



등록특허 10-2031477



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월11일
(11) 등록번호 10-2031477
(24) 등록일자 2019년10월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/85 (2014.01) *H04N 19/117* (2014.01)
H04N 19/136 (2014.01) *H04N 19/169* (2014.01)
H04N 19/186 (2014.01) *H04N 19/615* (2014.01)
H04N 19/98 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
H04N 19/85 (2015.01)
H04N 19/117 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7035102
- (22) 출원일자(국제) 2016년06월08일
심사청구일자 2019년05월09일
- (85) 번역문제출일자 2017년12월05일
- (65) 공개번호 10-2018-0016383
- (43) 공개일자 2018년02월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/036480
- (87) 국제공개번호 WO 2016/200969
국제공개일자 2016년12월15일

- (30) 우선권주장
62/172,713 2015년06월08일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
D. Bugdayci Sansli, et al., "Dynamic Range Adjustment SEI Message", (JCTVC-U0098),
JCT-VC of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC
1/SC 29/WG 11 21th Meeting: Warsaw, PL
(2015.06.25.)
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 36 항

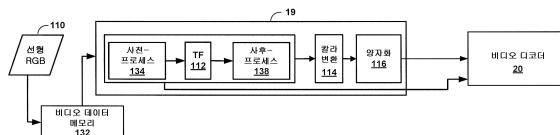
심사관 : 조우연

(54) 발명의 명칭 고 동적 범위 (HDR) 및/또는 넓은 컬러 공간 (WCG) 비디오 데이터에의 고정 전달 함수의 콘텐츠-적용적 적용

(57) 요 약

본 개시물은 고 동적 범위 (HDR)/넓은 컬러 공간 (WCG) 컬라 컨테이너를 준수하도록 비디오 데이터를 프로세싱하는 것을 포함하여, 비디오 데이터를 프로세싱하는 것에 관한 것이다. 본 기법들은 인코딩 측 상에서, 정적 전달 함수의 적용 전에 컬라 값들의 사전-프로세싱을 적용하거나 및/또는 정적 전달 함수의 적용으로부터의 출력 상에 사후-프로세싱을 적용한다. 사전-프로세싱을 적용함으로써, 본 예들은 정적 전달 함수의 적용에 의해 상이한 동적 범위로 압축될 때 출력 코드워드들을 선형화하는 컬라 값들을 발생시킬 수도 있다. 사후-프로세싱을 적용함으로써, 예들은 신호 대 양자화 잡음 비를 증가시킬 수도 있다. 본 예들은 인코딩 측 상에서의 동작들의 역을 디코딩 측 상에 적용하여 컬라 값들을 복원할 수도 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

HO4N 19/136 (2015.01)

HO4N 19/186 (2015.01)

HO4N 19/1887 (2015.01)

HO4N 19/615 (2015.01)

HO4N 19/98 (2015.01)

(72) 발명자

부그다이지 산스리 도네

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

솔레 로할스 호텔

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

(56) 선행기술조사문헌

A.M. Tourapis, et al., "On 4:4:4 to 4:2:0 conversion - Performance of downsampling and upsampling filters, and MinMax and Closed Loop Filtering", (JCTVC-U0041), JCT-VC of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC

WO2010105036 A1

Philippe Bordes, et al., "AHG14: Color Gamut Scalable Video Coding using 3D LUT: New Results", (JCTVC-N0168), JCT-VC of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 14th Meeting: Vienna, AT, (2013.0

(30) 우선권주장

62/184,216 2015년06월24일 미국(US)

15/176,034 2016년06월07일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

비디오 프로세싱하는 방법으로서,

비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 단계로서, 상기 압축된 칼라 값들은 제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 1 동적 범위는 상기 압축된 칼라 값들의 제 1 최소 명도와 제 1 최대 명도 사이의 비이고, 그리고 상기 압축된 칼라 값들은 인코딩하기 위한 상기 제 1 동적 범위로 변환되어 있는 칼라 값들을 나타내는, 상기 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 단계;

비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 상기 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 상기 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 단계로서, 상기 비압축된 칼라 값들은 상이한 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 최소 명도와 제 2 최대 명도 사이의 비이고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 제 1 동적 범위보다 크고, 그리고 상기 제 2 복수의 코드워드들은 상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 역 사후-프로세싱 후 코드워드들 또는 상기 제 1 복수의 코드워드들 중 하나인, 상기 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 단계;

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱 (inverse post-processing) 하는 단계 또는 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱 (inverse pre-processing) 하는 단계 중 적어도 하나의 단계로서,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 단계는 압축된 코드워드들의, 코드워드 공간에 걸친 확산을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들에 적용된 사후-프로세싱의 역을 수행하는 단계를 포함하고, 그리고 압축된 코드워드들에 적용된 사후-프로세싱하는 단계는 상기 압축된 코드워드들에 의해 이용된 코드워드 공간의 양을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 단계는 압축된 코드워드들의 선형성을 증가시키기 위해 선형 칼라 값들에 적용된 사전-프로세싱의 역을 수행하여, 상기 선형 칼라 값들에서의 변화들이 상기 압축된 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나게 하는 단계를 포함하고, 그리고 상기 선형 칼라 값들에 적용된 사전-프로세싱하는 단계는 상기 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하여, 정적 전달 함수가 적용될 때 상기 압축된 코드워드들에서 선형성이 보다 많이 존재하게 하는 단계를 포함하는,

상기 역 사후-프로세싱하는 단계 또는 역 사전-프로세싱하는 단계 중 적어도 하나의 단계; 및

상기 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 단계 또는 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 단계 중 적어도 하나의 단계는,

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 단계; 및

상기 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 역 사후-프로세싱은 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 스케일링 및 오프셋팅하는 것을 포함하며, 상기 역 사전-프로세싱은 비압축으로부터 유래하는 상기 비압축된 제 2 복수의 코드워드들을 역 스케일링 및 오프셋팅하는 것을 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 상기 역 스케일링 및 오프셋팅하는 것 및 상기 비압축으로부터 유래하는 상기 비압축된 제 2 복수의 코드워드들을 역 스케일링 및 오프셋팅하는 것 중 하나 또는 양자를 위해, 수신된 비트스트림 또는 별개로 시그널링된 부수 정보로부터, 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 유도하는 단계를 더 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정하는 단계; 및

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 상기 최소 임계치보다 크거나 동일하고 그리고 상기 최대 임계치 미만이거나 동일한 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 단계는,

제 1 코드워드를 상기 최소 임계치 미만인 상기 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들에 할당하는 단계,

제 2 코드워드를 상기 최대 임계치보다 큰 상기 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들에 할당하는 단계, 및

상기 코드워드들의 제 2 세트를 역 스케일링 및 오프셋팅하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 또는 상기 최소 임계치를 표시하는 별개로 시그널링된 부수 정보로부터 또는 비트스트림으로부터 수신된 정보에 기초하여 상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 및 상기 최소 임계치 중 하나 이상을 결정하는 단계; 또는 상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 또는 상기 최소 임계치를 결정하기 위해 프로세싱을 적용하는 단계를 더 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정하는 단계; 및

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 단계는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 코드워드들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하는 단계, 및

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 코드워드들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 비압축된 칼라 값들의 제 1 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 가지는 비압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정하는 단계; 및

상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 가지는 비압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 단계는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 비압축된 칼라 값들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅 하는 단계, 및

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅 하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 9

비디오 프로세싱하는 방법으로서,

제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내는 비디오 데이터의 복수의 칼라 값들을 수신하는 단계로서, 상기 제 1 동적 범위는 상기 칼라 값들의 제 1 최소 명도와 제 1 최대 명도 사이의 비인, 상기 복수의 칼라 값들을 수신하는 단계;

압축된 칼라 값들을 나타내는 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 압축되는 비디오 데이터에 비-적응적인 정적 전달 함수를 이용하여 상기 칼라 값들을, 인코딩하기 위해, 압축하는 단계로서, 상기 압축된 칼라 값들은 상이한 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 2 동적 범위는 비압축된 칼라 값들의 제 2 최소 명도와 제 2 최대 명도 사이의 비이고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 제 1 동적 범위보다 작은, 상기 칼라 값들을 압축하는 단계;

압축된 상기 칼라 값들을 발생시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값을 사전-프로세싱하는 단계 또는 상기 칼라 값을 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하는 단계 중 적어도 하나의 단계로서,

압축하기 전에 상기 칼라 값을 사전-프로세싱하는 단계는 상기 칼라 값을 사전-프로세싱하지 않는 것과 비교하여 압축으로부터 유래되는 코드워드들에서의 선형성을 증가시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값을 스케일링 및 오프셋팅하여, 선형 칼라 값을에서의 변화들이 상기 압축된 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나게 하는 단계를 포함하고, 그리고

코드워드들을 사후-프로세싱하는 단계는, 상기 압축된 코드워드들에 의해 이용된 코드워드 공간의 양을 증가시키기 위해 상기 칼라 값을 압축으로부터 유래되는 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 단계를 포함하여, 코드워드 공간에 걸친 확산을 증가시키기 위해서 압축하는 것으로부터 유래되는 상기 코드워드들을 수정하는 단계를 포함하는,

상기 사전-프로세싱하는 단계 또는 사후-프로세싱하는 단계 중 적어도 하나의 단계; 및

상기 압축된 칼라 값을 또는 상기 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값을 중 하나에 기초하여 칼라 값을 출력하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

압축된 상기 칼라 값을 발생시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값을 사전-프로세싱하는 단계 또는 상기 칼라 값을 상기 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하는 단계 중 적어도 하나의 단계는,

압축된 상기 칼라 값을 발생시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값을 사전-프로세싱하는 단계; 및

상기 칼라 값을 상기 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

입력 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것 및 상기 압축으로부터 유래하는 상기 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것 중 하나 또는 양자를 위해, 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을, 비트스트림으로 또는 부수 정보로서, 시그널링하는 단계를 더 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

입력 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하는 단계는, 상기 입력 선형 칼라 값들에 기초하여 스케일 인자 및 오프셋 인자를 적응적으로 결정하는 단계를 포함하며,

상기 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 단계는 가용 코드워드 공간의 사용을 증가시키기 위해 상기 코드워드들에 기초하여 스케일 인자 및 오프셋 인자를 적응적으로 결정하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 코드워드들의 사후-프로세싱은,

상기 스케일링된 및 오프셋팅된 코드워드들의 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 갖는다고 결정하는 단계;

제 1 코드워드를 상기 최소 임계치 미만인 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋팅된 코드워드들의 세트에 할당하는 단계; 및

제 2 코드워드를 상기 최대 임계치보다 큰 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋팅된 코드워드들의 세트에 할당하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 또는 상기 최소 임계치 중 하나 이상을 표시하는 정보를 비트스트림으로 또는 부수 정보로서 시그널링하는 단계를 더 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 칼라 값을 제 1 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값을 갖는다고 결정하는 단계; 및

상기 칼라 값을 제 2 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값을 갖는다고 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 칼라 값을 사전-프로세싱하는 단계는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 칼라 값을 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하는 단계, 및

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 칼라 값을 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값을 갖는다고 결정하는 단계; 및

상기 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 복수의 코드워드들을 사후-프로세싱하는 단계는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 코드워드들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하는 단계, 및

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 코드워드들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하는 단계를 포함하는, 비디오 프로세싱하는 방법.

청구항 17

비디오 프로세싱용 디바이스로서,

비디오 데이터를 저장하도록 구성된 비디오 데이터 메모리; 및

고정-함수 또는 프로그래밍가능 회로부 중 적어도 하나를 포함하는 비디오 포스트프로세서를 포함하며,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 비디오 데이터 메모리로부터, 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 것으로서, 상기 압축된 칼라 값들은 제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 1 동적 범위는 상기 압축된 칼라 값들의 제 1 최소 명도와 제 1 최대 명도 사이의 비이고, 그리고 상기 압축된 칼라 값들은 인코딩하기 위한 상기 제 1 동적 범위로 변환되어 있는 칼라 값들을 나타내는, 상기 제 1 복수의 코드워드들을 수신하고;

비압축된 칼라 값을 발생시키기 위해 상기 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 상기 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 것으로서, 상기 비압축된 칼라 값을 상이한 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 최소 명도와 제 2 최대 명도 사이의 비이고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 제 1 동적 범위보다 크고, 그리고 상기 제 2 복수의 코드워드들은 상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 역 사후-프로세싱 후 코드워드들 또는 상기 제 1 복수의 코드워드들 중 하나인, 상기 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하고;

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것 또는 상기 비압축된 칼라 값을 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하는 것으로서,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는 압축된 코드워드들의, 코드워드 공간에 걸친 확산을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들에 적용된 사후-프로세싱의 역을 수행하도록 구성되고, 그리고 압축된 코드워드들에 적용된 상기 사후-프로세싱은 상기 압축된 코드워드들에 의해 이용된 코드워드 공간의 양을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것을 포함하고, 그리고

상기 비압축된 칼라 값을 역 사전-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는 압축된 코드워드들의 선형성을 증가시키기 위해 선형 칼라 값을 적용된 사전-프로세싱의 역을 수행하여, 상기 선형 칼라 값을 통해서 변화들이 상기 압축된 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나게 하도록 구성되고, 그리고 상기 선형 칼라 값을 적용된 사전-프로세싱은 상기 선형 칼라 값을 스케일링 및 오프셋팅하여, 정적 전달 함수가 적용될 때 상기 압축된 코드워드들에서 선형성이 보다 많이 존재하게 하는 것을 포함하는,

상기 역 사후-프로세싱하는 것 또는 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하고; 그리고

상기 비압축된 칼라 값을 또는 역 사전-프로세싱된 상기 비압축된 칼라 값을 출력하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하고; 그리고

상기 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

역 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되며,

역 사전-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는 비압축으로부터 유래하는 상기 비압축된 제 2 복수의 코드워드들을 역 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 상기 역 스케일링 및 오프셋팅하는 것 및 상기 비압축으로부터 유래하는 상기 비압축된 제 2 복수의 코드워드들을 역 스케일링 및 오프셋팅하는 것 중 하나 또는 양자를 위해, 수신된 비트스트림 또는 별개로 시그널링된 부수 정보로부터, 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 유도하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정하고; 그리고

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 상기 최소 임계치보다 크거나 동일하고 그리고 상기 최대 임계치 미만이거나 동일한 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정하도록 구성되며,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는,

제 1 코드워드를 상기 최소 임계치 미만인 상기 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들에 할당하고,

제 2 코드워드를 상기 최대 임계치보다 큰 상기 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들에 할당하고, 그리고

상기 코드워드들의 제 2 세트를 역 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 또는 상기 최소 임계치를 표시하는 별개로 시그널링된 부수 정보로부터 또는 비트스트림으로부터 수신된 정보에 기초하여, 상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 및 상기 최소 임계치 중 하나 이상을 결정하거나 또는 상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 또는 상기 최소 임계치를 결정하기 위해 프로세싱을 적용하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 23

제 17 항에 있어서,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는

값들을 가지는 압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정하고; 그리고

상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 가지는 압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정하도록 구성되며,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 코드워드들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하고, 그리고

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 코드워드들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 24

제 17 항에 있어서,

상기 비디오 포스트프로세서는,

상기 비압축된 칼라 값들의 제 1 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 가지는 비압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정하고; 그리고

상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 가지는 비압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정하도록 구성되며,

상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 포스트프로세서는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 비압축된 칼라 값들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하고, 그리고

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 25

비디오 프로세싱용 디바이스로서,

비디오 데이터를 저장하도록 구성된 비디오 데이터 메모리; 및

고정-함수 또는 프로그래밍가능 회로부 중 적어도 하나를 포함하는 비디오 프리프로세서를 포함하며,

상기 비디오 프리프로세서는,

상기 비디오 데이터 메모리로부터, 제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내는 비디오 데이터의 복수의 칼라 값들을 수신하는 것으로서, 상기 제 1 동적 범위는 상기 칼라 값들의 제 1 최소 명도와 제 1 최대 명도 사이의 비인, 상기 복수의 칼라 값들을 수신하고;

압축된 칼라 값들을 나타내는 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 압축되는 비디오 데이터에 비-적응적인 정적 전달 함수를 이용하여 상기 칼라 값들을 압축하는 것으로서, 상기 압축된 칼라 값들은 상이한 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 2 동적 범위는 비압축된 칼라 값들의 제 2 최소 명도와 제 2 최대 명도 사이의 비이고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 제 1 동적 범위보다 작은, 상기 칼라 값들을 압축하고;

압축된 상기 칼라 값들을 발생시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값들을 사전-프로세싱하는 것 또는 상기 칼라 값들의 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하는 것으로서,

압축하기 전에 상기 칼라 값들을 사전-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는 상기 칼라 값들을 사전-프로세싱하지 않는 것과 비교하여 압축으로부터 유래되는 코드워드들에서의 선형성을 증가시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하여, 선형 칼라 값들에서의 변화들이 상기 압축된 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나게 하도록 구성되고, 그리고

코드워드들을 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는, 상기 압축된 코드워드들에 의해 이용된 코드워드 공간의 양을 증가시키기 위해 상기 칼라 값들의 압축으로부터 유래되는 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것을 포함하여, 코드워드 공간에 걸친 확산을 증가시키기 위해서 압축하는 것으로부터 유래되

는 상기 코드워드들을 수정하도록 구성되는,

상기 사전-프로세싱하는 것 또는 사후-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하고; 그리고

상기 압축된 칼라 값들 또는 상기 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값들 중 하나에 기초하여 칼라 값들을 출력하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 비디오 프리프로세서는,

압축된 상기 칼라 값들을 발생시키기 위해 압축하기 전에 상기 칼라 값들을 사전-프로세싱하고; 그리고

상기 칼라 값들의 상기 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

비디오 인코더를 더 포함하며,

상기 비디오 프리프로세서는, 상기 비디오 인코더로 하여금, 입력 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것 및 상기 압축으로부터 유래하는 상기 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것 중 하나 또는 양자를 위해, 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 비트스트림으로 또는 부수 정보로서 시그널링하게 하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 28

제 25 항에 있어서,

입력 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는: 상기 입력 선형 칼라 값들에 기초하여 스케일 인자 및 오프셋 인자를 적응적으로 결정하도록 구성되며,

상기 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는 가용 코드워드 공간의 사용을 증가시키기 위해 상기 코드워드들에 기초하여 스케일 인자 및 오프셋 인자를 적응적으로 결정하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 29

제 25 항에 있어서,

상기 코드워드들을 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는,

상기 스케일링된 및 오프셋팅된 코드워드들의 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 갖는다고 결정하고;

제 1 코드워드를 상기 최소 임계치 미만인 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋팅된 코드워드들의 세트에 할당하고; 그리고

제 2 코드워드를 상기 최대 임계치보다 큰 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋팅된 코드워드들의 세트에 할당하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

비디오 인코더를 더 포함하며,

상기 비디오 프리프로세서는 상기 비디오 인코더로 하여금, 상기 제 1 코드워드, 상기 제 2 코드워드, 상기 최대 임계치, 또는 상기 최소 임계치 중 하나 이상을 표시하는 정보를 비트스트림으로 또는 부수 정보로서 시그널링하게 하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 31

제 25 항에 있어서,

상기 비디오 프리프로세서는,

상기 칼라 값들의 제 1 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정하고; 그리고 상기 칼라 값들의 제 2 세트가 상기 제 1 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정하도록 구성되며,

상기 칼라 값들을 사전-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 칼라 값들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하고, 그리고

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 칼라 값들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 32

제 25 항에 있어서,

상기 비디오 프리프로세서는,

상기 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값을 갖는다고 결정하고; 그리고

상기 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 상기 제 2 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값을 갖는다고 결정하도록 구성되며,

상기 복수의 코드워드들을 사후-프로세싱하기 위해, 상기 비디오 프리프로세서는,

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트로 상기 코드워드들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅하고, 그리고

스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트로 상기 코드워드들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성되는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 33

명령들을 저장하는 비일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체로서,

상기 명령들은, 실행될 때, 비디오 프로세싱용 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금,

비디오 데이터의 압축된 칼라 값을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하게 하는 것으로서, 상기 압축된 칼라 값을 제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 1 동적 범위는 상기 압축된 칼라 값을 제 1 최소 명도와 제 1 최대 명도 사이의 비이고, 그리고 상기 압축된 칼라 값을 인코딩하기 위한 상기 제 1 동적 범위로 변환되어 있는 칼라 값을 나타내는, 상기 제 1 복수의 코드워드들을 수신하게 하고;

비압축된 칼라 값을 발생시키기 위해 상기 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하게 하는 것으로서, 상기 비압축된 칼라 값을 상이한 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 비압축된 칼라 값을 제 2 최소 명도와 제 2 최대 명도 사이의 비이고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 제 1 동적 범위보다 크고, 그리고 상기 제 2 복수의 코드워드들은 상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 역 사후-프로세싱 후 코드워드들 또는 상기 제 1 복수의 코드워드들 중 하나인, 상기 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하게 하고;

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것 또는 상기 비압축된 칼라 값을 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하게 하는 것으로서,

상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하게 하는 명령들은 상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금 압축된 코드워드들의, 코드워드 공간에 걸친 확산을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들에 적용된 사후-프로세싱의 역을 수행하게 하는 명령들을 포함하고, 그리고 압축된

코드워드들에 적용된 상기 사후-프로세싱은 상기 압축된 코드워드들에 의해 이용된 코드워드 공간의 양을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것을 포함하고, 그리고

상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하게 하는 명령들은 상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금 압축된 코드워드들의 선형성을 증가시키기 위해 선형 칼라 값들에 적용된 사전-프로세싱의 역을 수행하여, 상기 선형 칼라 값들에서의 변화들이 상기 압축된 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나게 하는 명령들을 포함하고, 그리고 상기 선형 칼라 값들에 적용된 사전-프로세싱은 상기 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하여, 정적 전달 함수가 적용될 때 상기 압축된 코드워드들에서 선형성이 보다 많이 존재하게 하는 것을 포함하는,

상기 역 사후-프로세싱하는 것 또는 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하게 하고; 그리고

상기 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 상기 비압축된 칼라 값들을 출력하게 하는, 비일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 34

제 33 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것 또는 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하게 하는 명령들은, 상기 하나 이상의 프로세서들로 하여금,

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하게 하고; 그리고

상기 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하게 하는 명령들을 포함하는, 비일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체.

청구항 35

비디오 프로세싱용 디바이스로서,

비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 수단으로서, 상기 압축된 칼라 값들은 제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내고, 상기 제 1 동적 범위는 상기 압축된 칼라 값들의 제 1 최소 명도와 제 1 최대 명도 사이의 비이고, 그리고 상기 압축된 칼라 값들은 인코딩하기 위한 상기 제 1 동적 범위로 변환되어 있는 칼라 값들을 나타내는, 상기 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 수단;

비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 상기 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 수단으로서, 상기 비압축된 칼라 값들은 상이한 제 2 동적 범위에서의 칼라들을 나타내고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 비압축된 칼라 값들의 제 2 최소 명도와 제 2 최대 명도 사이의 비이고, 상기 제 2 동적 범위는 상기 제 1 동적 범위보다 크고, 그리고 상기 제 2 복수의 코드워드들은 상기 제 1 복수의 코드워드들로부터의 역 사후-프로세싱 후 코드워드들 또는 상기 제 1 복수의 코드워드들 중 하나인, 상기 비압축하는 수단;

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 수단 또는 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 수단 중 적어도 하나의 수단으로서,

상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 수단은 압축된 코드워드들의, 코드워드 공간에 결친 확산을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들에 적용된 사후-프로세싱의 역을 수행하는 수단을 포함하고, 그리고 압축된 코드워드들에 적용된 상기 사후-프로세싱은 상기 압축된 코드워드들에 의해 이용된 코드워드 공간의 양을 증가시키기 위해 상기 압축된 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅하는 것을 포함하고, 그리고

상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 수단은 압축된 코드워드들의 선형성을 증가시키기 위해 선형 칼라 값들에 적용된 사전-프로세싱의 역을 수행하여, 상기 선형 칼라 값들에서의 변화들이 상기 압축된 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나게 하는 수단을 포함하고, 그리고 상기 선형 칼라 값들에 적용된 사전-프로세싱은 상기 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하여, 정적 전달 함수가 적용될 때 상기 압축된 코드워드들에서 선형성이 보다 많이 존재하게 하는 것을 포함하는,

상기 역 사후-프로세싱하는 수단 또는 역 사전-프로세싱하는 수단 중 적어도 하나의 수단; 및
상기 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 상기 비압축된 칼라 값들을 출력하는 수단을 포함하는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 상기 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 수단; 및

상기 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 상기 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 수단을 더 포함하는, 비디오 프로세싱용 디바이스.

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2015년 6월 8일에 출원된 미국 가출원 번호 제 62/172,713호, 및 2015년 6월 24일에 출원된 미국 가출원 번호 제 62/184,216호의 이익을 주장하며, 각각의 전체 내용이 참조로 포함된다.

기술 분야

[0003] 본 개시물은 비디오 코딩에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 디지털 비디오 능력들은, 디지털 텔레비전들, 디지털 직접 브로드캐스트 시스템들, 무선 브로드캐스트 시스템들, 개인 휴대정보 단말기들 (PDAs), 랩탑 또는 데스크탑 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, e-북 리더들, 디지털 카메라들, 디지털 리코딩 디바이스들, 디지털 미디어 플레이어들, 비디오 게이밍 디바이스들, 비디오 게임 콘솔들, 셀룰러 또는 위성 무선 전화기들, 소위 "스마트폰들", 원격 화상회의 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, 파트 10, AVC (Advanced Video Coding), ITU-T H.265, HEVC (High Efficiency Video Coding), 및 이런 표준들의 확장판들에 의해 정의된 표준들에서 설명되는 것들과 같은, 비디오 코딩 기법들을 구현한다. 비디오 디바이스들은 이러한 비디오 코딩 기법들을 구현함으로써, 디지털 비디오 정보를 좀더 효율적으로 송신하거나, 수신하거나, 인코딩하거나, 디코딩하거나, 및/또는 저장할 수도 있다.

[0005] 비디오 코딩 기법들은 비디오 시퀀스들에 고유한 리던던시를 감소시키거나 또는 제거하기 위해, 공간 (인트라-픽처) 예측 및/또는 시간 (인터-픽처) 예측을 포함한다. 블록-기반 비디오 코딩에 있어, 비디오 슬라이스 (예컨대, 비디오 프레임 또는 비디오 프레임의 부분) 은 비디오 블록들로 파티셔닝될 수도 있으며, 이 비디오 블록들은 또한 트리블록들, 코딩 유닛들 (CUs) 및/또는 코딩 노드들로서 지칭될 수도 있다. 픽처의 인트라-코딩된 (I) 슬라이스에서의 비디오 블록들은 동일한 픽처의 이웃하는 블록들에서의 참조 샘플들에 대한 공간 예측을 이용하여 인코딩된다. 픽처의 인터-코딩된 (P 또는 B) 슬라이스에서의 비디오 블록들은 동일한 픽처의 이웃하는 블록들에서의 참조 샘플들에 대한 공간 예측, 또는 다른 참조 픽처들에서의 참조 샘플들에 대한 시간 예측을 이용할 수도 있다. 픽처들은 프레임들로 지칭될 수 있으며, 참조 픽처들은 참조 프레임들로서 지칭될 수도 있다.

[0006] 공간 또는 시간 예측은 코딩될 블록에 대한 예측 블록을 초래한다. 잔차 데이터는 코딩될 원래 블록과 예측 블록 사이의 픽셀 차이들을 나타낸다. 인터-코딩된 블록은 예측 블록을 형성하는 참조 샘플들의 블록을 가리키는 모션 벡터, 및 코딩된 블록과 예측 블록 사이의 차이를 나타내는 잔차 데이터에 따라서 인코딩된다.

인트라-코딩된 블록은 인트라-코딩 모드 및 잔차 데이터에 따라서 인코딩된다. 추가적인 압축을 위해, 잔차 데이터는 꽂셀 도메인으로부터 변환 도메인으로 변환되어, 잔차 변환 계수들을 초래할 수도 있으며, 이 잔차 변환 계수는 그후 양자화될 수도 있다. 처음에 2차원 어레이로 배열된, 양자화된 변환 계수들은 변환 계수들의 1차원 벡터를 발생하기 위해 스캐닝될 수도 있으며, 엔트로피 코딩이 더욱 더 많은 압축을 달성하기 위해 적용될 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0007]

본 개시물은 고 동적 범위 (HDR)/넓은 칼라 공간 (WCG) 칼라 컨테이너를 준수하도록 비디오 데이터를 프로세싱하는 것을 포함한, 비디오 데이터를 프로세싱하는 것에 관한 것이다. 아래에서 좀더 자세히 설명되는 바와 같이, 본 개시물의 기법들은 인코딩 측 상에서, 정적 전달 함수의 적용 전에 칼라 값들의 사전-프로세싱을 적용하거나 및/또는 정적 전달 함수의 적용으로부터의 출력 상에 사후-프로세싱을 적용한다. 사전-프로세싱을 적용함으로써, 본 예들은 정적 전달 함수의 적용에 의해 상이한 동적 범위로 압축될 때 출력 코드워드들을 선형화하는 칼라 값들을 발생시킬 수도 있다. 사후-프로세싱을 적용함으로써, 본 예들은 신호 대 양자화 잡음 비를 증가시킬 수도 있다. 본 예들은 인코딩 측 상에서의 동작들의 역을 디코딩 측 상에 적용하여 칼라 값들을 복원할 수도 있다.

[0008]

일 예에서, 본 개시물은 비디오 프로세싱하는 방법을 기술하며, 본 방법은 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 단계로서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는, 상기 수신하는 단계; 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 단계로서, 비압축된 칼라 값들은 상이한 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내며, 제 2 복수의 코드워드들은 역 사후-프로세싱중인 제 1 복수의 코드워드들 또는 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들 중 하나인, 상기 비압축하는 단계; 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱 (inverse post-processing) 하는 단계 또는 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱 (inverse pre-processing) 하는 단계 중 적어도 하나의 단계; 및 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력하는 단계를 포함한다.

[0009]

일 예에서, 본 개시물은 비디오 프로세싱하는 방법을 기술하며, 본 방법은 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는 비디오 데이터의 복수의 칼라 값들을 수신하는 단계; 압축된 칼라 값들을 나타내는 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 압축중인 비디오 데이터에 비-적응적인 정적 전달 함수를 이용하여 칼라 값들을 압축하는 단계; 압축된 칼라 값들은 칼라들을 상이한 제 2 동적 범위에서 나타내는, 압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 압축하기 전에 칼라 값들을 사전-프로세싱하는 단계 또는 칼라 값들의 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하는 단계 중 적어도 하나의 단계; 및 압축된 칼라 값들 또는 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값들 중 하나에 기초하여 칼라 값들을 출력하는 단계를 포함한다.

[0010]

일 예에서, 본 개시물은 비디오 프로세싱용 디바이스를 기술하며, 디바이스 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 비디오 데이터 메모리, 및 고정-함수 또는 프로그래밍가능 회로부 중 적어도 하나를 포함하는 비디오 포스트프로세서를 포함한다. 비디오 포스트프로세서는 비디오 데이터 메모리로부터 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 것으로서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는, 상기 제 1 복수의 코드워드들을 수신하고; 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 것으로서, 비압축된 칼라 값들은 칼라들을 상이한 제 2 동적 범위에서 나타내며, 제 2 복수의 코드워드들은 역 사후-프로세싱중인 제 1 복수의 코드워드들 또는 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들 중 하나인, 상기 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하고; 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것 또는 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하고; 그리고 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력하도록 구성된다.

[0011]

일 예에서, 본 개시물은 비디오 프로세싱용 디바이스를 기술하며, 디바이스는 비디오 데이터를 저장하도록 구성

된 비디오 데이터 메모리; 및 고정-함수 또는 프로그래밍가능 회로부 중 적어도 하나를 포함하는 비디오 프리프로세서를 포함한다. 비디오 프리프로세서는 비디오 데이터 메모리로부터, 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는 비디오 데이터의 복수의 칼라 값들을 수신하고; 압축된 칼라 값들을 나타내는 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 압축중인 비디오 데이터에 비-적응적인 정적 전달 함수를 이용하여 칼라 값들을 압축하는 것으로서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 상이한 제 2 동적 범위에서 나타내는, 상기 칼라 값들을 압축하고; 압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 압축하기 전에 칼라 값들을 사전-프로세싱하는 것 또는 칼라 값들의 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하고; 그리고 압축된 칼라 값들 또는 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값들 중 하나에 기초하여 칼라 값들을 출력하도록 구성된다.

[0012] 일 예에서, 본 개시물은 명령들을 저장하는 컴퓨터-판독가능 저장 매체를 기술하며, 상기 명령들은, 실행될 때, 비디오 프로세싱용 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 것으로서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는, 상기 제 1 복수의 코드워드들을 수신하고; 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 것으로서, 비압축된 칼라 값들은 칼라들을 상이한 제 2 동적 범위에서 나타내며, 제 2 복수의 코드워드들은 역 사후-프로세싱중인 제 1 복수의 코드워드들 또는 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들 중 하나인, 상기 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하고; 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것 또는 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 행하고, 그리고 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력하게 한다.

[0013] 일 예에서, 본 개시물은 비디오 프로세싱용 디바이스를 기술하며, 디바이스는 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하는 수단으로서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는, 상기 수신하는 수단; 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하는 수단으로서, 비압축된 칼라 값들은 칼라들을 상이한 제 2 동적 범위에서 나타내며, 제 2 복수의 코드워드들은 역 사후-프로세싱중인 제 1 복수의 코드워드들 또는 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들 중 하나인, 상기 비압축하는 수단; 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 수단 또는 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하는 수단 중 적어도 하나의 수단; 및 비압축된 칼라 값들 또는 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력하는 수단을 포함한다.

