



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0124802
(43) 공개일자 2022년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/132 (2014.01) H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/70 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/132 (2015.01)
H04N 19/176 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2022-7028268
(22) 출원일자(국제) 2021년10월05일
심사청구일자 2022년08월16일
(85) 번역문제출일자 2022년08월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/053591
(87) 국제공개번호 WO 2022/139935
국제공개일자 2022년06월30일
(30) 우선권주장
17/490,967 2021년09월30일 미국(US)
63/130,249 2020년12월23일 미국(US)

(71) 출원인
텐센트 아메리카 엘엘씨
미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 파크 블러바드 2747
(72) 발명자
페린가세리 크리스난, 마두
미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 파크 블러바드 2747 텐센트 아메리카 엘엘씨 내
카후, 삼루디, 야슈완트
미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 파크 블러바드 2747 텐센트 아메리카 엘엘씨 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 임규빈, 백만기

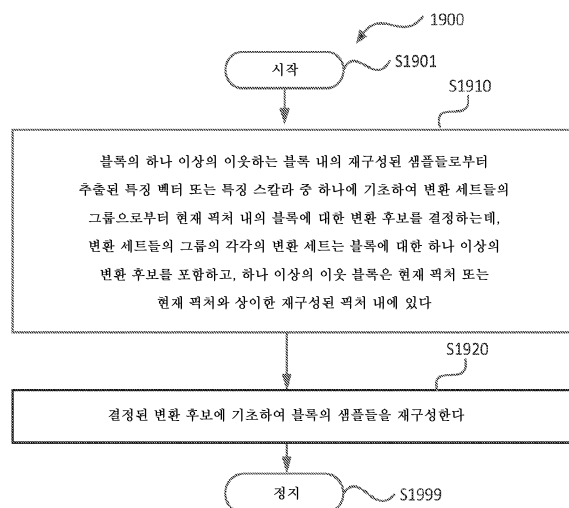
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 비디오 코딩을 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시내용의 양태들은 비디오 디코딩을 위한 처리 회로를 포함하는 장치 및 방법을 제공한다. 처리 회로는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 벡터 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 후보를 결정한다. 변환 집합들의 그룹 중 각각의 변환 집합은 블록에 대한 하나 이상의 변환 후보를 포함할 수 있다. 하나 이상의 이웃하는 블록은 현재 픽처 또는 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처 내에 있을 수 있다. 처리 회로는 결정된 변환 후보에 기초하여 블록의 샘플들을 재구성한다. 처리 회로는 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 변환 집합들의 서브 그룹을 선택하고, 재구성된 샘플들에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정할 수 있다.

대표도 - 도19



(52) CPC특허분류

HO4N 19/70 (2015.01)

(72) 발명자

자오, 신

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 파크 블러바드
2747 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

류, 산

미국 94306 캘리포니아주 팔로 알토 파크 블러바드
2747 텐센트 아메리카 엘엘씨 내

명세서

청구범위

청구항 1

디코더에서의 비디오 디코딩 방법으로서:

블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 후보를 결정하는 단계 - 상기 변환 집합들의 그룹 중 각각의 변환 집합은 상기 블록에 대한 하나 이상의 변환 후보를 포함하고, 상기 하나 이상의 이웃하는 블록은 상기 현재 픽처 또는 상기 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처 내에 있음 -; 및

상기 결정된 변환 후보에 기초하여 상기 블록의 샘플들을 재구성하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 결정하는 단계는:

상기 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 상기 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 상기 변환 집합들의 그룹으로부터 변환 집합들의 서브 그룹을 선택하는 단계; 및

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 단계는:

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합을 선택하는 단계; 및

상기 코딩된 정보에서 시그널링된 인덱스에 기초하여, 상기 변환 집합들의 서브 그룹 중 상기 선택된 하나의 변환 집합으로부터 상기 블록에 대한 변환 후보를 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 단계는:

상기 코딩된 정보에서 시그널링된 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합을 선택하는 단계; 및

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여, 상기 변환 집합들의 서브 그룹 중 상기 선택된 하나의 변환 집합으로부터 상기 블록에 대한 변환 후보를 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 결정하는 단계는:

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 암시적으로 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 결정하는 단계는:

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 통계적 분석에 기초하여 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나를 결정하는 단계;

상기 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 상기 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 상기 변환 집합들의 그룹으로부터 변환 집합들의 서브 그룹을 선택하는 단계; 및

- (i) 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것,
- (ii) 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것, 또는
- (iii) 상기 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 선택하고, 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 선택된 변환 집합으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나는 상기 특징 스칼라 S이고; 및

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나를 결정하는 단계는 상기 특징 스칼라 S를, 상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 나타내는 변수의 모멘트로서 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

임계값들의 집합 K_s 가 미리 정의되고; 및

상기 수행하는 단계는:

- (i) 상기 변수의 모멘트 및 상기 임계값들의 집합 K_s 로부터의 임계값에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 결정하는 것,
- (ii) 상기 변수의 모멘트 및 상기 임계값에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것, 또는
- (iii) 상기 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 선택하고, 상기 변수의 모멘트 및 상기 임계값에 기초하여 상기 선택된 변환 집합으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 변수의 모멘트는 상기 변수의 제1 모멘트, 상기 변수의 제2 모멘트, 또는 상기 변수의 제3 모멘트 중 하나이고,

상기 블록에 대한 예측 모드는 다중의 예측 모드 중 하나이고, 및

상기 다중의 예측 모드 각각은 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 고유 부분집합 K_s' 에 대응하여, 상기 다중의 예측 모드와 상기 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 다중의 부분집합 사이의 단사 매핑을 나타내는 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

(i) 상기 블록의 블록 크기, (ii) 양자화 파라미터, 또는 (iii) 상기 블록에 대한 예측 모드 중 하나에 기초하여 상기 임계값들의 집합 K_s 로부터 상기 임계값을 선택하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나는 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 이고; 및

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나를 결정하는 단계는 상기 블록의 좌측 상의 이웃하는 열의 재구성된 샘플들의 샘플 값들 및 상기 블록의 상단측 상의 이웃하는 행의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 제거하여 표시하는 변수들의 공동 가변성(joint variability)으로서 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 를 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 및 상기 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 와 연관된 임계값들의 집합 K_v 가 미리 정의되고,

상기 방법은 상기 변수들의 공동 가변성과 상기 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 에 포함된 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}'$ 으로부터 선택된 분류 벡터 간의 거리를 계산하는 단계를 추가로 포함하고,

상기 수행하는 단계는:

- (i) 상기 거리와 상기 임계값들의 집합 K_v 에 포함된 임계값들의 부분집합 K_v' 로부터 선택된 임계값의 비교에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 결정하는 것,
- (ii) 상기 거리와 상기 임계값의 비교에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것, 또는
- (iii) 상기 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 선택하고, 상기 거리와 상기 임계값의 비교에 기초하여 상기 선택된 변환 집합으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 13

비디오 디코딩을 위한 장치로서:

처리 회로를 포함하고, 상기 처리 회로는:

블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 후보를 결정하고 - 상기 변환 집합들의 그룹 중 각각의 변환 집합은 상기 블록에 대한 하나 이상의 변환 후보를 포함하고, 상기 하나 이상의 이

웃하는 블록은 상기 현재 픽처 또는 상기 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처 내에 있음 -; 및
상기 결정된 변환 후보에 기초하여 상기 블록의 샘플들을 재구성하도록 구성된 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 처리 회로는:

상기 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 상기 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 상기 변환 집합들의 그룹으로부터 변환 집합들의 서브 그룹을 선택하고; 및

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하도록 구성된 장치.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 처리 회로는:

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합을 선택하고; 및

상기 코딩된 정보에서 시그널링된 인덱스에 기초하여, 상기 변환 집합들의 서브 그룹 중 상기 선택된 하나의 변환 집합으로부터 상기 블록에 대한 변환 후보를 결정하도록 구성된 장치.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 처리 회로는:

상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 통계적 분석에 기초하여 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나를 결정하고;

상기 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 상기 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 상기 변환 집합들의 그룹으로부터 변환 집합들의 서브 그룹을 선택하고; 및

(i) 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것,

(ii) 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것, 또는

(iii) 상기 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 선택하고, 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 상기 선택된 변환 집합으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행하도록 구성된 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나는 상기 특징 스칼라 S이고; 및

상기 처리 회로는 상기 특징 스칼라 S를 상기 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 표시하는 변수의 모멘트로서 결정하도록 구성된 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

임계값들의 집합 K_s 가 미리 정의되고; 및

상기 처리 회로는:

- (i) 상기 변수의 모멘트 및 상기 임계값들의 집합 K_s 로부터의 임계값에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 결정하는 것,
- (ii) 상기 변수의 모멘트 및 상기 임계값에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것, 또는
- (iii) 상기 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 선택하고, 상기 변수의 모멘트 및 상기 임계값에 기초하여 상기 선택된 변환 집합으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행하도록 구성된 장치.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 상기 특징 스칼라 S 중 하나는 상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 이고; 및

상기 처리 회로는:

상기 특징 벡터 $\vec{F}$ 를, 상기 블록의 좌측 상의 이웃하는 열의 재구성된 샘플들의 샘플 값들 및 상기 블록의 상단 측 상의 이웃하는 행의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 제각기 표시하는 변수들의 공동 가변성으로서 결정하도록 구성된 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 및 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 와 연관된 임계값들의 집합 K_v 가 미리 정의되고,

상기 처리 회로는:

상기 변수들의 공동 가변성과 상기 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 에 포함된 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}'$ 로부터 선택된 분류 벡터 간의 거리를 계산하고, 및

- (i) 상기 거리와 상기 임계값들의 집합 K_v 에 포함된 임계값들의 부분집합 K_v' 으로부터 선택된 임계값의 비교에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 결정하는 것,
- (ii) 상기 거리와 상기 임계값의 비교에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것, 또는
- (iii) 상기 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 상기 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 상기 변환 집합을 선택하고, 상기 거리와 상기 임계값의 비교에 기초하여 상기 선택된 변환 집합으로부터 상기 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행하도록 구성된 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 출원은, 2020년 12월 23일자로 출원된 미국 가출원 제63/130,249호, "Feature based transform selection"의 우선권의 이익을 주장하는, 2021년 9월 30일자로 출원된 미국 특허 출원 제17/490,967호, "METHOD AND APPARATUS FOR VIDEO CODING"의 우선권의 이익을 주장한다. 앞의 출원들의 전체 개시내용들은 그 전체가 참조

로서 포함된다.

[0002] 본 개시내용은 일반적으로 비디오 코딩에 관련된 실시예들을 설명한다.

배경 기술

[0003] 본 명세서에 제공된 배경기술 설명은 본 개시내용의 맥락을 일반적으로 제시하기 위한 것이다. 현재 명명된 발명자들의 연구 - 그 연구가 이 배경기술 섹션에서 설명되는 한 - 뿐만 아니라 출원 시에 종래 기술로서의 자격이 있을 수 없는 설명의 양태들은 명시적으로도 암시적으로도 본 개시내용에 대한 종래 기술로서 인정되지 않는다.

[0004] 비디오 코딩 및 디코딩은 모션 보상(motion compensation)을 갖는 인터-픽처 예측(inter-picture prediction)을 사용하여 수행될 수 있다. 압축되지 않은 디지털 비디오는 일련의 픽처들을 포함할 수 있고, 각각의 픽처는, 예를 들어, 1920x1080 루미넌스 샘플들 및 연관된 크로미넌스 샘플들의 공간 차원(spatial dimension)을 갖는다. 이 일련의 픽처들은, 예를 들어, 초당 60개 픽처 또는 60Hz의, 고정된 또는 가변 픽처 레이트(비공식적으로 프레임 레이트로도 알려져 있음)를 가질 수 있다. 압축되지 않은 비디오는 특정 비트레이트 요건들을 갖는다. 예를 들어, 샘플당 8 비트에서의 1080p60 4:2:0 비디오(60Hz 프레임 레이트에서의 1920x1080 루미넌스 샘플 해상도)는 1.5Gbit/s에 가까운 대역폭을 요구한다. 한 시간 분량의 이러한 비디오는 600GBytes를 초과하는 저장 공간을 필요로 한다.

[0005] 비디오 코딩 및 디코딩의 하나의 목적은, 압축을 통한, 입력 비디오 신호에서의 중복성(redundancy)의 감소일 수 있다. 압축은 앞서 설명한 대역폭 및/또는 저장 공간 요건들을, 일부 경우들에서는, 2 자릿수 이상 감소시키는 데 도움이 될 수 있다. 무손실 압축 및 손실 압축 둘 모두뿐만 아니라 이들의 조합이 채택될 수 있다. 무손실 압축은 압축된 원래 신호(original signal)로부터 원래 신호의 정확한 사본(exact copy)이 재구성될 수 있는 기법들을 지칭한다. 손실 압축을 이용할 때, 재구성된 신호는 원래 신호와 동일하지 않을 수 있지만, 원래 신호와 재구성된 신호 사이의 왜곡은 재구성된 신호를 의도된 응용에 유용하게 만들 정도로 충분히 작다. 비디오의 경우, 손실 압축이 널리 채택된다. 용인되는 왜곡의 양은 응용에 의존한다; 예를 들어, 특정 소비자 스트리밍 응용의 사용자들은 텔레비전 배포 응용의 사용자들보다 더 높은 왜곡을 용인할 수 있다. 달성가능한 압축비는 다음을 반영할 수 있다: 더 높은 허용가능/용인가능 왜곡(allowable/tolerable distortion)은 더 높은 압축비를 산출할 수 있다.

[0006] 비디오 인코더 및 디코더는, 예를 들어, 모션 보상, 변환, 양자화, 및 엔트로피 코딩을 포함하여, 몇 개의 광범위한 카테고리들로부터의 기법들을 활용할 수 있다.

[0007] 비디오 코덱 기술은 인트라 코딩으로 알려진 기법을 포함할 수 있다. 인트라 코딩에서, 샘플 값들은 이전에 재구성된 참조 픽처들로부터의 샘플들 또는 다른 데이터를 참조하지 않고 표현된다. 일부 비디오 코덱들에서, 픽처는 샘플들의 블록들이 되도록 공간적으로 세분된다. 샘플들의 모든 블록들이 인트라 모드에서 코딩될 때, 그 픽처는 인트라 픽처(intra picture)일 수 있다. 인트라 픽처들 및 그것들의 파생물들, 예컨대, 독립 디코더 리프레시 픽처들(independent decoder refresh pictures)은 디코더 상태를 리셋하기 위해 사용될 수 있고, 따라서 코딩된 비디오 비트스트림 및 비디오 세션에서 첫번째 픽처로서 또는 스틸 이미지(still image)로서 사용될 수 있다. 인트라 블록의 샘플들은 변환에 노출될 수 있고, 변환 계수들은 엔트로피 코딩 전에 양자화될 수 있다. 인트라 예측은 사전 변환 도메인에서 샘플 값들을 최소화하는 기법일 수 있다. 일부 경우들에서, 변환 후의 DC 값이 더 작을수록, 그리고 AC 계수들이 더 작을수록, 엔트로피 코딩 후의 블록을 표현하기 위해 주어진 양자화 스텝 크기(quantization step size)에서 요구되는 비트들이 더 적다.

[0008] 예를 들어, MPEG-2 세대 코딩 기술로부터 알려진 것과 같은 전통적인 인트라 코딩은 인트라 예측을 사용하지 않는다. 그러나, 일부 더 새로운 비디오 압축 기법들은, 예를 들어, 데이터의 공간적으로 이웃하는, 그리고 디코딩 순서에서 선행하는 블록들의 인코딩/디코딩 동안 획득된 주위의 샘플 데이터 및/또는 메타데이터로부터 시도하는 기법들을 포함한다. 이러한 기법들은 이후 "인트라 예측(intra prediction)" 기법들로 불린다. 적어도 일부 경우들에서, 인트라 예측은 참조 픽처들로부터가 아니라 재구성 하에 있는 현재 픽처로부터의 참조 데이터만을 사용한다는 점에 유의한다.

[0009] 많은 상이한 형식의 인트라 예측이 있을 수 있다. 주어진 비디오 코딩 기술에서 그러한 기법들 중 하나보다 많은 기법이 사용될 수 있는 경우, 사용 중인 기법은 인트라 예측 모드에서 코딩될 수 있다. 특정 경우들에서, 모드들은 서브모드들 및/또는 파라미터들을 가질 수 있고, 이들은 개별적으로 코딩되거나 또는 모드 코드워드에 포함될 수 있다. 주어진 모드, 서브모드, 및/또는 파라미터 조합에 대해 어느 코드워드를 사용할지는 인트라

예측을 통한 코딩 효율 이득에 영향을 미칠 수 있고, 따라서 코드워드들을 비트스트림이 되도록 변환하기 위해 사용되는 엔트로피 코딩 기법에 영향을 미칠 수 있다.

- [0010] 인트라 예측의 특정 모드가 H.264로 도입되었고, H.265에서 리파인되었고, JEM(joint exploration model), VVC(versatile video coding), 및 BMS(benchmark set)와 같은 더 새로운 코딩 기술들에서 추가로 리파인되었다. 이미 이용가능한 샘플들에 속하는 이웃 샘플 값들을 이용하여 예측자 블록(predictor block)이 형성될 수 있다. 이웃 샘플들의 샘플 값들은 방향에 따라 예측자 블록 내에 복사된다. 사용 중인 방향에 대한 참조는 비트스트림에서 코딩될 수 있거나, 또는 그 자체가 예측될 수 있다.
- [0011] 도 1a를 참조하면, 하부 우측에 (35개의 인트라 모드의 33개의 각도 모드에 대응하는) H.265의 33개의 가능한 예측자 방향으로부터 알려진 9개의 예측자 방향의 부분집합이 묘사되어 있다. 화살표들이 수렴(converge)하는 포인트(101)는 예측되고 있는 샘플을 표현한다. 화살표들은 샘플이 그로부터 예측되고 있는 방향을 표현한다. 예를 들어, 화살표(102)는 샘플(101)이 샘플 또는 샘플들로부터 상부 우측으로, 수평으로부터 45도 각도로 예측되는 것을 나타낸다. 유사하게, 화살표(103)는 샘플(101)이 샘플 또는 샘플들로부터 샘플(101)의 하부 좌측으로, 수평으로부터 22.5도 각도로 예측되는 것을 나타낸다.
- [0012] 여전히 도 1a를 참조하면, 상부 좌측에는 4x4 샘플들(파선, 볼드체 라인으로 표시됨)의 정사각형 블록(104)이 묘사되어 있다. 정사각형 블록(104)은 16개의 샘플을 포함하고, 각각의 샘플은 "S", Y 차원에서의 그의 위치(예를 들어, 행 인덱스) 및 X 차원에서의 그의 위치(예를 들어, 열 인덱스)로 라벨링되어 있다. 예를 들어, 샘플 S21은 Y 차원에서의(상단으로부터의) 두 번째 샘플 및 X 차원에서의(좌측으로부터의) 첫 번째 샘플이다. 유사하게, 샘플 S44는 Y 및 X 차원 둘 다에서 블록(104)에서 네 번째 샘플이다. 블록의 크기가 4x4 샘플이므로, S44는 하단 우측에 있다. 유사한 번호매기기 방식을 따르는 참조 샘플들이 추가로 도시되어 있다. 참조 샘플은 블록(104)에 대한 R, 그의 Y 위치(예를 들어, 행 인덱스) 및 X 위치(열 인덱스)로 라벨링된다. H.264 및 H.265 둘 다에서, 예측 샘플들은 재구성 하에 있는 블록에 이웃한다; 따라서, 어떤 음의 값들도 사용될 필요가 없다.
- [0013] 인트라 픽처 예측은 시그널링된 예측 방향에 의해 적절한 대로 이웃 샘플들로부터 참조 샘플 값들을 복사함으로써 작동할 수 있다. 예를 들어, 코딩된 비디오 비트스트림이, 이 블록에 대해, 화살표(102)와 일치하는 예측 방향을 표시하는 - 즉, 샘플들이 예측 샘플 또는 샘플들로부터 상부 우측으로, 수평으로부터 45도 각도로 예측되는 - 시그널링을 포함한다고 가정한다. 그 경우, 샘플들 S41, S32, S23 및 S14가 동일한 참조 샘플 R05로부터 예측된다. 그 후 샘플 S44가 참조 샘플 R08로부터 예측된다.
- [0014] 특정 경우들에서, 다중의 참조 샘플의 값들이, 참조 샘플을 계산하기 위해, 예를 들어, 보간을 통해 조합될 수 있다; 특히 방향들이 45도로 균일하게 분할가능하지 않을 때.
- [0015] 비디오 코딩 기술이 개발됨에 따라 가능한 방향의 수가 증가하였다. H.264(2003년)에서, 9개의 상이한 방향이 표현될 수 있었다. 이는 H.265(2013년)에서 33개로 증가되었고, 본 개시 시점에, JEM/VVC/BMS는 최대 65개의 방향을 지원할 수 있다. 가장 가능성 있는 방향들을 식별하기 위한 실험들이 수행되었고, 엔트로피 코딩의 특정 기법들이 적은 수의 비트들로 그러한 가능성 있는 방향들을 표현하기 위해 사용되고, 덜 가능성 있는 방향들에 대해서는 특정 불이익을 받아들이는. 또한, 방향들 자체는 때때로 이웃하는 이미 디코딩된 블록들에서 사용되는 이웃 방향들로부터 예측될 수 있다.
- [0016] 도 1b는 시간에 따라 증가하는 수의 예측 방향들을 예시하기 위해 JEM에 따른 65개의 인트라 예측 방향을 묘사하는 개략도(180)를 도시한다.
- [0017] 방향을 표현하는 코딩된 비디오 비트스트림에서의 인트라 예측 방향 비트들의 매핑은 비디오 코딩 기술마다 상이할 수 있고; 그리고, 예를 들어, 예측 방향의 간단한 직접 매핑으로부터 인트라 예측 모드, 코드워드들, 가장 가능성 있는 모드들을 수반하는 복잡한 적응적 방식들, 및 유사한 기법들에 이르기까지의 범위를 가질 수 있다. 그러나, 모든 경우에, 특정 다른 방향들보다 비디오 콘텐츠에서 통계적으로 덜 발생할 가능성이 있는 특정 방향들이 있을 수 있다. 비디오 압축의 목표는 중복성(redundancy)의 감소이기 때문에, 잘 작동하는 비디오 코딩 기술에서, 그러한 가능성이 적은 방향들은 가능성이 높은 방향들보다 더 많은 수의 비트로 표현될 것이다.
- [0018] 모션 보상은 손실 압축 기법일 수 있고 그리고 이전에 재구성된 픽처 또는 그것의 일부(참조 픽처)로부터의 샘플 데이터의 블록이, 모션 벡터(motion vector, 이후 MV)에 의해 지시된 방향으로 공간적으로 시프트된 후에, 새롭게 재구성된 픽처 또는 픽처 부분의 예측을 위해 사용되는 기법들과 관련될 수 있다. 일부 경우들에서, 참조 픽처는 현재 재구성 하에 있는 픽처와 동일할 수 있다. MV들은 2차원 X 및 Y, 또는 3차원을 가질 수

있으며, 세 번째의 것은 사용 중인 참조 픽처의 표시이다(후자는 간접적으로, 시간 차원일 수 있음).

[0019] 일부 비디오 압축 기법들에서, 샘플 데이터의 특정 구역에 적용가능한 MV는 다른 MV들로부터, 예를 들어, 재구성 하에 있는 구역에 공간적으로 인접한 샘플 데이터의 또 다른 구역과 관련되고, 디코딩 순서에서 그러한 MV에 선행하는 그런 것들로부터 예측될 수 있다. 그렇게 함으로써 MV를 코딩하기 위해 요구되는 데이터의 양을 실질적으로 감소시킬 수 있고, 그에 의해 중복성을 제거하고 압축을 증가시킨다. MV 예측은, 예를 들어, 카메라로부터 도출된 입력 비디오 신호(자연 비디오로 알려짐)를 코딩할 때 단일 MV가 적용가능한 구역보다 더 큰 구역들이 유사한 방향으로 이동할 통계적 가능성이 있기 때문에 효과적으로 작동하고, 따라서, 일부 경우들에서 이웃 구역의 MV들로부터 도출된 유사한 모션 벡터를 사용하여 예측될 수 있다. 그것은 주어진 영역에 대해 발견되는 MV가 주위의 MV들로부터 예측된 MV와 유사하거나 동일하게 되는 결과를 낳고, 그것은 다음으로, MV를 직접 코딩하는 경우에 사용되는 것보다 더 적은 수의 비트들로, 엔트로피 코딩 후에, 표현될 수 있다. 일부 경우들에서, MV 예측은 원래 신호(즉: 샘플 스트림)로부터 도출된 신호(즉: MV들)의 무손실 압축의 예일 수 있다. 다른 경우들에서, MV 예측 자체가 예를 들어, 몇 개의 주위 MV로부터 예측자를 계산할 때 반올림(rounding) 오류들 때문에 손실될 수 있다.

[0020] 다양한 MV 예측 메커니즘들이 H.265/HEVC(ITU-T Rec. H.265, "High Efficiency Video Coding", December 2016)에 설명되어 있다. H.265가 제공하는 많은 MV 예측 메커니즘 중에서, 이하 "공간 병합(spatial merge)"이라고 지칭되는 기법이 여기에 설명된다.

[0021] 도 2를 참조하면, 현재 블록(201)은 공간적으로 시프트된 동일한 크기의 이전 블록으로부터 예측가능한 것으로 모션 검색 프로세스 동안 인코더에 의해 발견된 샘플들을 포함한다. 그 MV를 직접 코딩하는 대신에, MV는 하나 이상의 참조 픽처와 연관된 메타데이터로부터, 예를 들어, 가장 최근의(디코딩 순서로) 참조 픽처로부터, A0, A1, 및 B0, B1, B2(제각기, 202 내지 206)로 나타내어진 5개의 주위 샘플 중 어느 하나와 연관된 MV를 사용하여 도출될 수 있다. H.265에서, MV 예측은 이웃하는 블록이 사용하고 있는 동일한 참조 픽처로부터의 예측자들을 사용할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0022] 본 개시내용의 양태들은 비디오 인코딩 및/또는 디코딩을 위한 방법들 및 장치들을 제공한다. 일부 예들에서, 비디오 디코딩을 위한 장치는 처리 회로를 포함한다. 처리 회로는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재

구성된 샘플들로부터 추출된 특징 벡터(feature vector) $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라(feature scalar) S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 후보를 결정할 수 있다. 변환 집합들의 그룹 중 각각의 변환 집합은 블록에 대한 하나 이상의 변환 후보를 포함할 수 있다. 하나 이상의 이웃하는 블록은 현재 픽처 내에 또는 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처 내에 있을 수 있다. 처리 회로는 결정된 변환 후보에 기초하여 블록의 샘플들을 재구성할 수 있다.

[0023] 실시예에서, 변환 집합들의 서브 그룹은 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된

샘플들로부터 추출된 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 결정될 수 있다.

[0024] 예에서, 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합은 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 선택된다. 블록에 대한 변환 후보는 코딩된 정보에서 시그널링된 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹 중 선택된 하나의 변환 집합으로부터 결정될 수 있다.

[0025] 예에서, 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합이 코딩된 정보에서 시그널링된 인덱스에 기초하여 선택된다. 블록에 대한 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징

벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹 중 선택된 하나의 변환 집합으로부터 결정될 수 있다.

[0026] 예에서, 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 암시적으로 결정될 수 있다.

[0027] 예에서, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 통계적 분석에 기초하여 결정된다. 변환 집합들의 서브 그룹은 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 처리 회로는 (i) 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보에서의 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 및 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행할 수 있다.

[0028] 예에서, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나는 특징 스칼라 S이다. 특징 스칼라 S는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 표시하는 변수의 모멘트(moment)로서 결정된다.

[0029] 예에서, 임계값들의 집합 K_s 가 미리 정의된다. 처리 회로는 (i) 변수의 모멘트 및 임계값들의 집합 K_s 로부터 임계값에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 변수의 모멘트 및 임계값에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보에서의 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 및 변수의 모멘트 및 임계값에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행한다.

[0030] 예에서, 변수의 모멘트는 변수의 제1 모멘트, 변수의 제2 모멘트, 또는 변수의 제3 모멘트 중 하나이다. 블록에 대한 예측 모드는 다중 예측 모드 중 하나이다. 다중 예측 모드 각각은 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 고유 부분집합 K_s' 에 대응하여, 다중의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 다중의 부분집합 사이의 단사 매핑(injective mapping)을 표시한다.

[0031] 예에서, 처리 회로는 (i) 블록의 블록 크기, (ii) 양자화 파라미터, 또는 (iii) 블록에 대한 예측 모드 중 하나에 기초하여 임계값들의 집합 K_s 로부터 임계값을 선택한다.

[0032] 예에서, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나는 특징 벡터 $\vec{F}$ 이다. 특징 벡터 $\vec{F}$ 는 블록의 좌측 상의 이웃 열의 재구성된 샘플들의 샘플 값들 및 블록의 상단측 상의 이웃 행의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 제각기 표시하는 변수들의 공동 가변성(joint variability)으로서 결정된다.

[0033] 예에서, 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 및 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 와 연관된 임계값들의 집합 K_v 가 미리 정의된다. 처리 회로는 변수들의 공동 가변성과 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 에 포함된 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}'$ 으로부터 선택된 분류 벡터 간의 거리를 계산한다. 처리 회로는 (i) 임계값들의 집합 K_v 에 포함된 임계값들의 부분집합 K_v' 으로부터 선택된 임계값과 거리의 비교에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 거리와 임계값의 비교에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보에서의 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 및 거리와 임계값의 비교에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나를 수행한다.

