



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월21일
(11) 등록번호 10-2798865
(24) 등록일자 2025년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/61 (2014.01) H04N 1/32 (2006.01)
H04N 19/12 (2014.01) H04N 19/122 (2014.01)
H04N 19/124 (2014.01) H04N 19/159 (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01) H04N 19/625 (2014.01)

(52) CPC특허분류
H04N 19/61 (2015.01)
H04L 43/16 (2022.05)

(21) 출원번호 10-2018-7012024
(22) 출원일자(국제) 2016년09월21일
심사청구일자 2021년09월03일
(85) 번역문제출일자 2018년04월26일
(65) 공개번호 10-2018-0063186
(43) 공개일자 2018년06월11일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/052926
(87) 국제공개번호 WO 2017/058614
국제공개일자 2017년04월06일

(30) 우선권주장
62/234,644 2015년09월29일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌
KR1020120046724 A*
KR1020130119463 A*
KR1020130030300 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
웰컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자
자오 신
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

천 지안레

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 이상래

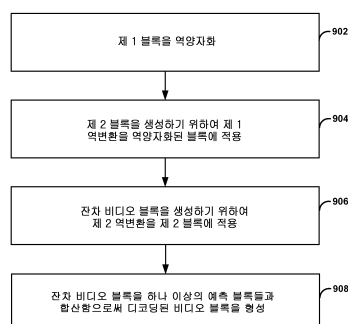
(54) 발명의 명칭 비디오 코딩을 위한 비-분리가능한 2 차 변환

(57) 요약

디코더가 제 1 계수 블록을 역양자화하고 그리고 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을, 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하도록 구성되는 기법들이 설명된다. 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환이다. 디코더는 추가로, 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하도록

(뒷면에 계속)

대표도 - 도11



구성된다. 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환한다. 디코더는 추가로, 디코딩된 비디오 블록을 형성하도록 구성되며, 여기서, 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것은 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 것을 포함한다.

(52) CPC특허분류

H04N 1/32181 (2013.01)
H04N 19/12 (2015.01)
H04N 19/122 (2015.01)
H04N 19/124 (2015.01)
H04N 19/159 (2015.01)
H04N 19/18 (2015.01)
H04N 19/625 (2015.01)

(30) 우선권주장

62/294,897	2016년02월12일	미국(US)
62/323,496	2016년04월15일	미국(US)
62/337,736	2016년05월17일	미국(US)
15/270,455	2016년09월20일	미국(US)

(72) 발명자

사이드 아미르

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

카르체비츠 마르타

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

세레긴 바딤

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

비디오 데이터를 디코딩하기 위한 방법으로서,

제 1 비디오 블록의 변환 유닛에 대해 역양자화된 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 상기 비디오 데이터의 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록을 역양자화하는 단계;

상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을, 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 역양자화된 상기 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계로서, 상기 제 1 역변환은 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 비-분리가능한 2 차 변환 (NSST) 인덱스에 의해 시그널링되는 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 역양자화된 상기 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계;

상기 제 1 비디오 블록에 대한 잔차 비디오 블록을 생성하는 단계로서, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하는 단계는, 제 2 역변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 2 계수 블록에 적용하는 단계를 포함하고, 상기 제 2 역변환은 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하는 단계;

상기 제 1 비디오 블록에 대한 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계는 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 상기 제 1 비디오 블록에 대한 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 단계를 포함하는, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계;

제 2 비디오 블록의 변환 유닛에 대해 역양자화된 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 상기 비디오 데이터의 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 제 1 계수 블록을 역양자화하는 단계;

상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛이 변환 스킵 모드에서 인코딩되는 것에 기초하여, 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 NSST 인덱스의 시그널링이 스킵되는 것 및 제 1 역변환이 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대해 적용되지 않는 것을 결정하는 단계;

상기 제 2 비디오 블록에 대한 잔차 비디오 블록을 생성하는 단계로서, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하는 단계는 상기 제 2 역변환을, 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 역양자화된 제 2 계수 블록에 적용하는 단계를 포함하는, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하는 단계; 및

상기 제 2 비디오 블록에 대한 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계는 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 상기 제 2 비디오 블록에 대한 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 단계를 포함하는, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 역변환을 적용하는 단계는, 상기 제 1 역변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 역양자화된 상기 제 1 계수 블록의 각각의 4x4 서브-블록에 적용하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 방법.

청구항 3

비디오 데이터를 인코딩하기 위한 방법으로서,

상기 비디오 데이터의 제 1 비디오 블록에 대한 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계는 상기 제 1 비디오 블록으로부터 상기 제 1 비디오 블록에 대한 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 단계를 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계;

상기 제 1 비디오 블록의 변환 유닛에 대한 제 1 계수 블록을 생성하는 단계로서, 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록을 생성하는 단계는, 제 1 변환을 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록에 적용하는 단계로서, 상기 제 1 변환은 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록에 적용하는 단계를 포함하는, 상기 제 1 계수 블록을 생성하는 단계;

상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 2 변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계로서, 상기 제 2 변환은 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 비-분리가능한 2 차 변환 (NSST) 인덱스에 의해 시그널링되는 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계;

상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 2 계수 블록을 양자화하는 단계;

상기 비디오 데이터의 제 2 비디오 블록에 대한 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계는, 상기 제 2 비디오 블록으로부터 상기 제 2 비디오 블록에 대한 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 단계를 포함하는, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계;

상기 제 2 비디오 블록의 변환 유닛에 대한 제 1 계수 블록을 생성하는 단계로서, 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록을 생성하는 단계는 상기 제 1 변환을 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록에 적용하는 단계를 포함하는, 제 1 계수 블록을 생성하는 단계;

상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛이 변환 스킵 모드에서 인코딩되는 것에 기초하여, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 NSST 인덱스의 시그널링이 스킵되는 것 및 제 2 변환이 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대해 적용되지 않는 것을 결정하는 단계; 및

상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록을 양자화하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 변환을 적용하는 단계는, 상기 제 2 변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록의 각각의 4x4 서브-블록에 적용하는 단계를 포함하는, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 방법.

청구항 5

비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치로서,

제 1 비디오 블록의 변환 유닛에 대한 역양자화된 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 상기 비디오 데이터의 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 1 계수 블록을 역양자화하기 위한 수단;

상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을, 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 역양자화된 상기 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단으로서, 상기 제 1 역변환은 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 비-분리가능한 2 차 변환 (NSST) 인덱스에 의해 시그널링되는 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 역양자화된 상기 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단;

상기 제 1 비디오 블록에 대한 잔차 비디오 블록을 생성하기 위한 수단으로서, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하기 위한 수단은, 제 2 역변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 제 2 계수 블록에 적용하기 위한 수단을 포함하고, 상기 제 2 역변환은 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기

잔차 비디오 블록을 생성하기 위한 수단;

상기 제 1 비디오 블록에 대한 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단으로서, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단은 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 상기 제 1 비디오 블록에 대한 하나 이상의 예측 블록들과 합산하기 위한 수단을 포함하는, 상기 제 1 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단;

제 2 비디오 블록의 변환 유닛에 대해 역양자화된 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 상기 비디오 데이터의 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 제 1 계수 블록을 역양자화하기 위한 수단;

상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛이 변환 스킵 모드에서 인코딩되는 것에 기초하여, 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 NSST 인덱스의 시그널링이 스킵되는 것 및 제 1 역변환이 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대해 적용되지 않는 것을 결정하기 위한 수단;

상기 제 2 비디오 블록에 대한 잔차 비디오 블록을 생성하기 위한 수단으로서, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하기 위한 수단은 상기 제 2 역변환을, 상기 제 2 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 상기 역양자화된 제 2 계수 블록에 적용하기 위한 수단을 포함하는, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 생성하기 위한 수단; 및

상기 제 2 비디오 블록에 대한 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단으로서, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단은 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 잔차 비디오 블록을 상기 제 2 비디오 블록에 대한 하나 이상의 예측 블록들과 합산하기 위한 수단을 포함하는, 상기 제 2 비디오 블록에 대한 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 역변환을 적용하기 위한 수단은, 상기 제 1 역변환을 상기 제 1 비디오 블록의 상기 변환 유닛에 대한 역양자화된 상기 제 1 계수 블록의 각각의 4x4 서브-블록에 적용하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치.

청구항 7

명령들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서,

상기 명령들은, 실행될 경우, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금 제 1 항 또는 제 2 항의 방법을 수행하게 하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

발명의 설명

기술 분야

관련된 출원들

[0001]

[0002] 이 출원은 2015 년 9 월 29 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/234,644 호, 2016 년 2 월 12 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/294,897 호, 2016 년 4 월 15 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/323,496 호, 및 2016 년 5 월 17 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/337,736 호의 이익을 주장하고, 그 각각의 전체 내용은 참조로 본원에 편입된다.

[0003] 이 개시물은 비디오 코딩에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 디지털 비디오 기능들은, 디지털 텔레비전들, 디지털 다이렉트 브로드캐스트 시스템 (digital direct broadcast system) 들, 무선 브로드캐스트 시스템들, 개인 정보 단말 (PDA) 들, 랩톱 또는 데스크톱 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 전자책 리더 (e-book reader) 들, 디지털 카메라들, 디지털 레코딩 디바이스들, 디지털 미디어 플레이어들, 비디오 게임용 디바이스들, 비디오 게임 콘솔들, 셀룰러 또는 위성 라디오 전화들, 소위 "스마트폰들", 화상 원격회의 디바이스들, 비디오 스트리밍 디바이스들 등을 포함하는 광범위한 디바이스들 내로 편입될 수 있다. 디지털 비디오 디바이스들은 ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 비주얼 (Visual), ITU-T H.262 또는 ISO/IEC MPEG-2 비주얼, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 비주얼, ITU-T H.264/MPEG-4, Part 10, 진보된 비디오 코딩 (Advanced Video Coding; AVC), 및 ITU-T H.265, 고효율 비디오 코딩 (High Efficiency Video Coding; HEVC) 에 의해 정의된 것을 포함하는 다양한 표준들, 및 이러한 표준들의 확장들에서 설명된 것들과 같은 비디오 코딩 기법들을 구현한다. 비디오 디바이스들은 이러한 비디오 코딩 기법들을 구현함으로써 디지털 비디오 정보를 더 효율적으로 송신할 수도 있고, 수신할 수도 있고, 인코딩할 수도 있고, 디코딩할 수도 있고, 및/또는 저장할 수도 있다.

[0005] 비디오 코딩 기법들은 비디오 시퀀스들에 내재된 중복성을 감소시키거나 제거하기 위한 공간적 (인트라-픽처 (intra-picture)) 예측 및/또는 시간적 (인터-픽처 (inter-picture)) 예측을 포함한다. 블록-기반 비디오 코딩을 위하여, 비디오 슬라이스 (예컨대, 비디오 프레임 또는 비디오 프레임의 부분) 는 비디오 블록들로 파티셔닝 (partitioning) 될 수도 있으며, 이 비디오 블록들은 또한, 트리블록 (treeblock) 들, 코딩 유닛 (CU) 들 및/또는 코딩 노드들로서 지칭될 수도 있다. 픽처의 인트라-코딩된 (I) 슬라이스 내의 비디오 블록들은 동일한 픽처에서의 이웃하는 블록들 내의 참조 샘플들에 대한 공간적 예측을 이용하여 인코딩된다. 픽처의 인터-코딩된 (P 또는 B) 슬라이스 내의 비디오 블록들은 동일한 픽처에서의 이웃하는 블록들 내의 참조 샘플들에 대한 공간적 예측, 또는 다른 참조 픽처들에서의 참조 샘플들에 대한 시간적 예측을 이용할 수도 있다. 픽처들은 프레임들로서 지칭될 수도 있고, 참조 픽처들은 참조 프레임들로서 지칭될 수도 있다.

[0006] 공간적 또는 시간적 예측은 코딩되어야 할 블록에 대한 예측 블록으로 귀착된다. 잔차 데이터 (residual data) 는 코딩되어야 할 원래의 블록과 예측 블록 사이의 픽셀 차이들을 표현한다. 인터-코딩된 블록은 예측 블록을 형성하는 참조 샘플들의 블록을 지시하는 모션 벡터와, 코딩된 블록과 예측 블록과의 사이의 차이를 표시하는 잔차 데이터에 따라 인코딩된다. 인트라-코딩된 블록은 인트라-코딩 모드 및 잔차 데이터에 따라 인코딩된다. 추가의 압축을 위하여, 잔차 데이터는 픽셀 도메인으로부터 변환 도메인으로 변환되어 잔차 변환 계수들로 귀착될 수도 있고, 그 다음으로, 이들은 양자화될 수도 있다. 초기에 2 차원 어레이로 배치된 양자화된 변환 계수들은 변환 계수들의 1 차원 벡터를 생성하기 위하여 스캔될 수도 있고, 엔트로피 코딩은 훨씬 더 많은 압축을 달성하기 위하여 적용될 수도 있다.

발명의 내용

[0007] 일반적으로, 이 개시물은 비디오 코딩에서 인트라 또는 인터 예측 잔차 데이터에 대해 적용된 2 차 변환 설계들에 관련된 기법들을 설명한다. 변환은 HEVC 의 확장들 또는 차세대 비디오 코딩 표준들과 같은 진보된 비디오 코덱들의 맥락에서 이용될 수도 있다.

[0008] 하나의 예에서, 개시물은 제 1 계수 블록을 역양자화하는 단계; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하는 단계로서, 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하는 단계; 및 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 여기서, 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계는 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 단계를 포함하는, 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계를 포함하는 방법을 설명한다.

- [0009] 하나의 예에서, 개시물은 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계는 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 단계를 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계; 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하는 단계로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하는 단계; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계; 및 제 2 계수 블록을 양자화하는 단계를 포함하는 방법을 설명한다.
- [0010] 하나의 예에서, 개시물은 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 메모리; 및 제 1 계수 블록을 역양자화하고; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 것으로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하고; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하는 것으로서, 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하고; 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하고; 그리고 하나 이상의 예측 블록들과의 잔차 비디오 블록의 합산에 기초하여 디코딩된 비디오 블록을 형성하도록 구성된 비디오 디코더를 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치를 설명한다.
- [0011] 하나의 예에서, 개시물은 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 메모리; 및 잔차 비디오 블록을 형성하는 것으로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 것은 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 것을 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하고; 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하는 것으로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하고; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하는 것으로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하고; 그리고 제 2 계수 블록을 양자화하도록 구성된 비디오 인코더를 포함하는, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 장치를 설명한다.
- [0012] 하나의 예에서, 개시물은 제 1 계수 블록을 역양자화하기 위한 수단; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단으로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하기 위한 수단으로서, 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하기 위한 수단; 및 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단으로서, 여기서, 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단은 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 수단을 포함하는, 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치를 설명한다.
- [0013] 하나의 예에서, 개시물은 잔차 비디오 블록을 형성하기 위한 수단으로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 것은 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 것을 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하기 위한 수단; 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하기 위한 수단으로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하기 위한 수단; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단으로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단; 및 제 2 계수 블록을 양자화하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 장치를 설명한다.
- [0014] 하나의 예에서, 개시물은 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체를 설명하고, 상기 명령들은, 실행될 경우, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 제 1 계수 블록을 역양자화하게 하고; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하게 하는 것으로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하게 하고; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하게 하는 것으로서, 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용하게 하고; 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하게 하고; 그리고 하나 이상의 예측 블록들과의 잔차 비디오 블록의 합산에 기초하여 디코딩된 비디오 블록을 형성하게 한다.

- [0015] 하나의 예에서, 개시물은 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체를 설명하고, 상기 명령들은, 실행될 경우, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 잔차 비디오 블록을 형성하게 하는 것으로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 것은 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 것을 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하게 하고; 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하게 하는 것으로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용하게 하고; 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하게 하는 것으로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용하게 하고; 그리고 제 2 계수 블록을 양자화하게 한다.
- [0016] 하나의 예에서, 개시물은 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 방법을 설명하고, 상기 방법은 계수 스캔 순서에 따라 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성하는 단계; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하는 단계로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하는 단계; 제 1 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하는 단계; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하는 단계로서, 제 2 역변환은 제 2 2-차원 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하는 단계; 및 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 여기서, 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계는 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 단계를 포함하는, 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0017] 하나의 예에서, 개시물은 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 방법을 설명하고, 상기 방법은 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계는 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 단계를 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하는 단계; 제 1 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하는 단계; 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성하는 단계; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하는 단계로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하는 단계; 및 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하는 단계를 포함한다.
- [0018] 하나의 예에서, 개시물은 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 메모리; 및 계수 스캔 순서에 따라 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성하고; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하는 것으로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하고; 제 1 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하고; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하는 것으로서, 제 2 역변환은 제 2 2-차원 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하고; 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하고; 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하고; 그리고 하나 이상의 예측 블록들과의 잔차 비디오 블록의 합산에 기초하여 디코딩된 비디오 블록을 형성하도록 구성된 비디오 디코더를 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치를 설명한다.
- [0019] 하나의 예에서, 개시물은 비디오 데이터를 저장하도록 구성된 메모리; 및 잔차 비디오 블록을 형성하는 것으로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 것은 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 것을 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하고; 제 1 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하는 것으로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하고; 제 1 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 2-차원 계수 블록을 재편성하고; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하는 것으로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하고; 그리고 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하도록 구성된 비디오 인코더를 포함하는, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 장치를 설명한다.
- [0020] 하나의 예에서, 개시물은 계수 스캔 순서에 따라 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성하기 위한 수단; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하기 위한 수단으로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하기

위한 수단; 제 1 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하기 위한 수단; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하기 위한 수단으로서, 제 2 역변환은 제 2 2-차원 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하기 위한 수단; 및 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단으로서, 여기서, 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단은 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하기 위한 수단을 포함하는, 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 장치를 설명한다.

[0021] 하나의 예에서, 개시물은 잔차 비디오 블록을 형성하기 위한 수단으로서, 여기서, 잔차 비디오 블록을 형성하기 위한 수단은 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하기 위한 수단을 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하기 위한 수단; 제 1 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단으로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단; 제 1 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 2-차원 계수 블록을 재편성하기 위한 수단; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단으로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하기 위한 수단; 및 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하기 위한 수단을 포함하는, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 장치를 설명한다.

[0022] 하나의 예에서, 개시물은 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체를 설명하고, 상기 명령들은, 실행될 경우, 비디오 데이터를 디코딩하기 위한 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 계수 스캔 순서에 따라 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성하게 하고; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하게 하는 것으로서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용하게 하고; 제 1 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하게 하고; 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하게 하는 것으로서, 제 2 역변환은 제 2 2-차원 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환하는, 상기 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용하게 하고; 그리고 디코딩된 비디오 블록을 형성하게 하는 것으로서, 여기서, 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것은 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산하는 것을 포함하는, 상기 디코딩된 비디오 블록을 형성하게 한다.

[0023] 하나의 예에서, 개시물은 명령들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터-판독가능 저장 매체를 설명하고, 상기 명령들은, 실행될 경우, 비디오 데이터를 인코딩하기 위한 디바이스의 하나 이상의 프로세서들로 하여금, 잔차 비디오 블록을 형성하게 하는 것으로서, 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산하는 것을 포함하는, 상기 잔차 비디오 블록을 형성하게 하고; 제 1 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하게 하는 것으로서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하는, 상기 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용하게 하고; 제 1 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 1 2-차원 계수 블록을 재편성하게 하고; 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하게 하는 것으로서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환인, 상기 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용하게 하고; 그리고 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하게 한다.

[0024] 하나 이상의 예들의 세부사항들은 동반되는 도면들 및 이하의 설명에서 기재된다. 다른 특징들, 목적들, 및 장점들은 설명, 도면들, 및 청구항들로부터 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 사용할 수도 있는 일 예의 비디오 인코딩 및 디코딩 시스템을 예시하는 블록도이다.

도 2 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 사용할 수도 있는 HEVC 에서의 잔차 쿼드트리에 기초한 변환 방식의 예시도이다.

도 3a 는 비디오 인코더에서의 변환 프로세스의 예시도이다.

도 3b 는 비디오 디코더에서의 변환 프로세스의 예시도이다.

도 4 는 비디오 디코더에 의해 적용된 일 예의 회전 변환의 예시도이다.

도 5 는 2 차 변환 계수 재편성 프로세스를 포함하는 일 예의 인코딩 프로세스를 예시하는 블록도이다.

도 6 은 2 차 변환 계수 재편성 프로세스를 포함하는 일 예의 디코딩 프로세스를 예시하는 블록도이다.

도 7a 는 루마 인트라 모드로부터 변환 세트 인덱스로의 일 예의 맵핑의 예시도이다.

도 7b 는 0 로부터 66 까지의 인트라 예측 모드 (IPM) 범위들의 예시도이다.

도 8 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 인코더의 예를 예시하는 블록도이다.

도 9 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 디코더의 예를 예시하는 블록도이다.

도 10a 는 이 개시물에서 설명된 하나 이상의 기법들에 따른, 비디오 인코더에 의한 일 예의 변환 프로세싱의 예시도이다.

도 10b 는 이 개시물에서 설명된 하나 이상의 기법들에 따른, 비디오 디코더에 의한 일 예의 역변환 프로세싱의 예시도이다.

도 11 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 1 예의 디코딩을 예시하는 흐름도이다.

도 12 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 1 예의 인코딩을 예시하는 흐름도이다.

도 13 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 2 예의 디코딩을 예시하는 흐름도이다.

도 14 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 2 예의 인코딩을 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 일반적으로, 이 개시물은 비디오 코딩에서 인트라 또는 인터 예측 잔차 데이터에 대해 적용된 2 차 변환 (secondary transform) 설계들에 관련된 기법들을 설명한다. 변환은 HEVC 의 확장들 또는 차세대 비디오 코딩 표준들과 같은 진보된 비디오 코덱들의 맥락에서 이용될 수도 있다.

[0027] 비디오 인코더는 비디오 인코더로부터 비디오 디코더로의 출력을 위하여 적당한 형태로 비디오 데이터에 대한 잔차 블록들을 표현할 수도 있다. 비디오 인코더로부터 비디오 디코더로 송신된 데이터의 양이 감소되도록, 잔차 블록들을 표현하기 위하여 이용된 데이터의 양을 감소시키는 것이 바람직하다. 비디오 코딩에서는, 분리가 가능한 변환들이 비-분리가 가능한 변환과 비교하여, 더 적은 동작들 (예컨대, 가산, 승산) 을 이용할 수도 있으므로, 분리가 가능한 변환들은 비-분리가 가능한 변환들 상에서 적용되었다. 분리가 가능한 변환들은 2 개 이상의 필터들의 곱 (product) 으로서 기재될 수 있는 필터들이다. 대조적으로, 비-분리가 가능한 필터는 2 개 이상의 필터들의 곱으로서 기재될 수 없다.

[0028] 픽셀 도메인에서의 잔차 블록을 주파수 도메인에서의 계수 블록을 변환하는 변환에 전적으로 의존하는 것이 아니라, 비디오 인코더는 또한, 계수 블록의 에너지 밀집 (energy compaction) 을 증가시키기 위하여 2 차 변환을 적용할 수도 있다. 예를 들어, 2 차 변환은 계수 블록의 비-제로 (non-zero) 계수들을 계수 블록의 DC 계수에 더 근접하게 집중시킬 수도 있다. 그 결과, 계수 블록의 DC 계수와 계수 블록의 최후의 중요한 (즉, 비-제로) 계수 사이에는 더 적은 계수들이 있을 수도 있어서, 잔차 블록을 표현하기 위하여 이용된 데이터의 감소된 양으로 귀착될 수도 있다. 유사하게, 비디오 디코더는 계수 블록을 잔차 블록으로 변환하기 위하여 역 1 차 변환 (inverse primary transform) 을 적용할 수도 있다. 이러한 방식으로, 잔차 블록들을 표현하기 위하여 이용된 데이터는 감소될 수도 있음으로써, 비디오 데이터에 대한 대역폭 및/또는 저장 조건들을 감소시킬 수도 있고, 비디오 디코더 및 비디오 인코더의 에너지 사용량을 잠재적으로 감소시킬 수도 있다.

[0029] 2 차 변환의 현존하는 설계들은 2 차 변환을 분리가 가능한 변환으로서 적용한다. 일부 사례들에서는, 분리가 가능한 변환들이 비-분리가 가능한 변환들과 비교하여 더 낮은 복잡도를 가지므로, 분리가 가능한 변환들은 비-분리가 가능한 것 대신에 적용되었다. 이와 같이, 분리가 가능한 변환들은 비디오 코딩 방식들에 대한 비-분리가 가능한 변환들에 비해 호의적으로 되었을 수도 있다. 그러나, 2 차 변환으로서의 비-분리가 가능한 변환의 이용은 개선된 변환 효율을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 디바이스는 분리가 가능한 2 차 변환보다 더 신속하게, 또는 덜 복잡하게 비-분리가 가능한 2 차 변환을 적용할 수 있을 수도 있다. 이에 따라, 이 개시물의 예에 따르면, 비디

오 디코더는 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있고, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환일 수도 있다. 추가적으로, 이 예에서, 비디오 디코더는 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용할 수도 있다. 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 디코더는 디코딩된 비디오 블록을 형성할 수도 있다. 일부 예들에서는, 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 비디오 디코더가 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산할 수도 있다.

[0030] 비디오 데이터의 압축에서의 차이들, 예를 들어, 상이한 인트라 예측 모드들은 비-분리가능한 2 차 변환의 유효성을 변경시킬 수도 있다. 예를 들어, 제 1 비-분리가능한 2 차 변환은 제 1 인트라 예측 모드를 이용할 때에 제 2 비-분리가능한 2 차 변환보다 더 높은 에너지 밀집을 가질 수도 있다. 그러나, 예에서, 제 2 비-분리가능한 2 차 변환은 제 2 인트라 예측 모드를 이용할 때에 제 1 비-분리가능한 2 차 변환보다 더 높은 에너지 밀집을 가질 수도 있다. 따라서, 후보 비-분리가능한 2 차 변환들의 세트로부터 후보 비-분리가능한 2 차 변환을 선택하는 기법들을 허용하는 것이 바람직할 수도 있다. 즉, 상이한 비디오 데이터에 대한 동일한 비-분리가능한 2 차 변환을 이용하는 것이 아니라, 비디오 인코더는 비-분리가능한 2 차 변환들의 세트로부터 후보 비-분리가능한 2 차 변환을 선택할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더는 인트라 예측 모드에 기초하여 비-분리가능한 2 차 변환들의 서브세트를 공식화할 수도 있다. 유사하게, 일부 예들에서, 비디오 디코더는 비-분리가능한 2 차 변환들의 세트로부터 후보 비-분리가능한 2 차 변환을 선택할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더는 비디오 데이터의 이미 디코딩된 정보에 기초하여 비-분리가능한 2 차 변환들의 서브세트를 공식화할 수도 있다. 이러한 방식으로, 더 적당한 비-분리가능한 2 차 변환이 잔차 블록들에 적용하기 위하여 선택될 수도 있고, 이것은 오직 하나의 비-분리가능한 2 차 변환 후보를 이용하는 예들과 비교하여, 잔차 블록들을 표현하기 위하여 이용된 데이터의 감소된 양으로 귀착될 수도 있다.

[0031] 일부 예들에서, 변환 계수들을 벡터 포맷으로 반드시 양자화하는 것이 아니라, 비디오 인코더는 변환 계수들을 2-차원 계수 블록으로 재편성할 수도 있다. 더 구체적으로, 일부 사례들에서, 양자화 유닛은 분리가능한 변환에 의해 출력되는 포맷일 수도 있는 2-차원 계수 블록을 양자화하도록 구성될 수도 있다. 따라서, 동일한 양자화 유닛은 비디오 인코더가 분리가능한 변환들을 오직 이용하는 사례들뿐만 아니라, 비디오 인코더가 분리가능한 변환 및 비-분리가능한 변환을 이용하였던 사례들에서도 이용될 수도 있다.

[0032] 도 1 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 사용할 수도 있는 일 예의 비디오 인코딩 및 디코딩 시스템 (10) 을 예시하는 블록도이다. 도 1 에서 도시된 바와 같이, 시스템 (10) 은 목적지 디바이스 (14) 에 의해 더 이후의 시간에 디코딩되어야 할 인코딩된 비디오 데이터를 제공하는 소스 디바이스 (12) 를 포함한다. 특히, 소스 디바이스 (12) 는 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 를 통해 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14) 에 제공한다. 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 는, 데스크톱 컴퓨터들, 노트북 (즉, 랩톱) 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 셋톱 (set-top) 박스들, 소위 "스마트" 폰들과 같은 전화 핸드셋들, 소위 "스마트" 패드들, 텔레비전들, 카메라들, 디스플레이 디바이스들, 디지털 미디어 플레이어들, 비디오 게임용 콘솔들, 비디오 스트리밍 디바이스들 등을 포함하는 광범위한 디바이스들 중의 임의의 것을 포함할 수도 있다. 일부 경우들에는, 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 가 무선 통신을 위하여 구비될 수도 있다.

[0033] 목적지 디바이스 (14) 는 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 를 통해, 디코딩되어야 할 인코딩된 비디오 데이터를 수신할 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 는 인코딩된 비디오 데이터를 소스 디바이스 (12) 로부터 목적지 디바이스 (14) 로 이동시킬 수 있는 임의의 타입의 매체 또는 디바이스를 포함할 수도 있다. 예에서, 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 는 소스 디바이스 (12) 가 인코딩된 비디오 데이터를 실시간으로 목적지 디바이스 (14) 로 직접 송신하는 것을 가능하게 하기 위한 통신 매체를 포함할 수도 있다. 인코딩된 비디오 데이터는 무선 통신 프로토콜과 같은 통신 표준에 따라 변조될 수도 있고, 목적지 디바이스 (14) 로 송신될 수도 있다. 통신 매체는 라디오 주파수 (radio frequency; RF) 스펙트럼 또는 하나 이상의 물리적 송신 라인들과 같은 임의의 무선 또는 유선 통신 매체를 포함할 수도 있다. 통신 매체는 로컬 영역 네트워크, 광역 네트워크, 또는 인터넷과 같은 글로벌 네트워크와 같은 패킷-기반 네트워크의 일부를 형성할 수도 있다. 통신 매체는 라우터들, 스위치들, 기지국들, 또는 소스 디바이스 (12) 로부터 목적지 디바이스 (14) 로의 통신을 가능하게 하기 위하여 유용할 수도 있는 임의의 다른 장비를 포함할 수도 있다.