[0014] 하나 이상의 예들의 세부 사항들이 첨부도면 및 아래의 상세한 설명에서 개시된다. 다른 특징들, 목적들, 및 이점들은 상세한 설명, 도면들, 및 청구범위로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1 은 본 개시물의 기법들을 구현하도록 구성된 예시적인 비디오 인코딩 및 디코딩 시스템을 예시하는 블록도이다.

도 2 는 고 동적 범위 (HDR) 데이터의 컨셉들을 예시하는 도면이다.

도 3 은 고선명 텔레비전 (HDTV) (BT.709) 및 초고선명 UHD 텔레비전 (UHDTV) (BT.2020) 의 비디오 신호의 칼라 공간들을 비교하는 개념도이다.

도 4 는 HDR/WCG 표현 변환을 나타내는 개념도이다.

도 5 는 HDR/WCG 역 변환을 나타내는 개념도이다.

도 6 은 예시적인 전달 함수들을 예시하는 개념도이다.

도 7 은 PQ TF (ST2084 EOTF) 에 대한 출력 대 입력의 시각화를 나타내는 개념도이다.

도 8 은 적응적 형상 전달 함수 (TF) 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 프로세싱 파이프라인 (인코더 측) 을 나타내는 개념도이다.

도 9 는 고정 TF 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 프로세싱 파이프라인 (인코더 측) 을 나타내는 개념도이다.

도 10 은 고정 TF 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 프로세싱 파이프라인 (디코더 측) 을 나타내는 개념도이다.

도 11 은 인코더 측, 정적 TF 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 파이프라인을 나타내는 개념도이다.

도 12 는 디코더 측, 정적 TF 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 파이프라인을 나타내는 개념도이다.

도 13a 는 시각화 목적을 위해 PQ TF (ST 2084) 로 오버레이된 HDR 신호의 라이너 광 신호 (적색 칼라 성분) 의 히스토그램의 일 예를 나타낸다.

도 13b 는 PQ TF (ST 2084) 를 선형 광 신호 (적색 칼라 성분) 에 적용하는 것으로부터 유래하는 비선형 신호의 히스토그램의 예를 나타낸다.

도 14 는 본 개시물에서 설명하는 기법들에 따른, PQ TF 및 프로세싱에 의해 발생된 비선형 신호의 히스토그램 출력이다.

도 15a 는 사전-프로세싱 이후 신호 통계치들에 대한 PQ TF 의 영향을 예시하는 다이어그램이다.

도 15b 는 PQTF 에 의해 발생된 출력 비선형 신호의 히스토그램을 예시하는 다이어그램이다.

도 16a 는 정규화된 비선형 신호 S 의 히스토그램을 예시하는 다이어그램이다.

도 16b 는 사후-프로세싱 후 정규화된 비선형 신호 S2 의 히스토그램을 예시하는 다이어그램이다.

도 17a 는 ST2084 에서 정의된 바와 같은 HDR 의 목적들을 위한 비선형 PQ TF 를 예시하는 다이어그램이다.

도 17b 는 Scale2=1 및 Offset2 = 0 로 모델링되는 본 개시물에서 설명하는 기법들에 의한 선형 전달 함수 $y=x$ 를 예시하는 다이어그램이다.

도 17c 는 Scale2 = 1.5 및 오프셋 = -0.25 로 모델링되는 본 개시물에서 설명하는 기법들에 의한 선형 전달 함수를 예시하는 다이어그램이다.

도 18 은 전달 함수가 적용되기 전에 그리고 본 개시물에서 설명되는 사후-프로세싱 기법들 이후 칼라 변환이 수행되는 예를 예시하는 개념도이다.

도 19 는 본 개시물에서 설명되는 역 사후-프로세싱 기법들 이후 그리고 역전달 함수가 적용되기 전에 역 칼라 변환이 수행되는 예를 예시하는 개념도이다.

도 20a 는 S2 의 히스토그램에 대한 범위로의 클리핑에 의한 사후-프로세싱을 예시하는 다이어그램이다.

도 20b 는 S2 의 히스토그램에 대한 범위에 대한 클리핑에 의한 사후-프로세싱을 예시하는 다른 다이어그램이다.

도 20c 는 S2 의 히스토그램에 대한 범위에 대한 클리핑에 의한 사후-프로세싱을 예시하는 다른 다이어그램이다.

도 21a 및 도 21b 는 미부-처리에 의한 본 개시물에서 설명되는 사후-프로세싱 기법들 이후 코드워드들의 히스토그램들을 예시하는 다이어그램들이다.

도 22 는 인코더 측, 정적 TF 를 갖는 콘텐츠 적응적 HDR 파이프라인의 다른 예를 예시하는 개념도이다.

도 23 은 디코더 측, 정적 TF 를 갖는 콘텐츠 적응적 HDR 파이프라인의 다른 예를 예시하는 개념도이다.

도 24 는 2개의 예약된 코딩된 처리 칼라 값들을 갖는 히스토그램을 예시하는 다이어그램이다.

도 25a 및 도 25b 는 본 개시물에서 설명되는 기법들에 의해 구현되는 파라미터의 적응적 함수들을 예시하는 다른 다이어그램들이다.

도 26a, 도 26b 및 도 26c 는 입력 신호에 적용될 본 개시물에서 설명되는 기법들로 구현되는 구분적 선형 전달 함수에 의한 사후-프로세싱 및 출력 신호의 히스토그램에의 이 사후-프로세싱의 영향을 예시하는 다이어그램들이다.

도 27 은 하이브리드 로그-감마 전달 함수 및 잠재적인 목표 범위를 일 예로서 예시한다.

도 28 은 변곡 (knee) 지점 주변에서의 포물선의 기울기가 조정 가능한 전달 함수를 예시한다.

도 29 는 콘텐츠 적응적 고 동적 범위 (HDR) 시스템에서의 비디오 프로세싱의 예시적인 방법을 예시하는 플로우 차트이다.

도 30 은 콘텐츠 적응적 고 동적 범위 (HDR) 시스템에서의 비디오 프로세싱의 다른 예시적인 방법을 예시하는

플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016]

본 개시물은 고 동적 범위 (HDR) 및 넓은 칼라 공간 (WCG) 표현들을 갖는 비디오 신호들의 코딩의 분야에 관한 것이다. 좀더 구체적으로, 본 개시물의 기법들은 HDR 및 WCG 비디오 데이터의 좀더 효율적인 압축을 가능하게 하기 위해서 어떤 칼라 공간들에서 비디오 데이터에 적용되는 시그널링 및 동작들을 포함한다. 제안된 기법들은 HDR & WCG 비디오 데이터를 코딩하는데 이용되는 하이브리드 기반의 비디오 코딩 시스템들 (예컨대, HEVC-기반의 비디오 코더들)의 압축 효율을 향상시킬 수도 있다.

[0017]

하이브리드-기반 비디오 코딩 표준들을 포함한, 비디오 코딩 표준들은 ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 또는 ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 Visual 및 그의 스케일러블 비디오 코딩 (SVC) 및 멀티뷰 비디오 코딩 (MVC) 확장판들을 포함한, (또한, ISO/IEC MPEG-4 AVC로서 알려진) ITU-T H.264를 포함한다. 새로운 비디오 코딩 표준, 즉 HEVC의 설계가 ITU-T 비디오 코딩 전문가 그룹 (VCEG)과 ISO/IEC 동화상 전문가 그룹 (MPEG)의 비디오 코딩에 관한 합동 연구팀 (JCT-VC)에 의해 종료되었다. ITU-T SG16 WP3와 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11의 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding), 12차 회의: 2013년 1월 14-23일, 스위스, 제네바, HEVC 작업 초안 10 (WD10)로서 지정되는, Bross 등의, "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 10 (for FDIS & Last Call)", 문서 JCTVC-L1003v34,에 설명되어 있는 HEVC 초안 사양은 http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/12_Geneva/wg11/JCTVC-L1003-v34.zip으로부터 입수 가능하다. 완결된 HEVC 표준은 HEVC 버전 1로서 지정된다.

[0018]

ITU-T SG16 WP3와 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11의 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding), 14차 회의: 2013년 7월 25일-8월 2일, 오스트리아, 비엔나, Wang 등의, "HEVC (High Efficiency Video Coding) 결합 보고서", JCTVC-N1003v1, 결합 보고서가, http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/14_Vienna/wg11/JCTVC-N1003-v1.zip으로부터 입수 가능하다. 완결된 HEVC 표준 문서는 2013년 4월, 국제 전기통신 연합 (ITU)의 전기통신 표준화 부문, ITU-T H.265, Series H: Audiovisual and Multimedia Systems, Infrastructure of audiovisual services - Coding of moving video, High efficiency video coding으로서 공표되어 있으며, 다른 버전이 2014년 10월에 공표되었다.

[0019]

도 1은 본 개시물의 기법들을 이용할 수도 있는 예시적인 비디오 인코딩 및 디코딩 시스템 (10)을 예시하는 블록도이다. 도 1에 나타낸 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 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14)에 컴퓨터-판독가능 매체 (16)를 통해서 제공한다. 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14)는 데스크탑 컴퓨터들, 노트북 (즉, 랩탑) 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 셋-탑 박스들, 소위 "스마트" 폰들과 같은 전화기 핸드셋들, 소위 "스마트" 패드들, 텔레비전들, 카메라들, 디스플레이 디바이스들, 디지털 미디어 플레이어들, 비디오 게이밍 콘솔들, 비디오 스트리밍 디바이스 등을 포함한, 광범위한 디바이스들 중 임의의 디바이스를 포함할 수도 있다. 일부의 경우, 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14)는 무선 통신용으로 탑재될 수도 있다.

[0020]

목적지 디바이스 (14)는 디코딩될 인코딩된 비디오 데이터를 컴퓨터-판독가능 매체 (16)를 통해서 수신할 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체 (16)는 인코딩된 비디오 데이터를 소스 디바이스 (12)로부터 목적지 디바이스 (14)로 이동시킬 수 있는 임의 종류의 매체 또는 디바이스를 포함할 수도 있다. 일 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 무선 통신 프로토콜과 같은 통신 표준에 따라서 변조되어 목적지 디바이스 (14)로 송신될 수도 있다. 통신 매체는 무선 주파수 (RF) 스펙트럼 또는 하나 이상의 물리적인 송신 라인들과 같은, 임의의 무선 또는 유선 통신 매체를 포함할 수도 있다. 통신 매체는 근거리 네트워크, 광역 네트워크, 또는 글로벌 네트워크, 예컨대 인터넷과 같은 패킷-기반 네트워크의 일부를 형성할 수도 있다. 통신 매체는 라우터들, 스위치들, 기지국들, 또는 소스 디바이스 (12)로부터 목적지 디바이스 (14)로 통신을 용이하게 하는데 유용할 수도 있는 임의의 다른 장비를 포함할 수도 있다.

[0021]

일부 예들에서, 인코딩된 데이터는 출력 인터페이스 (22)로부터 저장 디바이스로 출력될 수도 있다. 이와 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 비-휘발성 메모리,

또는 인코딩된 비디오 데이터를 저장하기 위한 임의의 다른 적합한 디지털 저장 매체들과 같은 다양한 분산된 또는 로컬 액세스되는 데이터 저장 매체들 중 임의의 데이터 저장 매체를 포함할 수도 있다. 추가 예에서, 저장 디바이스는 소스 디바이스 (12)에 의해 발생된 인코딩된 비디오를 저장할 수도 있는 파일 서버 또는 또 다른 중간 저장 디바이스에 대응할 수도 있다. 목적지 디바이스 (14)는 저장된 비디오 데이터에 저장 디바이스로부터 스트리밍 또는 다운로드를 통해서 액세스할 수도 있다. 파일 서버는 인코딩된 비디오 데이터를 저장하고 그 인코딩된 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14)로 송신하는 것이 가능한 임의 종류의 서버일 수도 있다. 예시적인 파일 서버들은 웹 서버 (예컨대, 웹사이트용), FTP 서버, NAS (network attached storage) 디바이스들, 또는 로컬 디스크 드라이브를 포함한다. 목적지 디바이스 (14)는 인터넷 접속을 포함한, 임의의 표준 데이터 접속을 통해서, 인코딩된 비디오 데이터에 액세스할 수도 있다. 이것은 파일 서버 상에 저장되는 인코딩된 비디오 데이터에 액세스하는데 적합한, 무선 채널 (예컨대, Wi-Fi 접속), 유선 접속 (예컨대, DSL, 케이블 모뎀 등), 또는 양쪽의 조합을 포함할 수도 있다. 저장 디바이스로부터의 인코딩된 비디오 데이터의 송신은 스트리밍 송신, 다운로드 송신, 또는 이들의 조합일 수도 있다.

[0022] 본 개시물의 기법들은 무선 애플리케이션들 또는 환경들에 반드시 한정되지는 않는다. 이 기법들은 오버-디-에어 텔레비전 브로드캐스트들, 케이블 텔레비전 송신들, 위성 텔레비전 송신들, 인터넷 스트리밍 비디오 송신들, 예컨대 HTTP를 통한 동적 적응 스트리밍 (DASH), 데이터 저장 매체 상에 인코딩된 디지털 비디오, 데이터 저장 매체 상에 저장된 디지털 비디오의 디코딩, 또는 다른 애플리케이션들과 같은, 다양한 멀티미디어 애플리케이션들 중 임의의 애플리케이션의 지원 하에 비디오 코딩에 적용될 수도 있다. 일부 예들에서, 시스템 (10)은 비디오 스트리밍, 비디오 플레이백, 비디오 브로드캐스팅, 및/또는 비디오 전화 통신과 같은, 지원 애플리케이션들로의 단방향 또는 양방향 비디오 송신을 지원하도록 구성될 수도 있다.

[0023] 도 1의 예에서, 소스 디바이스 (12)는 비디오 소스 (18), 비디오 프리프로세서 (19)와 비디오 인코더 (20)를 포함하는 비디오 인코딩 유닛 (19), 및 출력 인터페이스 (22)를 포함한다. 목적지 디바이스 (14)는 입력 인터페이스 (28), 비디오 디코더 (30) 및 비디오 포스트프로세서 (31)를 포함하는 비디오 디코딩 유닛 (29), 및 디스플레이 디바이스 (32)를 포함한다. 본 개시물에 따르면, 비디오 프리프로세서 (12) 및 비디오 포스트프로세서 (14)는 본 개시물에서 설명되는 예시적인 기법들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19) 및 비디오 포스트프로세서 (31)는 정적 전달 함수를 적용하도록 구성된 정적 전달 함수 유닛을 포함하지만, 신호 특성들을 적응시킬 수 있는 사전- 및 사후-프로세싱 유닛들을 포함할 수도 있다.

[0024] 다른 예들에서, 소스 디바이스 및 목적지 디바이스는 다른 컴포넌트들 또는 배열들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 소스 디바이스 (12)는 비디오 데이터를 외부 카메라와 같은 외부 비디오 소스 (18)로부터 수신할 수도 있다. 이와 유사하게, 목적지 디바이스 (14)는 통합된 디스플레이 디바이스를 포함하는 대신, 외부 디스플레이 디바이스와 인터페이스할 수도 있다.

[0025] 도 1의 예시된 시스템 (10)은 단지 일 예이다. 비디오 데이터를 프로세싱하는 기법들은 임의의 디지털 비디오 인코딩 및/또는 디코딩 디바이스에 의해 수행될 수도 있다. 일반적으로 본 개시물의 기법들은 비디오 인코딩 디바이스에 의해 수행되지만, 그 기법들은 또한 "코덱"으로서 일반적으로 지칭되는, 비디오 인코더/디코더에 의해 수행될 수도 있다. 설명의 용이성을 위해, 본 개시물은 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14)의 개별 디바이스들에서 본 개시물에서 설명되는 예시적인 기법들을 수행하는 비디오 프리프로세서 (19) 및 비디오 포스트프로세서 (31)에 대해 설명된다. 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14)는 소스 디바이스 (12)가 목적지 디바이스 (14)로의 송신을 위해 코딩된 비디오 데이터를 발생시키는 단지 그러한 코딩 디바이스들의 예들일 뿐이다. 일부 예들에서, 디바이스들 (12, 14)은 디바이스들 (12, 14)의 각각이 비디오 인코딩 및 디코딩 컴포넌트들을 포함하도록, 실질적으로 대칭적 방식으로 동작할 수도 있다. 그러므로, 시스템 (10)은 예컨대, 비디오 스트리밍, 비디오 플레이백, 비디오 브로드캐스팅, 또는 비디오 전화 통신을 위해, 비디오 디바이스들 (12, 14) 사이에 단방향 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, 및/또는 비디오 콘텐츠 제공자로부터 비디오를 수신하는 비디오 공급 인터페이스를 포함할 수도 있다. 추가 대안적인 예로서, 비디오 소스 (18)는 컴퓨터 그래픽스-기반의 데이터를 소스 비디오, 또는 라이브 비디오, 아카이브된 비디오, 및 컴퓨터 발생된 비디오의 조합으로서 발생할 수도 있다.

어떤 경우, 비디오 소스 (18)가 비디오 카메라이면, 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14)는 소위 카메라 폰들 또는 비디오 폰들을 형성할 수도 있다. 그러나, 위에서 언급한 바와 같이, 본 개시물에서 설명하는 기법들은 비디오 코딩에 일반적으로 적용가능할 수도 있으며, 무선 및/또는 유선 애플리케이션들에 적용될

수도 있다. 각 경우, 캡쳐되거나, 사전-캡쳐되거나, 또는 컴퓨터-발생된 비디오는 비디오 인코딩 유닛 (21)에 의해 인코딩될 수도 있다. 인코딩된 비디오 정보는 그후 출력 인터페이스 (22)에 의해 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 상으로 출력될 수도 있다.

[0027] 컴퓨터-판독가능 매체 (16)는 무선 브로드캐스트 또는 유선 네트워크 송신과 같은 일시성 매체, 또는 하드 디스크, 플래시 드라이브, 컴팩트 디스크, 디지털 비디오 디스크, 블루-레이 디스크, 또는 다른 컴퓨터-판독가능 매체들과 같은 저장 매체들 (즉, 비일시성 저장 매체들)을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 네트워크 서버 (미도시)는 인코딩된 비디오 데이터를 소스 디바이스 (12)로부터 수신하고 그 인코딩된 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14)로, 예컨대, 네트워크 송신을 통해서 제공할 수도 있다. 이와 유사하게, 디스크 스템핑 서비스와 같은 매체 생산 서비스의 컴퓨팅 디바이스는 인코딩된 비디오 데이터를 소스 디바이스 (12)로부터 수신하고 그 인코딩된 비디오 데이터를 포함하는 디스크를 제조할 수도 있다. 따라서, 컴퓨터-판독가능 매체 (16)는 다양한 예들에서, 다양한 형태들의 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들을 포함하는 것으로 이해될 수도 있다.

[0028] 목적지 디바이스 (14)의 입력 인터페이스 (28)는 컴퓨터-판독가능 매체 (16)로부터 정보를 수신한다. 컴퓨터-판독가능 매체 (16)의 정보는 블록들 및 다른 코딩된 유닛들, 예컨대, 픽처들의 그룹들 (GOPs)의 특성들 및/또는 프로세싱을 기술하는 선택스 엘리먼트들을 포함하는, 비디오 인코딩 유닛 (21)의 비디오 인코더 (20)에 의해 정의되고 또한 비디오 디코딩 유닛 (29)의 비디오 디코더 (30)에 의해 사용되는 선택스 정보를 포함할 수도 있다. 디스플레이 디바이스 (32)는 그 디코딩된 비디오 데이터를 사용자에게 디스플레이하며, 음극선관 (CRT), 액정 디스플레이 (LCD), 플라즈마 디스플레이, 유기 발광 다이오드 (OLED) 디스플레이, 또는 다른 유형의 디스플레이 디바이스와 같은 다양한 디스플레이 디바이스들 중 임의의 디바이스를 포함할 수도 있다.

[0029] 예시된 바와 같이, 비디오 프리프로세서 (19)는 비디오 소스 (18)로부터 비디오 데이터를 수신한다. 비디오 프리프로세서 (19)는 비디오 인코더 (20)로 인코딩하기에 적합한 형태로 변환하도록 비디오 데이터를 프로세싱하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19)는 (예컨대, 비선형 전달 함수를 이용한) 동적 범위 압축, 좀더 컴팩트하거나 또는 강건한 칼라 공간으로의 칼라 변환, 및/또는 부동-대-정수 표현 변환을 수행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20)는 비디오 프리프로세서 (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 있으며, 비디오 포스트프로세서 (31)는 디스플레이에 적합한 형태로 비디오 데이터를 변환하기 위해 비디오 프리프로세서 (19)의 역을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 포스트프로세서 (31)는 디스플레이에 적합한 비디오 데이터를 발생시키기 위해 정수-대-부동 변환, 컴팩트하거나 또는 강건한 칼라 공간으로부터의 칼라 변환, 및/또는 동적 범위 압축의 역을 수행할 수도 있다.

[0030] 비디오 인코딩 유닛 (21) 및 비디오 디코딩 유닛 (29) 각각은 하나 이상의 마이크로프로세서들, 디지털 신호 프로세서들 (DSPs), 주문형 집적회로들 (ASICs), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이들 (FPGAs), 이산 로직, 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어 또는 임의의 이들의 조합들과 같은, 다양한 고정 함수 및 프로그래밍가능 회로 중 임의의 회로로 구현될 수도 있다. 이 기법들이 소프트웨어로 부분적으로 구현되는 경우, 디바이스는 본 개시물의 기법들을 수행하기 위해 소프트웨어용 명령들을 적합한 비일시성 컴퓨터-판독가능 매체에 저장하고, 그 명령들을 하드웨어에서 하나 이상의 프로세서들을 이용하여 실행할 수도 있다. 비디오 인코딩 유닛 (21) 및 비디오 디코딩 유닛 (29) 각각은 하나 이상의 인코더들 또는 디코더들에 포함될 수도 있으며, 이들 중 어느 쪽이든 개별 디바이스에서 결합된 인코더/디코더 (CODEC)의 일부분으로서 통합될 수도 있다.

[0031] 비디오 프리프로세서 (19) 및 비디오 인코더 (20)가 비디오 인코딩 유닛 (21) 내에 별개의 유닛들로서 예시되고 비디오 포스트프로세서 (31) 및 비디오 디코더 (30)가 비디오 디코딩 유닛 (29) 내에 별개의 유닛들로서 예시되지만, 본 개시물에서 설명하는 기법들은 이에 한정되지 않는다. 비디오 프리프로세서 (19) 및 비디오 인코더 (20)는 공통 디바이스로서 형성될 (예컨대, 동일한 집적 회로 또는 동일한 칩 또는 칩 패키지 내에 하우징될) 수도 있다. 이와 유사하게, 비디오 포스트프로세서 (31) 및 비디오 디코더 (30)는 공통 디바이스로서 형성될 (예컨대, 동일한 집적 회로 또는 동일한 칩 또는 칩 패키지 내에 하우징될) 수도 있다.

[0032] 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30)는 ISO/IEC MPEG-4 Visual 및 ITU-T H.264 (또한, ISO/IEC MPEG-4 AVC로서 알려짐)와 같은, 그의 스케일러블 비디오 코딩 (SVC) 확장판, 멀티-뷰 비디오 코딩 (MVC) 확장판, 및 MVC-기반 3차원 비디오 (3DV) 확장판을 포함한, 비디오 압축 표준에 따라서 동작한다. 일부의 경우, MVC-기반의 3DV에 부합하는 임의의 비트스트림은 항상 MVC 프로파일, 예컨대, 스테레오 하이 프로파일 (stereo high profile)을 준수하는 서브-비트스트림을 포함한다. 더욱이, H.264/AVC에 대한 3DV 코

딩 확장판, 즉 AVC-기반의 3DV 를 만들어 내려는 노력이 진행 중에 있다. 비디오 코딩 표준들의 다른 예들은 ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 또는 ISO/IEC MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 Visual, 및 ITU-T H.264, ISO/IEC Visual 을 포함한다. 다른 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 ITU-T H.265, HEVC 표준에 따라서 동작하도록 구성될 수도 있다.

[0033] HEVC 및 다른 비디오 코딩 표준들에서, 비디오 시퀀스는 일반적으로 일련의 픽처들을 포함한다. 픽처들은 또한 "프레임들"로서 지칭될 수도 있다. 픽처는 S_L , S_{Cb} , 및 S_{Cr} 로 표기되는, 3개의 샘플 어레이들을 포함할 수도 있다. S_L 은 루마 샘플들의 2차원 어레이 (즉, 블록) 이다. S_{Cb} 는 Cb 색차 샘플들의 2차원 어레이이다. S_{Cr} 은 Cr 색차 샘플들의 2차원 어레이이다. 색차 샘플들은 또한 본원에서 "크로마" 샘플들로서 지칭될 수도 있다. 다른 경우, 픽처는 단색일 수도 있으며 단지 루마 샘플들의 어레이를 포함할 수도 있다.

[0034] 비디오 인코더 (20) 는 코딩 트리 유닛들 (CTUs) 의 세트를 발생시킬 수도 있다. CTU를 각각은 루마 샘플들의 코딩 트리 블록, 크로마 샘플들의 2개의 대응하는 코딩 트리 블록들, 및 코딩 트리 블록들의 샘플들을 코딩하는데 사용되는 신택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색 픽처 또는 3개의 별개의 칼라 평면들을 가지는 픽처에서, CTU 는 단일 코딩 트리 블록 및 코딩 트리 블록의 샘플들을 코딩하는데 사용되는 신택스 구조들을 포함할 수도 있다. 코딩 트리 블록은 샘플들의 NxN 블록일 수도 있다. CTU 는 또한 "트리 블록" 또는 "최대 코딩 유닛" (LCU) 으로서 지칭될 수도 있다. HEVC 의 CTU들은 H.264/AVC 와 같은, 다른 비디오 코딩 표준들의 매크로블록들과 대략 유사할 수도 있다. 그러나, CTU 는 특정의 사이즈에 반드시 한정되지 않으며, 하나 이상의 코딩 유닛들 (CUs) 을 포함할 수도 있다. 슬라이스는 래스터 스캔으로 연속적으로 순서화된 CTU들의 정수를 포함할 수도 있다.

[0035] 본 개시물은 하나 이상의 샘플들의 블록들 및 하나 이상의 샘플들의 블록들의 샘플들을 코딩하는데 사용되는 신택스 구조들을 지칭하기 위해, 용어 "비디오 유닛" 또는 "비디오 블록" 을 이용할 수도 있다. 비디오 유닛들의 예시적인 유형들은 HEVC 에서의 CTU들, CU들, PU들, 변환 유닛들 (TUs), 또는 다른 비디오 코딩 표준들에서의 매크로블록들, 매크로블록 파티션들 등을 포함할 수도 있다.

[0036] 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 코딩 블록을 하나 이상의 예측 블록들로 파티셔닝할 수도 있다. 예측 블록은 동일한 예측이 적용되는 샘플들의 직사각형 (즉, 정사각형 또는 비-정사각형) 블록일 수도 있다. CU 의 예측 유닛 (PU) 는 루마 샘플들의 예측 블록, 화상의 크로마 샘플들의 2개의 대응하는 예측 블록들, 및 예측 블록 샘플들을 예측하는데 사용되는 신택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색 픽처 또는 3개의 별개의 칼라 평면들을 가지는 픽처에서, PU 는 단일 예측 블록 및 예측 블록 샘플들을 예측하는데 사용되는 신택스 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 발생시킬 수도 있다.

[0037] 비디오 인코더 (20) 는 PU 에 대한 예측 블록들을 발생시키기 위해 인트라 예측 또는 인터 예측을 이용할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 가 PU 의 예측 블록들을 발생시키기 위해 인트라 예측을 이용하면, 비디오 인코더 (20) 는 PU 와 연관되는 픽처의 디코딩된 샘플들에 기초하여 PU 의 예측 블록들을 발생시킬 수도 있다.

[0038] 비디오 인코더 (20) 가 CU 의 하나 이상의 PU들에 대한 예측 루마, Cb, 및 Cr 블록들을 발생한 후, 비디오 인코더 (20) 는 CU 에 대한 루마 잔차 블록을 발생시킬 수도 있다. CU 의 루마 잔차 블록에서의 각각의 샘플은 CU 의 예측 루마 블록들 중 하나에서의 루마 샘플과 CU 의 원래 루마 코딩 블록에서의 대응하는 샘플 사이의 차이를 나타낸다. 게다가, 비디오 인코더 (20) 는 CU 에 대한 Cb 잔차 블록을 발생시킬 수도 있다. CU 의 Cb 잔차 블록에서의 각각의 샘플은 CU 의 예측 Cb 블록들 중 하나에서의 Cb 샘플과 CU 의 원래 Cb 코딩 블록에서의 대응하는 샘플 사이의 차이를 나타낼 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 또한 CU 에 대한 Cr 잔차 블록을 발생시킬 수도 있다. CU 의 Cr 잔차 블록에서의 각각의 샘플은 CU 의 예측 Cr 블록들 중 하나에서의 Cr 샘플과 CU 의 원래 Cr 코딩 블록에서의 대응하는 샘플 사이의 차이를 나타낼 수도 있다.

[0039] 더욱이, 비디오 인코더 (20) 는 퀘드-트리 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 직사각형의 블록일 수도 있다. CU 의 변환 유닛 (TU) 는 루마 샘플들의 변환 블록, 크로마 샘플들의 2개의 대응하는 변환 블록들, 및 변환 블록 샘플들을 변환하는데 사용되는 신택스 구조들을 포함할 수도 있다. 단색 픽처 또는 3개의 별개의 칼라 평면들을 가지는 픽처에서, TU 는 단일 변환 블록 및 변환 블록 샘플들을 변환하는데 사용되는 신택스 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 연관되는 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.

[0040] 비디오 인코더 (20) 는 하나 이상의 변환들을 TU 의 루마 변환 블록에 적용하여, TU 에 대한 루마 계수 블록을 발생시킬 수도 있다. 계수 블록은 변환 계수들의 2차원 어레이일 수도 있다. 변환 계수는 스칼라 양일 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 하나 이상의 변환들을 TU 의 Cb 변환 블록에 적용하여, TU 에 대한 Cb 계수 블록을 발생시킬 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 하나 이상의 변환들을 TU 의 Cr 변환 블록에 적용하여, TU 에 대한 Cr 계수 블록을 발생시킬 수도 있다.

[0041] 계수 블록 (예컨대, 루마 계수 블록, Cb 계수 블록, 또는 Cr 계수 블록) 을 발생시킨 후, 비디오 인코더 (20) 는 계수 블록을 양자화할 수도 있다. 양자화는 일반적으로 변환 계수들이 변환 계수들을 나타내는데 사용되는 데이터의 양을 가능한 한 감소시키도록 양자화되어 추가적인 압축을 제공하는 프로세스를 지칭한다. 더욱이, 비디오 인코더 (20) 는 변환 계수들을 역양자화하고, 꾹처의 CU들의 TU들의 변환 블록들을 복원하기 위해 변환 계수들에 역변환을 적용할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 TU들의 복원된 변환 블록들 및 CU 의 PU들의 예측 블록들을 이용하여, CU 의 코딩 블록들을 복원할 수도 있다. 꾹처의 각각의 CU 의 코딩 블록들을 복원함으로써, 비디오 인코더 (20) 는 그 꾹처를 복원할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 복원된 꾹처들을 디코딩된 꾹처 버퍼 (DPB) 에 저장할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 인터 예측 및 인트라 예측을 위해 DPB 에서의 복원된 꾹처들을 이용할 수도 있다.

[0042] 비디오 인코더 (20) 가 계수 블록을 양자화한 후, 비디오 인코더 (20) 는 양자화된 변환 계수들을 나타내는 신택스 엘리먼트들을 엔트로피 인코딩할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 양자화된 변환 계수들을 나타내는 신택스 엘리먼트들에 관해 컨택스트-적응 2진 산술 코딩 (CABAC) 을 수행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 엔트로피-인코딩된 신택스 엘리먼트들을 비트스트림으로 출력할 수도 있다.

[0043] 비디오 인코더 (20) 는 코딩된 꾹처들 및 연관되는 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 포함하며, 미가공 바이트 시퀀스 페이로드 (RBSP; raw byte sequence payload) 를 캡슐화한다. NAL 유닛 헤더는 NAL 유닛 유형 코드를 나타내는 신택스 엘리먼트를 포함할 수도 있다. NAL 유닛의 NAL 유닛 헤더에 의해 규정된 NAL 유닛 유형 코드는 NAL 유닛의 형태를 나타낸다. RBSP 는 NAL 유닛 내에 캡슐화된 정수의 바이트들을 포함하는 신택스 구조일 수도 있다. 일부의 경우, RBSP 는 제로 비트들을 포함한다.

[0044] 상이한 유형들의 NAL 유닛들이 상이한 유형들의 RBSP들을 캡슐화할 수도 있다. 예를 들어, NAL 유닛의 제 1 유형은 꾹처 파라미터 세트 (PPS) 에 대한 RBSP 를 캡슐화할 수도 있으며, NAL 유닛의 제 2 유형은 코딩된 슬라이스에 대한 RBSP 를 캡슐화할 수도 있으며, NAL 유닛의 제 3 유형은 보충 강화 정보 (SEI) 에 대한 RBSP 를 캡슐화할 수도 있으며, 기타 등등을 캡슐화할 수도 있다. PPS 는 0개 이상의 코딩된 꾹처들에 적용하는 신택스 엘리먼트들을 포함하는 신택스 구조이다. (파라미터 세트들 및 SEI 메시지들에 대한 RBSP들과는 반대로) 비디오 코딩 데이터에 대한 RBSP들을 캡슐화하는 NAL 유닛들은 비디오 코딩 계층 (VCL) NAL 유닛들로서 지칭될 수도 있다. 코딩된 슬라이스를 캡슐화하는 NAL 유닛은 본원에서, 코딩된 슬라이스 NAL 유닛으로서 지칭될 수도 있다. 코딩된 슬라이스에 대한 RBSP 는 슬라이스 헤더 및 슬라이스 데이터를 포함할 수도 있다.

