



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0079624
(43) 공개일자 2015년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. C1.)	(71) 출원인
HO4N 19/85 (2014.01) HO4N 19/186 (2014.01)	마이크로소프트 테크놀로지 라이센싱, 엘엘씨
HO4N 19/46 (2014.01) HO4N 19/86 (2014.01)	미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원
HO4N 19/88 (2014.01)	마이크로소프트 웨이
(52) CPC특허분류	(72) 발명자
HO4N 19/85 (2015.01)	설리번 개리 제이
HO4N 19/186 (2015.01)	미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로
(21) 출원번호 10-2015-7010297	소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마
(22) 출원일자(국제) 2013년10월18일	이크로소프트 코포레이션
심사청구일자 없음	말바르 헨리케 사르데토
(85) 번역문제출일자 2015년04월21일	미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/065754	소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마
(87) 국제공개번호 WO 2014/066182	이크로소프트 코포레이션
국제공개일자 2014년05월01일	우 용준
(30) 우선권주장	미국 워싱턴주 98052-6399 레드몬드 원 마이크로
61/717,097 2012년10월22일 미국(US)	소프트 웨이 엘씨에이 - 인터내셔널 페이턴츠 마
14/027,028 2013년09월13일 미국(US)	이크로소프트 코포레이션
	(74) 대리인
	제일특허법인

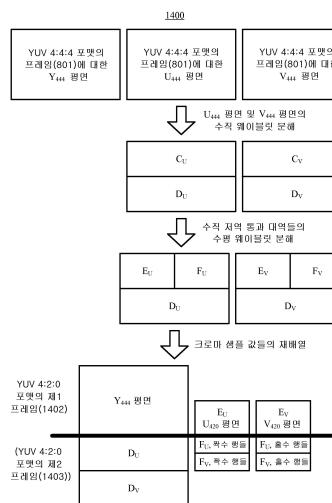
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 고해상도 크로마 샘플링 포맷들의 프레임 팩킹 및 언팩킹을 위한 대역 분리 필터링/역필터링 기법

(57) 요 약

YUV 4:4:4와 같은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 비디오 프레임을 YUV 4:2:0과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로 팩킹할 때, 컴퓨팅 장치는 고해상도 프레임의 크로마 성분들의 샘플 값들에 대해 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링)을 수행하여, 다수의 대역의 샘플 값들을 생성한다. 장치는 대역들의 샘플 값들을 저해상도 프레임들의 부분들에 할당한다. 대응하는 언팩킹 동작들 동안, 컴퓨팅 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 부분들을 다수의 대역의 샘플 값들에 할당한다. 장치는 대역들의 샘플 값들에 대해 웨이블릿 재구성(또는 다른 대역 분리 역필터링)을 수행하여, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임의 크로마 성분들의 샘플 값들을 생성한다. 대역 분리 필터링은 저해상도 프레임들로 팩킹된 크로마 성분들의 인코딩 동안 왜곡이 발생한 때 재구성의 품질 개선을 도울 수 있다.

대 표 도 - 도14



(52) CPC특허분류

HO4N 19/46 (2015.01)

HO4N 19/86 (2015.01)

HO4N 19/88 (2015.01)

명세서

청구범위

청구항 1

고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 팩킹하는 단계

를 포함하고,

상기 팩킹하는 단계는

상기 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임의 크로마 성분의 샘플 값에 대해 대역 분리 필터링을 수행하여 복수의 대역의 샘플 값을 생성하는 단계와,

상기 복수의 대역의 상기 샘플 값을 상기 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임의 부분에 할당하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 팩킹하는 단계 후에, 상기 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임을 인코딩하는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 대역 분리 필터링은 3 대역 웨이블릿 분해 또는 4 대역 웨이블릿 분해인

방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 대역 분리 필터링은 리프팅을 사용하고/하거나, 상기 복수의 대역의 상기 샘플 값 중 적어도 일부를 클리핑하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

적용되는 필터링의 타입과,

적용되는 필터링의 필터링 위상

중 하나 이상을 나타내는 메타데이터를 시그널링하는 단계

를 더 포함하는

방법.

청구항 6

방법을 수행하도록 적응되는 컴퓨팅 장치로서,

상기 방법은

저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 언팩킹하는 단계

를 포함하고,

상기 언팩킹하는 단계는

상기 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임의 부분을 복수의 대역의 샘플 값에 할당하는 단계와,

상기 복수의 대역의 상기 샘플 값에 대해 대역 분리 역필터링을 수행하여 상기 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임의 크로마 성분의 샘플 값을 생성하는 단계

를 포함하는 컴퓨팅 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 방법은

상기 언팩킹하는 단계 전에, 상기 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임을 디코딩하는 단계

를 더 포함하는 컴퓨팅 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 대역 분리 역필터링은 3 대역 웨이블릿 재구성 또는 4 대역 웨이블릿 재구성인

컴퓨팅 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 방법은

적용되는 필터링의 타입과,

적용되는 필터링의 필터링 위상

중 하나 이상을 나타내는 메타데이터를 수신하는 단계

를 더 포함하는 컴퓨팅 장치.

청구항 10

방법을 수행하도록 적응되는 컴퓨팅 장치로서,

상기 방법은

고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 팩킹하는 단계 - 상기 고해상도 크로마 샘플링 포맷은 4:4:4 포맷, 4:2:2 포맷 또는 4:2:0 포맷이고, 상기 저해상도 크로마 샘플링 포맷은 상기 고해상도 크로마 샘플링 포맷보다 낮은 4:2:2 포맷, 4:2:0 포맷 또는 4:0:0 포맷임 -

를 포함하고,

상기 팩킹하는 단계는

상기 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임의 크로마 성분의 샘플 값에 대해 웨이블릿 분해를 수행하여 복수의 대역의 샘플 값을 생성하는 단계와,

상기 복수의 대역의 상기 샘플 값을 상기 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 상기 하나 이상의 프레임의 부분에 할당하는 단계

를 포함하는 컴퓨팅 장치.

발명의 설명

배경기술

[0001] 엔지니어들은 (소스 코딩 또는 소스 인코딩이라고도 지칭되는) 압축을 이용하여 디지털 비디오의 비트 레이트를 줄인다. 압축은 비디오 정보를 더 낮은 비트 레이트의 형태로 변환함으로써 정보를 저장 및 송신하는 비용을 줄인다. (디코딩이라고도 지칭되는) 압축 해제는 압축된 형태로부터 본래의 정보의 버전을 재구성한다. "코덱"은 인코더/디코더 시스템이다.

[0002] 지난 20년에 걸쳐, ITU-T H.261, H.262 (MPEG-2 또는 ISO/IEC 13818-2), H.263 및 H.264(MPEG-4 AVC 또는 ISO/IEC 14496-10) 표준들 및 MPEG-1(ISO/IEC 11172-2), MPEG-4 Visual(ISO/IEC 14496-2) 및 SMPTE 421M 표준들을 포함하는 다양한 비디오 코덱 표준들이 채택되어 왔다. 더 최근에는, HEVC 표준(ITU-T H.265 또는 ISO/IEC 23008-2) 개발되어 왔다. 예를 들어, HEVC 표준의 드래프트 버전 JCTVC-I1003 - "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 7," JCTVC-I1003_d5, 9th meeting, Geneva, April 2012를 참고한다. 통상적으로, 비디오 코덱 표준은 인코딩된 비디오 비트스트림의 신택스에 대한 옵션들을 정의하여, 인코딩 및 디코딩에서 특정 특징들이 사용될 때 비트스트림 내의 파라미터들을 상술한다. 많은 경우에, 비디오 코덱 표준은 디코더가 디코딩에서 적합한 결과들을 달성하기 위해 수행해야 하는 디코딩 동작들에 대한 상세들도 제공한다. 코덱 표준들 외에도, 다양한 독점 코덱 포맷들은 인코딩된 비디오 비트스트림의 신택스에 대한 다른 옵션들 및 대응하는 디코딩 동작들을 정의한다.

[0003] 카메라, 애니메이션 출력, 스크린 캡처 모듈 등과 같은 비디오 소스는 통상적으로 YUV 4:4:4 크로마 샘플링 포맷과 같은 포맷으로 변환되는 비디오를 제공한다. YUV 포맷은 근사 희도 값들을 나타내는 샘플 값들을 갖는 루마(또는 Y) 성분은 물론, 컬러 차이 값들을 나타내는 샘플 값들을 갖는 다수의 크로마(또는 U 및 V) 성분을 포함한다. YUV 4:4:4 포맷에서, 크로마 정보는 루마 정보와 동일한 공간 해상도로 표현된다.

[0004] 많은 상용 비디오 인코더들 및 디코더들은 YUV 4:2:0 크로마 샘플링 포맷만을 지원한다. YUV 4:2:0 포맷은 YUV 4:4:4 포맷에 비해 크로마 정보를 서브샘플링하는 포맷이며, 따라서 크로마 해상도는 수평 및 수직 양자에서 루마 해상도의 절반이다. 설계 원리로서, 인코딩/디코딩을 위해 YUV 4:2:0 포맷을 사용하기 위한 결정은 자연적인 카메라 캡처 비디오 콘텐츠의 인코딩/디코딩과 같은 대부분의 사용 예들의 경우에 관찰자들이 통상적으로 YUV 4:2:0 포맷으로 인코딩/디코딩된 비디오와 YUV 4:4:4 포맷으로 인코딩/디코딩된 비디오 간의 많은 시각적 차이를 인식하지 못한다는 것을 전제 조건으로 한다. 따라서, 프레임당 더 적은 샘플들을 갖는 YUV 4:2:0 포맷에 대한 압축 장점들은 강력하다. 그러나, 비디오가 더 풍부한 컬러 정보를 갖고, 더 높은 컬러 충실도가 정당화될 수 있는 일부 사용 예들이 존재한다. 그러한 사용 예들에서는, YUV 4:4:4 및 YUV 4:2:0 크로마 샘플링 포맷들 간의 차이들이 관찰자들에 의해 더 쉽게 인식된다. 예를 들어, 컴퓨터 스크린 텍스트 콘텐츠, 인위적인 하드 애지를 갖는 경계들을 갖는 애니메이션 비디오 콘텐츠 또는 더 일반적으로는 (스크롤링 타이틀 및 하드 애지를 갖는 그래픽, 또는 크로마 채널들 내에 집중된 정보를 갖는 비디오와 같은) 비디오 콘텐츠의 소정 특징들

의 인코딩/디코딩을 위해, 4:4:4 포맷이 4:2:0 포맷보다 바람직할 수 있다. 4:4:4 포맷에서의 인코딩 및 디코딩을 지원하는 스크린 캡처 코덱들이 이용 가능하지만, (특히, 하드웨어 코덱 구현들과 관련하여) 4:4:4 포맷들을 지원하는 코덱들에 대한 광범위한 지원의 부재가 이러한 사용 예들에 대한 장애물이다.

발명의 내용

[0005] 발명의 요약

요컨대, 상세한 설명은 인코딩을 위해 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 비디오 프레임들을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 비디오 프레임들로 프레임 팩킹함에 있어서의 혁신들을 설명한다. 예를 들어, 고해상도 크로마 샘플링 포맷은 YUV 4:4:4 포맷이고, 저해상도 크로마 샘플링 포맷은 YUV 4:2:0 포맷이다. 디코딩 후에, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 비디오 프레임들을 언팩킹하여 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 비디오 프레임들을 재구성 할 수 있다. 이러한 방식으로, 저해상도 크로마 샘플링 포맷에서 동작하는 가용 인코더들 및 디코더들을 사용하면서도 고해상도 크로마 정보를 유지할 수 있다.

예를 들어, 컴퓨팅 장치가 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 팩킹한다. 팩킹의 일부로서, 컴퓨팅 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들에 대해 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링)를 수행하여 다수의 대역의 샘플 값들을 생성한다. 이어서, 컴퓨팅 장치는 다수의 대역의 샘플 값들을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 부분들에 할당한다.

다른 예로서, 컴퓨팅 장치가 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 언팩킹한다. 언팩킹의 일부로서, 컴퓨팅 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 부분들을 다수의 대역의 샘플 값들에 할당한다. 이어서, 컴퓨팅 장치는 다수의 대역의 샘플 값들에 대해 웨이블릿 재구성(또는 다른 대역 분리 역필터링)을 수행하여 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들을 생성한다.

팩킹 또는 언팩킹은 방법의 일부로서, 방법을 수행하도록 적응되는 컴퓨팅 장치의 일부로서 또는 컴퓨팅 장치로 하여금 방법을 수행하게 하기 위한 컴퓨터 실행 가능 명령어들을 저장하는 유형의 컴퓨터 판독 가능 매체의 일부로서 구현될 수 있다.

본 발명의 상기 및 다른 목적들, 특징들 및 장점들은 첨부 도면들을 참조하여 진행되는 아래의 상세한 설명으로부터 더 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 컴퓨팅 시스템의 도면이다.

도 2a 및 2b는 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 네트워크 환경들의 도면들이다.

도 3은 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 범용 프레임 팩킹/언팩킹 시스템의 도면이다.

도 4는 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 인코더 시스템의 도면이다.

도 5는 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 디코더 시스템의 도면이다.

도 6은 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 비디오 인코더의 도면이다.

도 7은 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 비디오 디코더의 도면이다.

도 8은 프레임들의 공간 패티셔닝을 이용하는 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법을 나타내는 도면이다.

도 9는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 크로마 성분 평면들의 행들을 하나 걸러 복사하는 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법을 나타내는 도면이다.

도 10은 도 9의 접근 방법에 따라 팩킹된 예시적인 프레임들을 나타내는 도면이다.

도 11은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 크로마 성분 평면들의 열들을 하나 걸러 복사하는 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법을 나타내는 도면이다.

도 12는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 프레임 팩킹을 위한 범용 기술을 나타내는 흐름도이다.

도 13은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 프레임 언팩킹을 위한 범용 기술을 나타내는 흐름도이다.

도 14는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 크로마 성분 평면들의 3 대역 웨이블릿 분해에 있어서의 수직 필터링에 이어지는 수평 필터링을 이용하는 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법을 나타내는 도면이다.

도 15는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 크로마 성분 평면들의 3 대역 웨이블릿 분해에 있어서의 수평 필터링에 이어지는 수직 필터링을 이용하는 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법을 나타내는 도면이다.

도 16a 및 16b는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 크로마 성분 평면들의 4 대역 웨이블릿 분해에 있어서의 수직 필터링에 이어지는 수평 필터링에 이어지는 수직 필터링을 이용하는 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법들을 나타내는 도면이다.

도 17은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들에 대한 프레임 팩킹을 위한 범용 기술을 나타내는 흐름도이며, 여기서 프레임 팩킹은 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 포함한다.

도 18은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들에 대한 프레임 언팩킹을 위한 범용 기술을 나타내는 흐름도이며, 여기서 프레임 팩킹은 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 포함한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 통상적으로, 카메라, 애니메이션 출력, 스크린 캡처 모듈 등과 같은 비디오 소스는 YUV 4:4:4 크로마 샘플링 포맷(더 일반적으로는 4:4:4 포맷의 일례)과 같은 포맷으로 변환되는 비디오를 제공한다. YUV 포맷은 근사 휘도 값들을 나타내는 샘플 값들을 갖는 루마(또는 Y) 성분은 물론, 컬러 차이 값들을 나타내는 샘플 값들을 갖는 다수의 크로마(또는 U 및 V) 성분을 포함한다. 컬러 차이 값들(및 YUV 컬러 공간으로의 변환 동작/YUV 컬러 공간으로부터 RGB와 같은 다른 컬러 공간으로의 변환 동작)의 정확한 정의들은 구현에 의존한다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 YUV는 루마(또는 휘도) 성분 및 하나 이상의 크로마(또는 채도) 성분을 갖는 임의의 컬러 공간을 나타내며, Y'UV, YIQ, Y'IQ 및 YDbDr은 물론, YCbCr 및 YCoCg와 같은 변형들도 포함한다. 사용되는 성분 신호 척도들은 (일반적으로 "감마 사전 보상"으로 알려지고, 종종 프라임 심별을 이용하여 표시되는(프라임 심별은 종종 인쇄의 편의를 위해 생략됨)) 비선형 전달 특성 함수의 적용을 통해 조정될 수 있다. 또는, 성분 신호 척도들은 광 진폭과 선형 관계를 갖는 도메인 내에 존재할 수 있다. 루마 및 크로마 성분 신호들은 인간 시각 시스템의 휘도 및 컬러의 인식과 양호하게 정렬될 수 있거나, 루마 및 크로마 성분 신호들은 (예를 들어, 컬러 성분 값들의 계산을 간소화하는 공식들을 적용하는 YCoCg 변형에서와 같이) 그러한 척도들로부터 다소 벗어날 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 YUV 포맷들의 예들은 ITU-R BT.601, ITU-R BT.709 및 ITU-R BT.2020으로 알려진 국제 표준들에서 설명된 것들을 포함한다. 크로마 샘플 타입들의 예들은 H.264/AVC 표준의 도 E-1에 도시된다. 4:4:4 포맷은 YUV 4:4:4 포맷, 또는 RGB 또는 GBR과 같은 다른 컬러 공간에 대한 포맷일 수 있다.

[0013] 많은 상용 비디오 인코더들 및 디코더들은 YUV 4:2:0 크로마 샘플링 포맷(더 일반적으로는 4:2:0 포맷의 일례)만을 지원한다. YUV 4:2:0은 최대 해상도 크로마 정보를 유지하는 (즉, 크로마 정보를 루마 정보와 동일한 해상도로 표현하는) YUV 4:4:4 포맷에 비해 크로마 정보를 서브샘플링하는 포맷이다. 설계 원리로서, 인코딩/디코딩을 위해 YUV 4:2:0 포맷을 사용하기 위한 결정은 자연적인 카메라 캡처 비디오 콘텐츠의 인코딩/디코딩과 같은 대부분의 사용 예들의 경우에 관찰자들이 통상적으로 YUV 4:2:0 포맷으로 인코딩/디코딩된 비디오와 YUV 4:4:4 포맷으로 인코딩/디코딩된 비디오 간의 많은 시각적 차이를 인식하지 못한다는 것을 전제 조건으로 한다. 따라서, 프레임당 더 적은 샘플들을 갖는 YUV 4:2:0 포맷에 대한 압축 장점들은 강력하다.

[0014] 그러나, 2개의 포맷 간의 차이들이 관찰자들에 의해 더 쉽게 인식되는 일부 사용 예들이 존재한다. 예를 들어, 컴퓨터 스크린 텍스트 콘텐츠(특히, ClearType 기술을 이용하여 렌더링된 텍스트), 인위적인 하드 에지를 갖는 경계들을 갖는 애니메이션 비디오 콘텐츠 또는 더 일반적으로는 (스크롤링 타이틀 및 하드 에지를 갖는 그래픽, 또는 크로마 채널들 내에 집중된 정보를 갖는 비디오와 같은) 비디오 콘텐츠의 소정 특징들의 인코딩/디코딩을 위해, 4:4:4 포맷이 4:2:0 포맷보다 바람직할 수 있다. (특히, 하드웨어 코덱 구현들과 관련하여) 4:4:4 포맷들을 지원하는 비디오 코덱들에 대한 광범위한 지원의 부재가 이러한 사용 예들에 대한 장애물이다.

[0015] 상세한 설명은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로의 팩킹을 위한 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링)에 대한 다양한 접근 방법들을 설명한다. 이어서, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들은 저해상도 크로마 샘플링 포맷을 위해 설계된 인코더를 이용하여 인코딩될 수

있다. (저해상도 크로마 샘플링 포맷을 위해 설계된 디코더를 이용하는) 디코딩 후에, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들은 추가 처리 및 표시를 위해 출력될 수 있다. 또는, 그러한 디코딩 후에, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들이 출력 및 표시를 위해 웨이블릿 재구성(또는 다른 대역 분리 역필터링)을 포함하는 프레임 언팩킹을 통해 복구될 수 있다. 많은 예에서, 이러한 접근 방법들은 저해상도 크로마 샘플링 포맷에 적합한 상용 코덱들을 이용하면서 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로부터의 크로마 정보를 유지함으로써 종래의 접근 방법들의 단점들을 줄인다. 특히, 특수화 및 전용화된 하드웨어를 갖는 광범위하게 이용 가능한 코덱들은 YUV 4:2:0 비디오 프레임들로 팩킹된 YUV 4:4:4 비디오 프레임들에 대해 더 낮은 전력 소비를 갖는 더 빠른 인코딩/디코딩을 제공할 수 있다.

[0016] 설명되는 접근 방법들은 인코딩/디코딩이 하나의 크로마 샘플링 포맷을 사용할 때 다른 크로마 샘플링 포맷의 프레임들에 대한 크로마 정보를 유지하는 데 사용될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 일부 예들은 YUV 4:2:0 포맷에 적합한 코덱을 이용하는 인코딩/디코딩을 위한 YUV 4:4:4 포맷의 프레임들의 프레임 팩킹/언팩킹을 포함한다. 본 명세서에서 설명되는 다른 예들은 YUV 4:2:0 포맷에 적합한 코덱을 이용하는 인코딩/디코딩을 위한 YUV 4:2:2 포맷의 프레임들의 프레임 팩킹/언팩킹을 포함한다. 더 일반적으로, 설명되는 접근 방법들은 다른 크로마 샘플링 포맷들에 대해 사용될 수 있다. 예를 들어, 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0, 4:1:1, 4:0:0 등과 같은 샘플링 비율들에서의 Y'UV, YIQ, Y'IQ, YDbDr, YCbCr, YCoCg 등과 같은 YUV 컬러 공간들의 변형들에 더하여, 설명되는 접근 방법들은 크로마 샘플링 포맷들로서의 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0, 4:1:1, 4:0:0 등과 같은 샘플링 비율들에서의 RGB, GBR 등과 같은 컬러 공간들에 대해 사용될 수 있다.

[0017] 예시적인 구현들에서, 본 명세서에서 설명되는 혁신들의 특정 양태들은 아래의 양태들을 포함하지만 이에 한정되지 않는다.

[0018] - 4:4:4 프레임을 2개의 4:2:0 프레임으로 팩킹하고 - 여기서, 팩킹은 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링을 포함함) - 4:2:0 포맷을 위해 설계된 비디오 인코더를 이용하여 2개의 4:2:0 프레임을 인코딩하는 양태.

[0019] - 4:2:0 포맷을 위해 설계된 비디오 디코더를 이용하여 인코딩된 프레임들을 디코딩하고, 2개의 디코딩된 4:2:0 프레임을 언팩킹하여, 디코딩된 4:4:4 프레임을 형성하는 양태 - 여기서, 언팩킹은 웨이블릿 재구성(또는 다른 대역 분리 역필터링)을 포함함.

[0020] - 2개의 4:2:0 프레임 각각에 대한 Y, U 및 V 성분들 사이에 기하학적 대응이 유지되도록 YUV 포맷에 대한 (웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 포함하는) 팩킹을 수행하는 양태.

[0021] - 2개의 4:2:0 프레임 중 하나(주요 뷰)가 저해상도의 크로마 성분들을 갖지만 4:4:4 프레임에 의해 표현되는 완전한 장면을 표현하는 반면에 나머지 4:2:0 프레임(보조 뷰)이 나머지 크로마 정보를 팩킹하도록 YUV 포맷에 대한 (웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 포함하는) 팩킹을 수행하는 양태.

[0022] - 일 타입의 보완 향상 정보("SEI") 메시지 또는 메타데이터를 이용하여 2개의 4:2:0 프레임에 대한 프레임 팩킹에 있어서의 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링)의 사용의 표시를 시그널링하고, 따라서 이러한 SEI 메시지를 처리하는 디코더가 장면을 표현하는 (웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링 후의) 4:4:4 프레임 또는 4:2:0 프레임을 출력할 수 있는 양태.

[0023] - (2개의 4:2:0 프레임 중에서) 하나의 4:2:0 프레임만이 최종 표시를 위해 사용될 때 YUV 포맷에 대한 최종 표시 프레임의 품질을 향상시킬 수 있는 (웨이블릿 분해/재구성 또는 다른 대역 분리 필터링/역필터링과 같은) 전처리 및 후처리 동작들. 그러한 전처리 및 후처리 동작들과 관련하여, 4:2:0 프레임들은 전처리 및 후처리 동작들에서의 크로마 정보의 손실을 방지하기 위해 인코딩/디코딩을 위한 더 큰 비트 깊이를 가질 수 있다.

[0024] - 4:2:2 프레임을 (2개 이하의) 4:2:0 프레임으로 팩킹하고 - 여기서, 팩킹은 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 포함함 - 4:2:0 포맷을 위해 설계된 비디오 인코더를 이용하여 4:2:0 프레임들을 인코딩하는 양태.

[0025] - 4:2:0 포맷을 위해 설계된 비디오 디코더를 이용하여 인코딩된 프레임들을 디코딩하고, 디코딩된 4:2:0 프레임들을 언팩킹하여, 디코딩된 4:2:2 프레임을 형성하는 양태 - 여기서, 언팩킹은 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 포함함.

[0026] 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지들을 이용하는 특정한 예시적인 구현들에서, 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지의 정의는 명목상 4:2:0 비트스트림 내에 4:4:4 콘텐츠를 표현하는 것을 지원하도록 확장된다. 일부 예들에서는, 하나의 구성 프레임이 (예를 들어, 상하 팩킹 또는 교대 프레임 코딩 스Kim에서) 통상의 4:2:0 이미지로서 적절히 디

코딩될 수 있거나, 다른 구성 프레임으로부터의 데이터로 보완되어 완전한 4:4:4 이미지 표현을 형성할 수 있다. YUV 4:2:0은 (특히, 하드웨어 코덱 구현들과 관련된) 제품들에서 가장 광범위하게 지원되는 포맷으로, 그러한 디코더들을 통해 YUV 4:4:4 콘텐츠를 전달하는 효과적인 방법을 갖는 것은 (특히, 스크린 콘텐츠 코딩을 위한) YUV 4:4:4 능력들의 광범위한 단기 전개를 가능하게 하는 실질적인 이익을 제공할 수 있다. 예시적인 구현들에서, 4:4:4 프레임의 샘플들은 2개의 4:2:0 프레임으로 팩킹되며, 2개의 4:2:0 프레임은 프레임 팩킹 배열의 구성 프레임들로서 인코딩된다. 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지를 사용하는 구현들에 대해, content_interpretation_type 선택스 요소의 시맨틱스는 이러한 사용을 시그널링하도록 확장된다. content_interpretation_type 선택스 요소는 팩킹 배열을 이용하여 팩킹되는 데이터를 어떻게 해석할지를 시그널링하며, 팩킹 배열을 위한 프레임 구성은 상이한 선택스 요소를 이용하여 시그널링된다. 본 명세서에서 설명되는 일부 접근 방법들은 스크린 콘텐츠를 포함하는 응용들에 대해 높은 실용 가치를 갖는다. 또한, 고유 4:4:4 인코딩에 비해, 본 명세서에서 설명되는 일부 접근 방법들은 디코딩 제품들에서 더 광범위하게 지원될 것으로 예상되는 통상의 4:2:0 디코딩 프로세스와의 호환성의 장점을 제공할 수 있다.

[0027] 고해상도 크로마 샘플링 포맷들에 대한 프레임 팩킹 및 언팩킹의 추가적인 혁신 양태들도 설명된다. 설명되는 기술들은 비디오 코딩/디코딩이 아닌 다른 추가 응용들, 예를 들어 정지 이미지 코딩, 의료 스캔 콘텐츠 코딩, 다중 스펙트럼 이미지 콘텐츠 코딩 등에 적용될 수 있다. 본 명세서에서 설명되는 동작들은 곳곳에서 인코더(예로서, 비디오 인코더) 또는 디코더(예로서, 비디오 디코더)에 의해 수행되는 것으로 설명되지만, 많은 예에서 동작들은 대안으로서 다른 타입의 미디어 처리 도구에 의해 수행될 수 있다.

[0028] 본 명세서에서 설명되는 혁신들 중 일부는 HEVC 표준에 고유한 선택스 요소들 및 동작들을 참조하여 설명된다. 예를 들어, HEVC 표준의 드래프트 버전 JCTVC-I1003 - "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 7," JCTVC-I1003_d5, 9th meeting, Geneva, April 30 2012 -을 참조한다. 본 명세서에서 설명되는 혁신들은 다른 표준들 또는 포맷들에 대해서도 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에서 설명되는 혁신들은 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지들을 이용하는 H.264/AVC 표준에 대해 구현될 수 있다.

[0029] 더 일반적으로, 본 명세서에서 설명되는 예들에 대한 다양한 대안들이 가능하다. 예를 들어, 본 명세서에서 설명되는 방법들 중 임의의 방법은 설명되는 방법 단계들의 순서를 변경함으로써, 소정의 방법 단계들을 분할, 반복 또는 생략함으로써 또는 기타 등등에 의해 변경될 수 있다. 개시되는 기술의 다양한 양태들은 결합하여 또는 개별적으로 이용될 수 있다. 상이한 실시예들은 설명되는 혁신들 중 하나 이상을 이용한다. 본 명세서에서 설명되는 혁신들 중 일부는 배경기술에서 설명된 문제들 중 하나 이상을 해결한다. 통상적으로, 주어지는 기술/도구는 모든 그러한 문제들을 해결하지는 않는다.

I. 예시적인 컴퓨팅 시스템들

[0030] 도 1은 설명되는 여러 혁신을 구현할 수 있는 적절한 컴퓨팅 시스템(100)의 일반 예를 도시한다. 컴퓨팅 시스템(100)은 이용 또는 기능의 범위에 대한 임의의 한정을 암시하는 것을 의도하지 않는데, 그 이유는 혁신들이 다양한 범용 또는 특수 목적 컴퓨팅 시스템들에서 구현될 수 있기 때문이다.

