



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0034057
(43) 공개일자 2012년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 7/26 (2006.01) H04N 7/32 (2006.01)
H04N 7/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0100037
(22) 출원일자 2011년09월30일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
61/388,264 2010년09월30일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
알권 알렉산더
경기도 수원시 영통구 영통동 황골마을2단지아파트 202-1305
알쉬나 엘레나
경기도 수원시 영통구 영통동 황골마을2단지아파트 202-1305
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 23 항

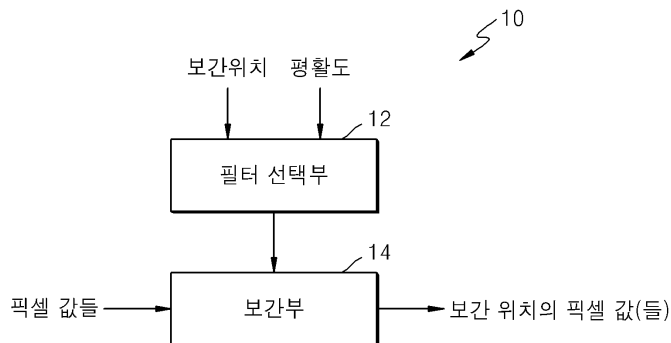
(54) 발명의 명칭 **평활화 보간 필터를 이용하여 영상을 보간하는 방법 및 그 장치**

(57) 요약

본 발명은 보간 필터 계수를 결정하여 영상을 보간하는 방법을 제안한다.

화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하고, 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법이 개시된다.

대표도 - 도1



- | | |
|---|-------------------------------|
| (72) 발명자 | (30) 우선권주장 |
| 천지엔러 | 61/426,479 2010년12월22일 미국(US) |
| 경기 수원시 영통구 영통동 벽적골8단지아파트
802-1605 | 61/431,909 2011년01월12일 미국(US) |
| 쉬라코프 니콜라이 | 61/450,775 2011년03월09일 미국(US) |
| 경기도 수원시 영통구 봉영로1770번길 21, 214동
301호 (영통동, 한국아파트) | |
| 한우진 | |
| 경기도 수원시 영통구 삼성로320번길 35, 아크로파
크 102-1104 (원천동) | |
| 홍윤미 | |
| 서울특별시 동작구 동작대로29길 81, 601동 601호
(사당동, 대아아파트) | |
-

특허청구의 범위

청구항 1

영상을 보간하는 방법에 있어서,

화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 단계; 및

상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 보간 필터는, 복수 개의 기저함수들에 기초하여 상기 화소단위 픽셀들을 변환하고, 상기 변환 결과 생성된 복수 개의 계수들을 역변환하기 위한 필터 계수들로 구성된 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들과 상기 보간 위치 간의 거리에 기초하여 상기 평활도가 결정되는 필터 계수들로 구성된 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 보간 필터들은, 상기 화소단위 픽셀들 중에서 상기 보간 위치에 인접하는 픽셀들과 상기 보간 위치 간의 거리에 기초하여, 상기 평활도가 결정되는 필터 계수들로 구성된 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들을 공간 도메인에서 보간하기 위하여, 상기 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터 및 윈도우 함수를 합성한 필터 계수들로 구성된 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 윈도우 함수는, 상기 보간 위치를 중심으로 대칭적인 형태인 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들을 공간 도메인에서 보간하기 위하여, 상기 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터에 평활도 파라미터를 합성한 필터 계수들로 구성되고,

상기 평활도 파라미터는, 상기 평활도의 속도 및 상기 평활도의 범위 중 적어도 하나를 제어하는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 보간 필터는, 스플라인 함수인 기저함수에 기초하여, 상기 스플라인 함수의 경계 조건에 따라 상기 화소단위 픽셀들의 경계 픽셀들에서 최대로 평활화하기 위한 필터 계수들로 구성되는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 보간 필터는, 다항식인 기저함수에 기초하여, 상기 보간 필터의 저주파 응답을 최대화하는 필터 계수들로 구성된 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 보간 필터 선택 단계는, 상기 보간 필터들 중에서, 필터 계수들이 정수로 확대된 보간 필터를 선택하는 단계를 포함하고,

상기 부화소단위의 픽셀값 생성 단계는, 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 생성한 픽셀값을 상기 스케일링 비율에 기초하여 정규화하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 보간 필터 선택 단계는, 픽셀의 특성에 기초하여, 상기 보간 필터들 중에서 서로 다른 보간 필터를 선택하는 단계를 포함하고,

상기 부화소단위의 픽셀값 생성 단계는, 상기 픽셀의 특성별로 각각 선택된 서로 다른 보간 필터를 이용하여, 상기 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 보간 필터들은, (i) 필터 계수 { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1 }로 구성된 8탭, 스케일링 비율 26, 1/4-화소 단위의 보간 필터, (ii) 필터 계수 { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }로 구성된 8탭 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터, (iii) 필터 계수 { -3, 60, 8, -1 }로 구성된 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/8-화소 단위의 보간 필터, (iv) 필터 계수 { -4, 54, 16, -2 }로 구성된 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 보간 필터, (v) 필터 계수 { -5, 46, 27, -4 }로 구성된 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 3/8-화소 단위의 보간 필터, (vi) 필터 계수 { -4, 36, 36, -4 }로 구성된 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 방법.

청구항 13

영상 보간 장치에 있어서,

화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 필터 선택부; 및

상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 보간부를 포함하는 것을 특징으로 하는 평활화를 고려한 영상 보간 장치.

청구항 14

컬러 성분을 고려한 영상 보간 방법에 있어서,

화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 현재 픽셀의 컬러 성분에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 단계; 및

상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 성분을 고려한 영상 보간 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 보간 필터 선택 단계는,

크로마 성분의 픽셀 보간을 위해, 상기 보간 필터들 중에서 루마 성분의 픽셀을 위한 보간 필터보다 평활도가 큰 보간 필터를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 성분을 고려한 영상 보간 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 평활도가 큰 보간 필터는,

상기 화소단위 픽셀들을 평활화하고, 복수 개의 기저함수들을 이용하여 상기 평활화된 화소단위 픽셀들을 변환하고, 상기 변환 결과 생성된 복수 개의 계수들을 역변환하기 위한 필터 계수로 구성된 필터;

상기 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터 계수 및 저역 통과 필터링을 위한 윈도우 함수 계수를 합성한 필터;

스플라인 함수의 경계 조건에 기초하여 상기 화소단위 픽셀들의 경계 픽셀들에서 최대로 평활화하기 위한 필터 계수들로 구성된 필터; 및

보간 필터의 저주파 응답을 최대화하는 다항식에 기초한 필터 계수들 구성된 필터 중 하나인 것을 특징으로 하는 컬러 성분을 고려한 영상 보간 방법.

청구항 17

컬러 성분을 고려한 영상 보간 장치에 있어서,

화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 현재 픽셀의 컬러 성분에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 필터 선택부; 및

상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 보간부를 포함하는 것을 특징으로 하는 컬러 성분을 고려한 영상 보간 장치.

청구항 18

영상 보간 필터를 이용한 비디오 부호화 장치에 있어서,

입력 픽처의 블록별로, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하고, 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하여 예측 부호화를 수행하고, 상기 예측 부호화에 따른 예측 결과에 대해 변환 및 양자화를 수행하는 부호화부;

상기 양자화된 변환 계수 및 부호화 정보에 대해 엔트로피 부호화를 수행하고 생성된 비트스트림을 출력하는 출력부; 및

상기 보간 필터들의 필터 계수들이 저장된 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 보간 필터를 이용한 비디오 부호화 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 저장부는,

- i) 8탭, 스케일링 비율 26, 1/4-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1

}, (ii) 8탭 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }, (iii) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/8-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -3, 60, 8, -1 }, (iv) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -4, 54, 16, -2 }, (v) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 3/8-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -5, 46, 27, -4 }, (vi) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -4, 36, 36, -4 } 중 적어도 하나의 필터 계수를 저장하고 있는 것을 특징으로 하는 영상 보간 필터를 이용한 비디오 부호화 장치.

청구항 20

영상 보간 필터를 이용한 비디오 복호화 장치에 있어서,
비디오의 부호화된 비트스트림을 수신하여, 엔트로피 복호화를 수행하고, 파싱하여, 부호화 정보와 상기 비디오의 픽처의 부호화된 데이터를 추출하는 수신추출부;
상기 픽처 중 현재 블록의 부호화된 데이터 중에서 양자화된 변환 계수에 대해 역양자화 및 역변환을 수행하고, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하고, 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하여 예측 복호화를 수행하여, 상기 픽처를 복원하는 복호화부; 및
상기 보간 필터들의 필터 계수들이 저장된 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 보간 필터를 이용한 비디오 복호화 장치.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 상기 저장부는,
i) 8탭, 스케일링 비율 26, 1/4-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1 }, (ii) 8탭 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }, (iii) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/8-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -3, 60, 8, -1 }, (iv) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -4, 54, 16, -2 }, (v) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 3/8-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -5, 46, 27, -4 }, (vi) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터를 위한 필터 계수인 { -4, 36, 36, -4 } 중 적어도 하나의 필터 계수를 저장하고 있는 것을 특징으로 하는 영상 보간 필터를 이용한 비디오 복호화 장치.

