(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0069985
(43) 공개일자 2025년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/61 (2014.01) *H04N 19/11* (2014.01)
H04N 19/124 (2014.01) *H04N 19/132* (2014.01)
H04N 19/176 (2014.01) *H04N 19/18* (2014.01)
H04N 19/593 (2014.01) *H04N 19/70* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/61 (2015.01)
H04N 19/11 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2025-7015363(분할)
(22) 출원일자(국제) 2019년12월05일
심사청구일자 2025년05월09일
(62) 원출원 특허 10-2021-7014533
원출원일자(국제) 2019년12월05일
심사청구일자 2021년11월16일
(85) 번역문제출일자 2025년05월09일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2019/017104
(87) 국제공개번호 WO 2020/116961
국제공개일자 2020년06월11일
(30) 우선권주장
62/775,914 2018년12월06일 미국(US)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
구문모
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
임재현
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
김승환
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터
(74) 대리인
인비전 특허법인

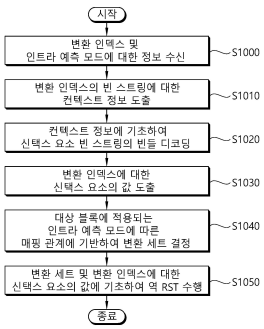
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **이차 변환에 기반한 영상 코딩 방법 및 그 장치**

(57) 요 약

본 문서에 따른 영상 디코딩 방법은 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 기반으로 역양자화를 통하여 변환 계수들을 도출하는 단계; 상기 변환 계수들에 대한 역 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계; 상기 수정된 변환 계수들에 대한 역 1차변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 기반으로 복원 픽처를 생성하는 단계를 포함하되, 상기 역 RST는 상기 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 따른 매핑 관계에 기반하여 결정되는 변환 세트 및 상기 변환 세트 각각에 포함되는 두 개의 변환 커널 매트리스 중 선택된 변환 커널 매트릭스를 기반으로 수행되고, 상기 역 RST가 적용되는지 여부 및 상기 변환 세트에 포함된 상기 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시하는 변환 인덱스에 기초하여 수행되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H04N 19/124 (2015.01)
H04N 19/132 (2015.01)
H04N 19/176 (2015.01)
H04N 19/18 (2015.01)
H04N 19/593 (2015.01)
H04N 19/70 (2015.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

디코딩 장치에 의하여 수행되는 영상 디코딩 방법에 있어서,

비트스트림으로부터 예측 정보와 양자화된 변환 계수들을 획득하는 단계;

상기 양자화된 변환 계수들을 기반으로 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 대한 역양자화를 기반으로 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 변환 계수들에 대한 역 2차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 수정된 변환 계수들에 대한 역 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 단계;

상기 예측 정보를 기반으로 상기 대상 블록에 대한 예측 샘플들을 도출하는 단계; 및

상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들 및 상기 예측 샘플들을 기반으로 복원 픽처를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계는

변환 커널 매트릭스를 도출하는 단계, 및

상기 변환 계수들과 상기 변환 커널 매트릭스의 매트릭스 동작을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 변환 커널 매트릭스는 변환 인덱스 및 변환 세트를 기반으로 획득되고,

상기 변환 인덱스는 제1 인덱스 정보, 제2 인덱스 정보 및 제3 인덱스 정보 중 적어도 하나를 나타내되, 상기 제1 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환이 상기 대상 블록에 적용되지 않음을 나타내고, 상기 제2 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제1 변환 커널 매트릭스를 나타내고, 상기 제3 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제2 변환 커널 매트릭스를 나타내고,

상기 변환 세트는 상기 대상 블록의 인트라 예측 모드를 기반으로 결정되고,

상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드는 4개의 변환 세트들 중 하나로 맵핑되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 0 또는 1인 것을 기반으로 제1 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 2보다 크거나 같고 12보다 작거나 같은 것을 기반으로 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 13보다 크거나 같고 23보다 작거나 같은 것을 기반으로 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 24보다 크거나 같고 44보다 작거나 같은 것을 기반으로 제4 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 45보다 크거나 같고 55보다 작거나 같은 것을 기반으로 상기 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 56보다 크거나 같은 것을 기반으로 상기 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 영상 디코딩 방법.

청구항 2

영상 인코딩 장치에 의하여 수행되는 영상 인코딩 방법에 있어서,

대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드를 기반으로 예측 샘플들을 도출하는 단계;

상기 예측 샘플들을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 단계;

상기 레지듀얼 샘플들에 대한 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 변환 계수들에 대한 2차 변환을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 수정된 변환 계수들의 양자화를 기반으로 양자화된 변환 계수들을 도출하는 단계; 및

예측 정보, 상기 양자화된 변환 계수들에 관한 정보 및 변환 커널 매트릭스에 관련된 변환 인덱스를 인코딩하는 단계를 포함하되,

상기 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계는

변환 커널 세트와 상기 변환 커널 매트릭스를 결정하는 단계, 및

상기 변환 계수들과 상기 변환 커널 매트릭스의 매트릭스 동작을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 변환 인덱스는 제1 인덱스 정보, 제2 인덱스 정보 및 제3 인덱스 정보 중 적어도 하나를 나타내되, 상기 제1 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환이 상기 대상 블록에 적용되지 않음을 나타내고, 상기 제2 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제1 변환 커널 매트릭스를 나타내고, 상기 제3 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제2 변환 커널 매트릭스를 나타내고,

상기 변환 세트는 상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드를 기반으로 결정되고,

상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드는 4개의 변환 세트들 중 하나로 맵핑되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 0 또는 1인 것을 기반으로 제1 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 2보다 크거나 같고 12보다 작거나 같은 것을 기반으로 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 13보다 크거나 같고 23보다 작거나 같은 것을 기반으로 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 24보다 크거나 같고 44보다 작거나 같은 것을 기반으로 제4 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 45보다 크거나 같고 55보다 작거나 같은 것을 기반으로 상기 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 56보다 크거나 같은 것을 기반으로 상기 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 영상 인코딩 방법.

청구항 3

비일시적 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체로서, 인코딩 방법에 의하여 생성된 인코딩된 정보를 저장하고, 상기 인코딩 방법은,

대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드를 기반으로 예측 샘플들을 도출하는 단계;

상기 예측 샘플들을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 단계;

상기 레지듀얼 샘플들에 대한 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 변환 계수들에 대한 2차 변환을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 수정된 변환 계수들의 양자화를 기반으로 양자화된 변환 계수들을 도출하는 단계; 및

예측 정보, 상기 양자화된 변환 계수들에 관한 정보 및 변환 커널 매트릭스에 관련된 변환 인덱스를 인코딩하는 단계를 포함하되,

상기 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계는

변환 커널 세트와 상기 변환 커널 매트릭스를 결정하는 단계, 및

상기 변환 계수들과 상기 변환 커널 매트릭스의 매트릭스 동작을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 변환 인덱스는 제1 인덱스 정보, 제2 인덱스 정보 및 제3 인덱스 정보 중 적어도 하나를 나타내되, 상기 제1 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환이 상기 대상 블록에 적용되지 않음을 나타내고, 상기 제2 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제1 변환 커널 매트릭스를 나타내고, 상기 제3 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제2 변환 커널 매트릭스를 나타내고,

상기 변환 세트는 상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드를 기반으로 결정되고,

상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드는 4개의 변환 세트들 중 하나로 맵핑되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 0 또는 1인 것을 기반으로 제1 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 2보다 크거나 같고 12보다 작거나 같은 것을 기반으로 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 13보다 크거나 같고 23보다 작거나 같은 것을 기반으로 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 24보다 크거나 같고 44보다 작거나 같은 것을 기반으로 제4 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 45보다 크거나 같고 55보다 작거나 같은 것을 기반으로 상기 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 56보다 크거나 같은 것을 기반으로 상기 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 저장 매체.

청구항 4

영상에 대한 데이터의 전송 방법에 있어서,

상기 영상에 대한 비트스트림을 획득하는 단계, 상기 비트스트림은

대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드를 기반으로 예측 샘플들을 도출하는 단계;

상기 예측 샘플들을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 단계;

상기 레지듀얼 샘플들에 대한 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 변환 계수들에 대한 2차 변환을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계;

상기 수정된 변환 계수들의 양자화를 기반으로 양자화된 변환 계수들을 도출하는 단계; 및

예측 정보, 상기 양자화된 변환 계수들에 관한 정보 및 변환 커널 매트릭스에 관련된 변환 인덱스를 인코딩하는 단계를 기반으로 생성되고, 및

상기 비트스트림을 포함하는 상기 데이터를 전송하는 단계를 포함하고,

상기 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계는

변환 커널 세트와 상기 변환 커널 매트릭스를 결정하는 단계, 및

상기 변환 계수들과 상기 변환 커널 매트릭스의 매트릭스 동작을 수행하는 단계를 포함하고,

상기 변환 인덱스는 제1 인덱스 정보, 제2 인덱스 정보 및 제3 인덱스 정보 중 적어도 하나를 나타내되, 상기 제1 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환이 상기 대상 블록에 적용되지 않음을 나타내고, 상기 제2 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제1 변환 커널 매트릭스를 나타내고, 상기 제3 인덱스 정보는 상기 역 2차 변환을 위한 상기 변환 커널 매트릭스로서 제2 변환 커널 매트릭스를 나타내고,

상기 변환 세트는 상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드를 기반으로 결정되고,

상기 대상 블록의 상기 인트라 예측 모드는 4개의 변환 세트들 중 하나로 맵핑되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 0 또는 1인 것을 기반으로 제1 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 2보다 크거나 같고 12보다 작거나 같은 것을 기반으로 제2 변환 세

트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 13보다 크거나 같고 23보다 작거나 같은 것을 기반으로 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 24보다 크거나 같고 44보다 작거나 같은 것을 기반으로 제4 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 45보다 크거나 같고 55보다 작거나 같은 것을 기반으로 상기 제3 변환 세트 인덱스 값으로 결정되고,

상기 변환 세트는 상기 인트라 예측 모드가 56보다 크거나 같은 것을 기반으로 상기 제2 변환 세트 인덱스 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 전송 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 문서는 영상 코딩 기술에 관한 것으로서 보다 상세하게는 영상 코딩 시스템에서 변환(transform)에 기반한 영상 코딩 방법 및 그 장치에 관한 것이다

배 경 기 술

[0002] 최근 4K 또는 8K 이상의 UHD(Ultra High Definition) 영상/비디오와 같은 고해상도, 고품질의 영상/비디오에 대한 수요가 다양한 분야에서 증가하고 있다. 영상/비디오 데이터가 고해상도, 고품질이 될수록 기존의 영상/비디오 데이터에 비해 상대적으로 전송되는 정보량 또는 비트량이 증가하기 때문에 기존의 유무선 광대역 회선과 같은 매체를 이용하여 영상 데이터를 전송하거나 기존의 저장 매체를 이용해 영상/비디오 데이터를 저장하는 경우, 전송 비용과 저장 비용이 증가된다.

[0003] 또한, 최근 VR(Virtual Reality), AR(Artificial Realtiy) 컨텐츠나 홀로그램 등의 실감 미디어(Immersive Media)에 대한 관심 및 수요가 증가하고 있으며, 게임 영상과 같이 현실 영상과 다른 영상 특성을 갖는 영상/비디오에 대한 방송이 증가하고 있다.

[0004] 이에 따라, 상기와 같은 다양한 특성을 갖는 고해상도 고품질의 영상/비디오의 정보를 효과적으로 압축하여 전송하거나 저장하고, 재생하기 위해 고효율의 영상/비디오 압축 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 문서의 기술적 과제는 영상 코딩 효율을 높이는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0006] 본 문서의 다른 기술적 과제는 변환 효율을 높이는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0007] 본 문서의 또 다른 기술적 과제는 변환 인덱스의 코딩을 통하여 2차 변환의 효율을 높이는 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0008] 본 문서의 또 다른 기술적 과제는 RST(reduced secondary transform)에 기반한 영상 코딩 방법 및 장치를 제공함에 있다.

[0009] 본 문서의 또 다른 기술적 과제는 코딩 효율을 증가시킬 수 있는 변환 세트를 기반으로 하는 영상 코딩 방법 및 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 문서의 일 실시예에 따르면, 디코딩 장치에 의하여 수행되는 영상 디코딩 방법을 제공한다. 상기 방법은 비트스트림으로부터 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 도출하는 단계; 상기 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 기반으로 역양자화를 통하여 변환 계수들을 도출하는 단계; 상기 변환 계수들에 대한 역 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 단계; 상기 수정된 변환 계수들에 대한 역 1차변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 단계; 및 상기 대상 블록에

대한 레지듀얼 샘플들을 기반으로 복원 픽처를 생성하는 단계를 포함하되, 상기 역 RST는 상기 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 따른 매핑 관계에 기반하여 결정되는 변환 세트 및 상기 변환 세트 각각에 포함되는 두 개의 변환 커널 매트리스 중 선택된 변환 커널 매트릭스를 기반으로 수행되고, 상기 역 RST가 적용되는지 여부 및 상기 변환 세트에 포함된 상기 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시하는 변환 인덱스에 기초하여 수행될 수 있다.

[0011] 본 문서의 다른 일 실시예에 따르면, 영상 디코딩을 수행하는 디코딩 장치가 제공된다. 상기 디코딩 장치는 비트스트림으로부터 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들 및 예측에 대한 정보를 도출하는 엔트로피 디코딩부; 상기 예측에 대한 정보를 기반으로 대상 블록에 대한 예측 샘플을 생성하는 예측부; 상기 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 기반으로 역양자화를 통하여 변환 계수들을 도출하는 역양자화부; 상기 변환 계수들에 대한 역 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 역 RST부와 상기 수정된 변환 계수들에 대한 역 1차변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 역 1차변환부를 포함하는 역변환부; 상기 레지듀얼 샘플들 및 상기 예측 샘플들을 기반으로 복원 샘플들을 생성하는 가산부를 포함하되, 상기 역 RST는 상기 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 따른 매핑 관계에 기반하여 결정되는 변환 세트 및 상기 변환 세트 각각에 포함되는 두 개의 변환 커널 매트리스 중 선택된 변환 커널 매트릭스를 기반으로 수행되고, 상기 역 RST가 적용되는지 여부 및 상기 변환 세트에 포함된 상기 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시하는 변환 인덱스에 기초하여 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 문서의 일 실시예에 따르면, 인코딩 장치에 의하여 수행되는 영상 인코딩 방법을 제공한다. 상기 방법은 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 기초하여 예측 샘플들을 도출하는 단계; 상기 예측 샘플에 기초하여 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 단계; 상기 레지듀얼 샘플에 대한 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 변환 계수들을 도출하는 단계; 상기 변환 계수에 대한 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하되, 상기 역 RST는 상기 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 따른 매핑 관계에 기반하여 결정되는 변환 세트 및 상기 변환 세트 각각에 포함되는 두 개의 변환 커널 매트리스 중 선택된 변환 커널 매트릭스를 기반으로 수행되고, 상기 수정된 변환 계수들 기반으로 양자화를 수행하여 양자화된 변환 계수들을 도출하는 단계와; 상기 RST가 적용되는지 여부 및 상기 변환 세트에 포함된 상기 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시하는 변환 인덱스를 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 문서의 또 다른 일 실시예에 따르면, 인코딩 장치에 의하여 수행된 영상 인코딩 방법에 따라 생성된 인코딩된 영상 정보가 포함된 영상 데이터가 저장된 디지털 저장 매체가 제공될 수 있다.

[0014] 본 문서의 또 다른 일 실시예에 따르면, 디코딩 장치에 의하여 상기 영상 디코딩 방법을 수행하도록 야기하는 인코딩된 영상 정보가 포함된 영상 데이터가 저장된 디지털 저장 매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 문서에 따르면 전반적인 영상/비디오 압축 효율을 높일 수 있다.

[0016] 본 문서에 따르면 변환 인덱스의 코딩을 통하여 2차 변환의 효율을 높일 수 있다.

[0017] 본 문서에 따르면 변환 세트를 기반으로 영상 코딩을 수행하여 영상 코딩 효율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 문서가 적용될 수 있는 비디오/영상 코딩 시스템의 예를 개략적으로 나타낸다.

도 2는 본 문서가 적용될 수 있는 비디오/영상 인코딩 장치의 구성을 개략적으로 설명하는 도면이다.

도 3은 본 문서가 적용될 수 있는 비디오/영상 디코딩 장치의 구성을 개략적으로 설명하는 도면이다.

도 4는 본 문서의 일 실시예에 따른 다중 변환 기법을 개략적으로 나타낸다.

도 5는 65개 예측 방향의 인트라 방향성 모드들을 예시적으로 나타낸다.

도 6은 본 문서의 일 실시예에 따른 RST를 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 문서의 일 실시예에 다른 변환 계수의 스캐닝 순서를 도시한 도면이다.

도 8은 본 문서의 일 실시예에 따른 역 RST 과정을 도시한 흐름도이다.

도 9는 본 문서의 일 실시예에 따른 비디오 디코딩 장치의 동작을 도시하는 흐름도이다.

도 10은 본 문서의 일 실시예에 따른 역 RST를 설명하기 위한 제어 흐름도이다.

도 11은 본 문서의 일 실시예에 따른 비디오 인코딩 장치의 동작을 도시하는 흐름도이다.

도 12는 본 문서의 일 실시예에 따른 RST를 설명하기 위한 제어 흐름도이다.

도 13은 본 문서가 적용되는 컨텐츠 스트리밍 시스템 구조도를 예시적으로 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 문서는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 문서를 특정 실시예에 한정하려고 하는 것이 아니다. 본 명세서에서 상용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 문서의 기술적 사상을 한정하려는 의도로 사용되는 것은 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 한편, 본 문서에서 설명되는 도면상의 각 구성들은 서로 다른 특징적인 기능들에 관한 설명의 편의를 위해 독립적으로 도시된 것으로서, 각 구성들이 서로 별개의 하드웨어나 별개의 소프트웨어로 구현된다는 것을 의미하지는 않는다. 예컨대, 각 구성 중 두 개 이상의 구성이 합쳐져 하나의 구성을 이룰 수도 있고, 하나의 구성이 복수의 구성으로 나뉘어질 수도 있다. 각 구성이 통합 및/또는 분리된 실시예도 본 문서의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 문서의 권리범위에 포함된다.

[0021] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 문서의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이하, 도면상의 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 사용하고 동일한 구성 요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0022] 이 문서는 비디오/영상 코딩에 관한 것이다. 예를 들어 이 문서에서 개시된 방법/실시예는 VVC (Versatile Video Coding) 표준 (ITU-T Rec. H.266), VVC 이후의 차세대 비디오/이미지 코딩 표준, 또는 그 이외의 비디오 코딩 관련 표준들(예를 들어, HEVC (High Efficiency Video Coding) 표준 (ITU-T Rec. H.265), EVC(essential video coding) 표준, AVS2 표준 등)과 관련될 수 있다.

[0023] 이 문서에서는 비디오/영상 코딩에 관한 다양한 실시예들을 제시하며, 다른 언급이 없는 한 상기 실시예들은 서로 조합되어 수행될 수도 있다.

[0024] 이 문서에서 비디오(video)는 시간의 흐름에 따른 일련의 영상(image)들의 집합을 의미할 수 있다. 픽처(picture)는 일반적으로 특정 시간대의 하나의 영상을 나타내는 단위를 의미하며, 슬라이스(slice)/타일(tile)는 코딩에 있어서 픽처의 일부를 구성하는 단위이다. 슬라이스/타일은 하나 이상의 CTU(coding tree unit)을 포함할 수 있다. 하나의 픽처는 하나 이상의 슬라이스/타일로 구성될 수 있다. 하나의 픽처는 하나 이상의 타일 그룹으로 구성될 수 있다. 하나의 타일 그룹은 하나 이상의 타일들을 포함할 수 있다.

[0025] 픽셀(pixel) 또는 펠(pel)은 하나의 픽처(또는 영상)을 구성하는 최소의 단위를 의미할 수 있다. 또한, 픽셀에 대응하는 용어로서 '샘플(sample)'이 사용될 수 있다. 샘플은 일반적으로 픽셀 또는 픽셀의 값을 나타낼 수 있으며, 루마(luma) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있고, 크로마(chroma) 성분의 픽셀/픽셀 값만을 나타낼 수도 있다. 또는 샘플은 공간 도메인에서의 픽셀값을 의미할 수도 있고, 이러한 픽셀값이 주파수 도메인으로 변환되면 주파수 도메인에서의 변환 계수를 의미할 수도 있다.

[0026] 유닛(unit)은 영상 처리의 기본 단위를 나타낼 수 있다. 유닛은 픽처의 특정 영역 및 해당 영역에 관련된 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 하나의 유닛은 하나의 루마 블록 및 두개의 크로마(ex. cb, cr) 블록을 포함할 수 있다. 유닛은 경우에 따라서 블록(block) 또는 영역(area) 등의 용어와 혼용하여 사용될 수 있다. 일반적인 경우, MxN 블록은 M개의 열과 N개의 행으로 이루어진 샘플들(또는 샘플 어레이) 또는 변환 계수(transform coefficient)들의 집합(또는 어레이)을 포함할 수 있다.

[0027] 이 문서에서 “/” 와 ","는 “및/또는”으로 해석된다. 예를 들어, “A/B”는 “A 및/또는 B”로 해석되고, “

A, B"는 "A 및/또는 B"로 해석된다. 추가적으로, "A/B/C"는 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나"를 의미한다. 또한, "A, B, C"도 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나"를 의미한다. (In this document, the term "/" and "," should be interpreted to indicate "and/or." For instance, the expression "A/B" may mean "A and/or B." Further, "A, B" may mean "A and/or B." Further, "A/B/C" may mean "at least one of A, B, and/or C." Also, "A/B/C" may mean "at least one of A, B, and/or C.")

[0028] 추가적으로, 본 문서에서 "또는"는 "및/또는"으로 해석된다. 예를 들어, "A 또는 B"은, 1) "A" 만을 의미하고, 2) "B" 만을 의미하거나, 3) "A 및 B"를 의미할 수 있다. 달리 표현하면, 본 문서의 "또는"은 "추가적으로 또는 대체적으로(additionally or alternatively)"를 의미할 수 있다. (Further, in the document, the term "or" should be interpreted to indicate "and/or." For instance, the expression "A or B" may comprise 1) only A, 2) only B, and/or 3) both A and B. In other words, the term "or" in this document should be interpreted to indicate "additionally or alternatively.")

[0029] 도 1은 본 문서를 적용될 수 있는 비디오/영상 코딩 시스템의 예를 개략적으로 나타낸다.

[0030] 도 1을 참조하면, 비디오/영상 코딩 시스템은 소스 디바이스 및 수신 디바이스를 포함할 수 있다. 소스 디바이스는 인코딩된 비디오(video)/영상(image) 정보 또는 데이터를 파일 또는 스트리밍 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 디바이스로 전달할 수 있다.

[0031] 상기 소스 디바이스는 비디오 소스, 인코딩 장치, 전송부를 포함할 수 있다. 상기 수신 디바이스는 수신부, 디코딩 장치 및 렌더러를 포함할 수 있다. 상기 인코딩 장치는 비디오/영상 인코딩 장치라고 불릴 수 있고, 상기 디코딩 장치는 비디오/영상 디코딩 장치라고 불릴 수 있다. 송신기는 인코딩 장치에 포함될 수 있다. 수신기는 디코딩 장치에 포함될 수 있다. 렌더러는 디스플레이부를 포함할 수도 있고, 디스플레이부는 별개의 디바이스 또는 외부 컴포넌트로 구성될 수도 있다.

[0032] 비디오 소스는 비디오/영상의 캡쳐, 합성 또는 생성 과정 등을 통하여 비디오/영상을 획득할 수 있다. 비디오 소스는 비디오/영상 캡쳐 디바이스 및/또는 비디오/영상 생성 디바이스를 포함할 수 있다. 비디오/영상 캡쳐 디바이스는 예를 들어, 하나 이상의 카메라, 이전에 캡쳐된 비디오/영상을 포함하는 비디오/영상 아카이브 등을 포함할 수 있다. 비디오/영상 생성 디바이스는 예를 들어 컴퓨터, 타블렛 및 스마트폰 등을 포함할 수 있으며 (전자적으로) 비디오/영상을 생성할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 등을 통하여 가상의 비디오/영상이 생성될 수 있으며, 이 경우 관련 데이터가 생성되는 과정으로 비디오/영상 캡쳐 과정이 갈음될 수 있다.

[0033] 인코딩 장치는 입력 비디오/영상을 인코딩할 수 있다. 인코딩 장치는 압축 및 코딩 효율을 위하여 예측, 변환, 양자화 등 일련의 절차를 수행할 수 있다. 인코딩된 데이터(인코딩된 비디오/영상 정보)는 비트스트림(bitstream) 형태로 출력될 수 있다.

[0034] 전송부는 비트스트림 형태로 출력된 인코딩된 비디오/영상 정보 또는 데이터를 파일 또는 스트리밍 형태로 디지털 저장매체 또는 네트워크를 통하여 수신 디바이스의 수신부로 전달할 수 있다. 디지털 저장 매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장 매체를 포함할 수 있다. 전송부는 미리 정해진 파일 포맷을 통하여 미디어 파일을 생성하기 위한 엘리먼트를 포함할 수 있고, 방송/통신 네트워크를 통한 전송을 위한 엘리먼트를 포함할 수 있다. 수신부는 상기 비트스트림을 수신/추출하여 디코딩 장치로 전달할 수 있다.

[0035] 디코딩 장치는 인코딩 장치의 동작에 대응하는 역양자화, 역변환, 예측 등 일련의 절차를 수행하여 비디오/영상을 디코딩할 수 있다.

[0036] 렌더러는 디코딩된 비디오/영상을 렌더링할 수 있다. 렌더링된 비디오/영상은 디스플레이부를 통하여 디스플레이될 수 있다.

[0037] 도 2는 본 문서가 적용될 수 있는 비디오/영상 인코딩 장치의 구성을 개략적으로 설명하는 도면이다. 이하 비디오 인코딩 장치라 함은 영상 인코딩 장치를 포함할 수 있다.

[0038] 도 2를 참조하면, 인코딩 장치(200)는 영상 분할부(image partitioner, 210), 예측부(predictor, 220), 레지듀얼 처리부(residual processor, 230), 엔트로피 인코딩부(entropy encoder, 240), 가산부(adder, 250), 필터링부(filter, 260) 및 메모리(memory, 270)를 포함하여 구성될 수 있다. 예측부(220)는 인터 예측부(221) 및 인트라 예측부(222)를 포함할 수 있다. 레지듀얼 처리부(230)는 변환부(transformer, 232), 양자화부(quantizer 233), 역양자화부(dequantizer 234), 역변환부(inverse transformer, 235)를 포함할 수 있다. 레지듀얼 처리부(230)은 감산부(subtractor, 231)를 더 포함할 수 있다. 가산부(250)는 복원부(reconstructor) 또는 복원 블록

생성부(recontructged block generator)로 불릴 수 있다. 상술한 영상 분할부(210), 예측부(220), 레지듀얼 처리부(230), 엔트로피 인코딩부(240), 가산부(250) 및 필터링부(260)는 실시예에 따라 하나 이상의 하드웨어 컴포넌트(예를 들어 인코더 칩셋 또는 프로세서)에 의하여 구성될 수 있다. 또한 메모리(270)는 DPB(decoded picture buffer)를 포함할 수 있고, 디지털 저장 매체에 의하여 구성될 수도 있다. 상기 하드웨어 컴포넌트는 메모리(270)을 내/외부 컴포넌트로 더 포함할 수도 있다.

[0039] 영상 분할부(210)는 인코딩 장치(200)에 입력된 입력 영상(또는, 픽처, 프레임)를 하나 이상의 처리 유닛(processing unit)으로 분할할 수 있다. 일 예로, 상기 처리 유닛은 코딩 유닛(coding unit, CU)이라고 불릴 수 있다. 이 경우 코딩 유닛은 코딩 트리 유닛(coding tree unit, CTU) 또는 최대 코딩 유닛(largest coding unit, LCU)으로부터 QTBTTT (Quad-tree binary-tree ternary-tree) 구조에 따라 재귀적으로(recursively) 분할될 수 있다. 예를 들어, 하나의 코딩 유닛은 쿼드 트리 구조, 바이너리 트리 구조, 및/또는 터너리 구조를 기반으로 하위(deeper) 뎁스의 복수의 코딩 유닛들로 분할될 수 있다. 이 경우 예를 들어 쿼드 트리 구조가 먼저 적용되고 바이너리 트리 구조 및/또는 터너리 구조가 나중에 적용될 수 있다. 또는 바이너리 트리 구조가 먼저 적용될 수도 있다. 더 이상 분할되지 않는 최종 코딩 유닛을 기반으로 본 문서에 따른 코딩 절차가 수행될 수 있다. 이 경우 영상 특성에 따른 코딩 효율 등을 기반으로, 최대 코딩 유닛이 바로 최종 코딩 유닛으로 사용될 수 있고, 또는 필요에 따라 코딩 유닛은 재귀적으로(recursively) 보다 하위 뎁스의 코딩 유닛들로 분할되어 최적의 사이즈의 코딩 유닛이 최종 코딩 유닛으로 사용될 수 있다. 여기서 코딩 절차라 함은 후술하는 예측, 변환, 및 복원 등의 절차를 포함할 수 있다. 다른 예로, 상기 처리 유닛은 예측 유닛(PU: Prediction Unit) 또는 변환 유닛(TU: Transform Unit)을 더 포함할 수 있다. 이 경우 상기 예측 유닛 및 상기 변환 유닛은 각각 상술한 최종 코딩 유닛으로부터 분할 또는 파티셔닝될 수 있다. 상기 예측 유닛은 샘플 예측의 단위일 수 있고, 상기 변환 유닛은 변환 계수를 유도하는 단위 및/또는 변환 계수로부터 레지듀얼 신호(residual signal)를 유도하는 단위일 수 있다.