[0034] 일부 예들에서, 인코딩된 데이터는 출력 인터페이스 (22) 로부터 저장 디바이스로 출력될 수도 있다. 유사하게, 인코딩된 데이터는 입력 인터페이스에 의해 저장 디바이스로부터 액세스될 수도 있다. 저장 디바이스는 하드 드라이브, 블루-레이 (Blu-ray) 디스크들, DVD 들, CD-ROM 들, 플래시 메모리, 휘발성 또는 비-휘발성 메모리, 또는 인코딩된 비디오 데이터를 저장하기 위한 임의의 다른 적당한 디지털 저장 매체들과 같은, 다양한

분산되거나 국소적으로 액세스된 데이터 저장 매체들 중의 임의의 것을 포함할 수도 있다. 추가의 예에서, 저장 디바이스는 소스 디바이스 (12) 에 의해 생성된 인코딩된 비디오를 저장할 수도 있는 파일 서버 또는 또 다른 중간 저장 디바이스에 대응할 수도 있다. 목적지 디바이스 (14) 는 스트리밍 또는 다운로드를 통해 저장 디바이스로부터 저장된 비디오 데이터를 액세스할 수도 있다. 파일 서버는 인코딩된 비디오 데이터를 저장할 수 있으며 그 인코딩된 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14) 로 송신할 수 있는 임의의 타입의 서버일 수도 있다. 일 예의 파일 서버들은 (예컨대, 웹사이트를 위한) 웹 서버, FTP 서버, 네트워크 연결 저장 (network attached storage; NAS) 디바이스들, 또는 로컬 디스크 드라이브를 포함한다. 목적지 디바이스 (14) 는 인터넷 접속을 포함하는 임의의 표준 데이터 접속을 통해 인코딩된 비디오 데이터를 액세스할 수도 있다. 이것은 파일 서버 상에 저장된 인코딩된 비디오 데이터를 액세스하기에 적당한 무선 채널 (예컨대, Wi-Fi 접속), 유선 접속 (예컨대, DSL, 케이블 모뎀 등), 또는 양자의 조합을 포함할 수도 있다. 저장 디바이스로부터의 인코딩된 비디오 데이터의 송신은 스트리밍 송신, 다운로드 송신, 또는 그 조합일 수도 있다.

[0035] 이 개시물의 기법들은 무선 애플리케이션들 또는 세팅들로 반드시 제한되는 것은 아니다. 기법들은 오버-더-에어 (over-the-air) 텔레비전 브로드캐스트들, 케이블 텔레비전 송신들, 위성 텔레비전 송신들, HTTP 를 통한 동적 적응 스트리밍 (dynamic adaptive streaming over HTTP; DASH) 과 같은 인터넷 스트리밍 비디오 송신들, 데이터 저장 매체 상으로 인코딩되는 디지털 비디오, 데이터 저장 매체 상에 저장된 디지털 비디오의 디코딩, 또는 다른 애플리케이션들과 같은, 다양한 멀티미디어 애플리케이션들 중의 임의의 것의 지원 하에서 비디오 코딩에 적용될 수도 있다. 일부 예들에서, 시스템 (10) 은 비디오 스트리밍, 비디오 재생, 비디오 브로드캐스팅, 및/또는 화상 통화 (video telephony) 와 같은 애플리케이션들을 지원하기 위하여 일방향 (one-way) 또는 양방향 (two-way) 비디오 송신을 지원하도록 구성될 수도 있다.

[0036] 도 1 의 예에서, 소스 디바이스 (12) 는 비디오 소스 (18), 비디오 인코더 (20), 및 출력 인터페이스 (22) 를 포함한다. 목적지 디바이스 (14) 는 입력 인터페이스 (28), 비디오 디코더 (30), 및 디스플레이 디바이스 (32) 를 포함한다. 이 개시물에 따르면, 소스 디바이스 (12) 의 비디오 인코더 (20) 는 예를 들어, 2 차 변환들에 관련되는 기법들과 같은, 이 개시물에서 설명된 기법들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 이 개시물에 따르면, 목적지 디바이스 (14) 의 비디오 디코더 (30) 는 예를 들어, 2 차 변환들에 관련되는 기법들과 같은, 이 개시물에서 설명된 기법들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 다른 예들에서, 소스 디바이스 및 목적지 디바이스는 다른 컴포넌트들 또는 배열들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 소스 디바이스 (12) 는 외부 카메라와 같은 외부 비디오 소스 (18) 로부터 비디오 데이터를 수신할 수도 있다. 마찬가지로, 목적지 디바이스 (14) 는 통합된 디스플레이 디바이스를 포함하는 것이 아니라, 외부 디스플레이 디바이스와 인터페이스할 수도 있다.

[0037] 위에서 언급된 바와 같이, 소스 디바이스 (12) 는 출력 인터페이스 (22) 를 포함하고, 목적지 디바이스 (14) 는 입력 인터페이스 (28) 를 포함한다. 일부 예들에서, 출력 인터페이스 (22) 는 송신기를 표현하고, 입력 인터페이스 (28) 는 수신기를 표현한다. 다른 예들에서, 출력 인터페이스 (22) 및 입력 인터페이스 (28) 는 트랜시버들 (즉, 데이터 신호들을 무선으로 송신하고 수신하는 것의 양자를 할 수 있는 인터페이스들) 의 예들을 표현한다. 트랜시버들은 무선 신호들에서의 비디오 데이터를 전송하고 수신하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 출력 인터페이스 (22) 는 트랜시버로서 구현될 때, 인코딩된 비디오 데이터를 포함하는 데이터 신호 (예컨대, 컴퓨터-판독가능 매체 (16)) 를 전송할 수도 있는 반면, 입력 인터페이스 (28) 는 트랜시버로서 구현될 때, 인코딩된 비디오 데이터를 포함하는 데이터 신호 (예컨대, 컴퓨터-판독가능 매체 (16)) 를 수신할 수도 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩된 비디오 데이터를 출력 인터페이스 (22) 에 제공할 수도 있는 반면, 입력 인터페이스 (28) 는 인코딩된 비디오 데이터를 비디오 디코더 (30) 에 제공할 수도 있다.

[0038] 도 1 의 예시된 시스템 (10) 은 단지 하나의 예이다. 이 개시물에서 설명된 기법들은 임의의 디지털 비디오 인코딩 및/또는 디코딩 디바이스에 의해 수행될 수도 있다. 일반적으로, 이 개시물의 기법들은 비디오 인코딩 디바이스 및 비디오 디코딩 디바이스에 의해 수행되지만, 기법들은 또한, "CODEC" 으로서 전형적으로 지칭된 비디오 인코더/디코더에 의해 수행될 수도 있다. 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 는, 소스 디바이스 (12) 가 목적지 디바이스 (14) 로의 송신을 위한 코딩된 비디오 데이터를 생성하는 이러한 코딩 디바이스들의 단지 예들이다. 일부 예들에서, 디바이스들 (12, 14) 은, 디바이스들 (12, 14) 의 각각이 비디오 인코딩 및 디코딩 컴포넌트들을 포함하도록 실질적으로 대칭적인 방식으로 동작할 수도 있다. 이 때문에, 시스템 (10) 은 예컨대, 비디오 스트리밍, 비디오 재생, 비디오 브로드캐스팅, 또는 화상 통화를 위하여, 소스 디바이스 (12) 와 목적지 디바이스 (14) 사이의 일방향 또는 양방향 비디오 송신을 지원할 수도 있다.

- [0039] 소스 디바이스 (12) 의 비디오 소스 (18) 는 비디오 카메라와 같은 비디오 캡처 디바이스, 이전에 캡처된 비디오를 포함하는 비디오 아카이브 (video archive), 및/또는 비디오 콘텐츠 제공자로부터 비디오를 수신하기 위한 비디오 공급 인터페이스를 포함할 수도 있다. 추가의 대안으로서, 비디오 소스 (18) 는 소스 비디오로서, 또는 라이브 비디오, 아카이빙된 비디오, 및 컴퓨터 생성된 비디오의 조합으로서, 컴퓨터 그래픽-기반 데이터를 생성할 수도 있다. 일부 경우에는, 소스 디바이스 (12) 및 목적지 디바이스 (14) 가 소위 카메라 폰들 또는 비디오 폰들을 형성할 수도 있다. 그러나, 위에서 언급된 바와 같이, 이 개시에서 설명된 기법들은 일반적으로 비디오 코딩에 적용가능할 수도 있고, 무선 및/또는 유선 애플리케이션들에 적용될 수도 있다. 각각의 경우에 있어서, 캡처된, 프리-캡처된 (pre-captured), 또는 컴퓨터-생성된 비디오는 비디오 인코더 (20) 에 의해 인코딩될 수도 있다. 다음으로, 인코딩된 비디오 정보는 출력 인터페이스 (22) 에 의해 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 상으로 출력될 수도 있다.
- [0040] 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 는 무선 브로드캐스트 또는 유선 네트워크 송신과 같은 순시적 매체 (transient medium) 들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 네트워크 서버 (도시되지 않음) 는 예컨대, 네트워크 송신을 통해, 소스 디바이스 (12) 로부터 인코딩된 비디오 데이터를 수신할 수도 있으며 인코딩된 비디오 데이터를 목적지 디바이스 (14) 에 제공할 수도 있다. 그러므로, 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 는 다양한 예들에서, 다양한 형태들의 하나 이상의 컴퓨터-판독가능 매체들을 포함하는 것으로 이해될 수도 있다.
- [0041] 목적지 디바이스 (14) 의 입력 인터페이스 (28) 는 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 로부터 정보를 수신한다. 컴퓨터-판독가능 매체 (16) 의 정보는, 블록들 및 다른 코딩된 유닛들의 특성들 및/또는 프로세싱을 설명하는 선택스 엘리먼트들을 포함하는 선택스 정보로서, 비디오 인코더 (20) 에 의해 정의되며 또한, 비디오 디코더 (30) 에 의해 이용되는 상기 선택스 정보를 포함할 수도 있다. 디스플레이 디바이스 (32) 는 디코딩된 비디오 데이터를 사용자에게 디스플레이하고, 음극선관 (CRT), 액정 디스플레이 (LCD), 플라즈마 디스플레이, 유기 발광 다이오드 (OLED) 디스플레이, 또는 또 다른 타입의 디스플레이 디바이스와 같은 다양한 디스플레이 디바이스들 중의 임의의 것을 포함할 수도 있다.
- [0042] 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 각각, 하나 이상의 마이크로프로세서들, 디지털 신호 프로세서 (DSP) 들, 애플리케이션 특정 집적 회로 (ASIC) 들, 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA) 들, 개별 로직, 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어 또는 그 임의의 조합들과 같은 다양한 적당한 인코더 회로부 중의 임의의 것으로서 구현될 수도 있다. 기법들이 소프트웨어로 부분적으로 구현될 때, 디바이스는 소프트웨어를 위한 명령들을 적당한 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체 내에 저장할 수도 있고, 이 개시물의 기법들을 수행하기 위하여 하나 이상의 프로세서들을 이용하여 명령들을 하드웨어로 실행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 의 각각은 하나 이상의 인코더들 또는 디코더들 내에 포함될 수도 있고, 인코더들 또는 디코더들 중의 어느 하나는 조합된 인코더/디코더 (CODEC) 의 일부로서 개개의 디바이스 내에 통합될 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 를 포함하는 디바이스는 집적 회로, 마이크로프로세서, 및/또는 셀룰러 전화와 같은 무선 통신 디바이스를 포함할 수도 있다.
- [0043] 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 위에서 설명된 표준들과 같은 비디오 코딩 표준에 따라, 그리고 일부 예들에서, ITU-T H.265 로서 또한 지칭된 고효율 비디오 코딩 (HEVC) 표준 또는 HEVC 표준의 확장들에 따라, 또는 차세대 비디오 코딩 표준들에 따라, 동작할 수도 있다. 그러나, 이 개시물의 기법들은 임의의 특정한 코딩 표준으로 제한되지는 않는다. 비디오 코딩 표준들의 다른 예들은 MPEG-2 및 ITU-T H.263 을 포함한다. 도 1 에서 도시되지 않았지만, 일부 양태들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 각각 오디오 인코더 및 디코더와 통합될 수도 있고, 공통의 데이터 스트림 또는 별도의 데이터 스트림들에서 오디오 및 비디오 양자의 인코딩을 처리하기 위한 적절한 MUX-DEMUX 유닛들, 또는 다른 하드웨어 및 소프트웨어를 포함할 수도 있다. 적용가능한 경우, MUX-DEMUX 유닛들은 ITU H.223 멀티플렉서 프로토콜과 같은 프로토콜, 또는 사용자 데이터그램 프로토콜 (UDP) 과 같은 다른 프로토콜들을 준수할 수도 있다.
- [0044] 이 개시물의 기법들은, "SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS, Infrastructure of audiovisual services - Coding of moving video", 고효율 비디오 코딩, ITU-T H.265, April 2013 에서 설명되어 있는, 고효율 비디오 코딩 (HEVC) 로서 또한 지칭된 ITU-T H.265 에 대하여 일반적으로 설명된다. 그러나, 이 기법들은 HEVC 의 확장들 및 다른 표준들의 확장들을 포함하는 다른 비디오 코딩 표준들에 적용될 수도 있다. 다른 비디오 코딩 표준들의 예들은 그 스케일러블 비디오 코딩 (SVC) 및 멀티뷰 비디오 코딩 (MVC) 확장들을 포함하는, ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 비주얼, ITU-T H.262 또는 ISO/IEC MPEG-2 비주얼, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 비주얼, 및 ITU-T H.264/MPEG-4, Part 10, 진보된 비디오 코딩 (AVC) 을 포함한다.

- [0045] H.265 표준은 ITU-T 비디오 코딩 전문가 그룹 (VCEG) 및 ISO/IEC 동화상 전문가 그룹 (MPEG) 의 비디오 코딩에 관한 공동 협력 팀 (JCT-VC) 에 의해 최근에 완결되었다. 이하에서 HEVC WD 로서 지칭된 HEVC 초안 사양은 http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/14_Vienna/wg11/JCTVC-N1003-v1.zip 으로부터 입수가 가능하다.
- [0046] HEVC 에 대한 멀티뷰 확장, MV-HEVC 는 또한, JCT-3V 에 의해 개발되었다. MV-HEVC WD8 로서 지칭된, MV-HEVC 의 작업 초안 (WD) 의 예는 [phenix.int-sudparis.eu/jct2/doc_end_user/documents/8_Valencia/wg11/JCT3V-H1002-v5.zip](http://phenix.int-evry.fr/jct2/doc_end_user/documents/8_Valencia/wg11/JCT3V-H1002-v5.zip) 로부터 입수가 가능하다. SHVC 로 명명된, HEVC 에 대한 스케일러블 확장은 또한, JCT-VC 에 의해 개발되었다. SHVC WD6 으로서 지칭된, SHVC 의 작업 초안 (WD) 의 예는 [phenix.int-sudparis.eu/jct/doc_end_user/documents/17_Valencia/wg11/JCTVC-Q1008-v2.zip](http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/17_Valencia/wg11/JCTVC-Q1008-v2.zip) 로부터 입수가 가능하다.
- [0047] HEVC 및 다른 비디오 코덱들에서, 비디오 프레임 또는 픽처는 루마 및 크로마 샘플들의 양자를 포함하는, 최대 코딩 유닛 (LCU) 들로서 또한 알려진 트리블록들의 시퀀스로 분할될 수도 있다. 비트스트림 내에서의 선택스 데이터는 픽셀들의 수의 측면에서 최대 코딩 유닛인 LCU 에 대한 크기를 정의할 수도 있다. 슬라이스는 코딩 순서에서 다수의 연속적인 트리블록들을 포함한다. 비디오 프레임 또는 픽처는 하나 이상의 슬라이스들로 파티셔닝될 수도 있다.
- [0048] HEVC 에서 인코딩된 CTU 를 생성하기 위하여 (즉, CTU 를 인코딩하기 위하여), 비디오 인코더 (20) 는 코딩 트리 블록들을 코딩 블록들, 이 때문에, 명칭 "코딩 트리 유닛들" 로 분할하기 위하여, CTU 의 코딩 트리 블록들에 대해 쿼드-트리 파티셔닝을 재귀적으로 수행할 수도 있다. 코딩 블록은 샘플들의 NxN 블록이다. CU 는 루마 샘플들의 코딩 블록과, 루마 샘플 어레이, Cb 샘플 어레이, 및 Cr 샘플 어레이를 가지는 픽처의 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 코딩 블록들, 그리고 코딩 블록들의 샘플들을 코딩하기 위하여 이용된 선택스 구조들일 수도 있다. 단색 픽처들, 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 가지는 픽처들에서는, CU 가 단일 코딩 블록과, 코딩 블록의 샘플들을 코딩하기 위하여 이용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다.
- [0049] 각각의 트리블록은 쿼드트리 데이터 구조에 따라 CU 들로 분할될 수도 있다. 일반적으로, 쿼드트리 데이터 구조는 CU 당 하나의 노드를 포함하고, 루트 노드 (root node) 는 트리블록에 대응한다. CU 가 4 개의 서브-CU 들로 분할될 경우, CU 에 대응하는 노드는 4 개의 리프 노드 (leaf node) 들을 포함하고, 이들의 각각은 서브-CU 들 중의 하나에 대응한다. 쿼드트리 데이터 구조의 각각의 노드는 대응하는 CU 에 대한 선택스 데이터를 제공할 수도 있다. 예를 들어, 쿼드트리에서의 노드는, 노드에 대응하는 CU 가 서브-CU 들로 분할되는지 여부를 표시하는 분할 플래그 (split flag) 를 포함할 수도 있다. CU 에 대한 선택스 엘리먼트들은 재귀적으로 정의될 수도 있고, CU 가 서브-CU 들로 분할되는지 여부에 종속될 수도 있다. CU 가 추가로 분할되지 않을 경우, 그것은 리프-CU 로서 지칭된다. 이 개시물에서는, 원래의 리프-CU 의 명시적 분할이 없더라도, 리프-CU 의 4 개의 서브-CU 들은 또한 리프-CU 들로서 지칭된다. 예를 들어, 16x16 크기에서의 CU 가 추가로 분할되지 않을 경우, 16x16 CU 가 결코 분할되지 않았지만, 4 개의 8x8 서브-CU 들이 또한 리프-CU 들로서 지칭된다.
- [0050] CU 가 크기 구분 (size distinction) 을 가지지 않는다는 것을 제외하고는, CU 는 H.264 표준의 매크로블록과 유사한 목적을 가진다. 예를 들어, 트리블록은 4 개의 자식 노드 (child node) 들 (또한 서브-CU 들로서 지칭됨) 로 분할될 수도 있고, 각각의 자식 노드는 궁극적으로 부모 노드 (parent node) 일 수도 있고, 또 다른 4 개의 자식 노드들로 분할될 수도 있다. 쿼드트리의 리프 노드로서 지칭된, 최종적인 분할되지 않은 자식 노드는 리프-CU 로서 또한 지칭된 코딩 노드를 포함한다. 코딩된 비트스트림과 연관된 선택스 데이터는 최대 CU 심도로서 지칭된, 트리블록이 분할될 수도 있는 최대 횟수를 정의할 수도 있고, 또한, 코딩 노드들의 최소 크기를 정의할 수도 있다. 따라서, 비트스트림은 또한, 최소 코딩 유닛 (SCU) 을 정의할 수도 있다. CU 의 크기는 코딩 노드의 크기에 대응하고, 형상에 있어서 일반적으로 정사각형이다. CU 의 크기는 8x8 픽셀들로부터, 최대 크기, 예컨대, 64x64 픽셀들 이상을 갖는 트리블록의 크기까지의 범위일 수도 있다.
- [0051] CU 는 코딩 노드와, 코딩 노드와 연관된 예측 유닛 (PU) 들 및 변환 유닛 (TU) 들을 포함한다. 각각의 CU 는 하나 이상의 PU 들 및 하나 이상의 TU 들을 포함할 수도 있다. CU 와 연관된 선택스 데이터는 예를 들어, 하나 이상의 PU 들로의 CU 의 파티셔닝을 설명할 수도 있다. CU 를 인코딩하는 것의 일부로서, 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 코딩 블록을 하나 이상의 예측 블록들로 파티셔닝할 수도 있다. 예측 블록은, 동일한 예측이 적용되는 샘플들의 직사각형 (즉, 정사각형 또는 비-정사각형) 블록일 수도 있다. CU 의 예측 유닛 (PU) 은 루마 샘플들의 예측 블록, 픽처의 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 예측 블록들, 및 예측 블록

샘플들을 예측하기 위하여 이용된 선택스 구조들일 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 각각의 PU 의 루마, Cb, 및 Cr 예측 블록들에 대한 예측 루마, Cb, 및 Cr 블록들을 생성할 수도 있다. 단색 픽처들, 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 가지는 픽처들에서는, PU 가 단일 예측 블록과, 예측 블록을 예측하기 위하여 이용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다.

[0052] 비디오 인코더 (20) 는 PU 에 대한 예측 블록들을 생성하기 위하여 인트라 예측 또는 인터 예측을 이용할 수도 있다. 각각의 CU 는 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드 중의 어느 것의 하나로 코딩된다. 비디오 인코더 (20) 가 인트라 예측을 이용하여 PU 의 예측 블록들을 생성하면, 비디오 인코더 (20) 는 PU 와 연관된 픽처의 디코딩된 샘플들에 기초하여 PU 의 예측 블록들을 생성할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 가 PU 의 예측 블록들을 생성하기 위하여 인터 예측을 이용할 경우, 비디오 인코더 (20) 는 PU 와 연관된 픽처 이외의 하나 이상의 픽처들의 디코딩된 샘플들에 기초하여 PU 의 예측 블록들을 생성할 수도 있다.

[0053] 파티셔닝 모드들은 CU 가 스킵 또는 직접 모드 인코딩되는지, 인트라-예측 모드 인코딩되는지, 또는 인터-예측 모드 인코딩되는지 여부의 사이에서 상이할 수도 있다. PU 들은 형상에 있어서 비-정사각형이 되도록 파티셔닝될 수도 있다.

[0054] 또한, 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 각각의 잔차 블록을 하나 이상의 변환 블록들로 분해할 수도 있다. 변환 블록은, 동일한 변환이 적용되는 샘플들의 직사각형 (정사각형 또는 비-정사각형) 블록일 수도 있다. CU 의 변환 유닛 (TU) 은 루마 샘플들의 변환 블록, 크로마 샘플들의 2 개의 대응하는 변환 블록들, 및 변환 블록 샘플들을 변환하기 위하여 이용된 선택스 구조들일 수도 있다. 이에 따라, CU 의 각각의 TU 는 루마 변환 블록, Cb 변환 블록, 및 Cr 변환 블록과 연관될 수도 있다. TU 와 연관된 루마 변환 블록은 CU 의 루마 잔차 블록의 서브-블록일 수도 있다. Cb 변환 블록은 CU 의 Cb 잔차 블록의 서브-블록일 수도 있다. Cr 변환 블록은 CU 의 Cr 잔차 블록의 서브-블록일 수도 있다. 단색 픽처들, 또는 3 개의 별도의 컬러 평면들을 가지는 픽처들에서는, TU 가 단일 변환 블록과, 변환 블록의 샘플들을 변환하기 위하여 이용된 선택스 구조들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 루마 및 크로마 컴포넌트들에 대한 동일한 CU 잔차 블록들은 상이한 방법들로 파티셔닝될 수도 있다.

[0055] CU 와 연관된 선택스 데이터는 또한, 예를 들어, 쿼드트리에 따른 하나 이상의 TU 들로의 CU 의 파티셔닝을 설명할 수도 있다. TU 는 형상에 있어서 정사각형 또는 비-정사각형 (예컨대, 직사각형) 일 수 있다. 이 개시물은 HEVC 의 맥락에서 CU, PU, 또는 TU 중의 임의의 것, 또는 다른 표준들의 맥락에서 유사한 데이터 구조들 (예컨대, H.264/AVC 에서의 매크로블록들 및 그 서브-블록들) 을 지칭하기 위하여 용어 "블록" 을 이용할 수도 있다.

[0056] HEVC 표준은 상이한 CU 들에 대해 상이할 수도 있는, TU 들에 따른 변환들을 허용한다. TU 들은 전형적으로, 파티셔닝된 LCU 에 대해 정의된 소정의 CU 내에서의 PU 들의 크기에 기초하여 크기가 정해지지만, 이것은 항상 그러하지는 않을 수도 있다. TU 들은 전형적으로 동일한 크기이거나 PU 들보다 더 작다. 일부 예들에서, CU 에 대응하는 잔차 샘플들은 "잔차 쿼드 트리" (RQT) 로서 알려진 쿼드트리 구조를 이용하여 더 작은 유닛들로 재분할될 수도 있다. RQT 의 리프 노드들은 변환 유닛 (TU) 들로서 지칭될 수도 있다. TU 들과 연관된 픽셀 차이 값들은 양자화될 수도 있는 변환 계수들을 생성하기 위하여 변환될 수도 있다.

[0057] 리프-CU 는 하나 이상의 PU 들을 포함할 수도 있다. 일반적으로, PU 는 대응하는 CU 의 전부 또는 부분에 대응하는 공간적인 영역을 표현하고, PU 에 대한 참조 샘플을 추출하고 및/또는 생성하기 위한 데이터를 포함할 수도 있다. 또한, PU 는 예측에 관련된 데이터를 포함한다. 예를 들어, PU 가 인트라-모드 인코딩될 때, PU 에 대한 데이터는 PU 에 대응하는 TU 에 대한 인트라-예측 모드를 설명하는 데이터를 포함할 수도 있는 RQT 내에 포함될 수도 있다. RQT 는 또한, 변환 트리로서 지칭될 수도 있다. 일부 예들에서, 인트라-예측 모드는 RQT 대신에, 리프-CU 선택스에서 시그널링될 수도 있다. 예로서, PU 가 인터-모드 인코딩될 때, PU 는 PU 에 대한 하나 이상의 모션 벡터들과 같은 모션 정보를 정의하는 데이터를 포함할 수도 있다. PU 에 대한 모션 벡터를 정의하는 데이터는 예를 들어, 모션 벡터의 수평 컴포넌트, 모션 벡터의 수직 컴포넌트, 모션 벡터에 대한 해상도 (예컨대, 1/4 픽셀 정밀도 또는 1/8 픽셀 정밀도), 모션 벡터가 지시하는 참조 픽처, 및/또는 모션 벡터에 대한 참조 픽처 리스트 (예컨대, List 0, List 1, 또는 List C) 를 설명할 수도 있다.

[0058] 하나 이상의 PU 들을 가지는 리프-CU 는 또한, 하나 이상의 TU 들을 포함할 수도 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 변환 유닛들은 RQT (또한, TU 쿼드트리 구조로서 지칭됨) 를 이용하여 특정될 수도 있다. 예를 들어, 분할 플래그는 리프-CU 가 4 개의 변환 유닛들로 분할되는지 여부를 표시할 수도 있다. 다음으로, 각각의 변환 유닛은 추가의 서브-TU 들로 추가로 분할될 수도 있다. TU 가 추가로 분할되지 않을 때, 그것은 리프-

TU로서 지칭될 수도 있다. 일반적으로, 인트라 코딩을 위하여, 리프-CU에 속하는 모든 리프-TU들은 동일한 인트라 예측 모드를 공유한다. 즉, 동일한 인트라-예측 모드는 리프-CU의 모든 TU들에 대한 예측된 값들을 계산하기 위하여 일반적으로 적용된다. 인트라 코딩을 위하여, 비디오 인코더는 TU에 대응하는 CU의 부분과 원래의 블록과의 사이의 차이로서, 인트라 예측 모드를 이용하여 각각의 리프-TU에 대한 잔차 값을 계산할 수도 있다. TU는 반드시 PU의 크기로 제한되는 것은 아니다. 이에 따라, TU들은 PU보다 더 크거나 더 작을 수도 있다. 인트라 코딩을 위하여, PU는 동일한 CU에 대한 대응하는 리프-TU와 공동위치(collocate)될 수도 있다. 일부 예들에서, 리프-TU의 최대 크기는 대응하는 리프-CU의 크기에 대응할 수도 있다.

[0059] 또한, 리프-CU들의 TU들은 또한, 위에서 언급된 바와 같이 RQT들 또는 변환 트리들로서 지칭된 개개의 쿼드트리 데이터 구조들과 연관될 수도 있다. 즉, 리프-CU는 리프-CU가 어떻게 TU들로 파티셔닝되는지를 표시하는 쿼드트리를 포함할 수도 있다. TU 쿼드트리의 루트 노드는 일반적으로 리프-CU에 대응하는 반면, CU 쿼드트리의 루트 노드는 일반적으로 트리블록에 대응한다. 분할되지 않은 RQT의 TU들은 리프-TU들로서 지칭된다. 일반적으로, 이와 다르게 언급되지 않으면, 이 개시물은 리프-CU 및 리프-TU를 각각 지칭하기 위하여 용어들 CU 및 TU를 이용한다.

[0060] 비디오 시퀀스는 전형적으로 일련의 비디오 프레임들 또는 픽처들을 포함한다. 픽처의 각각의 슬라이스는 개개의 슬라이스에 대한 인코딩 모드를 설명하는 슬라이스 선택스 데이터를 포함할 수도 있다. 비디오 인코더(20)는 전형적으로 비디오 데이터를 인코딩하기 위하여 개별적인 비디오 슬라이스들 내에서의 비디오 블록들에 대해 동작한다. 비디오 블록은 CU 내에서의 코딩 노드에 대응할 수도 있다. 비디오 블록들은 고정된 또는 변동되는 사이즈들을 가질 수도 있고, 특정된 코딩 표준에 따라 사이즈에 있어서 상이할 수도 있다.

[0061] 이 개시물에서, "NxN" 및 "N 바이 N"은 수직 및 수평 차원들의 측면에서의 비디오 블록의 픽셀 차원들, 예컨대, 16x16 픽셀들 또는 16 바이 16 픽셀들을 지칭하기 위하여 상호 교환가능하게 이용될 수도 있다. 일반적으로, 16x16 블록은 수직 방향에서의 16개의 픽셀들($y = 16$) 및 수평 방향에서의 16개의 픽셀들($x = 16$)을 가진다. 마찬가지로, NxN 블록은 일반적으로 수직 방향에서의 N개의 픽셀들 및 수평 방향에서의 N개의 픽셀들을 가지며, 여기서, N은 음이 아닌 정수 값을 나타낸다. 블록 내의 픽셀들은 행(row)들 및 열(column)들로 배치될 수도 있다. 또한, 블록들은 수직 방향에서와 동일한 수의 픽셀들을 수평 방향에서 반드시 가질 필요는 없다. 예를 들어, 블록들은 NxM 픽셀들을 포함할 수도 있으며, 여기서, M은 반드시 N과 동일하지는 않다.

[0062] CU의 PU들을 이용한 인트라-예측 또는 인터-예측 코딩에 후속하여, 비디오 인코더(20)는 CU의 TU들에 대한 잔차 데이터를 계산할 수도 있다. PU들은 공간 도메인(픽셀 도메인으로서 또한 지칭됨)에서 예측 픽셀 데이터를 생성하는 기법 또는 모드를 설명하는 선택스 데이터를 포함할 수도 있고, TU들은 변환, 예컨대, 이산 코사인 변환(DCT), 정수 변환, 웨이블릿 변환, 또는 개념적으로 유사한 변환의 잔차 비디오 데이터로의 적용에 후속하는 변환 도메인에서의 계수들을 포함할 수도 있다. 잔차 데이터는 인코딩되지 않은 픽처의 픽셀들과, PU들에 대응하는 예측 값들과의 사이의 픽셀 차이들에 대응할 수도 있다. 비디오 인코더(20)는 CU에 대한 잔차 데이터를 표현하는 양자화된 변환 계수들을 포함하기 위하여 TU들을 형성할 수도 있다. 즉, 비디오 인코더(20)는(잔차 블록의 형태로) 잔차 데이터를 계산할 수도 있고, 변환 계수들의 블록을 생성하기 위하여 잔차 블록을 변환할 수도 있고, 그 다음으로, 양자화된 변환 계수들을 형성하기 위하여 변환 계수들을 양자화할 수도 있다. 비디오 인코더(20)는 양자화된 변환 계수들 뿐만 아니라, 다른 선택스 정보(예컨대, TU에 대한 분할 정보)를 포함하는 TU를 형성할 수도 있다.