[0034] 본 개시내용의 양태들은 또한 비디오 디코딩을 위해 컴퓨터에 의해 실행될 때 컴퓨터로 하여금 비디오 디코딩 및/또는 인코딩을 위한 방법들을 수행하게 야기하는 명령어들을 저장한 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체들을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0035] 개시된 주제의 추가의 특징들, 본질, 및 다양한 이점들이 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면들로부터 더 명백해질 것이다.

도 1a는 인트라 예측 모드들의 예시적인 부분집합의 개략도이다.

도 1b는 예시적인 인트라 예측 방향들의 도시이다.

도 2는 일 예에서 현재 블록 및 그 주위의 공간 병합 후보들의 개략도이다.

도 3은 실시예에 따른 통신 시스템(300)의 단순화된 블록도의 개략도이다.

도 4는 실시예에 따른 통신 시스템(400)의 단순화된 블록도의 개략도이다.

도 5는 실시예에 따른 디코더의 단순화된 블록도의 개략도이다.

도 6은 실시예에 따른 인코더의 단순화된 블록도의 개략도이다.

도 7은 또 다른 실시예에 따른 인코더의 블록도를 도시한다.

도 8은 또 다른 실시예에 따른 디코더의 블록도를 도시한다.

도 9는 본 개시내용의 실시예에 따른 코딩 블록에 대한 공칭 모드(nominal mode)들의 예를 도시한다.

도 10은 본 개시내용의 양태들에 따른 비지향성 평활 인트라 예측을 위한 예들을 도시한다.

도 11은 본 개시내용의 실시예에 따른 재귀적 필터링 기반(recursive-filtering-based) 인트라 예측자의 예를 도시한다.

도 12는 본 개시내용의 실시예에 따른 코딩 블록에 대한 다중의 참조 라인의 예를 도시한다.

도 13은 본 개시내용의 실시예들에 따른 1차 변환 기저 함수(primary transform basis function)들의 예를 도시한다.

도 14a는 본 개시내용의 실시예들에 따른 변환 블록 크기 및 예측 모드에 기초한 다양한 변환 커널들의 이용가능성의 예시적인 의존성들을 도시한다.

도 14b는 본 개시내용의 실시예들에 따른 인트라 예측 모드에 기초한 예시적인 변환 타입 선택들을 도시한다.

도 15 및 도 16은, 제각기, 본 개시내용의 실시예들에 따른, 16x64 변환 및 16x48 변환을 사용하는 2개의 변환 코딩 프로세스(1700 및 1800)의 예들을 도시한다.

도 17a 내지 도 17d는 본 개시내용의 실시예에 따른 인트라 예측 모드에 대해 관찰되는 예시적 잔차 패턴들을(그레이스케일로) 도시한다.

도 18은 본 개시내용의 실시예에 따른 블록의 예시적인 공간 이웃하는 샘플들을 도시한다.

도 19는 본 개시내용의 실시예에 따른 프로세스(1900)를 요약하는 흐름도를 도시한다.

도 20은 실시예에 따른 컴퓨터 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 도 3은 본 개시내용의 실시예에 따른 통신 시스템(300)의 단순화된 블록도를 도시한다. 통신 시스템(300)은, 예를 들어, 네트워크(350)를 통해, 서로 통신할 수 있는 복수의 단말 디바이스를 포함한다. 예를 들어, 통신 시스템(300)은 네트워크(350)를 통해 상호접속되는 제1 쌍의 단말 디바이스들(310 및 320)을 포함한다. 도 3의 예에서, 제1 쌍의 단말 디바이스들(310 및 320)은 데이터의 단방향 송신을 수행한다. 예를 들어, 단말 디바이스(310)는 네트워크(350)를 통한 다른 단말 디바이스(320)로의 송신을 위해 비디오 데이터(예를 들어, 단말 디바이스(310)에 의해 캡처되는 비디오 픽처들의 스트림)를 코딩할 수 있다. 인코딩된 비디오 데이터는 하나 이

상의 코딩된 비디오 비트스트림의 형식으로 송신될 수 있다. 단말 디바이스(320)는 네트워크(350)로부터 코딩된 비디오 데이터를 수신하고, 코딩된 비디오 데이터를 디코딩하여 비디오 픽처들을 복구하고 복구된 비디오 데이터에 따라 비디오 픽처들을 디스플레이할 수 있다. 단방향 데이터 송신은 미디어 서빙 응용들(media serving applications) 등에서 흔한 것일 수 있다.

[0037] 또 다른 예에서, 통신 시스템(300)은, 예를 들어, 영상 회의(videoconferencing) 동안 발생할 수 있는 코딩된 비디오 데이터의 양방향 송신을 수행하는 제2 쌍의 단말 디바이스들(330 및 340)을 포함한다. 데이터의 양방향 송신을 위해, 예에서, 단말 디바이스들(330 및 340) 중 각각의 단말 디바이스는 네트워크(350)를 통해 단말 디바이스들(330 및 340) 중 다른 단말 디바이스로의 송신을 위해 비디오 데이터(예를 들어, 단말 디바이스에 의해 캡처되는 비디오 픽처들의 스트림)를 코딩할 수 있다. 단말 디바이스들(330 및 340) 중 각각의 단말 디바이스는 또한 단말 디바이스들(330 및 340) 중 다른 단말 디바이스에 의해 송신된 코딩된 비디오 데이터를 수신할 수 있고, 코딩된 비디오 데이터를 디코딩하여 비디오 픽처들을 복구할 수 있고, 복구된 비디오 데이터에 따라 액세스 가능한 디스플레이 디바이스에서 비디오 픽처들을 디스플레이할 수 있다.

[0038] 도 3의 예에서, 단말 디바이스들(310, 320, 330 및 340)은 서버들, 개인용 컴퓨터들 및 스마트 폰들로서 도시될 수 있지만, 본 개시내용의 원리는 그렇게만 제한되지는 않는다. 본 개시내용의 실시예들은 랩톱 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 미디어 플레이어들, 및/또는 전용 영상 회의 장비를 이용한 응용을 찾는다. 네트워크(350)는, 예를 들어, 와이어라인(유선) 및/또는 무선 통신 네트워크들을 포함하여, 단말 디바이스들(310, 320, 330 및 340) 중에서 코딩된 비디오 데이터를 운반하는 임의의 수의 네트워크들을 표현한다. 통신 네트워크(350)는 회선 교환(circuit-switched) 및/또는 패킷 교환(packet-switched) 채널들에서 데이터를 교환할 수 있다. 대표적인 네트워크들은 원거리통신(telecommunications) 네트워크들, 근거리 통신 네트워크들(local area networks), 광역 네트워크들(wide area networks) 및/또는 인터넷을 포함한다. 본 논의의 목적을 위해, 네트워크(350)의 아키텍처 및 토폴로지는 아래에서 본 명세서에서 설명되지 않는 한 본 개시내용의 동작에 중요하지 않을 수 있다.

[0039] 도 4는, 개시된 주제를 위한 응용에 대한 예로서, 스트리밍 환경에서의 비디오 인코더 및 비디오 디코더의 배치를 도시한다. 개시된 주제는, 예를 들어, 영상 회의, 디지털 TV, CD, DVD, 메모리 스틱 등을 포함한 디지털 미디어 상의 압축된 비디오의 저장 등등을 포함하여 다른 비디오 지원(enabled) 응용들에도 동일하게 적용 가능할 수 있다.

[0040] 스트리밍 시스템은, 예를 들어, 압축되지 않은 비디오 픽처들의 스트림(402)을 생성하는 비디오 소스(401), 예를 들어, 디지털 카메라를 포함할 수 있는 캡처 서브시스템(413)을 포함할 수 있다. 예에서, 비디오 픽처들의 스트림(402)은 디지털 카메라에 의해 촬영되는 샘플들을 포함한다. 인코딩된 비디오 데이터(404)(또는 코딩된 비디오 비트스트림들)와 비교할 때 많은 데이터 용량을 강조하기 위해 굵은 선으로 묘사된 비디오 픽처들의 스트림(402)은 비디오 소스(401)에 결합된 비디오 인코더(403)를 포함하는 전자 디바이스(420)에 의해 처리될 수 있다. 비디오 인코더(403)는 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 개시된 주제의 양태들을 가능하게 하거나 구현하기 위해 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 비디오 픽처들의 스트림(402)과 비교할 때 적은 데이터 용량을 강조하기 위해 얇은 선으로서 묘사된 인코딩된 비디오 데이터(404)(또는 인코딩된 비디오 비트스트림(404))는 미래의 사용을 위해 스트리밍 서버(405) 상에 저장될 수 있다. 도 4에서의 클라이언트 서브시스템들(406 및 408)과 같은 하나 이상의 스트리밍 클라이언트 서브시스템은 스트리밍 서버(405)에 액세스하여 인코딩된 비디오 데이터(404)의 사본들(407 및 409)을 검색할 수 있다. 클라이언트 서브시스템(406)은, 예를 들어, 전자 디바이스(430) 내에 비디오 디코더(410)를 포함할 수 있다. 비디오 디코더(410)는 인코딩된 비디오 데이터의 인커밍(incoming) 사본(407)을 디코딩하고, 디스플레이(412)(예를 들어, 디스플레이 스크린) 또는 다른 렌더링 디바이스(묘사되지 않음) 상에 렌더링될 수 있는 비디오 픽처들의 아웃고잉(outgoing) 스트림(411)을 생성한다. 일부 스트리밍 시스템들에서, 인코딩된 비디오 데이터(404, 407, 및 409)(예를 들어, 비디오 비트스트림들)는 특정 비디오 코딩/압축 표준들에 따라 인코딩될 수 있다. 그런 표준들의 예들은 ITU-T 권고안 H.265를 포함한다. 예에서, 개발 중인 비디오 코딩 표준은 VVC(Versatile Video Coding)로서 비공식적으로 알려져 있다. 개시된 주제는 VVC의 맥락에서 사용될 수 있다.

[0041] 전자 디바이스들(420 및 430)이 다른 컴포넌트들(도시되지 않음)을 포함할 수 있다는 점에 유의한다. 예를 들어, 전자 디바이스(420)는 비디오 디코더(도시되지 않음)를 포함할 수 있고 전자 디바이스(430)는 비디오 인코더(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0042] 도 5는 본 개시내용의 실시예에 따른 비디오 디코더(510)의 블록도를 도시한다. 비디오 디코더(510)는 전자 디

바이스(530)에 포함될 수 있다. 전자 디바이스(530)는 수신기(531)(예를 들어, 수신 회로)를 포함할 수 있다. 비디오 디코더(510)는 도 4의 예에서의 비디오 디코더(410) 대신에 사용될 수 있다.

[0043] 수신기(531)는 비디오 디코더(510)에 의해 디코딩될 하나 이상의 코딩된 비디오 시퀀스를 수신할 수 있다; 동일한 또는 또 다른 실시예에서, 한 번에 하나의 코딩된 비디오 시퀀스 - 각각의 코딩된 비디오 시퀀스의 디코딩은 다른 코딩된 비디오 시퀀스들과 독립적임 - 를 수신할 수 있다. 코딩된 비디오 시퀀스는, 인코딩된 비디오 데이터를 저장하는 저장 디바이스에 대한 하드웨어/소프트웨어 링크일 수 있는 채널(501)로부터 수신될 수 있다. 수신기(531)는 인코딩된 비디오 데이터를 다른 데이터, 예를 들어, 코딩된 오디오 데이터 및/또는 보조 데이터 스트림들과 함께 수신할 수 있고, 이들은 엔티티들(묘사되지 않음)을 사용하여 그들 각자에 포워딩될 수 있다. 수신기(531)는 코딩된 비디오 시퀀스를 다른 데이터로부터 분리할 수 있다. 네트워크 지터를 방지하기 위해, 수신기(531)와 엔트로피 디코더/파서(520)(이후 "파서(520)") 사이에 버퍼 메모리(515)가 결합될 수 있다. 특정 응용들에서, 버퍼 메모리(515)는 비디오 디코더(510)의 일부이다. 다른 것들에서, 그것은 비디오 디코더(510) 외부에 있을 수 있다(묘사되지 않음). 또 다른 것들에서, 예를 들어, 네트워크 지터를 방지하기 위해, 비디오 디코더(510) 외부의 버퍼 메모리(묘사되지 않음), 그리고 추가로, 예를 들어, 재생 타이밍(playout timing)을 핸들링하기 위해 비디오 디코더(510) 내부의 또 다른 버퍼 메모리(515)가 존재할 수 있다. 수신기(531)가 충분한 대역폭 및 제어가능성의 저장/포워딩(store/forward) 디바이스로부터, 또는 동시동기식 네트워크(isosynchronous network)로부터 데이터를 수신하고 있을 때, 버퍼 메모리(515)는 필요하지 않을 수 있거나, 작을 수 있다. 인터넷과 같은 베스트 에포트 패킷 네트워크들(best effort packet networks) 상에서의 사용을 위해, 버퍼 메모리(515)가 요구될 수 있고, 비교적 클 수 있으며, 유리하게는 적응적 크기를 가질 수 있고, 비디오 디코더(510) 외부의 운영 체제 또는 유사한 요소들(묘사되지 않음)에서 적어도 부분적으로 구현될 수 있다.

[0044] 비디오 디코더(510)는 코딩된 비디오 시퀀스로부터 심벌들(521)을 재구성하기 위해 파서(520)를 포함할 수 있다. 그런 심벌들의 카테고리들은 비디오 디코더(510)의 동작을 관리하기 위해 사용되는 정보, 및 잠재적으로, 도 5에 도시된 바와 같이, 전자 디바이스(530)의 일체 부분(integral part)은 아니지만 전자 디바이스(530)에 결합될 수 있는 렌더링 디바이스(512)(예를 들어, 디스플레이 스크린)와 같은 렌더링 디바이스를 제어하기 위한 정보를 포함한다. 렌더링 디바이스(들)를 위한 제어 정보는 SEI 메시지(Supplemental Enhancement Information) 또는 VUI(Video Usability Information) 파라미터 집합 프래그먼트들(묘사되지 않음)의 형식을 가질 수 있다. 파서(520)는 수신되는 코딩된 비디오 시퀀스를 파싱/엔트로피 디코딩할 수 있다. 코딩된 비디오 시퀀스의 코딩은 비디오 코딩 기술 또는 표준에 따를 수 있고, 가변 길이 코딩, 허프만 코딩(Huffman coding), 맥락 민감성(context sensitivity)을 갖거나 갖지 않는 산술 코딩 등등을 포함하는 다양한 원리들을 따를 수 있다. 파서(520)는, 코딩된 비디오 시퀀스로부터, 그룹에 대응하는 적어도 하나의 파라미터에 기초하여, 비디오 디코더에서의 픽셀들의 서브 그룹들 중 적어도 하나에 대한 서브 그룹 파라미터들의 집합을 추출할 수 있다. 서브 그룹들은 픽처 그룹들(Groups of Pictures, GOPs), 픽처들, 타일들, 슬라이스들, 매크로블록들, 코딩 유닛들(Coding Units, CUs), 블록들, 변환 유닛들(Transform Units, TUs), 예측 유닛들(Prediction Units, PUs) 등등을 포함할 수 있다. 파서(520)는 또한 코딩된 비디오 시퀀스로부터 변환 계수, 양자화기 파라미터 값, 모션 벡터 등등과 같은 정보를 추출할 수 있다.

[0045] 파서(520)는 버퍼 메모리(515)로부터 수신된 비디오 시퀀스에 대해 엔트로피 디코딩/파싱 동작을 수행하여, 심벌들(521)을 생성할 수 있다.

[0046] 심벌들(521)의 재구성은 코딩된 비디오 픽처 또는 그것의 부분들의 타입(예컨대: 인터 및 인트라 픽처, 인터 및 인트라 블록), 및 다른 인자들에 의존하여 다중의 상이한 유닛을 수반할 수 있다. 어느 유닛들이 수반되는지, 그리고 어떻게 수반되는지는 파서(520)에 의해 코딩된 비디오 시퀀스로부터 파싱된 서브 그룹 제어 정보에 의해 제어될 수 있다. 파서(520)와 아래의 다중의 유닛 사이의 그러한 서브 그룹 제어 정보의 흐름은 명확성을 위해 묘사되어 있지 않다.

[0047] 이미 언급된 기능 블록들 이외에, 비디오 디코더(510)는 아래에 설명되는 바와 같이 개념적으로 다수의 기능 유닛으로 세분될 수 있다. 상업적 제약 하에서 동작하는 실제 구현에서, 이들 유닛들 중 다수는 서로 밀접하게 상호작용하고, 적어도 부분적으로 서로 통합될 수 있다. 그러나, 개시된 주제를 설명하기 위한 목적으로, 아래의 기능 유닛들로의 개념적 세분(subdivision)이 적절하다.

[0048] 제1 유닛은 스케일러/역변환 유닛(551)이다. 스케일러/역변환 유닛(551)은, 파서(520)로부터의 심벌(들)(521)로서, 양자화된 변환 계수뿐만 아니라 어느 변환을 사용할지, 블록 크기, 양자화 인자, 양자화 스케일링 행렬들

등을 포함하는 제어 정보를 수신한다. 스케일러/역변환 유닛(551)은 애그리게이터(aggregator)(555)에 입력될 수 있는 샘플 값들을 포함하는 블록들을 출력할 수 있다.

[0049] 일부 경우들에서, 스케일러/역변환(551)의 출력 샘플들은 인트라 코딩된 블록에 관련될 수 있다; 즉: 이전에 재구성된 픽처들로부터의 예측 정보를 이용하는 것이 아니라, 현재 픽처의 이전에 재구성된 부분들로부터의 예측 정보를 이용할 수 있는 블록에 관련될 수 있다. 그러한 예측 정보는 인트라 픽처 예측 유닛(552)에 의해 제공될 수 있다. 일부 경우들에서, 인트라 픽처 예측 유닛(552)은 현재 픽처 버퍼(558)로부터 폐치된 주위의 이미 재구성된 정보를 이용하여, 재구성 하에 있는 블록의 동일한 크기 및 형상의 블록을 생성한다. 현재 픽처 버퍼(558)는, 예를 들어, 부분적으로 재구성된 현재 픽처 및/또는 완전히 재구성된 현재 픽처를 버퍼링한다. 애그리게이터(555)는, 일부 경우들에서, 샘플당 기준으로, 인트라 예측 유닛(552)이 생성한 예측 정보를 스케일러/역변환 유닛(551)에 의해 제공된 출력 샘플 정보에 더한다.

[0050] 다른 경우들에서, 스케일러/역변환 유닛(551)의 출력 샘플들은 인터 코딩되고 잠재적으로 모션 보상된 블록에 관련될 수 있다. 이러한 경우에, 모션 보상 예측 유닛(553)이 참조 픽처 메모리(557)에 액세스하여 예측을 위해 사용되는 샘플들을 폐치할 수 있다. 블록에 관련된 심벌들(521)에 따라 폐치된 샘플들을 모션 보상한 후에, 이들 샘플은 애그리게이터(555)에 의해 스케일러/역변환 유닛(551)의 출력(이 경우 잔차 샘플들 또는 잔차 신호라고 불림)에 더해져서 출력 샘플 정보를 생성할 수 있다. 모션 보상 예측 유닛(553)이 그로부터 예측 샘플들을 폐치하는 참조 픽처 메모리(557) 내에서의 어드레스들은, 예를 들어, X, Y, 및 참조 픽처 컴포넌트들을 가질 수 있는 심벌들(521)의 형식으로 모션 보상 예측 유닛(553)에 이용가능한 모션 벡터들에 의해 제어될 수 있다. 모션 보상은 또한 서브샘플 정확한 모션 벡터들이 사용 중일 때 참조 픽처 메모리(557)로부터 폐치된 샘플 값들의 보간, 모션 벡터 예측 메커니즘 등등을 포함할 수 있다.

[0051] 애그리게이터(555)의 출력 샘플들에 대해 루프 필터 유닛(556)에서의 다양한 루프 필터링 기법들이 수행될 수 있다. 비디오 압축 기술들은, 코딩된 비디오 시퀀스(코딩된 비디오 비트스트림이라고도 지칭됨)에 포함되고 파서(520)로부터의 심벌들(521)로서 루프 필터 유닛(556)에 이용가능하게 되는 파라미터들에 의해 제어되지만, 코딩된 픽처 또는 코딩된 비디오 시퀀스의 이전(디코딩 순서로) 부분들의 디코딩 동안 획득된 메타-정보에 응답할 뿐만 아니라, 이전에 재구성된 및 루프-필터링된 샘플 값들에 응답할 수 있는 인-루프 필터 기술들(in-loop filter technologies)을 포함할 수 있다.

[0052] 루프 필터 유닛(556)의 출력은 렌더링 디바이스(512)에 출력될 뿐만 아니라 미래의 인터-픽처 예측에서 사용하기 위해 참조 픽처 메모리(557)에 저장될 수 있는 샘플 스트림일 수 있다.

[0053] 특정 코딩된 픽처들은, 일단 완전히 재구성되면, 미래 예측을 위한 참조 픽처들로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 일단 현재 픽처에 대응하는 코딩된 픽처가 완전히 재구성되고 코딩된 픽처가 참조 픽처로서 식별되었다면(예를 들어, 파서(520)에 의해), 현재 픽처 버퍼(558)는 참조 픽처 메모리(557)의 일부가 될 수 있고, 다음의 코딩된 픽처의 재구성을 개시하기 전에 새로운 현재 픽처 버퍼가 재할당될 수 있다.

[0054] 비디오 디코더(510)는 ITU-T Rec. H.265와 같은 표준에서의 미리 결정된 비디오 압축 기술에 따라 디코딩 동작들을 수행할 수 있다. 코딩된 비디오 시퀀스가 비디오 압축 기술 또는 표준의 선택스, 또는 비디오 압축 기술 또는 표준에서 문서화된 프로파일들 둘 다를 고수한다는 점에서, 코딩된 비디오 시퀀스는 사용 중인 비디오 압축 기술 또는 표준에 의해 특정된 선택스(syntax)를 준수할 수 있다. 구체적으로, 프로파일은 비디오 압축 기술 또는 표준에서 이용가능한 모든 도구들로부터 해당 프로파일 하에서 사용하기 위해 이용가능한 유일한 도구들로서 특정 도구들을 선택할 수 있다. 또한 준수(compliance)를 위해 필요한 것은 코딩된 비디오 시퀀스의 복잡성이 비디오 압축 기술 또는 표준의 레벨에 의해 정의된 경계 내에 있는 것일 수 있다. 일부 경우들에서, 레벨들은 최대 픽처 크기, 최대 프레임 레이트, 최대 재구성 샘플 레이트(예를 들어, 초당 메가샘플로 측정됨), 최대 참조 픽처 크기 등등을 제한한다. 레벨들에 의해 설정된 한계들은, 일부 경우들에서, HRD(Hypothetical Reference Decoder) 사양들 및 코딩된 비디오 시퀀스에서 시그널링된 HRD 버퍼 관리를 위한 메타데이터를 통해 추가로 제한될 수 있다.

[0055] 실시예에서, 수신기(531)가 인코딩된 비디오와 함께 추가적인(중복) 데이터를 수신할 수 있다. 이 추가적인 데이터는 코딩된 비디오 시퀀스(들)의 일부로서 포함될 수 있다. 이 추가적인 데이터는 데이터를 적절히 디코딩하고 및/또는 원래의 비디오 데이터를 더 정확하게 재구성하기 위해 비디오 디코더(510)에 의해 사용될 수 있다. 추가적인 데이터는, 예를 들어, 시간적, 공간적, 또는 SNR(signal noise ratio) 향상 계층들, 중복 슬라이스들, 중복 픽처들, 순방향 오류 정정 코드들 등등의 형식을 가질 수 있다.

- [0056] 도 6은 본 개시내용의 실시예에 따른 비디오 인코더(603)의 블록도를 도시한다. 비디오 인코더(603)는 전자 디바이스(620)에 포함된다. 전자 디바이스(620)는 송신기(640)(예를 들어, 송신 회로)를 포함한다. 비디오 인코더(603)는 도 4의 예에서의 비디오 인코더(403) 대신에 사용될 수 있다.
- [0057] 비디오 인코더(603)는 비디오 인코더(603)에 의해 코딩될 비디오 이미지(들)를 캡처할 수 있는 비디오 소스(601)(도 6의 예에서는 전자 디바이스(620)의 일부가 아님)로부터 비디오 샘플들을 수신할 수 있다. 또 다른 예에서, 비디오 소스(601)는 전자 디바이스(620)의 일부이다.
- [0058] 비디오 소스(601)는, 임의의 적절한 비트 심도(예를 들어: 8 비트, 10 비트, 12 비트, ...), 임의의 색공간(예를 들어, BT.601 Y CrCb, RGB, ...), 및 임의의 적절한 샘플링 구조(예를 들어, Y CrCb 4:2:0, Y CrCb 4:4:4)의 것일 수 있는 디지털 비디오 샘플 스트림의 형식으로 비디오 인코더(603)에 의해 코딩될 소스 비디오 시퀀스를 제공할 수 있다. 미디어 서빙 시스템에서, 비디오 소스(601)는 이전에 준비된 비디오를 저장하는 저장 디바이스일 수 있다. 영상 회의 시스템에서, 비디오 소스(601)는 비디오 시퀀스로서 로컬 이미지 정보를 캡처하는 카메라일 수 있다. 비디오 데이터는 순차적으로 볼 때 모션을 부여하는 복수의 개별 픽처로서 제공될 수 있다. 픽처들 자체는 픽셀들의 공간 어레이로서 조직될 수 있고, 여기서 각각의 픽셀은 사용 중인 샘플링 구조, 색 공간 등에 의존하여 하나 이상의 샘플을 포함할 수 있다. 본 기술 분야의 통상의 기술자는 픽셀들과 샘플들 사이의 관계를 용이하게 이해할 수 있다. 이하의 설명은 샘플들에 초점을 맞춘다.
- [0059] 실시예에 따르면, 비디오 인코더(603)는 소스 비디오 시퀀스의 픽처들을, 실시간으로 또는 응용에 의해 요구되는 임의의 다른 시간 제약들 하에서 코딩된 비디오 시퀀스(643)가 되도록 코딩 및 압축할 수 있다. 적절한 코딩 속도를 시행하는 것이 제어기(650)의 하나의 기능이다. 일부 실시예들에서, 제어기(650)는 아래 설명되는 바와 같이 다른 기능 유닛들을 제어하고 다른 기능 유닛들에 기능적으로 결합된다. 결합은 명료성을 위해 묘사되지 않는다. 제어기(650)에 의해 설정된 파라미터들은 레이트 제어 관련 파라미터들(픽처 스킵, 양자화기, 레이트-왜곡 최적화 기법들의 램다 값들,...), 픽처 크기, 픽처들의 그룹(GOP) 레이아웃, 최대 모션 벡터 검색 범위 등등을 포함할 수 있다. 제어기(650)는 특정 시스템 설계에 대해 최적화된 비디오 인코더(603)에 관련된 다른 적합한 기능들을 갖도록 구성될 수 있다.
- [0060] 일부 실시예들에서, 비디오 인코더(603)는 코딩 루프에서 동작하도록 구성된다. 과도하게 단순화된 설명으로서, 예에서, 코딩 루프는 소스 코더(630)(예를 들어, 코딩될 입력 픽처, 및 참조 픽처(들)에 기초하여 심벌 스트림과 같은 심벌들을 생성하는 것을 담당함), 및 비디오 인코더(603)에 임베드된 (로컬) 디코더(633)를 포함할 수 있다. 디코더(633)는 (원격) 디코더가 또한 생성하는 것과 유사한 방식으로 샘플 데이터들을 생성하기 위해 심벌들을 재구성한다(심벌들과 코딩된 비디오 비트스트림 사이의 임의의 압축이 개시된 주제에서 고려되는 비디오 압축 기술에서 무손실이기 때문에). 재구성된 샘플 스트림(샘플 데이터)은 참조 픽처 메모리(634)에 입력된다. 심벌 스트림의 디코딩이 디코더 로케이션(로컬 또는 원격)과는 독립적으로 비트-정확한 결과들(bit-exact results)로 이끌기 때문에, 참조 픽처 메모리(634) 내의 콘텐츠도 또한 로컬 인코더와 원격 인코더 사이에서 비트 정확(bit exact)하다. 다시 말해서, 인코더의 예측 부분은 디코딩 동안 예측을 사용할 때 디코더가 "볼(would see)" 것과 정확히 동일한 샘플 값들을 참조 픽처 샘플로서 "본다(sees)". 참조 픽처 동기성의 기본적인 원리(그리고 결과적인 드리프트, 예를 들어, 채널 오류들 때문에 동기성이 유지될 수 없는 경우)는 몇몇 관련 기술에서도 사용된다.
- [0061] "로컬" 디코더(633)의 동작은 도 5와 연계하여 위에서 이미 상세히 설명된 비디오 디코더(510)와 같은 "원격" 디코더와 동일할 수 있다. 그러나, 또한 도 5를 잠시 참조하면, 심벌들이 이용가능하고 엔트로피 코더(645) 및 파서(520)에 의한 코딩된 비디오 시퀀스로서의 심벌들의 인코딩/디코딩이 무손실일 수 있기 때문에, 버퍼 메모리(515) 및 파서(520)를 포함하는, 비디오 디코더(510)의 엔트로피 디코딩 부분들은 로컬 디코더(633)에서 완전히 구현되지 않을 수 있다.
- [0062] 이 시점에서 이루어질 수 있는 관찰은, 디코더에 존재하는 파싱/엔트로피 디코딩을 제외한 임의의 디코더 기술이 또한 필연적으로, 대응하는 인코더에서, 실질적으로 동일한 기능 형식으로 존재할 필요가 있다는 점이다. 이러한 이유로, 개시된 주제는 디코더 동작에 초점을 맞춘다. 인코더 기술은 포괄적으로 설명된 디코더 기술의 역(inverse)이기 때문에 그것들에 대한 설명은 축약될 수 있다. 특정 영역들에서만 더 상세한 설명이 요구되고 아래에 제공된다.
- [0063] 동작 동안, 일부 예들에서, 소스 코더(630)는, "참조 픽처들(reference pictures)"로서 지정된 비디오 시퀀스로부터의 하나 이상의 이전에 코딩된 픽처를 참조하여 예측적으로 입력 픽처를 코딩하는, 모션 보상된 예측 코딩을 수행할 수 있다. 이러한 방식으로, 코딩 엔진(632)은 입력 픽처의 픽셀 블록들과 입력 픽처에 대한 예측 참

조(들)로서 선택될 수 있는 참조 픽처(들)의 픽셀 블록들 사이의 차이들을 코딩한다.