[0045] 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림을 수신할 수도 있다. 게다가, 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림을 파싱하여, 비트스트림으로부터 신택스 엘리먼트들을 디코딩할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림으로부터 디코딩된 신택스 엘리먼트들에 적어도 부분적으로 기초하여 비디오 데이터의 꾹처들을 복원할 수도 있다. 비디오 데이터를 복원하는 프로세스는 일반적으로 비디오 인코더 (20) 에 의해 수행되는 프로세스와 반대일 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 현재의 CU 의 PU들에 대한 예측 블록들을 결정하기 위해 PU들의 모션 벡터들을 이용할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 PU들의 모션 벡터 또는 모션 벡터들을 이용하여 PU들에 대한 예측 블록들을 발생시킬 수도 있다.

[0046] 게다가, 비디오 디코더 (30) 는 현재의 CU 의 TU들과 연관되는 계수 블록들을 역양자화할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 계수 블록들에 관해 역변환들을 수행하여, 현재의 CU 의 TU들과 연관되는 변환 블록들을 복원할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 현재의 CU 의 PU들에 대한 예측 샘플 블록들의 샘플들을 현재의 CU 의 TU들의 변환 블록들의 대응하는 샘플들에 가산함으로써, 현재의 CU 의 코딩 블록들을 복원할 수도 있다. 꾹처의 각각의 CU 에 대해 코딩 블록들을 복원함으로써, 비디오 디코더 (30) 는 그 꾹처를 복원할 수도 있다.

비디오 디코더 (30)는 다른 픽처들을 디코딩할 때에 출력을 위해 및/또는 사용을 위해 디코딩된 픽처들을 디코딩된 픽처 버퍼에 저장할 수도 있다.

[0047] 차세대 비디오 애플리케이션들은 HDR (High Dynamic Range) 및 WCG (Wide Color Gamut)를 가진 캡쳐된 풍경을 나타내는 비디오 데이터로 동작할 것으로 예상된다. 이용된 동적 범위 및 칼라 공간의 파라미터들은 비디오 콘텐츠의 2개의 독립적인 속성들이며, 디지털 텔레비전 및 멀티미디어 서비스들의 목적들을 위한 그들의 사양은 여러 국제 표준들에 의해 정의된다. 예를 들어, ITU-R 권고안 709는 표준 동적 범위 (SDR) 및 표준 칼라 공간과 같은 HDTV (high definition television)에 대한 파라미터들을 정의하며, ITU-R 권고안 2020은 HDR 및 WCG와 같은 UHDTV (ultra-high definition television) 파라미터들을 규정한다. 또한, 다른 시스템들에서의 동적 범위 및 칼라 공간 속성들을 규정하는 다른 표준들 개발 조직 (SDOs) 문헌들이 있으며, 예컨대, P3 칼라 공간은 SMPTE-231-2 (Society of Motion Picture and Television Engineers)에 정의되어 있으며 HDR의 일부 파라미터들은 SMPTE-2084에 정의되어 있다. 비디오 데이터에 대한 동적 범위 및 칼라 공간의 간단한 설명이 아래에 제공된다.

[0048] 동적 범위는 비디오 신호의 최소 명도와 최대 명도 사이의 비로서 일반적으로 정의된다. 동적 범위는 또한 'f-스톱 (stop)'으로 측정될 수도 있으며, 여기서, 1 f-스톱은 신호 동적 범위의 2배에 대응한다. MPEG의 정의에서, HDR 콘텐츠는 16 f-스톱들 이상을 가지는 명도 변화를 특징으로 하는 콘텐츠이다. 일부 용어들에서, 10 f-스톱들과 16 f-스톱들 사이의 레벨은 중간 동적 범위로서 간주되지만, 다른 정의들에서는 HDR로서 간주될 수도 있다. 일부 예들에서, HDR 비디오 콘텐츠는 표준 동적 범위를 가지는 전통적으로 사용되는 비디오 콘텐츠 (예컨대, ITU-R 권고안 BT. 709에 의해 규정된 바와 같은 비디오 콘텐츠) 보다 더 높은 동적 범위를 가지는 임의의 디비오 콘텐츠일 수도 있다. 동시에, 인간 시각 시스템 (HVS)은 훨씬 더 큰 동적 범위를 인지가능하다. 그러나, HVS는 소위 동시 범위를 좁히는 적응 메커니즘을 포함한다. HDTV의 SDR, UHDTV의 예상 HDR 및 HVS 동적 범위에 의해 제공되는 동적 범위의 시각화가 도 2에 도시된다.

[0049] 현재의 비디오 애플리케이션들 및 서비스들은 권고안 709에 의해 규제되며, 10 f-스톱들 미만을 초래하는 대략 0.1 내지 100 m^2 당 칸델라 (cd) (종종 "니트"라 지칭됨)의 명도 (또는, 휘도)의 범위를 일반적으로 지원하는 SDR을 제공한다. 차세대 비디오 서비스들은 최대 16 f-스톱들의 동적 범위를 제공할 것으로 예상된다. 상세한 사양이 현재 개발 중에 있지만, 일부 초기 파라미터들이 SMPTE-2084 및 권고안 2020에 규정되어 있다.

[0050] HDR 외에도 더 사실적인 비디오 경험을 위한 다른 양태는 칼라 공간에 의해 통상적으로 정의되는 칼라 치수이다. 도 3은 SDR 칼라 공간 (BT.709 칼라 적색, 녹색 및 청색 색역에 기초한 삼각형), 및 UHDTV용 더 넓은 칼라 공간 (BT.2020 칼라 적색, 녹색 및 청색 색역에 기초한 삼각형)을 나타내는 개념도이다. 도 3은 또한 천연 칼라들의 한계를 나타내는, (허-형상의 영역에 의해 경계가 정해진) 소위 스펙트럼 궤적을 도시한다. 도 3에 의해 예시된 바와 같이, BT.709로부터 BT.2020 색역으로 이동하는 것은 약 70% 더 많은 칼라들을 UHDTV 서비스들에 제공하는 것을 목표로 한다. D65는 주어진 사양들 (예컨대, BT.709 및/또는 BT.2020 사양들)에 있어서 백색 칼라를 규정한다.

[0051] 칼라 공간 사양들의 몇 가지 예들이 테이블 1에 나타낸다.

[0052] 테이블 1. 칼라 공간 파라미터들

RGB 칼라 공간 파라미터들										
칼라 공간	백색 지점		원색들							
	x _w	y _w	x _R	y _R	x _G	y _G	x _B	y _B		

[0053]

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.202 0	0.3127	0.3290	0.708	0.292	0.170	0.797	0.131	0.046

[0054]

[0055] 테이블 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 칼라 공간은 백색 지점의 X 및 Y 값들에 의해, 그리고 1차 칼라들 (예컨대, 적색 (R), 녹색 (G), 및 청색 (B)의 X 및 Y 값들에 의해 정의될 수도 있다. X 및 Y 값들은 CIE 1931 칼라 공간에 의해 정의된 바와 같이, 칼라들의 색도 (X) 및 명도 (Y)를 나타낸다. CIE 1931 칼라 공간은 순수 칼라들 (예컨대, 광장들의 관점)과 인간 눈이 이러한 칼라들을 인지하는 방법 사이의 연결들을 정의한다.

[0056]

HDR/WCG는 일반적으로 4:4:4 크로마 포맷 및 매우 넓은 칼라 공간 (예컨대, CIE 1931 XYZ 칼라 공간)을 이용하여, 성분 당 매우 높은 정밀도 (심지어 부동 소수점)로, 획득되어 저장된다. 이 표현은 높은 정밀도를 목표로 하며 수학적으로 (거의) 무손실이다. 그러나, 이 포맷 특징은 많은 리던던시들을 포함할 수도 있으며, 압축 목적들에 최적은 아니다. HVS-기반의 가정에 의한 낮은 정밀도 포맷이 최신식 비디오 애플리케이션들에 일반적으로 이용된다.

[0057]

압축의 목적들을 위한 전형적인 비디오 데이터 포맷 변환은 도 4에 나타낸 바와 같이, 3개의 주요 프로세스들로 이루어진다. 도 4의 기법들은 비디오 프리프로세서 (19)에 의해 수행될 수도 있다. 선형 RGB 데이터 (110)는 HDR/WCG 비디오 데이터일 수도 있으며, 부동 소수점 표현으로 저장될 수도 있다. 선형 RGB 데이터 (110)는 동적 범위 압축을 위해 비선형 전달 함수 (TF)를 이용하여 압축될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19)는 동적 범위 압축을 위해 비선형 전달 함수를 이용하도록 구성된 전달 함수 유닛 (TF) 유닛 (112)을 포함할 수도 있다.

[0058]

TF 유닛 (112)의 출력은 코드워드들의 세트일 수도 있으며, 여기서, 각각의 코드워드는 칼라 값들의 범위 (예컨대, 조명 레벨들)를 나타낸다. 동적 범위 압축은 선형 RGB 데이터 (110)의 동적 범위가 제 1 동적 범위 (예컨대, 도 2에 예시된 바와 같은 인간 시각 범위)일 수 있다는 것을 의미한다. 결과적인 코드워드들의 동적 범위는 제 2 동적 범위 (예컨대, 도 2에 예시된 바와 같은 HDR 디스플레이 범위)일 수도 있다. 따라서, 코드워드들은 선형 RGB 데이터 (110)보다 더 작은 동적 범위를 캡처하며, 따라서, TF 유닛 (112)은 동적 범위 압축을 수행한다.

[0059]

TF 유닛 (112)은 코드워드들과 입력 칼라 값들 사이의 맵핑이 동일하게 이격되지 않는다 (예컨대, 코드워드들이 비선형 코드워드들이다)는 의미에서 비-선형 함수들을 수행한다. 비선형 코드워드들은 입력 칼라 값들에서의 변화들이 출력 코드워드들에서의 선형 비례 변화들로서 나타나지 않지만 코드워드들에서의 비선형 변화들로서 나타난다는 것을 의미한다. 예를 들어, 칼라 값들이 낮은 조명을 나타내면, 입력 칼라 값들에서의 작은 변화들은 TF 유닛 (112)에 의해 출력된 코드워드들에서 작은 변화들을 초래할 것이다. 그러나, 칼라 값들이 높은 조명을 나타내면, 입력 칼라 값들에서의 상대적으로 큰 변화들이 코드워드들에서의 작은 변화들에 요구될 것이다. 각각의 코드워드에 의해 표현되는 조명의 범위는 일정하지 않다 (예컨대, 제 1 코드워드는 조명들의 제 1 범위에 대해 동일하며, 제 2 코드워드는 조명들의 제 2 범위에 대해 동일하며, 제 1 및 제 2 범위들은 상이하다). 아래에서 설명되는 도 7은 TF 유닛 (112)에 의해 적용되는 전달 함수의 특성을 예시한다.

[0060]

좀 더 자세하게 설명되는 바와 같이, 이 기법들은 TF 유닛 (112)이 수신하는 선형 RGB 데이터 (110)를 스케일링 및 오프셋팅하거나 및/또는 코드워드 공간을 더 잘 이용하기 위해 TF 유닛 (112)이 출력하는 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. TF 유닛 (112)은 임의 개수의 비선형 전달 함수들 (예컨대, SMPTE-2084에 정의된 바와 같은 PQ (지각 양자화기) TF)을 이용하여 선형 RGB 데이터 (110) (또는, 스케일링된 및 오프셋된 RGB 데이터)를 압축할 수도 있다.

[0061]

일부 예들에서, 칼라 변환 유닛 (114)은 압축된 데이터를 비디오 인코더 (20)에 의한 압축에 더욱 적합한 좀 더 컴팩트하거나 또는 강건한 칼라 공간으로 (예컨대, 칼라 변환 유닛을 통해서 YUV 또는 YCrCb 칼라 공간으로)

변환한다. 좀더 자세하게 설명되는 바와 같이, 일부 예들에서, 칼라 변환 유닛 (114) 이 칼라 변환을 수행하기 전에, 이 기법들은 TF 유닛 (112) 에 의한 TF 의 적용에 의해 출력되는 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 칼라 변환 유닛 (114) 은 이들 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들을 수신할 수도 있다.

일부 예들에서, 일부 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들은 개별 임계치들보다 크거나 또는 작을 수도 있으며; 이들을 위해, 본 기법들은 개별 세트 코드워드들을 할당할 수도 있다.

[0062] 이 데이터는 비디오 인코더 (20) 으로 송신되는 인코딩될 비디오 데이터 (예컨대, HDR 데이터 (118)) 를 발생하기 위해 (예컨대, 양자화 유닛 (116) 을 통해서) 부동-대-정수 표현 변환을 이용하여 양자화된다. 이 예에서, HDR 데이터 (118) 는 정수 표현이다. HDR 데이터 (118) 는 이제 비디오 인코더 (20) 에 의한 압축에 더 적합한 포맷일 수도 있다. 도 4 에 도시된 프로세스들의 순서가 일 예로서 주어지며 다른 애플리케이션들에서는 변환 수도 있는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 칼라 변환은 TF 프로세스보다 선행할 수도 있다.

게다가, 비디오 프리프로세서 (19) 는 더 많은 프로세싱 (예컨대, 공간 서브샘플링) 을 칼라 성분들에 적용할 수도 있다.

[0063] 따라서, 도 4 에서, 선형 및 부동 소수점 표현에서의 입력 RGB 데이터 (110) 의 고 동적 범위가 TF 유닛 (112) 에 의해 이용된 비선형 전달 함수, 예컨대 SMPTE-2084 에서 정의된 바와 같은 PQ TF 로 압축되며, 뒤이어서, (예컨대, 칼라 변환 유닛 (114) 에 의해) 압축에 더 적합한 목표 칼라 공간, 예컨대 YCbCr 로 변환되고, 그후 정수 표현을 획득하기 위해 양자화된다 (예컨대, 양자화 유닛 (116)). 이들 엘리먼트들의 순서는 일 예로서 주어지며, 실제-세계 애플리케이션들에서는 변환 수도 있으며, 예컨대, 칼라 변환은 TF 모듈 (예컨대, TF 유닛 (112)) 보다 선행할 수도 있다. TF 유닛 (112) 이 전달 함수를 적용하기 전에, 이러한 공간 서브샘플링으로서의 추가적인 프로세싱이 칼라 성분들에 적용될 수도 있다.

[0064] 디코더 측에서의 역 변환이 도 5 에 도시된다. 도 5 의 기법들은 비디오 포스트프로세서 (31) 에 의해 수행될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 비디오 디코더 (30) 로부터 비디오 데이터 (예컨대, HDR 데이터 (120)) 를 수신하며, 역양자화 유닛 (122) 이 데이터를 역양자화할 수도 있으며, 역 칼라 변환 유닛 (124) 은 역 칼라 변환을 수행하며, 역 비선형 전달 함수 유닛 (126) 은 선형 RGB 데이터 (128) 를 발생하기 위해 역 비선형 전달을 수행한다.

[0065] 역 칼라 변환 유닛 (124) 이 수행하는 역 칼라 변환 프로세스는 칼라 변환 유닛 (114) 이 수행하는 칼라 변환 프로세스의 역일 수도 있다. 예를 들어, 역 칼라 변환 유닛 (124) 은 HDR 데이터를 YCrCb 포맷으로부터 RGB 포맷으로 되변환할 수도 있다. 역전달 함수 유닛 (126) 은 역전달 함수를 데이터에 적용하고 TF 유닛 (112) 에 의해 압축된 동적 범위를 역으로 가산하여 선형 RGB 데이터 (128) 를 재생성할 수도 있다.

[0066] 본 개시물에서 설명되는 예시적인 기법들에서, 역전달 함수 유닛 (126) 이 역전달 함수를 수행하기 전에, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역 사후-프로세싱을 적용할 수도 있으며, 역전달 함수 유닛 (126) 이 역전달 함수를 수행한 후, 역 사전-프로세싱을 적용할 수도 있다. 예를 들어, 위에서 설명한 바와 같이, 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19) 는 TF 유닛 (112) 이전에 사전-프로세싱 (예컨대, 스케일링 및 오프셋팅) 을 적용할 수도 있으며 TF 유닛 (112) 이후 사후-프로세싱 (예컨대, 스케일링 및 오프셋팅) 을 적용할 수도 있다. 사전- 및 사후-프로세싱을 보상하기 위해, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역 TF 유닛 (126) 이 역전달 함수를 수행하기 전에 역 사후-프로세싱을 적용할 수도 있으며, 역 TF 유닛 (126) 이 역전달 함수를 수행한 후에 역 사전-프로세싱을 적용할 수도 있다. 사전- 및 사후-프로세싱 및 역 사후- 및 역 사전-프로세싱 양자를 적용하는 것은 옵션적이다. 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19) 는 사전- 및 사후-프로세싱 둘다가 아닌, 하나를 적용할 수도 있으며, 이러한 예들에 대해, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 비디오 프리프로세서 (19) 에 의해 적용된 프로세싱의 역을 적용할 수도 있다.

[0067] 도 5 에 예시된 예시적인 비디오 포스트프로세서 (31) 가 일반적인 반대를 수행한다는 점을 포함하여, 도 4 에 예시된 예시적인 비디오 프리프로세서 (19) 가 좀더 상세히 설명된다. 데이터의 동적 범위를 압축하여 데이터를 제한된 비트수로 표현가능하게 하기 위해 전달 함수가 데이터 (예컨대, HDR/WCG RGB 비디오 데이터) 에 적용된다. 데이터를 나타내는 이들 제한된 비트수는 코드워드들로서 지정된다. 이 함수는 일반적으로, 권고안 709 에서 SDR 에 대해 규정된 바와 같은 최종-사용자 디스플레이의 전기-광학 전달 함수 (EOTF) 의 역을 반영하거나 또는 HVS 지각을 HDR 에 대해 SMPTE-2084 에 규정된 PQ TF 에 있어서의 명도 변화들에 근사화하는 1 차원 (1D) 비-선형 함수이다. OETF 의 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31) 에 의해 수행되는 바와 같은) 역 프로세스는 코드 레벨들을 휘도에 되맵핑하는 EOTF (전기-광학 전달 함수) 이다. 도 6 은 비선형 TF들의 몇가지 예들을 나타낸다. 이들 전달 함수들은 또한 각각의 R, G 및 B 성분에 별개로 적용될 수도 있다.

[0068] 본 개시물의 상황에서, 용어들 "신호 값" 또는 "칼라 값"은 이미지 엘리먼트에 대한 (R, G, B, 또는 Y 와 같은) 특정의 칼라 성분의 값에 대응하는 휘도 레벨을 기술하는데 사용될 수도 있다. 신호 값은 일반적으로 선형 광 레벨 (휘도 값)을 나타낸다. 용어들 "코드 레벨", "디지털 코드 값", 또는 "코드워드"는 이미지 신호 값의 디지털 표현을 지칭할 수도 있다. 일반적으로, 이러한 디지털 표현은 비선형 신호 값을 나타낸다. EOTF는 디스플레이 디바이스 (예컨대, 디스플레이 디바이스 (32))에 제공되는 비선형 신호 값들과 디스플레이 디바이스에 의해 발생되는 선형 칼라 값을 사이의 관계를 나타낸다.

[0069] ST2084의 사양은 EOTF 적용을 다음과 같이 정의하였다. TF는 정규화된 선형 R, G, B 값을 적용되며, 이는 R'G'B'의 비선형 표현을 초래한다. ST2084는 10000nits (cd/m^2)의 피크 명도와 연관되는 NORM=10000에 의한 정규화를 정의한다.

[0070] o $R' = PQ_TF(\max(0, \min(R/NORM, 1)))$

(1)

[0071] o $G' = PQ_TF(\max(0, \min(G/NORM, 1)))$

[0072] o $B' = PQ_TF(\max(0, \min(B/NORM, 1)))$

[0073] 여기서,

$$PQ_TF(L) = \left(\frac{c_1 + c_2 L^{m_1}}{1 + c_3 L^{m_1}} \right)^{m_2}$$

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

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

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

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

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

[0075]

[0076] 범위 0..1로 정규화된 x축 상의 입력 값을 (선형 칼라 값) 및 y축 상의 정규화된 출력 값을 (비선형 칼라 값)을 이용하여, PQ EOTF가 도 7에 시각화된다. 도 7에서의 곡선으로부터 볼 수 있는 바와 같이, 입력 신호의 동적 범위의 1 퍼센트 (낮은 조명)가 출력 신호의 동적 범위의 50%로 변환된다.

[0077] 입력 선형 칼라 값을 나타내는데 사용될 수 있는 유한한 개수의 코드워드들이 존재한다. 도 7은 PQ EOTF에 대해 대략 50%의 가용 코드워드들이 낮은 조명 입력 신호들에 전용되고, 더 높은 조명 입력 신호들에 대해서는 더 적은 가용 코드워드들을 남기는 것을 예시한다. 따라서, 이를 약간의 변화들을 나타내기에는 불충분한 코드워드들이 존재하기 때문에, 상대적으로 높은 조명 입력 신호들에서의 약간의 변화들이 캡쳐되지 않을 수도 있다. 그러나, 낮은 조명 입력 신호들에 대해 불필요하게 많은 가용 코드워드들이 존재할 수도 있으며, 심지어 상대적으로 낮은 조명 입력 신호들에서의 아주 사소한 변화가 상이한 코드워드들에 의해 표현될 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 낮은 조명 입력 신호들에 대해서는 가용 코드워드들의 높은 분포가, 그리고, 높은 조명 입력 신호들에 대해서는 가용 코드워드들의 상대적으로 낮은 분포가 존재할 수도 있다.

[0078] 일반적으로, EOTF는 부동 소수점 정확도를 갖는 함수로서 정의된다. 따라서, 역 TF, 즉, 소위 OETF가 적용되면 어떤 에러도 이 비선형성을 갖는 신호에 도입되지 않는다. ST2084에 규정된 역 TF (OETF)는 inversePQ 함수로서 정의된다:

[0079] o $R = 10000 * \text{inversePQ_TF}(R')$

[0080] o $G = 10000 * \text{inversePQ_TF}(G')$

(2)

[0081] o $B = 10000 * \text{inversePQ_TF}(B')$

[0082]

여기서,

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

[0083]

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

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

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

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

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

[0084]

부동 소수점 정확도로, EOTF 및 OETF 의 순차적인 적용은 에러들 없이 완전한 복원을 제공한다. 그러나, 이 표현은 스트리밍 또는 브로드캐스팅 서비스들에 최적은 아니다. 비선형 R'G'B' 데이터의 고정된 비트들 정확도를 갖는 좀더 컴팩트한 표현이 아래에 설명된다. EOTF 및 OETF 가 현재 아주 활발한 연구의 대상들이며 일부 HDR 비디오 코딩 시스템들에서 이용되는 TF 가 ST2084 와 상이할 수도 있음에 유의한다.

[0086]

HDR 에 대해, 다른 전달 함수들이 또한 고려 중에 있다. 예들은 Philips TF 또는 BBC 하이브리드 "로그-감마" TF 를 포함한다. BBC 하이브리드 "로그-감마" TF 는 SDR 이전기종파의 호환성 (backwards compatibility) 에 대한 권고안 709 TF 에 기초한다. 동적 범위를 확장하기 위해, BBC 하이브리드는 더 높은 입력 휘도에서 제 3 부분을 권고안 709 곡선에 추가한다. 곡선의 새로운 부분은 로그의 함수이다.

[0087]

권고안 709 에서 정의된 OETF 는 다음과 같다:

$$V = \begin{cases} 4.5L, & 0 \leq L \leq 0.018 \\ 1.099L^{0.45} - 0.099, & 0.018 \leq L \leq 1 \end{cases}$$

[0088]

여기서, L 은 이미지의 휘도 $0 \leq L \leq 1$ 이며, V 는 대응하는 전기 신호이다. 권고안 2020 에서, 동일한 수식이 다음과 같이 규정된다:

$$E' = \begin{cases} 4.5E, & 0 \leq E \leq \beta \\ \alpha E^{0.45} - (\alpha - 1), & \beta \leq E \leq 1 \end{cases}$$

[0090]

여기서, E 는 참조 백색 레벨에 의해 정규화되고 참조 카메라 칼라 채널 R, G, B 로 검출될 암시적인 광도에 비례하는 전압이다. E' 은 결과적인 비선형 신호이다.

[0092]

$\alpha = 1.099$ 및 $\beta = 0.018$ 10-비트 시스템의 경우

[0093]

$\alpha = 1.0993$ 및 $\beta = 0.0181$ 12-비트 시스템의 경우

[0094]

명시적으로 언급되지 않지만, α 및 β 는 다음 동시적인 수식들에 대한 해답이다:

$$4.5\beta = \alpha\beta^{0.45} - (\alpha - 1)$$

$$4.5 = 0.45\alpha\beta^{-0.55}$$

[0097] 제 1 수식은 $E = \beta$ 에서의 선형 함수와 감마 함수의 값들의 균등화 (evening)이며, 제 2 수식은 또한 $E = \beta$ 에서의 2개의 함수들의 기울기이다.

[0098] 하이브리드 "로그-감마" 에서의 추가적인 부분이 아래에 나타내어지며 도 27 은 OETF 를 예시한다. 예를 들어, 도 27 은 하이브리드 로그-감마 전달 함수 및 잠재적인 목표 범위를 일 예로서 나타낸다.

$$V = \begin{cases} 4.5L, & 0 \leq L \leq \beta \\ \alpha E^{0.45} - (\alpha - 1), & \beta \leq L \leq \mu \\ \eta \ln(L) + \rho, & L > \mu \end{cases}$$

[0099]

[0100] 도 27 에서, 개별 곡선들은 그래프의 하부 우측 박스에서의 개별 범례들에 일치하도록 A, B, C, D, 및 E 로 표시된다. 특히, A 는 10-비트 PQ-EOTF 에 대응하며, B 는 8-비트 BT.709 EOTF 에 대응하며, C 는 10-비트 BT.709 EOTF 에 대응하며, D 는 10-비트 BBC 하이브리드 로그-감마 EOTF 에 대응하며, 그리고 E 는 12-비트 PQ-EOTF 에 대응한다.

[0101] 도 28 은 변곡 (knee) 지점 주변의 포물선의 기울기가 조정가능한 전달 함수를 예시한다. 도 28 은 기울기 조정 예 5000 [cd/m^2] 으로 단지 일 예로서 예시된다. 그러나, 조정가능한 기울기를 가진 전달 함수의 다른 예들이 가능하다.

[0102] RGB 데이터는 이미지 캡쳐 센서들에 의해 발생되기 때문에, 입력으로서 일반적으로 이용된다. 그러나, 이 칼라 공간은 그 성분들 사이에 높은 리던던시를 가지며 컴팩트한 표현에 최적은 아니다. 좀더 컴팩트하고 더 강건한 표현을 얻기 위해, RGB 성분들은 압축에 더 적합한 (즉, 칼라 변환이 수행되는) 더 비상관된 칼라 공간, 예컨대 YCbCr 로 일반적으로 변환된다. 이 칼라 공간은 명도를 휘도의 형태로 그리고 칼라 정보를 상이한 비-상관된 성분들로 분리한다.

[0103] 현대의 비디오 코딩 시스템들에 있어서, 일반적으로 사용되는 칼라 공간은 ITU-R BT.709 또는 ITU-R BT.709 에 규정된 바와 같이, YCbCr 이다. BT.709 표준에서의 YCbCr 칼라 공간은 R'G'B' 로부터 Y'CbCr (비-일정한 휘도 표현) 으로의 다음 변환 프로세스를 규정한다:

[0104] o $Y' = 0.2126 * R' + 0.7152 * G' + 0.0722 * B'$ (3)

$$[0105] \quad Cb = \frac{B' - Y'}{1.8556} \quad (3)$$

$$Cr = \frac{R' - Y'}{1.5748}$$

[0106]

상기는 또한 Cb 및 Cr 성분들에 대한 나눗셈을 피하는 다음 근사 변환을 이용하여 구현될 수 있다:

[0108] o $Y' = 0.212600 * R' + 0.715200 * G' + 0.072200 * B'$

[0109] o $Cb = -0.114572 * R' - 0.385428 * G' + 0.500000 * B'$ (4)

[0110] o $Cr = 0.500000 * R' - 0.454153 * G' - 0.045847 * B'$

[0111] ITU-R BT.2020 표준은 R'G'B' 로부터 Y'CbCr (비-일정한 휘도 표현) 로의 다음 변환 프로세스를 규정한다:

[0112] o $Y' = 0.2627 * R' + 0.6780 * G' + 0.0593 * B'$

$$[0113] \quad Cb = \frac{B' - Y'}{1.8814} \quad (5)$$

$$Cr = \frac{R' - Y'}{1.4746}$$

[0115] 상기는 또한 Cb 및 Cr 성분들에 대한 나눗셈을 피하는 다음 근사 변환을 이용하여 구현될 수 있다:

[0116] o $Y' = 0.262700 * R' + 0.678000 * G' + 0.059300 * B'$

[0117] o $Cb = -0.139630 * R' - 0.360370 * G' + 0.500000 * B'$ (6)

[0118] o $Cr = 0.500000 * R' - 0.459786 * G' - 0.040214 * B'$

[0119] 칼라 공간들 양자가 정규화된 채로 유지된다는 점에 유의해야 한다. 따라서, 범위 0...1에서 정규화된 입력 값들에 대해, 결과적인 값들은 범위 0..1에 맵핑될 것이다. 일반적으로, 부동 소수점 정확도로 구현된 칼라 변환들은 완전한 복원을 제공하며, 따라서 이 프로세스는 무손실이다.

[0120] 양자화 및/또는 고정 소수점 변환을 위해, 위에서 설명된 프로세싱 스테이지들은 부동 소수점 정확도 표현으로 일반적으로 구현되며; 따라서 이들은 무손실로서 간주될 수도 있다. 그러나, 이러한 정확도의 유형은 대부분의 가전제품 애플리케이션들에 있어서 과잉이고 비싼 것으로 간주될 수 있다. 이러한 서비스들에 대해, 목표 칼라 공간에서의 입력 데이터는 목표 비트-심도 고정 소수점 정확도로 변환된다. 어떤 연구들은 PQ TF 와 함께 10-12 비트들 정확도가 16 f-스톱들의 HDR 데이터에 변별역 아래의 왜곡을 제공하기에 충분함을 나타낸다. 10 비트들 정확도로 표현된 데이터는 대부분의 최신식 비디오 코딩 솔루션들로 추가로 코딩될 수 있다. 이 변환 프로세스는 신호 양자화를 포함하며 손실 코딩의 엘리먼트이며 변환된 데이터에 도입된 부정확성의 원인이다.

[0121] 목표 칼라 공간, 이 예에서는, YCbCr에서의 코드워드들에 적용되는 이러한 양자화의 일 예가 아래에 나타내어진다. 부동 소수점 정확도로 표현된 입력 값들 YCbCr 은 Y 값에 대한 고정된 비트-심도 BitDepthY 및 크로마 값들 (Cb, Cr)에 대한 BitDepthC의 신호로 변환된다.

$$\begin{aligned} \circ D_{Y'} &= \text{Clip1}_Y \left(\text{Round} \left((1 \ll (\text{BitDepth}_Y - 8)) * (219 * Y' + 16) \right) \right) \\ \circ D_{Cb} &= \text{Clip1}_C \left(\text{Round} \left((1 \ll (\text{BitDepth}_C - 8)) * (224 * Cb + 128) \right) \right) \\ \circ D_{Cr} &= \text{Clip1}_C \left(\text{Round} \left((1 \ll (\text{BitDepth}_C - 8)) * (224 * Cr + 128) \right) \right) \end{aligned} \quad (7)$$

[0122] 여기서,

[0124] $\text{Round}(x) = \text{Sign}(x) * \text{Floor}(\text{Abs}(x) + 0.5)$

[0125] $x < 0$ 인 경우 $\text{Sign}(x) = -1$, $x=0$ 인 경우 0, $x > 0$ 인 경우 1

[0126] $\text{Floor}(x)$ x 보다 작거나 동일한 가장 큰 정수

[0127] $x \geq 0$ 인 경우 $\text{Abs}(x) = x$, $x < 0$ 인 경우 $-x$

[0128] $\text{Clip1}_Y(x) = \text{Clip3}(0, (1 \ll \text{BitDepth}_Y) - 1, x)$

[0129] $\text{Clip1}_C(x) = \text{Clip3}(0, (1 \ll \text{BitDepth}_C) - 1, x)$

[0130] $z < x$ 인 경우 $\text{Clip3}(x, y, z) = x$, $z > y$ 인 경우 y , 아니면 z

[0131] 일부 기법들은 HDR 및 WCG 비디오 데이터에 잘 맞지 않을 수도 있다. PH, Phillips, 및 BBC와 같은, HDR 비디오 시스템들의 목적들을 위해 현재 공공연하게 이용가능한 대부분의 EOTF는 R, G 및 B 성분들에 독립적으로 적용되고 HDR 비디오 시공간적 통계치들 또는 로컬 명도 레벨을 고려하지 않는, 정적, 콘텐츠 독립적인 1D 전달 함수들이다. HDR 비디오 코딩 시스템에서의 이러한 EOTF 이용의 관점에서, 이러한 접근법은 HDR 비디오 콘텐츠의 제공된 시각적 품질에 대한 비-최적의 비트 할당을 초래할 것이다.