[0063] 위에서 언급된 바와 같이, 변환 계수들을 생성하기 위한 임의의 변환들의 적용에 후속하여, 비디오 인코더(20)는 변환 계수들의 양자화를 수행할 수도 있다. 양자화는 일반적으로, 계수들을 표현하기 위하여 이용된 데이터의 양을 아마도 감소시키기 위하여 변환 계수들이 양자화되어 추가의 압축을 제공하는 프로세스를 지칭한다. 양자화 프로세스는 계수들의 일부 또는 전부와 연관된 비트 심도(bit depth)를 감소시킬 수도 있다. 예를 들어, n-비트 값은 양자화 동안에 m-비트 값으로 버림(round down)될 수도 있으며, 여기서, n은 m보다 더 크다.

[0064] 양자화에 후속하여, 비디오 인코더(20)는 변환 계수들을 스캔하여, 양자화된 변환 계수들을 포함하는 2차원 행렬로부터 1차원 벡터를 생성할 수도 있다. 스캔은 더 높은 에너지(및 이에 따라, 더 낮은 주파수) 계수들을 어레이의 전방에 배치하고 더 낮은 에너지(및 이에 따라, 더 높은 주파수) 계수들을 어레이의 후방에 배치하도록 설계될 수도 있다. 일부 예들에서, 비디오 인코더(20)는 양자화된 변환 계수들을 스캔하여, 엔

트로피 인코딩될 수 있는 직렬화된 벡터를 생성하기 위하여 미리 정의된 스캔 순서를 사용할 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 적응적 스캔을 수행할 수도 있다. 1 차원 벡터를 형성하기 위하여 양자화된 변환 계수들을 스캔한 후, 비디오 인코더 (20) 는 예컨대, 컨텍스트 적응 가변 길이 코딩 (CAVLC), 컨텍스트 적응 이진 산술 코딩 (CABAC), 선택스-기반 컨텍스트-적응 이진 산술 코딩 (SBAC), 확률 간격 파티셔닝 엔트로피 (PIPE) 코딩, 또는 또 다른 엔트로피 인코딩 방법론에 따라, 1 차원 벡터에서 변환 계수들을 나타내는 선택스 엘리먼트들을 엔트로피 인코딩할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 또한, 비디오 데이터를 디코딩함에 있어서 비디오 디코더 (30) 에 의한 이용을 위한 인코딩된 비디오 데이터와 연관된 선택스 엘리먼트들을 엔트로피 인코딩할 수도 있다.

[0065] 일반적으로, 비디오 디코더 (30) 는 인코딩된 데이터를 디코딩하기 위하여 비디오 인코더 (20) 에 의해 수행된 것과, 유사하지만 상반적인 프로세스를 수행한다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 잔차 블록을 재현하기 위하여, 수신된 TU 의 변환 계수들을 역양자화하고 역변환한다. 비디오 디코더 (30) 는 예측된 블록을 형성하기 위하여 시그널링된 예측 모드 (인트라-예측 또는 인터-예측) 를 이용할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 원래의 블록을 재현하기 위하여 예측된 블록 및 잔차 블록을 (픽셀-바이-픽셀 (pixel-by-pixel) 에 기초하여) 조합할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 블록 경계들을 따라 시각적 아티팩트들을 감소시키기 위하여 디블록킹 프로세스를 수행하는 것과 같은 추가적인 프로세싱을 수행할 수도 있다. 또한, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 인코더 (20) 의 CABAC 인코딩 프로세스와 실질적으로 유사하지만, 상반적인 방식으로 CABAC 를 이용하여 선택스 엘리먼트들을 디코딩할 수도 있다.

[0066] 이전에 언급된 바와 같이, 비디오 인코더 (20) 는 DCT, 정수 변환, 웨이블렛 변환, 또는 개념적으로 유사한 변환을 잔차 비디오 데이터에 적용할 수도 있다. 이러한 분리가능한 변환들은 입력 신호의 대안적인 표현을 유도하는 프로세스를 표시할 수도 있다. N-포인트 벡터 $\mathbf{x} = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]^T$ 및 소정의 벡터들 $\{\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{M-1}\}$ 의 세트가 주어지면, \mathbf{x} 는 다음과 같이 공식화될 수 있는 $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{M-1}$ 의 선형 조합을 이용하여 근사화될 수 있거나 정확하게 표현될 수 있고,

[0067]
$$\hat{\mathbf{x}} = \sum_{i=0}^{M-1} f_i \cdot \phi_i$$

[0068] 여기서, $\hat{\mathbf{x}}$ 는 \mathbf{x} 의 근사화 또는 등가일 수 있고, 벡터 $\mathbf{f} = [f_0, f_1, \dots, f_{M-1}]$ 는 변환 계수 벡터로 칭해지고, $\{\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_{M-1}\}$ 은 변환 기저 벡터 (transform basis vector) 들이다.

[0069] 비디오 코딩의 시나리오에서, 변환 계수들은 대략적으로 비-상관될 수도 있거나 회박할 수도 있다. 예를 들어, 입력 벡터 \mathbf{x} 의 에너지는 몇몇 변환 계수들 상에 오직 밀집될 수도 있고, 나머지 대부분의 변환 계수들은 전형적으로 제로에 근접한다.

[0070] 특정 입력 데이터가 주어지면, 에너지 밀집의 측면에서의 최적의 변환은 소위 카루넨-루베 변환 (Karhunen-Loeve transform; KLT) 일 수도 있다. KLT 는 입력 데이터의 공분산 행렬의 고유벡터 (eigenvector) 들을 변환 기저 벡터들로서 이용한다. 그러므로, KLT 는 실제로 데이터-종속적 변환이고, 일반적인 수학적 공식을 가지지 않는다. 그러나, 제 1-차 정지 마코프 프로세스 (first-order stationary Markov process) 를 형성하는 입력 데이터와 같은 어떤 가정들 하에서는, 대응하는 KLT 가 실제로, Jain, A.K., A sinusoidal family of unitary transforms, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1, 356, 1979 에서 설명되는 유니터리 변환들의 정현파형 패밀리 (sinusoidal family) 의 일원이라는 것이 문헌에서 입증되었다. 유니터리 변환들의 정현파형 패밀리는 다음과 같이 공식화된 변환 기저 벡터들을 이용하여 변환들을 표시할 수도 있다:

[0071]
$$\phi_m(k) = A \cdot e^{ik\theta} + B \cdot e^{-ik\theta}$$

[0072] 위의 수학적식에서, e 는 2.71828 과 대략 동일한 자연 로그의 밑 (base) 이고, A , B , 및 θ 는 일반적으로 복소수이고, m 의 값에 종속된다. 추가적으로, 위의 수학적식에서, ϕ_m 은 벡터이고, $\phi_m(k)$ 은 벡터 ϕ_m 의 k 번째 컴포넌트를 표시하고, i 는 복소수의 허수부를 표시한다.

[0073] 이산 푸리에 변환, 코사인 변환, 및 사인 변환 (sine transform), 및 (제 1-차 정지 마코프 프로세스들에 대한) KLT 를 포함하는 몇몇 잘 알려진 변환들은 유니터리 변환들의 이 정현파형 패밀리의 일원들이다. S. A.

Martucci, "Symmetric convolution and the discrete sine and cosine transforms", IEEE Trans. Sig. Processing SP-42, 1038-1051 (1994) 에서 설명된 바와 같이, 완전한 DCT 및 이산 사인 변환 (DST) 패밀리는 상이한 타입들에 기초한 총 16 개의 변환들을 포함할 수도 있고, 상이한 타입들의 DCT 및 DST 의 완전한 정의가 이하에서 주어진다. 상이한 타입들은 A, B, 및 Θ 의 상이한 값들에 대응할 수도 있다.

[0074] 입력 N-포인트 벡터가 $x = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]^T$ 로서 나타내어지고, N-포인트 벡터는 행렬을 승산함으로써 $y = [y_0, y_1, \dots, y_{N-1}]^T$ 으로서 나타내어진 또 다른 N-포인트 변환 계수로 변환되는 것으로 가정한다. x 에서 y 로 변환하는 프로세스는 다음의 변환 공식들 중의 하나에 따라 추가로 예시될 수 있고, 여기서, k 는 0 으로부터 $N-1$ 까지의 범위이다:

[0075] DCT 타입-I (DCT-1):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-1}} \cos\left(\frac{\pi \cdot n \cdot k}{N-1}\right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n,$$

$$\text{여기서, } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = 0 \text{ 또는 } n = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases},$$

$$w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = 0 \text{ 또는 } k = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$$

[0076]

[0077] DCT 타입-II (DCT-2):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \cos\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot k}{N-1}\right) \cdot w_0 \cdot x_n,$$

$$\text{여기서, } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = 0 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$$

[0078]

[0079] DCT 타입-III (DCT-3):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \cos\left(\frac{\pi \cdot n \cdot (k+0.5)}{N}\right) \cdot w_0 \cdot x_n,$$

$$\text{여기서, } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = 0 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$$

[0080]

[0081] DCT 타입-IV (DCT-4):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \cos\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N}\right) \cdot x_n,$$

[0082]

[0083] DCT 타입-V (DCT-5):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos\left(\frac{\pi \cdot n \cdot k}{N-0.5}\right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n,$$

$$\text{여기서, } w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = 0 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = 0 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$$

[0084]

[0085] DCT 타입-VI (DCT-6):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot k}{N-0.5}\right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n,$$

[0086] 여기서, $w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = 0 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$

[0087] DCT 타입-VII (DCT-7):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos\left(\frac{\pi \cdot n \cdot (k+0.5)}{N-0.5}\right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n,$$

[0088] 여기서, $w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = 0 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$

[0089] DCT 타입-VIII (DCT-8):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \cos\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N+0.5}\right) \cdot x_n,$$

[0091] DST 타입-I (DST-1):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+1}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+1)}{N+1}\right) \cdot x_n,$$

[0093] DST 타입-II (DST-2):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+1)}{N}\right) \cdot w_0 \cdot x_n,$$

[0094] 여기서, $w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$

[0095] DST 타입-III (DST-3):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+0.5)}{N}\right) \cdot w_0 \cdot x_n,$$

[0096] 여기서, $w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$

[0097] DST 타입-IV (DST-4):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N}\right) \cdot x_n,$$

[0099] DST 타입-V (DST-5):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+1)}{N+0.5}\right) \cdot x_n,$$

[0101] DST 타입-VI (DST-6):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+1)}{N+0.5}\right) \cdot x_n,$$

[0102]

[0103] DST 타입-VII (DST-7):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N+0.5}} \sin\left(\frac{\pi \cdot (n+1) \cdot (k+0.5)}{N+0.5}\right) \cdot x_n,$$

[0105] DST 타입-VIII (DST-8):

$$y_k = \sum_{n=0}^{N-1} \sqrt{\frac{2}{N-0.5}} \cos\left(\frac{\pi \cdot (n+0.5) \cdot (k+0.5)}{N-0.5}\right) \cdot w_0 \cdot w_1 \cdot x_n,$$

[0106] 여기서, $w_0 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & n = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}, w_1 = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & k = N-1 \text{ 일 경우} \\ 1, & \text{그 외} \end{cases}$

[0107] DST 타입과 같은 변환 타입은 변환 기저 함수의 수학적 공식에 의해 특정될 수도 있다. 예를 들어, 4-포인트 DST-VII 및 8-포인트 DST-VII 은 N 의 값에 관계 없이, 동일한 변환 타입을 가진다.

[0108] 일반성의 손실 없이, 모든 위의 변환 타입들은 이하의 일반화된 공식을 이용하여 표현될 수도 있다:

$$y_m = \sum_{n=0}^{N-1} T_{m,n} \cdot x_n.$$

[0110] 위의 수학적식에서, T 는 하나의 어떤 변환의 정의, 예컨대, DCT 타입-I 내지 DCT 타입-VIII, 또는 DST 타입-I 내지 DST 타입-VIII 에 의해 특정될 수도 있는 변환 행렬이고, T 의 행 벡터 (row vector) 들, 예컨대, $[T_{i,0}, T_{i,1}, T_{i,2}, \dots, T_{i,N-1}]$ 는 그 i 번째 변환 기저 벡터들이다. N-포인트 입력 벡터에 대해 적용된 변환은 N-포인트 변환으로 칭해질 수도 있다.

[0111] 1-D 입력 데이터 x 에 대해 적용되는 위의 변환 공식들은 다음과 같이 행렬 승산 형태로 표현될 수 있다는 것이 주목된다:

$$y = T \cdot x$$

[0113] 위의 수학적식에서, T 는 변환 행렬을 표시하고, x 는 입력 데이터 벡터를 표시하고, y 는 출력 변환 계수들 벡터를 표시한다.

[0114] 이전의 섹션에서 도입된 변환들은 1-D 입력 데이터에 대해 적용될 수도 있고, 변환들은 또한, 2-D 입력 데이터 소스들에 대하여 확장될 수 있다. 다음의 논의에서, X 는 입력 MxN 데이터 어레이이다. 2-D 입력 데이터에 대해 변환을 적용하는 기법들은 분리가능한 그리고 비-분리가능한 2-D 변환들을 포함할 수도 있다.

[0115] 분리가능한 2-D 변환은 이하에서 공식화된 X 의 수평 및 수직 벡터들에 대한 1-D 변환들을 순차적으로 적용한다:

$$Y = C \cdot X \cdot R^T$$

[0117] 위의 수학적식에서, C 및 R 은 소정의 MxM 및 NxN 변환 행렬들을 각각 나타낸다. 공식으로부터, C 는 X 의 열 벡터 (column vector) 들에 대한 1-D 변환들을 적용하는 반면, R 은 X 의 행 벡터들에 대한 1-D 변환들을 적용하는 것을 알 수 있다. 이 문서의 더 이후의 파트에서는, 간략함을 위하여, C 및 R 은 좌측 (수직) 및 우측 (수평) 변환들로서 나타내어지고, 그것들은 양자 모두 변환 쌍을 형성한다. C 가 R 과 동일하고 직교 행렬인 경우들이 있다. 이러한 경우, 분리가능한 2-D 변환은 단지 하나의 변환 행렬에 의해 결정될 수도 있다.

[0118] 일부 예들에서, 비-분리가능한 2-D 변환은 다음의 수학적 맵핑을 적용함으로써, X 의 모든 엘리먼트들을 단일 벡터, 즉, X' 로 먼저 재편성할 수도 있다:

$$X'_{(i \cdot N + j)} = X_{i,j}$$

[0120] 그 다음으로, 1-D 변환 T' 은 이하에서와 같이 X' 에 대하여 적용될 수도 있다:

$$Y = T' \cdot X'$$

- [0122] 위의 수학식에서, T' 는 $(M \times N) \times (M \times N)$ 변환 행렬이다.
- [0123] 비디오 코딩에서는, 2-D 변환들이 1-D 변환과 비교하여 더 적은 동작 카운트들 (예컨대, 가산, 승산) 을 이용할 수도 있으므로, 분리가능한 2-D 변환들이 적용될 수도 있다.
- [0124] H.264/AVC 와 같은 기존의 비디오 코덱들에서는, 4-포인트 및 8-포인트 DCT 타입-II 의 정수 근사화가 양자의 인트라 및 인터 예측 잔차에 대하여 적용된다. 다시 말해서, 비디오 코더는 4-포인트 및 8-포인트 DCT 타입-II 의 정수 근사화를 인트라 또는 인터 예측을 이용하여 생성된 잔차 블록들에 적용할 수도 있다. 잔차 샘플들의 다양한 통계들을 더 양호하게 수용하기 위하여, DCT 타입-II 이외의 더 신축성 있는 타입들의 변환들이 차세대 비디오 코덱에서 사용된다. 예를 들어, HEVC 에서, 4-포인트 타입-VII DST 의 정수 근사화는 인트라 예측 잔차에 대하여 사용될 수도 있다. J. Han, A. Saxena 및 K. Rose, "Towards jointly optimal spatial prediction and adaptive transform in video/image coding" IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), March 2010, pp. 726-729 에서 설명된 바와 같이, HEVC 에서 이용된 DST 타입-VII 은 인트라 예측 방향들을 따라 생성된 잔차들 벡터들에 대하여 DCT 타입-II 보다 더 효율적이라는 것이 이론적으로 증명되고 실험적으로 유효성검사되는 양자가 행해졌다. 예를 들어, DST 타입-VII 은 수평 인트라 예측 방향에 의해 생성된 행 잔차 벡터들에 대하여 DCT 타입-II 보다 더 효율적이다. HEVC 에서, 4-포인트 DST 타입-VII 의 정수 근사화는 오직 4×4 루마 인트라 예측 잔차 블록들에 대하여 적용된다. HEVC 에서 이용된 4-포인트 DST-VII 은 이하에서 도시되어 있다:
- [0125] 4×4 DST-VII:
- $$\begin{aligned} &\{29, 55, 74, 84\} \\ &\{74, 74, 0, -74\} \\ &\{84, -29, -74, 55\} \\ &\{55, -84, 74, -29\} \end{aligned}$$
- [0126]
- [0127] HEVC 에서는, 4×4 루마 인트라 예측 잔차 블록들이 아닌 잔차 블록들에 대하여, 4-포인트, 8-포인트, 16-포인트, 및 32-포인트 DCT 타입-II 의 정수 근사화들이 또한, 이하에서 도시된 바와 같이 적용될 수도 있다:
- [0128] 4-포인트 DCT-II:
- $$\begin{aligned} &\{64, 64, 64, 64\} \\ &\{83, 36, -36, -83\} \\ &\{64, -64, -64, 64\} \\ &\{36, -83, 83, -36\} \end{aligned}$$
- [0129]
- [0130] 8-포인트 DCT-II:
- $$\begin{aligned} &\{64, 64, 64, 64, 64, 64, 64, 64\} \\ &\{89, 75, 50, 18, -18, -50, -75, -89\} \\ &\{83, 36, -36, -83, -83, -36, 36, 83\} \\ &\{75, -18, -89, -50, 50, 89, 18, -75\} \\ &\{64, -64, -64, 64, 64, -64, -64, 64\} \\ &\{50, -89, 18, 75, -75, -18, 89, -50\} \end{aligned}$$
- [0131]
- $$\begin{aligned} &\{36, -83, 83, -36, -36, 83, -83, 36\} \\ &\{18, -50, 75, -89, 89, -75, 50, -18\} \end{aligned}$$
- [0132]

{88,67,31,-13,-54,-82,-90,-78,-46,-4,38,73,90,85,61,22,-22,-61,-85,-90,-73,-
38,4,46,78,90,82,54,13,-31,-67,-88}
{87,57,9,-43,-80,-90,-70,-25,25,70,90,80,43,-9,-57,-87,-87,-57,-9,43,80,90,70,25,-25,-
70,-90,-80,-43,9,57,87}
{85,46,-13,-67,-90,-73,-22,38,82,88,54,-4,-61,-90,-78,-31,31,78,90,61,4,-54,-88,-82,-
38,22,73,90,67,13,-46,-85}
{83,36,-36,-83,-83,-36,36,83,83,36,-36,-83,-83,-36,36,83,83,36,-36,-83,-83,-
36,36,83,83,36,-36,-83,-83,-36,36,83}
{82,22,-54,-90,-61,13,78,85,31,-46,-90,-67,4,73,88,38,-38,-88,-73,-4,67,90,46,-31,-85,-
78,-13,61,90,54,-22,-82}
{80,9,-70,-87,-25,57,90,43,-43,-90,-57,25,87,70,-9,-80,-80,-9,70,87,25,-57,-90,-
43,43,90,57,-25,-87,-70,9,80}
{78,-4,-82,-73,13,85,67,-22,-88,-61,31,90,54,-38,-90,-46,46,90,38,-54,-90,-
31,61,88,22,-67,-85,-13,73,82,4,-78}
{75,-18,-89,-50,50,89,18,-75,-75,18,89,50,-50,-89,-18,75,75,-18,-89,-50,50,89,18,-75,-
75,18,89,50,-50,-89,-18,75}
{73,-31,-90,-22,78,67,-38,-90,-13,82,61,-46,-88,-4,85,54,-54,-85,4,88,46,-61,-
82,13,90,38,-67,-78,22,90,31,-73}
{70,-43,-87,9,90,25,-80,-57,57,80,-25,-90,-9,87,43,-70,-70,43,87,-9,-90,-25,80,57,-57,-
80,25,90,9,-87,-43,70}
{67,-54,-78,38,85,-22,-90,4,90,13,-88,-31,82,46,-73,-61,61,73,-46,-82,31,88,-13,-90,-
4,90,22,-85,-38,78,54,-67}
{64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-
64,64,64,-64,-64,64,64,-64,-64,64}
{61,-73,-46,82,31,-88,-13,90,-4,-90,22,85,-38,-78,54,67,-67,-54,78,38,-85,-22,90,4,-
90,13,88,-31,-82,46,73,-61}
{57,-80,-25,90,-9,-87,43,70,-70,-43,87,9,-90,25,80,-57,-57,80,25,-90,9,87,-43,-
70,70,43,-87,-9,90,-25,-80,57}
{54,-85,-4,88,-46,-61,82,13,-90,38,67,-78,-22,90,-31,-73,73,31,-90,22,78,-67,-38,90,-
13,-82,61,46,-88,4,85,-54}
{50,-89,18,75,-75,-18,89,-50,-50,89,-18,-75,75,18,-89,50,50,-89,18,75,-75,-18,89,-50,-
50,89,-18,-75,75,18,-89,50}
{46,-90,38,54,-90,31,61,-88,22,67,-85,13,73,-82,4,78,-78,-4,82,-73,-13,85,-67,-22,88,-
61,-31,90,-54,-38,90,-46}

[0137]

{43,-90,57,25,-87,70,9,-80,80,-9,-70,87,-25,-57,90,-43,-43,90,-57,-25,87,-70,-9,80,-80,9,70,-87,25,57,-90,43}
 {38,-88,73,-4,-67,90,-46,-31,85,-78,13,61,-90,54,22,-82,82,-22,-54,90,-61,-13,78,-85,31,46,-90,67,4,-73,88,-38}
 {36,-83,83,-36,-36,83,-83,36,36,-83,83,-36,-36,83,-83,36,36,-83,83,-36,-36,83,-83,36,36,-83,83,-36,-36,83,-83,36}
 {31,-78,90,-61,4,54,-88,82,-38,-22,73,-90,67,-13,-46,85,-85,46,13,-67,90,-73,22,38,-82,88,-54,-4,61,-90,78,-31}
 {25,-70,90,-80,43,9,-57,87,-87,57,-9,-43,80,-90,70,-25,-25,70,-90,80,-43,-9,57,-87,87,-57,9,43,-80,90,-70,25}
 {22,-61,85,-90,73,-38,-4,46,-78,90,-82,54,-13,-31,67,-88,88,-67,31,13,-54,82,-90,78,-46,4,38,-73,90,-85,61,-22}
 {18,-50,75,-89,89,-75,50,-18,-18,50,-75,89,-89,75,-50,18,18,-50,75,-89,89,-75,50,-18,-18,50,-75,89,-89,75,-50,18}
 {13,-38,61,-78,88,-90,85,-73,54,-31,4,22,-46,67,-82,90,-90,82,-67,46,-22,-4,31,-54,73,-85,90,-88,78,-61,38,-13}
 {9,-25,43,-57,70,-80,87,-90,90,-87,80,-70,57,-43,25,-9,-9,25,-43,57,-70,80,-87,90,-90,87,-80,70,-57,43,-25,9}
 {4,-13,22,-31,38,-46,54,-61,67,-73,78,-82,85,-88,90,-90,90,-90,88,-85,82,-78,73,-67,61,-54,46,-38,31,-22,13,-4}

[0138]

[0139]

<http://www.hhi.fraunhofer.de/fields-of-competence/image-processing/research-groups/image-video-coding/hevc-high-efficiency-video-coding/transform-coding-using-the-residual-quadtree-rqt.html> 에서 설명된 바와 같이, 잔차 블록들의 다양한 특성들에 대해 적응시키기 위하여, 잔차 쿼드트리 (RQT) 를 이용하는 변환 코딩 구조가 HEVC 에서 적용될 수도 있다. 위에서 간단하게 설명된 바와 같이, 각각의 픽처는 코딩 트리 유닛 (CTU) 들로 분할될 수 있다. CTU 들은 특정 타일 또는 슬라이스에 대한 래스터 스캔 순서로 코딩될 수도 있다. CTU 크기는 8x8 로부터 64x64 까지의 루마 샘플들의 범위일 수도 있지만, 64x64 가 전형적으로 이용된다. 각각의 CTU 는 CU 들로 칭해진 더 작은 정사각형 블록들로 추가로 분할될 수도 있다. CTU 가 CU 들로 재귀적으로 분할된 후, 각각의 CU 는 하나 이상의 PU 들 및 하나 이상의 TU 들로 추가로 분할될 수도 있다. TU 들로의 CU 의 파티셔닝은 쿼드트리 접근법에 기초하여 재귀적으로 수행될 수도 있다. 그러므로, 각각의 CU 의 잔차 신호는 트리 구조, 즉, 잔차 쿼드트리 (RQT) 에 의해 코딩된다.

[0140]

RQT 는 TU 크기들 4x4 로부터 32x32 까지의 루마 샘플들을 허용한다. 도 2 는 CU 가 글자들 a 내지 j 로 라벨링된 10 개의 TU 들을 포함하는 예, 및 대응하는 블록 파티셔닝을 도시한다. RQT 의 각각의 노드는 실제로 TU 일 수도 있다. 개별적인 TU 들은 심도-우선 횡단 (depth-first traversal) 을 갖는 재귀적 Z-스캔을 따르는, 알파벳 순서로서 도 2 에서 예시되어 있는 심도-우선 트리 횡단 순서로 프로세싱될 수도 있다. 쿼드트리 접근법은 잔차 신호의 변동되는 공간-주파수 특성들로의 변환의 적응을 가능하게 할 수도 있다. 전형적으로, 더 큰 공간적 지원을 가지는 더 큰 변환 블록 크기들은 더 양호한 주파수 분해능을 제공한다. 그러나, 더 작은 공간적 지원을 가지는 더 작은 변환 블록 크기들은 더 양호한 공간적 분해능을 제공한다. 2 개의 공간적 및 주파수 분해능들 사이의 절충은 인코더 모드 판정에 의해 선택될 수도 있다. 예를 들어, 더 큰 또는 더 작은 변환 블록 크기들의 선택은 레이트-왜곡 최적화 기법에 기초할 수도 있다. 레이트-왜곡 최적화 기법은 코딩 비트들의 가중화된 합 및 각각의 코딩 모드 (예컨대, 특정 RQT 분할 구조) 에 대한 복원 왜곡, 예컨대, 레이트-왜곡 비용을 계산할 수도 있다. 추가적으로, 레이트-왜곡 최적화 기법은 최소 레이트 왜곡 비용을 갖는 코딩 모드를 최상의 모드로서 선택할 수도 있다.

[0141]

3 개의 파라미터들이 RQT 에서 정의될 수도 있다: RQT 의 최대 심도, RQT 의 최소 허용된 변환 크기, 및 최대 허용된 변환 크기. 최소 및 최대 변환 크기들은 4x4 로부터 32x32 까지의 샘플들의 범위 내에서 변동될 수도 있고, 이것은 이전의 단락에서 언급된 지원된 블록 변환들에 대응할 수도 있다. RQT 의 최대 허용된 심도는 TU 들의 수를 한정할 수도 있다. 제로와 동일한 최대 심도는, 각각의 포함된 변환 블록 (TB) 이 최대 허용된 변환 크기, 예컨대, 32x32 에 도달할 경우에, 코딩 블록 (CB) 이 더 이상 분할될 수 없다는 것을 의미할 수도 있다.

