 PU들에 대한 예측 블록들을 결정할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 PU들의 모션 벡터 또는 모션 벡터들을 사용하여 PU들에 대한 예측 블록들을 생성할 수도 있다.

[0059] 추가로, 비디오 디코더 (30) 는 현재 CU 의 TU들과 연관된 계수 블록들을 역 양자화할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 계수 블록들에 대해 역 변환들을 수행하여 현재 CU 의 TU들과 연관된 변환 블록들을 복원할 수

도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 현재 CU 의 PU들에 대한 예측 샘플 블록들의 샘플들을, 현재 CU 의 TU들의 변환 블록들의 대응하는 샘플들에 부가함으로써, 현재 CU 의 코딩 블록들을 복원할 수도 있다. 픽처의 각각의 CU 에 대한 코딩 블록들을 복원함으로써, 비디오 디코더 (30) 는 픽처를 복원할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 다른 픽처들을 디코딩함에 있어서 출력을 위해 및/또는 사용을 위해 디코딩된 픽처들을 디코딩된 픽처 버퍼에 저장할 수도 있다.

[0060] 차세대 비디오 애플리케이션들은 HDR 및 WCG 을 가진 캡처된 배경 (scenery) 을 나타내는 비디오 데이터로 동작하는 것으로 예상된다. 활용된 동적 범위 및 색역의 파라미터들은 비디오 콘텐츠의 2 개의 독립적인 속성들이고, 디지털 텔레비전 및 멀티미디어 서비스들의 목적들을 위한 그들의 사양들은 여러 국제 표준들에 의해 정의된다. 예를 들어, ITU-R Rec. BT.709, "Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange" 는 표준 동적 범위 (SDR) 및 표준 색역과 같은 HDTV (high definition television) 의 파라미터들을 정의한다. ITU-R Rec. BT.2020, "Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange" 는 HDR 및 WCG (예를 들어, 표준 색역을 넘어 확장되는 컬러 프라이머리 (color primary) 들을 정의하는 WCG) 와 같은 UHDTV (ultra-high definition television) 를 명시한다. Rec. BT.2100, "Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange" 는 광 색역 표현들을 지원하는 프라이머리들을 포함하여, HDR 텔레비전 사용을 위한 전달 함수들 및 표현들을 정의한다. 다른 시스템들에서의 동적 범위 및 색역 속성들을 명시하는 조직 (SDO들) 문헌들을 전개하는 다른 표준들이 또한 존재하며, 예를 들어, DCI-P3 색역은 SMPTE-231-2 (Society of Motion Picture and Television Engineers) 에서 정의되고 HDR 의 일부 파라미터들은 SMPTE-2084 에서 정의된다. 비디오 데이터에 대한 동적 범위 및 색역의 간단한 설명이 이하에 제공된다.

[0061] 동적 범위는 통상적으로 비디오 신호의 최대 및 최소 밝기 (예를 들어, 휘도) 간의 비율로서 정의된다. 동적 범위는 또한, 'f-stop' 의 관점에서 측정될 수도 있고, 여기서 하나의 f-stop 은 신호의 동적 범위의 배가 (doubling) 에 대응한다. MPEG 의 정의에서, 16 개 초과 f-stop들을 가진 밝기 변화를 특징으로 하는 콘텐츠는 HDR 콘텐츠로 지칭된다. 일부 용어들에서, 10 및 16 개의 f-stop들 간의 레벨들은 중간 동적 범위로 고려되지만, 다른 정의들에서 HDR 로 고려될 수도 있다. 본 개시의 일부 예들에서, HDR 비디오 콘텐츠는 표준 동적 범위를 가진 전통적으로 사용된 비디오 콘텐츠 (예를 들어, ITU-R Rec. BT.709 에 의해 명시된 바와 같은 비디오 콘텐츠) 보다 더 높은 동적 범위를 갖는 임의의 비디오 콘텐츠일 수도 있다.

[0062] 인간 시각 시스템 (HVS) 은 SDR 콘텐츠 및 HDR 콘텐츠보다 훨씬 더 큰 동적 범위들을 지각할 수 있다. 그러나, HVS 는 HVS 의 동적 범위를 소위 동시 범위로 좁히기 위한 적응화 메커니즘을 포함한다. 동시 범위의 폭은 현재 조명 컨디션들 (예를 들어, 현재 밝기) 에 의존할 수도 있다. UHDTV 의 예상된 HDR, HDTV 의 SDR 에 의해 제공된 동적 범위, 및 HVS 의 동적 범위의 시각화가 도 3 에 도시되지만, 정확한 범위는 각 개인 및 디스플레이에 기초하여 가변할 수도 있다.

[0063] 일부 예의 비디오 애플리케이션들 및 서비스들은 ITU Rec.709 에 의해 조절되고 약 0.1 내지 100 (종종 "nits" 로 지칭되는) m2 당 칸델라 (cd) 의 밝기 (예를 들어, 휘도) 의 범위를 통상적으로 지원하여 10 개 미만의 f-stop들을 야기하는, SDR 을 제공한다. 일부 예의 차세대 비디오 서비스들은 16 개의 f-stop들까지의 동적 범위를 제공하는 것으로 예상된다. 그러한 콘텐츠에 대한 상세한 사양들이 현재 개발 중이지만, 일부 초기 파라미터들은 SMPTE-2084 및 ITU-R Rec. 2020 에서 명시되어 있다.

[0064] HDR 이외에, 더 현실적인 비디오 경험을 위한 다른 양태는 컬러 차원이다. 컬러 차원은 통상적으로, 색역에 의해 정의된다. 도 4 는 SDR 색역 (BT.709 컬러 프라이머리들에 기초한 삼각형 (100)), 및 UHDTV 에 대해서 보다 더 넓은 색역 (BT.2020 컬러 프라이머리들에 기초한 삼각형 (102)) 을 도시하는 개념적 다이어그램이다. 도 4 는 또한, 내추럴 컬러들의 한계들을 나타내는 소위 스펙트럼 궤적 (설상의 (tongue-shaped) 영역 (104) 으로 구분됨) 을 도시한다. 도 4 에 예시된 바와 같이, BT.709 (삼각형 (100)) 컬러 프라이머리로부터 BT.2020 (삼각형 (102)) 컬러 프라이머리로 이동하는 것은 약 70 % 이상의 컬러들을 UHDTV 서비스들에 제공하는 것을 목표로 한다. D65 는 BT.709 및/또는 BT.2020 사양들에 대한 예의 백색 컬러를 명시한다.

[0065] DCI-P3, BT.709, 및 BT.2020 컬러 공간들에 대한 색역 사양들의 예들이 표 1 에 도시된다.

표 1 - 색역 파라미터들

RGB 컬러 공간 파라미터들								
컬러 공간	백색점		프라이머리 컬러들					
	xx _w	yy _w	xx _R	yy _R	xx _G	yy _G	xx _B	yy _B
DCI-P3	0.314	0.351	0.680	0.320	0.265	0.690	0.150	0.060
ITU-R BT.709	0.3127	0.3290	0.64	0.33	0.30	0.60	0.15	0.06
ITU-R BT.2020	0.3127	0.3290	0.708	0.292	0.170	0.797	0.131	0.046

[0066]

[0067] 표 1 에서 알 수 있는 바와 같이, 색역은 백색점의 X 및 Y 값들에 의해, 그리고 프라이머리 컬러들 (예를 들어, 적 (R), 녹 (G), 및 청 (B)) 의 x 및 y 값들에 의해 정의될 수도 있다. x 및 y 값들은 CIE 1931 컬러 공간에 의해 정의된 바와 같이, 컬러들의 색도 (chromaticity) (X 및 Z) 및 밝기 (Y) 로부터 도출되는 정규화된 값들을 나타낸다. CIE 1931 컬러 공간은 (예를 들어, 과장들의 관점에서) 순수 컬러들 간의 링크들 및 인간의 눈이 그러한 컬러들을 지각하는 방법을 정의한다.

[0068] HDR/WCG 비디오 데이터는 통상적으로, 4:4:4 크로마 포맷 및 매우 넓은 컬러 공간 (예를 들어, CIE XYZ) 을 가진, 성분 당 매우 높은 정밀도 (작은 부동 소수점) 로 포착 및 저장된다. 이 표현은 높은 정밀도를 타겟팅하고 거의 수학적으로 무손실이다. 그러나, HDR/WCG 비디오 데이터를 저장하기 위한 그러한 포맷은 많은 리던던시들을 포함할 수도 있고, 압축 목적들을 위해 최적이지 않을 수도 있다. HVS 기반 추정들을 가진 더 낮은 정밀도 포맷은 통상적으로 최신의 비디오 애플리케이션들을 위해 활용된다.

[0069] 압축의 목적들을 위한 비디오 데이터 포맷 컨버전 프로세스의 하나의 예는, 도 5 에 도시된 바와 같이, 3 개의 주요 프로세스들을 포함한다. 도 5 의 기법들은 소스 디바이스 (12) 에 의해 수행될 수도 있다. 선형 RGB 데이터 (110) 는 HDR/WCG 비디오 데이터일 수도 있고 부동 소수점 표현으로 저장될 수도 있다. 선형 RGB 데이터 (110) 는 동적 범위 압축을 위해 비선형 전달 함수 (TF) (112) 를 사용하여 압축될 수도 있다. 전달 함수 (112) 는 임의의 수의 비선형 전달 함수들, 예를 들어, SMPTE-2084 에서 정의된 바와 같은 PQ TF 를 사용하여 선형 RGB 데이터 (110) 를 압축할 수도 있다. 일부 예들에서, 컬러 컨버전 프로세스 (114) 는 압축된 데이터를, 하이브리드 비디오 인코더에 의한 압축에 더 적합한 더 콤팩트한 또는 강건한 컬러 공간 (예를 들어, YUV 또는 YCrCb 컬러 공간) 으로 컨버팅한다. 이 데이터는 그 후, 컨버팅된 HDR' 데이터 (118) 를 생성하기 위해 부동-대-정수 표현 양자화 유닛 (116) 을 사용하여 양자화된다. 이 예에서, HDR' 데이터 (118) 는 정수 표현이다. HDR' 데이터는 이제 하이브리드 비디오 인코더 (예를 들어, H.264, HEVC, 또는 VVC 기법들을 적용하는 비디오 인코더 (20)) 에 의한 압축에 더 적합한 포맷이다. 도 5 에 도시된 프로세스들의 순서는 예로서 주어지며, 다른 애플리케이션들에서 가변할 수도 있다. 예를 들어, 컬러 컨버전은 TF 프로세스를 선행할 수도 있다. 추가로, 추가적인 프로세싱, 예를 들어, 공간 서브샘플링이 컬러 성분들에 적용될 수도 있다.

[0070] 디코더 측에서의 역 컨버전은 도 6 에 도시된다. 도 6 의 기법들은 목적지 디바이스 (14) 에 의해 수행될 수도 있다. 컨버팅된 HDR' 데이터 (120) 는 하이브리드 비디오 디코더 (예를 들어, H.264, HEVC 또는 VVC 기법들을 적용하는 비디오 디코더 (30)) 를 사용하여 비디오 데이터를 디코딩하는 것을 통해 목적지 디바이스 (14) 에서 획득될 수도 있다. HDR' 데이터 (120) 는 그 후, 역 양자화 유닛 (122) 에 의해 역 양자화될 수도 있다. 그 후, 역 컬러 컨버전 프로세스 (124) 가 역 양자화된 HDR' 데이터에 적용될 수도 있다. 역 컬러 컨버전 프로세스 (124) 는 컬러 컨버전 프로세스 (114) 의 역일 수도 있다. 예를 들어, 역 컬러 컨버전 프로세스 (124) 는 YCrCb 포맷으로부터 다시 RGB 포맷으로 HDR' 데이터를 컨버팅할 수도 있다. 다음으로, 역 전달 함수 (126) 가 그 데이터에 적용되어 선형 RGB 데이터 (128) 를 재생성하기 위해 전달 함수

(112) 에 의해 압축되었던 동적 범위를 다시 부가할 수도 있다.

[0071] 도 5 에 도시된 기법들이 이제 더 상세히 논의될 것이다. 일반적으로, 전달 함수가 데이터 (예를 들어, HDR/WCG 비디오 데이터) 에 적용되어, 양자화로 인한 에러들이 휘도 값들의 범위에 걸쳐 (대략) 지각적으로 균일하도록 데이터의 동적 범위를 압축한다. 그러한 압축은 데이터가 더 적은 비트들로 표현되게 한다. 하나의 예에서, 전달 함수는 일차원 (1D) 비선형 함수일 수도 있고, 예를 들어, Rec. 709 에서 SDR 에 대해 명시된 바와 같이, 최종 사용자 디스플레이의 전기 광학 전달 함수 (EOTF) 의 역을 반영할 수도 있다. 다른 예에서, 전달 함수는 HVS 지각을 밝기 변화들, 예를 들어, HDR 에 대해 SMPTE-2084 에서 명시된 PQ 전달 함수로 근사화할 수도 있다. OETF 의 역 프로세스는 코드 레벨들을 다시 휘도로 맵핑하는 EOTF (전기 광학 전달 함수) 이다. 도 7 은 EOTF들로서 사용된 비선형 전달 함수의 여러 예들을 도시한다. 전달 함수들은 또한, 각각의 R, G 및 B 성분에 별도로 적용될 수도 있다.

[0072] SMPTE-2084 의 사양은 다음과 같은 EOTF 적용을 정의하였다. 전달 함수는 R'G'B' 의 비선형 표현을 초래하는 정규화된 선형 R, G, B 값들에 적용된다. SMPTE-2084 는 10000 nits (cd/m²) 의 피크 밝기와 연관되는 NORM=10000 에 의한 정규화를 정의한다.

$$\begin{aligned} R' &= PQ_TF(\max(0, \min(R/NORM, 1))) \\ G' &= PQ_TF(\max(0, \min(G/NORM, 1))) \\ B' &= PQ_TF(\max(0, \min(B/NORM, 1))) \end{aligned} \quad (1)$$

[0073]

[0074] 여기서

$$\begin{aligned} PQ_TF(L) &= ((c_1 + c_2 L^{(m_1)}) / (1 + c_3 L^{(m_1)}))^{(m_2)} \\ m_1 &= 2610/4096 \times 1/4 = 0.1593017578125 \\ m_2 &= 2523/4096 \times 128 = 78.84375 \\ c_1 &= c_3 - c_2 + 1 = 3424/4096 = 0.8359375 \\ c_2 &= 2413/4096 \times 32 = 18.8515625 \\ c_3 &= 2392/4096 \times 32 = 18.6875 \end{aligned}$$

[0075]

[0076] 범위 0..1 에 정규화된 입력 값들 (선형 컬러 값) 으로, PQ EOTF 의 정규화된 출력 값들 (비선형 컬러 값) 은 도 8 에서 시각화된다. 곡선 (131) 으로부터 알 수 있는 바와 같이, 입력 신호의 동적 범위의 1 퍼센트 (저조도 (low illumination)) 는 출력 신호의 동적 범위의 50 % 로 컨버팅된다.

[0077] 통상적으로, EOTF 는 부동 소수점 정확도를 가진 함수로서 정의되어, 역 TF (소위 OETF) 가 적용되면 이 비선형성을 가진 신호에는 어떤 에러도 도입되지 않는다. SMPTE-2084 에서 명시된 역 TF (OETF) 는 inversePQ 함수로서 정의된다:

$$\begin{aligned} \circ \quad R &= 10000 * \text{inversePQ_TF}(R') \\ \circ \quad G &= 10000 * \text{inversePQ_TF}(G') \\ \circ \quad B &= 10000 * \text{inversePQ_TF}(B') \end{aligned} \quad (2)$$

[0078]

[0079] 여기서

$$\text{inversePQ_TF}(N) = \left(\frac{\max[(N^{1/m_2} - c_1), 0]}{c_2 - c_3 N^{1/m_2}} \right)^{1/m_1}$$

$$m_1 = \frac{2610}{4096} \times \frac{1}{4} = 0.1593017578125$$

$$m_2 = \frac{2523}{4096} \times 128 = 78.84375$$

$$c_1 = c_3 - c_2 + 1 = \frac{3424}{4096} = 0.8359375$$

$$c_2 = \frac{2413}{4096} \times 32 = 18.8515625$$

$$c_3 = \frac{2392}{4096} \times 32 = 18.6875$$

[0080]

[0081] 부동 소수점 정확도로, EOTF 및 OETF 의 순차적 적용은 에러 없는 완벽한 복원을 제공한다. 그러나, 이 표현이 스트리밍 또는 브로드캐스팅 서비스들에 항상 최적은 아니다. 비선형 R'G'B' 데이터의 고정 비트 정확도에 의한 더 콤팩트한 표현이 다음의 섹션들에서 설명된다.

[0082] EOTF 및 OETF 는 현재 매우 활발한 연구 대상이며, 일부 HDR 비디오 코딩 시스템들에서 활용된 TF 는 SMPTE-2084 와 상이할 수도 있음에 주목한다.

[0083] 본 개시의 맥락에서, 용어들 "신호 값" 또는 "컬러 값" 은 이미지 엘리먼트에 대한 특정 컬러 성분 (이를 테면 R, G, B, 또는 Y) 의 값에 대응하는 휘도 레벨을 설명하는데 사용될 수도 있다. 신호 값은 통상적으로 선형 광 레벨 (휘도 값) 을 나타낸다. 용어들 "코드 레벨" 또는 "디지털 코드 값" 은 이미지 신호 값의 디지털 표현을 지칭할 수도 있다. 통상적으로, 그러한 디지털 표현은 비선형 신호 값을 나타낸다. EOTF 는 디스플레이 디바이스 (예를 들어, 디스플레이 디바이스 (32)) 에 제공된 비선형 신호 값들과 디스플레이 디바이스에 의해 생성된 선형 컬러 값들 간의 관계를 나타낸다.

[0084] RGB 가 이미지 캡처링 센서들에 의해 통상적으로 생성되는 데이터의 타입이기 때문에, RGB 데이터는 통상적으로 입력 컬러 공간으로서 활용된다. 그러나, RGB 컬러 공간은 그 성분들 중에서 높은 리던던시를 갖고 콤팩트한 표현을 위해 최적이지 않다. 더 콤팩트한 및 더 강건한 표현을 달성하기 위해, RGB 성분들은 통상적으로, 압축에 더 적합한 더 상관되지 않은 컬러 공간, 예를 들어, YCbCr 로 컨버팅된다 (예를 들어, 컬러 변환이 수행된다). YCbCr 컬러 공간은 상이한 덜 상관된 성분들에서 휘도 (Y) 와 컬러 정보 (CrCb) 의 형태로 밝기를 분리한다. 이 맥락에서, 강건한 표현은 제약된 비트레이트로 압축될 때 더 높은 레벨들의 에러 내성을 특징으로 하는 컬러 공간을 지칭할 수도 있다.

[0085] 현대의 비디오 코딩 시스템들은 통상적으로, ITU-R BT.709 또는 ITU-R BT.709 에서 명시된 바와 같이, YCbCr 컬러 공간을 사용한다. BT.709 표준에서의 YCbCr 컬러 공간은 R'G'B'로부터 Y'CbCr (비-상수 휘도 표현) 로의 다음의 컨버전 프로세스를 명시한다:

$$\begin{aligned} \circ \quad Y' &= 0.2126 * R' + 0.7152 * G' + 0.0722 * B' \\ \circ \quad Cb &= \frac{B' - Y'}{1.8556} \\ \circ \quad Cr &= \frac{R' - Y'}{1.5748} \end{aligned} \quad (3)$$

[0086]

[0087] 상기는 또한, Cb 및 Cr 성분들에 대한 분할을 회피하는 다음의 근사 컨버전을 사용하여 구현될 수 있다:

$$\begin{aligned} \circ \quad Y' &= 0.212600 * R' + 0.715200 * G' + 0.072200 * B' \\ \circ \quad Cb &= -0.114572 * R' - 0.385428 * G' + 0.500000 * B' \\ \circ \quad Cr &= 0.500000 * R' - 0.454153 * G' - 0.045847 * B' \end{aligned} \quad (4)$$

[0088]

[0089] ITU-R BT.2020 표준은 R'G'B'로부터 Y'CbCr (비-상수 휘도 표현)로의 다음의 컨버전 프로세스를 명시한다:

$$\begin{aligned} & \circ Y' = 0.2627 * R' + 0.6780 * G' + 0.0593 * B' \\ & \circ Cb = \frac{B' - Y'}{1.8814} \\ & \circ Cr = \frac{R' - Y'}{1.4746} \end{aligned} \quad (5)$$

[0090]

[0091] 상기는 또한, Cb 및 Cr 성분들에 대한 분할을 회피하는 다음의 근사 컨버전을 사용하여 구현될 수 있다:

$$\begin{aligned} & \circ Y' = 0.262700 * R' + 0.678000 * G' + 0.059300 * B' \\ & \circ Cb = -0.139630 * R' - 0.360370 * G' + 0.500000 * B' \\ & \circ Cr = 0.500000 * R' - 0.459786 * G' - 0.040214 * B' \end{aligned} \quad (6)$$

[0092]

[0093] 양자의 컬러 공간들은 정규화 상태로 유지됨에 주목해야 한다. 따라서, 범위 0...1에서 정규화된 입력 값들에 대해, 결과의 값들은 범위 0...1로 맵핑될 것이다. 일반적으로, 부동 소수점 정확도로 구현된 컬러 변환들은 완벽한 복원을 제공한다; 따라서 이 프로세스는 무손실이다.

[0094]

컬러 변환에 이어, 타겟 컬러 공간에서의 입력 데이터는 여전히 고 비트 심도 (예를 들어, 부동 소수점 정확도)로 표현될 수도 있다. 즉, 상기 설명된 모든 프로세싱 스테이지들은 통상적으로 부동 소수점 정확도 표현으로 구현된다; 따라서 그들은 무손실로 간주될 수도 있다. 그러나, 이 타입의 정확도는 대부분의 가전 제품 애플리케이션들에 있어서 리턴턴트 및 고가인 것으로 간주될 수 있다. 그러한 애플리케이션들에 대해, 타겟 컬러 공간에서의 입력 데이터는 타겟 비트 심도 고정 소수점 정확도로 컨버팅된다. 고 비트 심도 데이터는 예를 들어, 양자화 프로세스를 사용하여 타겟 비트 심도로 컨버팅될 수도 있다.

[0095]

소정의 연구들은 PQ 전달과 결합한 10 내지 12 비트 정확도가 JND (Just-Noticeable Difference) 미만의 왜곡을 가진 16 개의 f-stop들의 HDR 데이터를 제공하는데 충분하다는 것을 보여준다. 일반적으로, JND는 차이가 (예를 들어, HVS에 의해) 뚜렷하도록 하기 위해 변경되어야 하는 어떤 것 (예를 들어, 비디오 데이터)의 양이다. 10 비트 정확도로 표현된 데이터는 대부분의 최신의 비디오 코딩 솔루션들로 추가로 코딩될 수 있다. 이 컨버전 프로세스는 신호 양자화를 포함하고 손실 코딩의 엘리먼트이며 컨버팅된 데이터에 도입된 부정확도의 소스이다.