[0132] 현재 이용되는 HDR 프로세싱 파이프라인의 제 2 문제는 부동 소수점 정확도 표현으로부터 표현으로의, 목표 칼라 공간에서의 비선형 코드워드들의 정적 변환이다. 일반적으로, 코드워드 공간은 고정되며, 시간적으로 및 공간적으로 변하는 HDR 콘텐츠는 최적의 표현을 얻지 못할 것이다. 이 다음은 이들 2개의 문제들에 관한 더 많은 세부 사항들을 제공한다.

[0133] 정적 1D EOTF의 비-최적성과 관련하여, ST2084에 정의된 EOTF는 특정의 레벨의 명도 (cd 의 $\text{수}/\text{m}^2$)에서의 인간 시각 시스템 (HVS)의 지각의 감도에, 짐작컨대, 기초하는 PQ TF로서 표시되는 정적, 콘텐츠 독립적인 1D 전달 함수를 규정한다. 대부분의 연구들이 cd/m^2 에서의 명도에 대한 HVS 지각의 감도를 정의한다는 사실에도 불구하고, PQ TF는 (예컨대, R' , G' , 및 B' 을 결정하기 위해) 수식 1에서와 같이 칼라 값들 R, G 및 B의

각각에 독립적으로 적용되며, 이 RGB 픽셀의 명도 강도를 이용하지 않는다. 이것은 결과적인 R'G'B'의 비선형성에서의 HVS 감도의 근사치에서 PQ TF의 가능한 부정확성을 초래하며, 예컨대, R'G'B' 칼라 값들의 조합은 R, G, B 성분들의 각각에 독립적으로 적용된 것과 비교하여 다른 PQ TF 값과 연관되어 있어야 하는 상이한 레벨의 명도를 초래할 수도 있다.

[0134] 더욱이, 이러한 설계 의도로 인해, PQ TF는 2개의 모드들: 소위 야간 명시야 및 암(소위 야간) 시야에서의 HVS의 감도를 결합한다. 후자 시야는 장면의 명도가 $0.03\text{cd}/\text{m}^2$ 아래일 때 작용하며, 칼라 각각의 감소를 대가로 훨씬 더 높은 감소를 특징으로 한다. 높은 감도를 가능하게 하기 위해서, 이용된 PQ TF는 도 7에서 반영된 바와 같이, 낮은 조도 값들에 더 많은 양의 코드워드들을 제공한다. 이러한 코드워드들 분포는 픽처의 명도가 낮은 HVS이고 야간 시야 모드에서 동작하는 경우 최적일 수도 있다. 예를 들어, 이러한 코드워드들 분포는 코드워드들이 명도에서의 작은 변화들에 민감할 경우에 최적일 수도 있다. 그러나, 전형적인 HDR 픽처들은 가장 가까운 밝은 샘플들로부터의 마스킹으로 인해 시각적 품질에 영향을 미치지 않지만 현재의 정적 TF에 의한 비트레이트에 크게 기여하는, 밝은 풍경 및 어두운 노이즈가 많은 단편들을 특징으로 할 수도 있다.

[0135] 코드워드 공간의 비효율적인 이용과 관련하여, 부동 소수점 정확도로 표현된 비선형 코드워드들 (Y' , Cb , Cr)의 양자화 및 수식 (7)에 나타낸 바와 같이 고정된 비트수를 가지는 그들의 표현 ($D_{Y'}$, D_{Cb} , D_{Cr})은 HDR 파이프라인의 주요 압축 툴이다. 일반적으로, 양자화 이전 입력 신호의 동적 범위는 1.0 미만이며, Y 성분에 대해서는 0..1 이내의 범위, 그리고 Cb 및 Cr 성분에 대해서는 범위 -0.5..0.5에 속한다.

[0136] 그러나, HDR 신호의 실제 분포는 프레임마다 변하며; 따라서, 수식 (7)에 나타낸 바와 같은 양자화는 최소의 양자화 에러를 제공하지 않을 것이다. HDR 신호의 동적 범위를 조정하여 1.0과 동일한 예상된 범위에 매칭함으로써 향상될 수 있다.

[0137] 위에서 설명된 문제를 해결하기 위해, 다음 솔루션들이 고려될 수 있다. EOTF는 도 8에 예시된 바와 같이, 예컨대, 프레임-레벨 기준에서, 콘텐츠 특성들로 변경되는 형상을 갖는 동적, 콘텐츠 적응적 전달 함수로서 정의될 수도 있다. 도 8은 적응적 형상 TF 유닛 (112')을 갖는 콘텐츠 적응적 HDR 프로세싱 파이프라인(인코더 측)을 예시한다. 예를 들어, 도 8은 TF 유닛에 의해 이용되는 적응적 형상 TF 기능을 포함하는 비디오 프리프로세서 (19)의 다른 예를 예시한다.

[0138] 도 8의 컴포넌트들은 도 4의 컴포넌트들과 일반적으로 일치한다. 도 8의 예에서, 도 4에서의 예의 도면 부호들과 동일한 도면 부호들을 가지는 컴포넌트들은 동일하다. 그러나, 도 8에서, 적응적 TF 유닛 (112')은 도 4에 예시된 바와 같은, 정적 TF를 적용하는 TF 유닛 (112) 대신, 적응적 TF를 적용한다. 이 예에서, 적응적 TF 유닛 (112')이 데이터 압축을 수행하는 방법은 적응적이며 비디오 콘텐츠에 기초하여 변할 수 있다. 대응하는 비디오 포스트프로세서 (31)는 예시되지 않지만, 이러한 예시적인 비디오 포스트프로세서 (31)는 도 5의 역전달 함수 유닛 (126)의 정적 역전달 함수 대신, 적응적 역전달 함수를 수행할 것이다. 비디오 프리프로세서 (19)는 TF 유닛 (112')이 TF를 적용시키는데 이용하는 파라미터들을 표시하는 정보를 출력할 것이다. 비디오 포스트프로세서 (31)는 TF 유닛 (112')에 의해 사용되는 파라미터들을 표시하는 이러한 정보를 수신하여, 그에 따라서 적응적 역전달 함수를 적용시킬 것이다.

[0139] 그러나, 이 기법은 전달 함수 적응의 파라미터들의 광범위한 시그널링 뿐만 아니라, 이 적응성을 지원하는, 예컨대, 다수의 루프 테이블들을 저장하는 구현 또는 구현 부문들을 필요로 할 수도 있다. 더욱이, PQ EOTF의 비-최적성의 어떤 양태들은 3D 전달 함수를 통해서 해결될 수도 있다. 이러한 접근법들은 어떤 구현들에 있어서 그리고 시그널링 비용에 있어서 너무 비쌀 수도 있다.

[0140] 본 개시물에서, 시그널링은 비디오 데이터를 디코딩하거나 아니면 복원하는데 사용되는 선택스 엘리먼트들 또는 다른 비디오 데이터의 출력을 지칭한다. 시그널링되는 파라미터들은 목적지 디바이스 (14)에 의한 추후 출을 위해 저장될 수도 있거나 또는 목적지 디바이스 (14)로 직접 송신될 수도 있다.

[0141] 본 개시물은 정적 고정 전달 함수 (TF)를 채용하는 콘텐츠 적응적 HDR 비디오 시스템을 기술한다. 본 개시물은 정적 TF를 파이프라인에서 유지하지만 신호 특성들을 고정된 프로세싱 흐름에 적용시키는 것을 기술한다. 이것은 TF에 의해 프로세싱되는 신호, 또는 TF의 적용으로부터 유래한 신호의 적응적 프로세싱에 의해 달성될 수 있다. 어떤 기법들은 이를 적응 메커니즘들의 양쪽을 결합할 수도 있다. 디코더(예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31))에서, 인코더 측(예컨대, 비디오 프리프로세서 (19))에서 적용되는 프로세스와는 역인 적응적 프로세스가 적용될 것이다.

- [0142] 도 9 는 고정 TF 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 프로세싱 파이프라인 (인코더 측) 을 나타내는 개념도이다. 예시된 바와 같이, 비디오 프리프로세서 (19) 는 동적 범위 조정 (DRA1) 으로서 또한 지칭되는, 사전-프로세싱 유닛 (134), TF 유닛 (112), DRA2 로서 또한 지칭되는, 사후-프로세싱 유닛 (138), 칼라 변환 유닛 (114), 및 양자화 유닛 (116) 을 포함한다.
- [0143] 예시된 예에서, 비디오 프리프로세서 (19) 는 고정-함수 및 프로그래밍가능 회로부로서 구성될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19) 는 사전-프로세싱 유닛 (134), TF 유닛 (112), 사후-프로세싱 유닛 (138), 칼라 변환 유닛 (114), 및 양자화 유닛 (116) 을 함께 또는 별개로 형성하는, 트랜지스터들, 커뮤니케이터들, 인덕터들, 수동 및 능동 컴포넌트들, 산술 로직 유닛들 (ALUs), 초등 함수 유닛들 (EFUs), 및 기타 등등을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19) 는 사전-프로세싱 유닛 (134), TF 유닛 (112), 사후-프로세싱 유닛 (138), 칼라 변환 유닛 (114), 및 양자화 유닛 (116) 으로 하여금 그들의 개별 기능들을 수행하게 하는 명령들을 실행하는 프로그래밍가능 코어를 포함한다. 이러한 예들에서, 비디오 데이터 메모리 (132), 또는 어떤 다른 메모리는, 비디오 프리프로세서 (19) 에 의해 실행되는 명령들을 저장할 수도 있다.
- [0144] 도 9 에서, 이해의 용이성을 위해, 비디오 데이터 메모리 (132) 가 또한 예시된다. 예를 들어, 비디오 데이터 메모리 (132) 는 비디오 프리프로세서 (19) 가 비디오 데이터를 수신하기 전에 비디오 데이터를 임시로 저장할 수도 있다. 다른 예로서, 비디오 프리프로세서 (19) 가 출력하는 임의의 비디오 데이터는 임시로 비디오 데이터 메모리 (132) 에 저장될 (예컨대, 비디오 인코더 (20) 로 출력되기 전에 비디오 데이터 메모리에 저장될) 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (132) 는 비디오 프리프로세서 (19) 의 부분일 수도 있거나 또는 비디오 프리프로세서 (19) 의 외부에 있을 수도 있다.
- [0145] 비디오 데이터 메모리 (132) 에 저장된 비디오 데이터는 예를 들어, 비디오 소스 (18) 로부터 획득될 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (132) 는 동기식 DRAM (SDRAM) 을 포함한 동적 랜덤 액세스 메모리 (DRAM), 자기항 RAM (MRAM), 저항 RAM (RRAM), 또는 다른 유형들의 메모리 디바이스들과 같은, 다양한 메모리 디바이스들 중 임의의 메모리 디바이스에 의해 형성될 수도 있다. 여러 예들에서, 비디오 데이터 메모리 (132) 는 비디오 프리프로세서 (19) 의 다른 컴포넌트들과의 온칩, 또는 그들 컴포넌트들에 대한 오프-칩일 수도 있다.
- [0146] 아래에서 좀더 자세하게 설명하는 바와 같이, 사전-프로세싱 유닛 (134) (예컨대, DRA1) 은 정적 전달 함수 유닛 (112) 이 정적 전달 함수를 적용하기 전에 선형 RGB 데이터 (110) 를 사전-프로세싱한다. 사전-프로세싱의 부분은 스케일링 및 오프셋팅하는 것 (예컨대, 입력 값은 인자로 곱하여 스케일링하고 값을 가산하여 오프셋팅하는 것) 을 포함한다. 일부 예들에서, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 비디오 콘텐츠에 기초하여 비디오 데이터를 사전-프로세싱한다 (예컨대, 스케일링 인자 및 오프셋 인자는 비디오 콘텐츠에 기초한다). 그후, TF 유닛 (112) 은 전달 함수를 스케일링된 및 오프셋 입력 값들에 적용하여, 복수의 코드워드들을 발생시킨다. 이 예에서, TF 유닛 (112) 은 발생된 복수의 코드워드들이 입력 칼라 값들 (예컨대, 선형 RGB 데이터 (110)) 보다 더 작은 동적 범위에서 칼라들을 나타내도록 입력 값들의 동적 범위를 압축하는 정적 전달 함수를 적용한다.
- [0147] 사후-프로세싱 유닛 (136) (예컨대, DRA2) 은 TF 유닛 (112) 에 의해 발생된 코드워드들에 대해 사후-프로세싱 기능들을 수행한다. 예를 들어, TF 유닛 (112) 의 출력은 칼라 값들을 나타내는 비선형 코드워드들일 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (136) 은 또한 TF 유닛 (112) 에 의해 출력된 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 칼라 변환 유닛 (114) 은 사후-프로세싱 유닛 (138) 의 출력에 대한 칼라 변환 (예컨대, RGB 로부터 YCrCb 로의 변환) 을 수행하며, 양자화 유닛 (116) 은 칼라 변환 유닛 (114) 의 출력에 대해 양자화를 수행한다.
- [0148] 선형 RGB 데이터 (110) 를 사전-프로세싱함으로써, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 TF 유닛 (112) 이 정적 전달 함수를 적용하더라도 TF 유닛 (112) 의 출력 코드워드들에 더 많은 선형성이 존재하도록 TF 유닛 (112) 에의 입력이 조정되도록, 선형 RGB 데이터 (110) 를 스케일링 및 오프셋팅하도록 구성될 수도 있다. 또, 선형 RGB 데이터 (110) 를 사전-프로세싱함으로써, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 비디오 콘텐츠를 이용하여, 시공간적 통계치들 또는 로컬 명도 레벨을 설명하는 스케일링 및 오프셋 파라미터들을 선택할 수도 있다.
- [0149] 사전-프로세싱 유닛 (134) 이 스케일링 및 오프셋 파라미터들을 결정할 수도 있는 다양한 방법들이 존재할 수도 있다. 일 예로서, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 픽처에서의 칼라들 각각의 히스토그램을 결정할 (예컨대, 적색에 대한 히스토그램, 녹색에 대한 히스토그램, 및 청색에 대한 히스토그램을 결정할) 수도 있다. 히스토그램은 얼마나 많은 특정의 칼라의 픽셀들이 특정의 조명 레벨에 있는지를 표시한다. 사전-프로세싱 유닛

(134) 은 사전-프로세싱 유닛 (134) 이 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하여 TF 유닛 (112) 이 출력하는 코드워드들의 선형성을 증가시킬 수 있도록, TF 유닛 (112) 이 적용할 전달 함수의 수학적 표현으로 사전 프로그래밍될 수도 있다.

[0150] 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 입력 신호의 허용된 코드워드 공간의 전체 동적 범위 [0…1]에 대해 제한된 스펜 [hist_min…hist_max]에 걸쳐서 입력 신호의 히스토그램을 정규화할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134)은 칼라 값들 각각의 히스토그램을 수평으로 신장하고 신장된 히스토그램에 기초하여 오프셋 및 스케일을 결정함으로써 입력 신호에 적용될 스케일 및 오프셋 파라미터들을 결정할 수도 있다. 예를 들어, 오프셋 및 스케일을 결정하기 위한 수식은 다음과 같을 수도 있다:

Offset1 = -hist_min

Scale1 = 1/(hist_max-hist_min)

[0153] 사전-프로세싱 유닛 (134)은 Offset1 및 Scale1에 대한 수식들을 이용하여 칼라들 각각에 대한 오프셋 및 스케일 파라미터들을 결정하고, 좀더 자세히 설명된 바와 같은 offset1 및 scale1 파라미터들을 적용하여 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134)이 사전-프로세싱을 위한 오프셋 및 스케일 파라미터들을 결정하는 다양한 다른 방법들이 있을 수도 있으며, 상기 수식들은 일 예로서 제공된다.

[0154] 사후-프로세싱 유닛 (138)은 사후-프로세싱 유닛 (138)이 칼라 코드워드들에 대한 오프셋 및 스케일 파라미터들을 결정하는 것을 적용하는 것을 제외하고는, 유사한 방법으로, 오프셋 및 스케일 파라미터들을 결정할 수도 있다. 예를 들어, 사후-프로세싱 유닛 (138)은 TF 유닛 (112)이 출력하는 코드워드들의 각각의 히스토그램을 결정할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138)은 허용된 코드워드 공간의 전체 동적 범위 [0…1]에 대해 제한된 스펜 [hist_min…hist_max]에 걸쳐서 코드워드들의 히스토그램을 정규화할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138)은 칼라 값들 각각에 대한 코드워드들의 각각의 히스토그램을 신장하고 신장된 히스토그램에 기초하여 오프셋 및 스케일을 결정함으로써 코드워드들에 적용될 스케일 및 오프셋 파라미터들을 결정할 수도 있다. 예를 들어, 오프셋 및 스케일을 결정하기 위한 수식은 다음과 같을 수도 있다:

Offset1 = -hist_min

Scale1 = 1/(hist_max-hist_min)

[0157] 사후-프로세싱 유닛 (138)은 Offset2 및 Scale2에 대한 수식들을 이용하여 칼라들 각각에 대한 오프셋 및 스케일 파라미터들을 결정하고, 좀더 자세하게 설명된 바와 같이 offset2 및 scale2 파라미터들을 적용하여 스케일 및 오프셋 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (138)이 사후-프로세싱을 위한 오프셋 및 스케일 파라미터들을 결정하는 다양한 다른 방법들이 있을 수도 있으며, 상기 수식들은 일 예로서 제공된다.

[0158] 칼라 변환 유닛 (114)이 사후-프로세싱 유닛 (138)에 후속하는 것으로 예시되지만, 일부 예들에서, 칼라 변환 유닛 (114)은 먼저 칼라들을 RGB로부터 YCrCb로 변환할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138)은 YCrCb 코드워드들에 대한 동작들을 수행할 수도 있다. 루마 (Y) 성분에 대해, 사후-프로세싱 유닛 (138)은 위에서 설명한 기법들과 유사한 기법들을 이용하여 스케일 및 오프셋 값들을 결정할 수도 있다. 다음은 크로마 성분들에 대한 스케일 및 오프셋을 결정하는 기법들을 설명한다.

[0159] 사후-프로세싱 유닛 (138)은 입력 비디오 신호의 색채계 및 출력 비디오 신호의 목표 색채계로부터 Cb 및 Cr 칼라 성분들에 대한 스케일링 및 오프셋 파라미터들을 결정할 수도 있다. 예를 들어, 원색 좌표들 (xXt, yXt)로 규정된 목표 (T) 칼라 컨테이너를 고려하자, 여기서, X는 R, G, B 칼라 성분들에 대해 지정된다:

$$primeT = \begin{bmatrix} xRt & yRt \\ xGt & yGt \\ xBt & yBt \end{bmatrix}$$

[0160] 그리고, 원색 좌표들 (xXn, yXn)로 규정된 네이티브 (N) 칼라 공간을 고려하자, 여기서, X는 R, G, B 칼라 성분들에 대해 지정된다:

$$primeN = \begin{bmatrix} xRn & yRn \\ xGn & yGn \\ xBn & yBn \end{bmatrix}$$

[0162]

[0163] 양쪽의 전역들 (gamuts)에 대한 백색 지점 좌표는 whiteP = (xW,yW) 와 동일하다. DRA 파라미터들 추정 유닛 (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138))은 Cb 및 Cr 칼라 성분들에 대한 스케일 Cb 및 스케일 Cr 을 원색 좌표들과 백색 지점 사이의 거리들의 합수로서 유도할 수도 있다. 이러한 추정의 일 예가 아래에 주어진다:

[0164]

$$rdT = \sqrt{(\text{primeT}(1,1) - \text{whiteP}(1,1))^2 + (\text{primeN}(1,2) - \text{whiteP}(1,2))^2}$$

[0165]

$$gdT = \sqrt{(\text{primeT}(2,1) - \text{whiteP}(1,1))^2 + (\text{primeN}(2,2) - \text{whiteP}(1,2))^2}$$

[0166]

$$bdT = \sqrt{(\text{primeT}(3,1) - \text{whiteP}(1,1))^2 + (\text{primeN}(3,2) - \text{whiteP}(1,2))^2}$$

[0167]

$$rdN = \sqrt{(\text{primeN}(1,1) - \text{whiteP}(1,1))^2 + (\text{primeN}(1,2) - \text{whiteP}(1,2))^2}$$

[0168]

$$gdN = \sqrt{(\text{primeN}(2,1) - \text{whiteP}(1,1))^2 + (\text{primeN}(2,2) - \text{whiteP}(1,2))^2}$$

[0169]

$$bdN = \sqrt{(\text{primeN}(3,1) - \text{whiteP}(1,1))^2 + (\text{primeN}(3,2) - \text{whiteP}(1,2))^2}$$

[0170]

$$\text{스케일 Cb} = bdT/bdN$$

[0171]

$$\text{스케일 Cr} = \sqrt{(rdT/rdN)^2 + (gdT/gdN)^2}$$

[0172]

이러한 실시형태들에 대한 Cb 및 Cr 오프셋 파라미터들은 0 과 동일하게 설정될 수도 있다: 오프셋 Cb = 오프셋 Cr = 0

[0173]

일부 예들에서, 칼라 변환 유닛 (114)은 사전-프로세싱 유닛 (134)이 사전-프로세싱을 적용하기 전에 RGB 를 YCrCb 로 변환할 수도 있다. 이러한 예들에 대해, 사전-프로세싱 유닛 (134)은 TF 유닛 (112)이 전달 함수를 적용하기 전에 입력 칼라 값들에 기대하는, YCrCb 값들에 대해, 사후-프로세싱 유닛 (138)에 대해 위에서 설명한 동작들과 유사한 동작들을 수행할 수도 있다.

[0174]

사전-프로세싱 유닛 (134)은 TF 유닛 (112)이 전달 함수를 적용할 때 TF 유닛 (112)의 출력이 선형 코드워드들이 되도록 (예컨대, 코드워드에 의해 표현되는 칼라 값들의 범위가 칼라들 및 코드워드들 공간에 걸쳐서 상대적으로 동일하도록), 입력 칼라 값들에 적용될 때 출력을 초래하는 스케일 및 오프셋 인자들을 결정하기 위해, 히스토그램에 기초하여 스케일 및 오프셋 인자들을 결정할 수도 있다. 일부 예들에서, 사후-프로세싱 유닛 (138)은 스케일링 및 오프셋팅을 TF 유닛 (112)이 출력하는 코드워드들에 적용할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138)은 가용 코드워드들의 범위를 보다 잘 사용하게 하기 위해 코드워드들을 수정할 수도 있다. 예를 들어, TF 유닛 (112)의 출력은 전체 코드워드 공간을 이용하지 않는 코드워드들일 수도 있다. 코드워드 공간에 걸쳐서 코드워드들을 확산시킴으로써, 양자화 유닛 (116)에 의한 신호 대 양자화 잡음 비가 향상될 수도 있다.

[0175]

신호 대 양자화 잡음 비는 최대 공칭 신호 장도와 (또한, 양자화 잡음으로서 알려져 있는) 양자화 에러 사이의 관계를 일반적으로 반영하며: $SNR = E(x^2) / E(n^2)$, 여기서, $E(x^2)$ 는 신호의 거듭제곱이며, $E(n^2)$ 는 양자화 잡음의 거듭제곱이며, 여기서, 2 는 지수 연산을 나타내며, E는 에너지이고 n은 잡음이다.

[0176]

신호 x 를 스케일링 파라미터들 >1.0 과 곱하는 것은 신호의 거듭제곱의 증가를 초래할 것이며, 따라서, 향상된 신호 대 양자화 잡음 비를 초래할 것이다: $SNR2 = E((\text{스케일} * x)^2) / E(n^2) > SNR$

[0177]

비디오 인코더 (20)는 비디오 프리프로세서 (19)의 출력을 수신하고, 비디오 프리프로세서 (19)가 출력하는 비디오 데이터를 인코딩하고, 그리고 비디오 디코더 (30)에 의한 추후 디코딩 및 비디오 포스트프로세서 (31)에 의한 프로세싱을 위해 인코딩된 비디오 데이터를 출력한다. 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20)는 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 사후-프로세싱 유닛 (138) 중 하나 또는 양쪽에 대한 스케일 및 오프셋 인자들을 표시하는 정보를 인코딩하여 시그널링할 수도 있다. 일부 예들에서, 스케일 및 오프셋 인자들을 표시하는 정보를 인코딩하여 시그널링하는 대신, 비디오 프리프로세서 (19)는 비디오 포스트프로세서 (31)가 스케일 및 오프셋 인자들을 결정하는 히스토그램과 같은, 정보를 출력할 수도 있다. 비디오 데이터가 사전-프로세싱 유닛 (134)에 의해 사전-프로세싱되었거나 또는 사후-프로세싱 유닛 (138)에 의해 사후-프로세싱된 방법을 표시

하는, 비디오 프리프로세서 (19) 가 출력하는 정보는 적응적 전달 함수 (ATF) 파라미터들로서 지정될 수도 있다.

[0178] 다양한 예들에서 TF 유닛 (112) 에 의해 적용되는 전달 함수가 정적인 (예컨대, 콘텐츠 적응적이 아닌) 것으로 이해되어야 한다. 그러나, TF 유닛 (112) 로 출력되는 데이터는 (예컨대, 사전-프로세싱 유닛 (134) 에 의해) 적응될 수도 있거나 및/또는 TF 유닛 (112) 이 출력하는 데이터는 (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138) 에 의해) 적응될 수도 있다. 이러한 방법으로, 비디오 프리프로세서 (19) 는 선형 RGB 데이터 (110) 의 동적 범위와 비교하여 감소된 동적 범위에서 칼라들을 나타내는 코드워드들을 출력하며, 여기서, 출력 코드워드들은 비디오 콘텐츠에 기초한다. 따라서, TF 유닛 (112) 에의 입력 및 TF 유닛 (112) 의 출력을 적응시킴으로써, 사전-프로세싱 유닛 (134), TF 유닛 (112), 및 사후-프로세싱 유닛 (138) 의 조합은 적응적 전달 함수를 적용하는 것으로 기능한다.

[0179] 도 10 은 고정 TF 를 갖는 콘텐츠-적응적 HDR 프로세싱 파이프라인 (디코더 측) 을 나타내는 개념도이다. 예시된 바와 같이, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역양자화 유닛 (122), 역 칼라 변환 유닛 (124), 역 사후-프로세싱 유닛 (144), 역 TF 유닛 (126), 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 을 포함한다.

[0180] 예시된 예에서, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 고정-함수 및 프로그래밍가능 회로부로서 구성될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역양자화 유닛 (122), 역 칼라 변환 유닛 (124), 역 사후-프로세싱 유닛 (144), 역 TF 유닛 (126), 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 과 함께 또는 별개로 형성하는, 트랜지스터들, 커패시터들, 인덕터들, 수동 및 능동 컴포넌트들, 산술 로직 유닛들 (ALUs), 초동 함수 유닛들 (EFUs), 및 기타 등을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역양자화 유닛 (122), 역 칼라 변환 유닛 (124), 역 사후-프로세싱 유닛 (144), 역 TF 유닛 (126), 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 으로 하여금, 그들의 개별 기능들을 수행하게 하는 명령들을 실행하는 프로그래밍가능 코어를 포함한다. 이러한 예들에서, 비디오 데이터 메모리 (140), 또는 어떤 다른 메모리는, 비디오 포스트프로세서 (31) 에 의해 실행되는 명령들을 저장할 수도 있다.

[0181] 도 10 에서, 이해의 용이성을 위해, 비디오 데이터 메모리 (140) 가 또한 예시된다. 예를 들어, 비디오 데이터 메모리 (140) 는 비디오 포스트프로세서 (31) 에 의해 출력된 비디오 데이터를 임시로 저장할 수도 있다.

다른 예로서, 비디오 디코더 (30) 가 비디오 포스트프로세서 (31) 로 출력하는 임의의 비디오 데이터는 비디오 데이터 메모리 (140) 에 임시로 저장할 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31) 에 의해 수신되기 전에 비디오 데이터 메모리에 저장할) 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (140) 는 비디오 포스트프로세서 (31) 의 부분 일 수도 있거나 또는 비디오 포스트프로세서 (31) 의 외부에 있을 수도 있다.

[0182] 비디오 데이터 메모리 (140) 에 저장된 비디오 데이터는 예를 들어, 디스플레이 장치 (32) 로 출력될 수도 있다. 비디오 데이터 메모리 (140) 는 동기식 DRAM (SDRAM) 을 포함한 동적 랜덤 액세스 메모리 (DRAM), 자기저항 RAM (MRAM), 저항 RAM (RRAM), 또는 다른 유형들의 메모리 디바이스들과 같은, 다양한 메모리 디바이스들 중 임의의 메모리 디바이스에 의해 형성될 수도 있다. 여러 예들에서, 비디오 데이터 메모리 (140) 는 비디오 포스트프로세서 (31) 의 다른 컴포넌트들과의 온칩, 또는 그들 컴포넌트들에 대한 오프-칩일 수도 있다.

[0183] 비디오 포스트프로세서 (31) 는 비디오 프리프로세서 (19) 의 역 프로세스를 수행하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 프리프로세서 (19) 가 비디오 인코더 (20) 로 출력한 비디오 데이터와 실질적으로 유사할 수도 있는, 디코딩된 비디오 데이터를, 비디오 포스트프로세서 (31) 로 출력한다. 게다가, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 프리프로세서 (19) 에 의해 수행되는 사전- 및 사후-프로세싱의 역을 수행하기 위해 적응적 전달 함수 (ATF) 파라미터들을 비디오 포스트프로세서 (31) 로 출력할 수도 있다.

[0184] 역양자화 유닛 (122) 은 비디오 디코더 (30) 로부터 비디오 데이터를 수신하고 양자화 유닛 (116) 의 역 동작을 수행한다. 역양자화 유닛 (122) 의 출력은 비-양자화된 비디오 데이터이다. 역 칼라 변환 유닛은 칼라 변환 유닛 (114) 의 동작의 역 동작을 수행한다. 예를 들어, 칼라 변환 유닛 (114) 이 RGB 칼라를 YCrCb 칼라로 변환하였으면, 역 칼라 변환 유닛 (124) 은 YCrCb 칼라를 RGB 칼라로 변환한다.

[0185] 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 사후-프로세싱 유닛 (138) 의 역 동작들을 수행할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 제 1 동적 범위에서 칼라들을 나타내는 코드워드들을 수신하며, 이 경우, 제 1 동적 범위는 사후-프로세싱 유닛 (138) 의 출력과 동일한 동적 범위이다.

[0186] 사후-프로세싱 유닛 (138) 에서 행해진 바와 같이, 스케일 인자로 곱하는 대신, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 사후-프로세싱 유닛 (138) 이 곱하는 실질적으로 유사한 스케일 인자로 나눌 수도 있다. 사후-프로세싱

유닛 (138) 이 스케일링된 코드워드들로부터 오프셋을 감산하면, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 오프셋을 역 스케일링된 코드워드들에 가산할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 의 출력은 전체 코드워드 공간에 걸쳐서 확산되지 않는 코드워드들일 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 비디오 프리프로세서 (19) 로부터 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들 (예컨대, 스케일 및 오프셋 인자들) 을 수신할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 이 스케일 및 오프셋 인자들을 결정하는 정보를 수신할 수도 있다.

[0187] 역 TF 유닛 (126) 은 TF 유닛 (112) 의 역 동작을 수행한다. 예를 들어, TF 유닛 (112) 은 칼라 값들을 칼라 값들의 동적 범위와 비교하여 더 작은 동적 범위를 나타내는 코드워드들에서 압축하였다. 역 TF 유닛 (126) 은 칼라 값들을 더 작은 동적 범위로부터 더 큰 동적 범위로 되확장한다. 역 TF 유닛 (126) 의 출력은 선형 RGB 데이터일 수도 있다; 그러나, 원래 RGB 데이터를 초래하기 위해 제거되어야 하는 일부 사전-프로세싱이 존재할 수도 있다.

[0188] 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 역 TF 유닛 (126) 의 출력을 수신하고, 사전-프로세싱 유닛 (134) 에 의해 적용된 사전-프로세싱의 역을 수행한다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 제 2 동적 범위에서 칼라들을 나타내는 칼라 값들을 수신하며, 이 경우 제 2 동적 범위는 사전-프로세싱 유닛 (134) 의 출력과 동일한 동적 범위이다.

[0189] 사전-프로세싱 유닛 (134) 으로 행해진 바와 같이, 스케일 인자를 곱하는 것 대신, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 사전-프로세싱 유닛 (134) 이 곱하는 실질적으로 유사한 스케일 인자로 나눌 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134) 이 스케일링된 칼라 값들로부터 오프셋을 감산하였으면, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 오프셋을 역 스케일링된 칼라 값들에 가산할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 비디오 프리프로세서 (19) 로부터 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들 (예컨대, 스케일 및 오프셋 인자들) 을 수신할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 이 스케일 및 오프셋 인자들을 결정하는 정보 (예컨대, 히스토그램 정보) 를 수신할 수도 있다.

[0190] 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 의 출력은 선형 RGB 데이터 (128) 일 수도 있다. 선형 RGB 데이터 (128) 및 선형 RGB 데이터 (110) 는 실질적으로 유사하여야 한다. 디스플레이 디바이스 (32) 는 선형 RGB 데이터 (128) 를 디스플레이할 수도 있다.