[0031] 도 1을 참조하면, 컴퓨팅 시스템(100)은 하나 이상의 처리 유닛(110, 115) 및 메모리(120, 125)를 포함한다. 도 1에서, 이러한 가장 기본적인 구성(130)은 접선 내에 포함된다. 처리 유닛들(110, 115)은 컴퓨터 실행 가능 명령어들을 실행한다. 처리 유닛은 범용 중앙 처리 유닛("CPU"), 주문형 접속 회로 내의 프로세서 또는 임의의 다른 타입의 프로세서일 수 있다. 다중 처리 시스템에서는, 처리 능력을 향상시키기 위해 다수의 처리 유닛이 컴퓨터 실행 가능 명령어들을 실행한다. 예를 들어, 도 1은 중앙 처리 유닛(110)은 물론, 그래픽 처리 유닛 또는 공동 처리 유닛(115)도 도시한다. 유형의 메모리(120, 125)는 처리 유닛(들)에 의해 액세스될 수 있는 휠발성 메모리(예로서, 레지스터, 캐시, RAM), 비휘발성 메모리(예로서, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 등) 또는 이를 양자의 소정 결합일 수 있다. 메모리(120, 125)는 고해상도 크로마 샘플링 포맷들에 대한 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링)를 이용하는 프레임 팩킹 및/또는 웨이블릿 재구성(또는 다른 대역 분리 역필터링)을 이용하는 언팩킹을 위한 하나 이상의 혁신을 구현하는 소프트웨어(180)를 처리 유닛(들)에 의한 실행에 적합한 컴퓨터 실행 가능 명령어들의 형태로 저장한다.

[0032] 컴퓨팅 시스템은 추가 특징들을 가질 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템(100)은 저장 장치(140), 하나 이상의 입력 장치(150), 하나 이상의 출력 장치(160) 및 하나 이상의 통신 접속(170)을 포함한다. 버스, 제어기 또는 네트워크와 같은 상호접속 메커니즘(도시되지 않음)이 컴퓨팅 시스템(100)의 컴퓨팅 시스템(100)에서 실행되는 다른 소프트웨어에 대한 운영 환경을 제공하며, 컴퓨팅 시스템(100)의 컴퓨팅 시스템(100)의 활동들을 조정한다.

[0034]

유형의 저장 장치(140)는 이동식 또는 비이동식일 수 있으며, 자기 디스크, 자기 테이프 또는 카세트, CD-ROM, DVD, 또는 비일시적인 방식으로 정보를 저장하는 데 사용될 수 있고 컴퓨팅 시스템(100) 내에서 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함한다. 저장 장치(140)는 고해상도 크로마 샘플링 포맷들에 대한 웨이블릿 분해(또는 다른 대역 분리 필터링)를 이용하는 프레임 팩킹 및/또는 웨이블릿 재구성(또는 다른 대역 분리 역필터링)을 이용하는 언팩킹을 위한 하나 이상의 혁신을 구현하는 소프트웨어(180)를 위한 명령어들을 저장한다.

[0035]

입력 장치(들)(150)는 키보드, 마우스, 펜 또는 트랙볼과 같은 터치 입력 장치, 음성 입력 장치, 스캐닝 장치, 또는 컴퓨팅 시스템(100)에 입력을 제공하는 다른 장치일 수 있다. 비디오 인코딩을 위해, 입력 장치(들)(150)는 카메라, 비디오 카드, TV 투너 카드, 또는 아날로그 또는 디지털 형태의 비디오 입력을 수신하는 유사한 장치, 또는 비디오 샘플들을 컴퓨팅 시스템(100) 내로 판독하는 CD-ROM 또는 CD-RW일 수 있다. 출력 장치(들)(160)는 디스플레이, 프린터, 스피커, CD-기록 장치, 또는 컴퓨팅 시스템(100)으로부터 출력을 제공하는 다른 장치일 수 있다.

[0036]

통신 접속(들)(170)은 통신 매체를 통한 다른 컴퓨팅 엔티티로의 통신을 가능하게 한다. 통신 매체는 피변조 데이터 신호 내의 컴퓨터 실행 가능 명령어들, 오디오 또는 비디오 입력 또는 출력, 또는 다른 데이터와 같은 정보를 전달한다. 피변조 데이터 신호는 신호 내에 정보를 인코딩하는 방식으로 신호의 특성들 중 하나 이상이 설정 또는 변경된 신호이다. 한정이 아니라 예로서, 통신 매체는 전기, 광학, RF 또는 다른 캐리어를 사용할 수 있다.

[0037]

혁신들은 일반적으로 컴퓨터 판독 가능 매체와 관련하여 설명될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨팅 환경 내에서 액세스될 수 있는 임의의 이용 가능한 유형의 매체이다. 한정이 아니라 예로서, 컴퓨팅 시스템(100)과 관련하여, 컴퓨터 판독 가능 매체는 메모리(120, 125), 저장 장치(140) 및 임의의 상기한 것들의 결합들을 포함한다.

[0038]

혁신들은 일반적으로 컴퓨팅 시스템 내에서 타겟 실제 또는 가상 프로세서 상에서 실행되는, 프로그램 모듈들 내에 포함되는 것들과 같은 컴퓨터 실행 가능 명령어들과 관련하여 설명될 수 있다. 일반적으로, 프로그램 모듈들은 특정 작업들을 수행하거나 특정 추상 데이터 타입들을 구현하는 루틴, 프로그램, 라이브러리, 객체, 클래스, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. 프로그램 모듈들의 기능은 다양한 실시예들에서 필요에 따라 결합되거나 프로그램 모듈들 사이에 분할될 수 있다. 프로그램 모듈들을 위한 컴퓨터 실행 가능 명령어들은 국지형 또는 분산형 컴퓨팅 시스템 내에서 실행될 수 있다.

[0039]

본 명세서에서 용어 "시스템" 및 "장치"는 교환 가능하게 사용된다. 상황이 명확히 달리 나타내지 않는 한, 어느 용어도 컴퓨팅 시스템 또는 컴퓨팅 장치의 타입에 대한 어떠한 한정도 암시하지 않는다. 일반적으로, 컴퓨팅 시스템 또는 컴퓨팅 장치는 국지형 또는 분산형일 수 있으며, 특수 목적 하드웨어 및/또는 범용 하드웨어와 본 명세서에서 설명되는 기능을 구현하는 소프트웨어의 임의의 결합을 포함할 수 있다.

[0040]

개시되는 방법들은 개시되는 방법들 중 임의의 방법을 수행하도록 구성되는 특수 컴퓨팅 하드웨어를 이용하여 구현될 수도 있다. 예를 들어, 개시되는 방법들은 개시되는 방법들 중 임의의 방법을 구현하도록 특별히 설계 또는 구성되는 집적 회로(예로서, 주문형 집적 회로("ASIC"))(예로서, ASIC 디지털 신호 처리 유닛("DSP"), 그래픽 처리 유닛("GPU") 또는 프로그래밍 가능 논리 장치("PLD"), 예를 들어 필드 프로그래머블 게이트 어레이 ("FPGA") 등))에 의해 구현될 수 있다.

[0041]

설명을 위해, 상세한 설명은 "결정" 및 "사용"과 같은 용어들을 이용하여 컴퓨팅 시스템에서의 컴퓨터 동작들을 설명한다. 이러한 용어들은 컴퓨터에 의해 수행되는 동작들에 대한 하이 레벨 추상화들이며, 사람에 의해 수행되는 행위들과 혼동되지 않아야 한다. 이러한 용어들에 대응하는 실제의 컴퓨터 동작들은 구현에 따라 달라진다.

[0042]

II. 예시적인 네트워크 환경들

[0043]

도 2a 및 2b는 비디오 인코더들(220) 및 비디오 디코더들(270)을 포함하는 예시적인 네트워크 환경들(201, 202)을 나타낸다. 인코더들(220) 및 디코더들(270)은 적절한 통신 프로토콜을 이용하여 네트워크(250)를 통해 접속된다. 네트워크(250)는 인터넷 또는 다른 컴퓨터 네트워크를 포함할 수 있다.

[0044]

도 2a에 도시된 네트워크 환경(201)에서, 각각의 실시간 통신("RTC") 도구(210)는 양방향 통신을 위해 인코더(220) 및 디코더(270) 양자를 포함한다. 주어진 인코더(220)는 SMPTE 421M 표준, (H.264/AVC로도 알려진) ISO/IEC 14496-10 표준, H.265/HEVC 표준, 다른 표준 또는 독점 포맷을 따르는 출력을 생성할 수 있으며, 대응

하는 디코더(270)는 인코더(220)로부터 인코딩된 데이터를 수신할 수 있다. 양방향 통신은 비디오 회의, 비디오 전화 통화 또는 다른 양자 통신 시나리오의 일부일 수 있다. 도 2a의 네트워크 환경(201)은 2개의 실시간 통신 도구(210)를 포함하지만, 네트워크 환경(201)은 다자 통신에 관여하는 3개 이상의 실시간 통신 도구(210)를 대신 포함할 수 있다.

[0045] 실시간 통신 도구(210)는 인코더(220)에 의한 인코딩을 관리한다. 도 4는 실시간 통신 도구(210) 내에 포함될 수 있는 예시적인 인코더 시스템(400)을 나타낸다. 대안으로서, 실시간 통신 도구(210)는 다른 인코더 시스템을 사용한다. 실시간 통신 도구(210)는 디코더(270)에 의한 디코딩도 관리한다. 도 5는 실시간 통신 도구(210) 내에 포함될 수 있는 예시적인 디코더 시스템(500)을 나타낸다. 대안으로서, 실시간 통신 도구(210)는 다른 디코더 시스템을 사용한다.

[0046] 도 2b에 도시된 네트워크 환경(202)에서, 인코딩 도구(212)는 디코더들(270)을 포함하는 다수의 재생 도구(214)로 전달하기 위해 비디오를 인코딩하는 인코더(220)를 포함한다. 비디오 감시 시스템, 웹 카메라 모니터링 시스템, 원격 데스크탑 회의 발표 또는 비디오를 인코딩하여 하나의 위치로부터 하나 이상의 다른 위치로 전송하는 다른 시나리오를 위해 단방향 통신이 제공될 수 있다. 도 2b의 네트워크 환경(202)은 2개의 재생 도구(214)를 포함하지만, 네트워크 환경(202)은 더 많거나 적은 재생 도구(214)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 재생 도구(214)는 인코딩 도구(212)와 통신하여, 재생 도구(214)가 수신할 비디오의 스트리밍을 결정한다. 재생 도구(214)는 스트리밍을 수신하고, 수신된 인코딩된 데이터를 적절한 기간 동안 버퍼링하고, 디코딩 및 재생을 시작한다.

[0047] 도 4는 인코딩 도구(212) 내에 포함될 수 있는 예시적인 인코더 시스템(400)을 나타낸다. 대안으로서, 인코딩 도구(212)는 다른 인코더 시스템을 사용한다. 인코딩 도구(212)는 하나 이상의 재생 도구(214)와의 접속을 관리하기 위한 서버측 제어기 논리도 포함할 수 있다. 도 5는 재생 도구(214) 내에 포함될 수 있는 예시적인 디코더 시스템(500)을 나타낸다. 대안으로서, 재생 도구(214)는 다른 디코더 시스템을 사용한다. 재생 도구(214)는 인코딩 도구(212)와의 접속을 관리하기 위한 클라이언트측 제어기 논리도 포함할 수 있다.

III. 예시적인 프레임 팩킹/언팩킹 시스템들

[0048] [0049] 도 3은 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 범용 프레임 팩킹/언팩킹 시스템(300)의 블록도이다.

[0050] 시스템(300)은 4:4:4 포맷과 같은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 소스 프레임들(311)을 생성하는 비디오 소스(310)를 포함한다. 비디오 소스(310)는 카메라, 퓨너 카드, 저장 매체 또는 다른 디지털 비디오 소스일 수 있다.

[0051] 프레임 팩커(315)는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(311)을 재배열하여, 4:2:0 포맷과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 소스 프레임들(316)을 생성한다. (웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 포함하는) 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법들이 아래에 설명된다. 프레임 팩커(315)는 디코딩 후에 프레임 언팩커(385)에 의한 사용을 위해 프레임 팩킹이 수행되었는지 그리고 어떻게 수행되었는지를 나타내는 메타데이터(317)를 시그널링할 수 있다. 프레임 팩킹 배열 메타데이터의 시그널링에 대한 예시적인 접근 방법들이 아래에 설명된다.

[0052] 인코더(340)는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(316)을 인코딩한다. 예시적인 인코더들이 도 4 및 6을 참조하여 아래에 설명된다. 인코더(340)는 저장 장치, 통신 접속, 또는 출력을 위한 다른 채널을 나타내는 채널(350)을 통해 코딩된 데이터(341)를 출력한다.

[0053] 디코더(360)는 인코딩된 데이터(341)를 수신하고, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(316)을 디코딩한다. 예시적인 디코더들이 도 5 및 7을 참조하여 아래에 설명된다. 디코더는 재구성된 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(381)을 출력한다.

[0054] 옵션으로서 프레임 언팩커(385)는 재구성된 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(381)을 재배열하여, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(386)을 재구성한다. (웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 포함하는) 프레임 언팩킹에 대한 예시적인 접근 방법들이 아래에 설명된다. 프레임 언팩커(385)는 프레임 팩킹이 수행되었는지 그리고 어떻게 수행되었는지를 나타내는 메타데이터(317)를 수신하고, 그러한 메타데이터(317)를 이용하여 언팩킹 동작들을 안내할 수 있다. 프레임 언팩커(385)는 재구성된 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들을 출력 목적지(390)로 출력한다.

IV. 예시적인 인코더 시스템들

[0056] 도 4는 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 인코더 시스템(400)의 블록도이다. 인코더 시스템(400)은 실시간 통신을 위한 저지연 인코딩 모드, 트랜스코딩 모드, 및 파일 또는 스트림으로부터의 미디어 재생을 위한 정규 인코딩 모드와 같은 다수의 인코딩 모드 중 임의의 인코딩 모드로 동작할 수 있는 범용 인코딩 도구일 수 있거나, 하나의 그러한 인코딩 모드에 적합한 특수 목적 인코딩 도구일 수 있다. 인코더 시스템(400)은 운영 체제 모듈로서, 애플리케이션 라이브러리의 일부로서 또는 독립 애플리케이션으로서 구현될 수 있다. 일반적으로, 인코더 시스템(400)은 비디오 소스(410)로부터 (4:4:4 포맷과 같은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의) 소스 비디오 프레임들(411)의 시퀀스를 수신하고, 4:2:0 포맷과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷으로의 (웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 포함하는) 프레임 팩킹을 수행하고, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들을 인코딩하고, 인코딩된 데이터를 채널(490)로의 출력으로서 생성한다.

[0057] 비디오 소스(410)는 카메라, 투너 카드, 저장 매체 또는 다른 디지털 비디오 소스일 수 있다. 비디오 소스(410)는 예를 들어 초당 30 프레임의 프레임 레이트로 비디오 프레임들의 시퀀스를 생성한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "프레임"은 일반적으로 소스, 코딩된 또는 재구성된 이미지 데이터를 지칭한다. 프로그레시브-스캔 비디오의 경우, 프레임은 프로그레시브-스캔 비디오 프레임이다. 인터레이싱된 비디오의 경우, 실시예들에서, 인터레이싱된 비디오 프레임은 인코딩 전에 디인터레이싱된다. 대안으로서, 2개의 상보적인 인터레이싱된 비디오 필드가 인터레이싱된 비디오 프레임으로서 또는 개별 필드들로서 인코딩된다. 프로그레시브-스캔 비디오 프레임을 나타내는 것에 더하여, 용어 "프레임"은 단일의 쌍을 이루지 않는 비디오 필드, 비디오 필드들의 상보적인 쌍, 주어진 시간에 비디오 객체를 표현하는 비디오 객체 평면, 또는 더 큰 이미지 내의 관심 영역을 나타낼 수 있다. 비디오 객체 평면 또는 영역은 장면의 다수의 객체 또는 영역을 포함하는 더 큰 이미지의 일부일 수 있다. 캡처 포맷(예로서, RGB 포맷)으로부터의 컬러 공간 변환 후에, 소스 프레임들(411)은 4:4:4 포맷과 같은 고해상도 크로마 샘플링 포맷을 갖는다.

[0058] 프레임 팩커(415)는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(411)을 재배열하여, 4:2:0 포맷과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 소스 프레임들(416)을 생성한다. 프레임 팩킹에 대한 예시적인 접근 방법들이 아래에 설명된다. 프레임 팩커(415)는 디코딩 후에 프레임 언팩커에 의한 사용을 위해 프레임 팩킹이 수행되었는지 그리고 어떻게 수행되었는지를 나타내는 메타데이터(도시되지 않음)를 시그널링할 수 있다. 프레임 팩킹 배열 메타데이터의 시그널링에 대한 예시적인 접근 방법들이 아래에 설명된다. 프레임 팩커(415)는 후술하는 바와 같이 전처리 동작들, 예를 들어 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 수행할 수 있다.

[0059] 다수의 프레임 버퍼 저장 영역(421, 422, ..., 42n)을 포함하는 소스 프레임 임시 메모리 저장 영역(420) 내에 도달 소스 프레임(416)이 저장된다. 프레임 버퍼(421, 422 등)는 소스 프레임 저장 영역(420) 내에 하나의 소스 프레임을 유지한다. 소스 프레임들(416) 중 하나 이상이 프레임 버퍼들(421, 422 등) 내에 저장된 후, 프레임 선택기(430)는 소스 프레임 저장 영역(420)으로부터 개별 소스 프레임을 주기적으로 선택한다. 인코더(440)로의 입력을 위해 프레임 선택기(430)에 의해 프레임들이 선택되는 순서는 비디오 소스(410)에 의해 프레임들이 생성되는 순서와 다를 수 있는데, 예를 들어 선택되는 프레임은 시간상 후방 예측을 용이하게 하기 위해 순서에서 앞설 수 있다.

[0060] 프레임 팩커(415)와 프레임 저장 영역(420)의 순서는 바뀔 수 있다. 인코더(440) 앞에, 인코더 시스템(400)은 인코딩 전에 선택된 프레임(431)의 전처리(예로서, 필터링)를 수행하는 다른 프리-프로세서(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0061] 인코더(440)는 (저해상도 크로마 샘플링 포맷의) 선택된 프레임(431)을 인코딩하여, 코딩된 프레임(441)을 생성하고, 또한 메모리 관리 제어 동작("MMCO") 신호들(442) 또는 기준 픽처 세트("RPS") 정보를 생성한다. 현재 프레임이 인코딩된 최초 프레임이 아닌 경우, 인코더(440)는 그의 인코딩 프로세스를 수행할 때, 디코딩된 프레임 임시 메모리 저장 영역(460)에 저장된 하나 이상의 이전에 인코딩/디코딩된 프레임(469)을 사용할 수 있다. 그러한 저장된 디코딩된 프레임들(469)은 현재 소스 프레임(431)의 콘텐츠의 인터 프레임 예측을 위한 기준 프레임들로서 사용된다. 일반적으로, 인코더(440)는 모션 추정 및 보상, 주파수 변환, 양자화 및 엔트로피 코딩과 같은 인코딩 작업들을 수행하는 다수의 인코딩 모듈을 포함한다. 인코더(440)에 의해 수행되는 정확한 동작들은 압축 포맷에 따라 다를 수 있다. 출력된 인코딩된 데이터의 포맷은 원도 미디어 비디오 포맷, VC-1 포맷, MPEG-x 포맷(예로서, MPEG-1, MPEG-2 또는 MPEG-4), H.26x 포맷(예로서, H.261, H.262, H.263, H.264), HEVC 포맷 또는 다른 포맷일 수 있다. 일반적으로, 인코더(440)는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 인코딩에 적합하다.

[0062] 예를 들어, 인코더(440) 내에서, 인터 코딩된 예측 프레임이 기준 프레임들로부터의 예측과 관련하여 표현된다.

모션 추정기가 하나 이상의 기준 프레임(469)과 관련된 소스 프레임(441)의 샘플들의 세트들의 모션을 추정한다. 샘플들의 세트는 (H.264 표준에서와 같이) 매크로블록, 서브매크로블록 또는 서브매크로블록 파티션 일 수 있거나, (HEVC 표준에서와 같이) 코딩 트리 유닛 또는 예측 유닛일 수 있다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "블록"은 단일 이차원("2D") 어레이 또는 다수의 2D 어레이(예로서, 루마 성분에 대한 하나의 어레이 및 크로마 성분들에 대한 2개의 어레이)일 수 있는 샘플들의 세트를 나타낸다. 다수의 기준 프레임 사용될 때, 다수의 기준 프레임은 상이한 시간 방향들 또는 동일한 시간 방향을 가질 수 있다. 모션 추정기는 엔트로피 코딩되는 모션 벡터 정보와 같은 모션 정보를 출력한다. 모션 보상기는 모션 벡터들을 기준 프레임들에 적용하여, 모션 보상된 예측 값들을 결정한다. 인코더는 (존재할 경우에) 블록의 모션 보상된 예측 값들과 대응하는 본래의 값을 간의 차이들을 결정한다. 이러한 예측 오차 값들(즉, 오차들, 나머지 값들)은 주파수 변환, 양자화 및 엔트로피 인코딩을 이용하여 더 인코딩된다. 유사하게, 인트라 예측을 위해, 인코더(440)는 블록에 대한 인트라 예측 값들을 결정하고, 예측 오차 값들을 결정하고, 예측 오차 값들을 인코딩할 수 있다. 인코더(440)의 엔트로피 코더는 양자화된 변환 계수 값들은 물론, 소정의 보조 정보(예로서, 모션 벡터 정보, QP 값, 모드 결정, 파라미터 선택)도 압축한다. 대표적인 엔트로피 코딩 기술들은 Exp-Golomb 코딩, 산술 코딩, 미분 코딩, Huffman 코딩, 실행 길이 코딩, 가변 길이-가변 길이("V2V") 코딩, 가변 길이-고정 길이("V2F") 코딩, LZ 코딩, 사전 코딩(dictionary coding), 확률 간격 파티셔닝 엔트로피 코딩("PIPE") 및 이들의 결합들을 포함한다. 엔트로피 코더는 상이한 정류의 정보에 대해 상이한 코딩 기술들을 이용할 수 있으며, 특정 코딩 기술 내의 다수의 코드 테이블로부터 선택할 수 있다.

[0063] 코딩된 프레임들(441) 및 MMCO/RPS 정보(442)는 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)에 의해 처리된다. 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)는 디코더의 기능 중 일부, 예를 들어 모션 추정 및 보상에 있어서 인코더(440)에 의해 사용되는 기준 프레임들을 재구성하기 위한 디코딩 작업들을 구현한다. 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)는 MMCO/RPS 정보를 이용하여, 주어진 코딩된 프레임(441)이 인코딩될 후속 프레임들의 인터 프레임 예측에서 기준 프레임으로 사용하기 위해 저장되어야 하는지를 결정한다. MMCO/RPS 정보(442)가 코딩된 프레임(441)이 저장되어야 한다는 것을 나타내는 경우, 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)는 코딩된 프레임(441)을 수신하는 디코더에 의해 수행될 디코딩 프로세스를 모델링하고, 대응하는 디코딩된 프레임(451)을 생성한다. 이를 행함에 있어서, 인코더(440)가 디코딩된 프레임 저장 영역(460)에 저장된 디코딩된 프레임(들)(469)을 사용한 때, 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)는 또한 디코딩 프로세스의 일부로서 저장 영역(460)으로부터의 디코딩된 프레임(들)(469)을 사용한다.

[0064] 디코딩된 프레임 임시 메모리 저장 영역(460)은 다수의 프레임 버퍼 저장 영역(461, 462, ..., 46n)을 포함한다. 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)는 MMCO/RPS 정보(442)를 이용하여, 저장 영역(460)의 콘텐츠를 관리함으로써, 인코더(440)가 더 이상 기준 프레임으로 사용할 필요가 없는 프레임을 갖는 임의의 프레임 버퍼(461, 462 등)를 식별한다. 디코딩 프로세스를 모델링한 후, 디코딩 프로세스 에뮬레이터(450)는 이러한 방식으로 식별된 프레임 버퍼(461, 462 등) 내에 새로 디코딩된 프레임(451)을 저장한다.

[0065] 코딩된 프레임들(441) 및 MMCO/RPS 정보(442)는 또한 임시적인 코딩된 데이터 영역(470) 내에 버퍼링된다. 코딩된 데이터 영역(470) 내에 수집된 코딩된 데이터는 또한 코딩된 비디오 데이터와 관련된 미디어 메타데이터를 (예로서, (프레임 팩킹 배열 SEI 메시지들과 같은) 하나 이상의 SEI 메시지 또는 비디오 이용성 정보("VUI") 메시지들 내의 하나 이상의 파라미터로서) 포함할 수 있다.

[0066] 임시적인 코딩된 데이터 영역(470)으로부터의 수집된 데이터(471)는 채널 인코더(480)에 의해 처리된다. 채널 인코더(480)는 수집된 데이터를 (예를 들어, ISO/IEC 14496-12와 같은 미디어 컨테이너 포맷에 따라) 미디어 스트림으로 전송하기 위해 패킷화할 수 있으며, 이 경우에 채널 인코더(480)는 신택스 요소들을 미디어 전송 스트림의 신택스의 일부로서 추가할 수 있다. 또는, 채널 인코더(480)는 수집된 데이터를 (예로서, ISO/IEC 14496-12와 같은 미디어 컨테이너 포맷에 따라) 파일로서 저장하기 위해 체계화할 수 있으며, 이 경우에 채널 인코더(480)는 신택스 요소들을 미디어 파일의 신택스의 일부로서 추가할 수 있다. 또는, 더 일반적으로, 채널 인코더(480)는 하나 이상의 미디어 시스템 다중화 프로토콜 또는 전송 프로토콜을 구현할 수 있으며, 이 경우에 채널 인코더(480)는 신택스 요소들을 프로토콜(들)의 신택스의 일부로서 추가할 수 있다. 미디어 전송 스트림, 미디어 저장 스트림, 다중화 프로토콜들 또는 전송 프로토콜들에 대한 그러한 신택스 요소들은 프레임 팩킹 배열 메타데이터를 포함할 수 있다. 채널 인코더(480)는 출력에 대한 저장, 통신 접속 또는 다른 채널을 나타내는 채널(490)에 출력을 제공한다.

V. 예시적인 디코더 시스템들

[0068]

도 5는 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 예시적인 디코더 시스템(500)의 블록도이다. 디코더 시스템(500)은 실시간 통신을 위한 저지연 디코딩 모드 및 파일 또는 스트림으로부터의 미디어 재생을 위한 정규 디코딩 모드와 같은 다수의 디코딩 모드 중 임의의 디코딩 모드로 동작할 수 있는 범용 디코딩 도구일 수 있거나, 하나의 그러한 디코딩 모드에 적합한 특수 목적 디코딩 도구일 수 있다. 디코더 시스템(500)은 운영 체제 모듈로서, 애플리케이션 라이브러리의 일부로서 또는 독립 애플리케이션으로서 구현될 수 있다. 일반적으로, 디코더 시스템(500)은 채널(510)로부터 코딩된 데이터를 수신하고, 4:2:0 포맷과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들을 디코딩하고, 옵션으로서 저해상도 크로마 샘플링 포맷으로부터 4:4:4 포맷과 같은 고해상도 크로마 샘플링 포맷으로의 (웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 포함하는) 프레임 인팩팅을 수행하고, (고해상도 크로마 샘플링 포맷의) 재구성된 프레임들을 출력 목적지(590)에 대한 출력으로서 생성한다.

[0069]

디코더 시스템(500)은 입력으로서의 코딩된 데이터에 대한 저장, 통신 접속 또는 다른 채널을 나타낼 수 있는 채널(510)을 포함한다. 채널(510)은 채널 코딩된, 코딩된 데이터를 생성한다. 채널 디코더(520)가 코딩된 데이터를 처리할 수 있다. 예를 들어, 채널 디코더(520)는 수집된 데이터를 (예로서, ISO/IEC 14496-12와 같은 미디어 컨테이너 포맷에 따라) 미디어 스트림으로서 전송하기 위해 역패킷화하며, 이 경우에 채널 디코더(520)는 미디어 전송 스트림의 신팩스의 일부로서 추가된 신팩스 요소들을 파싱(parsing)할 수 있다. 또는, 채널 디코더(520)는 수집된 코딩된 비디오 데이터를 (예로서, ISO/IEC 14496-12와 같은 미디어 컨테이너 포맷에 따라) 파일로서 저장하기 위해 분할하며, 이 경우에 채널 디코더(520)는 미디어 저장 파일의 신팩스의 일부로서 추가된 신팩스 요소들을 파싱할 수 있다. 또는, 더 일반적으로, 채널 디코더(520)는 하나 이상의 미디어 스트림에 다중화 프로토콜 또는 전송 프로토콜을 구현할 수 있으며, 이 경우에 채널 디코더(520)는 프로토콜(들)의 신팩스의 일부로서 추가된 신팩스 요소들을 파싱할 수 있다. 미디어 전송 스트림, 미디어 저장 스트림, 다중화 프로토콜들 또는 전송 프로토콜들에 대한 그러한 신팩스 요소들은 프레임 팩킹 배열 메타데이터를 포함할 수 있다.