[0040] 유닛은 경우에 따라서 블록(block) 또는 영역(area) 등의 용어와 혼용하여 사용될 수 있다. 일반적인 경우, MxN 블록은 M개의 열과 N개의 행으로 이루어진 샘플들 또는 변환 계수(transform coefficient)들의 집합을 나타낼 수 있다. 샘플은 일반적으로 픽셀 또는 픽셀의 값을 나타낼 수 있으며, 휘도(luma) 성분의 픽셀/픽셀값만을 나타낼 수도 있고, 채도(chroma) 성분의 픽셀/픽셀 값만을 나타낼 수도 있다. 샘플은 하나의 픽처(또는 영상)을 픽셀(pixel) 또는 펠(pel)에 대응하는 용어로서 사용될 수 있다.

[0041] 감산부(231)는 입력 영상 신호(원본 블록, 원본 샘플들 또는 원본 샘플 어레이)에서 예측부(220)로부터 출력된 예측 신호(예측된 블록, 예측 샘플들 또는 예측 샘플 어레이)를 감산하여 레지듀얼 신호(레지듀얼 블록, 레지듀얼 샘플들 또는 레지듀얼 샘플 어레이)를 생성할 수 있고, 생성된 레지듀얼 신호는 변환부(232)로 전송된다. 예측부(220)는 처리 대상 블록(이하, 현재 블록이라 함)에 대한 예측을 수행하고, 상기 현재 블록에 대한 예측 샘플들을 포함하는 예측된 블록(predicted block)을 생성할 수 있다. 예측부(220)는 현재 블록 또는 CU 단위로 인트라 예측이 적용되는지 또는 인터 예측이 적용되는지 결정할 수 있다. 예측부는 각 예측모드에 대한 설명에서 후술하는 바와 같이 예측 모드 정보 등 예측에 관한 다양한 정보를 생성하여 엔트로피 인코딩부(240)로 전달할 수 있다. 예측에 관한 정보는 엔트로피 인코딩부(240)에서 인코딩되어 비트스트림 형태로 출력될 수 있다.

[0042] 인트라 예측부(222)는 현재 픽처 내의 샘플들을 참조하여 현재 블록을 예측할 수 있다. 상기 참조되는 샘플들은 예측 모드에 따라 상기 현재 블록의 주변(neighbor)에 위치할 수 있고, 또는 떨어져서 위치할 수도 있다. 인트라 예측에서 예측 모드들은 복수의 비방향성 모드와 복수의 방향성 모드를 포함할 수 있다. 비방향성 모드는 예를 들어 DC 모드 및 플래너 모드(Planar 모드)를 포함할 수 있다. 방향성 모드는 예측 방향의 세밀한 정도에 따라 예를 들어 33개의 방향성 예측 모드 또는 65개의 방향성 예측 모드를 포함할 수 있다. 다만, 이는 예시로서 설정에 따라 그 이상 또는 그 이하의 개수의 방향성 예측 모드들이 사용될 수 있다. 인트라 예측부(222)는 주변 블록에 적용된 예측 모드를 이용하여, 현재 블록에 적용되는 예측 모드를 결정할 수도 있다.

[0043] 인터 예측부(221)는 참조 픽처 상에서 움직임 벡터에 의해 특정되는 참조 블록(참조 샘플 어레이)을 기반으로, 현재 블록에 대한 예측된 블록을 유도할 수 있다. 이때, 인터 예측 모드에서 전송되는 움직임 정보의 양을 줄이기 위해 주변 블록과 현재 블록 간의 움직임 정보의 상관성에 기초하여 움직임 정보를 블록, 서브블록 또는 샘플 단위로 예측할 수 있다. 상기 움직임 정보는 움직임 벡터 및 참조 픽처 인덱스를 포함할 수 있다. 상기 움직임 정보는 인터 예측 방향(L0 예측, L1 예측, Bi 예측 등) 정보를 더 포함할 수 있다. 인터 예측의 경우에, 주변 블록은 현재 픽처 내에 존재하는 공간적 주변 블록(spatial neighboring block)과 참조 픽처에 존재하는 시간적 주변 블록(temporal neighboring block)을 포함할 수 있다. 상기 참조 블록을 포함하는 참조 픽처와 상기 시간적 주변 블록을 포함하는 참조 픽처는 동일할 수도 있고, 다를 수도 있다. 상기 시간적 주변 블록은 동일

위치 참조 블록(collocated reference block), 동일 위치 CU(colCU) 등의 이름으로 불릴 수 있으며, 상기 시간적 주변 블록을 포함하는 참조 픽처는 동일 위치 픽처(collocated picture, colPic)라고 불릴 수도 있다. 예를 들어, 인터 예측부(221)는 주변 블록들을 기반으로 움직임 정보 후보 리스트를 구성하고, 상기 현재 블록의 움직임 벡터 및/또는 참조 픽처 인덱스를 도출하기 위하여 어떤 후보가 사용되는지를 지시하는 정보를 생성할 수 있다. 다양한 예측 모드를 기반으로 인터 예측이 수행될 수 있으며, 예를 들어 스킵 모드와 머지 모드의 경우에, 인터 예측부(221)는 주변 블록의 움직임 정보를 현재 블록의 움직임 정보로 이용할 수 있다. 스킵 모드의 경우, 머지 모드와 달리 레지듀얼 신호가 전송되지 않을 수 있다. 움직임 정보 예측(motion vector prediction, MVP) 모드의 경우, 주변 블록의 움직임 벡터를 움직임 벡터 예측자(motion vector predictor)로 이용하고, 움직임 벡터 차분(motion vector difference)을 시그널링함으로써 현재 블록의 움직임 벡터를 지시할 수 있다.

[0044] 예측부(220)는 후술하는 다양한 예측 방법을 기반으로 예측 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 예측부는 하나의 블록에 대한 예측을 위하여 인트라 예측 또는 인터 예측을 적용할 수 있을 뿐 아니라, 인트라 예측과 인터 예측을 동시에 적용할 수 있다. 이는 combined inter and intra prediction (CIIP)라고 불릴 수 있다. 또한, 예측부는 블록에 대한 예측을 위하여 인트라 블록 카피(intra block copy, IBC)를 수행할 수도 있다. 상기 인트라 블록 카피는 예를 들어 SCC(screen content coding) 등과 같이 게임 등의 컨텐츠 영상/동영상 코딩을 위하여 사용될 수 있다. IBC는 기본적으로 현재 픽처 내에서 예측을 수행하나 현재 픽처 내에서 참조 블록을 도출하는 점에서 인터 예측과 유사하게 수행될 수 있다. 즉, IBC는 본 문서에서 설명되는 인터 예측 기법들 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.

[0045] 인터 예측부(221) 및/또는 인트라 예측부(222)를 통해 생성된 예측 신호는 복원 신호를 생성하기 위해 이용되거나 레지듀얼 신호를 생성하기 위해 이용될 수 있다. 변환부(232)는 레지듀얼 신호에 변환 기법을 적용하여 변환 계수들(transform coefficients)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 변환 기법은 DCT(Discrete Cosine Transform), DST(Discrete Sine Transform), GBT(Graph-Based Transform), 또는 CNT(Conditionally Non-linear Transform) 등을 포함할 수 있다. 여기서, GBT는 픽셀 간의 관계 정보를 그래프로 표현한다고 할 때 이 그래프로부터 얻어진 변환을 의미한다. CNT는 이전에 복원된 모든 픽셀(all previously reconstructed pixel)를 이용하여 예측 신호를 생성하고 그에 기초하여 획득되는 변환을 의미한다. 또한, 변환 과정은 정사각형의 동일한 크기를 갖는 픽셀 블록에 적용될 수도 있고, 정사각형이 아닌 가변 크기의 블록에도 적용될 수 있다.

[0046] 양자화부(233)는 변환 계수들을 양자화하여 엔트로피 인코딩부(240)로 전송되고, 엔트로피 인코딩부(240)는 양자화된 신호(양자화된 변환 계수들에 관한 정보)를 인코딩하여 비트스트림으로 출력할 수 있다. 상기 양자화된 변환 계수들에 관한 정보는 레지듀얼 정보라고 불릴 수 있다. 양자화부(233)는 계수 스캔 순서(scan order)를 기반으로 블록 형태의 양자화된 변환 계수들을 1차원 벡터 형태로 재정렬할 수 있고, 상기 1차원 벡터 형태의 양자화된 변환 계수들을 기반으로 상기 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 생성할 수도 있다. 엔트로피 인코딩부(240)는 예를 들어 지수 골롬(exponential Golomb), CAVLC(context-adaptive variable length coding), CABAC(context-adaptive binary arithmetic coding) 등과 같은 다양한 인코딩 방법을 수행할 수 있다. 엔트로피 인코딩부(240)는 양자화된 변환 계수들 외 비디오/이미지 복원에 필요한 정보들(예컨대 신택스 요소들(syntax elements)의 값 등)을 함께 또는 별도로 인코딩할 수도 있다. 인코딩된 정보(ex. 인코딩된 비디오/영상 정보)는 비트스트림 형태로 NAL(network abstraction layer) 유닛 단위로 전송 또는 저장될 수 있다. 상기 비디오/영상 정보는 어댑테이션 파라미터 세트(APS), 픽처 파라미터 세트(PPS), 시퀀스 파라미터 세트(SPS) 또는 비디오 파라미터 세트(VPS) 등 다양한 파라미터 세트에 관한 정보를 더 포함할 수 있다. 또한 상기 비디오/영상 정보는 일반 제한 정보(general constraint information)을 더 포함할 수 있다. 본 문서에서 후술되는 시그널링/전송되는 정보 및/또는 신택스 요소들은 상술한 인코딩 절차를 통하여 인코딩되어 상기 비트스트림에 포함될 수 있다. 상기 비트스트림은 네트워크를 통하여 전송될 수 있고, 또는 디지털 저장매체에 저장될 수 있다. 여기서 네트워크는 방송망 및/또는 통신망 등을 포함할 수 있고, 디지털 저장매체는 USB, SD, CD, DVD, 블루레이, HDD, SSD 등 다양한 저장매체를 포함할 수 있다. 엔트로피 인코딩부(240)로부터 출력된 신호는 전송하는 전송부(미도시) 및/또는 저장하는 저장부(미도시)가 인코딩 장치(200)의 내/외부 엘리먼트로서 구성될 수 있고, 또는 전송부는 엔트로피 인코딩부(240)에 포함될 수도 있다.

[0047] 양자화부(233)로부터 출력된 양자화된 변환 계수들은 예측 신호를 생성하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 양자화된 변환 계수들에 역양자화부(234) 및 역변환부(235)를 통해 역양자화 및 역변환을 적용함으로써 레지듀얼 신호(레지듀얼 블록 or 레지듀얼 샘플들)를 복원할 수 있다. 가산부(250)는 복원된 레지듀얼 신호를 예측부(220)로부터 출력된 예측 신호에 더함으로써 복원(reconstructed) 신호(복원 픽처, 복원 블록, 복원 샘플들 또

는 복원 샘플 어레이)가 생성될 수 있다. 스킵 모드가 적용된 경우와 같이 처리 대상 블록에 대한 레지듀얼이 없는 경우, 예측된 블록이 복원 블록으로 사용될 수 있다. 생성된 복원 신호는 현재 픽처 내 다음 처리 대상 블록의 인트라 예측을 위하여 사용될 수 있고, 후술하는 바와 같이 필터링을 거쳐서 다음 픽처의 인터 예측을 위하여 사용될 수도 있다.

[0048] 한편 픽처 인코딩 및/또는 복원 과정에서 LMCS (luma mapping with chroma scaling)가 적용될 수도 있다.

[0049] 필터링부(260)는 복원 신호에 필터링을 적용하여 주관적/객관적 화질을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 필터링부(260)은 복원 픽처에 다양한 필터링 방법을 적용하여 수정된(modified) 복원 픽처를 생성할 수 있고, 상기 수정된 복원 픽처를 메모리(270), 구체적으로 메모리(270)의 DPB에 저장할 수 있다. 상기 다양한 필터링 방법은 예를 들어, 디블록킹 필터링, 샘플 적응적 오프셋(sample adaptive offset, SAO), 적응적 루프 필터(adaptive loop filter), 양방향 필터(bilateral filter) 등을 포함할 수 있다. 필터링부(260)은 각 필터링 방법에 대한 설명에서 후술하는 바와 같이 필터링에 관한 다양한 정보를 생성하여 엔트로피 인코딩부(290)로 전달할 수 있다. 필터링 관한 정보는 엔트로피 인코딩부(290)에서 인코딩되어 비트스트림 형태로 출력될 수 있다.

[0050] 메모리(270)에 전송된 수정된 복원 픽처는 인터 예측부(280)에서 참조 픽처로 사용될 수 있다. 인코딩 장치는 이를 통하여 인터 예측이 적용되는 경우, 인코딩 장치(200)와 디코딩 장치에서의 예측 미스매치를 피할 수 있고, 부호화 효율도 향상시킬 수 있다.

[0051] 메모리(270)의 DPB는 수정된 복원 픽처를 인터 예측부(221)에서의 참조 픽처로 사용하기 위해 저장할 수 있다. 메모리(270)는 현재 픽처 내 움직임 정보가 도출된(또는 인코딩된) 블록의 움직임 정보 및/또는 이미 복원된 픽처 내 블록들의 움직임 정보를 저장할 수 있다. 상기 저장된 움직임 정보는 공간적 주변 블록의 움직임 정보 또는 시간적 주변 블록의 움직임 정보로 활용하기 위하여 인터 예측부(221)에 전달할 수 있다. 메모리(270)는 현재 픽처 내 복원된 블록들의 복원 샘플들을 저장할 수 있고, 인트라 예측부(222)에 전달할 수 있다.

[0052] 도 3은 본 문서가 적용될 수 있는 비디오/영상 디코딩 장치의 구성을 개략적으로 설명하는 도면이다.

[0053] 도 3을 참조하면, 디코딩 장치(300)는 엔트로피 디코딩부(entropy decoder, 310), 레지듀얼 처리부(residual processor, 320), 예측부(predictor, 330), 가산부(adder, 340), 필터링부(filter, 350) 및 메모리(memoery, 360)를 포함하여 구성될 수 있다. 예측부(330)는 인터 예측부(331) 및 인트라 예측부(332)를 포함할 수 있다. 레지듀얼 처리부(320)는 역양자화부(dequantizer, 321) 및 역변환부(inverse transformer, 321)를 포함할 수 있다. 상술한 엔트로피 디코딩부(310), 레지듀얼 처리부(320), 예측부(330), 가산부(340) 및 필터링부(350)는 실시예에 따라 하나의 하드웨어 컴포넌트(예를 들어 디코더 칩셋 또는 프로세서)에 의하여 구성될 수 있다. 또한 메모리(360)는 DPB(decoded picture buffer)를 포함할 수 있고, 디지털 저장 매체에 의하여 구성될 수도 있다. 상기 하드웨어 컴포넌트는 메모리(360)을 내/외부 컴포넌트로 더 포함할 수도 있다.

[0054] 비디오/영상 정보를 포함하는 비트스트림이 입력되면, 디코딩 장치(300)는 도 2의 인코딩 장치에서 비디오/영상 정보가 처리된 프로세스에 대응하여 영상을 복원할 수 있다. 예를 들어, 디코딩 장치(300)는 상기 비트스트림으로부터 획득한 블록 분할 관련 정보를 기반으로 유닛들/블록들을 도출할 수 있다. 디코딩 장치(300)는 인코딩 장치에서 적용된 처리 유닛을 이용하여 디코딩을 수행할 수 있다. 따라서 디코딩의 처리 유닛은 예를 들어 코딩 유닛일 수 있고, 코딩 유닛은 코딩 트리 유닛 또는 최대 코딩 유닛으로부터 쿼드 트리 구조, 바이너리 트리 구조 및/또는 터너리 트리 구조를 따라서 분할될 수 있다. 코딩 유닛으로부터 하나 이상의 변환 유닛이 도출될 수 있다. 그리고, 디코딩 장치(300)를 통해 디코딩 및 출력된 복원 영상 신호는 재생 장치를 통해 재생될 수 있다.

[0055] 디코딩 장치(300)는 도 2의 인코딩 장치로부터 출력된 신호를 비트스트림 형태로 수신할 수 있고, 수신된 신호는 엔트로피 디코딩부(310)를 통해 디코딩될 수 있다. 예를 들어, 엔트로피 디코딩부(310)는 상기 비트스트림을 파싱하여 영상 복원(또는 픽처 복원)에 필요한 정보(ex. 비디오/영상 정보)를 도출할 수 있다. 상기 비디오/영상 정보는 어댑테이션 파라미터 세트(APS), 픽처 파라미터 세트(PPS), 시퀀스 파라미터 세트(SPS) 또는 비디오 파라미터 세트(VPS) 등 다양한 파라미터 세트에 관한 정보를 더 포함할 수 있다. 또한 상기 비디오/영상 정보는 일반 제한 정보(general constraint information)을 더 포함할 수 있다. 디코딩 장치는 상기 파라미터 세트에 관한 정보 및/또는 상기 일반 제한 정보를 더 기반으로 픽처를 디코딩할 수 있다. 본 문서에서 후술되는 시그널링/수신되는 정보 및/또는 신택스 요소들은 상기 디코딩 절차를 통하여 디코딩되어 상기 비트스트림으로부터 획득될 수 있다. 예컨대, 엔트로피 디코딩부(310)는 지수 골롬 부호화, CAVLC 또는 CABAC 등의 코딩 방법을 기초로 비트스트림 내 정보를 디코딩하고, 영상 복원에 필요한 신택스 엘리먼트의 값, 레지듀얼에 관한 변환 계수의 양자화된 값 들을 출력할 수 있다. 보다 상세하게, CABAC 엔트로피 디코딩 방법은, 비트스트림에서 각 구문 요

소에 해당하는 빈을 수신하고, 디코딩 대상 구문 요소 정보와 주변 및 디코딩 대상 블록의 디코딩 정보 혹은 이전 단계에서 디코딩된 심볼/빈의 정보를 이용하여 문맥(context) 모델을 결정하고, 결정된 문맥 모델에 따라 빈(bin)의 발생 확률을 예측하여 빈의 산술 디코딩(arithmetic decoding)를 수행하여 각 구문 요소의 값에 해당하는 심볼을 생성할 수 있다. 이때, CABAC 엔트로피 디코딩 방법은 문맥 모델 결정 후 다음 심볼/빈의 문맥 모델을 위해 디코딩된 심볼/빈의 정보를 이용하여 문맥 모델을 업데이트할 수 있다. 엔트로피 디코딩부(310)에서 디코딩된 정보 중 예측에 관한 정보는 예측부(330)로 제공되고, 엔트로피 디코딩부(310)에서 엔트로피 디코딩이 수행된 레지듀얼에 대한 정보, 즉 양자화된 변환 계수들 및 관련 파라미터 정보는 역양자화부(321)로 입력될 수 있다. 또한, 엔트로피 디코딩부(310)에서 디코딩된 정보 중 필터링에 관한 정보는 필터링부(350)으로 제공될 수 있다. 한편, 인코딩 장치로부터 출력된 신호를 수신하는 수신부(미도시)가 디코딩 장치(300)의 내/외부 엘리먼트로서 더 구성될 수 있고, 또는 수신부는 엔트로피 디코딩부(310)의 구성요소일 수도 있다. 한편, 본 문서에 따른 디코딩 장치는 비디오/영상/픽처 디코딩 장치라고 불릴 수 있고, 상기 디코딩 장치는 정보 디코더(비디오/영상/픽처 정보 디코더) 및 샘플 디코더(비디오/영상/픽처 샘플 디코더)로 구분할 수도 있다. 상기 정보 디코더는 상기 엔트로피 디코딩부(310)를 포함할 수 있고, 상기 샘플 디코더는 상기 역양자화부(321), 역변환부(322), 예측부(330), 가산부(340), 필터링부(350) 및 메모리(360) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0056] 역양자화부(321)에서는 양자화된 변환 계수들을 역양자화하여 변환 계수들을 출력할 수 있다. 역양자화부(321)는 양자화된 변환 계수들을 2차원의 블록 형태로 재정렬할 수 있다. 이 경우 상기 재정렬은 인코딩 장치에서 수행된 계수 스캔 순서를 기반하여 재정렬을 수행할 수 있다. 역양자화부(321)는 양자화 파라미터(예를 들어 양자화 스텝 사이즈 정보)를 이용하여 양자화된 변환 계수들에 대한 역양자화를 수행하고, 변환 계수들(transform coefficient)를 획득할 수 있다.

[0057] 역변환부(322)에서는 변환 계수들를 역변환하여 레지듀얼 신호(레지듀얼 블록, 레지듀얼 샘플 어레이)를 획득하게 된다.

[0058] 예측부는 현재 블록에 대한 예측을 수행하고, 상기 현재 블록에 대한 예측 샘플들을 포함하는 예측된 블록(predicted block)을 생성할 수 있다. 예측부는 엔트로피 디코딩부(310)로부터 출력된 상기 예측에 관한 정보를 기반으로 상기 현재 블록에 인트라 예측이 적용되는지 또는 인터 예측이 적용되는지 결정할 수 있고, 구체적인 인트라/인터 예측 모드를 결정할 수 있다.

[0059] 예측부는 후술하는 다양한 예측 방법을 기반으로 예측 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 예측부는 하나의 블록에 대한 예측을 위하여 인트라 예측 또는 인터 예측을 적용할 수 있을 뿐 아니라, 인트라 예측과 인터 예측을 동시에 적용할 수 있다. 이는 combined inter and intra prediction (CIIP)라고 불릴 수 있다. 또한, 예측부는 블록에 대한 예측을 위하여 인트라 블록 카피(intra block copy, IBC)를 수행할 수도 있다. 상기 인트라 블록 카피는 예를 들어 SCC(screen content coding) 등과 같이 게임 등의 컨텐츠 영상/동영상 코딩을 위하여 사용될 수 있다. IBC는 기본적으로 현재 픽처 내에서 예측을 수행하나 현재 픽처 내에서 참조 블록을 도출하는 점에서 인터 예측과 유사하게 수행될 수 있다. 즉, IBC는 본 문서에서 설명되는 인터 예측 기법들 중 적어도 하나를 이용할 수 있다.

[0060] 인트라 예측부(332)는 현재 픽처 내의 샘플들을 참조하여 현재 블록을 예측할 수 있다. 상기 참조되는 샘플들은 예측 모드에 따라 상기 현재 블록의 주변(neighbor)에 위치할 수 있고, 또는 떨어져서 위치할 수도 있다. 인트라 예측에서 예측 모드들은 복수의 비방향성 모드와 복수의 방향성 모드를 포함할 수 있다. 인트라 예측부(332)는 주변 블록에 적용된 예측 모드를 이용하여, 현재 블록에 적용되는 예측 모드를 결정할 수도 있다.

[0061] 인터 예측부(331)는 참조 픽처 상에서 움직임 벡터에 의해 특정되는 참조 블록(참조 샘플 어레이)을 기반으로, 현재 블록에 대한 예측된 블록을 유도할 수 있다. 이때, 인터 예측 모드에서 전송되는 움직임 정보의 양을 줄이기 위해 주변 블록과 현재 블록 간의 움직임 정보의 상관성에 기초하여 움직임 정보를 블록, 서브블록 또는 샘플 단위로 예측할 수 있다. 상기 움직임 정보는 움직임 벡터 및 참조 픽처 인덱스를 포함할 수 있다. 상기 움직임 정보는 인터 예측 방향(L0 예측, L1 예측, Bi 예측 등) 정보를 더 포함할 수 있다. 인터 예측의 경우에, 주변 블록은 현재 픽처 내에 존재하는 공간적 주변 블록(spatial neighboring block)과 참조 픽처에 존재하는 시간적 주변 블록(temporal neighboring block)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 인터 예측부(331)는 주변 블록들을 기반으로 움직임 정보 후보 리스트를 구성하고, 수신한 후보 선택 정보를 기반으로 상기 현재 블록의 움직임 벡터 및/또는 참조 픽처 인덱스를 도출할 수 있다. 다양한 예측 모드를 기반으로 인터 예측이 수행될 수 있으며, 상기 예측에 관한 정보는 상기 현재 블록에 대한 인터 예측의 모드를 지시하는 정보를 포함할 수 있다.

[0062] 가산부(340)는 획득된 레지듀얼 신호를 예측부(330)로부터 출력된 예측 신호(예측된 블록, 예측 샘플 어레이)에

더함으로써 복원 신호(복원 픽처, 복원 블록, 복원 샘플 어레이)를 생성할 수 있다. 스킵 모드가 적용된 경우와 같이 처리 대상 블록에 대한 레지듀얼이 없는 경우, 예측된 블록이 복원 블록으로 사용될 수 있다.

[0063] 가산부(340)는 복원부 또는 복원 블록 생성부라고 불릴 수 있다. 생성된 복원 신호는 현재 픽처 내 다음 처리 대상 블록의 인트라 예측을 위하여 사용될 수 있고, 후술하는 바와 같이 필터링을 거쳐서 출력될 수도 있고 또는 다음 픽처의 인터 예측을 위하여 사용될 수도 있다.

[0064] 한편, 픽처 디코딩 과정에서 LMCS (luma mapping with chroma scaling)가 적용될 수도 있다.

[0065] 필터링부(350)는 복원 신호에 필터링을 적용하여 주관적/객관적 화질을 향상시킬 수 있다. 예를 들어 필터링부(350)는 복원 픽처에 다양한 필터링 방법을 적용하여 수정된(modified) 복원 픽처를 생성할 수 있고, 상기 수정된 복원 픽처를 메모리(60), 구체적으로 메모리(360)의 DPB에 전송할 수 있다. 상기 다양한 필터링 방법은 예를 들어, 디블록킹 필터링, 샘플 적응적 오프셋(sample adaptive offset), 적응적 루프 필터(adaptive loop filter), 양방향 필터(bilateral filter) 등을 포함할 수 있다.

[0066] 메모리(360)의 DPB에 저장된 (수정된) 복원 픽처는 인터 예측부(331)에서 참조 픽쳐로 사용될 수 있다. 메모리(360)는 현재 픽처 내 움직임 정보가 도출된(또는 디코딩된) 블록의 움직임 정보 및/또는 이미 복원된 픽처 내 블록들의 움직임 정보를 저장할 수 있다. 상기 저장된 움직임 정보는 공간적 주변 블록의 움직임 정보 또는 시간적 주변 블록의 움직임 정보로 활용하기 위하여 인터 예측부(331)에 전달할 수 있다. 메모리(360)는 현재 픽처 내 복원된 블록들의 복원 샘플들을 저장할 수 있고, 인트라 예측부(332)에 전달할 수 있다.

[0067] 본 명세서에서, 디코딩 장치(300)의 예측부(330), 역양자화부(321), 역변환부(322) 및 필터링부(350) 등에서 설명된 실시예들은 각각 인코딩 장치(200)의 예측부(220), 역양자화부(234), 역변환부(235) 및 필터링부(260) 등에도 동일 또는 대응되도록 적용될 수 있다.

[0068] 상술한 바와 같이 비디오 코딩을 수행함에 있어 압축 효율을 높이기 위하여 예측을 수행한다. 이를 통하여 코딩 대상 블록인 현재 블록에 대한 예측 샘플들을 포함하는 예측된 블록을 생성할 수 있다. 여기서 상기 예측된 블록은 공간 도메인(또는 픽셀 도메인)에서의 예측 샘플들을 포함한다. 상기 예측된 블록은 인코딩 장치 및 디코딩 장치에서 동일하게 도출되며, 상기 인코딩 장치는 원본 블록의 원본 샘플 값 자체가 아닌 상기 원본 블록과 상기 예측된 블록 간의 레지듀얼에 대한 정보(레지듀얼 정보)를 디코딩 장치로 시그널링함으로써 영상 코딩 효율을 높일 수 있다. 디코딩 장치는 상기 레지듀얼 정보를 기반으로 레지듀얼 샘플들을 포함하는 레지듀얼 블록을 도출하고, 상기 레지듀얼 블록과 상기 예측된 블록을 합하여 복원 샘플들을 포함하는 복원 블록을 생성할 수 있고, 복원 블록들을 포함하는 복원 픽처를 생성할 수 있다.