[0191] TF 유닛 (112) 과 유사하게, 역 TF 유닛 (126) 이 적용되는 역전달 함수는 정적 역전달 함수이다 (예컨대, 비디오 콘텐츠에 적용적이 아니다). 그러나, 역 TF 유닛 (126) 로 출력되는 데이터는 (예컨대, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 에 의해) 적용될 수도 있거나 및/또는 역 TF 유닛 (126) 이 출력하는 데이터는 (예컨대, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 에 의해) 적용될 수도 있다. 이러한 방법으로, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 사후-프로세싱 유닛 (138) 의 출력의 감소된 동적 범위와 비교하여, 감소된 동적 범위에 있지 않는 칼라들을 나타내는 칼라 값들을 출력한다. 따라서, 역 TF 유닛 (126) 에의 입력 및 역 TF 유닛 (126) 의 출력을 적용시킴으로써, 역 사후-프로세싱 유닛 (144), 역 TF 유닛 (126), 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 의 조합은 적용적 역전달 함수를 적용하는 것으로 기능한다.

[0192] 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 사후-프로세싱 유닛 (138) 양쪽이 도 9 에 예시되지만, 본 개시물에서 설명되는 예시적인 기법들은 이에 한정되지 않는다. 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19) 는 사전-프로세싱 유닛 (134) 을 포함할 수도 있지만, 사후-프로세싱 유닛 (138) 을 포함하지 않을 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19) 는 사후-프로세싱 유닛 (138) 을 포함할 수도 있지만, 사전-프로세싱 유닛 (134) 을 포함하지 않을 수도 있다.

[0193] 따라서, 도 9 는 콘텐츠 적용적 HDR 시스템에서의 비디오 프로세싱을 위한 디바이스 (예컨대, 소스 디바이스 (12)) 에 대한 예를 예시하며, 여기서, 디바이스는 비디오 데이터 메모리 (132) 및 비디오 프리프로세서 (19) 를 포함한다. 비디오 프리프로세서 (19) 는 고정-함수 또는 프로그래밍가능 회로부, 또는 양쪽의 조합 중 적어도 하나를 포함하며, 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는 비디오 데이터 (예컨대, 선형 RGB 데이터 (110)) 의 복수의 칼라 값들을 수신하도록 구성된다. 비디오 프리프로세서 (19) 는 압축중인 비디오 데이터에 비-적응적인 정적 전달 함수를 이용하여 칼라 값들을 압축하여 압축된 칼라 값들을 제 2 동적 범위에서 나타내는 복수의 코드워드들을 발생시키도록 구성된 TF 유닛 (112) 을 포함한다. 제 2 동적 범위는 제 1 동적 범위보다 더 압축적이다.

[0194] 비디오 프리프로세서 (19) 는 사전-프로세싱 유닛 (134) 또는 사후-프로세싱 유닛 (138) 중 적어도 하나를 포함

할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 압축하기 전에 칼라 값들을 사전-프로세싱하도록 구성된다. 사후-프로세싱 유닛 (138) 은 칼라 값들의 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱하도록 구성된다. 비디오 프리프로세서 (19) 는 (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138) 이 없는 예들에서의) 압축된 칼라 값들 또는 (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138) 이 비디오 프리프로세서 (19) 의 일부인 예들에서의) 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값들 중 하나에 기초하여 칼라 값들을 출력하도록 (예컨대, 양자화 유닛 (116) 의 출력) 구성될 수도 있다.

[0195] 또한, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 양자가 도 10 에 예시되지만, 본 개시물에서 설명되는 예시적인 기법들은 이에 한정되지 않는다. 일부 예들에서, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 을 포함할 수도 있지만, (예컨대, 비디오 프리프로세서 (19) 가 사전-프로세싱 유닛 (134) 을 포함하지 않지만, 그 기법들이 이에 한정되지 않는 예들에서는) 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 을 포함하지 않을 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 을 포함할 수도 있지만, (예컨대, 비디오 프리프로세서 (19) 가 사후-프로세싱 유닛 (138) 을 포함하지 않지만, 그 기법들이 이에 한정되지 않는 예들에서는) 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 을 포함하지 않을 수도 있다.

[0196] 따라서, 도 10 은 콘텐츠 적응적 HDR 시스템에서의 비디오 프로세싱을 위한 디바이스 (예컨대, 목적지 디바이스 (14)) 에 대한 예를 예시하며, 여기서, 디바이스는 비디오 데이터 메모리 (140) 및 비디오 포스트프로세서 (31) 를 포함한다. 비디오 포스트프로세서 (31) 는 고정-함수 또는 프로그래밍가능 회로부, 또는 양쪽의 조합 중 적어도 하나를 포함하며, 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하도록 구성된다. 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 1 동적 범위 (예컨대, 비디오 프리프로세서 (19) 가 출력하는 코드워드들의 압축된 동적 범위와 실질적으로 유사한 동적 범위) 에서 나타낸다. 비디오 포스트프로세서 (31) 는 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축하도록 구성된 역 TF 유닛 (126) 을 포함한다. 비압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 2 동적 범위 (예컨대, 선형 RGB 데이터 (110) 와 실질적으로 유사한 동적 범위) 에서 나타낸다. 제 2 복수의 코드워드들은 (예컨대, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 이 포함되는 예들에서의) 역 사후-프로세싱중인 제 1 복수의 코드워드들 또는 (예컨대, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 이 포함되지 않는 예들에서의) 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들 중 하나이다.

[0197] 비디오 포스트프로세서 (31) 는 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 또는 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 중 적어도 하나를 포함할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 비압축된 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하도록 구성된다. 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 제 2 복수의 코드워드들의 비압축으로부터 유래하는 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱하도록 구성된다. 비디오 프리프로세서 (19) 는 비압축된 칼라 값들 (예컨대, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 이 포함되지 않는 예들에서의 역 TF 유닛 (126) 의 출력) 또는 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들 (예컨대, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 의 출력) 을 디스플레이하기 위해 출력하도록 구성될 수도 있다.

[0198] 도 9 및 도 10 은 고정된 (예컨대, 정적) 전달 함수로부터 유래하는 아티팩트들을 감소시키기 위한 콘텐츠-적응적 동적 범위 조정 (DRA) 을 위한 예시적인 기법들을 예시한다. 그러나, TF 유닛 (112) 이 수신하거나 또는 출력하는 데이터를 사전-프로세싱 및/또는 사후-프로세싱함으로써, 그리고, 역 TF 유닛 (126) 이 수신하거나 또는 출력하는 데이터를 역 사후-프로세싱 및/또는 역 사전-프로세싱함으로써, 예시적인 기법들은 정적 전달 함수를 여전히 이용하지만, 콘텐츠-적응적 DRA 를 여전히 달성할 수도 있다.

[0199] 본 개시물은 정적 고정 전달 함수 (TF) 를 채용하는 콘텐츠 적응적 HDR 비디오 시스템을 설명한다. 다음은 함께 사용될 수도 있거나 또는 별개로 유지될 수도 있는 일부 예들을 설명한다. 용이성을 위해, 이들은 다양한 치환들 및 조합들이 가능하다는 점을 포함하여, 별개로 설명된다.

[0200] 위에서 설명한 바와 같이, 본 개시물에서 설명되는 기법들은 (예컨대, 인코딩되는 비디오 콘텐츠를 발생시키기 위해) 파이프라인에서 정적 TF 를 이용하지만, 신호 특성들을 고정된 프로세싱 흐름에 적응시킨다. 이것은 (예컨대, 사전-프로세싱 유닛 (134) 과 함께) TF 유닛 (112) 에 의해 프로세싱될 신호, 또는 (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138) 과 함께) TF 유닛 (112) 에 의한 TF 의 적용으로부터 유래된 신호의 적응적 프로세싱에 의해 달성될 수 있다.

[0201] 일 예에서, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 TF 유닛 (112) 이 전달 함수를 적용하기 전에 입력 선형 칼라 값들의 선형 (스케일 및 오프셋) 사전-프로세싱에 의해 적응성을 가능하게 할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134) 에 추가하여 또는 대신에, 사후-프로세싱 유닛 (138) 은 TF 유닛 (112) 이 선형 칼라 값들에 TF 를 적용

하는 것으로부터 유래하는 비선형 코드워드들의 선형 (스케일 및 오프셋) 사후-프로세싱에 의해 적응성을 가능하게 할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144), 역 TF 유닛 (126), 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 사후-프로세싱 유닛 (138), TF 유닛 (112), 및 사전-프로세싱 유닛 (134)의 역을 각각 적용할 수도 있다.

[0202] 사전-프로세싱 유닛 (134)은 오프셋 *offset1* 및 스케일 *Scale1*을 적용하여 (예컨대, 각각의 코드워드가 흑도와 같은 입력 칼라 값들의 대략 동일한 범위들을 나타내도록) TF 출력의 바람직한 코드워드 분포를 획득함으로써 선형 사전-프로세싱을 입력 신호 *s* (예컨대, 선형 RGB (110))에 적용할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138)은 선형 사후-프로세싱을 TF 유닛 (112)의 출력에 적용할 수도 있다. 선형 사후-프로세싱은 파라미터들 *Scale2* 및 *Offset2*로 정의되며, TF 유닛 (112)이 전달 함수를 적용한 후 가용 코드워드 공간 (동적 범위)의 효율적인 이용을 가능하게 한다.

[0203] 위에서 설명한 예들에서, 사전-프로세싱 유닛 (134)은 선형 RGB 데이터 (110)에 대해 사전-프로세싱을 적용한다. 그러나, 본 개시물에서 설명된 기법들은 이에 한정되지 않는다. RGB는 사전-프로세싱 유닛 (134)이 사전-프로세싱을 수행할 수도 있는 HDR의 하나의 칼라 공간이다. 일반적으로, 사전-프로세싱 유닛 (134)은 전달 함수를 적용하는 TF 유닛 (112)에 선행하는 HDR 프로세싱 흐름의 임의의 칼라 공간에서 (예컨대, 예시된 예에서는 입력 선형 RGB에서, 그러나 YCbCr 칼라 공간과 같은 다른 칼라 공간들이 또한 가능하다) 사전-프로세싱을 구현할 수도 있다.

[0204] 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 또한 임의의 칼라 공간에서 역 사전-프로세싱을 수행하도록 구성될 수도 있다. 이러한 예들에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 역 TF 유닛 (126)으로부터 비선형 칼라 값들 (예컨대, 비선형 RGB 데이터, 그러나 YCbCr을 포함한 다른 칼라 공간이 가능하다)을 수신할 수도 있다.

[0205] 상기 예들은 RGB 칼라 공간 (예컨대, TF 유닛 (112)에 의해 적용된 전달 함수로 인한 비선형 RGB)에서 사후-프로세싱을 수행하는 사후-프로세싱 유닛 (138)을 설명한다. 그러나, 본 개시물에서 설명된 기법들은 이에 한정되지 않는다. RGB는 사후-프로세싱 유닛 (138)이 사후-프로세싱을 수행할 수도 있는 HDR의 하나의 칼라 공간이다. 일반적으로, 사후-프로세싱 유닛 (138)은 전달 함수를 적용하는 TF 유닛 (112)에 뒤따르는 HDR 프로세싱 흐름의 임의의 칼라 공간에서 (예컨대, 예시된 예에서는 비선형 RGB에서, 그러나 YCbCr 칼라 공간과 같은 다른 칼라 공간들이 또한 가능하다) 사후-프로세싱을 구현할 수도 있다.

[0206] 역 사후-프로세싱 유닛 (144)은 또한 임의의 칼라 공간에서 역 사후-프로세싱을 수행하도록 구성될 수도 있다. 이러한 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144)은 가능한, 역양자화 후에, 비디오 디코더 (30)로부터 칼라 값들 (예컨대, 비선형 압축된 RGB 데이터, 그러나 YCbCr을 포함한 다른 칼라 공간이 가능하다)을 수신할 수도 있다.

[0207] 위에서 설명한 바와 같이, 인코더 측 상에 있는, 사전-프로세싱 유닛 (134)은, 더 나은 파라미터들 유도를 일으키기 위해, 히스토그램 분포 입력 또는 목표 칼라 공간 (예컨대, 칼라 변환 유닛 (114)이 선형 RGB 데이터 (110)를 수신하여 칼라를 YCrCb 값들로 변환하는 경우 선형 RGB 데이터 (110) 또는 YCrCb)과 같은, 또는 보충 칼라 공간에서의, HDR 신호 특성들로부터, *Scale1* 및 *Offset1* 인자들과 같은 파라미터들을 유도하여 적용할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138)은 또한 TF 유닛 (112)의 출력으로부터 *Scale2* 및 *Offset2* 인자들과 같은 파라미터들을 유도하여 적용할 수도 있다.

[0208] 사전-프로세싱 유닛 (134) 및/또는 사후-프로세싱 유닛 (138)은 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144)이 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 사후-프로세싱 유닛 (138)의 동작들의 역을 수행하기 위해 각각 이용하는 *Scale1* 및 *Offset1* 인자들 및/또는 *Scale2* 및 *Offset2* 인자들을 출력할 수도 있다. 일부 예들에서, *Scale1*, *Offset1*, *Scale2*, 및/또는 *Offset2* 인자들을 출력하는 대신, 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 사후-프로세싱 유닛 (138)은 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144)이 동일한 프로세스들을 이용하여 역 프로세스에 대한 *Scale1*, *Offset1*, *Scale2*, 및/또는 *Offset2*를 결정할 수 있도록 *Scale1*, *Offset1*, *Scale2*, 및/또는 *Offset2*를 결정하는데 사용되는 정보를 출력할 수도 있다. 일부의 경우, 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 사후-프로세싱 유닛 (138)은 하나 이상의 *Scale1*, *Offset1*, *Scale2*, 및/또는 *Offset2*를 출력할 수도 있으며 다른 것들을 유도하는데 사용될 수 있는 정보를 출력할 수도 있다.

[0209] 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19)는 (예컨대, 제어기 회로를 통해서) 사전-프로세싱 유닛 (134) 및/또는 사후-프로세싱 유닛 (138)의 사용을 선택적으로 인에이블할 수도 있다. 따라서, 비디오 프리프로세서 (19)는 사전-프로세싱 유닛 (134) 및/또는 사후-프로세싱 유닛 (138)이 인에이블되는지 여부를 표시하는 정보를 출력할 수도 있다. 이에 응답하여, 비디오 포스트프로세서 (31)는 (예컨대, 제어기 회로를 통해서) 역

사후-프로세싱 유닛 (144) 및/또는 역 사전-프로세싱 유닛 (142)의 사용을 선택적으로 인에이블할 수도 있다.

[0210] 비디오 인코더 (20)가 다양한 파라미터들을 인코딩하여 출력할 수도 있는 다양한 방법들이 있을 수도 있다. 예를 들어, SEI(보충 향상 정보)/VUI (비디오 사용성 정보)에 의하거나, 또는 디코더 측 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31))에 부수 정보로서 제공되거나, 또는 디코더 측에 의해 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31)에 의해) 입력 및 출력 칼라 공간, 이용된 전달 함수 등등과 같은 다른 식별들로부터 유도되는 파라미터들을 비트스트림을 통해서, 비디오 인코더 (20)는 시그널링할 수도 있으며 비디오 디코더 (30)는 수신할 수도 있다.

[0211] 다음은 본 개시물에서 설명되는 예시적인 기법들에 따라서 적용될 수도 있는 예시적인 기법들을 설명한다. 이들 기법들 각각은 별개로 또는 임의의 조합으로 적용될 수도 있다. 또한, 이들 기법들의 각각이 아래에서 좀더 자세히 설명된다.

[0212] 상기 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19)는 파라미터 정보를 다양한 방법들로 시그널링할 수도 있다. 단지 일 예로서, 비디오 인코더 (20)는 인코딩 유닛 (예컨대, 엔트로피 인코딩 유닛)을 포함하며, 엔트로피 인코딩 유닛은 시그널링된 파라미터 정보를 인코딩할 수도 있다. 이와 유사하게, 비디오 디코더 (30)는 디코딩 유닛 (예컨대, 엔트로피 디코딩 유닛)을 포함하며, 엔트로피 디코딩 유닛은 시그널링된 파라미터 정보를 디코딩할 수도 있으며 비디오 포스트프로세서 (31)는 비디오 디코더 (30)로부터 파라미터 정보를 수신할 수도 있다. 파라미터 정보가 시그널링되어 수신될 수도 있는 다양한 방법들이 있을 수도 있으며, 본 개시물에서 설명하는 기법들은 임의의 특정의 기법에 한정되지 않는다. 또한, 위에서 언급한 바와 같이, 비디오 프리프로세서 (19)는 모든 경우에 파라미터 정보를 시그널링할 필요가 없을 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 포스트프로세서 (31)는 파라미터 정보를 비디오 프리프로세서 (19)로부터 반드시 수신할 필요 없이 유도할 수도 있다.

[0213] 다음은 단지 예시의 목적으로만 사용되는 예시적인 구현예들이며 한정적인 것으로 간주되어서는 안된다. 예를 들어, 본 개시물은 (예컨대, 정적, 비-콘텐츠 적응적) TF 가 적용되기 전 입력 선형 칼라 값들의 선형 (스케일 오프셋) 사전-프로세싱에 의해 및/또는 TF 가 선형 칼라 값들에 대해 적용되는 것으로부터 유래하는 비선형 코드워드들의 선형 (스케일 및 오프셋) 사후-프로세싱에 의해 적응성을 가능하게 하는 것을 설명한다. 다음은 기법들의 구현의 몇가지 비한정적인 예들이다.

[0214] 제안된 순방향 ATF 프로세싱 흐름이 도 11에 도시된다. 이 예에서, 입력 칼라 공간, 예컨대 RGB에서의, 선형 신호 성분 s 는 출력 신호 s_1 을 생성하기 위해 사전-프로세싱 유닛 (134)에 의해 사전-프로세싱되고 있다. TF 유닛 (112)은 전달 함수를 출력 코드워드들 S_1 을 초래하는 s_1 의 값들에 적용한다. 다음 단계에서, S_1 의 코드워드들은 출력 값들 S_2 를 생성하기 위해 사후-프로세싱 유닛 (138)에 의해 사후-프로세싱되고 있다.

[0215] 도 12는 도 11에 예시된 ATF 프로세싱 흐름의 역이다. 예를 들어, 역 사후-프로세싱 유닛 (144)은 코드워드들 S_2' 에 대해 역 사후-프로세싱을 수행한다. 코드워드들 S_2' 는 코드워드들 S_2 와 실질적으로 유사할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144)에 의한 역 사후-프로세싱의 출력은 코드워드들 S_1' 이다. 코드워드들 S_1' 은 코드워드들 S_1 과 유사할 수도 있다. 역 TF 유닛 (126)은 코드워드들 S_1' 을 수신하며, 역 TF 유닛 (126)의 출력은 칼라 값들을 나타내며 칼라 값들 s_1 과 유사한 s_1' 이다. 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 입력들로서 s_1' 을 수신하고 칼라 값들 s' 을 출력한다. 칼라 값들 s' 은 칼라 값들 s 와 실질적으로 유사하다.

[0216] 예시의 용이성을 위해, 다양한 프로세스들이 도 11 및 도 12에 예시되지 않는다. 예를 들어, 칼라 변환 및 양자화 및 그들의 개별 역 프로세스들은 도 11 및 도 12에 예시되지 않는다.

[0217] 다음은 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142)이 수행할 수도 있는 예시적인 동작들 및 알고리즘들을 설명한다. 사전-프로세싱 유닛 (134)은 파라미터들 Scale1 및 Offset1에 의해 정의된다. 사전-프로세싱 유닛 (134)은 TF 유닛 (112)에 의해 적용되는 전달 함수의 어떤 특성들에 입력 신호 특성들을 맞추는 것을 목표로 한다. 이러한 프로세싱의 예가 도 13a 및 도 13b에 예시된다. 도 13a는 PQT 전달 함수로 오버레이된 HDR 신호의 적색 칼라 성분의 히스토그램을 나타내며; 신호들이 시각화의 목적들을 위해 상이한 스케일로 도시된다는 점에 유의한다. PQTF로부터 유래하는 비선형 신호의 히스토그램이 (예컨대, TF 유닛 (112)이 사전-프로세싱 유닛 (134)을 이용함이 없이 PQTF를 적용한 경우) 도 13b에 도시된다.

[0218] 예시된 바와 같이, PQTF의 (도 7과 동일한) 곡선에 의해, PQTF는 더 많은 코드워드들을 낮은 명도 샘플들에

제공함으로써, 예컨대, 입력 동적 범위의 0..1% 가 출력 동적 범위의 50% 로 표현되는 것을 가능하게 한다. 이러한 분포는 적용들 및/또는 신호의 어떤 클래스들에 최적이 아닐 수도 있다.

[0219] 선형 사전-프로세싱을 위해, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 오프셋 *offset1* 및 스케일 *Scale1* 을 적용하여 TF 유닛 (112) 으로부터 TF 출력의 바람직한 코드워드 분포를 획득함으로써, 선형 사전-프로세싱을 입력 신호 *s* 에 적용할 수도 있다.

$$s1 = Scale1 * (s - Offset1) \quad (8)$$

[0221] 수식 8 에 의해 발생된 신호 값 *s1* 이 수식 1 에서 이용되며, 수식들 (3-7) 에서 규정된 HDR 프로세싱 파이프라인이 (예컨대, 칼라 변환 유닛 (114) 및 양자화 유닛 (116) 에 의해) 적용된다.

[0222] 디코더 측 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31)) 에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 다음과 같이 사전-프로세싱에 역인 동작을 적용한다:

$$s' = \frac{s1'}{scale1} + offset1 \quad (9)$$

[0224] 여기서, 용어 *s1'* 은 수식 2 에서 규정된 바와 같은 역 TF 에 의해 발생되는 선형 칼라 값을 표시한다. 다시 말해서, *s1'* 은 역 TF 유닛 (126) 에 의해 적용되는 역전달 함수의 출력이다.

[0225] 파라미터들 (*Scale1* = 0.1 및 *Offset1* = 0.0001) 에 의한 이러한 사전-프로세싱의 효과가 도 14 에 도시된다. 도 14 는 도 13a 로서 예시된 동일한 입력으로부터 발생된다. *S1* 신호의 코드워드들이 가용 동적 범위를 도 13b 에 예시된 예와 비교하여 좀더 효율적으로 점유하며, 이들이 훨씬 더 큰 동적 범위를 점유하기 때문에 높은 명도 값들의 표현이 더 정확함을 알 수 있다 (도 13b 에서의 히스토그램 피크와 비교하여, 도 14 에서의 히스토그램 *S1* 의 신장된 피크를 참조).

[0226] 일부 예들에서, TF 유닛 (112) 에의 입력은 양극성 신호일 수도 있다. 양극성 신호는 사전-프로세싱 유닛 (138) 이 출력하는 값들의 일부가 음의 값들이며 다른 값들이 양의 값들임을 표시한다는 것을 의미한다. 심지어 양극성 신호에의 TF 유닛 (112) 에 의한 정적 TF (그리고, 역 TF 유닛 (126) 에 의한 그의 역) 의 적용을 가능하게 하기 위해, TF 유닛 (112) 은 사전-프로세싱 유닛 (134) 의 출력을 조정하거나 및/또는 전달 함수를 적용한 후 출력을 조정할 수도 있다. 예를 들어, 사전-프로세싱 유닛 (134) 의 출력이 음의 값이면, TF 유닛 (126) 은 사전-프로세싱 유닛 (134) 의 출력의 절대값에 대해 전달 함수를 적용하고, 그 결과를 *sign(s)* 함수의 출력과 곱할 수도 있으며, 여기서, *s* 는 사전-프로세싱 유닛 (134) 의 출력이며, *s* < 0 의 경우 *sign(s)* = -1 이며; *s* = 0 의 경우 0 이며; 그리고 *s* > 0 의 경우 1 이다. 따라서, 정적 TF 의 적용을 가능하게 하기 위해서, TF 유닛 (112) 은 양극성 신호의 부호의 일부 특수 처리를 암시하는 양의 값들 정의된 함수를 양극성 신호에 대해서 이용할 수도 있다.

[0227] 다음은 양극성 신호 처리를 갖는 전달 함수를 설명한다. 일부 예들에서, 이 기법들은 양극성 입력 신호를 처리할 수 있도록 수식 (1) 을 수정할 수도 있다.

$$S = \begin{cases} TF(s), & s > 0 \text{ 인 경우} \\ sign(s) * TF(abs(s)), & \text{아니면} \end{cases} \quad (10)$$

[0229] 이 기법은 예컨대, 더 정확한 표현이 중간-밝기 레벨들의 신호에 요구되는 경우, 도 9 의 TF 유닛 (112) 으로 하여금, 동적 범위의 요구된 영역에서 TF 의 원하는 첨도를 할당가능하게 할 수도 있다. 파라미터들 스케일 = 0.1 및 오프셋 = 0.1 에 의한 이 컨셉의 시각화가 도 15a 및 도 15b 에 도시된다.

[0230] 양극성 신호에 대한 역 TF 는 수정된 수식 2 로서 그에 따라서 정의될 것이다:

$$s = \begin{cases} inverseTF(S), & S > 0 \text{ 인 경우} \\ sign(S) * inverseTF(abs(S)), & \text{아니면} \end{cases} \quad (11)$$

[0231] 예를 들어, 도 10 의 역 TF 유닛 (126) 은 입력 코드워드들이 양인 경우 역전달 함수를 적용할 수도 있다.

음인 입력 코드워드들에 대해, 역 TF 유닛 (126) 은 입력 코드워드들의 절대값을 결정하고 역전달 함수를 입력 코드워드들의 절대값들에 적용할 수도 있다. TF 유닛 (126) 은 그 결과를 sign() 함수의 출력과 곱할 수도 있으며, 여기서, sign() 함수에의 입력은 역 TF 유닛 (126) 이 수신한 코드워드이다.

[0233] 다음은 사후-프로세싱 유닛 (138) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 이 수행할 수도 있는 예시적인 동작들 및 알고리즘들을 설명한다. 사후-프로세싱 유닛 (138) 은 파라미터들 Scale2 및 Offset2 에 의해 정의되며, TF 가 TF 유닛 (112) 에 의해 적용된 후 가용 코드워드 공간 (동적 범위) 의 효율적인 이용을 가능하게 한다. 이러한 프로세싱의 예가 아래에 설명된다.

[0234] 다음은 TF 가 TF 유닛 (112) 에 의해 적용된 후 HDR 신호의 일 예이다. 도 16a 는 TF 유닛 (112) 에 의한 TF 의 적용 후 HDR 신호의 적색 칼라 성분의 히스토그램을 나타낸다. 예시된 바와 같이, 신호의 히스토그램은 전체 코드워드들 공간을 점유하지 않지만, 이 예에서는 단지 60% 의 코드워드들만이 실제로 이용된다. 이러한 표현은 신호가 부동 소수점 정확도로 표현될 때까지는 문제가 되지 않는다. 그러나, 수식 7 에 의해 도입된 양자화 에러를 감소시키기 위해 미사용된 코드워드 예산 (budget) 이 좀더 효율적으로 이용될 수 있다.

[0235] 사후-프로세싱 유닛 (138) 은 오프셋 및 스케일의 선형 동작들을 TF 유닛 (112) 에 의해 TF 를 적용하기 전에 발생된 코드워드들 S 에 적용할 수도 있다:

$$S2 = scale2 * (S - offset2) \quad (12)$$

[0237] 어떤 프레임워크들에서, 사후-프로세싱 유닛 (138) (도 9) 은 결과적인 S 값들을 규정된 동적 범위로 다음과 같이 클리핑할 수도 있다:

$$S2 = \min(maxValue, \max(S2, minValue)) \quad (13)$$

[0239] 이 사후-프로세싱 이후, 신호 값 S2 가 수식 (3) 에 이용되며, 수식들 (3-7) 에 규정된 HDR 프로세싱 흐름이 뒤따른다.

[0240] 디코더 측 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31)) 에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 다음과 같이 사후-프로세싱에 역인 동작을 적용할 수도 있다:

$$S' = \frac{S2'}{scale2} + offset2 \quad (14)$$

[0242] 어떤 프레임워크들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 결과적인 S 값들을 규정된 동적 범위로 다음과 같이 클리핑할 수도 있다:

$$S' = \min(maxValue, \max(S', minValue)) \quad (15)$$

[0244] 여기서, 용어 S2' 은 디코딩된 비선형 칼라 값을 표시한다.

[0245] 파라미터들 (스케일 = 0.8 및 오프셋= 0) 에 의한 이러한 사후-프로세싱의 효과가 도 16b 에 도시된다. S2 신호의 코드워드들이 가용 코드워드들 공간 (동적 범위) 을 좀더 효율적으로 점유하며, 이들이 훨씬 더 큰 동적 범위를 점유하기 때문에 높은 명도 값들의 표현이 더 정확함을 알 수 있다 (도 16a 에서의 히스토그램 피크와 비교하여, 도 16b 에서의 히스토그램 S2 의 신장된 피크를 참조).

[0246] 상기 예들에서, 수식 (12) 의 동작들을 적용하는 대신, 사후-프로세싱 유닛 (138) 은 TF 유닛 (112) 이 적용하는 비선형 전달 함수 대신, 선형 전달 함수인 제 2 전달 함수를 적용하는 것으로 간주될 수도 있다. 이 제 2 전달 함수를 적용하는 것은 입력 코드워드를 Scale2 와 곱하고 Offset2 를 가산하는 것과 동일할 수도 있으며, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 이 프로세스의 역을 적용한다. 따라서, 일부 예들에서, 사후-프로세싱 유닛 (138) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144) (도 10) 의 기법들은 추가적인 선형 전달 함수 TF2 를 통해서 전개될 수 있다. 이 추가적인 선형 전달 함수 TF2 의 파라미터들은 예컨대, 도 17a 내지 도 17c 에 나타낸 바와 같이, Scale2 및 Offset2 를 통해서 규정될 수 있다.

[0247] 예를 들어, 도 17a 는 도 7 (예컨대, TF 유닛 (112) 이 적용하는 정적 전달 함수) 과 동일한 전달 함수 거동을 예시한다. 도 17b 는 사후-프로세싱 유닛 (138) 이 Scale2 = 1 및 Offset2 = 0 으로 TF 유닛 (112) 의 출력에 적용하는 전달 함수를 예시한다. 도 17c 는 사후-프로세싱 유닛 (138) 이 Scale2 = 1.5 및 Offset2 =

-0.25 로 TF 유닛 (112) 의 출력에 적용하는 전달 함수를 예시한다.

[0248] 상기 예들은 사전-프로세싱 유닛 (134) (DRA1) 및/또는 사후-프로세싱 유닛 (138) (DRA2) 및 대응하는 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 이 있는 경우를 설명한다. 일부 예들에서, 사후-프로세싱은 (예컨대, 목표 칼라 공간에서) 칼라 변환 이후 대신, 칼라 변환 이후에 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 18 에 예시된 바와 같이, TF 유닛 (112) 은 칼라 변환 유닛 (114) 으로 출력하며, 사후-프로세싱 유닛 (150) 은 칼라 변환 후 사후-프로세싱을 적용한다. 이와 유사하게, 도 19 에 예시된 바와 같이, 역 사후-프로세싱 유닛 (152) 은 역양자화 유닛 (122) 의 출력에 대해 그리고 역 칼라 변환 유닛 (124) 이 칼라 변환을 적용하기 전에 역 사후-프로세싱을 적용한다. 도 18 및 도 19 에서, 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 용이성을 위해 예시되지 않으며, 다른 예들에 포함될 수도 있다.

[0249] 사후-프로세싱 유닛 (150) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (152) 은 사후-프로세싱 유닛 (138) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 과 유사한 방법으로, 그러나, 상이한 칼라 공간 (예컨대, RGB 칼라 공간 대신, YCbCr 칼라 공간)에서 동작할 수도 있다. 예를 들어, 사후-프로세싱 유닛 (150) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (152) 은 스케일링 및 오프셋팅을 위해 Scale2 및 Offset2 파라미터들을 이용할 수도 있다. 다음은 목표 칼라 공간에서의 사후-프로세싱을 설명한다.

[0250] 어떤 목표 칼라 공간들 (예컨대, BT709 또는 BT2020 의 YCbCr) 을 이용하는 일부 HDR 시스템들에 대해, 그리고 R, G 및 B 의 3 성분들에 대해 동일한 파라미터들을 이용하는 사후-프로세싱에 의하면, 사후-프로세싱은 입력 RGB 칼라 공간에서 적용하는 대신, 출력 칼라 공간에서 적용될 수 있다.

[0251] 예를 들어, 수식 3 및 수식 5 에서 정의된 바와 같은 YCbCr 칼라 변환의 경우:

$$o \quad Y' = a * R' + b * G' + c * B' \quad (16)$$

$$o \quad Cb = \frac{B' - Y'}{d1}$$

$$o \quad Cr = \frac{R' - Y'}{d2}$$

[0254] 여기서, 변수들 a,b,c,d1 및 d2 는 칼라 공간의 파라미터들이며, R', G', B' 은 EOTF 를 적용한 후 입력 칼라 공간에서의 비선형 칼라 값들이다.

[0256] 수식 12 및 13 에서 정의된 사후-프로세싱은 입력 칼라 공간에서, 즉 출력 값들 R2', G2', B2' 을 초래하는 R', G', B' 에 적용된다:

$$R2' = scale2 * (R' - offset2)$$

$$G2' = scale2 * (G' - offset2)$$

$$B2' = scale2 * (B' - offset2)$$

(17)

[0258] 수식 17 에서, R, G 및 B 도메인들에서의 사후-프로세싱의 파라미터들이 동일하다고 가정된다.