- [0064] 로컬 비디오 디코더(633)는, 소스 코더(630)에 의해 생성된 심벌들에 기초하여, 참조 픽처들로서 지정될 수 있는 픽처들의 코딩된 비디오 데이터를 디코딩할 수 있다. 코딩 엔진(632)의 동작들은 유리하게는 손실 프로세스들일 수 있다. 코딩된 비디오 데이터가 비디오 디코더(도 6에 도시되지 않음)에서 디코딩될 수 있는 경우, 재구성된 비디오 시퀀스는 전형적으로 일부 오류들을 갖는 소스 비디오 시퀀스의 복제본(replica)일 수 있다. 로컬 비디오 디코더(633)는 참조 픽처들에 대해 비디오 디코더에 의해 수행될 수 있는 디코딩 프로세스들을 복제하고 재구성된 참조 픽처들이 참조 픽처 캐시(634)에 저장되게 야기할 수 있다. 이러한 방식으로, 비디오 인코더(603)는 (송신 오류들이 없이) 원단(far-end) 비디오 디코더에 의해 획득될 재구성된 참조 픽처로서 공통 콘텐츠를 갖는 재구성된 참조 픽처들의 사본들을 로컬로 저장할 수 있다.
- [0065] 예측기(635)는 코딩 엔진(632)에 대한 예측 검색들을 수행할 수 있다. 즉, 코딩될 새로운 픽처에 대해, 예측기(635)는 새로운 픽처들에 대한 적절한 예측 참조로서 역할할 수 있는 참조 픽처 모션 벡터들, 블록 형상들 등등과 같은 특정 메타데이터 또는 샘플 데이터(후보 참조 픽셀 블록들로서)에 대해 참조 픽처 메모리(634)를 검색할 수 있다. 예측기(635)는 적절한 예측 참조들을 찾기 위해 샘플 블록 바이 픽처 블록 기준으로(sample block-by-pixel block basis) 동작할 수 있다. 일부 경우들에서, 예측기(635)에 의해 획득된 검색 결과들에 의해 결정된 바와 같이, 입력 픽처는 참조 픽처 메모리(634)에 저장된 다중의 참조 픽처로부터 인출된 예측 참조들을 가질 수 있다.
- [0066] 제어기(650)는, 예를 들어, 비디오 데이터를 인코딩하기 위해 사용되는 파라미터들 및 서브 그룹 파라미터들의 설정을 포함하여, 소스 코더(630)의 코딩 동작들을 관리할 수 있다.
- [0067] 전술한 모든 기능 유닛들의 출력은 엔트로피 코더(645)에서 엔트로피 코딩을 겪을 수 있다. 엔트로피 코더(645)는 다양한 기능 유닛들에 의해 생성된 심벌들을, 허프만 코딩, 가변 길이 코딩, 산술 코딩 등등과 같은 기술들에 따라 심벌들을 무손실 압축함으로써, 코딩된 비디오 시퀀스로 변환한다.
- [0068] 송신기(640)는, 인코딩된 비디오 데이터를 저장할 저장 디바이스에 대한 하드웨어/소프트웨어 링크일 수 있는 통신 채널(660)을 통한 송신을 준비하기 위해 엔트로피 코더(645)에 의해 생성된 바와 같은 코딩된 비디오 시퀀스(들)를 버퍼링할 수 있다. 송신기(640)는 비디오 코더(603)로부터의 코딩된 비디오 데이터를 송신될 데이터, 예를 들어, 코딩된 오디오 데이터 및/또는 보조 데이터 스트림(소스들이 도시되지 않음)과 병합할 수 있다.
- [0069] 제어기(650)는 비디오 인코더(603)의 동작을 관리할 수 있다. 코딩 동안, 제어기(650)는, 각자의 픽처에 적용될 수 있는 코딩 기법들에 영향을 미칠 수 있는, 특정 코딩된 픽처 타입을 각각의 코딩된 픽처에 할당할 수 있다. 예를 들어, 픽처들은 종종 다음 픽처 타입들 중 하나로서 할당될 수 있다:
- [0070] 인트라 픽처(Intra Picture, 픽처)는 예측의 소스로서 시퀀스 내의 임의의 다른 픽처를 사용하지 않고 코딩되고 디코딩될 수 있는 것일 수 있다. 일부 비디오 코덱들은, 예를 들어, "IDR(Independent Decoder Refresh)" 픽처들을 포함하는, 상이한 타입들의 인트라 픽처들을 허용한다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 I 픽처들의 해당 변형들 및 그것들 각자의 응용들 및 특징들을 인식한다.
- [0071] 예측 픽처(Predictive picture, P 픽처)는 각각의 블록의 샘플 값들을 예측하기 위해 많아야 하나의 모션 벡터 및 참조 인덱스를 사용하여 인트라 예측(intra prediction) 또는 인터 예측(inter prediction)을 사용하여 코딩 및 디코딩될 수 있는 것일 수 있다.
- [0072] 양방향 예측 픽처(Bi-directionally Predictive Picture, B Picture)는 각각의 블록의 샘플값들을 예측하기 위해 많아야 2개의 모션 벡터 및 참조 인덱스를 사용하는 인트라 예측 또는 인터 예측을 사용하여 코딩 및 디코딩될 수 있는 것일 수 있다. 유사하게, 다중-예측 픽처들은 단일 블록의 재구성을 위해 2개보다 많은 참조 픽처 및 연관된 메타데이터를 사용할 수 있다.
- [0073] 소스 픽처들은 흔히 복수의 샘플 블록(예를 들어, 각각 4x4, 8x8, 4x8, 또는 16x16 샘플들의 블록들)으로 공간적으로 세분되고 블록별 기준(on a block-by-block basis)으로 코딩될 수 있다. 블록들은 블록들의 각자의 픽처들에 적용되는 코딩 할당에 의해 결정된 바와 같은 다른 (이미 코딩된) 블록들을 참조하여 예측적으로 코딩될 수 있다. 예를 들어, I 픽처들의 블록들은 비예측적으로 코딩될 수 있거나 또는 그것들은 동일한 픽처의 이미 코딩된 블록들을 참조하여 예측적으로 코딩될 수 있다(공간 예측 또는 인트라 예측). P 픽처의 픽셀 블록들은, 하나의 이전에 코딩된 참조 픽처를 참조하여 공간 예측을 통해 또는 시간 예측을 통해, 예측적으로 코딩될 수 있다. B 픽처들의 블록들은, 하나 또는 2개의 이전에 코딩된 참조 픽처를 참조하여 공간 예측을 통해 또는 시

간 예측을 통해, 예측적으로 코딩될 수 있다.

- [0074] 비디오 인코더(603)는 ITU-T Rec. H.265와 같은 표준 또는 미리 결정된 비디오 코딩 기술에 따라 코딩 동작들을 수행할 수 있다. 그것의 동작 중에, 비디오 인코더(603)는, 입력 비디오 시퀀스에서 시간 및 공간 중복성을 이용하는 예측 코딩 동작들을 포함하여, 다양한 압축 동작들을 수행할 수 있다. 따라서, 코딩된 비디오 데이터는 사용 중인 비디오 코딩 기술 또는 표준에 의해 특정된 선택스(syntax)를 따를 수 있다.
- [0075] 실시예에서, 송신기(640)는 인코딩된 비디오와 함께 추가적인 데이터를 송신할 수 있다. 소스 코더(630)는 코딩된 비디오 시퀀스의 일부로서 그러한 데이터를 포함할 수 있다. 추가적인 데이터는 시간/공간/SNR 향상 계층들, 중복 픽처들 및 슬라이스들과 같은 다른 형식의 중복 데이터, SEI 메시지들, VUI 파라미터 집합 프래그먼트들 등등을 포함할 수 있다.
- [0076] 비디오는 시간 시퀀스에서 복수의 소스 픽처(비디오 픽처들)로서 캡처될 수 있다. 인트라-픽처 예측(종종 인트라 예측으로 축약됨)은 주어진 픽처에서 공간 상관을 이용하고, 인터-픽처 예측은 픽처들 사이의 (시간 또는 다른) 상관을 이용한다. 예에서, 현재 픽처라고 지칭되는, 인코딩/디코딩 중인 특정 픽처가 블록들이 되도록 파티셔닝된다. 현재 픽처에서의 블록이 비디오 내의 이전에 코딩되고 여전히 버퍼링된 참조 픽처에서의 참조 블록과 유사할 때, 현재 픽처에서의 블록은 모션 벡터라고 지칭되는 벡터에 의해 코딩될 수 있다. 모션 벡터는 참조 픽처에서의 참조 블록을 가리키고, 다중의 참조 픽처가 사용 중인 경우, 참조 픽처를 식별하는 제3의 차원을 가질 수 있다.
- [0077] 일부 실시예들에서, 인터-픽처 예측에서 양예측 기법(bi-prediction technique)이 사용될 수 있다. 양예측 기법에 따르면, 둘 다 비디오 내의 현재 픽처에 디코딩 순서에서 앞서는 (그러나, 디스플레이 순서에서, 과거 및 미래에 제각기 있을 수 있는) 제1 참조 픽처 및 제2 참조 픽처와 같은 2개의 참조 픽처가 사용된다. 현재 픽처에서의 블록은 제1 참조 픽처에서의 제1 참조 블록을 가리키는 제1 모션 벡터, 및 제2 참조 픽처에서의 제2 참조 블록을 가리키는 제2 모션 벡터에 의해 코딩될 수 있다. 블록은 제1 참조 블록과 제2 참조 블록의 조합에 의해 예측될 수 있다.
- [0078] 또한, 코딩 효율을 개선하기 위해 인터-픽처 예측에서 병합 모드(merge mode) 기법이 사용될 수 있다.
- [0079] 개시내용의 일부 실시예들에 따르면, 인터 픽처 예측들 및 인트라 픽처 예측들과 같은 예측들은 블록들 단위로 수행된다. 예를 들어, HEVC 표준에 따르면, 비디오 픽처들의 시퀀스에서의 픽처는 압축을 위해 CTU(coding tree units)가 되도록 파티셔닝되고, 픽처에서의 CTU들은 64x64 픽셀들, 32x32 픽셀들, 또는 16x16 픽셀들과 같은 동일한 크기를 갖는다. 일반적으로, CTU는 3개의 CTB(coding tree blocks)를 포함하는데, 이것은 하나의 루마 CTB 및 2개의 크로마 CTB이다. 각각의 CTU는 하나 또는 다중의 CU(coding unit)이 되도록 재귀적으로 쿼드 트리 스플릿(recursively quadtree split)될 수 있다. 예를 들어, 64x64 픽셀들의 CTU는 64x64 픽셀들의 하나의 CU, 또는 32x32 픽셀들의 4개의 CU, 또는 16x16 픽셀들의 16개의 CU가 되도록 스플릿될 수 있다. 예에서, 각각의 CU는, 인터 예측 타입 또는 인트라 예측 타입과 같은, CU에 대한 예측 타입을 결정하기 위해 분석된다. CU는 시간 및/또는 공간 예측성에 의존하여 하나 이상의 PU(prediction unit)가 되도록 스플릿된다. 일반적으로, 각각의 PU는 루마 예측 블록(prediction block, PB)과 2개의 크로마 PB를 포함한다. 실시예에서, 코딩(인코딩/디코딩)에서의 예측 동작은 예측 블록 단위로 수행된다. 예측 블록의 예로서 루마 예측 블록을 사용하여, 예측 블록은, 8x8 픽셀들, 16x16 픽셀들, 8x16 픽셀들, 16x8 픽셀들 등과 같은, 픽셀들에 대한 값들(예를 들어, 루마 값들)의 행렬을 포함한다.
- [0080] 도 7은 본 개시내용의 또 다른 실시예에 따른 비디오 인코더(703)의 도면을 도시한다. 비디오 인코더(703)는 비디오 픽처들의 시퀀스에서 현재 비디오 픽처 내의 샘플 값들의 처리 블록(예를 들어, 예측 블록)을 수신하고, 처리 블록을 코딩된 비디오 시퀀스의 일부인 코딩된 픽처가 되게 인코딩하도록 구성된다. 예에서, 비디오 인코더(703)는 도 4의 예에서의 비디오 인코더(403) 대신에 사용된다.
- [0081] HEVC 예에서, 비디오 인코더(703)는 8x8 샘플들 등의 예측 블록과 같은 처리 블록에 대한 샘플 값들의 행렬 등을 수신한다. 비디오 인코더(703)는 처리 블록이, 예를 들어, 레이트-왜곡 최적화를 이용하여 인트라 모드, 인터 모드, 또는 양예측 모드를 이용하여 최선으로 코딩되는지를 결정한다. 처리 블록이 인트라 모드로 코딩될 때, 비디오 인코더(703)는 인트라 예측 기법을 이용하여 처리 블록을 코딩된 픽처가 되도록 인코딩할 수 있다; 처리 블록이 인터 모드 또는 양예측 모드로 코딩될 때, 비디오 인코더(703)는 처리 블록을 코딩된 픽처가 되도록 인코딩하기 위해 인터 예측 또는 양예측 기법을 제각기 이용할 수 있다. 특정 비디오 코딩 기술들에서, 병합 모드는 예측자들 외부의 코딩된 모션 벡터 성분의 채택 없이 하나 이상의 모션 벡터 예측자로부터 모션 벡터

가 도출되는 인터 픽처 예측 서브모드일 수 있다. 특정 다른 비디오 코딩 기술들에서, 대상 블록에 적용가능한 모션 벡터 성분이 존재할 수 있다. 예에서, 비디오 인코더(703)는 처리 블록들의 모드를 결정하기 위한 모드 결정 모듈(도시되지 않음)과 같은 다른 컴포넌트들을 포함한다.

- [0082] 도 7의 예에서, 비디오 인코더(703)는 도 7에 도시된 바와 같이 함께 결합된 인터 인코더(inter encoder)(730), 인트라 인코더(intra encoder)(722), 잔차 계산기(residue calculator)(723), 스위치(726), 잔차 인코더(724), 일반 제어기(721), 및 엔트로피 인코더(725)를 포함한다.
- [0083] 인터 인코더(730)는 현재 블록(예를 들어, 처리 블록)의 샘플들을 수신하고, 블록을 참조 픽처들 내의 하나 이상의 참조 블록(예를 들어, 이전 픽처들 및 나중 픽처들 내의 블록들)과 비교하고, 인터 예측 정보(예를 들어, 인터 인코딩 기법에 따른 중복 정보의 설명, 모션 벡터들, 병합 모드 정보)를 생성하고, 임의의 적합한 기법을 이용하여 인터 예측 정보에 기초하여 인터 예측 결과들(예를 들어, 예측된 블록)을 계산하도록 구성된다. 일부 예들에서, 참조 픽처들은 인코딩된 비디오 정보에 기초하여 디코딩되는 디코딩된 참조 픽처들이다.
- [0084] 인트라 인코더(722)는 현재 블록(예를 들어, 처리 블록)의 샘플들을 수신하고, 일부 경우들에서 블록을 동일한 픽처 내의 이미 코딩된 블록들과 비교하고, 변환 후 양자화된 계수들을 생성하고, 일부 경우들에서 또한 인트라 예측 정보(예를 들어, 하나 이상의 인트라 인코딩 기법에 따른 인트라 예측 방향 정보)를 수신하도록 구성된다. 예에서, 인트라 인코더(722)는 또한 동일한 픽처 내의 참조 블록들 및 인트라 예측 정보에 기초하여 인트라 예측 결과들(예를 들어, 예측된 블록)을 계산한다.
- [0085] 일반 제어기(721)는 일반 제어 데이터를 결정하고 일반 제어 데이터에 기초하여 비디오 인코더(703)의 다른 컴포넌트들을 제어하도록 구성된다. 예에서, 일반 제어기(721)는 블록의 모드를 결정하고, 모드에 기초하여 스위치(726)에 제어 신호를 제공한다. 예를 들어, 모드가 인트라 모드일 때, 일반 제어기(721)는 잔차 계산기(723)에 의한 사용을 위해 인트라 모드 결과를 선택하도록 스위치(726)를 제어하고, 인트라 예측 정보를 선택하고 인트라 예측 정보를 비트스트림에 포함시키도록 엔트로피 인코더(725)를 제어하고; 및 모드가 인터 모드일 때, 일반 제어기(721)는 잔차 계산기(723)에 의한 사용을 위해 상기 인터 예측 결과를 선택하도록 스위치(726)를 제어하고, 인터 예측 정보를 선택하고 인터 예측 정보를 비트스트림에 포함시키도록 엔트로피 인코더(725)를 제어한다.
- [0086] 잔차 계산기(723)는 수신된 블록과 인트라 인코더(722) 또는 인터 인코더(730)로부터 선택된 예측 결과들 사이의 차이(잔차 데이터)를 계산하도록 구성된다. 잔차 인코더(724)는 잔차 데이터에 기초하여 동작하여 잔차 데이터를 인코딩하여 변환 계수들을 생성하도록 구성된다. 예에서, 잔차 인코더(724)는 잔차 데이터를 공간 도메인으로부터 주파수 도메인으로 변환하고, 변환 계수들을 생성하도록 구성된다. 그 후 변환 계수들에 대해 양자화 처리를 수행하여 양자화된 변환 계수들을 획득한다. 다양한 실시예들에서, 비디오 인코더(703)는 잔차 디코더(728)를 또한 포함한다. 잔차 디코더(728)는 역변환을 수행하고, 디코딩된 잔차 데이터를 생성하도록 구성된다. 디코딩된 잔차 데이터는 인트라 인코더(722) 및 인터 인코더(730)에 의해 적합하게 사용될 수 있다. 예를 들어, 인터 인코더(730)는 디코딩된 잔차 데이터 및 인터 예측 정보에 기초하여 디코딩된 블록들을 생성할 수 있고, 인트라 인코더(722)는 디코딩된 잔차 데이터 및 인트라 예측 정보에 기초하여 디코딩된 블록들을 생성할 수 있다. 디코딩된 블록들은 디코딩된 픽처들을 생성하기 위해 적합하게 처리되고, 디코딩된 픽처들은 메모리 회로(도시되지 않음)에서 버퍼링되고 일부 예들에서 참조 픽처들로서 사용될 수 있다.
- [0087] 엔트로피 인코더(725)는 비트스트림을 포맷하여 인코딩된 블록을 포함하도록 구성된다. 엔트로피 인코더(725)는 HEVC 표준과 같은 적합한 표준에 따라 다양한 정보를 포함하도록 구성된다. 예에서, 엔트로피 인코더(725)는 일반 제어 데이터, 선택된 예측 정보(예를 들어, 인트라 예측 정보 또는 인터 예측 정보), 잔차 정보, 및 다른 적합한 정보를 비트스트림에 포함시키도록 구성된다. 개시된 주제에 따르면, 인터 모드 또는 양예측 모드의 병합 서브모드에서 블록을 코딩할 때, 잔차 정보가 존재하지 않는다는 점에 유의한다.
- [0088] 도 8은 본 개시내용의 다른 실시예에 따른 비디오 디코더(810)의 도면을 도시한다. 비디오 디코더(810)는 코딩된 비디오 시퀀스의 일부인 코딩된 픽처들을 수신하고, 코딩된 픽처들을 디코딩하여 재구성된 픽처들을 생성하도록 구성된다. 예에서, 비디오 디코더(810)는 도 4의 예에서의 비디오 디코더(410) 대신에 사용된다.
- [0089] 도 8의 예에서, 비디오 디코더(810)는 도 8에 도시된 바와 같이 함께 결합된 엔트로피 디코더(871), 인터 디코더(880), 잔차 디코더(873), 재구성 모듈(874), 및 인트라 디코더(872)를 포함한다.
- [0090] 엔트로피 디코더(871)는, 코딩된 픽처로부터, 코딩된 픽처가 구성되는 신택스 요소들을 표현하는 특정 심벌들을 재구성하도록 구성될 수 있다. 그러한 심벌들은, 예를 들어, 블록이 코딩되는 모드(예컨대, 예를 들어, 인트라

모드, 인터 모드, 양예측(bi-predicted) 모드, 후자의 둘은 병합 서브모드 또는 또 다른 서브모드에 있음), 제각기 인트라 디코더(872) 또는 인터 디코더(880)에 의한 예측을 위해 사용되는 특정 샘플 또는 메타데이터를 식별할 수 있는 예측 정보(예컨대, 예를 들어, 인트라 예측 정보 또는 인터 예측 정보), 예를 들어, 양자화된 변환 계수들의 형식으로 된 잔차 정보 등을 포함할 수 있다. 예에서, 예측 모드가 인터 또는 양예측 모드일 때, 인터 예측 정보가 인터 디코더(880)에 제공되고; 예측 유형이 인트라 예측 타입일 때, 인트라 예측 정보가 인트라 디코더(872)에 제공된다. 잔차 정보에 대해 역양자화가 수행될 수 있고 잔차 정보는 잔차 디코더(873)에 제공된다.

[0091] 인터 디코더(880)는 인터 예측 정보를 수신하고, 인터 예측 정보에 기초하여 인터 예측 결과들을 생성하도록 구성된다.

[0092] 인트라 디코더(872)는 인트라 예측 정보를 수신하고, 인트라 예측 정보에 기초하여 예측 결과들을 생성하도록 구성된다.

[0093] 잔차 디코더(873)는 역양자화를 수행하여 탈양자화된 변환 계수들을 추출하고, 탈양자화된 변환 계수들을 처리하여 잔차를 주파수 도메인으로부터 공간 도메인으로 변환하도록 구성된다. 잔차 디코더(873)는 또한 (QP(Quantizer Parameter)를 포함하도록) 특정 제어 정보를 요구할 수 있고, 그 정보는 엔트로피 디코더(871)에 의해 제공될 수 있다(이는 단지 저용량 제어 정보일 수 있으므로 데이터 경로가 묘사되지 않음).

[0094] 재구성 모듈(874)은, 공간 도메인에서, 잔차 디코더(873)에 의해 출력된 잔차와 예측 결과들(경우에 따라 인터 또는 인트라 예측 모듈들에 의해 출력된 것)을 조합하여 재구성된 블록을 형성하도록 구성하고, 재구성된 블록은 재구성된 픽처의 일부일 수 있고, 재구성된 픽처는 결국 재구성된 비디오의 일부일 수 있다. 시각적 품질을 개선하기 위해 디블로킹(deblocking) 동작 등과 같은 다른 적합한 동작들이 수행될 수 있다는 점에 유의한다.

[0095] 비디오 인코더들(403, 603, 및 703), 및 비디오 디코더들(410, 510, 및 810)은 임의의 적합한 기법을 사용하여 구현될 수 있다는 점에 유의한다. 실시예에서, 비디오 인코더들(403, 603, 및 703), 및 비디오 디코더들(410, 510, 및 810)은 하나 이상의 집적 회로를 사용하여 구현될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 비디오 인코더들(403, 603, 및 603), 및 비디오 디코더들(410, 510, 및 810)은 소프트웨어 명령어들을 실행하는 하나 이상의 프로세서를 사용하여 구현될 수 있다.

[0096] 특정 표시자(예를 들어, 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록의 재구성된 샘플들의 특정 벡터 또는 특정 스칼라)와 같은, 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록의 재구성된 샘플(들)에 기초한 변환 집합 또는 변환 커널 선택 방식에 관련된 비디오 코딩 기술들이 개시된다. 비디오 코딩 포맷은 AV1(AOMedia Video1) 또는 AV1을 넘어서는 차세대 AOMedia Video 포맷과 같은, 인터넷을 통한 비디오 송신들을 위해 설계된 개방 비디오 코딩 포맷을 포함할 수 있다. 비디오 코딩 표준은 HEVC(High Efficiency Video Coding) 표준, HEVC를 넘어서는 차세대 비디오 코딩(예를 들어, VVC(Versatile Video Coding)) 등을 포함할 수 있다.

[0097] 다양한 인트라 예측 모드들이 인트라 예측에서, 예를 들어, AV1, VVC 및/또는 그와 유사한 것에서 사용될 수 있다. AV1에서와 같은 실시예에서, 방향성 인트라 예측이 사용된다. 방향성 인트라 예측에서, 블록에 대한 예측된 샘플들은 방향을 따라 이웃하는 재구성된 샘플들로부터 외삽함으로써 생성될 수 있다. 방향은 각도에 대응한다. 블록에 대한 예측된 샘플들을 예측하기 위해 방향성 인트라 예측에서 사용되는 모드는 방향성 모드(방향성 예측 모드들, 방향성 인트라 모드들, 방향성 인트라 예측 모드들, 각도 모드들이라고도 지칭됨)라고 지칭될 수 있다. 각각의 방향성 모드는 상이한 각도 또는 상이한 방향에 대응할 수 있다. 개방 비디오 코딩 포맷 VP9에서와 같은 예에서, 8개의 방향성 모드가 도 9에 도시된 바와 같이 45° 내지 207° 의 8개의 각도에 대응한다. 8개의 방향성 모드는 공칭 모드(nominal mode)들(예를 들어, V_PRED, H_PRED, D45_PRED, D135_PRED, D113_PRED, D157_PRED, D203_PRED, 및 D67_PRED)로서 또한 지칭될 수 있다. 방향성 텍스처들에서, 예를 들어, AV1에서, 더 다양한 공간 중복성을 활용하기 위해, 방향성 모드들이, 예를 들어, 도 9에 도시된 바와 같은 8개의 공칭 모드를 넘어서 더 미세한 그레인래티티(granularity) 및 더 많은 각도(또는 방향들)를 갖는 각도 집합으로 확장될 수 있다.

[0098] 도 9는 본 개시내용의 실시예에 따른 CB(coding block)(910)에 대한 공칭 모드들의 예를 도시한다. 특정 각도들(공칭 각도들로 지칭됨)이 공칭 모드들에 대응할 수 있다. 예에서, 8개의 공칭 각도(또는 공칭 인트라 각도들)(901 내지 908)는, 제각기, 8개의 공칭 모드(예컨대, V_PRED, H_PRED, D45_PRED, D135_PRED, D113_PRED, D157_PRED, D203_PRED, 및 D67_PRED)에 대응한다. 8개의 공칭 각도(901-908)뿐만 아니라 8개의 공칭 모드는 제각기 V_PRED, H_PRED, D45_PRED, D135_PRED, D113_PRED, D157_PRED, D203_PRED, 및 D67_PRED로 지칭될 수

있다. 공칭 모드 인덱스는 공칭 모드(예를 들어, 8개의 공칭 모드 중 하나)를 표시할 수 있다. 예에서, 공칭 모드 인덱스가 시그널링된다.

[0099] 또한, 각각의 공칭 각도는 복수의 더 미세한 각도(예를 들어, 7개의 더 미세한 각도)에 대응할 수 있고, 따라서 56개의 각도(또는 예측 각도들) 또는 56개의 방향성 모드(또는 각도 모드들, 방향성 인트라 예측 모드들)이 예를 들어, AV1에서 사용될 수 있다. 각각의 예측 각도는 공칭 각도 및 각도 오프셋(또는 각도 델타)에 의해 제시될 수 있다. 각도 오프셋은 오프셋 정수 I(예컨대, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 또는 3)를 스텝 크기(예컨대, 3°)와 곱함으로써 획득될 수 있다. 예에서, 예측 각도는 공칭 각도와 각도 오프셋의 합과 동일하다. AV1에서와 같은 예에서, 공칭 모드들(예를 들어, 8개의 공칭 모드(901)-(908))은 특정 비-각도 평활 모드들(예를 들어, 아래에 설명되는 바와 같이 DC 모드, PAETH 모드, SMOOTH 모드, 수직 SMOOTH 모드, 및 수평 SMOOTH 모드와 같은 5개의 비-각도 평활 모드들)과 함께 시그널링될 수 있다. 후속하여, 현재 예측 모드가 방향성 모드(또는 각도 모드)인 경우, 인덱스는 공칭 각도에 대응하는 각도 오프셋(예를 들어, 오프셋 정수 I)을 표시하기 위해 추가로 시그널링될 수 있다. 예에서, 방향성 모드(예를 들어, 56개의 방향성 모드 중 하나)는 공칭 모드 인덱스 및 공칭 모드로부터의 각도 오프셋을 표시하는 인덱스에 기초하여 결정될 수 있다. 예에서, 일반적인 방식을 통해 방향성 예측 모드들을 구현하기 위해, AV1에서 사용되는 바와 같은 56개의 방향성 모드가 각각의 픽셀을 참조 서브픽셀 로케이션에 투영(project)하고 2-탭 이중선형 필터(2-tap bilinear filter)에 의해 참조 픽셀을 보간할 수 있는 통합 방향성 예측기로 구현된다.