[0069] 상기 레지듀얼 정보는 변환 및 양자화 절차를 통하여 생성될 수 있다. 예를 들어, 인코딩 장치는 상기 원본 블록과 상기 예측된 블록 간의 레지듀얼 블록을 도출하고, 상기 레지듀얼 블록에 포함된 레지듀얼 샘플들(레지듀얼 샘플 어레이)에 변환 절차를 수행하여 변환 계수들을 도출하고, 상기 변환 계수들에 양자화 절차를 수행하여 양자화된 변환 계수들을 도출하여 관련된 레지듀얼 정보를 (비트스트림을 통하여) 디코딩 장치로 시그널링할 수 있다. 여기서 상기 레지듀얼 정보는 상기 양자화된 변환 계수들의 값 정보, 위치 정보, 변환 기법, 변환 커널, 양자화 파라미터 등의 정보를 포함할 수 있다. 디코딩 장치는 상기 레지듀얼 정보를 기반으로 역양자화/역변환 절차를 수행하고 레지듀얼 샘플들(또는 레지듀얼 블록)을 도출할 수 있다. 디코딩 장치는 예측된 블록과 상기 레지듀얼 블록을 기반으로 복원 픽처를 생성할 수 있다. 인코딩 장치는 또한 이후 픽처의 인터 예측을 위한 참조를 위하여 양자화된 변환 계수들을 역양자화/역변환하여 레지듀얼 블록을 도출하고, 이를 기반으로 복원 픽처를 생성할 수 있다.

[0070] 도 4는 본 문서에 따른 다중 변환 기법을 개략적으로 나타낸다.

[0071] 도 4는 참조하면, 변환부는 상술한 도 2의 인코딩 장치 내의 변환부에 대응될 수 있고, 역변환부는 상술한 도 2의 인코딩 장치 내의 역변환부 또는 도 3의 디코딩 장치 내의 역변환부에 대응될 수 있다.

[0072] 변환부는 레지듀얼 블록 내의 레지듀얼 샘플들(레지듀얼 샘플 어레이)를 기반으로 1차 변환을 수행하여 (1차) 변환 계수들을 도출할 수 있다(S410). 이러한 1차 변환(primary transform)은 핵심 변환(core transform)으로 지칭될 수 있다. 여기서 상기 1차 변환은 다중 변환 선택(Multiple Transform Selection, MTS)에 기반할 수 있으며, 1차 변환으로 다중 변환이 적용될 경우 다중 핵심 변환으로 지칭될 수 있다.

[0073] 다중 핵심 변환은 DCT(Discrete Cosine Transform) 타입 2과 DST(Discrete Sine Transform) 타입 7, DCT 타입 8, 및/또는 DST 타입 1을 추가적으로 사용하여 변환하는 방식을 나타낼 수 있다. 즉, 상기 다중 핵심 변환 은

상기 DCT 타입 2, 상기 DST 타입 7, 상기 DCT 타입 8 및 상기 DST 타입 1 중 선택된 복수의 변환 커널들을 기반으로 공간 도메인의 레지듀얼 신호(또는 레지듀얼 블록)를 주파수 도메인의 변환 계수들(또는 1차 변환 계수들)로 변환하는 변환 방법을 나타낼 수 있다. 여기서 상기 1차 변환 계수들은 변환부 입장에서 임시 변환 계수들로 불릴 수 있다.

[0074] 다시 말하면, 기존의 변환 방법이 적용되는 경우, DCT 타입 2를 기반으로 레지듀얼 신호(또는 레지듀얼 블록)에 대한 공간 도메인에서 주파수 도메인으로의 변환이 적용되어 변환 계수들이 생성될 수 있었다. 이와 달리, 상기 다중 핵심 변환이 적용되는 경우, DCT 타입 2, DST 타입 7, DCT 타입 8, 및/또는 DST 타입 1 등을 기반으로 레지듀얼 신호(또는 레지듀얼 블록)에 대한 공간 도메인에서 주파수 도메인으로의 변환이 적용되어 변환 계수들(또는 1차 변환 계수들)이 생성될 수 있다. 여기서, DCT 타입 2, DST 타입 7, DCT 타입 8, 및 DST 타입 1 등은 변환 타입, 변환 커널(kernel) 또는 변환 코어(core)라고 불릴 수 있다.

[0075] 참고로, 상기 DCT/DST 변환 타입들은 기저 함수들을 기반으로 정의될 수 있으며, 상기 기저 함수들은 다음 표와 같이 나타내어질 수 있다.

표 1

[0076]

Transform Type	Basis function $T_i(j)$, $i, j=0, 1, \ldots, N-1$
DCT-II	$T_i(j) = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{2}{N}} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot i \cdot (2j+1)}{2N}\right)$ where $\omega_0 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & i = 0 \\ 1 & i \neq 0 \end{cases}$
DCT-V	$T_i(j) = \omega_0 \cdot \omega_1 \cdot \sqrt{\frac{2}{2N-1}} \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot i \cdot j}{2N-1}\right)$, where $\omega_0 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & i = 0 \\ 1 & i \neq 0 \end{cases}$, $\omega_1 = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{N}} & j = 0 \\ 1 & j \neq 0 \end{cases}$
DCT-VIII	$T_i(j) = \sqrt{\frac{4}{2N+1}} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (2i+1) \cdot (2j+1)}{4N+2}\right)$
DST-I	$T_i(j) = \sqrt{\frac{2}{N+1}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot (i+1) \cdot (j+1)}{N+1}\right)$
DST-VII	$T_i(j) = \sqrt{\frac{4}{2N+1}} \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot (2i+1) \cdot (j+1)}{2N+1}\right)$

[0077] 상기 다중 핵심 변환이 수행되는 경우, 상기 변환 커널들 중 대상 블록에 대한 수직 변환 커널 및 수평 변환 커널이 선택될 수 있고, 상기 수직 변환 커널을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 수직 변환이 수행되고, 상기 수평 변환 커널을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 수평 변환이 수행될 수 있다. 여기서, 상기 수평 변환은 상기 대상 블록의 수평 성분들에 대한 변환을 나타낼 수 있고, 상기 수직 변환은 상기 대상 블록의 수직 성분들에 대한 변환을 나타낼 수 있다. 상기 수직 변환 커널/수평 변환 커널은 레지듀얼 블록을 포함하는 대상 블록(CU 또는 서브블록)의 예측 모드 및/또는 변환 인덱스를 기반으로 적응적으로 결정될 수 있다.

[0078] 또한, 일 예에 따르면, MTS을 적용하여 1차 변환을 수행하는 경우, 특정 기저 함수들을 소정 값으로 설정하고, 수직 변환 또는 수평 변환일 때 어떠한 기저 함수들이 적용되는지 여부를 조합하여 변환 커널에 대한 매핑 관계를 설정할 수 있다. 예를 들어, 수평 방향 변환 커널을 trTypeHor로 나타내고, 수직 방향 변환 커널을 trTypeVer로 나타내는 경우, trTypeHor 또는 trTypeVer 값 0은 DCT2로 설정되고, trTypeHor 또는 trTypeVer 값 1은 DST7 로 설정되고, trTypeHor 또는 trTypeVer 값 2는 DCT8로 설정될 수 있다.

[0079] 이 경우, 다수의 변환 커널 세트들 중 어느 하나를 지시하기 위하여 MTS 인덱스 정보가 인코딩되어 디코딩 장치로 시그널링될 수 있다. 예를 들어, MTS 인덱스가 0이면 trTypeHor 및 trTypeVer 값이 모두 0인 것을 지시하고, MTS 인덱스가 1이면 trTypeHor 및 trTypeVer 값이 모두 1 인 것을 지시하고, MTS 인덱스가 2이면 trTypeHor 값은 2이고 trTypeVer 값은 1 인 것을 지시하고, MTS 인덱스가 3이면 trTypeHor 값은 1이고 trTypeVer 값은 2 인 것을 지시하고, MTS 인덱스가 4이면 trTypeHor 및 trTypeVer 값이 모두 2 인 것을 지시할 수 있다.

[0080] 변환부는 상기 (1차) 변환 계수들을 기반으로 2차 변환을 수행하여 수정된(2차) 변환 계수들을 도출할 수 있다(S420). 상기 1차 변환은 공간 도메인에서 주파수 도메인으로의 변환이고, 상기 2차 변환은 (1차) 변환 계수들 사이에 존재하는 상관 관계(correlation)을 이용하여 보다 압축적인 표현으로 변환하는 것을 의미한다. 상기 2

차 변환은 비분리 변환(non- separable transform)을 포함할 수 있다. 이 경우 상기 2차 변환은 비분리 2차 변환(non-separable secondary transform, NSST) 또는 MDNSST(mode-dependent non-separable secondary transform)이라고 불릴 수 있다. 상기 비분리 2차 변환은 상기 1차 변환을 통하여 도출된 (1차) 변환 계수들을 비분리 변환 매트릭스(non-separable transform matrix)를 기반으로 2차 변환하여 레지듀얼 신호에 대한 수정된 변환 계수들(또는 2차 변환 계수들)을 생성하는 변환을 나타낼 수 있다. 여기서, 상기 비분리 변환 매트릭스를 기반으로 상기 (1차) 변환 계수들에 대하여 수직 변환 및 수평 변환을 분리하여(또는 수평 수직 변환을 독립적으로) 적용하지 않고 한번에 변환을 적용할 수 있다. 다시 말해, 상기 비분리 2차 변환은 상기 (1차) 변환 계수들의 수직 성분 및 수평 성분 분리하지 않고, 예를 들어 2차원 신호(변환 계수)들을 특정 정해진 방향(예컨대, 행 우선(row-first) 방향 또는 열 우선(column-first) 방향)을 통하여 1차원 신호로 재정렬한 후, 상기 비분리 변환 매트릭스를 기반으로 수정된 변환 계수들(또는 2차 변환 계수들)을 생성하는 변환 방법을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 행 우선 순서는 MxN 블록에 대해 1번째 행, 2번째 행, ... , N번째 행의 순서로 일렬로 배치하는 것이고, 열 우선 순서는 MxN 블록에 대해 1번째 열, 2번째 열, ... , M번째 열의 순서로 일렬로 배치하는 것이다. 상기 비분리 2차 변환은 (1차) 변환 계수들로 구성된 블록(이하, 변환 계수 블록이라고 불릴 수 있다)의 좌상단(top-left) 영역에 대하여 적용될 수 있다. 예를 들어, 상기 변환 계수 블록의 너비(W) 및 높이(H)가 둘 다 8 이상인 경우, 8×8 비분리 2차 변환이 상기 변환 계수 블록의 좌상단 8×8 영역에 대하여 적용될 수 있다. 또한, 상기 변환 계수 블록의 너비(W) 및 높이(H)가 둘 다 4 이상이면서, 상기 변환 계수 블록의 너비(W) 또는 높이(H)가 8보다 작은 경우, 4×4 비분리 2차 변환이 상기 변환 계수 블록의 좌상단 min(8,W)×min(8,H) 영역에 대하여 적용될 수 있다. 다만 실시예는 이에 한정되지 않으며, 예를 들어 상기 변환 계수 블록의 너비(W) 또는 높이(H)가 모두 4 이상인 조건만 만족하더라도, 4×4 비분리 2차 변환이 상기 변환 계수 블록의 좌상단 min(8,W)×min(8,H) 영역에 대하여 적용될 수도 있다.

[0081] 구체적으로 예를 들어, 4×4 입력 블록이 사용되는 경우 비분리 2차 변환은 다음과 같이 수행될 수 있다.

[0082] 상기 4×4 입력 블록 X는 다음과 같이 나타내어질 수 있다.

수학식 1

[0083]
$$X = \begin{bmatrix} X_{00} & X_{01} & X_{02} & X_{03} \\ X_{10} & X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{20} & X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{30} & X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}$$

[0084] 상기 X를 벡터 형태로 나타내는 경우, 벡터 $\vec{X}$ 상기 X를 벡터 형태로 나타내는 경우, 벡터 는 다음과 같이 나타내어질 수 있다.

수학식 2

[0085]
$$\vec{X} = [X_{00} \quad X_{01} \quad X_{02} \quad X_{03} \quad X_{10} \quad X_{11} \quad X_{12} \quad X_{13} \quad X_{20} \quad X_{21} \quad X_{22} \quad X_{23} \quad X_{30} \quad X_{31} \quad X_{32} \quad X_{33}]^T$$

[0086] 수학식 2와 같이, 벡터 $\vec{X}$ 는 행 우선(row-first) 순서에 따라 수학식 1의 X의 2차원 블록을 1차원 벡터로 재배열한다.

[0087] 이 경우, 상기 2차 비분리 변환은 다음과 같이 계산될 수 있다.

수학식 3

[0088] $$\vec{F} = T \cdot \vec{X}$$

[0089] 여기서, $\vec{F}$는 변환 계수 벡터를 나타내고, T는 16×16 (비분리) 변환 매트릭스를 나타낸다.

[0090] 상기 수학식3을 통하여 통하여 16×1 변환 계수 벡터 $\vec{F}$가 도출될 수 있으며, 상기 $\vec{F}$는 스캔 순서(수평, 수직, 대각(diagonal) 등)를 통하여 4×4 블록으로 재구성(re-organized)될 수 있다. 다만, 상술한 계산은 예시로서 비분리 2차 변환의 계산 복잡도를 줄이기 위하여 HyGT(Hypercube-Givens Transform) 등이 비분리 2차 변환의 계산을 위하여 사용될 수도 있다.

[0091] 한편, 상기 비분리 2차 변환은 모드 기반(mode dependent)으로 변환 커널(또는 변환 코어, 변환 타입)이 선택될 수 있다. 여기서 모드는 인트라 예측 모드 및/또는 인터 예측 모드를 포함할 수 있다.

[0092] 상술한 바와 같이 상기 비분리 2차 변환은 상기 변환 계수 블록의 너비(W) 및 높이(H)를 기반으로 결정된 8×8 변환 또는 4×4 변환에 기반하여 수행될 수 있다. 8x8 변환은 W와 H가 모두 8보다 같거나 클 때 해당 변환 계수 블록 내부에 포함된 8x8 영역에 적용될 수 있는 변환을 가리키며 해당 8x8 영역은 해당 변환 계수 블록 내부의 좌상단 8x8 영역일 수 있다. 유사하게, 4x4 변환은 W와 H가 모두 4보다 같거나 클 때 해당 변환 계수 블록 내부에 포함된 4x4 영역에 적용될 수 있는 변환을 가리키며 해당 4x4 영역은 해당 변환 계수 블록 내부의 좌상단 4x4 영역일 수 있다. 예를 들어, 8x8 변환 커널 매트릭스는 64x64/16x64 행렬, 4x4 변환 커널 매트릭스는 16x16/8x16 행렬이 될 수 있다.

[0093] 이때, 모드 기반 변환 커널 선택을 위하여, 8×8 변환 및 4×4 변환 둘 다에 대하여 비분리 2차 변환을 위한 변환 세트당 3개씩의 비분리 2차 변환 커널들이 구성될 수 있고, 변환 세트는 35개일 수 있다. 즉, 8×8 변환에 대하여 35개의 변환 세트가 구성되고, 4×4 변환에 대하여 35개의 변환 세트가 구성될 수 있다. 이 경우 8×8 변환에 대한 35개의 변환 세트에는 각각 3개씩의 8×8 변환 커널들이 포함될 수 있고, 이 경우 4×4 변환에 대한 35개의 변환 세트에는 각각 3개씩의 4×4 변환 커널들이 포함될 수 있다. 다만, 상기 변환의 사이즈, 상기 세트의 수 및 세트 내 변환 커널들의 수는 예시로서 8×8 또는 4×4 이외의 사이즈가 사용될 수 있고, 또는 n개의 세트들이 구성되고, 각 세트 내에 k개의 변환 커널들이 포함될 수도 있다.

[0094] 상기 변환 세트는 NSST 세트라고 불릴 수 있고, 상기 NSST 세트 내의 변환 커널은 NSST 커널이라고 불릴 수 있다. 상기 변환 세트들 중 특정 세트의 선택은 예를 들어, 대상 블록(CU 또는 서브블록)의 인트라 예측 모드에 기반하여 수행될 수 있다.

[0095] 참고로, 예를 들어, 인트라 예측 모드는 2개의 비방향성(non-directinoal, 또는 비각도성(non-angular)) 인트라 예측 모드들과 65개의 방향성(directional, 또는 각도성(angular)) 인트라 예측 모드들을 포함할 수 있다. 상기 비방향성 인트라 예측 모드들은 0번인 플래너(planar) 인트라 예측 모드 및 1번인 DC 인트라 예측 모드를 포함할 수 있고, 상기 방향성 인트라 예측 모드들은 2번 내지 66번의 65개의 인트라 예측 모드들을 포함할 수 있다. 다만, 이는 예시로서 본 문서는 인트라 예측 모드들의 수가 다른 경우에도 적용될 수 있다. 한편, 경우에 따라 67번 인트라 예측 모드가 더 사용될 수 있으며, 상기 67번 인트라 예측 모드는 LM(linear model) 모드를 나타낼 수 있다.

[0096] 도 5는 65개의 예측 방향의 인트라 방향성 모드들을 예시적으로 나타낸다.

[0097] 도 5를 참조하면, 좌상향 대각 예측 방향을 갖는 34번 인트라 예측 모드를 중심으로 수평 방향성(horizontal directionality)을 갖는 인트라 예측 모드와 수직 방향성(vertical directionality)을 갖는 인트라 예측 모드를 구분할 수 있다. 도 5의 H와 V는 각각 수평 방향성과 수직 방향성을 의미하며, -32 ~ 32의 숫자는 샘플 그리드 포지션(sample grid position) 상에서 1/32 단위의 변위를 나타낸다. 이는 모드 인덱스 값에 대한 오프셋을 나타낼 수 있다. 2번 내지 33번 인트라 예측 모드는 수평 방향성, 34번 내지 66번 인트라 예측 모드는 수직 방향성을 갖는다. 한편, 34번 인트라 예측 모드는 엄밀히 말해 수평 방향성도 수직 방향성도 아니라고 볼 수 있으나, 2차 변환의 변환 세트를 결정하는 관점에서 수평 방향성에 속한다고 분류될 수 있다. 이는, 34번 인트라 예측 모드를 중심으로 대칭되는 수직 방향 모드에 대해서는 입력 데이터를 트랜스포즈(transpose)해서 사용하고

34번 인트라 예측 모드에 대해서는 수평 방향 모드에 대한 입력 데이터 정렬 방식을 사용하기 때문이다. 입력 데이터를 트랜스포즈하는 것은 2차원 블록 데이터 MxN에 대해 행이 열이 되고 열이 행이 되어 NxM 데이터를 구성하는 것을 의미한다. 18번 인트라 예측 모드와 50번 인트라 예측 모드는 각각 수평 인트라 예측 모드(horizontal intra prediction mode), 수직 인트라 예측 모드(vertical intra prediction mode)를 나타내며, 2번 인트라 예측 모드는 왼쪽 참조 픽셀을 가지고 우상향 방향으로 예측하므로 우상향 대각 인트라 예측 모드라 불릴 수 있고, 동일한 맥락으로 34번 인트라 예측 모드는 우하향 대각 인트라 예측 모드, 66번 인트라 예측 모드는 좌하향 대각 인트라 예측 모드라고 불릴 수 있다.

[0098] 이 경우, 상기 35개의 변환 세트들과 상기 인트라 예측 모드들 간의 매핑(mapping)은 예를 들어 다음 표와 같이 나타내어질 수 있다. 참고로, 대상 블록에 LM 모드가 적용되는 경우 상기 대상 블록에 대하여는 2차 변환이 적용되지 않을 수 있다.

표 2

[0099]

intra mode	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
set	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
intra mode	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67 (LM)
set	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	NULL

[0100] 한편, 특정 세트가 사용되는 것으로 결정되면, 비분리 2차 변환 인덱스를 통하여 상기 특정 세트 내 k개의 변환 커널들 중 하나가 선택될 수 있다. 인코딩 장치는 RD(rate-distortion) 체크 기반으로 특정 변환 커널을 가리키는 비분리 2차 변환 인덱스를 도출할 수 있으며, 상기 비분리 2차 변환 인덱스를 디코딩 장치로 시그널링할 수 있다. 디코딩 장치는 상기 비분리 2차 변환 인덱스를 기반으로 특정 세트 내 k개의 변환 커널들 중 하나를 선택할 수 있다. 예를 들어, NSST 인덱스 값 0은 첫번째 비분리 2차 변환 커널을 가리킬 수 있고, NSST 인덱스 값 1은 두번째 비분리 2차 변환 커널을 가리킬 수 있으며, NSST 인덱스 값 2는 세번째 비분리 2차 변환 커널을 가리킬 수 있다. 또는 NSST 인덱스 값 0은 대상 블록에 대하여 첫번째 비분리 2차 변환이 적용되지 않음을 가리킬 수 있고, NSST 인덱스 값 1 내지 3은 상기 3개의 변환 커널들을 가리킬 수 있다.

[0101] 다시 도 4를 참조하면, 변환부는 선택된 변환 커널들을 기반으로 상기 비분리 2차 변환을 수행하고 수정된(2차) 변환 계수들을 획득할 수 있다. 상기 수정된 변환 계수들은 상술한 바와 같이 양자화부를 통하여 양자화된 변환 계수들로 도출될 수 있고, 인코딩되어 디코딩 장치로 시그널링 및 인코딩 장치 내의 역양자화/역변환부로 전달될 수 있다.

[0102] 한편, 상술한 바와 같이 2차 변환이 생략되는 경우 상기 1차 (분리) 변환의 출력인 (1차) 변환 계수들이 상술한 바와 같이 양자화부를 통하여 양자화된 변환 계수들로 도출될 수 있고, 인코딩되어 디코딩 장치로 시그널링 및 인코딩 장치 내의 역양자화/역변환부로 전달될 수 있다.

[0103] 역변환부는 상술한 변환부에서 수행된 절차의 역순으로 일련의 절차를 수행할 수 있다. 역변환부는 (역양자화된) 변환 계수들을 수신하여, 2차 (역)변환을 수행하여 (1차) 변환 계수들을 도출하고(S450), 상기 (1차) 변환 계수들에 대하여 1차 (역)변환을 수행하여 레지듀얼 블록(레지듀얼 샘플들)을 획득할 수 있다(S460). 여기서 상기 1차 변환 계수들은 역변환부 입장에서 수정된(modified) 변환 계수들로 불릴 수 있다. 인코딩 장치 및 디코딩 장치는 상기 레지듀얼 블록과 예측된 블록을 기반으로 복원 블록을 생성하고, 이를 기반으로 복원 픽처를 생성할 수 있음은 상술한 바와 같다.

[0104] 한편, 디코딩 장치는 2차 역변환 적용 여부 결정부(또는 이차 역변환의 적용 여부를 결정하는 요소)와, 2차 역변환 결정부(또는 이차 역변환을 결정하는 요소)를 더 포함할 수 있다. 2차 역변환 적용 여부 결정부는 2차 역변환의 적용 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 2차 역변환은 NSST 또는 RST일 수 있고, 2차 역변환 적용 여부 결정부는 비트스트림으로부터 파싱한 이차 변환 플래그에 기초하여 2차 역변환의 적용 여부를 결정할 수 있다. 다른 일 예로, 2차 역변환 적용 여부 결정부는 레지듀얼 블록의 변환 계수에 기초하여 2차 역변환의 적용 여부를 결정할 수도 있다.

[0105] 이차 역변환 결정부는 2차 역변환을 결정할 수 있다. 이때, 2차 역변환 결정부는 인트라 예측 모드에 따라 지정된 NSST(또는 RST) 변환 세트에 기초하여 현재 블록에 적용되는 이차 역변환을 결정할 수 있다. 또한, 일 실시예로서, 1차 변환 결정 방법에 의존적으로(depend on) 이차 변환 결정 방법이 결정될 수 있다. 인트라 예측

모드에 따라 일차 변환과 이차 변환의 다양한 여러 조합이 결정될 수 있다. 또한, 일 예로, 이차 역변환 결정부는 현재 블록의 크기에 기초하여 이차 역변환이 적용되는 영역을 결정할 수도 있다.

[0106] 한편, 상술한 바와 같이 2차 (역)변환이 생략되는 경우 (역양자화된) 변환 계수들을 수신하여 상기 1차 (분리) 역변환을 수행하여 레지듀얼 블록(레지듀얼 샘플들)을 획득할 수 있다. 인코딩 장치 및 디코딩 장치는 상기 레지듀얼 블록과 예측된 블록을 기반으로 복원 블록을 생성하고, 이를 기반으로 복원 픽처를 생성할 수 있음은 상술한 바와 같다.

[0107] 한편, 본 문서에서는 비분리 2차 변환에 수반되는 계산량과 메모리 요구량의 저감을 위하여 NSST의 개념에서 변환 매트릭스(커널)의 크기가 감소된 RST(reduced secondary transform)을 적용할 수 있다.

[0108] 한편, 본 문서에서 설명된 변환 커널, 변환 매트릭스, 변환 커널 매트릭스를 구성하는 계수, 즉 커널 계수 또는 매트릭스 계수는 8비트로 표현될 수 있다. 이는 디코딩 장치 및 인코딩 장치에서 구현되기 위한 하나의 조건일 수 있으며, 기존의 9비트 또는 10비트와 비교하여 합리적으로 수용할 수 있는 성능 저하를 수반하면서 변환 커널을 저장하기 위한 메모리 요구량을 줄일 수 있다. 또한, 커널 매트릭스를 8비트로 표현함으로써 작은 곱셈기를 사용할 수 있고, 최적의 소프트웨어 구현을 위하여 사용되는 SIMD(Single Instruction Multiple Data) 명령에 보다 적합할 수 있다.

[0109] 본 명세서에서 RST는 간소화 팩터(factor)에 따라 크기가 감소된 변환 매트릭스(transform matrix)를 기반으로 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들에 대하여 수행되는 변환을 의미할 수 있다. 간소화 변환을 수행하는 경우, 변환 매트릭스의 크기 감소로 인해 변환 시 요구되는 연산량이 감소될 수 있다. 즉, RST은 크기가 큰 블록의 변환 또는 비분리 변환 시 발생하는 연산 복잡도(complexity) 이슈를 해소하기 위해 이용될 수 있다.

[0110] RST는 감소된 변환, 감소 변환, reduced transform, reduced secondary transform, reduction transform, simplified transform, simple transform 등 다양한 용어로 지칭될 수 있으며, RST이 지칭될 수 있는 명칭은 나열된 예시들에 한정되지 않는다. 또는 RST는 주로 변환 블록에서 0이 아닌 계수를 포함하는 저주파 영역에서 이루어지므로 LFNST(Low-Frequency Non-Separable Transform)로 지칭될 수도 있다.

[0111] 한편, 2차 역변환이 RST를 기반으로 이루어지는 경우, 인코딩 장치(200)의 역변환부(235)와 디코딩 장치(300)의 역변환부(322)는 변환 계수들에 대한 역 RST을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하는 역 RST부와, 수정된 변환 계수들에 대한 역 1차변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출하는 역 1차변환부를 포함할 수 있다. 역 1차변환은 레지듀얼에 적용되었던 1차 변환의 역변환을 의미한다. 본 문서에서 변환을 기반으로 변환 계수를 도출하는 것은 해당 변환을 적용하여 변환 계수를 도출하는 것을 의미할 수 있다.

[0112] 도 6은 본 문서의 일 실시예에 따른 RST를 설명하기 위한 도면이다.

[0113] 본 명세서에서 “대상 블록”은 코딩이 수행되는 현재 블록 또는 레지듀얼 블록을 의미할 수 있다.

[0114] 일 실시예에 따른 RST에서, N차원 벡터(N dimensional vector)가 다른 공간에 위치한 R차원 벡터(R dimensional vector)에 매핑되어 감소된 변환 매트릭스가 결정될 수 있으며, 여기서 R은 N보다 작다. N은 변환이 적용되는 블록의 한 변의 길이(length)의 제곱 또는 변환이 적용되는 블록과 대응되는 변환 계수들의 총 개수를 의미할 수 있고, 간소화 팩터는 R/N값을 의미할 수 있다. 간소화 팩터는 감소된 팩터, 감소 팩터, reduced factor, reduction factor, simplified factor, simple factor 등 다양한 용어로 지칭될 수 있다. 한편, R은 간소화 계수(reduced coefficient)로 지칭될 수 있으나, 경우에 따라서는 간소화 팩터가 R을 의미할 수도 있다. 또한, 경우에 따라서 간소화 팩터는 N/R값을 의미할 수도 있다.

[0115] 일 실시예에서, 간소화 팩터 또는 간소화 계수는 비트스트림을 통하여 시그널링될 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 간소화 팩터 또는 간소화 계수에 대한 기 정의된 값이 각 인코딩 장치(200) 및 디코딩 장치(300)에 저장되어 있을 수 있으며, 이 경우 간소화 팩터 또는 간소화 계수는 별도로 시그널링되지 않을 수 있다.