[0259] 그러나, 수식 16 및 수식 17 에서 정의된 프로세스들의 선형성으로 인해, 사후-프로세싱은 목표 칼라 공간에서 구현될 수 있다:

$$Y2' = scaleY * Y' - offsetY$$

$$Cb2 = scaleB * Cb - offsetB$$

$$Cr2 = scaleR * Cr - offsetR \quad (18)$$

[0261] 여기서, 사후-프로세싱 유닛 (150) 은 사후-프로세싱의 파라미터들을 다음과 같이 계산한다:

$$scaleY = Scale2; \quad OffsetY = Scale2 * Offset2 * (a + b + c)$$

$$\begin{aligned}
 [0263] \quad scaleCb &= Scale2; \quad OffsetCb = \frac{Scale2*Offset2}{d1} * (a + b + c + 1) \\
 scaleCr &= Scale2; \quad OffsetCr = \frac{Scale2*Offset2}{d2} * (a + b + c + 1) \quad (19)
 \end{aligned}$$

[0264] 디코더 측 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31))에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (152)에 의한 사후-프로세싱의 역 동작은 다음과 같이 구현될 수도 있다:

$$\begin{aligned}
 [0265] \quad Y' &= \frac{Y2' + offsetY}{scaleY} \quad Cb = \frac{Cb2 + offsetCb}{scaleCb} \quad Cr = \frac{Cr2 + offsetCr}{scaleCr} \quad (20)
 \end{aligned}$$

[0266] 여기서, 변수들 $Y2'$, Cb 및 Cr 은 디코딩되며, 역 사후-프로세싱의 역양자화된 성분들 및 파라미터들은 수식 19로 나타낸 바와 같이 계산된다.

[0267] BT2020에서 정의된 YCbCr 칼라 변환에 대해, 목표 칼라 공간에서 구현되는 사후-프로세싱의 파라미터들은 입력 칼라 공간에서의 사후-프로세싱의 파라미터들 및 칼라 변환의 파라미터들로부터 다음과 같이 유도된다:

$$\begin{aligned}
 scaleY &= Scale2; \\
 offsetY &= Scale2 * Offset2 \\
 scaleCb &= \frac{Scale2}{1.8814} \\
 offsetCb &= \frac{Scale2*Offset2}{0.9407} \\
 scaleCr &= \frac{Scale2}{1.4746} \\
 offsetCr &= \frac{Scale2*Offset2}{0.7373} \quad (21)
 \end{aligned}$$

[0268] 일부 예들에서, 입력 칼라 공간에서 사후-프로세싱의 파라미터들로부터 유도된 파라미터들로 목표 칼라 공간에서 구현되는 수식 20은 다음 수식 20A로서 구현될 수 있다:

$$\begin{aligned}
 [0269] \quad Y' &= \frac{Y2'}{scaleY} + offsetY \quad Cb = \frac{Cb2}{scaleCb} + offsetCb \quad Cr = \frac{Cr2}{scaleCr} + offsetCr \\
 scaleY &= \frac{1}{Scale2}; \\
 offsetY &= Offset2 \\
 scaleCb &= \frac{1}{Scale2} \\
 offsetCb &= 0 \\
 scaleCr &= \frac{1}{Scale2} \\
 offsetCr &= 0 \quad (20A)
 \end{aligned}$$

[0270] 일부 예들에서, 상기 수식 20A는 나눗셈 대신, 곱셈을 통해서 구현될 수 있다.

[0271] 비선형 프로세싱을 위해, 위에서 설명된 사전- 및 사후-프로세싱 기법들에 추가하여, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 코드워드를 이용을 추가로 향상시키기 위해 어떤 비선형 기법들을 이용할 수도 있다. 히스토그램 미부들 처리의 일 예로서, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150) 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 위에서 정의된 선형 코드워드들 사후-프로세싱을, 규정된 범위의 외부에 있는 샘플들에 적용되는 파라미터적인 구분적 규정된 전달 함수로 보충할 수도 있다.

[0272] 위에서 규정된 HDR 신호의 프로세싱 흐름은 미리 정의된 범위에서 일반적으로 동작한다.

[0273] 범위 (Range) = {minValue, maxValue}

[0275] 정규화된 신호 및 상기 수식의 경우, 값들은 다음과 같다:

[0276] 범위 = {0.0..1.0}

[0277] minValue = 0.0 (22)

[0278] maxValue = 1.0

[0279] Offset2 및 Scale2 를 코드워드들 S1 에 적용하는 것을 통한, (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138) 에 의해 수행되는 바와 같은), 수식 12 에서 제안된 사후-프로세싱은 결과적인 S2 값들이 규정된 범위(Range) 경계들을 오버플로우하는 상황을 초래할 수도 있다. 데이터가 규정된 범위에서 유지하도록 보장하기 위해, 예컨대, 도 20a 내지 도 20c 에 나타낸 바와 같이, 클리핑의 동작이 수식 13 에서의 범위 {minValue…maxValue} 에 적용될 수도 있다.

[0280] 도 20a 는 클리핑이 S2 의 히스토그램에 대한 범위에 적용되는 사후-프로세싱을 예시하는 다이어그램이다. 도 20b 는 수식 10 에서의 사후-프로세싱 이후 클리핑이 S2 의 히스토그램에 대한 범위에 적용되는 사후-프로세싱을 예시하는 다른 다이어그램이다. 도 20c 는 수식 11 에서의 클리핑 이후 클리핑이 S2 의 히스토그램에 대한 범위에 적용되는 사후-프로세싱을 예시하는 다른 다이어그램이다.

[0281] 도 20c 에 예시된 바와 같이, 사후-프로세싱 이후 클리핑을 적용하는 것은 규정된 범위의 외부에 있는 정보의 회복가능한 손실을 초래할 것이다. Scale2/Offset2 를 적용함으로서 제한된 코드워드들 공간에서 HDR 신호를 효율적으로 표현하고 HVS 지각에 대해 TF 가정을 유지하기 위해, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150) 은 위에서 정의된 코드워드들 사후-프로세싱을 규정된 범위의 외부에 있는 코드워드들을 초래하는 칼라 샘플들의 특수 처리로 보충하여, 콘텐츠 적응적 히스토그램 미부 처리를 가능하게 할 수도 있다.

[0282] 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150) 은 범위 외부에 속하는 수식 12 로부터 유래하는 모든 S2 에 대해 파라미터적인, 구분적 규정된 전달 함수를 적용할 수도 있다. 그들 샘플들의 표현의 파라미터들은 규정된 범위에 속하는 S2 코드워드들과는 별개로 비디오 인코더 (20) 에 의해 인코딩되어 시그널링된다.

[0283] 일 예시로서, 수식 22 에 규정된 바와 같이, 수식 12 로부터 유래하는 코드워드들 S2 를 지원되는 데이터 범위에 대한 그들의 관계에 의해 분류하는 동작이 제공될 수도 있다.

[0284] $S2_{in} = \forall S2 \in \text{범위}$ (23)

[0285] $S2_{low} = \forall S2 \leq minValue$ (24)

[0286] $S2_{high} = \forall S2 \geq maxValue$ (25)

[0287] 여기서, $S2_{in}$ 샘플들은 범위=[minValue…maxValue] 에 속하며, $S2_{low}$ 는 범위 외부에 있는 샘플들의 세트이며 이들은 minValue 보다 작거나 같으며, $S2_{high}$ 는 범위 외부에 있는 샘플들이며 이들은 maxValue 보다 크거나 같다.

[0288] 본 기법들은 $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 의 각각에 대한 코드워드 값을 개별적으로 규정/결정/시그널링함으로써 범위 외부에 있는 $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 의 칼라 값들에 대한 수식 13 에서의 클리핑의 동작을 대체하거나, 또는 범위 외부에 있는 정보를 최적으로 나타내는 코드워드들의 그룹으로 규정/결정/시그널링할 수도 있다.

[0289] 다음은 샘플들 $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 에 대한 클리핑을 대체할 수도 있는 예시적인 결정 프로세스의 비한정적인 예들이다:

[0290] a. 각각 $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 에 대한 평균 값을 결정한다:

$$Smin = mean (S2_{low})$$

$$Smax = mean (S2_{high}) \quad (26)$$

[0291] b. $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 의 각각에 대한 중간 값을 결정한다:

$$Smin = median(S2_{low})$$

$$Smax = median(S2_{high}) \quad (27)$$

[0293] [0294] c. 어떤 기준들, 예컨대, 최소의 절대 차이의 합계 (SAD), 평균 제곱 에러 (MSE) 또는 레이트 왜곡 최적화 (RDO) 비용 하에서 그들 샘플들 세트들 각각을 최적으로 나타내는 $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 의 각각에 대한 값을 결정한다.

$$Smin = fun(S2_{low})$$

$$Smax = fun(S2_{high}) \quad (28)$$

[0295] [0296] 이러한 예들에서, 각각의 샘플 값 $S2_{low}$ 또는 $S2_{high}$ 는 수식 (13)에 나타낸 바와 같은 클리핑된 값으로 대체되지 않지만, 수식 (26, 27)에서 유도된 $Smin$ 및 $Smax$ 값들로 각각 대체될 것이다.

$$S2 = \begin{cases} Smin, & S2 \leq minValue \text{ 인 경우} \\ Smax, & S2 \geq maxValue \text{ 인 경우} \end{cases}$$

[0297] [0298] 제안된 비선형 프로세싱의 파라미터들은 $S2_{low}$ 및 $S2_{high}$ 각각을 나타내는 코드워드들이다. 이들 코드워드들은 디코더 측 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31))으로 시그널링되어 복원 프로세스에서 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)에 의해 이용된다:

$$S2' = \begin{cases} Smin, & S2' = minValue \text{ 인 경우} \\ S2', & minValue < S2' < maxValue \text{ 인 경우} \\ Smax, & S2' = maxValue \text{ 인 경우} \end{cases} \quad (29)$$

[0299] [0300] 예를 들어, 파라미터적인, 구분적 프로세싱의 상기 예에서, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 TF 유닛 (112)에 의한 칼라 값들의 압축 (예컨대, 전달 함수의 적용으로부터 유래하는 동적 범위의 압축)으로부터 유래하는 코드워드들을 스케일링 및 오프셋팅할 (예컨대, Scale2 및 Offset2를 적용할) 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들의 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 갖는다고 결정할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 제 1 코드워드 (예컨대, $Smin$)를 최소 임계치 미만인 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들의 세트에 할당하고 제 2 코드워드 (예컨대, $Smax$)를 최소 임계치보다 큰 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들의 세트에 할당할 수도 있다. 최소와 최대 사이의 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들에 대해, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 상기 예들에서 설명된 바와 같이 스케일링 및 오프셋팅을 적용할 수도 있다.

[0301] 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) (도 10 또는 도 19)은 파라미터적인, 구분적 프로세싱의 역을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 비디오 디코더 (30)로부터 수신된 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 가지는 압축된 칼라 값을 (예컨대, 여기서, 동적 범위는 TF 유닛 (112)에 의한 전달 함수의 적용으로부터 압축된다)을 나타낸다고 결정할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 최소 임계치보다 크거나 동일하고 그리고 최대 임계치 미만이거나 동일한 값을 가지는 압축된 칼라 값을 나타낸다고 결정할 수도 있다. 이러한 예들에 대해, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 제 1 코드워드 (예컨대, $Smin$)를 최소 임계치 미만인 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들을 할당하고, 제 2 코드워드 (예컨대, $Smax$)를 최대 임계치보다 큰 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들에 할당할 수도 있다. $Smin$ 및 $Smax$ 의 값을 비디오 프리프로세서 (19)로부터 비디오 인코더 (20)를 통해서 시그널링될 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 위에서 설명한 기법들과 유사한 예시적인 기법들을 이용하여 코드워드들 (예컨대, 최소보다 크고 최대보다 작은 코드워드들)의 제 2 세트를 역 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다.

[0302] 상기 예에서, 스케일링 및 오프셋 파라미터들을 구분적으로 적용하는 것이 설명된다. 일부 예들에서, 스케일링 및 오프셋 파라미터들의 이러한 구분적 적용은 사전-프로세싱 유닛 (134) 및 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)에 의해 적용된다.

는 152), 및 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) 및 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 양자에 대해 확장될 수도 있다.

[0303] 예를 들어, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) 이 수신하는 코드워드들은 코드워드들의 제 1 세트 및 코드워드들의 제 2 세트를 포함할 수도 있다. 코드워드들의 제 1 세트는 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 가지는 압축된 칼라 값들을 나타내며, 코드워드들의 제 2 세트는 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 가지는 압축된 칼라 값들을 나타낸다. 이러한 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) 은 코드워드들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트 (예컨대, 제 1 Scale2 및 제 1 Offset2)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) 은 코드워드들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트 (예컨대, 제 2 Scale2 및 제 2 Offset2)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다.

[0304] 다른 예로서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 이 수신하는 칼라 값들은 비압축된 칼라 값들의 제 1 세트, 및 비압축된 칼라 값들의 제 2 세트를 포함할 수도 있다. 비압축된 칼라 값들의 제 1 세트는 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 가지는 비압축된 칼라 값들을 나타내며, 비압축된 칼라 값들의 제 2 세트는 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 가지는 비압축된 칼라 값들을 나타낸다. 이러한 예들에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 칼라 값들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트 (예컨대, 제 1 Scale1 및 제 1 Offset1)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 역 사전-프로세싱 유닛 (142) 은 칼라 값들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트 (예컨대, 제 2 Scale1 및 제 2 Offset1)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다.

[0305] 이와 유사하게, 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 칼라 값들의 제 1 세트가 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정하고 칼라 값들의 제 2 세트가 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 칼라 값들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트 (예컨대, 제 1 Scale1 및 제 1 Offset1)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134) 은 칼라 값들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트 (예컨대, 제 2 Scale1 및 제 2 Offset1)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다.

[0306] 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 152) 은 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 동적 범위의 제 1 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정하고, 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 동적 범위의 제 2 파티션에 속하는 값들을 갖는다고 결정할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 152) 은 코드워드들의 제 1 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 1 세트 (예컨대, 제 1 Scale2 및 제 1 Offset2)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있으며, 코드워드들의 제 2 세트를 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들의 제 2 세트 (예컨대, 제 2 Scale2 및 제 2 Offset2)로 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다.

[0307] 도 21a 및 도 21b 는 미부-처리에 의한 사후-프로세싱 이후 코드워드들의 히스토그램들을 예시하는 다이어그램들이다. 도 22 는 인코더 측, 정적 TF 를 갖는 콘텐츠 적응적 HDR 파이프라인의 다른 예를 예시하는 개념도이다. 도 23 은 디코더 측, 정적 TF 를 갖는 콘텐츠 적응적 HDR 파이프라인의 다른 예를 예시하는 개념도이다. 도 22 및 도 23 은, 도 22 및 도 23 이 일부 예들에서, 스케일링된 및 오프셋된 값이 범위의 외부에 있으면 S_{min} 및 S_{max} 코드워드들이 출력된다는 것을 예시하고 일부 예들에서 그 값들이 범위의 외부에 있으면 (S_{min} 및 S_{max} 와 양쪽다 유사한) S'_{min} 및 S'_{max} 코드워드들이 수신된다는 것을 예시한다는 점을 제외하고는, 도 11 및 도 12 와 사실상 동일하다.

[0308] 상기 예들에서, 단일 코드워드는 최소보다 작은 코드워드들에 대해서 역전되며, 단일 코드워드는 최대보다 큰 코드워드들에 대해 역전된다. 일부 예들에서, 규정된 범위 외부의 히스토그램 미부에 속하는 코드워드들은 하나보다 많은 예약된 코드워드로 표현될 수 있다.

[0309] 사후-프로세싱 유닛 (138) 은 코드워드들 S 의 동적 범위의 규정된 영역에 대해 다수의 예약된 코드워드들을 결정하여 시그널링할 수도 있다. 디코더 측 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31)) 에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144) 은 규정된 영역에 대해 예약된 코드워드들을 결정할 수도 있다. 본 기법은 디코더에서, 예약된 코드워드들 각각과 연관된 신호 값 S' 을 결정하고 시그널링하고 적용할 수도 있다.

[0310] 도 24 는 2개의 예약된 코드워드 처리 칼라 값들을 가진 히스토그램을 예시하는 다이어그램이다. 예를 들어, $S_{2_{low}}$ 에서 2 개의 예약된 코드워드 처리 칼라 값들을 갖는, 이 예의 시각화가 도 24 에 도시된다. 이 예에서, $S_{2_{low}}$ 코드워드들은 2개의 하위 범위들로 분할되며, 여기서, 각각의 하위 범위는 코드워드들 S_{min1} 및

$Smin2$ 로 각각 코딩된다. 이들 코드워드들 각각과 연관된 값은 인코더 측에서 (예컨대, 비디오 프리프로세서 (19)에 의해) 수식 26-28과 유사한 프로세스로 결정되고, 디코더 (30)로 시그널링되고 디코더 측에서 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31)에 의해) 수식 29를 통해서 적용된다.

[0311] 일부 예들에서, 이 기법들은 전달 함수의 형태로 구현될 수도 있다. 전달 함수의 비선형 부분, 즉 주어진 예에서는 히스토그램 미부 처리는, 2개의 예약된 코드워드들이 디코더 측에서 결정되는, 예컨대, 시그널링되어 디코더 측에서 적용되는 값들과 연관되는 적응적 전달 함수로 모델링될 수 있다.

[0312] 도 25a 및 도 25b는 파라미터의 적응적 함수들을 예시하는 다이어그램들이다. 도 25a는 $Scale2 = 1.5$ 및 오프셋 = -0.25 로 모델링된 선형 전달 함수 (TF2)를 예시하며, 도 25b는 $Scale2 = 1.5$ 및 오프셋 = -0.25 로 모델링된 선형 전달 함수 (TF2) 및 파라미터화된 비선형 세그먼트들을 예시한다. 비선형 세그먼트는 2개의 결정된 칼라 값들과 연관되며 디코더 값들 $Smin1$ 및 $Smin2$ 로 시그널링되는 2개의 코드워드들로 파라미터화되며, $S2_{high}$ 의 코드워드들은 범위의 $maxValue$ 로 클리핑된다.

[0313] 다음은 구분적 선형 전달 함수에 의한 (예컨대, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)에 의한) 사후-프로세싱을 설명한다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 다음과 같이, S의 코드워드 공간을 유한한 개수의 세그먼트 r 로 분할할 수도 있다:

$$[0314] 범위 = \{r_i\}, \quad \text{여기서, } i = 0..N \quad (30)$$

[0315] 이들 세그먼트들 r_i 의 각각에 대해, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 독립적인 사후-프로세싱 파라미터들 $Scale2i$ 및 $Offset2i$ 를 결정하고, $Scale2i$ 및 $Offset2i$ 파라미터들을 시그널링하여 인코더 및 디코더 측들에서 코드워드들 S에 적용하여, 출력 $S2$ 를 발생한다.

$$[0316] \text{스케일들} = \{Scale2i\}; \quad \text{오프셋들} = \{Offset2i\}; \quad i=0..N$$

[0317] 전달 함수의 관점에서, 예시적인 알고리즘은 다음과 같이 모델링될 수 있다. 도 26a 내지 도 26c는 구분적 선형 전달 함수에 의한 사후-프로세싱을 예시하는 다이어그램들이다. 도 26a는 PQTF에 의해 발생된 S 신호의 히스토그램을 예시하며, 도 26b는 사후-프로세싱의 파라미터의 구분적 선형 TF를 예시하며, 도 26c는 사후-프로세싱의 TF에 의해 발생된 $S2$ 신호의 히스토그램을 예시한다.

[0318] 도 26a에서의 S 신호의 히스토그램에서, 동적 범위의 도입된 세그먼트들은 수직 그리드로 도시된다. 볼 수 있는 바와 같이, 수식 12 및 13에서 제안된 바와 같이, 신호는 가용 코드워드들의 약 80%를 점유하고 있으며, 가용 코드워드들의 20%가 양자화 에러를 감소시키는데 이용될 수 있다. 동시에, 히스토그램은 코드워드들의 상당한 부분이 코드워드 범위의 0.6으로부터 0.8까지 신장하는 4번째 세그먼트에 로케이트됨을 나타낸다. 가용 코드워드 예산이 이 특정의 4번째 세그먼트에 대한 양자화 에러를 향상시키는데 이용될 수 있어, 변경 없이 다른 세그먼트들에 대한 표현의 정확도를 유지할 수 있다.

[0319] 이들 r 세그먼트들에 대한 사후-프로세싱 파라미터들 ($N=5$)은 다음과 같이 쓰여질 수 있다:

$$[0320] Scales2 = \{1, 1, 1, 2, 1\}; \quad Offsets2 = \{-0.1, -0.1, -0.1, -0.1, 0.1\}$$

[0321] 이는, 도 26b에 도시된 구분적 선형 전달 함수를 초래할 것이다. 이러한 TF의 적용으로부터 유래하는 $S2$ 신호의 히스토그램이 도 26c에 도시된다. 볼 수 있는 바와 같이, 히스토그램은 더 많은 코드워드들을 점유하기 위해 좌측으로 시프트되며 4번째 세그먼트에 로케이트된 피크들이 큰 동적 범위에 대해 신장되며, 따라서 더 높은 정확도의 표현을 제공하고 양자화 에러를 감소시킨다.

[0322] 일반적으로, 이 방식의 파라미터들은 다음을 포함할 수도 있다:

[0323] a. 동적 범위에 대한 파티션들의 개수

[0324] b. 세그먼트의 각각의 범위들

[0325] c. 이들 세그먼트의 각각에 대한 스케일 및 오프셋

[0326] 적용:

[0327] a. 일부 예들에서, 본 기법들은 사전-, 사후- 프로세싱 뿐만 아니라 비선형 프로세싱 기법을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 이 기법들은 규정된 범위 내인 샘플들에 적용되는 파라미터적인, 구분적 규정된 전달

함수로 위에서 정의된 선형 코드워드들 사후-프로세싱을 보충할 수도 있다. 일 예에서, 본 기법들은 이 파라미터의 전달 함수를 호출하는 샘플들의 식별에 대해 규정된 범위 내에서 유한한 개수의 코드워드들을 예약할 수도 있다.

[0328] b. 일부 예들에서, 사전- 및 사후-프로세싱 기법들은 스케일 및 오프셋, 즉 입력 신호에 적용되는 Scale1 및 Offset1 및/또는 Scale2 및 Offset2 로서 정의된다. 일부 예들에서, 기법들은 전달 함수의 형태로 구현된다.

[0329] c. 일부 예들에서, 비선형 프로세싱은 규정된 범위의 외부에 속하는 칼라 값들, 즉, minValue 보다 작은 샘플들에 대한 칼라 값 및 maxValue 보다 큰 샘플들에 대한 다른 칼라 값을 정의하는 단일 파라미터를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 별개로 정의된 전달 함수들이 적용될 수 있다.

[0330] d. 일부 예들에서, 동적 범위 조정 (DRA) 은 각각의 칼라 성분에 대해 독립적으로 (독립적인 파라미터 세트), 예컨대, R, G, B, 또는 Y 에 대해 독립적으로 수행된다. 일부 예들에서, 단일 크로스-성분 파라미터 세트가 모든 칼라 성분들에 대해 적용된다.

[0331] e. 일부 예들에서, 파라미터들은 전체 비디오 시퀀스에 대해 결정될 수도 있다. 일부 예들에서, 파라미터들은 시간적으로 적용되거나 또는 시공간적으로 적용적일 수도 있다.

[0332] f. 일부 예들에서, 제안된 프로세싱은 SDR 호환성을 가진 HDR 시스템에서 이용될 수 있다. 이러한 시스템들에서, 어떤 전달 함수가 사용중인 경우, 제안된 기법은 HDR 신호, 예컨대, 100 니트 초과 및/또는 0.01 니트 미만을 나타내는 코드워드들에 적용되므로, 코드워드들의 나머지들은 프로세싱되지 않은 채로 유지하며, 따라서 SDR 호환성을 제공할 것이다.

[0333] 파라미터 유도:

[0334] a. 일부 예들에서, 사전-프로세싱 및 사후-프로세싱의 파라미터들은 독립적으로 유도된다. 일부 예들에서, 사전- 및 사후-프로세싱의 파라미터들은 공동으로 유도된다.

[0335] b. 일부 예들에서, 파라미터들은 양자화 에러를 최소화하는 프로세스로부터 유도되거나, 또는 변환 및 코딩으로부터 유래하는 비트레이트와 이를 2개의 손실되는 프로세스에 의해 도입된 왜곡의 가중 총합에 의해 형성되는 비용 함수를 최소화함으로써 유도된다.

[0336] c. 일부 예들에서, 파라미터들은 각각의 컴포넌트에 대해 그 컴포넌트에 관한 정보를 이용하여 별개로 결정될 수 있거나 및/또는 이들은 크로스-컴포넌트 정보를 이용하여 유도될 수 있다.

[0337] d. 일부 예들에서, 적용들의 범위와 같은 파라미터들은 전달 함수 TF 의 유형 및 특성들로부터 결정될 수 있으며, 예컨대, 프로세싱은 단지HDR 신호만을, 예컨대, 100 니트 초과만을 나타내는 코드워드들에 적용될 수 있으며, SDR 신호 $<=100$ 을 나타내는 코드워드들은 변경되지 않은 채로 유지된다.

[0338] e. 일부 예들에서, 범위의 파라미터들은 디코더에 부수 정보로서 제공되어 프로세싱에 이용되는 TF 의 함수로서 적용될 수 있다.

[0339] f. 일부 예들에서, 적용들의 범위와 같은 파라미터들은 전달 함수 TF 의 유형 및 특성들로부터 결정될 수 있으며, 예컨대, 전이를 특징으로 하는 TF 에 있어서, 전이 (변곡) 의 위치가 프로세싱이 적용되는 동적 범위를 결정하는데 이용될 수 있다.

[0340] g. 파라미터들은 다수의 예약된 코드워드들 및 그들의 실제 값들의 식별을 포함할 수도 있다

[0341] h. 파라미터들은 예약된 코드워드와 연관된 프로세스의 식별을 포함할 수도 있다

[0342] i. 파라미터들은 결정된 프로세싱을 적용하기 위한 코드워드 공간 내에 다수의 하위 범위들을 포함할 수도 있다

[0343] j. 파라미터들은 결정된 프로세싱을 적용하기 위한 코드워드들 값들 하위 범위 식별들을 포함할 수도 있다

[0344] 파라미터 시그널링:

[0345] a. 일부 예들에서, 파라미터들은 인코더 측 (예컨대, 비디오 프리프로세서 (19)) 에서 추정되어 디코더 (예컨대, 비디오 포스트프로세서 (31)) 로 비트스트림 (메타데이터, SEI 메시지, VUI, 등) 을 통해서 시그널링 된다. 디코더는 비트스트림으로부터 파라미터들을 수신한다.

- [0346] b. 일부 예들에서, 파라미터들은 인코더 측 및 디코더 측에서 입력 신호로부터 또는 입력 신호 및 프로세싱 흐름과 연관된 다른 가용 파라미터들로부터 규정된 프로세스를 통해서 유도된다.
- [0347] c. 일부 예들에서, 파라미터들은 명시적으로 시그널링되며 디코더 측에서 DRA를 수행하기에 충분하다. 일부 예들에서, 파라미터들은 다른 입력 신호 파라미터들, 예컨대 입력 칼라 공간 및 목표 칼라 컨테이너 (색역) 의 파라미터들로부터 유도된다.
- [0348] d. 일부 예들에서, 제안된 시스템의 파라미터들은 시스템에서 이용되는 전달 함수 (TF) 의 파라미터들로서 시그널링되거나, 또는 특정의 전달 함수에 대한 부수 정보로서 디코더로 제공될 수 있다.
- [0349] e. 제안된 방식의 파라미터들은 비트스트림을 통해서 SEI/VUI에 의해 시그널링되거나 또는 부수 정보로서 디코더에 제공되거나, 또는 입력 및 출력 칼라 공간, 이용되는 전달 함수 등등과 같은, 다른 식별들로부터 디코더에 의해 유도될 수도 있다.
- [0350] 도 29는 콘텐츠 적응적 고 동적 범위 (HDR) 시스템에서의 비디오 프로세싱의 예시적인 방법을 예시하는 플로우 차트이다. 도 29의 예는 수신된 비디오 데이터를 디스플레이를 위한 비디오 데이터로 변환하는 비디오 포스트프로세서 (31)에 대해 설명된다. 일부 예들에서, 비디오 포스트프로세서 (31)는 프로세싱이 독립적이도록 각각의 칼라에 대해 (적색 성분에 대해 한번, 녹색 성분에 대해 한번, 그리고 청색 성분에 대해 한번) 예시적인 기법들을 수행할 수도 있다.
- [0351] 비디오 포스트프로세서 (31)는 비디오 데이터의 압축된 칼라 값들을 나타내는 제 1 복수의 코드워드들을 수신하며, 여기서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타낸다 (200). 예를 들어, 비트레이트 감소를 위해, 비디오 프리프로세서 (19)는 칼라 값들의 압축된 동적 범위를 가질 수도 있다. 압축의 결과는 제 1 복수의 코드워드들이다. 비디오 포스트프로세서 (31)는 제 1 복수의 코드워드들을 비디오 디코더 (30)로부터 직접 또는 비디오 데이터 메모리 (140)를 통해서 수신할 수도 있다. 압축된 칼라 값들은 RGB 또는 YCrCb와 같은 특정의 칼라 공간에서의 칼라 값일 수도 있다. 압축된 칼라 값들은 역양자화 유닛 (122)에 의해 역양자화될 수도 있다.
- [0352] 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 코드워드들의 범위를 감소시키는 역 사후-프로세싱 함수를 적용할 수도 있다 (202). 일부 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144)은 칼라 변환된 코드워드들 (예컨대, 역 칼라 변환 유닛 (124)을 통해서 변환된 칼라)에 대해 역 사후-프로세싱 동작들을 적용할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (152)은 칼라 변환 전에 역 사후-프로세싱을 적용할 수도 있으며, 역 칼라 변환 유닛 (124)은 역 사후-프로세싱 유닛 (152)의 출력을 변환할 수도 있다.
- [0353] 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 제 1 복수의 코드워드들에 대해 역 스케일링 및 오프셋팅을 수행할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들 (예컨대, Scale2 및 Offset2)을 수신할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)이 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 결정하는 정보를 수신할 수도 있다. 일반적으로, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 코드워드들의 역 스케일링 및 오프셋팅을 위해, 수신된 비트스트림 또는 별개로 시그널링된 부수 정보로부터, 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 유도할 수도 있다. 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 비트스트림에서 수신할 때, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 프로세싱될 꾹쳐 데이터와 함께 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 수신한다. 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 별개로 시그널링된 부수 정보로서 수신할 때, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 수신하지만 프로세싱될 임의의 꾹쳐 데이터와는 함께 수신하지 않는다 (예컨대, 임의의 꾹쳐 데이터 이전에 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 수신한다).
- [0354] 일부 예들에서, 스케일링 및 오프셋팅을 코드워드들의 모든 값들에 대한 제 1 복수의 코드워드들에 적용하는 대신, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 구분적 스케일링 및 오프셋팅을 적용할 수도 있다. 예를 들어, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 1 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값들을 가지는 압축된 칼라 값들을 나타내고, 그리고 제 1 복수의 코드워드들로부터의 코드워드들의 제 2 세트가 최대 임계치보다 작고 최소 임계치보다 큰 값들을 가지는 압축된 칼라 값들을 나타낸다고 결정할 수도 있다.
- [0355] 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 제 1 코드워드 (예컨대, Smin')를 최소 임계치 미만인 코드워드들의 제 1 세트의 코드워드들에 할당하고, 제 2 코드워드 (예컨대, Smax')를 최대 임계치보다 큰 코드워드들의 제 1

세트의 코드워드들에 할당할 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) 은 (예컨대, Scale2 및 Offset2에 기초하여) 코드워드들의 제 2 세트를 역 스케일링 및 오프셋팅 할 수도 있다. 하나의 최소 및 하나의 최대 임계치가 설명되지만, 일부 예들에서, 임계치들의 각각에 대해 예약된 코드워드들을 가지는 복수의 이러한 임계치들이 있을 수도 있다. 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152) 은 Smin', Smax' 또는 예약된 코드워드들을 수신하거나, 이를 코드워드들을 결정하는 방법에 관한 정보를 수신할 수도 있거나, 또는 이를 코드워드들은 비디오 데이터 메모리 (140)에 사전 저장될 수도 있다.

[0356] 역 TF 유닛 (126)은 역 사후-프로세싱 유닛 (144)으로부터의, 또는 역 사후-프로세싱 유닛 (152)을 이용하는 예들에서는 역 칼라 변환 유닛 (124)으로부터의 출력을 수신한다. 그러나, 일부 예들에서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 인에이블되지 않을 수도 있거나 또는 이용불가능할 수도 있다. 이러한 예들에서, 역 TF 유닛 (126)은 제 1 복수의 코드워드들을 수신한다.

[0357] 역 TF 유닛 (126)은 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비디오 데이터에 비-적응적인 역 정적 전달 함수를 이용하여 제 1 복수의 코드워드들에 기초하여 제 2 복수의 코드워드들을 비압축할 수도 있다 (204). 비압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 2 동적 범위에서 나타낸다. 제 2 복수의 코드워드들은 역 사후-프로세싱중인 제 1 복수의 코드워드들 (예컨대, 역 사후-프로세싱 유닛 (144)으로부터 또는 역 칼라 변환 이후 역 사후-프로세싱 유닛 (152)으로부터의 출력) 또는 제 1 복수의 코드워드들 (예컨대, 여기서, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)은 디스에이블되거나 이용불능된다)로부터의 코드들 중 하나이다.