[0100] CB와 같은 블록에 대한 인트라 예측에서 비-방향성 평활 인트라 예측기들(비-방향성 평활 인트라 예측 모드들, 비-방향성 평활 모드들, 비-각도 평활 모드들이라고도 지칭됨)이 사용될 수 있다. 일부 예들에서(예를 들어, AV1에서), 5개의 비-방향성 평활 인트라 예측 모드는 DC 모드 또는 DC 예측기(예를 들어, DC), PAETH 모드 또는 PAETH 예측자(예를 들어, PAETH), SMOOTH 모드 또는 SMOOTH 예측자(예를 들어, SMOOTH), 수직 SMOOTH 모드(SMOOTH_V 모드, SMOOTH_V 예측자, SMOOTH_V로 지칭됨), 및 수평 SMOOTH 모드(SMOOTH_H 모드, SMOOTH_H 예측자, 또는 SMOOTH_H로 지칭됨)를 포함한다.

[0101] 도 10은 본 개시내용의 양태들에 따른 비-방향성 평활 인트라 예측 모드들(예를 들어, DC 모드, PAETH 모드, SMOOTH 모드, SMOOTH_V 모드, 및 SMOOTH_H 모드)에 대한 예들을 도시한다. DC 예측자에 기초하여 CB(1000) 내의 샘플(1001)을 예측하기 위해, 좌측 이웃 샘플(1012)의 제1 값과 상부 이웃 샘플(또는 상단 이웃 샘플)(1011)의 제2 값의 평균이 예측자로서 사용될 수 있다.

[0102] PAETH 예측자에 기초하여 샘플(1001)을 예측하기 위해, 좌측 이웃 샘플(1012)의 제1 값, 상단 이웃 샘플(1011)의 제2 값, 및 상단-좌측 이웃 샘플(1013)에 대한 제3 값이 획득될 수 있다. 그 후, 수학적 식 1을 사용하여 참조 값이 획득된다.

[0103] [수학적 식 1]

[0104] 참조 값 = 제1 값 + 제2 값 - 제3 값

[0105] 참조 값에 가장 가까운 제1 값, 제2 값, 및 제3 값 중 하나가 샘플(1001)에 대한 예측자로서 설정될 수 있다.

[0106] SMOOTH_V 모드, SMOOTH_H 모드, 및 SMOOTH 모드가 제각기 수직 방향, 수평 방향, 및 수직 방향과 수평 방향의 평균에서의 2차 보간(quadratic interpolation)을 사용하여 CB(1000)을 예측할 수 있다. SMOOTH 예측자에 기초하여 샘플(1001)을 예측하기 위해, 제1 값, 제2 값, 우측 샘플(1014)의 값, 및 하단 샘플(1016)의 값의 평균(예를 들어, 가중 조합)이 사용될 수 있다. 다양한 예들에서, 우측 샘플(1014) 및 하단 샘플(1016)은 재구성되지 않으므로, 상단-우측 이웃 샘플(1015)의 값 및 하단-좌측 이웃 샘플(1017)의 값이 제각기 우측 샘플(1014) 및 하단 샘플(1016)의 값들을 대체할 수 있다. 따라서, 제1 값, 제2 값, 상단-우측 이웃 샘플(1015)의 값, 및 하단-좌측 이웃 샘플(1017)의 값의 평균(예를 들어, 가중 조합)이 SMOOTH 예측자로서 이용될 수 있다. SMOOTH_V 예측자에 기초하여 샘플(1001)을 예측하기 위해, 상단 이웃 샘플(1011)의 제2 값과 하단-좌측 이웃 샘플(1017)의 값의 평균(예를 들어, 가중 조합)이 사용될 수 있다. SMOOTH_H 예측자에 기초하여 샘플(1001)을 예측하기 위해, 좌측 이웃 샘플(1012)의 제1 값과 상단-우측 이웃 샘플(1015)의 값의 평균(예를 들어, 가중 조합)이 사용될 수 있다.

[0107] 도 11은 본 개시내용의 실시예에 따른 재귀적 필터링 기반 인트라 예측자(필터 인트라 모드 또는 재귀적 필터링 모드로도 지칭됨)의 예를 도시한다. 예들 상의 참조들과의 감쇠 공간 상관을 캡처하기 위해, CB(1100)와 같은 블록에 대해 필터 인트라 모드가 사용될 수 있다. 예에서, CB(1100)은 루마 블록이다. 루마 블록(1100)은 다중의 패치(예를 들어, 8개의 4x2 패치(B0-B7))가 되도록 분할될 수 있다. 패치들(B0-B7) 각각은 복수의 이웃

샘플을 가질 수 있다. 예를 들어, 패치 B0은 4개의 상단 이웃 샘플 R01-R04, 2개의 좌측 이웃 샘플 R05-R06, 및 상단-좌측 이웃 샘플 R00을 포함하는 7개의 이웃 샘플(또는 7개의 이웃) R00-R06을 갖는다. 유사하게, 패치 B7은 4개의 상단 이웃 샘플 R71-R74, 2개의 좌측 이웃 샘플 R75-R76, 및 상단 좌측 이웃 샘플 R70을 포함하는 7개의 이웃 샘플 R70-R76을 갖는다.

[0108] 일부 예들에서, 예를 들어, AV1에 대해 다중의 (예를 들어, 5개의) 필터 인트라 모드(또는 다중의 재귀적 필터링 모드들)이 사전 설계된다. 각각의 필터 인트라 모드는 대응하는 4x2 패치(예로서, B0) 내의 샘플들(또는 픽셀들)과 4x2 패치(B0)에 인접하는 7개의 이웃(예로서, R00-R06) 사이의 상관을 반영하는 8개의 7-탭 필터의 집합에 의해 표현될 수 있다. 7-탭 필터에 대한 가중 인자들은 위치 의존적일 수 있다. 패치들 B0-B7 각각에 대해, 7개의 이웃(예를 들어, B0에 대한 R00-R06, B7에 대한 R70-R76)은 대응하는 패치 내의 샘플들을 예측하기 위해 사용될 수 있다. 예에서, 이웃들 R00-R06은 패치(B0) 내의 샘플들을 예측하기 위해 사용된다. 예에서, 이웃들 R70-R76은 패치(B7) 내의 샘플들을 예측하기 위해 사용된다. 패치 B0과 같은 CB(1100) 내의 특정 패치들에 대해, 모든 7개의 이웃(예를 들어, R00-R06)은 이미 재구성되었다. CB(1100) 내의 다른 패치들에 대해, 7개의 이웃 중 적어도 하나는 재구성되지 않았고, 따라서 바로 이웃(들)의 예측 값(들)(또는 바로 이웃(들)의 예측 샘플(들))이 참조(들)로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 패치(B7)의 7개의 이웃 R70-R76은 재구성되지 않았으므로, 바로 이웃들의 예측 샘플들이 사용될 수 있다.

[0109] 크로마 샘플은 루마 샘플로부터 예측될 수 있다. 실시예에서, 루마 모드로부터의 크로마(예를 들어, Cfl 모드, Cfl 예측자)는 일치하는(coincident) 재구성된 루마 샘플들(또는 픽셀들)의 선형 함수로서 크로마 샘플들(또는 픽셀들)을 모델링할 수 있는 크로마 전용 인트라 예측자이다. 예를 들어, Cfl 예측은 아래와 같이 수학적 2를 사용하여 표현될 수 있다.

수학적 2

$$CfL(\alpha) = \alpha L^A + D$$

[0110]

[0111] 여기서 L^A 는 루마 성분의 AC 기여도를 나타내고, α 는 선형 모델의 스케일링 파라미터를 나타내며, D는 크로마 성분의 DC 기여도를 나타낸다. 예에서, 재구성된 루마 픽셀들은 크로마 해상도에 기초하여 서브샘플링되며, 평균 값이 감소되어 AC 기여(예로서, L^A)를 형성한다. AC 기여로부터 크로마 AC 성분을 근사화하기 위해, AV1에서와 같이, 일부 예들에서, 디코더가 스케일링 파라미터 α 를 계산할 것을 요구하는 대신에, Cfl 모드는 원래의 크로마 픽셀들에 기초하여 스케일링 파라미터 α 를 결정하고 비트스트림에서 스케일링 파라미터 α 를 시그널링하는데, 따라서 디코더 복잡도를 감소시키고 더 정확한 예측을 산출한다. 크로마 성분의 DC 기여도는 인트라 DC 모드를 사용하여 계산될 수 있다. 인트라 DC 모드는 대부분의 크로마 콘텐츠에 대해 충분할 수 있고 성숙한 빠른 구현들을 가질 수 있다.

[0112] 다중-라인 인트라 예측은 인트라 예측을 위해 더 많은 참조 라인들을 사용할 수 있다. 참조 라인은 한 픽처 내에 다중의 샘플을 포함할 수 있다. 예에서, 참조 라인은 행의 샘플들 및 열의 샘플들을 포함한다. 예에서, 인코더는 인트라 예측자를 생성하기 위해 사용되는 참조 라인을 결정하고 시그널링할 수 있다. 참조 라인을 표시하는 인덱스(참조 라인 인덱스라고도 지칭됨)는 인트라 예측 모드(들) 전에 시그널링될 수 있다. 예에서, 비제로(nonzero) 참조 라인 인덱스가 시그널링될 때 MPM들만이 허용된다. 도 12는 CB(1210)에 대한 4개의 참조 라인의 예를 도시한다. 도 12를 참조하면, 참조 라인은 최대 6개의 세그먼트, 예를 들어, 세그먼트 A 내지 F, 및 상단-좌측 참조 샘플을 포함할 수 있다. 예를 들어, 참조 라인 0은 세그먼트들 B 및 E와 상단-좌측 참조 샘플을 포함한다. 예를 들어, 참조 라인 3은 세그먼트들 A 내지 F 및 상단-좌측 참조 샘플을 포함한다. 세그먼트 A 및 F는 제각기 세그먼트 B 및 E로부터 가장 가까운 샘플들로 패딩될 수 있다. HEVC에서와 같은 일부 예들에서, 하나의 참조 라인(예를 들어, CB(1210)에 인접한 참조 라인 0)만이 인트라 예측을 위해 사용된다. VVC에서와 같은 일부 예들에서, 다중의 참조 라인(예를 들어, 참조 라인들 0, 1, 및 3)이 인트라 예측을 위해 사용된다.

[0113] 일반적으로, 블록은 도 9 내지 도 12를 참조하여 전술한 바와 같은 다양한 인트라 예측 모드들 중 하나 또는 적절한 조합을 이용하여 예측될 수 있다.

[0114] AV1(AOMedia Video1)에서 사용되는 것들과 같은 1차 변환들의 실시예들이 아래에 설명된다. 주파수 도메인(또

는 공간 주파수 도메인)에서 변환 계수들을 포함하는 TB(transform block)를 획득하기 위해 잔차들(예를 들어, 공간 도메인에서의 잔차들)을 포함하는 TB에 대해 (예를 들어, 인코더에서) 순방향 변환이 수행될 수 있다. 공간 도메인에서 잔차들을 포함하는 TB는 잔차 TB로서 지칭될 수 있고, 주파수 도메인에서 변환 계수들을 포함하는 TB는 계수 TB로서 지칭될 수 있다. 예에서, 순방향 변환은 잔차 TB를 계수 TB로 변환할 수 있는 순방향 1차 변환을 포함한다. 예에서, 순방향 변환은 순방향 1차 변환 및 순방향 2차 변환을 포함하며, 여기서 순방향 1차 변환은 잔차 TB를 중간 계수 TB가 되도록 변환할 수 있고, 순방향 2차 변환은 중간 계수 TB를 계수 TB가 되도록 변환할 수 있다.

[0115] (예를 들어, 인코더에서 또는 디코더에서) 역 변환이 주파수 도메인에서 계수 TB에 대해 수행되어 공간 도메인에서 잔차 TB를 획득할 수 있다. 예에서, 역 변환은 계수 TB를 잔차 TB가 되도록 변환할 수 있는 역 1차 변환을 포함한다. 예에서, 역 변환은 역 1차 변환 및 역 2차 변환을 포함하며, 여기서 역 2차 변환은 계수 TB를 중간 계수 TB가 되도록 변환할 수 있고 역 1차 변환은 중간 계수 TB를 잔차 TB가 되도록 변환할 수 있다.

[0116] 일반적으로, 1차 변환은, 1차 변환이 잔차 TB와 계수 TB 사이에서 수행되는 역 1차 변환 또는 순방향 1차 변환을 지칭할 수 있다. 일부 실시예들에서, 1차 변환은 2D 1차 변환이 수평 1차 변환(수평 변환이라고도 지칭함) 및 수직 1차 변환(수직 변환이라고도 지칭함)을 포함할 수 있는 분리가능한 변환일 수 있다. 2차 변환은 중간 계수 TB와 계수 TB 사이에서 2차 변환이 수행되는 역 2차 변환 또는 순방향 2차 변환을 지칭할 수 있다.

[0117] 본 개시내용에서 설명된 바와 같은 확장된 코딩 블록 파티션들을 지원하기 위해, 다중의 변환 크기(예를 들어, 각각의 차원에 대해 4-포인트로부터 64-포인트까지의 범위) 및 변환 형상들(예를 들어, 정사각형, 2:1, 1:2, 4:1, 또는 1:4의 높이 대비 폭 비율(width over a height ratio)을 갖는 직사각형 형상)이 AV1에서와 같이 사용될 수 있다.

[0118] 2D 변환 프로세스는 코딩된 잔차 블록의 각각의 차원에 대해 상이한 1D 변환을 포함할 수 있는 하이브리드 변환 커널들을 사용할 수 있다. 1차 1D 변환은 (a) 4-포인트, 8-포인트, 16-포인트, 32-포인트, 64-포인트 DCT-2; (b) 4-포인트, 8-포인트, 16-포인트 비대칭 DST(ADST)(예를 들어, DST-4, DST-7) 및 대응하는 플립된(flipped) 버전들(예를 들어, ADST의 플립된 버전 또는 FlipADST는 ADST를 역순으로 적용할 수 있음); 및/또는 (c) 4-포인트, 8-포인트, 16-포인트, 32-포인트 항등 변환(IDTX)을 포함할 수 있다. 도 13은 본 개시내용의 실시예들에 따른 1차 변환 기저 함수(primary transform basis function)들의 예들을 도시한다. 도 13의 예에서의 1차 변환 기저 함수들은 N-포인트 입력을 갖는 비대칭 DST들(DST-4 및 DST-7) 및 DCT-2에 대한 기저 함수들을 포함한다. 도 13에 도시된 1차 변환 기저 함수들은 AV1에서 사용될 수 있다.

[0119] 하이브리드 변환 커널들의 이용가능성은 변환 블록 크기 및 예측 모드에 의존할 수 있다. 도 14a는 변환 블록 크기(예를 들어, 제3 열에 도시된 크기들) 및 예측 모드(예를 들어, 제3 열에 도시된 인트라 예측 및 인터 예측)에 기초하여 다양한 변환 커널들(예를 들어, 제1 열에 도시되고 제2 열에 설명된 변환 타입들)의 이용가능성의 예시적인 의존성들을 도시한다. 예시적인 하이브리드 변환 커널들 및 예측 모드들과 변환 블록 크기들에 기초한 가용성이 AV1에서 사용될 수 있다. 도 14a를 참조하면, 기호 " $\rightarrow$ " 및 " $\downarrow$ "는 제각기 수평 차원(수평 방향이라고도 지칭함) 및 수직 차원(수직 방향이라고도 지칭함)을 나타낸다. 심벌들 " $\checkmark$ " 및 "x"는 대응하는 블록 크기 및 예측 모드에 대한 변환 커널의 가용성을 나타낸다. 예를 들어, 심벌 " $\checkmark$ "는 변환 커널이 이용가능함을 나타내고, 심벌 "x"는 변환 커널이 이용가능하지 않음을 나타낸다.

[0120] 예에서, 변환 타입(1410)은 도 14a의 제1 열에 도시된 바와 같이 ADST_DCT로 표시된다. 변환 타입(1410)은 도 14a의 제2 열에 도시된 바와 같이 수직 방향의 ADST 및 수평 방향의 DCT를 포함한다. 도 14a의 제3 열에 따르면, 블록 크기가 16x16 (예를 들어, 16x16 샘플들, 16x16 루마 샘플들) 이하일 때 인트라 예측 및 인터 예측에 대해 변환 타입(1410)이 이용가능하다.

[0121] 예에서, 변환 타입(1420)은 도 14a의 제1 열에 도시된 바와 같이 V_ADST로 표시된다. 변환 타입(1420)은 도 14a의 제2 열에 도시된 바와 같이 수직 방향에서의 ADST 및 수평 방향에서의 IDTX(즉, 항등 행렬)를 포함한다. 따라서, 변환 타입(1420)(예를 들어, V_ADST)은 수직 방향으로 수행되고 수평 방향으로 수행되지 않는다. 도 14a의 제3 열에 따르면, 변환 타입(1420)은 블록 크기에 관계없이 인트라 예측에 대해 이용가능하지 않다. 변환 타입(1420)은 블록 크기가 16x16 (예를 들어, 16x16 샘플들, 16x16 루마 샘플들)보다 작을 때 인터 예측에 대해 이용가능하다.

[0122] 예에서, 도 14a는 루마 성분에 대해 적용가능하다. 크로마 성분에 대해, 변환 타입(또는 변환 커널) 선택이 암

시적으로 수행될 수 있다. 예에서, 인트라 예측 잔차들에 대해, 변환 타입은 도 14b에 도시된 바와 같이 인트라 예측 모드에 따라 선택될 수 있다. 예에서, 도 14b에 도시된 변환 타입 선택들은 크로마 성분에서 적용가능하다. 인트라 예측 잔차들에 대해, 변환 타입은 공동으로 자리잡은 루마 블록의 변환 타입 선택에 따라 선택될 수 있다. 따라서, 예에서, 크로마 성분에서 변환 타입은 비트스트림에서 시그널링되지 않는다.

[0123] 1차 변환, 2차 변환과 같은 변환이 CB와 같은 블록에 적용될 수 있다. 예에서, 변환은 1차 변환과 2차 변환의 조합을 포함한다. 변환은 분리가능하지 않은 변환, 분리가능한 변환, 또는 분리가능하지 않은 변환과 분리가능한 변환의 조합일 수 있다.

[0124] 2차 변환은 VVC에서와 같이 수행될 수 있다. VVC에서와 같은 일부 예들에서, RST(reduced secondary transform)라고도 알려진 저주파수 분리가능하지 않은 변환(low-frequency non-separable transform, LFNST)이 1차 변환 계수들을 추가로 탈양자화시키기 위해 도 15 및 도 16에 도시된 바와 같이 인코더 측에서 순방향 1차 변환과 양자화 사이에 그리고 디코더 측에서 탈양자화와 역 1차 변환 사이에 적용될 수 있다.

[0125] LFNST에서 사용될 수 있는 분리가능하지 않은 변환의 적용은 4x4 입력 블록(또는 입력 행렬) X 를 예로서 사용하여 다음과 같이 기술될 수 있다(수학식 3에 도시됨). 4x4 분리가능하지 않은 변환(예를 들어, LFNST)을 적용하기 위해, 4x4 입력 블록 X 가 수학식 3 및 수학식 4에 나타난 바와 같이 벡터 $\vec{X}$ 로 표현될 수 있다.

수학식 3

$$X = \begin{bmatrix} X_{00} & X_{01} & X_{02} & X_{03} \\ X_{10} & X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{20} & X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{30} & X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}$$

[0126]

수학식 4

$$\vec{X} = [X_{00} \ X_{01} \ X_{02} \ X_{03} \ X_{10} \ X_{11} \ X_{12} \ X_{13} \ X_{20} \ X_{21} \ X_{22} \ X_{23} \ X_{30} \ X_{31} \ X_{32} \ X_{33}]^T$$

[0127]

[0128] 분리가능하지 않은 변환은 $\vec{F} = T \cdot \vec{X}$ 로서 계산될 수 있고, 여기서 $\vec{F}$ 는 변환 계수 벡터를 나타내고, T 는 16x16 변환 행렬이다. 후속하여, 16x1 계수 벡터 $\vec{F}$ 는 4x4 입력 블록에 대한 스캐닝 순서(예로서, 수평 스캐닝 순서, 수직 스캐닝 순서, 지그재그 스캐닝 순서, 또는 대각선 스캐닝 순서)를 이용하여 4x4 출력 블록(또는 출력 행렬, 계수 블록)이 되도록 재조직될 수 있다. 더 작은 인덱스들을 갖는 변환 계수들은 4x4 계수 블록에서 더 작은 스캐닝 인덱스들로 배치될 수 있다.

[0129] 분리가능하지 않은 2차 변환이 블록(예컨대, CB)에 적용될 수 있다. VVC에서와 같은 일부 예들에서, LFNST는 도 15 내지 도 16에 도시된 바와 같이 (예를 들어, 인코더 측에서) 순방향 1차 변환과 양자화 사이에 그리고 (예를 들어, 디코더 측에서) 탈양자화와 역 1차 변환 사이에 적용된다.

[0130] 도 15 및 도 16은, 제각기, 16x64 변환(또는 변환이 순방향 변환인지 역 2차 변환인지에 좌우되어 64x16 변환) 및 16x48 변환(또는 변환이 순방향 변환인지 역 2차 변환인지에 좌우되어 48x16 변환)을 사용하는 2개의 변환 코딩 프로세스(1700 및 1800)의 예들을 도시하였다. 도 15를 참조하면, 프로세스(1700)에서, 인코더 측에서, 순방향 1차 변환(1710)이 먼저 블록(예를 들어, 잔차 블록) 상에서 수행되어 계수 블록(1713)을 획득할 수 있다. 후속하여, 순방향 2차 변환(또는 순방향 LFNST)(1712)이 계수 블록(1713)에 적용될 수 있다. 순방향 2차 변환(1712)에서, 계수 블록(1713)의 상단-좌측 코너에 있는 4x4 서브 블록들 A-D의 64개의 계수는 64-길이 벡터에 의해 표현될 수 있고, 64-길이 벡터는 64x16(즉, 64의 폭 및 16의 높이)의 변환 행렬과 곱해질 수 있어서, 16-길이 벡터라는 결과를 낳는다. 16-길이 벡터의 성분들은 계수 블록(1713)의 상단-좌측 4x4 서브 블록 A가 되도록 되돌려 채워진다. 서브 블록들 B-D 내의 계수들은 제로일 수 있다. 순방향 2차 변환(1712) 후의 결과적인 계수들은 그 후 양자화 단계(1714)에서 양자화되고, 엔트로피 코딩되어 코딩된 비트들을 비트스트림

(1716)으로 생성한다.

- [0131] 코딩된 비트들은 디코더 측에서 수신되고, 엔트로피 디코딩되고 이어서 탈양자화 단계(1724)가 뒤따라와서 계수 블록(1723)을 생성할 수 있다. 역 RST 8x8과 같은 역 2차 변환(또는 역 LFNST)(1722)이 수행되어, 예를 들어, 상단-좌측 4x4 서브 블록 E에서의 16개의 계수로부터 64개의 계수를 획득할 수 있다. 64개의 계수는 4x4 서브 블록들 E-H에 되돌려 채워질 수 있다. 또한, 역 2차 변환(1722) 후의 계수 블록(1723) 내의 계수들은 역 1차 변환(1720)에 의해 처리되어 복구된 잔차 블록을 획득할 수 있다.
- [0132] 도 16 예의 프로세스(1800)는 더 적은 (즉, 48개의) 계수가 순방향 2차 변환(1712) 동안 처리된다는 점을 제외하고는 프로세스(1700)와 유사하다. 구체적으로, 서브 블록들 A-C 내의 48개의 계수는 48x16 크기의 더 작은 변환 행렬에 의해 처리된다. 48x16의 더 작은 변환 행렬을 사용함으로써 변환 행렬 및 소정 수의 계산들(예를 들어, 곱셈, 덧셈, 뺄셈, 및/또는 그와 유사한 것)을 저장하기 위한 메모리 크기를 감소시킬 수 있고, 따라서 계산 복잡성을 감소시킬 수 있다.
- [0133] 예에서, 4x4 분리가능하지 않은 변환(예컨대, 4x4 LFNST) 또는 8x8 분리가능하지 않은 변환(예컨대, 8x8 LFNST)이 블록(예컨대, CB)의 블록 크기에 따라 적용된다. 블록의 블록 크기는 폭, 높이 또는 그와 유사한 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 4x4 LFNST는 폭 및 높이 중 최소값이 임계값, 예컨대 8보다 작은(예를 들어, $\min(\text{폭}, \text{높이}) < 8$) 블록에 대해 적용된다. 예를 들어, 8x8 LFNST는 폭 및 높이 중 최소값이 임계값, 예컨대 4보다 큰(예를 들어, $\min(\text{폭}, \text{높이}) > 4$) 블록에 적용된다.
- [0134] 분리가능하지 않은 변환(예를 들어, LFNST)은 직접 행렬 곱셈 접근법(direct matrix multiplication approach)에 기초할 수 있고, 따라서 반복 없이 단일 패스에서 구현될 수 있다. 분리가능하지 않은 변환 행렬 차원을 줄이고 또한 계산 복잡성 및 변환 계수들을 저장하기 위한 메모리 공간을 최소화하기 위해, 감소된 분리가능하지 않은 변환 방법(또는 RST)이 LFNST에서 사용될 수 있다. 따라서, 감소된 분리가능하지 않은 변환에서, N(예를 들어, N은 8x8 NSST(non-separable secondary transform)에 대해 64) 차원 벡터는 상이한 공간에서 R 차원 벡터에 매핑될 수 있고, 여기서 $N/R (R < N)$ 은 감소 인자이다. 따라서, NxN 행렬 대신에, RST 행렬은 수학적식 5에 기술된 바와 같은 RxN 행렬이다.

수학적식 5

$$T_{RxN} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \cdots & t_{1N} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \cdots & t_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{R1} & t_{R2} & t_{R3} & \cdots & t_{RN} \end{bmatrix}$$

- [0135]
- [0136] 수학적식 5에서, RxN 변환 행렬의 R개의 행은 N차원 공간의 R개의 베이스(base)이다. 역 변환 행렬은 순방향 변환에서 이용되는 변환 행렬의 전치행렬(예를 들어, T_{RxN})일 수 있다. 8x8 LFNST에 대해, 도 15에 도시된 바와 같이, 4의 감소 인자가 적용될 수 있고, 8x8 분리가능하지 않은 변환에서 사용되는 64x64 직접 행렬은 16x64 직접 행렬로 감소될 수 있다. 대안적으로, 도 16에 도시된 바와 같이, 4보다 큰 감소 인자가 적용될 수 있고, 8x8 분리가능하지 않은 변환에서 사용되는 64x64 직접 행렬은 16x48 직접 행렬로 감소될 수 있다. 따라서, 48x16 역 RST 행렬이 디코더 측에서 이용되어, 8x8 상단-좌측 영역에서 코어(1차) 변환 계수들을 생성할 수 있다.
- [0137] 도 16을 참조하면, 16x48 행렬이 동일한 변환 집합 구성을 갖는 16x64 행렬 대신에 적용될 때, 16x48 행렬에 대한 입력은 우측-하단 4x4 블록 D를 제외한 상단-좌측 8x8 블록에서의 3개의 4x4 블록 A, B, 및 C로부터의 48개의 입력 데이터를 포함한다. 차원의 감소 덕분에, LFNST 행렬들을 저장하기 위한 메모리 사용량은, 예를 들어, 최소 성능 저하만을 겪으면서 10KB에서 8KB로 감소될 수 있다.
- [0138] 복잡도를 감소시키기 위해, LFNST는 제1 계수 서브 그룹 외부의 계수들이 중요하지 않은 경우에 적용가능하도록 제한될 수 있다. 예에서, LFNST는 제1 계수 서브 그룹 외부의 모든 계수들이 중요하지 않은 경우에만 적용가능하도록 제한될 수 있다. 도 15 및 도 16을 참조하면, 제1 계수 서브 그룹은 상단-좌측 블록 E에 대응하고, 따라서 블록 E 외부에 있는 계수들은 중요하지 않다.
- [0139] 예에서, LFNST가 적용될 때 1차만의(primary-only) 변환 계수들은 중요하지 않다(예를 들어, 제로). 예에서,

LFNST가 적용될 때 모든 1차만의 변환 계수들은 제로이다. 1차만의 변환 계수들은 2차 변환 없이 1차 변환으로부터 획득되는 변환 계수들을 지칭할 수 있다. 따라서, LFNST 인덱스 시그널링은 마지막 중요 위치(last-significant position)에 대해 컨디셔닝될 수 있고, 따라서 LFNST에서의 추가적인 계수 스캐닝을 회피한다. 일부 예들에서, 추가적인 계수 스캐닝은 특정 위치들에서 중요한 변환 계수들을 체크하기 위해 사용된다. 예에서, 예를 들어, 픽셀당 곱셈들의 관점에서 LFNST의 최악의 경우의 핸들링은 4x4 블록 및 8x8 블록에 대한 분리가능하지 않은 변환을 제각기 8x16 변환 및 8x48 변환으로 제한한다. 위의 경우들에서, 마지막 중요 스캔 위치는 LFNST가 적용될 때 8보다 작을 수 있다. 다른 크기들의 경우, 마지막 중요 스캔 위치는 LFNST가 적용될 때 16보다 작을 수 있다. 4xN 및 Nx4의 CB에 대해 그리고 N이 8보다 큰 경우, 제한은 LFNST가 CB 내의 상단-좌측 4x4 영역에 적용된다는 것을 암시할 수 있다. 예에서, 제한은 LFNST가 CB 내에서만 상단-좌측 4x4 영역에 한 번만 적용된다는 것을 암시한다. 예에서, 모든 1차만의 계수들은 LFNST가 적용될 때 중요하지 않고(예를 들어, 제로), 1차 변환을 위한 동작들의 수는 감소된다. 인코더 관점에서, 변환 계수들의 양자화는 LFNST 변환이 테스트될 때 상당히 단순화될 수 있다. 레이트-왜곡 최적화된 양자화는 처음 16개의 계수에 대해 최대로 행해질 수 있는데, 예를 들어, 스캐닝 순서로, 남아 있는 계수들은 제로에 설정될 수 있다.