청구항 22

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항의 영상 보간 방법을 전산적으로 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 23

제 14 항 내지 제 16 항 중 어느 한항의 영상 보간 방법을 전산적으로 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

명세서

기술분야

본 발명은, 움직임 보상에 의한 예측 부호화에 관한 것이다.

배경기술

종래 기술에 따른 영상 부호화, 복호화 방법에서는 영상을 부호화하기 위해 하나의 픽처를 매크로 블록으로 분할한다. 그런 다음, 인터 예측(inter prediction) 또는 인트라 예측(intra prediction)을 이용해 각각의 매크

[0001]

[0002]

로 블록을 예측 부호화한다.

- [0003] 인터 예측은 픽처들 사이의 시간적인 중복성을 제거하여 영상을 압축하는 방법으로 움직임 추정 부호화가 대표적인 예이다. 움직임 추정 부호화는 적어도 하나의 참조 픽처를 이용해 현재 픽처의 블록들을 각각 예측한다. 소정의 평가 함수를 이용하여 현재 블록과 가장 유사한 참조 블록을 소정의 검색 범위에서 검색한다.
- [0004] 현재 블록을 참조 블록에 기초해 예측하고, 현재 블록에서 예측 결과 생성된 예측 블록을 감산하여 생성된 레지듀얼 블록을 부호화한다. 이 때, 예측을 보다 정확하게 수행하기 위해 참조 픽처의 검색 범위에 대해 보간을 수행하여 화소단위(integer pel unit)보다 작은 픽셀 단위의 부픽셀들을 생성하고, 생성된 부픽셀에 기초해 인터 예측을 수행한다.

발명의 내용

- [0005] 본 발명은, 영상 보간을 통해 화소단위 픽셀들을 보간하여 부화소 단위 픽셀을 생성하기 위해, 영상 특성을 고려하여 적합한 보간 필터 계수를 결정한다.
- [0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 영상 보간 방법은, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 단계; 및 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0007] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터는, 복수 개의 기저함수들에 기초하여 상기 화소단위 픽셀들을 변환하고, 상기 변환 결과 생성된 복수 개의 계수들을 역변환하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들과 상기 보간 위치 간의 거리에 기초하여 상기 평활도가 결정되는 필터 계수들로 구성될 수 있다. 일 실시예에 따른 상기 보간 필터들은, 상기 화소단위 픽셀들 중에서 상기 보간 위치에 인접하는 픽셀들과 상기 보간 위치 간의 거리에 기초하여, 상기 평활도가 결정되는 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들을 공간 도메인에서 보간하기 위하여, 상기 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터 및 윈도우 함수를 합성한 필터 계수들로 구성될 수 있다. 일 실시예에 따른 상기 윈도우 함수는, 상기 보간 위치를 중심으로 대칭적인 형태일 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들을 공간 도메인에서 보간하기 위하여, 상기 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터에 평활도 파라미터를 합성한 필터 계수들로 구성되고, 상기 평활도 파라미터는, 상기 평활도의 속도 및 상기 평활도의 범위 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터는, 상기 보간 필터는, 스플라인 함수에 기초한 필터 계수들로 구성될 수 있다. 일 실시예에 따른 상기 보간 필터는, 다항식에 기초하여, 상기 보간 필터의 저주파 응답을 최대화하는 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터 선택 단계는, 상기 보간 필터들 중에서, 필터 계수들이 정수로 확대된 보간 필터를 선택하는 단계를 포함하고, 상기 부화소단위의 픽셀값 생성 단계는, 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 생성한 픽셀값을 상기 스케일링 비율에 기초하여 정규화하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 상기 보간 필터 선택 단계는, 픽셀의 특성에 기초하여, 상기 보간 필터들 중에서 서로 다른 보간 필터를 선택하는 단계를 포함하고, 상기 부화소단위의 픽셀값 생성 단계는, 상기 픽셀의 특성별로 각각 선택된 서로 다른 보간 필터를 이용하여, 상기 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 영상 보간 장치는, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 필터 선택부; 및 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 보간부를 포함한다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 컬러 성분을 고려한 영상 보간 방법은, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 현재 픽셀의 컬러 성분에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 단계; 및 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 단계를 포함한다.

- [0016] 일 실시예에 따른 컬러 성분을 고려한 영상 보간 방법의 상기 보간 필터 선택 단계는, 크로마 성분의 픽셀 보간을 위해, 상기 보간 필터들 중에서 루마 성분의 픽셀을 위한 보간 필터보다 평활도가 큰 보간 필터를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에 따른 상기 평활도가 큰 보간 필터는, 상기 화소단위 픽셀들을 평활화하고, 복수 개의 기저함수들을 이용하여 상기 평활화된 화소단위 픽셀들을 변환하고, 상기 변환 결과 생성된 복수 개의 계수들을 역변환하기 위한 필터 계수로 구성된 필터; 상기 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터 계수 및 저역 통과 필터링을 위한 윈도우 함수 계수를 합성한 필터; 스플라인 함수의 경계 조건에 기초하여 상기 화소단위 픽셀들의 경계 픽셀들에서 최대 평활화하기 위한 필터 계수들로 구성된 필터; 및 보간 필터의 저주파 응답을 최대화하는 다항식에 기초한 필터 계수들 구성된 필터 중 하나일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 컬러 성분을 고려한 영상 보간 장치는, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 현재 픽셀의 컬러 성분에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하는 필터 선택부; 및 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하는 보간부를 포함한다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 보간 필터를 이용한 비디오 부호화 장치는, 입력 픽처의 블록별로, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하고, 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하여 예측 부호화를 수행하고, 상기 예측 부호화에 따른 예측 결과에 대해 변환 및 양자화를 수행하는 부호화부; 상기 양자화된 변환 계수 및 부호화 정보에 대해 엔트로피 부호화를 수행하고 생성된 비트스트림을 출력하는 출력부; 및 상기 보간 필터들의 필터 계수들이 저장된 저장부를 포함한다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 보간 필터를 이용한 비디오 복호화 장치는, 비디오의 부호화된 비트스트림을 수신하여, 엔트로피 복호화를 수행하고, 파싱하여, 부호화 정보와 상기 비디오의 픽처의 부호화된 데이터를 추출하는 수신추출부; 상기 픽처 중 현재 블록의 부호화된 데이터 중에서 양자화된 변환 계수에 대해 역양자화 및 역변환을 수행하고, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 상기 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택하고, 상기 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 상기 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하여 예측 복호화를 수행하여, 상기 픽처를 복원하는 복호화부; 및 상기 보간 필터들의 필터 계수들이 저장된 저장부를 포함한다.
- [0021] 본 발명은, 일 실시예에 따른 영상 보간 방법을 전산적으로 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1 은 일 실시예에 따른 영상 보간 장치의 블록도를 도시한다.
- 도 2 는 화소단위와 부화소단위의 관계를 도시한다.
- 도 3 은 부화소단위의 픽셀값을 결정하기 위해 참조되는 인접하는 화소단위 픽셀들을 도시한다.
- 도 4a, 4b 및 4c 는 일 실시예에 따라 부화소단위의 픽셀값을 결정하기 위해 참조되는 화소단위 픽셀 그룹들을 예시한다.
- 도 5 는 일 실시예에 따라 평활화 보간 필터의 평활도 파라미터를 도시한다.
- 도 6 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터에서 이용가능한 스플라인 함수의 그래프를 예시한다.
- 도 7 은 일 실시예에 따른 영상 보간 방법의 흐름도를 도시한다.
- 도 8a, 8b, 및 8c 는 일 실시예에 따라, 평활도 파라미터와 보간 위치에 따라 결정되는 12탭 보간 필터들의 필터 계수들을 도시한다.
- 도 9a, 9b, 및 9c 는 일 실시예에 따라, 평활도 파라미터와 보간 위치에 따라 결정되는 6탭 보간 필터들의 필터 계수들을 도시한다.
- 도 10 은 일 실시예에 따라, 크로마 성분의 픽셀들을 위한 평활도 파라미터와 보간 위치에 따라 결정되는 6탭

보간 필터의 필터 계수들을 예시한다.

도 11 은 일 실시예에 따라, 컬러 성분 및 영상 보간 위치에 따라 상이하게 결정되는 평활화 보간 필터들의 필터 계수들을 예시한다.

도 12a, 12b 및 12c 는 일 실시예에 따라 영상 보간 위치 및 스케일링 비율에 따른 평활화 보간 필터들의 필터 계수들을 예시한다.

도 13a 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 부호화 장치의 블록도를 도시한다.

도 13b 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 영상 복호화 장치의 블록도를 도시한다.

도 14a 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 영상 부호화 방법의 흐름도를 도시한다.

도 14b 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 영상 복호화 방법의 흐름도를 도시한다.

도 15 은 본 발명의 일 실시예에 따른 부호화 단위의 개념을 도시한다.

도 16 는 본 발명의 일 실시예에 따른 부호화 단위에 기초한 영상 부호화부의 블록도를 도시한다.

도 17 는 본 발명의 일 실시예에 따른 부호화 단위에 기초한 영상 복호화부의 블록도를 도시한다.

