(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0115935
(43) 공개일자 2023년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/12 (2014.01) *H04N 19/119* (2014.01)
H04N 19/124 (2014.01) *H04N 19/176* (2014.01)
H04N 19/186 (2014.01) *H04N 19/625* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/12 (2015.01)
H04N 19/119 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2023-0011080
(22) 출원일자 2023년01월27일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020220012631 2022년01월27일 대한민국(KR)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
이영렬
서울특별시 송파구 올림픽로 135, 224동 802호(잠실동, 리센츠)
김명준
경기도 구리시 체육관로 45, 107동 908호(교문동, 구리우성한양아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
성병기

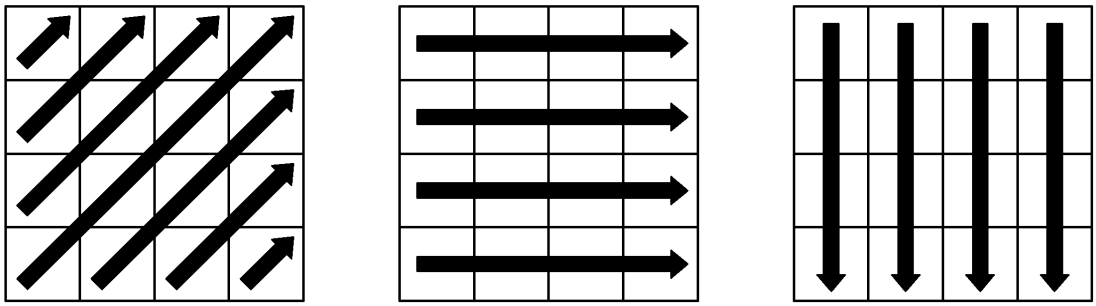
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **영상 부호화/복호화 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 개시에서, 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계, 논제로 계수의 개수에 따라, 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계, 및 결정된 역변환 방법에 따라, 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계를 포함하는 비디오 복호화 방법이 제공된다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
H04N 19/124 (2015.01)
H04N 19/176 (2015.01)
H04N 19/186 (2015.01)
H04N 19/625 (2015.01)

(72) 발명자
임수연
경기도 남양주시 별내면 청학로학교길 10-34, 401호(삼환빌라A동)
송현주
서울특별시 성동구 마장로 137, 204동 2002호(상왕십리동, 텐즈힐)
최민경
경기도 부천시 길주로 71, 1210호(상동, 리파인빌)

(30) 우선권주장
1020220021078 2022년02월17일 대한민국(KR)
1020220073743 2022년06월16일 대한민국(KR)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345347253
과제번호	2018R1D1A1B07045156
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)
연구과제명	차세대비디오코딩 핵심기술개발 및 핵심기술의 CNN 구현
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계;

상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계를 포함하는 비디오 복호화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계는,

상기 논제로 계수의 개수를 소정의 임계 값과 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계를 포함하는 비디오 복호화 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계는,

상기 논제로 계수의 개수로부터, 선형 역변환에 요구되는 곱 연산 개수를 결정하는 단계;

상기 곱 연산 개수를 소정의 임계 값과 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계를 포함하는 비디오 복호화 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 곱 연산 개수는,

상기 논제로 계수의 개수 및 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 5

제2항 및 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소정의 임계 값은 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 6

제2항 및 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 비디오 복호화 방법은,

상기 역양자화된 블록에 적용되는 수직 커널 및 수평 커널을 결정하는 단계를 더 포함하고,

상기 소정의 임계 값은 상기 수직 커널, 상기 수평 커널, 및 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수직 커널 및 상기 수평 커널은 DCT-II 변환, DST-VII 변환 및 DCT-VIII 변환 중 적어도 하나로부터 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 수직 커널 및 상기 수평 커널은,

상기 역양자화된 블록의 크기 및 상기 역양자화된 블록에 적용된 예측 방법에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 픽처 타입에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정하는 단계는,

상기 역양자화된 블록의 픽처 타입이 AI (All Intra) 타입 또는 RA (Random Access) 타입일 때, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정하는 단계는,

상기 역양자화된 블록의 픽처 타입이 AI (All Intra) 타입 또는 RA (Random Access) 타입이 아닐 때, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되지 않는 것으로 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 역양자화에 적용된 양자화 파라미터에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 양자화 파라미터가 임계 양자화 파라미터 값보다 클 때, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 양자화 파라미터가 임계 양자화 파라미터 값보다 작을 때, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되지 않는 것으로 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 비디오 복호화 방법은,

파라미터 세트로부터 선형 역변환이 허용되는지 여부를 나타내는 선형 역변환 허용 정보를 획득하는 단계를 더 포함하고,

상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계는,

상기 선형 역변환 허용 정보가 상기 선형 역변환이 허용됨을 나타낼 경우, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 선형 역변환 방법인지 여부를 결정하는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 파라미터 세트는,

비디오 파라미터 세트, 시퀀스 파라미터 세트, 픽처 파라미터 세트 및 적응 파라미터 세트 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 역양자화된 블록의 색 성분에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정되는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계는,

상기 역변환 방법이 선형 역변환 방법인 경우,

상기 역양자화된 블록을, 하나의 논제로 계수만을 포함하고, 나머지 계수는 제로 계수인 복수의 서브 블록으로 분할하는 단계;

각 복수의 서브 블록에 대하여, 역변환을 수행하는 단계; 및

각 역변환된 복수의 요소 블록에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 블록을 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비디오 복호화 방법.

청구항 19

블록을 부호화하고, 상기 부호화된 블록을 역양자화하는 단계;

상기 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계;

상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계;

상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계; 및

상기 역변환된 블록을 이용하여 블록을 복원하고, 상기 복원된 블록에 기초하여 다른 블록을 부호화하는 단계를 포함하는 비디오 부호화 방법.

청구항 20

부호화된 비디오에 대한 비트스트림을 저장한 컴퓨터로 판독가능한 기록매체에 있어서,

블록을 부호화하고, 상기 부호화된 블록을 역양자화하는 단계;

상기 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계;

상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계;

상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계; 및

상기 역변환된 블록을 이용하여 블록을 복원하고, 상기 복원된 블록에 기초하여 다른 블록을 부호화하는 단계를 포함하는 비디오 부호화 방법에 의하여 생성된 비트스트림을 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터로 판독가능한 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영상 부호화/복호화 방법 및 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 선형성을 이용한 역변환을 수행하는 영상 부호화/복호화 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 HD(High Definition) 영상 및 UHD(Ultra High Definition) 영상과 같은 고해상도, 고품질의 영상에 대한 수요가 다양한 응용 분야에서 증가하고 있다. 영상 데이터가 고해상도, 고품질이 될수록 기존의 영상 데이터에 비해 상대적으로 데이터량이 증가하기 때문에 기존의 유무선 광대역 회선과 같은 매체를 이용하여 영상 데이터를 전송하거나 기존의 저장 매체를 이용해 저장하는 경우, 전송 비용과 저장 비용이 증가하게 된다. 영상 데이터가 고해상도, 고품질화 됨에 따라 발생하는 이러한 문제들을 해결하기 위해서는 고효율의 영상 압축 기술들이 활용될 수 있다.

[0003] 영상 압축 기술로 현재 픽처의 이전 또는 이후 픽처로부터 현재 픽처에 포함된 화소 값을 예측하는 화면 간 예

측 기술, 현재 픽처 내의 화소 정보를 이용하여 현재 픽처에 포함된 화소 값을 예측하는 인트라 예측 기술, 출현 빈도가 높은 값에 짧은 부호를 할당하고 출현 빈도가 낮은 값에 긴 부호를 할당하는 엔트로피 부호화 기술 등 다양한 기술이 존재하고 이러한 영상 압축 기술을 이용해 영상 데이터를 효과적으로 압축하여 전송 또는 저장할 수 있다.

[0004] 한편, 고해상도 영상에 대한 수요가 증가함과 함께, 새로운 영상 서비스로서 입체 영상 컨텐츠에 대한 수요도 함께 증가하고 있다. 고해상도 및 초고해상도의 입체 영상 콘텐츠를 효과적으로 제공하기 위한 비디오 압축 기술에 대하여 논의가 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 선형성을 이용한 역변환을 수행하는 영상 부호화/복호화 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은 본 발명의 영상 부호화 방법 또는 장치에 의해 생성된 비트스트림을 저장한 기록 매체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 개시에서, 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계; 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계를 포함하는 비디오 복호화 방법이 제공된다.

[0009] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계는, 상기 논제로 계수의 개수를 소정의 임계 값과 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계는, 상기 논제로 계수의 개수로부터, 선형 역변환에 요구되는 곱 연산 개수를 결정하는 단계; 상기 곱 연산 개수를 소정의 임계 값과 비교하는 단계; 및 상기 비교 결과에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시 예에 따르면, 상기 곱 연산 개수는, 상기 논제로 계수의 개수 및 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 일 실시 예에 따르면, 상기 소정의 임계 값은 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 일 실시 예에 따르면, 상기 비디오 복호화 방법은, 상기 역양자화된 블록에 적용되는 수직 커널 및 수평 커널을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 소정의 임계 값은 상기 수직 커널, 상기 수평 커널, 및 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 일 실시 예에 따르면, 상기 수직 커널 및 상기 수평 커널은 DCT-II 변환, DST-VII 변환 및 DCT-VIII 변환 중 적어도 하나로부터 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 따르면, 상기 수직 커널 및 상기 수평 커널은, 상기 역양자화된 블록의 크기 및 상기 역양자화된 블록에 적용된 예측 방법에 기초하여 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 픽처 타입에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정하는 단계는, 상기 역양자화된 블록의 픽처 타입이 AI (All Intra) 타입 또는 RA (Random Access) 타입일 때, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양

자화된 블록에 선형 역변환이 적용되는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정하는 단계는, 상기 역양자화된 블록의 픽처 타입이 AI 타입 또는 RA 타입이 아닐 때, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되지 않는 것으로 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 역양자화에 적용된 양자화 파라미터에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 양자화 파라미터가 임계 양자화 파라미터 값보다 클 때, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되는지 여부를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 양자화 파라미터가 임계 양자화 파라미터 값보다 작을 때, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되지 않는 것으로 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 일 실시 예에 따르면, 상기 비디오 복호화 방법은, 파라미터 세트로부터 선형 역변환이 허용되는지 여부를 나타내는 선형 역변환 허용 정보를 획득하는 단계를 더 포함하고, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계는, 상기 선형 역변환 허용 정보가 상기 선형 역변환이 허용됨을 나타낼 경우, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 선형 역변환 방법인지 여부를 결정할 수 있다.

[0023] 일 실시 예에 따르면, 상기 파라미터 세트는, 비디오 파라미터 세트, 시퀀스 파라미터 세트, 픽처 파라미터 세트 및 적응 파라미터 세트 중 적어도 하나인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 색 성분에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 따르면, 상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계는, 상기 역변환 방법이 선형 역변환 방법인 경우, 상기 역양자화된 블록을, 하나의 논제로 계수만을 포함하고, 나머지 계수는 제로 계수인 복수의 서브 블록으로 분할하는 단계; 각 복수의 서브 블록에 대하여, 역변환을 수행하는 단계; 및 각 역변환된 복수의 요소 블록에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 블록을 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 본 개시에서, 블록을 부호화하고, 상기 부호화된 블록을 역양자화하는 단계; 상기 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계; 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계; 상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계; 및 상기 역변환된 블록을 이용하여 블록을 복원하고, 상기 복원된 블록에 기초하여 다른 블록을 부호화하는 단계를 포함하는 비디오 부호화 방법이 제공된다.

[0027] 본 개시에서, 부호화된 비디오에 대한 비트스트림을 저장한 컴퓨터로 판독가능한 기록매체에 있어서, 블록을 부호화하고, 상기 부호화된 블록을 역양자화하는 단계; 상기 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득하는 단계; 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정하는 단계; 상기 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환을 수행하는 단계; 및 상기 역변환된 블록을 이용하여 블록을 복원하고, 상기 복원된 블록에 기초하여 다른 블록을 부호화하는 단계를 포함하는 비디오 부호화 방법에 의하여 생성된 비트스트림을 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터로 판독가능한 기록매체가 제공된다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따르면, 선형성을 이용한 역변환을 수행하는 영상 부호화/복호화 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 따른 영상 부호화 방법/장치에 의해 생성된 비트스트림을 전송 또는 저장하는 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명에 따른 영상 부호화 방법/장치에 의해 생성된 비트스트림을 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 제공될 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 영상 부호화 방법/장치에 의하여 영상 데이터가 효율적으로 부호화 및 복호화될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 영상 부호화 장치의 구성을 간략하게 나타낸 예시도이다.

도 2는 영상 부호화 장치의 예측부의 일 실시예를 도시한 예시도이다.

도 3은 블록을 1개의 논제로 계수로 구성된 서브 블록으로 나타내는 예를 나타낸다.

도 4는 분리 선형성을 이용한 역변환이 허용되는 역변환 방법을 일 실시 예를 나타낸다.

도 5는 역양자화된 블록 내 계수를 1차원 벡터로 재배열하는 스캔 방법을 나타낸다.

도 6은 가로 방향 스캔을 이용한 4×4블록 내 계수의 1차원 벡터로의 재배열의 예시를 나타낸다.

도 7은 1차원 벡터를 서브 벡터로 분리하는 예시를 나타낸다.

