



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0063274
(43) 공개일자 2022년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 19/117 (2014.01) H04N 19/105 (2014.01)
H04N 19/132 (2014.01) H04N 19/157 (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01) H04N 19/513 (2014.01)
H04N 19/587 (2014.01) H04N 19/82 (2014.01)

(52) CPC특허분류

H04N 19/117 (2015.01)
H04N 19/105 (2015.01)

(21) 출원번호 10-2022-7013654

(22) 출원일자(국제) 2020년08월20일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2022년04월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2020/047249

(87) 국제공개번호 WO 2021/061312

국제공개일자 2021년04월01일

(30) 우선권주장

62/904,608 2019년09월23일 미국(US)

62/906,930 2019년09월27일 미국(US)

(71) 출원인

알리바바 그룹 홀딩 리미티드

케이만군도, 그랜드 케이만, 조지 타운, 피.오.
박스 847, 원 캐피탈 플레이스, 플로어 4

(72) 발명자

루오, 지안콩

미국 캘리포니아 94402 샌 마테오 스위트 400 사
우스 엘 카미노 리얼 400 알리바바 그룹 리갈 디
파트먼트

예, 안

미국 캘리포니아 94402 샌 마테오 스위트 400 사
우스 엘 카미노 리얼 400 알리바바 그룹 리갈 디
파트먼트

사르위, 모함메드, 고렘

미국 캘리포니아 94402 샌 마테오 스위트 400 사
우스 엘 카미노 리얼 400 알리바바 그룹 리갈 디
파트먼트

(74) 대리인

특허법인 광장리앤코

전체 청구항 수 : 총 20 항

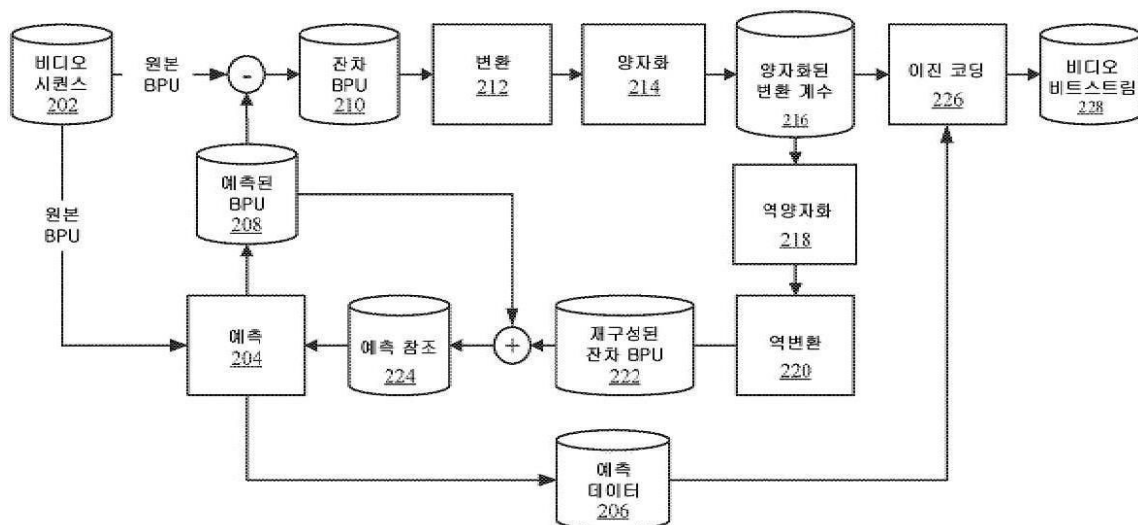
(54) 발명의 명칭 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상 보간을 위한 필터

(57) 요약

본 개시는 움직임 보상 보간을 사용하여 비디오 콘텐츠를 처리하기 위한 시스템 및 방법을 제공한다. 방법은: 타
겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간
을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및 참조 블록을 사용하여
타겟 픽처의 블록을 인코딩하거나 또는 디코딩하는 단계를 포함한다.

대표도

200A



(52) CPC특허분류

H04N 19/132 (2015.01)

H04N 19/157 (2015.01)

H04N 19/176 (2015.01)

H04N 19/513 (2015.01)

H04N 19/587 (2015.01)

H04N 19/82 (2015.01)

명세서

청구범위

청구항 1

움직임 보상 보간(motion compensation interpolation)을 수행하기 위한 컴퓨터 구현된 방법으로서,

타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링(reference down-sampling)을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 상기 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및

상기 참조 블록을 사용하여 상기 타겟 픽처의 블록을 처리하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 대역-통과 필터는 이상적인 저역-통과 필터 및 윈도우 함수(window function)에 기초하여 생성된 코사인 윈도우-싱크 필터(cosine windowed-sinc filter)인, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 코사인 윈도우-싱크 필터는 커널 함수 $f(n) = \frac{f_c}{r} \text{Sinc}\left(\frac{f_c}{r}n\right) \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right)$ 를 기초

로 하고, $n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2}$ 이고, f_c 는 상기 코사인 윈도우-싱크 필터의 컷오프 주파수이고, L 은 커널 길이이고, r 은 상기 참조 다운-샘플링의 다운-샘플링 비율인, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 대역-통과 필터의 실제 필터 계수를 획득하는 단계;

상기 실제 필터 계수에 대한 복수의 반올림 방향(rounding direction)을 각각 결정하는 단계;

상기 복수의 반올림 방향에 따라 상기 실제 필터 계수를 반올림함으로써 반올림된 필터 계수의 복수의 조합을 생성하는 단계; 및

상기 복수의 조합 중에서, 비용 함수가 최소 또는 최대가 되게 하는 반올림된 필터 계수의 조합을 선택하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 비용 함수는 상기 반올림된 필터 계수 및 참조와 연관되는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 참조는 상기 반올림 이전의 상기 대역-통과 필터의 상기 실제 필터 계수, 이상적인 필터의 주파수 응답 또는 상기 대역-통과 필터보다 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답인, 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 코사인 윈도우-싱크 필터는 8-탭 필터, 6-탭 필터 또는 4-탭 필터인, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 대역-통과 필터를 상기 참조 픽처에 적용하는 단계는:

프랙셔널(fractional) 샘플 위치에서 루마 샘플 또는 크로마 샘플을 획득하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 참조 픽처의 해상도와 상기 타겟 픽처의 해상도 사이의 비율을 기초로, 상기 대역-통과 필터를 8-탭 필터, 6-탭 필터 및 4-탭 필터 중 하나로 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 10

제4항에 있어서,

시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set, SPS), 픽처 파라미터 세트(Picture Parameter Set, PPS), 적응 파라미터 세트(Adaptation Parameter Set, APS) 및 슬라이스 헤더 중 적어도 하나에서 상기 대역-통과 필터의 반올림된 필터 계수의 상기 선택된 조합을 시그널링하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 11

움직임 보상 보간을 수행하기 위한 시스템으로서,

명령어의 세트를 저장하는 메모리; 및

적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 시스템으로 하여금:

타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 상기 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 것; 및

상기 참조 블록을 사용하여 상기 타겟 픽처의 블록을 처리하는 것을 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성되는, 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 대역-통과 필터는 이상적인 저역-통과 필터 및 윈도우 함수에 기초하여 생성된 코사인 윈도우-싱크 필터인, 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 코사인 윈도우-싱크 필터는 커널 함수
$$f(n) = \frac{fc}{r} \text{Sinc}\left(\frac{fc}{r}n\right) \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right)$$
에 기

초하고, $n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2}$ 이고, fc 는 상기 코사인 윈도우-싱크 필터의 컷오프 주파수이고, L 은 커널 길이이고, r 은 상기 참조 다운-샘플링의 다운-샘플링 비율인, 시스템.

청구항 14

제11항에 있어서, 적어도 하나의 프로세서는 상기 시스템으로 하여금:

상기 대역-통과 필터의 실제 필터 계수를 획득하는 것;

상기 실제 필터 계수에 대한 복수의 반올림 방향을 각각 결정하는 것;

상기 복수의 반올림 방향에 따라 상기 실제 필터 계수를 반올림함으로써 반올림된 필터 계수의 복수의 조합을 생성하는 것; 및

상기 복수의 조합 중에서, 비용 함수가 최소 또는 최대가 되게 하는 반올림된 필터 계수의 조합을 선택하는 것을 더 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성되는, 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 비용 함수는 상기 반올림된 필터 계수 및 참조와 연관되는, 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 참조는 상기 반올림 이전의 상기 대역-통과 필터의 상기 실제 필터 계수, 이상적인 필터의 주파수 응답 또는 상기 대역-통과 필터보다 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답인, 시스템.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 코사인 윈도우-싱크 필터는 8-탭 필터, 6-탭 필터 또는 4-탭 필터인, 시스템.

청구항 18

제11항에 있어서, 상기 대역-통과 필터를 상기 참조 픽처에 적용하는 것은:

프랙셔널 샘플 위치에서 루마 샘플 또는 크로마 샘플을 획득하는 것을 포함하는, 시스템.

청구항 19

제11항에 있어서, 적어도 하나의 프로세서는 상기 시스템으로 하여금:

상기 참조 픽처의 해상도와 상기 타겟 픽처의 해상도 사이의 비율을 기초로, 상기 대역-통과 필터를 8-탭 필터, 6-탭 필터 및 4-탭 필터 중 하나로 결정하는 것을 더 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성되는, 시스템.

청구항 20

컴퓨터 시스템으로 하여금 비디오 콘텐츠를 처리하기 위한 방법을 수행하게 하기 위해 상기 컴퓨터 시스템의 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행 가능한 명령어의 세트를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서, 상기 방법은:

타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 상기 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및

상기 참조 블록을 사용하여 상기 타겟 픽처의 블록을 처리하는 단계를 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 연관된 기술에 대한 상호 참조

[0002] 본 개시는 2019년 9월 23일에 출원된 미국 가출원 제62/904,608호 및 2019년 9월 27일에 출원된 미국 가출원 제62/906,930호에 대한 우선권의 이익을 주장하며, 이들 모두 그 전체가 본원에 참조로 통합된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 일반적으로 비디오 처리에 관한 것이고, 더욱 구체적으로 참조 리샘플링(reference resampling)을 통한 움직임 보상 보간을 위한 필터에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 비디오는 시각적 정보를 캡처하는 정적 픽처(또는 "프레임")의 세트이다. 저장 메모리 및 송신 대역폭을 감소시키기 위해, 비디오는 저장 또는 송신 이전에 압축되고, 디스플레이 전에 압축 해제될 수 있다. 압축 프로세스는 보통 인코딩으로 지칭되고, 압축 해제 프로세스는 보통 디코딩으로 지칭된다. 가장 일반적으로 예측, 변환, 양자화, 엔트로피 코딩(entropy coding) 및 인-루프 필터링(in-loop filtering)을 기초로 하는, 표준화된 비디오 코딩 기술을 사용하는 다양한 비디오 코딩 포맷이 있다. 특정 비디오 코딩 포맷을 지정하는 고효율 비디오 코딩(High Efficiency Video Coding, HEVC/H.265) 표준, 다용도 비디오 코딩(Versatile Video Coding, VVC/H.266) 표준 AVS 표준과 같은 비디오 코딩 표준은 표준화 기구에서 개발한다. 점점 더 많은 진보된 비디오 코딩 기술이 비디오 표준에 채택되고 있고, 새로운 비디오 코딩 표준의 코딩 효율성은 점점 더 높아지고 있다.

발명의 내용

- [0006] 본 개시의 실시예는 참조 리샘플링을 통한 움직임 보상 보간을 수행하기 위한 컴퓨터 구현된 방법을 제공한다. 방법은: 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록을 처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 본 개시의 실시예는 움직임 보상 보간을 수행하기 위한 시스템을 더 제공한다. 시스템은: 명령어의 세트를 저장하는 메모리; 및 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있고, 적어도 하나의 프로세서는 디바이스로 하여금: 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 것; 및 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록을 처리하는 것을 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성된다.
- [0008] 본 개시의 실시예는 또한, 컴퓨터 시스템으로 하여금 비디오 콘텐츠를 처리하기 위한 방법을 수행하게 하기 위해 컴퓨터 시스템의 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행 가능한 명령어의 세트를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체를 제공한다. 방법은: 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록을 처리하는 단계를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 본 개시의 실시예 및 다양한 양상은 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면에 예시된다. 도면에 도시된 다양한 피쳐(feature)는 축척대로 도시된 것은 아니다.
- 도 1은 본 개시의 실시예와 일치하는 본 개시의 실시예와 일치하는 예시적인 비디오 시퀀스의 구조를 예시한다.
- 도 2a는 본 개시의 실시예와 일치하는, 하이브리드 비디오 코딩 시스템의 예시적인 인코딩 프로세스의 개략도를 예시한다.
- 도 2b는 본 개시의 실시예와 일치하는, 하이브리드 비디오 코딩 시스템의 다른 예시적인 인코딩 프로세스의 개략도를 예시한다.
- 도 3a는 본 개시의 실시예와 일치하는, 하이브리드 비디오 코딩 시스템의 예시적인 디코딩 프로세스의 개략도를 예시한다.
- 도 3b는 본 개시의 실시예와 일치하는, 하이브리드 비디오 코딩 시스템의 다른 예시적인 디코딩 프로세스의 개략도를 예시한다.
- 도 4는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비디오를 인코딩 또는 디코딩하기 위한 예시적인 장치의 블록도이다.
- 도 5는 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 픽처 및 현재 픽처의 개략도를 예시한다.
- 도 6은 본 개시의 실시예와 일치하는, 4×4 루마 블록에 대한 예시적인 6-탭 DCT 기반 보간 필터 계수의 테이블을 예시한다.
- 도 7은 본 개시의 실시예와 일치하는, 루마 성분에 대한 예시적인 8-탭 보간 필터 계수의 테이블을 예시한다.
- 도 8은 본 개시의 실시예와 일치하는, 크로마 성분에 대한 예시적인 4-탭 32-페이즈 보간 필터 계수의 테이블을 예시한다.
- 도 9는 본 개시의 실시예와 일치하는, 예시적인 이상적인 저역 통과 필터의 주파수 응답을 예시한다.
- 도 10은 본 개시의 실시예와 일치하는, 2:1 다운-샘플링을 위한 예시적인 12-탭 코사인-윈도우-싱크 보간 필터 계수(12-tap cosine-windowed-sinc interpolation filter coefficients)의 테이블을 예시한다.
- 도 11은 본 개시의 실시예와 일치하는, 1.5:1 다운-샘플링을 위한 예시적인 12-탭 코사인-윈도우-싱크 보간 필터 계수의 테이블을 예시한다.
- 도 12는 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 루마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 13는 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 14는 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 루마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 15는 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 16은 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 루마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 17은 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 18은 본 개시의 실시예와 일치하는, 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스를 예시한다.

도 19는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 20은 본 개시의 실시예와 일치하는, 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 21은 본 개시의 실시예와 일치하는, 32 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 22는 본 개시의 실시예와 일치하는, 32 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 23은 본 개시의 실시예와 일치하는, 16 페이지를 갖는 참조 다운-샘플링 비율 2:1을 갖는 4×4 루마 블록 MC 보간을 위한 예시적인 6-탭 필터 계수의 테이블을 예시한다.

도 24는 본 개시의 실시예와 일치하는, 16 페이지를 갖는 참조 다운-샘플링 비율 1.5:1을 갖는 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 예시적인 6-탭 필터 계수의 테이블을 예시한다.

도 25는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터의 테이블을 예시한다.

도 26은 본 개시의 실시예와 일치하는, 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 27은 본 개시의 실시예와 일치하는, 16 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 6-탭 필터를 예시한다.

도 28은 본 개시의 실시예와 일치하는, 16 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 6-탭 필터를 예시한다.

도 29는 본 개시의 실시예와 일치하는, 32 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 4-탭 필터를 예시한다.

도 30은 본 개시의 실시예와 일치하는, 32 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 4-탭 필터를 예시한다.

도 31는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 32는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 8-탭 필터를 예시한다.

도 33은 본 개시의 실시예와 일치하는, 16 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 6-탭 필터를 예시한다.

도 34는 본 개시의 실시예와 일치하는, 16 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 6-탭 필터를 예시한다.

도 35는 본 개시의 실시예와 일치하는, 32 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 4-탭 필터를 예시한다.

도 36은 본 개시의 실시예와 일치하는, 32 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 예시적인 4-탭 필터를 예시한다.

도 37은 본 개시의 실시예와 일치하는, 필터 계수 시그널링(filter coefficient signaling)의 예시를 예시한다.

도 38은 본 개시의 실시예와 일치하는, 리샘플링 비율 및 대응하는 필터 세트를 시그널링하기 위한 예시적인 신택스 구조를 예시한다.

도 39는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비디오 콘텐츠를 처리하기 위한 예시적인 방법의 흐름도이다.

도 40은 본 개시의 실시예와 일치하는, 코사인 윈도우-싱크 필터의 필터 계수를 반올림하기(rounding) 위한 예시적인 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이제 예시적인 실시예에 대한 참조가 상세히 이루어질 것이며, 이의 예시는 첨부 도면에 예시된다. 다음 설명은 달리 표시되지 않는 한 상이한 도면에서 동일한 번호가 동일하거나 유사한 요소를 나타내는 첨부 도면을 참조한다. 예시적인 실시예의 다음 설명에서 제시된 구현은 본 발명과 일치하는 모든 구현을 나타내는 것은 아니다. 대신에, 이들은 첨부된 청구범위에서 인용된 본 발명에 관련된 양상과 일치하는 장치 및 방법의 예시일 뿐이다. 본 개시의 특정 양상은 아래에서 더 상세히 설명된다. 본원에 제공된 용어 및 정의는 참조로 통합된 용어 및/또는 정의와 상충하는 경우 제어된다.

[0011] 비디오 코딩 시스템은 예를 들어, 소비되는 저장 공간을 감소시키거나 이러한 신호와 연관된 송신 대역폭 소비를 감소시키기 위해 디지털 비디오 신호를 압축하는 데 종종 사용된다. (예를 들어, 1920×1080 픽셀의 해상도를 갖는) 고화질(HD) 비디오가 온라인 비디오 스트리밍, 화상 회의 또는 비디오 모니터링과 같은 비디오 압축의 다양한 응용에서 인기를 얻으면서, 비디오 데이터의 압축 효율성을 높일 수 있는 비디오 코딩 도구를 개발하려는 지속적인 요구가 있다.

[0012] 예를 들어, 비디오 모니터링 응용은 다수의 응용 시나리오(예를 들어, 보안, 트래픽, 환경 모니터링 등)에서 점점 더 광범위하게 사용되며, 모니터링 디바이스의 수 및 해상도는 계속 빠르게 증가하고 있다. 다수의 비디오 모니터링 응용 시나리오는 사용자에게 HD 비디오를 제공하여 더 많은 정보를 캡처하는 것을 선호하며, 이는 이러한 정보를 캡처하기 위해 프레임당 더 많은 픽셀을 갖는다. 하지만, HD 비디오 비트스트림은 송신을 위한 높은 대역폭 및 저장을 위한 큰 공간을 요구하는 높은 비트레이트를 가질 수 있다. 예를 들어, 평균 1920×1080 해상도를 갖는 모니터링 비디오 스트림은 실시간 송신을 위해 4Mbps의 높은 대역폭을 요구할 수 있다. 또한, 비디오 모니터링은 일반적으로, 7×24를 연속적으로 모니터링하며, 이는 비디오 데이터가 저장되어야 하는 경우 저장 시스템에 큰 과제가 될 수 있다. 그러므로, HD 비디오의 높은 대역폭 및 큰 저장에 대한 요구는 비디오 모니터링에서 그의 대규모 전개에 대한 주요 제약이 된다.

[0013] 비디오는 시각적 정보를 저장하기 위해 시간적인 시퀀스로 배열된 정적 픽처(또는 "프레임")의 세트이다. 비디오 캡처 디바이스(예를 들어, 카메라)는 이 픽처를 시간적인 시퀀스로 캡처하고 저장하는데 사용될 수 있고, 비디오 재생 디바이스(예를 들어, 디스플레이의 기능을 갖는 텔레비전, 컴퓨터, 스마트폰, 태블릿 컴퓨터, 비디오 플레이어 또는 임의의 최종-사용자 단말기)는 이러한 픽처를 시간적인 시퀀스로 디스플레이하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 일부 응용에서, 비디오 캡처링 디바이스는 모니터링, 회의 또는 실시간 방송과 같이 캡처된 비디오를 비디오 재생 디바이스(예를 들어, 모니터를 갖는 컴퓨터)에 실시간으로 송신할 수 있다.