도 18 는 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 부호화 단위 및 파티션을 도시한다.

도 19 은 본 발명의 일 실시예에 따른, 부호화 단위 및 변환 단위의 관계를 도시한다.

도 20 은 본 발명의 일 실시예에 따라, 심도별 부호화 정보들을 도시한다.

도 21 는 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 부호화 단위를 도시한다.

도 22, 23 및 24는 본 발명의 일 실시예에 따른, 부호화 단위, 예측 단위 및 변환 단위의 관계를 도시한다.

도 25 은 표 1의 부호화 모드 정보에 따른 부호화 단위, 예측 단위 및 변환 단위의 관계를 도시한다.

도 26 는 본 발명의 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 부호화 방법의 흐름도를 도시한다.

도 27 은 본 발명의 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 복호화 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하 본 명세서에 기재된 본 발명의 다양한 실시예들에서, '영상'은 정지 영상 뿐만 아니라 비디오와 같은 동영상도 포함하여 포괄적으로 지칭할 수 있다.

[0024] 이하 도 1 내지 도 12c를 참조하여, 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 영상 보간이 개시된다. 또한 도 13a 내지 도 27을 참조하여, 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오의 부호화 및 복호화가 개시되고, 특히 이하 도 15 내지 도 27을 참조하여 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오의 부호화 및 복호화가 개시된다.

[0025] 이하 도 1 내지 도 12c를 참조하여, 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 영상 보간 및 평활화 보간 필터가 상술된다.

[0026] 도 1 은 일 실시예에 따른 영상 보간 장치의 블록도를 도시한다.

[0027] 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 영상 보간 장치(10)는, 필터 선택부(12) 및 보간부(14)를 포함한다. 이하 설명의 편의를 위해, 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 영상 보간 장치(10)를 '비디오 부호화 장치(10)'로 축약하여 지칭한다. 비디오 부호화 장치(10)의 부호화부(120) 및 출력부(130)의 동작은, 비디오 인코딩 프로세서, 중앙 프로세서, 그래픽 프로세서 등에 의해 유기적으로 제어될 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 영상을 입력받아 화소단위(integer pel unit)의 픽셀들을 보간하여 부화소단위(sub-pel unit)의 픽셀값들을 생성할 수 있다. 입력되는 영상은, 비디오의 픽처 시퀀스, 픽처, 프레임, 블록들일 수 있다.

- [0029] 일 실시예에 따른 필터 선택부(12)는, 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여, 상이하게 보간 필터를 선택할 수 있다.
- [0030] 일 실시예에 따른 보간부(14)는, 필터 선택부(12)에서 선택된 보간 필터를 이용하여, 부화소 단위의 보간 위치에 인접한 화소단위 픽셀들을 보간하여, 부화소 단위의 픽셀값을 생성할 수 있다. 부화소단위 픽셀값을 생성하기 위한 화소단위 픽셀들에 대한 보간 필터링은, 부화소 단위의 보간 위치에 인접한 화소단위 픽셀들을 포함하여 화소단위의 참조픽셀 값들에 대해 보간 필터링을 수행하는 동작을 포함할 수 있다.
- [0031] 일 실시예에 따른 보간 필터는, 복수 개의 기저함수들에 기초하여 화소단위 참조픽셀들을 변환하고, 변환 결과 생성된 복수 개의 계수들을 역변환하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0032] 일 실시예에 따른 보간 필터는, 1차원 필터 또는 2차원 필터의 형태일 수 있다. 일 실시예에 따른 보간부(14)는, 선택된 보간 필터가 1차원 필터인 경우, 2방향 이상의 1차원 보간 필터들을 이용하여 연속적으로 필터링을 수행하여, 현재 부화소단위의 픽셀값을 생성할 수 있다.
- [0033] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 보간 위치와 화소단위 픽셀들 간의 거리에 기초하여, 평활도가 결정될 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따른 보간 필터는, 부화소단위의 보간 위치와 평활도에 따라 상이한 필터 계수들로 구성될 수 있다. 이하, 일 실시예에 따라 부화소단위의 보간 위치와 평활도를 고려하여 결정되는 보간 필터를, 평활화 보간 필터라 지칭한다.
- [0035] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 화소단위 픽셀들 중에서 보간 위치에 인접하는 픽셀들과 보간 위치 간의 거리에 기초하여, 평활도가 결정될 수도 있다.
- [0036] 또한, 일 실시예에 따른 보간 필터는, 화소단위의 참조픽셀들 가운데 보간 위치와 먼 참조픽셀들일 수록 더 평활해지도록 하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0037] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 화소단위 픽셀들을 공간 도메인(spatial domain)에서 보간하기 위하여, 복수 개의 기저함수들을 이용한 변환 및 역변환을 위한 필터 계수 및 저역 통과 필터링을 위한 윈도우 함수 계수를 합성한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0038] 일 실시예에 따른 윈도우 함수는, 보간 위치를 중심으로 대칭적인 형태일 수 있다. 일 실시예에 따라 변환 및 역변환을 위한 필터 계수 및 저역 통과 필터링을 위한 윈도우 함수 계수가 합성된 평활화 보간 필터는, 화소단위의 참조픽셀들 중에서 보간 위치에 가까운 참조픽셀일수록 큰 가중치를 부여하고, 먼 참조픽셀일수록 작은 가중치를 부여하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0039] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 화소단위의 참조픽셀들을 평활화하고, 복수 개의 기저함수들을 이용하여 평활화된 화소단위의 참조픽셀들을 변환하고, 변환 결과 생성된 복수 개의 계수들을 역변환하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0040] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 공간 도메인의 보간 필터로서, 변환 및 역변환을 위한 보간 필터에 평활도 파라미터를 합성한 필터 계수들로 구성될 수도 있다. 평활도 파라미터는, 평활도의 속도 및 평활도의 범위 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.
- [0041] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 스플라인 함수에 기초한 필터 계수들로 구성될 수 있다. 즉 보간 필터 계수를 결정하기 위한 변환 및 역변환의 기저함수가 스플라인 함수일 수 있다. 일 실시예에 따른 보간 필터는 보다 평활한 보간 결과를 위하여, 스플라인 함수를 이용하여 결정된 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0042] 일 실시예에 따라 스플라인 함수에 기초한 평활화 보간 필터는, 스플라인 함수의 경계 조건에 기초하여, 화소단위의 참조픽셀들 중에서 경계 픽셀들에서 최대로 평활화하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0043] 또 다른 실시예에 따라 변환 및 역변환의 기저함수가 다항식인 경우, 평활화 보간 필터는, 다항식에 기초하여 보간 필터의 저주파 응답을 최대화하는 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0044] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 부화소단위의 보간 위치와 평활도 뿐만 아니라, 필터 길이에 따라 상이한 필터 계수들로 구성될 수 있다.
- [0045] 또한 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터들은, 부화소단위의 보간 위치, 평활도와 필터 길이 뿐만 아니라, 보간

결과에 스케일링 비율에 따라 상이한 필터 계수들로 구성될 수 있다. 일 실시예에 따른 필터 선택부(12)는, 평활화 보간 필터들 중에서, 필터 계수들이 정수로 확대된 보간 필터를 선택할 수 있다. 일 실시예에 따른 보간부(14)는, 필터 선택부(12)에서 선택된 평활화 보간 필터를 이용하여 생성한 픽셀값을, 정규화한다.