[0070]

채널 디코더(520)로부터 출력되는 코딩된 데이터(521)는 충분한 양의 그러한 데이터가 수신될 때까지 임시적인 코딩된 데이터 영역(530)에 저장된다. 코딩된 데이터(521)는 (저해상도 크로마 샘플링 포맷의) 코딩된 프레임들(531) 및 MMCO/RPS 정보(532)를 포함한다. 코딩된 데이터 영역(530) 내의 코딩된 데이터(521)는 또한 인코딩된 비디오 데이터와 관련된 미디어 메타데이터를 (예로서, 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지를 또는 VUI 메시지들과 같은 하나 이상의 SEI 메시지 내의 하나 이상의 메타데이터로서) 포함할 수 있다. 일반적으로, 코딩된 데이터 영역(530)은 코딩된 데이터(521)가 디코더(550)에 의해 사용될 때까지 그러한 코딩된 데이터(521)를 임시 저장한다. 그 시점에서, 코딩된 프레임(531) 및 MMCO/RPS 정보(532)에 대한 코딩된 데이터가 코딩된 데이터 영역(530)으로부터 디코더(550)로 전송된다. 디코딩이 계속됨에 따라, 새로운 코딩된 데이터가 코딩된 데이터 영역(530)에 추가되며, 코딩된 데이터 영역(530) 내에 남은 가장 오래된 코딩된 데이터가 디코더(550)로 전송된다.

[0071]

디코더(550)는 코딩된 프레임(531)을 주기적으로 디코딩하여, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 대응하는 디코딩된 프레임(551)을 생성한다. 적절한 경우에, 디코더(550)는 그의 디코딩 프로세스를 수행할 때, 하나 이상의 이전에 디코딩된 프레임(569)을 인터 프레임 예측을 위한 기준 프레임으로 사용할 수 있다. 디코더(550)는 디코딩된 프레임 임시 메모리 저장 영역(560)으로부터 그러한 이전에 디코딩된 프레임들(569)을 관리한다. 일반적으로, 디코더(550)는 엔트로피 디코딩, 역양자화, 주파수 역변환 및 모션 보상과 같은 디코딩 작업들을 수행하는 다수의 디코딩 모듈을 포함한다. 디코더(550)에 의해 수행되는 정확한 동작들은 압축 포맷에 따라 변할 수 있다. 일반적으로, 디코더(550)는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 디코딩에 적합하다.

[0072]

예를 들어, 디코더(550)는 압축된 프레임 또는 프레임들의 시퀀스에 대한 인코딩된 데이터를 수신하고, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 디코딩된 프레임(551)을 포함하는 출력을 생성한다. 디코더(550)에서, 버퍼가 압축된 프레임에 대한 인코딩된 데이터를 수신하고, 수신된 인코딩된 데이터를 엔트로피 디코더에 의해 이용될 수 있게 한다. 엔트로피 디코더는 엔트로피 코딩된 양자화된 데이터는 물론, 엔트로피 코딩된 보조 정보를 엔트로피 디코딩하는데, 통상적으로는 인코더에서 수행된 엔트로피 인코딩의 역동작을 적용한다. 모션 보상기가 모션 정보를 하나 이상의 기준 프레임에 적용하여, 재구성되는 프레임의 블록들(예로서, 매크로블록들, 서브매크로블록들, 서브매크로블록 파티션들, 코딩 트리 유닛들, 예측 유닛들 또는 이들의 부분들)의 모션 보상된 예측들을 형성한다. 인트라 예측 모듈이 이웃하는 이전에 재구성된 샘플 값들로부터 현재 블록의 샘플 값들을 공간적으로 예측할 수 있다. 디코더(550)는 또한 예측 오차들을 재구성한다. 역양자화기가 엔트로피 디코딩된 데이터를 역양자화한다. 주파수 역변환기가 양자화된 주파수 도메인 데이터를 공간 도메인 정보로 변환한다. 예측 프레임에 대해, 디코더(550)는 재구성된 예측 오차들과 모션 보상된 예측들을 결합하여, 재구성된 프레임을 형성한다. 디코더(550)는 유사하게 예측 오차들과 인트라 예측으로부터의 공간 예측들을 결합할 수 있

다. 비디오 디코더(550) 내의 모션 보상 루프는 디코딩된 프레임(551) 내의 블록 경계 행들 및/또는 열들에 걸치는 불연속들을 평활화하기 위한 적응성 디블록킹 필터를 포함한다.

[0073] 디코딩된 프레임 임시 메모리 저장 영역(560)은 다수의 프레임 버퍼 저장 영역(561, 562, ..., 56n)을 포함한다. 디코딩된 프레임 저장 영역(560)은 DPB의 일례이다. 디코더(550)는 MMCO/RPS 정보(532)를 이용하여, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 디코딩된 프레임(551)을 저장할 수 있는 프레임 버퍼(561, 562 등)를 식별한다. 디코더(550)는 디코딩된 프레임(551)을 그 프레임 버퍼 내에 저장한다.

[0074] 출력 시퀀서(580)는 MMCO/RPS 정보(532)를 이용하여, 출력 순서상 생성될 다음 프레임이 디코딩된 프레임 저장 영역(560)에서 이용 가능한 시기를 식별한다. 출력 순서상 생성될 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 다음 프레임(581)이 디코딩된 프레임 저장 영역(560)에서 이용 가능할 때, 출력 시퀀서(580)에 의해 판독되고, (a) 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임의 표시를 위한 출력 목적지(590)(예로서, 디스플레이) 또는 (b) 프레임 언팩커(585)로 출력된다. 일반적으로, 디코딩된 프레임 저장 영역(560)으로부터 출력 시퀀서(580)에 의해 프레임들이 출력되는 순서는 프레임들이 디코더(550)에 의해 디코딩되는 순서와 다를 수 있다.

[0075] 프레임 언팩커(585)는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들(581)을 재배열하여, 4:4:4 포맷과 같은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 출력 프레임들(586)을 생성한다. 프레임 언팩킹에 대한 예시적인 접근 방법들이 아래에 설명된다. 프레임 팩커(585)는 프레임 팩킹이 수행되었는지 그리고 어떻게 수행되었는지를 나타내는 메타데이터(도시되지 않음)를 이용하여 프레임 언팩킹 동작들을 안내할 수 있다. 프레임 언팩커(585)는 후술하는 바와 같이 후처리 동작들, 예를 들어 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 수행할 수 있다.

VI. 예시적인 비디오 인코더들

[0077] 도 6은 일부 설명되는 실시예들을 구현할 수 있는 범용 비디오 인코더(600)의 블록도이다. 인코더(600)는 현재 프레임(605)을 포함하는 4:2:0 포맷과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 비디오 프레임들의 시퀀스를 수신하고, 인코딩된 데이터(695)를 출력으로서 생성한다.

[0078] 인코더(600)는 블록 기반이며, 구현에 의존하는 매크로블록 포맷을 사용한다. 블록들은 상이한 스테이지들에서, 예를 들어 주파수 변환 및 엔트로피 인코딩 스테이지들에서 더 세분될 수 있다. 예를 들어, 프레임이 16x16 매크로블록들로 분할될 수 있으며, 이어서 이들은 코딩 및 디코딩을 위해 픽셀 값들의 8x8 블록들 또는 더 작은 서브블록들로 분할될 수 있다.

[0079] 인코더 시스템(600)은 예측된 프레임들 및 인트라 코딩된 프레임들을 압축한다. 설명을 위해, 도 6은 인트라 프레임 코딩을 위한 인코더(600)를 통하는 "인트라 경로" 및 인터 프레임 코딩을 위한 "인터 경로"를 도시한다. 인코더(600)의 컴포넌트들 중 다수는 인트라 프레임 코딩 및 인터 프레임 코딩 양자를 위해 사용된다. 그러한 컴포넌트들에 의해 수행되는 정확한 동작들은 압축되는 정보의 타입에 따라 변할 수 있다.

[0080] 현재 프레임(605)이 예측 프레임인 경우, 모션 추정기(610)는 하나 이상의 기준 프레임과 관련된 현재 프레임(605)의 블록들(예로서, 매크로블록들, 서브매크로블록들, 서브매크로블록 파티션들, 코딩 트리 유닛들, 예측 유닛들 또는 이들의 부분들)의 모션을 추정한다. 프레임 저장소(620)는 기준 프레임으로 사용하기 위해 하나 이상의 재구성된 이전 프레임(625)을 버퍼링한다. 다수의 기준 프레임이 사용될 때, 다수의 기준 프레임은 상이한 시간 방향들 또는 동일한 시간 방향을 가질 수 있다. 모션 추정기(610)는 미분 모션 벡터 정보와 같은 모션 정보(615)를 보조 정보로서 출력한다.

[0081] 모션 보상기(630)는 모션 보상된 현재 프레임(635)을 형성할 때, 재구성된 기준 프레임(들)(625)에 재구성된 모션 벡터들을 적용한다. (존재할 경우에) 모션 보상된 현재 프레임(635)의 블록과 본래의 현재 프레임(605)의 대응하는 부분 간의 차이는 블록에 대한 예측 오차이다. 현재 프레임의 후속 재구성 동안, 재구성된 예측 오차들을 모션 보상된 현재 프레임(635)에 추가하여, 본래의 현재 프레임(605)에 더 가까운 재구성된 프레임을 획득한다. 그러나, 다손실 압축에서는, 본래의 현재 프레임(605)으로부터 일부 정보가 여전히 손실된다. 인트라 경로는 이웃하는 이전에 재구성된 픽셀 값들로부터 현재 블록의 픽셀 값들을 공간적으로 예측하는 인트라 예측 모듈(도시되지 않음)을 포함할 수 있다.

[0082] 주파수 변환기(660)는 공간 도메인 비디오 정보를 주파수 도메인(즉, 스펙트럼 변환) 데이터로 변환한다. 블록 기반 비디오 프레임들에 대해, 주파수 변환기(660)는 픽셀 값 데이터 또는 예측 오차 데이터의 블록들에 이산 코사인 변환, 그의 정수 근사화, 또는 다른 타입의 순방향 블록 변환을 적용하여, 주파수 변환 계수들의 블록들을 생성한다. 이어서, 양자화기(670)는 변환 계수들을 양자화한다. 예를 들어, 양자화기(670)는 프레임별로, 매크로블록별로 또는 기타 등등으로 변하는 스텝 크기로 주파수 도메인 데이터에 불균일한 스칼라 양자화를 적

용한다.

[0083] 현재 프레임의 재구성된 버전이 후속 모션 추정/보상을 위해 필요할 때, 역양자화기(676)는 양자화된 주파수 계수 데이터에 대해 역양자화를 수행한다. 주파수 역변환기(666)는 주파수 역변환을 수행하여, 재구성된 예측 오차들 또는 팩셀 값들의 블록들을 생성한다. 예측 프레임에 대해, 인코더(600)는 재구성된 예측 오차들(645)과 모션 보상된 예측들(635)을 결합하여, 재구성된 프레임(605)을 형성한다. (도 6에는 도시되지 않았지만, 인트라 경로에서, 인코더(600)는 예측 오차들과 인트라 예측으로부터의 공간 예측들을 결합할 수 있다.) 프레임 저장소(620)는 재구성된 현재 프레임을 후속 모션 보상 예측에 사용하기 위해 버퍼링한다.

[0084] 인코더(600) 내의 모션 보상 루프는 프레임 저장소(620) 앞 또는 뒤에 적응성 인-루프 디블록 필터(610)를 포함한다. 디코더(600)는 재구성된 프레임들에 인-루프 필터링을 적용하여, 프레임들 내의 경계들에 걸치는 불연속들을 적응적으로 평활화한다. 적응성 인-루프 디블록 필터(610)는 일부 콘텐츠 타입들에 대해서는 불능화될 수 있다. 예를 들어, 주요 및 보조 뷰들을 이용하는 프레임 팩킹 접근 방법에서, 적응성 인-루프 디블록 필터(610)는 (주요 뷰의 일부가 아닌 잔여 크로마 정보를 포함하는) 보조 뷰를 인코딩할 때 불능화되어, 블러링과 같은 아티팩트들을 유발하지 않을 수 있다.

[0085] 엔트로피 코더(680)는 양자화기(670)의 출력은 물론, 모션 정보(615) 및 소정의 보조 정보(예로서, QP 값들)도 압축한다. 엔트로피 코더(680)는 인코딩된 데이터(695)를 베페(690)에 제공하며, 이 베페는 인코딩된 데이터를 출력 비트스트림으로 다중화한다.

[0086] 제어기(도시되지 않음)가 인코더의 다양한 모듈들로부터 입력들을 수신한다. 제어기는 인코딩 동안 중간 결과들을 평가하는데, 예를 들어 QP 값들을 설정하고, 레이트 웨곡 분석을 수행한다. 제어기는 다른 모듈들과 협력하여, 인코딩 동안 코딩 파라미터들을 설정 및 변경한다. 특히, 제어기는 QP 값들 및 다른 제어 파라미터들을 변경하여, 인코딩 동안 루마 성분들 및 크로마 성분들의 양자화를 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 주어진 프레임의 크로마 콘텐츠에 비해 (프레임 팩킹 접근 방법에서 주요 뷰 또는 보조 뷰일 수 있는) 그 프레임의 루마 콘텐츠에 더 많은 비트를 제공하도록 QP 값들을 변경할 수 있다. 또는, 주요 및 보조 뷰들을 이용하는 프레임 팩킹 접근 방법에서, 제어기는 (잔여 크로마 정보를 포함하는) 보조 뷰에 비해 (루마 및 서브샘플링된 크로마 성분들을 포함하는) 주요 뷰에 더 많은 비트를 제공하도록 QP 값들을 변경할 수 있다.

[0087] 프레임 팩킹에 대한 일부 접근 방법에서는, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로부터의 크로마 정보가 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 인코딩될 프레임들로 팩킹된 후에도, 인코더는 크로마 성분들의 샘플 값들 간의 기하학적 대응을 다양한 방식으로 이용할 수 있다. 기하학적 대응이라는 용어는 (1) 저해상도 크로마 샘플링 포맷으로부터 구성된 프레임의 (명목상) 루마 성분의 위치들에서의 크로마 정보와 (2) 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임의 크로마 성분들의 대응하는 스케일링된 위치들에서의 크로마 정보 사이의 관계를 나타낸다. 루마 및 크로마 성분들의 위치들 사이에 스케일링 팩터가 적용된다. 예를 들어, 4:2:0의 경우에 스케일링 팩터는 수평 및 수직 양자에서 2이며, 4:2:2의 경우에 스케일링 팩터는 수평에서는 2이고, 수직에서는 1이다.

[0088] 인코더는 인코딩될 프레임의 현재 블록을 인코딩할 때 이웃 블록들의 최근 결과들을 먼저 평가함으로써 블록별로 모션 추정, QP 선택, 예측 모드 선택 또는 다른 결정 프로세스들을 안내하기 위해 기하학적 대응을 이용할 수 있다. 또는, 인코더는 인코딩될 프레임의 "루마" 성분으로 팩킹된 고해상도 크로마 정보의 인코딩으로부터의 결과들을 이용하여, 인코딩될 프레임의 크로마 성분들로 팩킹된 고해상도 크로마 정보에 대한 그러한 결정 프로세스들을 안내하기 위해 기하학적 대응을 이용할 수 있다. 또는, 더 직접적으로, 인코더는 압축 성능을 향상시키기 위해 기하학적 대응을 이용할 수 있으며, 이 경우에 인코딩될 프레임의 "루마" 성분으로 팩킹된 고해상도 크로마 정보에 대한 모션 벡터들, 예측 모드들 또는 다른 결정들은 인코딩될 프레임의 크로마 성분들로 팩킹된 고해상도 크로마 정보에 대해서도 사용된다. 특히, 본 명세서에서 설명되는 일부 접근 방법들(예로서, 아래의 접근 방법 2)에서는, 크로마 정보가 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 보조 프레임으로 팩킹될 때, 보조 프레임의 명목상 루마 성분과 보조 프레임의 명목상 크로마 성분들 사이의 공간적 대응 및 모션 벡터 변위 관계들이 유지된다. 보조 프레임의 Y, U 및 V 성분들 내의 대응하는 공간 위치들에서의 샘플 값들은 일관되는 경향이 있으며, 이는 0이 아닌 계수 값들의 존재/부재를 나타내는 코딩된 블록 패턴 정보 또는 기타 정보의 공간 블록 크기 분할 및 조인트 코딩과 같은 목적들에 유용하다. 보조 프레임의 Y, U 및 V 성분들의 대응하는 부분들에 대한 모션 벡터들은 일관되는 경향이 있으며(예를 들어, Y 내의 2개의 샘플의 수직 또는 수평 변위가 U 및 V 내의 1개의 샘플의 변위에 대응하며), 이는 또한 코딩 효율에 도움이 된다.

[0089] 구현 및 원하는 압축의 타입에 따라, 인코더의 모듈들이 추가되고, 생략되고, 다수의 모듈로 분할되고, 다른 모듈들과 결합되고/되거나, 유사한 모듈들로 대체될 수 있다. 대안 실시예들에서는, 상이한 모듈들 및/또는 상이

한 모듈 구성들을 갖는 인코더들이 설명되는 기술들 중 하나 이상을 수행한다. 인코더들의 특정 실시예들은 통상적으로 인코더(600)의 변형 또는 보완된 버전을 사용한다. 인코더(600) 내의 모듈들 간의 도시된 관계들은 인코더 내의 정보의 일반 흐름들을 나타내며, 간소화를 위해 다른 관계들은 도시되지 않는다.

[0090] VII. 예시적인 비디오 디코더들

[0091] 도 7은 여러 설명되는 실시예를 구현할 수 있는 범용 디코더(700)의 블록도이다. 디코더(700)는 압축된 프레임 또는 프레임들의 시퀀스에 대한 인코딩된 데이터(795)를 수신하고, 4:2:0 포맷과 같은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 재구성된 프레임(705)을 포함하는 출력을 생성한다. 설명을 위해, 도 7은 인트라 프레임 디코딩을 위한 디코더(700)를 통하는 "인트라 경로" 및 인터 프레임 디코딩을 위한 "인터 경로"를 도시한다. 디코더(700)의 컴포넌트들 중 다수는 인트라 프레임 디코딩 및 인터 프레임 디코딩 양자를 위해 사용된다. 그러한 컴포넌트들에 의해 수행되는 정확한 동작들은 압축 해제되는 정보의 타입에 따라 변할 수 있다.

[0092] 버퍼(790)가 압축된 프레임에 대한 인코딩된 데이터(795)를 수신하고, 수신된 인코딩된 데이터를 파서/엔트로피 디코더(780)에 의해 이용될 수 있게 한다. 파서/엔트로피 디코더(780)는 엔트로피 코딩된 양자화된 데이터는 물론, 엔트로피 코딩된 보조 정보도 엔트로피 디코딩하는데, 통상적으로는 인코더에서 수행되는 엔트로피 인코딩의 역동작을 적용한다.

[0093] 모션 보상기(730)가 하나 이상의 기준 프레임(725)에 모션 정보(715)를 적용하여, 재구성되는 프레임(705)의 블록들(예로서, 매크로블록들, 서브매크로블록들, 서브매크로블록 파티션들, 코딩 트리 유닛들, 예측 유닛들 또는 이들의 부분들)의 모션 보상된 예측들(735)을 형성한다. 프레임 저장소(720)는 하나 이상의 이전에 재구성된 프레임을 기준 프레임으로 사용하기 위해 저장한다.

[0094] 인트라 경로는 이웃하는 이전에 재구성된 픽셀 값들로부터 현재 블록의 픽셀 값들을 공간적으로 예측하는 인트라 예측 모듈(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 인터 경로에서, 디코더(700)는 예측 오차들을 재구성한다. 역양자화기(770)가 엔트로피 디코딩된 데이터를 역양자화한다. 주파수 역변환기(760)가 양자화된 주파수 도메인 데이터를 공간 도메인 정보로 변환한다. 예를 들어, 주파수 역변환기(760)는 블록 역변환을 주파수 변환 계수들에 적용하여, 픽셀 값 데이터 또는 예측 오차 데이터를 생성한다. 주파수 역변환은 이산 코사인 역변환, 그의 정수 근사화, 또는 다른 타입의 주파수 역변환일 수 있다.

[0095] 예측 프레임에 대해, 디코더(700)는 재구성된 예측 오차들(745)과 모션 보상된 예측들(735)을 결합하여, 재구성된 프레임(705)을 형성한다. (도 7에는 도시되지 않았지만, 인트라 경로에서, 디코더(700)는 예측 오차들과 인트라 예측으로부터의 공간 예측들을 결합할 수 있다.) 디코더(700) 내의 모션 보상 루프는 프레임 저장소(720) 앞 또는 뒤에 적응성 인-루프 디블록 필터(710)를 포함한다. 디코더(700)는 인-루프 필터링을 재구성된 프레임들에 적용하여, 프레임들 내의 경계들에 걸치는 불연속들을 적응적으로 평활화한다. 적응성 인-루프 디블록 필터(710)는 인코딩 동안 불능화되었을 때 일부 콘텐츠 타입들에 대해 불능화될 수 있다. 예를 들어, 주요 및 보조 뷰들을 이용하는 프레임 팩킹 접근 방법에서, 적응성 인-루프 디블록 필터(710)는 (주요 뷰의 일부가 아닌 잔여 크로마 정보를 포함하는) 보조 뷰를 디코딩할 때 불능화될 수 있다.

[0096] 도 7에서, 디코더(700)는 후처리 디블록 필터(708)도 포함한다. 후처리 디블록 필터(708)는 옵션으로서, 재구성된 프레임들의 불연속들을 평활화한다. (디링(de-ringing) 필터링과 같은) 다른 필터링도 후처리 필터링의 일부로서 적용될 수 있다. 통상적으로, 후속 프레임 언팩킹되는 재구성된 프레임들은 후처리 디블록 필터(708)를 우회한다.

[0097] 구현 및 원하는 압축 해제의 타입에 따라, 디코더의 모듈들이 추가되고, 생략되고, 다수의 모듈로 분할되고, 다른 모듈들과 결합되고/되거나, 유사한 모듈들로 대체될 수 있다. 대안 실시예들에서는, 상이한 모듈들 및/또는 상이한 모듈 구성들을 갖는 디코더들이 설명되는 기술들 중 하나 이상을 수행한다. 디코더들의 특정 실시예들은 통상적으로 디코더(700)의 변형 또는 보완된 버전을 사용한다. 디코더(700) 내의 모듈들 간의 도시된 관계들은 디코더 내의 정보의 일반 흐름들을 나타내며, 간소화를 위해 다른 관계들은 도시되지 않는다.

[0098] VIII. 고해상도 크로마 샘플링 포맷들에 대한 프레임 팩킹/언팩킹

[0099] 이 섹션은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로의 팩킹에 대한 다양한 접근 방법들을 설명한다. 이어서, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들은 저해상도 크로마 샘플링 포맷을 위해 설계된 인코더를 이용하여 인코딩될 수 있다. (저해상도 크로마 샘플링 포맷을 위해 설계된 디코더를 이용하는) 디코딩 후에, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들이 추가 처리 및 표시를 위해 출력될 수 있다. 또는, 그러한 디코딩 후에, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들이 출력 및 표시를 위해 프레임

언팩킹을 통해 복구될 수 있다.

A. YUV 4:4:4 비디오의 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 접근 방법들

본 명세서에서 설명되는 다양한 접근 방법들은 인코딩/디코딩이 하나의 특정 예로서 4:2:0 포맷을 사용할 때 4:4:4 포맷의 프레임들에 대한 크로마 정보를 유지하는 데 사용될 수 있다. 이러한 접근 방법들에서는, 예를 들어, YUV 4:4:4 프레임이 2개의 YUV 4:2:0 프레임으로 팩킹된다. 통상적인 4:4:4 프레임은 4개의 픽셀 위치마다 12개의 샘플 값을 포함하는 반면, 4:2:0 프레임은 4개의 픽셀 위치마다 6개의 샘플 값을만을 포함한다. 따라서, 4:4:4 프레임 내에 포함된 모든 샘플 값들은 2개의 4:2:0 프레임으로 팩킹될 수 있다.

1. 접근 방법 1

접근 방법 1에서는, 공간 파티셔닝을 이용하여 YUV 4:4:4 프레임이 2개의 YUV 4:2:0 프레임으로 팩킹된다. 도 8은 YUV 4:4:4 프레임의 공간 파티셔닝을 이용하는 프레임 팩킹에 대한 이러한 접근 방법(800)을 도시한다.

Y_{444} 평면, U_{444} 평면 및 V_{444} 평면이 YUV 4:4:4 프레임(801)에 대한 3개의 성분 평면이다. 각각의 평면은 폭(W) 및 높이(H)의 해상도를 갖는다. 본 명세서에서 사용되는 예들의 설명의 편의를 위해, W 및 H 양자는 4로 나눌 수 있으며, 이는 접근 방법의 한정을 암시하지 않는다. YUV 4:4:4 프레임의 2개의 YUV 4:2:0 프레임으로의 팩킹에 대한 접근 방법(800)은 도 8에 도시된 바와 같이 YUV 4:4:4 프레임을 분할한다. YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면은 공간 파티셔닝을 이용하여 하부 하프($H2-U_{444}$) 및 2개의 상부 쿼터($Q1-U_{444}$, $Q2-U_{444}$)로 파티셔닝된다. YUV 4:4:4 프레임(801)의 V_{444} 평면은 공간 파티셔닝을 이용하여 하부 하프($H2-V_{444}$) 및 2개의 상부 쿼터($Q1-V_{444}$, $Q2-V_{444}$)로 파티셔닝된다.

이어서, YUV 4:4:4 프레임(801)의 파티셔닝된 평면들은 하나 이상의 YUV 4:2:0 프레임으로 인식된다. YUV 4:4:4 프레임들에 대한 Y_{444} 평면은 YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(802)의 루마 성분 평면이 된다. U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 하부 하프들은 YUV 4:2:0 포맷의 제2 프레임(803)의 루마 성분 평면이 된다. U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 상부 쿼터들은 도 8에 도시된 바와 같이 YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(802) 및 제2 프레임(803)의 크로마 성분 평면들이 된다.

YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(802) 및 제2 프레임(803)은 (도 8의 짙은 선에 의해 분리되는) 분리된 프레임들로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(802) 및 제2 프레임(803)은 (도 8의 짙은 선을 무시하는) $2 \times H$ 의 높이를 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(802) 및 제2 프레임(803)은 $2 \times W$ 의 폭을 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(802) 및 제2 프레임(803)은 H.264/AVC 표준 또는 HEVC 표준에서 frame_packing_arrangement_type에 대해 정의 되는 방법들 중 임의의 방법을 이용하여 단일 프레임 또는 다수의 프레임으로서 구성될 수 있다.

이러한 타입의 프레임 팩킹이 유효하지만, 이는 2개의 YUV 4:2:0 프레임 각각 내의 Y, U 및 V 성분들 간의 기하학적 대응을 생성하지 못한다. 특히, YUV 4:2:0 포맷의 제2 프레임(803)에 대해서는, 통상적으로 루마 성분과 크로마 성분들 간의 기하학적 대응이 존재하지 않는다. 본 명세서에서 설명되는 다른 팩킹 접근 방법들은 통상적으로 훨씬 더 양호한 기하학적 대응을 달성한다.

대안으로서, 접근 방법 1은 크로마 샘플링 포맷들로서의 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0 등과 같은 샘플링 비율들에서의 RGB, GBR 등과 같은 컬러 공간들에 대해 사용될 수 있다.

2. 접근 방법 2

접근 방법 2에서는, YUV 4:4:4 프레임이 YUV 4:4:4 프레임의 크로마 정보에 대한 기하학적 대응을 유지하면서 2 개의 4:2:0 프레임으로 팩킹된다. 자신들의 Y, U 및 V 성분들 간의 양호한 기하학적 대응을 갖는 YUV 4:2:0 프레임들은 더 양호하게 압축될 수 있는데, 그 이유는 그들이 YUV 4:2:0 프레임들을 인코딩하는 데 적합한 통상적인 인코더에 의해 예측되는 모델에 적합하기 때문이다.

팩킹은 또한 2개의 YUV 4:2:0 프레임 중 하나가 저해상도의 컬러 성분들을 갖지만 YUV 4:4:4 프레임에 의해 표 현되는 완전한 장면을 표현하도록 수행될 수 있다. 이것은 디코딩에서의 옵션들을 제공한다. 프레임 언팩킹을 수행하지 못하거나 프레임 언팩킹을 수행하지 않기로 결정하는 디코더는 장면을 표현하는 YUV 4:2:0 프레임의 재구성 버전만을 취하고, 이를 디스플레이에 직접 제공할 수 있다.

도 9는 이러한 설계 제약들과 양립하는 프레임 팩킹에 대한 하나의 예시적인 접근 방법(900)을 나타낸다. 이러

한 접근 방법(900)에서는, YUV 4:4:4 프레임(801)이 2개의 YUV 4:2:0 프레임(902, 903)으로 팩킹된다. 제1 프레임(902)은 YUV 4:2:0 포맷의 "주요 뷰" - YUV 4:4:4 프레임(801)에 의해 표현되는 완전한 장면의 더 낮은 크로마 해상도 버전 -를 제공한다. 제2 프레임(903)은 YUV 4:2:0 포맷의 "보조 뷰"를 제공하며, 잔여 크로마 정보를 포함한다.

[0113] 도 9에서, 영역들(B1-B9)은 YUV 4:2:0 포맷의 각각의 프레임(902, 903) 내의 상이한 영역들이다. YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 홀수 행들의 샘플 값들은 영역들(B4, B5)에 할당되고, YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 짝수 행들의 샘플 값들은 영역들(B2, B3, B6-B9) 사이에 분배된다. 특히, YUV 4:4:4 프레임(801)의 Y_{444} 평면, U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 샘플 값들은 아래와 같이 영역들(B1-B9)에 맵핑된다.

[0114] - 영역 B1에 대해, $Y_{420}^{\text{main}}(x, y) = Y_{444}(x, y)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, W-1] \times [0, H-1]$ 이다.