도 8은 각 서브 벡터에 대해 역변환을 실시하는 예시를 나타낸다.

도 9는 선형 역변환 방법을 이용할 수 있는 비디오 복호화 방법의 일 실시 예가 제공된다.

도 10은 선형 역변환 방법을 이용할 수 있는 비디오 부호화 방법의 일 실시 예가 제공된다.

도 11은 4-tap DCT 보간 필터와 8-tap DST 보간 필터의 16/32-pixel 위치에서의 Magnitude response를 나타낸다.

도 12는 8 탭 DST 보간 필터의 계수의 일 실시 예를 나타낸다.

도 13은 4-tap DCT 보간 필터, 4-tap Gaussian 보간 필터, 8-tap DCT 보간 필터, 8-tap Gaussian 보간 필터의 16/32-pixel 위치에서의 Magnitude response를 나타낸다.

도 14는 Frequency 정보를 이용하여 보간 필터를 선택하는 방법의 일 실시 예를 나타낸다.

도 15 및 16은 각각 8-tap DCT interpolation filter의 계수와 8-tap smoothing interpolation filter 의 일 실시 예를 나타낸다.

도 17은 boundary correlation threshold에 따리 선택되는 보간 필터의 일 실시 예를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 명세서에 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0034] 본 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 전기적으로 연결되어 있는 경우도 포함한다.

[0035] 또한, 본 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0036] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0037] 또한, 본 명세서에서 설명되는 장치 및 방법에 관한 실시예에 있어서, 장치의 구성 일부 또는 방법의 단계 일부는 생략될 수 있다. 또한 장치의 구성 일부 또는 방법의 단계 일부의 순서가 변경될 수 있다. 또한 장치의 구성 일부 또는 방법의 단계 일부에 다른 구성 또는 다른 단계가 삽입될 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명의 제1 실시예의 일부 구성 또는 일부 단계는 본 발명의 제2 실시예에 부가되거나, 제2 실시예의 일부 구성 또는 일부 단계를 대체할 수 있다.

[0039] 덧붙여, 본 발명의 실시예에 나타나는 구성부들은 서로 다른 특징적인 기능들을 나타내기 위해 독립적으로 도시되는 것으로, 각 구성부들이 분리된 하드웨어나 하나의 소프트웨어 구성단위로 이루어짐을 의미하지 않는다. 즉, 각 구성부는 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 기술되고, 각 구성부 중 적어도 두 개의 구성부가 합쳐져 하나의 구성부로 이루어지거나, 하나의 구성부가 복수 개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있다. 이러한 각 구성부의 통합된 실시예 및 분리된 실시예도 본 발명의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 발명의 권리 범

위에 포함된다.

[0040] 먼저, 본 출원에서 사용되는 용어를 간략히 설명하면 다음과 같다.

[0041] 이하에서 후술할 복호화 장치(Video Decoding Apparatus)는 민간 보안 카메라, 민간 보안 시스템, 군용 보안 카메라, 군용 보안 시스템, 개인용 컴퓨터(PC, Personal Computer), 노트북 컴퓨터, 휴대형 멀티미디어 플레이어(PMP, Portable Multimedia Player), 무선 통신 단말기(Wireless Communication Terminal), 스마트 폰(Smart Phone), TV 응용 서버와 서비스 서버 등 서버 단말기에 포함된 장치일 수 있으며, 각종 기기 등과 같은 사용자 단말기, 유무선 통신망과 통신을 수행하기 위한 통신 모뎀 등의 통신 장치, 영상을 복호화 하거나 복호화를 위해 화면 간 또는 화면 내 예측하기 위한 각종 프로그램과 데이터를 저장하기 위한 메모리, 프로그램을 실행하여 연산 및 제어하기 위한 마이크로프로세서 등을 구비하는 다양한 장치를 의미할 수 있다.

[0042] 또한, 부호화기에 의해 비트스트림(bitstream)으로 부호화된 영상은 실시간 또는 비실시간으로 인터넷, 근거리 무선 통신망, 무선랜망, 와이브로망, 이동통신망 등의 유무선 통신망 등을 통하거나 케이블, 범용 직렬 버스(USB, Universal Serial Bus)등과 같은 다양한 통신 인터페이스를 통해 영상 복호화 장치로 전송되어 복호화되어 영상으로 복원되고 재생될 수 있다. 또는 부호화기에 의해 생성된 비트스트림은 메모리에 저장될 수 있다. 상기 메모리는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리를 모두 포함할 수 있다. 본 명세서에서 메모리는 비트스트림을 저장한 기록 매체로 표현될 수 있다.

[0043] 통상적으로 동영상은 일련의 픽처(Picture)들로 구성될 수 있으며, 각 픽처들은 블록(Block)과 같은 코딩 유닛(coding unit)으로 분할될 수 있다. 또한, 이하에 기재된 픽처라는 용어는 영상(Image), 프레임(Frame) 등과 같은 동등한 의미를 갖는 다른 용어로 대치되어 사용될 수 있음을 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다. 그리고 코딩 유닛이라는 용어는 단위 블록, 블록 등과 같은 동등한 의미를 갖는 다른 용어로 대치되어 사용될 수 있음을 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있을 것이다.

[0044] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0045] 도 1은 영상 부호화 장치의 구성을 간략하게 나타낸 예시도이다.

[0046] 영상 부호화 장치(100)는 영상 분할부(101), 화면 내 예측부(102), 화면 간 예측부(103), 감산부(104), 변환부(105), 양자화부(106), 엔트로피 부호화부(107), 역양자화부(108), 역변환부(109), 가산부(110), 필터부(111) 및 메모리(112)를 포함할 수 있다.

[0047] 각 장치에서 최적의 정보를 선택하기 위해 RD-Cost(Rate Distortion Cost)를 비교할 수 있다. RD-Cost란 원본 블록과 복원된 블록 간의 왜곡 정보와 예측 모드 전송시에 발생하는 비트량을 이용하여 계산된 비용 값을 의미한다. 이 때 비용 값을 계산하기 위해 SAD(Sum of Absolute Difference), SATD(Sum of Absolute Transformed Difference), SSE(Sum of Square for Error) 등을 이용할 수도 있다.

[0048] 도 1에 나타난 각 구성부들은 영상 부호화 장치에서 서로 다른 특징적인 기능들을 나타내기 위해 독립적으로 도시한 것으로, 각 구성부들이 분리된 하드웨어나 하나의 소프트웨어 구성 단위로 이루어짐을 의미하지 않는다. 즉, 각 구성부는 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 포함한 것으로 각 구성부 중 적어도 두개의 구성부가 합쳐져 하나의 구성부로 이루어지거나, 하나의 구성부가 복수개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있고 이러한 각 구성부의 통합된 실시예 및 분리된 실시예도 본 발명의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

[0049] 또한, 일부의 구성 요소는 본 발명에서 본질적인 기능을 수행하는 필수적인 구성요소는 아니고 단지 성능을 향상시키기 위한 선택적 구성요소일 수 있다. 본 발명은 단지 성능 향상을 위해 사용되는 구성요소를 제외한 본 발명의 본질을 구현하는 데 필수적인 구성부만을 포함하여 구현될 수 있고, 단지 성능 향상을 위해 사용되는 선택적 구성요소를 제외한 필수 구성요소만을 포함한 구조도 본 발명의 권리범위에 포함된다.

[0050] 영상 분할부(100)는 입력된 영상을 적어도 하나의 블록으로 분할할 수 있다. 이때, 입력된 영상은 픽처, 슬라이스, 타일, 세그먼트 등 다양한 형태와 크기를 가질 수 있다. 블록은 부호화 단위(CU), 예측 단위(PU) 또는 변환 단위(TU)를 의미할 수 있다. 상기 분할은 쿼드 트리(Quadtree), 바이너리 트리(Binary tree) 및 터너리 트리(Ternary tree) 중 적어도 하나에 기반하여 수행될 수 있다. 쿼드 트리는 상위 블록을 너비와 높이가 상위 블록의 절반인 하위 블록으로 사분할하는 방식이다. 바이너리 트리는 상위 블록을 너비 또는 높이 중 어느 하나가

상위 블록의 절반인 하위 블록으로 이분할하는 방식이다. 터너리 트리는 너비 또는 높이 중 어느 하나를 기준으로 상위 블록을 하위 블록으로 삼분할하는 방식이다. 전술한 바이너리 트리 및 터너리 트리 기반의 분할을 통해, 블록은 정방형 뿐만 아니라 비정방형의 형태를 가질 수 있다.

[0051] 예측부(102, 103)는 화면 간 예측 예측을 수행하는 화면 간 예측부(103)와 화면 내 예측 예측을 수행하는 화면 내 예측부(102)를 포함할 수 있다. 예측 단위에 대해 화면 간 예측 예측을 사용할 것인지 또는 화면 내 예측 예측을 수행할 것인지를 결정하고, 각 예측 방법에 따른 구체적인 정보(예컨대, 화면 내 예측 모드, 모션 벡터, 참조 픽처 등)를 결정할 수 있다. 이때, 예측이 수행되는 처리 단위와 예측 방법 및 구체적인 내용이 정해지는 처리 단위는 다를 수 있다. 예컨대, 예측의 방법과 예측 모드 등은 예측 단위로 결정되고, 예측의 수행은 변환 단위로 수행될 수도 있다.

[0052] 생성된 예측 블록과 원본 블록 사이의 잔차 값(잔차 블록)은 변환부(105)로 입력될 수 있다. 또한, 예측을 위해 사용한 예측 모드 정보, 모션 벡터 정보 등은 잔차 값과 함께 엔트로피 부호화부(107)에서 부호화되어 복호화기에 전달될 수 있다. 특정한 부호화 모드를 사용할 경우, 예측부(102, 103)를 통해 예측 블록을 생성하지 않고, 원본 블록을 그대로 부호화하여 복호화부에 전송하는 것도 가능하다.

[0053] 화면 내 예측부(102)는 현재 픽처 내의 화소 정보인 현재 블록 주변의 참조 픽셀 정보를 기초로 예측 블록을 생성할 수 있다. 화면 내 예측 예측이 수행될 현재 블록의 주변 블록의 예측 모드가 화면 간 예측 예측인 경우, 화면 간 예측 예측이 적용된 주변 블록에 포함되는 참조 픽셀을, 화면 내 예측 예측이 적용된 주변의 다른 블록 내의 참조 픽셀로 대체될 수 있다. 즉, 참조 픽셀이 가용하지 않는 경우, 가용하지 않은 참조 픽셀 정보를, 가용한 참조 픽셀 중 적어도 하나의 참조 픽셀로 대체하여 사용할 수 있다.

[0054] 화면 내 예측에서 예측 모드는 참조 픽셀 정보를 예측 방향에 따라 사용하는 방향성 예측 모드와 방향성 정보를 사용하지 않는 비방향성 모드를 가질 수 있다. 휘도 정보를 예측하기 위한 모드와 색차 정보를 예측하기 위한 모드는 상이할 수 있다. 색차 정보를 예측하기 위해 휘도 정보의 예측에 사용된 화면 내 예측 모드 정보 또는 예측된 휘도 신호 정보가 활용될 수 있다.

[0055] 화면 내 예측부(102)는 AIS(Adaptive Intra Smoothing) 필터, 참조 화소 보간부, DC 필터를 포함할 수 있다. AIS 필터는 현재 블록의 참조 화소를 필터링하는 필터로서 현재 예측 단위의 예측 모드에 따라 필터의 적용 여부를 적응적으로 결정할 수 있다. 현재 블록의 예측 모드가 AIS 필터링을 수행하지 않는 모드일 경우, AIS 필터는 적용되지 않을 수 있다.

[0056] 화면 내 예측부(102)의 참조 화소 보간부는 예측 단위의 화면 내 예측 모드가 참조 화소를 보간한 화소 값을 기초로 화면 내 예측을 수행하는 모드일 경우, 참조 화소를 보간하여 분수 단위 위치의 참조 화소를 생성할 수 있다. 현재 예측 단위의 예측 모드가 참조 화소를 보간하지 않고 예측 블록을 생성하는 예측 모드일 경우 참조 화소는 보간되지 않을 수 있다. DC 필터는 현재 블록의 예측 모드가 DC 모드일 경우 필터링을 통해서 예측 블록을 생성할 수 있다.

[0057] 화면 간 예측부(103)는, 메모리(112)에 저장된 기 복원된 참조 영상과 움직임 정보를 이용하여 예측 블록을 생성한다. 움직임 정보는 예컨대 움직임 벡터, 참조 픽처 인덱스, 리스트 1 예측 플래그, 리스트 0 예측 플래그 등을 포함할 수 있다.

[0058] 예측부(102, 103)에서 생성된 예측 단위와 예측 단위와 원본 블록 간의 차이 값인 잔차 값(Residual) 정보를 포함하는 잔차 블록이 생성될 수 있다. 생성된 잔차 블록은 변환부(105)로 입력되어 변환될 수 있다.

[0059] 화면 간 예측부(103)는 현재 픽처의 이전 픽처 또는 이후 픽처 중 적어도 하나의 픽처의 정보를 기초로 예측 블록을 유도할 수 있다. 또한, 현재 픽처 내의 부호화가 완료된 일부 영역의 정보를 기초로, 현재 블록의 예측 블록을 유도할 수도 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 화면 간 예측부(103)는 참조 픽처 보간부, 움직임 예측부, 움직임 보상부를 포함할 수 있다.