[0014] 이러한 응용에 의해 필요한 저장 공간 및 송신 대역폭을 감소시키기 위해, 비디오는 저장 또는 송신 이전에 압축되고, 디스플레이 전에 압축 해제될 수 있다. 압축 및 압축 해제는 프로세서(예를 들어, 일반 컴퓨터의 프로세서) 또는 특수 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어에 의해 구현될 수 있다. 압축을 위한 모듈은 일반적으로 "인코더"로 지칭되고, 압축 해제를 위한 모듈은 일반적으로 "디코더"로 지칭된다. 인코더 및 디코더를 집합적으로 "코덱(codec)"으로 지칭될 수 있다. 인코더 및 디코더는 임의의 다양한 적합한 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합 중 임의의 것으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 인코더 및 디코더의 하드웨어 구현은 하나 이상의

마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서(DSP), 애플리케이션-특정 집적 회로(application-specific integrated circuits, ASIC), 필드 프로그램 가능 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array, FPGA), 이산 로직 또는 이의 임의의 조합과 같은 회로를 포함할 수 있다. 인코더 및 디코더의 소프트웨어 구현은 컴퓨터 판독가능 매체에 고정된 프로그램 코드, 컴퓨터-실행가능 명령어, 펌웨어 또는 임의의 적합한 컴퓨터 구현 알고리즘 또는 프로세스를 포함할 수 있다. 비디오 압축 및 압축 해제에는 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.26x 시리즈 등과 같은 다양한 알고리즘 또는 표준에 의해 구현될 수 있다. 일부 응용에서, 코덱은 제1 코딩 표준으로부터 비디오를 압축 해제하고 제2 코딩 표준을 사용하여 압축해제된 비디오를 재압축할 수 있으며, 이 경우 코덱은 "트랜스코더(transcoder)"로 지칭될 수 있다.

[0015] 비디오 인코딩 프로세스는 픽처를 재구성하는 데 사용될 수 있는 유용한 정보를 식별하고 유지할 수 있고, 재구성에 중요하지 않은 정보를 폐기할 수 있다. 폐기된 중요하지 않은 정보가 완전히 재구성될 수 없는 경우, 이러한 인코딩 프로세스는 "손실이 있는 것(lossy)"으로 지칭될 수 있다. 그렇지 않으면, "무손실"로 지칭될 수 있다. 대부분의 인코딩 프로세스는 손실이 있고, 이는 필요한 저장 공간 및 송신 대역폭을 감소시키기 위한 절충안이다.

[0016] 인코딩되는 픽처("현재 픽처"로 지칭됨)의 유용한 정보는 참조 픽처(예를 들어, 이전에 인코딩되거나 재구성된 픽처)에 대한 변경을 포함할 수 있다. 이러한 변경은 픽셀의 위치 변경, 광도 변경 또는 색상 변경을 포함할 수 있으며, 그 중 위치 변경이 주로 관련된다. 객체를 나타내는 픽셀의 그룹의 위치 변경은 참조 픽처와 현재 픽처 사이의 객체의 움직임을 반영할 수 있다.

[0017] 다른 픽처를 참조하지 않고 코딩된 픽처(즉, 이는 그 자신의 참조 픽처임)는 "I-픽처"로 지칭된다. 참조 픽처로서 이전 픽처를 사용하여 코딩된 픽처는 "P-픽처"로 지칭된다. 참조 픽처로서 이전 픽처 및 향후 픽처 둘 모두를 사용하여 코딩된 픽처(즉, 참조는 "양방향"임)는 "B-픽처"로 지칭된다.

[0018] 이전에 언급된 바와 같이, HD 비디오를 사용하는 비디오 모니터링은 높은 대역폭 및 큰 저장의 요구에 직면한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 인코딩된 비디오의 비트레이트가 감소될 수 있다. I-픽처, P-픽처 및 B-픽처 중 I-픽처가 가장 높은 비트레이트를 갖는다. 대부분의 모니터링 비디오의 배경이 거의 정적이기 때문에, 인코딩된 비디오의 전체 비트레이트를 감소시키기 위한 한 가지 방법은 비디오 인코딩에 더 적은 I-픽처를 사용하는 것이다.

[0019] 하지만, I-픽처가 인코딩된 비디오에서 일반적으로 지배적이지 않기 때문에, 더 적은 I-픽처를 사용하는 것의 개선은 사소할 수 있다. 예를 들어, 일반적인 비디오 비트스트림에서 I-픽처, B-픽처 및 P-픽처의 비율은 1:20:9일 수 있으며, 여기서 I-픽처는 전체 비트레이트의 10% 미만을 차지할 수 있다. 다시 말해, 이러한 예시에서 모든 I-픽처가 제거되더라도 감소된 비트레이트는 10%를 넘을 수 없다.

[0020] 도 1은 본 개시의 실시예와 일치하는, 예시적인 비디오 시퀀스(100)의 구조를 예시한다. 비디오 시퀀스(100)는 실시간 비디오 또는 캡처되고 보관되는 비디오일 수 있다. 비디오(100)는 실제 비디오, 컴퓨터-생성된 비디오(예를 들어, 컴퓨터 게임 비디오)또는 이들의 조합(예를 들어, 증강-현실 효과를 갖는 실제 비디오)일 수 있다. 비디오 시퀀스(100)는 비디오 캡처 디바이스(예를 들어, 카메라), 이전에 캡처된 비디오를 포함하는 비디오 보관(예를 들어, 저장 디바이스에 저장된 비디오 파일), 또는 비디오 콘텐츠 제공자로부터 비디오를 수신하기 위한 비디오 피드 인터페이스(예를 들어, 비디오 브로드캐스트 트랜시버)로부터 입력될 수 있다.

[0021] 도 1에 도시된 바와 같이, 비디오 시퀀스(100)는 픽처(102, 104, 106 및 108)를 포함하는, 시간선을 따라 시간적으로 배열된 일련의 픽처를 포함할 수 있다. 픽처(102 내지 106)는 연속적이고, 픽처(106)와 픽처(108) 사이에 더 많은 픽처가 있다. 도 1에서, 픽처(102)는 I-픽처이고, 이의 참조 픽처는 픽처(102) 그 자신이다. 픽처(104)는 P-픽처이고, 이의 참조 픽처는 화살표로 나타난 바와 같이 픽처(102)이다. 픽처(106)는 B-픽처이고, 이의 참조 픽처는 화살표로 나타난 바와 같이 픽처(104 및 108)이다. 일부 실시예에서, 픽처(예를 들어, 픽처(104))의 참조 픽처는 픽처 직전 또는 직후가 아닐 수 있다. 예를 들어, 픽처(104)의 참조 픽처는 픽처(102)에 선행하는 픽처일 수 있다. 픽처(102 내지 106)의 참조 픽처는 단지 예시이며, 본 개시는 도 1에 도시된 예시로서 참조 픽처의 실시예를 제한하지 않는다는 것이 유의되어야 한다.

[0022] 전형적으로, 비디오 코덱은 이러한 태스크(task)의 연산 복잡성에 기인하여 전체의 픽처를 동시에 인코딩하거나 또는 디코딩하지 않는다. 오히려, 이는 픽처를 기본 세그먼트로 분할할 수 있고, 픽처를 세그먼트별로 인코딩하거나 또는 디코딩할 수 있다. 이러한 기본 세그먼트는 본 개시에서 기본 처리 유닛(basic processing units, "BPU")으로 지칭된다. 예를 들어, 도 1에서의 구조(110)는 비디오 시퀀스(100)의 픽처(예를 들어, 픽처(102 내

지 108) 중 임의의 것)의 예시적인 구조를 도시한다. 구조(110)에서, 픽처는 4×4 기본 처리 유닛으로 분할되고, 이의 경계는 점선으로 도시된다. 일부 실시예에서, 기본 처리 유닛은 일부 비디오 코딩 표준(예를 들어, MPEG 패밀리, H.261, H.263, 또는 H.264/AVC)에서 "매크로블록(macroblocks)"으로 지칭될 수 있거나, 또는 일부 다른 비디오 코딩 표준(예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC)에서 "코딩 트리 유닛(coding tree units)"("CTU")으로 지칭될 수 있다. 기본 처리 유닛은 128×128 , 64×64 , 32×32 , 16×16 , 4×8 , 16×32 와 같은 픽처에서의 가변적인 크기, 또는 픽셀의 어느 임의의 형태 및 크기를 가질 수 있다. 기본 처리 유닛의 크기 및 형태는 기본 처리 유닛에서 유지될 세부사항의 코딩 효율 및 레벨의 밸런스를 기초로 픽처에 대해 선택될 수 있다.

[0023] 기본 처리 유닛은 컴퓨터 메모리에 (예를 들어, 비디오 프레임 버퍼에) 저장된 상이한 타입의 비디오 데이터의 그룹을 포함할 수 있는 논리적 유닛일 수 있다. 예를 들어, 컬러 픽처의 기본 처리 유닛은 무색의 밝기 정보를 나타내는 루마 성분(Y), 색상 정보를 나타내는 하나 이상의 크로마 성분(예를 들어, Cb 및 Cr) 및 연관된 신택스 요소를 포함할 수 있고, 여기서 루마 및 크로마 성분은 기본 처리 유닛과 동일한 크기를 가질 수 있다. 루마 및 크로마 성분은 일부 비디오 코딩 표준(예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC)에서 "코딩 트리 블록(coding tree blocks)"("CTB")으로 지칭될 수 있다. 기본 처리 유닛에 대해 수행된 임의의 동작은 그의 루마 및 크로마 성분의 각각에 대해 반복적으로 수행될 수 있다.

[0024] 비디오 코딩은 다수의 동작 스테이지를 가지며, 이의 예시는 도 2a-2b 및 3a-3b에서 상세히 설명될 것이다. 각 스테이지에 대해, 기본 처리 유닛의 크기는 처리하기에 여전히 너무 클 수 있으며, 따라서 본 개시에서 "기본 처리 서브-유닛"으로 지칭되는 세그먼트로 더 분할될 수 있다. 일부 실시예에서, 기본 처리 서브-유닛은 일부 비디오 코딩 표준(예를 들어, MPEG 패밀리, H.261, H.263, 또는 H.264/AVC)에서 "블록"으로 지칭될 수 있거나, 또는 일부 다른 비디오 코딩 표준(예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC)에서 "코딩 유닛"("CU")으로 지칭될 수 있다. 기본 처리 서브-유닛은 기본 처리 유닛과 동일하거나 더 작은 크기를 가질 수 있다. 기본 처리 유닛과 유사하게, 기본 처리 서브-유닛은 또한, 논리적 유닛이며, 이는 컴퓨터 메모리에 (예를 들어, 비디오 프레임 버퍼에) 저장된 상이한 타입의 비디오 데이터(예를 들어, Y, Cb, Cr 및 연관된 신택스 요소)의 그룹을 포함할 수 있다. 기본 처리 서브-유닛에 대해 수행된 임의의 동작은 그의 루마 및 크로마 성분의 각각에 대해 반복적으로 수행될 수 있다. 이러한 분할은 처리 요구에 의존하는 추가적인 레벨로 수행될 수 있다는 것이 유의되어야 한다. 또한, 상이한 스테이지가 상이한 체계를 사용하여 기본 처리 유닛을 분할할 수 있다는 것이 유의되어야 한다.

[0025] 예를 들어, 모드 결정 스테이지(그의 예시가 도 2b에서 상세히 설명될 것임)에서, 인코더는 기본 처리 유닛에 사용하기 위한 어떤 예측 모드(예를 들어, 인트라-픽처 예측 또는 인터-픽처 예측)를 결정할 수 있으며, 이는 이러한 결정을 하기엔 너무 클 수 있다. 인코더는 기본 처리 유닛을 다수의 기본 처리 서브-유닛(예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC에서와 같이 CU)으로 분할할 수 있으며, 각 개별적인 기본 처리 서브-유닛에 대해 예측 타입을 결정할 수 있다.

[0026] 다른 예시에 대해, 예측 스테이지(그의 예시가 도 2a에서 상세히 설명됨)에서, 인코더는 기본 처리 서브-유닛(예를 들어, CU)의 레벨에서 예측 동작을 수행할 수 있다. 하지만, 일부 경우에서, 기본 처리 서브-유닛은 처리하기에 여전히 너무 클 수 있다. 인코더는 예측 동작이 수행될 수 있는 레벨에서, 기본 처리 서브-유닛을 더 작은 세그먼트(예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC에서 "예측 블록" 또는 "PB"로 지칭됨)로 더 분할할 수 있다.

[0027] 다른 예시에 대해, 변환 스테이지(그의 예시가 도 2a에서 상세히 설명됨)에서, 인코더는 잔차 기본 처리 서브-유닛(예를 들어, CU)에 대한 변환 동작을 수행할 수 있다. 하지만, 일부 경우에서, 기본 처리 서브-유닛은 처리하기에 여전히 너무 클 수 있다. 인코더는 변환 동작이 수행될 수 있는 레벨에서, 기본 처리 서브-유닛을 더 작은 세그먼트(예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC에서 "변환 블록" 또는 "TB"로 지칭됨)로 더 분할할 수 있다. 동일한 기본 처리 서브-유닛의 분할 체계는 예측 스테이지 및 변환 스테이지에서 상이할 수 있다는 것이 유의되어야 한다. 예를 들어, H.265/HEVC 또는 H.266/VVC에서, 동일한 CU의 예측 블록 및 변환 블록은 상이한 크기 및 개수를 가질 수 있다.

[0028] 도 1의 구조(110)에서, 기본 처리 유닛(112)은 그의 경계가 점선으로 도시된, 3×3 기본 처리 서브-유닛으로 더 분할된다. 동일한 픽처의 상이한 기본 처리 유닛이 상이한 체계에서 기본 처리 서브-유닛으로 분할될 수 있다.

[0029] 일부 구현에서, 비디오 인코딩 및 디코딩에 대한 병렬 처리 및 오류 복원의 능력을 제공하기 위해, 픽처는 픽처의 영역에 대해, 인코딩 또는 디코딩 프로세스가 픽처의 임의의 다른 영역으로부터의 정보에 의존하지 않도록,

처리를 위한 영역으로 분할될 수 있다. 다시 말해, 픽처의 각 영역은 독립적으로 처리될 수 있다. 이렇게 함으로써, 코덱은 픽처의 상이한 영역을 병렬로 처리할 수 있으며, 따라서 코딩 효율을 증가시킨다. 또한, 영역의 데이터가 처리에서 훼손되거나 또는 네트워크 송신에서 분실될 때, 코덱은 훼손되거나 또는 분실된 데이터에 대한 의존(reliance) 없이, 동일한 픽처의 다른 영역을 올바르게 인코딩 또는 디코딩할 수 있으며, 따라서 오류 복원의 능력을 제공한다. 일부 비디오 코딩 표준에서, 픽처는 상이한 타입의 영역으로 분할될 수 있다. 예를 들어, H.265/HEVC 및 H.266/VVC는 두 개의 타입의 영역: "슬라이스" 및 "타일"을 제공한다. 또한, 비디오 시퀀스(100)의 상이한 픽처가 픽처를 영역으로 분할하기 위한 상이한 파티션 체계를 가질 수 있다는 것이 유의되어야 한다.

[0030] 예를 들어, 도 1에서, 구조(110)는 그의 경계가 구조(110) 내에서 실선으로 도시된 세 개의 영역(114, 116 및 118)으로 분할된다. 영역(114)은 네 개의 기본 처리 유닛을 포함한다. 영역(116 및 118)의 각각은 여섯 개의 기본 처리 유닛을 포함한다. 도 1에서 구조(110)의 기본 처리 유닛, 기본 처리 서브-유닛 및 영역은 단지 예시이며, 본 개시는 이의 실시예를 제한하지 않는다는 것이 유의되어야 한다.

[0031] 도 2a는 본 개시의 실시예와 일치하는, 예시적인 인코딩 프로세스(200A)의 개략도를 예시한다. 예를 들어, 인코딩 프로세스(200A)는 인코더에 의해 수행될 수 있다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 인코더는 프로세스(200A)에 따라 비디오 시퀀스(202)를 비디오 비트스트림(228)으로 인코딩할 수 있다. 도 1에서의 비디오 시퀀스(100)와 유사하게, 비디오 시퀀스(202)는 시간적인 순서로 배열된 픽처("원본 픽처"로 지칭됨)의 세트를 포함할 수 있다. 도 1에서의 구조(110)와 유사하게, 비디오 시퀀스(202)의 각 원본 픽처는 인코더에 의해 기본 처리 유닛, 기본 처리 서브-유닛 또는 처리를 위한 영역으로 분할될 수 있다. 일부 실시예에서, 인코더는 비디오 시퀀스(202)의 각 원본 픽처에 대한 기본 처리 유닛의 레벨에서 프로세스(200A)를 수행할 수 있다. 예를 들어, 인코더는 프로세스(200A)를 반복 방식으로 수행할 수 있으며, 여기서 인코더는 프로세스(200A)의 하나의 반복으로 기본 처리 유닛을 인코딩할 수 있다. 일부 실시예에서, 인코더는 비디오 시퀀스(202)의 각 원본 픽처의 영역(예를 들어, 영역(114-118))에 대해 프로세스(200A)를 병렬로 수행할 수 있다.

[0032] 도 2a에서, 인코더는 예측 데이터(206) 및 예측된 BPU(208)를 생성하기 위해 비디오 시퀀스(202)의 원본 픽처의 기본 처리 유닛("원본 BPU"로 지칭됨)을 예측 스테이지(204)로 공급할 수 있다. 인코더는 잔차 BPU(210)를 생성하기 위해 원본 BPU로부터 예측된 BPU(208)를 감산할 수 있다. 인코더는 양자화된 변환 계수(216)를 생성하기 위해, 잔차 BPU(210)를 변환 스테이지(212) 및 양자화 스테이지(214)에 공급할 수 있다. 인코더는 비디오 비트스트림(228)을 생성하기 위해, 예측 데이터(206) 및 양자화된 변환 계수(216)를 이진 코딩 스테이지(226)에 공급할 수 있다. 구성요소(202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 226 및 228)는 "순방향 경로(forward path)"로서 지칭될 수 있다. 프로세스(200A) 동안, 양자화 스테이지(214) 이후에, 인코더는 재구성된 잔차 BPU(222)를 생성하기 위해, 양자화된 변환 계수(216)를 역양자화 스테이지(218) 및 역변환 스테이지(220)에 공급할 수 있다. 인코더는 프로세스(200A)의 다음 반복을 위해 예측 스테이지(204)에서 사용되는 예측 참조(224)를 생성하기 위해, 재구성된 잔차 BPU(222)를 예측된 BPU(208)에 더할 수 있다. 프로세스(200A)의 구성요소(218, 220, 222 및 224)는 "재구성 경로"로서 지칭될 수 있다. 재구성 경로는 인코더 및 디코더 둘 모두가 예측을 위해 동일한 참조를 사용하는 것을 보장하도록 사용될 수 있다.

[0033] 인코더는 (순방향 경로에서) 원본 픽처의 각각의 원본 BPU를 인코딩하고, (재구성 경로에서) 원본 픽처의 다음 원본 BPU를 인코딩하기 위한 예측된 참조(224)를 생성하기 위해 프로세스(200A)를 반복적으로 수행할 수 있다. 원본 픽처의 모든 원본 BPU를 인코딩한 이후에, 인코더는 비디오 시퀀스(202)에서 다음 픽처를 인코딩하도록 진행할 수 있다.

[0034] 프로세스(200A)를 참조하면, 인코더는 비디오 캡처링 디바이스(예를 들어, 카메라)에 의해 생성되는 비디오 시퀀스(202)를 수신할 수 있다. 본원에서 사용된 "수신하다"라는 용어는 수신, 입력, 취득, 검색, 획득, 판독, 액세스 또는 데이터를 입력하기 위한 임의의 방식에서의 임의의 동작을 지칭할 수 있다.

[0035] 현재 반복에서의 예측 스테이지(204)에서, 인코더는 원본 BPU 및 예측 참조(224)를 수신할 수 있고, 예측 데이터(206) 및 예측된 BPU(208)를 생성하기 위해 예측 동작을 수행할 수 있다. 예측 참조(224)는 프로세스(200A)의 이전의 반복의 재구성 경로로부터 생성될 수 있다. 예측 스테이지(204)의 목적은 예측 데이터(206) 및 예측 참조(224)로부터 원본 BPU를 예측된 BPU(208)로서 재구성하기 위해 사용될 수 있는 예측 데이터(206)를 추출함으로써 정보 리던던시(information redundancy)를 감소시키는 것이다.

[0036] 이상적으로, 예측된 BPU(208)는 원본 BPU와 동일할 수 있다. 하지만, 비-이상적 예측 및 재구성 동작에 기인하여, 예측된 BPU(208)는 일반적으로 원본 BPU와는 약간 상이하다. 이러한 차이를 기록하기 위해, 예측된

BPU(208)를 생성한 이후에, 인코더는 잔차 BPU(210)를 생성하기 위해, 원본 BPU로부터 이를 감산할 수 있다. 예를 들어, 인코더는 원본 BPU의 대응하는 픽셀의 값으로부터 예측된 BPU(208)의 픽셀의 값(예를 들어, 그레이스케일 값 또는 RGB 값)을 감산할 수 있다. 잔차 BPU(210)의 각 픽셀은 원본 BPU 및 예측된 BPU(208)의 대응하는 픽셀 사이에서 이러한 감산의 결과로서 잔차 값을 가질 수 있다. 원본 BPU와 비교하여, 예측 데이터(206) 및 잔차 BPU(210)는 더 적은 수의 비트를 가질 수 있지만, 이들은 현저한 품질 저하 없이 원본 BPU를 재구성하는데 사용될 수 있다. 따라서, 원본 BPU가 압축된다.