- [0046] 또한 일 실시예에 필터 선택부(12)는, 픽셀의 특성에 따라서, 보간 필터들 중에서 서로 다른 보간 필터를 선택할 수 있다. 일 실시예에 따른 보간부(14)는, 픽셀의 특성별로 각각 선택된 서로 다른 보간 필터를 이용하여, 부화소단위의 픽셀값을 생성할 수 있다.
- [0047] 일 실시예에 따른 필터 선택부(12)에서 선택 가능한 보간 필터들은, 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터 뿐만 아니라, 평활화를 고려하지 않은 일반 보간 필터도 포함할 수도 있다. 따라서, 필터 선택부(12)는 영상 특성에 따라 평활화를 전혀 고려하지 않는 일반 보간 필터를 선택할 수도 있다.
- [0048] 구체적으로 예를 들면, 다른 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 컬러 성분별로 상이한 보간 필터를 이용하여 영상 보간을 수행할 수 있다.
- [0049] 다른 실시예에 따른 필터 선택부(12)는, 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 현재 픽셀의 컬러 성분에 기초하여 상이하게 보간 필터를 선택할 수 있다. 다른 실시예에 따른 보간부(14)는, 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들을 보간하여, 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성할 수 있다.
- [0050] 예를 들어 필터 선택부(12)는, 루마 성분의 보간 필터와 크로마 성분의 보간 필터를 다르게 결정할 수 있다.
- [0051] 다른 필터 선택부(12)는, 크로마 성분의 픽셀 보간을 위해, 보간 필터들 중에서 루마 성분의 픽셀을 위한 보간 필터보다 평활도가 큰 평활화 보간 필터를 선택할 수 있다.
- [0052] 예를 들어, 크로마 성분의 픽셀 보간을 위해, 스플라인 함수에 기초하여 결정된 필터 계수들로 구성된 보간 필터, 다항식에 기초하여 결정된 필터 계수들로 구성된 보간 필터 등이 선택될 수 있다. 스플라인 함수에 기초하여 결정된 필터 계수들은, 스플라인 함수의 경계 조건에 기초하여 화소단위 픽셀들의 경계 픽셀들에서 최대로 평활화할 수 있다. 일 실시예에 따라 다항식에 따라 결정된 보간 필터는, 저주파 응답을 최대화하기 위한 필터 계수들로 구성될 수 있다. .
- [0053] 또한, 크로마 성분의 픽셀 보간을 위해, 루마 성분의 픽셀을 위한 보간 필터보다 평활도가 큰 평활도 파라미터에 기초하여 결정된 필터 계수들로 구성된 보간 필터, 루마 성분의 픽셀을 위한 보간 필터보다 고주파 성분을 많이 제거하는 윈도우 함수와 합성된 필터 계수들로 구성된 보간 필터 등이 선택될 수 있다.
- [0054] 일 실시예에 따라 크로마 성분의 평활한 보간 결과를 도출하기 위해, 복수 개의 기저함수들에 기초한 변환 및 역변환을 위한 필터 계수 및 저역 통과 필터링을 위한 윈도우 함수 계수가 합성된 평활화 보간 필터가 선택될 수도 있다.
- [0055] 영상의 보간은 저화질의 영상을 고화질로 변환할 때 이용된다. 인터레이스(interlace) 영상을 프로그래시브(progressive) 영상으로 변환할 때 이용되기도 하고, 저화질의 영상을 업샘플링(upsampling)하여 고화질의 영상으로 변환할 때 이용되기도 한다. 또한, 비디오 부호화 장치가 영상을 부호화할 때 움직임 추정 및 움직임 보상부는 보간된 참조 프레임을 이용하여 인터 예측을 수행할 수 있다. 참조 프레임을 보간하여 고화질의 영상을 생성하고, 고화질의 영상에 기초해 움직임 추정 및 보상을 수행함으로써 인터 예측의 정확도를 높일 수 있다. 마찬가지로 영상 복호화 장치가 영상을 복호화할 때에도 움직임 보상부는 보간된 참조 프레임을 이용하여 움직임 보상을 수행함으로써 인터 예측의 정확도를 높일 수 있다.
- [0056] 또한 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)가 이용하는 평활화 보간 필터는, 보간 필터를 이용한 보간 결과의 고주파 성분을 저감시켜, 보다 평활한 보간 결과를 도출할 수 있다. 고주파 성분의 존재는 영상 압축 효율을 저해하므로, 평활도가 조절 가능한 영상 보간을 통해 영상 부호화 및 영상 복호화 효율도 향상될 수 있다.
- [0057] 도 2 는 화소단위와 부화소단위의 관계를 도시한다.
- [0058] 도 2를 참조하면, 영상 보간 장치(10)는 공간 도메인의 화소단위의 픽셀 값들 즉, 소정 블록(20)의 '0' 위치의 픽셀 값들 사이를 보간하여 보간 위치인 'X' 위치의 픽셀 값들을 생성한다. 'X' 위치의 픽셀 값들은 α_x 및 α_y 에 의해 보간 위치가 결정되는 부화소단위의 픽셀 값들이다. 도 10은 소정의 블록(20)이 4x4인 경우를 예로 들어 설명하나, 블록의 크기는 4x4에 한정되지 않으며, 더 크거나 작은 크기의 블록에 대한 보간 필터링을 통해 부화소단위의 픽셀 값들을 생성할 수 있음은 당업자가 쉽게 알 수 있다.
- [0059] 비디오 처리 분야에서, 현재 영상의 움직임 보상 및 예측을 위해 움직임 벡터가 이용된다. 예측 부호화에 따르

면, 현재 영상을 예측하기 위하여 이전에 복호화된 영상이 참조되며, 움직임 벡터는 참조 영상의 소정 지점을 가리킨다. 그러므로, 움직임 벡터는 참조 영상의 화소단위의 픽셀을 가리킨다.

[0060] 하지만, 현재 영상이 참조하고자 하는 픽셀의 위치가 참조 영상의 화소단위의 픽셀들 사이에 위치하는 지점일 수 있다. 이러한 지점을 부화소 단위의 위치라 한다. 부화소 단위의 위치에는 픽셀이 존재하지 않으므로, 화소 단위 픽셀들의 픽셀 값들을 이용하여 부화소 단위의 픽셀 값이 예측될 뿐이다. 즉, 화소단위 픽셀들에 대한 보간을 통해 부화소 단위의 픽셀 값이 추정된다.

[0061] 이하 도 3, 4a, 4b 및 4c를 참조하여 화소단위 픽셀들에 대한 보간 방법이 상술된다.

[0062] 도 3 은 부화소단위의 픽셀값을 결정하기 위해 참조되는 인접하는 화소단위 픽셀들을 도시한다.

[0063] 도 3를 참조하면, 영상 보간 장치(10)는 공간 도메인의 화소단위의 픽셀 값들(31 및 33) 사이의 보간하여 보간 위치의 픽셀 값(35)을 생성한다. α 에 의해 보간 위치가 결정되는 부화소단위의 픽셀 값(35)이다.

[0064] 도 4a, 4b 및 4c 는 일 실시예에 따라 부화소단위의 픽셀값을 결정하기 위해 참조되는 화소단위 픽셀들을 예시한다.

[0065] 도 4a 를 참조하면, 화소단위 픽셀의 두 픽셀 값들(31 및 33) 사이를 보간하여 부화소단위의 픽셀 값(35)을 생성하기 위해, 픽셀 값들(31 및 33)을 포함하는 인접한 복수의 화소단위 픽셀들의 픽셀값들(37 및 39)을 이용한다. 다시 말해, $-(M-1)$ 번째부터 M 번째까지의 $2M$ 개의 픽셀 값들을 1차원 보간 필터링함으로써 0 번째 픽셀과 1번째 픽셀 사이를 보간할 수 있다.

[0066] 또한, 도 4a은 수평 방향의 픽셀 값들 사이를 보간하는 경우를 예로 들어 설명하였으나, 수직 방향의 픽셀 값들 사이 또는 대각(diagonal) 방향의 픽셀 값들을 이용하여 1차원 보간 필터링이 가능하다.

[0067] 도 4b를 참조하면, 수직 방향으로 인접한 $P_0(41)$ 및 $P_1(43)$ 사이를 보간하여 수직 방향의 보간 위치 α 의 픽셀 값 $P(\alpha)$ 를 생성할 수 있다. 도 4a과 비교하여 보면, 수평 방향으로 배열된 픽셀 값들(37 및 39) 대신에 수직 방향으로 배열된 픽셀 값들(47 및 49)을 이용하여 보간을 수행한다는 점만 상이할 뿐, 보간 필터링 방법은 유사할 것이다.

[0068] 도 4c의 실시예도 도 4b의 실시예와 마찬가지로 수평 방향으로 배열된 픽셀 값들(37 및 39) 대신에 대각 방향으로 배열된 픽셀 값들(46 및 48)을 이용한다는 점만 상이할 뿐, 인접한 두 픽셀 값(40 및 42) 사이를 보간하여 보간 위치 α 의 픽셀 값(44)을 생성하는 방법은 수평 방향의 1차원 보간 필터링 방법과 유사하다.

[0069] 도 4a, 4b 및 4c에서 예시된 방향의 1차원 보간 필터링 뿐만 아니라, 보다 다양한 방향의 보간 위치의 픽셀 값이 생성될 수도 있다.

[0070] 부화소 단위의 픽셀 값을 생성하기 위한 화소단위 픽셀들에 대한 보간은, 보간 필터링을 통해 구현될 수 있다. 보간 필터링을 수학식으로 표현하면 아래와 같다.

$$p(\alpha) = f(\alpha) \times p = \sum_{-M+1}^M f_m \cdot p_m$$

[0072] $2M$ 개의 화소단위 참조픽셀들 $\{p_m\} = \{p_{-M+1}, p_{-M+2}, \dots, p_0, p_1, \dots, p_M\}$ 의 벡터 p 과 필터 계수들 $\{f_m\} = \{f_{-M+1}, f_{-M+2}, \dots, f_0, f_1, \dots, f_M\}$ 의 벡터 $f(x)$ 의 내적(dot product)에 따라 보간 결과 생성된 픽셀값 $p(x)$ 가 도출된다. 보간 위치 α 에 따라 필터 계수 $f(\alpha)$ 가 변하고, 이에 따라 보간 결과 픽셀값 $p(\alpha)$ 가 결정되므로, 어떠한 보간 필터가 선택되는지, 즉 필터 계수 $f(x)$ 가 어떻게 결정되는지 여부가 보간 필터링의 성능에 상당한 영향을 미친다.

[0073] 이하, 기저함수에 기초한 변환 및 역변환을 이용한 영상 보간 및 보간 필터의 결정 방법에 대해 상술된다.