[0060] 참조 픽처 보간부에서는 메모리(112)로부터 참조 픽처 정보를 제공받고 참조 픽처에서 정수 화소 이하의 화소 정보를 생성할 수 있다. 휘도 화소의 경우, 1/4 화소 단위로 정수 화소 이하의 화소 정보를 생성하기 위해 필터 계수를 달리하는 DCT 기반의 8탭 보간 필터(DCT-based Interpolation Filter)가 사용될 수 있다. 색차 신호의 경우 1/8 화소 단위로 정수 화소 이하의 화소 정보를 생성하기 위해 필터 계수를 달리하는 DCT 기반의 4탭 보간 필터(DCT-based Interpolation Filter)가 사용될 수 있다.

[0061] 움직임 예측부는 참조 픽처 보간부에 의해 보간된 참조 픽처를 기초로 모션 예측을 수행할 수 있다. 모션 벡터

를 산출하기 위한 방법으로 FBMA(Full search-based Block Matching Algorithm), TSS(Three Step Search), NTS(New Three-Step Search Algorithm) 등 다양한 방법이 사용될 수 있다. 모션 벡터는 보간된 화소를 기초로 1/2 또는 1/4 화소 단위의 모션 벡터 값을 가질 수 있다. 움직임 예측부에서는 움직임 예측 방법을 다르게 하여 현재 블록의 예측 블록을 예측할 수 있다. 모션 예측 방법으로 스킵(Skip) 방법, 머지(Merge) 방법, AMVP(Advanced Motion Vector Prediction) 방법 등 다양한 방법이 사용될 수 있다.

[0062] 감산부(104)는, 현재 부호화하려는 블록과 화면 내 예측부(102) 혹은 화면 간 예측부(103)에서 생성된 예측 블록을 감산하여 현재 블록의 잔차 블록을 생성한다.

[0063] 변환부(105)에서는 잔차 데이터를 포함한 잔차 블록을 DCT, DST, KLT(Karhunen Loeve Transform) 등과 같은 변환 방법을 사용하여 변환할 수 있다. 이때 변환 방법은 잔차 블록을 생성하기 위해 사용된 예측 단위의 화면 내 예측 모드에 기반하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 화면 내 예측 모드에 따라, 가로 방향으로는 DCT를 사용하고, 세로 방향으로는 DST를 사용할 수도 있다. 또는 현재 블록의 종횡비, 크기 등에 따라 가로 방향과 세로 방향으로 서로 다른 변환 기법들을 사용할 수도 있다.

[0064] 양자화부(106)는 변환부(105)에서 주파수 영역으로 변환된 값들을 양자화할 수 있다. 블록에 따라 또는 영상의 중요도에 따라 양자화 계수는 변할 수 있다. 양자화부(106)에서 산출된 값은 역양자화부(108)와 엔트로피 부호화부(107)에 제공될 수 있다.

[0065] 상기 변환부(105) 및/또는 양자화부(106)는, 영상 부호화 장치(100)에 선택적으로 포함될 수 있다. 즉, 영상 부호화 장치(100)는, 잔차 블록의 잔차 데이터에 대해 변환 또는 양자화 중 적어도 하나를 수행하거나, 변환 및 양자화를 모두 스킵하여 잔차 블록을 부호화할 수 있다. 영상 부호화 장치(100)에서 변환 또는 양자화 중 어느 하나가 수행되지 않거나, 변환 및 양자화 모두 수행되지 않더라도, 엔트로피 부호화부(107)의 입력으로 들어가는 블록을 통상적으로 변환 블록이라 일컫는다.

[0066] 엔트로피 부호화부(107)는 입력 데이터를 엔트로피 부호화한다. 엔트로피 부호화는 예를 들어, 지수 골롬(Exponential Golomb), CAVLC(Context-Adaptive Variable Length Coding), CABAC(Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding)과 같은 다양한 부호화 방법을 사용할 수 있다.

[0067] 엔트로피 부호화부(107)는 변환 블록의 계수 정보, 블록 타입 정보, 예측 모드 정보, 분할 단위 정보, 예측 단위 정보, 전송 단위 정보, 모션 벡터 정보, 참조 프레임 정보, 블록의 보간 정보, 필터링 정보 등 다양한 정보를 부호화할 수 있다. 변환 블록의 계수들은, 변환 블록 내 서브 블록 단위로, 부호화될 수 있다.

[0068] 변환 블록의 계수의 부호화를 위하여, 역스캔 순서로 최초의 논제로 계수의 위치를 알리는 신택스 요소(syntax element)인 Last_sig, 서브블록 내에 논제로 계수가 적어도 하나 이상 있는지를 알리는 플래그인 Coded_sub_blk_flag, 논제로 계수인지를 알리는 플래그인 Sig_coeff_flag, 계수의 절대값이 1 보다 큰지를 알리는 플래그인 Abs_greater1_flag, 계수의 절대값이 2 보다 큰지를 알리는 플래그인 Abs_greater2_flag, 계수의 부호를 나타내는 플래그인 Sign_flag 등의 다양한 신택스 요소들이 부호화될 수 있다. 상기 신택스 요소들만으로 부호화되지 않는 계수의 잔여 값은 신택스 요소 remaining_coeff를 통해 부호화될 수 있다.

[0069] 역양자화부(108) 및 역변환부(109)에서는 양자화부(106)에서 양자화된 값들을 역양자화하고 변환부(105)에서 변환된 값들을 역변환한다. 역양자화부(108) 및 역변환부(109)에서 생성된 잔차 값(Residual)은 예측부(102, 103)에 포함된 움직임 추정부, 움직임 보상부 및 화면 내 예측부(102)를 통해서 예측된 예측 단위와 합쳐져 복원 블록(Reconstructed Block)을 생성할 수 있다. 가산기(110)는, 예측부(102, 103)에서 생성된 예측 블록과, 역변환부(109)를 통해 생성된 잔차 블록을 가산하여 복원 블록을 생성한다.

[0070] 필터부(111)는 디블록킹 필터, 오프셋 보정부, ALF(Adaptive Loop Filter) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0071] 디블록킹 필터는 복원된 픽처에서 블록 간의 경계로 인해 생긴 블록 왜곡을 제거할 수 있다. 디블록킹을 수행할지 여부를 판단하기 위해 블록에 포함된 몇 개의 열 또는 행에 포함된 픽셀을 기초로 현재 블록에 디블록킹 필터 적용 여부를 판단할 수 있다. 블록에 디블록킹 필터를 적용하는 경우 필요한 디블록킹 필터링 강도에 따라 강한 필터(Strong Filter) 또는 약한 필터(Weak Filter)를 적용할 수 있다. 또한 디블록킹 필터를 적용함에 있어 수직 필터링 및 수평 필터링 수행 시 수평 방향 필터링 및 수직 방향 필터링이 병행 처리되도록 할 수 있다.

[0072] 오프셋 보정부는 디블록킹을 수행한 영상에 대해 픽셀 단위로 원본 영상과의 오프셋을 보정할 수 있다. 특정 픽처에 대한 오프셋 보정을 수행하기 위해 영상에 포함된 픽셀을 일정한 수의 영역으로 구분한 후 오프셋을 수행할 영역을 결정하고 해당 영역에 오프셋을 적용하는 방법 또는 각 픽셀의 에지 정보를 고려하여 오프셋을 적용

하는 방법을 사용할 수 있다.

[0073] ALF(Adaptive Loop Filtering)는 필터링한 복원 영상과 원래의 영상을 비교한 값을 기초로 수행될 수 있다. 영상에 포함된 픽셀을 소정의 그룹으로 나눈 후 해당 그룹에 적용될 하나의 필터를 결정하여 그룹마다 차별적으로 필터링을 수행할 수 있다. ALF를 적용할지 여부에 관련된 정보는 휘도 신호는 부호화 단위(Coding Unit, CU) 별로 전송될 수 있고, 각각의 블록에 따라 적용될 ALF 필터의 모양 및 필터 계수는 달라질 수 있다. 또한, 적용 대상 블록의 특성에 상관없이 동일한 형태(고정된 형태)의 ALF 필터가 적용될 수도 있다.

[0074] 메모리(112)는 필터부(111)를 통해 산출된 복원 블록 또는 픽처를 저장할 수 있고, 저장된 복원 블록 또는 픽처는 화면 간 예측을 수행할 때 예측부(102, 103)에 제공될 수 있다.

[0075] 도 2는 영상 부호화 장치의 예측부의 일 실시예를 도시한 예시도이다.

[0076] 현재 블록의 예측 모드가 화면 내 예측 모드인 경우, 화면 내 예측부(201)는 현재 블록의 주변으로부터 참조 화소를 유도하고 참조 화소를 필터링함으로써, 참조 화소를 생성할 수 있다. 참조 화소는 현재 블록 주변의 복원 화소를 이용하여 결정한다. 현재 블록의 주변에 일부 복원된 화소를 이용할 수 없거나 복원된 화소가 없는 경우, 이용 가능한 참조 화소를 이용할 수 없는 영역에 패딩하거나 화소가 가질 수 있는 값의 범위 중 중간 값을 이용하여 패딩할 수 있다. 참조 화소를 모두 유도한 후, AIS(Adaptive Intra Smoothing) 필터를 이용하여 참조 화소를 필터링을 할 수 있다.

[0077] 화면 내 예측 모드 탐색부(202)는 M 개의 화면 내 예측 모드 중 하나의 모드를 결정할 수 있다. 여기서 M은 화면 내 예측 모드의 총 개수를 나타낸다. 화면 내 예측 모드는 방향성 예측 모드와 비방향성 예측 모드를 포함한다.

[0078] 결정된 예측 모드와 필터링된 참조 화소를 이용하여 예측 블록이 생성된다. 화면 내 예측 모드 별로 RD-Cost를 비교하여 비용이 가장 낮은 하나의 화면 내 예측 모드를 선택할 수 있다.

[0079] 화면 간 예측부(203)는 움직임 정보를 유도하는 방법에 따라 Merge 후보 탐색부(204)와 AMVP후보 탐색부(206)로 나눌 수 있다. Merger 후보 탐색부(204)는 현재 블록 주변에 복원된 블록 중 화면 간 예측이 사용된 참조 블록을 Merge 후보로 설정한다. Merge 후보는 부호화/복호화 장치에서 동일한 방법으로 유도하고, 동일한 개수를 사용한다. Merge 후보 개수는 부호화 장치에서 복호화 장치로 전송하거나, 미리 약속된 개수를 사용한다. 현재 블록 주변에 복원된 참조 블록으로부터 약속된 개수만큼의 Merge 후보를 유도하지 못한 경우, 현재 픽처가 아닌 다른 픽처에서 현재 블록과 동일한 위치에 존재하는 블록의 움직임 정보를 Merge 후보로서 이용할 수 있다. 혹은 현재 픽처를 기준으로 과거 방향의 움직임 정보와 미래 방향의 움직임 정보를 조합해서 부족한 Merge 후보로 유도할 수 있다. 또는 다른 참조 픽처의 동일한 위치의 블록을 Merge 후보로 설정할 수 있다.

[0080] AMVP 후보 탐색부(206)는 현재 블록의 움직임 정보를 움직임 추정부(207)에서 결정한다. 움직임 추정부(207)는 현재 블록과 가장 유사한 예측 블록을 복원된 픽처들로부터 찾는다.

[0081] 화면 간 예측이 수행되는 경우, Merge 후보 탐색부(204)와 AMVP 후보 탐색부(206) 중 하나를 이용하여 현재 블록의 움직임 정보를 결정하고, 움직임 보상(208)는 결정된 움직임 정보에 기초하여 예측 블록을 생성한다.

[0082] 하이브리드 블록 기반 비디오 부호화에서 변환은 에너지 압축 측면에서 중요한 역할을 한다. 변환 부호화는 공간 영역의 잔차 데이터를 주파수 영역 데이터로 변환하여 낮은 주파수 대역에 에너지를 집중시키는 것이다. DCT-II, DST-VII, DCT-VIII이 선형 변환임을 고려하여, 변환의 선형성을 이용하여 계산 횟수를 줄이기 위한 역변환이 비디오 부호화 및 복호화에 사용될 수 있다. 선형성을 이용한 제안된 역변환을 비디오 부호화 및 복호화에 적용하면 부호화 성능 저하 없이 런타임 절약이 달성될 수 있다. 특히, All Intra(AI) 및 Random Access(RA) 조건에서 평균 복호화 시간이 크게 감소할 수 있다.

[0083] 하이브리드 블록 기반 비디오 부호화에서, 인트라/인터 예측 후 획득된 공간 영역의 잔차 신호는 주파수 영역의 잔차 신호로 변환된다. 효율적인 변환 방법에 의하여, 주파수 영역에서 잔차 신호의 저주파 성분에 더 많은 에너지가 집중될 수 있다. Karhunen-Loève 변환(KLT)은 데이터 역상관 및 압축 측면에서 효율적인 변환 방법이다. 그러나 KLT는 신호 종속 공분산 행렬(signal-dependent covariance matrix)에 해당하는 고유 벡터(eigen vector)를 계산하는 복잡도(complexity)가 높고 일반적으로 빠른 계산 알고리즘이 없기 때문에 실제 변환 코딩에 사용되지 않는다è.