[0037] 잔차 BPU(210)를 더 압축하기 위해, 변환 스테이지(212)에서, 인코더는 이를 2차원 "기본 패턴" - 각 기본 패턴은 "변환 계수와 연관된 -으로 분해함으로써 잔차 BPU의 공간 과잉을 저장할 수 있다. 기본 패턴은 동일한 크기(예를 들어, 잔차 BPU(210)의 크기)를 가질 수 있다. 각 기본 패턴은 잔차 BPU(210)의 변동 주파수(variation frequency)(예를 들어, 밝기 변동의 주파수) 성분을 나타낼 수 있다. 기본 패턴 중 어느 것도 임의의 다른 기본 패턴의 임의의 조합(예를 들어, 선형 조합)으로부터 재생성될 수 없다. 다시 말해, 분해는 잔차 BPU(210)의 변동을 주파수 도메인으로 분해할 수 있다. 이러한 분해는 함수의 이산 푸리에 변환과 유사하며, 여기서 기본 패턴은 이산 푸리에 변환의 기본 함수(예를 들어, 삼각 함수)와 유사하고 변환 계수는 기본 함수와 연관된 계수와 유사하다.

[0038] 상이한 변환 알고리즘이 상이한 기본 패턴을 사용할 수 있다. 다양한 변환 알고리즘은 예를 들어, 이산 코사인 변환, 이산 사인 변환 등과 같은 변환 스테이지(212)에서 사용될 수 있다. 변환 스테이지(212)에서의 변환은 역으로 이루어진다(invertible). 즉, 인코더는 변환의 역동작("역변환"으로 지칭됨)에 의해 잔차 BPU(210)를 복원할 수 있다. 예를 들어, 잔차 BPU(210)의 픽셀을 복원하기 위해, 역변환은 기본 패턴의 대응하는 픽셀의 값을 각각의 연관된 계수를 곱하고, 그 결과 값을 더하여 가중합을 생성할 수 있다. 비디오 코딩 표준에 대해, 인코더 및 디코더 둘 모두는 동일한 변환 알고리즘(따라서, 동일한 기본 패턴)을 사용할 수 있다. 따라서, 인코더는 변환 계수만을 기록할 수 있고, 이로부터 디코더는 인코더로부터 기본 패턴을 수신하지 않으면서, 잔차 BPU(210)를 재구성할 수 있다. 잔차 BPU(210)와 비교하여, 변환 계수는 더 적은 수의 비트를 가질 수 있지만, 이들은 현저한 품질 저하 없이 잔차 BPU(210)를 재구성하는데 사용될 수 있다. 따라서, 잔차 BPU(210)가 더 압축된다.

[0039] 인코더는 양자화 스테이지(214)에서 변환 계수를 더 압축할 수 있다. 변환 프로세스에서, 상이한 기본 패턴이 상이한 변동 주파수(예를 들어, 밝기 변동 주파수)를 나타낼 수 있다. 인간의 눈은 일반적으로 낮은-주파수 변화를 더 잘 인식하기 때문에, 인코더는 디코딩에서 현저한 품질 저하를 초래하지 않으면서 높은-주파수 변동의 정보를 무시할 수 있다. 예를 들어, 양자화 스테이지(214)에서, 인코더는 각 변환 계수를 정수 값("양자화 파라미터"로 지칭됨)으로 나누고, 몫을 그의 가장 가까운 정수로 반올림함으로써, 양자화된 변환 계수(216)를 생성할 수 있다. 이러한 동작 이후에, 고주파수 기본 패턴의 일부 변환 계수는 0으로 변환될 수 있고, 저주파수 기본 패턴의 변환 계수는 더 작은 정수로 변환될 수 있다. 인코더는 0-값 양자화된 변환 계수(216)를 무시할 수 있으며, 이에 의해 변환 계수는 더 압축된다. 또한, 양자화 프로세스는 역으로 이루어지고, 여기서 양자화된 변환 계수(216)는 양자화의 역동작("역양자화"로 지칭됨)에서 변환 계수로 재구성될 수 있다.

[0040] 인코더가 반올림 연산에서 이러한 나눗셈의 나머지를 무시하기 때문에, 양자화 스테이지(214)는 손실이 있을 수 있다. 전형적으로, 양자화 스테이지(214)는 프로세스(200A)에서 최대 정보 손실에 기여할 수 있다. 정보 손실이 크면 클수록, 양자화된 변환 계수(216)가 더 적은 비트를 필요로 할 수 있다. 상이한 레벨의 정보 손실을 획득하기 위해, 인코더는 양자화 파라미터의 상이한 값 또는 양자화 프로세스의 임의의 다른 파라미터를 사용할 수 있다.

[0041] 이진 코딩 스테이지(226)에서, 인코더는 예를 들어, 엔트로피 코딩, 가변 길이 코딩, 산술 코딩, 허프만 코딩(Huffman coding), 컨텍스트-적응적 이진 산술 코딩(context-adaptive binary arithmetic coding) 또는 임의의 다른 무손실 또는 손실 압축 알고리즘과 같은 이진 코딩 기술을 사용하여 예측 데이터(206) 및 양자화된 변환 계수(216)를 인코딩할 수 있다. 일부 실시예에서, 예측 데이터(206) 및 양자화된 변환 계수(216) 이외에, 인코더는 예를 들어, 예측 스테이지(204)에서 사용되는 예측 모드, 예측 동작의 파라미터, 변환 스테이지(212)에서의 변환 타입, 양자화 프로세스의 파라미터(예를 들어, 양자화 파라미터), 인코더 제어 파라미터(예를 들어, 비트레이트 제어 파라미터) 등과 같은 이진 코딩 스테이지(226)에서의 다른 정보를 인코딩할 수 있다. 인코더는 비디오 비트스트림(228)을 생성하기 위해 이진 코딩 스테이지(226)의 출력 데이터를 사용할 수 있다. 일부 실시예에서, 비디오 비트스트림(228)은 네트워크 송신을 위해 더 패킷화될 수 있다.

[0042] 프로세스(200A)의 재구성 경로를 참고하면, 역양자화 스테이지(218)에서, 인코더는 재구성된 변환 계수를 생성

하기 위해 양자화된 변환 계수(216)에 역양자화를 수행할 수 있다. 역변환 스테이지(220)에서, 인코더는 재구성된 변환 계수를 기초로, 재구성된 잔차 BPU(222)를 생성할 수 있다. 인코더는 프로세스(200A)의 다음 반복에서 사용될 예측 참조(224)를 생성하기 위해, 재구성된 잔차 BPU(222)를 예측된 BPU(208)에 더할 수 있다.

[0043] 프로세스(200A)의 다른 변형은 비디오 시퀀스(202)를 인코딩하기 위해 사용될 수 있다는 것이 유의되어야 한다. 일부 실시예에서, 프로세스(200A)의 스테이지는 인코더에 의해 상이한 순서로 수행될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(200A)의 하나 이상의 스테이지는 단일 스테이지로 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(200A)의 단일 스테이지는 다수의 스테이지로 분할될 수 있다. 예를 들어, 변환 스테이지(212) 및 양자화 스테이지(214)가 단일 스테이지로 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(200A)는 추가적인 스테이지를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(200A)는 도 2a에서의 하나 이상의 스테이지를 생략할 수 있다.

[0044] 도 2b는 본 개시의 실시예와 일치하는, 다른 예시적인 인코딩 프로세스(200B)의 개략도를 예시한다. 프로세스(200B)는 프로세스(200A)로부터 수정될 수 있다. 예를 들어, 프로세스(200B)는 하이브리드 비디오 인코딩 표준(예를 들어, H.26x 시리즈)을 따르는 인코더에 의해 사용될 수 있다. 프로세스(200A)에 비해, 프로세스(200B)의 순방향 경로는 모드 결정 스테이지(230)를 추가적으로 포함하고, 예측 스테이지(204)를 공간 예측 스테이지(2042) 및 시간 예측 스테이지(2044)로 분할한다. 프로세스(200B)의 재구성 경로는 루프 필터 스테이지(232) 및 버퍼(234)를 추가적으로 포함한다.

[0045] 일반적으로, 예측 기술은 두 개의 타입: 공간 예측 및 시간 예측으로 카테고리화될 수 있다. 공간 예측(예를 들어, 인트라-픽처 예측 또는 "인트라 예측")은 현재 BPU를 예측하기 위해, 동일한 픽처에서 하나 이상의 이미 코딩된 이웃하는 BPU로부터의 픽셀을 사용할 수 있다. 즉, 공간 예측에서의 예측 참조(224)는 이웃하는 BPU를 포함할 수 있다. 공간 예측은 픽처의 내재적인 공간 리던던시를 감소시킬 수 있다. 시간 예측(예를 들어, 인터-픽처 예측 또는 "인터 예측")은 현재 BPU를 예측하기 위해 하나 이상의 이미 코딩된 픽처로부터의 영역을 사용할 수 있다. 즉, 시간 예측에서의 예측 참조(224)는 코딩된 픽처를 포함할 수 있다. 시간 예측은 픽처의 내재적인 시간 과잉을 저장할 수 있다.

[0046] 프로세스(200B)를 참조하면, 순방향 경로에서, 인코더는 공간 예측 스테이지(2042) 및 시간 예측 스테이지(2044)에서 예측 동작을 수행한다. 예를 들어, 공간 예측 스테이지(2042)에서, 인코더는 인트라 예측을 수행할 수 있다. 인코딩되는 픽처의 원본 BPU에 대해, 예측 참조(224)는 동일한 픽처에서 (순방향 경로에서) 인코딩되고 (재구성 경로에서) 재구성되는 하나 이상의 이웃하는 BPU를 포함할 수 있다. 인코더는 이웃하는 BPU를 외삽함으로써 예측된 BPU(208)를 생성할 수 있다. 외삽 기법은 예를 들어, 선형 외삽(linear extrapolation) 또는 내삽(interpolation), 다항식 외삽 또는 내삽 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 인코더는 가령, 예측된 BPU(208)의 각 픽셀에 대해 대응하는 픽셀의 값을 외삽함으로써, 픽셀 레벨에서 외삽을 수행할 수 있다. 외삽을 위해 사용된 이웃하는 BPU는 (예를 들어, 원본 BPU의 상부에서) 수직 방향, (예를 들어, 원본 BPU의 좌측에서) 수평 방향, (예를 들어, 원본 BPU의 좌측-하단, 우측-하단, 좌측-상단 또는 우측-상단에서) 대각선 방향, 또는 사용된 비디오 코딩 표준에서 정의된 임의의 방향에서와 같은 다양한 방향으로부터 원본 BPU에 대해 위치될 수 있다. 인트라 예측에 대해, 예측 데이터(206)는 예를 들어, 원본 BPU에 대한 사용된 이웃하는 BPU의 위치(예를 들어, 좌표), 사용된 이웃하는 BPU의 크기, 외삽의 파라미터, 사용된 이웃하는 BPU의 방향 등을 포함할 수 있다.

[0047] 다른 예시에 대해, 시간 예측 스테이지(2044)에서, 인코더는 인터 예측을 수행할 수 있다. 현재 픽처의 원본 BPU에 대해, 예측 참조(224)는 (순방향 경로에서) 인코딩되고 (재구성된 경로에서) 재구성된 하나 이상의 픽처 ("참조 픽처"로 지칭됨)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 참조 픽처는 BPU별로 인코딩되고 재구성될 수 있다. 예를 들어, 인코더는 재구성된 BPU를 생성하기 위해, 재구성된 잔차 BPU(222)를 예측된 BPU(208)에 더할 수 있다. 동일한 픽처의 모든 재구성된 BPU가 생성될 때, 인코더는 재구성된 픽처를 참조 픽처로서 생성할 수 있다. 인코더는 참조 픽처의 범주("검색 윈도우"으로 지칭됨)에서 매칭 영역을 검색하기 위해, "움직임 추정"의 동작을 수행할 수 있다. 참조 픽처에서 검색 윈도우의 위치는 현재 픽처에서 원본 BPU의 위치를 기초로 결정될 수 있다. 예를 들어, 검색 윈도우는 현재 픽처에서 원본 BPU와 참조 픽처에서 동일한 좌표를 갖는 위치에 중심이 맞춰질 수 있고, 미리 결정된 거리에 대해 확장될 수 있다. 인코더가 검색 윈도우에서 원본 BPU와 유사한 영역을 (예를 들어, 픽셀-순환 알고리즘(pel-recursive algorithm), 블록-매칭 알고리즘 등을 사용함으로써) 식별할 때, 인코더는 이러한 영역을 매칭 영역으로서 결정할 수 있다. 매칭 영역은 원본 BPU로부터 상이한 치수(예를 들어, 그보다 작거나, 이와 동일하거나, 그보다 크거나 또는 상이한 형태인)를 가질 수 있다. 참조 픽처 및 현재 픽처가 (예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이) 시간선에서 시간적으로 분리되기 때문에, 시간이 지남에 따라, 매칭 영역이 원본 BPU의 위치로 "이동하는" 것으로 여겨질 수 있다. 인코더는 "움직임 벡터"로서 이러한 움

직입의 방향 및 거리를 기록할 수 있다. (예를 들어, 도 1에서의 픽처(106)와 같이) 다수의 참조 픽처가 사용될 때, 인코더는 매칭 영역을 검색하고, 각 참조 픽처에 대해 그의 연관된 움직임 벡터를 결정할 수 있다. 일부 실시예에서, 인코더는 각각의 매칭 참조 픽처의 매칭 영역의 픽셀값에 대해 가중치를 할당할 수 있다.

[0048] 움직임 추정은 예를 들어, 병진(translation), 회전, 주밍(zooming) 등과 같은 다양한 타입의 움직임을 식별하기 위해 사용될 수 있다. 인터 예측에 대해, 예측 데이터(206)는 예를 들어, 매칭 영역의 위치(예를 들어, 좌표), 매칭 영역과 관련된 움직임 벡터, 참조 픽처의 개수, 참조 픽처와 연관된 가중치 등을 포함할 수 있다.

[0049] 예측된 BPU(208)를 생성하기 위해, 인코더는 "움직임 보상"의 동작을 수행할 수 있다. 움직임 보상은 예측 데이터(206)(예를 들어, 움직임 벡터) 및 예측 참조(224)를 기초로 예측된 BPU(208)를 재구성하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 인코더는 움직임 벡터에 따라 참조 픽처의 매칭 영역을 이동시킬 수 있으며, 여기서 인코더는 현재 픽처의 원본 BPU를 예측할 수 있다. 다수의 참조 픽처가 (예를 들어, 도 1에서의 픽처로서) 사용될 때, 인코더는 매칭 영역의 각각의 움직임 벡터 및 평균 픽셀 값에 따라 참조 픽처의 매칭 영역을 이동시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 인코더가 각각의 매칭 참조 픽처의 매칭 영역의 픽셀값에 가중치를 할당한 경우, 인코더는 이동된 매칭 영역의 픽셀값의 가중치 합을 더할 수 있다.

[0050] 일부 실시예에서, 인터 예측은 단방향 또는 양방향일 수 있다. 단방향 인터 예측은 현재 픽처에 대해 동일한 시간 방향으로 하나 이상의 참조 픽처를 사용할 수 있다. 예를 들어, 도 1에서의 픽처(104)는 참조 픽처(즉, 픽처(102))가 픽처(104)에 선행하는 단방향 인터-예측된 픽처이다. 양방향 인터 예측은 현재 픽처에 대해 시간 방향 둘 모두에서 하나 이상의 참조 픽처를 사용할 수 있다. 예를 들어, 도 1에서의 픽처(106)는 참조 픽처(즉, 픽처(104 및 108))가 픽처(104)에 대해 시간 방향 둘 모두에 있는 양방향 인터-예측된 픽처이다.

[0051] 프로세스(200B)의 순방향 경로를 다시 참조하면, 공간 예측 스테이지(2042) 및 시간 예측 스테이지(2044) 이후에, 모드 결정 스테이지(230)에서, 인코더는 프로세스(200B)의 현재 반복에 대해 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 또는 인터 예측 중 하나)를 선택할 수 있다. 예를 들어, 인코더는 레이트-왜곡 최적화 기술(rate-distortion optimization technique)을 수행할 수 있으며, 여기서 인코더는 후보 예측 모드의 비트레이트 및 후보 예측 모드 하에서 재구성된 참조 픽처의 왜곡에 의존하여, 비용 함수의 값을 최소화하기 위해 예측 모드를 선택할 수 있다. 선택된 예측 모드에 의존하여, 인코더는 대응하는 예측된 BPU(208) 및 예측된 데이터(206)를 생성할 수 있다.

[0052] 프로세스(200B)의 재구성 경로에서, 순방향 경로에서 인트라 예측 모드가 선택된 경우, 예측 참조(224)(예를 들어, 현재 픽처에서 인코딩되고 재구성된 현재 BPU)를 생성한 이후에, 인코더는 차후 사용을 위해(예를 들어, 현재 픽처의 다음 BPU의 외삽을 위해), 예측 참조(224)를 공간 예측 스테이지(2042)로 직접적으로 공급할 수 있다. 순방향 경로에서 인터 예측 모드가 선택된 경우에, 예측 참조(224)(예를 들어, 모든 BPU가 인코딩되고 재구성된 현재 픽처)를 생성한 이후에, 인코더는 인터 예측에 의해 도입된 왜곡(예를 들어, 블로킹 아티팩트(blocking artifacts))를 감소시키거나 제거하기 위해 예측 참조(224)에 루프 필터를 적용할 수 있는 루프 필터 스테이지(232)에 예측 참조(224)를 공급할 수 있다. 인코더는 예를 들어, 디블로킹(deblocking), 샘플 적응적 오프셋, 적응적 루프 필터 등과 같은 루프 필터 스테이지(232)에 다양한 루프 필터 기법을 적용할 수 있다. 루프-필터링된 참조 픽처는 차후 사용을 위해(예를 들어, 비디오 시퀀스(202)의 향후 픽처에 대한 인터-예측 참조 픽처로서 사용되기 위해) 버퍼(234)(또는 "디코딩된 픽처 버퍼")에 저장될 수 있다. 인코더는 시간 예측 스테이지(2044)에서 사용되도록 버퍼(234)에 하나 이상의 참조 픽처를 저장할 수 있다. 일부 실시예에서, 인코더는 양자화된 변환 계수(216), 예측 데이터(206) 및 다른 정보와 함께, 이진 코딩 스테이지(226)에서 루프 필터의 파라미터(예를 들어, 루프 필터 강도)를 인코딩할 수 있다.

[0053] 도 3a는 본 개시의 실시예와 일치하는 예시적인 디코딩 프로세스(300A)의 개략도를 예시한다. 프로세스(300A)는 도 2a에서의 압축 프로세스(200A)에 대응하는 압축해제 프로세스일 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세스(300A)는 프로세스(200A)의 재구성 경로와 유사할 수 있다. 디코더는 프로세스(300A)에 따라 비디오 비트스트림(228)을 비디오 스트림(304)으로 디코딩할 수 있다. 비디오 스트림(304)은 비디오 시퀀스(202)와 매우 유사할 수 있다. 하지만, 압축 및 압축해제 프로세스(예를 들어, 도 2a-2b에서의 양자화 스테이지(214))에서의 정보 손실에 기인하여, 일반적으로 비디오 스트림(304)은 비디오 시퀀스(202)와 동일하지 않다. 도 2a-2b에서의 프로세스(200A 및 200B)와 유사하게, 디코더는 비디오 비트스트림(228)에서 인코딩된 각 픽처에 대해 기본 처리 유닛(BPU)의 레벨에서 프로세스(300A)를 수행할 수 있다. 예를 들어, 디코더는 반복적인 방식으로 프로세스(300A)를 수행할 수 있으며, 여기서 디코더는 프로세스(300A)의 한 번의 반복으로 기본 처리 유닛을 디코딩할 수 있다. 일부 실시예에서, 디코더는 비디오 비트스트림(228)에서 인코딩된 각 픽처의 영역(예를 들어, 영역(114 내지

118))에 대해 병렬로 프로세스(300A)를 수행할 수 있다.