[0096]

그러한 양자화의 예는 타겟 컬러 공간에서의 코드워드들에 적용되었다. 이 예에서, YCbCr 컬러 공간이 이하에 도시된다. 부동 소수점 정확도로 표현된 입력 값들 YCbCr은 Y 값 (휘도)에 대한 고정 비트 심도 (BitDepthY) 및 크로마 값들 (Cb, Cr)에 대한 BitDepthC의 신호로 컨버팅된다.

$$\begin{aligned} & \circ D_{Y'} = \text{Clip}_{1Y} \left(\text{Round} \left((1 \ll (\text{BitDepth}_Y - 8)) * (219 * Y' + 16) \right) \right) \\ & \circ D_{Cb} = \text{Clip}_{1C} \left(\text{Round} \left((1 \ll (\text{BitDepth}_C - 8)) * (224 * Cb + 128) \right) \right) \\ & \circ D_{Cr} = \text{Clip}_{1C} \left(\text{Round} \left((1 \ll (\text{BitDepth}_C - 8)) * (224 * Cr + 128) \right) \right) \end{aligned} \quad (7)$$

[0097]

[0098] 여기서

[0099] $\text{Round}(x) = \text{Sign}(x) * \text{Floor}(\text{Abs}(x) + 0.5)$

[0100] $\text{Sign}(x) = -1 (x < 0 \text{ 인 경우}), 0 (x = 0 \text{ 인 경우}), 1 (x > 0 \text{ 인 경우})$

[0101] $\text{Floor}(x)$ 최대 정수는 x 이하임

[0102] $\text{Abs}(x) = x (x \geq 0 \text{ 인 경우}), -x (x < 0 \text{ 인 경우})$

[0103] $\text{Clip}_{1Y}(x) = \text{Clip}_3(0, (1 \ll \text{BitDepth}_Y) - 1, x)$

[0104] $\text{Clip}_{1C}(x) = \text{Clip}_3(0, (1 \ll \text{BitDepth}_C) - 1, x)$

- [0105] $\text{Clip3}(x, y, z) = x$ ($z < x$ 인 경우), y ($z > y$ 인 경우), z (그 외의 경우)
- [0106] 차세대 HDR/WCG 비디오 애플리케이션들이 HDR 및 CG 의 상이한 파라미터들로 캡처된 비디오 데이터로 동작할 것으로 예상된다. 상이한 구성의 예들은 1000 nits 까지, 또는 10,000 nits 까지의 피크 밝기를 가진 HDR 비디오 콘텐츠의 캡처일 수 있다. 상이한 색역들의 예들은 BT.709, BT.2020 뿐만 아니라 SMPTE 명시된-P3, 또는 다른 것들을 포함할 수도 있다.
- [0107] 단일 컬러 공간, 예를 들어 타겟 컬러 컨테이너가 향후 활용될 모든 다른 현재 사용된 색역들을 통합 (또는 거의 통합) 할 것으로 또한 예상된다. 그러한 타겟 컬러 컨테이너의 예는 BT.2020 및 BT.2100 을 포함한다. 단일 타겟 컬러 컨테이너의 지원은 HDR/WCG 시스템들의 표준화, 구현 및 전개를 상당히 단순화할 것인데, 이는 감소된 수의 동작 포인트들 (예를 들어, 컬러 컨테이너들, 컬러 공간들, 컬러 컨버전 알고리즘들 등의 수) 및/또는 감소된 수의 요구된 알고리즘들이 디코더 (예를 들어, 비디오 디코더 (30)) 에 의해 지원될 것이기 때문이다.
- [0108] 그러한 시스템의 하나의 예에서, 타겟 컬러 컨테이너 (예를 들어, BT.2020) 와 상이한 네이티브 색역 (예를 들어, P3 또는 BT.709) 으로 캡처된 콘텐츠는 프로세싱 이전에 (예를 들어, 비디오 인코더 (20) 에 의한 비디오 인코딩 이전에) 타겟 컨테이너로 컨버팅될 수도 있다.
- [0109] 이 컨버전 동안, P3 또는 BT.709 색역에서 캡처된 신호의 각각의 성분 (예를 들어, RGB, YUV, YCrCb 등) 에 의해 점유된 값 범위는 BT.2020 표현에서 감소될 수도 있다. 데이터가 부동 소수점 정확하게도 표현되기 때문에, 손실이 없다; 그러나, 컬러 컨버전 및 양자화와 결합될 때, 값 범위의 축소는 입력 데이터에 대해 증가된 양자화 에러를 야기한다.
- [0110] 추가로, 실세계 코딩 시스템에서, 감소된 동적 범위를 가진 신호를 코딩하는 것은, 코딩된 크로마 성분들에 대한 정확도의 상당한 손실을 야기할 수도 있고 코딩 아티팩트들, 예를 들어, 컬러 미스매치 및/또는 컬러 블리딩으로서 뷰어에 의해 관측될 것이다.
- [0111] 또한, 현대의 비디오 코딩 시스템에서 활용된 비선형성 (예를 들어, SMPTE-2084 의 전달 함수에 의해 도입됨) 및 컬러 표현들 (예를 들어, ITU-R BT.2020 또는 BT.22100) 의 일부는, 신호 표현의 동적 범위 및 컬러 성분들에 걸친, 지각된 왜곡, 및 JND (Just-Noticeable Difference) 임계치의 상당한 변화를 특징으로 하는 비디오 데이터 표현을 초래할 수도 있다. 이것은 지각된 왜곡이라 불릴 수 있다. 그러한 표현들에 대해, 루마 또는 크로마 값들의 동적 범위에 걸쳐 균일한 스칼라 양자화기를 적용하는 양자화 스킴은 양자화된 샘플들의 크기에 의존하여 지각의 상이한 메리트를 가진 양자화 에러를 도입할 수도 있다. 신호들에 대한 그러한 영향은 프로세싱된 데이터 범위 내의 동일하지 않은 신호-대-잡음비들을 초래하는 비-균일 양자화를 가진 프로세싱 시스템으로서 해석될 수도 있다.
- [0112] 그러한 표현의 예는 컬러 프라이머리들이 ITU-R Rec. BT.2020, 여기서 SMPTE-2084 전달 함수, 또는 BT.2100 에서 정의되는 NCL (Non Constant Luminance) YCbCr 컬러 공간에서 표현된 비디오 신호이다. 상기 표 1 에 예시된 바와 같이, 이 표현은 중간-범위 값들에 대해 사용된 코드워드들의 양과 비교하여 신호의 저 강도 값들에 대해 상당히 더 큰 양의 코드워드들을 할당한다 (예를 들어, 코드워드들의 30 % 는 10 nits 미만의 선형 광 샘플들을 나타내고 여기서 코드워드들의 20 % 만이 10 과 100 nits 사이의 선형 광을 나타낸다). 결과적으로, 데이터의 모든 범위들에 대한 균일한 양자화를 특징으로 하는 비디오 코딩 시스템 (예를 들어, H.265/HEVC) 은, 중간-범위 및 고 강도 샘플들 (신호의 중간 및 밝은 영역) 에 더 심각한 코딩 아티팩트들을 도입할 것인 한편, 저 강도 샘플들 (동일 신호의 어두운 영역) 에 도입된 왜곡은 (비디오의 통상적인 밝기 레벨을 가진) 통상적인 뷰잉 환경에서 뚜렷한 차이 임계치 훨씬 아래일 수도 있다.
- [0113] 그러한 표현의 다른 예는 ITU-R BT.2020/BT.2100 컬러 표현들의 크로마 성분들의 유효 동적 범위이다. 이들 컨테이너들은 종래의 컬러 컨테이너들 (예를 들어, BT.709) 보다 훨씬 더 큰 색역을 지원한다. 그러나, 특정한 표현에서 활용된 유한 비트 심도의 제약들 (예를 들어, 샘플 당 10 비트들) 하에서, 유한 비트 심도는 네이티브 컨테이너 (예를 들어, BT.709) 의 사용과 비교하여 새로운 포맷으로 (예를 들어, BT.709 색역을 가진) 종래의 콘텐츠 표현의 입도를 효과적으로 감소시킬 것이다.
- [0114] 이 상황은 도 9 의 A 및 B 에서 시각화되고, 여기서 HDR 시퀀스들의 컬러들은 xy 컬러 평면에 도시된다. 도 9 의 A 는 네이티브 BT.709 컬러 공간 (삼각형 (150)) 에서 캡처된 "Tibul" 테스트 시퀀스의 컬러들을 도시한다. 그러나, (점들로 도시된) 테스트 시퀀스의 컬러들은 BT.709 또는 BT.2020 의 전체 색역을 점유하지 않는다. 도 9 의 A 및 B 에서, 삼각형 (152) 은 BT.2020 색역을 나타낸다. 도 9 의 B 는 P3 네이티브

브 색역 (삼각형 (154)) 을 가진 "Bikes" HDR 테스트 시퀀스의 컬러들을 도시한다. 도 9 의 B 에서 알 수 있는 바와 같이, 컬러들은 xy 컬러 평면에서 네이티브 색역 (삼각형 (154)) 의 전체 범위를 점유하지 않는다; 따라서 일부 컬러 충실도는, 콘텐츠가 그 컨테이너에서 표현되면 손실될 것이다.

[0115] 결과적으로, 데이터의 모든 범위 및 컬러 성분들에 대해 균일한 양자화를 특징으로 하는 비디오 코딩 시스템 (예를 들어, H.265/HEVC) 은 BT.709 컬러 컨테이너에서의 신호와 비교하여 BT.2020 컬러 컨테이너에서의 신호의 크로마 성분들에 훨씬 더 시각적으로 지각된 왜곡을 도입할 것이다.

[0116] 일부 컬러 표현들의 동적 범위 또는 컬러 성분들에 걸친, 지각된 왜곡, 또는 JND (Just-Noticeable Difference) 임계치의 상당한 변화의 또 다른 예는 동적 범위 조정 (DRA), 또는 리셰이퍼 (reshaper) 의 적용으로부터 발생하는 컬러 공간들이다. DRA 는 전체 동적 범위 내에서 왜곡의 균일한 지각을 제공할 목적으로 동적 범위 파티션들로 파티셔닝된 비디오 데이터에 적용될 수 있다. 그러나, 독립적으로 컬러 성분에 DRA 를 적용하는 것은 결국 하나의 컬러 성분으로부터 다른 것으로의 비트레이트 재할당을 도입할 수도 있다 (예를 들어, 루마 성분들에 대해 소비되는 더 큰 비트 버킷은 크로마 성분들에 도입된 더 심각한 왜곡을 초래할 수도 있으며, 그 역도 마찬가지이다).

[0117] BT.2020 또는 BT.2100 과 같은, 최신의 컬러 표현으로 비-균일 지각 품질 코드워드 분포의 문제를 다루기 위한 다른 기법들이 제안되었다.

[0118] "Dynamic Range Adjustment SEI to enable High Dynamic Range video coding with Backward-Compatible Capability", D. Rusanovskyy, A. K. Ramasubramanian, D. Bugdayci, S. Lee, J. Sole, M. Karczewicz, VCEG document COM16-C 1027-E, September 2015 는, 하이브리드, 변환 기반 비디오 코딩 스킴 (예를 들어, H265/HEVC) 을 적용하기 전에 SMPTE-2084/BT.2020 컬러 컨테이너 내의 비디오 데이터에서 코드워드들 재분포를 달성하기 위해 동적 범위 조정 (DRA) 을 적용하는 것을 기술한다.

[0119] DRA 를 적용함으로써 달성된 재분포는 동적 범위 내에서 지각된 왜곡 (예를 들어, 신호 대 잡음비) 의 선형화를 타겟팅한다. 디코더 측에서의 이 재분포를 보상하고, 데이터를 원래의 ST 2084/BT.2020 표현으로 컨버팅하기 위해, 역 DRA 프로세스가 비디오 디코딩 후에 데이터에 적용된다.

[0120] 하나의 예에서, DRA 는 입력 값 x 의 비-오버랩된 동적 범위 파티션들 (범위들) 의 그룹 $\{R_i\}$ 에 대해 정의되는, 피스-와이즈 선형 함수 $f(x)$ 로서 구현될 수도 있고, 여기서 i 는 범위의 인덱스이다. 항 $i = 0 \dots N-1$ 이며, 여기서 N 은 DRA 함수를 정의하기 위해 활용된 범위들 $\{R_i\}$ 의 총 수이다. DRA 의 범위들은 범위 R_i , 예를 들어, $[x_i, x_{i+1} - 1]$ 에 속하는 최소 및 최대 x 값에 의해 정의되고, 여기서 x_i 및 x_{i+1} 은 각각 범위들 R_i 및 R_{i+1} 의 최소 값을 나타냄을 가정한다. 비디오 데이터의 Y (루마) 컬러 성분에 적용될 때, DRA 함수 S_y 는 모든 $x \in [x_i, x_{i+1} - 1]$ 에 적용되는 스케일 $S_{y,i}$ 및 오프셋 $O_{y,i}$ 값을 통해 정의되며, 따라서 $S_y = \{S_{y,i}, O_{y,i}\}$ 이다.

[0121] 이것으로, 임의의 R_i 및 모든 $x \in [x_i, x_{i+1} - 1]$ 에 대해, 출력 값 X 는 다음과 같이 계산된다:

$$X = S_{y,i} * (x - O_{y,i}) \quad (7)$$

[0122] 디코더에서 수행된 루마 성분 (Y) 에 대한 역 DRA 맵핑 프로세스에 대해, DRA 함수 S_y 는 모든 $X \in [X_i, X_{i+1} - 1]$ 에 적용되는 스케일 $S_{y,i}$ 및 오프셋 $O_{y,i}$ 값들의 역에 의해 정의된다.

[0124] 이것으로, 임의의 R_i , 및 모든 $X \in [X_i, X_{i+1} - 1]$ 에 대해, 복원된 값 x 는 다음과 같이 계산된다:

$$x = X/S_{y,i} + O_{y,i} \quad (8)$$

[0125] 크로마 성분들 Cb 및 Cr 에 대한 순방향 DRA 맵핑 프로세스는 다음과 같이 정의될 수도 있다. 이 예는 범위 R_i 에 속하는 Cb 컬러 성분의 샘플을 나타내는 u 항, $u \in [u_i, u_{i+1} - 1]$ 으로 주어지며, 따라서 $S_u = \{S_{u,i}, O_{u,i}\}$ 이며:

$$U = S_{u,i} * (u - O_{y,i}) + Offset \quad (9)$$

여기서 $2^{(\text{bitdepth}-1)}$ 와 동일한 Offset 은 양극 (bi-polar) Cb, Cr 신호 오프셋을 나타낸다.

크로마 성분들 Cb 및 Cr 에 대해 디코더에서 수행된 역 DRA 맵핑 프로세스는 다음과 같이 정의될 수도 있다.

예는 범위 Ri 에 속하는 리맵핑된 Cb 컬러 성분의 샘플을 나타내는 U 항, $U \in [U_i, U_{i+1} - 1]$ 으로 주어지며:

$$u = (U - Offset)/S_{u,i} + O_{y,i} \quad (10)$$

여기서 $2^{(\text{bitdepth}-1)}$ 와 동일한 Offset 은 양극 Cb, Cr 신호 오프셋을 나타낸다.

"Performance investigation of high dynamic range and wide color gamut video coding techniques", J. Zhao, S.-H. Kim, A. Segall, K. Misra, VCEG document COM16-C 1030-E, September 2015 는, Y_{2020} (ST2084/BT2020) 및 Y_{709} (BT1886/BT2020) 표현들에 대해 적용된 비디오 코딩 간의 비트레이트 할당 및 시각적으로 지각된 왜곡을 정렬하기 위해 강도 의존적 공간 가변 (블록 기반) 양자화 스킴을 기술한다. 루마 성분들에 대해 동일한 레벨의 양자화를 유지하기 위해, Y_{2020} 및 Y_{709} 에서의 신호의 양자화는 루마에 의존하는 값만큼 상이할 수도 있어, 다음인 것으로 관측되었다:

$$QP_Y_{2020} = QP_Y_{709} - f(Y_{2020}) \quad (11)$$

함수 $f(Y_{2020})$ 는 Y_{2020} 에서의 비디오의 강도 값들 (밝기 레벨) 에 대해 선형인 것으로 발견되었고, 다음으로서 근사화될 수도 있다:

$$f(Y_{2020}) = \max(0.03 * Y_{2020} - 3, 0) \quad (12)$$

인코딩 스테이지에서 도입되는 제안된 공간 가변 양자화 스킴은 ST 2084/BT.2020 표현들에서 코딩된 비디오 신호에 대한 시각적으로 지각된 신호-대-양자화 잡음비를 개선시킬 수 있는 것으로 발견되었다. 크로마 성분들에 대한 델타 QP 적용 및 QP 도출의 메커니즘은 루마로부터 크로마 성분들로의 deltaQP 전파를 가능하게 하여, 루마 성분에 도입된 비트레이트 증가로부터 크로마 성분들에 대한 어느 정도의 보상을 허용한다.

"Luma-driven chroma scaling (LCS) design, HDR CE2: Report on CE2.a-1 LCS", JCTVC-W0101, A.K. Ramasubramanian, J. Sole, D. Rusanovskyy, D. Bugdayci, M. Karczewicz 는, 프로세싱된 크로마 샘플과 연관된 밝기 정보를 활용함으로써, 크로마 정보 (예를 들어, Cb 및 Cr 성분들) 를 조정하는 방법을 기술한다. 상기의 DRA 접근법과 유사하게, Cb 크로마 샘플에 스케일 팩터 S_u 를 적용하고 Cr 크로마 샘플에 스케일 팩터 S_v 를 적용하는 것이 제안되었다. 그러나, 식들 (9) 및 (10) 에서처럼 크로마 값 u 또는 v 에 의해 액세스 가능한 범위들의 세트 {Ri} 에 대한 피스-와이즈 선형 함수 $S_u = \{S_{u,i}, Q_{u,i}\}$ 로서 DRA 함수를 정의하는 대신에, 예의 LCS 접근법은 루마 값 Y 를 활용하여 크로마 샘플에 대한 스케일 팩터를 도출한다. 이것으로, 크로마 샘플 u (또는 v) 의 순방향 LCS 맵핑은 다음으로서 수행된다:

$$U = S_{u,i}(Y) * (u - Offset) + Offset \quad (13)$$

디코더 측에서 수행된 역 LCS 프로세스는 다음과 같이 정의된다:

$$u = (U - Offset)/S_{u,i}(Y) + Offset \quad (14)$$

더 상세히, (x,y) 에 위치된 주어진 픽셀에 대해, 크로마 샘플들 Cb(x, y) 또는 Cr(x, y) 은 그들의 대응하는 루마 값 $Y'(x, y)$ 에 의해 액세스되는 그들의 LCS 함수 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 로부터 도출된 팩터로 스케일링된다.

크로마 샘플들에 대한 순방향 LCS 에서, Cb (또는 Cr) 값들 및 연관된 루마 값들 Y' 는 크로마 스케일 함수 S_{Cb} (또는 S_{Cr}) 에 대한 입력으로서 취해지고 식 (15) 에 나타난 바와 같이, Cb' 및 Cr' 로 컨버팅된다. 디코더 측에서, 역 LCS 가 적용된다. 복원된 Cb' 또는 Cr 는 식 (16) 에 나타난 바와 같이 Cb, 또는 Cr 로 컨버팅

된다.

$$\begin{aligned} Cb'(x, y) &= S_{Cb}(Y'(x, y)) * Cb(x, y), \\ Cr'(x, y) &= S_{Cr}(Y'(x, y)) * Cr(x, y) \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} Cb(x, y) &= \frac{Cb'(x, y)}{S_{Cb}(Y'(x, y))} \\ Cr(x, y) &= \frac{Cr'(x, y)}{S_{Cr}(Y'(x, y))} \end{aligned} \quad (16)$$

도 10 은 크로마 스케일링 팩터가 연관된 루마 값의 함수인, LCS 함수의 예를 도시한다. 도 10 의 예에서, LCS 함수 (153) 를 사용하여, 루마의 더 작은 값들을 가진 픽셀들의 크로마 성분들에는 더 작은 스케일링 팩터들이 곱해진다.

본 개시는 색역 컨버전에 의해 HDR 신호 표현들에 도입된 동적 범위 변화들을 보상하기 위해 크로스-성분 동적 범위 조정 (DRA) 을 포함한, DRA 를 수행하는 기법들, 방법들, 및 장치들을 설명한다. 동적 범위 조정은 컬러 미스매치, 컬러 블리딩 등을 포함한, 색역 컨버전에 의해 야기된 임의의 왜곡을 방지 및/또는 줄이는 것을 도울 수도 있다. 본 개시의 하나 이상의 예들에서, DRA 는 인코더 측에서의 (예를 들어, 소스 디바이스 (12) 의 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의한) 양자화 이전 및 디코더 측에서의 (예를 들어, 목적지 디바이스 (14) 의 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 에 의한) 역 양자화 후에, 타겟 컬러 공간, 예를 들어, YCbCr 의 각각의 컬러 성분의 값들에 대해 수행된다. 다른 예들에서, 본 개시의 DRA 기법들은 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 내에서 수행될 수도 있다.

도 11 은 본 개시의 기법들에 따라 동작하는 예의 HDR/WCG 컨버전 장치를 예시하는 블록 다이어그램이다. 도 11 에서, 실선들은 데이터 플로우를 명시하고 점선들은 제어 신호들을 명시한다. 본 개시의 기법들은 소스 디바이스 (12) 의 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의해 또는 비디오 인코더 (20) 에 의해 수행될 수도 있다. 상기 논의된 바와 같이, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 비디오 인코더 (20) 로부터 분리된 디바이스일 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 비디오 인코더 (20) 와 동일한 디바이스에 통합될 수도 있다.

도 11 에 도시된 바와 같이, RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 는 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 입력된다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의한 비디오 프리프로세싱의 맥락에서, RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 는 입력 컬러 컨테이너에 의해 정의된다. 입력 컬러 컨테이너는 비디오 데이터 (200) 를 나타내는데 사용된 컬러 프라이머리들 (예를 들어, BT.709, BT.2020, BT.2100 P3 등) 의 세트를 명시한다. 본 개시의 하나의 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 의 컬러 컨테이너 및 색역 양자 모두를 HDR' 데이터 (216) 에 대한 타겟 컬러 컨테이너 및 타겟 컬러 공간으로 컨버팅하도록 구성될 수도 있다. 입력 컬러 컨테이너와 같이, 타겟 컬러 컨테이너는 HDR' 데이터 (216) 를 나타내는데 사용된 컬러 프라이머리들의 세트를 명시할 수도 있다. 본 개시의 하나의 예에서, RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 는 HDR/WCG 비디오일 수도 있고, BT.2020 또는 P3 컬러 컨테이너 (또는 임의의 WCG) 를 가질 수도 있고, RGB 컬러 공간에 있을 수도 있다. 다른 예에서, RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 는 SDR 비디오일 수도 있고, BT.709 컬러 컨테이너를 가질 수도 있다. 하나의 예에서, HDR' 데이터 (216) 에 대한 타겟 컬러 컨테이너는 HDR/WCG 비디오 (예를 들어, BT.2020 컬러 컨테이너) 에 대해 구성되었을 수도 있고, 비디오 인코딩을 위해 더 최적의 컬러 공간 (예를 들어, YCrCb) 을 사용할 수도 있다.