[0074] 일 실시예에 따라 변환 및 역변환을 이용한 보간 필터는, 먼저 서로 다른 주파수 성분의 복수의 기저함수를 이용해 픽셀 값들을 변환한다. 변환은 공간 도메인의 픽셀 값들을 변환 도메인의 계수로 변환하는 모든 변환일 수 있으며, 전술한 이산 코사인 변환일 수 있다. 화소단위의 픽셀 값들은 복수의 기저함수를 이용해 변환된다. 픽셀 값은 휘도(luminance) 성분에 대한 픽셀 값일 수도 있고, 채도(chroma) 성분에 대한 픽셀 값일 수도 있다. 기저함수에는 제한이 없으며, 공간 도메인의 픽셀 값들을 변환 도메인의 값(들)로 변환하는 모든 변환일 수 있다. 예를 들어, 기저함수는 이산 코사인 변환 및 역이산 코사인 변환을 위한 코사인(cosine) 함수 또는 사인

(sine) 함수일 수 있다. 또는 스플라인(spline) 함수, 다항 기저(polynomial basis) 등 다양한 기저함수가 이용될 수 있다. 또한, 이산 코사인 변환은 변형 이산 코사인 변환(Modified DCT), 윈도우를 이용한 변형 이산 코사인 변환(Modified DCT with windowing)일 수 있다.

[0075] 일 실시예에 따라 변환 및 역변환을 이용한 보간 필터는, 변환에 이용된 복수의 기저함수의 위상을 변경(shift)하고, 위상 변경된 복수의 기저함수를 이용해 생성된 복수의 계수 즉, 변환 도메인(transform domain)의 값들을 역변환한다. 역변환 결과, 공간 도메인의 픽셀값이 출력되며, 출력된 값은 보간 위치의 픽셀값일 수 있다.

[0076] <직교기저함수에 기초한 직교변환 및 역변환을 이용한 필터 계수>

[0077] 이하, 보간부(14)가 직교기저함수에 기초한 변환 및 역변환을 이용하는 보간 필터링이 상술된다. 특히, 직교기저함수의 일례로서 이산 코사인 변환을 예로 들어 설명한다.

[0078] 예를 들어 도 4a를 참조하면, 화소단위 픽셀의 두 픽셀 값들(31 및 33) 사이를 보간하여 부화소단위의 픽셀 값(35)을 생성하기 위해, 픽셀 값들(31 및 33)을 포함하는 인접한 복수의 픽셀 값들(37 및 39)을 이용하여, -(M-1) 번째부터 M 번째까지의 2M 개의 픽셀 값들을 1차원 이산 코사인 변환하고, 위상 변경된 기저함수에 기초해 1차원 역이산 코사인 변환함으로써 0 번째와 1번째 픽셀 사이를 보간할 수 있다.

[0079] 보간부(14)는 먼저 화소단위의 픽셀 값들을 1차원 이산 코사인 변환한다. 1차원 이산 코사인 변환은 다음의 수학적 식 1을 계산함으로써 수행될 수 있다.

[0080] [수학적 식 1]

$$C_k = \frac{1}{M} \sum_{l=-M+1}^M p(l) \cos\left(\frac{(2l-1+2M)k\pi}{4M}\right)$$

$$0 \leq k \leq 2M-1$$

[0081]

[0082] p(l)은 -(M-1)번째부터 M번째까지의 픽셀 값들(37 및 39)이고, C_k는 픽셀 값들을 1차원 이산 코사인 변환한 결과 생성된 복수의 주파수 도메인의 계수들이다. 이 때, k는 수학적 식 1의 조건을 만족하는 양의 정수이다.

[0083] 보간부(14)가 수학적 식 2를 계산하여 픽셀 값들(37 및 39)을 1차원 이산 코사인 변환하면, 다음의 수학적 식 2를 계산하여 계수들을 역변환한다.

[0084] [수학적 식 2]

$$P(\alpha) = \frac{C_0}{2} + \sum_{k=1}^{2M-1} C_k \cos\left(\frac{(2\alpha-1+2M)k\pi}{4M}\right)$$

[0085]

[0086] α는 도 13에 도시된 바와 같이 두 픽셀 값들 사이의 보간 위치를 의미하는 바, 1/2, 1/4, 3/4, 1/8, 3/8, 5/8, 7/8, 1/16, ... 과 같이 다양한 분수 값일 수 있다. 분수 값에는 제한이 없으며, α는 분수가 아닌 실수 값일 수도 있다. P(α)는 1차원 역이산 코사인 변환 결과 생성되는 보간 위치의 픽셀 값(35)을 의미한다.

[0087] 수학적 식 1과 비교하여 보면, 역이산 코사인 변환에 이용되는 기저함수인 코사인 함수의 위상은 정수 l에 따라 결정되는 대신에 분수 α에 따라 결정되므로 1차원 이산 코사인 변환에 이용되는 기저함수의 위상과 상이하다. 즉, 역변환에서 이용하는 기저함수들 즉, 코사인 함수들의 위상이 각각 2α에 따라 변경된 것을 알 수 있다. 보간부(14)가 수학적 식 2의 위상 변경된 복수의 코사인 함수들에 기초해 역이산 코사인 변환을 수행하면, 도 4a의 보간 위치 즉, P₀의 픽셀 값(35)이 생성된다.

[0088] 수학적 식 1에 의한 이산 코사인 변환을 행렬식으로 표현하면 아래 수학적 식 3과 같다.

[0089] [수학식 3]

$$C = D \times REF$$

[0090]

[0091] 여기서, C는 수학식 1과 관련하여 전술한 2M개의 계수들에 대한 2Mx1 행렬이고, REF는 수학식 1과 관련하여 전술한 화소단위의 픽셀 값들 즉, $P_{-(M-1)}, \dots, P_M$ 픽셀 값들에 대한 2Mx1 행렬이다. 보간에 이용되는 화소단위 픽셀 위치의 픽셀 값들의 개수 즉, 2M은 1차원 보간 필터의 탭(tap) 수를 의미한다. D는 1차원 이산 코사인 변환을 위한 정방 행렬로서 다음 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

[0092] [수학식 4]

$$D_{kl} = \frac{1}{M} \cos\left(\frac{(2l-1+2M)k\pi}{4M}\right)$$

$$0 \leq k \leq 2M-1$$

$$-(M-1) \leq l \leq M$$

[0093]

[0094] k 및 l은 상기 조건을 만족하는 정수로서, D_{kl} 은 수학식 3의 이산 코사인 변환을 위한 정방 행렬 D의 k행, l열을 의미한다. M은 수학식 3의 M과 동일한 M이다.

[0095] 수학식 2에 의한 위상 변경된 복수의 기저함수를 이용한 역이산 코사인 변환을 행렬식으로 표현하면 다음 수학식 5와 같다.

[0096] [수학식 5]

$$P(\alpha) = W(\alpha) \times C$$

[0097]

[0098] 여기서, $P(\alpha)$ 는 수학식 2의 $P(\alpha)$ 와 동일하며, $W(\alpha)$ 는 위상 변경된 복수의 기저함수를 이용한 1차원 역이산 코사인 변환을 위한 1x2M 행렬로서 다음 수학식 6과 같이 정의될 수 있다.

[0099] [수학식 6]

$$W_0(\alpha) = \frac{1}{2}$$

$$W_k(\alpha) = \cos\left(\frac{(2\alpha-1+2M)k\pi}{4M}\right),$$

$$1 \leq k \leq 2M-1$$

[0100]

[0101] k는 상기 조건을 만족하는 정수이고, $W_k(\alpha)$ 는 수학식 5와 관련하여 전술한 $W(\alpha)$ 행렬의 k열을 의미한다. 수학식 3 및 5에 기초해 1차원 이산 코사인 변환 및 위상 변경된 복수의 기저함수를 이용한 1차원 역이산 코사인 변환을 위한 필터 $F(\alpha)$ 는 다음 수학식 7과 같이 정의할 수 있다.

[0102] [수학식 7]

$$P(\alpha) = F(\alpha) \times REF$$

$$F_l(\alpha) = \sum_{k=0}^{2M-1} W_k(\alpha) D_{kl}$$

$$0 \leq k \leq 2M-1$$

$$-(M-1) \leq l \leq M$$

[0103]

[0104] k 및 l은 상기 조건을 만족하는 정수이고, $F_l(\alpha)$ 는 $F(\alpha)$ 의 l열을 의미하고, $W(\alpha)$ 및 D는 수학식 3의 $W(\alpha)$ 및 D와 동일하다.

[0105] 일 실시예에 따른 보간부(14)는, 보다 평활화된 부화소단위의 픽셀값들을 생성하기 위하여, 기저함수에 기초한 변환 및 역변환에 이용한 보간 필터를 변형할 수 있다.

[0106] 이하, 실시예에 따른 다양한 평활화 보간 필터를 결정하기 위해, 윈도우 함수가 이용되는 경우, 복수 개의 평활화 파라미터가 이용되는 경우, 스플라인 함수가 기저함수로 이용되는 경우, 다항식이 기저함수로 이용되는 경우가 순서대로 상술된다.

[0107] <윈도우 함수를 이용한 평활화 보간 필터>

[0108] 일 실시예에 따라 윈도우 함수를 이용하여 보간 필터 계수를 평활화하는 방식이 상술된다.