[0116] 일 실시예에 따른 간소화 변환 매트릭스의 사이즈는 통상의 변환 매트릭스의 사이즈 NxN보다 작은 RxN이며, 아래의 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학식 4

[0117]
$$T_{RxN} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \cdots & t_{1N} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & & t_{2N} \\ & \vdots & & \ddots & \vdots \\ t_{R1} & t_{R2} & t_{R3} & \cdots & t_{RN} \end{bmatrix}$$

[0118] 도 6의 (a)에 도시된 Reduced Transform 블록 내의 매트릭스 T는 수학식 4의 매트릭스 T_{RxN}를 의미할 수 있다. 도 6의 (a)와 같이 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들에 대하여 간소화 변환 매트릭스 T_{RxN}가 곱해지는 경우, 대상 블록에 대한 변환 계수들이 도출될 수 있다.

[0119] 일 실시예에서, 변환이 적용되는 블록의 사이즈가 8x8이고, R=16 (즉, R/N=16/64=1/4이다)인 경우, 도 6의 (a)에 따른 RST는 아래의 수학식 5와 같은 행렬 연산으로 표현될 수 있다. 이 경우, 메모리와 곱하기 연산이 간소화 팩터에 의하여 대략 1/4로 감소할 수 있다.

수학식 5

[0120]
$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & t_{1,3} & \cdots & t_{1,64} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & t_{2,3} & & t_{2,64} \\ & \vdots & & \ddots & \vdots \\ t_{16,1} & t_{16,2} & t_{16,3} & \cdots & t_{16,64} \end{bmatrix} \mathrm{X} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ r_{64} \end{bmatrix}$$

[0121] 수학식 5에서 r_1 내지 r_{64}는 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 나타낼 수 있고, 보다 구체적으로, 일차 변환을 적용하여 생성된 변환 계수일 수 있다. 수학식 5의 연산 결과 대상 블록에 대한 변환 계수들 c_i가 도출될 수 있으며, c_i의 도출 과정은 수학식 6과 같을 수 있다.

수학식 6

[0122]
```
for i from 1 to R:
    c_i = 0
    for j from 1 to N:
        c_i += t_{i,j} * r_j
```

[0123] 수학식 6의 연산 결과, 대상 블록에 대한 변환 계수들 c_1 내지 c_R이 도출될 수 있다. 즉, R=16인 경우, 대상 블록에 대한 변환 계수들 c_1 내지 c_{16}이 도출될 수 있다. 만약 RST가 아니라 통상의(regular) 변환이 적용되어 사이즈가 64x64(NxN)인 변환 매트릭스가 사이즈가 64x1(Nx1)인 레지듀얼 샘플들에 곱해졌다면 대상 블록에 대한 변환 계수들이 64개(N개)가 도출되었겠지만, RST가 적용되었기 때문에 대상 블록에 대한 변환 계수들이 16개(R개)만 도출되는 것이다. 대상 블록에 대한 변환 계수들의 총 개수가 N개에서 R개로 감소하여 인코딩 장치(200)가 디코딩 장치(300)로 전송하는 데이터의 양이 감소하므로 인코딩 장치(200)-디코딩 장치(300) 간 전송 효율이 증가할 수 있다.

[0124] 변환 매트릭스의 사이즈 관점에서 검토하면, 통상의 변환 매트릭스의 사이즈는 64x64(NxN)인데 간소화 변환 매트릭스의 사이즈는 16x64(RxN)로 감소하므로, 통상의 변환을 수행할 때와 비교하면 RST를 수행할 시 메모리 사용을 R/N 비율로 감소시킬 수 있다. 또한, 통상의 변환 매트릭스를 이용할 때의 곱셈 연산 수 NxN과 비교하면, 간소화 변환 매트릭스를 이용하면 곱셈 연산 수를 R/N 비율로 감소(RxN)시킬 수 있다.

[0125] 일 실시예에서, 인코딩 장치(200)의 변환부(232)는 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 1차 변환 및 RST 기반의 2차 변환을 수행함으로써 대상 블록에 대한 변환 계수들을 도출할 수 있다. 이러한 변환 계수들은 디코딩 장치(300)의 역변환부로 전달될 수 있으며, 디코딩 장치(300)의 역변환부(322)는 변환 계수들에 대한 역 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출하고, 수정된 변환 계수들에 대한 역 1차변환을 기반으로 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출할 수 있다.

[0126] 일 실시예에 따른 역 RST 매트릭스 T_{NxR}의 사이즈는 통상의 역변환 매트릭스의 사이즈 NxN보다 작은 NxR이며, 수학식 4에 도시된 간소화 변환 매트릭스 T_{RxN}과 트랜스포즈(transpose) 관계에 있다.

[0127] 도 6의 (b)에 도시된 Reduced Inv. Transform 블록 내의 매트릭스 T^t는 역 RST 매트릭스 $T_{RxN}{}^T$을 의미할 수 있다(위첨자 T는 트랜스포즈를 의미한다). 도 6의 (b)와 같이 대상 블록에 대한 변환 계수들에 대하여 역 RST 매트릭스 $T_{RxN}{}^T$가 곱해지는 경우, 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들 또는 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들이 도출될 수 있다. 역 RST 매트릭스 $T_{RxN}{}^T$는 $(T_{RxN})^T{}_{NxR}$로 표현할 수도 있다.

[0128] 보다 구체적으로, 2차 역변환으로 역 RST가 적용되는 경우에는, 대상 블록에 대한 변환 계수들에 대하여 역 RST 매트릭스 $T_{RxN}{}^T$가 곱해지면 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들이 도출될 수 있다. 한편, 역 1차변환으로 역 RST가 적용될 수 있고, 이 경우 대상 블록에 대한 변환 계수들에 대하여 역 RST 매트릭스 TRxNT가 곱해지면 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들이 도출될 수 있다.

[0129] 일 실시예에서, 역변환이 적용되는 블록의 사이즈가 8x8이고, R=16(즉, R/N=16/64=1/4인 경우)인 경우, 도 6의 (b)에 따른 RST는 아래의 수학식 7과 같은 행렬 연산으로 표현될 수 있다.

수학식 7

[0130]
$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{2,1} & \cdots & t_{16,1} \\ t_{1,2} & t_{2,2} & & t_{16,1} \\ t_{1,2} & t_{2,3} & & t_{16,1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ t_{1,64} & t_{2,64} & \cdots & t_{16,64} \end{bmatrix} \mathrm{X} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_{11} \\ \vdots \\ c_{16} \end{bmatrix}$$

[0131] 수학식 7에서 c_1 내지 c_{16}은 대상 블록에 대한 변환 계수들을 나타낼 수 있다. 수학식 7의 연산 결과 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들 또는 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 나타내는 r_j가 도출될 수 있으며, r_j의 도출 과정은 수학식 8와 같을 수 있다.

수학식 8

[0132]
for i from 1 to N:

$r_j = 0$

for j from 1 to R:

$r_j \mathrel{+}= t_{j,i} * c_i$

[0133] 수학식 8의 연산 결과, 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들 또는 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 나타내는 r_1 내지 r_N이 도출될 수 있다. 역변환 매트릭스의 사이즈 관점에서 검토하면, 통상의 역변환 매트릭스의 사이즈는 64x64(NxN)인데 간소화 역변환 매트릭스의 사이즈는 64x16(NxR)으로 감소하므로, 통상의 역변환을 수행할 때와 비교하면 역 RST를 수행할 시 메모리 사용을 R/N 비율로 감소시킬 수 있다. 또한, 통상의 역변환 매트릭스를 이용할 때의 곱셈 연산 수 NxN과 비교하면, 간소화 역변환 매트릭스를 이용하면 곱셈 연산 수를 R/N 비율로

감소(NxR)시킬 수 있다.

[0134] 한편, 8x8 RST에 대해서도, 표 2와 같은 변환 세트 구성을 적용할 수 있다. 즉, 표 2에서의 변환 세트에 따라 해당 8x8 RST가 적용될 수 있다. 하나의 변환 세트는 화면 내 예측 모드에 따라 2개 또는 3개의 변환 (커널)들로 구성되어 있으므로 2차 변환을 적용하지 않는 경우까지 포함하여 최대 네 개의 변환 중 하나를 선택하도록 구성될 수 있다. 2차 변환을 적용하지 않을 때의 변환은 항등 행렬이 적용된 것이 라고 간주될 수 있다. 네 개의 변환에 대해 각기 0, 1, 2, 3의 인덱스를 부여한다고 했을 때(예를 들어, 0번 인덱스를 항등 행렬, 즉 2차 변환을 적용하지 않는 경우로 할당할 수 있음), NSST 인덱스라는 신택스 요소(syntax element)를 변환 계수 블록마다 시그널링하여 적용될 변환을 지정할 수 있다. 즉, NSST 인덱스를 통해 8x8 좌상단 블록에 대해서, 8x8 NSST를 지정할 수 있고, RST 구성에서는 8x8 RST를 지정할 수 있다. 8x8 NSST 및 8x8 RST는 변환의 대상이 되는 대상 블록의 W와 H가 모두 8보다 같거나 클 때 해당 변환 계수 블록 내부에 포함된 8x8 영역에 적용될 수 있는 변환을 가리키며 해당 8x8 영역은 해당 변환 계수 블록 내부의 좌상단 8x8 영역일 수 있다. 유사하게, 4x4 NSST 및 4x4 RST는 대상 블록의 W와 H가 모두 4보다 같거나 클 때 해당 변환 계수 블록 내부에 포함된 4x4 영역에 적용될 수 있는 변환을 가리키며 해당 4x4 영역은 해당 변환 계수 블록 내부의 좌상단 4x4 영역일 수 있다.

[0135] 한편, 수학식 4와 같은 (순방향) 8x8 RST를 적용하게 되면 16개의 유효한 변환 계수가 생성되므로 8x8 영역을 구성하는 64개의 입력 데이터가 16개의 출력 데이터로 축소된다고 볼 수 있으며, 2차원 영역 관점에서 보면 1/4 만큼의 영역에만 유효한 변환 계수가 채워지게 된다. 따라서, 순방향 8x8 RST를 적용하여 얻은 16개의 출력 데이터를 도 7의 같이 블록의 좌상단 영역(1번부터 16번 변환 계수)에 채울 수 있다.

[0136] 도 7은 본 문서의 일 실시예에 따른 변환 계수의 스캐닝 순서를 도시한 도면이다. 상술한 바와 같이, 순방향 스캔 순서가 1번부터 시작되면, 역방향 스캐닝은 순방향 스캔 순서 상으로 64번째부터 17번째까지 도 7에 도시된 화살표 방향 및 순서로 이루어질 수 있다.

[0137] 도 7에서는 좌상단 4x4 영역이 유효한 변환 계수가 채워지는 ROI(Region Of Interest 영역이고 나머지 영역은 비워지게 된다. 비워지는 영역에는 0 값이 디폴트로 채워질 수 있다.

[0138] 즉, 순방향 변환 행렬의 형태가 16x64인 8x8 RST를 8x8 영역에 대해 적용했을 때, 출력 변환 계수는 좌상단 4x4 영역에 배치되고 출력 변환 계수가 존재하지 않는 영역은 도 7에서의 스캔 순서를 따라 (64번째부터 17번째까지) 0으로 채워질 수 있다.

[0139] 만약, 도 7의 ROI 영역 이외에 0이 아닌 유효한 변환 계수가 발견되었다고 하면 8x8 RST가 적용되지 않은 것이 확실하므로 해당 NSST 인덱스 코딩이 생략될 수 있다. 반대로 도 7의 ROI 영역 이외에서 0이 아닌 변환 계수가 발견되지 않았다면 (예를 들어, 8x8 RST가 적용되는 경우, ROI 이외의 영역에의 변환 계수를 0으로 설정하였을 때) 8x8 RST가 적용되었을 가능성이 있으므로 NSST 인덱스를 코딩할 수 있다. 이와 같은 조건적 NSST 인덱스 코딩은 0이 아닌 변환 계수의 존재 유무를 체크해야 하므로 레지듀얼 코딩(residual coding) 과정 이후에 수행될 수 있다.

[0140] 본 문서는 본 실시예에서 기술한 RST 구조로부터 4x4 블록에 적용될 수 있는 RST의 설계 및 연관 최적화 방법들을 다루고 있다. 당연히 일부 개념들에 대해서는 4x4 RST 뿐만 아니라 8x8 RST 또는 다른 형태의 변환에도 적용될 수 있다.

[0141] 도 8은 본 문서의 일 실시예에 따른 역 RST 과정을 도시하는 흐름도이다.

[0142] 도 8에 개시된 각 단계는 도 3에 개시된 디코딩 장치(300)에 의하여 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, S800은 도 3에 개시된 역양자화부(321)에 의하여 수행될 수 있고, S810 및 S820은 도 3에 개시된 역변환부(322)에 의하여 수행될 수 있다. 따라서, 도 3에서 전술된 내용과 중복되는 구체적인 내용은 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다. 한편, 본 문서에서 RST는 순방향에 따른 변환에 적용되는 것이고, 역 RST는 인버스 방향에 적용되는 변환을 의미할 수 있다.

[0143] 일 실시예에서, 역 RST에 따른 세부 동작들은 RST에 따른 세부 동작들과 순서가 정반대일 뿐이고, RST에 따른 세부 동작들과 역 RST에 따른 세부 동작들은 실질적으로 유사할 수 있다. 따라서, 당해 기술 분야의 통상의 기술자는, 이하에서 설명되는 역 RST에 대한 S800 내지 S820의 설명들이 RST에도 동일 또는 유사하게 적용될 수 있음을 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

[0144] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들에 대하여 역양자화를 수행하여 변환 계수들을 도출할 수 있다(S800).

[0145] 한편, 디코딩 장치(300)는 역 1차 변환 후 역 2차 변환 전에 역 2차 변환의 적용 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 역 이차 변환은 NSST 또는 RST일 수 있다. 일 예로, 디코딩 장치는 비트스트림으로부터 파싱한 이차 변환 플래그에 기초하여 역 2차 변환의 적용 여부를 결정할 수 있다. 다른 일 예로, 디코딩 장치는 레지듀얼 블록의 변환 계수에 기초하여 역 2차 변환의 적용 여부를 결정할 수도 있다.

[0146] 또한, 디코딩 장치(300)는 역 2차 변환을 결정할 수 있다. 이때, 디코딩 장치(300)는 인트라 예측 모드에 따라 지정된 NSST(또는 RST) 변환 세트에 기초하여 현재 블록에 적용되는 역 2차 변환을 결정할 수도 있다. 또한, 일 실시예로서, 1차 변환 결정 방법에 의존하여 2차 변환 결정 방법이 결정될 수 있다. 예를 들어, 1차 변환에서 변환 커널로 DCT-2가 적용되는 경우에만 RST 또는 LFNST가 적용되는 것으로 결정될 수 있다. 또는 인트라 예측 모드에 따라 1차 변환과 2차 변환의 다양한 여러 조합이 결정될 수 있다.

[0147] 또한, 일 예로, 디코딩 장치(300)는 역 2차 변환을 결정하는 단계에 앞서 현재 블록의 크기에 기초하여 역 2차 변환이 적용되는 영역을 결정할 수도 있다.

[0148] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 변환 커널(transform kernel)을 선택할 수 있다(S810). 보다 구체적으로, 디코딩 장치(300)는 변환 인덱스, 변환이 적용되는 영역의 폭(width) 및 높이(height), 영상 디코딩에서 이용되는 인트라 예측 모드 및 대상 블록의 색상 성분(color component)에 대한 정보 중 적어도 하나를 기반으로 변환 커널을 선택할 수 있다. 다만 실시예는 이에 한정되지 않으며, 예를 들어 변환 커널은 기 정의된 것으로서, 변환 커널을 선택하기 위한 별도의 정보가 시그널링되지 않을 수도 있다.

[0149] 일 예시에서, 대상 블록의 색상 성분에 대한 정보는 CIdx를 통해 지시될 수 있다. 대상 블록이 루마(luma) 블록인 경우 CIdx는 0을 지시할 수 있고, 대상 블록이 크로마(chroma) 블록, 예를 들어 Cb 블록 또는 Cr 블록인 경우 CIdx는 0이 아닌 값(예를 들어 1)을 지시할 수 있다.

[0150] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 선택된 변환 커널 및 간소화 팩터(reduced factor)를 기반으로 변환 계수들에 대하여 역 RST를 적용할 수 있다(S820).

[0151] 이하에서는, 본 문서의 일 실시예에 따라 인트라 예측 모드와 블록의 크기를 고려하여 2차 NSST 세트, 즉 2차 변환 세트 또는 변환 세트를 결정하는 방법을 제안한다.

[0152] 일 실시예로, 상술된 인트라 예측 모드를 기반으로 현재 변환 블록에 대한 세트를 구성함으로써, 변환 블록에 다양한 크기의 변환 커널로 구성된 변환 세트를 적용할 수 있다. 표 3의 변환 세트를 0부터 3으로 표시하면 표 4와 같다.

표 3

[0153]

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

표 4

[0154]

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

[0155] 표 3에서 나타나 있는 인덱스 0, 2, 18, 34는 표 4의 0, 1, 2, 3에 각각 대응된다. 표 3 및 표 4에는 변환 세트는 35개의 변환 세트가 아닌 단 4개의 변환 세트만이 사용되고, 이에 의하여 메모리 공간이 현저하게 줄어들 수 있다.

[0156] 또한, 각 변환 세트에 포함될 수 있는 변환 커널 매트릭스의 다양한 개수는 아래 표들과 같이 설정될 수 있다.

표 5

[0157]

NSST Set	0 (DC, Planar)	1	2	3
# of transform kernels	2	2	2	2

표 6

[0158]

NSST Set	0 (DC, Planar)	1	2	3
# of transform kernels	2	1	1	1

표 7

[0159]

NSST Set	0 (DC, Planar)	1	2	3
# of transform kernels	1	1	1	1

[0160] 표 5는 각 변환 세트에 대하여 2개의 이용 가능한(available) 변환 커널이 사용되고, 이에 따라 변환 인덱스는 0주터 2까지 범위를 갖게된다.

[0161] 표 6에 따르면, 변환 세트 0, 즉 인트라 예측 모드 중 DC 모드와 플래너 모드에 대한 변환 세트에 대해서는 2개의 이용 가능한 변환 커널이 사용되고, 나머지 변환 세트에 대해서는 각각 하나의 변환 커널이 사용된다. 이때, 변환 세트 1에 대한 이용 가능한 변환 인덱스는 0부터 2가 되고, 나머지 변환 세트 1 내지 3에 대한 변환 인덱스는 0에서 1이 된다.

[0162] 표 7에서는 각 변환 세트에 대하여 1개의 이용 가능한(available) 변환 커널이 사용되고, 이에 따라 변환 인덱스는 0주터 1까지 범위를 갖게된다.

[0163] 한편, 상기 표 3의 변환 세트 매핑에서는 모두 4개의 변환 세트가 사용될 수 있고, 4개의 변환 세트는 0, 1, 2, 3의 인덱스로 구분되도록 표 4와 같이 재배열될 수 있다. 아래 표 8 및 표 9는 2차 변환에 사용될 수 있는 4개의 변환 세트를 예시적으로 나타내고 있으며, 표 8는 8x8 블록에 적용될 수 있는 변환 커널 매트릭스, 표 9는 4x4 블록에 적용될 수 있는 변환 커널 매트릭스를 제시하고 있다. 표 8 및 표 9는 변환 세트 당 2개의 변환 커널 매트릭스로 구성되어 있으며, 표 5와 같이 모든 인트라 예측 모드에 대하여 2개씩의 변환 커널 매트릭스를 적용할 수 있다.

표 8

[0164]

```
const int g_aiNsst8x8[4][2][16][64] = {
 { //0
  {
   { -118,22,21,3,4,1,2,1,31,-17,-3,0,-1,0,0,0,16,0,-4,0,-1,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,3,0,-
1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { -22,-88,46,0,9,0,3,0,-60,29,-7,3,0,1,0,0,35,2,-8,-1,-2,0,-1,0,-3,3,0,0,0,0,0,0,7,2,-2,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,0,3,1,-
1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { -10,68,-13,-7,-3,-2,-1,-1,-90,1,32,-1,4,0,2,0,32,-32,-3,4,-1,1,0,0,7,2,-5,0,0,0,0,0,6,-3,0,0,0,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,2,-
1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { 16,-16,12,1,-1,0,0,0,-10,-111,20,18,4,4,2,1,20,24,-33,-1,0,0,0,0,-4,17,1,-7,0,-1,0,0,0,4,0,0,0,0,0,0,-1,3,0,-1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,-
1,1,0,0,0,0,0,0 },
   { -31,-40,-94,48,-5,10,-2,4,-25,-13,15,-14,6,-2,2,-1,-18,17,19,-9,-1,-1,0,-1,15,-5,-3,2,-1,0,0,0,0,4,2,-2,0,0,0,0,3,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,-
1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { 13,3,-42,11,-2,3,-1,1,31,16,-15,-5,-2,-1,-1,0,99,4,-10,-5,-4,-1,-2,-1,-49,10,13,0,2,0,1,0,6,-5,3,0,0,0,0,0,-9,1,2,0,0,0,0,0,3,-1,1,0,0,0,0,0,-
4,0,1,0,0,0,0,0 },
   { 3,-32,-2,-2,2,0,1,0,37,-2,70,-15,-3,-3,-1,-1,9,-81,-2,28,-2,4,0,2,8,20,-30,-1,3,-1,0,0,-5,4,3,-4,1,0,0,0,1,3,-4,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,0,0,0,1,-
2,0,0,0,0,0 },
   { 0,6,13,-7,-1,-1,0,0,10,30,89,-20,-3,-5,0,-2,6,76,-13,4,-3,-2,-1,-1,-5,-27,0,5,3,1,1,1,-1,-3,-7,2,1,1,0,0,0,-4,-1,1,0,0,0,0,0,1,-1,1,0,0,0,0,0,-
2,-1,0,0,0,0,0 },
   { -13,-18,-41,-108,26,-10,7,-3,-6,-12,-4,-7,-11,3,-1,1,-5,8,21,20,-9,0,-1,0,-15,-3,5,4,2,-1,0,0,5,-1,0,3,-1,0,0,0,-
2,0,1,0,0,0,0,0,1,0,0,2,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,0 },
   { 9,2,-10,-18,4,-1,1,0,13,8,-16,0,-2,1,0,0,44,19,-11,-3,-4,-1,-1,0,107,9,-17,-2,-5,-1,-2,0,-27,10,9,0,1,0,0,0,10,-3,0,1,0,0,0,0,-
7,1,2,1,0,0,0,0,3,-1,0,0,0,0,0,0 },
   { 12,1,27,11,0,0,0,0,2,-33,-6,-43,8,-2,2,0,28,-4,83,-5,-16,0,-2,0,5,-48,-15,36,1,2,0,1,2,6,-18,-6,4,0,1,0,-1,-2,2,2,-1,0,0,0,1,2,-2,-
1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0 },
   { 0,3,4,0,9,-4,2,-1,4,7,21,68,-14,5,-3,2,7,18,66,-37,7,-4,1,-1,-5,47,-42,-14,4,0,0,0,7,-21,-1,9,-1,1,0,0,-3,6,-3,-2,1,0,0,0,2,-3,1,1,0,0,0,0,-
1,2,-1,-1,0,0,0,0 },
   { 0,-8,-14,-2,-2,-1,-1,0,8,0,6,78,-8,3,-3,1,11,-20,-13,5,18,-1,2,0,6,-88,-3,0,2,6,0,2,5,13,-23,-4,-1,0,0,0,-1,-3,5,-6,-1,0,0,0,1,3,-
3,0,0,0,0,0,0,-1,1,-2,0,0,0,0 },
   { 5,3,-3,-1,2,0,0,0,8,3,-1,-9,-1,1,0,0,-2,2,-9,-3,2,-1,1,0,28,17,-1,2,-1,-1,0,0,108,25,-36,-6,-4,-1,-2,0,-32,2,13,-2,0,0,0,0,11,-1,-3,1,0,0,0,0,-
4,1,1,0,0,0,0,0 },
   { 6,9,-1,31,108,-27,11,-4,-1,-1,1,-2,-31,15,-4,2,-4,-4,-11,-6,-33,3,0,0,1,-8,6,-1,10,-4,0,0,-2,2,1,0,-1,1,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,-1,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0 },
   { 1,-8,3,-12,1,-1,0,0,7,-4,25,-6,0,0,1,-1,3,-27,10,-72,8,-1,1,0,16,-7,77,-8,-32,3,-5,1,1,-7,3,42,-7,-3,0,-1,0,-2,-3,2,5,-1,1,0,0,-2,0,4,-
1,0,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,0 },
  },
```

[0165]

```
  {
   { 108,-48,-10,-1,-2,-1,-1,0,-45,6,9,1,1,0,1,0,-9,10,1,-1,0,0,0,0,-3,1,-1,0,0,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,0,-
1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { 54,60,-38,-6,-6,-1,-2,0,71,-32,-20,5,-1,1,-1,0,-34,-19,15,5,1,1,1,0,-8,4,5,-2,0,0,0,0,-7,0,2,0,0,0,0,0,0,-1,1,1,0,0,0,0,0,0,-2,-1,1,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { -3,-88,29,12,5,1,2,1,83,-1,-7,-5,-5,-1,-1,0,-16,6,-1,-2,1,0,0,0,-12,6,2,0,1,0,0,0,-5,5,-1,-1,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0,0 },
   { 25,24,34,-21,0,-4,0,-2,20,87,-33,-20,-2,-3,-1,-1,29,-29,-38,10,3,2,0,1,-15,-20,8,11,0,1,0,0,-1,-4,3,2,-1,0,0,0,-3,-2,2,1,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0,-1,-1,1,0,0,0,0,0,0 },
   { 7,23,93,-32,-3,-6,1,-3,-14,-19,10,-14,3,0,1,0,-68,0,0,5,7,1,1,0,16,16,-7,0,0,-1,0,0,3,0,-8,1,0,0,0,0,4,1,-2,1,0,0,0,0,0,-1,-2,1,0,0,0,0,0,2,0,-
1,0,0,0,0,0 },
   { 22,9,46,-17,-2,-3,0,-1,10,-70,5,7,4,2,1,1,86,-2,-19,0,-3,0,-1,0,-21,0,1,0,1,0,0,0,-5,5,0,0,1,0,0,0,-4,2,0,-1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,-
2,1,0,0,0,0,0,0 },
   { -12,-27,1,-15,8,-2,2,-1,-30,-16,-70,25,7,3,1,2,-4,-68,27,35,-4,3,0,1,-8,22,32,-11,-8,-1,-1,-1,5,6,-3,-8,-1,1,0,0,0,3,2,-
2,1,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,-1,0,0,0,0 },
   { -2,-6,-12,-53,10,-3,3,-1,4,-5,-68,6,15,0,2,1,6,77,-5,13,-4,-3,-1,-1,40,-6,-17,3,-6,1,-1,0,-3,-12,4,7,-1,1,0,0,2,-1,3,0,-1,0,0,0,-
2,0,2,1,0,0,0,0,1,-1,1,0,0,0,0,0,0 },
   { 6,6,13,86,-12,2,-5,2,-14,-28,-50,-16,-8,4,1,1,-12,2,-52,-3,14,3,1,1,29,-17,4,19,-2,-1,-1,0,-1,-4,11,-2,-2,1,0,0,1,0,3,0,0,-1,0,0,-2,1,1,-
1,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0 },
   { 16,22,37,52,0,-2,-2,0,10,33,-14,44,-11,0,-2,1,25,25,58,-10,-20,-1,-2,-1,23,30,-5,-36,-3,-1,0,-1,2,-6,-15,-6,4,1,1,0,-1,0,0,-2,1,1,0,0,0,-
2,-1,-1,1,0,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,0 },
   { 8,-13,-8,-13,0,0,0,0,18,-1,28,-5,0,-1,0,0,22,-51,-5,10,2,2,0,1,104,4,-24,0,-3,-1,-2,0,8,-10,-5,2,0,0,0,0,-2,0,4,0,0,0,0,0,-
4,0,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0 },
   { 0,0,-8,0,-27,5,-3,1,-4,-1,-18,-96,-10,11,2,0,22,6,35,-8,28,-1,-1,-1,-1,50,1,-6,4,-10,0,-1,2,1,-20,3,4,-1,1,0,-1,0,2,6,0,-1,0,0,1,-2,-
2,1,1,0,0,0,-1,0,1,2,0,0,0,0 },
   { -3,-7,0,-10,-2,1,1,0,-9,-5,-30,11,-14,4,-3,1,-5,-29,6,-66,-9,5,0,1,-13,-7,-62,-3,51,2,3,1,-1,-9,2,49,8,-9,2,-1,0,0,5,2,-8,-1,-1,0,0,-3,1,4,0,-
1,0,0,0,1,1,0,-2,0,1,0 },
   { 1,-5,16,-1,-18,3,-1,0,-2,-8,-3,-24,-11,7,0,0,4,-3,66,-1,1,1,-2,0,10,-95,21,2,0,0,0,2,-12,-17,23,-3,3,0,1,0,3,4,-2,-2,2,-1,0,0,-
3,3,2,0,0,0,0,0,1,0,-1,-1,1,0,0,0 },
   { -6,-7,-2,-18,-100,25,-3,3,1,6,1,41,-34,20,-5,1,-2,6,-16,14,34,-1,-3,0,0,3,1,-11,7,-6,0,1,-1,2,-1,-6,5,-2,0,0,0,0,1,-2,2,-
1,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0 },
   { -1,-1,1,22,3,-6,-2,0,-1,0,5,0,16,-2,3,0,1,-4,13,75,29,-1,1,-1,-28,-16,-75,-2,-14,-4,1,0,-14,-23,-25,20,1,4,1,1,1,3,13,3,-6,0,0,0,0,-2,-
1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,-2,0,0,0 },
  }
 },
```