- [0142] 3 개의 파라미터들의 각각은 RQT 구조와 상호작용하고 RQT 구조에 영향을 준다. 루트 CB 크기가 64x64 이고, 최대 심도가 제로와 동일하고, 최대 변환 크기가 32x32 와 동일한 경우를 고려한다. 이 경우, CB 는 적어도 한 번 파티셔닝될 수도 있는데, 이것은 그렇지 않을 경우에, 그것이 허용되지 않을 수도 있는 64x64 TB 에 이를 것이기 때문이다. RQT 파라미터들, 예컨대, 최대 RQT 심도, 최소 및 최대 변환 크기는 시퀀스 파라미터 세트 레벨에서 비트스트림에서 송신될 수도 있다. RQT 심도에 관하여, 상이한 값들이 인트라 및 인터 코딩된 CU 들에 대하여 특정될 수도 있고 시그널링될 수도 있다.
- [0143] 쿼드트리 변환은 양자의 인트라 및 인터 잔차 블록들에 대하여 적용될 수도 있다. 현재의 잔차 쿼드트리 파티션과 동일한 크기의 DCT-II 변환이 잔차 블록에 대하여 적용될 수도 있다. 그러나, 현재의 잔차 쿼드트리 블록이 4x4 이고 인트라 예측에 의해 생성될 경우, 위의 4x4 DST-VII 변환이 적용될 수도 있다. HEVC 에서, 더 큰 크기의 변환들, 예컨대, 64x64 변환은 주로 그 제한된 장점, 및 상대적으로 더 작은 해상도 비디오들에 대한 상대적으로 높은 복잡도로 인해 채택되지 않는다.
- [0144] DST 타입-VII 이 기존의 DCT 타입-II 와 비교하여 인트라 코딩 효율을 효율적으로 개선시킬 수도 있다는 사실에도 불구하고, 예측 잔차들이 다양한 통계들을 제시하므로, 변환 효율은 상대적으로 제한될 수도 있고, DCT 타입-II 및 DST 타입-VII 의 고정된 사용량은 모든 가능한 경우들에 대해 효율적으로 적응시키지 않을 수도 있다.
- [0145] Lim 등, "Rate-distortion optimized adaptive transform coding", Opt. Eng., vol. 48, no. 8, pp. 087004-1-087004-14, Aug. 2009 에서 설명된 바와 같이, 변환 방식은 DCT 또는 DST 변환이 예측 잔차에 대하여 이용되는지 여부가 시그널링되는 각각의 블록에 대하여, 예측 잔차에 대한 DCT 또는 DST 의 정수 버전을 적응적으로 채용한다. Proc. 15th IEEE Int. Conf. Image Process., Oct. 2008, pp. 2116-2119 에서의 Y. Ye 및 M. Karczewicz, "Improved H.264 intra coding based on bidirectional intra prediction, directional transform, and adaptive coefficient scanning" 에서 설명된 바와 같이, 각각의 인트라 예측 모드는 KLT 쌍으로서 미리 정의된, 변환들의 고유한 쌍 (예컨대, C 및 R) 에 맵핑될 수 있어서, 모드 종속적 변환 (mode dependent transform; MDDT) 이 적용된다. 이러한 방식으로, 상이한 KLT 들은 상이한 인트라 예측 모드들에 대하여 이용될 수도 있다. 그러나, 어느 변환을 이용할 것인지는 미리 정의되고, 인트라 예측 모드에 대해 종속적이다.
- [0146] 그러나, X. Zhao 등, "Video coding with rate-distortion optimized transform", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 22, no. 1, pp. 138-151, Jan. 2012 에서 설명된 바와 같이, 더 많은 변환들이 이용될 수도 있고, 이러한 예들은 오프-라인 트레이닝 프로세스로부터 유도되는 변환 후보들의 미리 정의된 세트로부터의 변환들에 대한 인덱스를 명시적으로 시그널링할 수도 있다 (예컨대, 인덱스를 표시하는 데이터를 인코딩함). MDDT 와 유사하게, 이러한 예들에서, 각각의 인트라 예측 방향은 변환들의 쌍들의 그 고유한 세트를 가질 수도 있다. 인덱스는 어느 변환 쌍이 세트로부터 선택되는지를 특정하기 위하여 시그널링될 수도 있다. 예를 들어, 최소 블록 크기들 4x4 에 대하여 4 개에 이르는 수직 KLT 들 및 4 개에 이르는 수평 KLT 들이 있을 수도 있다. 그러므로, 이 예에서는, 16 개의 조합들이 선택될 수도 있다. 더 큰 블록 크기들에 대하여, 더 작은 수의 조합들이 이용될 수도 있다. 이 개시물에서 제안된 기법들은 양자의 인트라 및 인터 예측 잔차에 적용할 수도 있다. 이 개시물에서, 인트라 예측 잔차는 인트라 예측을 이용하여 생성된 잔차 데이터를 지칭한다. 또한, 이 개시물에서, 인터 예측 잔차는 인터 예측을 이용하여 생성된 잔차 데이터를 지칭한다. 인터 예측 잔차에 대하여, KLT 들의 16 개에 이르는 조합들이 선택될 수도 있고, 조합들 (4x4 에 대한 4 개 및 8x8 에 대한 16 개) 중의 하나에 대한 인덱스는 각각의 블록에 대하여 시그널링될 수도 있다.
- [0147] Saxena 등, "DCT/DST-based transform coding for intra prediction in image/video coding", IEEE Trans. Image Processing, 및 Yeo 등, "Mode-dependent transforms for coding directional intra prediction residuals", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 22, no. 4, pp. 545-554, 2012 에서 설명된 바와 같이, 다수의 변환들이 이용될 수도 있다. 그러나, 이러한 예들에서는, (트레이닝될 수도 있는) KLT 들을 이용하는 대신에, DCT (DCT-II) 또는 DST (DST-VII) 의 어느 하나는 (동일한 양자의 좌측 및 우측 변환들을 갖는) 변환 유닛에 대하여 이용될 수도 있고, 어느 것이 이용되어야 하는지는 시그널링된 플래그에 의해 결정된다.
- [0148] 또한, Zou 등, "Rate-Distortion Optimized Transforms Based on the Lloyd-Type Algorithm for Intra Block Coding", IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, Volume:7, Issue: 6, Nov. 2013 에서 설명된 바와 같이, 몇몇 미리 정의된 KLT 쌍들이 이용되고, 변환 쌍에 대한 인덱스는 코딩 유닛에 대하여 (유도되는 대신에) 시그널링될 수도 있어서, CU 의 각각의 TU 는 동일한 쌍의 변환들을 이용한다.

- [0149] An 등, "Non-CE7: Boundary-Dependent Transform for Inter-Predicted Residue", JCTVC-G281 에서 설명된 바와 같이, 다수의 변환들은 CU 내에서의 그 로케이션들에 따라 TU 들의 인터 예측된 잔차에 대하여 선택될 수도 있다. 양자의 C 및 R 변환들은 DST-VII 및 DST-VII 의 플립된 버전 (flipped version) 으로부터 선택될 수도 있다. 그러므로, 4 개에 이르는 조합들이 CU 내에서의 TU 들에 대하여 가능할 수도 있다. 그러나, 조합이 PU 들의 로케이션에 의해 완전히 결정될 수도 있으므로, 어느 조합이 이용되고 있는지를 시그널링하기 위한 필요성이 없을 수도 있다.
- [0150] 2015 년 3 월 23 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/137,038 호, 2015 년 1 월 26 일자로 출원된 미국 가출원 제 62/107,996 호, 및 2016 년 1 월 25 일자로 출원된 미국 특허 출원 제 15/005,736 호에서는, 향상된 다수 변환들 (Enhanced Multiple Transforms; EMT) 기법이 양자의 인트라 및 인터 예측 잔차에 대하여 제안된다. EMT 에서, CU-레벨 플러그는 오직 기존의 DCT-2 또는 다른 비-DCT2 타입 변환들이 이용되는지 여부를 표시하기 위하여 시그널링될 수도 있다. CU-레벨이 1 로서 시그널링될 경우, 2-비트 TU-레벨 인덱스는 변환 서브세트로부터의 어느 수평/수직 변환이 현재의 TU 에 대하여 이용되는지를 표시하기 위하여 현재의 CU 내부의 각각의 TU 에 대하여 추가로 시그널링될 수도 있다. 변환 서브세트는 DST-VII, DCT-VIII, DCT-V, 및 DST-I 로부터 선택된 2 개의 변환들을 포함할 수도 있고, 선택은 인트라 예측 모드, 및 그것이 수평 또는 수직 변환 서브세트인지 여부에 기초할 수도 있다.
- [0151] 도 3a 는 비디오 인코더 (20) 와 같은 비디오 인코더에서의 일 예의 변환 프로세스의 예시도이다. 도 3b 는 비디오 디코더 (30) 와 같은 비디오 디코더에서의 일 예의 변환 프로세스의 예시도이다. 도 3a 의 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 순방향 1 차 변환 (40) (fwdT), 그 다음으로, 2 차 변환 (41) (fwdR), 그 다음으로, 순방향 양자화 (42) (fwdQua) 를 적용한다. 도 3b 의 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 역양자화 (43) (invQ), 그 다음으로, 역 2 차 변환 (44) (invR), 그 다음으로, 역 1 차 변환 (45) (invTran) 을 적용한다. 순방향 1 차 변환 (40) 은 잔차 샘플들을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인에서의 변환 계수들로 변환할 수도 있다. 역 1 차 변환 (43) 은 주파수 도메인에서의 변환 계수들을 픽셀 도메인에서의 잔차 샘플들로 변환할 수도 있다.
- [0152] 2 차 변환 (41) 은 변환 계수들의 더 양호한 에너지 밀집을 위하여 이용될 수도 있다. 도 3a 및 도 3b 에서 예시된 바와 같이, 2 차 변환 (41) 은 제 1 변환 프로세스로부터 유도된 변환 계수들에 대해 또 다른 변환을 적용할 수도 있다.
- [0153] E. Alshina, A. Alshin, F. Fernandes, A. Saxena, V. Seregin, Z. Ma, W.-J. Han (Samsung), "CE7: Experimental results of ROT by Samsung" ITU-T SG16 WP3 및 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 의 비디오 코딩에 관한 공동 협력 팀 (JCT-VC), JCTVC-E380, Geneva, CH, 16-23 March, 2011 에서 설명된 바와 같이, 2 차 변환은 회전 변환 (rotational transform; ROT) 일 수도 있다. ROT 는 1 차 변환을 대체하지 않는다. 그러나, ROT 는 변환 계수들 행렬의 오직 저주파수 파트에 대한 2 차 변환으로서 적용된다. 위에서 설명된 바와 같은 ROT 로, 각각의 인트라 코딩된 TU 에 대하여, 어느 ROT 가 4 개의 미리 정의된 변환 계수들로부터 적용되는지를 표시하는 인덱스가 시그널링된다. 4x4 2 차 변환은 4x4 인트라 코딩된 TU 들에 대하여 적용되는 반면, 8x8 2 차 변환은 8x8 및 더 큰 인트라 코딩된 TU 들에 대하여 적용된다. 예를 들어, 예에서, 2 차 변환은 다음과 같이 특정될 수도 있다.

$$R_{\text{vertical}}(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = \begin{pmatrix} \cos\alpha_1\cos\alpha_3 - \sin\alpha_1\cos\alpha_2\sin\alpha_3 & -\sin\alpha_1\cos\alpha_3 - \cos\alpha_1\cos\alpha_2\sin\alpha_3 & \sin\alpha_1\sin\alpha_3 & 0 \\ \cos\alpha_1\sin\alpha_3 + \sin\alpha_1\cos\alpha_2\cos\alpha_3 & -\sin\alpha_1\sin\alpha_3 + \cos\alpha_1\cos\alpha_2\cos\alpha_3 & -\sin\alpha_1\cos\alpha_3 & 0 \\ \sin\alpha_1\sin\alpha_2 & \cos\alpha_1\sin\alpha_2 & \cos\alpha_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$R_{\text{horizontal}}(\alpha_4, \alpha_5, \alpha_6) = \begin{pmatrix} \cos\alpha_4\cos\alpha_6 - \sin\alpha_4\cos\alpha_5\sin\alpha_6 & -\sin\alpha_4\cos\alpha_6 - \cos\alpha_4\cos\alpha_5\sin\alpha_6 & \sin\alpha_4\sin\alpha_6 & 0 \\ \cos\alpha_4\sin\alpha_6 + \sin\alpha_4\cos\alpha_5\cos\alpha_6 & -\sin\alpha_4\sin\alpha_6 + \cos\alpha_4\cos\alpha_5\cos\alpha_6 & -\sin\alpha_4\cos\alpha_6 & 0 \\ \sin\alpha_4\sin\alpha_5 & \cos\alpha_4\sin\alpha_5 & \cos\alpha_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- [0154]
- [0155] 위에서 예시된 4 개의 변환 후보들에서, 하나의 후보는 2 차 변환을 적용하지 않는 것에 대응하고, 다른 3 개의 후보들은 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_6$ 의 3 개의 상이한 설정들에 의해 생성된 R_{vertical} 및 $R_{\text{horizontal}}$ 에 대응한다. 더 상세한 설명은 K. McCann, W.-J. Han, I.-K. Kim, J.-H. Min, E. Alshina, A. Alshin, T. Lee, J. Chen, V. Seregin, S. Lee, Y.-M. Hong, M.-S. Cheon, N. Shlyakhov, "Video coding technology proposal by Samsung

(and BBC)" ITU-T SG16 WP3 및 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 의 비디오 코딩에 관한 공동 협력 팀 (JCT-VC), JCTVC-A124, Dresden, Germany, 15-23 April, 2010 에서 발견될 수 있다.

[0156] 도 4 는 비디오 디코더 (30) 와 같은 비디오 디코더에 의해 적용된 일 예의 ROT 의 예시도이다. 도 4 의 예에서, 비디오 디코더는 4x4 로부터 32x32 까지의 크기에서의 범위인 변환 계수 블록들 (62) 에 대해 역양자화 (60) (Inv Q) 를 수행한다. 또한, 도 4 의 예에서, 비디오 디코더는 역 ROT (64) (Inv ROT) 를 변환 계수들 행렬들의 오직 저주파수 파트에 대한 2 차 변환으로서 적용한다. 예를 들어, 도 4 의 예에서 도시된 바와 같이, 4x4 및 8x8 변환 계수 행렬들의 모든 변환 계수들은 변환 계수 행렬들의 저주파수 파트들에 있는 것으로 고려될 수도 있다. 그러나, 도 4 에서 도시된 바와 같이, 16x16 및 32x32 변환 계수 행렬들의 상부 좌측 8x8 서브-블록들에서의 변환 계수들은 오직 변환 계수 행렬들의 저주파수 파트들에 있는 것으로 고려된다. 또한, 도 4 의 예에서, 비디오 디코더는 변환 계수 행렬들을 잔차 블록들로 변환하기 위하여 역 DCT 변환 (66) (Inv DCT 변환) 을 변환 계수 행렬들에 적용한다. 도 4 의 예에서는, 역 DCT 변환 (66) 을 16x16 및 32x32 변환 계수 행렬들에 적용하기 이전에, 비디오 디코더는 16x16 및 32x32 변환 계수 행렬들의 상부 좌측 8x8 서브-블록들을 역 ROT (64) 의 적용에 의해 생성된 대응하는 8x8 변환 계수 행렬들로 대체할 수도 있다.

[0157] E. Alshina, A. Alshin, J.-H. Min, K. Choi, A. Saxena, M. Budagavi, "Known tools performance investigation for next generation video coding", ITU-T SG16 Doc. VCEG-AZ05, Jun. 2015 에서 설명된 바와 같이, ROT 는 오직 저주파수 파트가 아니라, 전체 TU 로 확장될 수도 있다. 더 구체적으로, 3 개의 4x4 분리가능한 2 차 변환 후보들이 미리 정의될 수도 있고, 선택된 하나는 CU-레벨에서의 2 비트 인덱스로 명시적으로 시그널링될 수도 있다. 2-비트 인덱스는 ROT 인덱스로서 본원에서 지칭될 수도 있다. 하나의 예에서, ROT 인덱스가 0 일 때, 2 차 변환이 적용되지 않는다. 그러나, 이 예에서, ROT 인덱스가 1, 2, 및 3 일 때, 3 개의 미리 정의된 2 차 변환 후보들 중의 하나에 대응하는 2 차 변환은 현재의 CU 내부의 매 TU 에 대하여 적용될 수도 있다. 선택된 2 차 변환이 주어지면, 현재의 TU 의 매 4x4 서브-블록에 대하여, 2 차 4x4 분리가능한 2 차 변환이 적용될 수도 있다.

[0158] 2 차 변환들의 설계는 분리가능한 변환을 2 차 변환으로서 적용할 수도 있다. 그러나, 비-분리가능한 변환이 2-D 이미지 블록들에 대한 더 우수한 코딩 이득을 제공할 수도 있으므로, 2 차 변환 효율이 개선될 수도 있다. 상이하게 말하면, 비디오 코딩의 시나리오에서는, 입력 벡터 x 의 에너지가 오직 약간의 변환 계수들 상에서 밀집될 수도 있고, 나머지 대부분의 변환 계수들이 전형적으로 0 에 근접할 수도 있도록, 변환 계수들은 대략적으로 비-상관되고 희박할 수도 있다. 예에서, 비-분리가능한 변환인 KLT 는 그것이 계수들을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 단지 변환하는 것이 아니라, 입력 데이터의 공분산 행렬의 고유벡터들을 변환기저 벡터들로서 이용하므로, 최적의 에너지 밀집을 가질 수도 있다.

[0159] 더 구체적으로, 분리가능한 변환들은 수평 및/또는 수직 방향들을 따라 픽셀 상관을 캡처할 수도 있다. 대조적으로, 비-분리가능한 변환들은 2-차원 이미지 블록에서의 임의의 쌍의 2 개의 픽셀들 사이에서의 상관을 캡처할 수도 있다. 그러므로, 비-분리가능한 변환들은 분리가능한 변환들보다 데이터 상관을 감소시키기 위한 더 많은 신축성을 가질 수도 있다. 예를 들어, 비-수평 또는 비-수직 방향들, 예컨대, 45-도 에지 텍스처 (edge texture) 를 따라 상관을 보이는 이미지 블록들에 대하여, 분리가능한 변환들은 45-도 방향을 따라 픽셀들 사이의 상관을 감소시키기 위하여 효율적이지 않을 수도 있지만, 비-분리가능함은 상관을 효율적으로 감소시킬 수도 있다.

[0160] 위에서 논의된 문제들을 고려하여, 다음의 기법들이 제안된다. 이하에서 설명된 개시물의 기법들은 미국 특허 출원 제 15/006,994 호 및 미국 가출원 제 62/108,491 호에서 설명된 것들과 같은, 적응적 교차-컴포넌트 잔차 예측을 위한 기법들과 함께 이용될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 다음의 텍스트는 이 개시물에서 제안된 항목화된 기법들을 설명한다. 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 항목화된 기법들을 개별적으로 적용할 수도 있다. 대안적으로, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 항목화된 기법들의 임의의 조합을 적용할 수도 있다.

[0161] 제 1 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 양자화 및 변환 프로세스 사이의 비-분리가능한 2 차 변환을 적용하도록 구성된다. 예를 들어, 평면형 모드에 대하여 적용된 (3 개의 비-분리가능한 변환들을 포함하는) 비-분리가능한 변환 세트는 다음과 같을 수도 있다.

246	-36	-35	-2	-41	9	6	0	-27	6	6	-1	-2	0	-1	0
-42	-220	39	26	-100	20	18	-3	28	38	-9	-6	5	-2	-2	1
-18	106	3	-17	-222	-16	51	4	24	-19	-6	3	23	1	-7	0
-30	-36	-150	17	-11	-181	6	30	-59	17	45	-4	9	25	-2	-5
-30	-3	-192	13	-8	150	2	-30	50	4	29	0	5	-24	-2	6
-31	-7	18	7	-24	76	13	-15	-230	-33	49	4	26	-7	-6	3
3	22	10	16	47	8	208	1	-6	127	2	-28	13	-6	-43	1
-2	38	11	-11	-28	11	-129	-6	-23	204	10	-42	46	-3	10	3
11	21	8	215	6	-2	-18	5	11	-31	-41	-37	116	9	-23	3
-4	25	4	117	-27	1	-5	3	-21	28	4	-34	-209	-38	54	7
-9	-7	-48	-33	-2	-13	0	-29	-55	6	-233	-8	-7	-55	-5	17
4	-4	14	-3	3	-36	-7	5	13	-11	54	11	32	-238	-27	49
3	1	10	7	0	-44	5	-246	8	-5	27	-7	1	16	7	42
-2	0	0	-2	-8	0	-42	-9	0	-8	4	-30	-61	16	-241	-22
1	8	1	48	-3	-1	-7	-8	-5	51	-13	243	-12	7	-28	2
0	0	0	-5	0	7	-2	44	1	-1	2	-3	-8	51	-17	246

[0162]

-242	48	31	1	51	-7	-8	-1	26	-10	-3	1	1	1	1	0
-60	-155	43	12	-173	30	37	-2	45	34	-14	-4	15	-7	-3	1
-4	-187	13	28	161	-21	-30	2	-25	32	0	-6	-23	6	6	-1
-31	-10	-63	12	-49	-189	37	26	-120	30	51	-7	25	34	-12	-5
22	25	225	-16	-1	-10	20	-3	-111	-1	-20	2	1	11	-4	-1
38	12	68	-12	14	-154	4	27	175	6	-52	3	-24	18	1	-6
6	41	-6	10	44	31	118	-12	18	198	-23	-42	50	-21	-46	8
2	-19	-9	26	36	9	212	-4	10	-125	10	11	-42	1	-22	3
10	-15	7	41	24	-6	-10	3	16	-71	-34	9	232	0	-50	5
-7	-33	-16	-241	17	-2	24	-27	1	-1	12	53	37	6	-17	1
-10	-4	-44	-10	-9	-32	1	-33	-59	-16	-212	5	-26	-100	14	38
5	-2	27	-3	5	-30	-2	27	15	-5	104	5	13	-224	16	40
4	1	9	24	-4	-37	-11	-243	17	-6	41	-18	0	4	-3	45
3	4	0	2	9	1	44	-6	3	18	-1	19	58	20	243	6
1	7	0	54	0	0	2	-13	0	43	2	245	-10	1	-22	5
0	0	2	-4	0	8	-4	47	3	0	9	-3	-5	53	-7	245

[0163]

-251	21	33	5	18	-7	1	-1	27	-1	-6	0	6	-1	0	0
23	194	-14	-21	152	40	-28	-9	-4	-32	-5	4	-14	-8	4	2
0	-150	-31	19	192	-10	-49	0	26	33	-2	-4	-20	2	7	0
-19	20	-120	-2	-7	-187	-56	27	-76	-62	29	16	-3	22	14	-3
26	-5	203	19	47	-102	41	26	-73	-44	-26	4	-19	8	-2	-4
33	34	24	-5	-10	-105	-23	17	212	19	-60	-3	34	23	-10	-4
1	45	-6	1	22	-53	79	15	-32	205	74	-34	23	58	-4	-16
0	15	59	-8	-41	10	-210	-34	-49	89	-46	-29	4	18	37	2
3	24	-23	230	-3	23	-10	71	-12	-5	-41	-41	45	6	-17	-13
1	-18	1	-50	28	15	2	-21	-41	-30	-34	9	226	58	-57	-8
8	-2	53	33	-3	25	-55	25	51	-48	203	45	45	49	69	-1
-4	-6	-14	-4	-3	34	26	-16	0	-40	-55	-18	-62	223	55	-41
5	4	2	65	3	-41	24	-221	12	-26	34	-84	8	-7	8	34
-1	0	13	-1	-7	6	-50	-8	8	-16	60	-18	-60	44	-223	-57
1	8	-2	58	-2	-6	2	-67	-7	43	-28	219	-15	32	-34	65
-1	-1	1	-14	0	7	-6	52	0	-8	10	-60	-10	49	-40	234

[0164]

[0165]

이 예의 하나의 양태에서, 비-분리가능한 2 차 변환은, 오프-라인 트레이닝으로부터 유도될 수도 있거나 가정된 이미지 상관 모델을 이용하여 분석적으로 오프-라인으로 유도될 수도 있는 KLT 틀일 수도 있다. 일부 예들에서, 이미지 상관 모델은 랜덤 벡터의 i 번째 및 j 번째 엘리먼트들 사이의 공분산을 측정하는 함수 $f(x,y)$ 이다. 랜덤 벡터는 다수의 차원들을 갖는 랜덤 변수일 수도 있다. 상이하게 말하면, 이미지 상관 함수는 대칭적일 수도 있고: $f(x,y) = f(y,x)$, 공분산 행렬 $\text{Cov}(x,y) = f(x,y)$ 은 반-포지티브 확정적 (semi-positive definite) 일 수도 있다. 상관 모델의 예는 $f\{x*y\} = \rho^{|x-y|}$ 이고, 여기서, $0 \leq \rho \leq 1$ 이다.

- [0166] 이 예의 하나의 양태에서, 비-분리가능한 2 차 변환은, 오프-라인 트레이닝으로부터 유도될 수도 있거나 인코딩/디코딩 프로세스 동안에 온-라인으로 유도된 KLT 들을 이용하여 분석적으로 오프-라인으로 유도될 수도 있는 KLT 들일 수도 있다. 일부 사례들에서, 인코딩/디코딩 프로세스 동안, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 변환 계수들의 통계들을 수집하고, 2 차 변환이 적용될 경우, 변환 계수들의 상관 행렬을 업데이트하도록 구성된다. 업데이트된 상관 행렬에 기초하여, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 고유 벡터들을 추출하고, KLT 변환 코어 (transform core) 들을 그 대응하는 고유 값들의 순서로 배열된 모든 고유 벡터들로 구성된 행렬로서 유도하도록 구성될 수도 있다.
- [0167] 제 1 기법의 예에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 잔차 비디오 블록을 형성할 수도 있다. 일부 예들에서, 잔차 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 비디오 인코더 (20) 는 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산한다. 추가적으로, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환한다. 본원에서 이용된 바와 같이, 픽셀 도메인 또는 공간적 도메인은 픽셀에 대한 값에서의 변경들이 그 픽셀에 대한 휘도 및/또는 컬러에서의 변경들에 대응하는 도메인들을 지칭할 수도 있다. 그러나, 본원에서 이용된 바와 같이, 주파수 도메인은 픽셀에 대한 값에서의 변경들이 픽셀에 대한 픽셀 값들이 픽셀 도메인에서 변경되고 있는 레이트에서의 변경들에 대응하는 도메인을 지칭할 수도 있다. 또한, 비디오 인코더 (20) 는 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 2 차 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있다. 이 개시물의 제 1 기법에 따르면, 제 2 변환은 KLT 와 같은 비-분리가능한 변환이다. 그 다음으로, 비디오 인코더 (20) 는 제 2 계수 블록을 양자화할 수도 있다.
- [0168] 유사하게, 제 1 기법의 예에 따르면, 비디오 디코더 (30) 는 제 1 계수 블록을 역양자화할 수도 있다. 추가적으로, 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환 (즉, 역 2 차 변환) 을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있다. 이 개시물의 제 1 기법에 따르면, 제 1 역변환은 KLT 와 같은 비-분리가능한 변환이다. 또한, 이 예에서, 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 적용한 후, 비디오 디코더 (30) 는 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환한다. 추가적으로, 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 디코딩된 비디오 블록을 형성할 수도 있다. 일부 예들에서는, 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 비디오 디코더 (30) 가 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산한다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산할 수도 있고, 하나 이상의 예측 블록들과의 잔차 비디오 블록의 합에 기초하여 디코딩된 비디오 블록을 형성할 수도 있다.
- [0169] 제 2 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 비-분리가능한 변환들의 서브세트를 공식화하기 위하여 3 개 이상의 비-분리가능한 변환 후보들로부터의 사전-선택을 수행한다. 일부 예들에서, 비-분리가능한 변환들의 서브세트는 오프-라인 트레이닝에 의해 유도되는 KLT 들을 지칭할 수도 있고, 변환 코어들은 양자의 인코더 (20) 및/또는 디코더 (30) 에 대한 고정된 수들로서 하드 코딩 (hard code) 된다. 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 변환들의 서브세트로부터 현재의 TU 에 대하여 이용되어야 할 최종적인 변환을 선택할 수도 있다.
- [0170] 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 3 개 이상의 비-분리가능한 변환 후보들을 포함하는 비-분리가능한 변환들의 세트의 서브세트를 공식화할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 비-분리가능한 변환들의 세트의 서브세트로부터의 하나의 후보를 제 1 역변환으로서 선택할 수도 있다. 이 예의 일부 양태들에서, 비-분리가능한 변환들의 세트는 12 개의 변환 서브세트들을 포함하고, 12 개의 변환 서브세트들은 비-분리가능한 변환들의 세트의 서브세트를 포함한다. 이 예의 일부 양태들에서, 비-분리가능한 변환들의 세트는 비디오 데이터에 대한 루마 인트라 예측 모드에 의해 특정된다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 비디오 데이터에 대한 제 1 루마 인트라 예측 모드가 비-분리가능한 변환들의 제 1 세트와 함께 이용된다는 것을 특정할 수도 있고, 비디오 데이터에 대한 제 2 루마 인트라 예측 모드가 비-분리가능한 변환들의 제 2 세트와 함께 이용된다는 것을 특정할 수도 있다. 더 구체적으로, 비디오 인코더 (20) 는 시그널링된 인덱스 (예컨대, 인덱스를 표시하는 데이터) 및 선택된 변환 서브세트에 의해 변환 후보를 특정할 수도 있다.
- [0171] 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 3 개 이상의 비-분리가능한 변환 후보들을 포함하는 비-분리가능한 변환들의 세트의 서브세트를 공식화할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 비-분리가능한 변환들의 세트의 서브세트로부터의 하나의 후보를 제 2 변환으로서 선택할 수도 있다. 이 예의 일부 양태들에서, 비-분리가능한 변환들의 세트는 12 개의 변환 서브세트들을 포함하고, 12 개의 변환 서브세트들은 비-분리가능한 변환들

의 세트의 서브세트를 포함한다. 이 예의 일부 양태들에서, 비-분리가능한 변환들의 세트는 비디오 데이터에 대한 루마 인트라 예측 모드에 의해 특정된다.

[0172] 예에서, 변환들의 서브세트를 공식화하기 위한 사전-선택은 인트라 예측 모드들, EMT CU-레벨 및/또는 TU-레벨 인덱스들, RQT 심도, 양자화된 계수들, 참조 예측 블록, PU 내부의 현재의 TU의 상대적인 로케이션 (현재의 PU의 어느 경계에 TU가 위치되는지), 블록 크기들, 블록 형상 (그것이 정사각형 또는 비-정사각형 블록인지 여부, 및 높이 대 폭의 비율)과 같은 이미 디코딩된 정보에 의해 결정될 수도 있다. 상이하게 말하면, 비디오 디코더 (30)는 별도의 또는 추가적인 시그널링에 의존하는 것이 아니라, 디코딩된 정보에 따라 변환들의 서브세트를 사전-선택할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20)는 디코딩된 정보에 기초하여 서브세트를 결정할 수도 있고, 디코딩된 정보는 인트라 예측 모드, CU 레벨 EMT 인덱스, TU 레벨 EMT 인덱스, 잔차 쿼드트리 심도, 양자화된 계수들, 참조 예측 블록, 및 PU 내부의 현재의 TU의 상대적인 로케이션 중의 하나 이상을 포함할 수도 있다. 이 예의 일부 양태들에서는, 12개의 변환 서브세트들이 적용되고, 변환 예측 모드로부터 변환 서브세트 선택으로의 맵핑을 특정하는 룩업 테이블이 미리 정의되고, 인트라 예측 모드 및 이 룩업 테이블이 주어지면, 3개의 상이한 비-분리가능한 변환들을 포함하는 변환 서브세트가 우선 선택되고, 그 다음으로, 3개의 비-분리가능한 변환들 중의 하나가 디코딩된 정보에 의해 추가로 특정되고, 제 1 변환을 수행하기 위하여 이용된다. 유사하게, 이 예의 일부 양태들에서, 비디오 디코더 (30)는 인트라 예측 모드, CU 레벨 EMT 인덱스, TU 레벨 EMT 인덱스, 잔차 쿼드트리 심도, 양자화된 계수들, 참조 예측 블록, 단위 PU 내부의 현재의 TU의 상대적인 로케이션, 블록 크기들, 및 블록 형상 (그것이 정사각형 또는 비-정사각형 블록인지 여부, 및 높이 대 폭의 비율) 중의 하나 이상에 기초하여 서브세트를 결정할 수도 있다.

[0173] 제 2 기법의 일부 예들에 따르면, 변환들의 서브세트들의 수는 작은 정수, 예컨대, 1, 2, 3, 4, 12, 또는 34로 제한될 수도 있다. 추가적으로, 이 예의 일부 양태들에서, 변환들의 상이한 서브세트들은 상이한 타입들의 변환들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20)는 하나 이상의 좌측 변환들을 가지는 제 1 서브세트, 하나 이상의 우측 변환들을 가지는 제 2 세트, 또는 좌측 및 우측 변환들을 가지는 제 3 세트를 사전선택된 서브세트로서 사전선택할 수도 있다. 그 다음으로, 예에서, 비디오 인코더 (20)는 사전선택된 서브세트로부터 하나의 변환 후보를 선택된 변환으로서 선택할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20)는 인코더 모드 판정을 이용하여 변환을 선택할 수도 있고, 비디오 인코더 (20)는 변환의 인덱스를 표시하는 데이터를 인코딩한다. 유사하게, 비디오 디코더 (30)는 비트스트림으로부터의 인덱스를 디코딩할 수도 있고, 사전선택된 변환들의 세트로부터의 디코딩된 인덱스에 기초하여 변환을 선택할 수도 있다.

[0174] 일부 예들에서, 상이한 인트라 예측 모드들에 대응하는 비-분리가능한 변환들의 세트의 변환 서브세트들에서의 변환 후보들의 총 수는 상이하다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30)는 제 1 인트라 예측 모드에 대한 제 1 서브세트 및 제 2 인트라 예측 모드에 대한 제 2 서브세트를 이용할 수도 있다.