본 개시의 하나의 예에서, CG 컨버터 (202) 는 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 의 컬러 컨테이너를, 입력 컬러 컨테이너 (예를 들어, 제 1 컬러 컨테이너) 로부터 타겟 컬러 컨테이너 (예를 들어, 제 2 컬러 컨테이너) 로 컨버팅하도록 구성될 수도 있다. 하나의 예로서, CG 컨버터 (202) 는 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 를 BT.709 컬러 표현으로부터 BT.2020 컬러 표현으로 컨버팅할 수도 있고, 그 예가 이하에 도시된다.

RGB BT.709 샘플들 (R_{709} , G_{709} , B_{709}) 을 RGB BT.2020 샘플들 (R_{2020} , G_{2020} , B_{2020}) 로 컨버팅하기 위한 프로세스는, 먼저 XYZ 표현으로의 컨버팅을 수반하고, 다음에 적절한 컨버전 매트릭스들을 사용하는 XYZ 로부터 RGB BT.2020 으로 컨버전이 뒤따르는 2-스텝 컨버전으로 구현될 수 있다.

$$\begin{aligned} X &= 0.412391 * R_{709} + 0.357584 * G_{709} + 0.180481 * B_{709} \\ Y &= 0.212639 * R_{709} + 0.715169 * G_{709} + 0.072192 * B_{709} \\ Z &= 0.019331 * R_{709} + 0.119195 * G_{709} + 0.950532 * B_{709} \end{aligned} \quad (17)$$

[0151]

[0152] XYZ로부터 $R_{2020}G_{2020}B_{2020}$ (BT.2020) 으로의 컨버전:

$$\begin{aligned} R_{2020} &= \text{clipRGB}(1.716651 * X - 0.355671 * Y - 0.253366 * Z) \\ G_{2020} &= \text{clipRGB}(-0.666684 * X + 1.616481 * Y + 0.015768 * Z) \\ B_{2020} &= \text{clipRGB}(0.017640 * X - 0.042771 * Y + 0.942103 * Z) \end{aligned} \quad (18)$$

[0153]

[0154] 유사하게, 단일 스텝 및 추천된 방법은 다음과 같다:

$$\begin{aligned} R_{2020} &= \text{clipRGB}(0.627404078626 * R_{709} + 0.329282097415 * G_{709} + \\ &\quad 0.043313797587 * B_{709}) \\ G_{2020} &= \text{clipRGB}(0.069097233123 * R_{709} + 0.919541035593 * G_{709} + \\ &\quad 0.011361189924 * B_{709}) \\ B_{2020} &= \text{clipRGB}(0.016391587664 * R_{709} + 0.088013255546 * G_{709} + \\ &\quad 0.895595009604 * B_{709}) \end{aligned} \quad (7)$$

[0155]

[0156] CG 컨버전 이후의 결과의 비디오 데이터는 도 11에 RGB 타겟 CG 비디오 데이터 (204)로서 도시된다. 본 개시의 다른 예들에서, 입력 데이터 및 출력 HDR' 데이터에 대한 컬러 컨테이너는 동일할 수도 있다. 그러한 예에서, CG 컨버터 (202)는 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200)에 어떤 컨버전도 수행할 필요는 없다.

[0157] 다음으로, 전달 함수 유닛 (206)은 RGB 타겟 CG 비디오 데이터 (204)의 동적 범위를 압축한다. 전달 함수 유닛 (206)은 도 5를 참조하여 상기 논의된 바와 동일한 방식으로 동적 범위를 압축하기 위해 전달 함수를 적용하도록 구성될 수도 있다. 컬러 컨버전 유닛 (208)은 RGB 타겟 CG 컬러 데이터 (204)를 입력 컬러 컨테이너의 컬러 공간 (예를 들어, RGB)으로부터 타겟 컬러 컨테이너의 컬러 공간 (예를 들어, YCrCb)으로 컨버팅한다. 도 5를 참조하여 상기 설명된 바와 같이, 컬러 컨버전 유닛 (208)은 압축된 데이터를, 하이브리드 비디오 인코더 (예를 들어, 비디오 인코더 (20))에 의한 압축에 더 적합한 더 콤팩트한 또는 강건한 컬러 공간 (예를 들어, YUV 또는 YCrCb 컬러 공간)으로 컨버팅한다.

[0158] 조정 유닛 (210)은 DRA 파라미터를 추정 유닛 (212)에 의해 도출된 DRA 파라미터들에 따라 컬러 컨버팅된 비디오 데이터의 동적 범위 조정 (DRA)을 수행하도록 구성된다. 일반적으로, CG 컨버터 (202)에 의한 CG 컨버전 및 전달 함수 유닛 (206)에 의한 동적 범위 압축 이후에, 결과의 비디오 데이터의 실제 컬러 값들은 특정한 타겟 컬러 컨테이너의 색역에 대해 할당된 모든 이용가능한 코드워드들 (예를 들어, 각각의 컬러를 나타내는 고유한 비트 시퀀스들)을 사용하지 않을 수도 있다. 즉, 일부 상황들에서, 입력 컬러 컨테이너로부터 출력 컬러 컨테이너로의 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200)의 컨버전은 결과적인 압축된 비디오 데이터가 모든 가능한 컬러 표현들을 효율적으로 사용하지 않도록, 비디오 데이터의 컬러 값들 (예를 들어, Cr 및 Cb)을 과도하게 압축할 수도 있다. 상기 설명된 바와 같이, 컬러들에 대한 감소된 범위의 값들을 가진 신호를 코딩하는 것은, 코딩된 크로마 성분들에 대한 정확도의 상당한 손실을 야기할 수도 있고 코딩 아티팩트들, 예를 들어 컬러 미스매치 및/또는 컬러 블리딩으로서 뷰어에 의해 관측될 것이다.

[0159] 조정 유닛 (210)은 특정한 타겟 컬러 컨테이너에 대해 이용가능한 코드워드들을 완전히 사용하기 위해 동적 범위 압축 및 컬러 컨버전 이후에 비디오 데이터, 예를 들어, RGB 타겟 CG 비디오 데이터 (204)의 컬러 성분들 (예를 들어, YCrCb)에 DRA 파라미터들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 조정 유닛 (210)은 DRA 파라미터를 비디오 데이터에 픽셀 레벨에서 (예를 들어, 픽셀의 각각의 컬러 성분)에 적용할 수도 있다. 일반적으로, DRA 파라미터들은 실제 비디오 데이터를 나타내는데 사용된 코드워드들을 가능한 한 많은 타겟 컬러 컨테이너에 대해 이용가능한 코드워드들로 확장하는 함수를 정의한다.

[0160] 본 개시의 하나의 예에서, DRA 파라미터들은 비디오 데이터의 컬러 성분들 (예를 들어, 루마 (Y) 및 크로마 (Cr, Cb) 컬러 성분들)에 적용되는 스케일 및 오프셋 값을 포함한다. 오프셋 파라미터는 타겟 컬러 컨테이너에 대한 이용가능한 코드워드들의 중심에 컬러 성분들의 값들을 센터링하는데 사용될 수도 있다. 예를 들

어, 타겟 컬러 컨테이너가 컬러 성분 당 1024 개의 코드워드들을 포함하면, 오프셋 값은 중심 코드워드가 코드워드 512 (예를 들어, 한가운데의 코드워드) 로 이동되도록 선택될 수도 있다. 다른 예들에서, 오프셋 파라미터는 타겟 컬러 컨테이너에서의 전체 표현이 코딩 아티팩트들을 방지하는데 있어서 보다 효율적하도록 입력 코드워드들의, 출력 코드워드들에 대한 더 나은 맵핑을 제공하는데 사용될 수도 있다.

[0161] 하나의 예에서, 조정 유닛 (210) 은 DRA 파라미터들을 다음과 같은 타겟 컬러 공간 (예를 들어, YCrCb) 에서의 비디오 데이터에 적용하며:

$$\begin{aligned} - \quad Y'' &= \text{scale1} * Y' + \text{offset1} \\ - \quad Cb'' &= \text{scale2} * Cb' + \text{offset2} \\ - \quad Cr'' &= \text{scale3} * Cr' + \text{offset3} \end{aligned} \quad (19)$$

[0162]

[0163] 여기서 신호 성분들 Y' , Cb' 및 Cr' 는 RGB 대 YCbCr 컨버전으로부터 생성된 신호이다 (식 (3) 의 예). Y' , Cb' 및 Cr' 가 또한, 비디오 디코더 (30) 에 의해 디코딩된 비디오 신호일 수도 있음에 주목한다. Y'' , Cb'' 및 Cr'' 는 DRA 파라미터들이 각각의 컬러 성분에 적용된 후의 비디오 신호의 컬러 성분들이다.

[0164] 상기 예에서 알 수 있는 바와 같이, 각각의 컬러 성분은 상이한 스케일 및 오프셋 파라미터들에 관련된다. 예를 들어, scale1 및 offset1 이 Y' 성분을 위해 사용되고, scale2 및 offset2 가 Cb' 성분을 위해 사용되고, 그리고 scale3 및 offset3 이 Cr' 성분을 위해 사용된다. 이는 단지 일 예일 뿐임을 이해해야 한다. 다른 예들에서, 동일한 스케일 및 오프셋 값들이 모든 컬러 성분을 위해 사용될 수도 있다. 이하에 더 상세히 설명될 바와 같이, DRA 파라미터들 도출 유닛 (312) 은 루마 성분들에 대해 결정된 스케일 값들의 함수로서 크로마 성분들 (예를 들어, Cr , Cb) 의 스케일 값들을 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0165] 다른 예들에서, 각각의 컬러 성분은 다중 스케일 및 오프셋 파라미터들과 연관될 수도 있다. 예를 들어, Cr 또는 Cb 컬러 성분들에 대한 크로마 값들의 실제 분포는 코드워드들의 상이한 파티션들 또는 범위들에 대해 상이할 수도 있다. 하나의 예로서, 중심 코드워드 (예를 들어, 코드워드 512) 아래에 있는 것보다 더 고유한 코드워드들이 중심 코드워드 위에서 사용될 수도 있다. 그러한 예에서, 조정 유닛 (210) 은 (예를 들어, 중심 코드워드보다 더 큰 값들을 가지는) 중심 코드워드 위에서 크로마 값들에 대한 스케일 및 오프셋 파라미터들의 하나의 세트를 적용하고, (예를 들어, 중심 코드워드 미만의 값들을 가지는) 중심 코드워드 아래에서 크로마 값들에 대한 스케일 및 오프셋 파라미터들의 상이한 세트를 적용하도록 구성될 수도 있다.

[0166] 상기 예에서 알 수 있는 바와 같이, 조정 유닛 (210) 은 스케일 및 오프셋 DRA 파라미터들을 선형 함수로서 적용한다. 이로써, 조정 유닛 (210) 이 컬러 컨버전 유닛 (208) 에 의한 컬러 컨버전 이후에 타겟 컬러 공간에서 DRA 파라미터들을 적용할 필요는 없다. 이는 컬러 컨버전 자체가 선형 프로세스이기 때문이다. 이로써, 다른 예들에서, 조정 유닛 (210) 은 임의의 컬러 컨버전 프로세스 이전에 네이티브 컬러 공간 (예컨대, RGB) 에서 비디오 데이터에 DRA 파라미터들을 적용할 수도 있다. 이 예에서, 컬러 컨버전 유닛 (208) 은 조정 유닛 (210) 이 DRA 파라미터들을 적용한 후에, 컬러 컨버전을 적용할 것이다.

[0167] 본 개시의 다른 예에서, 조정 유닛 (210) 은 다음과 같이 타겟 컬러 공간 또는 네이티브 컬러 공간에서 DRA 파라미터들을 적용할 수도 있다:

$$\begin{aligned} - \quad Y'' &= (\text{scale1} * (Y' - \text{offsetY}) + \text{offset1}) + \text{offsetY}; \\ - \quad Cb'' &= \text{scale2} * Cb' + \text{offset2} \\ - \quad Cr'' &= \text{scale3} * Cr' + \text{offset3} \end{aligned} \quad (20)$$

[0168]

[0169] 이 예에서, 파라미터 scale1 , scale2 , scale3 , offset1 , offset2 , 및 offset3 은 상기 설명된 바와 동일한 의미를 갖는다. 파라미터 offsetY 는 신호의 밝기를 반영하는 파라미터이고, Y' 의 평균 값과 동일할 수 있다. 다른 예들에서, offsetY 와 유사한 오프셋 파라미터는 입력 및 출력 표현들에서 중심 값의 맵핑을 더 잘 보존하기 위해 Cb' 및 Cr' 성분들에 대해 적용될 수도 있다.

[0170] 본 개시의 다른 예에서, 조정 유닛 (210) 은 네이티브 컬러 공간 또는 타겟 컬러 공간 이외의 컬러 공간에서 DRA 파라미터들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 일반적으로, 조정 유닛 (210) 은 다음과 같이 DRA 파라미터들을 적용하도록 구성될 수도 있으며:

- $A' = \text{scale1} * A + \text{offset1};$
- $B' = \text{scale2} * B + \text{offset2}$ (21)
- $C' = \text{scale3} * C + \text{offset3}$

[0171]

[0172]

여기서 신호 성분들 A, B 및 C 는 타겟 컬러 공간, 예를 들어 RGB 또는 중간 컬러 공간과는 상이한 컬러 공간에서의 신호 성분들이다.

[0173]

본 개시의 다른 예들에서, 조정 유닛 (210) 은 DRA 를 수행하기 위해 선형 전달 함수를 비디오에 적용하도록 구성된다. 그러한 전달 함수는 동적 범위를 압축하기 위해 전달 함수 유닛 (206) 에 의해 사용된 전달 함수와는 상이하다. 상기 정의된 스케일 및 오프셋 항들과 유사하게, 조정 유닛 (210) 에 의해 적용된 전달 함수는 컬러 값들을 타겟 컬러 컨테이너에서의 이용가능한 코드워드들로 확장 및 센터링하는데 사용될 수도 있다. DRA 를 수행하기 위해 전달 함수를 적용하는 예가 이하에 도시된다:

- $Y'' = \text{TF2}(Y')$
- $Cb'' = \text{TF2}(Cb')$
- $Cr'' = \text{TF2}(Cr')$

[0174]

[0175]

항 TF2 는 조정 유닛 (210) 에 의해 적용된 전달 함수를 명시한다. 일부 예들에서, 조정 유닛 (210) 은 성분들의 각각에 상이한 전달 함수들을 적용하도록 구성될 수도 있다.

[0176]

본 개시의 다른 예에서, 조정 유닛 (210) 은 단일 프로세스에서 컬러 컨버전 유닛 (208) 의 컬러 컨버전과 공동으로 DRA 파라미터들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 즉, 조정 유닛 (210) 및 컬러 컨버전 유닛 (208) 의 선형 함수들은 결합될 수도 있다. f1 및 f2 가 RGB 대 YCbCr 매트릭스 및 DRA 스케일링 팩터들의 조합인, 결합된 애플리케이션의 예가 이하에 도시된다:

$$Cb = \frac{B' - Y'}{f1}; Cr = \frac{R' - Y'}{f2}$$

[0177]

[0178]

본 개시의 다른 예에서, DRA 파라미터들을 적용한 후에, 조정 유닛 (210) 은 비디오 데이터가 소정의 타겟 컬러 컨테이너에 대해 명시된 코드워드들의 범위 밖의 값들을 갖는 것을 방지하기 위해 클리핑 프로세스를 수행하도록 구성될 수도 있다. 일부 상황들에서, 조정 유닛 (210) 에 의해 적용된 스케일 및 오프셋 파라미터들은 일부 컬러 성분 값들이 허용가능한 코드워드들의 범위를 초과하게 할 수도 있다. 이 경우에, 조정 유닛 (210) 은 범위를 초과하는 성분들의 값들을 범위에서의 최대 값으로 클리핑하도록 구성될 수도 있다.

[0179]

조정 유닛 (210) 에 의해 적용된 DRA 파라미터들은 DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 에 의해 결정될 수도 있다. DRA 파라미터 추정 유닛 (212) 이 DRA 파라미터들을 업데이트하는 주파수 및 시간 인스턴스들은 유연하다. 예를 들어, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 은 시간 레벨 (temporal level) 에서 DRA 파라미터들을 업데이트할 수도 있다. 즉, 새로운 DRA 파라미터들은 픽처들의 그룹 (GOP), 또는 단일 픽처 (프레임) 에 대해 결정될 수도 있다. 이 예에서, RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 는 GOP 또는 단일 픽처일 수도 있다. 다른 예들에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 은 공간 레벨에서, 예를 들어 슬라이스 타일, 또는 블록 레벨에서 DRA 파라미터들을 업데이트할 수도 있다. 이 맥락에서, 비디오 데이터의 블록은 매크로블록, 코딩 트리 유닛 (CTU), 코딩 유닛, 또는 블록의 임의의 다른 사이즈 및 형상일 수도 있다. 블록은 정사각형, 직사각형, 또는 임의의 다른 형상일 수도 있다. 이에 따라, DRA 파라미터들은 더 효율적인 시간 및 공간 예측 및 코딩을 위해 사용될 수도 있다.

[0180]

본 개시의 하나의 예에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 은 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 의 네이티브 색역 및 타겟 컬러 컨테이너의 색역의 대응에 기초하여, DRA 파라미터들을 도출할 수도 있다. 예를 들어, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 은 소정의 네이티브 색역 (예를 들어, BT.709) 및 타겟 컬러 컨테이너의 색역 (예를 들어, BT.2020) 이 주어질 때 스케일 및 오프셋 값들을 결정하기 위해 미리정의된 규칙들의 세트를 이용할 수도 있다.

[0181]

일부 예들에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 은 네이티브 색역의 미리 정의된 프라임리 값들로부터가 아니고 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200) 에서 컬러 값들의 실제 분포로부터 primeN 에서의 프라임리들 좌

표들을 결정함으로써 DRA 파라미터들을 추정하도록 구성될 수도 있다. 즉, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (200)에 존재하는 실제 컬러들을 분석하고, DRA 파라미터들을 계산하기 위해 상기 설명된 함수에서 그러한 분석으로부터 결정된 프라이머리 컬러 값들 및 백색점을 사용하도록 구성될 수도 있다. 상기 정의된 일부 파라미터들의 근사화는 계산을 용이하게 하기 위해 DRA로서 사용될 수도 있다.

[0182] 본 개시의 다른 예들에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 타겟 컬러 컨테이너의 색역 뿐만 아니라 타겟 컬러 공간에 기초하여, DRA 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다. 성분 값들의 값들의 실제 분포들은 컬러 공간으로부터 컬러 공간으로 상이할 수도 있다. 예를 들어, 크로마 값 분포들은 일정하지 않은 휘도를 갖는 YCbCr 컬러 공간들과 비교하여, 일정한 휘도를 갖는 YCbCr 공간들에 대해 상이할 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 DRA 파라미터들을 결정하기 위해 상이한 컬러 공간들의 컬러 분포들을 사용할 수도 있다.

[0183] 본 개시의 다른 예들에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 비디오 데이터를 프리-프로세싱 및/또는 인코딩하는 것과 연관된 소정의 비용 함수들을 최소화하도록 DRA 파라미터들에 대한 값들을 도출하도록 구성될 수도 있다. 하나의 예로서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 양자화 유닛 (214)에 의해 도입된 양자화 에러들을 최소화한 DRA 파라미터들을 추정하도록 구성될 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 DRA 파라미터들의 상이한 세트들이 적용된, 비디오 데이터에 대해 양자화 에러 테스트들을 수행함으로써 그러한 에러를 최소화할 수도 있다. 다른 예에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 지각적인 방식으로 양자화 유닛 (214)에 의해 도입된 양자화 에러들을 최소화하는 DRA 파라미터들을 추정하도록 구성될 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 DRA 파라미터들의 상이한 세트들이 적용된, 비디오 데이터에 대한 지각적 에러 테스트들에 기초하여 그러한 에러를 최소화할 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 그 후 최저 양자화 에러를 생성한 DRA 파라미터들을 선택할 수도 있다.

[0184] 다른 예에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 조정 유닛 (210)에 의해 수행된 DRA와 비디오 인코더 (20)에 의해 수행된 비디오 인코딩 양자 모두와 연관된 비용 함수를 최소화하는 DRA 파라미터들을 선택할 수도 있다. 예를 들어, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 DRA를 수행하고, DRA 파라미터들의 다중 상이한 세트들로 비디오 데이터를 인코딩할 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 DRA 및 비디오 인코딩으로부터 발생하는 비트레이트의 가중 합 뿐만 아니라, 이들 2개의 손실 프로세스에 의해 도입된 왜곡을 형성함으로써 DRA 파라미터들의 각각 세트에 대한 비용 함수를 계산할 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 그 후 비용 함수를 최소화하는 DRA 파라미터들의 세트를 선택할 수도 있다.

[0185] DRA 파라미터 추정에 대한 상기 기법들의 각각에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 각각의 성분에 대해 별도로 DRA 파라미터들을 그 성분들에 관한 정보를 사용하여 결정할 수도 있다. 다른 예들에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 크로스-성분 정보를 사용하여 DRA 파라미터들을 결정할 수도 있다. 예를 들어, 이하에 더 상세히 논의될 바와 같이, 루마 (Y) 성분에 대해 도출된 DRA 파라미터들 (예를 들어, 스케일)은 크로마 성분들 (Cr 및/또는 Cb)에 대한 DRA 파라미터들 (예를 들어, 스케일)을 도출하는데 사용될 수도 있다.

[0186] DRA 파라미터들을 도출하는 것에 더하여, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 인코딩된 비트스트림에서 DRA 파라미터들을 시그널링하도록 구성될 수도 있다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 직접 DRA 파라미터들을 표시하는 하나 이상의 신택스 엘리먼트들을 시그널링할 수도 있거나, 또는 하나 이상의 신택스 엘리먼트들을 시그널링을 위해 비디오 인코더 (20)에 제공하도록 구성될 수도 있다. 파라미터들의 그러한 신택스 엘리먼트들은, 비디오 디코더 (30) 및/또는 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)이 그의 네이티브 컬러 컨테이너에서 비디오 데이터를 복원하기 위해 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)의 프로세스의 역을 수행할 수도 있도록 비트스트림에서 시그널링될 수도 있다. DRA 파라미터들을 시그널링하기 위한 예의 기법들이 이하에 논의된다.

[0187] 하나의 예에서, DRA 파라미터들 추정 유닛 (212)은 메타데이터로서 인코딩된 비디오 비트스트림에서, 보충 향상 정보 (SEI) 메시지에서, 비디오 이용가능성 정보 (VUI)에서, 비디오 파라미터 세트 (VPS)에서, 시퀀스 파라미터 세트 (SPS)에서, 픽처 파라미터 세트에서, 슬라이스 헤더에서, CTU 헤더에서, 또는 비디오 데이터 (예를 들어, GOP, 픽처들, 블록들, 매크로블록, CTU들 등)의 사이즈에 대한 DRA 파라미터들을 표시하기에 적합한 임의의 다른 신택스 구조에서 하나 이상의 신택스 엘리먼트들을 시그널링할 수도 있다.