[0115] - 영역 B2에 대해, $U_{420}^{\text{main}}(x, y) = U_{444}(2x, 2y)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0116] - 영역 B3에 대해, $V_{420}^{\text{main}}(x, y) = V_{444}(2x, 2y)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0117] - 영역 B4에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y) = U_{444}(x, 2y+1)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, W-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0118] - 영역 B5에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = U_{444}(x, 2y+1)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, W-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0119] - 영역 B6에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = U_{444}(2x+1, 4y)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{4}-1]$ 이다.

[0120] - 영역 B7에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, \frac{H}{4}+y) = V_{444}(2x+1, 4y)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{4}-1]$ 이다.

[0121] - 영역 B8에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, \frac{H}{4}+y) = U_{444}(2x+1, 4y+2)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{4}-1]$ 이다.

[0122] - 영역 B9에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, \frac{H}{4}+y) = V_{444}(2x+1, 4y+2)$, 여기서 (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{4}-1]$ 이다.

[0123] 대안으로서, YUV 4:4:4 프레임(801)의 Y_{444} 평면, U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 샘플 값들은 영역들(B1-B9)에 상이한 방식으로 할당될 수 있다. 예를 들어, YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 짝수 행들의 샘플 값들은 영역들(B4, B5)에 할당되며, YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 홀수 행들의 샘플 값들은 영역들(B2, B3, B6-B9) 사이에 분배된다. 또는, 다른 예로서, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 U 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면 내에 배열될 수 있고, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 V 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 V 평면 내에 배열될 수 있다. 이 예에서는, 도 9에 비해, 위의 방정식들에서 영역(B7)에 할당되는 $V_{444}(2x+1, 4y)$ 로부터의 샘플 값들은 영역(B8)에 대신 할당될 수 있으며, 위의 방정식들에서 영역(B8)에 할당되는 $U_{444}(2x+1, 4y+2)$ 로부터의 샘플 값들은 영역(B7)에 대신 할당될 수 있다. 또는, U_{444} 로부터의 동일한 샘플 값들은 2개의 행마다 분할하지 않고서 B6 및 B7에 대한 단일 영역 내로 복사될 수 있으며, V_{444} 로부터의 동일한 샘플 값들은 2개의 행마다 분할하지 않고서 B8 및 B9에 대한 단일 영역 내로 복사될 수 있다. 여하튼, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 상이한 본래의 U 및 V 평면들로부터의 콘텐츠의 혼합 없이 YUV 4:4:4 프레임의 U 평면(또는 V 평면)으로부터 구성된다. (이와 달리, 도 9의 예에서, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 YUV 4:4:4 프레임의 U 및 V 성분들로부터의 데이터의 혼합물을 갖는다.

보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)의 상부 하프는 본래의 U 평면으로부터의 데이터를 포함하며, 하부 하프는 본래의 V 평면으로부터의 데이터를 포함한다.)

[0124] YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(902) 및 제2 프레임(903)은 (도 9에서 짙은 선에 의해 분리되는) 분리된 프레임들로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(902) 및 제2 프레임(903)은 (도 9의 짙은 선을 무시하는) 2 x H의 높이를 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(902) 및 제2 프레임(903)은 2 x W의 폭을 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(902) 및 제2 프레임(903)은 H.264/AVC 표준 또는 HEVC 표준에서 frame_packing_arrangement_type에 대해 정의되는 방법들 중 임의의 방법을 이용하여 단일 프레임 또는 다수의 프레임으로서 구성될 수 있다.

[0125] 도 10은 도 9의 접근 방법(900)에 따라 팩킹된 예시적인 프레임들을 나타낸다. 도 10은 Y₄₄₄ 평면, U₄₄₄ 평면 및 V₄₄₄ 평면을 포함하는 YUV 4:4:4 프레임(1001)을 나타낸다.

[0126] 프레임 팩킹 후에, 주요 뷰(1002)(제1 YUV 4:2:0 프레임)는 본래의 YUV 4:4:4 프레임(1001)의 YUV 4:2:0 등가물이다. 디코딩 시스템은 YUV 4:4:4가 지원되지 않거나 필요 없는 것으로 간주되는 경우에는 단지 주요 뷰(1002)의 재구성 버전을 표시할 수 있다.

[0127] 보조 뷰(1003)는 YUV 4:4:4 프레임(1001)에 대한 크로마 정보를 포함한다. 따라서, 보조 뷰(1003)는 YUV 4:2:0 프레임의 콘텐츠 모델에 적합하며, 통상적인 YUV 4:2:0 비디오 인코더를 이용하는 압축에 적합하다. 프레임 내에서, 보조 뷰(1003)는 그의 Y, U 및 V 성분들 사이에 기하학적 대응을 나타낸다. 프레임들 사이에서, 보조 뷰들은 Y, U 및 V 성분들에 걸쳐 고도로 상관되는 모션을 보일 것으로 예상된다.

[0128] 도 11은 이러한 설계 제약들과 양립하는 프레임 팩킹에 대한 다른 예시적인 접근 방법(1100)을 나타낸다. 이 접근 방법(1100)에서는, YUV 4:4:4 프레임(801)이 2개의 YUV 4:2:0 프레임(1102, 1103)으로 팩킹된다. 도 9의 접근 방법(900)과 같이, 도 11의 접근 방법(1100)에서, 제1 프레임(1102)은 YUV 4:2:0 포맷의 "주요 뷰" - YUV 4:4:4 프레임(801)에 의해 표현되는 완전한 장면의 더 낮은 크로마 해상도 버전 -를 제공하며, 제2 프레임(1103)은 YUV 4:2:0 포맷의 "보조 뷰"를 제공하고, 잔여 크로마 정보를 포함한다.

[0129] 도 11에서, 영역들(A1-A9)은 YUV 4:2:0 포맷의 각각의 프레임(1102, 1103) 내의 상이한 영역들이다. YUV 4:4:4 프레임(801)의 U₄₄₄ 평면 및 V₄₄₄ 평면의 홀수 열들의 샘플 값들은 영역들(A4, A5)에 할당되며, YUV 4:4:4 프레임(801)의 U₄₄₄ 평면 및 V₄₄₄ 평면의 짝수 열들의 샘플 값들은 영역들(A2, A3, A6-A9) 사이에 분배된다. 특히, YUV 4:4:4 프레임(801)의 Y₄₄₄ 평면, U₄₄₄ 평면 및 V₄₄₄ 평면의 샘플 값들은 아래와 같이 영역들(A1-A9)에 맵핑된다.

[0130] - 영역 A1에 대해, $Y_{420}^{\text{main}}(x, y) = Y_{444}(x, y)$, 여기서 (x, y)의 범위는 $[0, W-1] \times [0, H-1]$ 이다.

[0131] - 영역 A2에 대해, $U_{420}^{\text{main}}(x, y) = U_{444}(2x, 2y)$, 여기서 (x, y)의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0132] - 영역 A3에 대해, $V_{420}^{\text{main}}(x, y) = V_{444}(2x, 2y)$, 여기서 (x, y)의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0133] - 영역 A4에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y) = U_{444}(2x+1, y)$, 여기서 (x, y)의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, H-1]$ 이다.

[0134] - 영역 A5에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}\left(\frac{W}{2}+x, y\right) = V_{444}(2x+1, y)$, 여기서 (x, y)의 범위는 $[0, \frac{W}{2}-1] \times [0, H-1]$ 이다.

[0135] - 영역 A6에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = U_{444}(4x, 2y+1)$, 여기서 (x, y)의 범위는 $[0, \frac{W}{4}-1] \times [0, \frac{H}{2}-1]$ 이다.

[0136] - 영역 A7에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}\left(\frac{W}{4}+x, y\right) = V_{444}(4x, 2y+1)$, 여기서 (x, y)의 범위는

$$[0, \frac{W}{4} - 1] \times [0, \frac{H}{2} - 1]$$

이다.

- 영역 A8에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, y) = U_{444}(4x + 2, 2y + 1)$, 여기서 (x, y) 의 범위는

$$[0, \frac{W}{4} - 1] \times [0, \frac{H}{2} - 1]$$

이다.

- 영역 A9에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}\left(\frac{W}{4} + x, y\right) = V_{444}(4x + 2, 2y + 1)$, 여기서 (x, y) 의 범위는

$$[0, \frac{W}{4} - 1] \times [0, \frac{H}{2} - 1]$$

이다.

[0139] 대안으로서, YUV 4:4:4 프레임(801)의 Y_{444} 평면, U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 샘플 값들은 영역들(A1-A9)에 상이한 방식으로 할당될 수 있다. 예를 들어, YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 짝수 열들의 샘플 값들은 영역들(A4, A5)에 할당되며, YUV 4:4:4 프레임(801)의 U_{444} 평면 및 V_{444} 평면의 홀수 열들의 샘플 값들은 영역들(A2, A3, A6-A9) 사이에 분배된다. 또는, 다른 예로서, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 U 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면 내에 배열될 수 있고, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 V 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 V 평면 내에 배열될 수 있다. 이 예에서는, 도 11에 비해, 위의 방정식들에서 영역(A7)에 할당되는 $V_{444}(4x, 2y+1)$ 로부터의 샘플 값들은 영역(A8)에 대신 할당되며, 위의 방정식들에서 영역(A8)에 할당되는 $U_{444}(4x+2, 2y+1)$ 로부터의 샘플 값들은 영역(A7)에 대신 할당된다. 또는, U_{444} 로부터의 동일한 샘플 값들은 2개의 열마다 분할하지 않고서 A6 및 A7에 대한 단일 영역 내로 복사될 수 있으며, V_{444} 로부터의 동일한 샘플 값들은 2개의 열마다 분할하지 않고서 A8 및 A9에 대한 단일 영역 내로 복사될 수 있다. 여하튼, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 상이한 본래의 U 및 V 평면들로부터의 콘텐츠의 혼합 없이 YUV 4:4:4 프레임의 U 평면(또는 V 평면)으로부터 구성된다.

[0140] YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1102) 및 제2 프레임(1103)은 (도 11에서 짙은 선에 의해 분리되는) 분리된 프레임들로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1102) 및 제2 프레임(1103)은 (도 11의 짙은 선을 무시하는) $2 \times H$ 의 높이를 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1102) 및 제2 프레임(1103)은 $2 \times W$ 의 폭을 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1102) 및 제2 프레임(1103)은 H.264/AVC 표준 또는 HEVC 표준에서 frame_packing_arrangement_type에 대해 정의되는 방법들 중 임의의 방법을 이용하여 단일 프레임 또는 다수의 프레임으로서 구성될 수 있다.

[0141] 프레임 언팩킹은 프레임 팩킹을 단순히 미러링할 수 있다. YUV 4:2:0 포맷의 프레임들의 영역들에 할당되는 샘플들은 YUV 4:4:4 포맷의 프레임들의 크로마 성분들 내의 본래의 위치들에 다시 할당된다. 일 구현에서, 예를 들어, 프레임 언팩킹 동안, YUV 4:2:0 포맷의 프레임들의 영역들(B2-B9) 내의 샘플들은 아래의 의사 코드에 나타난 바와 같이 YUV 4:4:4 포맷의 프레임의 재구성된 크로마 성분들(U'_{444}, V'_{444})에 할당된다.

```

for( x = 0; x < (W >> 1); x++ ) {
    for( y = 0; y < (H >> 1); y++ ) {
        U'444(2x, 2y + 1) = Y''420aux(2x, y)
        V'444(2x, 2y + 1) = Y''420aux(2x, (H >> 1) + y)
        U'444(2x + 1, 2y + 1) = Y''420aux(2x + 1, y)
        V'444(2x + 1, 2y + 1) = Y''420aux(2x + 1, (H >> 1) + y)
        if( y % 2 == 0 ) {
            U'444(2x + 1, 2y) = U''420aux(x, y >> 1)
            V'444(2x + 1, 2y) = U''420aux(x, (H >> 2) + (y >> 1))
        } else {
            U'444(2x + 1, 2y) = V''420aux(x, y >> 1)
            V'444(2x + 1, 2y) = V''420aux(x, (H >> 2) + (y >> 1))
        }
        U'444(2x, 2y) = U''420main(x, y)
        V'444(2x, 2y) = V''420main(x, y)
    }
}

```

[0142]

[0143] 여기서, " 마크는 (아마도 다손실의) 코딩으로부터의 재구성을 나타낸다.

[0144] B. 프레임 팩킹 정보를 시그널링하기 위한 값들의 선택스 및 시멘틱스

[0145] 예시적인 구현들에서, 2개의 4:2:0 프레임이 팩킹된 4:4:4 프레임을 포함한다는 것을 시그널링하기 위해 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지가 사용된다. 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지들은 H.264/AVC 표준은 물론, HEVC 표준에서도 정의되지만, 그러한 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지들은 이전에 상이한 목적을 위해 사용되었다.

[0146] 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지는 2D 비디오 코덱을 이용하여 입체 3D 비디오 프레임들을 전송하기 위해 설계되었다. 그러한 경우에, 2개의 4:2:0 프레임은 입체 3D 비디오 장면의 좌측 및 우측 뷰들을 표현한다. 본 명세서에서 설명되는 접근 방법들에 대해, 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지의 범위는 단일 4:4:4 프레임으로부터 획득된 2개의 4:2:0 프레임의 인코딩/디코딩 및 이어지는 4:4:4 프레임을 복구하기 위한 프레임 언팩킹을 대신 지원하도록 확장될 수 있다. 2개의 4:2:0 프레임은 주요 뷰 및 보조 뷰를 표현한다. 주요 및 보조 뷰들(프레임들) 양자는 4:2:0 포맷의 등가인 포맷을 갖는다. 주요 뷰(프레임)는 독립적으로 유용할 수 있는 반면, 보조 뷰(프레임)는 주요 뷰와 함께 적절히 해석될 때 유용하다. 따라서, 이러한 접근 방법들은 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지를 이용하여, 4:2:0 프레임들을 코딩/디코딩할 수 있는 비디오 코덱들을 이용하여 4:4:4 프레임들을 인코딩/디코딩하는 것을 효과적으로 지원할 수 있다.

[0147] 이 때문에, SEI 메시지가 확장된다. 예를 들어, 선택스 요소 content_interpretation_type의 시멘틱스가 아래와 같이 확장된다. 관련 프레임 팩킹 접근 방법들에서, YUV 4:4:4 프레임에 대해, 2개의 구성 YUV 4:2:0 프레임 - 주요 뷰에 대한 제1 프레임 및 보조 뷰에 대한 제2 프레임 -이 존재한다. content_interpretation_type은 아래의 표에서 지정되는 바와 같이 구성 프레임들의 의도된 해석을 나타낸다. 값 0, 1 및 2는 H.264/AVC 표준 및 HEVC 표준에서와 같이 해석된다. content_interpretation_type에 대한 새로운 값들은 구성 프레임들이 YUV 4:4:4 프레임들로부터의 데이터를 포함하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 나타내도록 정의된다.

값	해석
0	프레임 팩킹된 구성 프레임들 간의 지정되지 않은 관계.
1	2개의 구성 프레임이 입체 뷰 장면의 좌측 및 우측 뷰들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 좌측 뷰와 관련되고, 프레임 1은 우측 뷰와 관련된다.
2	2개의 구성 프레임이 입체 뷰 장면의 우측 및 좌측 뷰들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 우측 뷰와 관련되고, 프레임 1은 좌측 뷰와 관련된다.
3	2개의 구성 프레임이 YUV 4:4:4 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 1은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 0의 크로마 샘플들은 (안티-앨리어스 필터링이 없는 경우) 4:4:4 프레임의 필터링되지 않은 샘플들로서 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.
4	2개의 구성 프레임이 YUV 4:4:4 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 1은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 0의 크로마 샘플들은 프레임 팩킹 전에 안티-앨리어스 필터링된 것으로 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.
5	2개의 구성 프레임이 YUV 4:4:4 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 1은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 0은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 1의 크로마 샘플들은 (안티-앨리어스 필터링이 없는 경우) 4:4:4 프레임의 필터링되지 않은 샘플들로서 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.
6	2개의 구성 프레임이 YUV 4:4:4 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 1은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 0은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 1의 크로마 샘플들은 프레임 팩킹 전에 안티-앨리어스 필터링된 것으로 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.

[0148]

[0149]

대안으로서, 신택스 요소 `content_interpretation_type`에 대한 상이한 값들이 이전의 표에 나타난 해석들과 관련된다. 또는, `content_interpretation_type`에 대한 다른 그리고/또는 추가적인 해석들을 이용하여, 프레임 팩킹에 의해 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로부터 획득된 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 인코딩/디코딩을 지원할 수 있다.

[0150]

게다가, 간소화의 목적을 위해, 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지의 다른 신택스 요소들에 대해 아래의 제약들 중 하나 이상이 또한 부과될 수 있다. `content_interpretation_type`이 3과 6 사이의 값을 가질 때(즉, YUV 4:4:4 프레임들의 YUV 4:2:0 프레임들로의 프레임 팩킹을 수반하는 예들의 경우), 신택스 요소 `quincunx_sampling_flag`, `spatial_flipping_flag`, `frame0_grid_position_x`, `frame0_grid_position_y`, `frame1_grid_position_x` 및 `frame1_grid_position_y`의 값들은 0이어야 한다. 더구나, `content_interpretation_type`이 (전처리에서의 필터링의 부재를 나타내는) 3 또는 5와 동일할 때, `chroma_loc_info_present_flag`는 1이어야 하며, `chroma_sample_loc_type_top_field` 및 `chroma_sample_loc_type_bottom_field`의 값들은 2이어야 한다.

[0151]

H.264/AVC 표준에서(그리고 HEVC 표준에서), 신택스 요소 `frame_packing_arrangement_type`은 입체 뷰의 2개의 구성 프레임이 어떻게 배열되는지를 나타낸다. 예를 들어, `frame_packing_arrangement_type == 3`은 2개의 구성 프레임의 병렬 팩킹을 나타내고, `frame_packing_arrangement_type == 4`는 2개의 구성 프레임의 상하 팩킹을 나타내며, `frame_packing_arrangement_type == 5`는 2개의 구성 프레임의 시간 인터리빙을 나타낸다. 신택스 요소 `frame_packing_arrangement_type`은 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 팩킹을 나타내는 `content_interpretation_type`의 값들과 연계하여 유사하게 사용될 수 있다. 예를 들어, `frame_packing_arrangement_type == 3`은 주요 및 보조 프레임들의 병렬 팩킹을 나타낼 수 있고, `frame_packing_arrangement_type == 4`는 주요 및 보조 프레임들의 상하 팩킹을 나타낼 수 있으며, `frame_packing_arrangement_type == 5`는 주요 및 보조 프레임들의 시간 인터리빙을 나타낼 수 있다. 또는, 프레임 팩킹 배열 메타데이터가 소정의 다른 방식으로 시그널링된다. 대안으로서, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 팩킹을 나타내도록 `content_interpretation_type` 신택스 요소의 시멘틱스를 확장하는 대신에, `frame_packing_arrangement_type`의 시멘틱스가 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 팩킹을 나타내도록 확장될 수 있다. 예를 들어, (5 보다 큰 `frame_packing_arrangement_type`의 값들과 같은) 프레임 팩킹 배열 메타

데이터는 주요 및 보조 뷰들이 어떻게 배열되는지를 나타내는 것에 더하여, 프레임 팩킹/언팩킹이 사용되는지의 여부, 필터링 또는 다른 전처리 동작들이 사용되었는지의 여부(따라서, 대응하는 후처리 필터링 또는 다른 후처리 동작들이 사용되어야 하는지의 여부), 수행할 후처리 동작들의 타입 또는 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 다른 정보를 나타낼 수 있다.

[0152] 이러한 예들에서, 프레임 팩킹 배열 SEI 메시지는 디코딩된 픽처들이 4:4:4 프레임의 주요 및 보조 뷰들을 프레임 팩킹 배열의 구성 프레임들로서 포함한다는 것을 디코더에 알린다. 이러한 정보는 주요 및 보조 뷰들을 표시 또는 다른 목적들을 위해 적절히 처리하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 시스템이 디코딩 측에서 4:4:4 포맷의 비디오를 원하고, 주요 및 보조 뷰들로부터 4:4:4 프레임들을 재구성할 수 있을 때, 시스템은 그렇게 할 수 있으며, 출력 포맷은 4:4:4일 것이다. 그렇지 않은 경우, 주요 뷰만이 출력으로서 주어지며, 게다가 출력 포맷은 4:2:0일 것이다.

C. 예시적인 전처리 및 후처리 동작들의 제1 세트

[0154] 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 크로마 샘플 값들의 단순한 서브샘플링은 다운샘플링된 크로마 샘플 값들 내에 엘리어싱 아티팩트들을 유발할 수 있다. 엘리어싱을 줄이기 위해, 프레임 팩킹은 크로마 샘플 값들을 필터링하기 위한 전처리 동작들을 포함할 수 있다. 그러한 필터링은 안티-엘리어싱 필터링으로 지칭될 수 있다. 게다가, 대응하는 프레임 언팩킹은 크로마 샘플 값들의 전처리 필터링을 보상하기 위한 후처리 동작들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이전의 표를 참조하면, content_interpretation_type이 4 또는 6일 때, 전처리 동작들을 이용하여 프레임 팩킹 동안 크로마 샘플 값들을 필터링할 수 있으며, 프레임 언팩킹은 대응하는 후처리 동작들을 포함할 수 있다. 이 섹션은 예시적인 전처리 및 후처리 동작들의 제1 세트를 설명한다. 웨이블릿 분해/재구성 또는 다른 대역 분리 필터링/역필터링을 포함하는 예시적인 전처리 및 후처리 동작들의 다른 세트가 아래에 설명된다.

[0155] 프레임 팩킹/언팩킹에 적합한 전처리 및 후처리에 대한 다양한 이유들이 존재한다.

[0156] 예를 들어, 전처리는 주요 뷰를 표현하는 YUV 4:2:0 프레임만이 표시를 위해 사용될 때 품질의 개선을 도울 수 있다. 이것은 디코더가 크로마 정보의 단순한 서브샘플링에 의해 유발되는 엘리어싱 아티팩트들의 위험을 겪지 않고서 보조 뷰를 표현하는 YUV 4:2:0 프레임을 무시하는 것을 가능하게 할 수 있다. (주요 뷰를 표현하는 YUV 4:2:0 프레임에 대한 크로마 신호가 YUV 4:4:4 프레임으로부터의 크로마 신호의 직접적인 서브샘플링에 의해 획득될 때) 전처리가 없을 경우, 주요 뷰만이 출력을 생성하는 데 사용될 때 소정의 콘텐츠, 예를 들어 ClearType 콘텐츠 상에서 엘리어싱 아티팩트들이 발견될 수 있다.

[0157] 다른 예로서, 전처리 및 후처리는 YUV 4:4:4 도메인 내의 압축된 크로마 신호의 일관성 및 평활성의 유지/실시를 도울 수 있다. 프레임 팩킹이 YUV 4:4:4 프레임을 2개의 YUV 4:2:0 프레임으로 팩킹하는 데 사용될 때, 크로마 신호는 다수의 영역으로 분할되며, 각각의 영역은 그의 위치에 따라 상이하게(예를 들어, 상이한 양자화 레벨로) 압축될 수 있다. 이 때문에, 크로마 신호가 다수의 영역으로부터의 데이터의 인터리빙에 의해 다시 조립될 때, 인위적인 불연속들 및 고주파 잡음이 발생할 수 있다. 후처리 동작은 압축으로 인해 이러한 영역들에서 발생하는 차이들의 제거를 도울 수 있다.

[0158] 다른 예로서, 전처리는 잔여 크로마 정보를 포함하는 보조 뷰를 표현하는 YUV 4:2:0 프레임의 압축의 향상을 도울 수 있다.

[0159] 일부 예시적인 구현들에서, 전처리 동작들 및 후처리 동작들은 주요 뷰를 표현하는 YUV 4:2:0 프레임의 일부인 크로마 신호에만 영향을 주도록 제한된다. 즉, 필터링되는 샘플 값들은 주요 뷰의 크로마 성분들의 일부이다.

[0160] 게다가, AVC 코딩/디코딩 또는 HEVC 코딩/디코딩과 관련된 프레임 팩킹/언팩킹의 경우, 전처리 동작들 및 후처리 동작들은 (크로마 샘플 그리드와 루마 샘플 그리드의 정렬을 나타내는) 크로마 샘플 위치 타입에 기초할 수 있다. 크로마 샘플 위치 타입은 압축된 비트스트림의 일부로서 시그널링되는 chroma_sample_loc_type_top_field 및 chroma_sample_loc_type_bottom_field 신박스 요소들로부터 결정된다. (이러한 2개의 요소는 통상적으로 프로그레시브-스캔 소스 콘텐츠에 대해 동일한 값들을 가질 것이다.) 주어진 크로마 샘플 위치 타입에 대해, 크로마 샘플이 특정 방향(수평 또는 수직)에 대해 루마 샘플들과 정렬되는 경우, (라운딩 연산과 함께, [1 2 1]/4 또는 [0.25 0.5 0.25]와 같은) 홀수-탭 대칭 필터가 그 방향에서 크로마를 필터링하는 데 사용된다. 반면, 크로마 샘플이 특정 방향(수평 또는 수직)에 대해 루마 샘플들과 정렬되지 않고, 크로마 샘플 그리드 위치들이 특정 방향(수평/수직)에 대해 루마 샘플 위치들 사이에 중심을 갖는 경우, (통상적으로, 라운딩 연산과 함께, [1 1]/2 또는 [0.5 0.5]와 같은) 짹수-탭 대칭 필터가 그 방향에서 크로마를

필터링하는 데 사용된다. 후자의 예에 대한 다른 가능한 필터 선택은 라운딩 연산과 함께 [1 3 3 1]/8 또는 [0.125 0.375 0.375 0.125]이다. 후처리 동작의 선택은 통상적으로 후처리 동작이 전처리 동작을 보상하도록 이루어진다. 일부 예들에서 후처리는 전처리를 직접 반전시키는 반면, 다른 예들에서 후처리는 바와 같이 전처리를 단지 대략 반전시킨다.

[0161] AVC 코딩/디코딩 또는 HEVC 코딩/디코딩과 관련된 프레임 팩킹/언팩킹의 구현들에서, 크로마 샘플 위치 타입이 chroma_sample_loc_type_top_field 및 chroma_sample_loc_type_bottom_field 선택 요소들에 대해 1인 경우, 크로마 샘플은 수평 또는 수직 방향에서 루마 샘플들과 정렬되지 않으며, 따라서 필터 [0.5 0.5]는 전처리 동작을 위해 수평 및 수직 방향들 양자에서 적용된다. 그러한 경우, 도 9를 참조하여 설명된 접근 방법(900)의 경우, 샘플 값 영역들(B2, B3)을 도출하기 위한 방정식들은 다음과 같다.

[0162] - 영역 B2에 대해: $U_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) = [U_{444}(2x, 2y) + U_{444}(2x+1, 2y) + U_{444}(2x, 2y+1) + U_{444}(2x+1, 2y+1) + 2]/4$, 및

[0163] - 영역 B3에 대해: $V_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) = [V_{444}(2x, 2y) + V_{444}(2x+1, 2y) + V_{444}(2x, 2y+1) + V_{444}(2x+1, 2y+1) + 2]/4$,

[0164] 여기서, (x, y) 의 범위는 양 영역에 대해 $[0, \frac{W}{2} - 1] \times [0, \frac{H}{2} - 1]$ 이다.

[0165] 이러한 필터링으로 인해, YUV 4:4:4 프레임으로부터의 위치 $U_{444}(2x, 2y)$ 및 $V_{444}(2x, 2y)$ 에서의 샘플 값들은 주요 뷰에서 직접 표현되지 않는 대신에, 필터링된 샘플 값들 $(U_{420}^{\text{main_filt}}(x, y)$ 및 $V_{420}^{\text{main_filt}}(x, y))$ 가 주요 뷰(902) 내의 위치들에 존재한다. YUV 4:4:4 프레임으로부터의 $U_{444}(2x+1, 2y)$, $U_{444}(2x, 2y+1)$, $U_{444}(2x+1, 2y+1)$, $V_{444}(2x+1, 2y)$, $V_{444}(2x, 2y+1)$ 및 $V_{444}(2x+1, 2y+1)$ 에서의 샘플 값들은 여전히 영역들(B4-B9) 중의 보조 뷰(903) 내에 직접 표현된다.

[0166] YUV 4:4:4 포맷의 프레임들이 출력될 때의 후처리 동작들의 일부로서의 대응하는 필터링에 있어서, YUV 4:4:4 프레임의 위치 $U_{444}(2x, 2y)$ 및 $V_{444}(2x, 2y)$ 에 대한 샘플 값들은 아래와 같이, 팩킹된 프레임 내의 값들로부터 $U'_{444}(2x, 2y)$ 및 $V'_{444}(2x, 2y)$ 로서 계산될 수 있다.