[0175] 예에서는, 총 12개의 변환 서브세트들이 있다. 이 예에서, 12개의 변환 서브세트들의 각각의 개개의 변환 서브세트는 3개의 비-분리가능한 변환 후보들을 포함한다. 변환 서브세트는 루마 인트라 예측 모드에 의해 특정될 수도 있고, 상이한 인트라 모드들에 대하여, 동일한 변환 세트가 적용될 수도 있다. 본원에서 이용된 바와 같이, 인트라 예측 모드들은 예측되고 있는 블록에 대한 예측의 다양한 방향을 지칭할 수도 있다. 인트라 예측 모드들의 예들은 수직, 수평, 대각 하부-좌측, 대각 하부-우측, 수직-우측, 수평-하부, 수직-좌측, 수평-상부, 및 예측되고 있는 블록에 대한 예측의 다른 방향들을 포함할 수도 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다. 상이하게 말하면, 이 예의 일부 양태들에서, 비-분리가능한 변환들의 세트는 비디오 데이터에 대한 루마 인트라 예측 모드에 의해 특정된다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30)는 특정된 루마 인트라 예측 모드에 대한 12개의 변환 서브세트들의 하나의 변환 서브세트를 선택할 수도 있다. 예의 양태에서, 비디오 디코더 (30)는 제 1 인트라 예측 모드에 대한 선택된 서브세트 내에 포함된 3개의 비-분리가능한 변환 후보들의 제 1 변환을 선택할 수도 있고, 제 2 인트라 예측 모드에 대한 선택된 서브세트 내에 포함된 3개의 비-분리가능한 변환 후보들의 제 2 변환을 선택할 수도 있다.

[0176] 예에서는, 총 12개의 변환 서브세트들이 있고, 각각의 변환 서브세트는 5개의 비-분리가능한 변환 후보들을 포함할 수도 있다. 변환 세트는 루마 인트라 예측 모드 및 EMT CU-레벨 및 TU-레벨 인덱스들에 의해 특정될 수도 있다. 상이한 인트라 모드들에 대하여, 동일한 변환 세트가 적용될 수도 있다.

[0177] 예에서, 변환 서브세트는 오직 하나의 변환을 포함할 수도 있다. 상이한 TU 크기들에 대하여, 변환 서브세트에서의 변환들의 수는 상이할 수도 있고, 그 전형적인 수는 2, 3, 및 4일 수도 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다. 상이한 인트라 예측 모드들에 대하여, 변환들 서브세트에서의 변환들의 수는 상이할 수도 있고, 전

형적인 수는 2, 3, 및 4 일 수도 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다. 예의 양태에서, 평면형 또는 DC 예측 모드에 대하여, 변환들 서브세트에서의 변환들의 수는 2 인 반면, 다른 예측 모드들에 대하여, 변환들 서브세트에서의 변환들의 수는 3 이다.

[0178] 도 5 및 도 6 은 이 개시물의 제 3 기법에 관한 것이다. 도 5 는 2 차 변환 계수 재편성 프로세스를 포함하는 일 예의 인코딩 프로세스의 부분을 예시하는 블록도이다. 도 6 은 2 차 변환 계수 재편성 프로세스를 포함하는 일 예의 디코딩 프로세스의 부분을 예시하는 블록도이다. 도 5 에서, 비디오 인코더 (20) 는 2-차원 계수 블록 (102) 을 생성하기 위하여 1 차 변환 (100) 을 잔차 블록 (101) 에 적용한다. 또한, 도 5 의 인코딩 프로세스는 비-분리가능한 2 차 변환 (106) 을 포함한다. 비-분리가능한 2 차 변환 (106) 은 1-차원 계수 벡터 (156) 를 입력으로서 취할 수도 있고, 1-차원 계수 벡터 (108) 에서 출력으로서 생성할 수도 있다. 이에 따라, 도 5 의 예에서, 1 차 변환 (100) 은 2-차원 계수 블록 (102) 을 생성하지만, 비-분리가능한 2 차 변환 (106) 은 1-차원 계수 벡터를 입력으로서 취한다. 따라서, 비디오 인코더 (20) 는 2-차원 계수 블록 (102) 을 1-차원 계수 벡터 (105) 로 변환하기 위하여 재편성 프로세스 (104) 를 수행할 수도 있다. 일부 예들에서, 재편성 프로세스 (104) 는 비-분리가능한 2 차 변환 (106) 의 일부인 것으로 고려될 수도 있다.

[0179] 또한, 양자화 프로세스 (114) 는 2-차원 계수 블록 (112) 을 입력으로서 취할 수도 있고, 양자화된 2-차원 계수 블록 (116) 을 출력할 수도 있다. 이에 따라, 이 개시물의 제 3 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 비디오 인코더 (20) 가 인코딩 동안에 2 차 변환 (106) 을 적용한 후에 비-분리가능한 2 차 변환 (106) 에 의해 유도된 1-차원 계수 벡터 (108) 를 2-차원 계수 블록 (112) 으로서 재편성하기 위한 2 차 변환 계수 재편성 프로세스 (110) 를 적용할 수도 있다. 재편성 프로세스 (110) 를 적용하는 것은 1-차원 계수 벡터들을 수락하기 위하여 양자화 프로세스 (106) 를 수정하기 위한 필요성을 제거할 수도 있다.

[0180] 도 6 에서, 비디오 디코더 (30) 는 2-차원 계수 블록 (152) 을 유도하기 위하여 역양자화 (150) 를 양자화된 2-차원 계수 블록 (151) 에 적용할 수도 있다. 또한, 도 6 의 디코딩 프로세스는 역 2 차 변환 (158) 을 포함한다. 역 2 차 변환 (158) 은 1-차원 계수 벡터 (156) 를 입력으로서 취할 수도 있고, 1-차원 계수 벡터 (160) 를 출력할 수도 있다. 예를 들어, 역 2 차 변환 (158) 은 16x1 계수 벡터를 입력으로서 취할 수도 있고, 16x1 계수 벡터를 출력할 수도 있다. 그러나, 역양자화 (150) 는 2-차원 계수 블록 (152) 을 출력할 수도 있고, 1 차 역변환 (166) 은 2-차원 계수 블록 (164) 을 입력으로서 취할 수도 있다. 이 때문에, 이 개시물의 제 3 기법에 따르면, 비디오 디코더 (30) 가 디코딩 프로세스 동안에 2 차 역변환 (158) 을 적용하기 전에, 비디오 디코더 (30) 는 역양자화 (150) 에 의해 유도된 2-차원 계수 블록 (152) 을 1-차원 계수 벡터 (156) 로서 재편성하기 위한 2 차 변환 계수 재편성 프로세스 (154) 를 적용할 수도 있다. 역 2 차 변환 (158) 을 적용하기 전에 재편성 프로세스 (154) 를 적용하는 것은 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 역양자화 (150) 를 수정하기 위한 필요성을 제거할 수도 있다. 또한, 비디오 디코더 (30) 는 1-차원 계수 벡터 (160) 를 2-차원 계수 블록 (164) 으로서 재편성하기 위한 2 차 변환 계수 재편성 프로세스 (162) 를 적용할 수도 있다. 그 다음으로, 비디오 디코더 (30) 는 잔차 블록 (168) 을 생성하기 위하여 1 차 역변환 (166) 을 2-차원 계수 블록 (164) 에 적용할 수도 있다. 1 차 역변환 (166) 을 적용하기 전에 재편성 프로세스 (162) 를 적용하는 것은 1 차 역변환 (166) 을 수정하기 위한 필요성을 제거할 수도 있다. 일부 예들에서, 재편성 프로세스 (162) 는 2 차 역변환 (158) 의 일부로 고려된다.

[0181] 이 때문에, 제 3 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 잔차 비디오 블록을 형성할 수도 있다. 잔차 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 비디오 인코더 (20) 는 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산할 수도 있다. 추가적으로, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 2-차원 계수 블록 (예컨대, 2-차원 계수 블록 (102)) 을 생성하기 위하여 제 1 변환 (예컨대, 1 차 변환 (100)) 을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환한다. 추가적으로, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성할 수도 있다. 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 벡터의 적어도 일부에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환이다. 예에서, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환이다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성할 수도 있다.

[0182] 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 계수 스캔 순서에 따라 제 1 2-차원 계수 블록 (예컨대, 2-차원 계수 블록 (152)) 을 제 1 1-차원 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (156)) 로서 재편성할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 제 2 1-차원 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 블록 (160)) 를 생성하기 위하여 비-분리가능한 변환 행렬을 제 1 1-차원 계수 벡터에 의해 승산함으로써, 제 1 역변환 (예컨대, 비-분리가능한 2 차 역

변환 (158)) 을 적용할 수도 있다. 이 예에서, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환이다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 제 2 1-차원 계수 벡터를 2-차원 계수 블록 (예컨대, 2-차원 계수 블록 (164)) 으로서 재편성할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 잔차 비디오 블록 (예컨대, 잔차 블록 (168)) 을 생성하기 위하여 제 2 역변환 (예컨대, 1 차 역변환 (166)) 을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 제 2 역변환은 제 2 2-차원 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환한다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 디코딩된 비디오 블록을 형성할 수도 있다. 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것의 일부분으로서, 비디오 디코더 (30) 는 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산할 수도 있다.

[0183] 제 3 기법의 일부 예들에서, 제 2 변환을 적용하는 것은 2-차원 변환 행렬을 제 1 1-차원 계수 벡터에 의해 승산하는 것을 포함한다. 예의 일부 사례들에서, 제 1 2-차원 계수 블록은 4x4 블록이고, 2-차원 변환 행렬은 루마 인트라 예측 모드 및 코딩 유닛-레벨 인덱스에 의해 선택된 16x16 비-분리가능한 변환 행렬이다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 16x16 비-분리가능한 변환 행렬을 제 1 1-차원 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (105)) 에 의해 승산함으로써 제 2 변환 (예컨대, 비-분리가능한 2 차 변환 (106)) 을 적용할 수도 있고, 이것에 의해, 제 2 1-차원 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (108)) 를 생성할 수도 있다. 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 16x16 비-분리가능한 변환 행렬을 제 1 1-차원 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (156)) 에 의해 승산함으로써 제 2 변환 (예컨대, 비-분리가능한 2 차 변환 (158)) 을 적용할 수도 있고, 이것에 의해, 제 2 1-차원 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (160)) 를 생성할 수도 있다.

[0184] 제 3 기법의 일부 예들에서, 4x4 계수 그룹에 대해 수행된 2 차 변환 계수 재편성 프로세스는 4x4 계수 그룹의 계수 스캔 순서에 대해 종속될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 가 엔트로피 인코딩 동안에 4x4 계수 그룹의 계수들을 표현하는 신택스 엘리먼트를 프로세싱하기 위하여 지그-재그 (zig-zag) 스캔 순서를 이용할 경우, 비디오 인코더 (20) 는 비-분리가능한 2 차 변환을 적용하는 것의 일부분으로서 4x4 계수 그룹을 16x1 계수 벡터로 재편성할 때에 동일한 지그-재그 스캔 순서를 이용할 수도 있다.

[0185] 또한, 제 3 기법의 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 4x4 계수 그룹에 대한 계수 스캔 순서를 결정할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 결정된 계수 스캔 순서에 기초하여 제 1 1-차원 계수 벡터를 제 1 2-차원 계수 블록 (예컨대, 4x4 계수 그룹) 으로서 재편성할 수도 있다. 이 예의 일부 양태들에서, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 2-차원 계수 블록이 결정된 계수 스캔 순서에 대응하는 (예컨대, 정합하는) 계수 스캔 순서를 가지도록, 제 1 1-차원 계수 벡터를 제 1 2-차원 계수 블록으로서 재편성할 수도 있다.

[0186] 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 4x4 계수 그룹에 대한 계수 스캔 순서를 결정할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 결정된 계수 스캔 순서에 기초하여 제 2 2-차원 계수 블록 (예컨대, 4x4 계수 그룹) 을 제 2 1-차원 계수 벡터로서 재편성할 수도 있다. 이 예의 일부 양태들에서, 비디오 디코더 (30) 는 제 2 1-차원 계수 벡터가 결정된 계수 스캔 순서에 대응하는 (예컨대, 정합하는) 계수 스캔 순서를 가지도록, 제 2 2-차원 계수 블록을 제 2 1-차원 계수 벡터로서 재편성할 수도 있다.

[0187] 제 3 기법의 일부 예들에서, 4x4 계수 그룹에 대해 수행된 2 차 변환 계수 재편성 프로세스는 인트라 예측 모드들, EMT CU-레벨 및/또는 TU-레벨 인덱스들, RQT 심도, 및/또는 양자화된 계수들과 같은 이미 인코딩된/디코딩된 정보에 종속될 수도 있다. 상이하게 말하면, 비디오 인코더 (20) 의 재편성 프로세스 (110) 는 인트라 예측 모드들, EMT CU-레벨 및/또는 TU-레벨 인덱스들, RQT 심도, 및/또는 양자화된 계수들에 기초하여, 1-차원 계수 벡터 (108) 를 2-차원 계수 블록 (112) 으로서 재편성할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 1-차원 계수 벡터가 결정된 계수 스캔 순서에 대응하는 (예컨대, 정합하는) 계수 스캔 순서를 가지도록, 수직 또는 수평 루마 예측 모드가 선택되는지 여부에 기초하여, 1-차원 계수 벡터 (108) 를 2-차원 계수 블록 (112) 으로서 재편성할 수도 있다. 유사하게, 비디오 디코더 (30) 의 재편성 프로세스 (154) 는 인트라 예측 모드들, EMT CU-레벨 및/또는 TU-레벨 인덱스들, RQT 심도, 및/또는 양자화된 계수들에 기초하여, 2-차원 계수 블록 (152) 을 1-차원 계수 벡터 (156) 로서 재편성할 수도 있다.

[0188] 제 3 기법의 하나의 예에서, 특정한 4x4 계수 블록에 대한 비-분리가능한 2 차 변환 (예컨대, 2 차 변환 (102)) 을 적용한 후에, 비디오 인코더 (20) 는 16x1 계수 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (108)) 를 유도할 수도 있고, 특정한 4x4 블록에 대한 계수 스캔 순서에 따라 (즉, 따라서) 결과적인 16 개의 계수들을 4x4 블록 (예컨대, 2-차원 계수 블록 (112)) 으로서 재편성할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 더 작은 인덱스들을 갖는 계수들이 4x4 계수 블록에서의 더 작은 스캔 인덱스를 갖는 로케이션들에서 배치되는 방법으로 16 개의 계수들의 재편성을 수행할 수도 있다. 예를 들어, 4x4 계수 블록이 (예컨대, 인트라 예측 모드에 따라) 4x4 계수 블록의 상부로부터 4x4 계수 블록의 하부로 행-바이-행 (row-by-row) 으로 스캔될 때, 비디오 인코더 (20)

는 계수 블록의 상부 행의 4 개의 계수들을 1-차원 계수 벡터의 최초 4 개의 계수들로서, 계수 블록의 상부 다음 행의 4 개의 계수들을 1-차원 계수 벡터의 다음 4 개의 계수들로서 등으로 재편성할 수도 있다.

[0189] TU 계수들에 대해 탈양자화 (dequantization) 를 수행한 후에, 비디오 디코더 (30) 는 현재의 TU 의 각각의 4x4 서브-블록에 대하여, 4x4 탈양자화된 2 차 변환 계수들 블록 (예컨대, 2-차원 계수 블록 (152)) 을 유도할 수도 있다. 또한, 현재의 TU 의 각각의 개개의 4x4 서브-블록에 대하여, 비디오 디코더 (30) 는 4x4 블록에 대한 계수 스캔 순서에 기초하여 개개의 4x4 탈양자화된 블록에서의 16 개의 계수들을 개개의 16x1 벡터 (예컨대, 1-차원 계수 벡터 (156)) 로서 재편성할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 더 작은 스캔 인덱스들을 갖는 계수들이 16x1 계수 벡터에서의 더 작은 인덱스들을 갖는 로케이션들에서 배치되는 방법으로 4x4 계수들의 재편성을 수행할 수도 있다.

[0190] 예에서, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 고정된 4x4 계수 스캔 순서, 예컨대, 수평, 수직, 대각, 또는 지그재그 스캔 순서에 기초하여 재편성 프로세스를 수행할 수도 있다. 이러한 방식으로, 16x1 계수 벡터에서의 더 작은 인덱스들을 갖는 16 개의 2 차 변환 계수들은 고정된 미리 정의된 4x4 계수 스캔 순서에 따라 4x4 계수 블록에서 배치될 수도 있다.

[0191] 제 3 기법의 예에 따르면, 변환 프로세스 (예컨대, 1 차 변환 (100)) 후에, 비디오 인코더 (20) 는 $\vec{b}(i \cdot N + j) = B(i, j)$ 을 이용하여 B 를 벡터 \vec{b} 로서 먼저 표현함으로써, 그리고 그 다음으로, 다음의 계산을 수행함으로써, 현재의 MxN TU 의 각각의 개개의 4x4 변환 계수 서브-블록 B 에 대한 2 차 변환 (예컨대, 2 차 변환 (102)) 을 적용할 수도 있다:

$$\vec{f} = T \cdot \vec{b}.$$

[0192] 위의 수학식에서, T 는 위에서 설명된 바와 같이, 루마 인트라 예측 모드 및 시그널링된 CU-레벨 플래그에 기초하여 선택된 16x16 비-분리가능한 변환 행렬이다. 또한, 도 5 의 예에서, \vec{b} 는 1-차원 계수 벡터 (105) 에 대응할 수도 있다. 위의 수학식을 적용한 결과로서, 각각의 개개의 4x4 서브-블록에 대하여, 비디오 인코더 (20) 는 개개의 16x1 2 차 변환 계수 벡터 \vec{f} 를 유도한다. 도 5 의 예에서, \vec{f} 는 1-차원 계수 벡터 (108) 에 대응한다. 비디오 인코더 (20) 는 다음의 동작을 수행함으로써 개개의 16x1 2 차 변환 계수 벡터를 개개의 4x4 계수 블록으로서 재편성할 수도 있다:

$$F(\text{scan_x}(j), \text{scan_y}(j)) = \vec{f}(j).$$

[0194] 위의 수학식에서, j=0,1, ...,15 이고, scan_x 및 scan_y 는 각각 HEVC 에서 이미 정의된 바와 같은 x- 및 y-좌표에 대한 스캔 테이블일 수도 있다. 이러한 방법으로, 개개의 4x4 변환 계수 서브-블록 B 는 개개의 유도된 2 차 4x4 변환 계수 블록 F 에 의해 대체될 수도 있다. 도 5 의 예에서, F 는 2-차원 계수 블록 (112) 에 대응한다. 비디오 인코더 (20) 가 각각의 4x4 변환 계수 서브-블록에 대한 2 차 변환을 수행한 후에, 비디오 인코더 (20) 는 업데이트된 MxN 계수 블록을 추가로 양자화할 수도 있고 엔트로피 인코딩할 수도 있다.

[0196] 각각의 개개의 4x4 계수 서브-블록 F 에 대하여, 양자화 프로세스 (예컨대, 역양자화 (150)) 후에, 비디오 디코더 (30) 는 개개의 4x4 계수 서브-블록 F 를 16x1 벡터로 재편성함으로써 16x1 2 차 변환 계수 벡터 \vec{f} 를 유도할 수도 있다.

$$\vec{f}(j) = F(\text{scan_x}(j), \text{scan_y}(j)).$$

[0197] 위의 이 수학식에서, j=0,1, ...,15 이고, scan_x 및 scan_y 는 각각 HEVC 에서 이미 정의된 바와 같은 4x4 계수 서브-블록 F 의 x- 및 y-좌표들에 대한 스캔 테이블이다. 도 6 의 예에서, \vec{f} 는 1-차원 계수 벡터 (156) 에 대응하고, F 는 2-차원 계수 블록 (152) 에 대응한다. 그 다음으로, 비디오 디코더 (30) 는 다음의 계산을 수행함으로써 \vec{f} 에 대한 역 2 차 변환 (예컨대, 2 차 역변환 (158)) 을 적용할 수도 있다:

$$\vec{b} = T' \cdot \vec{f},$$

[0199]

[0200]

위의 수학적식에서, T' 는 위에서 설명된 바와 같이 루마 인트라 예측 모드 및 시그널링된 CU 레벨 플래그에 의해 선택될 수도 있는 16x16 비-분리가능한 변환 행렬이다. 위의 수학적식의 행렬 승산의 결과로서, 각각의 개개의

의 4x4 서브-블록 i 에 대하여, 비디오 디코더 (30) 는 개개의 16x1 2 차 변환 계수 벡터 \vec{b} 를 유도한다.

도 6 의 예에서, \vec{b} 는 1-차원 계수 벡터 (160) 에 대응한다. 비디오 디코더 (30) 는

$B(i, j) = \vec{b}(i \cdot N + j)$ 를 계산함으로써, 16x1 2 차 변환 계수 벡터를 4x4 계수 블록으로서 재편성한다.

도 6 의 예에서, B 는 2-차원 계수 블록 (164) 에 대응한다. 비디오 디코더 (30) 는 4x4 변환 계수 서브-블

록 F 를 유도된 2 차 4x4 변환 계수 블록 B 에 의해 대체할 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 가 4x4 계수 서

브-블록의 각각에 대한 역 2 차 변환을 수행한 후에, 비디오 디코더 (30) 는 업데이트된 $M \times N$ 계수 블록을 역변환 (예컨대, 1 차 역변환 (166)) 으로 입력할 수도 있다.

[0201]

위에서 표시된 바와 같이, 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 비-분리가능한 2 차 변환을 선택할 수도 있다. 제 4 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 TU, PU, CU, 또는 임의의 이미지 코딩 블록 유닛에 적용

가능한 인덱스를 이용한 비-분리가능한 2 차 변환의 선택의 표시를 시그널링 (예컨대, 인코딩) 할 수도 있고, 비디오 디코더 (30) 는 이를 수신할 수도 있다. 다시 말해서, 비디오 인코더 (20) 는 TU, PU, CU, 또는 다

른 이미지 코딩 블록 유닛에 대하여, 선택된 비-분리가능한 2 차 변환을 표시하는 인덱스를 표시하는 데이터를 인코딩할 수도 있다. 예를 들어, 비-분리가능한 변환들의 세트로부터의 제 1 역변환의 선택은 TU, PU, CU,

또는 그 조합에 대한 인덱스에 의해 시그널링될 수도 있다. 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이

터의 비트스트림으로부터, TU, PU, CU, 또는 그 조합에 대한 인덱스를 표시하는 데이터를 획득할 수도 있고, 인덱스는 선택된 비-분리가능한 2 차 변환을 표시할 수도 있다. 설명의 용이함을 위하여, 이 개시물은 선택된

비-분리가능한 2 차 변환을 표시하는 인덱스를 비-분리가능한 2 차 변환 (NSST) 인덱스로서 지칭할 수도 있다.

[0202]

일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 NSST 인덱스를 엔트로피 인코딩할 수도 있다. NSST 인덱스를 엔트로

피 인코딩하는 것의 일부로서, 비디오 인코더 (20) 는 NSST 인덱스를 2 진화 (binarize) 할 수도 있다.

NSST 인덱스를 엔트로피 코딩하기 위하여, 고정된-길이 코드가 2 진화를 위하여 이용될 수도 있거나, 절단된 1 진 코드 (truncated unary code) 또는 지수 골롬 코드와 같은 가변 길이 코드가 2 진화를 위하여 이용될 수도 있다.

[0203]

제 5 기법에 따르면, 잔차 신호의 에너지가 제한될 경우, 비디오 인코더 (20) 는 어떤 TU 들에 대하여, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고, 2 차 변환은 적용되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더

(20) 는 현재의 TU 에 대하여 송신된 비-제로 계수가 없을 경우에, 현재의 TU 에 대한 NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있다. 다시 말해서, 비디오 인코더 (20) 는 현재의 TU 에 대하여 인코딩된 비-제로 계수가

없을 경우에, 현재의 TU 에 대한 NSST 인덱스를 표시하는 데이터의 인코딩을 스킵할 수도 있다. 유사하게,

다른 예들에서, NSST 인덱스 시그널링의 스킵은 LCU, CU, PU, 또는 임의의 다른 블록 레벨 신덱스 엘리먼트에 적용할 수도 있다. 이에 따라, 제 5 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 비디오 데이터의 인코딩된 비트

스트림에서, TU, PU, CU, 또는 그 조합에 적용가능한 인덱스를 표시하는 데이터를 생성할 수도 있고, 인덱스는 선택된 후보가 제 2 변환이라는 것을 표시할 수도 있다.

[0204]

유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 데이터의 비트스트림으로부터, TU, PU, CU, 또는 그 조합에 적용가능한 인덱스를 표시하는 신덱스 엘리먼트를 획득할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 인덱스에

의해 표시된 후보를 제 1 역변환으로서 선택하는 것을 포함하여, 비-분리가능한 변환들의 서브세트로부터 후보를 선택할 수도 있다.

[0205]

일부 예들에서, 어떤 블록 레벨에서의 NSST 인덱스는 스킵되고, 2 차 변환은 그 어떤 블록 레벨에서 송신된 비제로 계수들의 총 수, 또는 총 절대 합, 또는 제공된 값들의 합이 소정의 임계치 값보다 더 크지 않을 경우에 적용되지 않는다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 어떤 LCU 에서 송신된 비제로 계수들의 총 수가 10 보

다 더 크지 않을 때, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.

일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 어떤 CU 에서 송신된 비제로 계수들의 총 절대 합이 100 보다 더 크지 않을 때, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다. 예에서, 비디

오 인코더 (20) 는 어떤 PU 에서 송신된 비제로 계수들의 제공된 값들의 합이 100 보다 더 크지 않을 때, NSST

인텍스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.

- [0206] 이에 따라, 제 5 기법에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 비트스트림에서의 2 차 변환 (예컨대, 비-분리가능한 2 차 변환 (106)) 의 인텍스를 인코딩할 것인지 여부를 결정할 수도 있다. 2 차 변환의 인텍스는 복수의 이용 가능한 2 차 변환들 중으로부터 2 차 변환을 식별할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 특정한 블록 레벨에서 (예컨대, LCU, CU, PU, TU 에서) 송신된 비제로 계수들의 총 수의 합, 총 절대 합, 또는 제공된 값들의 합이 소정의 임계치 값보다 더 크지 않은 것에 기초하여, 2 차 변환의 인텍스가 비트스트림에서 인코딩되지 않는다는 결정을 행할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 특정한 블록 레벨에서 2 차 변환의 인텍스를 시그널링할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 그 인텍스가 비트스트림에서 시그널링되는 2 차 변환을 2-차원 계수 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있다.
- [0207] 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 2 차 변환 (예컨대, 비-분리가능한 역변환 (158)) 의 인텍스가 비트스트림에서 시그널링되는지 여부를 결정할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 특정한 블록 레벨에서의 비제로 계수들의 총 수의 합, 총 절대 합, 또는 제공된 값들의 합이 소정의 임계치 값보다 더 크지 않은 것에 기초하여, 2 차 변환의 인텍스가 비트스트림에서 인코딩되지 않는다는 결정을 행할 수도 있다. 이 예에서, 2 차 변환의 인텍스는 특정한 블록 레벨에서 시그널링된다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 비트스트림에서 시그널링된 인텍스에 의해 표시된 2 차 변환의 역인 2 차 역변환을 1-차원 계수 벡터에 적용할 수도 있다.
- [0208] 하나의 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 인코더 (20) 가 2-차원 계수 블록의 비-제로 계수들의 수량이 임계치보다 더 크지 않은 것으로 결정하는 것에 응답하여, 2 차 역변환을 1-차원 계수 벡터에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 임계치는 비디오 데이터에 대한 상이한 블록 크기들, 상이한 인트라 예측 모드들, 또는 그 조합에 대하여 상이할 수도 있다.
- [0209] 유사하게, 비디오 인코더 (20) 는 2-차원 계수 블록의 비-제로 계수들의 수량이 임계치보다 더 큰지 여부를 결정할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 2-차원 계수 블록의 비-제로 계수들의 수량이 임계치보다 더 크지 않은 것으로 결정하는 것에 응답하여, 2 차 변환을 2-차원 계수 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있다. 이 예에서, 임계치는 비디오 데이터에 대한 상이한 블록 크기들, 상이한 인트라 예측 모드들, 또는 그 조합에 대하여 상이할 수도 있다.
- [0210] 일부 예들에서, 비제로 계수들의 총 수의 임계치 값은 1 이다. 예에서, 비-제로 계수들의 총 수에 대한 임계치 값은 상이한 블록 크기들 또는 상이한 인트라 예측 모드들에 대하여 상이할 수도 있다.
- [0211] 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 2 차 변환들 및 2 차 역변환들을 모든 컬러 컴포넌트들 (예컨대, Y, Cb, 및 Cr) 에 대한 계수 값들에 적용할 수도 있다. 다른 예들에서, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 2 차 변환들 및 2 차 역변환들을 전부가 아닌 일부 컬러 컴포넌트들에 적용할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 는 2 차 변환들 및 2 차 역변환들을 크로마 (예컨대, Cb 및 Cr) 컴포넌트들에 대한 계수 값들이 아니라, 루마 (즉, Y) 컴포넌트에 대한 계수 값들에 적용할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 및 비디오 디코더 (30) 가 2 차 변환들 및 2 차 역변환들을 2 개 이상의 컬러 컴포넌트들에 적용하는 예들에서, NSST 인텍스는 2 개 이상의 컬러 컴포넌트들에 대하여 공유될 수도 있다.
- [0212] 제 5 기법의 예에 따르면, NSST 인텍스가 어떤 블록 레벨에서 시그널링되고 몇몇 컴포넌트들 (예컨대, Y, Cb, Cr) 에 대하여 공유될 경우, 그리고 동일한 NSST 인텍스를 공유하는 모든 컴포넌트들로부터의 그 어떤 블록 레벨에서 송신된 비제로 계수들의 총 수의 합, 또는 총 절대 합, 또는 제공된 값들의 합이 소정의 임계치 값보다 더 크지 않을 경우, NSST 인텍스는 스킵될 수도 있고 2 차 변환은 적용되지 않는다. 예에서, 비제로 계수들의 총 수의 임계치 값은 1, 2, 또는 3 이다. 일부 예들에서, 비제로 계수들의 총 수의 임계치 값은 3 보다 더 크다.
- [0213] 예에서, NSST 인텍스가 어떤 블록 레벨에서 시그널링되고, Y, Cb, 및 Cr 컴포넌트들에 대하여 공유될 경우, Y, Cb, 및 Cr 컴포넌트들의 비제로 계수들의 총 수의 합이 소정의 임계치보다 더 작으면, NSST 인텍스는 스킵될 수도 있고 2 차 변환은 적용되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 Y, Cb, 및 Cr 컴포넌트들의 조합에 대한 어떤 CU 에서 송신된 비제로 계수들의 절대 합이 100 보다 더 크지 않을 때, NSST 인텍스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.
- [0214] 예에서, NSST 인텍스가 어떤 블록 레벨에서 시그널링되고 Cb 및 Cr 컴포넌트들에 대하여 공유될 경우, 비디오 인코더 (20) 는 Cb 및 Cr 컴포넌트들의 비제로 계수들의 총 수의 합이 소정의 임계치보다 더 작으면, NSST 인텍

스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다. 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 어떤 CU 의 Cb 및 Cr 컴포넌트들에 대한 비제로 계수들의 총 수가 3 보다 더 크지 않을 때, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.