[0140] LFNST 변환(예를 들어, 변환 커널, 변환 코어, 또는 변환 행렬)은 아래에 설명되는 바와 같이 선택될 수 있다. 실시예에서, 다중의 변환 집합이 사용될 수 있고, 하나 이상의 분리가능하지 않은 변환 행렬(또는 커널)이 LFNST에서의 다중의 변환 집합 각각에 포함될 수 있다. 본 개시내용의 양태들에 따르면, 변환 집합은 다중의 변환 집합으로부터 선택될 수 있고, 분리가능하지 않은 변환 행렬은 변환 집합에서의 하나 이상의 분리가능하지 않은 변환 행렬로부터 선택될 수 있다.

[0141] 표 1은 본 개시내용의 실시예에 따른 인트라 예측 모드들로부터 다중의 변환 집합으로의 예시적인 매핑을 도시한다. 매핑은 인트라 예측 모드들과 다중의 변환 집합 사이의 관계를 표시한다. 표 1에 표시된 바와 같은 관계는 미리 정의될 수 있고 인코더 및 디코더에 저장될 수 있다.

표 1

IntraPredMode	Tr. set index
IntraPredMode < 0	1
0 <= IntraPredMode <= 1	0
2 <= IntraPredMode <= 12	1
13 <= IntraPredMode <= 23	2
24 <= IntraPredMode <= 44	3
45 <= IntraPredMode <= 55	2
56 <= IntraPredMode <= 80	1
81 <= IntraPredMode <= 83	0

[0142]

[0143] 변환 집합 선택 표

[0144] 표 1을 참조하면, 다중의 변환 집합은 4개의 변환 집합, 예를 들어, 제각기 0부터 3까지의 변환 집합 인덱스(예를 들어, Tr. set index)에 의해 표현되는 변환 집합들 0 내지 3을 포함한다. 인덱스(예를 들어, IntraPredMode)는 인트라 예측 모드를 표시할 수 있고, 변환 집합 인덱스는 인덱스 및 표 1에 기초하여 획득될 수 있다. 따라서, 변환 집합은 인트라 예측 모드에 기초하여 결정될 수 있다. 예에서, 3개의 CCLM(cross component linear model) 모드(예를 들어, INTRA_LT_CCLM, INTRA_T_CCLM 또는 INTRA_L_CCLM) 중 하나가 CB에 대해 사용되는 경우(예를 들어, 81 <= IntraPredMode <= 83), 변환 집합 0이 CB에 대해 선택된다.

[0145] 진술한 바와 같이, 각각의 변환 집합은 하나 이상의 분리가능하지 않은 변환 행렬을 포함할 수 있다. 하나 이상의 분리가능하지 않은 변환 행렬 중 하나는, 예를 들어, 명시적으로 시그널링되는 LFNST 인덱스에 의해 선택될 수 있다. LFNST 인덱스는, 예를 들어, 변환 계수들을 시그널링한 후에, 인트라-코딩된 CU(예를 들어, CB)당 한번 비트스트림에서 시그널링될 수 있다. 실시예에서, 각각의 변환 집합은 2개의 분리가능하지 않은 변환 행렬(커널)을 포함하고, 선택된 분리가능하지 않은 2차 변환 후보는 2개의 분리가능하지 않은 변환 행렬 중 하나일 수 있다. 일부 예들에서, LFNST는 CB에 적용되지 않는다(예를 들어, 변환 스킵 모드로 코딩된 CB 또는 CB의 비제로 계수들의 수가 임계값보다 작다). 예에서, LFNST 인덱스는 LFNST가 CB에 적용되지 않을 때 CB에 대해 시그널링되지 않는다. LFNST 인덱스에 대한 디폴트 값은 제로이고 시그널링되지 않을 수 있으며, 이는

LFNST가 CB에 적용되지 않음을 나타낸다.

- [0146] 실시예에서, LFNST는 제1 계수 서브 그룹 외부의 모든 계수들이 중요하지 않은 경우에만 적용가능하도록 제한되고, LFNST 인덱스의 코딩은 마지막 중요 계수의 위치에 의존할 수 있다. LFNST 인덱스는 컨텍스트 코딩될 수 있다. 예에서, LFNST 인덱스의 컨텍스트 코딩은 인트라 예측 모드에 의존하지 않고, 제1 빈만이 컨텍스트 코딩된다. LFNST는 인트라 슬라이스 또는 인터 슬라이스에서 그리고 루마 및 크로마 성분들 모두에 대해 인트라 코딩된 CU에 적용될 수 있다. 이중 트리(dual tree)가 인에이블되는 경우, 루마 및 크로마 성분들에 대한 LFNST 인덱스들은 개별적으로 시그널링될 수 있다. 인터 슬라이스(예를 들어, 이중 트리가 디스에이블됨)의 경우, 단일 LFNST 인덱스가 시그널링되고 루마 및 크로마 성분들 모두에 대해 사용될 수 있다.
- [0147] ISP(intra sub-partition) 코딩 모드가 사용될 수 있다. ISP 코딩 모드에서, 루마 인트라-예측된 블록은 블록 크기에 좌우되어 수직으로 또는 수평으로 2개 또는 4개의 서브파티션이 되도록 분할될 수 있다. 일부 예들에서, RST가 모든 실현가능한 서브파티션마다에 적용될 때 성능 개선은 미미하다. 따라서, 일부 예들에서, ISP 모드가 선택될 때, LFNST는 디스에이블되고 LFNST 인덱스(또는 RST 인덱스)는 시그널링되지 않는다. ISP-예측된 잔차들에 대한 RST 또는 LFNST를 디스에이블하는 것은 코딩 복잡도를 감소시킬 수 있다. 일부 예들에서, 행렬 기반 인트라 예측 모드(MIP)가 선택될 때 LFNST는 디스에이블되고 LFNST 인덱스는 시그널링되지 않는다.
- [0148] 일부 예에서, 64x64보다 큰 CU는 최대 변환 크기 제한(예를 들어, 64x64)으로 인해 암시적으로 스플릿(TU 타일링)되고, LFNST 인덱스 검색은 특정 수의 디코드 파이프라인 스테이지들에 대해 데이터 버퍼링을 4배 증가시킬 수 있다. 따라서, LFNST가 허용되는 최대 크기는 64x64에 제한될 수 있다. 예에서, LFNST는 DCT(discrete cosine transform) 타입 2(DCT-2) 변환만으로 인에이블된다.
- [0149] 일부 예들에서, 분리 가능한 변환 스킴들은 방향성 텍스처 패턴들(예로서, 45° 또는 135° 방향을 따르는 예지들)을 캡처하는 데 효율적이지 않을 수 있다. 분리가능하지 않은 변환 방식은, 예를 들어, 상기 시나리오들에서 코딩 효율을 개선할 수 있다. 계산 복잡성 및 메모리 사용량을 감소시키기 위해, 분리가능하지 않은 변환 방식은 1차 변환으로부터 획득되는 저주파수 변환 계수들에 적용되는 2차 변환으로서 사용될 수 있다.
- [0150] 특정 구현들에서, 예를 들어, 변환 커널들의 그룹으로부터의 사용될 변환 커널의 선택은 예측 모드 정보에 기초한다. 예측 모드 정보는 예측 모드를 표시할 수 있다.
- [0151] 일부 예들에서, 예측 모드 정보는 예측 모드에 대해 관찰되는 잔차 패턴들의 전체 공간의 거친(coarse) 표현만을 단독으로 제공한다. 도 17a 내지 도 17d는 본 개시내용의 실시예에 따른, AV1에서의 인트라 예측 모드인 방향성 모드 D45_PRED(45°)에 대해 관찰되는 예시적인 잔차 패턴들을 (그레이스케일로) 나타낸다. 본 개시내용의 양태들에 따르면, 이웃하는 재구성된 샘플들은 잔차 패턴들의 보다 효율적인 표현을 위한 추가적인 정보를 제공할 수 있다. 따라서, 예측 모드 정보에 더하여 이웃하는 재구성된 샘플들에 기초하는 변환 집합 선택 및/또는 변환 커널 선택의 방법들이 개시된다. 예를 들어, 이웃하는 재구성된 샘플들의 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)는 예측 모드 정보에 더하여 선택 프로세스에 대한 입력으로서 사용된다.
- [0152] 본 개시내용에서, 용어 블록은 PB, CB, 코딩된 블록, CU(coding unit), TB(transform block), TU(transform unit), 루마 블록(예를 들어, 루마 CB), 크로마 블록(예를 들어, 크로마 CB), 또는 그와 유사한 것을 지칭할 수 있다.
- [0153] 본 개시내용에서, 블록의 크기는 블록 폭, 블록 높이, 블록 종횡비(예를 들어, 블록 높이에 대한 블록 폭의 비율, 블록 폭에 대한 블록 높이의 비율), 블록 영역 크기 또는 블록 영역(예를 들어, 블록 폭 x 블록 높이), 블록 폭과 블록 높이 중 최소값, 블록 폭과 블록 높이 중 최대값, 및/또는 그와 유사한 것을 지칭할 수 있다.
- [0154] 본 개시내용에서, 블록에 대한 변환 커널은 1차 변환, 2차 변환, 3차 변환, 또는 3차 변환을 넘어서는 변환 방식에서 사용될 수 있다. 변환 커널은 분리가능한 변환 또는 분리가능하지 않은 변환에서 사용될 수 있다. 변환 커널은 루마 블록, 크로마 블록에 대해, 인터 예측에서, 인트라 예측에서, 또는 그와 유사한 것에서 사용될 수 있다. 변환 커널은 또한 변환 코어, 변환 후보, 변환 커널 옵션, 또는 그와 유사한 것으로 지칭될 수 있다. 예에서, 변환 커널은 변환 행렬이다. 블록은 적어도 변환 커널에 기초하여 변환될 수 있다. 따라서, 본 개시내용의 방법들은 1차 변환, 2차 변환, 3차 변환, 3차 변환을 넘어서는 임의의 변환 방식, 분리가능한 변환, 분리가능하지 않은 변환, 루마 블록, 크로마 블록, 인터 예측, 인트라 예측, 또는 그와 유사한 것에 적용될 수 있다.

- [0155] 본 개시내용에서, 변환 집합은 변환 커널들 또는 변환 커널 옵션들의 그룹을 지칭할 수 있다. 변환 집합은 하나 이상의 변환 커널 또는 변환 커널 옵션을 포함할 수 있다. 예에서, 블록에 대한 변환 커널이 변환 집합으로부터 선택될 수 있다.
- [0156] 본 개시내용의 양태들에 따르면, 이웃하는 재구성된 샘플(들)은 변환 집합들의 그룹으로부터 변환 커널을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 현재 픽처 내의 재구성 하에 있는 블록의 이웃하는 재구성된 샘플(들)은 변환 집합들의 그룹으로부터 블록에 대한 변환 커널을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 변환 집합들의 그룹은 미리 결정될 수 있다. 예에서, 변환 집합들의 그룹은 인코더 및/또는 디코더에 미리 저장된다.
- [0157] 블록의 이웃하는 재구성된 샘플(들)(예를 들어, 이웃하는 재구성된 샘플들의 집합)은 현재 픽처 내의 이전에 디코딩된 이웃하는 블록(들)로부터의 재구성된 샘플(들)(예를 들어, 재구성된 샘플들의 그룹) 또는 이전에 디코딩된 픽처 내의 재구성된 샘플들을 지칭할 수 있다. 이전에 디코딩된 이웃하는 블록(들)은 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록을 포함할 수 있고, 이웃하는 재구성된 샘플(들)은 또한 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플(들)로서 지칭된다. 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록은 현재 픽처 또는 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처(예를 들어, 참조 픽처)에 있을 수 있다. 블록의 이웃하는 재구성된 샘플(들)은 현재 픽처 내에 있는 블록의 공간 이웃하는 샘플(들) 및/또는 현재 픽처와 상이한 또 다른 픽처(예를 들어, 이전에 디코딩된 픽처) 내에 있는 블록의 시간 이웃하는 샘플(들)을 포함할 수 있다. 도 18은 본 개시내용의 실시예에 따른 블록의 예시적인 공간 이웃하는 샘플들을 도시한다. 블록은 현재 픽처 내의 현재 블록(1851)이다. 샘플들 1-4 및 A-X는 현재 블록(1851)의 공간 이웃하는 샘플들이고 이미 재구성되었다. 예에서, 샘플들 1-4 및 A-X는 현재 블록(1851)의 하나 이상의 재구성된 이웃하는 블록 내에 있다. 본 개시내용의 양태들에 따르면, 샘플들 1-4 및 A-X 중 하나 이상이 현재 블록(1851)에 대한 변환 커널을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 예에서, 현재 블록(1851)의 이웃하는 재구성된 샘플들은 상단-좌측 이웃 샘플 4, 샘플들 A-F를 포함하는 좌측 이웃하는 열(1852), 및 샘플들 G-L을 포함하는 상단 이웃하는 행(1854)을 포함하고, 현재 블록(1851)에 대한 변환 커널을 결정하기 위해 사용된다. 예에서, 현재 블록(1851)의 이웃하는 재구성된 샘플들은 상단-좌측 이웃하는 샘플들 1-4, 샘플들 A-F 및 M-R을 포함하는 좌측 이웃하는 열들(1852-1853), 및 샘플들 G-L 및 S-X를 포함하는 상단 이웃하는 행들(1854-1855)을 포함하고, 현재 블록(1851)에 대한 변환 커널을 결정하기 위해 사용된다.
- [0158] 변환 집합들의 그룹은 하나 이상의 변환 집합을 포함할 수 있다. 하나 이상의 변환 집합 각각은 임의의 적합한 하나 이상의 변환 커널을 포함할 수 있다. 따라서, 변환 집합들의 그룹은 1차 변환, 2차 변환, 3차 변환, 또는 3차 변환을 넘어서는 변환 방식에서 사용되는 변환 커널(들)을 포함할 수 있다. 변환 집합들의 그룹은 분리가 가능한 변환(들) 및/또는 분리가 불가능한 변환(들)인 변환 커널(들)을 포함할 수 있다. 변환 집합들의 그룹은 루마 블록, 크로마 블록에 대해, 인터 예측에서, 인트라 예측에서, 및/또는 그와 유사한 것에서 사용되는 변환 커널(들)을 포함할 수 있다.
- [0159] 본 개시내용의 양태들에 따르면, 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 커널(또는 변환 후보)은 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 결정될 수 있다. 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 커널(또는 변환 후보)은 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 결정될 수 있다. 변환 집합들의 그룹의 각각의 집합은 블록에 대한 하나 이상의 변환 후보를 포함할 수 있다. 하나 이상의 이웃하는 블록은 현재 픽처 내에 또는 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처 내에 있을 수 있다. 또한, 블록의 샘플들은 결정된 변환 후보에 기초하여 재구성될 수 있다.
- [0160] 실시예에서, 이웃하는 재구성된 샘플들의 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)는 이웃하는 재구성된 샘플들로부터 추출될 수 있다. 따라서, 블록(예를 들어, 현재 블록(1851))에 대한 변환 커널은 특징 표시자에 기초하여 결정될 수 있다. 특징 표시자는 벡터(특징 벡터 $\vec{F}$ 라고 지칭됨) 또는 스케일러(특징 스칼라 S라고 지칭됨)일 수 있다. 특징 표시자는 이웃하는 재구성된 샘플들의 통계 또는 통계적 분석에 기초하여, 예를 들어, 이웃하는 재구성된 샘플들과 연관된 하나 이상의 변수에 기초하여 추출될 수 있다. 하나 이상의 변수는 이웃하는 재구성된 샘플들의 샘플 값들의 하나 이상의 분포를 표시할 수 있다.
- [0161] 실시예에서, 블록(예컨대, 현재 블록(1851))에 대한 변환 커널은 이웃하는 재구성된 샘플(들)(예컨대, 특징 표시자) 및 블록에 대한 예측 모드 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 블록에 대한 예측 모드 정보는, 블록에 대한 인터 예측 또는 인트라 예측과 같은, 블록을 예측하는데 이용되는 정보를 나타낼 수 있다. 본 개시내용의

양태들에 따르면, 블록에 대한 예측 모드 정보는 블록에 대한 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드, 인터 예측 모드)를 표시할 수 있다. 예에서, 블록에 대한 변환 커널은 이웃하는 재구성된 샘플(들)(예컨대, 특징 표시자) 및 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 결정된다.

[0162] 예에서, 블록은 인트라 코딩되거나 인트라 예측되고, 예측 모드 정보는 인트라 예측 모드 정보라고 지칭된다. 블록에 대한 예측 모드 정보(예를 들어, 인트라 예측 모드 정보)는 블록에 대해 사용되는 인트라 예측 모드를 표시할 수 있다. 인트라 예측 모드는 도 9에 설명된 방향성 모드(또는 방향성 예측 모드), 도 10에 설명된 비방향성 예측 모드(예를 들어, DC 모드, PAETH 모드, SMOOTH 모드, SMOOTH_V 모드, 또는 SMOOTH_H 모드), 또는 도 11에 설명된 채귀적 필터링 모드와 같은, 블록의 인트라 예측에 대해 사용되는 예측 모드를 지칭할 수 있다. 인트라 예측 모드는 또한 본 개시내용에서 설명된 예측 모드, 본 개시내용에서 설명된 예측 모드의 적절한 변형, 또는 본 개시내용에서 설명된 예측 모드들의 적절한 조합을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 인트라 예측 모드는 도 12에 설명된 다중 라인 인트라 예측과 조합될 수 있다.

[0163] 더 구체적으로, 변환 집합들의 서브 그룹은, 예를 들어, 코딩된 비디오 비트스트림으로부터의 블록에 대한 코딩된 정보에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 블록에 대한 코딩된 정보는 블록에 대한 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드)를 나타내는 예측 모드 정보를 포함할 수 있다. 실시예에서, 변환 집합들의 서브 그룹은 예측 모드 정보(예를 들어, 예측 모드)에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택될 수 있다.

[0164] 본 개시내용의 양태들에 따르면, 변환 집합들의 서브 그룹은 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 블록에 대한 예측 모드에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 또한, 변환 집합들의 서브 그룹으로부터의 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 변환 집합들의 서브 그룹으로부터의 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 결정될 수 있다.

[0165] 변환 집합들의 서브 그룹이 변환 집합들의 그룹으로부터 선택된 후에, 블록에 대한 변환 커널은 아래에 설명되는 바와 같은 임의의 적합한 방법을 사용하여 이웃하는 재구성된 샘플(들)(예를 들어, 특징 표시자)에 적어도 기초하여 추가로 결정될 수 있다.

[0166] 실시예에서, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹 중의 변환 집합이 블록의 이웃하는 재구성된 샘플(들)(또는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들)을 사용하여 식별되거나 선택된다. 예에서, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹 중의 변환 집합이 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)를 사용하여 식별되거나 선택된다. 또한, 블록에 대한 변환 커널(또는 변환 후보)은 제1 인덱스에 기초하여 식별된(또는 선택된) 변환 집합으로부터 결정(예를 들어, 선택)될 수 있다. 코딩된 정보는 제1 인덱스를 표시(예컨대, 포함)할 수 있다. 제1 인덱스는 코딩된 비디오 비트스트림에서 시그널링될 수 있다.

[0167] 실시예에서, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹 중의 변환 집합이 제2 인덱스에 기초하여 선택된다. 코딩된 정보는 제2 인덱스를 표시(예컨대, 포함)할 수 있다. 제2 인덱스는 코딩된 비디오 비트스트림에서 시그널링될 수 있다. 또한, 선택된 변환 집합으로부터의 블록에 대한 변환 커널(또는 변환 후보)은 블록의 이웃하는 재구성된 샘플(들)(또는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들)(예를 들어, 특징 표시자)에 기초하여 결정(예를 들어, 선택)될 수 있다. 예에서, 선택된 변환 집합 내의 변환 커널(또는 변환 후보)은 블록의 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)를 사용하여 결정될 수 있다.

[0168] 실시예에서, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터, 블록에 대한 변환 커널(또는 변환 후보)은 블록의 이웃하는 재구성된 샘플(들)에 기초하여 암시적으로 결정(또는 식별)된다. 예에서, 변환 커널(또는 변환 후보)은 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터의 블록의 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)를 사용하여 그리고 코딩된 비디오 비트스트림에서 시그널링되는 인덱스를 사용하지 않고서 암시적으로 결정(또는 식별)된다.

- [0169] 블록의 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)는 이웃하는 재구성된 샘플(들)에 기초하여 결정(예를 들어, 도출)될 수 있다. 본 개시내용에 대한 양태들에 따르면, 블록의 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)는 블록의 이웃하는 재구성된 샘플들(또는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들)의 통계적 분석으로부터 결정되거나 도출될 수 있다. 위에 설명된 바와 같이, (i) 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나가 수행될 수 있다.
- [0170] 실시예에서, 단일 변수 X가 이웃하는 재구성된 샘플들을 표시하기 위해 사용될 수 있고, 블록의 특징 표시자는 블록의 특징 스칼라 S이다. 변수 X는 이웃하는 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 나타낼 수 있다. 예에서, 변수 X는 이웃하는 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 포함하는 어레이이고, 이웃하는 재구성된 샘플들에 걸친 샘플 값들의 분포를 반영한다. 특징 스칼라 S는 샘플 값들의 통계를 표시할 수 있다. 특징 스칼라 S는 이웃하는 재구성된 샘플들로부터 획득될 수 있는, 변수 X의 평균(또는 제1 모멘트), 변수 X의 분산(또는 제2 모멘트), 변수 X의 비대칭도(skewness)(또는 제3 모멘트)와 같은 변수 X의 스칼라 정량적 측정을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지는 않는다. 예에서, 변수 X는 랜덤 변수 X로서 지칭된다.
- [0171] 예에서, 특징 표시자는 특징 스칼라 S이다. 특징 스칼라 S는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 표시하는 변수 X의 모멘트(예를 들어, 제1 모멘트, 제2 모멘트, 제3 모멘트, 또는 그와 유사한 것)로서 결정된다.
- [0172] 변수 X의 예들이 도 18에 도시되어 있다. 예에서, 변수 X는 샘플 4, 좌측 이웃하는 열(1852), 및 상단 이웃하는 행(1854)을 포함하는, 현재 블록(1851)에 인접한 재구성된 이웃하는 샘플들을 포함한다. 예에서, 변수 X는 재구성된 이웃하는 샘플들 1 내지 4 및 A 내지 X를 포함한다.
- [0173] 실시예에서, 다중의 변수(예를 들어, 2개의 변수 Y 및 Z)가 제각기 이웃하는 재구성된 샘플들(이용가능한 경우)의 상이한 집합들(예를 들어, Y에 대한 제1 집합 및 Z에 대한 제2 집합)을 표시하기 위해 사용될 수 있고, 블록의 특징 표시자는 블록의 특징 벡터 $\vec{F}$ 이다. 다중 변수는 제각기 이웃하는 재구성된 샘플들의 상이한 집합들의 샘플 값들을 표시할 수 있다. 예에서, 변수 Y는 이웃하는 재구성된 샘플들의 제1 집합의 제1 샘플 값들을 포함하는 어레이이고, 이웃하는 재구성된 샘플들의 제1 집합의 제1 샘플 값들의 분포를 반영한다. 변수 Z는 이웃하는 재구성된 샘플들의 제2 집합의 제2 샘플 값들을 포함하는 어레이이고, 이웃하는 재구성된 샘플들의 제2 집합의 제2 샘플 값들의 분포를 반영한다. 특징 벡터 $\vec{F}$ 는 다중 변수의 통계를 나타낼 수 있다.
- [0174] 특징 벡터 $\vec{F}$ 는 다중 변수의 공동 가변성 측정(joint variability measurement)(예를 들어, 다중 변수(예를 들어, 2개의 변수 Y 및 Z)의 공분산 또는 제2 모멘트)과 같은, 이웃하는 재구성된 샘플들로부터 획득될 수 있는 다중 변수의 통계적 분석을 포함할 수 있지만 이에 제한되는 것은 아니다. 예에서, 다중 변수(예컨대, 2개의 변수 Y 및 Z)는 랜덤 변수들로서 지칭된다.
- [0175] 다중 변수 Y 및 Z의 예들이 도 18에 도시되어 있다. 예에서, 변수 Y는 좌측 이웃하는 열(1852)을 포함하고, 변수 Z는 상단 이웃하는 행(1854)을 포함한다. 예에서, 변수들 Y 및 Z 중 하나는 상단-좌측 샘플 4를 포함한다.
- [0176] 예에서, 특징 표시자는 특징 벡터 $\vec{F}$ 이다. 특징 벡터 $\vec{F}$ 는 블록(예를 들어, 현재 블록(1851))의 좌측 상의 이웃하는 열(예를 들어, 좌측 이웃하는 열(1852))의 재구성된 샘플들의 샘플 값들 및 블록(예를 들어, 현재 블록(1851))의 상단측 상의 이웃하는 행(예를 들어, 상단 이웃하는 행(1854))의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 제각기 표시하는 변수들(예를 들어, 변수들 Y 및 Z)의 공동 가변성으로서 결정된다.
- [0177] 예에서, 변수 Y는 좌측 이웃하는 열들(1852-1853)을 포함하고, 변수 Z는 상단 이웃하는 행들(1854-1855)을 포함

한다. 예에서, 변수들 Y 및 Z 중 하나는 상단 좌측 샘플들 1 내지 4를 포함한다.

[0178] 본 개시내용의 양태들에 따르면, 특징 표시자가 블록에 대한 변환 커널 또는 블록에 대한 변환 커널을 포함하는 변환 집합을 결정하는데 사용될 때, 변환 커널 또는 변환 집합은 특징 표시자 및 임계값에 기초하여 결정될 수 있다. 임계값은 임계값들의 미리 정의된 집합으로부터 선택될 수 있다. 변환 커널 또는 변환 집합은 임의의 적합한 방법을 사용하여 특징 표시자 및 임계값에 기초하여 결정될 수 있다. 일부 예시적인 방법들이 아래에 설명된다. 전술된 바와 같이, 본 개시내용의 양태들에 따르면, 변환 집합들의 서브 그룹은, 예를 들어, 예측 모드 정보에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택된다. 후속하여, 예에서, 변환 집합은 블록의 특징 표시자 및 임계값을 사용하여 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터 식별된다. 또 다른 예에서, 변환 집합들의 선택된 서브 그룹 중의 변환 집합은 코딩된 비디오 비트스트림에서 시그널링된 인덱스(예를 들어, 제2 인덱스)를 사용하여 선택되고, 선택된 변환 집합으로부터의 블록에 대한 변환 커널은 블록의 특징 표시자 및 임계값을 사용하여 결정(예를 들어, 선택)될 수 있다. 또 다른 예에서, 변환 커널은 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터의 임계값 및 특징 표시자를 사용하여 암시적으로 식별된다.

[0179] 임계값들의 집합(K_s 로 표시됨)는 예를 들어, 분류 목적을 위해 미리 정의될 수 있다. 예에서, (i) 변수 X 의 모멘트 및 임계값들의 미리 정의된 집합 K_s 로부터 선택된 임계값에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 변수 X 의 모멘트 및 임계값에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 및 변수 X 의 모멘트 및 임계값에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나가 수행될 수 있다.

[0180] 실시예에서, 특징 스칼라 S 는, 예를 들어, 앞서 기술된 바와 같이 변환 집합들의 선택된 서브 그룹으로부터, 블록에 대한 변환 커널을 포함하는 변환 집합을 식별하기 위해 또는 블록에 대한 변환 커널을 식별하기 위해 사용된다. 임계값들의 집합 K_s 는 하나 이상의 제1 임계값(또는 제1 임계값들)을 포함할 수 있다.

[0181] 예에서, 특징 스칼라 S 는 변수 X 의 평균, 분산, 비대칭도 등과 같은 변수 X 의 정량적 측정치이다. 예를 들어, 특징 스칼라 S 는 변수 X 의 모멘트이다. 변수의 모멘트는 변수 X 의 제1 모멘트(또는 평균), 변수 X 의 제2 모멘트(또는 분산), 또는 변수 X 의 제3 모멘트(예를 들어, 비대칭도) 중 하나일 수 있다.

[0182] 각각의 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드)는 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 고유 부분집합 K_s' 에 대응할 수 있으며, 예를 들어, 다중의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 다중의 부분집합 사이의 단사 매핑을 나타낼 수 있다. 블록에 대한 예측 모드는 다중의 예측 모드 중 하나일 수 있다. 각각의 예측 모드와 임계값들의 대응하는 부분집합 K_s' 사이의 매핑은 단사 매핑이다. 예를 들어, 임계값들의 집합 K_s 는 제1 예측 모드에 대응하는 임계값들의 부분집합 K_{s1}' 및 제2 예측 모드에 대응하는 임계값들의 부분집합 K_{s2}' 를 포함하고, 임계값들의 부분집합 K_{s1}' 내의 어떠한 원소(element)도 또는 어떠한 임계값도 임계값들의 부분집합 K_{s2}' 내의 원소 또는 임계값과 동일하지 않다.