[0166]

{ //1
 {
  { -98,54,-1,4,0,1,0,1,56,-9,-13,0,-2,0,-1,0,3,-18,3,3,0,0,0,0,2,0,5,-1,0,0,0,0,0,-2,0,-1,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
  { 64,9,-18,0,-4,0,-1,0,86,-48,-13,2,-2,0,-1,0,-28,-22,17,3,2,1,1,0,-11,8,8,-3,0,-1,0,0,-10,3,0,-1,1,0,0,0,-3,3,1,0,0,0,0,0,0,-4,1,0,0,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0,0,0 },
  { -17,18,-11,4,-3,2,-1,1,-29,-65,40,2,5,1,2,0,-54,53,32,-15,2,-3,1,-1,16,27,-24,-13,1,-1,0,0,0,-1,-12,4,4,0,1,0,6,1,-4,3,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,3,0,-1,1,-1,0,0,0 },
  { -35,-98,50,-1,8,0,3,0,38,-9,21,-9,0,-2,0,-1,-8,3,7,-8,1,-1,0,0,-11,19,1,-6,2,-1,0,0,-2,9,-9,-2,2,0,0,0,-2,4,-3,2,1,0,0,0,0,2,-2,1,-1,-1,0,0,-1,1,-1,0,0,0,0,0 },
  { 7,0,-10,1,-1,0,0,0,45,8,32,-15,2,-4,1,-2,14,61,-55,-19,2,-3,0,-1,15,-40,-41,30,5,3,1,1,-4,-13,20,19,-8,-1,-1,0,2,-6,6,-4,-8,2,0,0,-3,-2,4,-3,1,3,0,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0 },
  { -3,-9,-20,8,-4,3,-1,1,-7,-59,30,12,0,3,0,1,96,-9,24,-15,-6,-2,-1,-1,-10,-22,2,-16,4,0,1,0,-6,6,6,-2,8,0,1,0,-5,4,0,-1,-2,-2,0,-1,-1,3,0,0,1,-1,0,0,-2,1,-1,-1,0,0,0,0 },
  { -19,-25,-25,13,0,3,0,1,-25,-43,4,6,2,0,1,0,-36,-23,-29,22,4,3,1,1,-7,-36,39,44,-5,3,-1,1,2,18,49,-8,-20,-3,-3,-1,4,7,4,-22,-8,2,0,0,0,4,1,-10,2,3,1,0,1,2,0,-4,3,1,0,0 },
  { 4,7,-11,9,-2,4,-1,1,10,10,37,-19,-2,-4,0,-1,-1,15,-25,8,1,3,-1,1,27,-10,49,-11,-19,0,-4,0,-6,15,-21,-66,16,9,2,1,-7,-4,-31,21,43,-5,2,0,-2,7,0,21,-6,-13,0,-2,0,-2,-4,3,-5,0,2,0 },
  { 6,34,16,-1,-1,1,0,0,-5,17,58,-21,-1,-3,1,-1,-11,-25,-12,-35,7,-3,2,-1,-80,7,1,8,19,0,4,0,-5,39,-2,7,-2,-5,0,-1,1,6,-13,0,-5,1,0,0,4,1,-5,1,0,2,-1,0,0,-2,-3,1,0,0,-1,0 },
  { -16,-34,-96,25,-6,6,-3,2,12,46,16,28,-8,3,-2,1,-13,-2,19,-16,-8,0,-1,0,-15,12,-4,-9,7,1,1,0,4,0,-9,5,2,-1,0,0,0,-4,4,4,-2,0,0,0,1,1,2,-2,-1,0,0,0,-1,-1,0,1,0,0,0,0 },
  { -1,-5,-23,1,5,-1,0,0,-5,-25,-5,-17,9,-4,1,-1,26,-17,-44,8,24,-2,4,0,10,69,-6,41,1,-10,0,-2,22,7,-39,7,-27,-6,-3,-1,-10,-30,-6,13,-9,8,2,2,2,-2,10,6,-2,4,0,0,-1,-1,4,4,-2,1,-1,0 },
  { 10,14,16,7,-5,-1,0,-1,17,25,27,17,-7,0,0,-1,19,29,34,11,-11,-2,-1,-1,17,34,29,11,-18,-6,-3,-2,16,17,22,-20,-43,-10,-6,-2,-2,-8,-11,-52,-28,7,1,2,-2,-8,-11,-24,10,14,4,3,0,0,-3,-7,11,4,0,0 },
  { 7,3,13,7,-3,3,0,1,0,8,54,-9,-8,0,-1,0,-14,-68,6,-31,1,1,1,0,65,-9,-2,-2,14,1,2,0,26,-32,4,9,1,-3,0,-1,-2,-12,21,-1,-4,0,0,0,-2,4,3,-9,1,1,0,-1,-1,2,-2,0,2,0,0,0 },
  { 1,1,-4,21,-9,0,-2,1,1,-1,15,-32,14,-2,4,-2,-1,6,-20,48,-17,0,-3,1,7,-11,32,-47,5,6,0,1,-12,20,-32,36,20,-19,4,-4,8,-8,19,8,-51,8,-3,0,-1,-3,-2,-26,13,13,-2,3,2,-2,3,5,3,-4,-1,0 },
  { 1,4,0,14,0,1,0,0,-1,-1,23,-15,-8,-1,1,-1,6,-2,-5,28,6,3,1,-1,-37,21,-9,3,-54,4,-8,1,0,-45,1,-13,6,33,-2,8,22,1,61,-5,24,-7,-5,-1,4,1,-6,-32,0,-14,1,-2,-4,-2,-3,4,6,-1,4,0 },
  { -3,2,-6,-85,12,-7,5,-4,4,-3,29,59,20,-7,3,0,-3,-9,-31,17,-43,4,-3,0,-1,13,2,-11,-4,16,-2,2,2,1,0,0,9,1,-1,0,1,-6,7,3,0,-1,-2,0,1,0,1,-4,-2,-1,0,1,0,0,0,3,0,-1,1,0 },
 },

[0167]

 {
  { 70,-48,6,-4,1,-1,1,0,-75,43,2,1,0,0,0,0,33,-5,-12,3,-2,1,-1,0,-9,-9,9,0,0,0,0,0,3,6,-2,-2,0,0,0,0,-2,-2,0,1,0,0,0,0,0,2,1,0,0,0,0,0,0,-1,-1,0,0,0,0,0,0 },
  { -81,3,14,2,3,0,1,0,-13,55,-19,1,-3,1,-1,0,53,-46,-4,6,-2,1,-1,0,-18,3,20,-7,2,-1,1,0,7,6,-12,-1,1,-1,0,0,-2,-4,3,4,-1,0,0,0,3,1,-1,-2,0,0,0,0,-1,-1,1,0,0,0,0,0,0 },
  { 48,-19,12,-3,1,-1,0,0,54,3,-29,2,-4,1,-2,0,-6,-62,34,2,3,0,1,0,-34,49,6,-15,4,-3,1,-1,7,-4,-23,9,-1,1,0,0,-5,-1,11,2,-3,1,0,0,1,0,-3,-3,1,0,0,0,-3,1,2,1,0,0,0,0 },
  { 31,18,-23,7,-3,2,-1,1,50,-5,10,-7,-1,-2,0,-1,33,-20,-36,10,-2,2,-1,1,-2,-52,50,3,-2,1,0,0,-22,40,0,-27,7,-4,2,-1,-1,-6,-20,15,3,0,1,0,-3,3,9,2,-6,0,0,0,0,0,-3,-2,-2,0,1,0,0 },
  { -19,-75,28,1,5,0,2,0,37,42,-1,-14,0,-3,0,-1,-54,12,-29,18,-1,3,-1,1,35,-9,18,1,-7,2,-2,1,-10,-5,-2,-11,6,-1,1,0,2,5,0,6,0,-1,0,0,-2,-1,-2,-1,-2,0,0,0,1,0,2,1,0,1,0,0 },
  { 17,4,16,-11,1,-2,1,-1,43,33,-28,12,-4,2,-2,1,42,7,-2,-15,-3,-2,-1,-1,11,-30,-45,20,1,3,0,1,4,-38,54,7,-7,2,-1,1,-11,23,-6,-25,7,-3,1,-1,0,-10,-6,14,2,0,1,0,-2,3,6,-4,-3,0,0,0 },
  { -17,-29,9,-13,4,-2,2,-1,-18,-30,-3,20,-3,3,-1,1,-14,-20,25,-17,5,-1,2,0,-21,10,12,23,-2,1,-1,0,4,17,34,-47,-4,-2,0,-1,-19,29,-57,7,26,-5,5,-1,10,-8,9,31,-18,-1,-1,0,-1,2,0,-14,-5,5,-1,1 },
  { -19,-64,-9,1,0,1,0,0,30,-30,47,-4,4,-1,2,0,42,27,-13,-20,1,-4,0,-1,-52,4,-20,12,4,1,1,0,16,10,-3,14,-9,2,-2,1,2,-17,12,-6,-3,2,-1,1,-1,9,2,-8,5,-1,0,0,-3,0,-5,3,2,-1,0,0 },
  { -10,-33,22,2,-2,-1,-1,0,-6,-41,-21,-1,4,2,1,1,29,2,44,13,-7,1,-2,0,25,-28,-1,-44,9,-4,3,-1,-48,26,0,30,12,-3,3,-1,10,20,-8,-10,-24,2,-4,1,-4,-13,-8,5,12,6,0,2,7,2,15,-3,-2,-4,-1,-1 },
  { 5,5,6,-8,2,-1,1,0,15,20,0,0,2,-1,0,0,28,41,6,-13,3,-2,1,-1,15,24,-32,-15,1,-5,0,-2,-21,-7,-55,-7,11,0,3,0,-9,-5,-29,57,14,1,3,0,13,-8,25,28,-26,-2,-3,0,3,-10,7,-13,-10,6,-1,1 },
  { -3,-24,-13,3,1,1,0,0,-4,-45,2,9,-4,0,-1,0,38,-24,7,10,2,2,1,1,63,4,18,6,-13,-1,-4,0,14,-57,-7,-27,-1,2,0,1,-15,-10,28,13,18,-2,4,-1,-1,17,6,-11,-10,-5,0,-2,-6,1,-11,5,3,4,1,0 },
  { 5,15,74,-17,7,-6,3,-2,-2,-34,-44,-13,6,-2,1,-1,11,37,-21,39,-7,3,-1,1,-33,-7,16,-4,-16,5,-4,1,30,-4,-2,-14,9,1,0,1,-4,-15,6,5,6,-5,2,-1,-1,9,3,-3,-4,0,1,-1,-3,1,-7,2,1,1,0,0 },
  { -9,-13,-18,-4,0,-1,0,0,-18,-25,-33,-6,1,-1,0,0,-28,-38,-36,-2,4,0,0,0,-35,-44,-30,13,9,3,2,1,-28,-31,-6,30,10,4,3,1,-8,-7,19,35,4,1,1,0,2,0,26,16,-11,-3,-2,-1,0,-2,13,-5,-9,1,-1,0 },
  { 0,0,-3,6,-10,3,-2,1,-1,-2,1,-11,14,-4,2,-2,-1,-1,-6,11,-14,4,-2,2,4,2,8,-11,17,-3,2,-1,-1,3,-14,8,-27,1,-4,1,1,-18,8,-40,46,2,7,0,-15,30,-31,65,-2,-22,4,-5,10,-16,18,-9,-44,17,-3,2 },
  { 0,4,-18,25,2,1,-1,0,-2,-7,25,-35,-4,0,1,0,9,1,-22,27,11,-3,1,-1,-18,17,10,-21,-23,5,-3,1,16,-33,3,1,34,-1,3,0,-30,51,-7,0,-20,-9,0,-2,11,-19,-30,18,3,12,-2,2,6,-9,40,-9,-7,-3,-2,1 },
  { -7,-18,-74,0,-9,-1,-3,0,5,18,-49,28,-2,6,-1,2,-4,46,32,32,-9,3,-2,1,-30,-9,17,-17,-15,2,-3,0,7,-11,4,-16,6,2,0,1,6,-7,5,-2,6,-4,2,-1,-7,0,3,-1,-2,-1,2,-1,-3,4,-1,-1,0,1,0,0 },
  }
 },

[0168]

```
{ //2
 {
  { 117,-39,-4,-5,-1,-2,0,-1,23,-4,-2,0,-1,0,0,0,-21,6,1,1,0,0,0,0,-11,3,1,0,0,0,0,0,-5,2,0,0,0,0,0,0,-3,1,0,0,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0 },
  { 22,-3,-2,-1,-1,0,0,0,-116,29,5,3,1,1,1,0,-27,-1,3,0,1,0,0,0,24,-6,-1,0,0,0,0,0,12,-1,-1,0,0,0,0,0,5,-
1,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -21,17,-4,2,-1,1,0,0,23,4,-3,0,-1,0,0,0,-118,19,7,2,2,1,1,0,-18,-4,3,0,1,0,0,0,19,-5,-1,0,0,0,0,0,7,-1,-1,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,2,-
1,0,0,0,0,0,0 },
  { -34,-101,54,-11,9,-3,4,-1,-7,-23,10,-1,1,0,0,0,-9,28,-11,3,-2,1,-1,0,6,8,-3,0,-1,0,0,0,8,1,-2,0,0,0,0,0,2,1,-1,0,0,0,0,0,1,2,-
1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0 },
  { 6,2,-3,0,0,0,0,0,28,-13,1,-1,0,-1,0,0,-12,-14,3,-1,1,0,0,0,117,-16,-8,-1,-2,0,-1,0,28,6,-4,0,-1,0,0,0,-12,3,1,0,1,0,0,0,-
5,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0 },
  { 6,16,1,-1,0,0,0,0,-23,-102,36,-8,6,-2,2,-1,-14,-49,10,0,1,0,1,0,-12,24,-9,3,-1,1,0,0,3,17,-4,1,-1,0,0,0,4,5,-
2,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0 },
  { 8,0,0,-1,0,0,0,0,6,2,-1,0,0,0,0,0,24,-7,1,-1,0,0,0,0,-25,-11,3,-1,1,0,0,0,116,-14,-8,-1,-2,0,-1,0,33,2,-4,0,-1,0,0,0,7,2,0,0,0,0,0,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -9,-30,18,-5,2,-1,1,-1,-1,12,44,0,0,-1,0,0,0,-14,-99,24,-4,3,-1,1,0,-14,-31,-3,2,0,0,0,0,-8,31,-7,2,0,0,0,0,0,2,5,0,0,0,0,0,0,1,-2,0,-
1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0 },
  { -19,-51,-93,27,-6,5,-4,2,-8,-21,-50,15,-1,2,-2,1,-2,-8,12,-4,4,-1,1,-1,-1,3,16,-4,1,-1,1,0,3,8,9,-2,0,0,0,0,0,3,4,-1,-
1,0,0,0,0,2,2,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0 },
  { 2,-1,-1,0,0,0,0,0,6,-3,-1,0,0,0,0,0,0,-2,0,0,0,0,0,0,20,-3,1,0,0,0,0,0,-33,-13,3,0,1,0,0,0,117,-10,-9,0,-2,0,-1,0,24,6,-3,0,-1,0,0,0,-
5,0,1,0,0,0,0,0,0 },
  { 0,5,1,0,0,0,0,0,5,29,-10,2,-1,0,-1,0,-2,2,-10,1,-1,0,-1,0,8,94,-19,1,-2,0,-1,0,16,72,1,0,0,0,0,0,14,-7,7,1,1,1,0,0,2,-16,2,-1,0,0,0,0,-1,-
2,0,0,0,0,0,0 },
  { 7,19,48,-1,2,-1,2,0,-9,-25,-87,24,-6,4,-4,2,-6,-22,-51,7,0,0,-1,0,0,-5,29,-15,4,-2,1,-1,1,2,18,-6,1,-1,0,0,0,2,7,2,-
1,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -2,0,1,0,0,0,0,0,-2,1,1,0,0,0,0,0,-2,-1,0,0,0,0,0,0,-2,2,1,1,0,0,0,0,0,-3,1,0,0,0,0,0,16,0,-1,0,-1,0,0,0,-96,6,6,0,2,0,1,0,-82,0,6,-1,2,0,1,0 },
  { 2,9,-1,1,1,0,0,0,-4,-17,1,0,-1,0,0,0,7,41,-1,1,0,0,0,0,-9,-69,3,-3,1,-1,0,0,0,91,-13,6,-1,2,0,0,13,9,7,1,0,1,0,0,-1,-25,3,-4,0,0,0,0,-4,3,-2,-
1,0,0,0,0 },
  { -3,-7,-27,5,2,0,-1,0,4,9,42,7,0,1,2,0,-7,-14,-80,17,-10,4,-3,1,-5,-18,-39,-23,1,-3,-1,-1,4,2,59,-16,3,-2,1,0,2,4,17,5,1,0,0,0,0,2,-
3,3,0,0,0,0,0,0,-2,1,0,0,0,0 },
  { 3,-2,24,69,-55,22,-7,4,2,1,15,26,-21,7,-1,1,0,2,-3,-56,39,-15,5,-3,-1,1,-13,-26,15,-5,0,-1,-1,-1,-6,1,-6,1,-1,0,0,0,-1,1,-2,1,-1,0,0,-
1,0,3,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0 },
 },
```

[0169]

```
 {
  { -72,45,-8,5,-1,2,-1,1,77,-39,2,-3,0,-1,0,0,-37,9,5,-1,1,0,0,0,11,2,-4,1,-1,0,0,0,-4,-2,1,0,0,0,0,0,2,1,0,0,0,0,0,0,-
2,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -87,11,10,0,2,0,1,0,-28,33,-11,3,-2,1,-1,0,67,-31,0,0,-1,0,0,0,-31,5,6,-1,1,0,1,0,9,4,-3,0,0,0,0,0,-2,-2,0,0,0,0,0,0,3,-1,0,0,0,0,0,0,-
1,0,1,0,0,0,0,0 },
  { 19,-50,33,-8,5,-2,2,-1,77,29,-31,2,-4,0,-2,0,-2,-40,10,2,1,0,0,0,-40,26,5,-2,1,-1,1,0,18,-3,-6,2,-1,0,0,0,-9,0,3,0,0,0,0,0,3,0,-1,0,0,0,0,0,0,-
3,0,1,0,0,0,0,0 },
  { -45,-54,39,-8,6,-2,2,-1,-17,44,-21,1,-1,0,-1,0,-50,19,-6,8,-2,2,-1,1,57,-19,2,-2,-1,0,0,0,-20,0,3,-1,1,0,0,0,7,2,0,0,0,0,0,0,-3,0,-
1,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -5,30,-8,1,-1,0,0,0,-45,14,-13,8,-3,2,-1,1,-65,-39,33,-7,5,-1,2,0,-4,52,-17,-2,0,-1,0,0,37,-30,-5,5,-2,1,-1,0,-20,6,8,-2,1,0,0,0,8,-1,-
2,0,0,0,0,0,-3,1,0,0,0,0,0,0 },
  { -23,-40,10,-1,2,0,1,0,-16,-29,25,-8,4,-2,2,-1,-22,57,-25,5,-2,0,-1,0,-56,-7,4,4,-1,2,0,1,61,-9,0,-3,0,-1,0,0,-27,0,3,0,1,0,1,0,11,4,-1,0,-
1,0,0,0,-5,-1,-1,0,0,0,0,0 },
  { -5,-8,-52,29,-8,6,-3,2,10,46,52,-28,5,-5,2,-1,-28,-36,-48,15,1,1,-1,1,-1,2,39,1,-3,1,0,0,2,17,-15,-9,3,-2,0,-1,0,-8,1,7,-2,1,0,0,1,2,0,-
4,1,0,0,0,0,-3,0,2,0,0,0,0 },
  { -2,10,13,-7,1,-1,1,0,-23,-9,-16,7,-1,1,-1,0,-47,-8,10,-3,0,0,0,0,-70,-17,13,0,4,-1,1,0,-36,52,-4,1,-1,0,0,0,51,-15,-10,1,-2,1,-1,0,-22,-
4,5,0,1,0,0,0,3,1,0,0,0,0,0,0 },
  { -23,-69,-31,9,-2,2,-2,0,-6,-35,41,-4,0,0,1,0,8,-13,30,-17,7,-3,2,-1,-2,44,-35,4,0,-1,0,0,-34,-12,2,8,-2,2,0,1,30,6,1,-2,0,0,0,0,-12,-
4,1,0,1,0,0,0,3,3,-1,0,0,0,0,0 },
  { 1,5,-53,8,-3,2,-3,1,19,69,-2,17,-6,4,-1,1,-3,46,37,-20,2,-2,1,-1,-28,-35,-39,1,2,-1,0,0,0,-15,12,8,-2,2,0,0,5,4,4,-4,1,-1,0,0,-
5,0,1,1,0,0,0,0,-1,1,-2,0,0,0,0,0 },
  { 6,23,19,-1,1,0,1,0,1,19,-2,-12,5,-2,1,-1,1,25,-46,24,-6,2,-2,1,-27,38,4,-3,-7,3,-2,1,-35,-75,20,-3,5,-1,1,0,37,19,3,-2,1,-1,1,0,-20,-1,-1,0,-
1,0,0,0,1,4,-2,0,0,0,0,0 },
  { -3,-2,0,0,-1,0,0,0,-6,-5,0,-1,0,0,0,0,-10,-5,-1,-1,0,0,0,0,-28,-7,1,0,0,0,0,0,-80,-7,2,-1,1,0,0,0,-90,8,8,1,1,0,1,0,23,11,-3,-1,-1,0,0,0,2,-3,-
1,1,0,0,0,0 },
  { 0,-3,-8,9,-4,1,-2,0,-2,-5,-8,-8,5,0,2,0,6,19,26,33,-13,5,-2,1,-1,1,20,-70,12,-6,3,-2,-5,-8,-60,43,13,-2,2,0,5,1,35,5,-23,5,-2,1,0,-1,-8,-
15,13,0,0,0,-1,1,0,7,-2,-2,1,0 },
  { -3,0,-19,-62,50,-15,4,-4,3,1,25,61,-45,10,-1,2,-2,-1,-26,-20,10,5,-4,1,4,7,24,-12,14,-12,5,-2,-4,-7,-15,10,-11,5,-1,0,2,2,5,0,2,1,-
1,0,1,0,-1,-1,0,-1,0,0,-1,0,0,1,1,0,0,0 },
  { 0,-2,-3,0,1,0,0,0,-1,-2,4,-2,0,1,0,0,-4,-8,4,8,-2,1,-1,0,-4,-14,9,-14,5,-1,1,0,1,8,14,6,5,-1,1,-1,2,83,-36,-1,-9,0,-2,0,28,-74,0,5,1,2,-1,1,-
17,16,14,-2,1,-1,1,0 },
  { 7,26,72,0,1,2,4,0,7,25,83,-5,3,1,4,0,-2,-4,10,-18,6,-4,0,-1,-2,-8,-37,-5,3,-3,0,-1,-2,8,-21,15,-1,2,0,0,0,2,6,2,-3,1,-1,0,3,-5,-2,-
3,2,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0 },
 }
},
```

[0170]

```
{ //3
 {
  { -112,43,9,3,2,1,1,0,12,-31,10,0,2,0,1,0,23,-12,-8,3,-1,1,0,0,4,3,-4,-1,0,0,0,0,4,0,-1,-1,0,0,0,0,1,1,-
1,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -21,-43,19,1,3,0,1,0,91,-3,-38,2,-5,1,-2,0,-28,51,2,-9,0,-2,0,-1,-7,-9,15,1,0,0,0,0,-3,2,-2,2,0,0,0,0,-1,-2,2,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,0,-1,-
1,1,0,0,0,0,0 },
  { 23,-31,17,-6,4,-2,1,-1,-3,-78,10,16,0,4,0,2,34,13,-64,7,-1,1,-1,0,-13,42,1,-23,2,-3,0,-1,2,-1,12,0,-4,0,-1,0,-3,6,0,1,1,-
1,0,0,0,0,1,0,0,1,0,0,-1,2,0,0,0,0,0,0 },
  { -40,-93,33,8,5,2,2,1,-53,18,-22,5,2,1,0,0,13,-17,9,-4,1,0,0,0,16,-5,-16,6,-1,1,0,0,1,10,-6,-6,2,-1,0,0,3,0,0,-2,-2,1,0,0,1,2,0,-
1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -10,19,-3,-2,-1,0,0,0,-52,2,-38,9,1,2,0,1,13,56,-7,-45,4,-7,1,-3,1,-11,68,-10,-12,1,-3,0,9,-17,1,27,-8,2,-1,1,-3,1,-2,5,3,-2,1,-1,2,-3,-
1,2,1,0,0,0,-1,0,1,0,1,0,1,0 },
  { 12,20,61,-17,3,-4,1,-2,-21,-52,9,26,-1,4,0,2,-56,1,4,0,4,1,1,0,16,-47,-3,20,-2,2,0,1,-1,9,-37,-3,8,0,1,0,3,0,4,-12,-3,1,0,0,1,3,-5,2,-1,-
1,0,0,1,0,1,-2,0,0,0,0 },
  { -17,-3,-6,0,4,0,1,0,-8,23,7,13,-4,3,-2,1,-75,-19,-44,6,20,-1,5,0,27,8,3,-61,-2,1,-1,0,4,-2,33,12,-27,-1,-3,0,4,1,-7,13,7,-5,0,-1,-1,4,-
2,1,2,1,0,2,-1,-2,1,0,-1,1,0 },
  { 6,-24,18,-17,2,-3,2,-1,24,-11,56,-21,-6,-2,0,-1,18,-32,28,-6,-8,0,-1,1,26,-13,44,2,-25,3,-5,1,4,-15,4,56,-20,-1,-2,1,-6,8,-25,21,13,-5,1,-
1,-2,-1,-3,1,4,1,1,0,-1,1,-5,3,2,-2,2,0 },
  { 10,29,86,-25,1,-4,2,-2,13,62,-2,27,-9,2,-2,1,37,-4,-19,9,9,-1,1,0,-16,12,0,-10,3,1,1,0,-4,-5,10,-1,-2,-1,0,0,-1,-4,1,4,0,0,0,0,-1,-
1,0,0,0,0,0,0,-1,-1,0,1,0,0,0,0 },
  { 20,18,1,12,-5,4,-2,1,25,-17,-63,16,14,-1,2,0,20,-57,0,-48,10,0,1,-1,49,10,-7,-3,-23,5,-5,1,-12,26,2,5,-3,-3,1,-1,4,-1,4,1,1,0,0,0,-3,3,0,-
1,0,0,1,0,1,0,1,0,-1,0,0,0 },
  { 9,12,22,13,-4,-2,1,0,-9,-25,-25,-27,6,2,0,0,12,15,35,14,-11,-4,-1,-1,-12,-32,-29,-26,17,10,3,3,21,15,36,-13,-53,-6,-6,-1,-5,0,-2,50,16,-
11,-3,-3,1,1,-4,-13,5,9,2,0,-1,-2,1,9,-1,-5,1,0 },
  { 3,-11,-31,5,9,-1,0,0,15,9,10,25,-8,5,-1,0,38,-10,-24,7,41,-3,7,-1,-14,-71,0,-34,2,20,0,6,6,9,-45,-2,-26,-2,-1,0,-3,10,9,-14,-1,-5,-1,-
3,6,1,-2,4,-2,1,1,-1,-2,3,2,-4,1,0,1,0 },
  { -1,4,-3,14,1,-3,0,-1,-4,4,-11,9,3,2,-3,1,-1,7,-7,22,3,-7,0,-3,-5,8,-11,12,7,1,-1,0,-7,20,-15,43,13,-23,4,-6,-3,-6,-15,-19,85,-5,-5,0,2,-12,3,-
41,4,39,-8,5,-2,0,-5,-4,-9,11,3,-2 },
  { -2,-4,6,19,-5,5,-1,2,1,-12,-24,11,16,-3,4,-1,-22,-51,6,-16,6,7,-1,2,-82,-2,5,1,-6,3,2,0,10,-56,-2,5,1,-1,1,1,-1,5,-33,0,-1,0,-1,0,1,0,0,-
12,1,-2,1,-1,0,1,-2,-1,-3,0,0,0 },
  { 5,2,1,23,1,1,0,-1,4,-4,-11,17,16,3,-3,0,9,-4,5,29,8,-8,4,-7,33,-1,21,2,71,-1,-1,0,1,-14,-2,3,8,63,-2,10,-10,2,-39,0,-12,10,23,-1,-2,-6,-2,-
21,2,-7,7,2,0,-1,-6,-5,-4,2,-1,2 },
  { 4,2,18,86,-4,5,-4,4,4,6,47,33,38,-9,6,-1,1,29,16,-22,24,16,-1,3,11,14,-9,1,-19,14,3,2,5,-2,5,-5,-3,-9,5,-1,-2,1,3,2,-3,-1,-2,1,-1,-1,1,3,-
1,0,0,0,0,0,0,2,0,-1,1,0 },
 },
```