[0215] 제 5 기법의 일부 예들에 따르면, 비제로 계수들의 총 수에 대한 임계치 값은 상이한 블록 크기들 또는 상이한 인트라 예측 모드들에 대하여 상이할 수도 있다. 예를 들어, LCU 는 CU 및 PU 보다 더 큰 임계치 값을 가질 수도 있다. 유사하게, 비디오 인코더 (20) 는 수직 인트라 예측 모드들을 이용하여 코딩된 블록들에 대하여 제 1 임계치 값을 이용할 수도 있고, 수평 인트라 예측 모드들을 이용하여 코딩된 블록들에 대하여 제 2 의 상이한 임계치 값을 이용할 수도 있다.

[0216] 제 5 기법의 예에서, NSST 인덱스가 어떤 블록 레벨에서 시그널링되고, Y, Cb, 및 Cr 컴포넌트들에 대하여 공유될 경우, 오직 Y 컴포넌트의 비제로 계수들의 총 수가 소정의 임계치보다 더 작으면, NSST 인덱스는 스킵될 수도 있고 2 차 변환은 적용되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 오직 Y 컴포넌트에 대한 어떤 CU 에서 송신된 비제로 계수들의 총 수가 1, 2, 3, 또는 또 다른 임계치 값보다 더 크지 않을 때, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.

[0217] 예에서, NSST 인덱스가 어떤 블록 레벨에서 시그널링되고, Cb 및 Cr 컴포넌트들에 대하여 공유될 경우, 오직 Cb 컴포넌트의 비제로 계수들의 총 수가 소정의 임계치보다 더 작으면, NSST 인덱스는 스킵될 수도 있고 2 차 변환은 적용되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 오직 Cb 컴포넌트에 대한 어떤 CU 에서 송신된 비제로 계수들의 총 수가 1, 2, 3, 또는 또 다른 임계치 값보다 더 크지 않을 때, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다. 유사하게, 비디오 인코더 (20) 는 오직 Cr 컴포넌트에 대한 어떤 CU 에서 송신된 비제로 계수들의 총 수가 1, 2, 3, 또는 또 다른 임계치 값보다 더 크지 않을 때, NSST 인덱스의 시그널링을 스킵할 수도 있고 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.

[0218] 추가적으로 또는 대안적으로, 제 5 기법의 일부 예들에서, 비제로 계수들의 총 수에 대한 임계치 값은 상이한 블록 크기들 또는 상이한 인트라 예측 모드들에 대하여 상이할 수도 있다. 상이하게 말하면, LCU 는 CU 및 PU 보다 더 큰 임계치 값을 가질 수도 있다. 유사하게, 16x16 크로마 예측 모드는 4x4 크로마 예측 모드보다 더 큰 임계치 값을 가질 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 수직 인트라 예측 모드들을 이용하여 코딩된 블록들에 대하여 제 1 임계치 값을 이용할 수도 있고, 수평 인트라 예측 모드들을 이용하여 코딩된 블록들에 대하여 제 2 의 상이한 임계치 값을 이용할 수도 있다.

[0219] 제 5 기법의 예에서, LCU, CU, PU, 또는 다른 타입의 블록의 크기가 미리 정의된 임계치 값보다 더 크거나 더 작거나, 또는 소정의 임계치 값 범위 내에 있을 때, NSST 인덱스의 시그널링은 스킵될 수도 있고 2 차 변환은 적용되지 않는다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 CU 의 크기가 8x8 의 미리 정의된 값보다 더 작을 때, 인코딩된 비디오 비트스트림에서, NSST 인덱스를 표시하는 데이터를 생성하는 것을 스킵할 수도 있고, 2 차 변환을 적용하지 않을 수도 있다.

[0220] 제 5 기법의 예에서, TU 가 변환 스킵 모드를 이용하여 코딩될 때, NSST 인덱스의 시그널링은 스킵될 수도 있고 2 차 변환이 적용되지 않는다. 상이하게 말하면, 비디오 인코더 (20) 는 TU 가 변환 스킵 모드를 이용하여 코딩될 때, 인코딩된 비디오 비트스트림에서, NSST 인덱스를 표시하는 데이터를 생성하는 것을 스킵할 수도 있고 2 차 변환은 적용되지 않는다.

[0221] 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 TU 가 변환 스킵 모드에서 코딩되는 것에 기초하여, 2 차 변환의 인덱스를 시그널링 (예컨대, 이를 표시하는 데이터를 인코딩) 할 것인지 여부를 결정할 수도 있다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩된 비디오 비트스트림에서, 비트스트림에서의 2 차 변환의 인덱스를 표시하는 데이터를 생성하고, 비디오 인코더 (20) 는 제 2 변환의 인덱스를 표시하는 데이터가 비트스트림에서 인코딩되는 것에 기초하여, 2 차 변환을 제 1 2-차원 계수 블록의 적어도 일부에 적용할 수도 있다. 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 TU 가 변환 스킵 모드에서 코딩되는 것에 기초하여, 2 차 변환의 인덱스가 비트스트림에서 시그널링되는지 여부를 결정할 수도 있다. 상이하게 말하면, 비디오 디코더 (30) 는 2 차 변환의 인덱스에 의해 표시된 2 차 역변환을 1-차원 계수 벡터에 적용할 수도 있다.

[0222] 또한, 제 5 기법의 일부 예들에서, 블록 (예컨대, TU) 이 2 차 변환을 이용하여 코딩될 때, 변환 스킵 모드는 시그널링되지 않을 수도 있다. 상이하게 말하면, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩된 비디오 비트스트림에서, 변환 스킵 모드 및 2 차 변환 중의 하나를 표시하는 데이터를 생성할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩된 비디오 비트스트림에서, 변환 스킵 모드를 표시하는 데이터를 생성할 수도 있고, 2 차 변환을

시그널링하는 것을 생략할 수도 있다. 유사하게, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩된 비디오 비트스트림에서, 변환 스킵 모드를 표시하는 데이터를 생성하는 것을 생략할 수도 있고, 인코딩된 비디오 비트스트림에서, 2 차 변환을 표시하는 데이터를 생성한다.

[0223] 이 개시물의 제 6 기법에 따르면, 특정한 코딩 모드에 대하여, 2 차 변환은 디스에이블될 수도 있고 및/또는 시그널링되지 않을 수도 있고, 그 반대로 마찬가지이다. 예를 들어, 이러한 코딩 모드들은 변환 스킵 모드, 선형 방법 (linear method; LM) 모드, 교차-컴포넌트 잔차 예측 모드 등을 포함할 수도 있지만, 반드시 이것으로 제한되지는 않는다. 이에 따라, 2 차 변환이 적용될 경우, 특정한 코딩 모드가 디스에이블될 수도 있고 및/또는 시그널링되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 일부 사례들에서는, 2 차 변환이 적용될 때, 변환 스킵 모드, LM 모드, 및 교차-컴포넌트 잔차 예측 모드가 디스에이블될 수도 있고 및/또는 변환 스킵 모드, LM 모드, 및 교차-컴포넌트 잔차 예측 모드의 인덱스들이 인코딩되지 않는다. 유사하게, 변환 스킵 모드, LM 모드, 및 교차-컴포넌트 잔차 예측 모드 중의 하나 이상의 이용될 때, 2 차 변환이 디스에이블될 수도 있고 및/또는 시그널링되지 않을 수도 있다. 일반적으로, 적응적 교차-컴포넌트 잔차 예측은 동일한 블록에 대한 또 다른 컬러 컴포넌트의 잔차로부터 하나의 컬러 컴포넌트 (예컨대, Y, Cr, 또는 Cb) 의 잔차를 예측하는 것을 포함할 수도 있다.

[0224] 제 6 기법의 예에서, 2 차 변환이 인에이블될 때, 특정한 모드는 항상 디스에이블될 수도 있다. 예를 들어, 2 차 변환이 인에이블되는 것에 기초하여, 변환 스킵 모드는 디스에이블된다.

[0225] 제 6 기법의 예에서, 2 차 변환이 인에이블될 때, 특정한 모드는 일부 조건들에 대하여 디스에이블될 수도 있지만, 다른 조건들에 대하여 인에이블될 수도 있다. 조건들은 블록 크기, 비-제로 변환 계수들의 수, 코딩이 루마 또는 크로마 컴포넌트에 대한 것인지 여부, 이웃하는 예측 모드들, 및 다른 조건들, 그리고 그 반대를 포함할 수도 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다.

[0226] 제 6 기법의 예에서, 특정한 예측 모드는 2 차 변환이 적용될 때에 여전히 인에이블될 수도 있지만, 이 특정한 예측 모드를 시그널링하기 위하여 이용된 컨텍스트 모델링은 컨텍스트 모델링이 시그널링된 2 차 인덱스/플래그에 종속되도록 수정될 수도 있다. 상이하게 말하면, 특정한 예측 모드는, 2 차 변환이 적용되지만, 특정한 예측 모드에 대한 컨텍스트 모델링이 수정될 때에 적용되도록 허용될 수도 있다.

[0227] 예에서, 2 차 변환은 특정한 예측 모드에 대하여 여전히 인에이블되지만, 2 차 변환을 시그널링하기 위하여 이용된 컨텍스트 모델링은 컨텍스트 모델링이 특정한 예측 모드가 적용되는지 여부에 종속되도록 수정될 수도 있다. 상이하게 말하면, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 에 의해 적용되지 않는 예측 모드들을 디스에이블하는 것이 아니라, 특정한 예측 모드는, 2 차 변환이 적용되지만, 특정한 예측 모드에 대하여 컨텍스트 모델링이 수정될 때에 이용되도록 허용될 수도 있다.

[0228] 이 개시물의 제 7 예에 따르면, 다른 비-루마 컴포넌트들 (예컨대, 크로마) 에 대한 2 차 변환을 적용할 때, 그리고 2 차 변환 선택이 어떤 코딩된 정보에 대한 일부 종속성을 가질 때, NSST 인덱스 값은 공동위치된 루마 컴포넌트로부터 승계 (예컨대, 재이용) 될 수도 있고, 비-루마 컴포넌트들에 대하여 인코딩되지 않을 수도 있다. 이러한 코딩된 정보의 예들은 인트라 예측 모드들을 포함할 수도 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다. 본원에서 이용된 바와 같이, 공동위치됨은 동일한 블록의 컴포넌트들을 지칭할 수도 있다. 이 예의 양태들에서, 어떤 코딩된 정보에 대한 종속성은 공동위치된 루마 컴포넌트들의 코딩된 정보를 승계하는 대신에, 비-루마 컴포넌트들의 코딩된 정보가 이용되는 방법으로 행해진다.

[0229] 예에서, 2 차 변환이 크로마 컴포넌트 (예컨대, Cr 컴포넌트 및/또는 Cb 컴포넌트) 에 대하여 수행되고, 비디오 디코더 (30) 가 시그널링된 NSST 인덱스 및 인트라 예측 모드에 기초하여 2 차 변환을 선택할 때, 크로마 컴포넌트에 대하여, 비디오 디코더 (30) 는 공동위치된 루마 컴포넌트의 NSST 인덱스 및 현재의 크로마 컴포넌트의 인트라 예측 모드에 기초하여 2 차 변환을 선택할 수도 있다.

[0230] 크로마 컴포넌트의 인트라 예측 모드가 공동위치된 루마 컴포넌트 (예컨대, Y 컴포넌트) 로부터 승계될 때, 공동위치된 루마 컴포넌트의 인트라 예측 모드는 2 차 변환을 선택하기 위하여 이용될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 공동위치된 루마 컴포넌트의 NSST 인덱스 및 공동위치된 루마 컴포넌트의 인트라 예측 모드에 기초하여 서브셋으로부터 2 차 변환 후보를 선택할 수도 있다.

[0231] 예에서, 예컨대, 미국 특허 출원 제 15/006,994 호에서 설명된 바와 같이, 크로마 컴포넌트의 인트라 예측 모드가 LM 모드일 때, 2 차 변환은 크로마 컴포넌트에 대하여 적용되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 공동위치된 루마 컴포넌트에 대한 2 차 변환 후보를 적용할 수도 있고, 크로마 컴포넌트에 대한 2

차 변환 후보를 적용하는 것을 금지할 수도 있다.

- [0232] 예에서, 2 차 변환이 적용될 때, LM 모드는 적용되거나 시그널링되지 않을 수도 있다. 이 경우, 인트라 모드 코딩은 LM 모드가 시그널링되어야 할 후보 인트라 모드가 아니도록, 이에 따라 수정될 수도 있다. 이러한 인트라 모드 코딩 수정은 코딩되어야 할 이용가능한 인트라 모드들의 수를 감소시키는 것, 또는 이용가능한 인트라 모드들의 총 수가 동일하도록 LM 모드들을 다른 인트라 예측 모드들로 대체하는 것을 포함할 수도 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다. 상이하게 말하면, LM 모드들은 2 차 변환이 적용될 때에 후보 인트라 모드들이 아닌 것으로 추정될 수도 있으므로, 2 차 변환이 적용될 때, 인트라 모드의 시그널링은 더 이상 LM 모드를 시그널링하지 않도록 수정될 수도 있다.
- [0233] 추가적으로 또는 대안적으로, 크로마 컴포넌트의 인트라 예측 모드가 LM 모드일 때, 2 차 변환은 승계된 NSST 인덱스 및 크로마 컴포넌트에 대한 평면형/DC 모드를 이용하여 선택될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 공동위치된 루마 컴포넌트의 NSST 인덱스 및 크로마 컴포넌트의 평면형/DC 모드에 기초하여 서브세트로부터 2 차 변환 후보를 선택할 수도 있다.
- [0234] 예에서, 공동위치된 루마 컴포넌트의 양자의 NSST 인덱스 및 인트라 예측 모드는 현재의 비-루마 컴포넌트에 대하여 승계될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 디코더 (30) 는 공동위치된 비-루마 컴포넌트의 NSST 인덱스 및 공동위치된 비-루마 컴포넌트의 인트라 예측 모드에 기초하여 서브세트로부터 2 차 변환 후보를 선택할 수도 있다.
- [0235] 도 7a 는 루마 인트라 모드로부터 변환 세트 인덱스로의 일 예의 맵핑의 예시도이다. 이하에서 설명된 예들은 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 에 의해 수행될 수도 있다. 도 7a 에서 예시된 바와 같이, 이하에서 설명된 예들은 평면형 (0), DC (1), 및 65 개의 각도 루마 인트라 예측 모드들 (2 내지 66) 을 포함하는 67 개의 루마 인트라 예측 모드들에 추가하여 구현될 수도 있다. 비-분리가능한 변환을 수행하기 위한 변환 행렬을 선택하기 위하여, 총 12 개의 비-분리가능한 16x16 변환 세트들이 미리 정의될 수도 있다. 각각의 변환 세트는 3 개의 16x16 변환 후보들을 포함한다. 예에서, 변환 세트는 루마 인트라 예측 모드에 의해 특정될 수도 있다. 예를 들어, 도 7a 에서 도시된 바와 같이, 루마 인트라 예측 모드 '0' 은 변환 세트 인덱스 '0' 을 특정하고, 루마 인트라 예측 모드 '1' 은 변환 세트 인덱스 '0' 을 특정하고, 루마 인트라 예측 모드 '2' 는 변환 세트 인덱스 '1' 을 특정하는 등과 같다.
- [0236] 도 7a 의 예에서, 변환 세트가 특정될 수도 있고, 각각의 변환 세트 내에서, 3 개의 후보들로부터의 선택된 변환은 명시적으로 시그널링된 CU-레벨 ROT 인덱스에 의해 특정될 수도 있다. 예를 들어, ROT 인덱스는 비트 스트림에서 CU 당 시그널링된 인덱스 값일 수도 있고, ROT 인덱스 값은 0 으로부터 3 까지의 범위일 수도 있다. 일부 사례들에서, ROT 인덱스 0 은 2 차 변환이 적용되지 않는다는 것을 특정하고, ROT 인덱스 1 내지 3 은 3 개의 상이한 ROT 들로부터의 선택된 하나의 변환을 특정한다. 루마 예측 모드로부터 변환 세트 인덱스로의 맵핑은 도 7a 에서 정의된다.
- [0237] 게다가, 도 7a 에 따르면, 34 보다 더 큰 루마 인트라 예측 모드들 (IPM) 에 대하여, 인트라 모드 68-IPM 에 대한 동일한 변환 세트 인덱스가 적용될 수도 있다. 그러나, 인코더/디코더에서, 인트라 예측 모드 IPM 과 68-IPM 사이의 대칭성을 사용하기 위하여, 변환 계수 블록은 2 차 변환을 행하기 전/후에 전치 (transpose) 될 수도 있다. 더 구체적으로, 도 7b 의 예에서, 인트라 예측 모드 (IPM) 는 0 으로부터 66 까지의 범위이다. 도 7b 에서 예시된 바와 같이, 인트라 모드 IPM 및 68-IPM 은 대칭적이다. 예를 들어, 인트라 모드 18 (수평 예측) 및 50 (수직 예측) 이 대칭적이다. IPM 및 68-IPM 이 대칭적이므로, 이 2 개의 모드들에 대해 적용된 비-분리가능한 변환은 일부 접속을 가진다. 예를 들어, 우리가 모드 50 (수직 예측) 으로부터 예측된 잔차 블록을 전치할 경우, 잔차 통계들은 모드 18 (수평 예측) 로부터 예측된 잔차 블록들과 매우 유사해야 한다. 그러므로, 인트라 모드 IPM 에 대한 비-분리가능한 변환은 인트라 모드 IPM 에 대한 비-분리가능한 변환 플러스 전치 동작과 유사해야 한다. 이 대칭성을 사용하고 비-분리가능한 변환 세트들의 총 수를 감소시키기 위하여, 34 보다 더 큰 인트라 모드 IPM 에 대하여, 68-IPM 의 동일한 변환 세트가 이용될 수도 있고, 변환 계수 블록은 2 차 변환 후에 전치될 수도 있다. JVET-C1001 의 섹션 2.2.1: http://phenix.it-sudparis.eu/jvet/doc_end_user/documents/3_Geneva/wg11/JVET-C1001-v3.zip 에서는, 66 루마 인트라 예측 모드가 설명되어 있다.
- [0238] 이 개시물의 제 8 기법에서, 비디오 인코더 (20) 및/또는 비디오 디코더 (30) 는 상이한 블록 크기들에 대한 NSST 의 상이한 크기들 및 (정사각형 또는 비-정사각형 이외의) 상이한 형상들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 예에서, 4x4 NSST 는 4x4 블록들에 대하여 적용될 수도 있고, 8x8 NSST 는 8x8 및 더 큰 블록들에 대한 상부

-좌측 8x8 변환 계수들에 대해 적용될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 4x4 2 차 변환을 4x4 블록들에 적용할 수도 있고, 8x8 2 차 변환을 8x8 블록들에 적용할 수도 있고, 8x8 2 차 변환을 8x8 보다 더 큰 블록들의 상부-좌측 8x8 계수들에 적용할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 8x8 2 차 변환을 16x16 블록의 상부-좌측 8x8 계수들에 적용할 수도 있다.

[0239] 제 8 기법의 예에서, 4x4 NSST 가 MxN 블록들에 대해 적용될 때, 여기서, $M \geq 4$, $N \geq 4$, M 및 N 은 4 의 배수들이고, $M \neq N$, MxN 블록은 다수의 비-중첩된 4x4 서브-블록들에 의해 분할되지 않을 수도 있다. 각각의 4x4 서브-블록에 대하여, 4x4 NSST 가 적용될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 가 NSST 를 8x4 블록의 2 개의 4x4 블록들의 각각에 적용하도록, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 4x4 2 차 변환을 8x4 블록의 상부-좌측 4x4 계수들에, 그리고 제 2 4x4 2차 변환을 상부-좌측 4x4 계수들의 아래에 있는 8x4 블록의 4x4 계수들에 적용할 수도 있다.

[0240] 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 MxN 계수 블록을 복수의 비-중첩된 4x4 서브 블록들로 분할할 수도 있다. 이 예에서, 복수의 비-중첩된 4x4 서브-블록들은 제 1 2-차원 계수 블록 및 제 2 2-차원 계수 블록을 포함하고, M 및 N 은 각각 4 보다 더 크고, M 및 N 은 각각 4 의 배수들이고, M 은 N 과 동일하지 않다. 이 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 복수의 비-중첩된 4x4 서브 블록들의 각각의 개개의 4x4 서브-블록에 대하여, 개개의 계수 블록을 생성하기 위하여 2 차 변환을 수행한다.

[0241] 유사하게, 비디오 디코더 (30) 는 MxN 계수 블록을 복수의 비-중첩된 4x4 서브 블록들로 분할할 수도 있고, 복수의 비-중첩된 4x4 서브-블록들은 제 1 2-차원 계수 블록을 포함하고, M 및 N 은 각각 4 보다 더 크고, M 및 N 은 각각 4 의 배수들이고, M 은 N 과 동일하지 않다. 이 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 다수의 비-중첩된 4x4 서브 블록들의 각각의 4x4 서브-블록에 대한 4x4 역 NSST 를 수행할 수도 있다. 이 예에서, 복수의 4x4 서브-블록들의 각각의 개개의 4x4 서브-블록에 대하여, 비디오 디코더 (30) 는 개개의 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 역 2 차 변환을 적용한다.

[0242] 제 8 기법의 예에서, 8x8 NSST 가 MxN 블록들에 대하여 적용될 때, 여기서, $M \geq 8$, $N \geq 8$ 이고, M 및 N 은 8 의 배수이고, MxN 블록은 다수의 비-중첩된 8x8 서브-블록들로 분할될 수도 있고, 각각의 8x8 서브-블록에 대하여, 8x8 NSST 가 적용될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 가 NSST 를 8x64 블록의 8 개의 8x8 블록들의 각각에 적용하도록, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 8x8 2 차 변환을 8x64 블록의 상부-좌측 8x8 계수들에, 그리고 제 2 8x8 2차 변환을 상부-좌측 8x8 계수들의 아래에 있는 8x64 블록의 8x8 계수들에 적용할 수도 있다.

[0243] 제 8 기법의 예에서, 정사각형 NSST 대신에, NSST 는 계수 블록의 임의적인 영역에서 위치된 변환 계수들의 그룹에 적용될 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 제 1 4x16 2 차 변환을 8x64 블록의 중심 4x16 계수들에 적용할 수도 있다. 예에서, 계수 스캔 순서에서의 제 1 K 변환 계수들은 단일 벡터로 편성될 수도 있고, 비-분리가능한 변환은 이 변환 계수 벡터에 대해 수행될 수도 있다. 이 예에서, 계수 스캔 순서는 대각 스캔, 수평 스캔, 또는 수직 스캔일 수 있지만, 이것으로 제한되지는 않는다.

[0244] 제 8 기법의 예에서, NxN 블록에 대하여, 제로-아웃 (zero-out) NSST 는 오직 제 1 M 계수들이 계산되도록 적용될 수도 있고, 나머지 N-M 계수는 제로인 것으로 고려될 수도 있다. 예를 들어, N 개의 계수들을 포함하는 1-차원 계수 벡터에 대하여, 비디오 인코더 (20) 는 1-차원 계수 벡터의 N 개의 계수들의 오직 제 1 M 을 계산하고 1-차원 계수 벡터의 나머지 (즉, N-M) 계수들을 제로로 설정하는 NSST 를 적용할 수도 있다.

[0245] 제로로 된 계수들의 그룹이 계수 그룹 (CG), 예컨대, HEVC 에서 정의된 바와 같은 4x4 서브-블록을 형성할 경우, 이 CG 를 엔트로피 코딩할 때, 이 CG 에서 적어도 하나의 비-제로 계수가 있는지 여부를 시그널링하는 플래그는 스킵될 수도 있고 코딩되지 않을 수도 있다. 일부 예들에서는, 제로로 된 계수들에 대한 신택스 엘리먼트들을 코딩하지 않는 대신에, 제로로 된 계수들에 대한 신택스 엘리먼트들이 여전히 코딩될 수도 있지만, 별도의 컨텍스트를 이용하고 있을 수도 있다.

[0246] 또한, 일부 예들에서, 제로로 된 계수들의 그룹이 계수 그룹 (CG), 예컨대, HEVC 에서 정의된 바와 같은 4x4 서브-블록을 형성할 경우, 이 CG 를 엔트로피 코딩할 때, 최후 위치 코딩은 최후 위치가 이 제로로 된 계수 위치들에서 나타나지 않을 수 있다는 한정을 포함하도록 수정될 수도 있다.

[0247] 도 8 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 인코더 (20) 의 예를 예시하는 블록도이다. 이 개시물에 따르면, 비디오 인코더 (20) 는 예를 들어, 2 차 변환들에 관련되는 기법들과 같은, 이 개시물에서 설명된 기법들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 비디오 슬라이스들 내의 비디오 블록들의 인트라-코딩 및 인터-코딩을 수행할 수도 있다. 인트라 코딩은 소정의 비디오 프레임 또는 픽

처 내에서의 비디오에 있어서의 공간적 중복성을 감소시키거나 제거하기 위하여 공간적 예측에 의존한다. 인터-코딩은 비디오 시퀀스의 인접한 프레임들 또는 픽처들 내의 비디오에 있어서의 시간적 중복성을 감소시키거나 제거하기 위하여 시간적 예측에 의존한다. 인트라-모드 (I 모드) 는 몇몇 공간 기반 코딩 모드들 중의 임의의 것을 지칭할 수도 있다. 단방향 예측 (P 모드) 또는 양방향-예측 (B 모드) 과 같은 인터-모드들은 몇몇 시간-기반 코딩 모드들 중의 임의의 것을 지칭할 수도 있다.

[0248] 도 8 에서 도시된 바와 같이, 비디오 인코더 (20) 는 인코딩되어야 할 비디오 프레임 내에서의 현재의 비디오 블록을 수신한다. 도 8 의 예에서, 비디오 인코더 (20) 는 모드 선택 유닛 (240), 참조 픽처 메모리 (264) (디코딩된 픽처 버퍼 (DPB) 로서 또한 지칭될 수도 있음), 합산기 (250), 변환 프로세싱 유닛 (252), 양자화 유닛 (254), 및 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 을 포함한다. 모드 선택 유닛 (240) 은 궁극적으로, 모션 보상 유닛 (244), 모션 추정 유닛 (242), 인트라 예측 유닛 (246), 및 파티션 유닛 (248) 을 포함한다. 비디오 블록 복원을 위하여, 비디오 인코더 (20) 는 또한, 역양자화 유닛 (258), 역변환 유닛 (260), 및 합산기 (262) 를 포함한다. 일부 예들에서, 디블록킹 필터 (도 8 에서 도시되지 않음) 는 또한, 블록 경계들을 필터링하여 복원된 비디오로부터 블록화 아티팩트 (blockiness artifact) 들을 제거하기 위하여 포함될 수도 있다. 디블록킹 필터는 합산기 (262) 의 출력을 필터링한다. (루프 내의 또는 루프 이후의) 추가적인 필터들은 또한, 디블록킹 필터에 추가하여 이용될 수도 있다. 이러한 필터들은 간결함을 위하여 도시되어 있지 않지만, 희망하는 경우, (인-루프 (in-loop) 필터로서) 합산기 (250) 의 출력을 필터링할 수도 있다.

[0249] 인코딩 프로세스 동안, 비디오 인코더 (20) 는 코딩되어야 할 비디오 프레임 또는 슬라이스를 수신한다. 프레임 또는 슬라이스는 다수의 비디오 블록들로 분할될 수도 있다. 모션 추정 유닛 (242) 및 모션 보상 유닛 (244) 은 시간적 예측을 제공하기 위하여, 하나 이상의 참조 프레임들 내의 하나 이상의 블록들에 관하여 수신된 비디오 블록의 인터-예측 인코딩을 수행한다. 대안적으로, 인트라 예측 유닛 (246) 은 공간적 예측을 제공하기 위하여, 코딩되어야 할 블록과 동일한 프레임 또는 슬라이스에서의 하나 이상의 이웃하는 블록들에 관하여 수신된 비디오 블록의 인트라-예측 인코딩을 수행할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 예컨대, 비디오 데이터의 각각의 블록에 대한 적절한 코딩 모드를 선택하기 위하여, 다수의 코딩 패스 (coding pass) 들을 수행할 수도 있다.

[0250] 또한, 파티션 유닛 (248) 은 이전의 코딩 패스들에서의 이전의 파티셔닝 방식들의 평가에 기초하여, 비디오 데이터의 블록들을 서브-블록들로 파티셔닝할 수도 있다. 예를 들어, 파티션 유닛 (248) 은 초기에, 프레임 또는 슬라이스를 LCU 들로 파티셔닝할 수도 있고, 레이트-왜곡 분석 (예컨대, 레이트-왜곡 최적화) 에 기초하여 LCU 들의 각각을 서브-CU 들로 파티셔닝할 수도 있다. 모드 선택 유닛 (240) 은 서브-CU 들로의 LCU 의 파티셔닝을 표시하는 쿼드트리 데이터 구조를 추가로 생성할 수도 있다. 쿼드트리의 리프-노드 CU 들은 하나 이상의 PU 들 및 하나 이상의 TU 들을 포함할 수도 있다.

[0251] 모드 선택 유닛 (240) 은 예컨대, 여러 결과들에 기초하여 예측 모드들 중의 하나, 인트라 또는 인터를 선택할 수도 있고, 결과적인 예측된 블록을, 잔차 데이터를 생성하기 위하여 합산기 (250) 에, 그리고 참조 프레임으로서의 이용을 위한 인코딩된 블록을 복원하기 위하여 합산기 (262) 에 제공한다. 모드 선택 유닛 (240) 은 또한, 모션 벡터들, 인트라-모드 표시자들, 파티션 정보, 및 다른 이러한 신택스 정보와 같은 신택스 엘리먼트들을 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 에 제공한다.

[0252] 모션 추정 유닛 (242) 및 모션 보상 유닛 (244) 은 고도로 통합될 수도 있지만, 개념적인 목적들을 위하여 별도로 예시되어 있다. 모션 추정 유닛 (242) 에 의해 수행된 모션 추정은 비디오 블록들에 대한 모션을 추정하는 모션 벡터들을 생성하는 프로세스이다. 예를 들어, 모션 벡터는 현재의 프레임 (또는 다른 코딩된 유닛) 내에서 코딩되고 있는 현재의 블록에 관한 참조 프레임 (또는 다른 코딩된 유닛) 내에서의 예측 블록에 관하여 현재의 비디오 프레임 또는 픽처 내에서의 비디오 블록의 PU 의 변위를 표시할 수도 있다. 예측 블록은, 절대차의 합 (SAD), 제곱차의 합 (SSD), 또는 다른 차이 메트릭들에 의해 결정될 수도 있는 픽셀 차이의 측면에서, 코딩되어야 할 블록과 근접하게 정합하는 것으로 구해지는 블록이다. 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 참조 픽처 메모리 (264) 내에 저장된 참조 픽처들의 정수-미만 (sub-integer) 픽셀 위치들에 대한 값들을 계산할 수도 있다. 예를 들어, 비디오 인코더 (20) 는 참조 픽처의 1/4 픽셀 위치들, 1/8 픽셀 위치들, 또는 다른 분수 픽셀 위치들의 값들을 보간할 수도 있다. 그러므로, 모션 추정 유닛 (242) 은 전체 픽셀 위치들 및 분수 픽셀 위치들에 관하여 모션 검색을 수행할 수도 있고, 분수 픽셀 정밀도를 갖는 모션 벡터를 출력할 수도 있다.