[0109] 일 실시예에 따라 사용 가능한 윈도우 함수는, 해밍(Hamming) 윈도우, 코사인 윈도우, 익스포넨셜(exponential) 윈도우, 해닝(Hanning) 윈도우, 블랙먼(Blackman) 윈도우, 삼각(triangle) 윈도우 함수들을 포함할 수 있다. 이하 설명의 편의를 위해 특정 윈도우 함수를 이용하여 일 실시예에 따른 변환 및 역변환에 기초한 보간 필터를 평활화하는 실시예가 상술되지만, 설명된 윈도우 함수들 이외에 유사한 주파수 응답을 갖는 타 윈도우 함수들도 활용 가능함은 당업자에게 쉽게 이해될 것이다.

[0110] 해밍 윈도우 함수에 따른 윈도우 계수는 수학식 8에 따른다.

[0111] [수학식 8]

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right), 0 \leq n \leq N$$

[0112]

[0113] 해밍 윈도우 함수를 포함하여 다양한 윈도우 함수들은, 입력 n이 N/2을 기준으로 대칭이며, 주파수 응답이 저역 통과 필터와 유사하다. 윈도우 함수에 대한 입력 중에서, 윈도우 함수가 형성하는 윈도우에 커버되는 입력만이 출력될 수 있다. 윈도우 크기 N은 원본 보간 필터의 필터 길이보다 큰 양의 정수로 설정될 수 있다. 예를 들어, 1/2 픽셀 또는 1/4 픽셀과 같이 부화소단위를 생성하기 위한 보간 필터에 윈도우 함수를 적용하기 위해, 윈도우 함수의 중앙 위치가 1/2 또는 1/4 의 부화소단위만큼 이동될 수 있다. 즉 윈도우 함수의 중앙 위치가 보간 위치로 이동되어, 보간 위치를 중심으로 대칭 형태일 수 있다.

[0114] 예를 들어, 수학식 9와 10은 각각 1/2 픽셀 단위와 1/4 픽셀 단위의 보간 필터를 위한, 해밍 윈도우 함수에 따른 윈도우 계수를 예시한다.

[0115] [수학식 9]

$$w_{1/2}(n) = 0.54 - 0.46 \cos \frac{2\pi}{N} \left(\frac{N-1}{2} + n \right)$$

[0116]

[0117] [수학식 10]

$$w_{1/4}(n) = 0.54 - 0.46 \cos \frac{2\pi}{N} \left(\frac{2N-1}{4} + n \right)$$

[0118]

[0119] 수학식 11의 윈도우 계수들은, 부화소단위의 보간 위치 α 에 따라 일반화된, 보간 필터를 위한 윈도우 함수들로서, 차례대로 헤밍 윈도우 함수, 코사인 윈도우 함수, 익스포넨셜 윈도우 함수에 따른 윈도우 계수들을 예시한다.

[0120] [수학식 11]

$$w_{\alpha}(n) = 0.54 - 0.46 \cos \left(\frac{2\pi}{N} \left(\frac{N}{2} - \alpha + m \right) \right)$$

$$w_{\alpha}(n) = \cos \left(\pi \frac{m-\alpha}{N} \right)$$

$$w_{\alpha}(n) = \exp\{-\beta(\alpha - m)^2\}$$

[0121]

[0122] 수학식 11에 따른 윈도우 계수를 원본 보간 필터 $f_k(\alpha)$ 에 합성함으로써, 평활화 보간 필터 계수는 수학식 12에 따라 결정될 수 있다.

[0123] [수학식 12]

$$\bar{f}_k(\alpha) = f_k(\alpha) w_{\alpha}(k), k = -M + 1, \dots, M$$

[0124]

[0125] 일 실시예에 따라, 윈도우 함수를 이용하여 평활화 보간 필터를 결정함으로써, 화소단위 참조픽셀과 보간 위치 간의 거리에 기초하여 보간 필터 계수에 대한 가중치가 조절될 수 있다. 예를 들어, 윈도우 함수에 의해, 보간 필터의 필터 계수들 중에서 보간 위치로부터 먼 거리에 위치한 화소단위 참조픽셀을 위한 필터 계수는 크게 평활화되고, 보간 위치에 가까운 참조픽셀을 위한 필터 계수는 크게 변경하지 않는 형태로, 평활화 보간 필터가 결정될 수 있다.

[0126] 또한, 윈도우 함수를 이용하여 평활화 보간 필터를 결정함으로써, 화소단위 참조픽셀을 평활화한 후 보간 필터링이 수행되는 효과가 있다. 입력된 화소단위 참조픽셀들(Ref = { p_{-M+1} , p_{-M+2} , ..., p_0 , p_1 , ..., p_M })은, 잡음을 포함하고 있거나, 양자화 에러와 같은 오류로 인해 훼손되어 있을 수 있다. 이에 따라, 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 화소단위 참조픽셀들을 이용한 보간 전에, 먼저 화소단위 참조픽셀들을 평활화한 후 보간 필터링을 수행함으로써 보간 효과를 향상시킬 수 있다.

[0127] <2개 파라미터를 이용한 평활화 보간 필터>

[0128] 다른 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 2개의 파라미터에 기초하여 필터 계수의 평활도를 결정할 수 있다. 변환 및 역변환에 기초한 보간 필터 계수와 평활화 매트릭스 S 를 합성한, 부화소 단위를 위한 평활화 보간 필터 계수는 수학식 13에 따른다.

[0129] [수학식 13]

$$\tilde{f}(\alpha) = f(\alpha)^T \cdot S$$

[0130]

[0131] 수학식 14는, 평활화 매트릭스 S의 일례이다.

[0132] [수학식 14]

$$s_{ij} = 0;$$

$$\{s_{ii} = 1 - \sigma_i; \quad s_{i,i+1} = \sigma_i\}; \quad i = -M + 1$$

$$\{s_{ii} = 1 - 2\sigma_i; \quad s_{i,i\pm 1} = \sigma_i\}; \quad -M + 1 \leq i \leq M$$

$$\{s_{ii} = 1 - \sigma_i; \quad s_{i,i-1} = \sigma_i\}; \quad i = M$$

[0133]

[0134] 수학식 14에 따른 평활화 매트릭스 S 는 3-대각 매트릭스 형태이다. 즉, 평활화 매트릭스 S 의 성분들 중에서도, 한 개의 중심 대각선과 중심 대각선에 인접하며 상응하는 두 개의 대각선들 상의 성분들을 제외한 나머지 성분들은 모두 0이다.

[0135] 평활화 매트릭스 S에서, 평활도 σ_i 는 보간되는 화소단위 픽셀로부터의 거리 (i- α)와 무관하게 결정될 수도 있다. 이 경우 평활화 매트릭스 S에 따른 평활화는 균등 평활화라 지칭할 수 있다.

[0136] 또한 일 실시예에 따른 평활화 매트릭스 S에서, 평활도 σ_i 는 화소단위 픽셀 위치의 인덱스 i에 따라 변경될 수도 있다. 이 경우 평활화 매트릭스 S에 따른 평활화는 비균등 평활화라 지칭할 수 있다. 예를 들어, 평활도 σ_i 는 수학식 15에 따른다

[0137] [수학식 15]

$$\sigma_i = \beta(i - \alpha)^1$$

[0138]

[0139] 양의 지수 1은 보간되는 보간 위치와 화소단위 참조픽셀 간의 거리가 멀수록 평활화 효과를 증가시킬 수 있다. 따라서, 양의 지수 1은 평활화의 속도, 즉 보간 위치와 화소단위 참조픽셀 간의 거리에 따라 평활화 효과가 증가하는 속도를 제어할 수 있다. 평활화 파라미터 β 는 평활화의 범위, 즉 보간 위치 근처에서의 평활화를 제어할 수 있다.

[0140] 만약 0보다 작은 β 가 사용된다면, 수학식 13에 따른 평활화 매트릭스 S 는 샤프닝 필터(sharpening filter)로 변경될 수도 있다. 따라서, 0보다 작은 평활화 매트릭스 S 가 변환 및 역변환을 이용한 보간 필터와 합성된다면, 고주파 성분을 증폭시키는 필터가 생성될 수 있음은 또 다른 실시예로 구현될 수 있을 것이다.

[0141] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 부화소 단위의 예측을 위해, 평활화 보간 필터 계수 데이터를 미리 메모리 등에 적재해놓고 사용할 수 있다.

[0142] 도 5 는 일 실시예에 따라 평활화 보간 필터의 평활도 파라미터에 따른 평활화 팩터의 그래프(50)를 도시한다.

[0143] 제 1 곡선(52) 및 제 2 곡선(54)은 일 실시예에 따른 이산 변환에 기초한 보간 필터를 평활하기 위한 평활화 팩터의 그래프를 나타낸다. m이 클수록, 즉 보간되는 화소단위 픽셀들로부터 멀어질수록 평활화 팩터는 0에 가까워진다.

[0144] 여기서 평활화 파라미터 β 가 작은 제 1 곡선(52)은, 평활화 파라미터 β 가 큰 제 2 곡선(54)에 비해, 상대적으로

로 평활화 팩터의 너비가 넓다. 즉, 평활화 파라미터 β 가 큰 평활화 보간 필터에 의하면, 저주파 성분만이 주로 필터링되어 상대적으로 강하게 평활화된 부화소단위의 픽셀값이 생성될 수 있다. 평활화 보간 필터의 평활화 파라미터 β 가 상대적으로 작으면, 상대적으로 고주파 성분이 보존된 채 보간되어 부화소단위의 픽셀값이 생성될 수 있다.