[0188] 일부 예들에서, 하나 이상의 신택스 엘리먼트들은 DRA 파라미터들을 명시적으로 표시한다. 예를 들어, 하나 이상의 신택스 엘리먼트들은 DRA에 대한 다양한 스케일 및 오프셋 값들일 수도 있다. 다른 예들에서, 하나 이상의 신택스 엘리먼트들은 DRA에 대한 스케일 및 오프셋 값들을 포함하는 룩업 테이블 내로의 하나 이상의 인덱스들일 수도 있다. 또 다른 예들에서, 하나 이상의 신택스 엘리먼트들은 DRA에 대해 사용할 선형 전달

함수를 명시하는 룩업 테이블 내로의 인덱스들일 수도 있다.

- [0189] 다른 예들에서, DRA 파라미터들은 명시적으로 시그널링되는 것이 아니라, 오히려 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)/비디오 인코더 (20) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)/비디오 디코더 (30) 양자 모두는 비트스트림으로부터 구별할 수 있는 비디오 데이터의 동일한 정보 및/또는 특성들을 사용하여 동일한 미리정의된 프로세스를 사용하여 DRA 파라미터들을 도출하도록 구성된다.
- [0190] 조정 유닛 (210) 이 DRA 파라미터들을 적용한 후에, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 그 후 양자화 유닛 (214) 을 사용하여 비디오 데이터를 양자화할 수도 있다. 양자화 유닛 (214) 은 도 5 를 참조하여 상기 설명된 바와 동일한 방식으로 동작할 수도 있다. 양자화 후에, 비디오 데이터는 이제 HDR' 데이터 (216) 의 타겟 프라이머리들의 타겟 컬러 공간 및 타겟 색역에서 조정된다. HDR' 데이터 (216) 는 그 후, 압축을 위해 비디오 인코더 (20) 로 전송될 수도 있다.
- [0191] 도 12 는 본 개시의 기법들에 따른 예의 HDR/WCG 역 컨버전 장치를 예시하는 블록 다이어그램이다. 도 12 에 도시된 바와 같이, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 도 11 의 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의해 수행된 기법들의 역을 적용하도록 구성될 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 의 기법들은 비디오 디코더 (30) 에 통합되고, 비디오 디코더 (30) 에 의해 수행될 수도 있다.
- [0192] 하나의 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 인코더 (20) 에 의해 인코딩된 비디오 디코더를 디코딩하도록 구성될 수도 있다. 디코딩된 비디오 데이터 (타겟 컬러 컨테이너에서의 HDR' 데이터 (316)) 는 그 후, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 으로 포워딩된다. 역 양자화 유닛 (314) 은 도 11 의 양자화 유닛 (214) 에 의해 수행된 양자화 프로세스를 역전시키기 위해 HDR' 데이터 (316) 에 대해 역 양자화 프로세스를 수행한다.
- [0193] 비디오 디코더 (30) 는 또한, 도 11 의 DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 에 의해 생성된 하나 이상의 선택스 엘리먼트들 중 임의의 것을 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 의 DRA 파라미터들 도출 유닛 (312) 으로 디코딩 및 전송하도록 구성될 수도 있다. DRA 파라미터들 도출 유닛 (312) 은 상기 설명된 바와 같이, 하나 이상의 선택스 엘리먼트들에 기초하여 DRA 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 하나 이상의 선택스 엘리먼트들은 DRA 파라미터들을 명시적으로 표시한다. 다른 예들에서, DRA 파라미터들 도출 유닛 (312) 은 도 11 의 DRA 파라미터들 추정 유닛 (212) 에 의해 사용된 동일한 기법들을 사용하여 DRA 파라미터들을 도출하도록 구성된다.
- [0194] DRA 파라미터들 도출 유닛 (312) 에 의해 도출된 파라미터들은 역 조정 유닛 (310) 으로 전송된다. 역 조정 유닛 (310) 은 조정 유닛 (210) 에 의해 수행된 선형 DRA 조정의 역을 수행하기 위해 DRA 파라미터들을 사용한다. 역 조정 유닛 (310) 은 조정 유닛 (210) 에 대해 상기 설명된 조정 기법들 중 임의의 기법의 역을 적용할 수도 있다. 추가로, 조정 유닛 (210) 과 같이, 역 조정 유닛 (310) 은 임의의 역 컬러 컨버전 이전 또는 이후에 역 DRA 를 적용할 수도 있다. 이로써, 역 조정 유닛 (310) 은 타겟 컬러 컨테이너 또는 네이티브 컬러 컨테이너에서의 비디오 데이터에 대해 DRA 파라미터를 적용할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 조정 유닛 (310) 은 역 양자화 유닛 (314) 전에 역 조정을 적용하기 위해 포지셔닝될 수도 있다.
- [0195] 역 컬러 컨버전 유닛 (308) 은 비디오 데이터를 타겟 컬러 공간 (예를 들어, YCbCr) 으로부터 네이티브 컬러 공간 (예를 들어, RGB) 으로 컨버팅한다. 역 전달 함수 (306) 는 그 후 비디오 데이터의 동적 범위를 압축해제하기 위해 전달 함수 (206) 에 의해 적용된 전달 함수의 역을 적용한다. 일부 예들에서, 결과의 비디오 데이터 (RGB 타겟 CG (304)) 는 여전히 타겟 색역에 있지만, 이제 네이티브 동적 범위 및 네이티브 컬러 공간에 있다. 다음으로, 역 CG 컨버터 (302) 는 RGB 네이티브 CG (300) 를 복원하기 위해 RGB 타겟 CG (304) 를 네이티브 색역으로 컨버팅한다.
- [0196] 일부 예들에서, 추가적인 포스트-프로세싱 기법들이 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 에 의해 채용될 수도 있다. DRA 를 적용하는 것은 비디오를 그의 실제 네이티브 색역 밖에 둘 수도 있다. 양자화 유닛 (214) 및 역 양자화 유닛 (314) 에 의해 수행된 양자화 단계를 뿐만 아니라, 조정 유닛 (210) 및 역 조정 유닛 (310) 에 의해 수행된 업 및 다운-샘플링 기법들은 네이티브 색역 밖에 있는 네이티브 컬러 컨테이너에서의 결과적인 컬러 값들에 기여할 수도 있다. 네이티브 색역이 공지될 경우에 (또는 상기 설명된 바와 같이, 시그널링되는 경우, 실제 최소 콘텐츠스 프라이머리들), 추가적인 프로세싱이 DRA 에 대한 포스트-프로세싱으로서 의도된 색역으로 다시 컬러 값들 (예를 들어, RGB 또는 Cb 및 Cr) 을 변환하기 위해 RGB 네이티브 CG 비디오 데이터 (304) 에 적용될 수 있다. 다른 예들에서, 그러한 포스트-프로세싱은 양자화 이후 또는 DRA 애플리케이션 이후에 적용될 수도 있다.

[0197] 이하의 하나 이상의 예들에 따르면, 본 개시는 H.264/AVC, H.265/HEVC 또는 차세대 코덱들 (예를 들어, VVC) 과 같은 이미지 및 비디오 코딩 시스템들의 압축 효율을 개선시키기 위한 크로스-성분 동적 범위 조정 (CC-DRA) 을 위한 기법들 및 디바이스들을 설명한다. 보다 구체적으로, 본 개시는, (예를 들어, 신호의 네이티브 색역, 로컬 밝기 레벨, 전송 특성들, 또는 컬러 컨테이너 특성들과 같은) 프로세싱된 비디오 신호의 특성들 및/또는 루마 성분에 적용된 DRA 함수의 파라미터들을 활용함으로써, 크로마 성분들 (예를 들어, Cb 및 Cr) 에 적용되는 CC-DRA 의 파라미터들을 도출하기 위한 기법들 및 디바이스들을 설명한다.

[0198] DRA 함수 $S_y = \{S_{y,i}, O_{y,i}\}$ 가 Y 성분에 적용되고 크로마 성분들 (예를 들어, Cb, Cr) 에 적용되는 CC-DRA 함수가 LCS 함수들 S_{cb} (또는 S_{cr}) 에 의해 명시됨을 가정한다. 다음의 기법들 중 하나 이상은, CC-DRA 및 그 의 LCS 함수들 S_{cb} (또는 S_{cr}) 의 파라미터들을 도출하기 위해, 독립적으로, 또는 임의의 적합한 조합으로 적용 될 수도 있다.

[0199] 다음의 예들은 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 을 참조하여 설명될 것이다. 그러나, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의해 수행된 모든 프로세스들 또한 비디오 인코딩 루프의 부분으로서 비디오 인코더 (20) 내에서 수행될 수도 있음을 이해해야 한다. 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 과 동일한 기법들을, 그러나 상반된 방식으로 수행하도록 구성될 수도 있다. 특히, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 과 동일한 방식으로 크로마 성분들의 CC-DRA 에 대한 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다. 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 에 의해 수행된 모든 프로세스들은 또한, 비디오 디코딩 루프의 부분으로서 비디오 디코더 (30) 내에서 수행될 수도 있다.

[0200] 도 11 및 도 12 를 참조하여 상기 설명된 바와 같이, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 이미지 또는 비디오 압축 시스템 (예를 들어, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30)) 으 로 압축에 더 효율적인 표현을 달성하기 위해 비디오 데이터의 비디오 성분들 중 3 개의 성분들 (예를 들어, YCbCr) 에 DRA 를 적용할 수도 있다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 루마 성분 (Y) 에 DRA 함수 S_y 를 적용할 수도 있고 LCS 함수들 S_{cb} (또는 S_{cr}) 로 크로마 성분들 (예를 들어, Cb, Cr) 에 CC-DRA 를 적용할 수도 있다.

[0201] 본 개시의 하나의 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 도 11 을 참조하여 상기 설명된 방식으로 비디오 데이터의 루마 성분들에 대한 DRA 파라미터들 (예를 들어, 스케일 및 오프셋) 을 도출하도록 구성될 수도 있다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 또한, 도 11 을 참조하여 상기 설명된 방식으로 크로마 성분들에 대한 오프셋 파라미터를 도출하도록 구성될 수도 있다. 본 개시의 하나의 예에 따르면, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 Y 성분에 적용된 DRA 함수의 파라미터들로부터 LCS 함수 S_{cb} 또는 S_{cr} 의 파라미터들 (예를 들어, 스케일) 을 도출하도록 구성될 수도 있다, 즉 S_{cb} (또는 S_{cr}) = fun(S_y) 이다. 즉, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 루마 성분에 대해 도출된 DRA 파라미터들 (예를 들어, 스케일 파라미터들) 의 함수로서 크로마 성분에 대한 CC-DRA 파라미터들 (예를 들어, 스케일 파라미터들) 을 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0202] 일부 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 크로마 값들에 대한 LCS 함수의 스케일 팩터를 크로마 성분들 (Y) 의 값에 적용된 DRA 함수 S_y 의 스케일 팩터와 동일하게 설정하도록 구성될 수도 있다:

$$S(Y)_{cb} = S(Y)_{cr} = S(Y)_y \quad (22)$$

[0203]

[0204] 이 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 대응하는 Cr 값들에 대한 스케일 파라미터 ($S(Y)_{cr}$) 로서의 사용을 위해 그리고 대응하는 Cb 값에 대한 스케일 파라미터 ($S(Y)_{cb}$) 로서의 사용을 위해 루마 값에 대해 도출된 스케일 파라미터 ($S(Y)_y$) 를 재사용할 수도 있다. 이 맥락에서, 대응하는 Cr 및 Cb 값들은 루마 값을 갖는 동일한 픽셀의 Cr 및 Cb 값들이다.

[0205] 본 개시의 다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 루마 성분들에 대한 코드워드 값들의 총 범위는 0 과 1023 사이일 수도 있다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 루마 성분에 대한 가능한 코드워드 값들을 복수의 범위들로 분할한 후, 범위들의 각각에 대해 별도로 DRA 파라미터들을 도출하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 더 낮은 스케일 값들이 더 낮은 강도 루마

값들 (예를 들어, 더 어두운 값들) 에 사용될 수도 있는 한편, 더 높은 스케일 값들은 더 높은 강도 루마 값들 (예를 들어, 더 밝은 값들) 에 사용될 수도 있다. 루마 코드워드들의 총 수는 임의의 수의 범위들로 분할될 수도 있고, 범위들은 사이즈가 균일할 수도 있거나 비-균일할 수도 있다.

[0206] 이에 따라, 일부 예들에서, DRA 함수 S_y 는 범위들의 세트 $\{R_i\}$ 에 대해 정의된다. 이 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 LCS 함수들 S_{cb} 또는 S_{cr} 의 스케일 팩터를, 현재 Y 가 속하는 범위 R_i 의 DRA 스케일 팩터들 $S_{y,i}$ 의 값들로부터 도출하도록 구성될 수도 있으며:

$$S(Y)_{cb} = S(Y)_{cr} = \text{fun}(S(Y)_{y,i}), \text{ for any } Y \in R_i \quad (23)$$

[0207] 여기서 Y 는 범위 $R_i = [Y_i, Y_{i+1} - 1]$ 에 속하는 루마 값이다. 다시 말해서, 크로마 성분 에 대한 스케일 팩터는 루마 성분이 속하는 범위에 의존하는 크로마 성분의 대응하는 루마 성분 에 대한 스케일 팩터의 함수이다.

이로써, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들에 대해 결정된 루마 스케일 파라미터의 함수를 사용하여 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0209] 그러나, 크로마 스케일 값들은 또한 크로마 코드워드 값들의 범위들에서 도출될 수도 있고, 크로마 스케일 파라미터들이 도출되는 크로마 성분들에 대한 코드워드 값들의 범위들은 루마 스케일 파라미터들이 도출되는 루마 성분들에 대한 코드워드 값들의 범위들과 직접 오버랩하지 않을 수도 있다. 예를 들어, 크로마 코드워드 값들의 단일 범위는 루마 코드워드 값들의 다중 범위들과 오버랩할 수도 있다. 이 예에서, 크로마 성분 스케일 값들을 도출하기 위한 도출 함수 $\text{fun}(S(Y)_{y,i})$ 는 0 차 근사화 (예를 들어, 루마 스케일 값들의 범위 R_i 에 대한 모든 스케일 값들의 평균) 로서 또는 고차의 근사화 (예를 들어, 보간, 곡선 피팅, 저역 통과 필터링 등) 로서 구현될 수 있다.

[0210] 일부 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 글로벌 곡선 피팅 프로세스를 통해 다중 루마 DRA 스케일 팩터들의 함수로서 LCS 함수들 S_{cb} 또는 S_{cr} 에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다:

$$S_{cb} = S_{cr} = \text{fun}(S_y) \quad (24)$$

[0211] 이에 따라, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위 및 적어도 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들에 대해 결정된 루마 스케일 파라미터의 함수를 사용하여 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0213] 일부 예들에서, 루마 스케일 파라미터들은 루마 코드워드 값들의 특정한 범위 내에서 일정하다. 이로써, 루마 스케일 파라미터들은 루마 코드워드 값들의 전체 범위에 걸쳐 불연속 (예를 들어, 스텝-와이즈) 함수로서 뷰잉될 수도 있다. 크로마 스케일 파라미터들을 도출하기 위해 불연속 루마 스케일 파라미터들을 사용하기 보다는, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 선형화 프로세스를 불연속 함수에 적용하도록 구성될 수도 있다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 선형화 프로세스는 선형 보간 프로세스, 곡선 피팅 프로세스, 평균화 프로세스, 또는 고차 근사화 (higher order approximation) 프로세스 중 하나 이상이다.

[0214] 루마 스케일 파라미터들 및 크로마 스케일 파라미터들이 어떻게 도출되는지에 상관없이, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은, 도 11 을 참조하여 상기 설명된 방식으로, 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하고, 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 구성될 수도 있다.

[0215] 본 개시의 다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 LCS 함수 S_{cb} 또는 S_{cr} 의 파라미터들 (예를 들어, 스케일 파라미터들) 을 Y 성분 에 적용된 DRA 함수 S_y 의 파라미터들 및 코텍 (예를 들어, 비디오 인코더 (20)) 의 양자화 파라미터 (QP), 이를 테면 양자화 파라미터 (QP), deltaQP, chromaQP 오프셋, 또는 코텍 양자화의 입도를 명시하는 다른 파라미터들로부터 도출하도록 구성될 수도 있다. deltaQP 는 하나의 블록에 대한 QP 와

다른 블록에 대한 QP 간의 차이를 나타낼 수도 있다. chromaQP 오프셋은 크로마 성분의 QP 를 결정하기 위해 루마 성분의 QP 에 추가될 수도 있다.

[0216] 이에 따라, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 루마 스케일 파라미터들 및 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0217] 이하는 일 예이다:

$$S_{Cb} = fun(S_y, QP_{Cb}) \quad (25)$$

$$S_{Cr} = fun(S_y, QP_{Cr})$$

[0218]

[0219] 일부 예들에서, 현재 성분에 대한 코딩 QP 와 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 함수에 대한 조정 파라미터 간의 대응은 근사 함수 (approximation function) fun 의 조정을 위해 표 작성 및 활용될 수 있다.

[0220] 일부 예들에서, 함수들의 세트 $\{fun(S_y, QP_{Cr})_{id}\}$ 는 사이드 정보로서 비디오 디코더 (30) 및/또는 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 에 제공될 수 있고 이들 함수들 간의 선택은 비트스트림으로부터, 또는 코딩 파라미터들, 이를 테면, QP, 코딩 모드들, 코딩된 픽처의 타입 (I, B, P), 예측의 이용가능성, 또는 코딩 모드의 디코더-측 분석으로부터 함수 식별 (id) 의 도출에 의해 행해질 수 있다.

[0221] 본 개시의 다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 LCS 함수 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 의 DRA 파라미터들 (예를 들어, 스케일 파라미터들) 을, Y 성분에 적용된 DRA 함수 S_y 의 파라미터들 및 활용된 컨테이너 및 프로세싱된 비디오 데이터의 비색법 (colorimetry) 의 파라미터들 (예를 들어, 활용된 컬러 컨테이너 및 네이티브 색역의 컬러 프라이머리들) 로부터 도출하도록 구성될 수도 있다. 활용된 컨테이너 및 (컬러 표현 파라미터인) 프로세싱된 비디오 데이터의 비색법의 파라미터들은 크로마 성분들 (Cr 및 Cb) 의 각각에 대해 동일할 수도 있거나 또는 크로마 성분들의 각각에 대해 독립적일 수도 있는 곱셈 팩터 (multiplication factor) 들 α 및 β 일 수도 있다.

$$S_{Cb} = \alpha * fun(S_y) \quad (26)$$

$$S_{Cr} = \beta * fun(S_y)$$

[0222]

[0223] 일부 예들에서, α 및 β 파라미터들은 BT.2020 컬러 컨테이너에서 표현된 BT.709 비디오 콘텐츠에 대해 단일 곱셈 파라미터, 예를 들어, $\alpha = 1.0698$ 및 $\beta = 2.1735$ 에 의해 정의될 수 있다.

[0224] 일부 예들에서, α 및 β 파라미터들은 인코딩된 비트스트림으로 송신될 수도 있다. 다른 예들에서, α 및 β 파라미터들은 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)/비디오 인코더 (20) 및 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)/비디오 디코더 (30) 양자 모두에 의해 도출될 수도 있다. 또한, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 크로마 성분 코드워드들의 다중 범위들에 걸쳐 α 및 β 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다. 즉, α 및 β 파라미터들은 크로마 성분들 또는 (예를 들어, 크로마 성분 코드워드들의 범위들에 대한) 값들의 어레이 모두에 대해 단일 값일 수도 있다.

[0225] 다른 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 비색법 파라미터들 (예를 들어, 네이티브 색역 및 컬러 컨테이너의 프라이머리 컬러들 및 백색점 좌표들) 로부터 α 및 β 파라미터들을 도출하도록 구성될 수도 있다.

[0226] 다른 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 루마 값 Y 및/또는 크로마 샘플 값의 함수로서 α 및 β 파라미터를 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0227] 다른 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 다른 컬러 공간 특성들, 이를 테면 비선형성 (예를 들어, 트랜스폼 평선) 또는 활용된 컬러 공간을 사용하여 α 및 β 파라미터들 값을 도출, 및/또는 표 작성 및 액세스하도록 구성될 수도 있다. 이하는 일 예이다:

$$S_{Cb} = \alpha(\text{transfer_characteristics}) * \text{fun}(S_y) \quad (27)$$

$$S_{Cr} = \beta(\text{transfer_characteristics}) * \text{fun}(S_y)$$

[0228]

[0229]

예들의 전달 특성들은 BT.709, BT.2100, 및/또는 (PQ)/BT.2100(HLG)의 전달 함수들일 수도 있다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 값이 활용된 비선형성 (예를 들어, 트랜스폼 평선)을 명시하는 transform_characteristics id 선택스 엘리먼트를 시그널링하도록 구성될 수도 있다.

[0230]

일부 예들에서, LCS 도출을 위해 활용된 비색법 파라미터들은 송신된 비트스트림으로부터 도출될 수 있거나, 또는 디코더 측에서 비디오 콘텐츠의 샘플 값들로부터 도출될 수 있다. 일부 예들에서, 파라미터들 α 및 β 또는 도출 함수의 타입은 비트스트림을 통해 시그널링되거나 또는 사이드 정보로서 디코더에 이용가능하게 되고 비트스트림에서 시그널링된 id 파라미터로 식별될 수 있다.

[0231]

상기 설명된 바와 같이, 상기 기법들의 각각은 임의의 조합으로 사용될 수도 있다. 예를 들어, 하나의 구현에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 루마 스케일 파라미터들, 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터, 및 비디오 데이터의 크로마 성분의 특성들로부터 도출된 컬러 표현 파라미터의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다. 이 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 또한, 루마 스케일 파라미터들을 선형화하도록 구성될 수도 있다.

[0232]

본 개시의 다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 식들 (3) 및 (4)에서 정의된 바와 같이, Y 성분에 적용된 DRA 함수 S_y 및 현재 컬러 성분들에 대해 명시된 DRA 함수들의 중첩으로서 LCS 함수 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 의 파라미터들 (예를 들어, 스케일 파라미터들)을 도출하도록 구성될 수도 있다. 식들 (3) 및 (4)로부터 도출된 스케일 파라미터들은 초기 크로마 스케일 파라미터들로 고려될 수도 있다:

[0233]

이하는 일 예이다:

$$S_{Cb} = \text{fun}(S_y(Y), S_u(u)) \quad (28)$$

$$S_{Cr} = \text{fun}(S_y(Y) * S_v(v))$$

[0234]

[0235]

이로써, 본 개시의 하나의 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 초기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하고, 루마 스케일 파라미터들 및 초기 크로마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 구성될 수도 있다.

[0236]

상기 설명된 기법들의 구현의 여러 비한정적 예들이 이하에 설명된다.