[0171]

```
 {
  { 102,-43,-2,-4,-1,-1,0,-1,35,10,-12,1,-3,0,-1,0,-33,32,-1,0,0,0,0,0,-17,2,8,-1,1,0,0,0,-6,-1,3,1,0,0,0,0,-3,-1,1,1,0,0,0,0,-2,0,0,0,0,0,0,0,-
1,0,1,0,0,0,0,0 },
  { -51,4,9,0,2,0,1,0,100,-31,-11,-1,-3,0,-1,0,-5,40,-9,0,-2,0,-1,0,-26,5,12,-1,2,0,1,0,0,-6,2,2,0,0,0,0,-3,0,0,0,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,-
2,0,1,0,0,0,0,0 },
  { -26,5,3,2,0,1,0,0,7,41,-11,0,-2,0,-1,0,-88,2,33,-2,6,-1,2,0,30,-58,2,6,0,2,0,1,14,5,-18,2,-1,0,-1,0,3,2,-1,-3,1,-1,0,0,1,1,-1,-1,0,0,0,0,2,-
1,0,0,0,0,0,0 },
  { -13,-72,21,-1,4,0,2,0,27,-14,-7,0,-1,0,0,0,7,-40,0,6,0,2,0,1,49,9,-47,3,-5,1,-2,0,-15,50,-1,-14,0,-3,0,-1,-2,-1,14,-1,-1,0,0,0,-
3,5,0,0,0,0,0,0,0,0,3,0,-1,0,0,0 },
  { 34,81,-28,2,-6,1,-2,0,42,-11,21,-7,3,-2,1,-1,-22,-47,5,9,0,2,0,1,15,18,-30,-1,-2,0,-1,0,-13,21,13,-10,0,-2,0,-1,-1,-7,10,5,-1,0,0,0,-3,-1,-
1,2,1,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,0 },
  { 23,9,8,-5,1,-1,1,-1,-4,-74,18,4,3,1,1,1,7,-6,-4,2,-1,1,0,0,-1,-50,-3,14,-1,4,0,1,28,8,-61,3,-2,1,-1,0,-10,39,-2,-24,2,-4,1,-1,4,1,13,-4,-4,0,-
1,0,-2,4,2,1,-1,0,0,0 },
  { -9,-6,13,-2,3,-1,1,0,-35,-63,13,8,1,2,0,1,-72,13,-45,6,-1,2,-1,1,19,34,4,-23,3,-5,1,-2,2,-11,29,1,-1,1,0,0,7,-9,-4,8,-2,1,0,0,0,1,-
4,1,1,0,0,0,2,1,-2,-1,1,0,0,0 },
  { 4,32,6,-3,-2,0,-1,0,-24,-11,-39,6,-2,2,-1,1,11,65,2,-14,-2,-3,0,-1,12,-10,-9,4,1,0,0,0,-1,60,5,-27,-1,-5,0,-2,-12,-17,52,7,-2,0,0,0,4,-11,-
10,11,1,1,0,1,-3,0,6,-1,1,-1,0,0 },
  { 11,14,-6,-3,0,-1,0,0,14,0,-5,2,-3,1,-1,0,22,19,-9,-17,1,-4,0,-1,92,7,51,-1,-8,0,-2,0,-29,-3,-8,41,3,5,1,2,-8,1,-21,-12,9,-1,2,0,-3,0,5,-5,-
3,0,-1,0,1,1,-1,0,0,0,0,0 },
  { 13,-1,32,-4,1,-2,1,-1,4,-35,10,1,3,-1,1,0,17,-14,38,-3,0,-1,0,0,5,-43,13,14,1,1,0,1,3,-16,30,9,-4,2,-1,1,1,-45,-11,52,-2,7,-1,3,-3,6,-
56,9,12,0,3,0,-3,7,-8,-9,5,-1,1,0 },
  { 7,1,-5,-1,-2,0,-1,0,13,15,-3,-6,-1,-1,0,-1,16,5,-12,3,-3,0,-1,0,32,2,-2,-22,4,-6,1,-2,94,-1,32,-7,-12,0,-4,0,-7,44,-1,35,-6,3,-1,1,-
16,9,4,5,12,-1,3,0,-4,-6,0,1,3,1,0,0 },
  { 13,31,99,-18,11,-5,5,-2,9,33,-9,27,-6,6,-2,2,4,-21,-44,5,4,1,1,0,-6,-8,1,-16,2,-1,0,0,-5,-2,-6,-1,-2,1,0,0,-2,3,1,-7,-1,-1,0,-1,0,-1,4,1,-2,0,-
1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0 },
  { -2,-10,-5,-1,2,-2,0,-1,6,4,20,-1,-4,0,-1,0,-1,-12,-5,0,2,-2,1,-1,4,0,25,-3,-6,-1,-2,0,-1,-12,-11,2,2,-3,1,-1,24,7,51,-9,-17,0,-5,0,-1,-
12,0,87,-3,2,0,1,-13,6,-45,0,32,-2,5,0 },
  { 7,14,22,0,-2,1,0,0,-5,-21,-45,-2,1,-1,0,-1,4,13,41,-7,-2,0,0,0,18,13,-29,12,2,1,1,1,-24,-47,2,-28,-2,-3,0,-1,50,31,-9,5,-12,-1,-3,0,-
22,25,26,9,5,-1,1,0,4,-21,-4,7,4,1,1,1 },
  { -1,-2,-9,-3,0,-1,1,-1,4,17,63,-3,2,0,1,0,17,49,-22,44,-1,6,0,2,24,-40,-38,-18,18,-1,4,0,-31,-22,2,-28,-10,2,-2,1,2,-3,-4,5,-9,-4,-1,-1,-
2,7,0,0,2,-1,-1,0,2,-2,0,1,-1,1,0,0 },
  { 2,-3,-44,22,-4,5,-2,2,5,-9,-64,26,-2,5,-2,2,10,-31,-48,-5,13,-2,3,-1,1,-48,-1,-36,14,-3,2,-1,-13,-23,6,-19,-4,3,-2,1,-1,-12,-2,-2,-9,3,-
2,0,2,2,-9,3,-6,1,-1,0,1,5,-2,-1,-1,-1,0,-1 },
  }
 }
};
```

[0171]

표 9

[0172]

```
const int g_aiNsst4x4[4][2][16][16] = {
 { //0
  {
   { 108,-44,-16,2,-43,19,6,-1,-11,6,2,-1,0,-1,0,0 },
   { 37,100,-55,-13,2,-26,14,2,-14,-22,13,4,1,2,-2,0 },
   { 28,-21,-8,6,102,-17,-31,1,-53,19,14,-3,-8,1,4,0 },
   { -33,-38,-94,53,-5,-15,29,-8,7,19,19,-14,3,1,-4,1 },
   { 8,-11,27,-7,-15,-105,35,25,-5,37,-26,-5,4,17,-6,-6 },
   { -25,1,14,-2,-36,12,15,-2,-98,3,29,1,55,-9,-20,2 },
   { 7,7,14,2,37,33,98,-37,-6,12,-42,10,-9,-15,-14,9 },
   { 0,33,-7,-2,-12,21,-26,1,3,100,-23,-27,8,-45,22,10 },
   { 16,28,39,108,-5,-8,-15,-22,-5,-17,-16,-27,4,5,3,4 },
   { -10,-10,-34,0,-8,1,-25,6,-33,-26,-98,32,14,5,37,-16 },
   { -16,3,5,4,-26,5,13,11,-47,1,13,-7,-104,3,42,-4 },
   { 3,5,1,17,16,33,26,109,3,-9,-9,-34,10,-2,-9,-26 },
   { -3,14,-5,-3,-3,30,-10,-11,-6,40,-11,-5,-7,108,-32,-22 },
   { 4,9,11,33,1,5,8,15,11,31,31,99,7,-6,20,-50 },
   { 3,-2,8,-11,10,4,28,-15,9,-4,23,-34,42,33,101,-16 },
   { 0,-2,-1,-13,-1,-7,-4,-35,-1,-8,-3,-38,-8,-31,-21,-109 },
  },
```

[0173]

```
 { //1
  {
   { -110,40,5,3,44,13,-12,-1,8,-15,-6,2,3,-2,4,2 },
   { -47,-29,16,-1,-91,42,22,-2,20,40,-15,-5,10,-5,-13,1 },
   { 36,21,-3,-4,17,74,-32,-6,58,-17,-49,5,1,-39,-2,11 },
   { -13,-93,27,2,49,-14,33,-5,51,-12,-1,-10,-1,-17,2,-2 },
   { 11,28,-3,-2,47,3,38,-10,1,85,-12,-27,17,1,-58,-5 },
   { 0,-35,34,-4,25,58,-4,-16,-83,2,-30,1,-36,23,2,12 },
   { -17,-47,-93,16,9,-5,-42,30,-13,28,-25,18,0,-6,-12,14 },
   { -5,4,20,-6,-15,-58,3,-24,-31,-16,-68,3,25,-59,-17,38 },
   { 6,-16,34,-4,9,-1,-49,-4,3,12,-7,24,95,51,4,2 },
   { -3,2,38,-15,-7,-41,-58,-5,37,32,-20,17,-71,31,-21,4 },
   { -3,-5,-28,-9,-13,-1,10,-18,9,-64,-30,-38,2,58,-68,-19 },
   { 5,16,-19,29,2,-10,49,-9,22,10,-53,8,-7,59,62,40 },
   { -6,-8,-36,-86,1,1,-9,-75,4,14,14,-16,2,1,33,10 },
   { 0,4,-3,-55,5,9,41,30,4,-14,13,85,-2,10,-36,39 },
   { 1,-2,-6,63,-3,9,-9,-70,7,-5,49,20,-4,-1,-32,58 },
   { 1,0,11,-22,0,4,-15,51,3,-3,23,-70,3,8,-2,86 },
  },
```

[0174]

```
{
 { -118,32,21,3,27,4,-5,-2,16,-3,-6,0,4,-2,0,0 },
 { -30,-97,33,16,-51,3,25,3,21,30,-6,-8,6,3,-5,-2 },
 { 0,65,20,-16,-99,3,35,1,10,-15,-5,4,14,-1,-8,0 },
 { 24,4,63,-10,21,90,-5,-27,14,-8,-40,-1,-10,-18,0,8 },
 { 18,5,91,-2,25,-74,10,17,-21,-12,-20,4,-1,13,-3,-4 },
 { 8,-3,-1,-7,-24,-27,-90,8,69,-9,-38,10,-2,1,20,3 },
 { 19,30,-9,5,29,-15,43,5,69,75,-19,-29,-1,-5,-22,-6 },
 { -3,21,22,-3,-20,9,-57,-9,-55,86,15,-22,15,10,7,-4 },
 { -7,-17,-1,-112,7,-16,9,-41,8,15,17,26,-2,3,-1,9 },
 { 10,5,37,0,7,22,-11,36,44,-4,101,10,-8,15,10,-19 },
 { 2,6,11,34,-10,-29,1,-85,12,-7,35,-30,-46,-27,27,32 },
 { 8,-2,2,17,11,0,-4,-56,17,-21,9,-15,86,63,-20,-5 },
 { -4,4,-8,-8,-4,12,16,-2,-2,-1,-22,-22,-54,90,53,-30 },
 { -4,-7,-1,-24,-7,-2,-24,1,-4,-29,5,-75,-34,-2,-78,-37 },
 { 1,-6,0,-30,6,-1,11,25,0,-18,1,-79,46,-36,70,0 },
 { 1,0,-1,9,0,-7,3,-34,-1,3,-5,26,8,-38,20,-112 },
 }
},
```

[0175]

```
{
 { -88,55,-6,3,66,-28,-8,1,-11,-10,11,-1,3,6,-1,-2 },
 { -58,-19,26,-2,-28,75,-30,0,46,-43,-10,11,-7,-2,19,-5 },
 { 45,-34,29,-5,69,-1,-34,2,-7,-58,32,3,-26,32,7,-11 },
 { -34,-72,43,-1,32,16,15,-18,-55,43,-31,7,19,-4,-5,9 },
 { 19,-3,-36,21,50,6,36,-22,30,-19,-63,16,-7,-42,51,6 },
 { 30,49,11,-9,2,32,-59,5,-52,1,-14,30,52,-32,27,-9 },
 { 9,18,77,-44,8,-42,-18,5,54,33,-24,11,-20,-29,2,1 },
 { -21,-37,6,5,-32,-63,7,-1,-3,-26,34,23,37,-20,61,-40 },
 { 5,-26,-16,4,36,13,-11,24,48,12,38,-36,67,-51,-32,5 },
 { 14,27,43,43,-1,2,29,-73,24,-16,7,22,49,29,-31,-6 },
 { 0,12,27,-49,-13,-6,46,11,-26,-66,-12,-40,27,-13,0,55 },
 { 9,24,18,-31,19,46,59,17,5,32,28,-25,8,26,46,-54 },
 { 1,14,33,50,-7,12,3,-29,-25,5,46,-41,-50,-65,18,12 },
 { -3,-2,-22,-59,4,16,28,-32,-11,-12,34,61,-24,-47,-43,-22 },
 { -1,-4,-20,-31,5,6,-16,-44,17,33,44,14,7,25,50,77 },
 { 3,7,23,41,5,10,36,73,2,3,25,69,-3,-2,1,43 },
 }
},
```

[0176]

```
{ //2
 {
  { -112,48,-1,3,-28,11,1,0,19,-8,0,0,10,-4,0,0 },
  { -24,8,-2,1,112,-42,-3,0,31,-11,-3,1,-16,6,0,0 },
  { 37,87,-73,14,10,26,-20,3,-11,-17,14,-3,-6,-8,6,-1 },
  { 28,-6,-3,1,-19,9,-3,1,109,-38,-5,0,39,-13,-3,1 },
  { 9,18,-14,5,-32,-89,65,-9,-10,-38,27,-4,4,10,-8,2 },
  { -22,-58,-66,78,-8,-16,-21,23,5,16,13,-17,4,6,6,-8 },
  { 2,-2,0,0,-26,6,1,1,36,-8,0,-1,-116,28,8,-1 },
  { 11,30,-16,-1,-10,-24,15,-3,28,89,-51,4,13,46,-25,-1 },
  { 2,8,8,-12,-21,-51,-68,61,-14,-30,-46,40,0,3,1,-3 },
  { 16,33,63,90,7,15,26,30,-5,-11,-25,-10,-4,-6,-13,-5 },
  { -1,-1,-16,3,-4,-19,24,-10,6,28,-40,17,-23,-103,35,5 },
  { -10,-24,-35,9,8,28,28,-30,-17,-44,-58,46,-4,11,-55,30 },
  { -2,-6,-13,-17,12,26,53,83,8,18,37,60,1,0,-1,1 },
  { 1,4,7,-5,-4,-13,-26,16,6,20,36,-24,-16,-43,-91,49 },
  { 4,10,21,37,-5,-12,-27,-46,8,19,41,77,5,10,24,51 },
  { -1,-2,-4,-9,2,5,13,29,-3,-7,-21,-43,7,19,47,102 },
 },
```

[0177]

```
 {
  { -98,41,-1,3,66,-21,-4,0,-14,-2,5,-1,1,3,-1,0 },
  { 59,36,-29,4,36,-61,21,-1,-61,32,3,-4,22,-3,-8,3 },
  { -8,75,-46,6,-56,-33,24,2,58,-5,-2,-5,-18,3,-1,2 },
  { 47,4,4,-4,73,-11,-15,4,51,-38,12,-2,-61,22,3,-2 },
  { -14,-50,-14,20,20,-21,56,-26,31,55,-52,8,-31,-23,14,5 },
  { 1,14,74,-51,-14,-49,-34,30,20,50,-9,-3,-12,-18,8,-1 },
  { 18,16,-3,2,38,21,-10,0,61,3,-15,5,89,-43,10,-2 },
  { 14,53,-7,2,6,61,-24,-3,-31,19,-36,18,-46,-47,41,-7 },
  { -8,-22,-51,-18,9,22,-10,52,7,37,48,-54,-19,-41,-23,19 },
  { -3,-4,-22,-81,8,13,47,51,-11,-29,-47,0,11,24,19,-8 },
  { -8,-30,-16,5,-13,-53,-12,8,-13,-59,14,4,-4,-67,58,-18 },
  { 5,21,50,-18,2,13,65,-26,-8,-36,16,-18,-11,-58,-42,30 },
  { 4,7,25,49,-2,-3,-1,25,-7,-16,-42,-85,7,18,34,44 },
  { 2,11,24,0,4,20,50,-7,6,27,65,-20,7,22,72,-39 },
  { 2,5,24,59,2,3,26,77,-2,-4,-9,20,-5,-12,-35,-61 },
  { 0,1,7,19,1,2,16,45,2,4,27,68,2,7,27,86 },
 }
},
```

[0178]

```
{ //3
 {
  { 114,-38,-3,-2,20,23,-12,1,-22,18,4,-2,-5,-1,5,0 },
  { 19,43,-17,2,-84,59,14,-6,-18,-34,33,-1,11,-20,-1,7 },
  { -34,29,-21,2,45,55,-33,-7,-44,58,27,-17,-8,-21,32,0 },
  { 31,79,-42,3,56,-5,31,-17,42,-19,7,9,-10,20,-9,6 },
  { 13,29,-31,6,-49,-5,-39,12,25,49,-61,-15,-12,41,21,-33 },
  { 11,43,20,-7,-7,-45,46,9,-85,18,-31,24,-22,-10,2,-8 },
  { -10,-18,-78,37,12,-12,-37,9,-48,-46,-21,4,7,-3,-43,-10 },
  { 18,16,-15,7,-8,-71,-21,-2,6,-6,27,-45,40,-55,51,-1 },
  { 8,35,43,-12,26,30,-27,42,4,-21,-46,14,71,-26,-14,-21 },
  { 8,28,40,17,1,-10,-56,51,5,-31,20,-13,-77,-6,-8,18 },
  { -5,-12,6,-24,17,19,16,-12,-11,-57,-7,-39,-27,11,43,-83 },
  { -3,-20,-24,44,2,15,29,45,28,1,-12,62,-21,-47,53,-13 },
  { 1,2,17,74,4,0,33,47,-12,13,38,-31,33,55,-3,-21 },
  { -3,-2,-19,-52,0,-12,-22,36,-20,-22,30,46,23,61,52,23 },
  { 2,6,33,60,5,9,-20,-63,-14,-32,-35,12,7,24,50,40 },
  { 5,11,20,16,-8,-20,-39,-42,4,13,49,65,4,1,-19,-68 },
 },
```

```
 {
  { -98,30,5,2,67,-29,-4,-1,-18,14,1,-1,5,-2,0,0 },
  { -15,-88,29,3,36,62,-38,-4,-18,-4,24,0,3,-6,-5,2 },
  { 65,24,-20,0,57,-3,5,-2,-81,16,14,1,26,-14,-6,2 },
  { -29,24,-39,13,-17,54,35,-18,-24,-77,19,18,20,13,-29,-4 },
  { 1,41,73,-34,-26,-6,-50,36,-24,-39,20,-15,25,13,-12,0 },
  { -30,-38,0,9,-63,-28,16,-3,-49,27,-19,-1,68,-29,-1,-2 },
  { 11,-32,22,-15,31,-18,31,16,-10,-41,-78,13,12,54,12,-30 },
  { 12,-29,-25,32,8,-64,-33,-23,19,-19,40,-11,29,56,-37,12 },
  { -10,-24,-57,-82,3,-2,14,63,6,6,21,-28,5,8,-14,8 },
  { -7,19,-43,18,-8,34,-51,2,-6,8,-23,-42,27,40,72,1 },
  { -13,-17,-14,6,-33,-26,-14,1,-70,-10,5,-5,-90,20,9,-5 },
  { -3,5,-13,-47,-11,0,-29,-30,0,26,22,86,10,24,19,-50 },
  { -3,-2,37,-18,-5,8,60,-24,-9,22,41,-1,5,54,42,59 },
  { 5,-17,-10,-24,11,-39,-7,-23,8,-67,14,8,5,-57,68,22 },
  { -2,6,-10,-48,-3,9,-34,-58,-7,3,-57,2,-6,0,-40,66 },
  { -1,0,-12,35,-1,0,-18,68,-1,-2,-11,74,2,4,6,66 },
 }
}
};
```

[0179]

[0180] 표 8에 제시된 변환 커널 매트릭스 예시들은 모두 128이 스케일링 값으로 곱해진 변환 커널 매트릭스들이다. 표 8의 매트릭스 배열들에서 등장하는 g_aiNsst8x8[N1][N2][16][64] 어레이에서, N1은 변환 세트의 수를 나타내고 (N1은 4 또는 35, 인덱스 0, 1, … , N1-1로 구분) N2는 각 변환 세트를 구성하는 변환 커널 매트릭스 수를 나타내며 (1 또는 2), [16][64]는 16x64 Reduced Secondary Transform(RST)를 나타낸다.

[0181] 표 3 및 표 4와 같이 어떤 변환 세트가 1개의 변환 커널 매트릭스로 구성되는 경우, 표 8에서 해당 변환 세트에 대해 첫 번째 또는 두 번째 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 사용할 수 있다.

[0182] 해당 RST을 적용하면 16개의 변환 계수가 출력되나, 16 x 64 행렬 중 m x 64 부분만 적용하게 되면 m개의 변환

계수만 출력되도록 구성할 수 있다. 예컨대 m = 8로 하고 맨 위에서부터 8 x 64 행렬만을 곱하여 8개의 변환 계수만 출력하는 대신 계산량은 절반으로 줄일 수 있다. 최악 경우(Worst case)의 계산량을 줄이기 위해 8 x 8 변환 유닛(TU)에 대해서 8 x 64 행렬을 적용해 볼 수 있다.

[0183] 4x4 영역에 적용될 수 있는 표 9에 제시된 변환 커널 매트릭스 예시들은 모두 128이 스케일링 값으로 곱해진 변환 커널 매트릭스들이다. 표 9의 매트릭스 배열들에서 등장하는 g_aiNsst4x4[N1][N2][16][64] 어레이에서, N1은 transform set의 수를 나타내고 (N1은 4 또는 35, 인덱스 0, 1, … , N1-1로 구분) N2는 각 변환 세트를 구성하는 변환 커널 매트릭스 수를 나타내며 (1 또는 2), [16][16]는 16x16 변환을 나타낸다.

[0184] 표 3 및 표 4와 같이 어떤 변환 세트가 1개의 변환 커널 매트릭스로 구성되는 경우, 표 9에서 해당 변환 세트에 대해 첫 번째 또는 두 번째 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 사용할 수 있다.

[0185] 8 x 8 RST의 경우와 마찬가지로, 16 x 16 행렬 중 m x 16 부분만 사용하게 되면 m개의 변환 계수만 출력되도록 구성할 수 있다. 예컨대 m = 8로 하고 맨 위에서부터 8 x 16 행렬만을 곱하여 8개의 변환 계수만 출력하는 대신 계산량은 절반으로 줄일 수 있다. 최악 경우의 계산량을 줄이기 위해 4 x 4 변환 유닛 (TU)에 대해서 8 x 16 행렬을 적용해 볼 수 있다.

[0186] 기본적으로 표 9에서 제시된 4x4 영역에 적용될 수 있는 변환 커널 매트릭스는 4 x 4 TU, 4 x M TU, M x 4 TU에 대해 적용되거나 (M > 4, 4 x M TU와 M x 4 TU의 경우 4 x 4 영역들로 나눠서 각기 지정된 변환 커널 매트릭스를 적용하거나, 최대 좌상단 4x8 또는 8x4 영역에 대해서만 적용할 수 있음), 좌상단 4 x 4 영역에 대해서만 적용될 수 있다. 이차 변환이 좌상단 4 x 4 영역에 대해서만 적용되도록 구성되면, 표 8에 제시된 8x8 영역에 적용될 수 있는 변환 커널 매트릭스들은 불필요해 질 수 있다.

[0187] 한편, 최악의 경우에 대한 계산량을 줄이기 위해 다음과 같은 실시예들이 제안될 수 있다. 이하에서, M개의 행과 N개의 열로 구성된 행렬을 MxN 행렬로 표시하고, MxN 행렬은 순방향 변환, 즉 인코딩 장치에서 변환(RST)을 수행할 때 적용되는 변환 행렬을 의미한다. 따라서, 디코딩 장치에서 수행되는 역변환(역 RST)에서는 MxN 행렬에 트랜스포즈를 취한 NxM 행렬이 사용될 수 있다.

[0188] 1) 너비가 W이고 높이가 H인 블록(예컨대, 변환 유닛)에 대해 W ≥ 8 이고 H ≥ 8인 경우는, 8x8 영역에 적용될 수 있는 변환 커널 매트릭스를 블록의 좌상단 8x8 영역에 적용한다. W = 8 이고 H = 8인 경우에 대해서는 16 x 64 행렬 중 8 x 64 부분만 적용할 수 있다. 즉, 8개의 변환 계수가 생성될 수 있다.

[0189] 2) 너비가 W이고 높이가 H인 블록(예컨대, 변환 유닛)에 대해 W와 H 중 하나가 8보다 작은 경우, 즉, W와 H 중 하나가 4인 경우, 4x4 영역에 적용될 수 있는 변환 커널 매트릭스를 블록의 좌상단에 적용한다. W = 4 이고 H = 4인 경우에 대해서는 16 x 16 행렬 중 8 x 16 부분만 적용할 수 있고, 이 경우 8개의 변환 계수가 생성된다.

[0190] 만약 (W, H) = (4, 8) 또는 (8, 4)인 경우 좌상단 4x4 영역에 대해서만 2차 변환을 적용한다. W 또는 H가 8보다 크다면, 즉, W 또는 H가 16보다 같거나 크고 다른 하나는 4이 경우, 좌상단 두 개의 4x4 블록까지만 2차 변환을 적용한다. 즉, 최대 좌상단 4x8 또는 8x4 영역까지만 4x4의 블록 2개로 나뉘어져 지정된 변환 커널 매트릭스가 적용될 수 있다.

[0191] 3) 너비가 W이고 높이가 H인 블록(예컨대, 변환 유닛)에 대해, W와 H가 모두 4인 경우에 대해서는 2차 변환을 적용하지 않을 수 있다.

[0192] 4) 너비가 W이고 높이가 H인 블록(예컨대, 변환 유닛)에 대해, 2차 변환을 적용하여 생성되는 계수들의 수를 변환 유닛의 면적(즉, 변환 유닛을 구성하는 총 픽셀 수 = W x H) 대비 1/4 이하로 유지되도록 구성할 수 있다. 예를 들어, W와 H가 모두 4인 경우에 대해서는 4개의 변환 계수가 생성되도록 16 x 16 행렬 중 최상위 4 x 16 행렬을 적용할 수 있다.

[0193] 전체 변환 유닛(TU) 중 최대 좌상단 8 x 8 영역에 대해서만 2차 변환을 적용한다고 했을 때, 4 x 8 변환 유닛 또는 8 x 4 변환 유닛에 대해서는 8개 이하의 계수가 생성되어야 하므로 좌상단 4 x 4 영역에 대하여 16 x 16 행렬 중 최상위 8 x 16 행렬을 적용하도록 구성할 수 있다. 8 x 8 변환 유닛에 대해서는 최대 16 x 64 행렬까지 적용할 수 있으며 (16개까지 계수 생성 가능), 4 x N 또는 N x 4 (N ≥ 16) 변환 유닛에 대해서는 좌상단 4 x 4 블록에 대해 16 x 16 행렬을 적용하거나, 좌상단에 위치한 2개의 4 x 4 블록에 대해 16 x 16 행렬 중 최상위 8 x 16 행렬을 적용할 수 있다. 유사한 방식으로 4 x 8 변환 유닛 또는 8 x 4 변환 유닛에 대해서는, 좌상단에 위치한 2개의 4 x 4 블록에 대해 16 x 16 행렬 중 최상위 4 x 16 행렬을 각각 적용하여 모두 8개의 변환 계수를 생성할 수 있다.

[0194] 5) 4 x 4 영역에 적용되는 2차 변환의 최대 크기를 8 x 16으로 제한할 수 있다. 이 경우, 4 x 4 영역에 적용되는 변환 커널 매트릭스들을 저장하는데 필요한 메모리 양을 16 x 16 행렬 대비 절반으로 줄일 수 있다.