- [0054] 도 3a에서, 디코더는 인코딩된 픽처의 기본 처리 유닛("인코딩된 BPU"로 지칭됨)과 연관된 비디오 비트스트림(228)의 부분을 이진 디코딩 스테이지(302)로 공급할 수 있다. 이진 디코딩 스테이지(302)에서, 디코더는 그 부분을 예측 데이터(206) 및 양자화된 변환 계수(216)로 디코딩할 수 있다. 디코더는 재구성된 잔차 BPU(222)를 생성하기 위해 양자화된 변환 계수(216)를 역양자화 스테이지(218) 및 역변환 스테이지(220)에 공급할 수 있다. 디코더는 예측된 BPU(208)를 생성하기 위해 예측 데이터(206)를 예측 스테이지(204)로 공급할 수 있다. 디코더는 예측된 참조(224)를 생성하기 위해 재구성된 잔차 BPU(222)를 예측된 BPU(208)에 더할 수 있다. 일부 실시예에서, 예측된 참조(224)는 버퍼(예를 들어, 컴퓨터 메모리에서 디코딩된 픽처 버퍼)에 저장될 수 있다. 디코더는 프로세스(300A)의 다음 반복에서 예측 동작을 수행하기 위해, 예측된 참조(224)를 예측 스테이지(204)에 공급할 수 있다.
- [0055] 디코더는 인코딩된 픽처의 각 인코딩된 BPU를 디코딩하고, 인코딩된 픽처의 다음 인코딩된 BPU를 인코딩하기 위해 예측된 참조(224)를 생성하도록, 프로세스(300A)를 반복적으로 수행할 수 있다. 인코딩된 픽처의 모든 인코딩된 BPU를 디코딩한 이후에, 디코더는 디스플레이를 위해 픽처를 비디오 스트림(304)에 출력하고, 비디오 비트스트림(228)에서 다음 인코딩된 픽처를 디코딩하도록 진행할 수 있다.
- [0056] 이진 디코딩 스테이지(302)에서, 디코더는 인코더에 의해 사용된 이진 코딩 기법(예를 들어, 엔트로피 코딩, 가변 길이 코딩, 산술 코딩, 허프만 코딩, 컨텍스트-적응적 이진 산술 코딩 또는 임의의 다른 무손실 압축 알고리즘)의 역동작을 수행할 수 있다. 일부 실시예에서, 예측 데이터(206) 및 양자화된 변환 계수(216) 이외에, 디코더는 예를 들어, 예측 모드, 예측 동작의 파라미터, 변환 타입, 양자화 프로세스의 파라미터(예를 들어, 양자화 파라미터), 인코더 제어 파라미터(예를 들어, 비트레이트 제어 파라미터) 등과 같은 이진 디코딩 스테이지(302)에서 다른 정보를 디코딩할 수 있다. 일부 실시예에서, 비디오 비트스트림(228)이 네트워크를 통해 패킷으로 송신되는 경우, 디코더는 이를 이진 디코딩 스테이지(302)에 공급하기 전에, 비디오 비트스트림(228)을 디패킷화(depacketize)할 수 있다.
- [0057] 도 3b는 본 개시의 일부 실시예와 일치하는 다른 예시적인 디코딩 프로세스(300B)의 개략도를 예시한다. 프로세스(300B)는 프로세스(300A)로부터 수정될 수 있다. 예를 들어, 프로세스(300B)는 하이브리드 비디오 코딩 표준(예를 들어, H.26x 시리즈)에 따르는 디코더에 의해 사용될 수 있다. 프로세스(300A)와 비교하면, 프로세스(300B)는 예측 스테이지(204)를 공간 예측 스테이지(2042) 및 시간 예측 스테이지(2044)로 추가적으로 분할하고, 루프 필터 스테이지(232) 및 버퍼(234)를 추가적으로 포함한다.
- [0058] 프로세스(300B)에서, 디코딩되는 인코딩된 픽처("현재 픽처"로 지칭됨)의 인코딩된 기본 처리 유닛("현재 BPU"로 지칭됨)에 대해, 디코더에 의해 이진 디코딩 스테이지(302)로부터 디코딩된 예측 데이터(206)는 인코더에 의해 현재 BPU를 인코딩하는 데 어느 예측 모드가 사용된 것인지에 의존하여, 다양한 타입의 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 현재 BPU를 인코딩하기 위해, 인코더에 의해 인트라 예측이 사용된 경우, 예측 데이터(206)는 인트라 예측을 나타내는 예측 모드 표시자(예를 들어, 플래그 값), 인트라 예측 동작의 파라미터 등을 포함할 수 있다. 인트라 예측 동작의 파라미터는 예를 들어, 참조로서 사용된 하나 이상의 이웃하는 BPU의 위치(예를 들어, 좌표), 이웃하는 BPU의 크기, 외삽의 파라미터, 원본 BPU에 대한 이웃하는 BPU의 방향 등을 포함할 수 있다. 다른 예시에 대해, 현재 BPU를 인코딩하기 위해, 인코더에 의해 인터 예측이 사용되는 경우, 예측 데이터(206)는 인터 예측을 나타내는 예측 모드 표시자(예를 들어, 플래그 값), 인터 예측 동작의 파라미터 등을 포함할 수 있다. 인터 예측 동작의 파라미터는 예를 들어, 현재 BPU와 연관된 참조 픽처의 개수, 참조 픽처와 각각 연관된 가중치, 각각의 참조 픽처에서의 하나 이상의 매칭 영역의 위치(예를 들어, 좌표), 매칭 영역과 각각 연관된 하나 이상의 움직임 벡터 등을 포함할 수 있다.
- [0059] 예측 모드 표시자를 기초로, 디코더는 공간 예측 스테이지(2042)에서 공간 예측(예를 들어, 인트라 예측)을 수행할지, 또는 시간 예측 스테이지(2044)에서 시간 예측(예를 들어, 인터 예측)을 수행할 지를 결정할 수 있다. 이러한 공간 예측 또는 시간 예측을 수행하는 것에 대한 세부사항이 도 2b에서 설명되고, 이하에서는 반복되지 않을 것이다. 이러한 공간 예측 또는 시간 예측을 수행한 이후에, 디코더는 예측된 BPU(208)를 생성할 수 있다. 도 3a에서 설명된 바와 같이, 디코더는 예측 참조(224)를 생성하기 위해 예측된 BPU(208) 및 재구성된 잔차 BPU(222)를 더한다.
- [0060] 프로세스(300B)에서, 디코더는 프로세스(300B)의 다음 반복에서 예측 동작을 수행하기 위해, 예측된 참조(224)를 공간 예측 스테이지(2042) 또는 시간 예측 스테이지(2044)에 공급할 수 있다. 예를 들어, 현재 BPU가 공간 예측 스테이지(2042)에서 인트라 예측을 사용하여 디코딩되는 경우, 예측 참조(224)(예를 들어, 디코딩된 현재

BPU)를 생성한 이후에, 디코더는 차후 사용을 위해(예를 들어, 현재 픽처의 다음 BPU의 외삽을 위해) 예측 참조(224)를 공간 예측 스테이지(2042)에 직접적으로 공급할 수 있다. 현재 BPU가 시간 예측 스테이지(2044)에서 인터 예측을 사용하여 디코딩되는 경우, 예측 참조(224)(예를 들어, 모든 BPU가 디코딩된 참조 픽처)를 생성한 이후에, 인코더는 왜곡(예를 들어, 블로킹 아티팩트)을 감소시키거나 제거하기 위해, 예측 참조(224)를 루프 필터 스테이지(232)에 공급할 수 있다. 도 2b에 설명된 방식으로, 디코더는 루프 필터를 예측 참조(224)에 적용할 수 있다. 루프-필터링된 참조 픽처는 차후 사용을 위해(예를 들어, 비디오 비트스트림(228)의 향후 인코딩된 픽처에 대한 인터-예측 참조 픽처로서 사용되도록) 버퍼(234)(예를 들어, 컴퓨터 메모리에서 디코딩된 픽처 버퍼)에 저장될 수 있다. 디코더는 시간 예측 스테이지(2044)에서 사용되도록 버퍼(234)에 하나 이상의 참조 픽처를 저장할 수 있다. 일부 실시예에서, 예측 데이터(206)의 예측 모드 표시자가 인터 예측이 현재 BPU를 인코딩하는데 사용된 것을 나타낼 때, 예측 데이터는 루프 필터의 파라미터(예를 들어, 루프 필터 강도)를 더 포함할 수 있다.

[0061] 도 4는 본 개시의 일부 실시예와 일치하는, 비디오를 인코딩하거나 또는 디코딩하기 위한 예시적인 장치(400)의 블록도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 장치(400)는 프로세서(402)를 포함할 수 있다. 프로세서(402)가 본원에서 설명된 명령어를 실행할 때, 장치(400)는 비디오 인코딩 또는 디코딩을 위한 특별화된 기계가 될 수 있다. 프로세서(402)는 정보를 조작하거나 또는 처리할 수 있는 임의의 타입의 회로일 수 있다. 예를 들어, 프로세서(402)는 중앙 처리 유닛(또는 "CPU"), 그래픽 처리 유닛(또는 "GPU"), 신경 처리 유닛(neural processing unit, "NPU"), 마이크로컨트롤러 유닛(microcontroller unit, "MCU"), 광학 프로세서, 프로그래머블 로직 컨트롤러, 마이크로컨트롤러, 마이크로프로세서, 디지털 신호 프로세서, 지적 재산권(intellectual property, IP) 코어, 프로그래머블 로직 어레이(Programmable Logic Array, PLA), 프로그래머블 어레이 로직(Programmable Array Logic, PAL), 일반 어레이 로직(Generic Array Logic, GAL), 복합 프로그래머블 논리 소자(Complex Programmable Logic Device, CPLD), 현장 프로그래머블 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array, FPGA), 시스템 온 칩(System On Chip, SoC), 애플리케이션-특정 집적 회로(Application-Specific Integrated Circuit, ASIC) 등의 임의의 개수의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 프로세서(402)는 또한, 단일 로직 구성요소로서 그룹화되는 프로세서의 세트일 수 있다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 프로세서(402)는 프로세서(402a), 프로세서(402b) 및 프로세서(402n)를 포함하는 다수의 프로세서를 포함할 수 있다.

[0062] 장치(400)는 또한, 데이터(예를 들어, 명령어의 세트, 컴퓨터 코드, 중간 데이터 등)를 저장하도록 구성되는 메모리(404)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 저장된 데이터는 프로그램 명령어(예를 들어, 프로세스(200A, 200B, 300A 또는 300B)에서의 스테이지를 구현하기 위한 프로그램 명령어) 및 처리를 위한 데이터(예를 들어, 비디오 시퀀스(202), 비디오 비트스트림(228) 또는 비디오 스트림(304))을 포함할 수 있다. 프로세서(402)는 프로그램 명령어 및 처리를 위한 데이터에 (예를 들어, 버스(410)를 통해) 액세스할 수 있고, 처리를 위한 데이터에 대한 동작 또는 조작을 수행하기 위해 프로그램 명령어를 실행할 수 있다. 메모리(404)는 고속 랜덤 액세스 저장 디바이스 또는 비-휘발성 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 메모리(404)는 랜덤-액세스 메모리(random-access memory, RAM), 읽기-전용 메모리(ROM), 광학 디스크, 자기 디스크, 하드 드라이브, 솔리드-스테이트 드라이브(solid-state drive), 플래시 드라이브, 보안 디지털(SD) 카드, 메모리 스틱, 콤팩트 플래시(compact flash, CF) 카드 등의 임의의 개수의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 메모리(404)는 또한, 단일 로직 구성요소로서 그룹화되는 메모리의 그룹(도 4에 미도시됨)일 수 있다.

[0063] 버스(410)는 내부 버스(예를 들어, CPU-메모리 버스), 외부 버스(예를 들어, 통합 직렬 버스 포트(universal serial bus port,)), 주변 구성요소 상호연결 고속 포트(peripheral component interconnect express port)) 등과 같은, 장치(400) 내의 구성요소 사이에서 데이터를 전송하는 통신 디바이스일 수 있다.

[0064] 모호성을 야기하지 않으면서 설명의 용이함을 위해, 프로세서(402) 및 다른 데이터 처리 회로는 본 개시에서, 집합적으로 "데이터 처리 회로"로 지칭된다. 데이터 처리 회로는 전체적으로 하드웨어로 구현되거나, 또는 소프트웨어, 하드웨어 또는 펌웨어의 조합으로 구현될 수 있다. 덧붙여, 데이터 처리 회로는 단일 독립 모듈이거나, 또는 장치(400)의 임의의 다른 구성요소로 전체적으로 또는 부분적으로 결합될 수 있다.

[0065] 장치(400)는 네트워크(예를 들어, 인터넷, 인트라넷, 근거리 통신망, 모바일 통신 네트워크 등)와의 유선 통신 또는 무선 통신을 제공하기 위해 네트워크 인터페이스(406)를 더 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 네트워크 인터페이스(406)는 네트워크 인터페이스 컨트롤러(network interface controller, NIC), 무선 주파수(radio frequency, RF) 모듈, 트랜스폰더(transponder), 트랜시버, 모뎀, 라우터, 게이트웨이, 유선 네트워크 어댑터, 무선 네트워크 어댑터, 블루투스 어댑터, 적외선 어댑터, 근거리 통신("NFC") 어댑터, 셀룰러 네트워크 칩 등의

임의의 개수의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

- [0066] 일부 실시예에서, 선택적으로, 장치(400)는 하나 이상의 주변 디바이스에 대한 연결을 제공하기 위한 주변 인터페이스(408)를 더 포함할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 주변 디바이스는 커서 제어 디바이스(예를 들어, 마우스, 터치패드 또는 터치스크린), 키보드, 디스플레이(예를 들어, 음극선관 디스플레이, 액정 디스플레이 또는 발광 다이오드 디스플레이), 비디오 입력 디바이스(예를 들어, 비디오 아카이브(video archive)에 결합된 카메라 또는 입력 인터페이스) 등을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0067] 비디오 코덱(예를 들어, 프로세스(200A, 200B, 300A 또는 300B)를 수행하는 코덱)이 장치(400)에서 임의의 소프트웨어 또는 하드웨어 모듈의 임의의 조합으로 구현될 수 있다는 것이 유의되어야 한다. 예를 들어, 프로세스(200A, 200B, 300A 또는 300B)의 일부 또는 모든 스테이지는 메모리(404)에 로딩될 수 있는 프로그램 명령어와 같은 장치(400)의 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 구현될 수 있다. 다른 예시에 대해, 프로세스(200A, 200B, 300A 또는 300B)의 일부 또는 모든 스테이지는 특수화된 데이터 처리 회로(예를 들어, FPGA, ASIC, NPU 등)와 같은 장치(400)의 하나 이상의 하드웨어 모듈로서 구현될 수 있다.
- [0068] VVC 표준의 주요 요건 중 하나는 비디오 회의 애플리케이션에, 네트워크 및 디바이스의 다양성을 허용하고, 네트워크 상태가 악화될 때 인코딩된 비트레이트를 빠르게 감소시키고 네트워크 상태가 개선될 때 비디오 품질을 빠르게 증가시키는 것을 포함하는, 다양한 네트워크 환경에 빠르게 적응시킬 수 있는 능력을 제공하는 것이다. 예상되는 비디오 품질은 매우 낮은 것로부터 매우 높은 것으로 다양할 수 있다. 각각 상이한 특성(예를 들어, 공간 해상도 또는 샘플 비트 깊이)을 가질 수 있는 동일한 콘텐츠의 다수의 표현을 제공하는 적응적 스트리밍 서비스의 경우, 표준은 또한 고속 표현 전환을 지원해야 한다. (일 해상도로부터 다른 해상도로의 전환과 같은) 일 표현으로부터 다른 표현으로의 전환 동안, 표준은 빠르고 끊김 없는 전환 성능을 손상시키지 않으면서 효율적인 예측 구조의 사용을 가능하게 해야 한다.
- [0069] 적응적 해상도 변경(adaptive resolution change, ARC)의 목적은 새로운 IDR 픽처를 요구하거나 요구하지 않고, 스케일링 가능한 비디오 코덱에서와 같이 다중-계층을 요구하거나 요구하지 않으면서, 스트림이 동일한 비디오 시퀀스 내에서 코딩된 픽처 사이의 공간 해상도를 변경하는 것을 허용하는 것이다. 그 대신에, 전환 지점에서, 픽처는 해상도를 변경하고, (이용 가능한 경우) 동일한 해상도를 갖는 참조 픽처로부터 및 상이한 해상도의 참조 픽처로부터 예측될 수 있다. 참조 픽처가 상이한 해상도이면, 참조 픽처는 도 5에 도시된 바와 같이 리샘플링된다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 참조 픽처(506)의 해상도가 현재 픽처(502)와 동일하지만, 참조 픽처(504 및 508)의 해상도는 현재 픽처(502)의 것과 상이하다. 참조 픽처(504 및 508)가 현재 픽처(502)의 해상도로 리샘플링된 이후, 이 참조로부터 움직임 보상된 예측이 수행될 수 있다. 그러므로, 적응적 해상도 변경(ARC)은 또한 때때로 참조 픽처 리샘플링(reference picture resampling, RPR)으로 지칭되며, 이 두 용어는 본 개시에서 상호 교환 가능하게 사용된다.
- [0070] 참조 프레임의 해상도가 현재 프레임의 것과 상이할 때, 움직임 보상된 예측 신호를 생성하기 위한 하나의 방식은 픽처-기반 리샘플링이며, 여기서 참조 픽처는 현재 픽처와 동일한 해상도로 먼저 리샘플링되고, 움직임 벡터를 통한 기존의 움직임 보상 프로세스가 적용할 수 있다. 움직임 벡터는 (리샘플링이 적용되기 전에 유닛으로 전송되는 경우) 스케일링되거나, 또는 (리샘플링이 적용된 이후에 유닛으로 전송되는 경우) 스케일링되지 않을 수 있다. 픽처-기반 리샘플링, 특히 참조 픽처 다운-샘플링(즉, 참조 픽처의 해상도가 현재 픽처의 것보다 큼)에 대해, 다운-샘플링이 보통 데시메이션(decimation)이 후속하는 지역-통과 필터링을 통해 달성되기 때문에, 움직임 보상된 보간 이전의 참조 리샘플링 단계에서 정보가 손실될 수 있다.
- [0071] 다른 방식은 블록 레벨에서 리샘플링이 수행되는, 블록-기반 리샘플링이다. 이는 현재 블록에 의해 사용되는 참조 픽처(들)를 검사함으로써 행해지고, 이들 중 하나 또는 둘 모두가 현재 픽처와 상이한 해상도를 가지면, 리샘플링은 부-화소 움직임 보상된 보간 프로세스와 조합되어 수행된다.
- [0072] 블록-기반 리샘플링에서, 리샘플링 및 움직임 보상된 보간을 하나의 필터링 동작으로 결합하는 것은 위에서 언급된 정보 손실을 감소시킬 수 있다. 다음의 경우를 예시로 들면: 현재 블록의 움직임 벡터는 1차원(예를 들어, 수평 차원)에서 절반-화소 정밀도를 갖고, 참조 픽처의 폭은 현재 픽처의 것의 두 배이다. 이 경우, 현재 픽처의 폭에 일치하도록 참조 픽처의 폭을 반으로 감소시키고, 그 후 절반-화소 움직임 보간을 하는 픽처-레벨 리샘플링과 비교하여, 블록-기반 리샘플링 방법은 절반-화소 정밀도에서 참조 블록으로서 참조 픽처에서의 홀수 위치를 직접적으로 가져올 것이다(fetch). 15차 JVET 회의에서, VVC에서 ARC에 대한 블록-기반 리샘플링 방식이 채택되었고, 여기서 움직임 보상(Motion Compensation, MC) 보간 및 참조 리샘플링이 결합되고 한-단계 필터(one-step filter)로 수행된다. VVC 드래프트 6에서, 참조 리샘플링이 없는 MC 보간을 위한 기존의 필터는 참조

리샘플링을 통한 MC 보간에 재사용된다. 참조 업-샘플링 및 다운-샘플링 모두에 대해 동일한 필터가 사용된다. 필터 선택에 대한 세부사항은 아래에서 설명된다.

[0073] 루마 구성요소에 대해: 절반-화소 AMVR 모드가 선택되고 보간 위치가 절반-화소인 경우, 6-탭 필터[3, 9, 20, 20, 9, 3]가 사용된다. 움직임 보상된 블록 크기가 4×4 인 경우, 도 6의 테이블 6에 도시된 다음의 6-탭 필터가 사용된다. 그리고 그렇지 않으면, 도 7의 테이블 7에 도시된 8-탭 필터가 사용된다.

[0074] 크로마 성분에 대해, 도 8의 테이블 8에 도시된 4-탭 필터가 사용된다.

[0075] VVC에서, 참조 리샘플링이 없는 MC 보간 및 참조 리샘플링을 통한 MC 보간에 대해 동일한 필터가 사용된다. VVC 움직임 보상 보간 필터(motion compensated interpolation filter, MCIF)가 DCT 업-샘플링을 기초로 설계되었지만, 참조 다운-샘플링 및 MC 보간을 결합한 한-단계 필터로서 이를 사용하는 것은 적절하지 않을 수 있다. 예를 들어, 페이지 0 필터링에 대해(예를 들어, 스케일링된 움직임 벡터가 정수임), VVC 8-탭 MCIF 계수는 [0, 0, 0, 64, 0, 0, 0, 0]이며, 이는 예측 샘플이 참조 샘플로부터 직접적으로 복사된다는 것을 의미한다. 참조 다운-샘플링이 없거나 참조 업-샘플링을 통한 MC 보간에 대해 문제가 있지 않을 수 있는 한편, 데시메이션 이전의 저역-통과-필터의 결핍에 기인하여, 이는 참조 다운-샘플링에 대해 앨리어싱 아티팩트(aliasing artifact)를 야기할 수 있다.