[0167] - $U'_{444}(2x, 2y) = (1 + 3\alpha) * U''_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) - \alpha * [U''_{444}(2x+1, 2y) +$

[0168] $U''_{444}(2x, 2y+1) + U''_{444}(2x+1, 2y+1)]$, 및

[0169] - $V'_{444}(2x, 2y) = (1 + 3\alpha) * V''_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) - \alpha * [V''_{444}(2x+1, 2y) +$

[0170] $V''_{444}(2x, 2y+1) + V''_{444}(2x+1, 2y+1)]$,

[0171] 여기서, (x, y) 의 범위는 $[0, \frac{W}{2} - 1] \times [0, \frac{H}{2} - 1]$ 이고, α 는 구현에 의존하는 각종 팩터이고, "마크는 (아마도 다손실의) 코딩으로부터의 재구성을 나타낸다. 크로마 샘플 그리드 위치들이 수평 및 수직 양자에서 루마 샘플 위치들 사이에 중심을 갖는 경우, [0.5 0.5]의 안티-엘리어스 필터가 제안되는 경우, 값 $\alpha=1$ 은 양자화 에러 및 라운딩 에러의 부재시에 입력 값들을 완전히 재구성하여, 전처리에서 수행된 필터링을 직접 반전시킬 것이다. α 의 다른 값들의 경우, 후처리 동안의 필터링은 전처리에서 수행된 필터링을 단지 대략 반전시킨다. 양자화 에러를 고려할 때, 약간 더 작은 α 값(예로서, $\alpha=0.5$)을 사용하는 것이 인식 가능한 아티팩트들을 감소시키기 위해 권장될 수 있다. 일반적으로, α 는 0.0 내지 1.0의 범위 내에 있어야 하며, 양자화 스텝 크기가 더 클 때 α 는 더 작아야 한다. 높은 α 값을 사용하는 것은 다손실 압축으로 인해 유발되는 아티팩트들을 증가시킬 수 있다.

[0172] 또는, 상이한 샘플 위치들에 대해 상이한 각종치들이 할당될 수 있다. YUV 4:4:4 프레임의 위치 $U_{444}(2x, 2y)$ 및 $V_{444}(2x, 2y)$ 에 대한 샘플 값들은 아래와 같이, 팩킹된 프레임 내의 값들로부터 $U'_{444}(2x, 2y)$ 및 $V'_{444}(2x, 2y)$ 로서

계산될 수 있다.

- $U'_{444}(2x, 2y) = (1 + \alpha + \beta + \gamma) * U''_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) - \alpha * U''_{444}(2x + 1, 2y) - \beta * U''_{444}(2x, 2y + 1) - \gamma * U''_{444}(2x + 1, 2y + 1),$
- $V'_{444}(2x, 2y) = (1 + \alpha + \beta + \gamma) * V''_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) - \alpha * V''_{444}(2x + 1, 2y) - \beta * V''_{444}(2x, 2y + 1) - \gamma * V''_{444}(2x + 1, 2y + 1),$

[0173] 여기서, (x, y) 의 범위는 $[\mathbf{0}, \frac{W}{2} - 1] \times [\mathbf{0}, \frac{H}{2} - 1]$ 이고, α , β 및 γ 는 구현에 의존하는 각종 팩터들이고, "마크는 (아마도 다손실의) 코딩으로부터의 재구성을 나타낸다. 크로마 샘플 그리드 위치들이 수평 및 수직 양자에서 루마 샘플 위치들 사이에 중심을 갖는 경우, [0.5 0.5]의 안티-엘리어스 필터가 제안되는 경우, 값 $\alpha = \beta = \gamma = 1$ 은 양자화 에러 및 라운딩 에러의 부재시에 입력 값들을 완전히 재구성하여, 전처리에서 수행된 필터링을 직접 반전시킬 것이다. α , β 및 γ 의 다른 값들의 경우, 후처리 동안의 필터링은 전처리에서 수행된 필터링을 단지 대략 반전시킨다. 양자화 에러를 고려할 때, 약간 더 작은 α , β 및 γ 값들(예로서, $\alpha = \beta = \gamma = 0.5$)을 사용하는 것이 인식 가능한 아티팩트들을 감소시키기 위해 권장될 수 있다. 일반적으로, α , β 및 γ 는 0.0 내지 1.0의 범위 내에 있어야 하며, 양자화 스텝 크기가 더 클 때 α , β 및 γ 는 더 작아야 한다. 높은 α , β 및 γ 값들을 사용하는 것은 다손실 압축으로 인해 유발되는 아티팩트들을 증가시킬 수 있다. α , β 및 γ 값들은 교차 상관 분석을 이용하는 조건부 최적화를 위해 설계될 수 있다.

[0175] $\alpha = \beta = \gamma = 1$ 일 때, YUV 4:4:4 프레임의 위치 $U_{444}(2x, 2y)$ 및 $V_{444}(2x, 2y)$ 에 대한 샘플 값들은 아래와 같이, 팩킹된 프레임 내의 값들로부터 $U'_{444}(2x, 2y)$ 및 $V'_{444}(2x, 2y)$ 로서 간단히 계산될 수 있다.

- $U'_{444}(2x, 2y) = 4 * U''_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) - U''_{444}(2x + 1, 2y) - U''_{444}(2x, 2y + 1) - U''_{444}(2x + 1, 2y + 1),$ 및

- $V'_{444}(2x, 2y) = 4 * V''_{420}^{\text{main_filt}}(x, y) - V''_{444}(2x + 1, 2y) - V''_{444}(2x, 2y + 1) - V''_{444}(2x + 1, 2y + 1),$

[0179] 여기서, (x, y) 의 범위는 $[\mathbf{0}, \frac{W}{2} - 1] \times [\mathbf{0}, \frac{H}{2} - 1]$ 이다.

[0180] 예를 들어, 전처리 동안, 위치 $(2x, 2y)$, $(2x+1, 2y)$, $(2x, 2y+1)$ 및 $(2x+1, 2y+1)$ 에 대한 샘플 값들(29, 15, 7, 18)은 17로 라운딩되는 샘플 값 17.25를 생성하도록 필터링된다. 17의 필터링된 샘플 값은 29의 본래의 샘플 값 대신 사용된다. 후처리 동안, 위치 $(2x, 2y)$ 에 대한 샘플 값은 $68 - 15 - 7 - 18 = 28$ 이 되도록 재구성된다. 본래의 샘플 값(29)과 재구성된 샘플 값(28) 간의 차이는 전처리 동작을 위한 필터링으로 인한 예측의 손실을 나타낸다.

[0181] 대안으로서, 장치는 전처리 동안 필터링이 수행된 경우에도 후처리 동안 필터링 동작들을 선택적으로 생략할 수 있다. 예를 들어, 장치는 디코딩 및 재생의 계산 부하를 줄이기 위해 후처리 동안 필터링을 생략할 수 있다.

[0182] 대안으로서, 전처리 동작들 및 후처리 동작들은 주요 뷰(예를 들어, 도 9에 표현된 프레임(902)에 대한 영역들(B2, B3))를 표현하는 4:2:0 프레임의 일부인 4:4:4 프레임의 크로마 신호로 제한되지 않는다. 대신에, 전처리 동작들 및 후처리 동작들은 보조 뷰(예로서, 도 9에 표현된 프레임(903)의 영역들(B4-B9))을 표현하는 4:2:0 프레임의 일부인 4:4:4 프레임의 크로마 신호에 대한) 그러한 전처리 및 후처리 동작들은 주요 뷰를 표현하는 4:2:0 프레임의 일부로 구성되는 4:4:4 프레임의 크로마 신호의 전처리 및 후처리와 다른 필터링 동작들을 사용할 수 있다.

[0183] 전처리 동작들 및 후처리 동작들의 전술한 예들에서는, 평균 필터링이 전처리 동안 사용되고, 대응하는 필터링이 후처리 동안 사용된다. 대안으로서, 전처리 동작들 및 후처리 동작들은 변환/역변환 쌍을 구현할 수 있다. 예를 들어, 변환/역변환 쌍은 웨이블릿 변환들, 리프팅 변환들 및 다른 변환들의 클래스 중 하나일 수 있다. 사용 예 시나리오들에 따라서는, 4:4:4 프레임들의 팩킹과 관련된 전처리 동작들 및 후처리 동작들의 사용에 대해 전술한 상이한 설계 이유들을 충족시키기 위해 특정 변환들도 설계될 수 있다. 또는, 전처리 및 후처리는

다른 필터 영역들을 지원하는 다른 필터 구조들을 사용하거나, 콘텐츠 및/또는 충실도와 관련하여 적합한(예로서, 인코딩에 사용되는 양자화 스텝 크기와 관련하여 적합한) 필터링을 사용할 수 있다.

[0184] 일부 예시적인 구현들에서, 프레임 팩킹된 4:2:0 콘텐츠의 표현 및/또는 압축은 4:4:4 콘텐츠의 본래의 샘플 비트 깊이보다 큰 샘플 비트 깊이를 사용할 수 있다. 예를 들어, 4:4:4 프레임들의 샘플 비트 깊이는 샘플당 8 비트이고, 프레임 팩킹된 4:2:0 프레임들의 샘플 비트 깊이는 샘플당 10 비트이다. 이것은 전처리 동작들 및 후처리 동작들의 적용 동안의 정밀도 손실을 감소를 도울 수 있다. 또는, 이것은 4:2:0 프레임들이 다손실 압축을 이용하여 인코딩될 때 더 높은 레벨의 충실도를 달성하는 것을 도울 수 있다. 예를 들어, 4:4:4 콘텐츠가 샘플당 8 비트의 샘플 비트 깊이를 갖고, 프레임 팩킹된 4:2:0 콘텐츠가 샘플당 10 비트의 샘플 비트 깊이를 갖는 경우, 샘플당 10 비트의 비트 깊이는 인코더 및 디코더의 모든 또는 대부분의 내부 모듈들에서 유지될 수 있다. 샘플 비트 깊이는 필요한 경우에는 수신 측에서 콘텐츠를 4:4:4 포맷으로 언팩킹한 후에 샘플당 8 비트로 감소될 수 있다. 더 일반적으로, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 샘플 값들은 (샘플당 8, 10, 12 또는 16 비트와 같은) 제1 비트 깊이를 가질 수 있고, (프레임 팩킹에 이어지는) 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 샘플 값들은 제1 비트 깊이보다 큰 제2 비트 깊이를 가질 수 있다.

D. YUV 4:2:2 비디오에 대한 대안들

[0185] 위의 예들 중 다수에서, YUV 4:4:4 프레임들은 인코딩 및 디코딩을 위해 YUV 4:2:0 프레임들로 팩킹된다. 다른 예들에서, YUV 4:2:2 프레임들은 인코딩 및 디코딩을 위해 YUV 4:2:0 프레임들로 팩킹된다. 통상적인 4:2:2 프레임은 4개의 픽셀 위치마다 8개의 샘플 값을 포함하는 반면, 4:2:0 프레임은 4개의 픽셀 위치마다 6개의 샘플 값을 포함한다. 따라서, 4:2:2 프레임 내에 포함된 샘플 값을 4/3 4:2:0 프레임들로 팩킹될 수 있다. 즉, 효율적으로 팩킹될 때, 3개의 4:2:2 프레임이 4개의 4:2:0 프레임으로 팩킹될 수 있다.

[0186] 하나의 접근 방법에서, 4:2:2 프레임들에 대한 프레임 팩킹은 4:4:4 대 4:2:0 프레임 팩킹에 대해 도 8에서 설명된 간단한 접근 방법(800)과 유사한 간단한 방식으로 수행된다.

[0187] 다른 접근 방법들에서는, YUV 4:2:2 프레임이 YUV 4:2:2 프레임의 크로마 정보에 대한 기하학적 대응을 유지하면서 4:2:0 프레임들로 팩킹된다. 자신들의 Y, U 및 V 성분들 간의 양호한 기하학적 대응을 갖는 결과적인 4:2:0 프레임들은 더 양호하게 압축될 수 있는데, 그 이유는 그들이 인코딩된 YUV 4:2:0 프레임들에 적합한 통상적인 인코더에 의해 예상되는 모델에 적합하기 때문이다. 이와 동시에, YUV 4:2:0 프레임이 더 낮은 해상도의 컬러 성분들을 갖지만, YUV 4:2:2 프레임에 의해 표현된 완전한 장면을 표현하도록 팩킹이 행해질 수 있다.

[0188] 이러한 설계 제약들은 YUV 4:2:2를 2개의 4:2:0 프레임(주요 뷰 및 보조 뷰)으로 팩킹하는 동안 충족될 수 있다. 보조 뷰는 "공백" 영역들을 가질 것이지만, 이러한 영역들은 고정 값을 이용하여 또는 크로마 값을 복제에 의해 채워질 수 있다. 또는, 공백 영역들은 장면의 깊이와 같은 다른 정보를 나타내는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 9를 참조하여 설명된 팩킹 접근 방법(900)의 경우, 접근 방법(900)은 영역들(B4, B5)이 데이터를 갖지 않을 것이라는 것 외에는 그대로 사용될 수 있다. 또는, 도 11을 참조하여 설명된 팩킹 접근 방법(1100)의 경우, 접근 방법(1100)은 영역들(A4, A5)이 데이터를 갖지 않을 것이라는 것 외에는 그대로 사용될 수 있다.

[0189] 예시적인 구현들에서, 아래의 표에 나타난 바와 같이, content_interpretation_type에 대한 새로운 값들이 YUV 4:2:2 프레임들의 구성 YUV 4:2:0 프레임들로의 팩킹을 시그널링하도록 정의된다.

값	해석
0	프레임 팩킹된 구성 프레임들 간의 지정되지 않은 관계.
1	2개의 구성 프레임이 입체 뷰 장면의 좌측 및 우측 뷰들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 좌측 뷰와 관련되고, 프레임 1은 우측 뷰와 관련된다.
2	2개의 구성 프레임이 입체 뷰 장면의 우측 및 좌측 뷰들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 우측 뷰와 관련되고, 프레임 1은 좌측 뷰와 관련된다.
...	...
7	2개의 구성 프레임이 YUV 4:2:2 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 1은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 0의 크로마 샘플들은 (안티-앨리어스 필터링이 없는 경우) 4:2:2 프레임의 필터링되지 않은 샘플들로서 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.
8	2개의 구성 프레임이 YUV 4:2:2 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 0은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 1은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 0의 크로마 샘플들은 프레임 팩킹 전에 안티-앨리어스 필터링된 것으로 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.
9	2개의 구성 프레임이 YUV 4:2:2 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 1은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 0은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 1의 크로마 샘플들은 (안티-앨리어스 필터링이 없는 경우) 4:2:2 프레임의 필터링되지 않은 샘플들로서 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.
10	2개의 구성 프레임이 YUV 4:2:2 프레임을 표현하는 주요 및 보조 YUV 4:2:0 프레임들을 형성함을 나타내며, 프레임 1은 주요 뷰와 관련되고, 프레임 0은 보조 뷰와 관련된다. 프레임 1의 크로마 샘플들은 프레임 팩킹 전에 안티-앨리어스 필터링된 것으로 해석되어야 한다는 것을 나타낸다.

[0191]

대안으로서, 신택스 요소 `content_interpretation_type`에 대한 상이한 값들이 이전의 표에 나타난 해석들과 관련된다. 또는, `content_interpretation_type`에 대한 다른 그리고/또는 추가적인 해석들을 이용하여, 프레임 팩킹에 의해 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로부터 획득된 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 인코딩/디코딩을 지원할 수 있다.

[0193]

E. 다른 크로마 샘플링 포맷들

[0194]

본 명세서에서 설명되는 예들 중 다수는 크로마 샘플링 포맷들로서의 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0 등과 같은 샘플링 비율들에서의 Y'UV, YIQ, Y'IQ, YDbDr, YCbCr, YCoCg 등과 같은 YUV 컬러 공간들의 변형들을 포함한다. 대안으로서, 설명되는 접근 방법들은 크로마 샘플링 포맷들로서의 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0 등과 같은 샘플링 비율들에서의 RGB, GBR 등과 같은 컬러 공간들에 대해 사용될 수 있다. 예를 들어, 장치는 (RGB 4:4:4 또는 GBR 4:4:4와 같은) 고해상도 논(non)-YUV 크로마 샘플링 포맷의 프레임들을 (4:2:0 포맷과 같은) 저해상도 포맷의 프레임들로 팩킹할 수 있으며, 이어서 이들은 인코딩될 수 있다. 인코딩에 있어서, 명목상 루마 성분 및 명목상 크로마 성분들은 (대략적인 휘도 및 컬러 차이 값들이 아니라) 논-YUV 성분들의 샘플 값들을 나타낸다. 대응하는 언팩킹에 있어서, 장치는 (4:2:0 포맷과 같은) 저해상도 포맷의 프레임들을 (RGB 4:4:4 또는 GBR 4:4:4와 같은) 고해상도 논-YUV 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로 언팩킹한다.

[0195]

또한, 설명되는 접근 방법들은 4:4:4 포맷, 4:2:2 포맷 또는 4:2:0 포맷의 비디오 콘텐츠의 4:0:0 포맷으로의 프레임 팩킹을 위해 사용될 수 있으며, 4:0:0 포맷은 통상적으로 그레이스케일 또는 단색 비디오 콘텐츠에 사용된다. 4:4:4 포맷, 4:2:2 포맷 또는 4:2:0 포맷의 프레임으로부터의 크로마 정보는 4:0:0 포맷의 하나 이상의 추가 또는 보조 프레임의 주성분으로 팩킹될 수 있다.

[0196]

F. 프레임 팩킹/언팩킹을 위한 범용 기술들

[0197]

도 12는 프레임 팩킹을 위한 범용 기술(1200)을 나타낸다. 예를 들어 도 4를 참조하여 설명된 바와 같은 프레임 팩커를 구현하는 컴퓨팅 장치가 기술(1200)을 수행할 수 있다.

[0198]

장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레

임으로 팩킹한다(1210). 예를 들어, 장치는 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)을 4:2:0 포맷(예로서, YUV 4:2:0 포맷)의 프레임(들)으로 팩킹한다. 또는, 장치는 4:2:2 포맷(예로서, YUV 4:2:2 포맷)의 프레임(들)을 4:2:0 포맷(예로서, YUV 4:2:0 포맷)의 프레임(들)으로 팩킹한다. 또는, 장치는 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)을 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)으로 팩킹한다.

[0199] YUV 포맷들에 대해, 장치는 팩킹 후에 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 인접 샘플 값들 간의 기하학적 대응을 유지하도록 프레임 팩킹(1210)을 수행할 수 있다. 예를 들어, 그러한 샘플 값들은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 루마 및 크로마 성분들의 인접 샘플들 및/또는 공동 배치된 부분들로서 유지된다. 후속 인코딩은 그러한 기하학적 대응을 이용할 수 있다.

[0200] 일부 프레임 팩킹 접근 방법들에서, 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 더 낮은 크로마 해상도 버전을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 일부로서 삽입할 수 있다. 따라서, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 일부는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 더 낮은 크로마 해상도 버전을 나타낸다. 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 나머지는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)으로부터의 잔여 크로마 정보를 나타낸다. 다른 프레임 팩킹 접근 방법들에서는, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 공간 파티셔닝에 따라, 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 루마 및 크로마 성분들에 할당한다.

[0201] 프레임 팩킹 동안, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들이 필터링될 수 있으며, 필터링된 샘플 값들은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 부분들에 할당된다. 일부 구현들에서, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들은 더 낮은 비트 깊이(예로서, 샘플당 8 비트)를 가지며, 필터링된 샘플 값들은 더 큰 비트 깊이에서의 인코딩을 위해 더 큰 비트 깊이(예로서, 샘플당 10 비트)를 갖는다.

[0202] 이어서, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)을 인코딩할 수 있다(1220). 대안으로서, 상이한 장치가 인코딩(1220)을 수행한다. 장치(들)는 프레임별로 또는 다른 방식으로 기술(1200)을 반복할 수 있다.

[0203] 장치는 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 메타데이터를 시그널링할 수 있다. 예를 들어, 장치는 프레임 팩킹/언팩킹의 사용 여부를 나타내는 메타데이터를 시그널링한다. 또는, 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들이 프레임 팩킹 동안 필터링되었으며 후처리의 일부로서 필터링되어야 한다는 표시를 시그널링한다. 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 메타데이터는 보완 향상 정보 메시지의 일부로서 또는 소정의 다른 탑재의 메타데이터로서 시그널링될 수 있다.

[0204] 도 13은 프레임 언팩킹을 위한 범용 기술(1300)을 나타낸다. 예를 들어 도 5를 참조하여 설명된 바와 같은 프레임 언팩커를 구현하는 컴퓨팅 장치가 기술(1300)을 수행할 수 있다.

[0205] 프레임 언팩킹 자체 전에, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)을 디코딩할 수 있다(1310). 대안으로서, 다른 장치가 디코딩(1310)을 수행한다.

[0206] 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 언팩킹한다(1320). 예를 들어, 장치는 4:2:0 포맷(예로서, YUV 4:2:0 포맷)의 프레임(들)을 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)으로 언팩킹한다. 또는, 장치는 4:2:0 포맷(예로서, YUV 4:2:0 포맷)의 프레임(들)을 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)으로 언팩킹한다. 또는, 장치는 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)을 4:4:4 포맷(예로서, YUV 4:4:4 포맷)의 프레임(들)으로 언팩킹한다.

[0207] 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 더 낮은 크로마 해상도 버전이 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 일부로서 삽입될 때, 장치는 표시를 위한 옵션들을 갖는다. 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 더 낮은 크로마 해상도 버전을 나타내는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 일부는 출력 및 표시를 위해 재구성될 수 있다. 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 나머지는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)으로부터의 잔여 크로마 정보를 나타내며, 프레임 언팩킹의 일부로서 사용될 수 있다. 다른 프레임 언팩킹 접근 방법들에서는, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 공간 파티셔닝을 반전시키기 위해, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 루마 및 크로마 성분들의 샘플 값들을 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들에 할당한다.

[0208] 프레임 언팩킹 동안, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들은 후처리의 일부로서 필터링될 수 있다. 일부 구현들에서, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 적어도 일부 샘플 값들은 후처리 필터링 전에 더 큰 비트 깊이(예로서, 샘플당 10 비트)를 가지며, 그러한 샘플 값

들은 후처리 필터링 후에 더 낮은 비트 깊이(예로서, 샘플당 8 비트)를 갖는다.

[0209] 장치는 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 메타데이터도 수신할 수 있다. 예를 들어, 장치는 프레임 팩킹/언팩킹의 사용 여부를 나타내는 메타데이터를 수신한다. 또는, 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들이 프레임 팩킹 동안 필터링되었으며 후처리의 일부로서 필터링되어야 한다는 표시를 수신한다. 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 메타데이터는 보완 향상 정보 메시지의 일부로서 또는 소정의 다른 타입의 메타데이터로서 시그널링될 수 있다.

[0210] 장치(들)는 프레임별로 또는 다른 방식으로 기술(1300)을 반복할 수 있다.

G. 프레임 팩킹/언팩킹을 위한 전처리/후처리 동작들로서의 대역 분리 필터링/역필터링

[0212] 예시적인 전처리 및 후처리 동작들의 제2 세트에 따르면, 전처리 및 후처리 각각을 위해 대역 분리 필터링 및 역필터링이 사용된다. 많은 예에서, 대역 분리 필터링 및 역필터링은 웨이블릿 분해 및 재구성이다. 프레임 팩킹은 크로마 샘플 값들을 필터링하기 위한 전처리 동작들의 일부로서 웨이블릿 분해(분석)를 포함할 수 있다. 게다가, 대응하는 프레임 언팩킹은 크로마 샘플 값들을 역필터링하기 위한 후처리의 일부로서 웨이블릿 재구성(합성)을 포함한다.

[0213] 예를 들어, 이러한 접근 방법들에서, YUV 4:4:4 프레임은 YUV 4:4:4 프레임의 크로마 정보에 대한 기하학적 대응을 유지하면서 2개의 YUV 4:2:0 프레임으로 팩킹될 수 있다. 자신들의 Y, U 및 V 성분들 간의 양호한 기하학적 대응을 갖는 YUV 4:2:0 프레임들은 YUV 4:2:0 프레임들을 인코딩하는 데 적합한 통상적인 인코더에 의해 예측되는 모델에 적합하므로 더 양호하게 압축될 수 있다. 전술한 일부 접근 방법들에서와 같이, 팩킹은 또한 2개의 YUV 4:2:0 프레임 중 하나가 저해상도의 컬러 성분들을 갖지만 YUV 4:4:4 프레임에 의해 표현되는 완전한 장면을 표현하도록 수행될 수 있다. 이것은 디코딩에서의 옵션들을 제공한다. 프레임 언팩킹을 수행하지 못하거나 프레임 언팩킹을 수행하지 않기로 결정하는 디코더는 장면을 표현하는 YUV 4:2:0 프레임의 재구성 버전만을 취하고, 이를 디스플레이에 직접 제공할 수 있다.

[0214] 동시에, (고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들로부터의 잔여 크로마 정보를 갖는) 보조 프레임은 주요 프레임과 결합될 향상 층 신호로 간주될 수 있다. 주요 신호 에너지는 (인코딩 동안 주요 프레임에 더 많은 비트를 전용화함으로써) 주요 프레임에 집중될 수 있으며, 보조 프레임은 인코딩 동안 향상 층 신호에 대해 임의로 낮은 수의 비트를 소비한다. 보조 프레임이 더 낮은 비트 레이트(주요 프레임에 비해 더 낮은 품질)로 인코딩될 때, 주요 프레임으로부터의 크로마 정보는 재구성 후에 크로마 성분들에 대해 최소 품질 레벨을 설정하며, 보조 프레임으로부터의 임의의 정보가 그러한 최소 품질 레벨 이상으로 품질을 개선하는 데 사용될 수 있다.

1. 4:4:4 대 4:2:0을 위한 3-대역 웨이블릿 분해용 프레임워크

[0216] 한 세트의 대역 분리 필터링 접근 방법들에서, 전처리 동작들은 4:4:4 포맷의 비디오 콘텐츠의 4:2:0 포맷으로의 프레임 팩킹을 위한 3-대역 웨이블릿 분해를 포함한다. 예를 들어, YUV 4:4:4 포맷에서의 샘플 값들의 3개의 본래의 어레이의 높이(H)가 4의 배수인 것으로 가정하고, YUV 4:4:4 포맷에서의 샘플 값들의 3개의 본래의 어레이의 폭(W)도 4의 배수인 것으로 가정한다. 도 14는 3 대역 웨이블릿 분해를 전처리로서 이용하는 프레임 팩킹에 대한 접근 방법(1400)을 나타낸다. 이러한 접근 방법(1400)에서, YUV 4:4:4 프레임(801)은 2개의 YUV 4:2:0 프레임(1402, 1403)으로 팩킹된다. 제1 프레임(1402)은 YUV 4:2:0 포맷의 "주요 뷰" - YUV 4:4:4 프레임(801)에 의해 표현되는 완전한 장면의 더 낮은 크로마 해상도의 버전 -을 제공한다. 제2 프레임(1403)은 YUV 4:2:0 포맷의 "보조 뷰"를 제공하며, 잔여 크로마 정보를 포함한다.

[0217] 어레이 A(여기서, A는 U 크로마 샘플 값들 또는 V 크로마 샘플 값들임)에 대해, 제1 스테이지를 위한 웨이블릿 분해는 아래와 같이 정의된다.

$$- x = 0, \dots, W-1, y = 0, \dots, H/2 - 1 \text{에 대해, } C_A(x, y) = A_{444}(x, 2y) + A_{444}(x, 2y + 1);$$

$$- x = 0, \dots, W-1, y = 0, \dots, H/2 - 1 \text{에 대해, } D_A(x, y) = A_{444}(x, 2y) - A_{444}(x, 2y + 1)$$

[0220] 도 14에서, 평면 U는 대역 C_U 및 D_U 로 분해된다. 평면 V는 대역 C_V 및 D_V 로 분해된다. 따라서, C 및 D는 각각 평면 U 또는 평면 V에 대한 수직 저역 통과 필터링된 버전 및 수직 고역 통과 필터링된 버전이다. 수직 필터링 후에, 각각의 수직 저역 통과 대역(C_U 및 C_V)은 수평 웨이블릿 분해에 의해 더 분해된다.

$$- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1 \text{에 대해, } E_A(x, y) = C_A(2x, y) + C_A(2x+1, y);$$

[0222] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $F_A(x, y) = C_A(2x, y) - C_A(2x+1, y)$

[0223] 도 14에서, 저역 통과 대역 C_U 는 대역 E_U 및 F_U 로 분해된다. 저역 통과 대역 C_V 는 대역 E_V 및 F_V 로 분해된다. 따라서, E 및 F 는 각각 수직 저역 통과 필터링된 대역의 수평 저역 통과 필터링된 버전 및 수평 고역 통과 필터링된 버전이다. E 및 F 는 LL 및 LH 웨이블릿 대역들로 지정될 수 있다. (아래에 설명되는 바와 같이 적절한 경우에 정규화를 포함하는) 웨이블릿 분해 후에, 각각의 대역($D_U, D_V, E_U, E_V, F_U, F_V$)은 YUV 4:2:0 프레임(들)의 섹션들로서 배열된다.

[0224] - $x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{main}}(x, y) = Y_{444}(x, y)$;

[0225] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{main}}(x, y) = E_U(x, y)/4$;

[0226] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{main}}(x, y) = E_V(x, y)/4$;

[0227] - $x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y) = D_U(x, y)/2 + 2^{B-1}$;

[0228] - $x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, H/2 + y) = D_V(x, y)/2 + 2^{B-1}$;

[0229] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = F_U(x, 2y)/4 + 2^{B-1}$;

[0230] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, H/4 + y) = F_V(x, 2y)/4 + 2^{B-1}$;

[0231] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, y) = F_U(x, 2y+1)/4 + 2^{B-1}$;

[0232] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, H/4 + y) = F_V(x, 2y+1)/4 + 2^{B-1}$

[0233] 여기서, B 는 비트 깊이를 나타낸다. 이 예에서, 비트 깊이는 전처리의 입력 샘플 값들 및 출력 샘플 값들에 대해 동일한 것으로 가정한다. 그러나, 일부 구현들에서는 비트 깊이가 전처리의 입력 샘플 값들과 결과들 사이에서 다를 수 있다. 일반적으로, 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 샘플 값들은 (샘플당 8, 10, 12 또는 16 비트와 같은) 제1 비트 깊이를 가질 수 있는 반면, (프레임 팩킹 후의) 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임들의 샘플 값들은 제1 비트 깊이보다 큰 제2 비트 깊이를 갖는다. 또한, 전처리 동작들은 일부 예들에서 0 내지 $2^B - 1$ 의 범위로의 일부 신호들의 클리핑을 포함할 수 있다.