[0084] DCT-II는 1차 Markov 조건 하에서 KLT의 좋은 근사치를 제공하기 때문에 많은 비디오 부호화 표준은 KLT 대신

DCT-II를 사용한다. 그러나 이미지와 비디오의 다양한 특성으로 인해 DCT-II가 에너지 압축 및 역상관 측면에서 항상 최적의 변환은 아니다. 이 문제를 해결하기 위해 비디오 코딩을 위한 DCT-II/DST-VIII 및 EMT(Enhanced Multiple Transform)와 같은 대체 변환 방식이 사용될 수 있다.

[0085] 또한 이미지 신호에 대한 1차 Gauss-Markov 모델을 사용하여 DST-VII가 KLT에 잘 근접하는 경우가 있을 수 있다. 따라서 4x4, 8x8, 16x16 및 32x32 예측 잔차 블록에 대해 DCT-II 기반 변환을 사용하고, 4x4 인트라 예측 잔차 블록에 대해 DST-VII 기반 대체 변환을 사용하도록 비디오 코덱이 설정될 수 있다.

[0086] 최근 고화질 및 고해상도 영상에 대한 수요 증가와 영상 스트리밍 등 서비스의 성장으로 인해 보다 높은 효율의 영상 압축 기술이 요구되고 있다. 변환의 효율성을 향상시키기 위해 결합 분리형 변환(joint separable transform)과 비분리형 변환(non-separable transform)이 사용될 수 있다.

[0087] 변환의 분리 가능한 속성을 사용하는 EMT는 미리 정의된 수평 및 수직 변환 또는 DCT-II, DCT-V, DCT-VIII, DST-I 및 DST-II 중에서 부호화 효율성 측면에서 최상의 수평 및 수직 변환 중 하나로 선택될 수 있다. 또한, 비분리형 2차 변환(Non-separable Secondary Transform)은 EMT 이후의 2차 변환으로 적용될 수 있다.

[0088] 변환은 크게 1차 변환과 2차 변환의 두 가지 프로세스로 나눌 수 있다. 예측된 잔차 신호에 적용되는 단순화된 EMT는 MTS(Multiple Transform Selection)라는 이름으로 사용될 수 있다. DCT-II 외에도 DST-VII 및 DCT-VIII가 MTS의 변환으로 추가로 사용될 수 있다. 단, DST-VII, DCT-VIII는 루마 블록에만 적용될 수 있다.

[0089] 변환이 적용되는 최대 변환 크기는 64×64로 설정될 수 있다. DCT-II는 4×4 내지 64×64 크기의 블록의 변환에 적용되고, DST-VII 및 DCT-VIII는 블록 4×4 내지 32×32 크기의 블록의 변환에 적용될 수 있다.

[0090] 대형 블록에 대한 변환은 고해상도 비디오에 유용하지만 계산 복잡성을 증가시킬 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 대형 블록에 대한 변환에 있어서 고주파수 변환 계수를 0으로 처리할 수 있다(zero out). 예를 들어, 64 포인트 DCT-II 변환의 경우, 각각 처음 32개의 저주파 계수만 유지하고 나머지 고주파 계수는 0으로 처리할 수 있다(zero out). 또한 32 포인트 DST-VII/DCT-VII의 경우, 16개의 저주파 계수만 유지하고 나머지 고주파 계수는 0으로 처리할 수 있다(zero out). 이러한 zeroing out은 마지막 계수 위치 부호화(last coefficient position coding) 및 계수 그룹 스캐닝(coefficient group scanning)에도 고려될 수 있다.

[0091] 2차 변환은 1차 변환을 따르는 추가 변환 프로세스를 의미한다. 일 실시 예에 따르면, LFNST(Low Frequency Non-Separable Transform)가 비디오 코덱에 사용될 수 있다. LFNST는 기본 변환 계수의 ROI(Region Of Interest)에 적용될 수 있다. 상기 ROI는 좌상단 저주파 영역일 수 있다. LFNST가 적용될 때 ROI를 제외한 모든 기본 변환 계수는 0이 되고 LFNST의 출력은 추가로 양자화되고 엔트로피 부호화된다.

[0092] 1-D(1차원) N-포인트 변환과 그 역변환은 다음과 같이 수학식 1과 수학식 2에서 정의된다.

수학식 1

[0093]
$$F(u) = \sum_{x=0}^{N-1} p(x)\, v_{u,x}, \qquad u = 0,1,2,\ldots,N-1$$

수학식 2

[0094]
$$p(x) = \sum_{u=0}^{N-1} F(u)\, v_{u,x}, \qquad x = 0,1,2,\ldots,N-1$$

[0095] 여기서 F(u)는 N점 변환 신호이고, p(x)는 원래 신호이다. 그리고 $v_{u,x}$ 는 DCT-II, DST-VII 및 DCT-VIII 변환에서 각 u에 대한 N×1 크기의 v_u 기본 벡터의 기본 요소이다. 여기서 u,x = (0,1,2,…,N-1)이다. DCT-II, DST-VII, DCT-VIII에 대한 $v_{u,x}$는 각각 수학식 3, 4, 5에서 다음과 같이 정의된다.

수학식 3

[0096]
$$v_{u,x} = \alpha(u)\cos\left(\frac{u(2x+1)\pi}{2N}\right), \qquad \alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{1/N}, & u = 0 \\ \sqrt{2/N}, & u = 1,2,..,N-1 \end{cases}$$

수학식 4

[0097]
$$v_{u,x} = \sqrt{\frac{4}{2N+1}}\sin\left(\frac{(2u+1)(x+1)\pi}{2N+1}\right)$$

수학식 5

[0098]
$$v_{u,x} = \sqrt{\frac{4}{2N+1}}\cos\left(\frac{(2u+1)(x+1)\pi}{4N+2}\right)$$

[0100] 본 개시에서 계산 복잡성을 줄이기 위해 제안된 분리 가능한 선형 속성을 사용한 역변환이 제시된다. 제안된 역변환 방법은 부호화기 및 복호화기의 기본 변환 및 기본 역변환에 적용될 수 있다. 부호화기 및 복호화기의 역변환 단계에서 LFNST 이후의 역양자화된 변환 계수는 2차원(2-D) 역변환에 입력된다. 대부분의 비디오 코덱에서 2차원 변환과 역변환은 계산 복잡도를 줄이기 위해 수학식 2의 1차원 역변환을 각 행과 열에 적용하여 분리 가능한 변환으로 구현한다. 정사각형이 아닌 블록 크기에 대한 분리 가능한 역변환은 수학식 6으로 표현된다.

수학식 6

[0101]
$$X' = B^T Y A$$

[0102] 여기서 X'는 (n×m) 역 변환 블록이고, Y는 (n×m) 역양자화된 변환 블록이고, A는 (m×m) 변환 블록이고, B^T는 (n×n) 변환이다. 여기서 n과 m은 각각 블록의 높이와 너비이다. 양자화 및 역양자화 과정을 통해 양자화 계수가 클 때 대부분의 변환 계수는 0이 된다. Y가 N개의 논제로 계수로 구성되는 경우, Y는 수학식 7과 같이 논제로 계수가 하나만 있는 Y와 동일한 크기의 N개의 서브 블록의 합으로 표현될 수 있다. 여기서 y_i는 Y의 i번째 서브 블록을 나타낸다.

수학식 7

[0103]
$$Y = y_0 + y_1 + \cdots y_{N-1}$$

[0105] 도 3은 수학식 7을 사용하여 3개의 논제로 계수로 구성된 4×4 블록을 복수의 서브 블록으로 나타내는 예를 제공한다. 도 3에 따르면, 4×4 블록 Y(300)은 3개의 논제로 계수를 포함하고 있다. 따라서, 4×4 블록 Y(300)은 하나의 논제로 계수만을 포함하는 3개의 서브 블록 y_0 (302), y_1 (304), y_2 (306)으로 분할될 수 있다. 그러므로

서브 블록 y_0 (302), y_1 (304), y_2 (306)을 각각 역변환하고, 역변환으로 생성된 결과를 역변환의 선형성을 이용하여 더함으로써, 블록 역변환이 수행될 수 있다.

[0106] DCT-II, DST-VII 및 DCT-VIII는 수학식 8에서 다음과 같은 선형 특성을 갖는다.

수학식 8

[0107] $$T(\alpha x + \beta y) = \alpha T(x) + \beta T(y)$$

[0109] 여기서 T(*?*)는 변환을 의미하고, x와 y는 변환의 입력이고, α와 β는 임의의 스칼라 값이다. 수학식 7 및 8에 의하여, 역변환은 수학식 9와 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

[0110] $$X' = \sum_{k=0}^{N-1} B^T y_k A$$

[0111] 0이 아닌 변환 계수가 Y의 (i,j)번째 요소에 있다고 가정하면, $B^T y_l A$, $0 \le l \le N-1$ 는 변환 B^T 및 A의 기저 벡터를 이용함으로써 수학식 10으로 표현될 수 있다. 수학식 10에서 y_l은 0이 아닌 변환 계수가 (i,j)번째 요소에 있고, 나머지 요소에는 0의 변환 계수가 있는 행렬이다.

수학식 10

[0112] $$B^T y_l A = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_0 & \cdots & \mathbf{v}_{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & x_{i,j} & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{w}_0{}^T \\ \vdots \\ \boldsymbol{w}_{m-1}{}^T \end{bmatrix}, where\ y_l = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & x_{i,j} & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

[0114] x_{ij} 는 $(n \times m)$ 크기의 역양자화된 변환 블록의 (i,j)번째 요소의 0이 아닌 변환 계수이다. $\mathbf{v}_i$ 는 변환 B^T의 i번째 기저 벡터이고, $\boldsymbol{w}_i$의 변환 A의 i번째 기저 벡터이다. 수학식 10으로부터 $B^T y_l$가 계산됨으로써, 수학식 11이 획득된다.

수학식 11

[0115] $$B^T y_l = \begin{bmatrix} v_{0,0} & \cdots & v_{n-1,0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{0,n-1} & \cdots & v_{n-1,n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & x_{i,j} & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & v_{i,0} * x_{i,j} & \cdots & 0 \\ & & v_{i,1} * x_{i,j} & & \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & v_{i,n-1} * x_{i,j} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

[0116] $v_{i,j}$ 는 i번째 기저 벡터의 j번째 요소이다. 마지막으로, $B^T y_l A$ 는 수학식 12에 의하여 단순화된 형태가 된다.

수학식 12

$$B^T y_l A = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & v_{i,0} * x_{i,j} & \cdots & 0 \\ \vdots & & v_{i,1} * x_{i,j} & & \vdots \\ 0 & \cdots & \vdots & \cdots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{0.0} & \cdots & w_{0,m-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{m-1,0} & \cdots & w_{m-1,m-1} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} v_{i,0} * x_{i,j} * w_{j,0} & \cdots & v_{i,0} * x_{i,j} * w_{j,m-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{i,n-1} * x_{i,j} * w_{j,0} & \cdots & v_{i,n-1} * x_{i,j} * w_{j,m-1} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} v_{i,0} * x_{i,j} * \boldsymbol{w}_j^T \\ \vdots \\ v_{i,n-1} * x_{i,j} * \boldsymbol{w}_j^T \end{bmatrix}$$

[0117]

[0118] 논제로 계수 1개에 제안된 (n×m) 역변환을 적용하면 곱 연산 개수는 n+(n×m)이 된다. 따라서 N개의 논제로 계수를 갖는 (n×m) 변환 블록에 대한 선형성을 사용한 역변환의 총 곱셈 수는 수학식 13과 같이 계산된다.

[0119] [수학식 13]

[0120] N × (n + (n × m))

[0121] 따라서 논제로 계수의 수가 적은 경우에만, 역변환에서 계산 복잡도를 줄이기 위해, 수학식 13의 총 곱 연산 개수는 역양자화된 블록의 고속 역변환에 활용될 수 있다.

[0122] 분리 가능한 특성을 갖는 기존 방법 또는 분리 가능한 선형 특성을 갖는 제안된 방법을 사용하여 역변환을 수행할지 여부는 DCT-II, DST-VII 및 DCT-VIII의 곱 연산 개수와 수학식 13을 비교하여 획득된 임계 값에 따라 결정된다. 임계 값은 역양자화된 변환 블록에서 논제로 계수의 최대 개수로 미리 계산된다. 여기서 각 블록 크기에 있어서, N×(n+(n×m))는 역변환의 곱연산 개수를 초과하지 않는다.

[0123] 상기 제안된 방법은 도 4와 같이 수행된다. 먼저, 역변환 과정 이전에 역양자화된 변환 블록 Y의 논제로 계수의 개수를 센다. 둘째, 논제로 계수의 개수가 임계 값을 초과하지 않으면 제안된 분리 선형성을 이용한 역변환을 수행한다. 그렇지 않으면 다른 종류의 역변환이 수행된다.

[0124] 신속(Fast) 방법 또는 직접 행렬 곱셈을 사용하여 변환을 구현할 수 있다. 직접 행렬 곱셈을 사용하면 1D N점 변환의 곱셈 횟수는 N^2입니다. DCT-II, DST-VII 및 DCT-VIII는 빠른 알고리즘을 사용하여 구현될 수 있다. DCT-II의 경우 DCT-II의 대칭 및 반대칭 특성을 이용한 빠른 알고리즘을 사용한다. DCT-II의 짝수 기저 벡터는 대칭이고 홀수 기저 벡터는 반대칭이다. N점 입력에 대한 짝수-홀수 분해는 다음과 같이 수행된다. 짝수와 홀수 부분은 각각 역변환 행렬의 짝수 열과 홀수 열에서 얻은 부분 집합 행렬을 사용하여 계산한 다음 짝수와 홀수 부분 사이에 더하기와 빼기 연산을 수행하여 N점 출력이 생성된다. 이 신속 방법은 부분 나비 구조라고도 한다.