[0076] 본 개시는 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위해 코사인 윈도우-싱크 필터(cosine windowed-sinc filters)를 사용하는 방법을 제공한다.

[0077] 윈도우-싱크 필터는 주파수의 일 대역을 다른 것과 분리하는 대역-통과 필터이다. 윈도우-싱크 필터는 도 9에 도시된 바와 같이, 컷오프 주파수 아래의 모든 주파수가 진폭 1을 통과하는 것을 허용하고, 컷오프 주파수를 넘는 모든 주파수를 0 진폭으로 정지시키는 것을 허용하는 주파수 응답을 갖는 저역-통과 필터이다.

[0078] 필터의 임펄스 응답으로 또한 알려진 필터 커널은 이상적인 저역-통과 필터의 주파수 응답의 역 푸리에 변환을 취함으로써 획득된다. 저역-통과 필터의 임펄스 응답은 아래의 수학식 1을 기초로 하는 일반적인 형태의 싱크 함수(sinc function)이다.

[0079] [수학식 1]

$$h(n) = \frac{fc}{r} \text{Sinc}\left(\frac{fc}{r}n\right), n = -\infty, \dots, +\infty$$

[0080]

[0081] 여기서 fc 는 값 [0, 1]을 갖는 컷오프 주파수(cut-off frequency)이고, r 은 다운-샘플링 비율이고, 즉 1.5:1 다운-샘플링에 대해 1.5, 2:1 다운 샘플링에 대해 2이다. 싱크 함수는 아래의 수학식 2를 기초로 정의된다.

[0082] [수학식 2]

$$\text{Sinc}(x) = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}, & x \neq 0 \end{cases}$$

[0083]

[0084] 싱크 함수는 무한하다. 필터 커널을 유한한 길이로 만들기 위해, 필터 커널을 L 지점으로 끊기 위한(truncate) 윈도우 함수가 적용된다. 매끄러운 테이퍼링된 곡선을 획득하기 위해, 코사인-윈도우 함수가 사용되며 이는 수학식 3을 기초로 한다.

[0085] [수학식 3]

$$w(n) = \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right), n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2}$$

[0086]

[0087] 코사인 윈도우-싱크 필터의 커널은 아래의 수학식 4를 기초로, 이상적인 응답 함수 $h(n)$ 및 코사인 윈도우 함수 $w(n)$ 의 곱이다.

[0088] [수학식 4]

$$f(n) = h(n)w(n) = \frac{f_c}{r} \text{Sinc}\left(\frac{f_c}{r}n\right) \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right), n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2}$$

[0089]

[0090] 윈도우-싱크 커널에 대해 선택된 두 개의 파라미터 - 컷오프 주파수 f_c 및 커널 길이 L 이 있다. L 및 f_c 의 값을 조정함으로써, 원하는 필터 응답이 달성될 수 있다. 예를 들어, 스케일링 가능한 HEVC 테스트 모델(scalable HEVC test model, SHM)에서 사용되는 다운-샘플링 필터의 경우, $f_c=0.9$ 및 $L=13$ 이다.

[0091] 수학식 4에서 획득된 필터 계수는 실수이다. 필터를 적용하는 것은 참조 샘플의 가중된 평균을 계산하는 것과 동일하며, 가중치는 필터 계수이다. 디지털 컴퓨터 또는 하드웨어에서 효율적인 계산을 위해, 계수의 합이 2^N - 여기서 N 은 정수임 -이 되도록 계수는 정규화되고 스케일러(scaler)에 의해 곱해지며, 정수로 반올림된다. 필터링된 샘플은 $2^N(N$ 비트를 우측 시프트하는 것과 동일함)으로 나누어진다. 예를 들어, VVC 드래프트 6에서, 보간 필터 계수의 합은 64이다.

[0092] 일부 실시예에서, 다운-샘플링 필터는 루마 및 크로마 성분 모두에 대해 참조 다운-샘플링을 통한 VVC 움직임 보상 보간에 대해 SHM에서 사용되며, 참조 업-샘플링을 통한 움직임 보상 보간을 위해 기존의 MCIF가 사용될 수 있다. 커널 길이 $L=13$ 이고, 제1 계수가 작고 0으로 반올림되는 동안, 필터 성능에 영향을 미치지 않으면서 필터 길이가 12로 감소될 수 있다.

[0093] 예시로서, 2:1 다운-샘플링 및 1.5:1 다운-샘플링을 위한 필터 계수는 도 10의 테이블 10 및 도 11의 테이블 11에 각각 도시된다.

[0094] 계수의 값 외에도, SHM 필터의 설계와 기존의 MCIF 사이에는 수 개의 다른 차이점이 있다.

[0095] 제1 차이점으로서, SHM 필터는 정수 샘플 위치뿐만 아니라, 프랙셔널(fractional) 샘플 위치에서 필터링을 요구하는 한편, MCIF는 프랙셔널 샘플 위치에서만 필터링을 요구한다. 참조 다운-샘플링의 경우에 대한 VVC 드래프트 6 루마 샘플 보간 필터링 프로세스에 대한 수정의 예시는 아래의 도 12의 테이블 12에서 설명된다.

[0096] 참조 다운-샘플링의 경우에 대한 VVC 드래프트 6 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스에 대한 수정의 예시는 아래의 도 13의 테이블 13에서 설명된다.

[0097] 제2 차이점으로서, SHM 필터에 대한 필터 계수의 합은 128인 한편, 기존의 MCIF에 대한 필터 계수의 합은 64이다. VVC 드래프트 6에서, 반올림 오차에 의해 야기된 손실을 감소시키기 위해, 중간 예측 신호는 출력 신호보다 높은 정밀도(높은 비트-깊이로 나타남)로 유지된다. 중간 신호의 정밀도는 내부 정밀도로 불린다. 일부 실시예에서, 내부 정밀도를 VVC 드래프트 6에서와 동일하게 유지하기 위해, SHM 필터의 출력은 기존의 MCIF를 사용하는 것과 비교하여 1의 추가적인 비트를 우측 시프트해야 한다. 참조 다운-샘플링의 경우에 대한 VVC 드래프트 6 루마 샘플 보간 필터링 프로세스에 대한 수정의 예시는 아래의 도 14의 테이블 14에 도시된다.

[0098] 참조 다운-샘플링의 경우에 대한 VVC 드래프트 6 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스에 대한 수정의 예시는 아래의 도 15의 테이블 15에 도시된다.

[0099] 일부 실시예에 따라, 내부 정밀도는 1-비트만큼 증가될 수 있고, 추가적인 1-비트 우측 시프트는 내부 정밀도를 출력 정밀도로 변환하기 위해 사용될 수 있다. 참조 다운-샘플링 경우에 대한 VVC 드래프트 6 루마 샘플 보간 필터링 프로세스에 대한 수정의 예시가 도 16의 테이블 16에 도시된다.

[0100] 참조 다운-샘플링의 경우에 대한 VVC 드래프트 6 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스에 대한 수정의 예시는 아래의 도 17의 테이블 17에 도시된다.

[0101] 제3 차이점으로서, SHM 필터는 12개의 탭을 갖는다. 그러므로, 보간된 샘플을 생성하기 위해, 11개의 이웃 샘플(좌측에 5개 및 우측에 6개, 또는 상부에 5개 또는 하부에 6개)이 필요하다. MCIF와 비교하여, 추가적인 이웃 샘플이 가져와진다. VVC 드래프트 6에서, 크로마 mv 정밀도는 1/32이다. 하지만, SHM 필터는 16개의 페이지만을 갖는다. 그러므로, 참조 다운-샘플링을 위해 크로마 mv가 1/16으로 반올림될 수 있다. 이는 크로마 mv의 마지막 5비트를 1비트만큼 우측 시프트함으로써 행해질 수 있다. 참조 다운-샘플링 경우에 대한 VVC 드래프트 6 크로마 프랙셔널 샘플 위치 계산에 대한 수정의 예시가 도 18의 테이블 18에 도시된다.

[0102] 일부 실시예에 따라, VVC 드래프트에서 기존의 MCIF 설계로 정렬하기 위해, 8-탭 코사인 윈도우-싱크 필터를 사용하는 것이 제안된다. 필터 계수는 수학식 4에서의 코사인 윈도우-싱크 함수에서 $L=9$ 를 설정함으로써 도출될

수 있다. 필터 계수의 합은 기존의 MCIF 필터에 대한 추가적인 정렬을 위해 64로 설정될 수 있다. 개시된 실시예에서, 상호 보완적인 페이지에 대한 필터는 대칭적(예를 들어, 상호 보완적인 페이지의 필터 계수가 반전됨) 또는 비대칭적일 수 있다. 2:1 및 1.5:1 비율에 대한 예시적인 필터 계수는 도 19의 테이블 19 및 도 20의 테이블 20에 각각 도시된다.

[0103] 일부 실시예에 따라, 크로마 성분에 대한 1/32-샘플 정밀도에 적응하기 위해, 32-페이지 코사인 윈도우-싱크 필터 세트가 참조 다운-샘플링을 통한 크로마 움직임 보상 보간에서 사용될 수 있다. 2:1 및 1.5:1 비율에 대한 필터 계수의 예시는 다음의 도 21의 테이블 21 및 도 22의 테이블 22에 각각 도시된다.

[0104] 일부 실시예에 따라, 4×4 루마 블록에 대해, 6-탭 코사인 윈도우-싱크 필터가 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간에 대해 사용될 수 있다. 2:1 및 1.5:1 비율에 대한 필터 계수의 예시는 다음의 도 23의 테이블 23 및 도 24의 테이블 24에 각각 도시된다.

[0105] VVC에서, 상이한 보간 필터는 상이한 움직임 보상 경우에 사용된다. 예를 들어, 정규 움직임 보상에서, 8-탭 DCT-기반 보간 필터가 사용된다. 4×4 서브-블록에 대한 움직임 보장에서, 6-탭 DCT-기반 보간 필터가 사용된다. MVD 정밀도가 1/2이고 MVD 페이지가 1/2인 움직임 보장에서, 상이한 6-탭 필터가 사용된다. 크로마 움직임 보장에서, 4-탭 DCT-기반 보간 필터가 사용된다.

[0106] 일부 실시예에서, 참조 픽처가 현재 코딩된 픽처보다 더 높은 해상도를 가질 때, DCT-기반 보간 필터는 동일한 필터 길이의 코사인 윈도우-싱크 필터로 대체될 수 있다. 이 실시예에서, 8-탭 DCT-기반 보간 필터는 정규 움직임 보상을 위해 8-탭 코사인 윈도우-싱크 필터로 대체될 수 있으며; 6-탭 DCT-기반 보간 필터는 4×4 서브-블록 움직임 보상을 위해 6-탭 코사인 윈도우-싱크 필터로 대체될 수 있다. 4-탭 DCT-기반 보간 필터는 크로마 움직임 보상을 위해 4-탭 코사인 윈도우-싱크 필터로 교체될 수 있다. 더욱이, MVD 정밀도가 1/2이고 페이지가 1/2일 때 움직임 보상에 6-탭 DCT-기반 보간 필터가 사용될 수 있다. 그리고 필터 선택은 참조 픽처 해상도와 현재 픽처 해상도 사이의 비율에 의존할 수 있다. 2:1 및 1.5:1 다운 샘플링 비율에 대한 예시적인 8-탭, 6-탭 및 4-탭 코사인-윈도우-싱크 필터가 도 19-24의 테이블 19-24에 도시된다. 도 25-30의 테이블 25-30에 도시된 필터는 상호 보완적인 페이지 상에서 대칭이다.

[0107] 수학식 4에서 획득된 필터 계수는 실수 값이다. 정규화, 스케일링 이후에, 필터 계수는 정수로 반올림될 수 있다. 필터 이득으로 알려진, 필터 계수의 합은 필터 정밀도를 나타낸다. 디지털 처리에서, 필터 이득은 보통 2^N 으로 설정된다. 반올림 연산에 기인하여, 필터 계수의 합은 필터 이득(2^N)과 동일하지 않을 수 있다. 필터 계수의 합이 이득(2^N)과 동일하도록 필터 계수에 대한 추가적인 조정이 수행된다. 일부 실시예에서, 조정은 적절한 반올림 방향의 결정을 포함한다. 반올림 방향은 올림(rounding up) 또는 반올림(rounding down)을 포함할 수 있다. 그러므로, 조정된 필터 계수는 비용 함수를 최소화/최대화하기 위해 필터 이득으로 합산될 수 있다. 일부 실시예에서, 비용 함수는 반올림된 필터 계수와 반올림 이전의 실제 필터 계수 사이의 절대 차의 합(sum of absolute difference, SAD) 또는 제곱 오차의 합(sum of squared error, SSE)일 수 있다. 일부 실시예에서, 비용 함수는 반올림된 필터 계수의 주파수 응답과 참조의 주파수 응답 사이의 SAD 또는 SSE일 수 있다. 참조는 반올림 전의 실제 필터 계수, 이상적인 필터의 주파수 응답 또는 설계되는 필터보다 더 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답일 수 있다. 예를 들어, 8-탭 필터를 설계할 때, 참조는 12-탭 필터일 수 있다. 위의 반올림 방법에 기초하여, 8-탭, 6-탭 및 4-탭 길이를 갖는 코사인 윈도우 싱크 필터의 다른 세트가 도 31-36의 테이블 31-36에서 예시된다.

[0108] 적응적 해상도 변경 응용에서, 소스 픽처 다운-샘플링 및 재구성된 픽처 업-샘플링 프로세스는 표준에서 규범적으로 정의되지 않을 수 있으며, 이는 사용자가 임의의 재샘플링 필터를 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 사용자 선택된 필터가 참조 리샘플링 필터에 매칭하지 않을 수 있지만, 필터 불일치에 기인하여 성능이 저하될 수 있다. 일부 개시된 실시예에서, 참조 리샘플링 필터의 계수는 비트스트림에서 시그널링된다. 그리고 인코더/디코더는 참조 리샘플링을 위해 사용자 정의된 필터를 사용할 수 있다. 필터 계수의 시그널링은 도 37-38의 테이블 37 및 38에서 같이 예시된다.

[0109] 테이블 37 및 38에 예시된 선택 구조는 시퀀스 파라미터 세트(Sequence Parameter Set, SPS), 픽처 파라미터 세트(Picture Parameter Set, PPS), 적응 파라미터 세트(Adaptation Parameter Set, APS), 슬라이스 헤더 등과 같은 높은-레벨 선택으로 나타날 수 있다.

[0110] 사용자-정의된 RPR 필터의 사용 및 위의 예시적인 선택 구조의 존재는 SPS, PPS, APS, 슬라이스 헤더 등을 포함하는 높은-레벨 선택에서의 플래그(들)에 의해 제어될 수 있다.

- [0111] 개시된 실시예와 일치하여, 하드웨어 구현은 시그널링된 필터 중 하나 이상이 고정된 필터 길이 및 필터 놈(filter norm)을 사용할 때 더 효율적일 수 있다. 그러므로, 일부 실시예에서, 필터 놈 및/또는 필터 탭은 시그널링되지 않을 수 있고, 그 대신에 암시될 수 있다(예를 들어, 표준에서 정의된 디폴트 값으로 암시될 수 있다). 필터 놈, 필터 탭, 필터 정밀도 또는 최대 비트-깊이는 인코더 적합성 요건의 부분일 수 있다.
- [0112] 일부 실시예에서, 인코더는 픽처가 디코딩된 이후에 수신 디바이스에서 어느 비-표준 업-샘플링 필터가 사용되어야 하는지를 제안하기 위해 SEI(supplemental enhancement information) 메시지를 전송할 수 있다. 이러한 SEI 메시지는 선택적이다. 하지만, SEI 메시지를 통해, 제안된 업-샘플링 필터를 사용하는 디코더가 더 나은 비디오 품질을 획득할 수 있다. 테이블 31(도 31)에서 필터 계수() 선택스 구조는 이러한 SEI 메시지에서 제안된 업-샘플링 필터를 지정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0113] 도 39는 본 개시의 실시예와 일치하는, 비디오 콘텐츠를 처리하기 위한 예시적인 방법(3900)의 흐름도이다. 일부 실시예에서, 방법(3900)은 코덱(예를 들어, 도 2a-2b에서의 인코딩 프로세스(200A 또는 200B)를 사용하는 인코더, 또는 도 3a-3b에서의 디코딩 프로세스(300A 또는 300B)를 사용하는 디코더)에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 코덱은 비디오 시퀀스를 인코딩 또는 트랜스코딩하기 위한 장치(예를 들어, 장치(400))의 하나 이상의 소프트웨어 또는 하드웨어 구성요소로서 구현될 수 있다. 일부 실시예에서, 비디오 시퀀스는 압축해제된 비디오 시퀀스(예를 들어, 비디오 시퀀스(202)) 또는 디코딩된 압축된 비디오 시퀀스(예를 들어, 비디오 스트림(304))일 수 있다. 일부 실시예에서, 비디오 시퀀스는 장치의 프로세서(예를 들어, 프로세서(402))와 연관된 모니터링 디바이스(예를 들어, 도 4에서의 비디오 입력 디바이스)에 의해 캡처될 수 있는 모니터링 비디오 시퀀스일 수 있다. 비디오 시퀀스는 다수의 픽처를 포함할 수 있다. 장치는 픽처의 레벨에서 방법(3900)을 수행할 수 있다. 예를 들어, 장치는 방법(3900)에서 하나의 픽처를 동시에 처리할 수 있다. 다른 예시에 대해, 장치는 방법(3900)에서 복수의 픽처를 동시에 처리할 수 있다. 방법(3900)은 아래와 같은 단계를 포함할 수 있다.
- [0114] 단계 3902에서, 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 대역-통과 필터가 참조 픽처에 적용될 수 있다.
- [0115] 대역-통과 필터는 이상적인 저역-통과 필터 및 윈도우 함수를 기초로 생성된 코사인 윈도우-싱크 필터일 수 있다. 예를 들어, 코사인 윈도우-싱크 필터의 커널 함수 $f(n)$ 은 이상적인 저역-통과 필터 $h(n)$ 및 윈도우 함수 $w(n)$ 의 곱일 수 있으며, 이는 수학식 4를 기초로 할 수 있다.
- [0116] 그러므로,
$$f(n) = \frac{fc}{r} \text{Sinc}\left(\frac{fc}{r}n\right) \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right) \text{ 이고, } n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2} \text{ 이며, } fc \text{는 코사인 윈도우-싱크 필터 } f(n) \text{의 컷오프 주파수이고, } L \text{은 커널 길이이고, } r \text{은 참조 다운-샘플링의 다운-샘플링 비율이다.}$$
- [0117] 코사인 윈도우-싱크 필터의 필터 계수는 적용 이전에 반올림될 수 있다. 도 40은 본 개시의 실시예와 일치하는, 코사인 윈도우-싱크 필터의 필터 계수를 반올림하기 위한 예시적인 방법(4000)의 흐름도이다. 방법(4000)은 독립적으로 또는 방법(3900)의 부분으로서 구현될 수 있다는 것이 인식된다. 방법(4000)은 아래와 같은 단계를 포함할 수 있다.
- [0118] 단계 4002에서, 대역-통과 필터의 실제 필터 계수가 획득될 수 있다.
- [0119] 단계 4004에서, 실제 필터 계수에 대한 복수의 반올림 방향이 각각 결정될 수 있다.
- [0120] 단계 4006에서, 복수의 반올림 방향에 따라 실제 필터 계수를 각각 반올림함으로써 반올림된 필터 계수의 복수의 조합이 생성될 수 있다.
- [0121] 단계 4008에서, 복수의 조합 중에서, 비용 함수가 최소 또는 최대가 되게 하는 반올림된 필터 계수의 조합이 선택될 수 있다. 일부 실시예에서, 비용 함수는 반올림된 필터 계수 및 참조와 연관될 수 있다. 참조는 반올림 이전 대역-통과 필터의 실제 필터 계수, 이상적인 필터의 주파수 응답 또는 대역-통과 필터보다 더 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답일 수 있다. 예를 들어, 비용 함수는 참조가 반올림 이전의 대역-통과 필터의 실제 필터 계수일 수 있을 때, 반올림된 필터 계수와 반올림 이전의 실제 필터 계수 사이의 절대 차의 합(SAD) 또는 제곱 오차의 합(SSE)일 수 있다. 다른 예시로서, 참조가 이상적인 필터의 주파수 응답일 때, 비용 함수는 반올림된 필터 계수의 주파수 응답과 이상적인 필터의 주파수 응답 사이의 SAD 또는 SSE일 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 참조는 또한 대역 통과 필터보다 더 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답일 수 있다. 예를 들어, 대역-통과 필터가 8-탭 필터인 경우, 참조는 8-탭 대역 통과 필터보다 긴 길이를 갖는, 12-탭 필터일 수 있다.
- [0122] 대역-통과 필터의 반올림된 필터 계수의 선택된 조합은 필터 계수와 연관된 선택스 구조와 함께, 시퀀스 파라미

터 세트(SPS), 픽처 파라미터 세트(PPS), 적응 파라미터 세트(APS) 및 슬라이스 헤더 중 하나에서 시그널링될 수 있다.