[0358] 일부 예들에서, 역 TF 유닛 (126)은 디스플레이 또는 추가적인 프로세싱으로 출력하기 위해 비압축된 칼라 값들을 출력할 수도 있다 (208). 그러나, 비디오 프리프로세서 (19)가 압축 전에 사전-프로세싱을 적용한 것과 같은 일부 예들에서, 역 TF 유닛 (126)은 비압축된 칼라 값들을 역 사전-프로세싱 유닛 (142)으로 출력할 수도 있다. 이 경우, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 옵션적인 동작 (206)을 참조하여 아래에서 설명되는 바와 같이, 디스플레이 또는 추가적인 프로세싱을 위해 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력할 수도 있다. 비압축된 칼라 값들의 동적 범위는 역 TF 유닛 (126)이 수신하는 코드워드들의 동적 범위보다 클 수도 있다. 다시 말해서, 역 TF 유닛 (126)은 코드워드들의 동적 범위를 증가시켜, 더 높은 동적 범위를 가지는 비압축된 칼라 값들을 발생시킨다.

[0359] 일부 예들에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 비압축된 칼라 값들에 대해 역 사전-프로세싱을 적용할 수도 있다 (206). 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들 (예컨대, Scale1 및 Offset1)을 수신할 수도 있다. 일부 예들에서, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 역 사전-프로세싱 유닛 (142)이 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들 (예컨대, 꽈치에서의 칼라들의 히스토그램)을 결정하는 정보를 수신할 수도 있다. 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 디스플레이 또는 추가적인 프로세싱을 위해 결과적인 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 출력한다 (208).

[0360] 일반적으로, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 코드워드들의 역 스케일링 및 오프셋팅을 위해, 수신된 비트스트림 또는 별개로 시그널링된 부수 정보로부터, 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 유도할 수도 있다. 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 비트스트림에서 수신할 때, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을, 프로세싱될 꽈치 데이터와 함께, 수신한다. 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 별개로 시그널링된 부수 정보로서 수신할 때, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)은 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 수신하지만 프로세싱될 임의의 꽈치 데이터와 함께 수신하지 않는다 (예컨대, 임의의 꽈치 데이터 이전에 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 수신한다).

[0361] 위에서 설명한 바와 같이, 비디오 포스트프로세서 (31)는 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것 또는 비압축된 칼라 값들에 대해 역 사전-프로세싱하는 것 중 적어도 하나를 수행할 수도 있다. 그러나, 일부 예들에서, 비디오 포스트프로세서 (31)는 제 2 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 (예컨대, 역 사후-프로세싱 유닛 (144 또는 152)을 통해서) 제 1 복수의 코드워드들을 역 사후-프로세싱하는 것, 및 역 사전-프로세싱된 비압축된 칼라 값들을 발생시키기 위해 비압축된 칼라 값들을 (예컨대, 역 사전-프로세싱 유닛 (142)을 통해서) 역 사전-프로세싱하는 것 양자를 수행할 수도 있다.

[0362] 도 30은 콘텐츠 적응적 고 동적 범위 (HDR) 시스템에서의 비디오 프로세싱의 다른 예시적인 방법을 예시하는 플로우차트이다. 도 30의 예는 수신된 비디오 데이터를 송신용 비디오 데이터로 변환하는 비디오 프리프로세서 (19)에 대해 설명된다. 일부 예들에서, 비디오 프리프로세서 (19)는 프로세싱이 독립적이도록 각각의 칼라에 대해 (적색 성분에 대해 한번, 녹색 성분에 대해 한번, 그리고 청색 성분에 대해 한번) 예시적인 기법들을 수행할 수도 있다.

- [0363] 비디오 프리프로세서 (19)는 칼라들을 제 1 동적 범위에서 나타내는 비디오 데이터의 복수의 칼라 값들을 수신한다 (300). 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19)는 비디오 데이터 메모리 (132)에 저장된 비디오 데이터를 수신할 수도 있으며, 여기서, 이러한 데이터는 비디오 소스 (18)로부터 수신된다. 칼라 값들은 RGB 칼라 공간에 있을 수도 있으나, 칼라 변환 유닛 (114)이 프로세싱 전에 칼라를 YCrCb 칼라 공간으로 변환하는 것이 가능하다.
- [0364] 사전-프로세싱 유닛 (134)은 사전-프로세스 칼라 값들이 TF 유닛 (112)에 의해 프로세싱될 때 결과적인 코드워드들 각각이 대략 칼라 값들의 범위를 나타내도록, 또는 낮은 조명 칼라들이 훨씬 더 큰 범위의 코드워드들에 의해 표현되고 높은 조명 칼라들이 상대적으로 작은 범위의 코드워드들에 의해 표현되게 적어도 많이 가중되지 않도록, 칼라 값들에 대해 사전-프로세싱을 수행할 수도 있다 (302). 예를 들어, 사전-프로세싱 유닛 (134)은 (예컨대, Scale1 및 Offset1을 통해서) 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134)은 꾹처에서의 칼라 값들의 히스토그램에 기초하여 스케일 및 오프셋 파라미터들을 결정할 (예컨대, 입력 선형 칼라 값들에 기초하여 스케일 인자 및 오프셋 인자를 적응적으로 결정할) 수도 있다. 사전-프로세싱 유닛 (134)은 Scale1 및 Offset1에 대한 값들을 출력할 수도 있거나 또는 Scale1 및 Offset1에 대한 값들을 결정하는데 사용될 수 있는 정보를 출력할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19)는 비디오 인코더 (20)로 하여금, 입력 선형 칼라 값들을 스케일링 및 오프셋팅하기 위한 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 비트스트림으로 또는 부수 정보로서 시그널링하게 할 수도 있다.
- [0365] TF 유닛 (112)은 칼라 값들을 압축하기 위해 사전-프로세싱 유닛 (134)의 출력을 수신할 수도 있다. 그러나, 예시된 바와 같이, 일부 예들에서, 사전-프로세싱 유닛 (134)은 인에이블되지 않거나 또는 이용불가능할 수도 있다. 이러한 예들에서, TF 유닛 (112)은 사전-프로세싱 없이 복수의 칼라 값들을 수신할 수도 있다.
- [0366] TF 유닛 (112)은 압축된 칼라 값들을 나타내는 복수의 코드워드들을 발생시키기 위해 압축중인 비디오 데이터에 비-적응적인 정적 전달 함수를 이용하여 칼라 값들을 압축할 수도 있으며, 여기서, 압축된 칼라 값들은 칼라들을 제 2 동적 범위에서 나타낸다 (304). TF 유닛 (112)은 칼라 값들의 동적 범위를 감소시켜, 이러한 칼라 값들의 송신을 촉진할 수도 있다.
- [0367] 일부 예들에서, TF 유닛 (112)은 코드워드들에 의해 표현되는 압축된 칼라 값들에 기초하여 칼라 값들을 출력할 수도 있다 (308). 그러나, 일부 예들에서, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 코드워드 공간을 잘 이용하는 (예컨대, 가용 코드워드 공간의 사용을 증가시키는) 코드워드들을 발생시키기 위해 칼라 값들의 압축으로부터 유래하는 코드워드들을 사후-프로세싱할 수도 있다 (306). 사후-프로세싱 유닛 (150)은 사후-프로세싱을 위해 칼라 변환 유닛 (114)의 출력을 수신할 수도 있으며, 칼라 변환 유닛 (114)은 TF 유닛 (112)의 출력을 수신한다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 Scale2로 스케일링하고 Offset2로 오프셋팅 할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 프리프로세서 (19)는 비디오 인코더 (20)로 하여금, 코드워드들의 스케일링 및 오프셋팅을 위해 스케일링 및 오프셋팅 파라미터들을 비트스트림으로 또는 부수 정보로서 시그널링하게 할 수도 있다.
- [0368] 일부 예들에서, TF 유닛 (112)이 코드워드들의 모든 값들에 대해 출력하는 복수의 코드워드들에 스케일링 및 오프셋팅을 적용하는 대신, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 구분적 스케일링 및 오프셋팅을 적용할 수도 있다. 예를 들어, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들의 세트가 최소 임계치 미만이거나 또는 최대 임계치보다 큰 값을 갖는다고 결정할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 제 1 코드워드 (Smin)를 최소 임계치 미만인 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들의 세트에 할당하고, 제 2 코드워드 (Smax)를 최대 임계치보다 큰 값을 가지는 스케일링된 및 오프셋된 코드워드들의 세트에 할당할 수도 있다. 다른 코드워드들에 대해, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 다른 코드워드들을 (예컨대, Scale2 및 Offset2에 기초하여) 스케일링 및 오프셋팅할 수도 있다. 하나의 최소 및 하나의 최대 임계치가 설명되지만, 일부 예들에서, 임계치들의 각각에 대해 예약된 코드워드들을 가지는 복수의 이러한 임계치들이 있을 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)은 Smin, Smax, 또는 예약된 코드워드들에 대한 정보를 출력하거나, 또는 이를 코드워드들을 결정하는 방법에 관한 정보를 출력할 수도 있다.
- [0369] 비디오 프리프로세서 (19)는 압축된 칼라 값을 또는 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값을 중 하나에 기초하여 칼라 값을 출력할 수도 있다 (308). 예를 들어, 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)이 인에이블되면, 비디오 프리프로세서 (19)는 사후-프로세싱된 압축된 칼라 값을 기초하여 칼라 값을 출력할 수도 있다. 사후-프로세싱 유닛 (138 또는 150)이 인에이블되지 않거나 또는 이용불가능하면, 비디오 프리프로세서 (19)는

TF 유닛 (112)에 의해 그리고 사후-프로세싱 없이 압축된 바와 같은 압축된 칼라 값들에 기초하여 칼라 값들을 출력할 수도 있다. 그러나, 칼라 변환 유닛 (114) 및 양자화 유닛 (116)은 출력하기 전에 개별 프로세싱을 수행할 수도 있다.

[0370] 그 예에 따라서, 본원에서 설명되는 기법들 중 임의의 기법의 어떤 행위들 또는 이벤트들이 상이한 시퀀스로 수행될 수 있으며, 추가되거나, 병합되거나, 또는 모두 제외시킬 수도 있는 (예컨대, 모든 설명되는 행위들 또는 이벤트들이 기법들의 실시에 필수적인 것은 아닌) 것으로 인식되어야 한다. 더욱이, 어떤 예들에서, 행위들 또는 이벤트들은 순차적으로 보다는, 동시에, 예컨대, 멀티-쓰레드된 프로세싱, 인터럽트 프로세싱, 또는 다수의 프로세서들을 통해서 수행될 수도 있다.

[0371] 하나 이상의 예들에서, 설명된 기능들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 그 기능들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 저장되거나 또는 컴퓨터-판독가능 매체를 통해서 송신될 수도 있으며, 하드웨어-기반의 프로세싱 유닛에 의해 실행될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체는 데이터 저장 매체들과 같은 유형의 매체에 대응하는 컴퓨터-판독가능 저장 매체들, 또는 예를 들어, 통신 프로토콜에 따라서 한 장소로부터 다른 장소로의 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체들을 포함할 수도 있다. 이런 방법으로, 컴퓨터-판독가능 매체들은 일반적으로 (1) 비일시성 유형의 컴퓨터-판독가능 저장 매체, 또는 (2) 신호 또는 캐리어 파와 같은 통신 매체에 대응할 수도 있다. 데이터 저장 매체는 본 개시물에서 설명하는 기법들의 구현을 위한 명령들, 코드 및/또는 데이터 구조들을 취출하기 위해 하나 이상의 컴퓨터들 또는 하나 이상의 프로세서들에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체들일 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터-판독가능 매체를 포함할 수도 있다.

[0372] 일 예로서, 이에 한정하지 않고, 이런 컴퓨터-판독가능 저장 매체는 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광디스크 스토리지, 자기디스크 스토리지, 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 플래시 메모리, 또는 원하는 프로그램 코드를 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 저장하는데 사용될 수 있고 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속이 컴퓨터-판독가능 매체로 적절히 지정된다. 예를 들어, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, 디지털가입자 회선 (DSL), 또는 무선 기술들, 예컨대 적외선, 라디오, 및 마이크로파를 이용하여 명령들이 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 송신되는 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 연선, DSL, 또는 무선 기술들 예컨대 적외선, 라디오, 및 마이크로파가 그 매체의 정의에 포함된다. 그러나, 컴퓨터-판독가능 저장 매체 및 데이터 저장 매체는 접속부들, 반송파들, 신호들, 또는 다른 일시성 매체를 포함하지 않고, 그 대신, 비-일시성 유형의 저장 매체로 송신되는 것으로 해석되어야 한다.

디스크 (disk) 및 디스크 (disc)는, 본원에서 사용할 때, 컴팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 및 블루-레이 디스크를 포함하며, 디스크들 (disks)은 데이터를 자기적으로 보통 재생하지만, 디스크들 (disks)은 레이저로 데이터를 광학적으로 재생한다. 앞에서 언급한 것들의 결합들이 또한 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 포함되어야 한다.

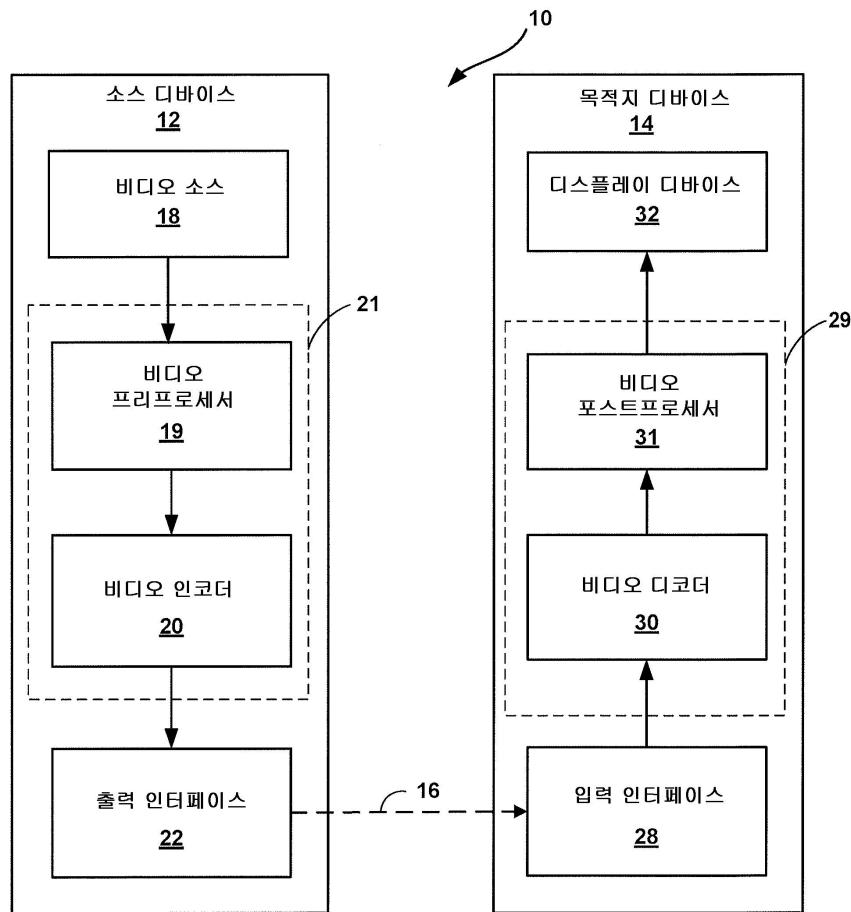
[0373] 명령들은 하나 이상의 디지털 신호 프로세서들 (DSPs), 범용 마이크로프로세서들, 주문형 집적회로들 (ASICs), 필드 프로그래밍가능 로직 어레이들 (FPGA들), 또는 다른 등가의 집적 또는 이산 로직 회로와 같은, 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행될 수도 있다. 따라서, 용어 "프로세서"는, 본원에서 사용될 때 전술한 구조 중 임의의 구조 또는 본원에서 설명하는 기법들의 구현에 적합한 임의의 다른 구조를 지칭할 수도 있다. 게다가, 일부 양태들에서, 본원에서 설명하는 기능은 전용 하드웨어 및/또는 인코딩 및 디코딩을 위해 구성되는 소프트웨어 모듈들 내에 제공되거나, 또는 결합된 코덱에 포함될 수도 있다. 또한, 이 기법들은 하나 이상의 회로들 또는 로직 엘리먼트들로 전적으로 구현될 수 있다.

[0374] 본 개시물의 기법들은 무선 핸드셋, 집적 회로 (IC) 또는 IC들의 세트 (예컨대, 칩 세트)를 포함한, 매우 다양한 디바이스들 또는 장치들로 구현될 수도 있다. 개시한 기법들을 수행하도록 구성되는 디바이스들의 기능적 양태들을 강조하기 위해서 다양한 컴포넌트들, 모듈들, 또는 유닛들이 본 개시물에서 설명되지만, 상이한 하드웨어 유닛들에 의한 실현을 반드시 필요로 하지는 않는다. 대신, 위에서 설명한 바와 같이, 다양한 유닛들이 코덱 하드웨어 유닛에 결합되거나 또는 적합한 소프트웨어 및/또는 펌웨어와 함께, 위에서 설명한 바와 같은 하나 이상의 프로세서들을 포함한, 상호작용하는 하드웨어 유닛들의 컬렉션으로 제공될 수도 있다.

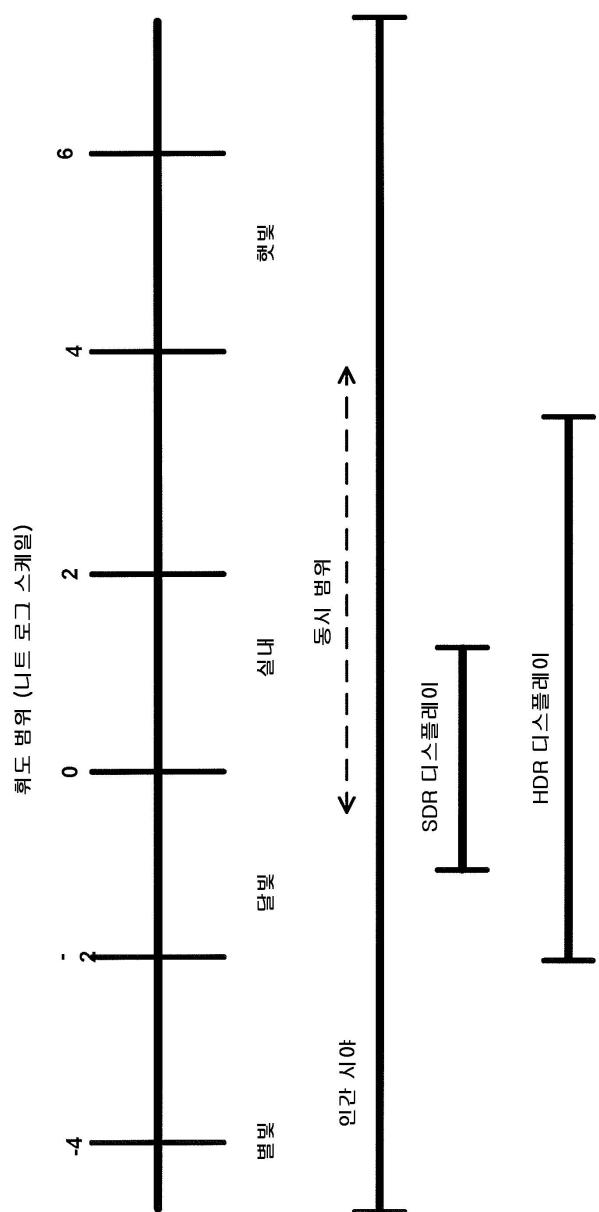
[0375] 다양한 예들이 설명되었다. 이들 및 다른 예들은 다음 청구항들의 범위 이내이다.