[0237]

Y 성분은 비-오버랩 범위들의 세트 $\{R_i\}$ 로서 피스-와이즈 선형 함수 $S_{y,i}(Y)$ 에 의해 정의된 DRA로 프로세싱되고, 여기서 Y는 프로세싱된 루마 샘플이고 i는 R_i 파티셔닝 id 임을 가정한다. DRA 함수의 서브범위들 R_i 는 범위, 예를 들어 $[y_i, y_{i+1} - 1]$ 에 속하는 최소 및 최대 값들에 의해 정의되고, 여기서 i는 DRA로 구성된 범위들의 인덱스를 나타내고, y_i 는 i 범위에 대한 시작 값을 나타내고, N은 활용된 서브범위들의 총 수이다. 스케일 값 $S_{y,i}$ 및 오프셋 값 $O_{y,i}$ 은 독립적으로 각각의 R_i 에 대해 정의되고 서브범위 $[y_i, y_{i+1} - 1]$ 에 속하는 값을 가진 모든 Y 샘플들에 적용된다.

[0238]

일부 예들에서, 역 DRA 함수는 상기의 식 (2) 및 도 12에 나타난 바와 같이, 디코더 측에서 구현될 수 있다. 도 13은 DRA가 수행되지 않을 때 "DRA 없음" 함수 (181) 및 입력 루마 성분 Y (입력 코드워드들)에 적용된 DRA 맵핑 함수 (183)의 예를 도시한다.

[0239]

일부 예들에서, 크로마 스케일 팩터들에 대한 LCS 함수 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 은 식 (22)에 나타난 바와 같이, 값 Y에 적용된 DRA 함수 S_y 의 스케일 팩터와 동일하게 LCS 함수 값을 설정함으로써 정의될 수 있다.

[0240]

DRA 함수 S_y 는 서브범위 i의 모든 Y 샘플들에 대한 동일한 스케일로 정의되기 때문에, 도출된 LCS는 도 14의 플롯 (191)로 도시된, 불연속 함수 (예를 들어, 스텝-함수) 특성을 특징으로 한다. 일부 예들에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)은 (도 14의 곡선 (193)으로서 도시된) 루마의 DRA 함수에 대해 활용된 스케일

팩터들의 선형화로 LCS 함수들 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 을 도출할 수도 있다.

$$S_{Cb}(Y) = S_{Cr}(Y) = \text{fun}(S_y(Y)) \quad (29)$$

일부 예들에서, 선형화 $\text{fun}(S_y(Y))$ 는 다음과 같이, 이웃하는 파티션들 i 및 $i+1$ 에 걸쳐 스케일 파라미터들의 로컬 근사화에 의해 수행될 수 있다.

$i = 0..N-2$ 에 대해, 이웃하는 서브범위들의 사이즈를 도출한다:

$$D_i = (y_{i+1} - 1 - y_i) \quad (30)$$

$$D_{i+1} = (y_{i+2} - 1 - y_{i+1})$$

LCS 함수에 대한 근사화 서브범위들 R_{ci} 를 DRA 함수의 서브범위들 R_i 로 시프트된 하프-범위로서 정의한다:

$$Y_{ci} = y_i + D_i/2 \quad (31)$$

$$Y_{c+1} = y_{i+1} + D_{i+1} / 2$$

비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 이웃하는 서브범위들의 DRA 스케일들 팩터들의 선형 보간으로서 $Y = Y_{ci} \dots Y_{c+1} - 1$ 에 대한 LCS 스케일 팩터들을 도출할 수도 있다:

$$\text{localScale} = (Y_{c+1} - Y_{ci}) / (Y_{c+1} - Y_{ci})$$

$$S_{cb}(Y) = S_{cr}(Y) = S_y(Y_{ci}) + (Y - Y_{ci}) * \text{localScale} \quad (32)$$

다시, 그러한 선형화된 LCS 함수의 예는 도 14 에 플롯 (193) 으로서 도시된다.

다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 은 Y 성분 에 적용된 DRA 함수 S_{cy} 의 파라미터들 및 코텍의 양자화 파라미터들, 이를 테면 QP, deltaQP, 및/또는 chromaQP 파라미터로부터 LCS 함수 S_{Cb} 또는 S_{Cr} 의 파라미터들을 도출할 수도 있다.

현재 픽처/슬라이스 또는 변환 블록의 코딩을 위해 활용된 양자화 파라미터들 (예를 들어, QP) 에 비례하는 LCS 파라미터들 $\{lcs_param1, lcs_param2, lcs_param3\}$ 에 대한 조정은 Luma DRA 스케일링 함수 S_y 로부터의 LCS 의 근사화, 및 그의 불연속 함수 본성의 제거에서 활용될 수도 있다.

예를 들어, 식 (33) 에 나타낸 범위 $[Y_{ci} \dots Y_{c+1}]$ 에 대한 크로마 스케일 함수의 보간은 QP 의 함수로서 조정되는 시그모이드 함수를 통해 수행될 수 있다. 일 예가 이하에 도시된다.

값들 $Y = Y_{ci} \dots Y_{c+1} - 1$ 에 대해, 시그모이드 함수가 이웃하는 범위들의 스케일들 간의 보간에 사용될 수 있다:

$$S_{cb}(Y) = lcs_param1 + lcs_param2 / (1.0 + \exp(-lcs_param3 * Y)) \quad (33)$$

또 다른 예에서, 적응적 평활화-불연속 함수 또는 그의 근사화들이 보간에 사용될 수 있다.

이 접근법으로, 제어된 평활도는 이웃하는 서브-범위들의 스케일들 간의 차이들의 경우에 LCS 함수의 불연속 함수에 도입될 수 있다. 평활화 함수들의 세트는 사이드 정보로서 디코더-측 (예를 들어, 비디오 디코더 (30) 및/또는 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31)) 에 제공될 수 있고, 함수 id 의 선택은 비트스트림에서 시그널링될 수 있다. 대안적으로, 평활화 함수는 비트스트림에서 시그널링될 수 있다.

평활화 함수의 도출은 또한, 이하에 나타낸 바와 같이, 함수 id 또는 평활화 함수의 파라미터들과 QP 간의 관계의 형태로 표 작성될 수 있다.

QP	함수 ID	{lcs_param}	{lcs_param}	{lcs_param}
23	i	lcs_param1(i)	lcs_param2(i)	lcs_param3(i)
	..			
52	M-1	lcs_param1(M-1)	lcs_param2(M-1)	lcs_param3(M-1)

[0258]

[0259]

도 15 는 2 개의 이웃하는 서브범위들의 경계에서 Scb (또는 Cr) 에 불연속 함수의 제어된 평활도를 제공하기 위한 시그모이드 함수들의 세트의 사용의 예를 도시한다.

[0260]

식 (33) 으로 LCS 함수의 도출을 위한 애플리케이션 제어된 평활도 함수의 예가 도 16 에 플롯 (195) (평활화된 DRA 스케일들) 으로서 도시된다. 플롯 (197) 은 원래의 DRA 스케일들을 도시하고 플롯 (199) 은 선형화된 DRA 스케일들을 도시한다. 플롯 (195) (평활화된 DRA 곡선) 은 $lcs_param1(i) = 0$, $lcs_param2(i) = Sci+1 - Sci$, 및 $lcs_param3(i) = 0.1$ 로 생성될 수도 있다.

[0261]

일부 예들에서, LCS 함수 Scb (또는 Scr) 는 식 (26) 에 나타낸 바와 같이 비색법 특성들에 추가로 적용될 수 있다.

[0262]

타겟 컨테이너 primeT 및 네이티브 색역 primeN 의 특성들을 프라이머리 컬러들의 좌표들: $primeT = (xRc, yRc; xGc, yGc; xBc, yBc)$, $primeN = (xRn, yRn; xGn, yGn; xBn, yBn)$, 및 백색점 좌표 $whiteP = (xW, yW)$ 를 통해 정의한다. 일부 컬러들의 예들은 표 1 에 주어진다. 이것으로, 다음이 된다.

$$\begin{aligned} rdT &= \sqrt{((primeT(1,1) - whiteP(1,1))^2 + (primeN(1,2) - whiteP(1,2))^2)} \\ gdT &= \sqrt{((primeT(2,1) - whiteP(1,1))^2 + (primeN(2,2) - whiteP(1,2))^2)} \\ bdT &= \sqrt{((primeT(3,1) - whiteP(1,1))^2 + (primeN(3,2) - whiteP(1,2))^2)} \\ rdN &= \sqrt{((primeN(1,1) - whiteP(1,1))^2 + (primeN(1,2) - whiteP(1,2))^2)} \\ gdN &= \sqrt{((primeN(2,1) - whiteP(1,1))^2 + (primeN(2,2) - whiteP(1,2))^2)} \\ bdN &= \sqrt{((primeN(3,1) - whiteP(1,1))^2 + (primeN(3,2) - whiteP(1,2))^2)} \\ \alpha &= \sqrt{(bdT/bdN)^2} \\ \beta &= \sqrt{((rdT/rdN)^2 + (gdT/gdN)^2)} \end{aligned}$$

[0263]

[0264]

다른 예에서, 알파 및 베타 멀티플라이어들의 값은 코딩된 비디오의 컬러 컨테이너에 대한 코텍의 양자화 스케일을 조정하는 QP-유사 파라미터들로부터 도출될 수 있으며:

$$\begin{aligned} \alpha &= 2^{(\Delta CbQP/6 - 1)} \\ \beta &= 2^{(\Delta CrQP/6 - 1)} \end{aligned}$$

[0265]

[0266]

여기서 $\Delta CrQP/\Delta CbQP$ 는 컬러 컨테이너의 특성들을 충족시키기 위한 코텍의 QP 세팅들에 대한 조정이다.

[0267]

일부 예들에서, 상기 설명된 기법들의 파라미터들은 인코더 측 (예를 들어, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 프리-프로세서 유닛 (19)) 에서 추정되고 비트스트림 (메타데이터, SEI 메시지, VUI, 또는 SPS/PPS 또는 슬라이드 헤더 등) 을 통해 시그널링될 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 및/또는 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 은 비트스트림으로부터 파라미터들을 수신한다.

[0268]

일부 예들에서, 상기 설명된 기법들의 파라미터들은 입력 신호로부터 또는 입력 신호 및 프로세싱 플로우와 연관된 다른 이용가능한 파라미터들로부터의 명시된 프로세스를 통해 비디오 인코더 (20)/비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및 비디오 디코더 (30)/비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 양자 모두에서 도출된다.

[0269]

일부 예들에서, 상기 설명된 기법들의 파라미터들은 명시적으로 시그널링되고 비디오 디코더 (30)/비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 에서 DRA 를 수행하기에 충분하다. 또 다른 예들에서, 상기 설명된 기법들의 파라미터들은 다른 입력 신호 파라미터들, 예를 들어, 입력 색역 및 타겟 컬러 컨테이너 (컬러 프라이머리들) 의 파라미터들로부터 도출된다.

- [0270] 도 17 은 본 개시의 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 인코더 (20) 의 예를 예시하는 블록 다이어그램이다. 상기 설명된 바와 같이, DRA 기법들은 (예를 들어, 예측 전에) 비디오 인코더 (20) 의 인코딩 루프 밖에서 또는 비디오 인코더 (20) 의 인코딩 루프 내에서 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의해 수행될 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 에 의해 프로세싱된 타겟 컬러 컨테이너에서의 비디오 슬라이스를 내의 비디오 블록들의 인트라- 및 인터-코딩을 수행할 수도 있다. 인트라-코딩은 주어진 비디오 프레임 또는 픽처 내의 비디오에서 공간 리던던시를 감소 또는 제거하기 위해 공간 예측에 의존한다. 인터-코딩은 비디오 시퀀스의 인접한 프레임들 또는 픽처들 내의 비디오에서 시간 리던던시를 감소 또는 제거하기 위해 시간 예측에 의존한다. 인트라-모드 (I 모드) 는 여러 공간 기반 코딩 모드들 중 임의의 것을 지칭할 수도 있다. 인터-모드들, 이를 테면, 단방향 예측 (P 모드) 또는 양방향 예측 (B 모드) 은, 여러 시간 기반 코딩 모드들 중 임의의 것을 지칭할 수도 있다.
- [0271] 도 17 에 도시된 바와 같이, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩될 비디오 프레임 내의 현재 비디오 블록을 수신한다. 도 17 의 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 모드 선택 유닛 (40), 비디오 데이터 메모리 (41), 디코딩된 픽처 버퍼 (64), 합산기 (50), 변환 프로세싱 유닛 (52), 양자화 유닛 (54), 및 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 을 포함한다. 모드 선택 유닛 (40) 은 차례로, 모션 보상 유닛 (44), 모션 추정 유닛 (42), 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46), 및 파티션 유닛 (48) 을 포함한다. 비디오 블록 복원을 위해, 비디오 인코더 (20) 는 또한 역 양자화 유닛 (58), 역 변환 프로세싱 유닛 (60), 및 합산기 (62) 를 포함한다. 디블록킹 필터 (도 17 에 미도시) 가 또한, 복원된 비디오로부터 블록키스 아티팩트들을 제거하기 위해 블록 경계들을 필터링하도록 포함될 수도 있다. 원한다면, 디블록킹 필터는 통상적으로 합산기 (62) 의 출력을 필터링할 것이다. 추가적인 필터들 (인 루프 또는 포스트 루프) 이 또한, 디블록킹 필터에 더하여 사용될 수도 있다. 그러한 필터들은 간략화를 위해 도시되지 않지만, 요구된다면, (인 루프 필터로서) 합산기 (50) 의 출력을 필터링할 수도 있다.
- [0272] 비디오 데이터 메모리 (41) 는, 비디오 인코더 (20) 의 컴포넌트들에 의해 인코딩될 비디오 데이터를 저장할 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (41) 에 저장된 비디오 데이터는 예를 들어, 비디오 소스 (18) 로부터 획득될 수도 있다. 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 는, 예를 들어, 인트라- 또는 인터-코딩 모드들에서 비디오 인코더 (20) 에 의해 비디오 데이터를 인코딩함에 있어서 사용하기 위한 레퍼런스 비디오 데이터를 저장하는 레퍼런스 픽처 메모리일 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (41) 및 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 는 동기식 DRAM (SDRAM) 을 포함한 동적 랜덤 액세스 메모리 (DRAM), 자기저항성 RAM (MRAM), 저항성 RAM (RRAM), 또는 다른 타입들의 메모리 디바이스들과 같은 다양한 메모리 디바이스들 중 임의의 메모리 디바이스에 의해 형성될 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (41) 및 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 는 동일한 메모리 디바이스 또는 별도의 메모리 디바이스들에 의해 제공될 수도 있다. 다양한 예들에서, 비디오 데이터 메모리 (41) 는 비디오 인코더 (20) 의 다른 컴포넌트들과 온-칩 또는 그 컴포넌트들에 대해 오프-칩일 수도 있다.
- [0273] 인코딩 프로세스 동안, 비디오 인코더 (20) 는 코딩될 비디오 프레임 또는 슬라이스를 수신한다. 프레임 또는 슬라이스는 다중 비디오 블록들로 분할될 수도 있다. 모션 추정 유닛 (42) 및 모션 보상 유닛 (44) 은 시간 예측을 제공하기 위해 하나 이상의 레퍼런스 프레임들에서의 하나 이상의 블록들에 대해 수신된 비디오 블록의 인터-예측 코딩을 수행한다. 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은 공간 예측을 제공하기 위해 코딩될 블록과 동일한 프레임 또는 슬라이스에서의 하나 이상의 이웃하는 블록들에 대해, 수신된 비디오 블록의 인트라-예측 코딩을 대안적으로 수행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는, 예를 들어, 비디오 데이터의 각각의 블록에 대한 적절한 코딩 모드를 선택하기 위해 다중 코딩 패스들을 수행할 수도 있다.
- [0274] 더욱이, 파티션 유닛 (48) 은, 이전 코딩 패스들에서의 이전 파티셔닝 스킴들의 평가에 기초하여, 비디오 데이터의 블록들을 서브-블록들로 파티셔닝할 수도 있다. 예를 들어, 파티션 유닛 (48) 은, 레이트-왜곡 분석 (예를 들어, 레이트-왜곡 최적화) 에 기초하여, 처음에 프레임 또는 슬라이스를 LCU들로 파티셔닝하고, LCU들의 각각을 서브-CU들로 파티셔닝할 수도 있다. 모드 선택 유닛 (40) 은 LCU 의 서브-CU들로의 파티셔닝을 표시하는 쿼드트리 및/또는 QTBT 데이터 구조를 추가로 생성할 수도 있다. 쿼드트리의 리프-노드 CU들은 하나 이상의 PU들 및 하나 이상의 TU들을 포함할 수도 있다.
- [0275] 모드 선택 유닛 (40) 은, 예를 들어, 여러 결과들에 기초하여 코딩 모드들, 즉, 인트라 또는 인터 중 하나를 선택할 수도 있고, 결과의 인트라- 또는 인터-코딩된 블록을 합산기 (50) 에 제공하여 잔차 블록 데이터를 생성하고, 합산기 (62) 에 제공하여 레퍼런스 프레임으로서의 사용을 위한 인코딩된 블록을 복원한다. 모드 선택 유닛 (40) 은 또한, 모션 벡터들, 인트라-모드 표시자들, 파티션 정보, 및 다른 그러한 신택스 정보와 같은 신

텍스 엘리먼트들을 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 에 제공한다.

- [0276] 모션 추정 유닛 (42) 및 모션 보상 유닛 (44) 은 고도로 통합될 수도 있지만 개념적 목적들을 위해 별도로 예시된다. 모션 추정 유닛 (42) 에 의해 수행된 모션 추정은, 비디오 블록들에 대한 모션을 추정하는 모션 벡터들을 생성하는 프로세스이다. 모션 벡터는, 예를 들어, 현재 픽처 (또는 다른 코딩된 유닛) 내에서 코딩되는 현재 블록에 대한 레퍼런스 픽처 (또는 다른 코딩된 유닛) 내의 예측 블록에 대한 현재 비디오 프레임 또는 픽처 내의 비디오 블록의 PU 의 변위를 표시할 수도 있다. 예측 블록은 픽셀 차이의 관점에서 코딩될 블록과 밀접하게 매칭하도록 발견되는 블록이며, 이 픽셀 차이는 절대 차이의 합 (SAD), 제곱 차이의 합 (SSD), 또는 다른 차이 메트릭들에 의해 결정될 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 에 저장된 레퍼런스 픽처들의 서브-정수 픽셀 포지션들에 대한 값들을 계산할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 레퍼런스 픽처의 1/4 픽셀 포지션들, 1/8 픽셀 포지션들, 또는 다른 분수의 픽셀 포지션들의 값들을 보간할 수도 있다. 따라서, 모션 추정 유닛 (42) 은 풀 픽셀 포지션들 및 분수 픽셀 포지션들에 대한 모션 탐색을 수행하고, 분수 픽셀 정밀도를 가진 모션 벡터를 출력할 수도 있다.
- [0277] 모션 추정 유닛 (42) 은 인터-코딩된 슬라이스에서의 비디오 블록의 PU 에 대한 모션 벡터를, 그 PU 의 포지션을 레퍼런스 픽처의 예측 블록의 포지션과 비교함으로써, 계산한다. 레퍼런스 픽처는 제 1 레퍼런스 픽처 리스트 (리스트 0) 또는 제 2 레퍼런스 픽처 리스트 (리스트 1) 로부터 선택될 수도 있으며, 이 리스트들 각각은 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 에 저장된 하나 이상의 레퍼런스 픽처들을 식별한다. 모션 추정 유닛 (42) 은 계산된 모션 벡터를 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 및 모션 보상 유닛 (44) 으로 전송한다.
- [0278] 모션 보상 유닛 (44) 에 의해 수행된 모션 보상은, 모션 추정 유닛 (42) 에 의해 결정된 모션 벡터에 기초하여 예측 블록을 폐칭 또는 생성하는 것을 수반할 수도 있다. 다시, 일부 예들에서, 모션 추정 유닛 (42) 및 모션 보상 유닛 (44) 은 기능적으로 통합될 수도 있다. 현재 비디오 블록의 PU 에 대한 모션 벡터를 수신 시, 모션 보상 유닛 (44) 은, 레퍼런스 픽처 리스트들 중 하나에서 모션 벡터가 가리키는 예측 블록을 위치시킬 수도 있다. 합산기 (50) 는, 이하에 논의된 바와 같이, 코딩되는 현재 비디오 블록의 픽셀 값들로부터 예측 블록의 픽셀 값들을 감산하여, 픽셀 차이 값들을 형성함으로써 잔차 비디오 블록을 형성한다. 일반적으로, 모션 추정 유닛 (42) 은 루마 성분들에 대해 모션 추정을 수행하고, 모션 보상 유닛 (44) 은 크로마 성분들 및 루마 성분들 양자 모두에 대해 루마 성분들에 기초하여 계산된 모션 벡터들을 사용한다. 모드 선택 유닛 (40) 은 또한, 비디오 슬라이스의 비디오 블록들을 디코딩함에 있어서 비디오 디코더 (30) 에 의한 사용을 위해 비디오 블록들 및 비디오 슬라이스와 연관된 신택스 엘리먼트들을 생성할 수도 있다.
- [0279] 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은, 상기 설명된 바와 같이, 모션 추정 유닛 (42) 및 모션 보상 유닛 (44) 에 의해 수행된 인트라-예측에 대한 대안으로서, 현재 블록을 인트라-예측할 수도 있다. 특히, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은 현재 블록을 인코딩하는데 이용하기 위한 인트라-예측 모드를 결정할 수도 있다. 일부 예들에서, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은 예를 들어 별도의 인코딩 패스들 동안에 다양한 인트라-예측 모드들을 이용하여 현재 블록을 인코딩할 수도 있고, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) (또는 일부 예들에서는 모드 선택 유닛 (40)) 은 테스트된 모드들로부터의 사용에 적절한 인트라-예측 모드를 선택할 수도 있다.
- [0280] 예를 들어, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은 다양한 테스트된 인트라-예측 모드들에 대한 레이트-왜곡 분석을 사용하여 레이트-왜곡 값들을 계산하고, 테스트된 모드들 중 최상의 레이트-왜곡 특성들을 갖는 인트라-예측 모드를 선택할 수도 있다. 레이트-왜곡 분석은 일반적으로, 인코딩된 블록과 그 인코딩된 블록을 생성하도록 인코딩되었던 원래의 인코딩되지 않은 블록 간의 왜곡 (또는 에러) 의 양 뿐만 아니라 인코딩된 블록을 생성하는데 사용된 비트 레이트 (즉, 비트들의 수) 를 결정한다. 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은 다양한 인코딩된 블록들에 대한 왜곡들 및 레이트들로부터의 비율들을 계산하여, 어느 인트라-예측 모드가 그 블록에 대한 최상의 레이트-왜곡 값을 나타내는지 결정할 수도 있다.
- [0281] 블록에 대한 인트라-예측 모드를 선택한 후, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (46) 은 블록에 대한 선택된 인트라-예측 모드를 나타내는 정보를 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 에 제공할 수도 있다. 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 은 선택된 인트라-예측 모드를 나타내는 정보를 인코딩할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 송신된 비트스트림에, 복수의 인트라-예측 모드 인덱스 테이블들 및 복수의 수정된 인트라-예측 모드 인덱스 테이블들 (코드워드 맵핑 테이블들로도 또한 지칭됨) 을 포함할 수도 있는 구성 데이터, 다양한 블록들에 대한 인코딩 컨텍스트들의 정의들, 및 컨텍스트들의 각각에 대한 사용을 위한 가장 가능성있는 인트라-예측 모드, 인트라-예측 모드 인덱스 테이블, 및 수정된 인트라-예측 모드 인덱스 테이블의 표시들을 포함할 수도 있다.
- [0282] 비디오 인코더 (20) 는 모드 선택 유닛 (40) 으로부터의 예측 데이터를, 코딩되는 원래의 비디오 블록으로부터

감산함으로써 잔차 비디오 블록을 형성한다. 합산기 (50) 는 이 감산 연산을 수행하는 컴포넌트 또는 컴포넌트들을 나타낸다. 변환 프로세싱 유닛 (52) 은 이산 코사인 변환 (DCT) 또는 개념적으로 유사한 변환과 같은 변환을 잔차 블록에 적용하여, 잔차 변환 계수 값들을 포함하는 비디오 블록을 생성한다. 변환 프로세싱 유닛 (52) 은, DCT 와 개념적으로 유사한 다른 변환들을 수행할 수도 있다. 웨이블릿 변환들, 정수 변환들, 서브-대역 변환들, 또는 다른 타입들의 변환들이 또한 이용될 수 있다. 어떠한 경우라도, 변환 프로세싱 유닛 (52) 은 변환을 잔차 블록에 적용하여, 잔차 변환 계수들의 블록을 생성한다. 그 변환은 잔차 정보를 픽셀 값 도메인으로부터 주파수 도메인과 같은 변환 도메인으로 컨버팅할 수도 있다. 변환 프로세싱 유닛 (52) 은 결과의 변환 계수들을 양자화 유닛 (54) 으로 전송할 수도 있다.