[0123] 코사인 윈도우-싱크 필터는 테이블 19-36(도 19-36)에 도시된 바와 같이, 8-탭 필터, 6-탭 필터 또는 4-탭 필터 인 것으로 인식된다. 일부 실시예에서, 대역-통과 필터는 참조 픽처의 해상도와 타겟 픽처의 해상도 사이의 비율을 기초로, 8-탭 필터, 6-탭 필터 및 4-탭 필터 중 하나로 결정될 수 있다.

[0124] 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용할 때, 프랙셔널 샘플 위치에서 루마 샘플 또는 크로마 샘플이 획득될 수 있다. 획득된 루마 샘플 또는 크로마 샘플에 대한 필터 계수는 프랙셔널 샘플 위치를 사용하여 룩업 테이블(예를 들어, 테이블 19-36)을 참조하여 결정될 수 있다.

[0125] 다시 도 39를 참조하면, 단계 3904에서 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록이 처리될 수 있다. 예를 들어, 타겟 픽처의 블록은 참조 블록을 사용하여 코딩되거나 또는 디코딩될 수 있다.

[0126] 일부 실시예에서, 명령어를 포함하는 비밀시적 컴퓨터 관독가능 저장 매체가 또한 제공되고, 명령어는 상술한 방법을 수행하기 위한 (개시된 인코더 및 디코더와 같은) 디바이스에 의해 실행될 수 있다. 비밀시적 매체의 일반적인 형태는 예를 들어, 플로피 디스크, 플렉서블 디스크(flexible disk), 하드 디스크, 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive), 자기 테이프 또는 임의의 다른 자기 데이터 저장 매체, CD-ROM, 임의의 다른 광학 데이터 저장 매체, 구멍의 패턴을 갖는 임의의 물리적 매체, RAM, PROM 및 EPROM, FLASH-EPROM 또는 임의의 다른 플래시 메모리, NVRAM, 캐시, 레지스터, 임의의 다른 메모리 칩 또는 카트리지 및 이들의 네트워크화된 버전을 포함한다. 디바이스는 하나 이상의 프로세서(CPU), 입/출력 인터페이스, 네트워크 인터페이스 및/또는 메모리를 포함할 수 있다.

[0127] 실시예는 다음 조항을 사용하여 더 설명될 수 있다.

[0128] 1. 움직임 보상 보간을 수행하기 위한 컴퓨터 구현된 방법으로서,

[0129] 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및

[0130] 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록을 처리하는 단계를 포함하는, 방법.

[0131] 2. 조항 1에 있어서, 대역-통과 필터는 이상적인 저역-통과 필터 및 윈도우 함수에 기초하여 생성된 코사인 윈도우-싱크 필터인, 방법.

[0132] 3. 조항 2에 있어서, 코사인 윈도우-싱크 필터는 커널 함수

$$f(n) = \frac{f_c}{r} \text{Sinc}\left(\frac{f_c}{r} n\right) \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right)$$

를

$$n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2}$$
 기초로 하고, f_c 는 코사인 윈도우-싱크 필터의 컷오프 주파수이고, L 은 커널 길이이고, r 은 참조 다운-샘플링의 다운-샘플링 비율인, 방법.

[0133] 4. 조항 1에 있어서,

[0134] 대역-통과 필터의 실제 필터 계수를 획득하는 단계;

[0135] 실제 필터 계수에 대한 복수의 반올림 방향을 각각 결정하는 단계;

[0136] 복수의 반올림 방향에 따라 실제 필터 계수를 반올림함으로써 반올림된 필터 계수의 복수의 조합을 생성하는 단계; 및

[0137] 복수의 조합 중에서, 비용 함수가 최소 또는 최대가 되게 하는 반올림된 필터 계수의 조합을 선택하는 단계를 더 포함하는, 방법.

[0138] 5. 조항 4에 있어서, 비용 함수는 반올림된 필터 계수 및 참조와 연관되는, 방법.

[0139] 6. 조항 5에 있어서,

[0140] 참조는 반올림 이전의 대역-통과 필터의 실제 필터 계수, 이상적인 필터의 주파수 응답 또는 대역-통과 필터보다 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답인, 방법.

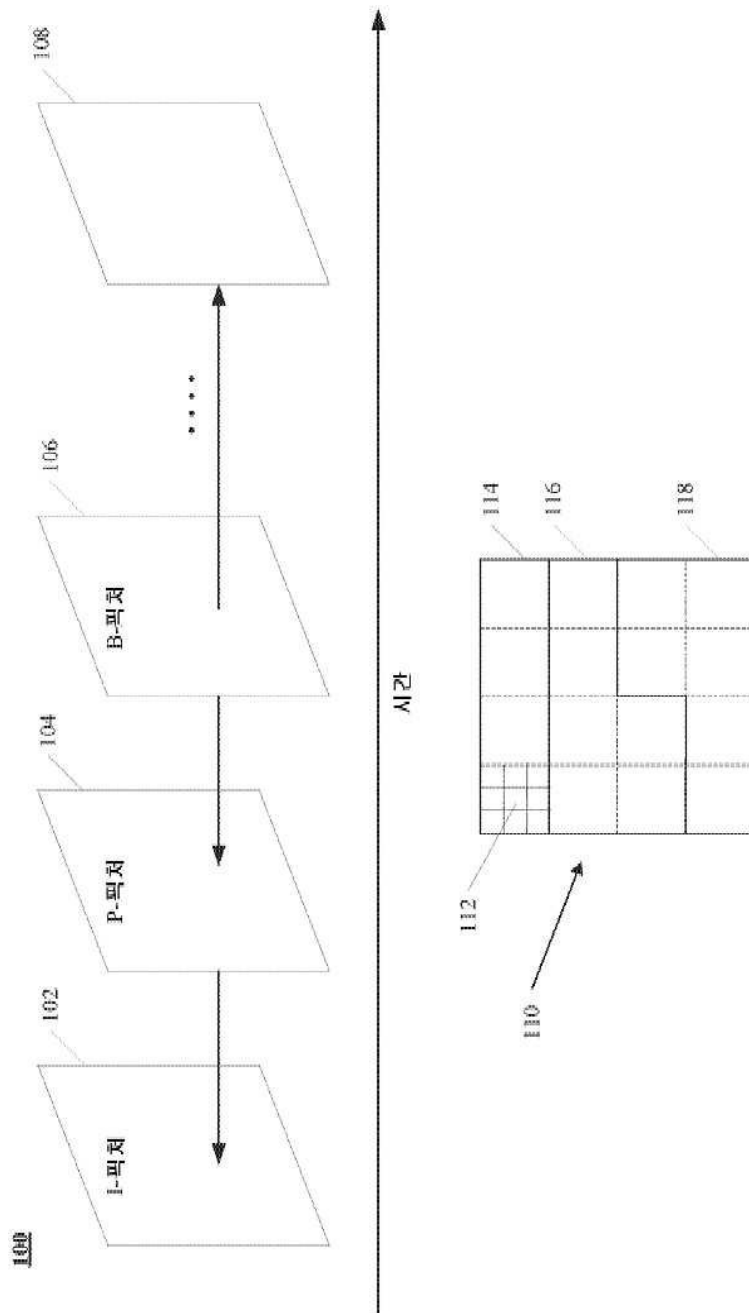
- [0141] 7. 조항 2에 있어서, 코사인 윈도우-싱크 필터는 8-탭 필터, 6-탭 필터 또는 4-탭 필터인, 방법.
- [0142] 8. 조항 1에 있어서, 대역 통과 필터를 참조 픽처에 적용하는 단계는:
- [0143] 프랙셔널 샘플 위치에서 루마 샘플 또는 크로마 샘플을 획득하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0144] 9. 조항 1에 있어서,
- [0145] 참조 픽처의 해상도와 타겟 픽처의 해상도 사이의 비율을 기초로, 대역-통과 필터를 8-탭 필터, 6-탭 필터 및 4-탭 필터 중 하나로 결정하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0146] 10. 조항 4에 있어서,
- [0147] 시퀀스 파라미터 세트(SPS), 픽처 파라미터 세트(PPS), 적응 파라미터 세트(APS) 및 슬라이스 헤더 중 적어도 하나에서 대역-통과 필터의 반올림된 필터 계수의 선택된 조합을 시그널링하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0148] 11. 움직임 보상 보간을 수행하기 위한 시스템으로서,
- [0149] 명령어의 세트를 저장하는 메모리; 및
- [0150] 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 시스템으로 하여금:
- [0151] 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 것; 및
- [0152] 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록을 처리하는 것을 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성되는, 시스템.
- [0153] 12. 조항 11에 있어서, 대역-통과 필터는 이상적인 저역-통과 필터 및 윈도우 함수에 기초하여 생성된 코사인 윈도우-싱크 필터인, 시스템.
- [0154] 13. 조항 12에 있어서, 코사인 윈도우-싱크 필터는 커널 함수
$$f(n) = \frac{f_c}{r} \text{Sinc}\left(\frac{f_c}{r} n\right) \cos\left(\frac{\pi n}{L-1}\right)$$
 에 기초하고,
$$n = -\frac{L-1}{2}, \dots, \frac{L-1}{2}$$
 이고, f_c 는 코사인 윈도우-싱크 필터의 컷오프 주파수이고, L 은 커널 길이이고, r 은 참조 다운-샘플링의 다운-샘플링 비율인, 시스템.
- [0155] 14. 조항 11에 있어서, 적어도 하나의 프로세서는 시스템으로 하여금:
- [0156] 대역-통과 필터의 실제 필터 계수를 획득하는 것;
- [0157] 실제 필터 계수에 대한 복수의 반올림 방향을 각각 결정하는 것;
- [0158] 복수의 반올림 방향에 따라 실제 필터 계수를 반올림함으로써 반올림된 필터 계수의 복수의 조합을 생성하는 것; 및
- [0159] 복수의 조합 중에서, 비용 함수가 최소 또는 최대가 되게 하는 반올림된 필터 계수의 조합을 선택하는 것을 더 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성되는, 시스템.
- [0160] 15. 조항 14에 있어서, 비용 함수는 반올림된 필터 계수 및 참조와 연관되는, 시스템.
- [0161] 16. 조항 15에 있어서,
- [0162] 참조는 반올림 이전의 대역-통과 필터의 실제 필터 계수, 이상적인 필터의 주파수 응답 또는 대역-통과 필터보다 긴 길이를 갖는 필터의 주파수 응답인, 시스템.
- [0163] 17. 조항 12에 있어서, 코사인 윈도우-싱크 필터는 8-탭 필터, 6-탭 필터 또는 4-탭 필터인, 시스템.
- [0164] 18. 조항 11에 있어서, 대역-통과 필터를 참조 픽처에 적용하는 것은:
- [0165] 프랙셔널 샘플 위치에서 루마 샘플 또는 크로마 샘플을 획득하는 것을 포함하는, 시스템.
- [0166] 19. 조항 11에 있어서, 적어도 하나의 프로세서는 시스템으로 하여금:
- [0167] 참조 픽처의 해상도와 타겟 픽처의 해상도 사이의 비율을 기초로, 대역-통과 필터를 8-탭 필터, 6-탭 필터 및

4-탭 필터 중 하나로 결정하는 것을 더 수행하게 하기 위한 명령어의 세트를 실행하도록 구성되는, 시스템.

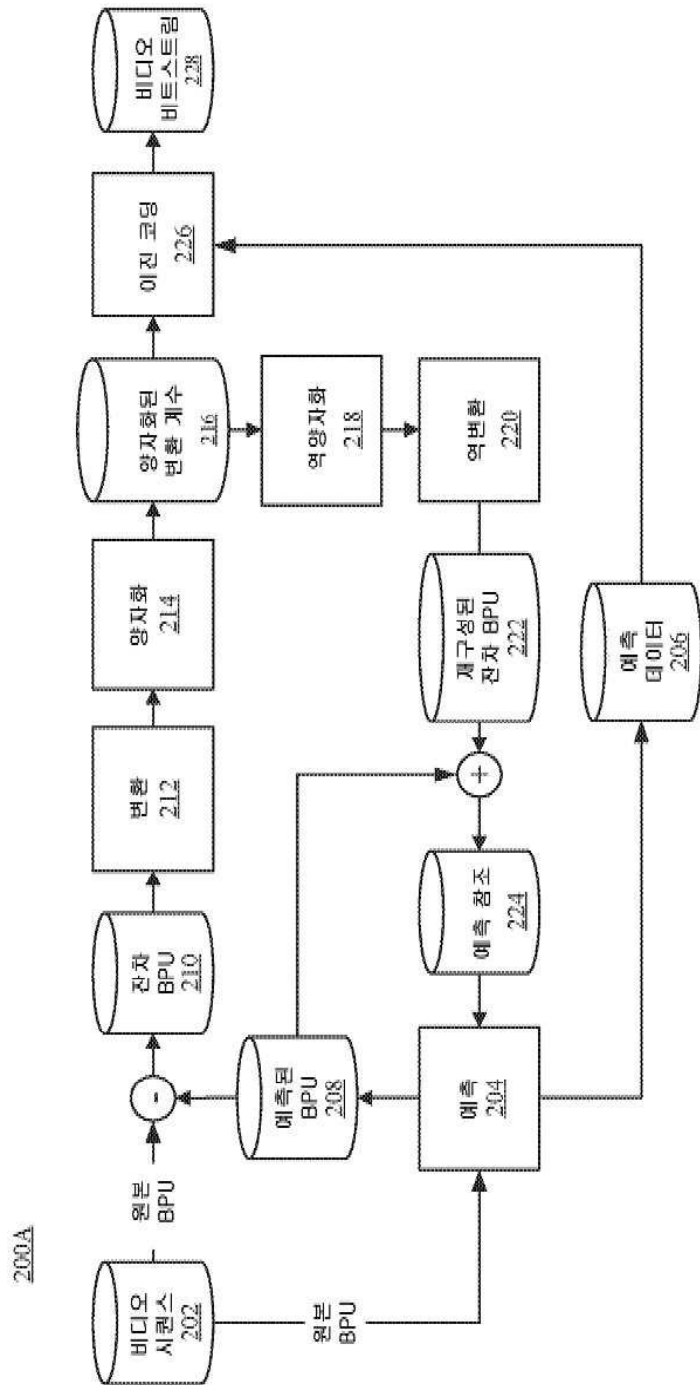
- [0168] 20. 컴퓨터 시스템으로 하여금 비디오 콘텐츠를 처리하기 위한 방법을 수행하게 하기 위해 컴퓨터 시스템의 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행 가능한 명령어의 세트를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체로서, 상기 방법은:
- [0169] 타겟 픽처 및 참조 픽처가 상이한 해상도를 갖는다는 것에 응답하여, 참조 다운-샘플링을 통한 움직임 보상된 보간을 수행하여 참조 블록을 생성하기 위해 참조 픽처에 대역-통과 필터를 적용하는 단계; 및
- [0170] 참조 블록을 사용하여 타겟 픽처의 블록을 처리하는 단계를 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체.
- [0171] 본원에서 "제1" 및 "제2"와 같은 관계 용어는 엔티티 또는 동작을 다른 엔티티 또는 동작과 구분하기 위해서만 사용되며, 이러한 엔티티 또는 동작 간의 실제 관계 또는 시퀀스를 요구하거나 암시하지 않는다. 더욱이, 포함하는(comprising), "갖는(having)", "포함하는(containing)" 및 "포함하는(including)"이라는 단어 및 다른 형태는 그 의미가 동등하고, 이러한 단어 중 어느 하나를 따르는 항목 또는 항목들이 이러한 항목 또는 항목들의 철저한 열거(exhaustive listing)를 의미하지 않거나 또는 열거된 항목 또는 항목들만으로 제한되는 것을 의미하지 않는다는 점에서, 제약을 두지 않는 것으로(open-ended) 의도된다.
- [0172] 본원에서 사용된 바와 같이, 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, "또는"이란 용어는 실행 불가능한 경우를 제외하고 모든 가능한 조합을 포함한다. 예를 들어, 데이터베이스가 A 또는 B가 포함될 수 있다고 명시되어 있으면, 달리 구체적으로 명시되지 않거나 실행 불가능한 경우를 제외하고, 데이터베이스는 A 또는 B, 또는 A 및 B를 포함할 수 있다. 제2 예시로서, 데이터베이스가 A, B 또는 C를 포함할 수 있으면, 달리 구체적으로 명시되지 않거나 실행 불가능한 경우를 제외하고, 데이터베이스는 A 또는 B 또는 C, 또는 A 및 B, 또는 A 및 C, 또는 B 및 C, 또는 A 및 B 및 C를 포함할 수 있다.
- [0173] 상술한 실시예는 하드웨어 또는 소프트웨어(프로그램 코드), 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합에 의해 구현될 수 있다는 것이 인식된다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 이는 상술한 컴퓨터 판독가능 매체에 저장될 수 있다. 소프트웨어는 프로세서에 의해 실행될 때, 개시된 방법을 수행할 수 있다. 본 개시에서 설명된 컴퓨팅 유닛 및 다른 기능 유닛은 하드웨어 또는 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합에 의해 구현될 수 있다. 통상의 기술자는 또한 위에서 설명된 모듈/유닛 중 다수가 하나의 모듈/유닛으로 결합될 수 있고, 위에서 설명된 모듈/유닛 각각이 복수의 서브-모듈/서브-유닛으로 더 분할될 수 있음을 이해할 것이다.
- [0174] 전술한 명세서에서, 실시예는 구현마다 다를 수 있는 수많은 특정 세부사항을 참조로 설명되었다. 설명된 실시예의 특정 적응 및 수정이 이루어질 수 있다. 다른 실시예는 본원에 개시된 본 발명의 명세서 및 실시를 고려하여 통상의 기술자에게 명백할 수 있다. 명세서 및 예시는 단지 예시적인 것으로 간주되어야 하는 것으로 의도되며, 본 발명의 진정한 범주 및 사상은 다음 청구범위에 의해 나타난다. 또한, 도면에 도시된 단계의 시퀀스는 단지 예시의 목적이며, 단계의 임의의 특정 시퀀스로 제한되도록 의도되지 않는다. 이와 같이, 통상의 기술자는 이러한 단계가 동일한 방법을 구현하면서 상이한 순서로 수행될 수 있음을 인식할 수 있다.
- [0175] 도면 및 명세서에서, 예시적인 실시예가 개시된다. 하지만, 이들 실시예에 대해 다수의 변형 및 수정이 이루어질 수 있다. 따라서, 특정한 용어가 이용되더라도, 제한의 목적이 아닌 일반적이고 설명적인 의미로 사용된다.