[0145] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 평활화 보간 필터의 필터 계수를 결정하기 위해, 기저함수로서, 직교 기저함수 이외에도 스플라인 함수 및 다항식을 이용할 수 있다.

[0146] <스플라인 함수에 기초한 평활화 보간 필터>

[0147] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 스플라인 함수에 기초하여 평활화 보간 필터의 필터 계수를 결정할 수 있다.

[0148] 또한, 영상 보간 장치(10)는, 보간 결과를 평활화하기 위해, 경계 조건이 부가된 스플라인 함수를 이용할 수 있다. 구체적으로 예를 들면, 2개 이상의 M개의 화소단위 픽셀 p_m 을 이용하는 보간 필터를 구성하기 위해, 변수 ρ 를 갖는 다항 스플라인 보간을 이용하는 경우, 변수 ρ 가 $3 \leq \rho \leq M+1$ 의 범위에서 최대 평활도를 나타내고, $(-M+2)$ 번째 픽셀과 $(M-1)$ 번째 픽셀에서는 스플라인값, 즉 보간 결과값이 무한대로 평활해지도록, $(\rho-1)$ 개의 추가 조건이 설정될 수 있다. 이러한 추가 조건은, 낫-어-낫(not-a-knot) 경계 조건 또는 드부어(de Boor) 경계조건이라 불린다.

[0149] 스플라인 함수에 기초한 보간 필터 계수를 이용한 보간 결과는 수학식 16과 같은 가중합으로 표현될 수 있다.

[0150] [수학식 16]

$$S(x) = \sum_{m=-M+1}^M p_m f_m(x)$$

[0151]

[0152] 입력 픽셀 p_m 은 화소단위 참조픽셀들이며, m 의 범위가 $[-M+1, M]$ (즉, $-M+1 \leq m \leq M$)인 입력 픽셀들의 집합 $\{p_m\}$ 가 입력된다. 스플라인 함수 $S(x)$ 가 보간 결과 생성된 픽셀값이다. $f_m(x)$ 는 카디널 스플라인 인터폴란트(cardinal spline spline interpolants)로서, 카디널 스플라인 함수에 따른 필터 계수이다. $f_m(x)$ 는, 동일한 경계 조건을 갖고, 화소단위 참조픽셀들의 위치(즉, $-M+1 \leq m \leq M$, m 은 정수)에서만 값을 갖는 카디널 스플라인 함수값일 수 있다.

[0153] 필터 계수 $f_m(x)$ 는 수학식 17에 따라 결정될 수 있다.

[0154] [수학식 17]

$$f_m(x) = \delta_m^{-M+1+k}(1-z) + \delta_m^{-M+1+k+1}z + \sigma_m^k((1-z)^3 + z - 1)/6 + \sigma_m^{k+1}(z^3 - z)/6$$

$$z = x + M - 1 - k$$

[0155]

[0156] k 가 $0 \leq k \leq 2M-2$ 의 범위의 정수일 때, 스플라인 필터 계수 $f_m(x)$ 는 $[-M+1+k, -M+k+2]$ 의 범위, 즉 $(-M+1+k)$

으로부터 $(-M+k+2)$ 까지의 정수 m 마다 결정될 수 있다. 수학식 17에서 계수 σ_m^k 는 수학식 18의 등식들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0157] [수학식 18]

$$\begin{aligned}
 &-\sigma_m^0 + 2\sigma_m^1 - \sigma_m^2 = 0, \\
 &\sigma_m^{k-1} + 4\sigma_m^k + \sigma_m^{k+1} = 6(\delta_m^{k-1} - 2\delta_m^k + \delta_m^{k+1}), 1 \leq k \leq 2M-3 \\
 &-\sigma_m^{2M-3} + 2\sigma_m^{2M-2} - \sigma_m^{2M-1} = 0
 \end{aligned}$$

[0158]

[0159] 일 실시예에 따른 부화소단위의 보간을 위해, 보간 위치 α 에 따른 스플라인 필터 계수 $f_m(\alpha)$ 로 구성된 FIR 필터를 미리 산출하여 저장해놓고, 화소단위 참조픽셀 p_m 에 스플라인 필터 계수 $f_m(\alpha)$ 로 구성된 FIR 필터를 이용한 보간 필터링을 통해 0번 픽셀과 1번째 픽셀 사이의 보간 위치 α 의 부화소단위의 픽셀값이 생성될 수 있다.

[0160] 도 6 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터에서 이용가능한 스플라인 함수의 그래프(60)를 예시한다.

[0161] 도 6을 참조하면, 변수 ρ 이 3인 스플라인 함수에 기초하여, $2M=6$, 즉 6탭 보간 필터를 위한 3개의 스플라인 인터폴란트 곡선들 $f_{-2}(x)$ (61), $f_{-1}(x)$ (62), $f_0(x)$ (63) 이 도시되어 있다. 예를 들어, $\alpha=1/4$ 인 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터 계수들은, 스플라인 인터폴란트 곡선들 $f_{-2}(x)$ (61), $f_{-1}(x)$ (62), $f_0(x)$ (63) 상에서 $f_{-2}(1/4)$ (64), $f_{-1}(1/4)$ (65), $f_0(1/4)$ (66)로 결정될 수 있다.

[0162] <다항식에 기초한 평활화 보간 필터>

[0163] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 다항식에 기초하여 평활화 보간 필터의 필터 계수를 결정할 수 있다.

[0164] 다항식에 기초한 보간 필터 계수들 $\{f_k\}$ 로 구성된 다항식 보간 함수는, 수학식 19과 같이 다항식의 기저함수에 기초하여 표현될 수 있다. 정수 k 는 $-M+1 \leq k \leq M$ 의 범위로 정의된다.

[0165] [수학식 19]

$$\sum_{-M+1}^M f_k(\alpha) e^{i\omega k} \quad e^{i\omega \alpha}$$

[0167] 또한, 영상 보간 장치(10)는, 보간 결과를 평활화하기 위해, 다항식에 기초한 보간 필터 계수들 $\{f_k\}$ 중에서, 저주파 대역에서 최적화된 필터 계수들을 결정할 수 있다. 일례로, 주파수 ω 가 0일 때, 다항식 보간 함수의 함수값과 다항식 보간 함수의 도함수들의 값들이 모두 동일한 경우에 결정되는 필터 계수들 $\{f_k\}$ 가, 저주파 대역에서 최적화된 보간 필터 계수로 결정될 수 있다. 이에 따르면, 수학식 20과 같이, 정수 k 에 대한 함수로서, 미지수인 $2M$ 개의 필터 계수들 $\{f_k\}$ 을 위한 $2M$ 개의 선형 함수들이 도출될 수 있다.

[0168] [수학식 20]

$$\sum_{-M+1}^M f_k(\alpha) k^m = \alpha^m$$

[0169]

[0170] 수학식 20의 선형 함수들의 해는, 뉴턴 다항식(Newton polynomial)에 대한 해법을 통해 구할 수 있다. 수학식 21은, 수학식 20의 선형 함수들에 대한 해로 산출된 $2M$ 개의 필터 계수들 $\{f_k\}$ 이다.

[0171] [수학식 21]

$$f_k(\alpha) = \frac{\prod_{m=-M+1, m \neq k}^M (m-\alpha)}{\prod_{m=-M+1, m \neq k}^M (m-k)}$$

[0172]

[0173] 수학식 20 및 21의 뉴턴 다항식에 기초하여 결정된 필터 계수들 $\{f_k\}$ 로 구성된 보간 필터는 저주파수 대역에서 최고 주파수 응답을 가지므로, 이 보간 필터를 이용한 픽셀값들은, 보다 평활화된 보간 결과를 도출할 수 있다. 따라서, 다항식의 기저함수에 기초하여 결정된 필터 계수로 구성된 보간 필터가 평활화 보간 필터로서 선택될 수 있다.

[0174] 이에 따라 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 다항식에 기초한 보간 필터 계수로 구성된 평활화 보간 필터를 선택하여, 보다 평활화된 보간 픽셀들을 생성할 수 있다. 특히, 크로마 성분의 픽셀들은 고주파 성분이 강하므로, 크로마 성분의 화소단위 픽셀들에 대하여 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위하여, 다항식에 기초한 보간 필터 계수로 구성된 평활화 보간 필터가 이용될 수 있다.

[0175] <확대 보간을 위한 보간 필터 계수>

[0176] 일 실시예에 따른 다양한 평활화 보간 필터 생성 방법들은 정수가 아닌 부동 소수점 수(floating point number)를 생성하는 연산식에 기초하며, 필터 계수들의 절대값은 대개 1보다 크지 않다. 특히, 부화소단위의 보간 위치 α 에 의해 정수가 아닌 실수의 연산 결과가 발생할 수 있다.

[0177] 부동 소수점 기반의 연산보다 효율이 정수 기반의 연산 효율이 높다. 이에 따라 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 스케일링 비율을 이용하여 필터 계수를 정수로 확대함으로써, 보간 필터링의 연산 효율성을 향상시킬 수 있다. 또한, 픽셀값의 비트 깊이가 커짐에 따라 보간 필터링의 정확도도 향상될 수 있다.