[0234] 대안으로서, 샘플 값들은 상이한 방식으로 영역들에 할당될 수 있다. 예를 들어, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 U 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면 내에 배열될 수 있고, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 V 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 V 평면 내에 배열될 수 있다. 이 예에서는, 도 14에 비해, F_U 의 홀수 행들로부터의 샘플 값들이 U_{420}^{aux} 의 하부 절반에 할당되고, F_V 의 짝수 행들로부터의 샘플 값들이 V_{420}^{aux} 의 상부 절반에 할당된다. 또는, F_U 로부터의 샘플 값들이 U_{420}^{aux} 에 할당되고, F_V 로부터의 샘플 값들이 V_{420}^{aux} 에 할당된다. 여하튼, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 상이한 본래의 U 및 V 평면들로부터의 콘텐츠의 혼합 없이 YUV 4:4:4 프레임의 U 평면(또는 V 평면)으로부터 구성된다.

[0235] 요컨대, 대역 D, E 및 F는 평면 U 또는 V에 대한 크로마 샘플 값들을 나타낼 수 있는 입력 어레이 A의 3 대역 웨이블릿 분해를 형성한다. LL, LH, HL 및 HH 대역들로의 더 통상적인 4 대역 웨이블릿 분해에 비해, 3 대역 분해에서는 HL 및 HH 대역들이 생성되지 않는다. 대신, 수직 고역 통과 신호 D가 최대 수평 해상도로 유지된다. 따라서, 대역 D, E 및 F는 H, LL 및 LH 대역들로 지정될 수 있다. 이러한 명명 형식에서, 첫 번째 문자는 수직 고역 통과(H) 또는 저역 통과(L) 신호 데시메이션을 나타내고, 두 번째 문자는 (존재할 때) 수평

고역 통과 또는 저역 통과 신호 테시메이션을 나타낸다.

[0236] YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1402) 및 제2 프레임(1403)은 (도 14에서 짙은 선으로 분리된) 분리된 프레임들로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1402) 및 제2 프레임(1403)은 (도 14에서 짙은 선을 무시하는) 2 x H의 높이를 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1402) 및 제2 프레임(1403)은 2 x W의 폭을 갖는 단일 프레임으로서 구성될 수 있다. 또는, YUV 4:2:0 포맷의 제1 프레임(1402) 및 제2 프레임(1403)은 H.264/AVC 표준 또는 HEVC 표준에서 frame_packing_arrangement_type에 대해 정의되는 방법들 중 임의의 방법을 이용하여 단일 프레임으로서 구성될 수 있다.

[0237] 도 15는 3 대역 웨이블릿 분해를 전처리로서 이용하는 프레임 팩킹에 대한 다른 예시적인 접근 방법(1500)을 나타낸다. 이러한 접근 방법(1500)에서는, YUV 4:4:4 프레임(801)이 2개의 YUV 4:2:0 프레임(1502, 1503)으로 팩킹된다. 또한, 제1 프레임(1502)은 YUV 4:2:0 포맷의 "주요 뷰"를 제공하는 한편, 제2 프레임(1503)은 YUV 4:2:0 포맷의 "보조 뷰"를 제공하며, 잔여 크로마 정보를 포함한다. (Y_{420}^{aux} 이 전체 폭, 절반 높이의 U 및 V 영역들을 포함하게 하는 수평 지향 분해인) 도 14와 관련하여 설명된 접근 방법과 달리, 도 15는 Y_{420}^{aux} 이 절반 폭, 전체 높이의 U 및 V 영역들을 포함하는 대응하는 수직 지향 예를 나타낸다. 도 15에 도시된 접근 방법의 경우, 수직 분해와 수평 분해의 순서가 바뀐다.

[0238] 또한, 샘플 값들은 상이한 방식으로 도 15의 영역들에 할당될 수 있다. 예를 들어, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 U 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면 내에 배열될 수 있고, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 V 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 V 평면 내에 배열될 수 있다. 이 예에서는, 도 15에 비해, F_U 의 홀수 열들로부터의 샘플 값들이 U_{420}^{aux} 의 우측 절반에 할당되고, F_V 의 짝수 열들로부터의 샘플 값들이 V_{420}^{aux} 의 좌측 절반에 할당된다. 또는, F_U 로부터의 샘플 값들이 U_{420}^{aux} 에 할당되고, F_V 로부터의 샘플 값들이 V_{420}^{aux} 에 할당된다. 여하튼, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 상이한 본래의 U 및 V 평면들로부터의 콘텐츠의 혼합 없이 YUV 4:4:4 프레임의 U 평면(또는 V 평면)으로부터 구성된다.

[0239] 이 셱션에서, 웨이블릿 분해는 필터 LPF = [1 1]/2에 기초하는 저역 통과 필터("LPF")를 사용하고, 필터 HPF = [1 -1]/2에 기초하는 고역 통과 필터("HPF")를 사용한다. 이러한 LPF-HPF 필터 쌍은 때때로 하르 웨이블릿 필터 쌍이라고 한다. 이러한 표기법에서, 필호들 내의 숫자들은 필터 텁들을 나타내고, 분모는 정규화 팩터를 나타낸다. 필터 쌍은 수평 및 수직으로 중앙 샘플링 위상(필터링에 의해 도출된 중점 값들)과 더불어 그리고 수평 및 수직 필터링 양자에 이어지도록 연기된 각각의 스테이지로부터의 2에 의한 계산과 더불어 수평 및 수직 양쪽으로 적용된다. 대안으로서, 후술하는 바와 같이, 웨이블릿 분해는 필터 텁들, 필터 위상, 정규화 팩터, 정규화의 타이밍, 라운딩의 사용, 클리핑의 사용 등에 관해 상이한 필터 쌍을 사용한다.

2. 4:4:4 대 4:2:0을 위한 4 대역 웨이블릿 분해용 프레임워크

[0240] 다른 세트의 대역 분리 필터링 접근 방법들에서, 전처리 동작들은 4:4:4 포맷의 비디오 콘텐츠의 4:2:0 포맷으로의 프레임 팩킹을 위한 4 대역 웨이블릿 분해를 포함한다. 또한, YUV 4:4:4 포맷에서의 샘플 값들의 3개의 본래의 어레이의 높이(H)가 4의 배수인 것으로 가정하고, YUV 4:4:4 포맷에서의 샘플 값들의 3개의 본래의 어레이의 폭(W)도 4의 배수인 것으로 가정한다.

[0241] 도 14를 참조하여 설명된 접근 방법들에서, 수직 저역 통과 필터링된/수평 고역 통과 필터링된 대역 $F_A(x, y)$ 는 샘플 값들을 U_{420}^{aux} 및 V_{420}^{aux} 에 할당할 때 수직으로 테시메이션된다. 교대 행들이 $F_A(x, y)$ 로부터 U_{420}^{aux} 및 V_{420}^{aux} 에 할당된다. 이러한 할당은 안티-앨리어스 필터링을 먼저 적용하지 않고서 이루어진다.

[0242] 대안으로서, 도 14의 제1 부분에 이어지지만 YUV 4:2:0 포맷의 상이한 제1 프레임(1602) 및 제2 프레임(1603)을 포함하는 도 16a에 도시된 바와 같이, 추가적인 필터링이 대역 $F_A(x, y)$ 의 샘플 값들에 적용된다. 구체적으로, 대역 $F_A(x, y)$ 는 수직 웨이블릿 분해에 의해 저역 통과 대역 $G_A(x, y)$ 및 고역 통과 대역 $H_A(x, y)$ 로 더 분해된다.

[0244] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $G_A(x, y) = F_A(x, 2y) + F_A(x, 2y+1);$

- [0245] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $H_A(x, y) = F_A(x, 2y) - F_A(x, 2y+1)$
- [0246] (적절한 경우에 정규화를 포함하는) 웨이블릿 분해 후에, 각각의 대역(D_U, D_V, E_U, E_V)중 일부는 도 14를 참조하여 설명된 바와 같이 YUV 4:2:0 프레임(들)의 색션들로서 배열된다. 나머지 대역들(G_U, G_V, H_U, H_V)은 아래와 같이 YUV 4:2:0 프레임(들)의 색션들로서 배열된다.
- [0247] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = G_U(x, y)/8 + 2^{B-1}$;
- [0248] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, H/4 + y) = G_V(x, y)/8 + 2^{B-1}$;
- [0249] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, y) = H_U(x, y)/8 + 2^{B-1}$;
- [0250] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, H/4 + y) = H_V(x, y)/8 + 2^{B-1}$
- [0251] 대안으로서, 샘플 값들은 상이한 방식으로 영역들에 할당될 수 있다. 도 16b는 예를 들어 도 14의 제1 부분에 이어지지만, YUV 4:2:0 프레임의 상이한 제1 프레임(1604) 및 제2 프레임(1605)을 포함한다. 도 16a의 예에서와 같이, 각각의 대역(D_U, D_V, E_U, E_V)중 일부는 도 14를 참조하여 설명된 바와 같이 YUV 4:2:0 프레임(들)의 색션들로서 배열된다. 나머지 대역들(G_U, G_V, H_U, H_V)은 아래와 같이 YUV 4:2:0 프레임(들)의 색션들로서 배열된다.
- [0252] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = G_U(x, y)/8 + 2^{B-1}$;
- [0253] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, H/4 + y) = H_U(x, y)/8 + 2^{B-1}$;
- [0254] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, y) = G_V(x, y)/8 + 2^{B-1}$;
- [0255] - $x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/4 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, H/4 + y) = H_V(x, y)/8 + 2^{B-1}$
- [0256] 도 16b에서, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 U 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면 내에 배열되고, YUV 4:4:4 프레임의 본래의 V 평면으로부터의 데이터가 보조 YUV 4:2:0 프레임의 V 평면 내에 배열된다. 따라서, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 상이한 본래의 U 및 V 평면들로부터의 콘텐츠의 혼합 없이 YUV 4:4:4 프레임의 U 평면(또는 V 평면)으로부터 구성된다. (이와 달리, 도 16a의 예에서, 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)은 YUV 4:4:4 프레임의 U 및 V 성분들로부터의 데이터의 혼합물을 갖는다. 보조 YUV 4:2:0 프레임의 U 평면(또는 V 평면)의 상부 절반은 본래의 U 평면으로부터의 데이터를 포함하고, 하부 절반은 본래의 V 평면으로부터의 데이터를 포함한다.)
- [0257] 요컨대, 대역 D, E, G 및 H는 평면 U 또는 V에 대한 크로마 샘플 값들을 나타낼 수 있는 입력 어레이 A의 4 대역 웨이블릿 분해를 형성한다. 대역 D, E, G 및 H는 H, LL, LHL 및 LHH 대역들에 대응한다. 이러한 명명 형식에서, 첫 번째 문자는 제1 수직 고역 통과(H) 또는 저역 통과(L) 신호 데시메이션을 나타내고, 두 번째 문자는 (존재할 때) 수평 고역 통과 또는 저역 통과 신호 데시메이션을 나타내고, 세 번째 문자는 (존재할 때) LH 대역의 추가적인 수직 고역 통과 또는 저역 통과 신호 데시메이션을 나타낸다.
- [0258] 유사하게, 도 15와 관련하여 설명된 접근 방법들에서, 수평 저역 통과 필터링된/수직 고역 통과 필터링된 대역 $F_A(x, y)$ 는 샘플 값들을 U_{420}^{aux} 및 V_{420}^{aux} 에 할당할 때 수평으로 데시메이션된다. 교대 열들이 $F_A(x, y)$ 로부터 U_{420}^{aux} 및 V_{420}^{aux} 에 할당된다. 이러한 할당은 안티-앨리어스 필터링을 먼저 적용하지 않고서 이루어진다. 대안으로서, 추가적인 필터링이 대역 $F_A(x, y)$ 의 샘플 값들에 적용될 수 있다. 구체적으로, 대역 $F_A(x, y)$ 는 수평 웨이블릿 분해에 의해 저역 통과 대역 $G_A(x, y)$ 및 고역 통과 대역 $H_A(x, y)$ 로 더 분해된다. 각각의 대역(D_U, D_V, E_U, E_V)중 일부는 도 15를 참조하여 설명된 바와 같이 YUV 4:2:0 프레임(들)의 색션들로서 배열된다. 나머지 대

역들(G_U, G_V, H_U, H_V)은 YUV 4:2:0 프레임(들)의 U_{420}^{aux} 및 V_{420}^{aux} 대역들 내에 배열된다.

[0259] 이 섹션에서, 웨이블릿 분해는 하르 웨이블릿 필터 쌍을 사용한다. 필터 쌍은 수평 및 수직으로 중앙 샘플링 위상(필터링에 의해 도출된 중점 값들)과 더불어 그리고 최종 필터링 스테이지에 이어지도록 연기된 각각의 스테이지로부터의 2에 의한 제산과 더불어 수평 및 수직으로 적용된다. 대안으로서, 후술하는 바와 같이, 웨이블릿 분해는 필터 템들, 필터 위상, 정규화 팩터, 정규화의 타이밍, 라운딩의 사용, 클리핑의 사용 등에 관해 상이한 필터 쌍을 사용한다.

3. 4:4:4 대 4:2:2를 위한 웨이블릿 분해용 프레임워크

[0261] 다른 세트의 대역 분리 필터링 접근 방법들에서, 전처리 동작들은 4:4:4 포맷의 비디오 콘텐츠의 4:2:2 포맷으로의 프레임 팩킹을 위한 웨이블릿 분해를 포함한다. 예를 들어, 어레이 A(여기서, A는 U 크로마 샘플 값들 또는 V 크로마 샘플 값들임)에 대해, 제1 스테이지를 위한 웨이블릿 분해는 아래와 같이 정의된다.

[0262] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $C_A(x, y) = A_{444}(2x, y) + A_{444}(2x + 1, y)$;

[0263] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $D_A(x, y) = A_{444}(2x, y) - A_{444}(2x + 1, y)$

[0264] 따라서, 평면 U는 대역 C_U 및 D_U 로 분해되며, 평면 V는 대역 C_V 및 D_V 로 분해된다. C 및 D는 각각 평면 U 또는 평면 V에 대한 수평 저역 통과 필터링된 버전 및 수평 고역 통과 필터링된 버전이다. 수평 필터링 후에, 각각의 대역(C_U, C_V, D_U, D_V)은 아래와 같이 YUV 4:2:2 프레임(들)의 섹션들로서 배열된다.

[0265] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{422}^{\text{main}}(x, y) = Y_{444}(x, y)$;

[0266] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $U_{422}^{\text{main}}(x, y) = C_U(x, y)/2$;

[0267] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $V_{422}^{\text{main}}(x, y) = C_V(x, y)/2$;

[0268] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{422}^{\text{aux}}(x, y) = 2^{B-1}$;

[0269] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $U_{422}^{\text{aux}}(x, y) = D_U(x, y)/2 + 2^{B-1}$; 및

[0270] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $V_{422}^{\text{aux}}(x, y) = D_V(x, y)/2 + 2^{B-1}$

[0271] 이러한 접근 방법에서, "생성된" 신호 $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y)$ 는 디코딩 후에 간단히 폐기될 수 있다. 대안으로서, 고역 통과 필터링된 버전의 샘플 값들은 보조 프레임의 루마 성분 $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y)$ 에 할당될 수 있으며, 보조 프레임의 크로마 성분 $U_{422}^{\text{aux}}(x, y)$ 및 $V_{422}^{\text{aux}}(x, y)$ 는 디코딩 후에 폐기될 수 있는 생성된 값들을 할당받는다.

[0272] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{422}^{\text{aux}}(x, y) = D_U(x, y)/2 + 2^{B-1}$;

[0273] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{422}^{\text{aux}}(W/2 + x, y) = D_V(x, y)/2 + 2^{B-1}$;

[0274] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $U_{422}^{\text{aux}}(x, y) = 2^{B-1}$; 및

[0275] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $V_{422}^{\text{aux}}(x, y) = 2^{B-1}$

[0276] 이 섹션에서, 웨이블릿 분해는 하르 웨이블릿 필터 쌍을 사용한다. 필터 쌍은 중앙 샘플링 위상(필터링에 의해 도출된 중점 값들)과 더불어 수평으로 적용된다. 대안으로서, 후술하는 바와 같이, 웨이블릿 분해는 필터 템들, 필터 위상, 정규화 팩터, 정규화의 타이밍, 라운딩의 사용, 클리핑의 사용 등에 관해 상이한 필터 쌍을 사용한다.

[0277] 4. 4:2:2 대 4:2:0을 위한 웨이블릿 분해용 프레임워크

[0278] 다른 세트의 대역 분리 필터링 접근 방법들에서, 전처리 동작들은 4:2:2 포맷의 비디오 콘텐츠의 4:2:0 포맷으로의 프레임 팩킹을 위한 웨이블릿 분해를 포함한다. 이 경우, 본래의 U 및 V 어레이들의 폭은 $W/2$ 이고, 모든 3개의 본래의 어레이들의 높이는 H이다. 예를 들어, 어레이 A(여기서, A는 U 크로마 샘플 값들 또는 V 크로마 샘플 값들임)에 대해, 제1 스테이지를 위한 웨이블릿 분해는 아래와 같이 정의된다.

[0279] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $C_A(x, y) = A_{422}(x, 2y) + A_{422}(x, 2y + 1)$;

[0280] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $D_A(x, y) = A_{422}(x, 2y) - A_{422}(x, 2y + 1)$

[0281] 따라서, 평면 U는 대역 C_U 및 D_U 로 분해되며, 평면 V는 대역 C_V 및 D_V 로 분해된다. C 및 D는 각각 평면 U 또는 평면 V에 대한 수직 저역 통과 필터링된 버전 및 수직 고역 통과 필터링된 버전이다. (직절한 경우에 정규화를 포함하는) 수직 필터링 후에, 각각의 대역(C_U, C_V, D_U, D_V)은 아래와 같이 YUV 4:2:2 프레임(들)의 섹션들로서 배열된다.

[0282] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{main}}(x, y) = Y_{422}(x, y)$;

[0283] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{main}}(x, y) = C_U(x, y)/2$;

[0284] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{main}}(x, y) = C_V(x, y)/2$;

[0285] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y) = 2^{B-1}$;

[0286] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = D_U(x, y)/2 + 2^{B-1}$; 및

[0287] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, y) = D_V(x, y)/2 + 2^{B-1}$

[0288] 이러한 접근 방법에서, "생성된" 신호 $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y)$ 는 디코딩 후에 간단히 폐기될 수 있다. 대안으로서, 고역 통과 필터링된 버전의 샘플 값들은 보조 프레임의 루마 성분 $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y)$ 의 상부 절반에 할당될 수 있으며, 보조 프레임의 크로마 성분 $U_{422}^{\text{aux}}(x, y)$ 및 $V_{422}^{\text{aux}}(x, y)$, 및 $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y)$ 의 하부 절반은 디코딩 후에 폐기될 수 있는 생성된 값을 할당받는다.

[0289] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, y) = D_U(x, y)/2 + 2^{B-1}$;

[0290] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(W/2 + x, y) = D_V(x, y)/2 + 2^{B-1}$;

[0291] $- x = 0, \dots, W - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $Y_{420}^{\text{aux}}(x, H/2 + y) = 2^{B-1}$;

[0292] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $U_{420}^{\text{aux}}(x, y) = 2^{B-1}$; 및

[0293] $- x = 0, \dots, W/2 - 1, y = 0, \dots, H/2 - 1$ 에 대해, $V_{420}^{\text{aux}}(x, y) = 2^{B-1}$

[0294] 이 섹션에서, 웨이블릿 분해는 하르 웨이블릿 필터 쌍을 사용한다. 필터 쌍은 중앙 샘플링 위상(필터링에 의해 도출된 중점 값들)과 더불어 수직으로 적용된다. 대안으로서, 후술하는 바와 같이, 웨이블릿 분해는 필터 템들, 필터 위상, 정규화 팩터, 정규화의 타이밍, 라운딩의 사용, 클리핑의 사용 등에 관해 상이한 필터 쌍을 사용한다.

[0295] 5. 필터들의 예시적인 구현들

[0296] 이전 섹션들 내의 일부 예들에서, 웨이블릿 분해는 LPF = [1 1]/2 및 HPF = [1 -1]/2인 하르 웨이블릿 필터 쌍

을 사용한다. 필터들 안의 숫자들은 필터 템들을 나타내고, 분모는 정규화 팩터를 나타낸다. 이전의 섹션들에서, 필터 쌍은 필터링이 수행되는 중앙 샘플링 위상(필터링에 의해 도출된 중점 값들)과 더불어 그리고 최종 필터링 스테이지에 이어지도록 연기된 각각의 스테이지로부터의 2에 의한 제산과 더불어 수평 및/또는 수직으로 적용된다.

[0297] 더 일반적으로, 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링에 사용되는 필터는 구현에 의존한다. 사용되는 필터들은 (a) 필터 템들, (b) 정규화 팩터, (c) 정규화가 어떻게 발생하는지(예를 들어, 각각의 필터링 스테이지 이후 또는 하나 이상의 필터링 스테이지 동안 부분적으로 또는 완전히 연기됨), (d) (예를 들어, 하나 이상의 필터링 스테이지 동안 스케일링을 제공하기 위해 정규화를 생략하거나 줄임으로써) 비트 깊이 확장이 허용되는지의 여부, (e) 제산이 어떻게 구현되는지(예로서, 산술 우측 시프트 연산들 또는 정수 제산을 이용), (f) 라운딩이 어떻게 적용되는지(예로서, 라운딩 없음, 최근접-정수 라운딩 이용, 디더링된 라운딩 이용), (g) 클리핑의 사용 여부 및/또는 (h) 다른 팩터에 관하여 다를 수 있다. 이상적으로는, 필터 쌍은 낮은 복잡성을 갖지만, 또한 역상관, 따라서 압축에 관해 양호한 성능을 제공한다.

필터 템들, 정규화 팩터들 및 정규화 타이밍의 구현 옵션들

[0299] 이전 섹션들에서 설명된 바와 같이, 필터 쌍의 필터 템들은 하르 웨이블릿에 기초할 수 있다. 대안으로서, 전처리 동안 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 위해 상이한 필터가 사용된다. 예를 들어, 웨이블릿 분해는 대칭 쌍직교 Daubechies 웨이블릿 필터 쌍을 사용할 수 있다. 필터 쌍 LPF = [-1 1 8 8 1 -1]/16, HPF = [-1 1]/2는 잠재적으로는 더 양호한 압축 효율을 촉진한다. 이러한 필터는 동일한 샘플링 위상(필터링에 의해 도출된 중점 값들)을 갖는다. 또는, 다른 예로서, 필터링 스테이지가 수직 및/또는 수평으로 함께 위치하는 샘플 값들(입력 샘플 값들과 정렬됨)을 생성해야 하는 필터링을 위해, 웨이블릿 분해는 필터 쌍 LPF = [-1 2 6 2 -1]/8, HPF = [-1 2 -1]/4를 사용할 수 있다. 또는, 필터들의 다른 패밀리로부터의 필터 쌍이 사용될 수 있다. 예를 들어, 필터 쌍은 직교 미러 필터들에 기초할 수 있지만, 이것은 양자화 및 라운딩 에러의 부재 시에 완전한 신호 재구성의 특성을 달성하지 못하는 필터들을 포함할 수 있다. 또는, 다른 예로서, 필터 쌍은 AAC 오디오 코딩/디코딩에서 사용되는 다위상 직교 필터들에 기초할 수 있다. 또는, 또 다른 예로서, 필터 쌍은 Daubechies 직교 웨이블릿들을 이용하는 것들을 포함하는 많은 직교 필터 맹크의 기초인 컬레 직교 필터들에 기초할 수 있다. 구현에 따라서는 임의의 필터 쌍이 스케일링 또는 연스케일링될 수 있다.

[0300] 정규화 팩터는 일반적으로 필터 템들에 의존하며, 통상적으로 필터의 정의에서 분모로서 표현된다. 구현에 따라서는, 정규화 팩터는 각각의 필터링 스테이지 후의 제산으로서 구현될 수 있다. 또는, 정규화의 일부는 하나 이상의 필터링 스테이지 동안 부분적으로 또는 완전히 연기될 수 있으며, 따라서 나중 스테이지(예로서, 최종 스테이지)에서의 제산은 그 스테이지에서 도입된 확장을 보상하며, 또한 연기된 정규화를 처리한다.

[0301] 또는, 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링은 대역들의 샘플 값들에서의 소정 양의 비트 깊이 확장을 가능하게 하여, 라운딩/절단 에러를 줄이고, 잠재적으로는 정확한 가역성을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 하르 필터 쌍의 적용으로부터 발생하는 생성된 신호들의 스케일링을 가능하게 하기 위해, D_A 어레이들의 샘플 값들로부터 어레이들을 형성할 때 2에 의한 제산이 생략될 수 있거나, F_A 어레이들의 샘플 값들로부터 어레이들을 형성할 때 4에 의한 제산 대신에 2에 의한 제산이 사용될 수 있다. (그러한 예들에서는, 적절한 경우에, 0 내지 $2^B - 1$ 범위의 위반을 방지하기 위해 클리핑이 적용될 수 있다.)

제산들 및 라운딩을 위한 구현 옵션들

[0303] 저역 통과 필터 또는 고역 통과 필터의 경우, 제산은 최근접-정수 라운딩을 포함할 수 있다. 정수 연산을 사용할 때, 이를 행하기 위한 통상적인 방법은 (통상적으로 2의 이진수 보수로서 표현되는) 소정 값 n 과 동일한 분자 및 소정의 $k > 1$ 에 대한 2^k 와 동일한 분모를 이용하여 연산 $(n + 2^{(k-1)}) \gg k$ 를 수행하는 것이며, 여기서 " \gg "는 산술 우측 시프트 연산을 나타낸다.

[0304] 필터링을 위한 제산들을 수행할 때, 디더링된 라운딩 또는 다른 최적화된 라운딩이 적용될 수 있다. 예를 들어, 2의 k 제곱으로 나눌 때(즉, 2^k 에 의한 제산 시에), 라운딩 팩터가 포함되어, $(n + 2^{(k-1)} - p) \gg k$ 의 형태가 취해질 수 있으며, 여기서 값 p 는 라운딩 팩터이다. 값들의 상이한 패턴들이 p 에 대해 사용될 수 있다. 예를 들어, p 의 값은 반복 $M \times M$ 블록 패턴과 같은 2D 주기 패턴에 따라 0과 1 사이에서 교대한다. 또는, p 의 값은 의사 난수 방식에 따라 0과 1 사이에서 교대한다. 또는, p 의 값은 "청색 잡음 디더" 신호 또는 다른 디더 신호에 따라 0과 1 사이에서 교대한다.

[0305] 타이밍과 관련하여, 전술한 바와 같이, 정규화(따라서, 제산 및 라운딩)는 최종 스테이지까지 연기될 수 있다. 대안으로서, 필터링 스테이지들은 예를 들어, 수직 및 수평 필터링 스테이지들 사이에 중간 라운딩이 발생하도록, 2개의 스테이지 사이에 적용되는 라운딩과 함께 캐스케이딩될 수 있다.

클리핑, 오프셋들 및 값들의 범위에 대한 구현 옵션들

[0307] 일부 구현들에서, 전처리 동작들은 동적 범위 확장을 방지하기 위한 클리핑을 포함한다. 일반적으로, 클리핑은 구현을 간소화할 수 있지만, 일부 병적인 입력 신호 값들을 처리할 때 왜곡을 유발할 수 있다. 예를 들어, LPF 커널 [-1 1 8 8 1 -1]/16은 무부호 입력 데이터를 처리할 때 음의 출력 값들을 생성할 수 있다. 그러나, 이미지 및 비디오 신호들은 통상적으로 고도로 통계적으로 상관되므로, 그러한 음의 출력 값이 실제로 발생하는 것은 통상적으로 매우 드물다. 사실상, 음의 출력 값들을 허락하지 않기 위해 LPF의 출력을 단순히 클리핑하는 것이 합리적인 설계 선택인 것은 매우 드물 수 있다.

[0308] 이전의 예들 중 다수에서, Y, U 및 V 신호들의 샘플 값들은 0 내지 $2^B - 1$ 의 범위를 갖는다. 대안으로서, 샘플 값들은 소정의 다른 범위를 가질 수 있다. 예를 들어, 샘플 값들은 $-2^{(B-1)}$ 내지 $2^{(B-1)} - 1$ 의 범위를 갖는다. 이러한 예시적인 대안 신호 범위의 경우, $2^{(B-1)}$ 의 오프셋들은 위의 식들에서 사용되지 않는다.

에지 핸들링을 위한 구현 옵션들

[0310] 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 사용하는 임의의 접근 방법의 경우, 전처리 동작들은 에지-핸들링 스테이지들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 에지 값들은 에지로부터 밖으로 패딩될 수 있다. 또는, 에지 값들은 에지에서 미러링될 수 있다. 또는, 값들은 모듈로/순환 랙핑을 이용하여 반복될 수 있다.

클리핑을 동반하거나 동반하지 않는 리프팅에 대한 구현 옵션들

[0312] 웨이블릿 분해를 사용하는 접근 방법들의 경우, 리프팅은 라운딩/절단 에러를 줄이고 정확한 가역성을 잠재적으로 가능하게 하는 데 사용될 수 있다. 리프팅은 클리핑과 결합하여 사용될 수 있다.