[0283] 양자화 유닛 (54) 은 변환 계수들을 양자화하여 비트 레이트를 더욱 감소시킨다. 양자화 프로세스는 그 계수들의 일부 또는 전부와 연관된 비트 심도를 감소시킬 수도 있다. 양자화의 정도는 양자화 파라미터를 조정함으로써 수정될 수도 있다. 일부 예들에서, 양자화 유닛 (54) 은 그 후, 양자화된 변환 계수들을 포함하는 매트릭스의 스캔을 수행할 수도 있다. 대안적으로, 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 이 그 스캔을 수행할 수도 있다.

[0284] 양자화에 이어, 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 은 양자화된 변환 계수들을 엔트로피 코딩한다. 예를 들어, 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 은 컨텍스트 적응 가변 길이 코딩 (CAVLC), 컨텍스트 적응 이진 산술 코딩 (CABAC), 신택스 기반 컨텍스트 적응 이진 산술 코딩 (SBAC), 확률 간격 파터닝 엔트로피 (PIPE) 코딩 또는 다른 엔트로피 코딩 기법을 수행할 수도 있다. 컨텍스트 기반 엔트로피 코딩의 경우에, 컨텍스트는 이웃하는 블록들에 기초할 수도 있다. 엔트로피 인코딩 유닛 (56) 에 의한 엔트로피 코딩에 이어, 인코딩된 비트스트림은 다른 디바이스 (예를 들어, 비디오 디코더 (30)) 에 송신되거나 또는 추후 송신 또는 취출을 위해 아카이브될 수도 있다.

[0285] 역 양자화 유닛 (58) 및 역 변환 프로세싱 유닛 (60) 은, 예를 들어, 레퍼런스 블록으로서의 추후 사용을 위해 픽셀 도메인에서 잔차 블록을 복원하도록, 각각, 역 양자화 및 역 변환을 적용한다. 모션 보상 유닛 (44) 은 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 의 프레임들 중 하나의 예측 블록에 잔차 블록을 부가함으로써 레퍼런스 블록을 계산할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (44) 은 또한 하나 이상의 보간 필터들을 복원된 잔차 블록에 적용하여 모션 추정에서 사용하기 위한 서브-정수 픽셀 값들을 계산할 수도 있다. 합산기 (62) 는 복원된 잔차 블록을, 모션 보상 유닛 (44) 에 의해 생성된 모션 보상된 예측 블록에 부가하여, 디코딩된 픽처 버퍼 (64) 에의 저장을 위한 복원된 비디오 블록을 생성한다. 복원된 비디오 블록은 레퍼런스 블록으로서 모션 추정 유닛 (42) 및 모션 보상 유닛 (44) 에 의해 사용되어 후속 비디오 프레임에서의 블록을 인터-코딩할 수도 있다.

[0286] 도 18 은 본 개시의 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 디코더 (30) 의 예를 제시하는 블록 다이어그램이다. 상기 설명된 바와 같이, 역 DRA 기법들은 (예를 들어, 필터링 후 및 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 전에) 비디오 디코더 (30) 의 디코딩 루프 밖에서 또는 비디오 디코더 (30) 의 디코딩 루프 내에서 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 에 의해 수행될 수도 있다. 도 18 의 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 엔트로피 디코딩 유닛 (70), 비디오 데이터 메모리 (71), 모션 보상 유닛 (72), 인트라 예측 프로세싱 유닛 (74), 역 양자화 유닛 (76), 역 변환 프로세싱 유닛 (78), 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 및 합산기 (80) 를 포함한다. 비디오 디코더 (30) 는, 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) (도 17) 에 대하여 설명된 인코딩 패스에 일반적으로 상반되는 디코딩 패스를 수행할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (72) 은 엔트로피 디코딩 유닛 (70) 으로부터 수신된 모션 벡터들에 기초하여 예측 데이터를 생성할 수도 있는 한편, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (74) 은 엔트로피 디코딩 유닛 (70) 으로부터 수신된 인트라-예측 모드 표시자들에 기초하여 예측 데이터를 생성할 수도 있다.

[0287] 비디오 데이터 메모리 (71) 는 비디오 디코더 (30) 의 컴포넌트들에 의해 디코딩될, 비디오 데이터, 이를 테면, 인코딩된 비디오 비트스트림을 저장할 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (71) 에 저장된 비디오 데이터는, 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 매체 (16) 로부터, 예를 들어, 카메라와 같은 로컬 비디오 소스로부터, 비디오 데이터의 유선 또는 무선 네트워크 통신을 통해, 또는 물리적 데이터 저장 매체들에 액세스함으로써 획득될 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (71) 는 인코딩된 비디오 비트스트림으로부터 인코딩된 비디오 데이터를 저장하는 코딩된 픽처 버퍼 (CPB) 를 형성할 수도 있다. 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 는, 예를 들어, 인트라- 또는 인터-코딩 모드들에서, 비디오 디코더 (30) 에 의해 비디오 데이터를 디코딩함에 있어서 사용하기 위한 레퍼런스 비디오 데이터를 저장하는 레퍼런스 픽처 메모리일 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (71) 및 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 는 동기식 DRAM (SDRAM) 을 포함한 동적 랜덤 액세스 메모리 (DRAM), 자기저항성 RAM (MRAM), 저항성 RAM (RRAM), 또는 다른 타입들의 메모리 디바이스들과 같은 다양한 메모리 디바이스들 중 임의의 메모리 디바이스에 의해 형성될 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (71) 및 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 는 동일한 메

모리 디바이스 또는 별도의 메모리 디바이스들에 의해 제공될 수도 있다. 다양한 예들에서, 비디오 데이터 메모리 (71) 는 비디오 디코더 (30) 의 다른 컴포넌트들과 온-칩 또는 그 컴포넌트들에 대해 오프-칩일 수도 있다.

[0288] 디코딩 프로세스 동안, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 인코더 (20) 로부터 연관된 신택스 엘리먼트들 및 인코딩된 비디오 슬라이스의 비디오 블록들을 나타내는 인코딩된 비디오 비트스트림을 수신한다. 비디오 디코더 (30) 의 엔트로피 디코딩 유닛 (70) 은 비트스트림을 엔트로피 디코딩하여, 양자화된 계수들, 모션 벡터들 또는 인트라-예측 모드 표시자들, 및 다른 신택스 엘리먼트들을 생성한다. 엔트로피 디코딩 유닛 (70) 은 모션 벡터들 및 다른 신택스 엘리먼트들을 모션 보상 유닛 (72) 으로 포워딩한다. 비디오 디코더 (30) 는 비디오 슬라이스 레벨 및/또는 비디오 블록 레벨에서 신택스 엘리먼트들을 수신할 수도 있다.

[0289] 비디오 슬라이스가 인트라-코딩된 (I) 슬라이스로서 코딩될 때, 인트라 예측 프로세싱 유닛 (74) 은 현재 프레임 또는 픽처의 이전에 디코딩된 블록들로부터의 시그널링된 인트라 예측 모드 및 데이터에 기초하여 현재 비디오 슬라이스의 비디오 블록에 대한 예측 데이터를 생성할 수도 있다. 비디오 프레임이 인터-코딩된 (즉, B 또는 P) 슬라이스로서 코딩될 때, 모션 보상 유닛 (72) 은 엔트로피 디코딩 유닛 (70) 으로부터 수신된 모션 벡터들 및 다른 신택스 엘리먼트들에 기초하여 현재 비디오 슬라이스의 비디오 블록에 대한 예측 블록들을 생성한다. 예측 블록들은 레퍼런스 픽처 리스트들 중 하나의 레퍼런스 픽처 리스트 내의 레퍼런스 픽처들 중 하나의 레퍼런스 픽처로부터 생성될 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 에 저장된 레퍼런스 픽처들에 기초하여 디폴트 구성 기법들을 이용하여 레퍼런스 픽처 리스트들, 즉, 리스트 0 및 리스트 1 을 구성할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (72) 은 모션 벡터들 및 다른 신택스 엘리먼트들을 파싱함으로써 현재 비디오 슬라이스의 비디오 블록에 대한 예측 정보를 결정하고, 그 예측 정보를 사용하여, 디코딩되는 현재 비디오 블록에 대한 예측 블록들을 생성한다. 예를 들어, 모션 보상 유닛 (72) 은 수신된 신택스 엘리먼트들 중 일부를 사용하여, 비디오 슬라이스의 비디오 블록들을 코딩하는데 사용된 예측 모드 (예를 들어, 인트라-또는 인터-예측), 인터-예측 슬라이스 타입 (예를 들어, B 슬라이스 또는 P 슬라이스), 슬라이스에 대한 레퍼런스 픽처 리스트들 중 하나 이상에 대한 구성 정보, 슬라이스의 각각의 인터-인코딩된 비디오 블록에 대한 모션 벡터들, 슬라이스의 각각의 인터-코딩된 비디오 블록에 대한 인터-예측 상태, 및 현재 비디오 슬라이스에서의 비디오 블록들을 디코딩하기 위한 다른 정보를 결정한다.

[0290] 모션 보상 유닛 (72) 은 또한, 보간 필터들에 기초하여 보간을 수행할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (72) 은 비디오 블록들의 인코딩 동안 비디오 인코더 (20) 에 의해 사용된 바와 같은 보간 필터들을 사용하여 레퍼런스 블록들의 서브-정수 픽셀들에 대한 보간된 값들을 계산할 수도 있다. 이 경우에, 모션 보상 유닛 (72) 은 수신된 신택스 엘리먼트들로부터 비디오 인코더 (20) 에 의해 사용된 보간 필터들을 결정하고, 그 보간 필터들을 사용하여 예측 블록들을 생성할 수도 있다.

[0291] 역 양자화 유닛 (76) 은 비트스트림에서 제공되고 엔트로피 디코딩 유닛 (70) 에 의해 디코딩된 양자화된 변환 계수들을 역 양자화, 즉, 양자화해제한다. 역 양자화 프로세스는 비디오 슬라이스에서의 각각의 비디오 블록에 대해 비디오 디코더 (30) 에 의해 계산된 양자화 파라미터 (QP_V) 의 사용을 포함하여, 적용되어야 하는 양자화의 정도, 및 마찬가지로, 역 양자화의 정도를 결정할 수도 있다. 역 변환 프로세싱 유닛 (78) 은 픽셀 도메인에서 잔차 블록들을 생성하기 위하여, 역 변환, 예를 들어, 역 DCT, 역 정수 변환, 또는 개념적으로 유사한 역 변환 프로세스를 변환 계수들에 적용한다.

[0292] 모션 보상 유닛 (72) 이 모션 벡터들 및 다른 신택스 엘리먼트들에 기초하여 현재 비디오 블록에 대한 예측 블록을 생성한 후, 비디오 디코더 (30) 는 역 변환 프로세싱 유닛 (78) 으로부터의 잔차 블록들을 모션 보상 유닛 (72) 에 의해 생성된 대응하는 예측 블록들과 합산함으로써 디코딩된 비디오 블록을 형성한다. 합산기 (80) 는 이 합산 연산을 수행하는 컴포넌트 또는 컴포넌트들을 나타낸다. 원한다면, 디블록킹 필터가 또한 블로키니스 아티팩트들을 제거하기 위하여 디코딩된 블록들을 필터링하기 위해 적용될 수도 있다. (코딩 루프 내 또는 코딩 루프 후의) 다른 루프 필터들이 또한 픽셀 천이들을 평활하거나 또는 그렇지 않으면 비디오 품질을 개선하는데 이용될 수도 있다. 주어진 프레임 또는 픽처에서의 디코딩된 비디오 블록들이 그 후 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 에 저장되고, 이 디코딩된 픽처 버퍼는 후속 모션 보상을 위해 사용되는 레퍼런스 픽처들을 저장한다. 디코딩된 픽처 버퍼 (82) 는 또한, 도 1 의 디스플레이 디바이스 (32) 와 같은 디스플레이 디바이스 상에의 추후 프리젠테이션을 위해 디코딩된 비디오를 저장한다.

[0293] 도 19 는 본 개시의 하나의 예의 비디오 프로세싱 기법을 도시하는 플로우차트이다. 도 19 의 기법들은 상기 설명된 바와 같이, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 에 의해 수행될 수도 있다.

본 개시의 하나의 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 비디오 데이터를 수신하고 (1900), 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하고 (1902), 및 루마 스케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 (1904) 구성될 수도 있다. 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하고 (1906), 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 (1908) 추가로 구성될 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 그 후 비디오 데이터를 인코딩하도록 (1910) 구성될 수도 있다.

[0294] 하나의 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들에 대해 결정된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하도록 추가로 구성된다.

[0295] 다른 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들에 대해 결정된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하도록 추가로 구성된다.

[0296] 다른 예에서, 휘도 성분들에 대한 코드워드 값의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들은 불연속 함수에 의해 표현되고, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 불연속 함수에 선형화 프로세스를 적용하고, 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다. 하나의 예에서, 선형화 프로세스는 선형 보간 프로세스, 곡선 피팅 프로세스, 평균화 프로세스, 또는 고차 근사화 프로세스 중 하나 이상이다.

[0297] 다른 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 루마 스케일 파라미터들 및 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다.

[0298] 다른 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 루마 스케일 파라미터들, 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터, 및 비디오 데이터의 크로마 성분의 특성들로부터 도출된 컬러 표현 파라미터의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다. 하나의 예에서, 컬러 표현은 컬러 컨테이너/비디오 데이터와 연관된 전달 함수를 포함한다.

[0299] 다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 초기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되고, 여기서 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 루마 스케일 파라미터들 및 초기 크로마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다.

[0300] 다른 예에서, 비디오 프리-프로세서 유닛 (19) 및/또는 비디오 인코더 (20) 는 휘도 성분들에 대한 루마 오프셋 파라미터들을 결정하고, 루마 스케일 파라미터들 및 루마 오프셋 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행하고, 색차 성분들에 대한 크로마 오프셋 파라미터들을 결정하고, 크로마 스케일 파라미터들 및 크로마 오프셋 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 동적 범위 조정 프로세스를 수행한다.

[0301] 도 20 은 본 개시의 다른 예의 비디오 프로세싱 기법을 도시하는 플로우차트이다. 도 20 의 기법들은 상기 설명된 바와 같이, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 에 의해 수행될 수도 있다.

본 개시의 하나의 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이터를 디코딩하도록 (2000) 구성될 수도 있고 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이터를 수신하도록 (2002) 구성될 수도 있다. 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이터의 휘도 성분들에 대한 코드워드 값들의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들을 결정하고 (2004), 루마 스

케일 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 (2006) 추가로 구성될 수도 있다. 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하고 (2008), 크로마 스케일 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하도록 (2010) 추가로 구성될 수도 있다.

[0302] 하나의 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 코드워드 값들의 제 1 범위를 갖는 휘도 성분들에 대해 결정된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하도록 추가로 구성된다.

[0303] 다른 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 코드워드 값들의 복수의 범위들 중 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들과 연관된 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을, 코드워드 값들의 제 1 범위 및 코드워드 값들의 제 2 범위를 갖는 휘도 성분들에 대해 결정된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 결정하도록 추가로 구성된다.

[0304] 다른 예에서, 휘도 성분들에 대한 코드워드 값의 복수의 범위들의 각각에 대한 루마 스케일 파라미터들은 불연속 함수에 의해 표현되고, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 선형화된 루마 스케일 파라미터들을 생성하기 위해 불연속 함수에 선형화 프로세스를 적용하고, 선형화된 루마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다. 하나의 예에서, 선형화 프로세스는 선형 보간 프로세스, 곡선 피팅 프로세스, 평균화 프로세스, 또는 고차 근사화 프로세스 중 하나 이상이다.

[0305] 다른 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 루마 스케일 파라미터들 및 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다.

[0306] 다른 예에서, 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 루마 스케일 파라미터들, 색차 성분들을 디코딩하는데 사용된 양자화 파라미터, 및 비디오 데이터의 크로마 성분의 특성들로부터 도출된 컬러 표현 파라미터의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다. 하나의 예에서, 컬러 표현 파라미터는 컬러 컨테이너/비디오 데이터와 연관된 전달 함수를 포함한다.

[0307] 다른 예에서, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 초기 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성되고, 여기서 크로마 스케일 파라미터들을 결정하기 위해, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 루마 스케일 파라미터들 및 초기 크로마 스케일 파라미터들의 함수를 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대한 크로마 스케일 파라미터들을 결정하도록 추가로 구성된다.

[0308] 다른 예에서, 비디오 포스트-프로세서 유닛 (31) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 휘도 성분들에 대한 루마 오프셋 파라미터들을 결정하고, 루마 스케일 파라미터들 및 루마 오프셋 파라미터들을 사용하여 휘도 성분들에 대해 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행하고, 색차 성분들에 대한 크로마 오프셋 파라미터들을 결정하고, 크로마 스케일 파라미터들 및 크로마 오프셋 파라미터들을 사용하여 비디오 데이터의 색차 성분들에 대해 역 동적 범위 조정 프로세스를 수행한다.

[0309] 본 개시의 소정의 양태들은 예시의 목적들을 위해 HEVC, HEVC 의 확장들, JEM, 및 VVC 표준들에 대하여 설명되었다. 그러나, 본 개시에서 설명된 기법들은, VVC 를 포함하여, 개발중이거나 또는 아직 개발되지 않은 다른 표준 또는 독점 비디오 코딩 프로세스들을 포함한, 다른 비디오 코딩 프로세스들에 유용할 수도 있다.

[0310] 비디오 코더는, 본 개시에서 설명된 바와 같이, 비디오 인코더 또는 비디오 디코더를 지칭할 수도 있다. 유사하게, 비디오 코딩 유닛은 비디오 인코더 또는 비디오 디코더를 지칭할 수도 있다. 마찬가지로, 비디오 코딩은, 적용가능한 경우, 비디오 인코딩 또는 비디오 디코딩을 지칭할 수도 있다.

[0311] 예에 의준하여, 본 명세서에서 설명된 기법들 중 임의의 것의 소정의 액트들 또는 이벤트들은 상이한 시퀀스로 수행될 수 있고, 전체적으로 부가, 병합, 또는 제거될 수도 있음 (예를 들어, 모든 설명된 액트들 또는 이벤트들이 그 기법들의 실시를 위해 필수적인 것은 아님) 이 인식되어야 한다. 더욱이, 소정의 예들에서, 액트들

또는 이벤트들은 순차적인 것보다는, 예를 들어, 멀티-스레딩된 프로세싱, 인터럽트 프로세싱, 또는 다중 프로세서들을 통해 동시에 수행될 수도 있다.

[0312] 하나 이상의 예들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합에서 구현될 수도 있다. 소프트웨어에서 구현되면, 그 기능들은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장 또는 송신될 수도 있고 하드웨어 기반 프로세싱 유닛에 의해 실행될 수도 있다. 컴퓨터 판독가능 매체들은, 데이터 저장 매체들과 같은 유형의 매체에 대응하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체들, 또는 예를 들어, 통신 프로토콜에 따라, 일 장소로부터 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체들을 포함할 수도 있다. 이러한 방식으로, 컴퓨터 판독가능 매체들은 일반적으로, (1) 비일시적인 유형의 컴퓨터 판독가능 저장 매체들 또는 (2) 신호 또는 캐리어파와 같은 통신 매체에 대응할 수도 있다. 데이터 저장 매체들은 본 개시에서 설명된 기법들의 구현을 위한 명령들, 코드 및/또는 데이터 구조들을 추출하기 위해 하나 이상의 컴퓨터들 또는 하나 이상의 프로세서들에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수도 있다.

[0313] 한정이 아닌 일례로, 이러한 컴퓨터 판독가능 저장 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 스토리지, 자기 디스크 스토리지, 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 플래시 메모리, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 원하는 프로그램 코드를 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터 판독가능 매체로 적절히 칭해진다. 예를 들어, 명령들이 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스티드 페어, 디지털 가입자 회선 (DSL), 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 사용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되면, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스티드 페어, DSL, 또는 적외선, 무선, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들은 매체의 정의에 포함된다. 그러나, 컴퓨터 판독가능 저장 매체들 및 데이터 저장 매체들은 접속들, 캐리어파들, 신호들, 또는 다른 일시적 매체들을 포함하지 않고, 그 대신 비일시적 유형의 저장 매체들에 관련된다는 것이 이해되어야 한다. 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 및 블루-레이 디스크를 포함하고, 여기서 디스크 (disk) 들은 보통 데이터를 자기적으로 재생하는 한편, 디스크 (disc) 들은 레이저들로 데이터를 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들이 또한 컴퓨터 판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.