[0253] 모션 추정 유닛 (242) 은 PU 의 위치를 참조 픽처의 예측 블록의 위치와 비교함으로써, 인터-코딩된 슬라이스에

서의 비디오 블록의 PU 에 대한 모션 벡터를 계산한다. 참조 픽처는 제 1 참조 픽처 리스트 (list 0) 또는 제 2 참조 픽처 리스트 (list 1) 로부터 선택될 수도 있고, 이들의 각각은 참조 픽처 메모리 (264) 내에 저장된 하나 이상의 참조 픽처들을 식별한다. 모션 추정 유닛 (242) 은 계산된 모션 벡터를 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 및 모션 보상 유닛 (244) 으로 전송한다.

[0254] 모션 보상 유닛 (244) 에 의해 수행된 모션 보상은 모션 추정 유닛 (242) 에 의해 결정된 모션 벡터에 기초하여 예측 블록을 페치 (fetch) 하거나 생성하는 것을 수반할 수도 있다. 또한, 모션 추정 유닛 (242) 및 모션 보상 유닛 (244) 은 일부 예들에서, 기능적으로 통합될 수도 있다. 현재의 비디오 블록의 PU 에 대한 모션 벡터를 수신할 시에, 모션 보상 유닛 (244) 은 모션 벡터가 참조 픽처 리스트들 중의 하나에서 지시하는 예측 블록을 위치시킬 수도 있다. 합산기 (250) 는 잔차 비디오 블록을 형성한다. 잔차 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 합산기 (250) 는 이하에서 논의된 바와 같이, 코딩되고 있는 현재의 비디오 블록의 픽셀 값들로부터 예측 블록의 픽셀 값들을 감산하여 픽셀 차이 값들을 형성할 수도 있다. 일반적으로, 모션 추정 유닛 (242) 은 루마 컴포넌트들에 관하여 모션 추정을 수행하고, 모션 보상 유닛 (244) 은 크로마 컴포넌트들 및 루마 컴포넌트들의 양자에 대한 루마 컴포넌트들에 기초하여 계산된 모션 벡터들을 이용한다. 모드 선택 유닛 (240) 은 또한, 비디오 슬라이스의 비디오 블록들을 디코딩함에 있어서 비디오 디코더 (30) 에 의한 이용을 위한 비디오 블록들 및 비디오 슬라이스와 연관된 신텍스 엘리먼트들을 생성할 수도 있다.

[0255] 인트라 예측 유닛 (246) 은 위에서 설명된 바와 같이, 모션 추정 유닛 (242) 및 모션 보상 유닛 (244) 에 의해 수행된 인트라-예측에 대한 대안으로서, 현재의 블록을 인트라-예측할 수도 있다. 특히, 인트라 예측 유닛 (246) 은 현재의 블록을 인코딩하기 위하여 이용하기 위한 인트라-예측 모드를 결정할 수도 있다. 일부 예들에서, 인트라 예측 유닛 (246) 은 예컨대, 별도의 인코딩 패스들 동안에 다양한 인트라-예측 모드들을 이용하여 현재의 블록을 인코딩할 수도 있고, 인트라 예측 유닛 (246) (또는 일부 예들에서, 모드 선택 유닛 (240)) 은 테스트된 모드들로부터 이용하기 위한 적절한 인트라-예측 모드를 선택할 수도 있다.

[0256] 예를 들어, 인트라 예측 유닛 (246) 은 다양한 테스트된 인트라-예측 모드들에 대한 레이트-왜곡 분석을 이용하여 레이트-왜곡 값들을 계산할 수도 있고, 테스트된 모드들 중에서 최상의 레이트-왜곡 특성들을 가지는 인트라-예측 모드를 선택할 수도 있다. 레이트-왜곡 분석은 일반적으로, 인코딩된 블록과, 인코딩된 블록을 생성하기 위하여 인코딩되었던 원래의 인코딩되지 않은 블록과의 사이의 왜곡 (또는 에러) 의 양뿐만 아니라, 인코딩된 블록을 생성하기 위하여 이용된 비트레이트 (즉, 비트들의 수) 를 결정한다. 인트라 예측 유닛 (246) 은 어느 인트라-예측 모드가 블록에 대한 최상의 레이트-왜곡 값을 나타내는지 결정하기 위하여 다양한 인코딩된 블록들에 대한 왜곡들 및 레이트들로부터 비율들을 계산할 수도 있다.

[0257] 블록에 대한 인트라-예측 모드를 선택한 후, 인트라 예측 유닛 (246) 은 블록에 대한 선택된 인트라-예측 모드를 표시하는 정보를 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 에 제공할 수도 있다. 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 은 선택된 인트라-예측 모드를 표시하는 정보를 인코딩할 수도 있다. 비디오 인코더 (20) 는 복수의 인트라-예측 모드 인덱스 표들 및 복수의 수정된 인트라-예측 모드 인덱스 표들 (또한 코드워드 맵핑 표 (codeword mapping table) 들로서 지칭됨) 을 포함할 수도 있는 송신된 비트스트림 구성 데이터에서, 다양한 블록들에 대한 인코딩 컨텍스트들의 정의들과, 컨텍스트들의 각각에 대해 이용하기 위한 가장 가능성 있는 인트라-예측 모드, 인트라-예측 모드 인덱스 표, 및 수정된 인트라-예측 모드 인덱스 표의 표시들을 포함할 수도 있다.

[0258] 비디오 인코더 (20) 는 잔차 비디오 블록을 형성한다. 잔차 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 비디오 인코더 (20) 는 코딩되고 있는 원래의 비디오 블록으로부터 모드 선택 유닛 (240) 으로부터의 예측 데이터를 감산할 수도 있다. 합산기 (250) 는 이 감산 동작을 수행하는 컴포넌트 또는 컴포넌트들을 표현한다. 변환 프로세싱 유닛 (252) 은 이산 코사인 변환 (DCT) 또는 개념적으로 유사한 변환과 같은 변환을 잔차 블록에 적용하여, 변환 계수 값들을 포함하는 비디오 블록을 생성한다. 웨이블릿 변환들, 정수 변환들, 서브-대역 변환들, DST 들, 또는 다른 타입들의 변환들이 DCT 대신에 이용될 수 있다. 어떤 경우에도, 변환 프로세싱 유닛 (252) 은 변환을 잔차 블록에 적용하여, 변환 계수들의 블록을 생성한다. 변환은 잔차 정보를 픽셀 도메인으로부터, 주파수 도메인과 같은 변환 도메인으로 변환할 수도 있다.

[0259] 추가적으로, 위에서 논의된 바와 같이, 변환 프로세싱 유닛 (252) 은 비-분리가능한 2 차 변환을 적용하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 변환 프로세싱 유닛 (252) 은 양자화 유닛 (254) 에 의한 이용을 위한 계수 스캔 순서에 따라, 비-분리가능한 2 차 변환에 의해 형성된 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하도록 구성될 수도 있다. 변환 프로세싱 유닛 (252) 은 결과적인 변환 계수들을 양자화 유닛 (254) 으로 전송할 수도 있다.

- [0260] 양자화 유닛 (254) 은 비트 레이트를 추가로 감소시키기 위하여 변환 계수들을 양자화한다. 양자화 프로세스는 계수들의 일부 또는 전부와 연관된 비트 심도를 감소시킬 수도 있다. 양자화도는 양자화 파라미터를 조절함으로써 수정될 수도 있다.
- [0261] 양자화에 후속하여, 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 은 양자화된 변환 계수들을 표시하는 신택스 엘리먼트들을 스캔하고 엔트로피 인코딩한다. 예를 들어, 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 은 CAVLC, CABAC, SBAC, PIPE 코딩, 또는 또 다른 엔트로피 코딩 기법을 수행할 수도 있다. 컨텍스트-기반 엔트로피 코딩의 경우, 컨텍스트는 이웃하는 블록들에 기초할 수도 있다. 엔트로피 인코딩 유닛 (256) 에 의한 엔트로피 코딩에 후속하여, 인코딩된 비트스트림은 또 다른 디바이스 (예컨대, 비디오 디코더 (30)) 에 송신될 수도 있거나, 더 이후의 송신 또는 취출을 위하여 아카이빙될 수도 있다.
- [0262] 역양자화 유닛 (258) 및 역변환 유닛 (260) 은 픽셀 도메인에서의 잔차 블록을 복원하기 위하여 역양자화 및 역변환을 각각 적용한다. 특히, 합산기 (262) 는 참조 픽처 메모리 (264) 에서의 저장을 위한 복원된 비디오 블록을 생성하기 위하여, 복원된 잔차 블록을, 모션 보상 유닛 (244) 또는 인트라 예측 유닛 (246) 에 의해 더 이전에 생성된 모션 보상된 예측 블록에 추가한다. 복원된 비디오 블록은 추후의 비디오 프레임에서의 블록을 인트라-코딩하기 위하여, 모션 추정 유닛 (242) 및 모션 보상 유닛 (244) 에 의해 참조 블록으로서 이용될 수도 있다.
- [0263] 비디오 인코더 (20) 는 일반적으로, 코딩된 비디오 시퀀스에서 각각의 픽처의 각각의 블록을 인코딩하기 위하여 위에서 논의된 프로세스를 이용한다. 게다가, 일부 예들에서, 비디오 인코더 (20) 는 픽처들의 각각을 배정하기 위한 시간적 계층들을 결정할 수도 있다. 또한, 비디오 인코더 (20) 는 다른 계층들의 픽처들, 예컨대, 다른 뷰들, 스케일러블 비디오 코딩 계층들 등을 인코딩하도록 구성될 수도 있다. 어떤 경우에도, 비디오 인코더 (20) 는 추가로, (예컨대, 다양한 비디오 차원들의) 하나 이상의 계층들에 대하여, 각각의 픽처가 속하는 계층을 표시하는 데이터를 인코딩할 수도 있다.
- [0264] 도 9 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 디코더 (30) 의 예를 예시하는 블록도이다. 이 개시물에 따르면, 비디오 디코더 (30) 는 예를 들어, 2 차 변환들에 관련되는 기법들과 같은, 이 개시물에서 설명된 기법들을 적용하도록 구성될 수도 있다. 도 9 의 예에서, 비디오 디코더 (30) 는 엔트로피 디코딩 유닛 (270), 모션 보상 유닛 (272), 인트라 예측 유닛 (274), 역양자화 유닛 (276), 역변환 유닛 (278), 참조 픽처 메모리 (282), 및 합산기 (280) 를 포함한다. 일부 예들에서, 비디오 디코더 (30) 는 비디오 인코더 (20) (도 8) 에 대하여 설명된 인코딩 패스와 일반적으로 상반되는 디코딩 패스를 수행할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (272) 은 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 으로부터 수신된 모션 벡터들에 기초하여 예측 데이터를 생성할 수도 있는 반면, 인트라 예측 유닛 (274) 은 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 으로부터 수신된 인트라-예측 모드 표시자들에 기초하여 예측 데이터를 생성할 수도 있다.
- [0265] 디코딩 프로세스 동안, 비디오 디코더 (30) 는 인코딩된 비디오 슬라이스의 비디오 블록들 및 연관된 신택스 엘리먼트들을 표현하는 인코딩된 비디오 비트스트림을 비디오 인코더 (20) 로부터 수신한다. 비디오 디코더 (30) 의 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 은 양자화된 계수들, 모션 벡터들 또는 인트라-예측 모드 표시자들, 및 다른 신택스 엘리먼트들을 생성하기 위하여 비트스트림을 엔트로피 디코딩한다. 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 은 모션 벡터들 및 다른 신택스 엘리먼트들을 모션 보상 유닛 (272) 으로 포워드한다. 비디오 디코더 (30) 는 비디오 슬라이스 레벨 및/또는 비디오 블록 레벨에서 신택스 엘리먼트들을 수신할 수도 있다.
- [0266] 비디오 슬라이스가 인트라-코딩된 (I) 슬라이스로서 코딩될 때, 인트라 예측 유닛 (274) 은 시그널링된 인트라 예측 모드와, 현재의 프레임 또는 픽처의 이전에 디코딩된 블록들로부터의 데이터에 기초하여, 현재의 비디오 슬라이스의 비디오 블록에 대한 예측 데이터를 생성할 수도 있다. 비디오 프레임이 인트라-코딩된 (즉, B, P, 또는 일반화된 P 및 B-픽처 (GPB)) 슬라이스로서 코딩될 때, 모션 보상 유닛 (272) 은 모션 벡터들과, 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 으로부터 수신된 다른 신택스 엘리먼트들에 기초하여, 현재의 비디오 슬라이스의 비디오 블록에 대한 예측 블록들을 생성한다. 예측 블록들은 참조 픽처 리스트들 중의 하나 내의 참조 픽처들 중의 하나로부터 생성될 수도 있다. 비디오 디코더 (30) 는 참조 픽처 메모리 (282) 내에 저장된 참조 픽처들에 기초하여, 디폴트 구성 기법들을 이용하여 참조 프레임 리스트들, list 0 및 list 1 을 구성할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (272) 은 모션 벡터들 및 다른 신택스 엘리먼트들을 파싱 (parsing) 함으로써 현재의 비디오 슬라이스의 비디오 블록에 대한 예측 정보를 결정하고, 디코딩되고 있는 현재의 비디오 블록에 대한 예측 블록들을 생성하기 위하여 예측 정보를 이용한다. 예를 들어, 모션 보상 유닛 (272) 은 비디오 슬라이스의 비디오 블록들을 코딩하기 위해 이용된 예측 모드 (예컨대, 인트라-예측 또는 인트라-예측), 인트라-예측 슬라이스 타입

(예컨대, B 슬라이스, P 슬라이스, 또는 GPB 슬라이스), 슬라이스에 대한 참조 픽처 리스트들 중의 하나 이상에 대한 구성 정보, 슬라이스의 각각의 인터-인코딩된 비디오 블록에 대한 모션 벡터들, 슬라이스의 각각의 인터-인코딩된 비디오 블록에 대한 인터-예측 상태, 및 현재의 비디오 슬라이스에서의 비디오 블록들을 디코딩하기 위한 다른 정보를 결정하기 위하여, 수신된 선택스 엘리먼트들의 일부를 이용한다.

[0267] 모션 보상 유닛 (272) 은 또한, 보간 필터들에 기초하여 보간을 수행할 수도 있다. 모션 보상 유닛 (272) 은 참조 블록들의 정수-미만 픽셀들에 대한 보간된 값들을 계산하기 위하여, 비디오 블록들의 인코딩 동안에 비디오 인코더 (20) 에 의해 이용된 바와 같은 보간 필터들을 이용할 수도 있다. 이 경우, 모션 보상 유닛 (272) 은 수신된 선택스 엘리먼트들로부터 비디오 인코더 (20) 에 의해 이용된 보간 필터들을 결정할 수도 있고, 예측 블록들을 생성하기 위하여 보간 필터들을 이용할 수도 있다.

[0268] 역양자화 유닛 (276) 은, 비트스트림에서 제공되며 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 에 의해 디코딩된 양자화된 변환 계수들을 역양자화, 즉, 탈양자화한다. 역양자화 프로세스는 적용되어야 할 양자화도 및 마찬가지로 역양자화도를 결정하기 위하여, 비디오 슬라이스에서의 각각의 비디오 블록에 대해 비디오 디코더 (30) 에 의해 계산된 양자화 파라미터 QP_V 의 이용을 포함할 수도 있다.

[0269] 역변환 유닛 (278) 은 픽셀 도메인에서 잔차 블록들을 생성하기 위하여, 역변환, 예컨대, 역 DCT, 역정수 변환, 또는 개념적으로 유사한 역변환 프로세스를 변환 계수들에 적용한다. 추가적으로, 이 개시물의 다양한 기법들에 따르면, 역변환 유닛 (278) 은 비-분리가능한 역 2 차 변환을 적용하도록 구성될 수도 있다. 일부 예들에서, 역변환 유닛 (278) 은 계수 스캔 순서에 따라, 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성하도록 구성될 수도 있다.

[0270] 모션 보상 유닛 (272) 이 모션 벡터들 및 다른 선택스 엘리먼트들에 기초하여 현재의 비디오 블록에 대한 예측 블록을 생성한 후, 비디오 디코더 (30) 는 디코딩된 비디오 블록을 형성한다. 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 비디오 디코더 (30) 는 역변환 유닛 (278) 으로부터의 잔차 블록들을 모션 보상 유닛 (272) 에 의해 생성된 대응하는 예측 블록들과 합산할 수도 있다. 합산기 (280) 는 이 합산 동작을 수행하는 컴포넌트 또는 컴포넌트들을 표현한다. 희망하는 경우, 디블록킹 필터는 또한, 블록화 아티팩트들을 제거하기 위하여 디코딩된 블록들을 필터링하도록 적용될 수도 있다. (코딩 루프 내 또는 코딩 루프 이후 중의 어느 하나에서의) 다른 루프 필터들은 또한, 픽셀 전이들을 평탄화하거나, 또는 이와 다르게 비디오 품질을 개선시키기 위하여 이용될 수도 있다. 다음으로, 소정의 프레임 또는 픽처에서의 디코딩된 비디오 블록들은, 추후의 모션 보상을 위하여 이용된 참조 픽처들을 저장하는 참조 픽처 메모리 (282) 내에 저장된다. 참조 픽처 메모리 (282) 는 또한, 도 1 의 디스플레이 디바이스 (32) 와 같은 디스플레이 디바이스 상에서의 더 이후의 제시를 위한 디코딩된 비디오를 저장한다.

[0271] 비디오 디코더 (30) 는 일반적으로, 코딩된 비디오 시퀀스에서 각각의 픽처의 각각의 블록을 디코딩하기 위하여 위에서 논의된 프로세스를 이용한다. 게다가, 일부 예들에서, 비디오 디코더 (30) 는 픽처들이 배치되는 시간적 계층들을 표시하는 데이터를 디코딩할 수도 있다. 또한, 비디오 디코더 (30) 는 다른 계층들의 픽처들, 예컨대, 다른 뷰들, 스케일러블 비디오 코딩 계층들 등을 디코딩하도록 구성될 수도 있다. 어떤 경우에도, 비디오 디코더 (30) 는 추가로, (예컨대, 다양한 비디오 차원들의) 하나 이상의 계층들에 대하여, 각각의 픽처가 속하는 계층을 표시하는 데이터를 디코딩할 수도 있다.

[0272] 비디오 인코더 (20) 또는 비디오 디코더 (30) 에 의해 수행될 수도 있는 개시물의 기법들은 이하에서 더 상세하게 설명된다.

[0273] 도 10a 는 이 개시물에서 설명된 하나 이상의 기법들에 따른, 비디오 인코더 (20) 에 의한 일 예의 변환 프로세스의 예시도이다. 도 10a 의 예에서, 비디오 인코더 (20) 의 변환 프로세싱 유닛 (252) 은 1 차 변환 유닛 (802), 2 차 변환 유닛 (804), 및 재편성 유닛 (806) 을 포함한다. 1 차 변환 유닛 (802) 은 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여, 잔차 블록에 대해 예를 들어, DST 또는 DCT 와 같은 1 차 변환을 적용한다. 2 차 변환 유닛 (804) 은 1-차원 벡터를 생성하기 위하여 KLT 와 같은 비-분리가능한 변환을 2-차원 계수 블록에 적용한다. 재편성 유닛 (806) 은 1-차원 벡터를 2-차원 계수 블록으로서 재편성한다. 양자화 유닛 (254) 은 2-차원 블록을 양자화한다.

[0274] 도 10b 는 이 개시물에서 설명된 하나 이상의 기법들에 따른, 비디오 디코더 (30) 에 의한 일 예의 변환 프로세스의 예시도이다. 도 10b 의 예에서, 비디오 디코더 (30) 의 역변환 유닛 (278) 은 재편성 유닛 (824), 2 차 역변환 유닛 (826), 및 1 차 역변환 유닛 (828) 을 포함한다. 역양자화 유닛 (276) 은, 비트스트림에서

제공되며 엔트로피 디코딩 유닛 (270) 에 의해 디코딩된 양자화된 변환 계수들을 역양자화한다. 재편성 유닛 (824) 은 2-차원 계수 블록으로부터의 변환 계수들을 1-차원 벡터로 재편성한다. 2 차 역변환 유닛 (826) 은 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 1-차원 벡터에 대해 KLT 와 같은 비-분리가능한 역변환을 적용한다. 1 차 역변환 유닛 (828) 은 비디오 데이터에 대한 잔차 계수 블록을 생성하기 위하여, 2-차원 계수 블록에 대해 분리가능한 역변환을 적용한다.

[0275] 도 11 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 1 예의 디코딩을 예시하는 흐름도이다. 도 11 의 일 예의 기법들은 비디오 디코더 (30) 에 의해 수행될 수도 있다. 도 11 의 예에서, 디코더 (예컨대, 비디오 디코더 (30)) 는 제 1 계수 블록을 역양자화한다 (902). 디코더는 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 역양자화된 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용한다 (904). 예를 들어, 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환이다. 예를 들어, 디코더는 역양자화된 제 1 계수 블록에 대해 역 KLT 를 적용할 수도 있다. 디코더는 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 계수 블록에 적용할 수도 있다 (906). 제 2 역변환은 제 2 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환한다. 예를 들어, 디코더는 제 2 계수 블록에 대해 역 DCT 또는 DST 를 적용한다. 디코더는 디코딩된 비디오 블록을 형성한다 (908). 디코딩된 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 디코더는 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산할 수도 있다.

[0276] 도 12 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 1 예의 인코딩을 예시하는 흐름도이다. 설명된 바와 같이, 도 12 의 일 예의 기법들은 인코더 (20) 에 의해 수행될 수도 있다. 도 12 의 예에서, 인코더 (예컨대, 비디오 인코더 (20)) 는 잔차 비디오 블록을 형성한다 (1002). 잔차 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 인코더는 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산할 수도 있다. 인코더는 제 1 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록에 적용한다 (1004). 예를 들어, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환한다. 예를 들어, 인코더는 잔차 비디오 블록에 대해 DCT 또는 DST 를 적용할 수도 있다. 인코더는 제 2 계수 블록을 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 계수 블록의 적어도 일부에 적용한다 (1006). 예를 들어, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환이다. 예를 들어, 인코더는 제 2 계수 블록에 대해 KLT 를 적용할 수도 있다. 다음으로, 인코더는 엔트로피 인코딩을 위하여 제 2 계수 블록을 양자화한다 (1008).

[0277] 도 13 은 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 2 예의 디코딩을 예시하는 흐름도이다. 설명된 바와 같이, 도 13 의 일 예의 기법들은 비디오 디코더 (30) 에 의해 수행될 수도 있다. 도 13 의 예에서, 디코더 (예컨대, 비디오 디코더 (30)) 는 계수 스캔 순서에 따라, 제 1 2-차원 계수 블록을 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성한다 (1102). 예를 들어, 디코더는 더 작은 인덱스 값들을 갖는 제 1 2-차원 계수 블록에서의 계수들이 제 1 1-차원 계수 벡터에서의 더 작은 스캔 인덱스 위치들에서 배치되는 계수 스캔 순서에 따라 제 1 2-차원 계수 블록을 재편성한다. 다음으로, 디코더는 제 2 1-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 역변환을 제 1 1-차원 계수 벡터에 적용한다 (1104). 제 1 역변환은 비-분리가능한 변환이다. 예를 들어, 디코더는 1-차원 계수 벡터에 대해 역 KLT 를 적용한다. 디코더는 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 블록을 제 2 2-차원 계수 벡터로서 재편성한다 (1106). 다음으로, 디코더는 잔차 비디오 블록을 생성하기 위하여 제 2 역변환을 제 2 2-차원 계수 블록에 적용한다 (1108). 예를 들어, 제 2 역변환은 제 2 2-차원 계수 블록을 주파수 도메인으로부터 픽셀 도메인으로 변환한다. 예를 들어, 디코더는 제 2 2-차원 계수 블록에 대해 역 DCT 또는 DST 를 적용한다. 디코더는 디코딩된 비디오 블록을 형성한다 (1110). 디코딩된 블록을 형성하는 것의 일부로서, 디코더는 잔차 비디오 블록을 하나 이상의 예측 블록들과 합산할 수도 있다.

[0278] 도 14 는 이 개시물에서 설명된 기법들을 구현할 수도 있는 비디오 데이터의 제 2 예의 인코딩을 예시하는 흐름도이다. 설명된 바와 같이, 도 14 의 일 예의 기법들은 비디오 인코더 (20) 에 의해 수행될 수도 있다. 도 14 의 예에서, 인코더 (예컨대, 비디오 인코더 (20)) 는 잔차 비디오 블록을 형성한다 (1202). 잔차 비디오 블록을 형성하는 것의 일부로서, 인코더는 코딩되고 있는 비디오 블록으로부터 하나 이상의 예측 블록들을 감산할 수도 있다. 인코더는 제 1 2-차원 계수 블록을 생성하기 위하여 제 1 변환을 잔차 비디오 블록의 적어도 일부에 적용한다 (1204). 예를 들어, 제 1 변환은 잔차 비디오 블록을 픽셀 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환한다. 예를 들어, 인코더는 잔차 비디오 블록에 대해 DCT 또는 DST 를 적용한다. 인코더는 제 1 2-차원 계수를 제 1 1-차원 계수 벡터로서 재편성한다 (1206). 다음으로, 인코더는 제 2 1-차원 계수 벡터를 생성하기 위하여 제 2 변환을 제 1 1-차원 계수 블록의 적어도 일부에 적용한다 (1208). 예를 들어, 제 2 변환은 비-분리가능한 변환이다. 예를 들어, 인코더는 제 1 1-차원 계수 블록에 대해 KLT 를 적용

한다. 다음으로, 인코더는 계수 스캔 순서에 따라 제 2 1-차원 계수 벡터를 제 2 2-차원 계수 블록으로서 재편성한다 (1210). 예를 들어, 디코더는 더 작은 인덱스 값들을 갖는 제 2 1-차원 계수 벡터에서의 계수들이 양자화 및 엔트로피 인코딩을 위하여 제 2 2-차원 계수 블록에서의 더 작은 스캔 인덱스 위치들에서 배치되는 계수 스캔 순서에 따라 1-차원 계수 벡터를 재편성한다.

[0279] 예에 따라서는, 본원에서 설명된 기법들 중의 임의의 것의 어떤 액트 (act) 들 또는 이벤트들이 상이한 시퀀스에서 수행될 수 있거나, 추가될 수도 있거나, 병합될 수도 있거나, 또는 모두 배제 (예를 들어, 모든 설명된 액트들 또는 이벤트들이 기법들의 실시를 위하여 필요한 것은 아님) 될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 또한, 어떤 예들에서는, 액트들 또는 이벤트들이 순차적인 것이 아니라, 예컨대, 멀티-스레딩된 프로세싱, 인터럽트 프로세싱, 또는 다수의 프로세서들을 통해 동시에 수행될 수도 있다.

[0280] 하나 이상의 예들에서는, 설명된 기능들이 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 그 임의의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현될 경우, 기능들은 하나 이상의 명령들 또는 코드로서, 컴퓨터-판독가능 매체 상에 저장되거나 컴퓨터-판독가능 매체를 통해 송신될 수도 있고, 하드웨어-기반 프로세싱 유닛에 의해 실행될 수도 있다. 컴퓨터-판독가능 매체들은 데이터 저장 매체들과 같은 유형의 매체에 대응하는 컴퓨터-판독가능 저장 매체들, 또는 예컨대, 통신 프로토콜에 따라 하나의 장소로부터 또 다른 장소로 컴퓨터 프로그램의 전송을 용이하게 하는 임의의 매체를 포함하는 통신 매체들을 포함할 수도 있다. 이러한 방식으로, 컴퓨터-판독가능 매체들은 일반적으로 (1) 비-일시적 유형의 컴퓨터-판독가능 저장 매체들, 또는 (2) 신호 또는 반송파와 같은 통신 매체에 대응할 수도 있다. 데이터 저장 매체들은 이 개시물에서 설명된 기법들의 구현을 위한 명령들, 코드 및/또는 데이터 구조들을 취출하기 위해 하나 이상의 컴퓨터들 또는 하나 이상의 프로세서들에 의해 액세스될 수 있는 임의의 이용가능한 매체들일 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터-판독가능 매체를 포함할 수도 있다.

[0281] 제한이 아닌 예로서, 이러한 컴퓨터-판독가능 저장 매체들은 RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM 또는 다른 광학 디스크 저장, 자기 디스크 저장, 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 플래시 메모리, 또는 명령들 또는 데이터 구조들의 형태로 회망하는 프로그램 코드를 저장하기 위하여 이용될 수 있으며 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함할 수 있다. 또한, 임의의 접속은 컴퓨터-판독가능 매체로 적절하게 칭해진다. 예를 들어, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스트 페어, 디지털 가입자 회선 (DSL), 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들을 이용하여 웹사이트, 서버, 또는 다른 원격 소스로부터 명령들이 송신될 경우, 동축 케이블, 광섬유 케이블, 트위스트 페어, DSL, 또는 적외선, 라디오, 및 마이크로파와 같은 무선 기술들은 매체의 정의 내에 포함된다. 그러나, 컴퓨터-판독가능 저장 매체들 및 데이터 저장 매체들은 접속들, 반송파들, 신호들, 또는 다른 일시적 매체들을 포함하는 것이 아니라, 그 대신에, 비-일시적, 유형의 저장 매체들에 관한 것이라는 것을 이해해야 한다. 본원에서 이용된 바와 같은 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광학 디스크, 디지털 다기능 디스크 (DVD), 플로피 디스크 및 블루레이 디스크를 포함하고, 여기서 디스크 (disk) 들은 통상 데이터를 자기적으로 재생하는 반면, 디스크 (disc) 들은 데이터를 레이저들로 광학적으로 재생한다. 상기의 조합들은 컴퓨터-판독가능 매체들의 범위 내에 또한 포함되어야 한다.