[0195] 예를 들어, 표 9에 제시된 모든 변환 커널 매트릭스에 대해 각기 16 x 16 행렬 중 최상위 8 x 16 행렬만을 추출하여 최대 크기를 8 x 16으로 제한할 수 있으며, 실제 영상 코딩 시스템에서 변환 커널 매트릭스의 해당 8 x 16 행렬들만 저장하도록 구현할 수 있다.

[0196] 최대 적용 가능한 변환의 크기가 8 x 16이고, 계수 하나를 생성하는데 필요한 최대 곱셈 수를 8로 제한한다면, 4 x 4 블록의 경우 최대 8 x 16 행렬을 적용해 볼 수 있고, 4 x N 블록이나 N x 4 블록에 대해서는 ($N \geq 8$, $N = 2^n$, $n \geq 3$) 내부를 구성하는 최대 좌상단 2개의 4 x 4 블록에 대해 각각 최대 8 x 16 행렬을 적용해 볼 수 있다. 예컨대, 4 x N 블록이나 N x 4 블록에 대해서는 ($N \geq 8$, $N = 2^n$, $n \geq 3$), 좌상단 1개의 4 x 4 블록에 대해 8 x 16 행렬을 저장할 수 있다.

[0197] 일 실시예에 따라, 루마 성분에 적용할 2차 변환을 지정하는 인덱스를 코딩할 때, 보다 구체적으로 하나의 변환 세트가 2개의 변환 커널 매트릭스로 구성된 경우, 2차 변환을 적용할지 여부와 적용하는 경우 어떤 변환 커널 매트릭스를 적용할지를 지정해야 한다. 예를 들어, 2차 변환을 적용하지 않는 경우에는 변환 인덱스를 0로 코딩하고, 적용하는 경우에는 2 개의 변환 세트에 대한 변환 인덱스를 각각 1과 2로 코딩할 수 있다.

[0198] 이 경우, 변환 인덱스를 코딩할 때는 트런케이티드 유너리(truncated unary) 코딩을 사용할 수 있고, 예를 들어 변환 인덱스 0, 1, 2에 각각 0, 10, 11의 이진 코드(binary code)를 할당하여 코딩할 수 있다.

[0199] 또한, 트런케이티드 유너리 방식으로 코딩되는 경우 각 빈마다 다른 CABAC 컨텍스트를 부여할 수 있으며, 상술한 예시에 따라 변환 인덱스 0, 10, 11을 코딩할 때 2개의 CABAC 컨텍스트를 사용할 수 있다.

[0200] 한편, 색차 성분에 적용할 2차 변환을 지정하는 변환 인덱스를 코딩할 때, 보다 구체적으로 하나의 변환 세트가 2개의 변환 커널 매트릭스로 구성된 경우, 루마 성분에 대한 2차 변환에 대한 변환 인덱스를 코딩할 때와 유사하게 2차 변환을 적용할지 여부와 적용하는 경우 어떤 변환 커널 매트릭스를 적용할지를 지정해야 한다. 예를 들어, 2차 변환을 적용하지 않는 경우에는 변환 인덱스를 0로 코딩하고, 적용하는 경우에는 2 개의 변환 세트에 대한 변환 인덱스를 각각 1과 2로 코딩할 수 있다.

[0201] 이 경우, 변환 인덱스를 코딩할 때는 트런케이티드 유너리(truncated unary) 코딩을 사용할 수 있고, 예를 들어 변환 인덱스 0, 1, 2에 각각 0, 10, 11의 이진 코드(binary code)를 할당하여 코딩할 수 있다.

[0202] 또한, 트런케이티드 유너리 방식으로 코딩되는 경우 각 빈마다 다른 CABAC 컨텍스트를 부여할 수 있으며, 상술한 예시에 따라 변환 인덱스 0, 10, 11을 코딩할 때 2개의 CABAC 컨텍스트를 사용할 수 있다.

[0203] 또한, 일 실시예에 따라 크로마 인트라 예측 모드에 따라 다른 CABAC 컨텍스트 세트를 할당할 수 있다. 예를 들어, 플래너 모드 또는 DC 모드인 경우와 같은 비방향 모드와, 그 밖의 방향성 모드인 경우로 구분하는 경우(즉, 두 그룹으로 구분하는 경우), 상술한 예시에서와 같이 0, 10, 11을 코딩할 때 그룹 별로 (2개의 컨텍스트로 구성된) 해당 CABAC 컨텍스트 세트를 할당할 수 있다.

[0204] 이와 같이 크로마 인트라 예측 모드를 몇 개의 그룹들로 분할하여 해당 CABAC 컨텍스트 세트를 할당하는 경우, 2차 변환에 대한 변환 인덱스 코딩 전에 크로마 인트라 예측 모드 값을 알아내야 한다. 하지만, 크로마 다이렉트 모드(Chroma direct mode, DM)의 경우 루마 인트라 예측 모드 값을 그대로 사용하므로 루마 성분에 대한 인트라 예측 모드 값도 알아내야 한다. 따라서, 색차 성분에 대한 정보를 코딩할 때 루마 성분 정보에 대한 데이터 의존성(data dependency)이 발생할 수 있으므로, 크로마 DM 모드인 경우 인트라 예측 모드에 대한 정보 없이 2차 변환에 대한 변환 인덱스 코딩을 수행할 때 어떤 특정 그룹으로 매핑하여 상술한 데이터 의존성을 제거할 수 있다. 예를 들어, 크로마 인트라 예측 모드가 크로마 DM 모드이면, 플래너 모드 또는 DC 모드인 것으로 간주하고 해당 CABAC 컨텍스트 세트를 사용하여 해당 변환 인덱스 코딩을 수행하거나, 아니면 그 밖의 방향성 모드인 것으로 간주하고 해당 CABAC 컨텍스트 세트를 적용할 수 있다.

[0205] 도 9는 본 문서의 일 실시예에 따른 비디오 디코딩 장치의 동작을 도시하는 흐름도이다.

[0206] 도 9에 개시된 각 단계는 도 3에 개시된 디코딩 장치(300)에 의하여 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, S910은 도 3에 개시된 엔트로피 디코딩부(310)에 의하여 수행될 수 있고, S920은 도 3에 개시된 역양자화부(321)에 의하여 수행될 수 있고, S930 및 S940은 도 3에 개시된 역변환부(322)에 의하여 수행될 수 있고, S950은 도 3에 개시된 가산부(340)에 의하여 수행될 수 있다. 더불어, S910 내지 S950에 따른 동작들은, 도 4 내지 도 8에서

전술된 내용들 중 일부를 기반으로 한 것이다. 따라서, 도 3 내지 도 8에서 전술된 내용과 중복되는 구체적인 내용은 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다.

[0207] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 비트스트림으로부터 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 도출할 수 있다(S910). 보다 구체적으로, 디코딩 장치(300)는 비트스트림으로부터 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 디코딩할 수 있고, 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 기반으로 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 도출할 수 있다. 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들에 관한 정보는 SPS(Sequence Parameter Set) 또는 슬라이스 헤더(slice header)에 포함될 수 있고, 간소화 변환(RST)이 적용되는지 여부에 대한 정보, 간소화 팩터에 관한 정보, 간소화 변환을 적용하는 최소 변환 사이즈에 대한 정보, 간소화 변환을 적용하는 최대 변환 사이즈에 대한 정보, 간소화 역변환 사이즈, 변환 세트에 포함된 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시하는 변환 인덱스에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0208] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들에 대하여 역양자화를 수행하여 변환 계수들을 도출할 수 있다(S920).

[0209] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 변환 계수들에 대한 역 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출할 수 있다(S930).

[0210] 일 예시에서, 역 RST는 역 RST 매트릭스를 기반으로 수행될 수 있고, 역 RST 매트릭스는 열의 개수가 행의 개수보다 적은 비정방형 매트릭스일 수 있다.

[0211] 일 실시예에서, S930은 변환 인덱스를 디코딩하는 단계, 변환 인덱스를 기반으로 역 RST를 적용할 조건에 해당하는지 여부를 판단하는 단계, 변환 커널 매트릭스를 선택하는 단계 및 역 RST를 적용할 조건에 해당하는 경우, 선택된 변환 커널 매트릭스 및/또는 간소화 팩터를 기반으로 변환 계수들에 대하여 역 RST를 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 간소화 역변환 매트릭스의 사이즈는 간소화 팩터를 기반으로 결정될 수 있다.

[0212] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 수정된 변환 계수들에 대한 역변환을 기반으로 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출할 수 있다(S940).

[0213] 디코딩 장치(300)는 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들에 대하여 역 1차변환을 수행할 수 있으며, 이때 역 1차변환은 간소화 역변환이 적용될 수도 있고, 통상적인 분리 변환이 사용될 수도 있다.

[0214] 일 실시예에 따른 디코딩 장치(300)는, 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들 및 대상 블록에 대한 예측 샘플들을 기반으로 복원 샘플들을 생성할 수 있다(S950).

[0215] S930을 참조하면, 대상 블록에 대한 변환 계수들에 대한 역 RST를 기반으로 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들이 도출되는 것을 확인할 수 있다. 역변환 매트릭스의 사이즈 관점에서 검토하면, 통상의 역변환 매트릭스의 사이즈는 NxN인데 역 RST 매트릭스의 사이즈는 NxR로 감소하므로, 통상의 변환을 수행할 때와 비교하면 역 RST를 수행할 시 메모리 사용을 R/N 비율로 감소시킬 수 있다. 또한, 통상의 역변환 매트릭스를 이용할 때의 곱셈 연산 수 NxN과 비교하면, 역 RST를 매트릭스를 이용하면 곱셈 연산 수를 R/N 비율로 감소(NxR)시킬 수 있다. 더불어, 역 RST를 적용할 시 R개의 변환 계수들만을 디코딩하면 되므로, 통상의 역변환이 적용될 때 N개의 변환 계수들을 디코딩해야 하는 것과 비교할 때 대상 블록에 대한 변환 계수들의 총 개수가 N개에서 R개로 감소하여 디코딩 효율이 증가할 수 있다. 정리하면, S930에 따르면 역 RST를 통해 디코딩 장치(300)의 (역)변환 효율 및 디코딩 효율이 증가할 수 있다.

[0216] 도 10은 본 문서의 일 실시예에 따른 역 RST를 설명하기 위한 제어 흐름도이다.

[0217] 디코딩 장치(300)는 비트스트림으로부터 변환 인덱스 및 인트라 예측 모드에 대한 정보를 수신한다(S1000).

[0218] 이러한 정보는 신택스 정보로 수신되고 신택스 정보는 0과 1을 포함하는 이진화된 빈 스트링으로 수신된다.

[0219] 한편, 엔트리피 디코딩부(310)는 변환 인덱스의 신택스 요소에 대한 이진화 정보를 도출할 수 있다.

[0220] 이는 수신된 변환 인덱스의 신택스 요소가 가질 수 있는 이진화 값에 대한 후보 세트를 생성하는 것으로 본 실시예에 따를 경우, 변환 인덱스의 신택스 요소는 트런케이티드 유너리 코드 방식으로 이진화 될 수 있다.

[0221] 본 실시예에 따른 변환 인덱스의 신택스 요소는 역 RST가 적용되는지 여부 및 변환 세트에 포함된 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시할 수 있으며, 변환 세트가 두 개의 변환 커널 매트릭스을 포함하는 경우, 변환 인덱스의 신택스 요소의 값은 3가지일 수 있다.

[0222] 즉, 일 실시예에 따라, 변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값은 대상 블록에 역 RST가 적용되지 않는 경우를 지시하는 0, 변환 커널 매트릭스 중 첫 번째 변환 커널 매트릭스를 지시하는 1, 변환 커널 매트릭스 중 두 번째 변환 커널 매트릭스를 지시하는 2 를 포함할 수 있다.

[0223] 이 경우, 3개의 변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값은 트런케이티드 유너리 코드 방식에 따라 0, 10, 11로 코딩될 수 있다. 즉, 신택스 요소에 대한 값 0은 '0'으로, 신택스 요소에 대한 값 1은 '10'로, 신택스 요소에 대한 값 2는 '11'로 이진화 될 수 있다.

[0224] 엔트리피 디코딩부(310)는 변환 인덱스의 빈 스트링에 대한 컨텍스트 정보, 즉, 컨텍스트 모델을 도출하고(S1010), 컨텍스트 정보에 기초하여 신택스 요소 빈 스트링의 빈들을 디코딩할 수 있다(S1020).

[0225] 정리하면, 엔트리피 디코딩부(310)는 트런케이티드 유너리 코드 방식으로 이진화된 빈 스트링을 수신하여, 해당 이진화 값에 대한 후보 세트를 통해 변환 인덱스의 신택스 요소를 디코딩한다.

[0226] 본 실시예에 따르면, 변환 인덱스의 두 개의 빈에 대하여 각각 서로 다른 컨텍스트 정보, 즉 확률 모델이 적용될 수 있다. 즉, 변환 인덱스의 두 개의 빈은 모두 바이패스 방식이 아닌 컨텍스트 방식으로 디코딩될 수 있고, 변환 인덱스에 대한 신택스 요소의 빈 중 첫 번째 빈은 제1 컨텍스트 정보를 기반으로 디코딩되고, 변환 인덱스에 대한 신택스 요소의 빈 중 두 번째 빈은 제2 컨텍스트 정보를 기반으로 디코딩될 수 있다.

[0227] 이러한 컨텍스트 정보 기반 디코딩에 의하여 변환 인덱스의 신택스 요소가 가질 수 있는 이진화 값 중 대상 블록에 적용되는 변환 인덱스에 대한 신택스 요소의 값이 도출될 수 있다(S1030).

[0228] 즉, 변환 인덱스 0, 1, 2 중 어느 하나가 현재 대상 블록에 적용되는지 도출될 수 있다.

[0229] 디코딩 장치(300)의 역변환부(332)는 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 따른 매핑 관계에 기반하여 변환 세트를 결정하고(S1040), 변환 세트 및 변환 인덱스에 대한 신택스 요소의 값에 기초하여 역 RST를 수행할 수 있다(S1050).

[0230] 상술된 바와 같이, 변환의 대상이 되는 변환 블록의 인트라 예측 모드에 따라 복수의 변환 세트가 결정될 수 있고, 역 RST는 변환 인덱스에 의하여 지시되는 변환 세트에 포함되어 있는 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나에 기초하여 수행될 수 있다.

[0231] 도 11은 본 문서의 일 실시예에 따른 비디오 인코딩 장치의 동작을 도시하는 흐름도이다.

[0232] 도 11에 개시된 각 단계는 도 2에 개시된 인코딩 장치(200)에 의하여 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, S1110은 도 2에 개시된 예측부(220)에 의하여 수행될 수 있고, S1120은 도 2에 개시된 감산부(231)에 의하여 수행될 수 있고, S1130 및 S1140은 도 2에 개시된 변환부(232)에 의하여 수행될 수 있고, S1150은 도 2에 개시된 양자화부(233) 및 엔트로피 인코딩부(240)에 의하여 수행될 수 있다. 더불어, S1110 내지 S1150에 따른 동작들은, 도 4 내지 도 8에서 전술된 내용들 중 일부를 기반으로 한 것이다. 따라서, 도 2 및 도 4 내지 도 8에서 전술된 내용과 중복되는 구체적인 내용은 설명을 생략하거나 간단히 하기로 한다.

[0233] 일 실시예에 따른 인코딩 장치(200)는, 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 기초하여 예측 샘플들 도출할 수 있다(S1110).

[0234] 일 실시예에 따른 인코딩 장치(200)는, 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들을 도출할 수 있다(S1120).

[0235] 일 실시예에 따른 인코딩 장치(200)는, 레지듀얼 샘플에 대한 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 변환 계수들 도출할 수 있다(S1130). 1차 변환은 복수의 변환 커널들을 통하여 수행될 수 있고, 이 경우, 인트라 예측 모드를 기반으로 변환 커널이 선택될 수 있다.

[0236] 디코딩 장치(300)는 대상 블록에 대한 변환 계수들에 대하여 2차 변환, 구체적으로 NSST를 수행할 수 있으며, 이때 NSST는 간소화 변환(RST)을 기반으로 수행되거나, RST를 기반으로 하지 않고 수행될 수 있다. NSST가 RST를 기반으로 수행되면 S1140에 따른 동작과 대응될 수 있다.

[0237] 일 실시예에 따른 인코딩 장치(200)는, 변환 계수에 대한 RST를 기반으로 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들을 도출할 수 있다(S1140). 일 예시에서, RST는 간소화 변환 매트릭스 또는 변환 커널 매트릭스를 기반으로 수행될 수 있고, 간소화 변환 매트릭스는 행의 개수가 열의 개수보다 적은 비정방형 매트릭스일 수 있다.

[0238] 일 실시예에서, S1140은 RST를 적용할 조건에 해당하는지 여부를 판단하는 단계, 상기 판단을 기반으로 변환 인덱스를 생성 및 인코딩하는 단계, 변환 커널 매트릭스를 선택하는 단계 및 RST를 적용할 조건에 해당하는 경우,

선택된 변환 커널 매트릭스 및/또는 간소화 팩터를 기반으로 레지듀얼 샘플들에 대하여 RST를 적용하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 간소화 변환 커널 매트릭스의 사이즈는 간소화 팩터를 기반으로 결정될 수 있다.

[0239] 일 실시예에 따른 인코딩 장치(200)는, 대상 블록에 대한 수정된 변환 계수들을 기반으로 양자화를 수행하여 양자화된 변환 계수들을 도출하고, 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 인코딩할 수 있다(S1160).

[0240] 보다 구체적으로, 인코딩 장치(200)는 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 생성하고, 생성된 양자화된 변환 계수들에 관한 정보를 인코딩할 수 있다.

[0241] 일 예시에서, 양자화된 변환 계수들에 관한 정보는, RST가 적용되는지 여부에 대한 정보, 간소화 팩터에 관한 정보, RST를 적용하는 최소 변환 사이즈에 대한 정보 및 RST를 적용하는 최대 변환 사이즈에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0242] S1140을 참조하면, 레지듀얼 샘플들에 대한 RST를 기반으로 대상 블록에 대한 변환 계수들이 도출되는 것을 확인할 수 있다. 변환 커널 매트릭스의 사이즈 관점에서 검토하면, 통상의 변환 커널 매트릭스의 사이즈는 NxN인데 간소화 변환 매트릭스의 사이즈는 RxN으로 감소하므로, 통상의 변환을 수행할 때와 비교하면 RST를 수행할 시 메모리 사용을 R/N 비율로 감소시킬 수 있다. 또한, 통상의 변환 커널 매트릭스를 이용할 때의 곱셈 연산 수 NxN과 비교하면, 간소화 변환 커널 매트릭스를 이용하면 곱셈 연산 수를 R/N 비율로 감소(RxN)시킬 수 있다. 더불어, RST가 적용되면 R개의 변환 계수들만이 도출되므로, 통상의 변환이 적용될 때 N개의 변환 계수들이 도출되는 것과 비교할 때 대상 블록에 대한 변환 계수들의 총 개수가 N개에서 R개로 감소하여 인코딩 장치(200)가 디코딩 장치(300)로 전송하는 데이터의 양이 감소할 수 있다. 정리하면, S1140에 따르면 RST를 통해 인코딩 장치(200)의 변환 효율 및 코딩 효율이 증가할 수 있다. ‘

[0243] 도 12는 본 문서의 일 실시예에 따른 RST를 설명하기 위한 제어 흐름도이다.

[0244] 우선, 인코딩 장치(200)는 대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 따른 매핑 관계에 기반하여 변환 세트를 결정할 수 있다(S1200).

[0245] 그런 후, 변환부(232)는 변환 세트에 포함된 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나에 기초하여 RST 수행함으로써 변환 계수를 도출할 수 있다(S1210).

[0246] 본 실시예에서 변환 계수는 1차 변환 후 2차 변환이 수행된 수정된 변환 계수이고, 변환 세트 각각에는 2개의 변환 커널 매트릭스가 포함될 수 있다.

[0247] 이렇게 RST가 수행되면, RST에 대한 정보가 엔트로피 인코딩부(240)에서 인코딩될 수 있다.

[0248] 우선, 엔트로피 인코딩부(240)는 변환 세트에 포함된 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시하는 변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값을 도출할 수 있다(S1220).

[0249] 본 실시예에 따른 변환 인덱스의 신택스 요소는 (역) RST가 적용되는지 여부 및 변환 세트에 포함된 변환 커널 매트릭스 중 어느 하나를 지시할 수 있으며, 변환 세트가 두 개의 변환 커널 매트릭스을 포함하는 경우, 변환 인덱스의 신택스 요소의 값은 3가지일 수 있다.

[0250] 일 실시예에 따라, 변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값은 대상 블록에 (역) RST가 적용되지 않는 경우를 지시하는 0, 변환 커널 매트릭스 중 첫 번째 변환 커널 매트릭스를 지시하는 1, 변환 커널 매트릭스 중 두 번째 변환 커널 매트릭스를 지시하는 2로 도출될 수 있다.

[0251] 그런 후, 엔트로피 인코딩부(240)는 도출된 변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값을 이진화할 수 있다(S1230).

[0252] 엔트로피 인코딩부(240)는 3개의 변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값을 트런케이티드 유너리 코드 방식에 따라 0, 10, 11로 이진화 할 수 있다. 즉, 신택스 요소에 대한 값 0은 ‘0’으로, 신택스 요소에 대한 값 1은 ‘10’로, 신택스 요소에 대한 값 2는 ‘11’로 이진화 될 수 있고, 엔트로피 인코딩부(240)는 도출된 변환 인덱스에 대한 신택스 요소에 대하여 ‘0’, ‘10, 및 ‘11’중 어느 하나로 이진화 할 수 있다.

[0253] 엔트리피 인코딩부(240)는 변환 인덱스의 빈 스트링에 대한 컨텍스트 정보, 즉, 컨텍스트 모델을 도출하고(S1240), 컨텍스트 정보에 기초하여 신택스 요소 빈 스트링의 빈들을 인코딩할 수 있다(S1250).

[0254] 본 실시예에 따르면, 변환 인덱스의 두 개의 빈에 대하여 각각 서로 다른 컨텍스트 정보가 적용될 수 있다. 즉, 변환 인덱스의 두 개의 빈은 모두 바이패스 방식이 아닌 컨텍스트 방식으로 인코딩될 수 있고, 변환 인덱스에 대한 신택스 요소의 빈 중 첫 번째 빈은 제1 컨텍스트 정보를 기반으로 인코딩되고, 변환 인덱스에 대한 신택스

요소의 빈 중 두 번째 빈은 제2 컨텍스트 정보를 기반으로 인코딩될 수 있다.

[0255] 인코딩된 신택스 요소 빈 스트링은 비트스트림의 형태로 디코딩 장치(300) 또는 외부로 출력될 수 있다.

[0256] 상술한 실시예에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 문서는 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타내어진 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 문서의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0257] 상술한 본 문서에 따른 방법은 소프트웨어 형태로 구현될 수 있으며, 본 문서에 따른 인코딩 장치 및/또는 디코딩 장치는 예를 들어 TV, 컴퓨터, 스마트폰, 셋톱박스, 디스플레이 장치 등의 영상 처리를 수행하는 장치에 포함될 수 있다.

[0258] 본 문서에서 실시예들이 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 방법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다. 프로세서는 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. 즉, 본 문서에서 설명한 실시예들은 프로세서, 마이크로 프로세서, 컨트롤러 또는 칩 상에서 구현되어 수행될 수 있다. 예를 들어, 각 도면에서 도시한 기능 유닛들은 컴퓨터, 프로세서, 마이크로 프로세서, 컨트롤러 또는 칩 상에서 구현되어 수행될 수 있다.

[0259] 또한, 본 문서가 적용되는 디코딩 장치 및 인코딩 장치는 멀티미디어 방송 송수신 장치, 모바일 통신 단말, 홈시네마 비디오 장치, 디지털 시네마 비디오 장치, 감시용 카메라, 비디오 대화 장치, 비디오 통신과 같은 실시간 통신 장치, 모바일 스트리밍 장치, 저장 매체, 캠코더, 주문형 비디오(VoD) 서비스 제공 장치, OTT 비디오(Over the top video) 장치, 인터넷 스트리밍 서비스 제공 장치, 3차원(3D) 비디오 장치, 화상 전화 비디오 장치, 및 의료용 비디오 장치 등에 포함될 수 있으며, 비디오 신호 또는 데이터 신호를 처리하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, OTT 비디오(Over the top video) 장치로는 게임 콘솔, 블루레이 플레이어, 인터넷 접속 TV, 홈시어터 시스템, 스마트폰, 태블릿 PC, DVR(Digital Video Recoder) 등을 포함할 수 있다.

[0260] 또한, 본 문서가 적용되는 처리 방법은 컴퓨터로 실행되는 프로그램의 형태로 생산될 수 있으며, 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체에 저장될 수 있다. 본 문서에 따른 데이터 구조를 가지는 멀티미디어 데이터도 또한 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체에 저장될 수 있다. 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 저장 장치 및 분산 저장 장치를 포함한다. 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체는, 예를 들어, 블루레이 디스크(BD), 범용 직렬 버스(USB), ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크 및 광학적 데이터 저장 장치를 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체는 반송파(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현된 미디어를 포함한다. 또한, 인코딩 방법으로 생성된 비트스트림이 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체에 저장되거나 유무선 통신 네트워크를 통해 전송될 수 있다. 또한, 본 문서의 실시예는 프로그램 코드에 의한 컴퓨터 프로그램 제품으로 구현될 수 있고, 상기 프로그램 코드는 본 문서의 실시예에 의해 컴퓨터에서 수행될 수 있다. 상기 프로그램 코드는 컴퓨터에 의해 판독 가능한 캐리어 상에 저장될 수 있다.

[0261] 도 13은 본 문서가 적용되는 컨텐츠 스트리밍 시스템 구조도를 예시적으로 나타낸다.

[0262] 또한, 본 문서가 적용되는 컨텐츠 스트리밍 시스템은 크게 인코딩 서버, 스트리밍 서버, 웹 서버, 미디어 저장소, 사용자 장치 및 멀티미디어 입력 장치를 포함할 수 있다.

[0263] 상기 인코딩 서버는 스마트폰, 카메라, 캠코더 등과 같은 멀티미디어 입력 장치들로부터 입력된 컨텐츠를 디지털 데이터로 압축하여 비트스트림을 생성하고 이를 상기 스트리밍 서버로 전송하는 역할을 한다. 다른 예로, 스마트폰, 카메라, 캠코더 등과 같은 멀티미디어 입력 장치들이 비트스트림을 직접 생성하는 경우, 상기 인코딩 서버는 생략될 수 있다. 상기 비트스트림은 본 문서가 적용되는 인코딩 방법 또는 비트스트림 생성 방법에 의해 생성될 수 있고, 상기 스트리밍 서버는 상기 비트스트림을 전송 또는 수신하는 과정에서 일시적으로 상기 비트스트림을 저장할 수 있다.

[0264] 상기 스트리밍 서버는 웹 서버를 통한 사용자 요청에 기초하여 멀티미디어 데이터를 사용자 장치에 전송하고, 상기 웹 서버는 사용자에게 어떠한 서비스가 있는지를 알려주는 매개체 역할을 한다. 사용자가 상기 웹 서버에 원하는 서비스를 요청하면, 상기 웹 서버는 이를 스트리밍 서버에 전달하고, 상기 스트리밍 서버는 사용자에게

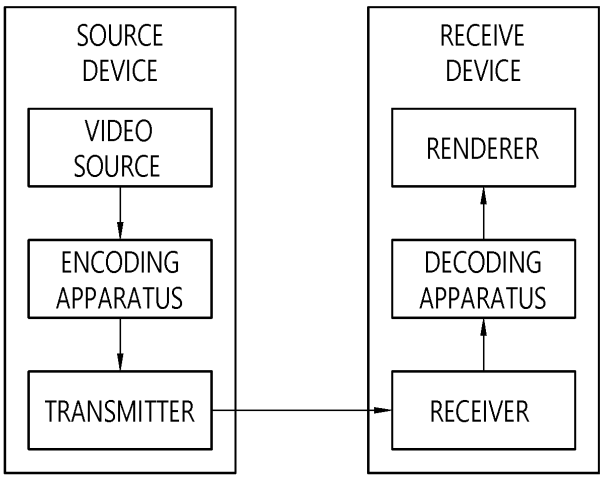
멀티미디어 데이터를 전송한다. 이때, 상기 컨텐츠 스트리밍 시스템은 별도의 제어 서버를 포함할 수 있고, 이 경우 상기 제어 서버는 상기 컨텐츠 스트리밍 시스템 내 각 장치 간 명령/응답을 제어하는 역할을 한다.