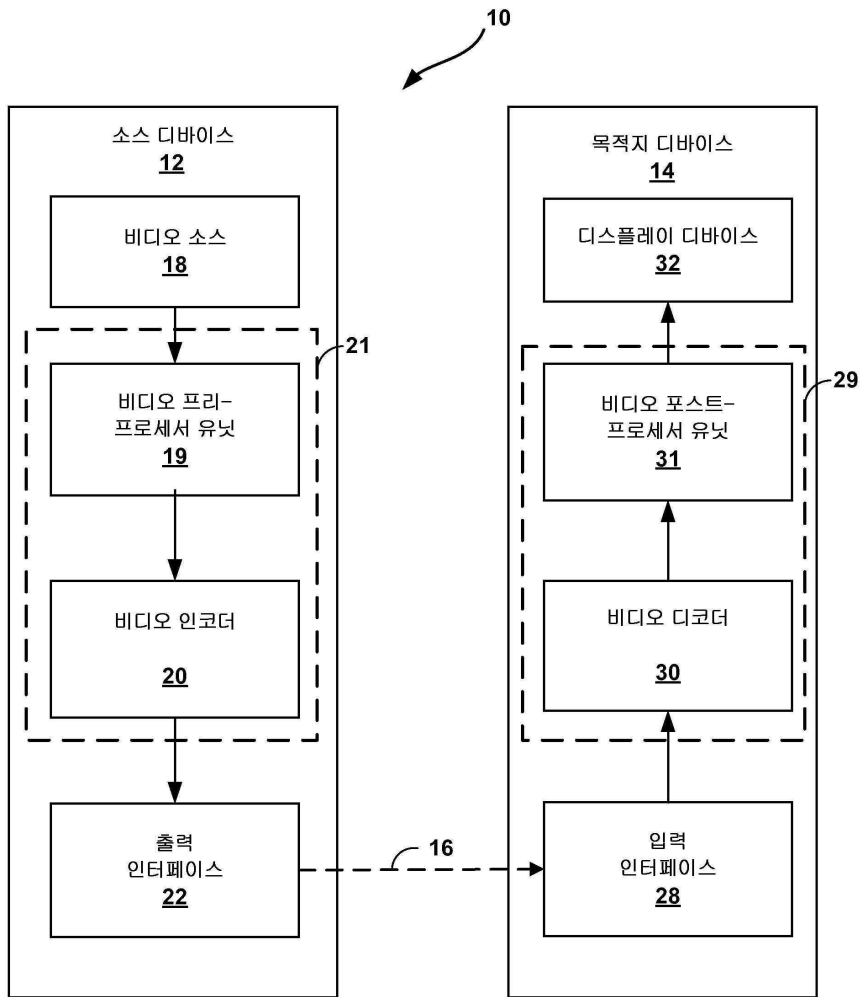
[0314] 명령들은 하나 이상의 프로세서들, 이를 테면 하나 이상의 디지털 신호 프로세서들 (DSP들), 범용 마이크로프로세서들, 주문형 집적 회로들 (ASIC들), 필드 프로그래밍가능 로직 어레이들 (FPGA들), 또는 다른 등가의 집적 또는 이산 로직 회로부에 의해 실행될 수도 있다. 이에 따라, 본 명세서에서 사용된 바와 같은 용어 "프로세서" 는, 전술한 구조 또는 본 명세서에서 설명된 기법들의 구현에 적합한 임의의 다른 구조 중 임의의 것을 지칭할 수도 있다. 추가로, 일부 양태들에서, 본 명세서에서 설명된 기능성은 인코딩 및 디코딩을 위해 구성되거나, 또는 결합된 코덱에 통합된 전용 하드웨어 및/또는 소프트웨어 모듈들 내에 제공될 수도 있다. 또한, 그 기법들은 하나 이상의 회로들 또는 로직 엘리먼트들에서 완전히 구현될 수 있다.

[0315] 본 개시의 기법들은 무선 핸드셋, 집적 회로 (IC) 또는 IC들의 세트 (예를 들면, 칩 세트) 를 포함한, 매우 다양한 디바이스들 또는 장치들에서 구현될 수도 있다. 다양한 컴포넌트들, 모듈들, 또는 유닛들은 개시된 기법들을 수행하도록 구성된 디바이스들의 기능적 양태들을 강조하기 위해 본 개시에서 설명되지만, 상이한 하드웨어 유닛들에 의한 실행을 반드시 요구하는 것은 아니다. 오히려, 상기 설명된 바와 같이, 다양한 유닛들은 코덱 하드웨어 유닛에 결합되거나 또는 적합한 소프트웨어 및/또는 펌웨어와 함께, 상기 설명된 바와 같은 하나 이상의 프로세서들을 포함하는, 상호운용가능한 하드웨어 유닛들의 컬렉션에 의해 제공될 수도 있다.

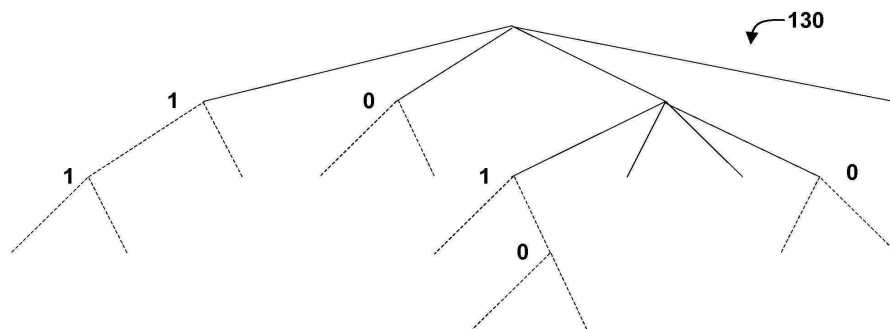
[0316] 다양한 예들이 설명되었다. 이들 및 다른 예들은 다음의 청구항들의 범위 내에 있다.

도면

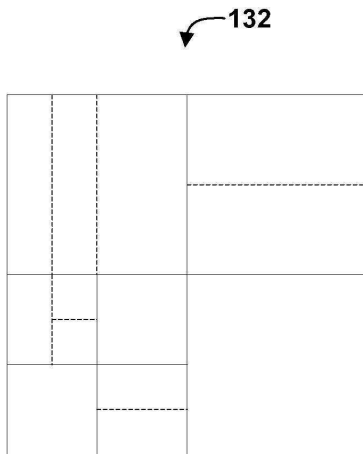
도면1



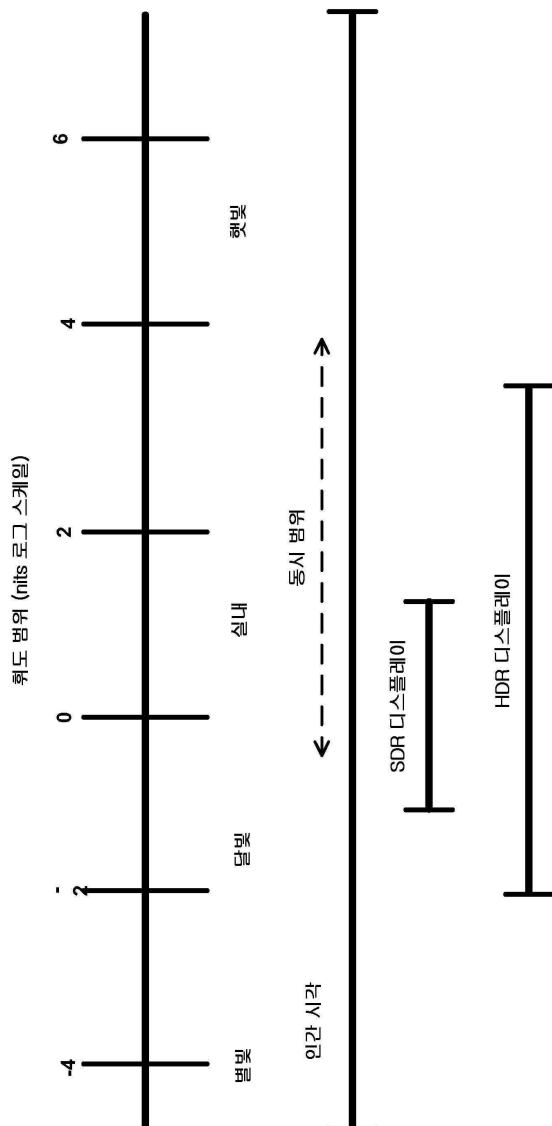
도면2a



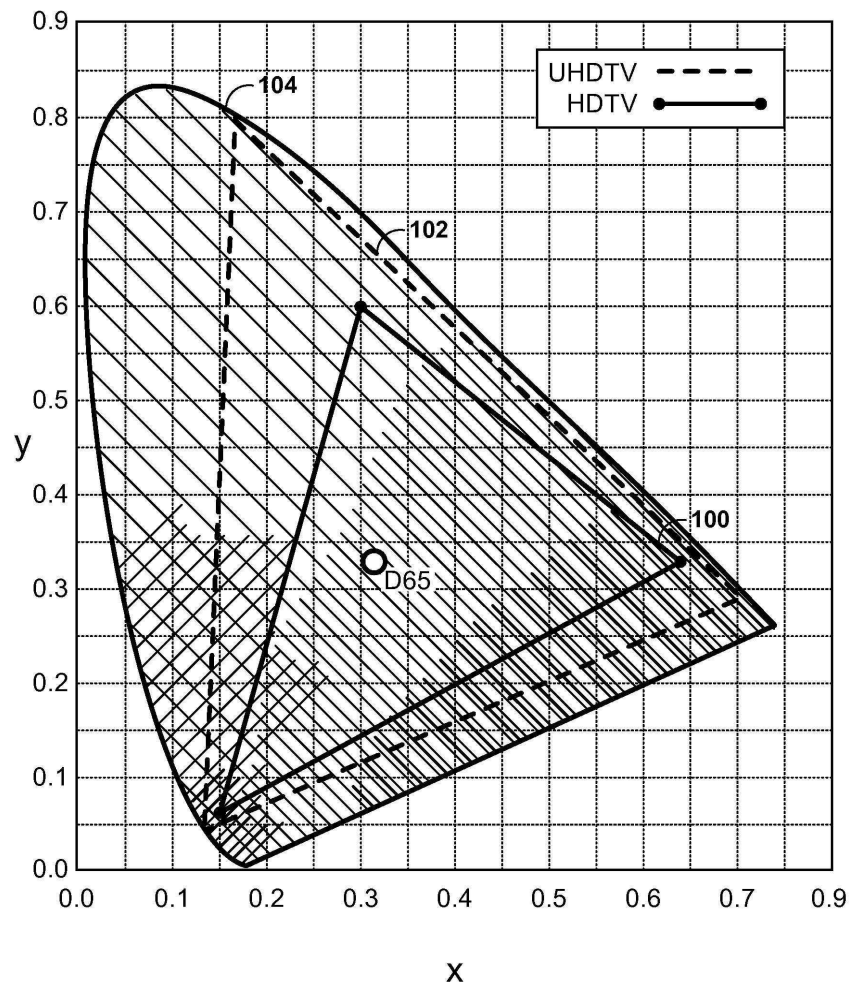
도면2b



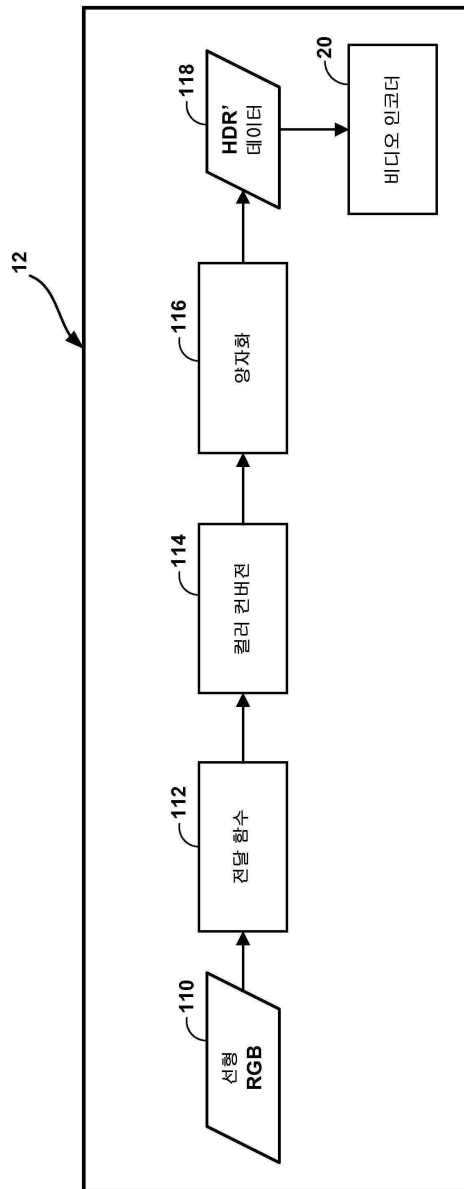
도면3



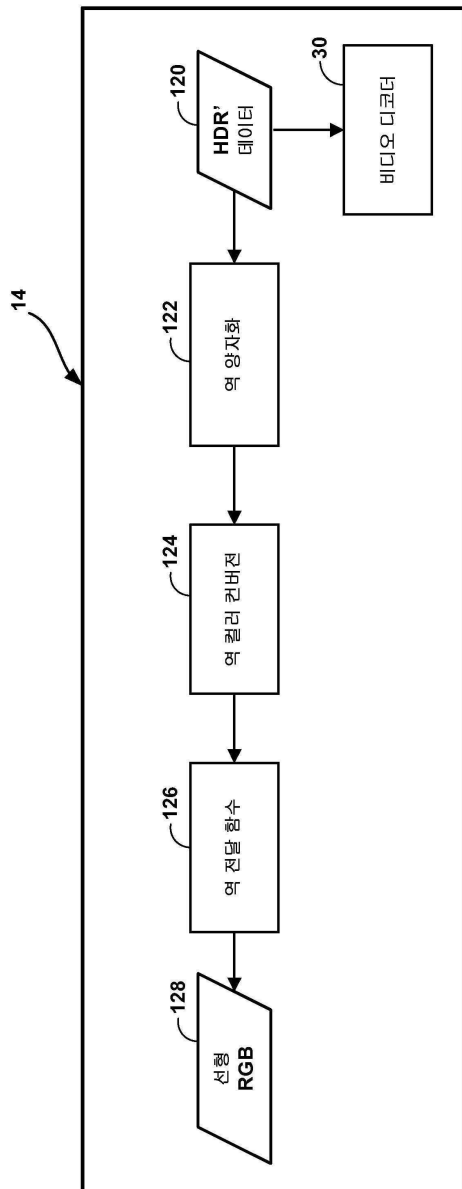
도면4



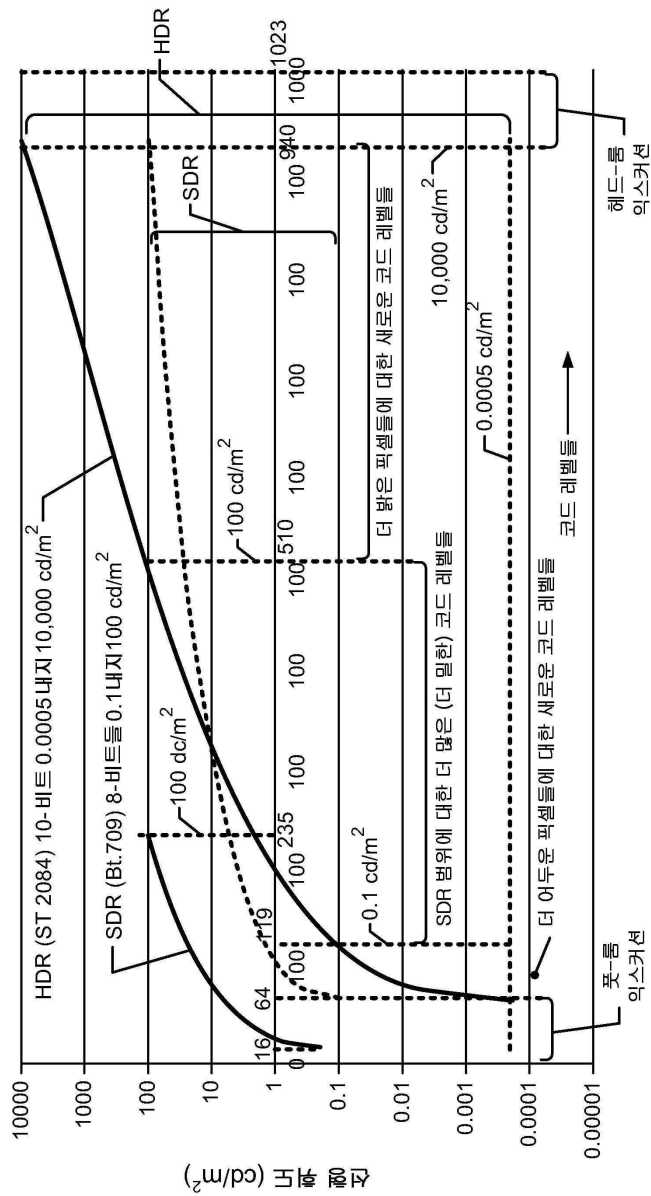
도면5



도면6

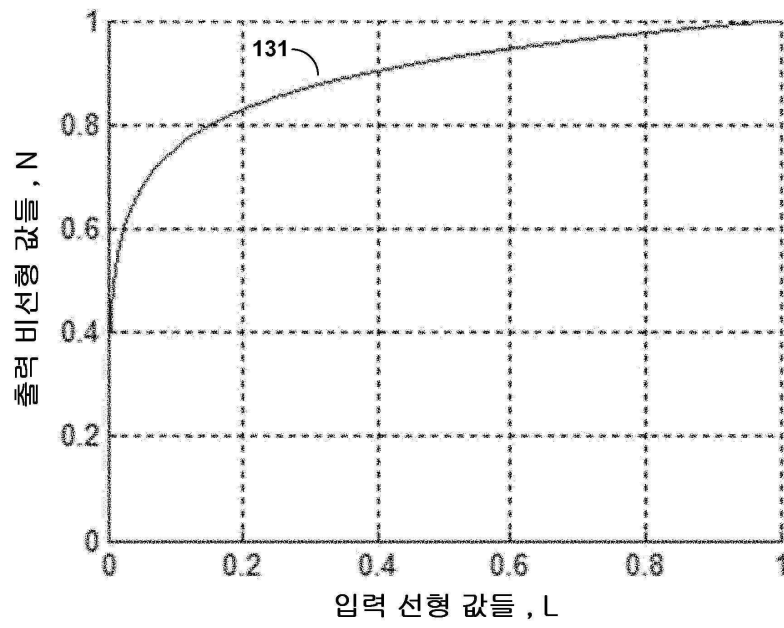


도면7

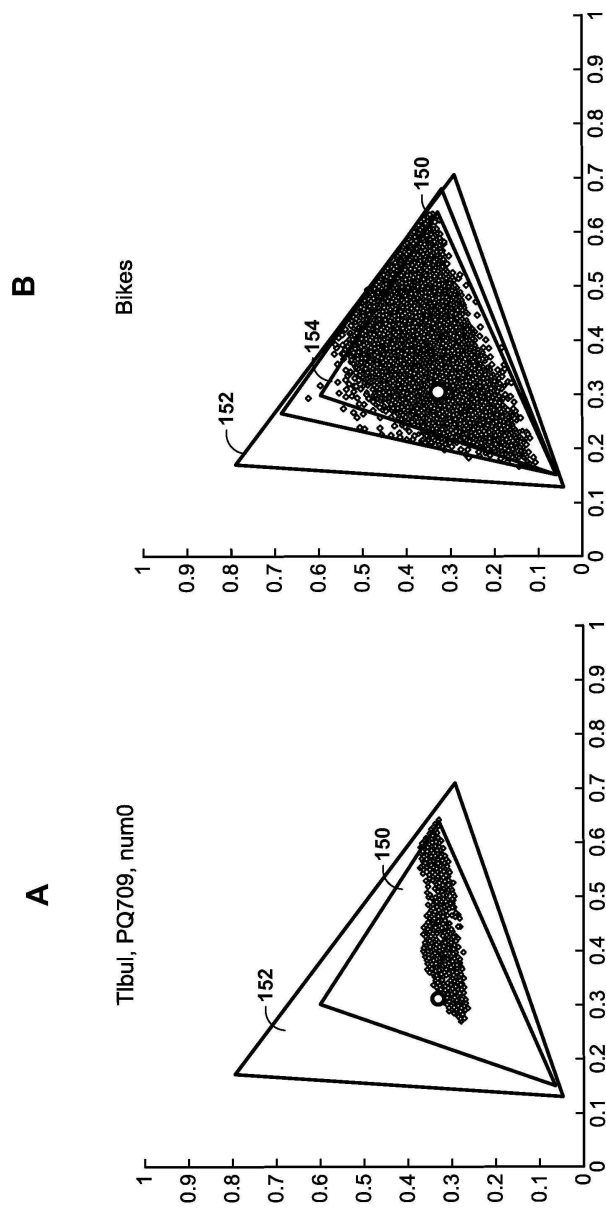


예 103의 EOTF

도면8



도면9

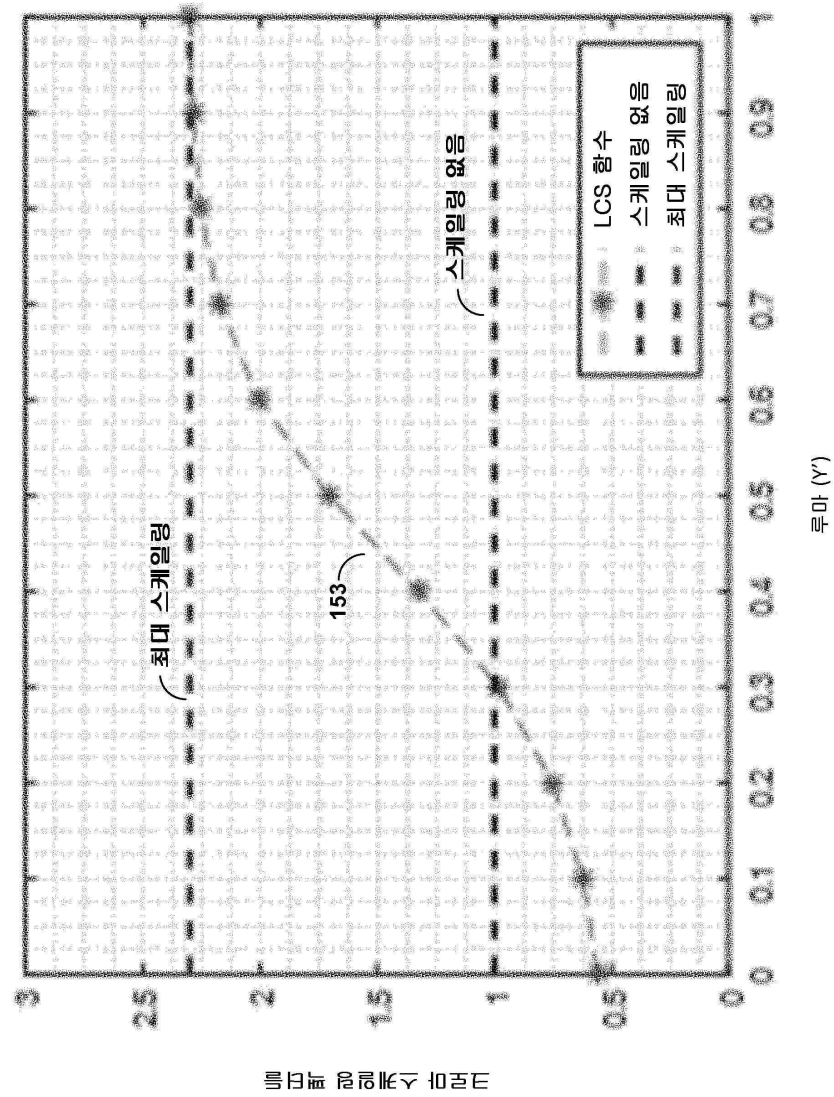


xy 컬러 평면에서의 컬러 분포의 시각화

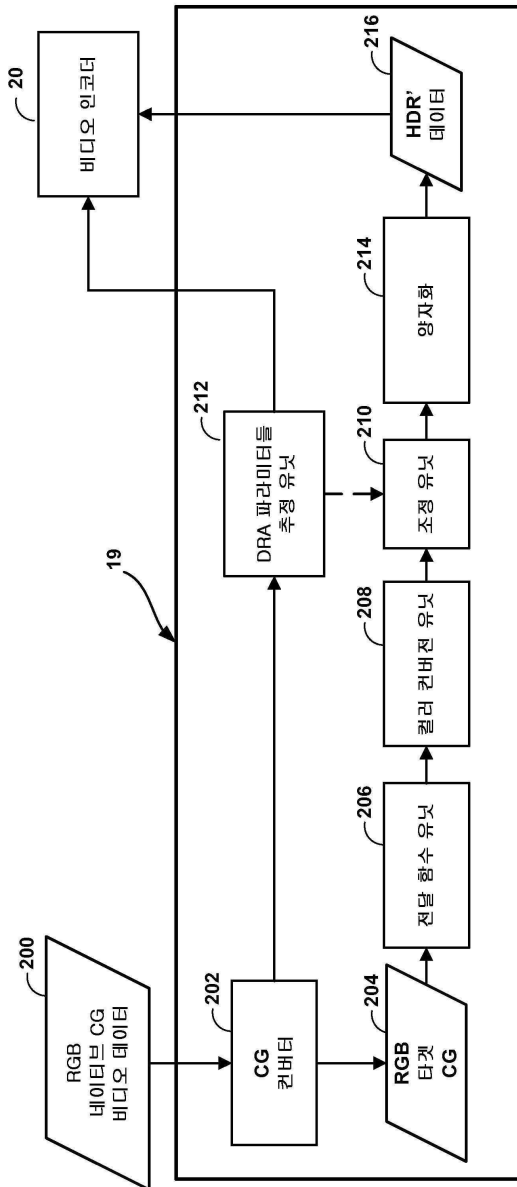
도 9의 A - 네이티브 BT.709 색역에서 캡처된, Tibul HDR 시퀀스