[0125] 신속 DST-VII 및 DCT-VIII가 기본 변환 솔루션으로 사용될 수 있다. DST-VII 및 DCT-VIII에 대한 신속 방법은 작업 수를 줄이기 위하여 DST-VII 및 DCT-VIII으로부터 비롯된(inherited) 기능을 사용한다. DST-VII 및 DCT-VIII 변환 행렬에는 계산 횟수를 줄이는 데 유용한 다음 세 가지 기능이 있다. 첫째, 부호 변화를 고려하지 않고 N개의 원소를 포함시킨다. 둘째, 부호 변경을 고려하지 않고 N 요소의 하위 집합만 포함된다. 셋째, 0을 제외하고 일부 변환 벡터는 부호 변경을 무시할 때 단일 요소만 포함한다.

표 1

[0126]

	너비 (m)						
	1	2	4	8	16	32	64

높이 (n)	1	N/A	2	8	24	88	344	684
	2	2	8	24	64	208	752	1432
	4	8	24	64	160	480	1632	2992
	8	24	64	160	384	1088	3520	6240
	16	88	208	480	1088	2816	8320	13760
	32	344	752	1632	3520	8320	22016	32896
	64	684	1496	3248	7008	16576	43904	65664

표 2

[0127]

		너비 (m)			
		4	8	16	32
높이 (n)	4	64	320	636	2608
	8	320	1024	2040	5984
	16	636	2040	4064	11952
	32	2736	7008	13984	29760

[0128] 표 1은 수평 커널과 수직 커널이 모두 DCT-II인 경우 각 (n * m) 블록 크기에서 필요한 곱 연산의 수를 나타낸다. 표 2는 수평 및 수직 변환이 DST-VII 및 DCT-VIII의 조합, 즉 (DST-VII, DST-VII), (DST-VII, DCT-VIII), (DCT-VIII, DST-VII) 및 (DCT-VIII, DCT-VIII)인 경우, 각 n * m 블록 크기에서 필요한 곱 연산의 수를 나타낸다.

표 3

[0129]

		너비 (m)						
		1	2	4	8	16	32	64
높이 (n)	1	N/A	1	2	3	5	10	10
	2	1	1	2	3	6	11	11
	4	2	2	3	4	7	12	11
	8	3	2	4	5	8	13	12
	16	5	4	6	7	10	15	13
	32	10	7	10	12	15	20	15
	64	10	7	10	12	15	20	15

표 4

[0130]

		너비 (m)			
		4	8	16	32
높이 (n)	4	3	8	9	19
	8	8	14	15	22
	16	7	14	14	22
	32	17	24	25	28

[0131] 표 3은 수평 및 수직 커널이 DCT-II/DCT-II 또는 커널의 다른 조합일 때 각 블록 크기 (n * m) 에서 논제로 계수의 개수에 대한 임계 값을 나타낸다.

[0132] 표 4는 수평 및 수직 커널이 DST-VII 및 DCT-VIII의 조합 (DST-VII/DST-VII, DST-VII/DCT-VIII, DCT-VIII/DST-VII, DCT-VIII/DCT-VIII)일 때 각 블록 크기 (n * m) 에서 논제로 계수의 개수에 대한 임계 값을 나타낸다.

[0133] 표 1 및 2의 곱 연산 개수와 수학식 8의 선험적으로 계산된 곱 연산 개수를 비교하여 결정되는 각 n * m 블록의 임계 값은 표 3 및 4의 수평 및 수직 변환의 조합에 의해 결정된다. 표 3은, 수평 및 수직 커널이 DCT-II/DCT-

II 또는 다른 조합일 때, 각 n * m 블록에서 논제로 계수의 개수에 대한 임계 값을 나타낸다. 표 4는 수평 및 수직 커널이 DST-VII 및 DCT-VIII의 조합일 때, 각 n * m 블록에서 논제로 계수의 수를 나타내는 임계 값을 나타낸다. 예를 들어, 수평 및 수직 변환이 DST-VII/DCT-VIII의 조합이고 표 4의 8 * 8 블록에서 굵은 숫자로 표시된 논제로 계수가 14개 이하인 경우, 역변환은 본 개시에서 제안된 역변환을 통해 수행될 수 있다.

[0134] Y 성분에 대한 제안 방법의 평균 선택 비율은 QP 값이 증가함에 따라 점진적으로 증가할 수 있다. 그리고 Y 성분과 유사하게 Cb 및 Cr 성분에 대한 제안 방법의 평균 선택 비율은 QP 값이 증가함에 따라 점진적으로 증가할 수 있다. 이러한 결과는 QP 값이 높을수록 양자화 과정에서 논제로 계수의 수가 감소하는 것에서 비롯된 것일 수 있다.

[0135] 선형성을 갖는 제안된 역변환은 부호화기 및 복호화기에서 구현될 수 있다. 일 실시에 따른 분리 가능한 변환은 수직 및 수평 변환 후 16비트 정밀도를 사용하기 때문에, 제안된 선형 변환이 복호화기에만 적용되는 경우 부호화기 및 복호화기의 불일치가 발생할 수 있다. 복호화기의 복잡도가 부호화기보다 훨씬 단순하기 때문에, Random Access 구성의 부호화 시간이 단축되는 것보다, 평균 복호화 시간이 더 많이 단축될 수 있다.

[0136] 마지막으로, 분리 가능한 특성을 갖는 선형성을 이용한 제안된 역변환을 부호화기 및 복호화기에 적용하면, 복호화기에 적용될 때에 비하여 부호화 성능을 유지하면서 런타임 절약이 달성될 수 있다.

[0138] 비디오 부호화에 있어서, 앞서 설명된 바와 같이, 2차 변환(Secondary Transform)으로 저주파수 비분리 변환(LFNST, Low Frequency Non-Separable Transform) 이 수행될 수 있다. 2차 변환은 1차 변환 (Primary Transform) 이후에 추가로 수행되는 변환을 의미한다. 2차 변환을 위하여, 2차원 행렬로 표현되는 1차 변환된 계수 (Primary transformed coefficients)가 1차원 벡터로 재배열될 수 있다. 그리고 상기 재배열에 따른 1차원 벡터와 비분리(non-separable) 커널의 직접 행렬 곱셈에 따라, 2차 변환이 수행될 수 있다.

[0139] 일 실시 예에 따르면, 변환의 선형성을 이용하여 1차원 벡터를 논제로 계수를 단 하나만 가지는 서브 벡터로 분리하고, 상기 각 서브 벡터에 대하여 직접 행렬 곱셈을 이용하여 변환을 수행하면, 1차원 벡터에 직접 행렬 곱셈을 적용할 때에 비하여, 연산수가 감소될 수 있다. 이하, 수학식 14는 순방향 이차 변환 수식을 나타내며, 수학식 15는 역방향 이차 변환 수식을 나타낸다.

수학식 14

$$\vec{F} = T_{R\times N} \cdot \vec{X}$$

[0140]
$$\begin{bmatrix} T_{1,1} & \cdots & T_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{R,1} & \cdots & T_{R,N} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_R \end{bmatrix},$$

수학식 15

$$\vec{X} = T^{t}_{N\times R} \cdot \vec{F}$$

[0142]
$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & \cdots & t_{1,R} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{N,1} & \cdots & t_{N,R} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix}$$

[0144] 1차원 벡터에 직접 행렬 곱셈을 적용할 경우, 순방향 변환에는 총 N×R번의 곱셈과 (N-1)×R번의 덧셈이 필요하다. 그리고 역방향 변환에는 총 R×N번의 곱셈과 (R-1)×N번의 덧셈이 필요하다. 순방향 변환에서 N은 입력 벡터 (input vector)의 크기를 의미하고, R은 출력 벡터 (output vector)의 크기를 의미한다. 그리고 역방향 변환에서 R은 입력 벡터의 크기, N은 출력 벡터의 크기를 의미한다.

[0145] 변환의 선형성을 이용할 경우, 변환의 입력으로 들어오는 1차원 벡터 내에 n개, (순방향 : 0*n*N, 역방향 : 0*n*R), 의 논제로 계수가 존재할 때, 순방향 변환의 경우 총 R×n번의 곱셈과 R×(n-1)번의 덧셈이 필요하다. 그리고, 역방향 변환의 경우 N×n개의 곱셈과 N×(n-1)개의 덧셈이 필요하다. 따라서, 논제로 계수가 적은 1차원 벡터에 대하여, 변환의 선형성을 이용한 변환 방식을 이용함으로써, 연산량이 크게 감소한다.

[0146] 따라서, 분리 변환 (Separable Transform)인 경우 뿐만 아니라, 비분리 변환(Non-Separable Transform)인 경우에도, 선형성에 따른 변환을 적용함으로써, 마찬가지로 연산량이 크게 감소한다. 상기 선형성을 이용한 비분리 변환 방법은, 이차 변환 뿐만 아니라, 일차 변환에도 적용될 수 있다.

[0148] 도 5는 역양자화된 블록 내 계수를 1차원 벡터로 재배열하는 스캔 방법을 나타낸다. 블록 스캐닝 방법에 따라 역양자화된 블록 내 계수들은 1차원 벡터로 재배열될 수 있다. 도 5의 좌측부터 대각선 방향 스캔, 가로 방향 스캔, 세로 방향 스캔이 소개되어 있다. 그리고 도 6은 가로 방향 스캔을 이용한 4×4블록 내 계수의 1차원 벡터로의 재배열의 예시를 나타낸다. 도 5 및 6에 설명된 바와 같이, 2차원 비분리 변환을 위하여, 2차원 입력 행렬은 1차원 입력 벡터로 재배열된다. 그리고 재배열된 1차원 입력 벡터을 하나의 논제로 계수만을 포함하는 복수의 서브 벡터로 분할하고, 각 복수의 서브 벡터에 2차원 비분리(non-separable) 커널을 곱하고, 변환의 선형성에 따라 각 곱의 결과를 더함으로써 2차원 비분리 변환이 구현될 수 있다.

[0150] 1차원 벡터를 논제로 계수를 단 하나만 가지는 서브 벡터로 분리하고, 각 서브 벡터에 대한 역변환이 수행될 수 있다. 도 7은 1차원 벡터를 서브 벡터로 분리하는 예시를 나타낸다. 그리고 도 8은 각 서브 벡터에 대해 역변환을 실시하는 예시를 나타낸다.

[0151] 도 8에 따른 각 서브 벡터에 대한 역변환의 결과에 따른 벡터들을 모두 더해 최종 역변환 벡터가 생성될 수 있다. 1차원 벡터인 최종 역변환 벡터를 변환에서 사용된 블록 스캐닝 방법에 따라 2차원 블록으로 재배열될 수 있다.

[0153] 도 9는 선형 역변환 방법을 이용할 수 있는 비디오 복호화 방법의 일 실시 예가 제공된다.

[0154] 단계 902에서, 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수가 획득된다.

[0155] 단계 904에서, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정된다.

[0156] 일 실시 예에 따르면, 상기 논제로 계수의 개수를 소정의 임계 값과 비교하고, 상기 비교 결과에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정될 수 있다.

[0157] 일 실시 예에 따르면, 상기 논제로 계수의 개수로부터, 선형 역변환에 요구되는 곱 연산 개수가 결정될 수 있다. 그리고 상기 곱 연산 개수를 소정의 임계 값과 비교하고, 상기 비교 결과에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정될 수 있다. 상기 곱 연산 개수는, 상기 논제로 계수의 개수 및/또는 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정될 수 있다.

[0158] 상기 실시 예에서, 상기 소정의 임계 값은 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정될 수 있다.

[0159] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록에 적용되는 수직 커널 및 수평 커널이 결정될 수 있다. 그리고 상기 소정의 임계 값은 상기 수직 커널, 상기 수평 커널, 및/또는 상기 역양자화된 블록의 크기에 기초하여 결정될 수 있다. 상기 수직 커널 및 상기 수평 커널은 DCT-II 변환, DST-VII 변환 및 DCT-VIII 변환 중 적어도 하나로부터 결정될 수 있다. 또한 상기 수직 커널 및 상기 수평 커널은, 상기 역양자화된 블록의 크기 및 상기 역양

자화된 블록에 적용된 예측 방법에 기초하여 결정될 수 있다.

[0160] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 픽처 타입에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정될 수 있다. 예를 들어, 상기 역양자화된 블록의 픽처 타입이 AI (All Intra) 타입 또는 RA (Random Access) 타입일 때, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되는지 여부가 될 수 있다. 반대로, 상기 역양자화된 블록의 픽처 타입이 AI 타입 또는 RA 타입이 아닐 때, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되지 않는 것으로 결정될 수 있다.

[0161] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 역양자화에 적용된 양자화 파라미터에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정될 수 있다. 상기 양자화 파라미터가 임계 양자화 파라미터 값보다 클 때, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되는지 여부가 결정될 수 있다. 반대로 상기 양자화 파라미터가 임계 양자화 파라미터 값보다 작을 때, 상기 역양자화된 블록에 선형 역변환이 적용되지 않는 것으로 결정될 수 있다.