도면

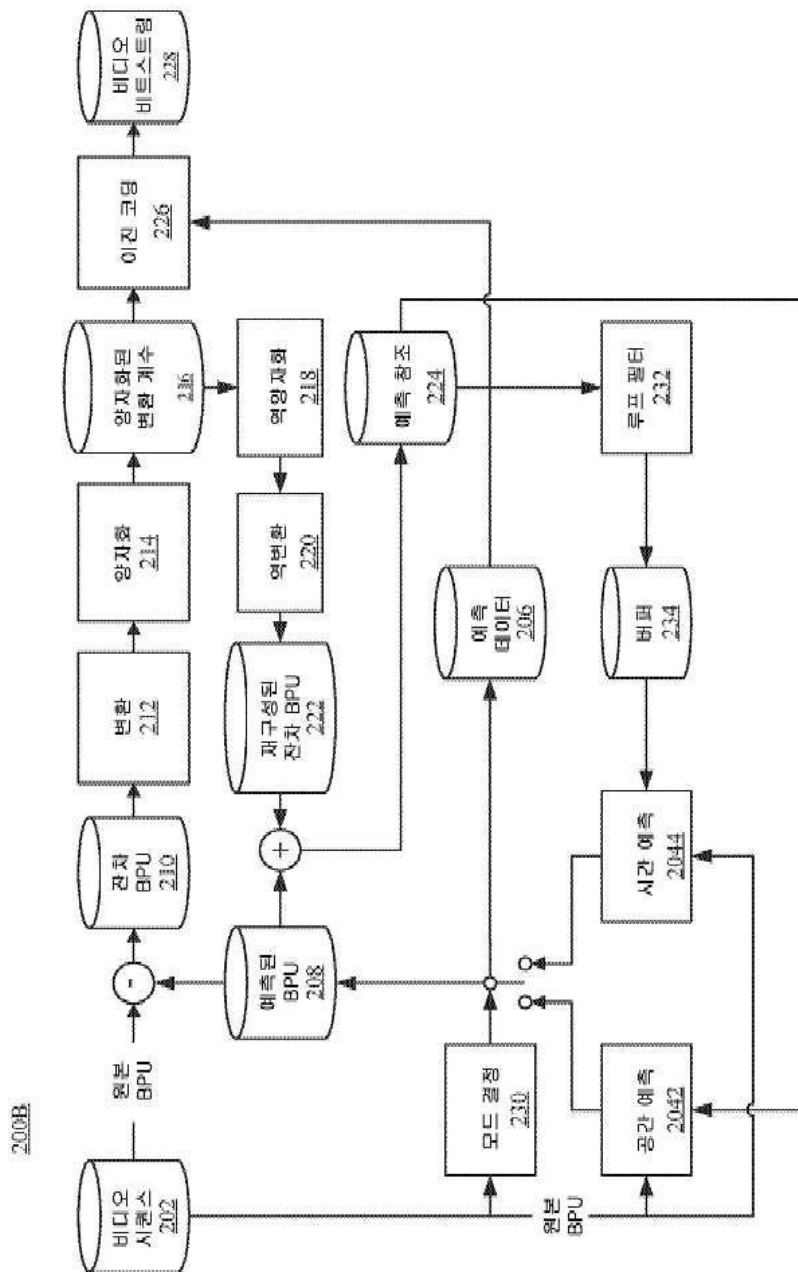
도면1



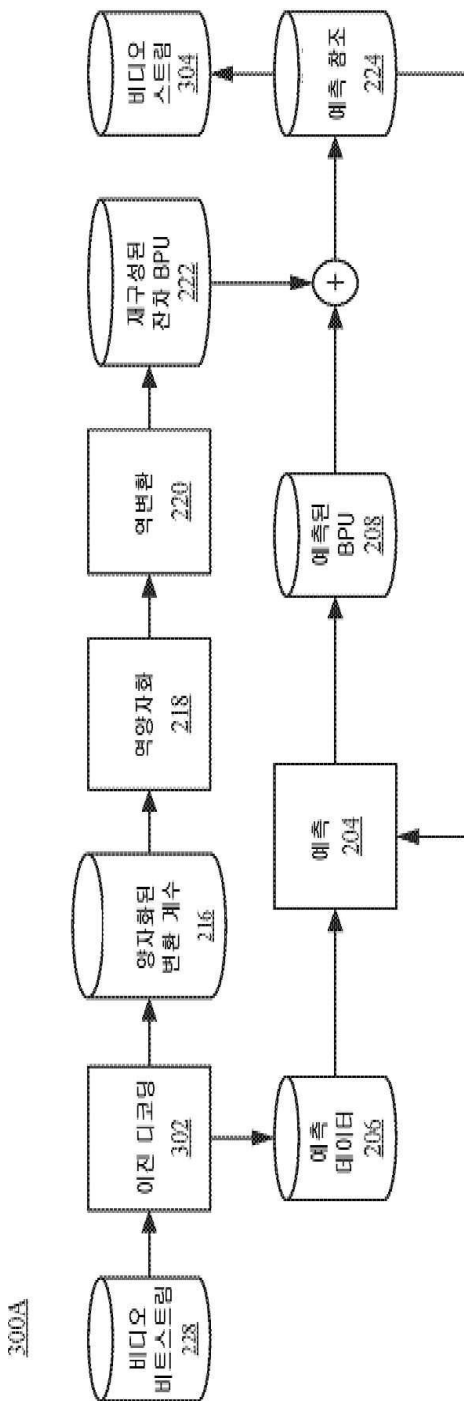
도면2a



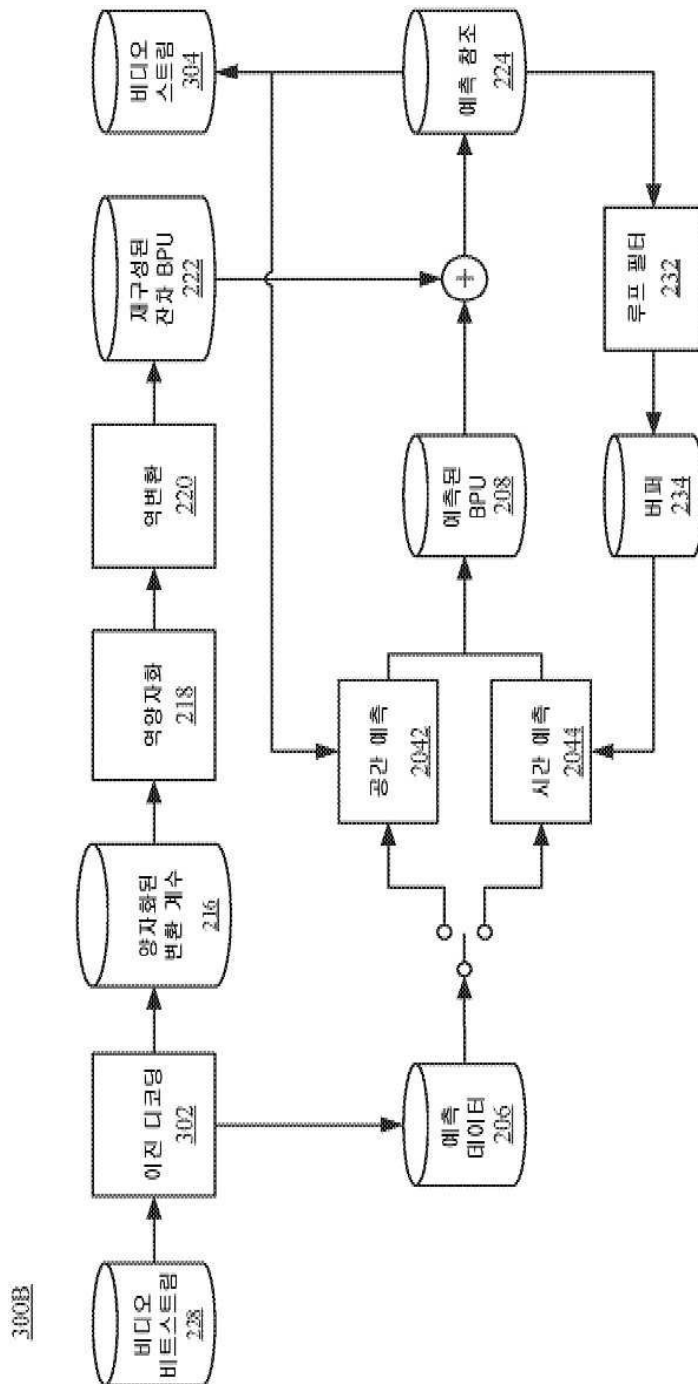
도면 2b



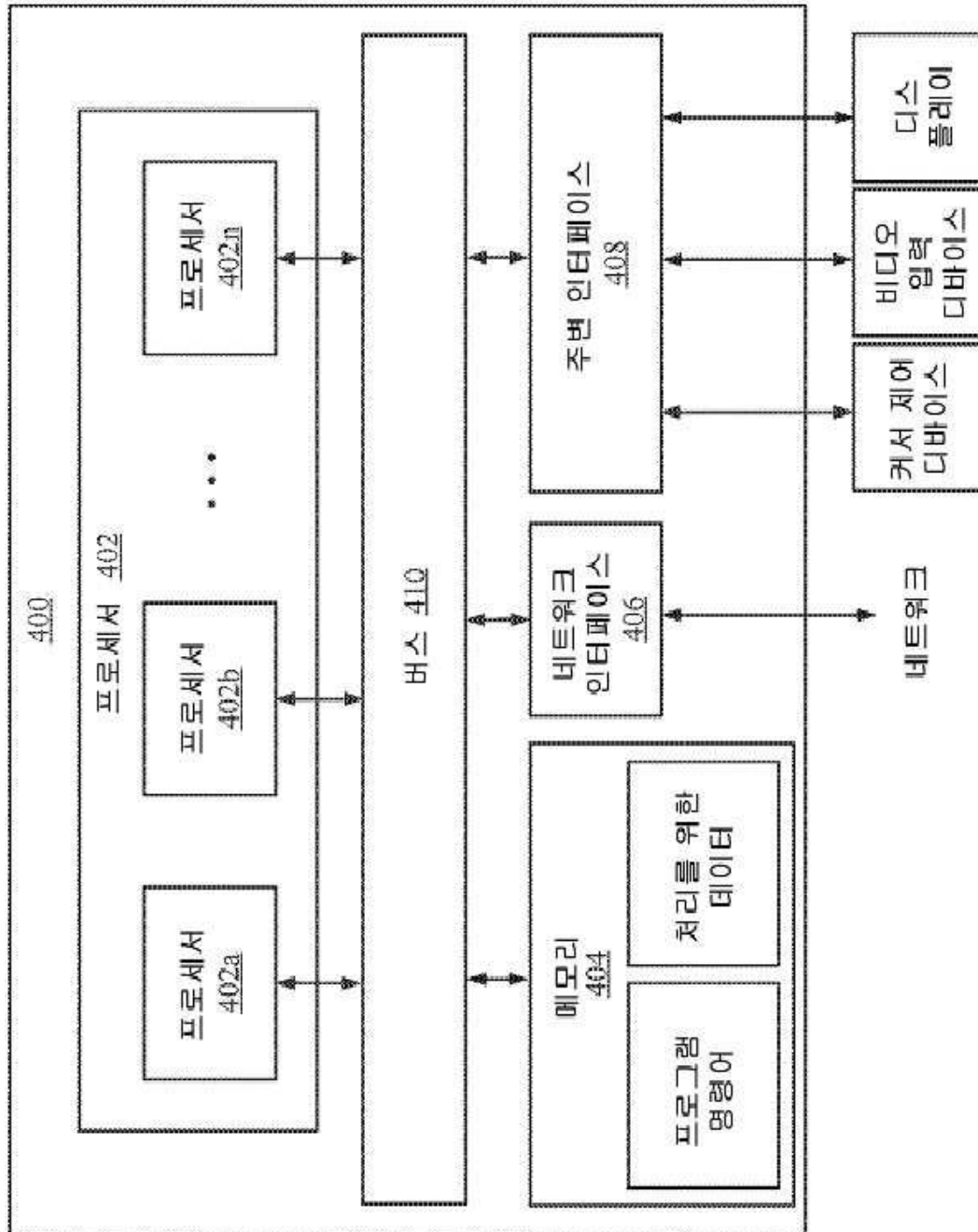
도면3a



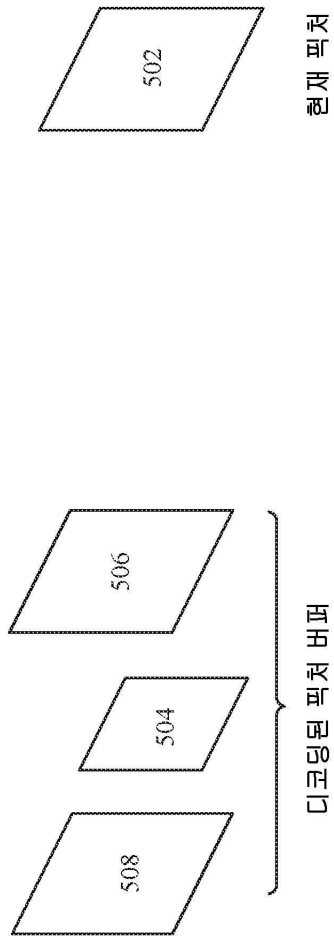
도면3b



도면4



도면5



도면6

테이블 6: VVC에서 4×4 루마 블록에 대한 6-탭 DCT-기반 보간 필터 계수

프랙셔널 샘플 위치 p	VVC에서 4×4 루마 블록에 대한 6-탭 보간 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	0	0	64	0	0	0
1	1	-3	63	4	-2	1
2	1	-5	62	8	-3	1
3	2	-8	60	13	-4	1
4	3	-10	58	17	-5	1
5	3	-11	52	26	-8	2
6	2	-9	47	31	-10	3
7	3	-11	45	34	-10	3
8	3	-11	40	40	-11	3
9	3	-10	34	45	-11	3
10	3	-10	31	47	-9	2
11	2	-8	26	52	-11	3
12	1	-5	17	58	-10	3
13	1	-4	13	60	-8	2
14	1	-3	8	62	-5	1
15	1	-2	4	63	-3	1

도면7

테이블 7: VVC에서 루마에 대한 8-탭 보간 필터 계수

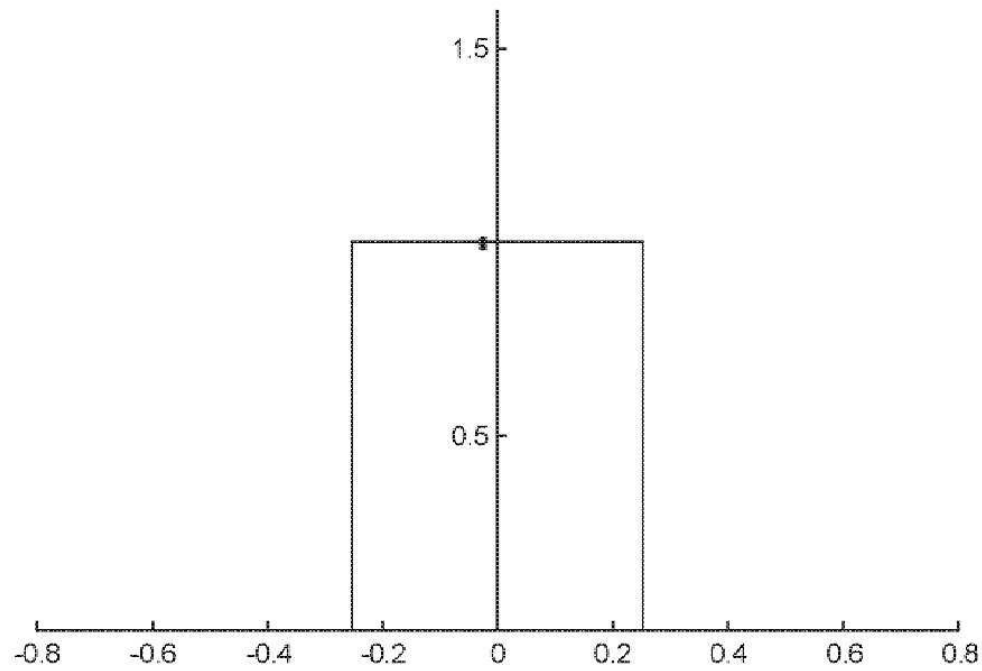
프랙셔널 샘플 위치 p	VVC에서 루마에 대한 8-탭 보간 필터 계수							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	0	0	0	64	0	0	0	0
1	0	1	-3	63	4	-2	0	1
2	-1	2	-5	62	8	-3	-1	2
3	-1	3	-8	60	13	-4	-1	3
4	-1	4	-10	58	17	-5	-1	4
5	-1	4	-11	52	26	-8	-1	4
6	-1	3	-9	47	31	-10	-1	3
7	-1	4	-11	45	34	-10	-1	4
8	-1	4	-11	40	40	-11	-1	4
9	-1	4	-10	34	45	-11	-1	4
10	-1	4	-10	31	47	-9	-1	4
11	-1	3	-8	26	52	-11	-1	3
12	0	1	-5	17	58	-10	0	1
13	0	1	-4	13	60	-8	0	1
14	0	1	-3	8	62	-5	0	1
15	0	1	-2	4	63	-3	0	1

도면8

테이블 8: VVC에서 크로마에 대한 32-페이지 보간 필터 계수

프랙셔널 샘플 위치 p	VVC에서 크로마에 대한 4-탭 보간 필터 계수			
	p0	p1	p2	p3
0	0	64	0	0
1	-1	63	2	0
2	-2	62	4	0
3	-2	60	7	-1
4	-2	58	10	-2
5	-3	57	12	-2
6	-4	56	14	-2
7	-4	55	15	-2
8	-4	54	16	-2
9	-5	53	18	-2
10	-6	52	20	-2
11	-6	49	24	-3
12	-6	46	28	-4
13	-5	44	29	-4
14	-4	42	30	-4
15	-4	39	33	-4
16	-4	36	36	-4
17	-4	33	39	-4
18	-4	30	42	-4
19	-4	29	44	-5
20	-4	28	46	-6
21	-3	24	49	-6
22	-2	20	52	-6
23	-2	18	53	-5
24	-2	16	54	-4
25	-2	15	55	-4
26	-2	14	56	-4
27	-2	12	57	-3
28	-2	10	58	-2
29	-1	7	60	-2
30	0	4	62	-2
31	0	2	63	-1

도면9



도면10

테이블 10: 2:1 다운-샘플링을 위한 12-탭 코사인-윈도우-싱크 보간 필터 계수

프랙셔널 샘플 위치 p	2:1 다운-샘플링을 위한 보간 필터 계수											
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11
0	2	-3	-9	6	39	58	39	6	-9	-3	2	0
1	2	-3	-9	4	38	58	43	7	-9	-4	1	0
2	2	-2	-9	2	35	58	44	9	-8	-4	1	0
3	1	-2	-9	1	34	58	46	11	-8	-5	1	0
4	1	-1	-8	-1	31	57	47	13	-7	-5	1	0
5	1	-1	-8	-2	29	56	49	15	-7	-6	1	1
6	1	0	-8	-3	26	55	51	17	-7	-6	1	1
7	1	0	-7	-4	24	54	52	19	-6	-7	1	1
8	1	0	-7	-5	22	53	53	22	-5	-7	0	1
9	1	1	-7	-6	19	52	54	24	-4	-7	0	1
10	1	1	-6	-7	17	51	55	26	-3	-8	0	1
11	1	1	-6	-7	15	49	56	29	-2	-8	-1	1
12	0	1	-5	-7	13	47	57	31	-1	-8	-1	1
13	0	1	-5	-8	11	46	58	34	1	-9	-2	1
14	0	1	-4	-8	9	44	58	35	2	-9	-2	2
15	0	1	-4	-9	7	43	58	38	4	-9	-3	2

도면11

테이블 11: 1.5:1 다운-샘플링을 위한 12-탭 코사인-윈도우-싱크 보간 필터 계수

프랙셔널 샘플 위치 p	1.5:1 다운-샘플링을 위한 보간 필터 계수											
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11
0	0	5	-6	-10	37	76	37	-10	-6	5	0	0
1	0	5	-4	-11	33	76	40	-9	-7	5	0	0
2	-1	5	-3	-12	29	75	45	-7	-8	5	0	0
3	-1	4	-2	-13	25	75	48	-5	-9	5	1	0
4	-1	4	-1	-13	22	73	52	-3	-10	4	1	0
5	-1	4	0	-13	18	72	55	-1	-11	4	2	-1
6	-1	4	1	-13	14	70	59	2	-12	3	2	-1
7	-1	3	1	-13	11	68	62	5	-12	3	2	-1
8	-1	3	2	-13	8	65	65	8	-13	2	3	-1
9	-1	2	3	-12	5	62	68	11	-13	1	3	-1
10	-1	2	3	-12	2	59	70	14	-13	1	4	-1
11	-1	2	4	-11	-1	55	72	18	-13	0	4	-1
12	0	1	4	-10	-3	52	73	22	-13	-1	4	-1
13	0	1	5	-9	-5	48	75	25	-13	-2	4	-1
14	0	0	5	-8	-7	45	75	29	-12	-3	5	-1
15	0	0	5	-7	-9	40	76	33	-11	-4	5	0

도면12

테이블 12: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 루마 샘플 보간 필터링 프로세스

예측된 크로마 샘플 값 predSampleLXL 는 다음과 같이 도출된다:

- 샘플 어레이 $\text{temp}[n] - n = 0, \dots, 11$ -은 다음과 같이 도출된다:

$$\text{temp}[n] = \sum_{i=0}^7 f_L[\text{xFracL}][i] * \text{refPicLXL}[\text{xInt}_i][\text{yInt}_n] \gg \text{shift1}$$

- 예측된 크로마 샘플 값 predSampleLXL 는 다음과 같이 도출된다:

$$\text{predSampleLXL} = \sum_{i=0}^7 f_L[\text{yFracL}][i] * \text{temp}[i] \gg \text{shift2}$$

도면13

테이블 13: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스

예측된 크로마 샘플 값 predSampleLXC 는 다음과 같이 도출된다:

- 샘플 어레이 $\text{temp}[n] - n = 0, \dots, 11$ -은 다음과 같이 도출된다:

$$\text{temp}[n] = \sum_{i=0}^3 f_C[\text{xFracC}][i] * \text{refPicLXC}[\text{xInt}_i][\text{yInt}_n] \gg \text{shift1}$$

- 예측된 크로마 샘플 값 predSampleLXC 는 다음과 같이 도출된다:

$$\text{predSampleLXC} = \sum_{i=0}^7 f_C[\text{yFracC}][i] * \text{temp}[i] \gg \text{shift2}$$

도면14

테이블 14: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 루마 샘플 보간 필터링 프로세스

- 샘플 어레이 $temp[n]$ - $n = 0, \dots, 11$ -은 다음과 같이 도출된다:

$$temp[n] = \sum_{i=0}^7 f_L[xFrac_L][i] * refPicLX_L[xInt_i][yInt_n] \gg (shift1 + 1)$$

- 예측된 크로마 샘플 값 $predSampleLX_L$ 는 다음과 같이 도출된다:

$$predSampleLX_L = \sum_{i=0}^7 f_L[yFrac_L][i] * temp[i] \gg (shift2 + 1)$$

도면15

테이블 15: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스

- 샘플 어레이 $temp[n]$ - $n = 0, \dots, 11$ -은 다음과 같이 도출된다:

$$temp[n] = \sum_{i=0}^3 f_C[xFrac_C][i] * refPicLX_C[xInt_i][yInt_n] \gg (shift1 + 1)$$