[0183] 예에서, 특징 스칼라 S 는 변수 X 의 평균, 분산, 비대칭도 등과 같은 변수 X 의 정량적 측정치이다. 각각의 예측 모드는 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 임의의 부분집합 K_s' 에 대응할 수 있다. 각각의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 대응하는 부분집합 K_s' 사이의 매핑은 비단사 매핑(non-injective mapping)이다. 예에서, 다중의 예측 모드(예를 들어, 제1 예측 모드 및 제2 예측 모드)가 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 동일한 부분집합 K_s' 에 대응할 수 있다. 예에서, 임계값들의 집합 K_s 는 제1 예측 모드에 대응하는 임계값들의 부분집합 K_{s3}' 및 제2 예측 모드에 대응하는 임계값들의 부분집합 K_{s4}' 를 포함하고, 임계값들의 부분집합 K_{s3}' 내의 원소(또는 임계값)는 임계값들의 부분집합 K_{s4}' 내의 원소(또는 임계값)와 동일하다. 예에서, 임계값들의 집합 K_s 는 단일 원소 집합이다.

- [0184] 실시예에서, 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 부분집합 K_s' 의 원소(들)는 양자화 인덱스(또는 양자화 인덱스와 연관되는 대응하는 양자화 스텝 크기)에 의존하는 임계값(들)이다. 일반적으로, 각각의 양자화 인덱스는 고유 양자화 스텝 크기에 대응할 수 있다. 위의 설명은 각각의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 대응하는 부분집합 K_s' 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용 가능하다.
- [0185] 실시예에서, 특정 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)에 대응하는 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 부분집합 K_s' 의 하나의 원소만이 정의된다. 임계값들의 부분집합 K_s' 내의, 만약 있다면, 나머지 원소(들)는 매핑 함수를 사용하여 도출될 수 있다. 매핑 함수는 선형 또는 비선형일 수 있다. 매핑 함수는 미리 정의되고 인코더 및/또는 디코더에 의해 사용될 수 있다. 임계값들의 부분집합 K_s' 내의 나머지 원소(들)는 상이한 양자화 인덱스들 또는 (또는 대응하는 양자화 스텝 크기들)에 대응할 수 있다. 위의 설명은 각각의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 대응하는 부분집합 K_s' 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용 가능하다.
- [0186] 실시예에서, 룩업 테이블이 임계값들의 부분집합 K_s' 를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 룩업 테이블은 예측 모드 및/또는 양자화 인덱스에 기초하여 임계값들의 부분집합 K_s' 에 대한 원소들을 선택하기 위해 사용된다. 예에서, 룩업 테이블은 예측 모드들, 양자화 인덱스들(또는 대응하는 양자화 스텝 크기들), 및 임계값들의 관계를 포함한다. 룩업 테이블은 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드) 및/또는 양자화 인덱스들(또는 대응하는 양자화 스텝 크기들)을 사용하여 임계값들의 부분집합 K_s' 를 결정하기 위해 (예를 들어, 임계값들의 부분집합 K_s' 에 대한 원소들을 선택하기 위해) 순회(traverse)될 수 있다. 위의 설명은 각각의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 대응하는 부분집합 K_s' 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용 가능하다.
- [0187] 실시예에서, 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)로부터 임계값으로의 매핑은 선형 매핑이다. 경사(slope) 및 인터셉트(intercept)와 같은, 선형 매핑에서 사용되는 파라미터들은 블록에 대한 코딩된 정보를 사용하여 미리 정의되거나 도출될 수 있다. 코딩된 정보는 블록 크기, 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기), 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드)를 포함할 수 있지만, 이에 제한되지는 않는다. 선형 매핑(예를 들어, 선형 매핑에서 사용되는 파라미터들)은 블록 크기, 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기), 예측 모드 중 하나 또는 조합에 기초하여 미리 정의되거나 도출될 수 있다. 본 설명은 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)로부터 임계값으로의 매핑이 비선형 매핑인 경우에 적합하게 적용될 수 있다. 위의 설명은 각각의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 대응하는 부분집합 K_s' 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용 가능하다.
- [0188] 위에 설명된 바와 같이, 특징 스칼라 S는 블록에 대한 변환 커널을 포함하는 변환 집합을 식별하기 위해 또는 블록에 대한 변환 커널을 식별하기 위해 사용될 수 있고, 임계값들의 집합 K_s 는 하나 이상의 제1 임계값을 포함할 수 있다. 실시예에서, 예를 들어, 임계값들의 집합 K_s 로부터의 임계값의 선택은 블록의 블록 크기에 의존한다. 실시예에서, 예를 들어, 임계값들의 집합 K_s 로부터의 임계값의 선택은 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)와 같은 양자화에 사용되는 양자화 파라미터(들)에 의존한다. 실시예에서, 예를 들어, 임계값들의 집합 K_s 로부터의 임계값의 선택은 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 및/또는 인터 예측 모드)에 의존한다.
- [0189] 실시예에서, 특징 벡터 $\vec{F}$ 는 블록에 대한 변환 커널을 식별하기 위해 또는 블록에 대한 변환 커널을 포함하는 변환 집합을 식별하기 위해 사용된다. 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 및 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 와 연관된 임계값들의

집합(K_v 로 표시됨)는 분류 목적을 위해 미리 정의될 수 있다. 임계값들의 집합 K_v 는 하나 이상의 제2 임계값 또는 제2 임계값들을 포함할 수 있다.

[0190] 예에서, 특정 벡터 $\vec{F}$ 에 대해, 각각의 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드)는 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 내의 분류 벡터들의 고유 부분집합 $\vec{C}'$ 및 임계값들의 집합 K_v 내의 임계값들의 고유 부분집합 K_v' 에 대응할 수 있다. 분류 벡터들의 고유 부분집합 $\vec{C}'$ 은 임계값들의 고유 부분집합 K_v' 에 대응한다. 각각의 예측 모드와 (임계값들의 연관된 부분집합 K_v' 과 함께) 분류 벡터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}'$ 사이의 매핑은 단사 매핑이다. 예를 들어, 임계값들의 집합 K_v 는 임계값들의 부분집합 K_{v1}' 및 임계값들의 부분집합 K_{v2}' 을 포함한다. 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 는 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C1}'$ 및 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C2}'$ 를 포함한다. 하나의 예측 모드가 임계값들의 부분집합 K_{v1}' 및 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C1}'$ 에 대응하고, 또 다른 예측 모드는 임계값들의 부분집합 K_{v2}' 및 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C2}'$ 에 대응한다. 임계값들의 부분집합 K_{v1}' 내의 어떠한 임계값도 임계값들의 부분집합 K_{v2}' 내의 임계값과 동일하지 않고, 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C1}'$ 내의 어떠한 분류 벡터도 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C2}'$ 내의 분류 벡터와 동일하지 않다.

[0191] 예에서, 각각의 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드)는 임계값들의 집합 K_v 내의 임계값들의 임의의 부분집합 K_v' 및 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 내의 분류 벡터들의 임의의 대응하는 부분집합 $\vec{C}'$ 에 대응할 수 있다. 각각의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_v 내의 임계값들의 대응하는 부분집합 K_v' 사이의 매핑은 비단사 매핑이다. 각각의 예측 모드와 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 내의 분류 벡터들의 대응하는 부분집합들 $\vec{C}'$ 사이의 매핑은 비단사 매핑이다. 예에서, 각각의 예측 모드 사이와 분류 벡터들의 대응하는 부분집합들 $\vec{C}'$ 과 함께 임계값들의 대응하는 부분집합 K_v' 사이의 매핑은 비단사 매핑이다. 예에서, 다중의 예측 모드가 임계값들의 동일한 부분집합 K_v' (및 임계값들의 부분집합 K_v' 과 연관된 분류 벡터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}'$)에 대응할 수 있다.

[0192] 실시예에서, 임계값들의 집합 K_v 내의 임계값들의 부분집합 K_v' 의 원소(들)는 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)에 의존하는 임계값(들)이다. 마찬가지로, 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 내의 분류 벡터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}'$ 의 원소(들)는 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)에 의존하는 분류 벡터(들)이다. 위의 설명은 (i) 각각의 예측 모드와 (ii) 임계값들의 대응하는 부분집합 K_v' 과 임계값들의 부분집합 K_v' 에 대응하는 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}'$ 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용가능하다.

[0193] 실시예에서, 특정의 양자화 인덱스(또는 특정의 양자화 인덱스에 대응하는 양자화 스텝 크기)에 대응하는 임계값들의 집합 K_s 내의 임계값들의 부분집합 K_v' 의 단지 하나의 원소 및 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 내의 분류 벡

터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}^i$ 의 단지 하나의 원소만이 정의된다. 임계값들의 부분집합 K_v' 내의, 만약 있다면, 나머지 원소(들) 및 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$ 내의, 만약 있다면, 나머지 원소(들)는 매핑 함수를 사용하여 도출될 수 있다. 매핑 함수는 선형 또는 비선형일 수 있다. 매핑 함수는 미리 정의되고 인코더 및/또는 디코더에 의해 사용될 수 있다. 임계값들의 부분집합 K_v' 내의 나머지 원소(들) 및 분류 벡터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}^i$ 내의 나머지 원소(들)는 상이한 양자화 인덱스 또는 (또는 양자화 인덱스에 대응하는 양자화 스텝 크기)에 대응할 수 있다. 위의 설명은 (i) 각각의 예측 모드와 (ii) 임계값들의 대응하는 부분집합 K_v' 과 임계값들의 부분집합 K_v' 에 대응하는 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$ 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용가능하다.

[0194] 실시예에서, 임계값들의 부분집합 K_v' 에 대한 원소들을 선택함으로써 임계값들의 부분집합 K_v' 을 결정하기 위해 그리고 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$ 에 대한 원소들을 선택함으로써 분류 벡터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}^i$ 을 결정하기 위해 룩업 테이블이 사용될 수 있다. 예에서, 룩업 테이블은 예측 모드들, 양자화 인덱스들(또는 양자화 인덱스들에 대응하는 양자화 스텝 크기들), 및 임계값들, 및 분류 벡터들의 관계를 포함한다. 예측 모드(예컨대, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드) 및/또는 양자화 인덱스들(또는 양자화 인덱스들에 대응하는 양자화 스텝 크기들)을 사용하여 (예컨대, 임계값들의 부분집합 K_v' 에 대한 원소들을 선택하기 위해) 임계값들의 부분집합 K_v' 및 (예컨대, 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$ 에 대한 원소들을 선택하기 위해) 분류 벡터들의 대응하는 부분집합 $\vec{C}^i$ 을 결정하기 위해서 룩업 테이블이 순회될 수 있다. 위의 설명은 (i) 각각의 예측 모드와 (ii) 임계값들의 대응하는 부분집합 K_v' 과 임계값들의 부분집합 K_v' 에 대응하는 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$ 사이의 매핑이 비단사 또는 단사일 때 적용가능하다.

[0195] 실시예에서, 특징 벡터 $\vec{F}$ 는 블록의 이웃하는 재구성된 샘플들로부터 획득된다. 또한, 분류 벡터(예를 들어, 부분집합 $\vec{C}^i$ 의 원소 $\{\vec{C}^i\}$)는 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$ 로부터 획득되고, 분류 벡터에 대응하는 임계값(예를 들어, 임계값들의 부분집합 K_v' 의 원소 $\{K_v'\}$)은 예측 모드 정보 및 양자화 인덱스(또는 대응하는 양자화 스텝 크기)를 사용하여 임계값들의 부분집합 K_v' 로부터 획득된다. $\{ \}$ (예를 들어, $\{\vec{C}^i\}$)는 대응하는 집합 또는 부분집합(예를 들어, 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}^i$)의 원소를 나타낸다. 예측 모드 정보는 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드 또는 인터 예측 모드)를 표시할 수 있다. 2개의 벡터, 즉 특징 벡터 $\vec{F}$ 와 분류 벡터 $\{\vec{C}^i\}$ 사이의 거리가 계산되고 그 후 임계값 $\{K_v'\}$ 과 비교될 수 있다. 따라서, 변환 집합 또는 변환 후보는 특징 벡터 $\vec{F}$ 와 분류 벡터 $\{\vec{C}^i\}$ 사이의 거리와 임계값 $\{K_v'\}$ 의 비교에 기초하여 식별될 수 있다.

[0196] 예에서, (i) 임계값들의 집합 K_v 에 포함된 임계값들의 부분집합 K_v' 로부터 선택된 임계값(예를 들어, $\{K_v'\}$)과 거리의 비교에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 거리와 임계값(예를 들어, $\{K_v'\}$)의 비교에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보 내의 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 및 거리와 임계값(예를 들어, $\{K_v'\}$)의 비교에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나

가 수행될 수 있다. 특징 벡터 $\vec{F}$ (예를 들어, 변수들의 공동 가변성)와 분류 벡터들의 미리 정의된 집합 $\vec{C}$ 으로부터 선택된 분류 벡터 $\{\vec{C'}\}$ 사이의 거리가 계산될 수 있다. 예에서, 특징 벡터 $\vec{F}$ (예를 들어, 변수들의 공동 가변성)와 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 에 포함된 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C'}$ 으로부터 선택된 분류 벡터 $\{\vec{C'}\}$ 사이의 거리가 계산된다.

[0197] 예에서, 거리는 2개의 벡터, 즉 특징 벡터 $\vec{F}$ 와 분류 벡터 $\{\vec{C'}\}$ 사이의 내적(dot product)으로서 결정될 수 있지만, 이에 한정되지는 않는다. 대안적으로, 거리는 $\sum_{i=0}^{N-1} |\vec{F}(i) - \vec{C'}(i)|^\alpha$ 로서 결정될 수 있고, 여기서 파라미터 α 는 미리 정의된 상수이고 파라미터 N 은 특징 벡터 $\vec{F}$ 와 분류 벡터 $\{\vec{C'}\}$ 의 차원(예를 들어, 크기)을 나타낸다.

[0198] 일 실시예에서, 비교는 (i) 거리가 임계값 이하인지(예를 들어, $\vec{F} \cdot \{\vec{C'}\} \leq \{Kv'\}$) 또는 (ii) 거리가 임계값 이상인지(예를 들어, $\vec{F} \cdot \{\vec{C'}\} \geq \{Kv'\}$)를 결정할 수 있는데 이에 한정되지는 않으며, 여기서 $\{ \}$ 는 대응하는 집합의 원소를 나타낸다.

[0199] 일부 실시예들에서, 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 선택하기 위해, 이웃하는 재구성된 샘플들의 특징 표시자와 같은 이웃하는 재구성된 샘플들을 사용하는 것이 제한될 수 있다. 블록에 대한 예측 모드(예컨대, 인트라 예측 모드, 인터 예측 모드)와 같은, 코딩된 정보를 사용하여 선택된 변환 집합들의 특징 서브 그룹들에 대해, 변환 후보 또는 변환 커널 식별 프로세스는 이웃하는 재구성된 샘플들의 특징 표시자(예컨대, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)를 사용하지 않는다. 대신에, 변환 후보는 코딩된 비디오 비트스트림에서 시그널링된 하나 이상의 연관된 인덱스에 의해 식별될 수 있다. 예에서, 변환 집합들의 특징 서브 그룹 각각은 감소된 수의 이용가능한 변환 집합들 및/또는 변환 커널들을 갖는다. 예에서, 위에 설명된 제한은 수직 SMOOTH 모드 SMOOTH_V 및 수평 SMOOTH 모드 SMOOTH_H와 같은 특정 예측 모드들에 적용가능한데, 이에 한정되지는 않는다. 따라서, 특정 예측 모드들(예를 들어, SMOOTH_V 및 SMOOTH_H)에 기초하여 선택되는 변환 집합들의 특징 서브 그룹들에 대해, 블록에 대한 변환 후보는 코딩된 비디오 비트스트림에서 시그널링되는 하나 이상의 연관된 인덱스에 의해 식별될 수 있고, 블록의 특징 표시자에 기초하여 결정되지 않는다.

[0200] 도 19는 본 개시내용의 실시예에 따른 프로세스(1900)를 약속하는 흐름도를 도시한다. 프로세스(1900)는 CB, CU, PB, TB, TU, 루마 블록(예를 들어, 루마 CB 또는 루마 TB), 크로마 블록(예를 들어, 크로마 CB 또는 크로마 TB), 또는 그와 유사한 것과 같은 블록의 재구성에 사용될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 프로세스(1900)는, 단말 디바이스들(310, 320, 330 및 340) 내의 처리 회로, 비디오 인코더(403)의 기능들을 수행하는 처리 회로, 비디오 디코더(410)의 기능들을 수행하는 처리 회로, 비디오 디코더(510)의 기능들을 수행하는 처리 회로, 비디오 인코더(603)의 기능들을 수행하는 처리 회로, 및 그와 유사한 것과 같은 처리 회로에 의해 실행된다. 일부 실시예들에서, 프로세스(1900)는 소프트웨어 명령어들로 구현되고, 따라서 처리 회로가 소프트웨어 명령어들을 실행할 때, 처리 회로는 프로세스(1900)를 수행한다. 프로세스는 (S1901)에서 시작하여 (S1910)으로 진행된다.

[0201] (S1910)에서, 현재 픽처 내의 블록에 대한 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나)와 같은, 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 결정될 수 있다. 변환 집합들의 그룹 중 각각의 변환 집합은 블록에 대한 하나 이상의 변환 후보를 포함할 수 있다. 하나 이상의 이웃하는 블록은 현재 픽처 내에 또는 현재 픽처와 상이한 재구성된 픽처 내에 있을 수 있다.

[0202] 실시예에서, 변환 집합들의 서브 그룹은 블록에 대한 코딩된 정보에 표시된 블록에 대한 예측 모드(예를 들어, 인트라 예측 모드, 인터 예측 모드)에 기초하여 변환 집합들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는

는 특징 스칼라 S 중 하나)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 결정될 수 있다.

- [0203] 예에서, 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합은 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나)에 기초하여 선택된다. 블록에 대한 변환 후보는 코딩된 정보에서 시그널링된 제1 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹 중 선택된 하나의 변환 집합으로부터 결정될 수 있다.
- [0204] 예에서, 변환 집합들의 서브 그룹 중 하나의 변환 집합은 코딩된 정보에서 시그널링된 제2 인덱스에 기초하여 선택된다. 블록에 대한 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹의 선택된 하나의 변환 집합으로부터 결정될 수 있다.
- [0205] 예에서, 변환 후보는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들로부터 추출된 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S 중 하나)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 암시적으로 결정된다.
- [0206] 실시예에서, 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)는 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 통계적 분석에 기초하여 결정된다. 또한, (i) 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보 내의 제2 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고 특징 표시자(예를 들어, 특징 벡터 $\vec{F}$ 또는 특징 스칼라 S)에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나가 수행될 수 있다.
- [0207] 예에서, 특징 표시자는 특징 스칼라 S 이고, 블록의 하나 이상의 이웃하는 블록 내의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 표시하는 변수의 모멘트로서 결정된다. 임계값들의 집합 K_s 는 미리 정의될 수 있다. 따라서, (i) 변수의 모멘트 및 임계값들의 집합 K_s 로부터 선택된 임계값에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 변수의 모멘트 및 임계값에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보 내의 제2 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고, 변수의 모멘트 및 임계값에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나가 수행될 수 있다.
- [0208] 예에서, 변수의 모멘트는 변수의 제1 모멘트, 변수의 제2 모멘트, 또는 변수의 제3 모멘트 중 하나이다. 블록에 대한 예측 모드는 다중 예측 모드 중 하나이다. 다중 예측 모드 각각은 다중의 예측 모드와 임계값들의 집합 K_s 내에 있는 임계값들의 다중의 부분집합 사이의 단사 매핑(injective mapping)을 표시하는 임계값들의 집합 K_s 에 있는 임계값들의 고유 부분집합 K_s' 에 대응한다.
- [0209] 예에서, 임계값은 (i) 블록의 블록 크기, (ii) 양자화 파라미터, 또는 (iii) 블록에 대한 예측 모드 중 하나에 기초하여 임계값들의 집합 K_s 로부터 선택된다.
- [0210] 예에서, 특징 표시자는 특징 벡터 $\vec{F}$ 이고, 블록의 좌측 상의 이웃하는 열의 재구성된 샘플들의 샘플 값들 및 블록의 상단측 상의 이웃하는 행의 재구성된 샘플들의 샘플 값들을 제각기 표시하는 변수들의 공동 가변성(joint variability)으로서 결정된다. 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 및 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 와 연관된 임계값들의 집합 K_v 는 미리 정의된다. 변수들의 공동 가변성과 분류 벡터들의 집합 $\vec{C}$ 에 포함된 분류 벡터들의 부분집합 $\vec{C}'$

으로부터 선택된 분류 벡터 간의 거리가 계산된다. 따라서, (i) 임계값들의 집합 K_v 에 포함된 K_v' 의 부분집합으로부터 선택된 임계값과 거리의 비교에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 결정하는 것, (ii) 거리와 임계값 K_v 의 비교에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 후보를 결정하는 것, 또는 (iii) 코딩된 정보 내의 제2 인덱스에 기초하여 변환 집합들의 서브 그룹으로부터 변환 집합을 선택하고, 거리와 임계값의 비교에 기초하여 선택된 변환 집합으로부터 변환 후보를 결정하는 것 중 하나가 수행될 수 있다.

- [0211] (S1920)에서, 블록의 샘플들은 결정된 변환 후보에 기초하여 재구성될 수 있다.
- [0212] 프로세스(1900)는 적합하게 적응될 수 있다. 프로세스(1900)에서의 단계(들)는 수정 및/또는 생략될 수 있다. 추가적인 단계(들)가 추가될 수 있다. 임의의 적합한 구현 순서가 사용될 수 있다.
- [0213] 본 개시내용의 실시예들은 개별적으로 사용되거나 임의의 순서로 조합될 수 있다. 또한, 방법들(또는 실시예들), 인코더, 및 디코더 각각은 처리 회로(예를 들어, 하나 이상의 프로세서 또는 하나 이상의 집적 회로)에 의해 구현될 수 있다. 일 예에서, 하나 이상의 프로세서는 비밀시적 컴퓨터 관독가능 매체에 저장되는 프로그램을 실행한다. 본 개시내용의 실시예들은 루마 블록 또는 크로마 블록에 적용될 수 있다.
- [0214] 위에서 설명된 기법들은 컴퓨터 관독가능 명령어들을 이용하여 컴퓨터 소프트웨어로서 구현되고 하나 이상의 컴퓨터 관독가능 매체에 물리적으로 저장될 수 있다. 예를 들어, 도 20은 개시된 주제의 특정 실시예들을 구현하기에 적합한 컴퓨터 시스템(2000)을 도시한다.
- [0215] 컴퓨터 소프트웨어는 하나 이상의 CPU(central processing unit), GPU(Graphics Processing Unit), 및 그와 유사한 것에 의해 직접적으로, 또는 인터프리테이션(interpretation), 마이크로 코드 실행, 및 그와 유사한 것들을 통해 실행될 수 있는 명령어들을 포함하는 코드를 생성하기 위해 어셈블리, 컴파일, 링킹 또는 유사한 메커니즘들을 거칠 수 있는 임의의 적합한 머신 코드 또는 컴퓨터 언어를 사용하여 코딩될 수 있다.
- [0216] 명령어들은, 예를 들어, 개인용 컴퓨터들, 태블릿 컴퓨터들, 서버들, 스마트폰들, 게임 디바이스들, 사물 인터넷(internet of things) 디바이스들, 및 그와 유사한 것들을 포함하여, 다양한 타입의 컴퓨터들 또는 그것의 컴포넌트들 상에서 실행될 수 있다.
- [0217] 컴퓨터 시스템(2000)에 대한 도 20에 도시된 컴포넌트들은 본질상 예시적인 것이고, 본 개시내용의 실시예들을 구현하는 컴퓨터 소프트웨어의 사용 또는 기능성의 범위에 대한 어떤 제한을 시사하도록 의도되지 않는다. 컴포넌트들의 구성은 컴퓨터 시스템(2000)의 예시적 실시예에 예시된 컴포넌트들 중 어느 하나 또는 조합에 관련된 임의의 의존성 또는 요건을 갖는 것으로서 해석해서는 안된다.
- [0218] 컴퓨터 시스템(2000)은 특정 휴먼 인터페이스 입력 디바이스들을 포함할 수 있다. 그러한 인간 인터페이스 입력 디바이스는, 예를 들어, 촉각 입력(예컨대: 키스트로크들(keystrokes), 스와이프들(swipes), 데이터 글러브 모션들(data glove movements)), 오디오 입력(예컨대: 음성, 손뼉), 시각적 입력(예컨대: चे스처들), 후각적 입력(묘사되지 않음)을 통한 하나 이상의 인간 사용자에게 의한 입력에 응답할 수 있다. 인간 인터페이스 디바이스들은, 오디오(예컨대: 음성, 음악, 주변 소리), 이미지들(예컨대: 스캐닝된 이미지들, 스틸 이미지 카메라로부터 획득된 사진 이미지들), 비디오(예컨대: 2차원 비디오, 입체 비디오를 포함하는 3차원 비디오)와 같은, 인간에 의한 의식적 입력에 반드시 직접 관련될 필요는 없는 특정 미디어를 캡처하는 데에도 이용될 수 있다.
- [0219] 입력 인간 인터페이스 디바이스들은: 키보드(2001), 마우스(2002), 트랙패드(2003), 터치 스크린(2010), 데이터 글러브(도시되지 않음), 조이스틱(2005), 마이크로폰(2006), 스캐너(2007), 카메라(2008)(각각의 하나만이 묘사됨) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0220] 컴퓨터 시스템(2000)은 또한 특정 휴먼 인터페이스 출력 디바이스들을 포함할 수 있다. 그러한 휴먼 인터페이스 출력 디바이스들은, 예를 들어, 촉각 출력, 소리, 광, 및 냄새/맛을 통해 하나 이상의 인간 사용자의 감각들을 자극하고 있을 수 있다. 그러한 인간 인터페이스 출력 디바이스들은 촉각 출력 디바이스들(예를 들어, 터치 스크린(2010), 데이터 글러브(도시되지 않음), 또는 조이스틱(2005)에 의한 촉각 피드백인데, 입력 디바이스들로서 역할하지 않는 촉각 피드백 디바이스들도 있을 수 있음), 오디오 출력 디바이스들(예컨대: 스피커들(2009), 헤드폰들(묘사되지 않음)), 시각적 출력 디바이스들(예컨대 CRT 스크린들, LCD 스크린들, 플라즈마 스크린들, OLED 스크린들을 포함하는 스크린들(2010), 각각은 터치 스크린 입력 능력이 있거나 없고, 각각은 촉각 피드백 능력이 있거나 없고 - 이들 중 일부는 스테레오그래픽 출력과 같은 수단을 통해 2차원 시각적 출력 또는 3보다 많은 차원의 출력을 출력할 수 있음; 가상 현실 안경(묘사되지 않음), 홀로그래픽 디스플레이 및 연기 탱

크(묘사되지 않음), 및 프린터(묘사되지 않음)를 포함할 수 있다.