[0162] 일 실시 예에 따르면, 파라미터 세트로부터 선형 역변환이 허용되는지 여부를 나타내는 선형 역변환 허용 정보가 획득될 수 있다. 그리고 상기 선형 역변환 허용 정보가 상기 선형 역변환이 허용됨을 나타낼 경우, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 선형 역변환 방법인지 여부가 결정될 수 있다. 반대로 상기 선형 역변환 허용 정보가 상기 선형 역변환이 허용되지 않음을 나타낼 경우, 상기 역양자화된 블록은 선형 역변환 방법이 아닌 다른 역변환 방법에 의하여 역변환되는 것으로 결정될 수 있다. 상기 파라미터 세트는, 비디오 파라미터 세트, 시퀀스 파라미터 세트, 픽처 파라미터 세트 및 적응 파라미터 세트 중 적어도 하나일 수 있다.

[0163] 일 실시 예에 따르면, 상기 역양자화된 블록의 색 성분에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정될 수 있다.

[0164] 단계 906에서, 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환이 수행된다. 상기 역변환 방법이 선형 역변환 방법인 경우, 아래와 같이 상기 역양자화된 블록의 역변환이 수행될 수 있다.

[0165] 우선, 상기 역양자화된 블록은, 하나의 논제로 계수만을 포함하고, 나머지 계수는 제로 계수인 복수의 서브 블록으로 분할될 수 있다. 그리고 각 복수의 서브 블록에 대하여, 역변환이 수행될 수 있다. 각 역변환된 복수의 요소 블록에 기초하여, 상기 역양자화된 블록의 역변환 블록이 획득될 수 있다.

[0166] 도 10은 선형 역변환 방법을 이용할 수 있는 비디오 부호화 방법의 일 실시 예가 제공된다.

[0167] 비디오 부호화 방법에 있어서, 영상의 블록들은 부호화된 후, 영상의 다른 블록 또는 다른 영상의 부호화를 위하여, 복호화된 후 복호화 영상 버퍼 (Decoded Picture Buffer)에 저장된다. 따라서, 적절한 역변환 방법이 비디오 부호화 방법에 적용됨에 따라, 비디오 부호화의 속도가 향상될 수 있다. 선형 역변환 방법이 이용되는 비디오 부호화 방법은 다음과 같이 구현될 수 있다.

[0168] 단계 1002에서, 블록을 부호화하고, 상기 부호화된 블록이 역양자화될 수 있다.

[0169] 단계 1004에서, 상기 역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수가 획득될 수 있다.

[0170] 단계 1006에서, 상기 논제로 계수의 개수에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환 방법이 결정될 수 있다.

[0171] 단계 1008에서, 결정된 역변환 방법에 따라, 상기 역양자화된 블록의 역변환이 수행될 수 있다.

[0172] 단계 1004 내지 1008에는 단계 902 내지 906에 대한 구성이 적용될 수 있다.

[0173] 단계 1010에서, 역변환된 블록을 이용하여 블록이 복원되고, 상기 복원된 블록에 기초하여 다른 블록이 부호화될 수 있다.

[0174] 도 10의 비디오 부호화 방법에 의하여 생성된 비트스트림이 저장된 컴퓨터로 판독가능한 기록매체가 제공될 수 있다. 도 10의 비디오 부호화 방법에 의하여 생성된 비트스트림은 컴퓨터로 기록가능한 기록매체에 저장될 수 있다. 또한 도 10의 비디오 부호화 방법에 의하여 생성된 비트스트림은 비디오 부호화 장치에서 비디오 복호화 장치로 전송될 수 있다.

[0175] 컴퓨터로 기록가능한 기록매체에 저장된 비디오 데이터에 대한 비트스트림은 도 9의 비디오 복호화 방법에 의하여 복호화 될 수 있다. 또한, 비디오 부호화 장치로부터 비디오 복호화 장치로 전송된 비트스트림은 도 10의 비디오 복호화 방법에 의하여 복호화 될 수 있다.

[0177] 8-tap DST 보간 필터

[0178] 기존의 방법은 블록의 크기와는 상관없이 모든 블록에 4-tap DCT 보간 필터를 적용한다. 본 개시에서는 화면 내 예측에서 Fractional angle에 대한 참조 샘플을 생성하기 위해 4×4, 4×n, n×4 블록에 8-tap DST 보간 필터를 적용하는 방법을 제안한다.

[0179] 해상도가 높은 A 클래스 시퀀스(sequences)는 4×4 블록에 4-tap DCT 보간 필터를 대체하여 8-tap DST 보간 필터를 적용하였으며, 비교적 해상도가 낮은 B, C, D 클래스 시퀀스에는 4×n 블록과 n×4 블록(n=4, 8, 16, 32, 64)에 4-tap DCT 보간 필터를 대체하여 8-tap DST 보간 필터를 적용한다.

[0181] 8-tap DST 보간 필터 계수는 DST-VII와 IDST-VII(Inverse DST-VII)를 통해 유도되었으며, 표 5는 1/32 보간 필터 계수들 중 특정16/32-pixel 위치에서의 계수를 나타낸다.

표 5

[0183]

index i	0	1	2	3	4	5	6	7
16/32 pixel filter [i]	-5	12	-25	81	81	-23	10	-3

[0185] 보간 필터 분석

[0186] 도 11은 4-tap DCT 보간 필터와 8-tap DST 보간 필터의 16/32-pixel 위치에서의 Magnitude response를 나타낸다. 도 11에서 x축은 0에서 1 사이의 값으로 정규화 된 Frequency를 나타내며, y축은 Magnitude response를 나타낸다.

[0187] 도 11에서 파란색 그래프는 기존의 4-tap DCT 보간 필터에 대한 Magnitude response를 나타내며, 빨간색 그래프는 제안하는 방법인 8-tap DST 보간 필터의 Magnitude response를 나타낸다. 도 11을 보면, 두 보간 필터의 Low frequency response는 비슷하지만 8-tap DST 보간 필터가 4-tap DCT보간 필터보다 High frequency response를 가진다는 것을 알 수 있다.

[0189] 도 12는 8 탭 DST 보간 필터의 계수를 나타낸다.

[0190] 아래 수학식 16은 8 탭 DST 보간 필터의 계수 유도 방법을 나타낸다. 수학식 16에서 (3)번 식은 (1)번 식을 (2)번 식에 대입하여 유도된다.

수학식 16

[0191]

$$X(k) = \sqrt{\frac{2}{N+\frac{1}{2}}} \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \sin \frac{(n+1)(k+\frac{1}{2})\pi}{N+\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$x(n) = \sqrt{\frac{2}{N+\frac{1}{2}}} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \sin \frac{(n+1)(k+\frac{1}{2})\pi}{N+\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$x(n) = \frac{2}{N+\frac{1}{2}} \sum_{m=0}^{N-1} x(m) \sum_{k=0}^{N-1} \sin \frac{(m+1)(k+\frac{1}{2})\pi}{N+\frac{1}{2}} \sin \frac{(n+1)(k+\frac{1}{2})\pi}{N+\frac{1}{2}} \quad (3)$$

[0193] 본 개시에서, nTbS가 2인 블록에는 기존의 4-tap DCT 보간 필터를 대체하여 8-tap DCT 보간 필터를 사용하였고,

nTbS가 5이상인 블록에는 기존의 4-tap Gaussian 보간 필터를 대체하여 8-tap Gaussian 보간 필터를 사용하는 방법을 제안한다.

[0194] 표 6은 1/32 pixel 8-tap DCT 보간 필터 계수들 중 특정 16/32-pixel 위치에서의 계수를 나타낸다. 표 7은 1/32 pixel 8-tap Gaussian 보간 필터 계수들 중 특정 16/32-pixel 위치에서의 계수를 나타낸다.

표 6

[0196]

index i	0	1	2	3	4	5	6	7
16/32 pixel filter [i]	-3	11	-24	80	80	-24	11	-3

표 7

[0197]

index i	0	1	2	3	4	5	6	7
16/32 pixel filter [i]	2	14	42	70	70	42	14	2

[0198] 도 13은 4-tap DCT 보간 필터, 4-tap Gaussian 보간 필터, 8-tap DCT 보간 필터, 8-tap Gaussian 보간 필터의 16/32-pixel 위치에서의 Magnitude response를 나타낸다. X축은 0과 1사이의 값으로 정규화된 Frequency를 나타내며, y축은 Magnitude response를 나타낸다.

[0199] 파란색 그래프인 4-tap DCT 보간 필터와 노란색 그래프인 8-tap DCT 보간 필터를 비교하면, 8-tap DCT 보간 필터가 4-tap DCT 보간 필터보다 High frequency response를 가진다는 것을 알 수 있다. 또한, 빨간색 그래프인 4-tap Gaussian 보간 필터와 보라색 그래프인 8-tap Gaussian 보간 필터를 비교하면, 8-tap Gaussian 보간 필터가 4-tap Gaussian 보간 필터보다 Low frequency response를 가진다는 것을 알 수 있다.

[0201] 본 개시에서 화면 내 예측에서 참조 샘플 생성에 사용하는 4-tap DCT 보간 필터와 4-tap Gaussian 보간 필터에 블록 크기와 방향성 모드에 따라 8-tap DCT 보간 필터와 8-tap Gaussian 보간 필터를 추가적으로 사용함으로써 성능이 향상된다. 본 개시에서 nTbS가 2인 블록에 대해 DCT 8-tap 보간 필터 적용 (4x4, 4x8, 8x4, …)되고, nTbS가 5 이상인 블록에 대해 Gaussian 8-tap 보간 필터 적용 (32x32, 32x64, 64x32, 64x64)될 수 있다.

[0202] **Frequency-based Adaptive Interpolation Filter in Intra Prediction**

[0203] VVC 화면 내 예측에서 기존에 사용하던 4-tap Discrete Cosine Transform-based interpolation filter (DCT-IF) 와 4-tap Smoothing interpolation filer (SIF) 를 대체하여 더 많은 참조 샘플을 이용하는 8-tap DCT-IF와 8-tap SIF를 적용한다. 8-tap DCT-IF가 4-tap DCT-IF보다 high frequency 특성을 가지고, 8-tap SIF가 4-tap SIF보다 low frequency 특성을 가지기 때문에 블록의 특성에 따라 8-tap interpolation filter 종류를 선택하여 사용한다.

[0204] 블록의 크기와 참조 샘플의 frequency 특성을 이용하여 블록의 특성이 결정되며, 해당 블록에 사용되는 보간 필터의 종류가 선택된다.

[0205] 블록의 크기가 작을수록 correlation이 낮으며 high frequency가 많고, 크기가 클수록 correlation이 높고 low frequency가 많다는 특성을 이용한다.

[0207] 블록의 참조 샘플에 DCT-II를 이용하여 transform을 적용하여 참조 샘플의 frequency 특성을 구할 수 있다. 화면 내 예측 모드에 따라 수직 방향일 경우에는 위 참조샘플을 사용하고, 수평 방향일 경우에는 왼쪽 참조 샘플을 사용한다. high frequency energy 퍼센트가 높을수록 블록이 high frequency 특성을 가진다.

[0208] high frequency energy 퍼센트와 블록 크기에 따른 threshold를 비교하여 블록의 frequency 특성을 결정하고, 블록에 적용될 interpolation filter를 선택한다.

[0210] Frequency 정보에 따라 high frequency가 많은 블록에는 강한 high pass filter (HPF) 인 8-tap DCT-IF를 적용하고, low frequency가 많은 블록에는 강한 low pass filter (LPF) 인 8-tap SIF를 적용한다.

[0211] 블록의 크기가 작을수록 correlation이 낮다는 특성과 frequency 정보에 따라 high frequency가 많은 블록에 강한 HPF를 적용하는 방법을 이용하여 블록의 크기가 작을 때는 강한 HPF인 8-tap DCT-IF를 적용한다. high frequency가 적을 때는 약한 LPF인 4-tap SIF를 사용한다.

[0212] 블록의 크기가 클수록 correlation이 높다는 특성과 frequency 정보에 따라 low frequency가 많은 블록에 강한 LPF를 적용하는 방법을 이용하여 블록의 크기가 클 때는 강한 LPF인 8-tap SIF를 적용한다. high frequency가 많을 때는 약한 HPF인 4-tap DCT-IF를 사용한다.

[0214] High frequency energy 퍼센트 구하는 예시

[0215] 화면 내 모드가 수평방향인 경우 N은 블록의 높이이며, 수직 방향인 경우 N은 블록의 너비이다. 더 적은 수의 참조샘플을 사용하거나 더 많은 참조샘플을 사용하는 경우 N의 값은 더 작아지거나 커질 수도 있다. X는 참조샘플을 의미한다. 이 경우 high frequency 영역은 N의 ¼길이의 참조샘플을 사용하며, 더 적은 참조샘플을 사용하여 high frequency 에너지를 구하거나 더 많은 참조샘플을 사용하는 경우 이 영역의 길이는 줄어들거나 늘어날 수 있다. 수학식 17은 high frequency energy 의 비율을 구하는 방법을 나타낸다.

수학식 17

[0216]
$$high_freq_ratio = \frac{\sum_{k=N*3/4}^{N-1} X[k] * X[k]}{\sum_{k=0}^{N-1} X[k] * X[k]} * 100$$

[0218] 도 14는 Frequency 정보를 이용하여 보간 필터를 선택하는 방법의 예를 나타낸다.