- 예측된 크로마 샘플 값 $predSampleLX_C$ 는 다음과 같이 도출된다:

$$predSampleLX_C = \sum_{i=0}^7 f_C[yFrac_C][i] * temp[i] \gg (shift2 + 1)$$

도면16

테이블 16: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 루마 샘플 보간 필터링 프로세스

- 샘플 어레이 $temp[n]$ - $n = 0, \dots, 11$ -은 다음과 같이 도출된다:

$$temp[n] = \sum_{i=0}^7 f_L[xFrac_L][i] * refPicLX_L[xInt_i][yInt_n] \gg shift1$$

- 예측된 크로마 샘플 값 $predSampleLX_L$ 는 다음과 같이 도출된다:

$$predSampleLX_L = \sum_{i=0}^7 f_L[yFrac_L][i] * temp[i] \gg (shift2 + 2)$$

도면17

테이블 17: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스

- 샘플 어레이 $\text{temp}[n]$ - $n = 0, \dots, 11$ -은 다음과 같이 도출된다:

$$\text{temp}[n] = \sum_{i=0}^3 \text{fc}[\text{xFracc}][i] * \text{refPicLXC}[\text{xInt}_i][\text{yInt}_n] \gg \text{shift1}$$
- 예측된 크로마 샘플 값 predSampleLXC 는 다음과 같이 도출된다:

$$\text{predSampleLXC} = \sum_{i=0}^7 \text{fc}[\text{yFracc}][i] * \text{temp}[i] \gg (\text{shift2} + 2)$$

도면18

테이블 18: 참조 다운-샘플링을 위한 예시적인 크로마 샘플 보간 필터링 프로세스

- 변수 xIntc , yIntc , xFracc 및 yFracc 는 다음과 같이 도출된다:

$$\text{xIntc} = \text{refxc} \gg 5$$

$$\text{yIntc} = \text{refyc} \gg 5$$

$$\text{xFracc} = (\text{refyc} \& 31) \gg 1$$

$$\text{yFracc} = (\text{refyc} \& 31) \gg 1$$

도면19

테이블 19: 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 위한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-2	2	18	28	18	2	-2	0
1	-2	1	17	28	19	3	-2	0
2	-2	1	16	28	20	4	-3	0
3	-2	0	15	28	21	4	-2	0
4	-2	0	14	27	22	5	-2	0
5	-2	-1	13	27	23	6	-2	0
6	-1	-1	12	26	24	7	-2	-1
7	-1	-1	10	26	25	8	-2	-1
8	-1	-2	10	25	25	10	-2	-1
9	-1	-2	8	25	26	10	-1	-1
10	-1	-2	7	24	27	12	-1	-2
11	0	-2	6	23	27	13	-1	-2
12	-1	-2	5	22	28	14	0	-2
13	0	-2	4	21	28	15	0	-2
14	0	-3	4	20	28	16	1	-2
15	0	-2	3	19	28	17	1	-2

도면20

테이블 20: 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-2	-4	18	40	18	-4	-2	0
1	-1	-5	16	39	21	-4	-2	0
2	-1	-5	14	39	22	-3	-2	0
3	0	-5	12	38	24	-2	-3	0
4	0	-5	10	38	26	-2	-3	0
5	0	-5	8	37	28	0	-4	0
6	0	-5	7	35	30	1	-4	0
7	0	-5	5	34	32	2	-4	0
8	0	-5	4	33	33	4	-5	0
9	0	-4	2	32	34	5	-5	0
10	0	-4	1	30	35	7	-5	0
11	0	-4	0	28	37	8	-5	0
12	0	-3	-2	26	38	10	-5	0
13	0	-3	-2	24	38	12	-5	0
14	0	-2	-3	22	39	14	-5	-1
15	0	-2	-4	21	39	16	-5	-1

도면21

테이블 21: 32 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-2	2	18	28	18	2	-2	0
1	-2	2	17	28	19	2	-2	0
2	-2	1	17	28	19	3	-2	0
3	-2	1	16	28	20	3	-2	0
4	-2	1	16	28	20	4	-3	0
5	-2	0	15	28	21	4	-2	0
6	-2	0	15	28	21	4	-2	0
7	-2	0	14	27	22	5	-2	0
8	-2	0	14	27	22	5	-2	0
9	-2	0	13	27	23	6	-2	-1
10	-2	-1	13	27	23	6	-2	0
11	-1	-1	12	27	23	7	-2	-1
12	-1	-1	12	26	24	7	-2	-1
13	-1	-1	11	26	24	8	-2	-1
14	-1	-1	10	26	25	8	-2	-1
15	-1	-2	10	26	25	9	-2	-1
16	-1	-2	10	25	25	10	-2	-1
17	-1	-2	9	25	26	10	-2	-1
18	-1	-2	8	25	26	10	-1	-1
19	-1	-2	8	24	26	11	-1	-1
20	-1	-2	7	24	27	12	-1	-2
21	-1	-2	7	24	27	12	-1	-2
22	0	-2	6	23	27	13	-1	-2
23	-1	-2	6	23	27	13	0	-2
24	-1	-2	5	22	28	14	0	-2
25	-1	-2	5	22	28	14	0	-2
26	0	-2	4	21	28	15	0	-2
27	0	-2	4	21	28	15	0	-2
28	0	-3	4	20	28	16	1	-2
29	0	-3	3	20	28	17	1	-2
30	0	-2	3	19	28	17	1	-2
31	0	-3	2	19	28	18	2	-2

도면22

테이블 22: 32 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-2	-4	18	40	18	-4	-2	0
1	-1	-4	17	39	19	-4	-2	0
2	-1	-5	16	39	21	-4	-2	0
3	-1	-5	15	39	21	-3	-2	0
4	-1	-5	14	39	22	-3	-2	0
5	-1	-5	13	39	23	-3	-2	0
6	0	-5	12	38	24	-2	-3	0
7	0	-5	11	38	25	-2	-3	0
8	0	-5	10	38	26	-2	-3	0
9	0	-5	9	37	27	-1	-3	0
10	0	-5	8	37	28	0	-4	0
11	0	-5	8	36	29	0	-4	0
12	0	-5	7	35	30	1	-4	0
13	0	-5	6	35	31	1	-4	0
14	0	-5	5	34	32	2	-4	0
15	0	-5	4	34	32	3	-4	0
16	0	-5	4	33	33	4	-5	0
17	0	-4	3	32	34	4	-5	0
18	0	-4	2	32	34	5	-5	0
19	0	-4	1	31	35	6	-5	0
20	0	-4	1	30	35	7	-5	0
21	0	-4	0	29	36	8	-5	0
22	0	-4	0	28	37	8	-5	0
23	0	-3	-1	27	37	9	-5	0
24	0	-3	-2	26	38	10	-5	0
25	0	-3	-2	25	38	11	-5	0
26	0	-3	-2	24	38	12	-5	0
27	0	-2	-3	23	39	13	-5	-1
28	0	-2	-3	22	39	14	-5	-1
29	0	-2	-3	21	39	15	-5	-1
30	0	-2	-4	21	39	16	-5	-1
31	0	-2	-4	19	39	17	-4	-1

도면23

테이블 23: 16 페이지를 갖는 참조 다운-샘플링 비율 2:1을 갖는 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1을 갖는 참조 다운-샘플링을 통한 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	1	17	28	17	1	0
1	1	16	27	18	2	0
2	1	14	27	19	3	0
3	0	13	27	20	4	0
4	0	12	27	21	4	0
5	0	11	26	22	5	0
6	0	10	26	23	6	-1
7	0	9	25	24	7	-1
8	-1	8	25	25	8	-1
9	-1	7	24	25	9	0
10	-1	6	23	26	10	0
11	0	5	22	26	11	0
12	0	4	21	27	12	0
13	0	4	20	27	13	0
14	0	3	19	27	14	1
15	0	2	18	27	16	1

도면24

테이블 24: 16 페이지를 갖는 참조 다운-샘플링 비율 1.5:1을 갖는 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1을 갖는 참조 다운-샘플링을 통한 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	-3	16	38	16	-3	0
1	-3	14	37	18	-2	0
2	-3	12	37	20	-2	0
3	-3	11	36	22	-2	0
4	-3	9	36	24	-1	-1
5	-3	7	35	26	0	-1
6	-3	6	34	28	1	-2
7	-3	4	33	30	2	-2
8	-2	3	31	31	3	-2
9	-2	2	30	33	4	-3
10	-2	1	28	34	6	-3
11	-1	0	26	35	7	-3
12	-1	-1	24	36	9	-3
13	-1	-2	23	37	11	-4
14	-1	-3	21	38	13	-4
15	-1	-3	19	38	15	-4

도면25

테이블 25: 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-2	2	18	28	18	2	-2	0
1	-2	1	17	28	19	3	-2	0
2	-2	1	16	28	20	4	-3	0
3	-2	0	15	28	21	4	-2	0
4	-2	0	14	27	22	5	-2	0
5	-2	-1	13	27	23	6	-2	0
6	-2	-1	12	27	24	7	-2	-1
7	-1	-1	10	26	25	8	-2	-1
8	-1	-2	10	25	25	10	-2	-1
9	-1	-2	8	25	26	10	-1	-1
10	-1	-2	7	24	27	12	-1	-2
11	0	-2	6	23	27	13	-1	-2
12	0	-2	5	22	27	14	0	-2
13	0	-2	4	21	28	15	0	-2
14	0	-3	4	20	28	16	1	-2
15	0	-2	3	19	28	17	1	-2

도면26

테이블 26: 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-2	-4	18	40	18	-4	-2	0
1	-1	-5	16	39	21	-4	-2	0
2	-1	-5	14	39	22	-3	-2	0
3	0	-5	12	38	24	-2	-3	0
4	0	-5	10	38	26	-2	-3	0
5	0	-5	8	37	28	0	-4	0
6	0	-5	7	35	30	1	-4	0
7	0	-5	5	34	32	2	-4	0
8	0	-5	4	33	33	4	-5	0
9	0	-4	2	32	34	5	-5	0
10	0	-4	1	30	35	7	-5	0
11	0	-4	0	28	37	8	-5	0
12	0	-3	-2	26	38	10	-5	0
13	0	-3	-2	24	38	12	-5	0
14	0	-2	-3	22	39	14	-5	-1
15	0	-2	-4	21	39	16	-5	-1

도면27

테이블 27: 16 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 6-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1을 갖는 참조 다운-샘플링을 통한 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	1	17	28	17	1	0
1	1	16	27	18	2	0
2	1	14	27	19	3	0
3	0	13	27	20	4	0
4	0	12	27	21	4	0
5	0	11	26	22	5	0
6	0	10	26	23	6	-1
7	0	9	25	24	7	-1
8	-1	8	25	25	8	-1
9	-1	7	24	25	9	0
10	-1	6	23	26	10	0
11	0	5	22	26	11	0
12	0	4	21	27	12	0
13	0	4	20	27	13	0
14	0	3	19	27	14	1
15	0	2	18	27	16	1

도면28

테이블 28: 16 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 6-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1을 갖는 참조 다운-샘플링을 통한 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	-3	16	38	16	-3	0
1	-3	15	37	18	-3	0
2	-3	13	37	20	-2	-1
3	-3	11	37	22	-2	-1
4	-3	9	36	24	-1	-1
5	-3	7	35	26	0	-1
6	-3	6	34	28	1	-2
7	-3	4	33	30	2	-2
8	-2	3	31	31	3	-2
9	-2	2	30	33	4	-3
10	-2	1	28	34	6	-3
11	-1	0	26	35	7	-3
12	-1	-1	24	36	9	-3
13	-1	-2	22	37	11	-3
14	-1	-2	20	37	13	-3
15	0	-3	18	37	15	-3

도면29

테이블 29: 32 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1에서 참조 다운- 샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터			
	p0	p1	p2	p3
0	16	32	16	0
1	15	32	17	0
2	14	32	18	0
3	13	32	18	1
4	13	31	19	1
5	12	31	20	1
6	11	31	21	1
7	11	31	21	1
8	10	30	22	2
9	9	30	23	2
10	9	30	23	2
11	8	29	24	3
12	7	29	25	3
13	7	28	25	4
14	6	28	26	4
15	6	27	26	5
16	5	27	27	5
17	5	26	27	6
18	4	26	28	6
19	4	25	28	7
20	3	25	29	7
21	3	24	29	8
22	2	23	30	9
23	2	23	30	9
24	2	22	30	10
25	1	21	31	11
26	1	21	31	11
27	1	20	31	12
28	1	19	31	13
29	1	18	32	13
30	0	18	32	14
31	0	17	32	15

도면30

테이블 30: 32 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1에서 참조 다운- 샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터			
	p0	p1	p2	p3
0	13	38	13	0
1	13	37	14	0
2	12	37	15	0
3	11	37	16	0
4	10	37	17	0
5	9	36	19	0
6	8	36	20	0
7	7	36	21	0
8	7	35	22	0
9	6	35	23	0
10	5	34	24	1
11	5	34	25	0
12	4	33	26	1
13	3	32	27	2
14	3	31	29	1
15	2	30	29	3
16	3	29	29	3
17	3	29	30	2
18	1	29	31	3
19	2	27	32	3
20	1	26	33	4
21	0	25	34	5
22	1	24	34	5
23	0	23	35	6
24	0	22	35	7
25	0	21	36	7
26	0	20	36	8
27	0	19	36	9
28	0	17	37	10
29	0	16	37	11
30	0	15	37	12
31	0	14	37	13

도면31

테이블 31: 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-4	2	20	28	20	2	-4	0
1	-4	0	19	29	21	5	-4	-2
2	-4	-1	18	29	22	6	-4	-2
3	-4	-1	16	29	23	7	-4	-2
4	-4	-1	16	28	24	7	-4	-2
5	-4	-1	14	28	25	8	-4	-2
6	-3	-3	14	27	26	9	-3	-3
7	-3	-1	12	28	25	10	-4	-3
8	-3	-3	11	27	27	11	-3	-3
9	-3	-4	10	25	28	12	-1	-3
10	-3	-3	9	26	27	14	-3	-3
11	-2	-4	8	25	28	14	-1	-4
12	-2	-4	7	24	28	16	-1	-4
13	-2	-4	7	23	29	16	-1	-4
14	-2	-4	6	22	29	18	-1	-4
15	-2	-4	5	21	29	19	0	-4

도면32

테이블 32: 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한
8-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 8-탭 필터							
	p0	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
0	-1	-6	20	38	20	-6	-1	0
1	1	-7	18	37	22	-5	-4	2
2	1	-7	16	37	23	-4	-4	2
3	1	-7	14	36	26	-3	-5	2
4	1	-7	12	36	27	-2	-5	2
5	2	-7	11	35	28	-1	-6	2
6	2	-7	9	34	30	0	-6	2
7	2	-7	7	33	31	2	-6	2
8	2	-7	5	32	32	5	-7	2
9	2	-6	2	31	33	7	-7	2
10	2	-6	0	30	34	9	-7	2
11	2	-6	-1	28	35	11	-7	2
12	2	-5	-2	27	36	12	-7	1
13	2	-5	-3	26	36	14	-7	1
14	2	-4	-4	23	37	16	-7	1
15	2	-4	-5	22	37	18	-7	1

도면33

테이블 33: 16 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 6-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1을 갖는 참조 다운샘플링을 통한 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	0	19	26	19	0	0
1	-1	18	27	20	2	-2
2	-1	16	27	21	3	-2
3	-2	15	27	22	5	-3
4	-2	14	26	23	6	-3
5	-2	13	26	24	6	-3
6	-3	12	25	25	8	-3
7	-3	11	25	25	9	-3
8	-3	10	25	25	10	-3
9	-3	9	25	25	11	-3
10	-3	8	25	25	12	-3
11	-3	6	24	26	13	-2
12	-3	6	23	26	14	-2
13	-3	5	22	27	15	-2
14	-2	3	21	27	16	-1
15	-2	2	20	27	18	-1

도면34

테이블 34: 16 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운-샘플링을 통한 MC 보간을 위한 6-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1을 갖는 참조 다운샘플링을 통한 루마 4×4 블록 MC 보간을 위한 6-탭 필터 계수					
	p0	p1	p2	p3	p4	p5
0	-5	18	38	18	-5	0
1	-5	16	39	20	-4	-2
2	-5	14	39	22	-4	-2
3	-5	13	38	24	-3	-3
4	-5	11	37	26	-2	-3
5	-5	9	36	28	-1	-3
6	-5	8	35	30	-1	-3
7	-4	6	34	31	1	-4
8	-4	3	33	33	3	-4
9	-4	1	31	34	6	-4
10	-3	-1	30	35	8	-5
11	-3	-1	28	36	9	-5
12	-3	-2	26	37	11	-5
13	-3	-3	24	38	13	-5
14	-2	-4	22	39	14	-5
15	-2	-4	20	39	16	-5

도면35

테이블 35: 32 페이지를 갖는 비율 2:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터

프랙셔널 샘플 위치 p	비율 2:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터 계수			
	p0	p1	p2	p3
0	17	30	17	0
1	17	30	18	-1
2	16	30	18	0
3	16	30	18	0
4	15	30	18	1
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	29	20	3
9	11	28	21	4
10	10	28	22	4
11	10	27	22	5
12	9	27	23	5
13	9	26	24	5
14	8	26	24	6
15	7	26	25	6
16	7	25	25	7
17	6	25	26	7
18	6	24	26	8
19	5	24	26	9
20	5	23	27	9
21	5	22	27	10
22	4	22	28	10
23	4	21	28	11
24	3	20	29	12
25	3	19	29	13
26	3	19	29	13
27	2	18	30	14
28	1	18	30	15
29	0	18	30	16
30	0	18	30	16
31	-1	18	30	17

도면36

테이블 36: 32 페이지를 갖는 비율 1.5:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터

프래셔널 샘플 위치 p	비율 1.5:1에서 참조 다운샘플링을 통한 MC 보간을 위한 4-탭 필터 계수			
	p0	p1	p2	p3
0	14	36	14	0
1	14	36	16	-2
2	13	36	17	-2
3	12	36	18	-2
4	12	35	19	-2
5	11	35	20	-2
6	10	34	22	-2
7	9	34	23	-2
8	8	34	24	-2
9	7	34	25	-2
10	7	33	26	-2
11	6	34	26	-2
12	6	34	26	-2
13	5	33	27	-1
14	4	32	28	0
15	4	32	28	0
16	3	29	29	3
17	0	28	32	4
18	0	28	32	4
19	-1	27	33	5
20	-2	26	34	6
21	-2	26	34	6
22	-2	26	33	7
23	-2	25	34	7
24	-2	24	34	8
25	-2	23	34	9
26	-2	22	34	10
27	-2	20	35	11
28	-2	19	35	12
29	-2	18	36	12
30	-2	17	36	13
31	-2	16	36	14

도면37

테이블 37: 필터 계수 시그널링의 예시

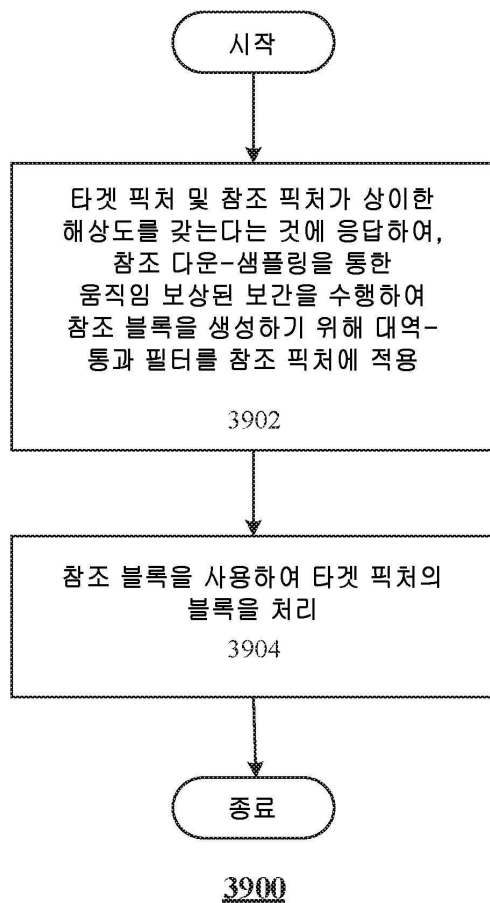
filter_coefficients() {	설명자
filter_norm	ue(v)
number_of_taps_minus1	ue(v)
number_of_phases_minus1	ue(v)
for (j = 0; j <= number_of_phases_minus1; j += 1) {	
for (i = 0; i <= number_of_taps_minus1; i += 1) {	
coefficient [j] [i]	ue(v)
}	
}	
}	

도면38

테이블 38: 리샘플링 비율 및 대응하는 필터 세트를 시그널링하기 위한 선택스 구조의 예시

rpr_filters() {	설명자
number_of_filter_sets	uc(v)
for (i = 0; i <= number_of_filter_sets; i += 1) {	
resample_ratio_denominator	uc(v)
resample_ratio_numerator	uc(v)
filter_coefficients()	
}	
}	

도면39



도면40