- [0221] 컴퓨터 시스템(2000)은 인간 액세스 가능한 저장 디바이스들 및 그것들과 연관된 매체들, 예컨대 CD/DVD 또는 유사한 매체(2021)를 갖는 CD/DVD ROM/RW(2020)를 포함하는 광학 매체, 썸 드라이브(2022), 착탈식 하드 드라이브 또는 솔리드 스테이트 드라이브(2023), 테이프 및 플로피 디스크(묘사되지 않음)와 같은 레거시 자성 매체, 보안 동글들(묘사되지 않음)과 같은 특수화된 ROM/ASIC/PLD 기반 디바이스들, 및 그와 유사한 것을 또한 포함할 수 있다.
- [0222] 본 기술분야의 통상의 기술자들은 현재 개시된 주제와 관련하여 사용되는 용어 "컴퓨터 판독가능 매체(computer readable media)"가 송신 매체들, 캐리어 파들(carrier waves), 또는 다른 일시적 신호들을 포함하지 않는다는 점을 또한 이해해야 한다.
- [0223] 컴퓨터 시스템(2000)은 또한 하나 이상의 통신 네트워크(2055)에 대한 인터페이스(2054)를 포함할 수 있다. 네트워크들은, 예를 들어, 무선(wireless), 유선(wireline), 광학적(optical)일 수 있다. 네트워크들은 추가로 로컬, 광역, 대도시, 차량 및 산업, 실시간, 지연 허용(delay-tolerant) 등등일 수 있다. 네트워크들의 예들은 이더넷과 같은 로컬 영역 네트워크들, 무선 LAN들, GSM, 3G, 4G, 5G, LTE 및 그와 유사한 것을 포함하는 셀룰러 네트워크들, 케이블 TV, 위성 TV, 및 지상파 브로드캐스트 TV를 포함하는 TV 와이어라인 또는 무선 광역 디지털 네트워크들, CANBus를 포함하는 차량 및 산업, 및 등등을 포함한다. 특정 네트워크들은 흔히 특정 범용 데이터 포트들 또는 주변 버스들(2049)(예를 들어, 컴퓨터 시스템(2000)의 USB 포트들과 같은 것)에 부착된 외부 네트워크 인터페이스 어댑터들을 요구한다; 다른 것들은 흔히 아래에 설명되는 바와 같은 시스템 버스로의 부착에 의해 컴퓨터 시스템(2000)의 코어에 통합된다(예를 들어, PC 컴퓨터 시스템으로의 이더넷 인터페이스 또는 스마트폰 컴퓨터 시스템으로의 셀룰러 네트워크 인터페이스). 이들 네트워크들 중 임의의 것을 이용하여, 컴퓨터 시스템(2000)은 다른 엔티티들과 통신할 수 있다. 그러한 통신은 단방향 수신 전용(예컨대, 브로드캐스트 TV), 단방향 전송 전용(예컨대, 특정 CANbus 디바이스들에 대한 CANbus), 또는 예를 들어 로컬 또는 광역 디지털 네트워크들을 사용한 다른 컴퓨터 시스템들에 대한 양방향성일 수 있다. 특정 프로토콜들 및 프로토콜 스택(protocol stack)들은 위에서 설명된 바와 같은 그러한 네트워크들 및 네트워크 인터페이스들의 각각 상에서 이용될 수 있다.
- [0224] 앞서 언급한 인간 인터페이스 디바이스들, 인간 액세스 가능 저장 디바이스들, 및 네트워크 인터페이스들은 컴퓨터 시스템(2000)의 코어(2040)에 부착될 수 있다.
- [0225] 코어(2040)는 하나 이상의 CPU(Central Processing Unit)(2041), GPU(Graphics Processing Unit)(2042), FPGA(Field Programmable Gate Area)(2043)의 형태로 특수화된 프로그래머블 처리 유닛, 특정 태스크들을 위한 하드웨어 가속기들(2044), 그래픽 어댑터들(2050), 및 등등을 포함할 수 있다. 이들 디바이스는, ROM(Read-only memory)(2045), 랜덤 액세스 메모리(2046), 내부 비-사용자 액세스 가능 하드 드라이브들, SSD들 등과 같은 내부 대용량 저장소(2047)와 함께, 시스템 버스(2048)를 통해 접속될 수 있다. 일부 컴퓨터 시스템들에서, 시스템 버스(2048)는 추가적인 CPU들, GPU들 등에 의한 확장을 가능하게 하기 위해 하나 이상의 물리적 플러그의 형식으로 액세스 가능할 수 있다. 주변 디바이스들은 코어의 시스템 버스(2048)에 직접적으로, 또는 주변 버스(2049)를 통해 부착될 수 있다. 예에서, 스크린(2010)은 그래픽 어댑터(2050)에 연결될 수 있다. 주변 버스를 위한 아키텍처들은 PCI, USB 등을 포함한다.
- [0226] CPU들(2041), GPU들(2042), FPGA들(2043), 및 가속기들(2044)은, 조합하여, 앞서 언급한 컴퓨터 코드를 구성할 수 있는 특정 명령어들을 실행할 수 있다. 그 컴퓨터 코드는 ROM(2045) 또는 RAM(2046)에 저장될 수 있다. 과도적인 데이터가 또한 RAM(2046)에 저장될 수 있는 반면, 영구 데이터는, 예를 들어, 내부 대용량 저장소(2047)에 저장될 수 있다. 메모리 디바이스들 중 임의의 것에 대한 고속 저장 및 검색은 하나 이상의 CPU(2041), GPU(2042), 대용량 저장소(2047), ROM(2045), RAM(2046) 등과 밀접하게 연관될 수 있는 캐시 메모리의 사용을 통해 가능하게 될 수 있다.
- [0227] 컴퓨터 판독가능 매체는 다양한 컴퓨터 구현된 동작들(computer-implemented operations)을 수행하기 위한 컴퓨터 코드를 가질 수 있다. 매체 및 컴퓨터 코드는 본 개시내용의 목적을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들일 수 있거나, 또는 그것들은 컴퓨터 소프트웨어 기술분야의 통상의 기술자들에게 잘 알려져 있고 이용가능한 종류의 것일 수 있다.
- [0228] 제한이 아니라 예로서, 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템(2000), 및 구체적으로 코어(2040)는 프로세서(들)(CPU들, GPU들, FPGA, 가속기들 등을 포함함)가 하나 이상의 유형의(tangible) 컴퓨터 판독가능 매

체에 구체화된 소프트웨어를 실행한 결과로서 기능성을 제공할 수 있다. 그러한 컴퓨터 판독가능 매체는 위에 소개된 바와 같은 사용자 액세스 가능한 대용량 저장소뿐만 아니라, 코어 내부 대용량 저장소(2047) 또는 ROM(2045)과 같은 비일시적인 본질의 것인 코어(2040)의 특정 저장소와 연관된 매체일 수 있다. 본 개시내용의 다양한 실시예들을 구현하는 소프트웨어가 그러한 디바이스들에 저장되고 코어(2040)에 의해 실행될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 특정 필요에 따라 하나 이상의 메모리 디바이스 또는 칩을 포함할 수 있다. 소프트웨어는 코어(2040) 및 구체적으로 그 내부의 프로세서들(CPU, GPU, FPGA 등을 포함함)로 하여금, RAM(2046)에 저장된 데이터 구조들을 정의하는 것 및 소프트웨어에 의해 정의된 프로세스들에 따라 그러한 데이터 구조들을 수정하는 것을 포함하여, 본 명세서에 설명된 특정 프로세스들 또는 특정 프로세스들의 특정 부분들을 실행하게 야기할 수 있다. 추가로 또는 대안으로서, 컴퓨터 시스템은, 본 명세서에 설명된 특정 프로세스들 또는 특정 프로세스들의 특정 부분들을 실행하기 위해 소프트웨어 대신에 또는 그와 함께 동작할 수 있는, 회로(예를 들어: 가속기(2044))에 하드와이어링되거나 다른 방식으로 구체화된 로직의 결과로서 기능성을 제공할 수 있다. 소프트웨어에 대한 참조는, 적절한 경우, 로직을 포함할 수 있고, 그 반대도 가능하다. 컴퓨터 판독가능 매체에 대한 참조는, 적절한 경우, 실행을 위한 소프트웨어를 저장하는 (IC(integrated circuit)와 같은) 회로, 또는 실행을 위한 로직을 구체화하는 회로, 또는 둘 다를 포괄할 수 있다. 본 개시내용은 하드웨어 및 소프트웨어의 임의의 적절한 조합을 포함한다.

- [0229] 부록 A: 두문자어들
- [0230] JEM: joint exploration model
- [0231] VVC: versatile video coding
- [0232] BMS: benchmark set
- [0233] MV: Motion Vector
- [0234] HEVC: High Efficiency Video Coding
- [0235] SEI: Supplementary Enhancement Information
- [0236] VUI: Video Usability Information
- [0237] GOPs: Groups of Pictures
- [0238] TUs: Transform Units,
- [0239] PUs: Prediction Units
- [0240] CTUs: Coding Tree Units
- [0241] CTBs: Coding Tree Blocks
- [0242] PBs: Prediction Blocks
- [0243] HRD: Hypothetical Reference Decoder
- [0244] SNR: Signal Noise Ratio
- [0245] CPUs: Central Processing Units
- [0246] GPUs: Graphics Processing Units
- [0247] CRT: Cathode Ray Tube
- [0248] LCD: Liquid-Crystal Display
- [0249] OLED: Organic Light-Emitting Diode
- [0250] CD: Compact Disc
- [0251] DVD: Digital Video Disc
- [0252] ROM: Read-Only Memory
- [0253] RAM: Random Access Memory

[0254] ASIC: Application-Specific Integrated Circuit

[0255] PLD: Programmable Logic Device

[0256] LAN: Local Area Network

[0257] GSM: Global System for Mobile communications

[0258] LTE: Long-Term Evolution

[0259] CANBus: Controller Area Network Bus

[0260] USB: Universal Serial Bus

[0261] PCI: Peripheral Component Interconnect

[0262] FPGA: Field Programmable Gate Areas

[0263] SSD: solid-state drive

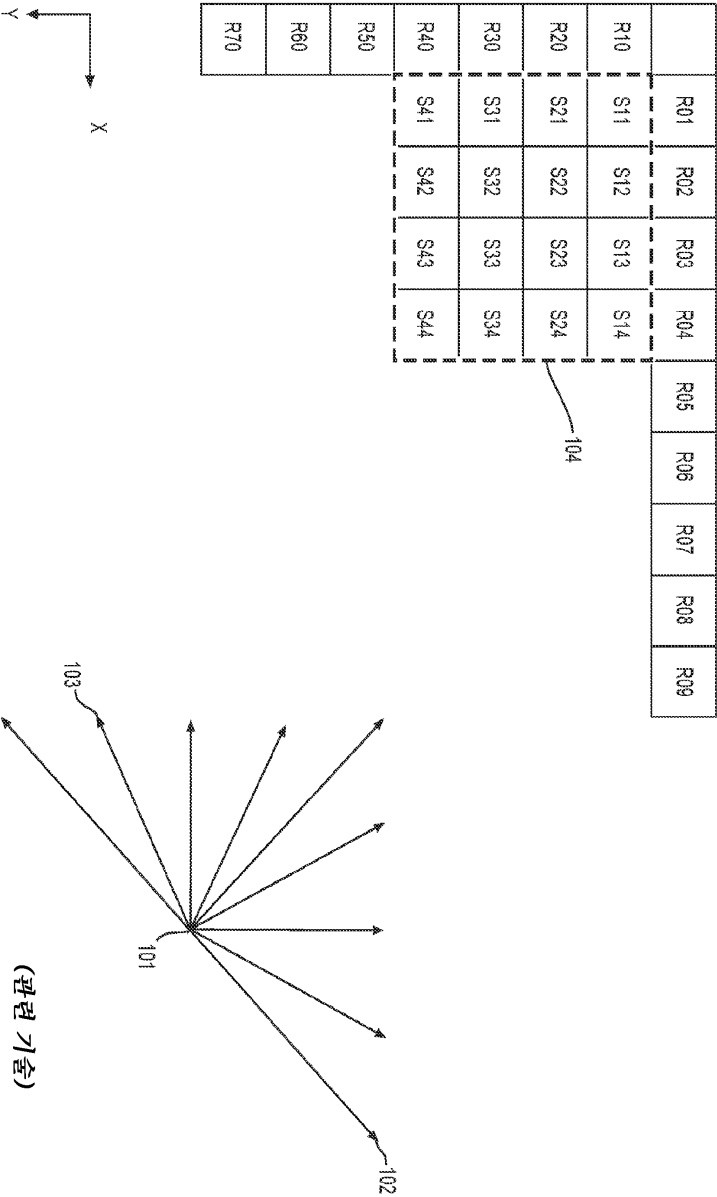
[0264] IC: Integrated Circuit

[0265] CU: Coding Unit

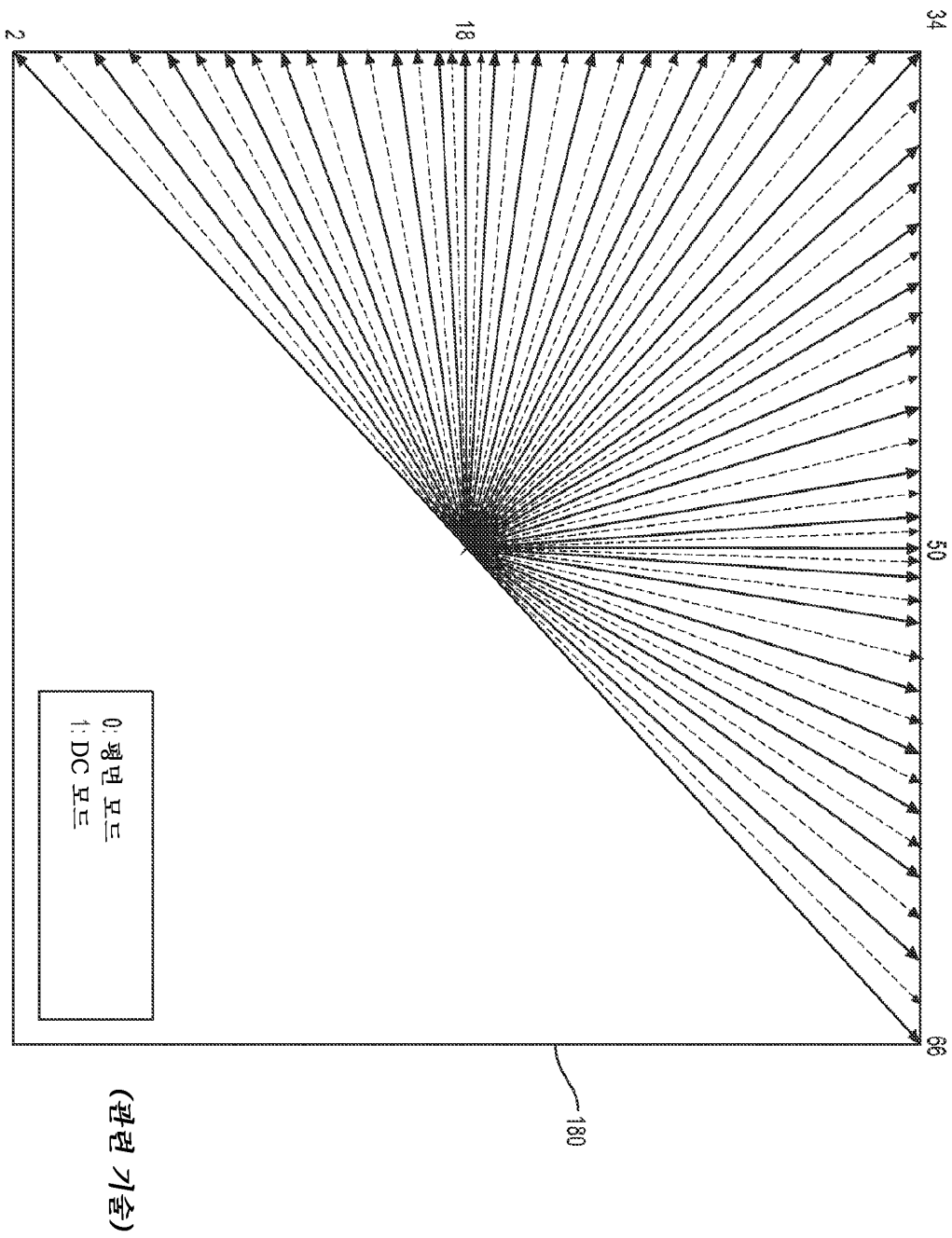
[0266] 본 개시내용이 여러 예시적인 실시예들을 설명하였지만, 본 개시내용의 범위 내에 속하는 변경, 치환, 및 다양한 대체 등가물이 있다. 따라서, 본 기술 분야의 통상의 기술자는, 본 명세서에서 명시적으로 도시되거나 설명되지는 않았지만, 본 개시내용의 원리들을 구체화하고 따라서 그 사상 및 범위 내에 있는 수많은 시스템들 및 방법들을 안출할 수 있다는 것을 알 것이다.

도면

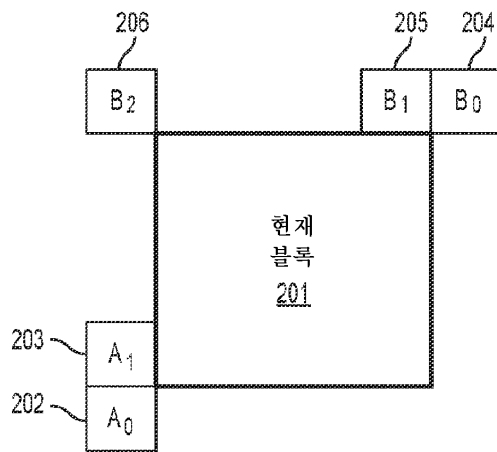
도면1a



도면1b

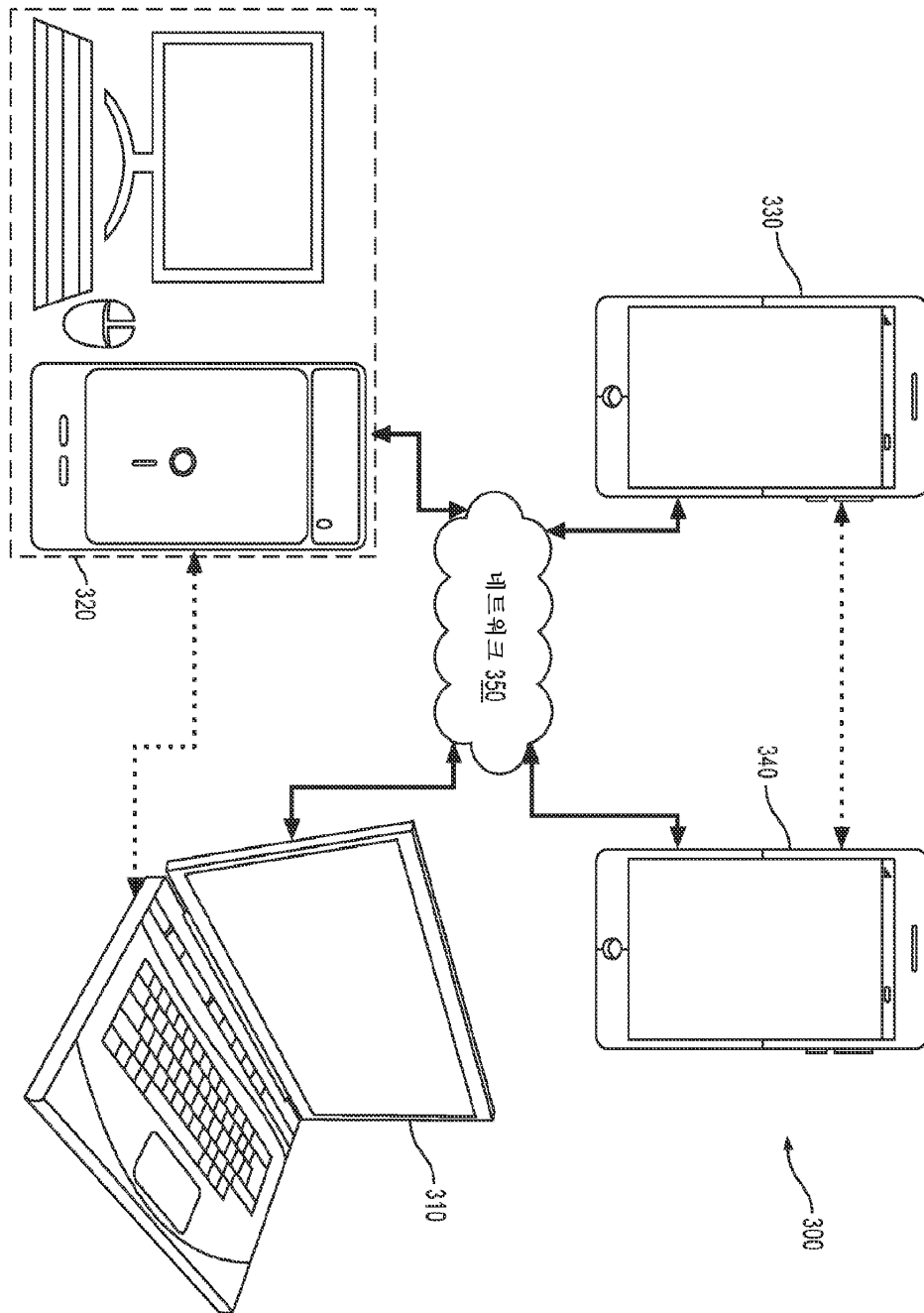


도면2

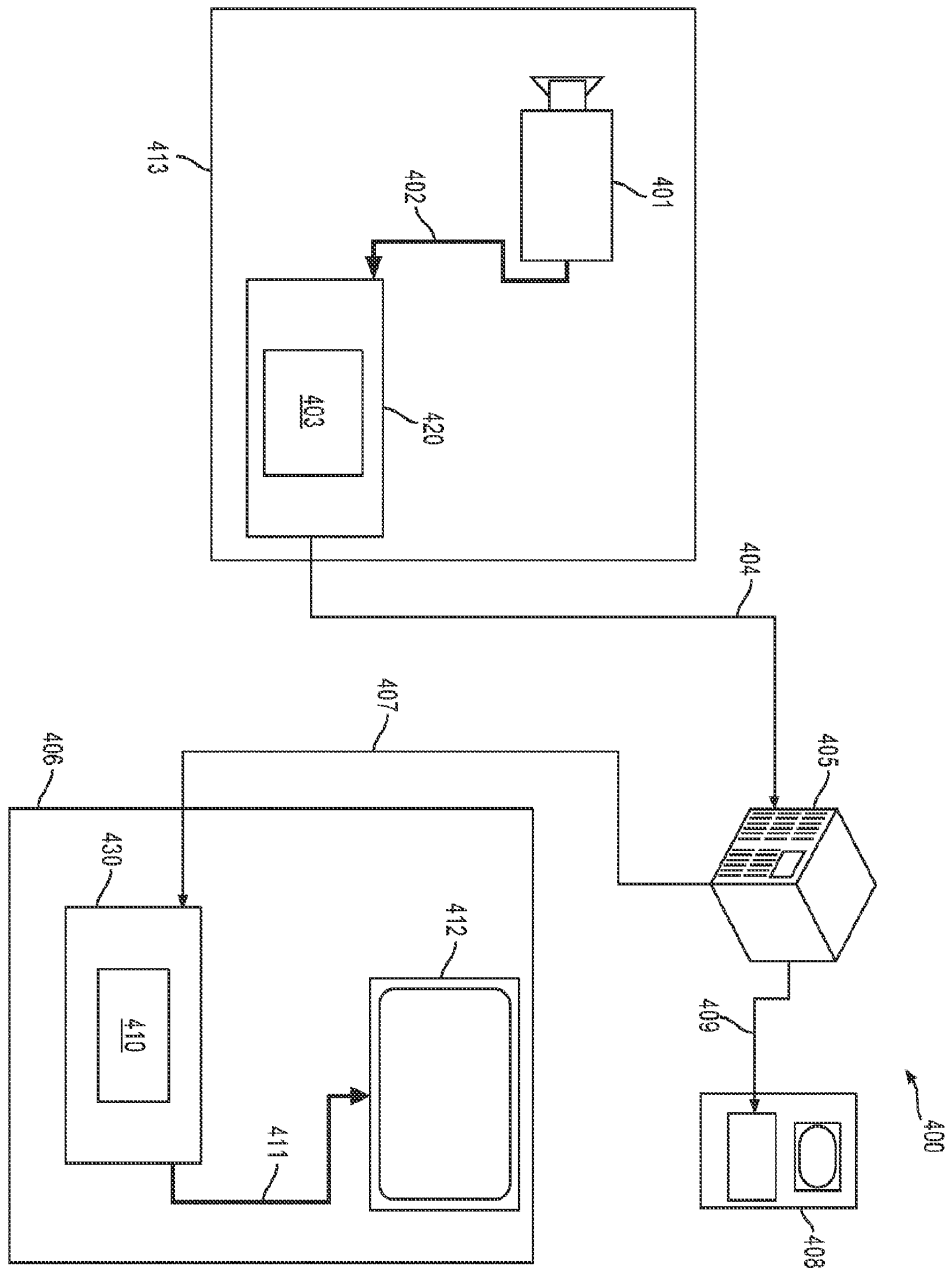


(관련 기술)