[0219] nTbS가 2인 블록의 high frequency energy 퍼센트가 threshold보다 작을 경우에는 4-tap SIF가 적용되고, 그 외의 경우에는 8-tap DCT-IF가 적용된다. nTbS가 5 이상인 블록의 high frequency energy 퍼센트가 threshold 보다 작을 경우에는 8-tap SIF가 적용되고, 그 외의 경우에는 4-tap DCT-IF가 적용된다.

[0220] 도 15 및 16은 각각 8-tap DCT interpolation filter의 계수와 8-tap smoothing interpolation filter 를 나타낸다.

[0222] 본 개시는 각 이미지에 대하여 상관(correlation), high_freq_ratio 및 블록 크기(nTbS)에 기초하여 임계값을 계산함으로써, 부호화 효율이 증가할 수 있다. 모든 블록 크기에 대하여 필터의 길이 선택을 boundary correlation threshold로만 사용하여도 성능이 향상될 수 있다. Correlation threshold를 long/short tap DCT-IF 및 SIF에 대하여 독립적용이 가능하고, correlation threshold 를 high_freq_ratio와 같이 적용하는 것도 가능하다. 도 17은 boundary correlation threshold에 따라 선택되는 보간 필터의 일 실시 예를 나타낸다.

[0224] 본 개시의 다양한 실시예는 모든 가능한 조합을 나열한 것이 아니고 본 개시의 대표적인 양상을 설명하기 위한 것이며, 다양한 실시 예에서 설명하는 사항들은 독립적으로 적용되거나 또는 둘 이상의 조합으로 적용될 수도 있다.

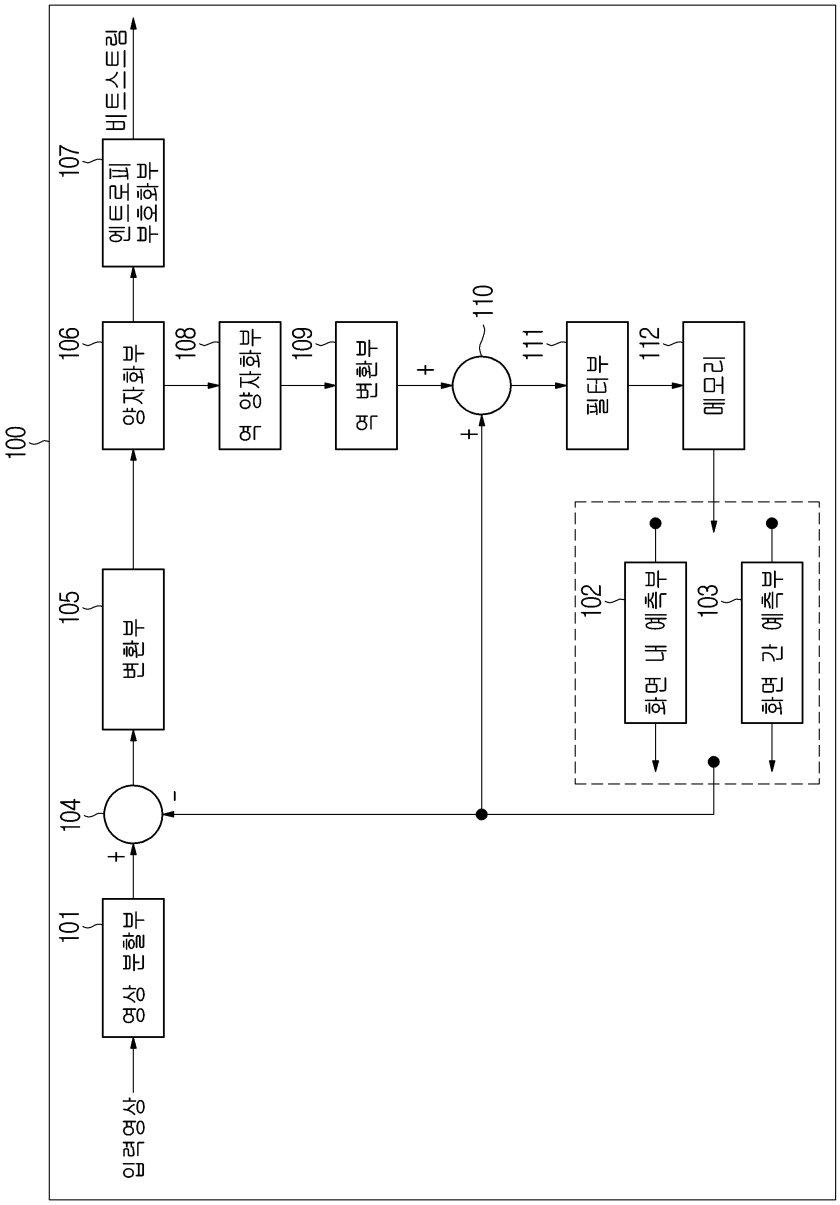
[0225] 또한, 본 개시의 다양한 실시예는 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 그들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 범용 프로세서(general

processor), 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

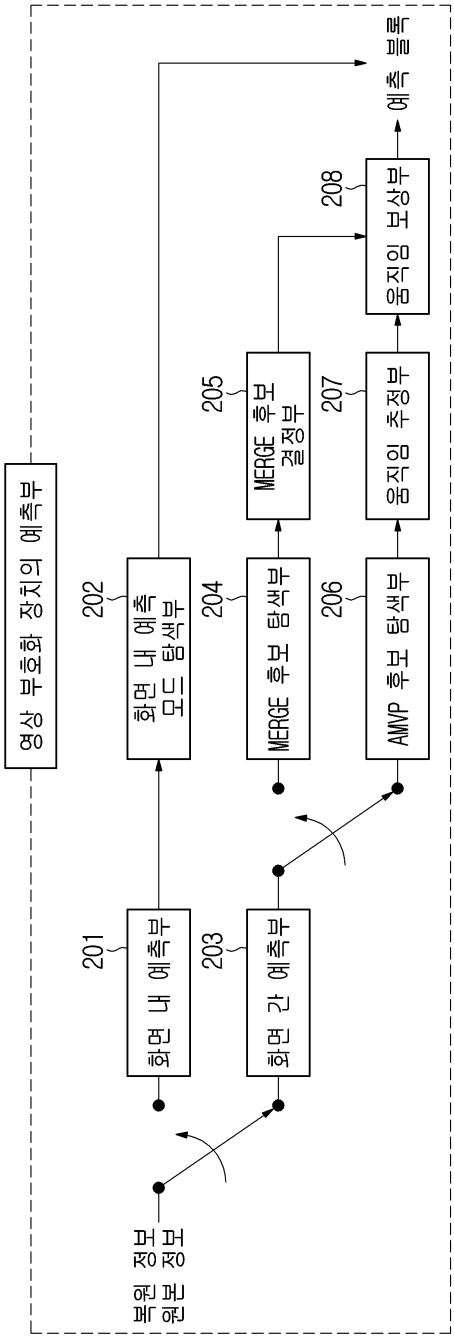
[0226] 본 개시의 범위는 다양한 실시 예의 방법에 따른 동작이 장치 또는 컴퓨터 상에서 실행되도록 하는 소프트웨어 또는 머신-실행가능한 명령들(예를 들어, 운영체제, 애플리케이션, 펌웨어(firmware), 프로그램 등), 및 이러한 소프트웨어 또는 명령 등이 저장되어 장치 또는 컴퓨터 상에서 실행 가능한 비-일시적 컴퓨터-판독가능 매체(non-transitory computer-readable medium)를 포함한다.

도면

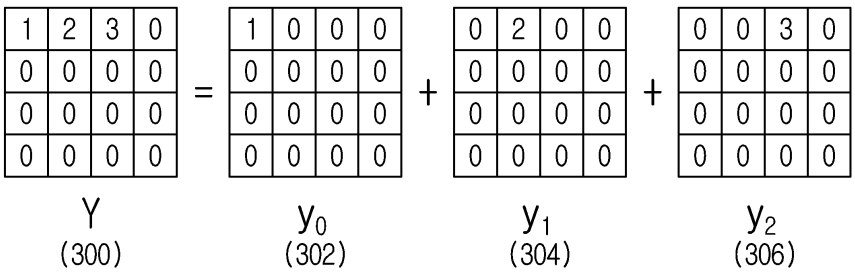
도면1



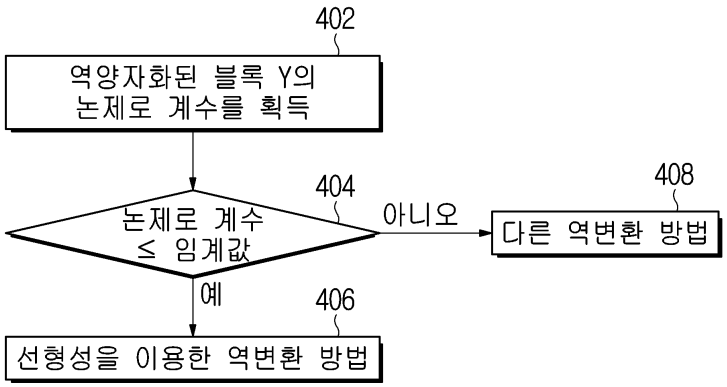
도면2


영상 부호화 장치의 예측부
복원 픽처 정보
201
화면 내 예측부
202
화면 내 예측 모드 탐색부
203
화면 간 예측부
204
MERGE 후보 탐색부
205
MERGE 후보 결정부
206
AMVP 후보 탐색부
207
움직임 추정부
208
움직임 보상부
예측 블록

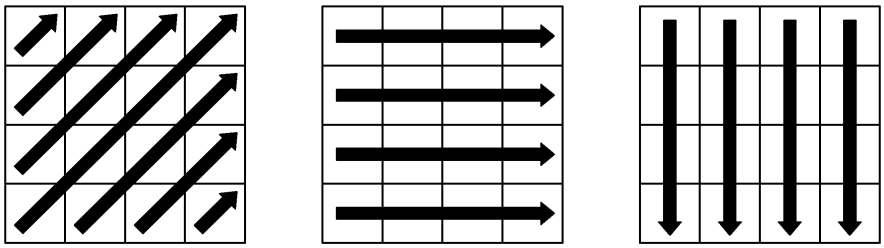
도면3


Y
(300)
y0
(302)
y1
(304)
y2
(306)

도면4



도면5



도면6

$$F = \begin{bmatrix} F_{1,1} & F_{1,2} & F_{1,3} & F_{1,4} \\ F_{2,1} & F_{2,2} & F_{2,3} & F_{2,4} \\ F_{3,1} & F_{3,2} & F_{3,3} & F_{3,4} \\ F_{4,1} & F_{4,2} & F_{4,3} & F_{4,4} \end{bmatrix}$$

$$\vec{F} = [\, F_{1,1}\ F_{1,2}\ F_{1,3}\ F_{1,4}\ F_{2,1}\ F_{2,2}\ F_{2,3}\ F_{2,4}\ F_{3,1}\ F_{3,2}\ F_{3,3}\ F_{3,4}\ F_{4,1}\ F_{4,2}\ F_{4,3}\ F_{4,4}\,]$$

도면7

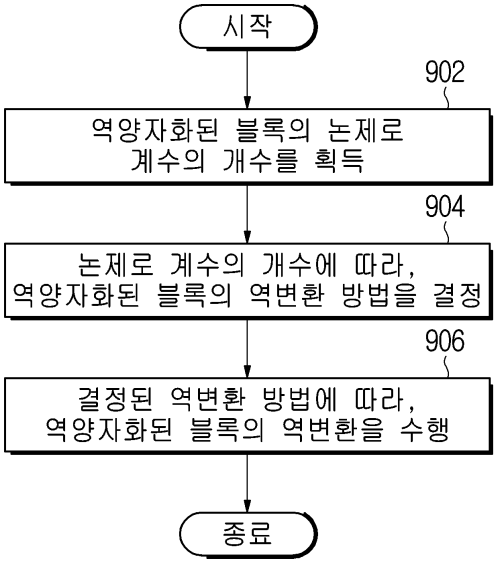
$$\vec{F} = \vec{f_1} + \vec{f_2} + \vec{f_3}$$

$$\begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

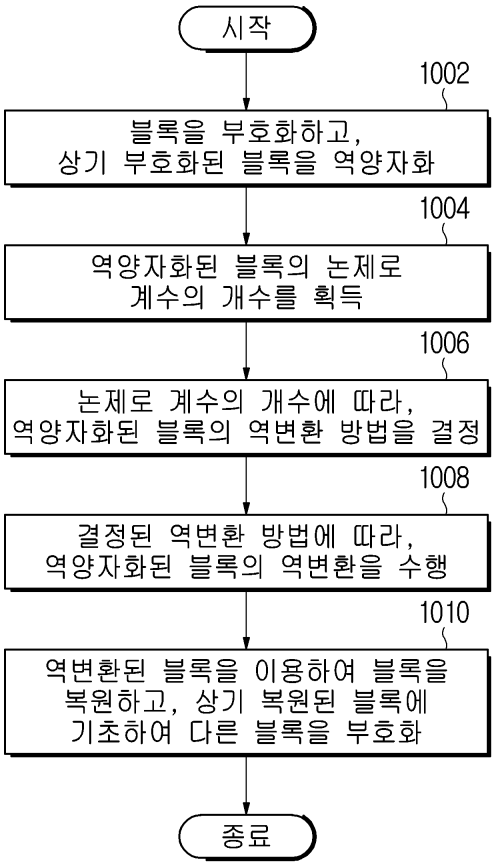
도면8

$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & \cdots & t_{1,16} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{16,16} & \cdots & t_{16,16} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_{1,1} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{1,1} \times F_{1,1} \\ t_{2,1} \times F_{1,1} \\ t_{3,1} \times F_{1,1} \\ t_{4,1} \times F_{1,1} \\ t_{5,1} \times F_{1,1} \\ t_{6,1} \times F_{1,1} \\ t_{7,1} \times F_{1,1} \\ t_{8,1} \times F_{1,1} \\ t_{9,1} \times F_{1,1} \\ t_{10,1} \times F_{1,1} \\ t_{11,1} \times F_{1,1} \\ t_{12,1} \times F_{1,1} \\ t_{13,1} \times F_{1,1} \\ t_{14,1} \times F_{1,1} \\ t_{15,1} \times F_{1,1} \\ t_{16,1} \times F_{1,1} \end{bmatrix}$$