[0313] 일부 구현들에서, 예를 들어, 하르 웨이블릿 필터 쌍의 필터들은 리프팅 및 옵션으로서 클리핑을 사용하도록 적응된다. 도 14를 참조하여 설명된 예에서는, 먼저 수직으로(y 차원에서) 대역 분할을 수행하여 저역 통과 신호 $C_A(x, y)$ 및 고역 통과 신호 $D_A(x, y)$ 를 생성한다. 입력 값 $A_{444}(x, 2y)$ 및 $A_{444}(x, 2y+1)$ 이 B 비트의 동적 범위를 갖는 경우(여기서, A는 U 또는 V 크로마 성분의 샘플 값들일 수 있음), $C_A(x, y)$ 및 $D_A(x, y)$ 의 값들의 동적 범위는 각각 (대략) $B+1$ 비트일 것이다. 많은 예에서, 그러한 동적 범위의 확장은 바람직하지 않다. 리프팅은 아래와 같이 정확한 가역성의 희생 없이 2개의 신호 중 하나의 신호에 대한 동적 범위 확장을 배제하도록 적용될 수 있다.

- $D_A(x, y) = A_{444}(x, 2y) - A_{444}(x, 2y + 1)$; 및
- $C^{lifted}_A(x, y) = A_{444}(x, 2y + 1) + (D_A(x, y) >> 1)$.

[0316] 이러한 변형에서, 대역 $C^{lifted}_A(x, y)$ 및 $D_A(x, y)$ 는 도 14를 참조하여 설명된 예에서의 대역 $C_A(x, y)$ 및 $D_A(x, y)$ 와 동일한 목적(저역 통과 및 고역 통과 표현들)을 제공한다. 그러나, $C^{lifted}_A(x, y)$ 의 동적 범위는 $B+1$ 비트가 아니라 단지 B 비트인데, 이는 $C^{lifted}_A(x, y)$ 의 동적 범위가 $C_A(x, y)$ 대역의 값의 단지 절반과 대략 동일하기 때문이다. (우측 시프트 연산에 의해 유발되는 라운딩/절단 에러에도 불구하고) 이러한 리프팅 동작에 의해 가역성이 희생되지 않는데, 이는 아래와 같이 이러한 식들을 대수적으로 간단히 반전시킴으로써 대역 $C^{lifted}_A(x, y)$ 및 $D_A(x, y)$ 으로부터 본래의 신호들이 정확하게 복원될 수 있기 때문이다.

- $A_{444}(x, 2y + 1) = C^{lifted}_A(x, y) - (D_A(x, y) >> 1)$, 및
- $A_{444}(x, 2y) = D_A(x, y) + A_{444}(x, 2y + 1)$.

[0319]

이러한 변환에서의 대역들 중 하나의 대역(즉, $D_A(x, y)$)의 샘플 값들에 대한 동적 범위는 입력 신호와 동일한 동적 범위를 갖는 것이 아니라, 여전히 $B+1$ 비트로 확장된다. 이러한 차이를 해결하는 한 가지 방법은 클리핑을 적용하는 것이다. 이미지 및 비디오 콘텐츠는 통상적으로 사실상 "저역 통과형"이며, 이웃하는 샘플 값들 간의 매우 큰 크기의 차이들은 실제로는 매우 드물다. 대역 $D_A(x, y)$ 는 이웃하는 샘플 값들 간의 차이들을 나타낸다. 클리핑을 위해, 인코더에서 $D_A(x, y)$ 및 $C^{lifted}_A(x, y)$ 를 계산한 후, 인코더는 단순히 $D_A(x, y)$ 를 고역 통과 신호로서 인코딩하는 대신에 $D^{clipped}_A(x, y) = \text{Min}(\text{Max}(-2^{(B-1)}, D_A(x, y)), 2^{(B-1)} - 1)$ 을 계산(인코딩)한다. 이러한 동작은 $D_A(x, y)$ 의 샘플 값을 $-2^{(B-1)}$ 내지 $2^{(B-1)} - 1$ 의 범위 내에 있도록 클리핑한다. 대응하는 디코더는 $D_A(x, y)$ (또는 그의 다손실 디코딩된 근사치)를 사용하는 대신에 $D^{clipped}_A(x, y)$ (또는 그의 다손실 디코딩된 근사치)를 사용하여 대역 분리 필터링을 반전시킨다. 통상적인 비디오 콘텐츠의 경우, 이러한 클리핑이 왜곡을 유발하는 사례들은 드물며, 그 결과는 여전히 4:2:0 표현만을 이용하는 것보다 개선될 것인데, 이는 고역 통과 신호의 진폭의 적어도 일부가 유지될 것이기 때문이다. 물론, $D_A(x, y)$ 가 클리핑 범위 내에 있을 때마다, 클리핑 동작은 어떠한 왜곡도 유발하지 않을 것이다. 이것은 동적 범위의 어떠한 확장도 필요로 하지 않고서 그리고 거의 항상 그러하듯이 $D_A(x, y)$ 가 클리핑 범위 내에 있는 한은 가역성을 희생하지 않고서 대역 $C^{lifted}_A(x, y)$ 및 $D^{clipped}_A(x, y)$ 을 사용하여 입력 값을 표현하는 것을 가능하게 한다.

[0320]

일부 구현들에서, 대역 $D^{clipped}_A(x, y)$ 의 샘플 값은 그의 값에 상수 오프셋 $2^{(B-1)}$ 을 더함으로써 오프셋되어, 0 내지 $2^B - 1$ 의 범위가 본래의 입력 신호 범위인 경우에 그러한 범위를 갖는 신호가 생성된다.

- $D_A(x, y) = A_{444}(x, 2y) - A_{444}(x, 2y + 1);$
- $C^{lifted}_A(x, y) = A_{444}(x, 2y + 1) + (D_A(x, y) >> 1);$
- $D^{clipped_offset}_A(x, y) = \text{Min}(\text{Max}(0, D_A(x, y) + 2^{(B-1)}), 2^B - 1).$

[0321]

[0322]

[0323]

이러한 동작은 클리핑이 신호에 영향을 줄 때를 제외하고는 완전히 가역적이며, 저역 통과 신호($C^{lifted}_A(x, y)$)는 입력 신호와 동일한 동적 범위를 갖는다. 고역 통과 신호($D^{clipped}_A(x, y)$)의 동적 범위의 확장은 클리핑에 의해 방지된다. 클리핑은 왜곡을 유발할 수 있지만, 클리핑이 고역 통과 신호를 실제로 제한하는 사례들은 드물 것으로 예상되며, 어느 경우에나 클리핑된 고역 통과 신호는 여전히 향상된 신호를 제공한다. 디코딩 후에 변환을 반전시킬 때 상수 오프셋을 빼 수 있다.

- $D^{clipped'}_A(x, y) = D^{clipped_offset'}_A(x, y) - 2^{(B-1)};$
- $A'_{444}(x, 2y + 1) = \text{Min}(\text{Max}(0, C^{lifted'}_A(x, y) - (D^{clipped'}_A >> 1)), 2^B - 1);$
- $A'_{444}(x, 2y) = \text{Min}(\text{Max}(0, ((D^{clipped'}_A) + A'_{444}(x, 2y + 1))), 2^B - 1).$

[0324]

[0325]

여기서, "마크는 (아마도 손실이 많은) 코딩으로부터의 재구성을 나타낸다. 이 예는 수직 처리 단계들을 보여준다. 동일한 처리 단계들이 수평 필터링과 관련해서도 적용될 수 있다.

[0326]

클리핑을 이용하여 고역 통과 신호의 동적 범위를 제한하는 것은 또한 리프팅의 사용 없이 적용될 수 있지만, 이것은 정확한 가역성의 희생을 필요로 할 수 있다. 또한, 절반 크기의 저역 통과 신호의 사용은 또한 리프팅의 사용 없이 적용될 수 있지만, 이것은 정확한 가역성의 희생을 필요로 할 수 있다.

[0327]

이 섹션에서, 리프팅 및 클리핑 동작들은 도 14를 참조하여 설명된 바와 같이 하르 웨이블릿 필터들을 LPF 및 HPF로서 사용하는 제1 단계 수직 필터링 스테이지에 대해 설명된다. 대안으로서, 동일한 리프팅 및 클리핑 기술들이 다른 스테이지들(예로서, 수평)에 대해 그리고 다른 LPF 및 HPF 커널들 없이 적용될 수 있다.

[0328]

이 섹션에는, 웨이블릿 분해 및 웨이블릿 재구성에 적용되는 바와 같은 정확한 가역성에 대한 여러 참고 문헌들이 존재한다. 후속 인코딩 동안 대역들의 샘플 값들에 대해 다손실 압축이 수행될 때, 디코더 동작들은 그들의 실제 본래 값들이 아니라 인코딩된 값들의 근사치들에 대해 수행될 수 있다. 다손실 압축이 수행될 때는 일반적으로 정확한 가역성이 가능하지 않다. 어느 경우에나, 디코더는 디코더가 값들의 무손실 표현들에 대해 수행하는 것과 동일한 (또는 유사한) 역변환 동작들을 다손실 압축된 값들에 대해 수행할 수 있다.

[0329]

구현 옵션들에 대한 다른 대안들

[0330]

여기서 설명되는 3 대역 웨이블릿 분해의 예들에서, H 대역은 제1 필터링 스테이지 후에 추가적인 웨이블릿 분해를 겪지 않는다. 대안으로서, H 대역은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 주요 및 보조 프레임들에 할당될 값들을 갖는 LL, LH, HL 및 HH 대역들을 생성하기 위해 제1 필터링 스테이지 후에 추가적인 웨이블릿 분해를 겪는다.

[0331]

구현에 따라서는, 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 주요 프레임의 인코딩의 중간 및/또는 최종 결과들이 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 보조 프레임의 인코딩 동안 사용될 수 있다. 예를 들어, 인코더는 주요 프레임의 인코딩으로부터의 모션 벡터들(그리고 잠재적으로 매크로블록/서브매크로블록/서브매크로블록 파티션 정보 및/또는 CU/PU/병합/TU 분할 정보)을 이용하여 보조 프레임의 인코딩에 사용할 모션 벡터들(및 대응하는 분할 정보)의 검색을 지원할 수 있다. 또는, 인코더는 주요 프레임의 인코딩의 결과들에 기초하여 보조 프레임의 다양한 영역들에서 적용할 양자화 스텝 크기 값들을 선택할 수 있다.

[0332]

다른 대역 분리 필터링 접근 방법들에서, 전처리 동작들은 4:4:4 포맷, 4:2:2 포맷 또는 4:2:0 포맷의 비디오 콘텐츠를 그레이 스케일 또는 단색 비디오 콘텐츠에 대해 통상적으로 사용되는 4:0:0 포맷으로 프레임 팩킹하기 위한 웨이블릿 분해를 포함한다. 4:4:4 포맷, 4:2:2 포맷 또는 4:2:0 포맷으로부터의 크로마 정보는 4:0:0 포맷의 하나 이상의 추가 또는 보조 프레임의 주성분으로 팩킹될 수 있다.

[0333]

이전의 섹션들 내의 예들에서 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 위해 사용될 수 있는 필터들의 변형들에 대한 추가 상세들을 위해 그리고 그러한 필터들에 대한 구현 옵션들에 대한 추가 상세들을 위해, 아래의 참고 문헌들을 참고한다.

- R. C. Calderbank, I. Daubechies, W. Sweldens, and B.-L. Yeo, "Wavelet Transforms That Map Integers to Integers," *Appl. Comput. Harmon. Anal.*, vol. 5, no. 3, pp. 332–369 (1998).
- W. Sweldens, "The Lifting Scheme: A Construction of Second Generation Wavelets," *SIAM Journal on Mathematical Analysis* (1998).

[0334]

- A. Cohen, I. Daubechies, J.-C. Feauveau, "Biorthogonal Bases of Compactly Supported Wavelets," *Communications on Pure and Applied Mathematics* 45 (5): 485–560 (1992).
- Rec. ITU-T T.800 | ISO/IEC 15444-1 *Information technology – JPEG 2000 image coding system: Core coding system* (2002).
- D. Le Gall and A. Tabatabai, "Sub-band Coding of Digital Images Using Symmetric Short Kernel Filters and Arithmetic Coding Techniques," *Proc. IEEE Intl. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 761-764 (1988).
- J. D. Villasenor, B. Belzer, and J. Liao, "Wavelet Filter Evaluation for Image Compression," *IEEE Trans on Image Processing*, pp. 1053-1057 (Aug. 1995).
- G. Uytterhoeven, D. Roose, and A. Bultheel, *Wavelet-Based Interactive Video Communication and Image Database Consulting – Wavelet Transforms using the Lifting Scheme*, Technical Report ITA-Wavelets-WP1.1, Katholieke Universiteit Leuven, Revised version (April 28, 1997).
- J. Rothweiler, "Polyphase Quadrature Filters - A New Subband Coding Technique," *Proc. Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol. 8, pp. 1280-1283 (1983).
- M. J. T. Smith and T. P. Barnwell, III, "Exact Reconstruction Techniques for Tree-structured Subband Coders," *IEEE Trans. on Signal Processing*, vol. 34, pp. 434-441 (1986).

[0335]

6. 대역 분리 필터링/역필터링을 위한 신팩스 요소들

[0336]

예시적인 구현들에서, 인코더에서 적용되는 필터링의 타입을 식별하고/하거나, 디코딩 시에 적용되어야 하는 필터링의 타입을 나타내기 위해, 비트스트림 내의 신팩스 표시들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 프레임 팩킹 배

열 SEI 메시지의 content_interpretation_type 신택스 요소가 필터링 타입을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 섹션 VIII.B에서 설명된 표를 확장하면, content_interpretation_type의 추가 값들은 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링의 적용을 나타낼 수 있다. 값들(1-6)의 범위는 표에서와 같이 정의된다. 7의 값은 제1 대역 분리/웨이블릿 필터링 스킴을 나타낼 수 있고, 8의 값은 제2 대역 분리/웨이블릿 필터링 스킴을 나타낼 수 있고, 9의 값은 제3 대역 분리/웨이블릿 필터링 스킴을 나타낼 수 있고, 기타 등등일 수 있다. 상이한 대역 분리/웨이블릿 필터링 스킴들은 분해의 패턴(예로서, 샘플 값들을 재배열하는 상이한 방식들에 대해, 3 대역 분해 대 4 대역 분해), 사용되는 필터들 및/또는 필터들에 대한 구현 선택들과 관련하여 상이할 수 있다.

[0338] 또한, 인코더에서 적용되는 필터링의 위상을 식별하고/하거나, 디코딩 시에 적용되어야 하는 필터링의 위상을 나타내기 위해, 비림 내의 신택스 표시들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 비디오 유용성 정보("VUI")의 chroma_sample_loc_type_top_field 및 chroma_sample_loc_type_bottom_field 요소들과 같은 신택스 요소들이 필터링 위상(예로서, 중점 값들을 생성하는 필터링 대 함께 위치하는 값들을 생성하는 필터링)을 나타내는 데 사용될 수 있다. 대역 분리 필터링 및 대역 분리 역필터링이 수평 및 수직 필터링을 위해 하르 웨이블릿 쌍을 사용할 때, chroma_loc_info_present_flag, chroma_sample_loc_type_top_field 및 chroma_sample_loc_type_bottom_field 신택스 요소들은 1의 값을 갖는다.

[0339] H.264/AVC 표준 또는 HEVC 표준의 인코딩/디코딩을 위한 예시적인 구현들에서는, 소정의 신택스 요소들의 값들에 대한 추가적인 제약들이 적용될 수 있다. 프레임 순차적 접근 방법에서, 신택스 요소 pic_output_flag는 주요 비디오 프레임들에 대해 1로 설정될 수 있고, 보조 비디오 프레임들에 대해 0으로 설정될 수 있다. 예를 들어, H.264/AVC에서, pic_output_flag 신택스 요소는 frame_packing_arrangement가 5일 때 0으로 설정되며, 신택스 요소 current_frame_is_frame0_flag는 0으로 설정된다. 이것은 pic_output_flag가 주요 및 보조 구성 프레임들 양자에서 동일 값으로 설정되는 접근 방법과 대조적이다.

[0340] 다른 예로서, 주요 및 보조 프레임들에 대한 병렬 배열(H.264/AVC에서, 3과 동일한 frame_packing_arrangement) 또는 주요 및 보조 프레임들에 대한 상하 배열(4와 동일한 frame_packing_arrangement)에서, 크로핑 직사각형은 보조 구성 프레임을 둘러싸지 않고 주요 구성 프레임만을 둘러싸도록 설정될 수 있다. 대안으로서, 크로핑 직사각형은 주요 및 보조 구성 프레임들 양자를 둘러싸도록 설정될 수 있다.

7. 예시적인 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링

[0342] 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 이용하여, 디코더는 대역들의 값들로부터 입력 신호의 근사치를 재구성한다. 대역들의 값들은 (다손실 인코딩 및 대응하는 디코딩 후의) 본래 값들의 근사치들 또는 (예로서, 무손실 중간 처리 후의) 본래 값들의 정확한 표현들일 수 있다. 예를 들어, 디코더는 (예를 들어, 대역 D, E 및 F에 대한) 대역 통과 필터링된 값들로부터 입력 신호의 값들(예로서, A에 대한 샘플 값들)을 재구성한다. 일반적으로, 디코더에 의해 적용되는 저역 통과/고역 통과 부대역 필터링 기술들 및 관련 역처리 동작들은 인코더에 의해 적용되는 저역 통과/고역 통과 부대역 필터링 기술들 및 관련 동작들을 미러링한다.

[0343] 더 구체적으로, 디코더는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 주요 및 보조 프레임들의 값들을 디코딩한다. 이어서, 디코더는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 주요 및 보조 프레임들로부터의 재구성된 샘플 값들을 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임의 적절한 대역들에 할당한다. 예를 들어, 도 14, 15 및 16에서, 웨이블릿 분해에 사용되는 접근 방법에 적합한 경우에, 재구성된 값들은 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)으로부터 대역 C, D, E, F, G 및/또는 H에 할당된다. 이어서, 디코더는 대역들 내의 값들에 대해 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 수행한다. 일부 대역들에 대한 값들이 이용 가능하지 않거나 재구성에 사용되지 않는 경우, 디코더는 나머지 대역들 내의 값들에 대해 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 수행할 수 있다. 통상적으로, 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 필터링의 상세들은 대응하는 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링의 상세들과 매칭되거나 그들을 미러링한다.

[0344] 웨이블릿 분해가 다수의 필터링 스테이지를 포함하는 경우, 통상적으로 웨이블릿 재구성은 영향받은 대역들에 대해 역순으로 다수의 스테이지를 수행한다. 예를 들어, 도 14의 예에서는, 대역 C_A(x, y) 및 D_A(x, y)를 생성하기 위한 전체 성분 평면 A에 대한 수직 필터링 스테이지 후에, 대역 E_A(x, y) 및 F_A(x, y)를 생성하기 위한 수직 저역 통과 대역 C_A(x, y)에 대한 수평 필터링 스테이지가 이어진다. 대응하는 웨이블릿 재구성에서는, 2개의 대역 E_A(x, y) 및 F_A(x, y)의 재구성된 버전에 대한 수평 역필터링 스테이지가 대역 C_A(x, y)의 재구성 버전을 생성한다. 이어서, 대역 C_A(x, y) 및 D_A(x, y)의 재구성 버전들의 수직 역필터링이 성분 평면 A의 재구성 버

전을 생성한다.

[0345] (필터 템들, 대응하는 정규화 팩터, 필터 위상, 비트 깊이 확장에 대한 조정과 같은) 일부 구현 옵션들의 경우, 역필터링의 상세들은 대응하는 필터링이 어떻게 수행되었는지에 의존한다. 예를 들어, 웨이블릿 분해가 하르 웨이블릿 필터 쌍을 사용할 때, 웨이블릿 재구성은 하르 웨이블릿 필터 쌍을 이용하여 웨이블릿 분해를 반전시킨다. 웨이블릿 분해가 다른 타입의 필터 쌍(예로서, 대칭 쌍직교 Daubechies 웨이블릿 필터 쌍)을 사용할 때, 웨이블릿 재구성은 필터링을 반전시키도록 정의된 필터 템들 및 정규화 팩터를 갖는 필터 쌍을 사용한다. 입력 값들로부터 대역들의 값들을 생성할 때 비트 깊이가 확장된 경우, 성분 평면들의 값들을 재구성할 때 비트 깊이가 복원된다.

[0346] (정규화가 이루어지는 방법, 리프팅의 사용 여부, 제산 구현 방법, 라운딩 적용 방법, 클리핑 사용 여부와 같은) 다른 구현 옵션들이 또한 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링 동안 수행되는 동작들과 매칭되거나 그들을 미러링하도록 설정될 수 있다. 또는, 일부 예들에서, 디코더는 인코딩 전에 수행되는 대응하는 필터링 동작들을 정확하게 미러링하지 않는 방식으로 역필터링 동작들을 구현할 수 있다.

[0347] 예를 들어, 일 구현에서, 프레임 언팩킹 동안, YUV 4:2:0 포맷의 프레임들의 영역들 내의 샘플들은 아래의 의사 코드에 나타난 바와 같이 대역 분리 역필터링되고 YUV 4:4:4 포맷의 프레임의 재구성된 크로마 성분 U'_{444} 및 V'_{444} 에 할당된다.

```

T = 1 << ( B - 1 )
for( x = 0; x < (W >> 1); x++ ) {
    for( y = 0; y < (H >> 1); y++ ) {
        E'_{U_TEMP} = U''_{420}^{main}(x, y)
        E'_{V_TEMP} = V''_{420}^{main}(x, y)
        D'_{U_TEMP1} = Y''_{420}^{aux}(2 * x, y) - T
        D'_{V_TEMP1} = Y''_{420}^{aux}(2 * x, (H >> 1) + y) - T
        D'_{U_TEMP2} = Y''_{420}^{aux}(2 * x + 1, y) - T
        D'_{V_TEMP2} = Y''_{420}^{aux}(2 * x + 1, (H >> 1) + y) - T
        if( y % 2 == 0 ) {
            F'_{U_TEMP} = U''_{420}^{aux}(x, (y >> 1)) - T
            F'_{V_TEMP} = U''_{420}^{aux}(x, (H >> 2) + (y >> 1)) - T
        } else {
            F'_{U_TEMP} = V''_{420}^{aux}(x, (y >> 1)) - T
            F'_{V_TEMP} = V''_{420}^{aux}(x, (H >> 2) + (y >> 1)) - T
        }
        C'_{U_TEMP1} = (E'_{U_TEMP} + F'_{U_TEMP}) << 1
    }
}

```

```

C'_{V_TEMP1} = (E'_{V_TEMP} + F'_{V_TEMP}) << 1
C'_{U_TEMP2} = (E'_{U_TEMP} - F'_{U_TEMP}) << 1
C'_{V_TEMP2} = (E'_{V_TEMP} - F'_{V_TEMP}) << 1
U'_{444}(2 * x, 2 * y) = (C'_{U_TEMP1} + D'_{U_TEMP1}) >> 1
U'_{444}(2 * x, 2 * y + 1) = (C'_{U_TEMP1} - D'_{U_TEMP1}) >> 1
U'_{444}(2 * x + 1, 2 * y) = (C'_{U_TEMP2} + D'_{U_TEMP2}) >> 1
U'_{444}(2 * x + 1, 2 * y + 1) = (C'_{U_TEMP2} - D'_{U_TEMP2}) >> 1
V'_{444}(2 * x, 2 * y) = (C'_{V_TEMP1} + D'_{V_TEMP1}) >> 1
V'_{444}(2 * x, 2 * y + 1) = (C'_{V_TEMP1} - D'_{V_TEMP1}) >> 1
V'_{444}(2 * x + 1, 2 * y) = (C'_{V_TEMP2} + D'_{V_TEMP2}) >> 1
V'_{444}(2 * x + 1, 2 * y + 1) = (C'_{V_TEMP2} - D'_{V_TEMP2}) >> 1
}
}

```

[0349] 여기서, " 마크는 (아마도 다운샘플의) 코딩으로부터의 재구성을 나타낸다.

[0350]

8. 대역 분리 필터링/역필터링을 이용하는 프레임 팩킹/언팩킹을 위한 범용 기술들

[0351] 도 17은 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 이용하는 프레임 팩킹을 위한 범용 기술(1700)을 나타낸다. 예를 들어 도 4를 참조하여 설명된 바와 같은 프레임 팩커를 구현하는 컴퓨팅 장치가 기술(1700)을 수행할 수 있다.

[0353] 일반적으로, 기술(1700)에 따르면, 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 팩킹한다. 예를 들어, 장치는 4:4:4 포맷의 프레임(들)을 4:2:0 포맷의 프레임(들)으로 팩킹한다. 또는, 장치는 4:2:2 포맷의 프레임(들)을 4:2:0 포맷의 프레임(들)으로 팩킹한다. 또는, 장치는 4:4:4 포맷의 프레임(들)을 4:2:2 포맷의 프레임(들)으로 팩킹한다. 또는, 장치는 4:4:4, 4:2:2 또는 4:2:0 포맷의 프레임(들)을 4:0:0 포맷의 프레임(들)으로 팩킹한다.

[0354] 구체적으로, 팩킹의 일부로서, 장치는 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들에 대해 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링을 수행하여 다수의 대역의 샘플 값들을 생성한다(1711). 이어서, 장치는 다수의 대역의 샘플 값들을 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 부분들에 할당한다(1712).

[0355] 예를 들어, 웨이블릿 분해는 도 14 또는 15에 도시된 바와 같은 3 대역 웨이블릿 분해, 도 16a 또는 16b에 도시된 바와 같은 4 대역 웨이블릿 분해 또는 다른 웨이블릿 분해일 수 있다. 통상적으로, 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링은 LPF 및 HPF를 갖는 필터 쌍을 사용한다. 필터 쌍은 (a) $LPF = [1 1]/2$ 및 $HPF = [1 -1]/2$; (b) $LPF = [-1 1 8 8 1 -1]/16$ 및 $HPF = [1 -1]/2$; (c) $LPF = [-1 2 6 2 -1]/8$ 및 $HPF = [-1 2 -1]/2$; (d) 직교 미리 필터들에 기초하는 LPF 및 HPF; (e) 다위상 직교 필터들에 기초하는 LPF 및 HPF; (f) 컬레 직교 필터들에 기초하는 LPF 및 HPF; 또는 (g) 소정의 다른 필터 쌍으로 스케일링 또는 언스케일링될 수 있다. 필터 쌍에 대해, 제산들은 산술 우측 시프트 연산들을 이용하여 구현되거나, 정수 제산들을 이용하여 구현되거나, 다른 방식으로 구현될 수 있다. 제산들은 라운딩을 포함하지 않거나, 최근접-정수 라운딩을 포함하거나, 디더링된 라운딩을 포함할 수 있다. 구현에 따라, 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링은 리프팅을 이용할 수 있다. 또한, 구현에 따라, 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링은 대역들의 샘플 값들의 적어도 일부에 대한 클리핑을 포함할 수 있다.

[0356] 많은 예에서, 웨이블릿 분해 또는 다른 대역 분리 필터링은 다수의 필터링 스테이지를 포함한다. 구현에 따라, 다수의 필터링 스테이지는 수직 필터링 스테이지에 이어서 수평 필터링 스테이지를 포함할 수 있다. 또는, 다수의 필터링 스테이지는 수평 필터링 스테이지에 이어서 수직 필터링 스테이지를 포함할 수 있다. 그러한 다중 스테이지 필터링의 경우, 구현에 따라서는, 확장을 보상하기 위한 정규화는 (a) 다수의 필터링 스테이지의 각각의 필터링 스테이지 후에 발생할 수 있거나, (b) 다수의 필터링 스테이지 중 하나 이상 동안 적어도 부분적으로 연기될 수 있거나, (c) 하나 이상의 필터링 스테이지 동안 적어도 부분적으로 무시되어, 대역들의 샘플 값들의 스케일링을 제공할 수 있다.

[0357] 이어서, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)을 인코딩할 수 있다(1720). 대안으로서, 상이한 장치가 인코딩(1720)을 수행한다. 장치(들)는 기술(1700)을 프레임별로 또는 다른 방식으로 반복할 수 있다.

[0358] 장치는 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 메타데이터를 시그널링할 수 있다. 예를 들어, 장치는 적용되는 필터링의 타입 및/또는 적용되는 필터링의 필터링 위상을 나타내는 메타데이터를 시그널링한다.

[0359] 도 18은 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 이용하는 프레임 언팩킹을 위한 범용 기술(1800)을 나타낸다. 예를 들어 도 5를 참조하여 설명된 바와 같은 프레임 언팩커를 구현하는 컴퓨팅 장치가 기술(1800)을 수행할 수 있다.

[0360] 프레임 언팩킹 그 자체를 수행하기 전에, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임을 디코딩 할 수 있다(1810). 대안으로서, 상이한 장치가 디코딩(1810)을 수행한다.

[0361] 일반적으로, 기술(1800)에 따르면, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)을 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 하나 이상의 프레임으로 언팩킹한다. 예를 들어, 장치는 4:2:0 포맷의 프레임(들)을 4:4:4 포맷의 프레임(들)으로 언팩킹한다. 또는, 장치는 4:2:0 포맷의 프레임(들)을 4:2:2 포맷의 프레임(들)으로 언팩킹한다. 또는, 장치는 4:2:2 포맷의 프레임(들)을 4:4:4 포맷의 프레임(들)으로 언팩킹한다. 또는, 장치는 4:0:0 포맷의 프레임(들)을 4:4:4, 4:2:2 또는 4:2:0 포맷의 프레임(들)으로 언팩킹한다.