[0265] 상기 스트리밍 서버는 미디어 저장소 및/또는 인코딩 서버로부터 컨텐츠를 수신할 수 있다. 예를 들어, 상기 인코딩 서버로부터 컨텐츠를 수신하게 되는 경우, 상기 컨텐츠를 실시간으로 수신할 수 있다. 이 경우, 원활한 스트리밍 서비스를 제공하기 위하여 상기 스트리밍 서버는 상기 비트스트림을 일정 시간동안 저장할 수 있다.

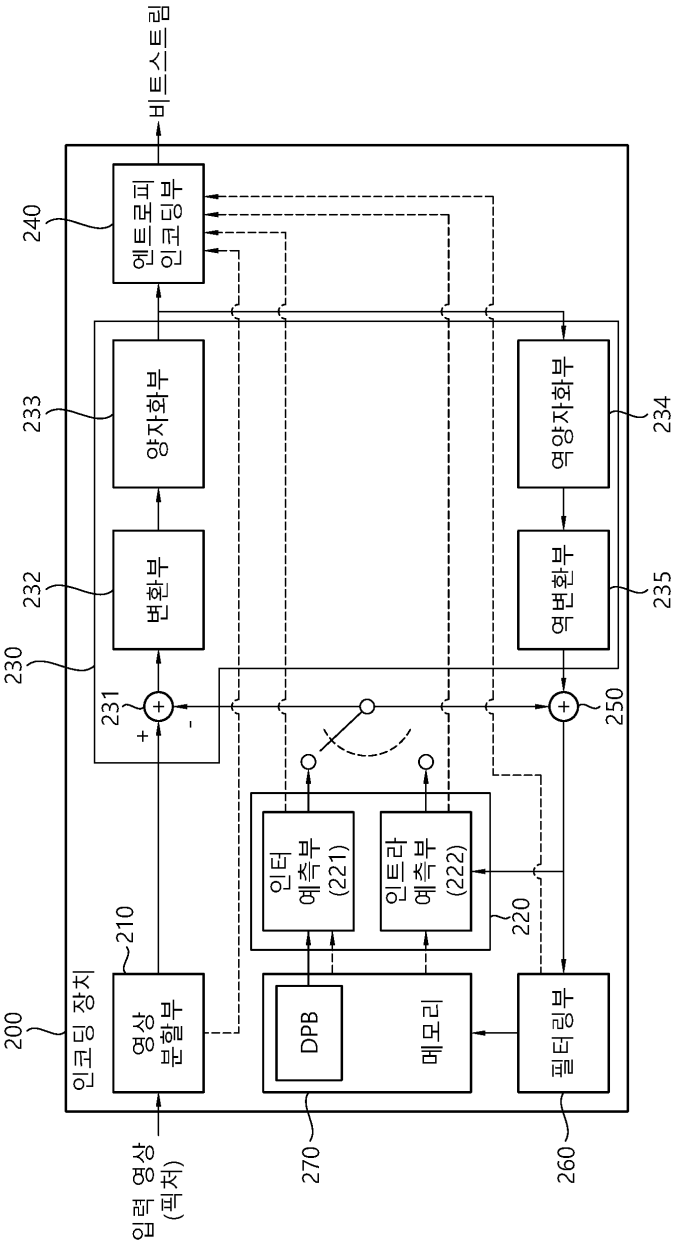
[0266] 상기 사용자 장치의 예로는, 휴대폰, 스마트 폰(smart phone), 노트북 컴퓨터(laptop computer), 디지털방송용 단말기, PDA(personal digital assistants), PMP(portable multimedia player), 네비게이션, 슬레이트 PC(slate PC), 태블릿 PC(tablet PC), 울트라북(ultrabook), 웨어러블 디바이스(wearable device, 예를 들어, 워치형 단말기 (smartwatch), 글래스형 단말기 (smart glass), HMD(head mounted display), 디지털 TV, 데스크탑 컴퓨터, 디지털 사이니지 등이 있을 수 있다. 상기 컨텐츠 스트리밍 시스템 내 각 서버들은 분산 서버로 운영될 수 있으며, 이 경우 각 서버에서 수신하는 데이터는 분산 처리될 수 있다.

도면

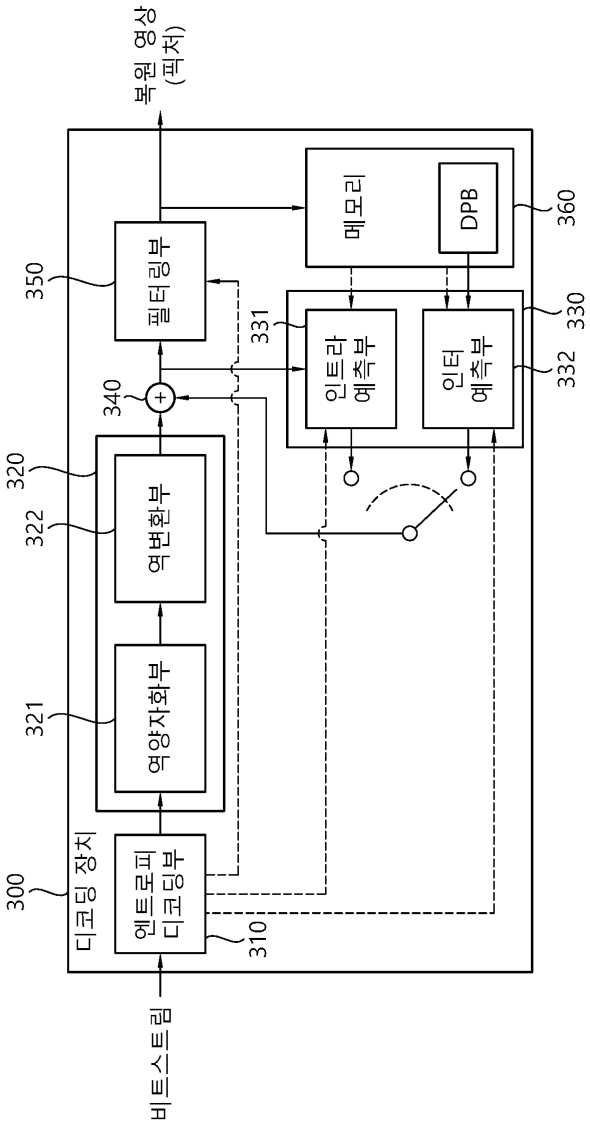
도면1



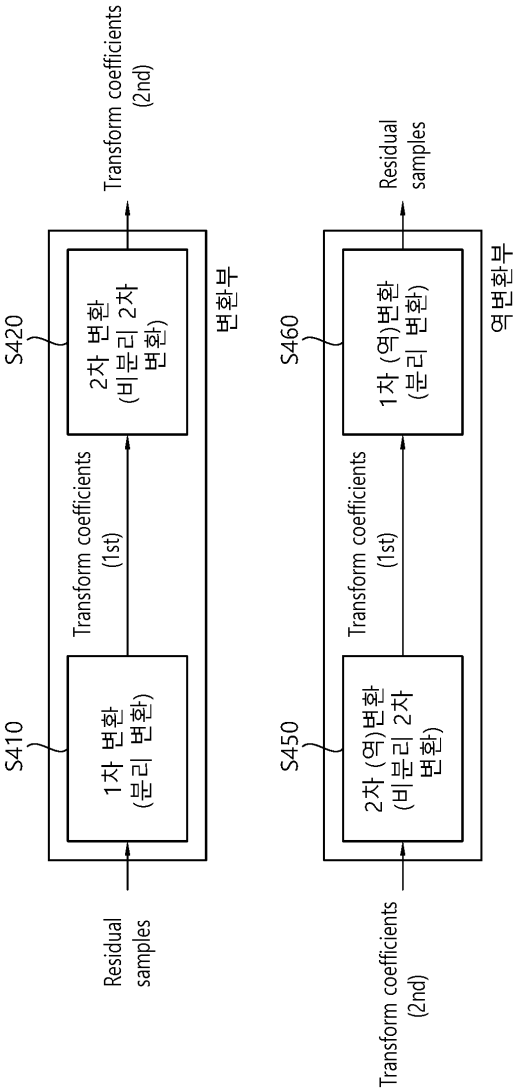
도면2


비트스트림
엔트로피 인코딩부
240
양자화부
233
변환부
232
230
231
+
-
역양자화부
234
역변환부
235
250
인터 예측부 (221)
인트라 예측부 (222)
220
인코딩 장치
210
영상 분할부
200
DPB
메모리
필터링부
입력 영상 (픽처)
270
260

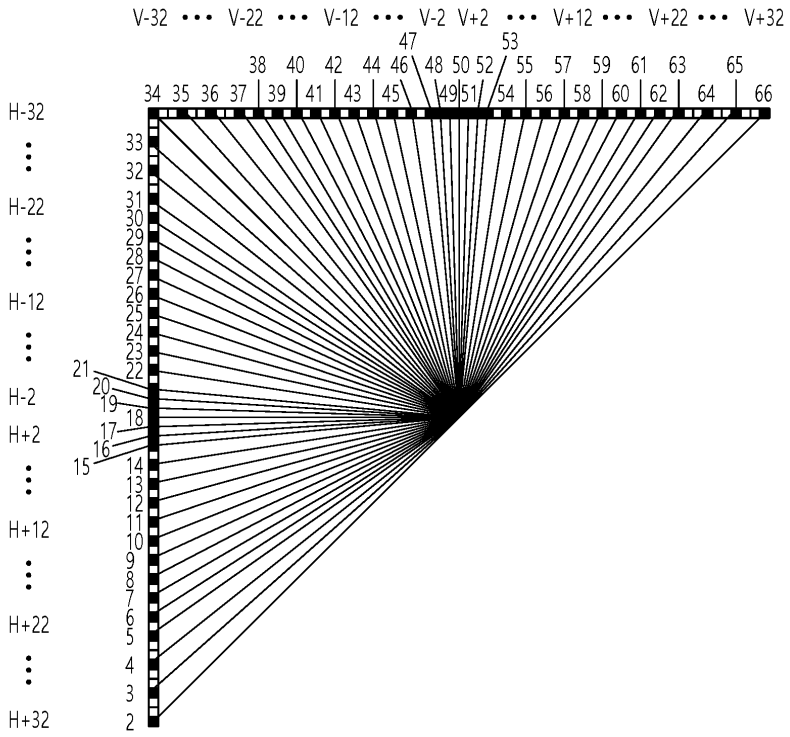
도면3


복원 영상
(픽처)
메모리
DPB
360
350
필터링부
331
인트라
예측부
인터
예측부
330
332
340
320
322
역변환부
321
역양자화부
300
디코딩 장치
엔트로피
디코딩부
310
비트스트림

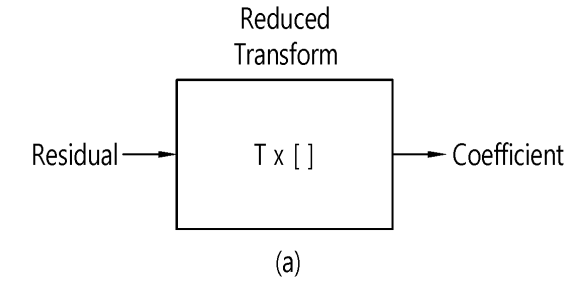
도면4


Residual samples
S410
1차 변환 (분리 변환)
Transform coefficients (1st)
S420
2차 변환 (비분리 2차 변환)
Transform coefficients (2nd)
변환부
Transform coefficients (2nd)
S450
2차 (역)변환 (비분리 2차 변환)
Transform coefficients (1st)
S460
1차 (역)변환 (분리 변환)
Residual samples
역변환부

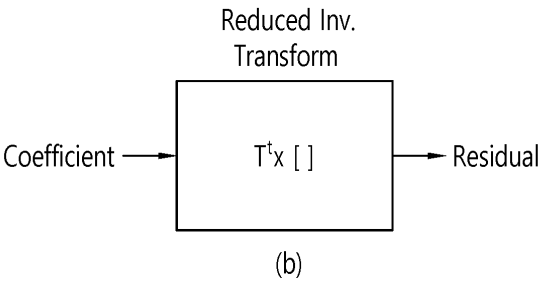
도면5


V-32 V-22 V-12 V-2 V+2 V+12 V+22 V+32
H-32
H-22
H-12
H-2
H+2
H+12
H+22
H+32

도면6

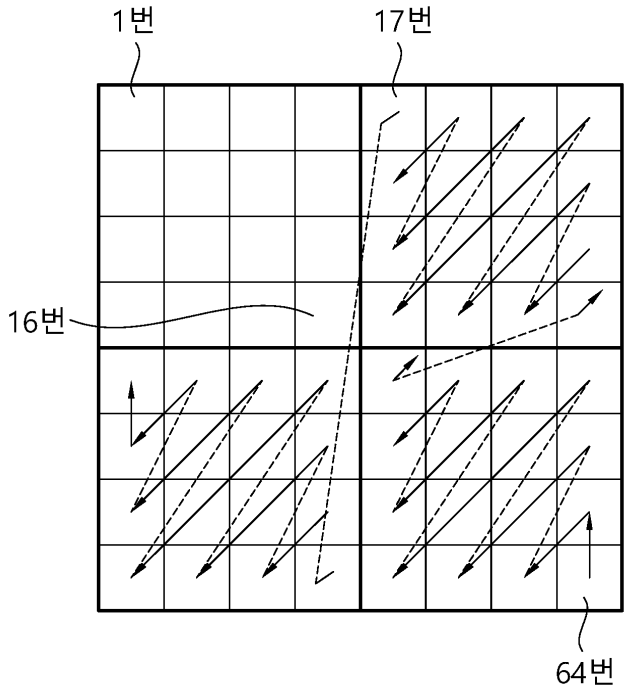

Reduced
Transform
Residual
T x [ ]
Coefficient

(a)

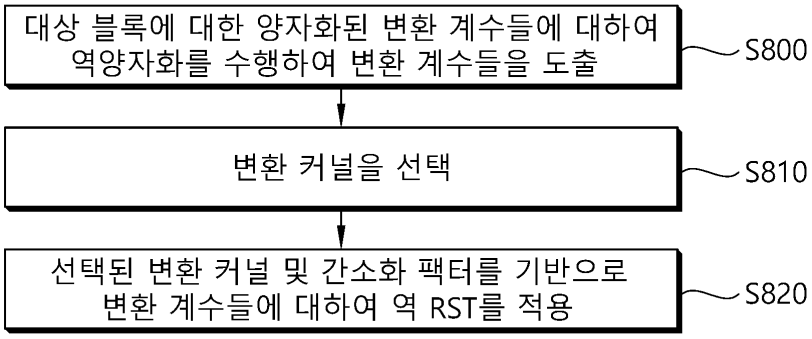

Reduced Inv.
Transform
Coefficient
T^t x [ ]
Residual

(b)

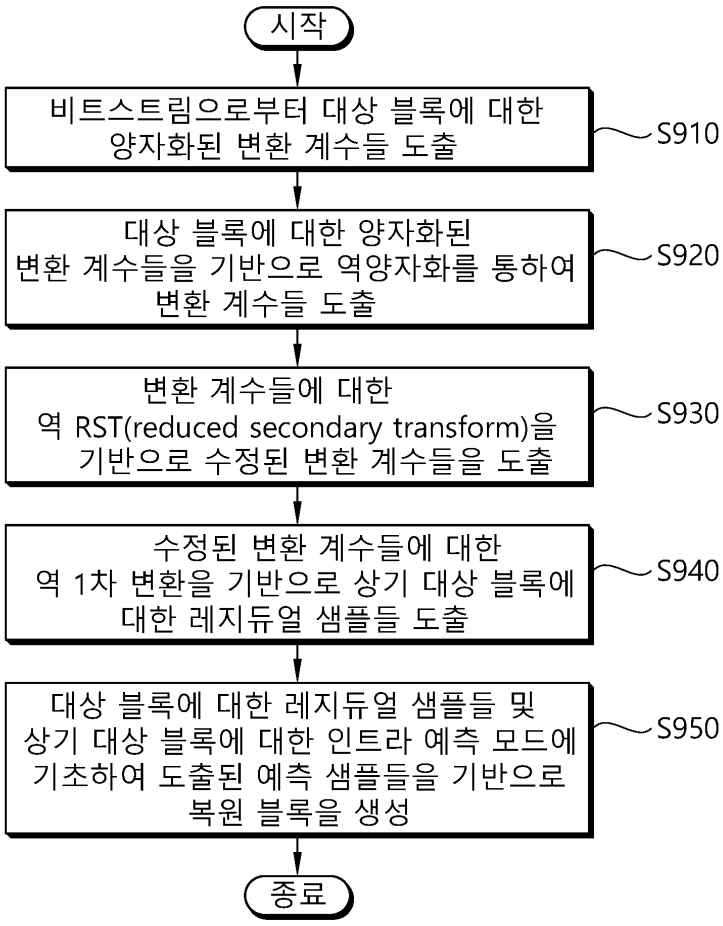
도면7


1번
17번
16번
64번

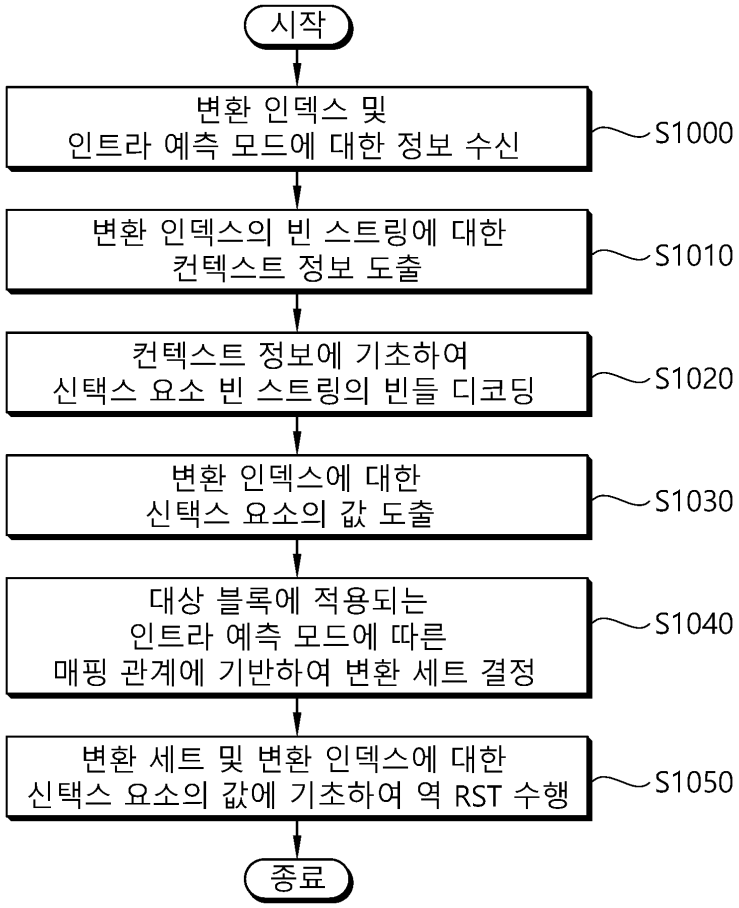
도면8


대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들에 대하여 역양자화를 수행하여 변환 계수들을 도출
S800
변환 커널을 선택
S810
선택된 변환 커널 및 간소화 팩터를 기반으로 변환 계수들에 대하여 역 RST를 적용
S820

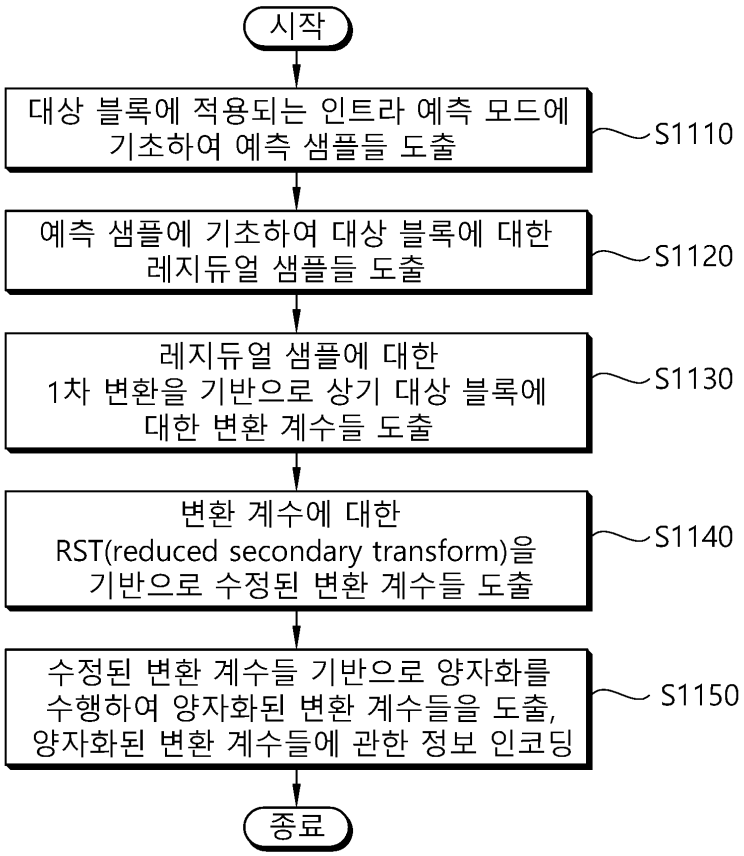
도면9


시작
비트스트림으로부터 대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들 도출
S910
대상 블록에 대한 양자화된 변환 계수들을 기반으로 역양자화를 통하여 변환 계수들 도출
S920
변환 계수들에 대한 역 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들을 도출
S930
수정된 변환 계수들에 대한 역 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들 도출
S940
대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들 및 상기 대상 블록에 대한 인트라 예측 모드에 기초하여 도출된 예측 샘플들을 기반으로 복원 블록을 생성
S950
종료

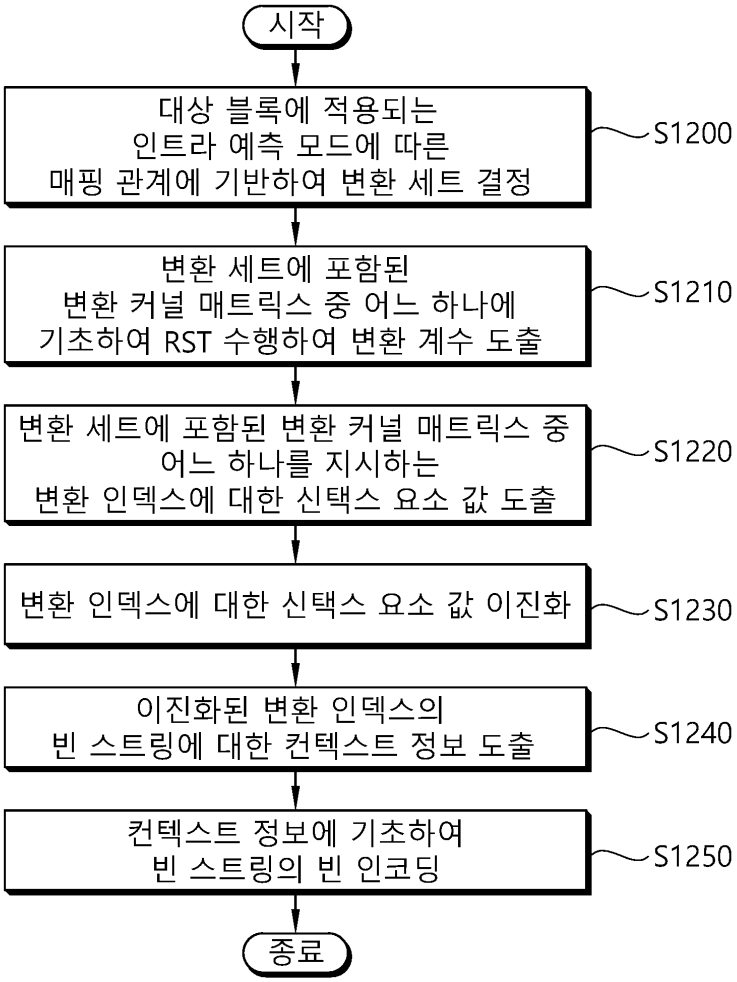
도면10


시작
변환 인덱스 및
인트라 예측 모드에 대한 정보 수신
S1000
변환 인덱스의 빈 스트링에 대한
컨텍스트 정보 도출
S1010
컨텍스트 정보에 기초하여
신택스 요소 빈 스트링의 빈들 디코딩
S1020
변환 인덱스에 대한
신택스 요소의 값 도출
S1030
대상 블록에 적용되는
인트라 예측 모드에 따른
매핑 관계에 기반하여 변환 세트 결정
S1040
변환 세트 및 변환 인덱스에 대한
신택스 요소의 값에 기초하여 역 RST 수행
S1050
종료

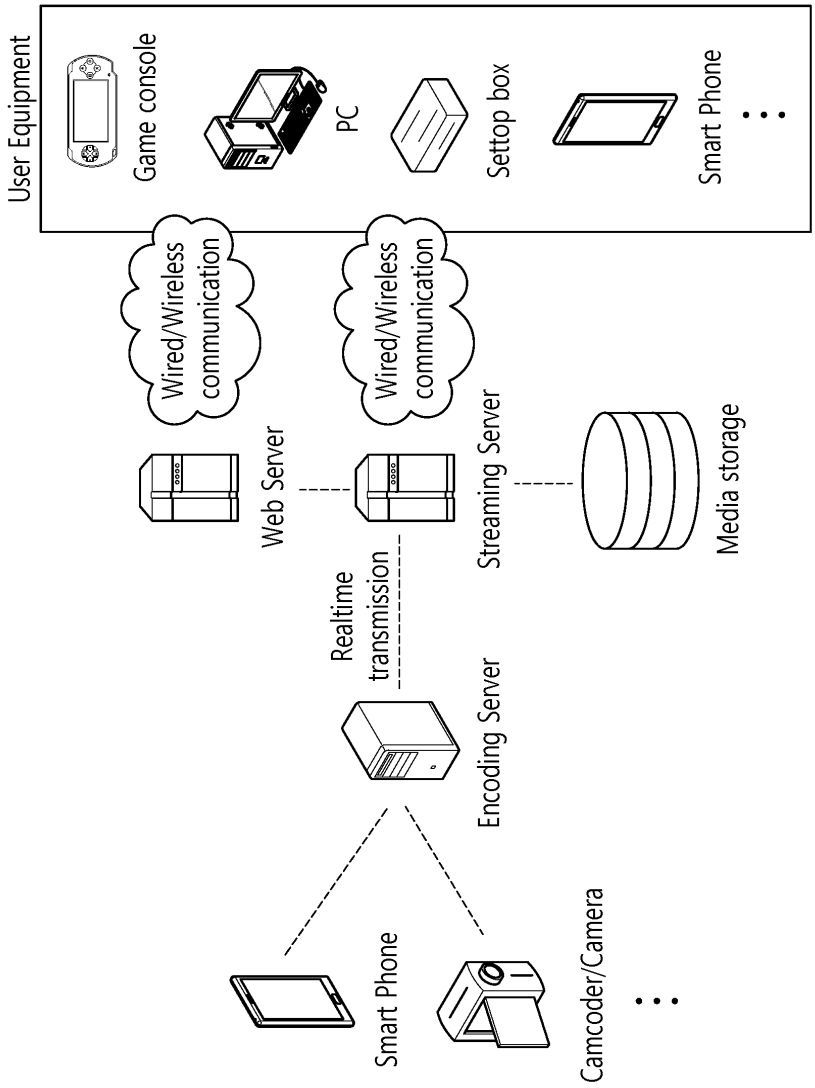
도면11


시작
대상 블록에 적용되는 인트라 예측 모드에 기초하여 예측 샘플들 도출
S1110
예측 샘플에 기초하여 대상 블록에 대한 레지듀얼 샘플들 도출
S1120
레지듀얼 샘플에 대한 1차 변환을 기반으로 상기 대상 블록에 대한 변환 계수들 도출
S1130
변환 계수에 대한 RST(reduced secondary transform)을 기반으로 수정된 변환 계수들 도출
S1140
수정된 변환 계수들 기반으로 양자화를 수행하여 양자화된 변환 계수들을 도출, 양자화된 변환 계수들에 관한 정보 인코딩
S1150
종료

도면12


시작
대상 블록에 적용되는
인트라 예측 모드에 따른
매핑 관계에 기반하여 변환 세트 결정
S1200
변환 세트에 포함된
변환 커널 매트릭스 중 어느 하나에
기초하여 RST 수행하여 변환 계수 도출
S1210
변환 세트에 포함된 변환 커널 매트릭스 중
어느 하나를 지시하는
변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값 도출
S1220
변환 인덱스에 대한 신택스 요소 값 이진화
S1230
이진화된 변환 인덱스의
빈 스트링에 대한 컨텍스트 정보 도출
S1240
컨텍스트 정보에 기초하여
빈 스트링의 빈 인코딩
S1250
종료

도면13


User Equipment
Game console
PC
Settop box
Smart Phone
...
Wired/Wireless communication
Wired/Wireless communication
Web Server
Streaming Server
Media storage
Realtime transmission
Encoding Server
Smart Phone
Camcoder/Camera
...