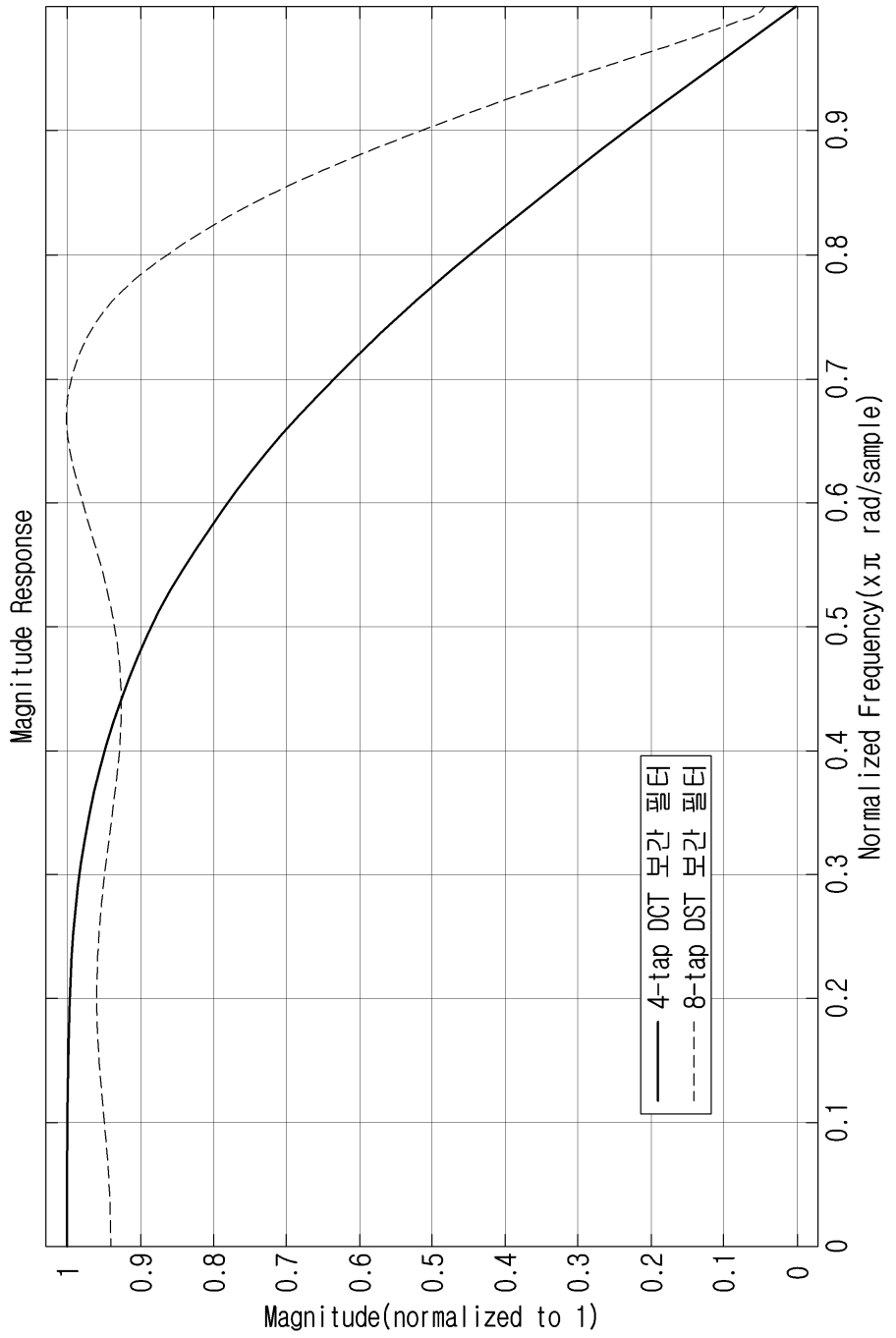
도면9


시작
902
역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득
904
논제로 계수의 개수에 따라, 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정
906
결정된 역변환 방법에 따라, 역양자화된 블록의 역변환을 수행
종료

도면10


시작
1002
블록을 부호화하고, 상기 부호화된 블록을 역양자화
1004
역양자화된 블록의 논제로 계수의 개수를 획득
1006
논제로 계수의 개수에 따라, 역양자화된 블록의 역변환 방법을 결정
1008
결정된 역변환 방법에 따라, 역양자화된 블록의 역변환을 수행
1010
역변환된 블록을 이용하여 블록을 복원하고, 상기 복원된 블록에 기초하여 다른 블록을 부호화
종료

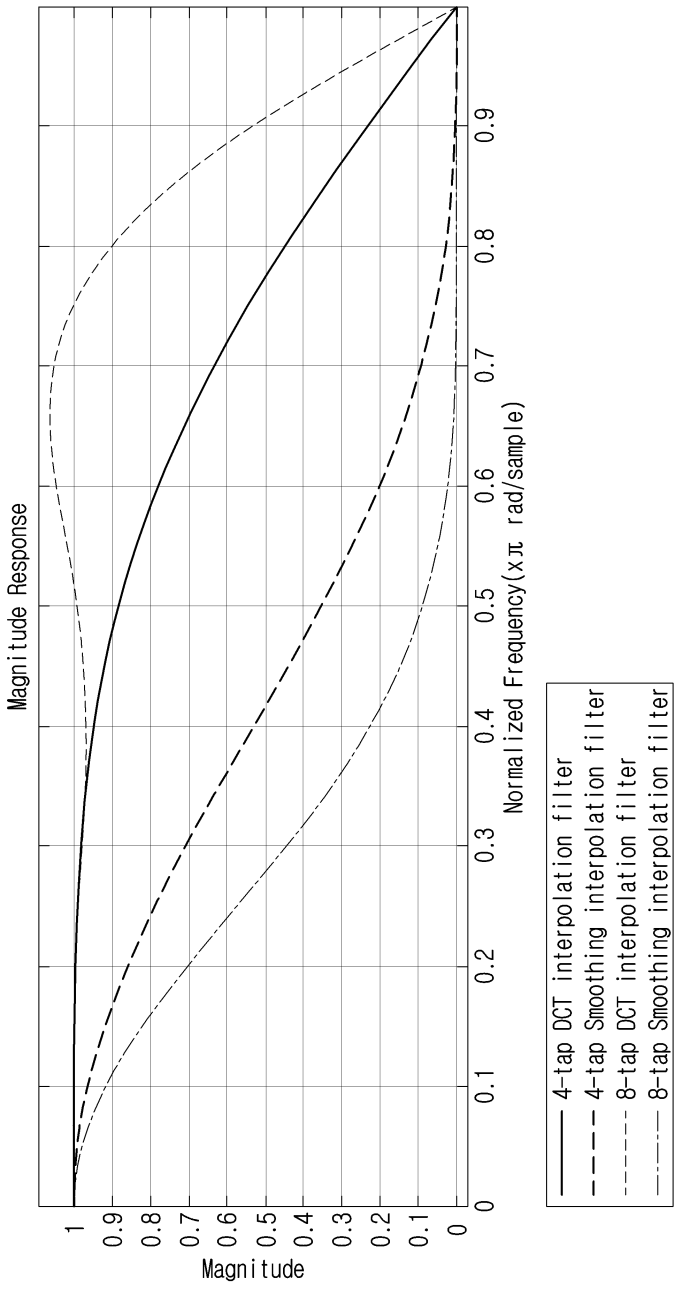
도면11


Magnitude Response
Magnitude(normalized to 1)
Normalized Frequency(xπ rad/sample)
4-tap DCT 보간 필터
8-tap DST 보간 필터
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9

도면12

Index i	0	1	2	3	4	5	6	7
1/32-pixel filter[i]	-1	2	-4	128	4	-2	1	0
2/32-pixel filter[i]	-1	3	-7	127	9	-4	2	-1
3/32-pixel filter[i]	-2	4	-10	126	13	-5	3	-1
4/32-pixel filter[i]	-2	6	-13	125	17	-7	3	-1
5/32-pixel filter[i]	-3	7	-15	123	22	-9	4	-1
6/32-pixel filter[i]	-3	8	-18	121	28	-11	5	-2
7/32-pixel filter[i]	-4	9	-20	118	33	-12	6	-2
8/32-pixel filter[i]	-4	10	-21	115	37	-14	7	-2
9/32-pixel filter[i]	-4	10	-23	112	44	-16	7	-2
10/32-pixel filter[i]	-5	11	-24	108	49	-17	8	-2
11/32-pixel filter[i]	-5	12	-25	104	55	-19	9	-3
12/32-pixel filter[i]	-5	12	-25	100	60	-20	9	-3
13/32-pixel filter[i]	-5	12	-26	96	66	-21	9	-3
14/32-pixel filter[i]	-5	12	-26	91	71	-22	10	-3
15/32-pixel filter[i]	-5	12	-26	86	77	-23	10	-3
16/32-pixel filter[i]	-5	12	-25	81	81	-23	10	-3

도면13


Magnitude Response
Magnitude
Normalized Frequency(xπ rad/sample)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
4-tap DCT interpolation filter
4-tap Smoothing interpolation filter
8-tap DCT interpolation filter
8-tap Smoothing interpolation filter

도면14

nTbS	2	3	4	5	6
Filter Selection Method	high_freq_ratio	VVC Method	VVC Method	high_freq_ratio	high_freq_ratio
high_freq_ratio < THR	4-tap SIF	-	-	8-tap SIF	8-tap SIF
high_freq_ratio ≥ THR	8-tap DCT-IF	-	-	4-tap DCT-IF	4-tap DCT-IF

도면15

Index i	0	1	2	3	4	5	6	7
0/32-pixel filter[i]	0	0	0	128	0	0	0	0
1/32-pixel filter[i]	0	1	-3	127	4	-2	1	0
2/32-pixel filter[i]	-1	3	-7	127	8	-4	2	0
3/32-pixel filter[i]	-1	4	-10	126	13	-6	3	-1
4/32-pixel filter[i]	-1	5	-12	124	17	-7	3	-1
5/32-pixel filter[i]	-2	6	-15	122	23	-9	4	-1
6/32-pixel filter[i]	-2	7	-17	120	28	-11	5	-2
7/32-pixel filter[i]	-2	8	-19	117	33	-13	6	-2
8/32-pixel filter[i]	-3	9	-21	114	38	-14	7	-2
9/32-pixel filter[i]	-3	9	-22	111	43	-16	8	-2
10/32-pixel filter[i]	-3	10	-23	107	49	-18	8	-2
11/32-pixel filter[i]	-3	10	-24	104	54	-19	9	-3
12/32-pixel filter[i]	-3	11	-24	99	59	-20	9	-3
13/32-pixel filter[i]	-3	11	-25	95	65	-22	10	-3
14/32-pixel filter[i]	-3	11	-25	90	70	-22	10	-3
15/32-pixel filter[i]	-3	11	-24	85	75	-23	10	-3
16/32-pixel filter[i]	-3	11	-24	80	80	-24	11	-3

도면16

Index i	0	1	2	3	4	5	6	7
0/32-pixel filter[i]	4	24	60	80	60	24	4	0
1/32-pixel filter[i]	4	24	60	80	60	24	4	0
2/32-pixel filter[i]	4	23	58	79	61	26	5	0
3/32-pixel filter[i]	4	23	58	79	61	26	5	0
4/32-pixel filter[i]	3	21	58	78	62	28	6	0
5/32-pixel filter[i]	3	21	58	78	62	28	6	0
6/32-pixel filter[i]	3	20	53	76	64	31	8	1
7/32-pixel filter[i]	3	20	53	76	64	31	8	1
8/32-pixel filter[i]	3	19	51	75	65	33	9	1
9/32-pixel filter[i]	3	19	51	75	65	33	9	1
10/32-pixel filter[i]	3	18	49	74	66	35	10	1
11/32-pixel filter[i]	3	18	49	74	66	35	10	1
12/32-pixel filter[i]	3	17	47	73	67	37	11	1
13/32-pixel filter[i]	3	17	47	73	67	37	11	1
14/32-pixel filter[i]	2	15	44	71	69	40	13	2
15/32-pixel filter[i]	2	15	44	71	69	40	13	2
16/32-pixel filter[i]	2	14	42	70	70	42	14	2

도면17

DCT 보간 필터길이		Smoothing 보간 필터길이	
Corr<DCT_THR(=0.85)	Corr ≥ DCT_THR	Corr<SIF_THR(=0.9)	Corr ≥ SIF_THR
8-tap	4-tap	4-tap	8-tap