[0362] 구체적으로, 언팩킹의 일부로서, 장치는 저해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 부분들을 다수의 대역의

샘플 값들에 할당한다(1821). 이어서, 장치는 대역들의 샘플 값들에 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링을 수행하여 고해상도 크로마 샘플링 포맷의 프레임(들)의 크로마 성분들의 샘플 값들을 생성한다(1822).

[0363] 예를 들어, 웨이블릿 재구성은 3 대역 웨이블릿 재구성, 4 대역 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 재구성일 수 있다. 통상적으로, 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 필터링은 LPF 및 HPF를 갖는 필터 쌍을 사용한다. 필터 쌍에 대해, 제산들은 산술 우측 시프트 연산들을 이용하여 구현되거나, 정수 제산들을 이용하여 구현되거나, 다른 방식으로 구현될 수 있다. 제산들은 라운딩을 포함하지 않거나, 최근접-정수 라운딩을 포함하거나, 디더링된 라운딩을 포함할 수 있다. 구현에 따라, 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링은 리프팅을 이용할 수 있다. 또한, 구현에 따라, 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링은 대역들의 샘플 값들의 적어도 일부에 대한 클리핑을 포함할 수 있다.

[0364] 많은 예에서, 웨이블릿 재구성 또는 다른 대역 분리 역필터링은 다수의 필터링 스테이지를 포함한다. 구현에 따라, 다수의 필터링 스테이지는 수직 필터링 스테이지에 이어서 수평 필터링 스테이지를 포함할 수 있다. 또는, 다수의 필터링 스테이지는 수평 필터링 스테이지에 이어서 수직 필터링 스테이지를 포함할 수 있다. 그러한 다중 스테이지 필터링의 경우, 구현에 따라서는, 확장을 보상하기 위한 정규화는 (a) 다수의 필터링 스테이지의 각각의 필터링 스테이지 후에 발생할 수 있거나, (b) 다수의 필터링 스테이지 중 하나 이상 동안 적어도 부분적으로 연기될 수 있거나, (c) 전처리에서의 대역들의 샘플 값들의 스케일링을 보상할 수 있다.

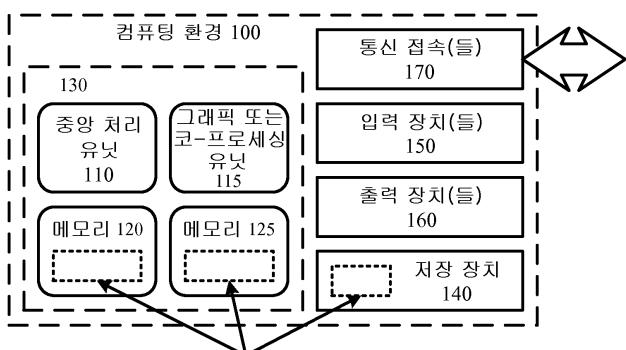
[0365] 장치는 또한 프레임 팩킹/언팩킹에 대한 메타데이터를 수신할 수 있다. 예를 들어, 장치는 적용되는 필터링의 타입 및/또는 적용되는 필터링의 필터링 위상을 나타내는 메타데이터를 수신한다.

[0366] 장치(들)는 기술(1800)을 프레임별로 또는 다른 방식으로 반복할 수 있다.

[0367] 개시된 발명의 원리들을 적용할 수 있는 많은 가능한 실시예들에 비추어, 설명된 실시예들은 본 발명의 바람직한 예들일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것을 인식해야 한다. 오히려, 본 발명의 범위는 아래의 청구항들에 의해 정의된다. 따라서, 이러한 청구항들의 범위 및 사상 내에 속하는 모든 것들을 본 발명으로서 청구한다.

도면

도면1



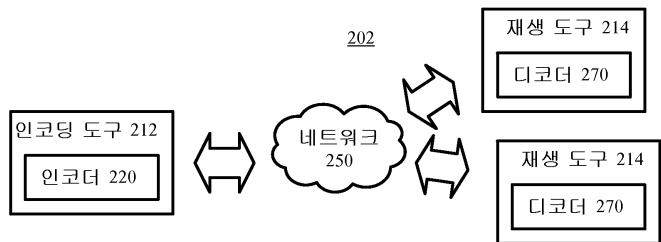
소프트웨어(180)가 고해상도 크로마 샘플링 포맷들에 대한 대역 분리 필터링을 이용하는 프레임 팩킹 및/또는 대역 분리 역필터링을 이용하는 언팩킹을 위한 하나 이상의 혁신을 구현

도면2a

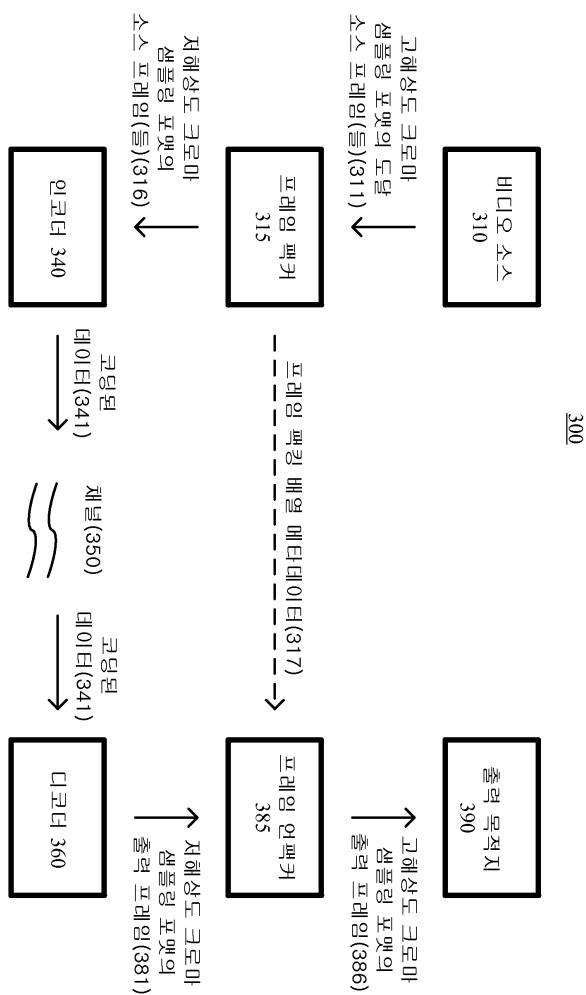
201



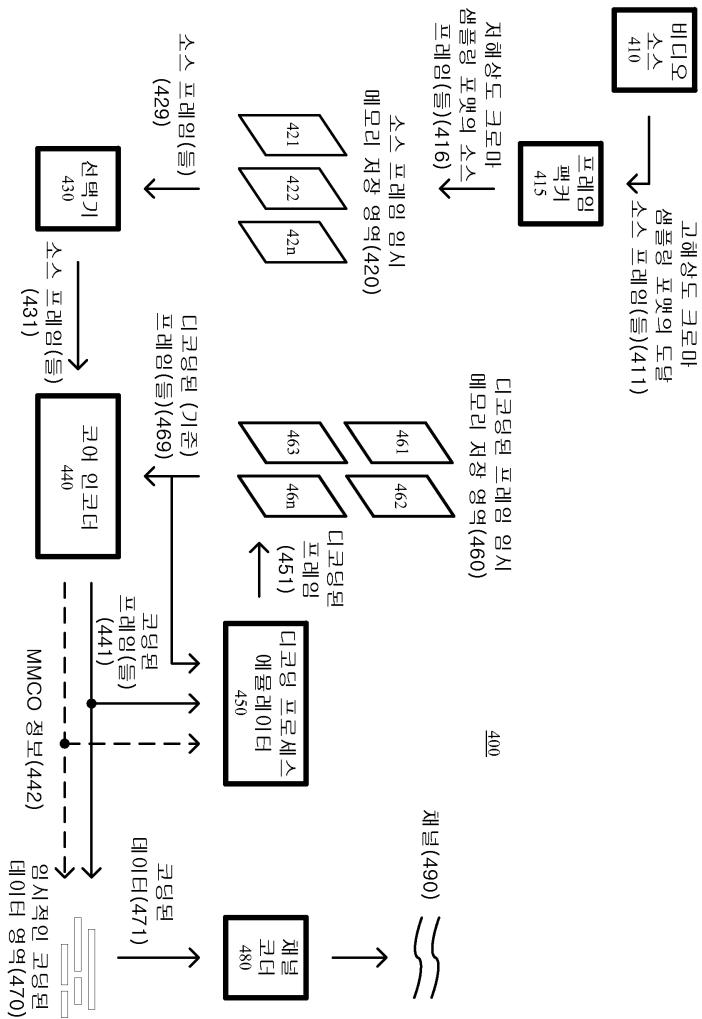
도면2b



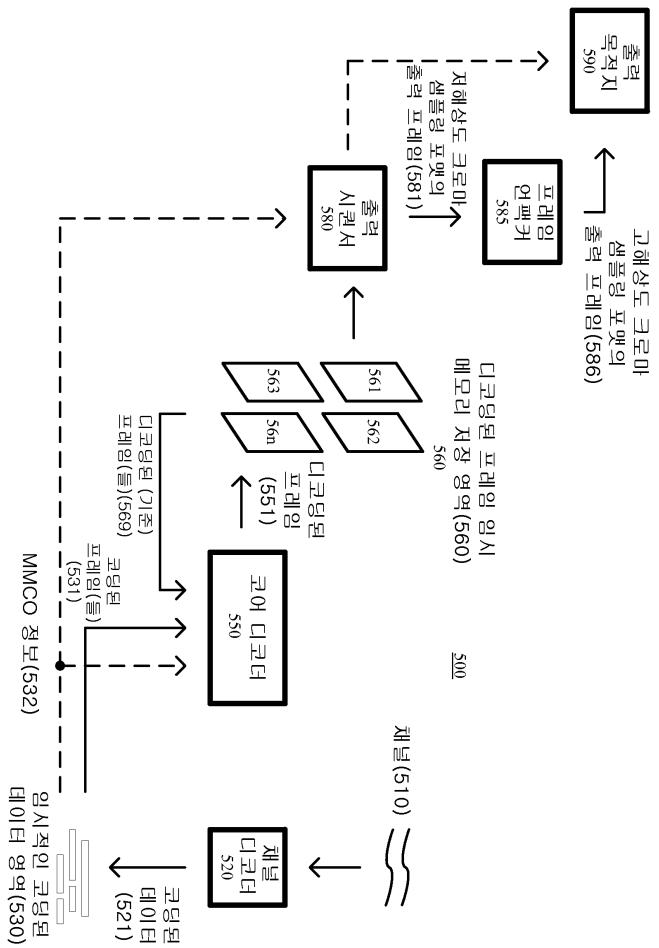
도면3



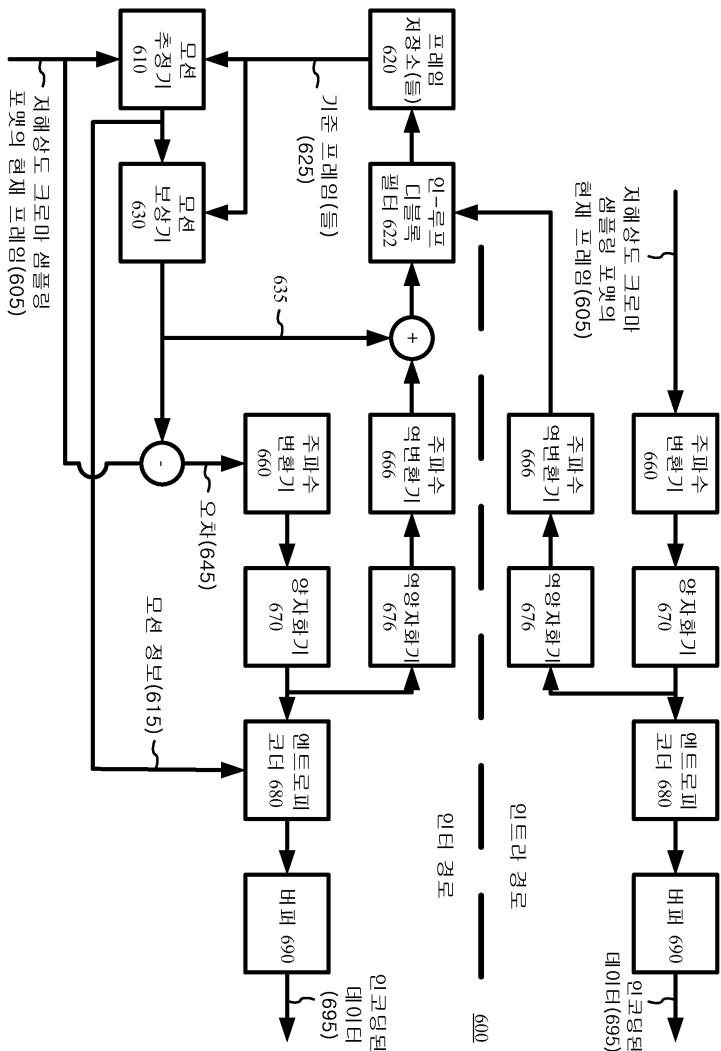
도면4



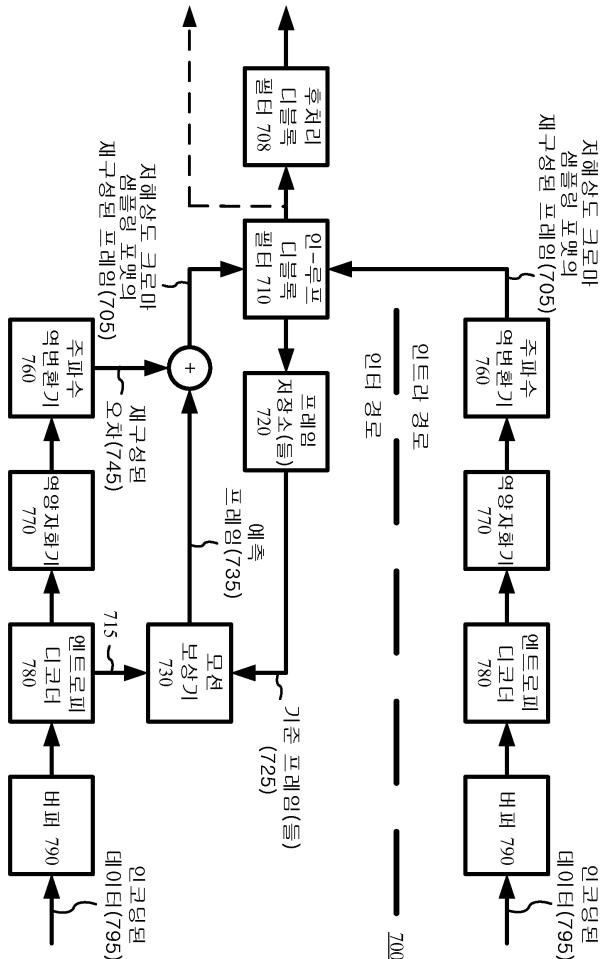
도면5



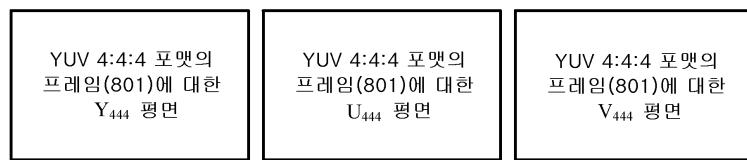
도면6



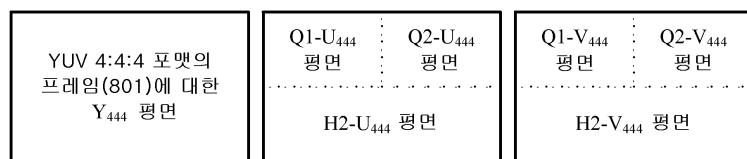
도면7



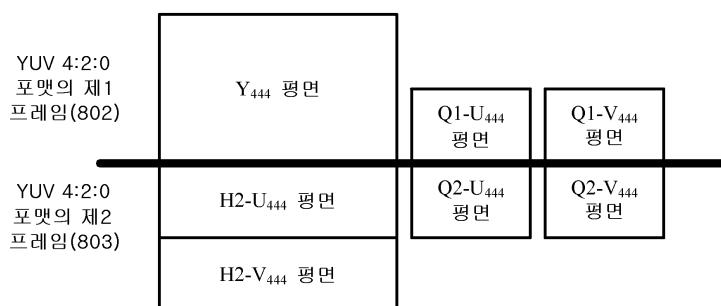
도면8

800

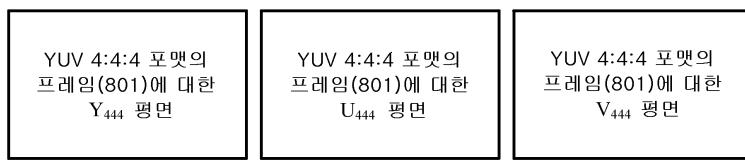
↓ 공간적
파티셔닝



↓ YUV 4:2:0 포맷의 하나 또는
2개의 비디오 프레임으로 인식



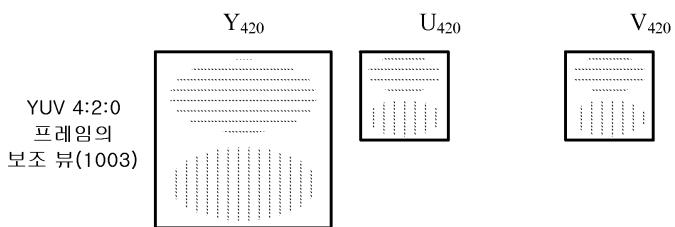
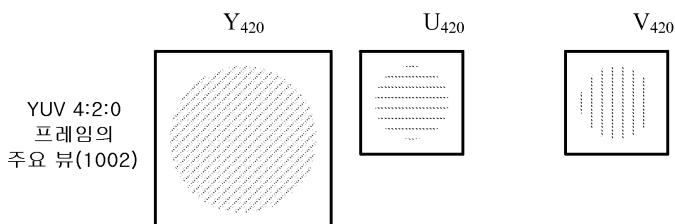
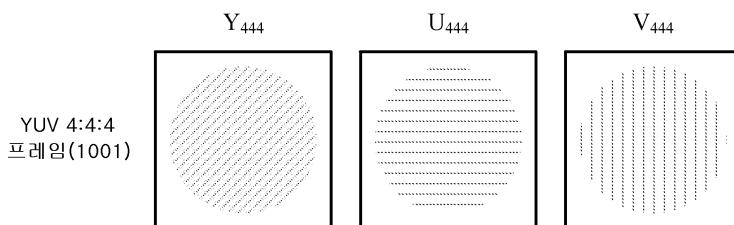
도면9

900

하나 거른 행들을 B4 및
B5로서 갖는 YUV 4:2:0 포맷의
2개의 비디오 프레임으로 팩킹

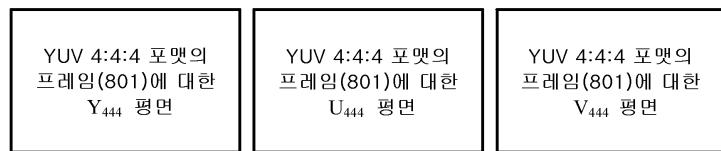


도면10

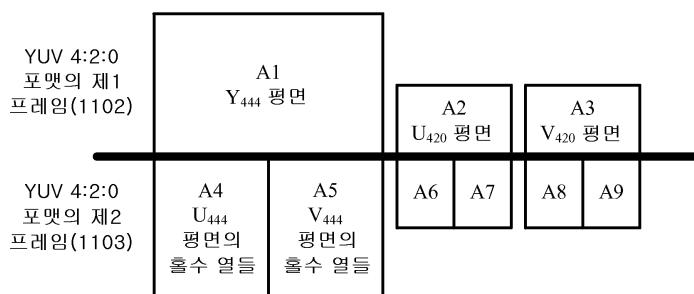
1000

도면11

1100

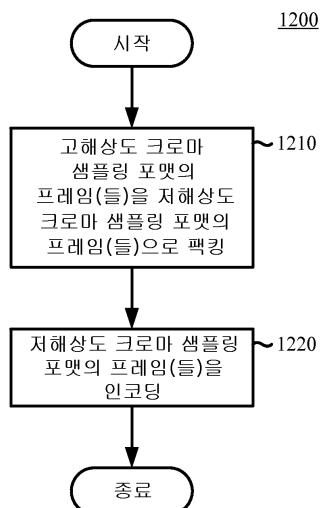


하나 거를 열들을 A4 및
A5로서 갖는 YUV 4:2:0 포맷의
2개의 비디오 프레임으로 팩킹

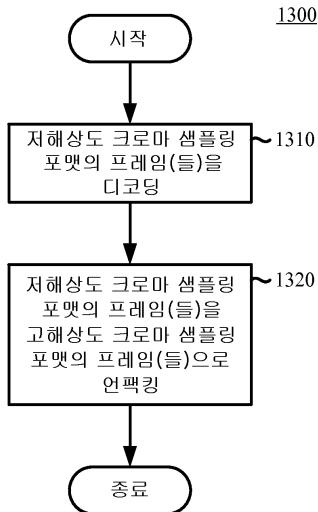


도면12

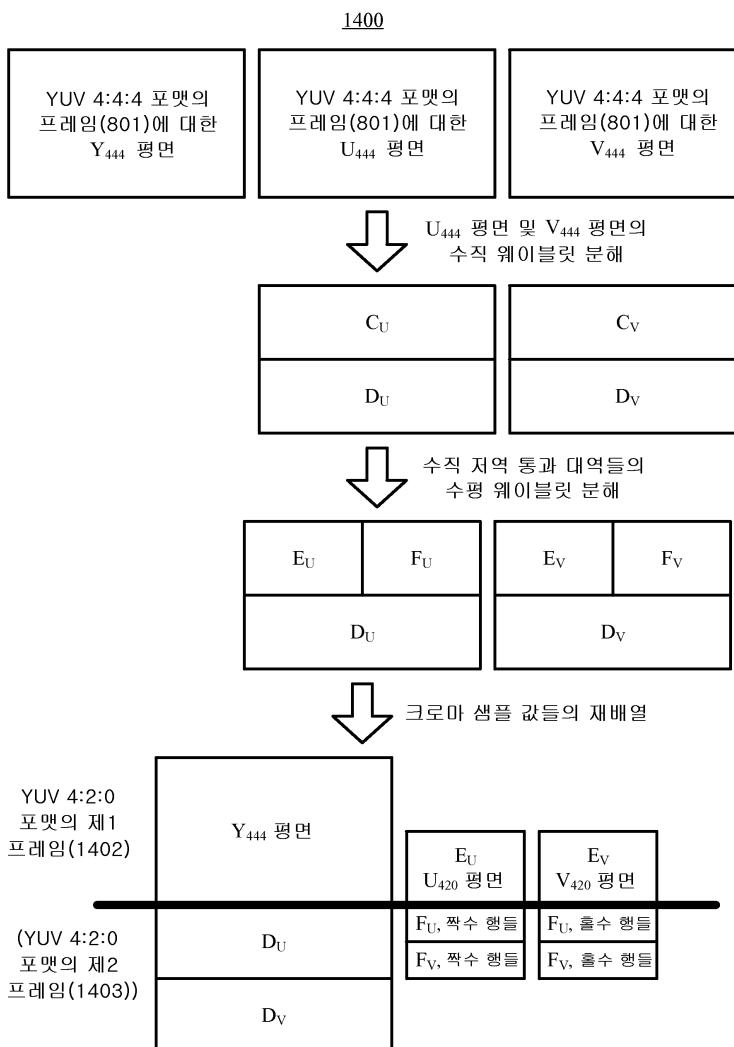
1200



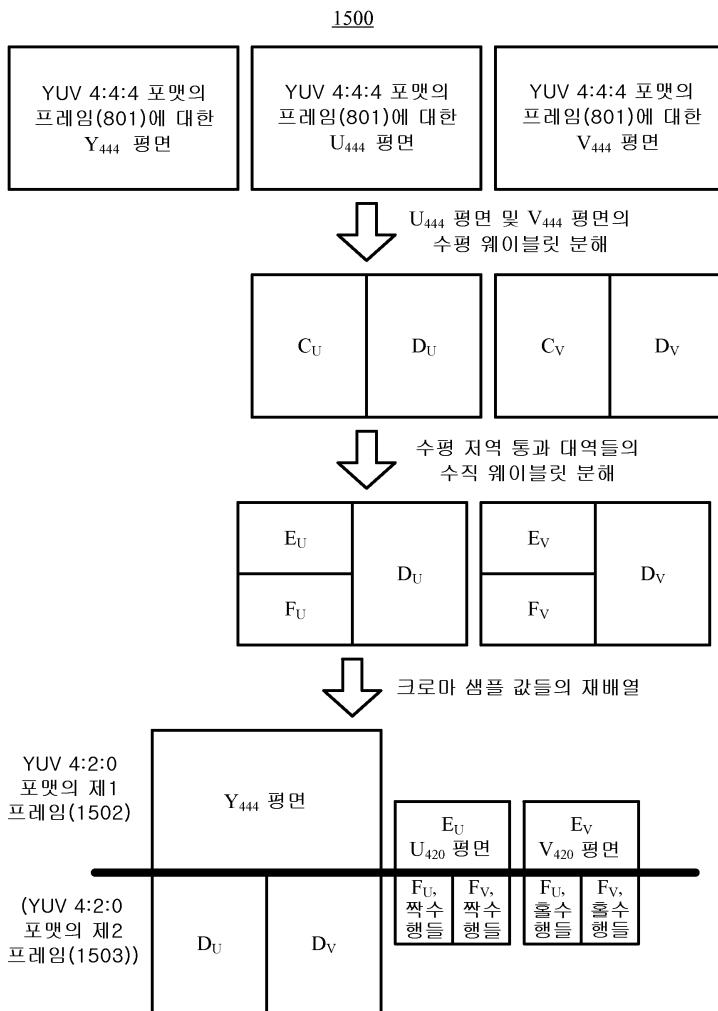
도면13



도면14

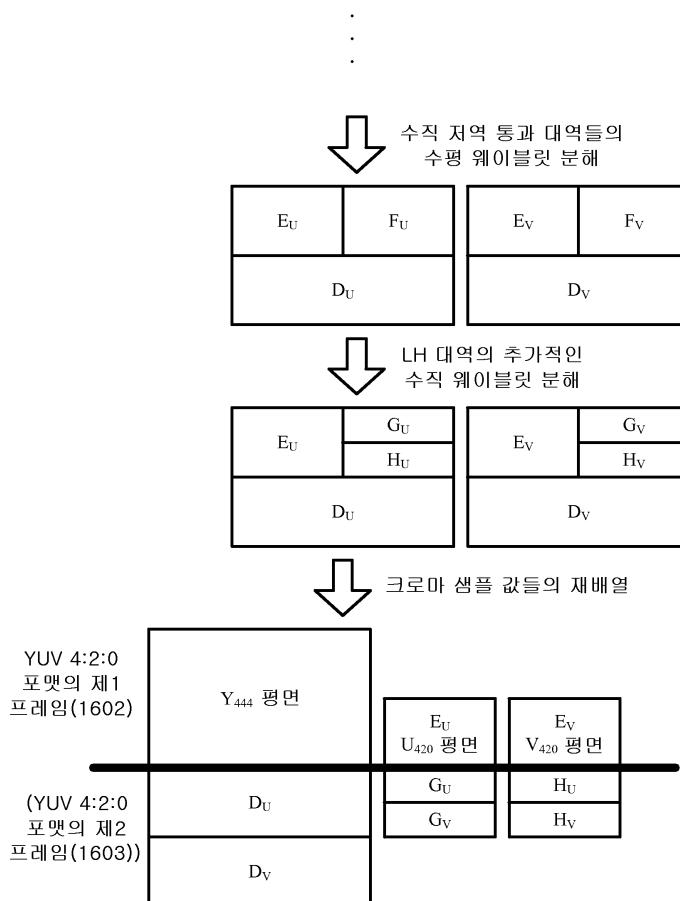


도면15



도면16a

1600



도면16b

1650

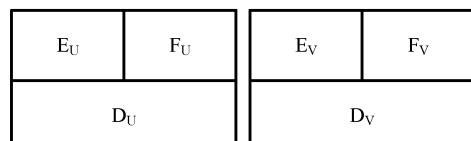
•

•

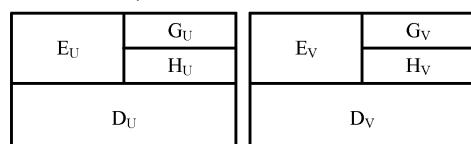
•



수직 저역 통과 대역들의
수평 웨이블릿 분해



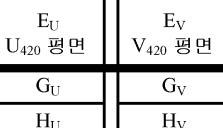
LH 대역의 추가적인
수직 웨이블릿 분해



크로마 샘플 값들의 재배열

YUV 4:2:0
포맷의 제1
프레임(1604)

Y₄₄₄ 평면

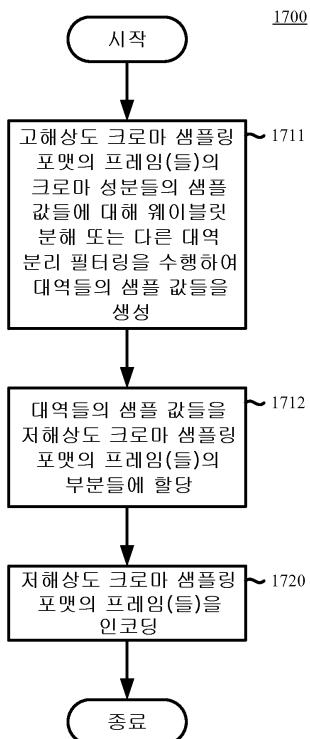


(YUV 4:2:0
포맷의 제2
프레임(1605))

D_U

D_V

도면17



도면18