도 9의 B - 네이티브 P3 색역에서 캡처된, Bikes HDR 시퀀스들

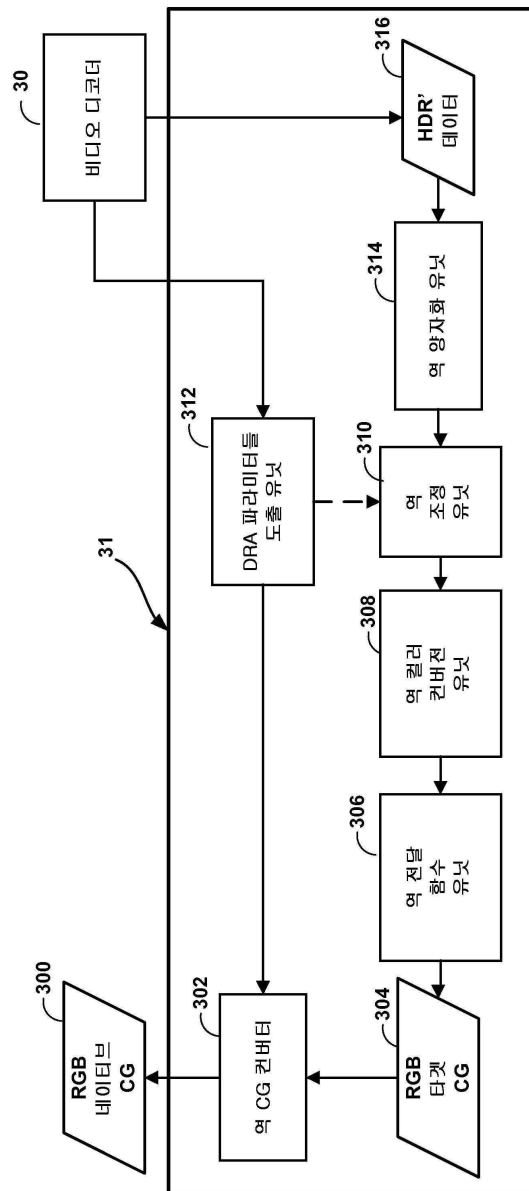
도면10



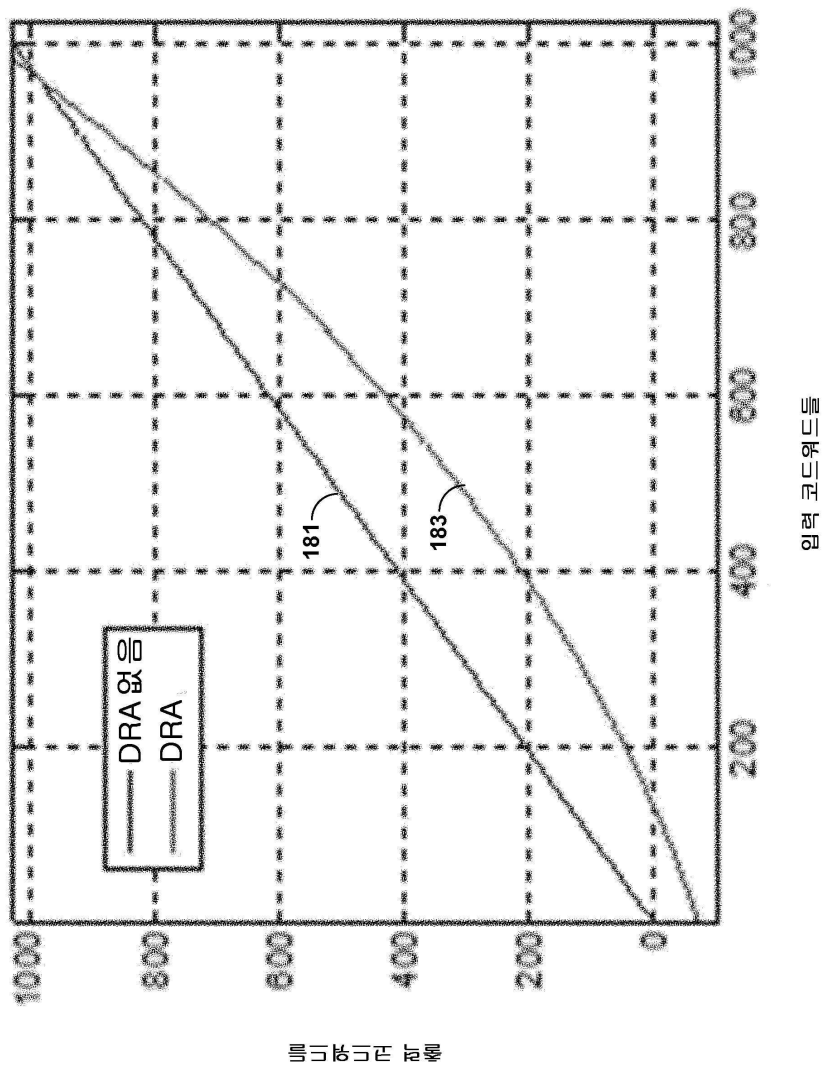
도면11



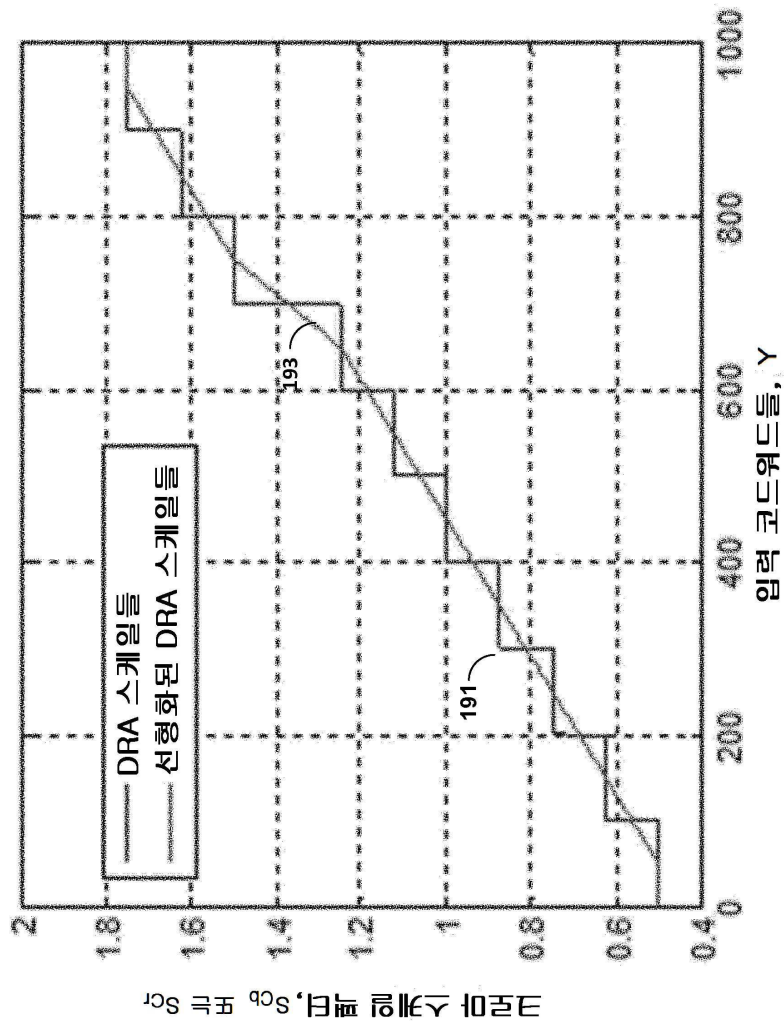
도면12



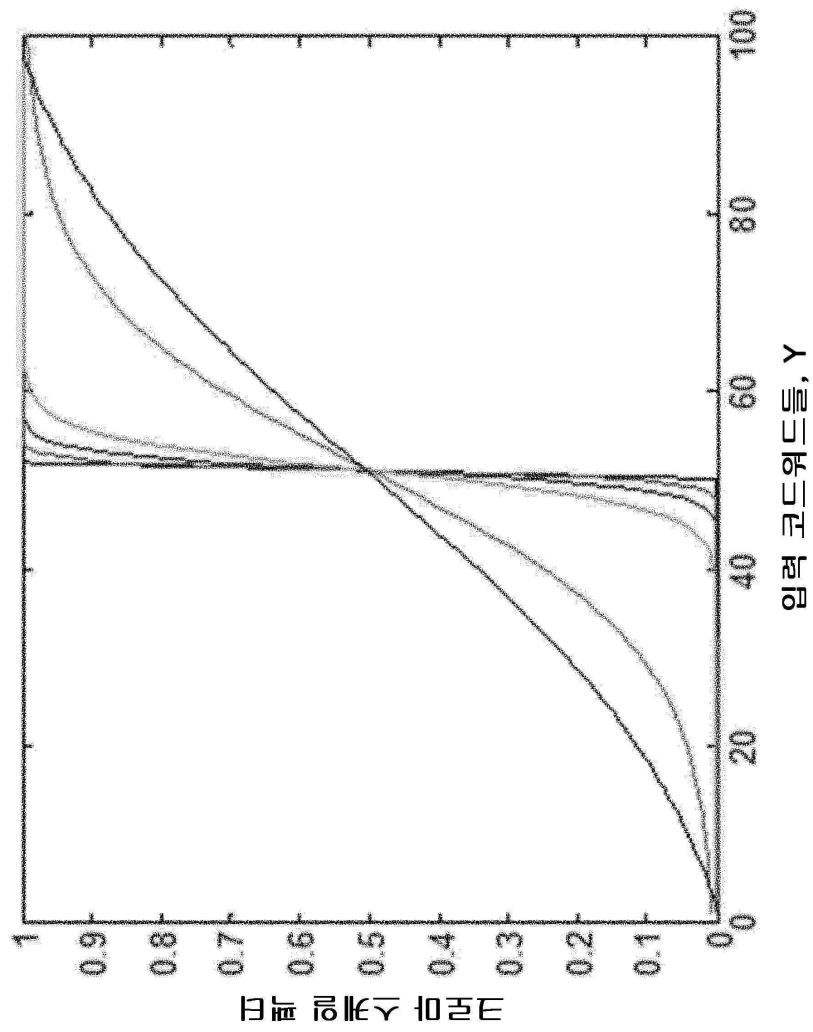
도면13



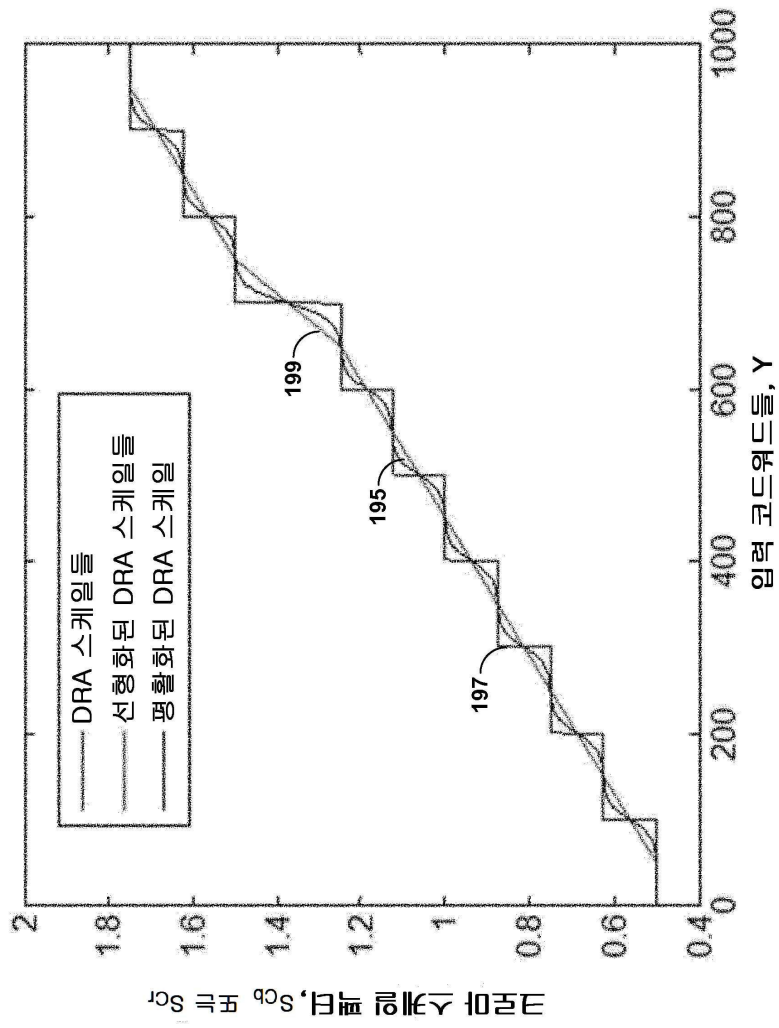
도면14



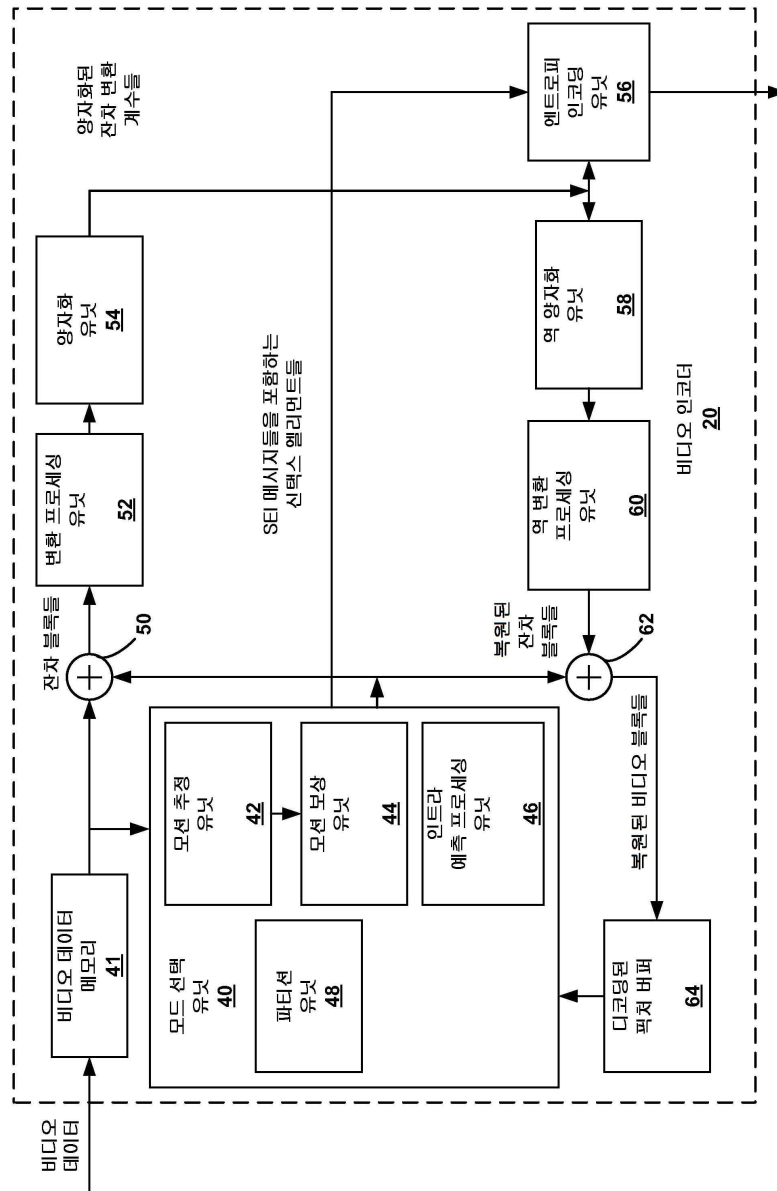
도면15



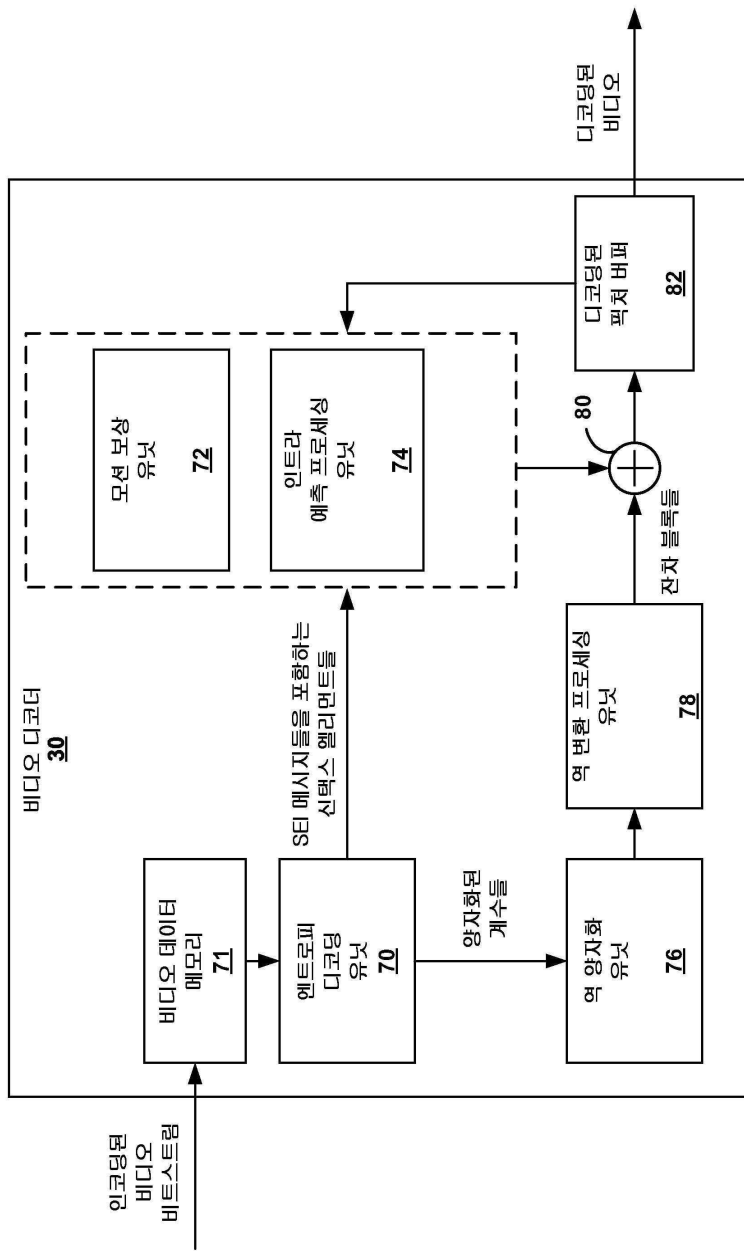
도면16



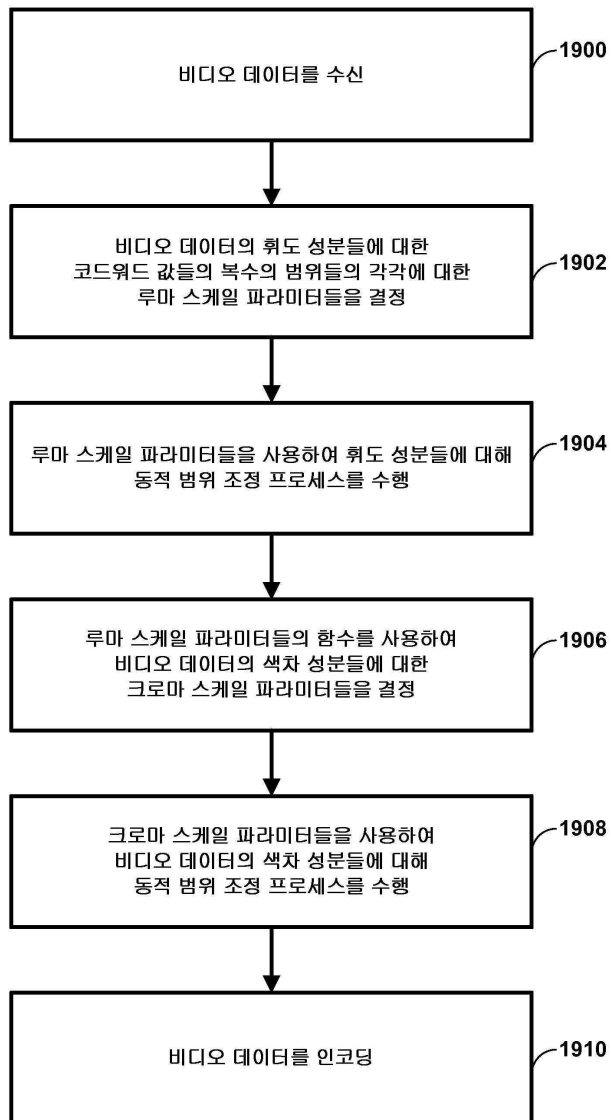
도면17



도면18



도면19



도면20