도면

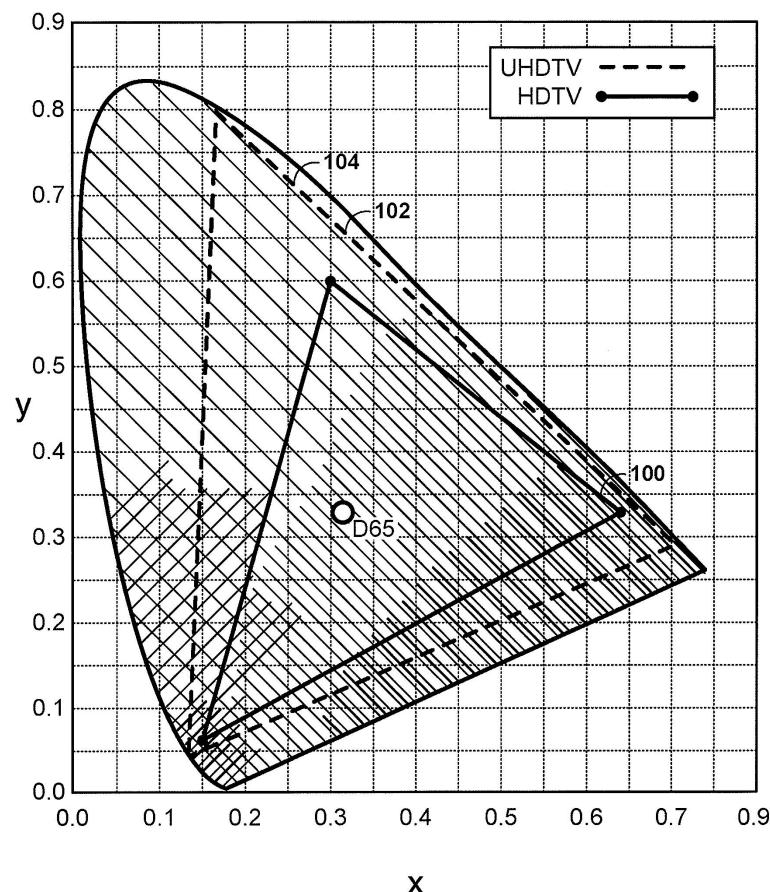
도면1



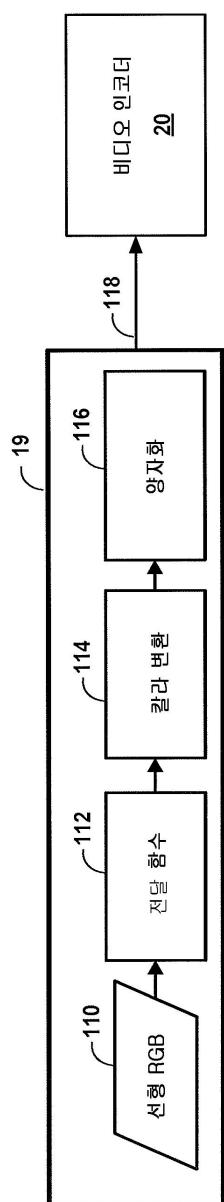
도면2



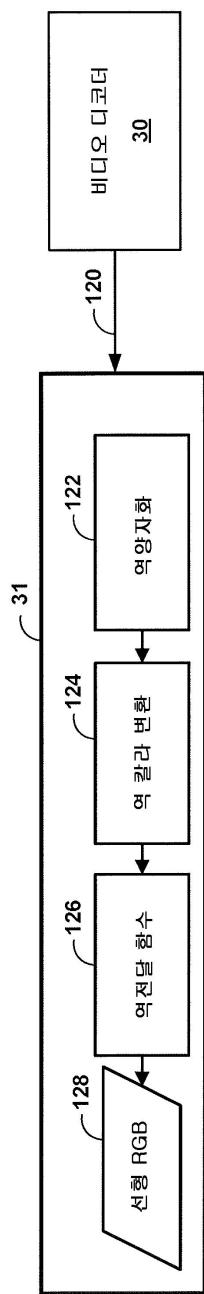
도면3



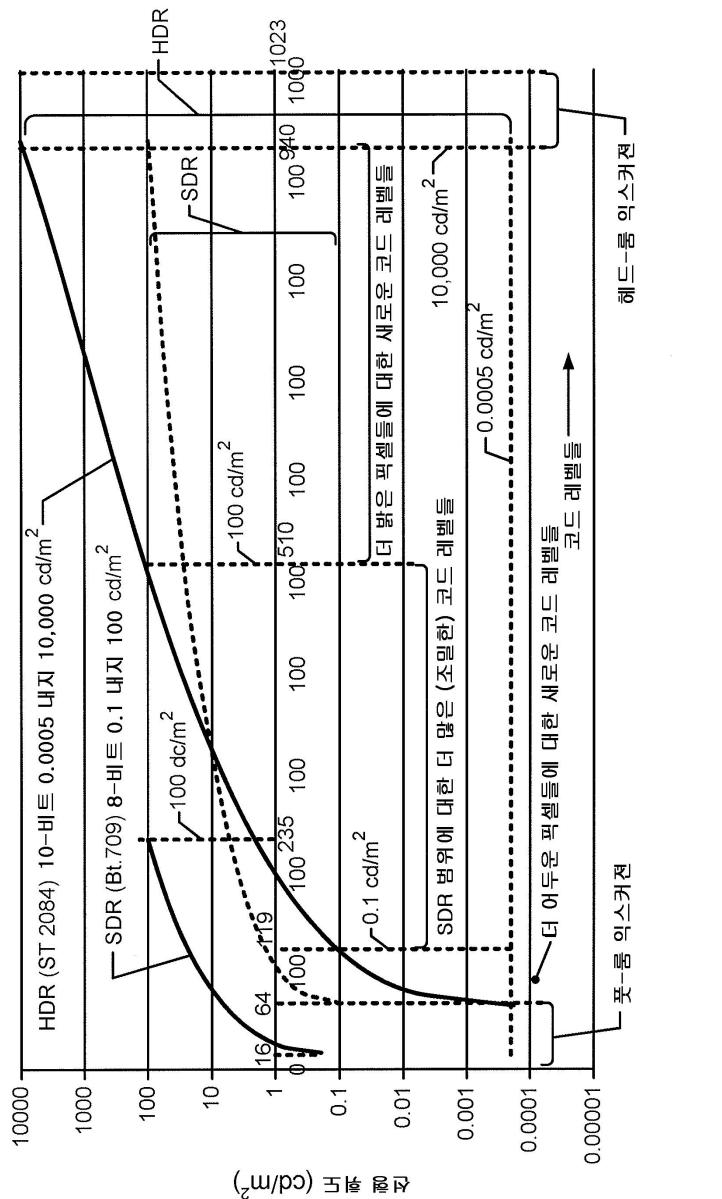
도면4



도면5

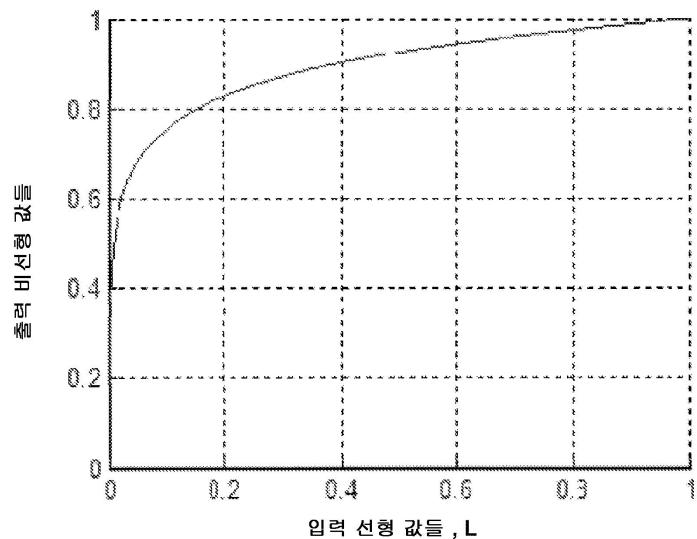


도면6

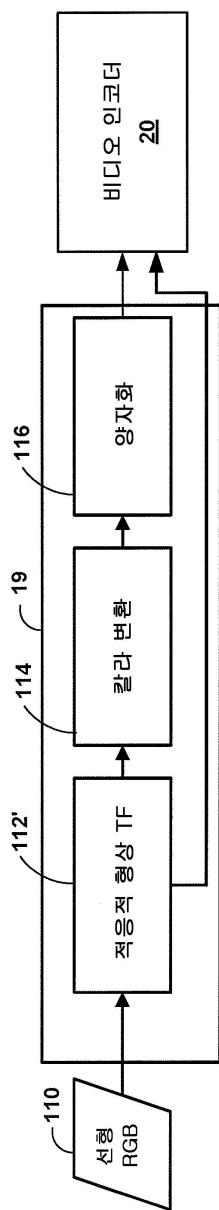


EOTF를의 예

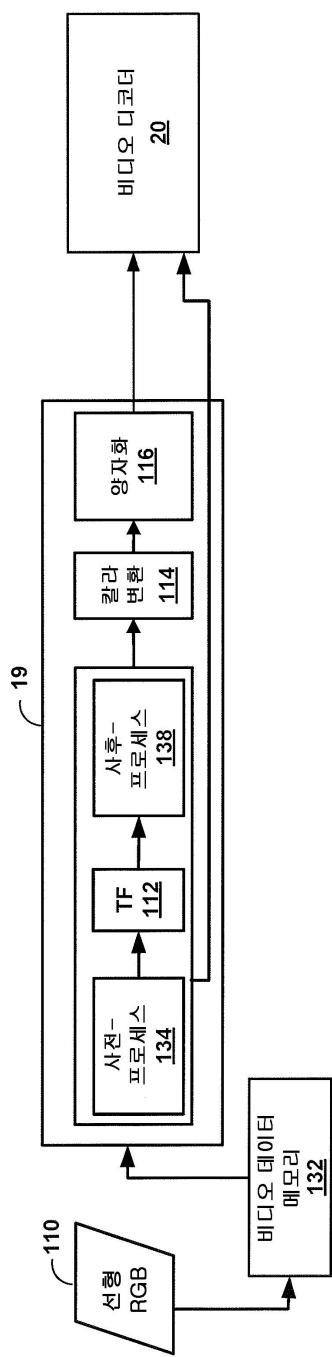
도면7



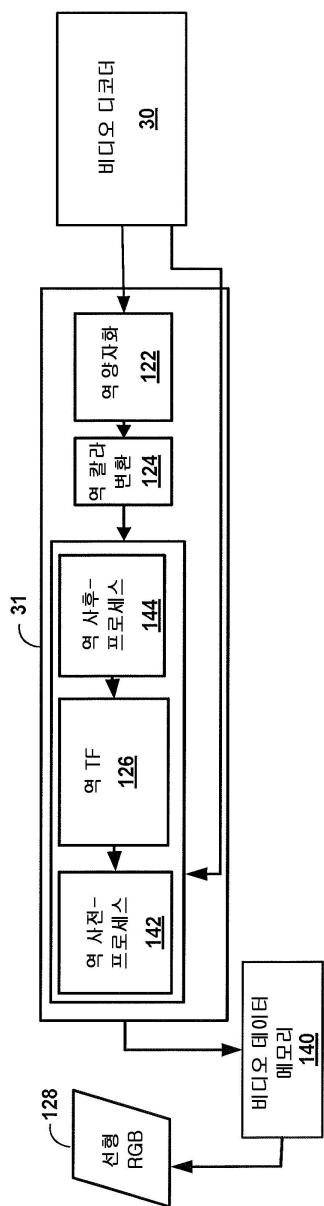
도면8



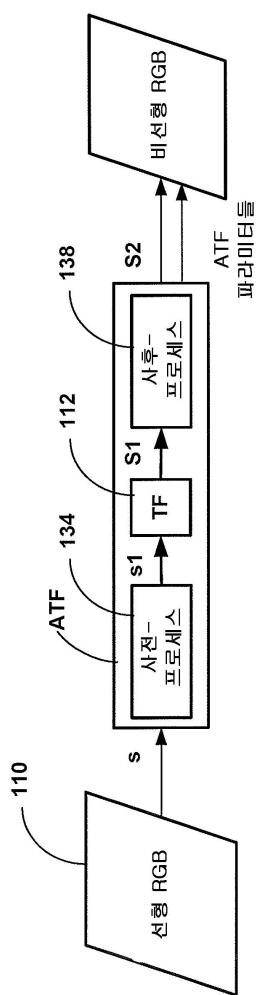
도면9



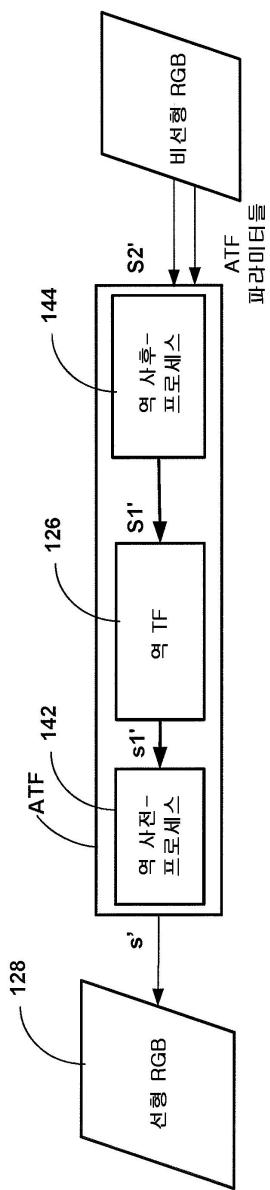
도면10



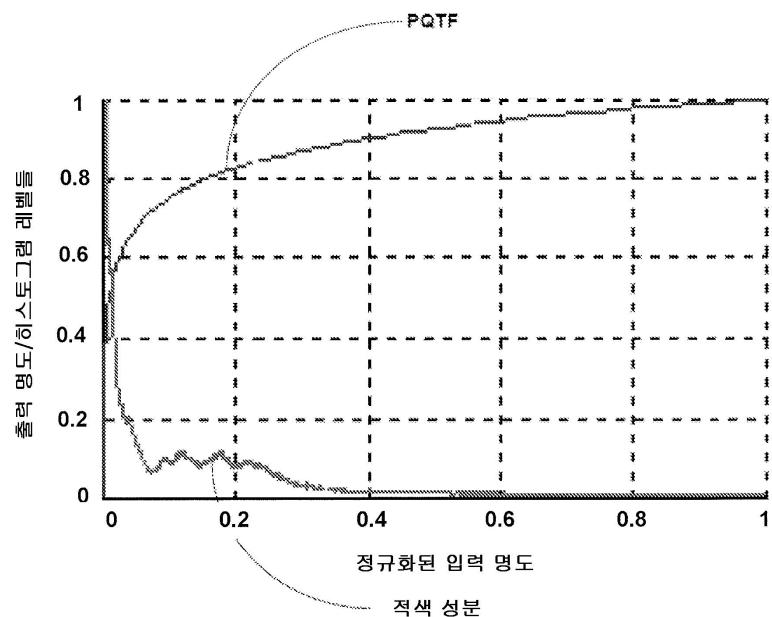
도면11



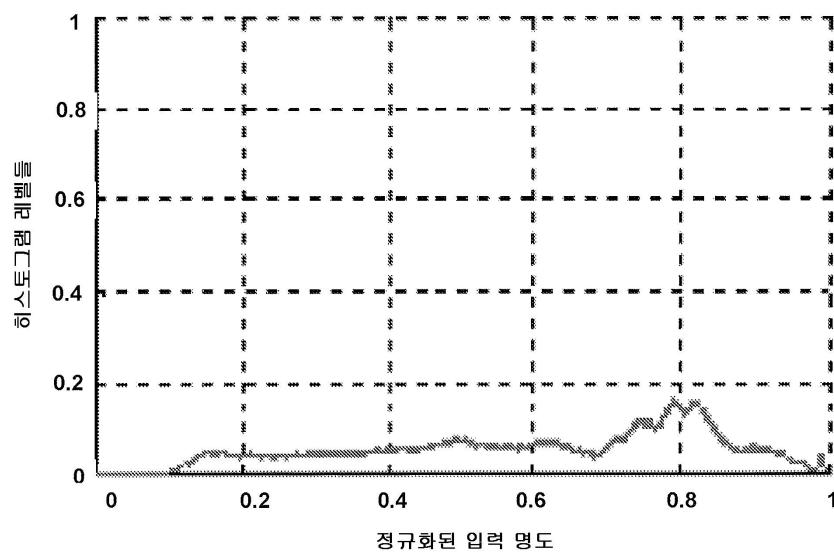
도면12



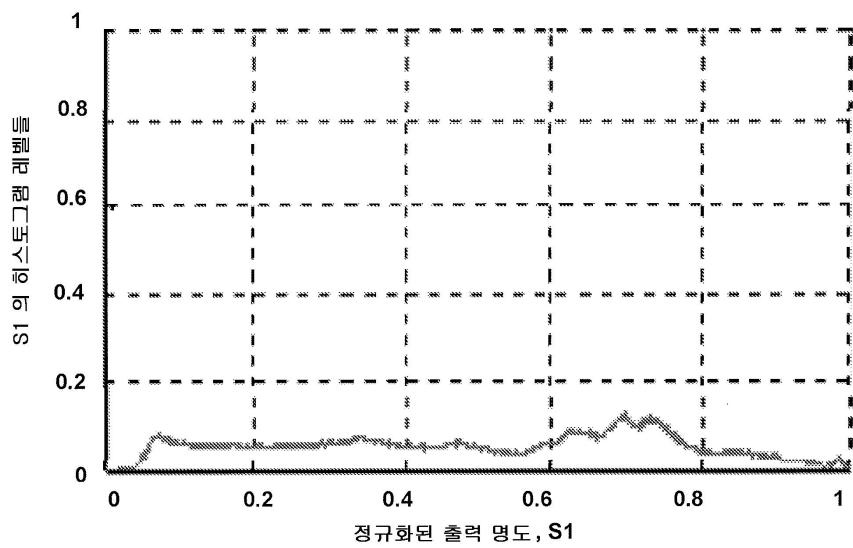
도면13a



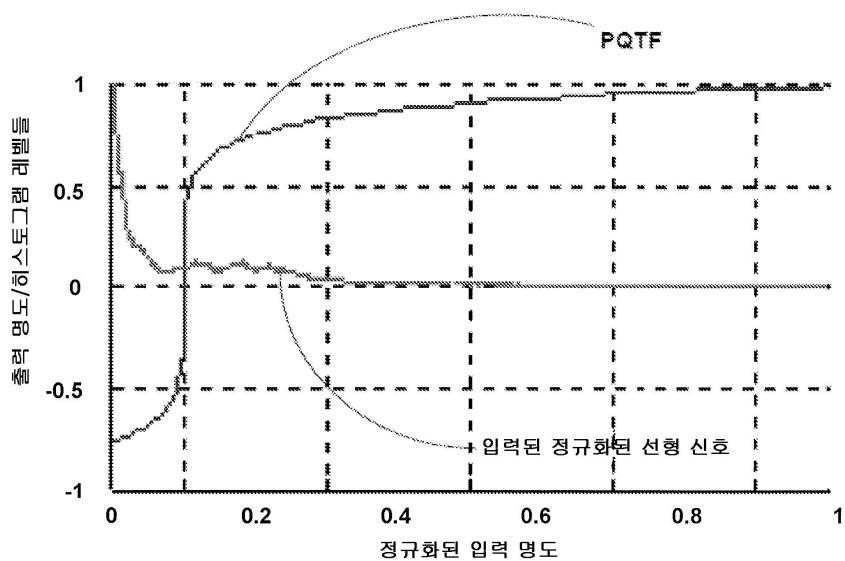
도면13b



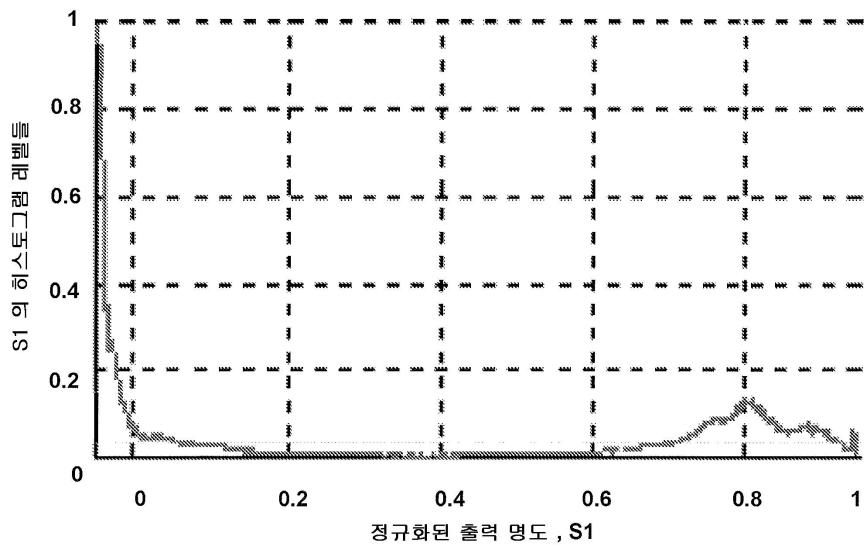
도면14



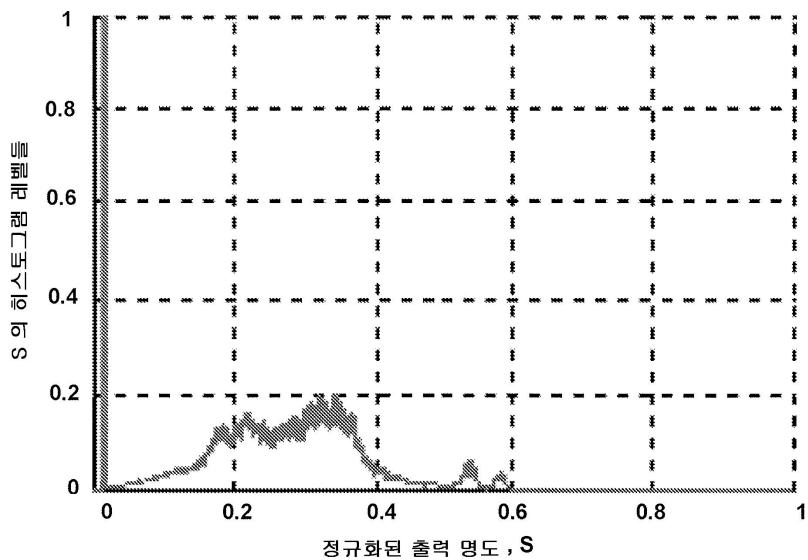
도면15a



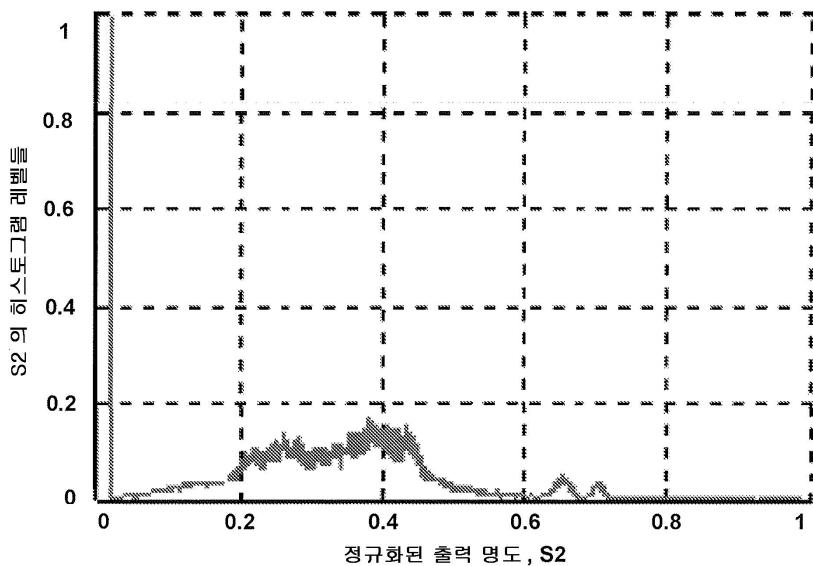
도면15b



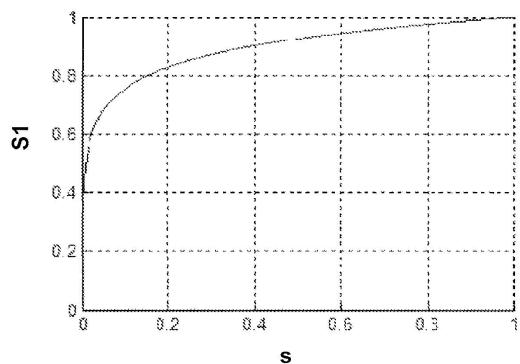
도면16a



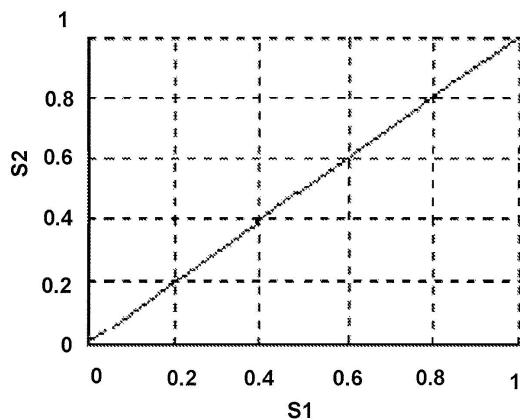
도면16b



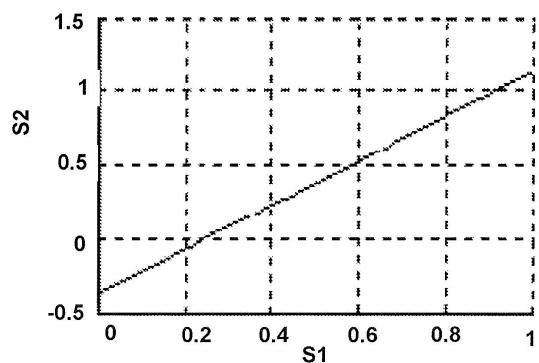
도면17a



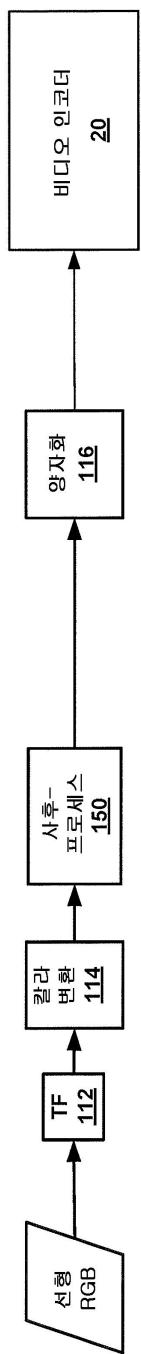
도면17b



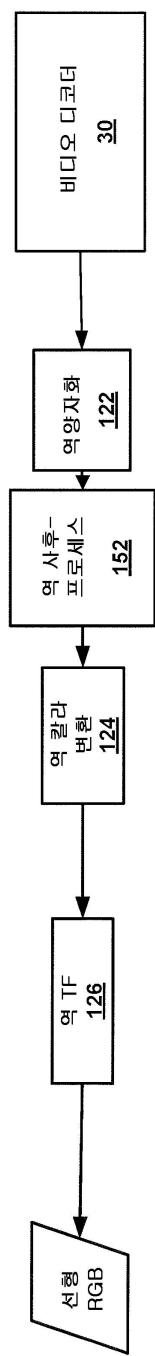
도면 17c



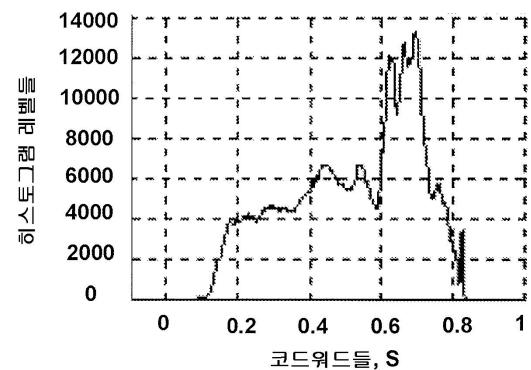
도면18



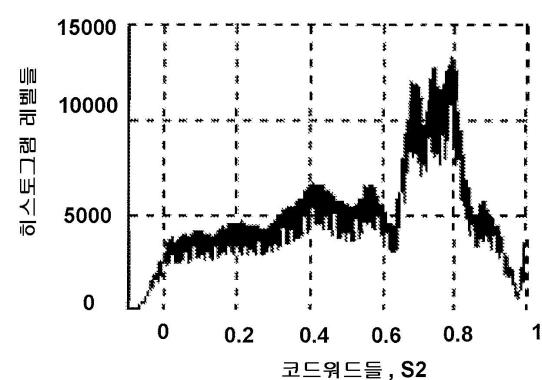
도면19



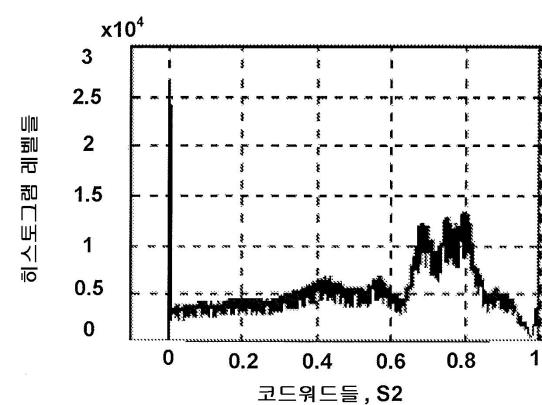
도면20a



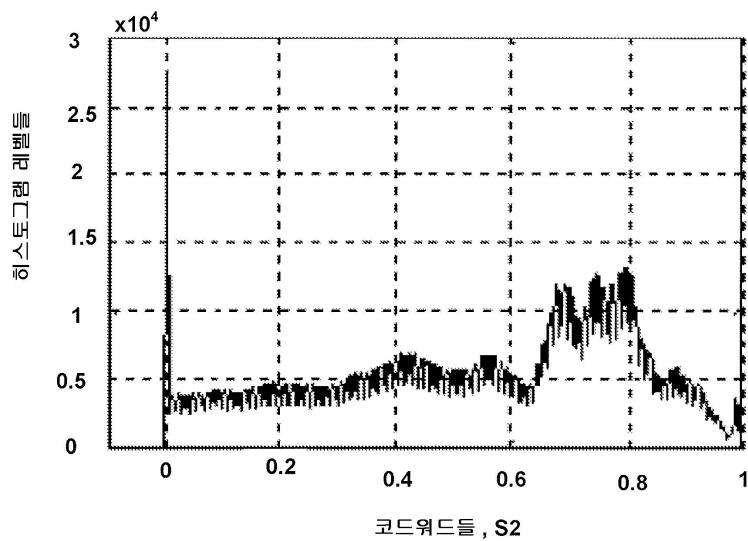
도면20b



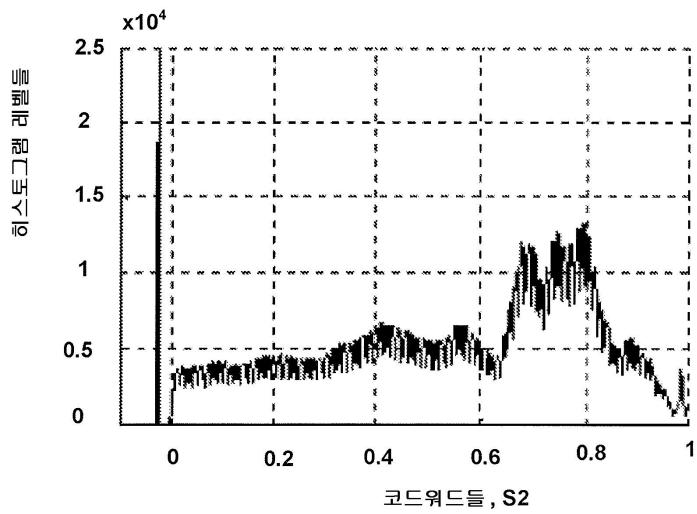
도면20c



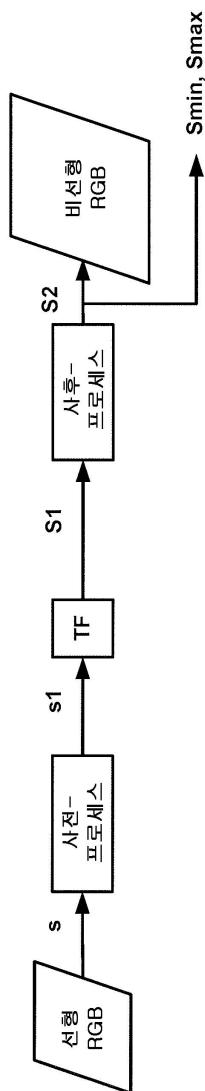
도면21a



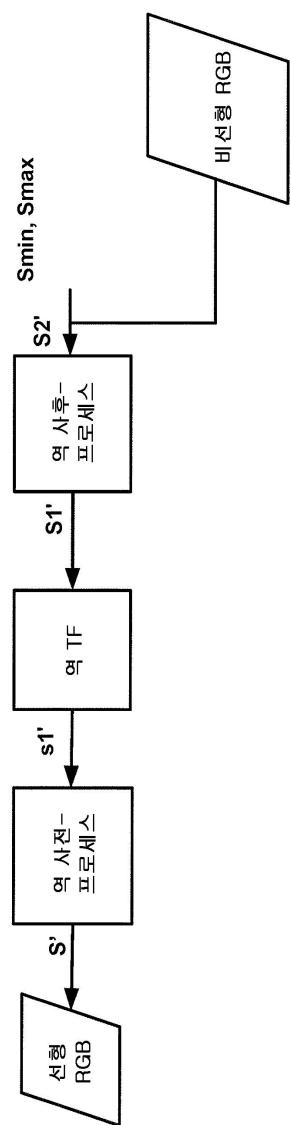
도면21b



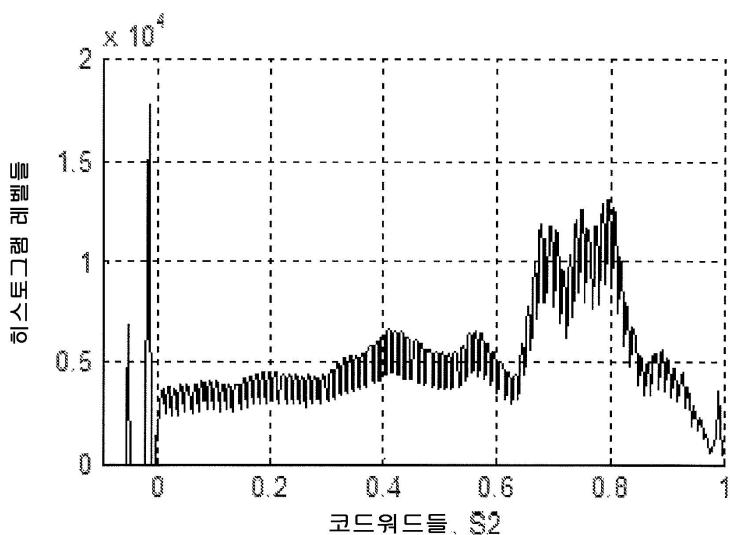
도면22



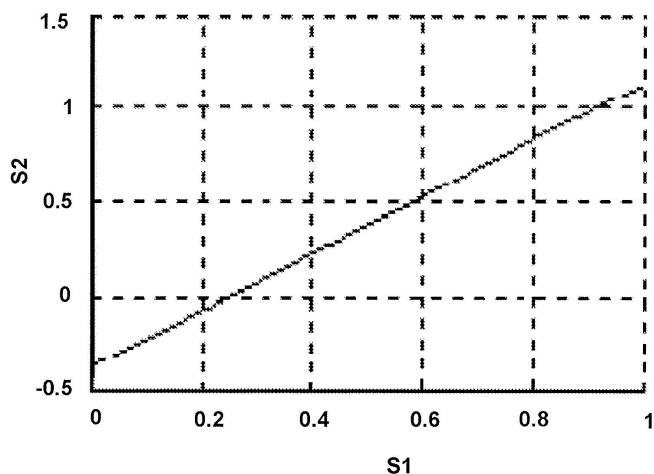
도면23



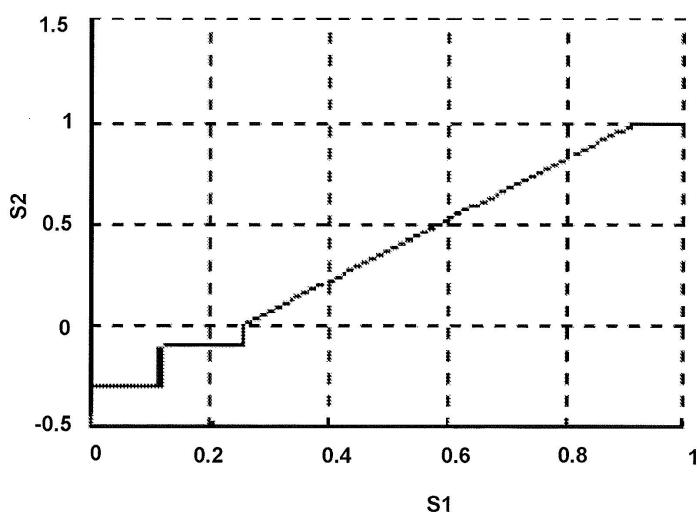
도면24



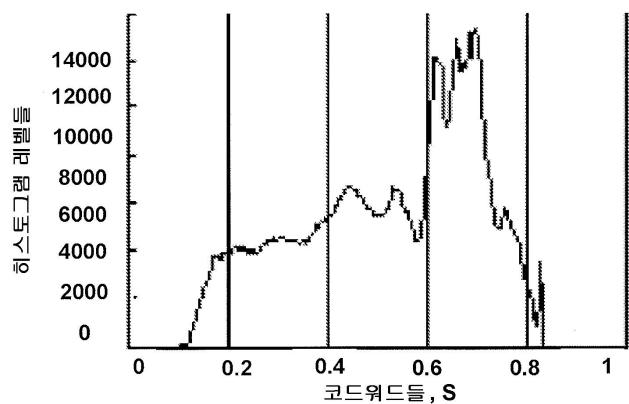
도면25a



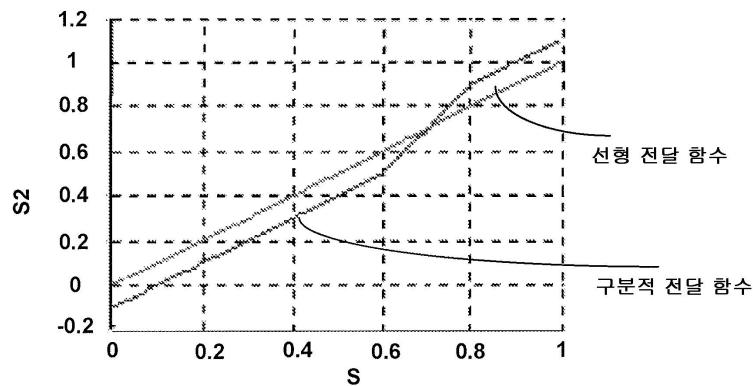
도면25b



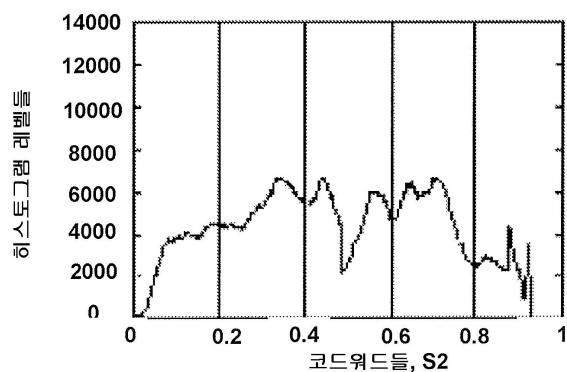
도면26a



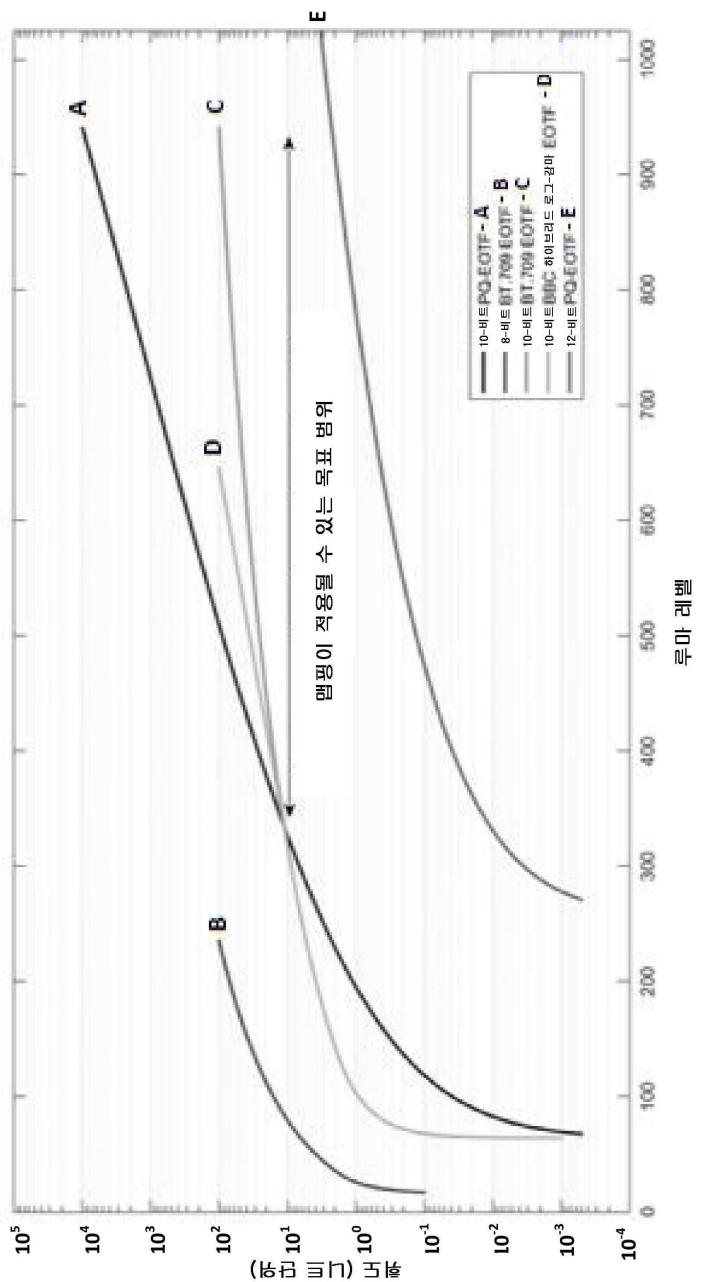
도면26b



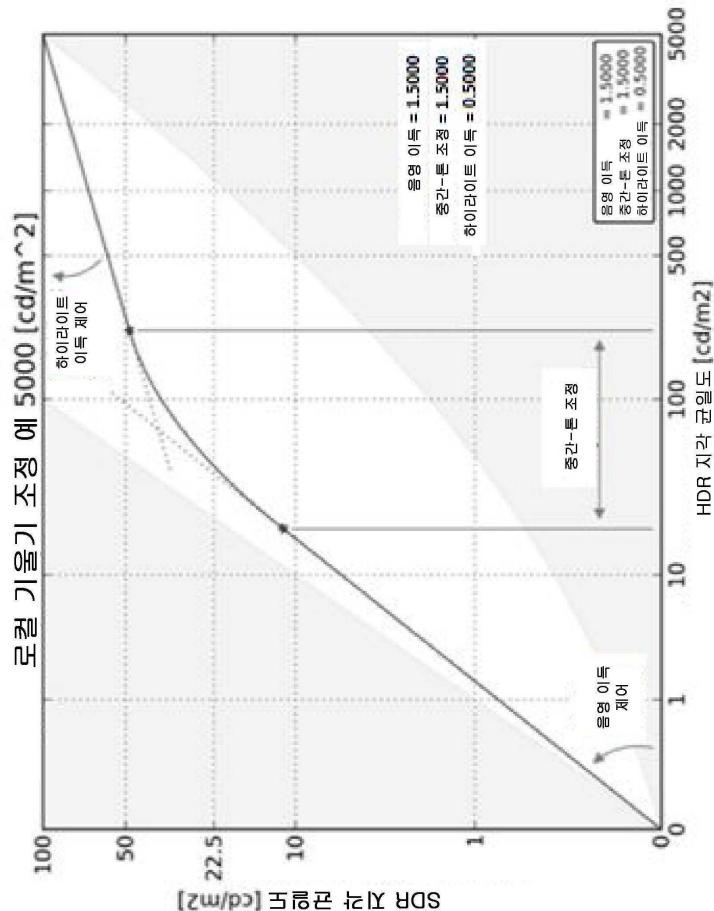
도면26c



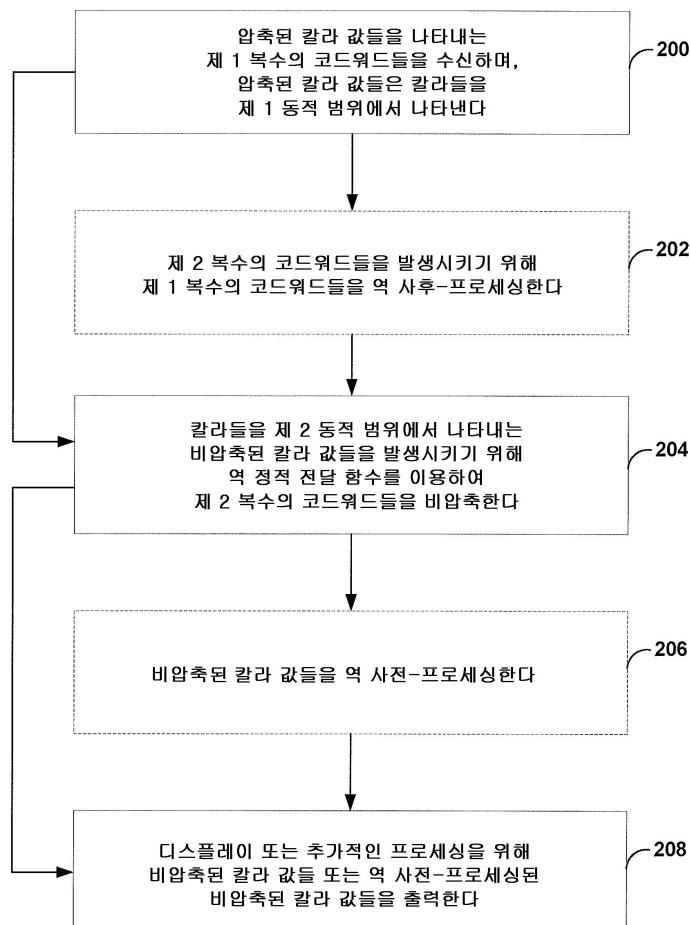
도면27



도면28



도면29



도면30