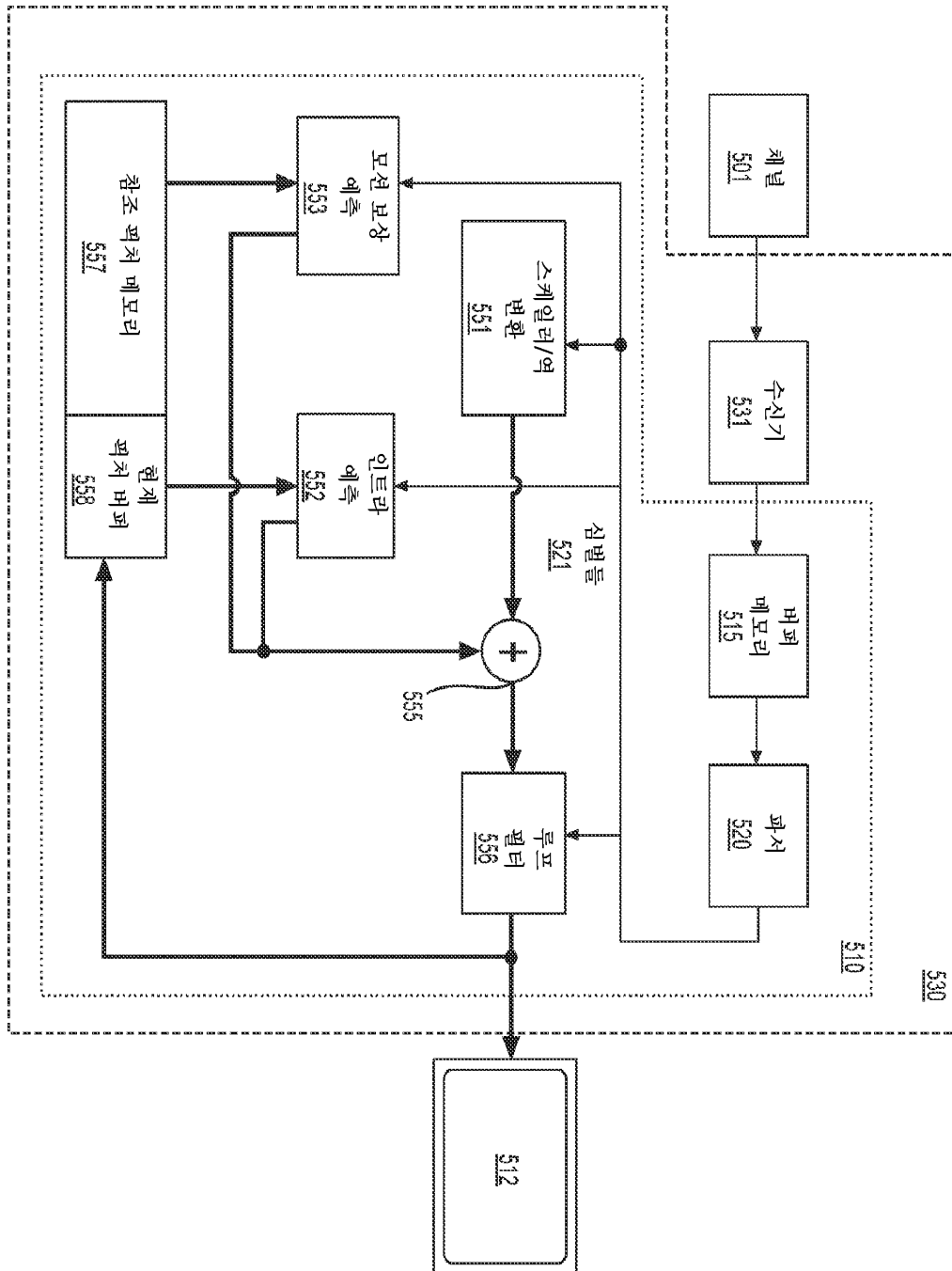
도면3



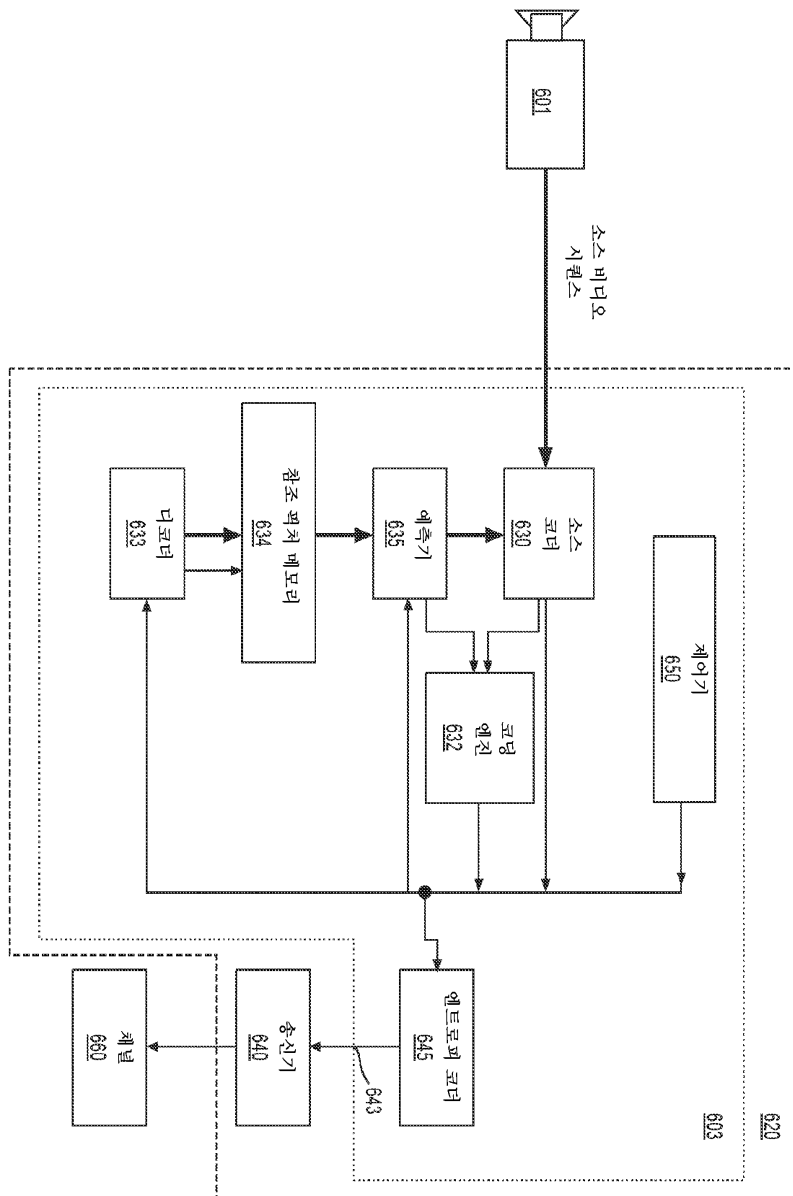
도면4



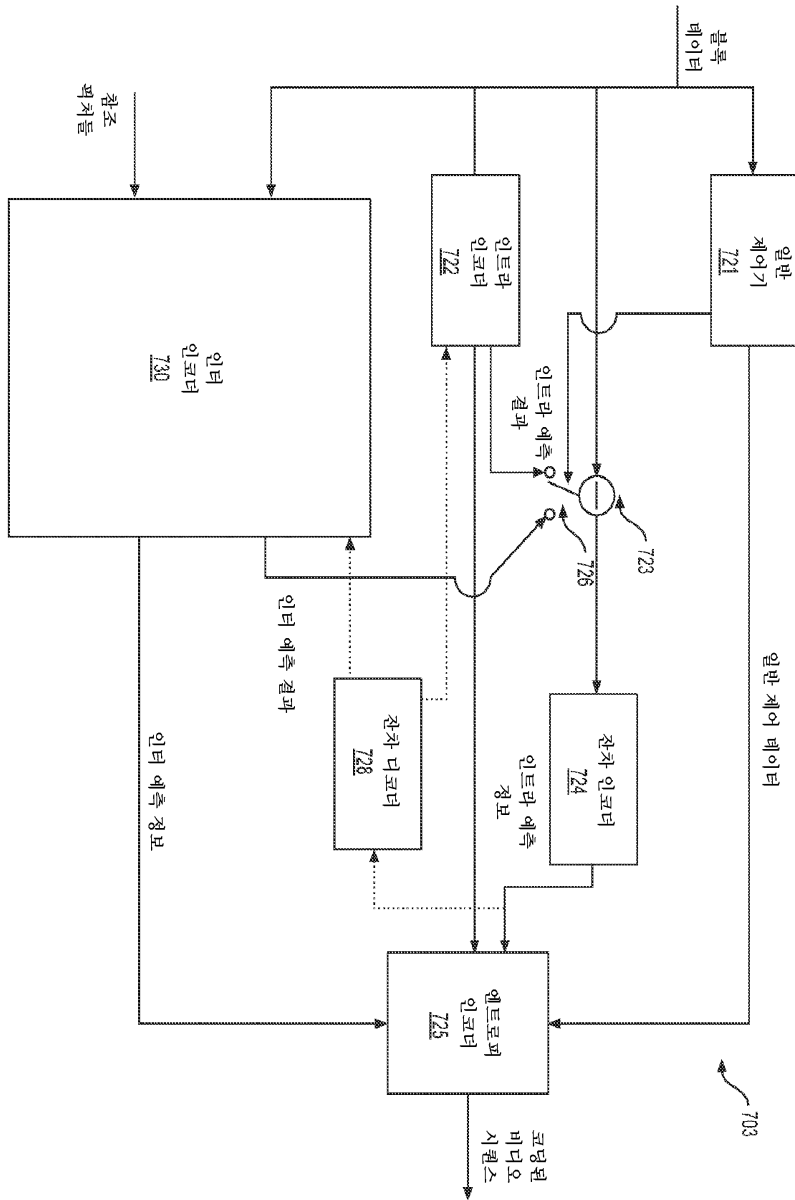
도면5



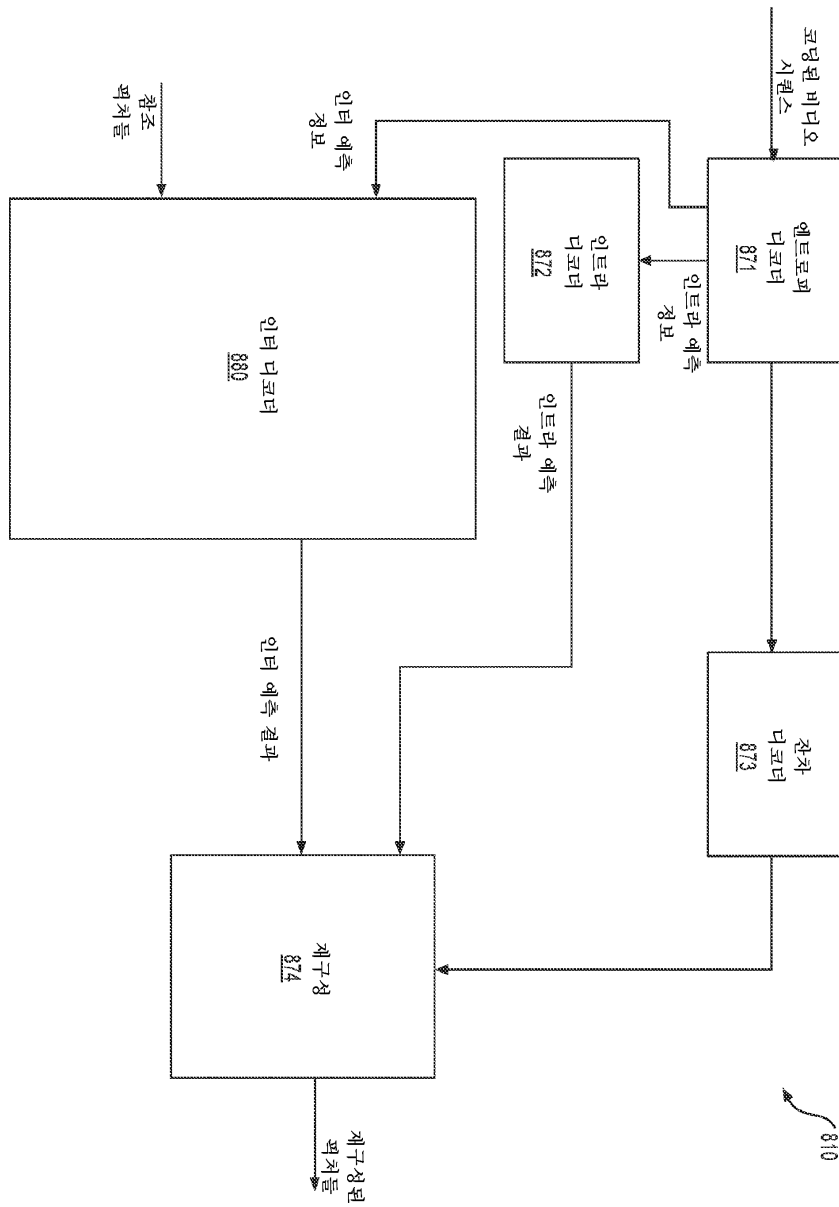
도면6



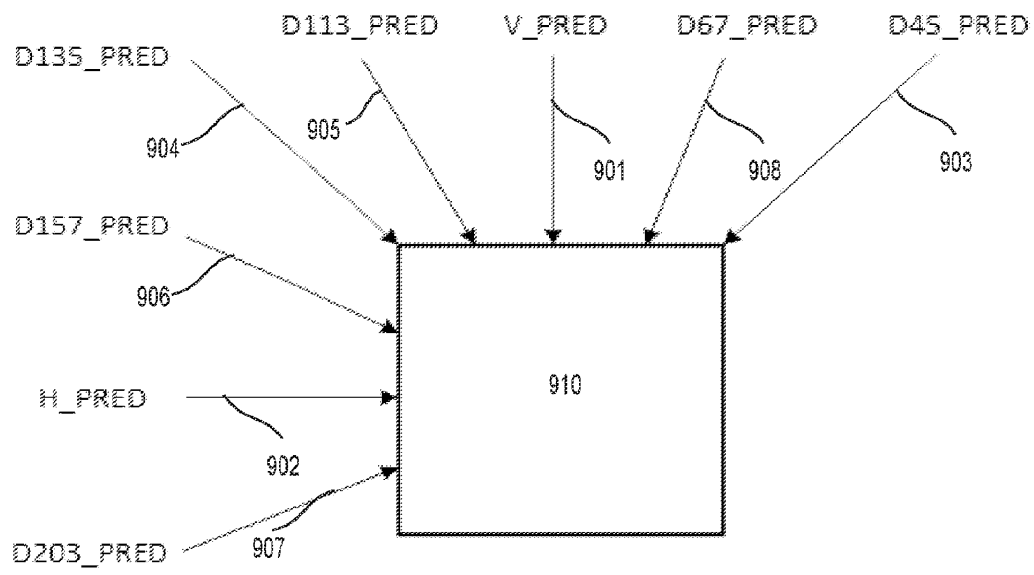
도면7



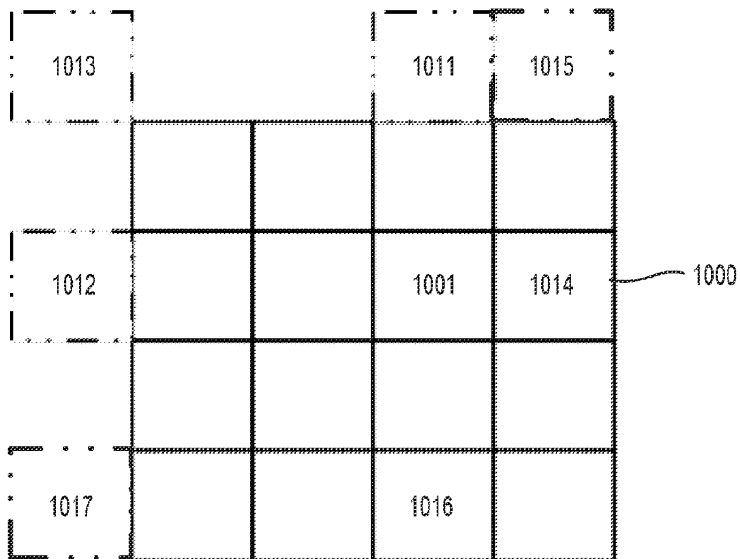
도면8



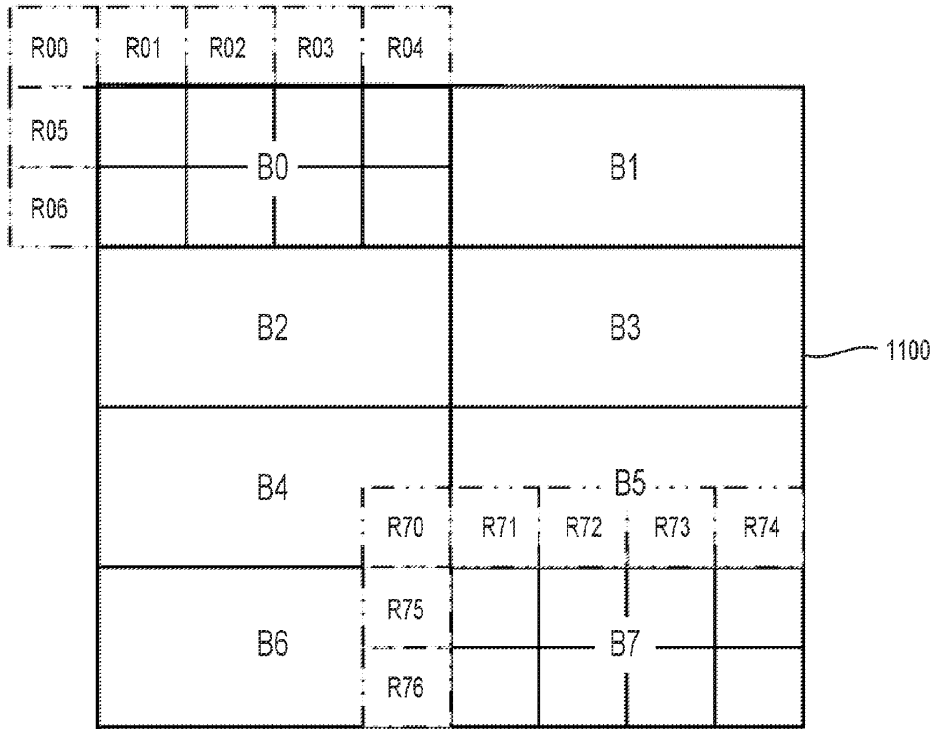
도면9



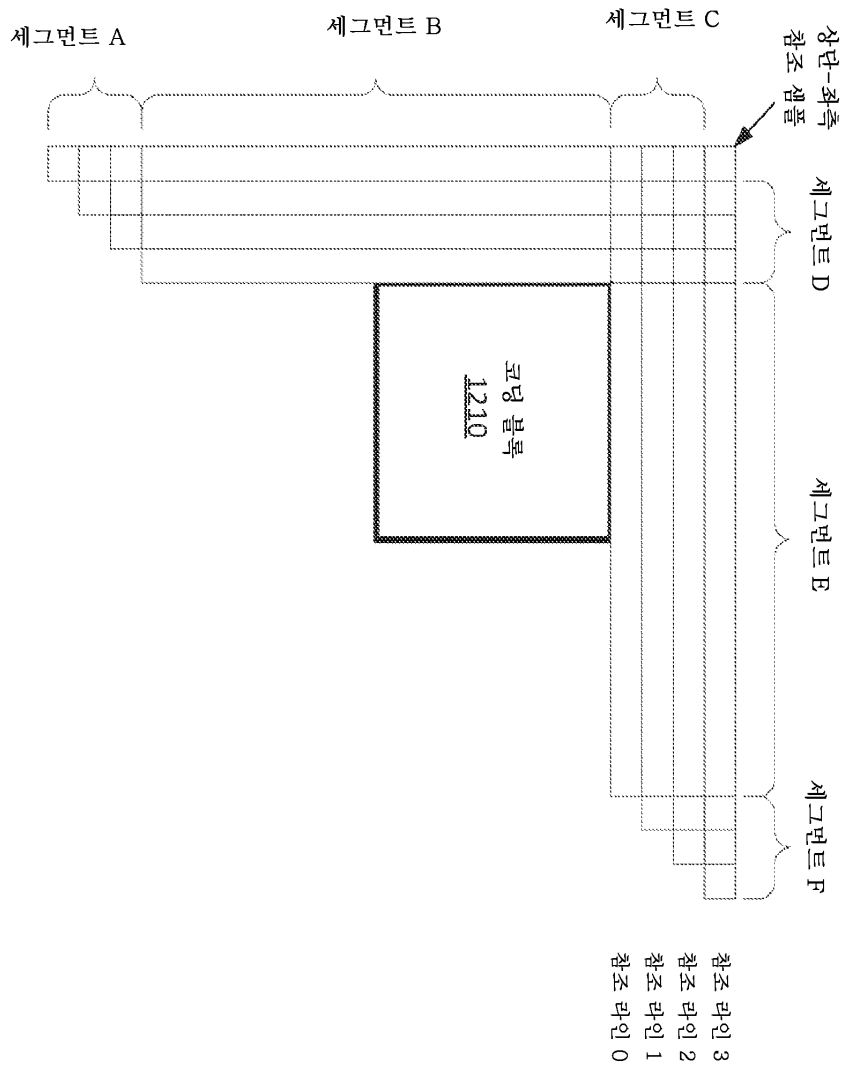
도면10



도면11



도면12



도면13

변환 타입	기저 함수 $T_i(j), i, j=0, 1, \dots, N-1$
DCT-2	$T_i(j) = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{2}{N}} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot i \cdot (2j+1)}{2N}\right)$ 여기서 $\omega_0 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & i = 0 \\ 1 & i \neq 0 \end{cases}$
DST-4	$T_i(j) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot (2i+1) \cdot (2j+1)}{4N}\right)$
DST-7	$T_i(j) = \sqrt{\frac{4}{2N+1}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot (2i+1) \cdot (j+1)}{2N+1}\right)$

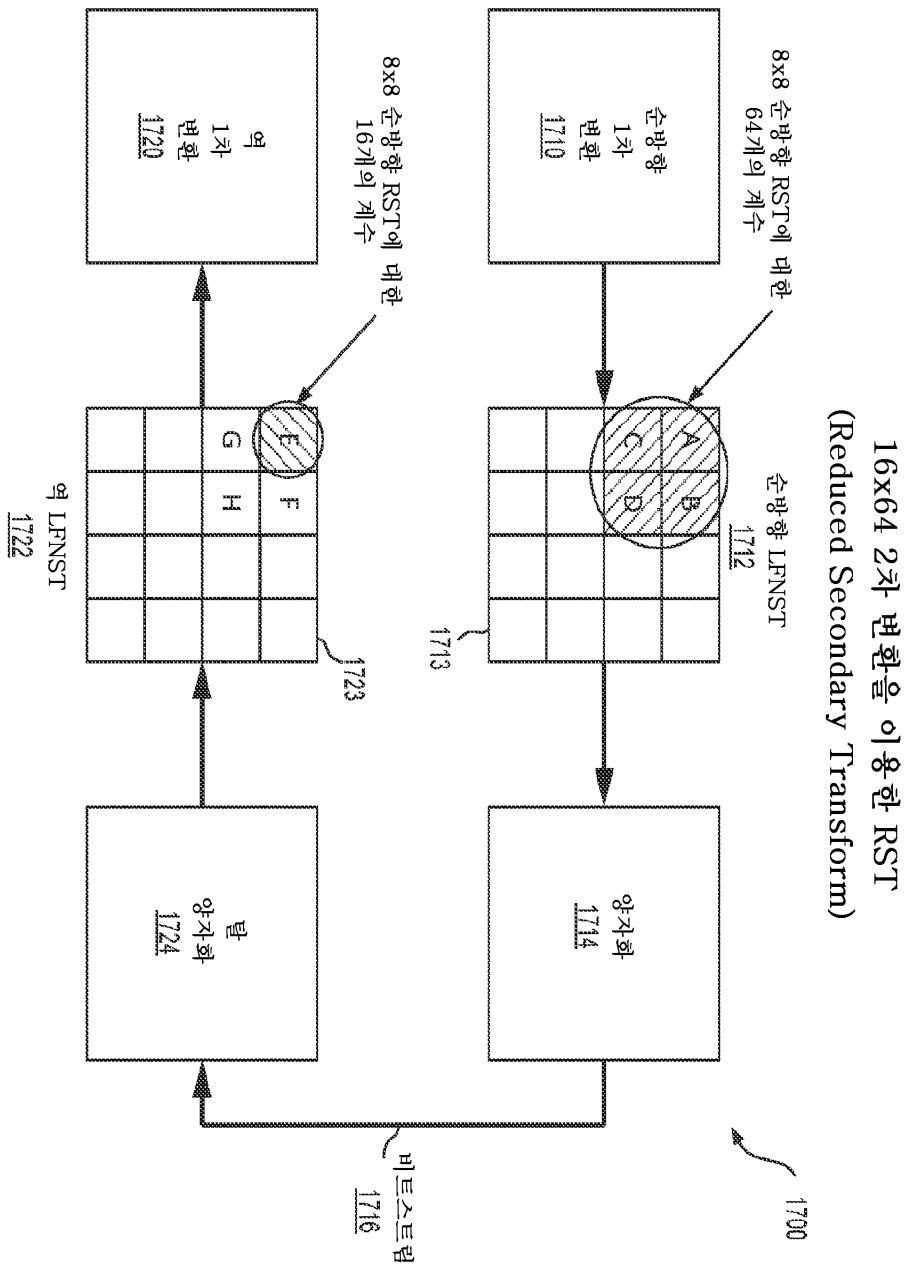
도면14a

	변환 타입들	설명	예측 모드	
			인트라	인터
	DCT_DCT	DCT ↓ 및 →	✓ (모든 블록 크기들)	✓ (모든 블록 크기들)
1410	ADST_DCT	ADST ↓; DCT →	✓ (블록 크기 ≤ 16×16)	✓ (블록 크기 ≤ 16×16)
	DCT_ADST	DCT ↓; ADST →		
	ADST_ADST	ADST ↓ 및 →		
	FLIPADST_DCT	FLIPADST ↓; DCT →	✗	✓ (블록 크기 ≤ 16×16)
	DCT_FLIPADST	DCT ↓; FLIPADST →		
	FLIPADST_FLIPADST	FLIPADST ↓ 및 →		
	ADST_FLIPADST	ADST ↓; FLIPADST →		
	FLIPADST_ADST	FLIPADST ↓; ADST →		
	IDTX	IDTX ↓ 및 →	✓ (블록 크기 ≤ 16×16)	✓ (블록 크기 ≤ 32×32)
	V_DCT	DCT ↓; IDTX →	✓	✓
	H_DCT	IDTX ↓; DCT →	(블록 크기 < 16×16)	(블록 크기 ≤ 16×16)
1420	V_ADST	ADST ↓; IDTX →	✗	✓ (블록 크기 < 16×16)
	H_ADST	IDTX ↓; ADST →		
	V_FLIPADST	FLIPADST ↓; IDTX →	✗	✓ (블록 크기 < 16×16)
	H_FLIPADST	IDTX ↓; FLIPADST →		

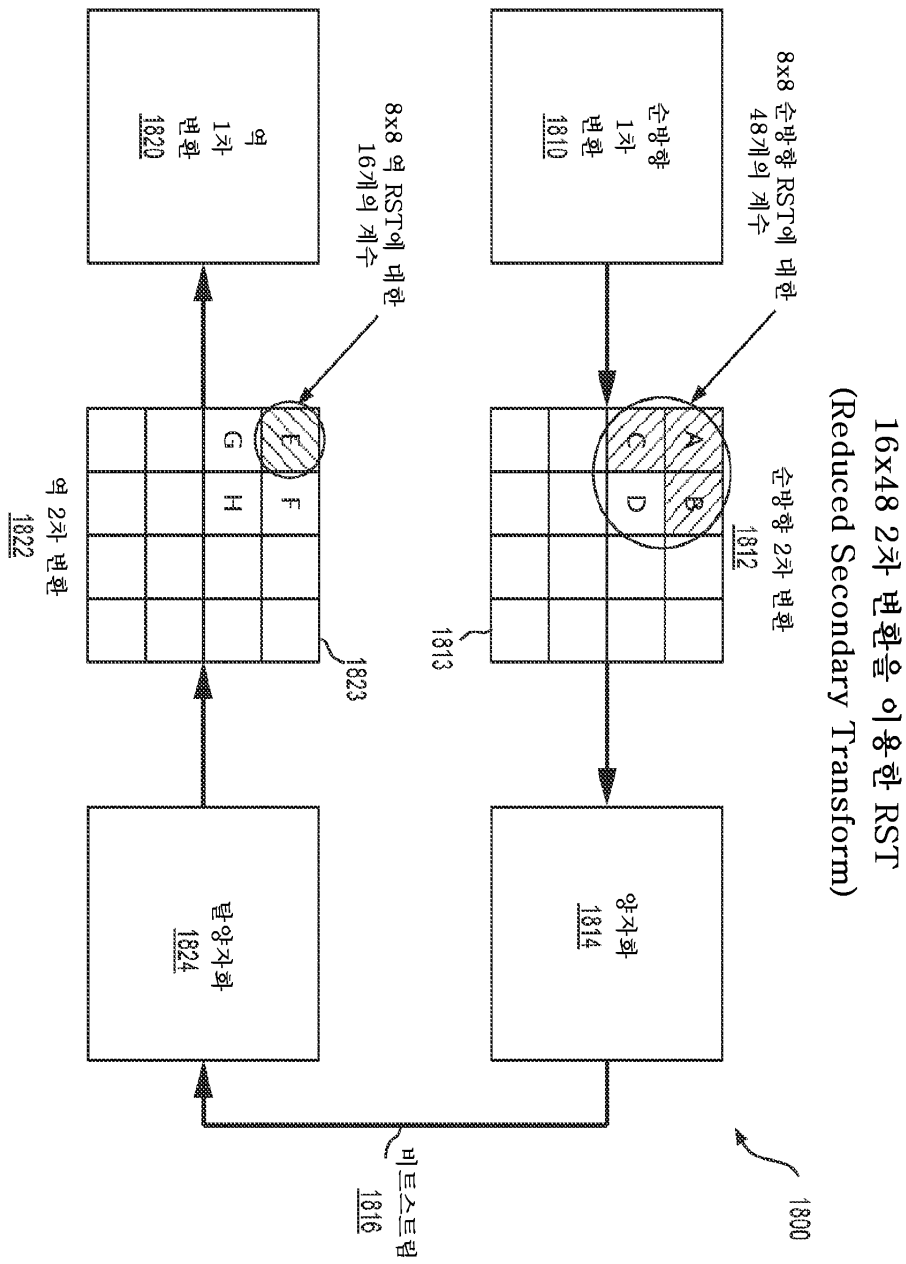
도면14b

인트라 예측	수직 변환	수평 변환
DC_PRED	DCT	DCT
V_PRED	ADST	DCT
H_PRED	DCT	ADST
D45_PRED	DCT	DCT
D135_PRED	ADST	ADST
D113_PRED	ADST	DCT
D157_PRED	DCT	ADST
D203_PRED	DCT	ADST
D67_PRED	ADST	DCT
SMOOTH_PRED	ADST	ADST
SMOOTH_V_PRED	ADST	DCT
SMOOTH_H_PRED	DCT	ADST
PAETH_PRED	ADST	ADST

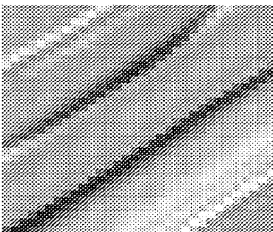
도면 15



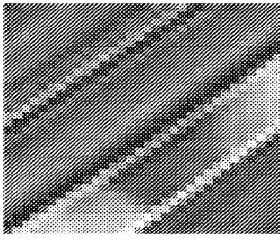
도면16



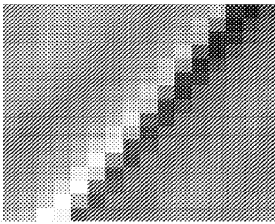
도면17a



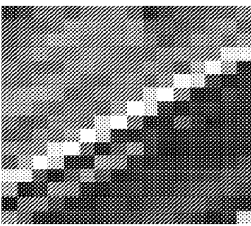
도면17b



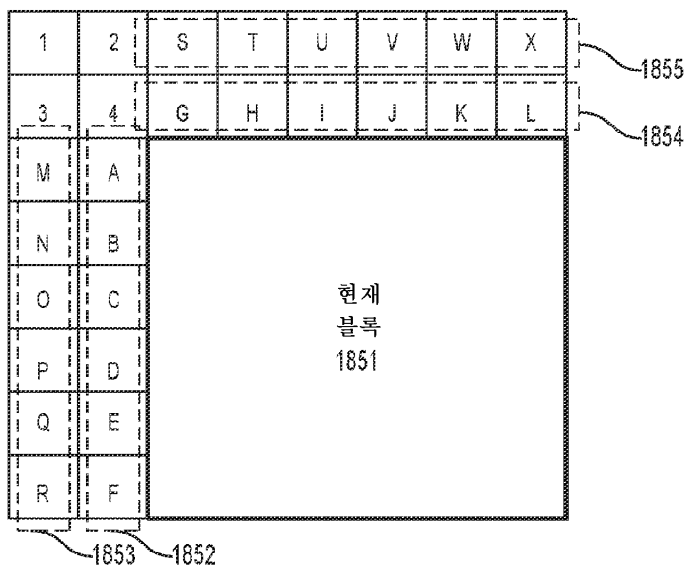
도면17c



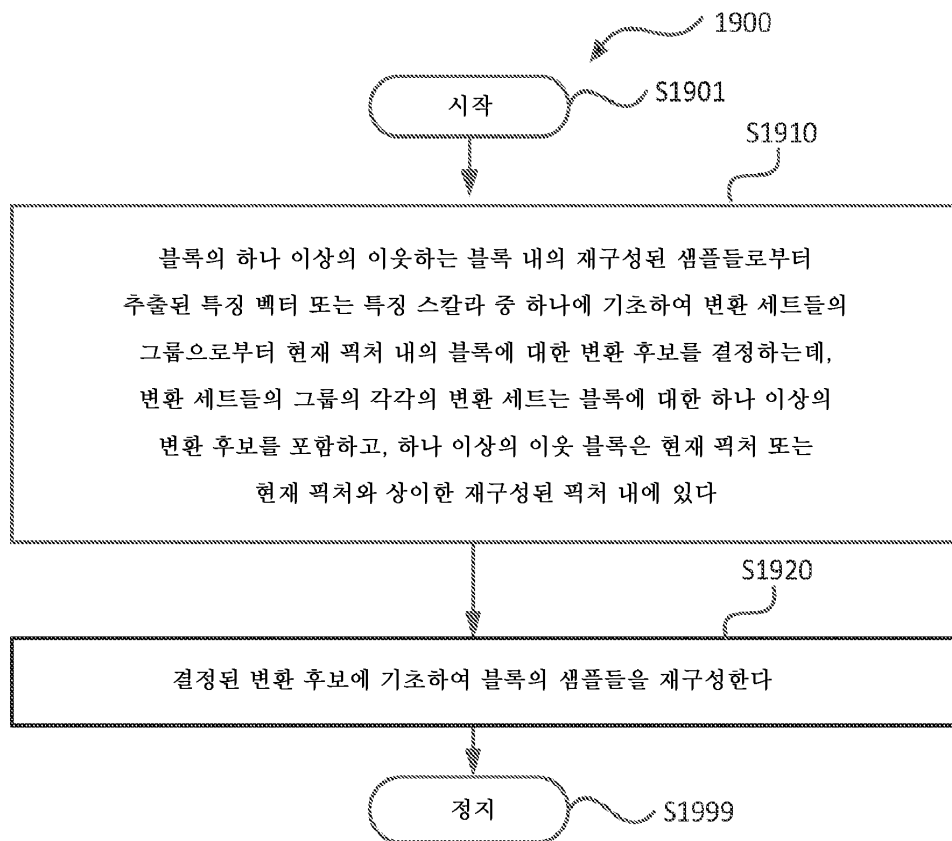
도면17d



도면18



도면19



도면20