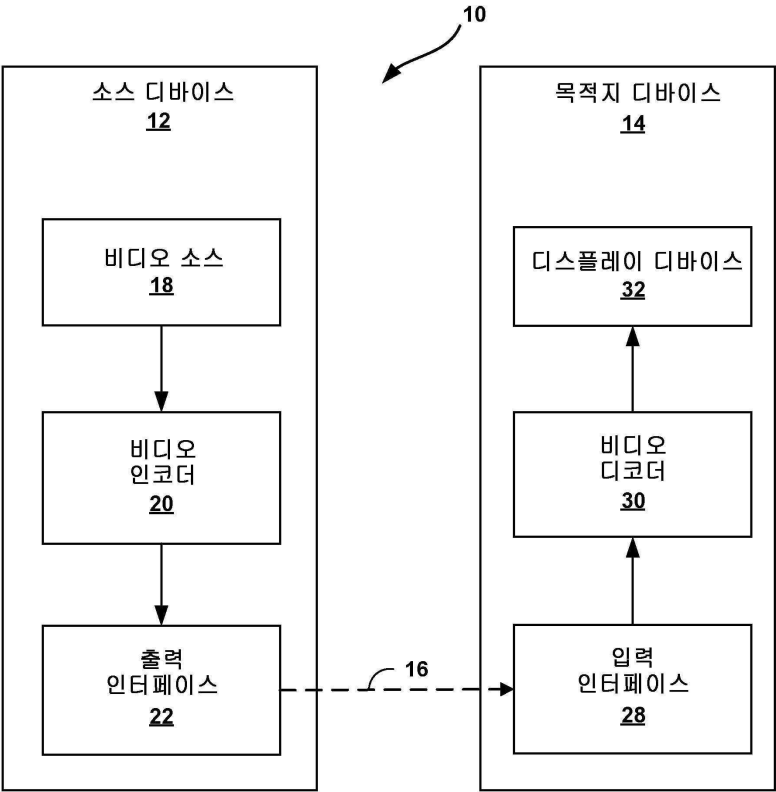
[0282] 명령들은 하나 이상의 디지털 신호 프로세서 (DSP) 들, 범용 마이크로프로세서들, 주문형 집적 회로 (ASIC) 들, 필드 프로그래밍가능한 게이트 어레이 (FPGA) 들, 또는 다른 등가의 통합된 또는 개별 로직 회로부와 같은 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행될 수도 있다. 따라서, 본원에서 이용된 바와 같은 용어 "프로세서" 는 상기한 구조, 또는 본원에서 설명된 기법들의 구현을 위하여 적당한 임의의 다른 구조 중의 임의의 것을 지칭할 수도 있다. 게다가, 일부 양태들에서는, 본원에서 설명된 기능성이 인코딩 및 디코딩을 위해 구성되거나 조합된 코덱 내에 통합된 전용 하드웨어 및/또는 소프트웨어 모듈들 내에서 제공될 수도 있다. 또한, 기법들은 하나 이상의 회로들 또는 로직 엘리먼트들에서 완전히 구현될 수 있다.

[0283] 이 개시물의 기법들은 무선 핸드셋, 집적 회로 (IC) 또는 IC 들의 세트 (예를 들어, 칩셋) 를 포함하는 광범위한 디바이스들 또는 장치들에서 구현될 수도 있다. 다양한 컴포넌트들, 모듈들, 또는 유닛들은 개시된 기법들을 수행하도록 구성된 디바이스들의 기능적 양태들을 강조하기 위하여 이 개시물에서 설명되어 있지만, 상이한 하드웨어 유닛들에 의한 실현을 반드시 요구하지는 않는다. 오히려, 위에서 설명된 바와 같이, 다양한 유닛들은 코덱 하드웨어 유닛 내에 조합될 수도 있거나, 적당한 소프트웨어 및/또는 펌웨어와 함께, 위에서 설명된 바와 같은 하나 이상의 프로세서들을 포함하는 상호동작하는 하드웨어 유닛들의 집합에 의해 제공될 수도 있다.

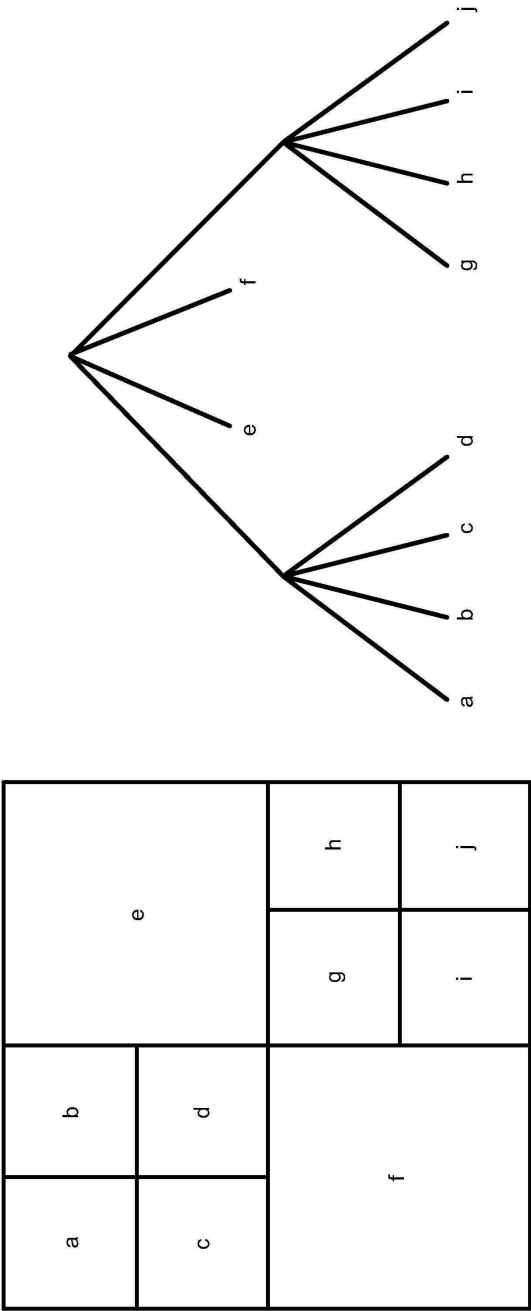
[0284] 다양한 예들이 설명되었다. 이러한 그리고 다른 예들은 다음의 청구항들의 범위 내에 있다.

도면

도면1



도면2



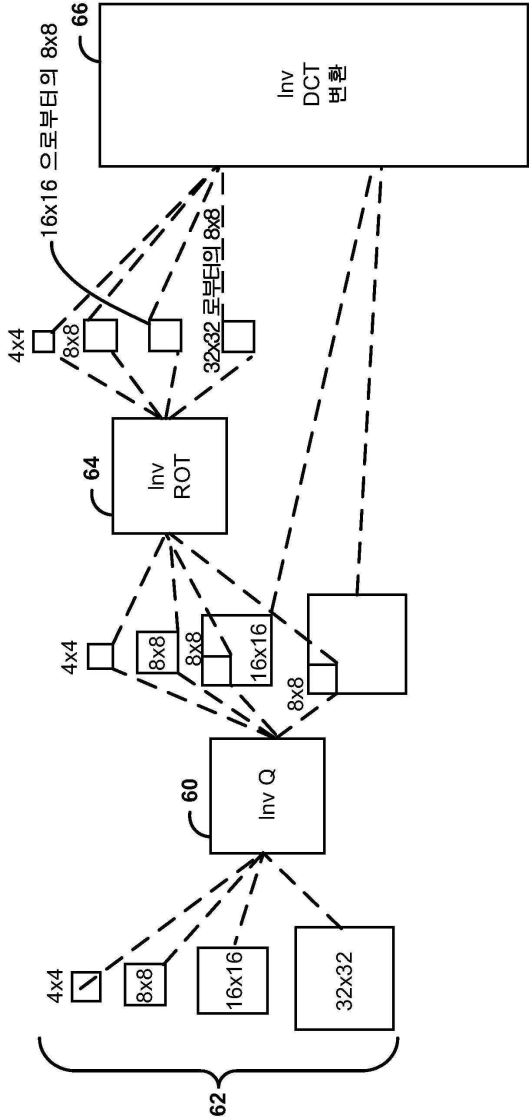
도면3a



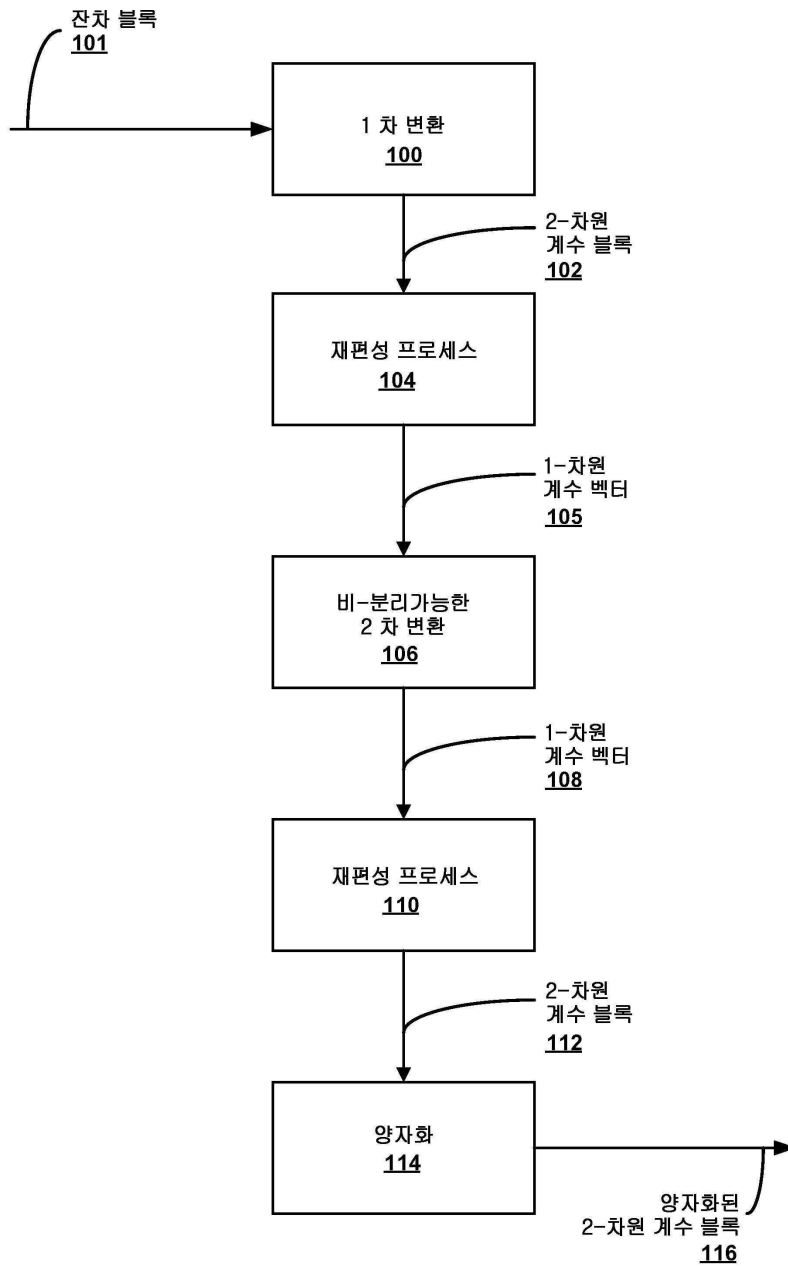
도면3b



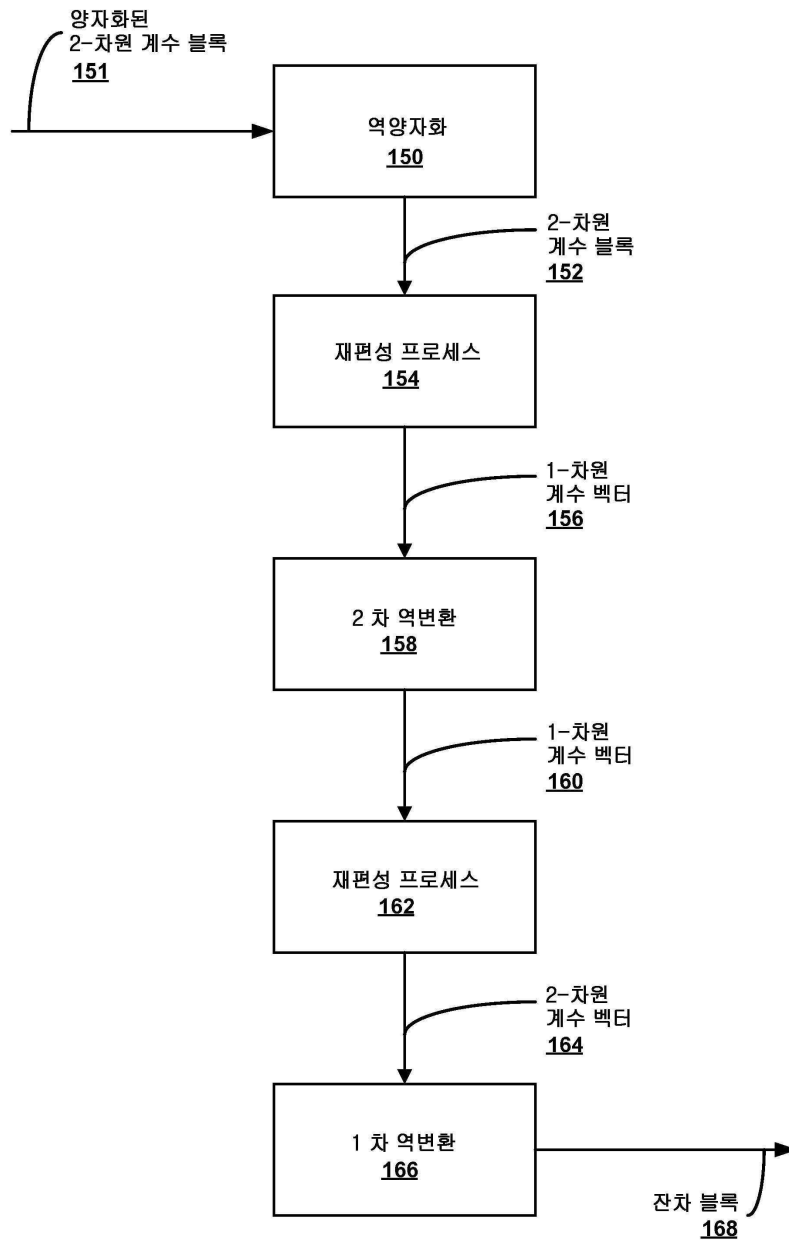
도면4



도면5



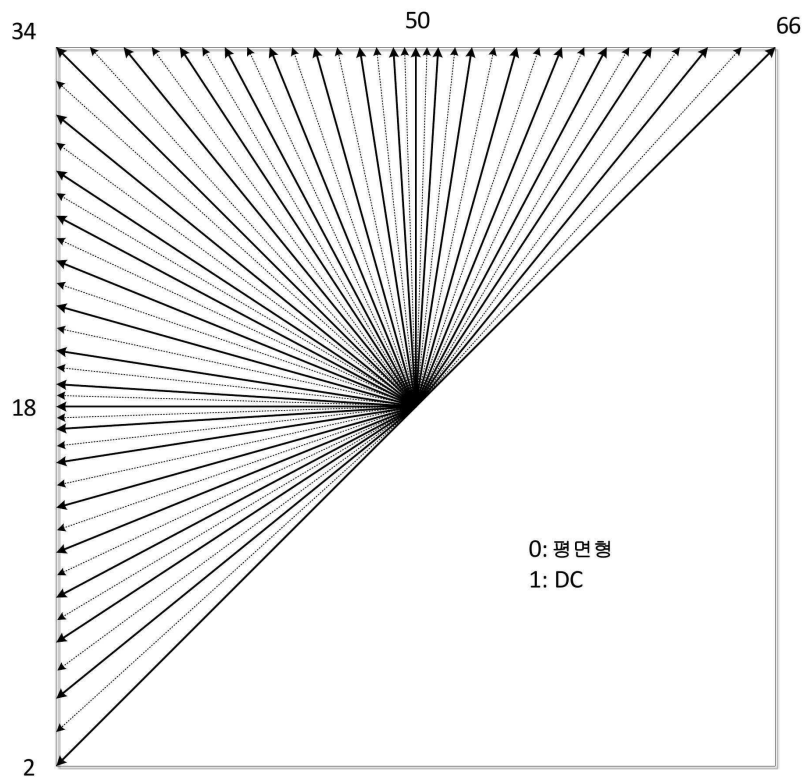
도면6



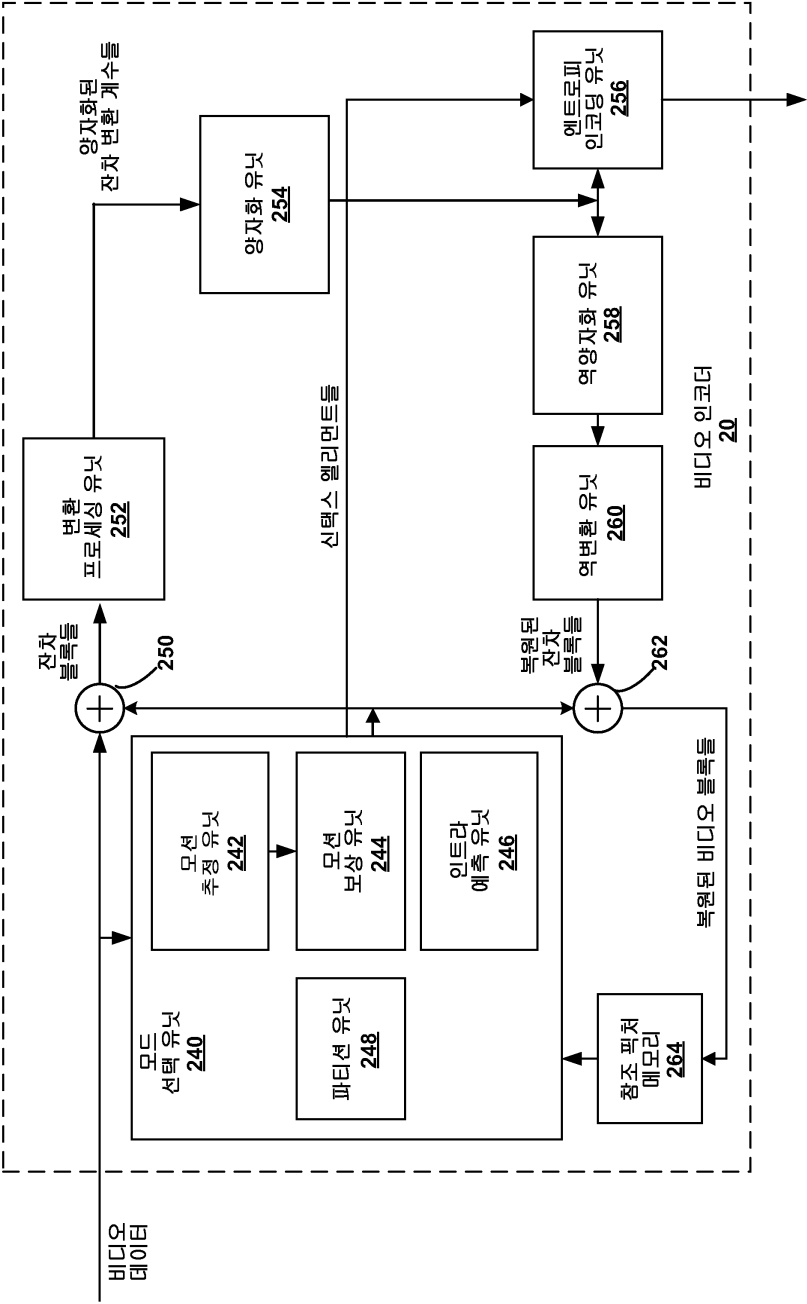
도면7a

루마 인트라 모드	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
변환 세트 인덱스	0	0	1	2	1	2	1	2	3	4	3	4	3	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	9	8	9	8	9	10	11	10	11	10
루마 인트라 모드	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
변환 세트 인덱스	11	10	11	10	11	10	9	8	9	8	9	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	3	4	3	4	3	2	1	2	1	2	1	

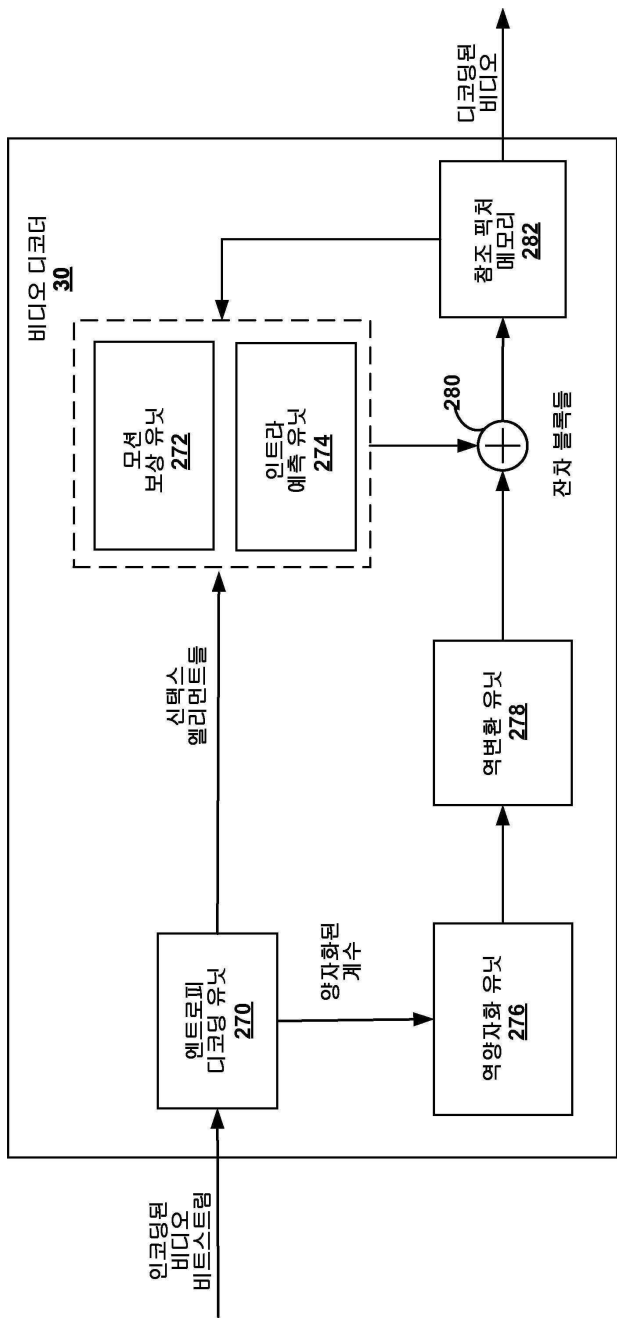
도면7b



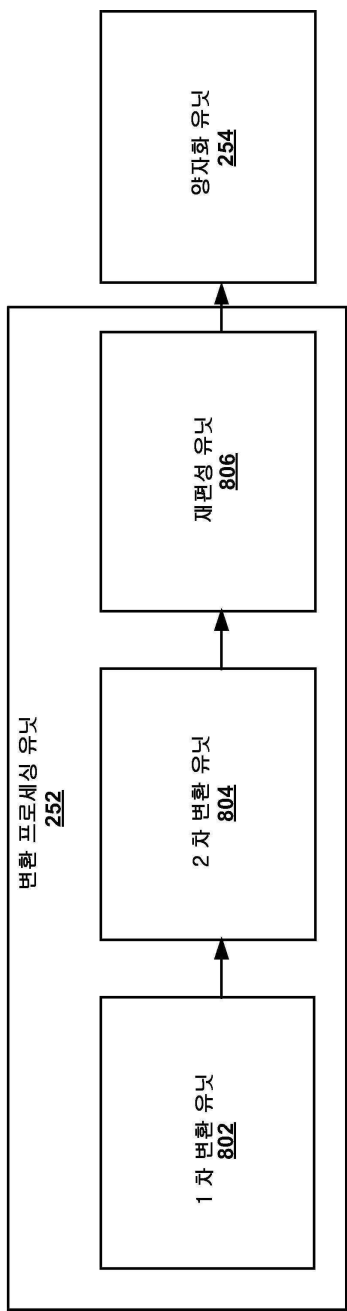
도면8



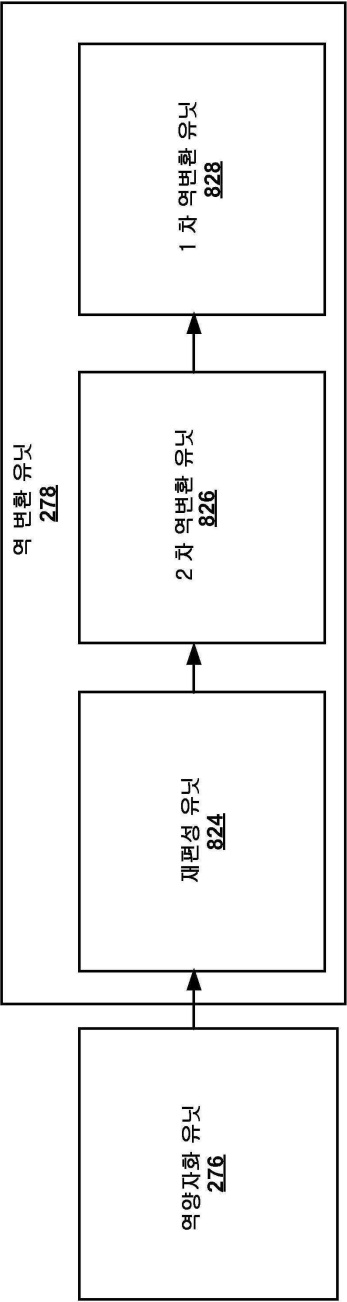
도면9



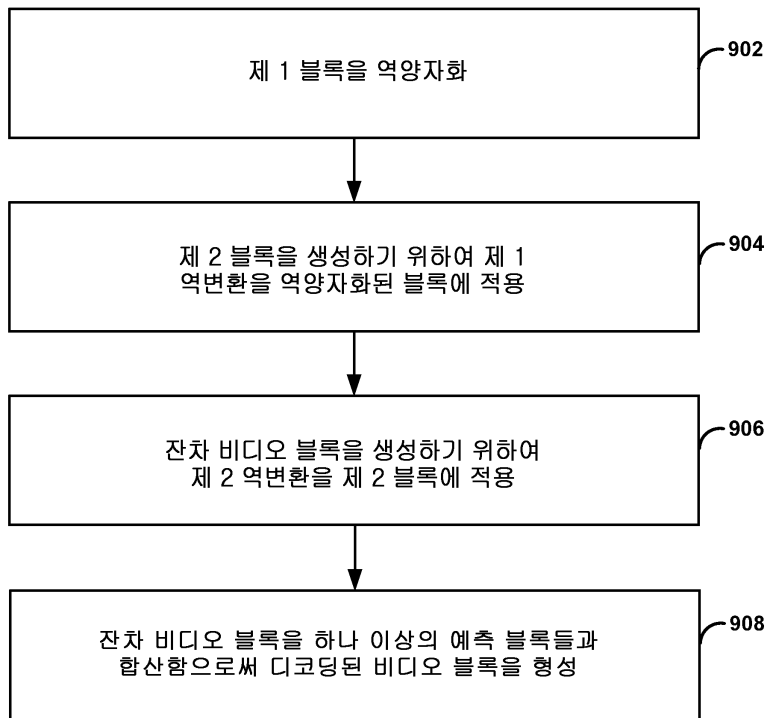
도면10a



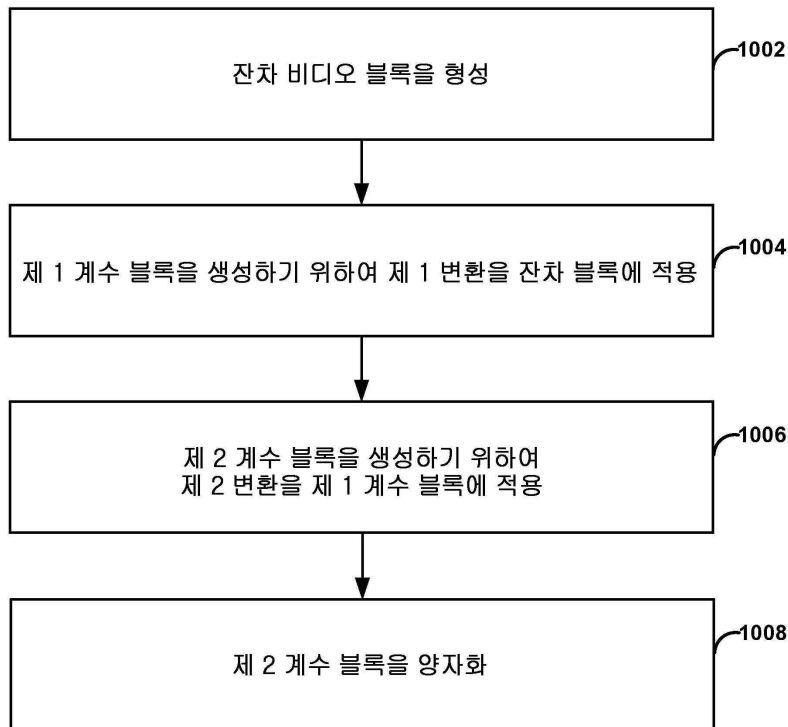
도면10b



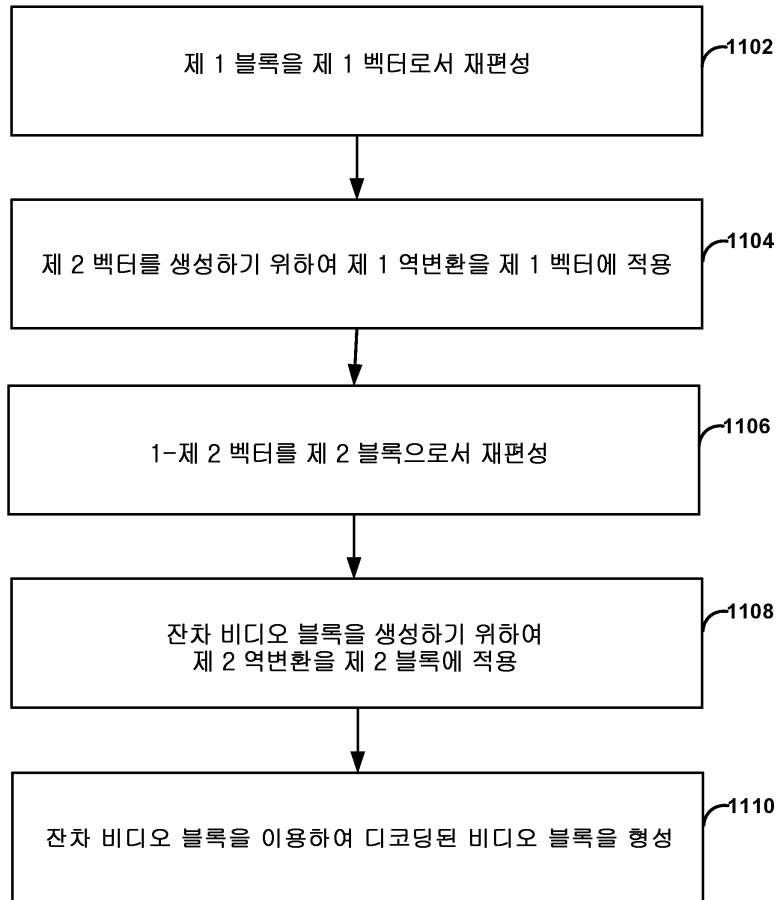
도면11



도면12



도면13



도면14