[0178] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는 필터 계수들 $f_m(\alpha)$ 에 소정의 값을 곱하고, 큰 값의 계수 $F_m(\alpha)$ 를 이용해 영상을 보간할 수 있다. 예를 들어, 수학식 22에 따라 필터 계수 $F_m(\alpha)$ 는 필터 계수들 $f_m(\alpha)$ 로부터 확대될 수 있다.

[0179] [수학식 22]

$$F_m(\alpha) = \text{int}(f_m(\alpha) \cdot 2^n)$$

[0180]

[0181] 연산 효율을 위해 스케일링 비율은, 2^n 의 형태일 수 있다. n 은 0 및 양의 정수일 수 있다. 2^n 만큼 확대된 필터 계수에 의한 보간 필터링 결과는, 원 필터 계수에 의한 필터링 결과에 비해 비트맵스가 n 비트만큼 확대될 수 있다.

[0182] 확대된 필터 계수 $F_m(\alpha)$ 를 이용한 정수 연산 보간 필터링은 수학식 23을 따를 수 있다. 즉, 확대된 필터 계수 $F_m(\alpha)$ 을 이용하여 보간 필터링이 수행된 후, 확대된 비트맵스가 원본 비트맵스로 복원되어야 한다.

[0183] [수학식 23]

$$p(\alpha) = \left(\sum_{-M+1}^M F_m(\alpha) \cdot p_m + \text{offset} \right) \gg n$$

[0184]

[0185] 이 때, offset은 2^{n-1} 일 수 있다.

[0186] 즉, 일 실시예에 따른 확대된 평활화 보간 필터를 이용하여 확대된 필터링 결과는, 원본 비트로 복원되기 위해 스케일링 비율 2^n 만큼 축소되어 하므로, 확대된 필터링 결과의 비트맵스가 n 비트만큼 축소될 수 있다.

[0187] 만약, 수평 방향의 1차원 보간 필터링과 수직 방향의 1차원 보간 필터링을 통해 2단계 보간 필터링이 수행된 경

우, 총 2n비트만큼 축소될 수 있다. 따라서, 제 1 1차원 보간 필터가 n1비트만큼 확대되고, 제 2 1차원 보간 필터가 n2만큼 확대된 경우, 제 1 1차원 보간 필터링과 제 2 1차원 보간 필터링을 통해 2단계 보간 필터링 후에 n1과 n2의 합 2n만큼 축소될 수 있다. 제 1 1차원 보간 필터는 확대되지 않은 보간 필터일 수 있다.

[0188] 평활화 보간 필터 계수 $f_m(\alpha)$ 의 총합은 1이므로,

[0189] [수학식 24]

$$\sum_{-M+1}^M f_m(\alpha) = 1$$

[0190]

[0191] 확대된 평활화 보간 필터의 필터 계수 $F_m(\alpha)$ 을 위한 정규화 조건은 수학식 25에 따를 필요가 있다.

[0192] [수학식 25]

$$\sum_{-M+1}^M F_m(\alpha) = 2^n$$

[0193]

[0194] 그러나, 수학식 25에 따른 정규화 조건은 라운딩 에러(rounding error)에 따라 오차가 발생할 수 있다. 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 수학식 19에 따른 정규화 조건에 기초하여, 확대된 필터 계수들 $F_m(\alpha)$ 을 반올림할 수 있다. 정규화를 위해 확대된 필터 계수들 $F_m(\alpha)$ 중 일부는 원본값에 비해 소정 범위 내에서 조정될 수 있다. 예를 들어, 확대된 필터 계수들은 라운딩 에러를 보정하기 위해 ± 1 의 범위 내에서 조정될 수 있다.

[0195] 이상 다양한 평활화 보간 필터들과 필터 계수들이 개시되었다. 특히, 평활화 보간 필터의 필터 계수를 결정하기 위한 함수로서, 윈도우 함수, 스플라인 함수, 다항식 등이 이용될 수 있다. 보간 필터를 위해서는 함수의 주파수 응답은 주파수에 따라 변하지만, 평활화 보간 필터를 위해서는 함수의 주파수 응답의 필터 이득(filter gain)이 1에 가까운 것이 바람직하다. 따라서, 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 주파수가 변하더라도 주파수 응답의 필터 이득이 1에 가장 가까운 함수를 이용하여 필터 계수를 결정하고, 이 필터 계수로 구성된 보간 필터를 평활화 보간 필터로서 선택할 수 있다.

[0196] 도 7 은 일 실시예에 따른 영상 보간 방법의 흐름도를 도시한다.

[0197] 단계 71에서, 픽처의 화소단위들 사이에 위치하는 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터가 선택된다. 일 실시예에 따른 보간 필터들의 평활도는, 보간 위치와 화소단위들 간의 거리에 기초하여 결정될 수 있다.

[0198] 일 실시예에 따른 보간 필터는, 복수 개의 기저함수에 기초한 변환 및 역변환을 수행하기 위한 필터 계수들로 구성된 필터일 수 있다. 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터는, 윈도우 함수가 합성된 보간 필터, 복수 개의 평활화 파라미터에 기초한 보간 필터, 평활화 파라미터에 기초한 보간 필터, 스플라인 보간 필터 및 다항식 보간 필터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0199] 일 실시예에 따라 평활화 보간 필터를 이용한 필터링을 위해, 화소단위 참조픽셀들에 대한 필터 계수들 중에서, 화소단위 참조픽셀들과 보간 위치 간의 거리가 멀수록 해당 필터계수들은 더 평활해지도록 결정될 수 있다.

[0200] 단계 72에서, 단계 71에서 선택된 보간 필터를 이용하여 화소단위 픽셀들의 픽셀값들을 보간하여, 적어도 하나의 부화소단위의 픽셀값이 생성된다.

[0201] 보간 필터들 중에서, 필터 계수들이 정수로 확대된 보간 필터가 선택되면, 보간 필터를 이용하여 생성한 픽셀값은 스케일링 비율에 기초하여 정규화될 수 있다.

[0202] 일 실시예에 따라, 보간될 픽셀들의 특성에 따라서, 보간 필터들 중에서 서로 다른 보간 필터들이 선택되고, 픽셀의 특성별로 각각 선택된 서로 다른 보간 필터를 이용하여, 부화소단위의 픽셀값이 생성될 수 있다.

[0203] 이하, 도 8a 내지 12c를 참조하여, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도를 고려하여 결정된 보간 필터의 필터 계수들의 다양한 실시예들이 개시된다.

[0204] 도 8a, 8b, 및 8c 는 일 실시예에 따라, 평활도 파라미터와 보간 위치에 따라 결정되는 12탭 보간 필터들의 필터 계수들을 도시한다.

- [0205] 도 8a, 8b, 및 8c 를 참조하여, 전술된 직교변환에 기초한 보간 필터 중에서 도 5를 참조하여 전술한, 화소단위 참조픽셀을 평활화 한 후 직교변환 및 역변환을 수행하기 위해, 평활화 매트릭스와 직교변환에 기초한 보간 필터가 합성된 평활화 보간 필터의 필터 계수들이 개시된다.
- [0206] 도 8a, 8b, 및 8c 는 평활화 파라미터 β 가 0, 0.002, 0.004, 0.006, 0.008, 0.010, 0.012, 0.014, 0.016, 0.018, 0.020로 변동함에 따라, 그리고 보간 위치 a 가 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8로 변동함에 따라, 서로 다른 필터 계수들로 구성된 다양한 보간 필터들이 개시되어 있다.
- [0207] 예를 들어, 도 8a의 테이블 중에서 평활화 파라미터 β 가 0.002이고 보간 위치 a 가 1/8를 보면, 보간 필터로서 필터 계수들 $\{f_m\}$, 즉 $\{f_{-11}, f_{-10}, f_{-9}, f_{-8}, f_{-7}, f_{-6}, f_{-5}, f_{-4}, f_{-3}, f_{-2}, f_{-1}, f_0, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}, f_{11}, f_{12}\}$ 가 $\{-1, 4, -7, 12, -24, 246, 37, -16, 9, -5, 3, -1\}$ 로 구성된 필터가 선택될 수 있다.
- [0208] 도 9a, 9b, 및 9c 는 일 실시예에 따라, 평활도 파라미터와 보간 위치에 따라 결정되는 6탭 보간 필터들의 필터 계수들을 도시한다.
- [0209] 도 8a, 8b, 및 8c 의 필터 계수는 평활화 매트릭스와 직교변환 보간 필터가 합성된 평활화 보간 필터 중에서 12 탭 보간 필터의 12개의 필터 계수들인데 반해, 도 9a, 9b, 및 9c 에서는, 8탭 보간 필터의 8개의 필터 계수들이 개시된다. 도 8a, 8b, 및 8c 는 평활화 파라미터 β 와 보간 위치 a 가 변동함에 따라, 서로 다른 필터 계수들로 구성된 다양한 평활화 보간 필터들이 개시될 수 있다.
- [0210] 도 8a, 8b, 8c, 9a, 9b, 및 9c 를 참조하여 개시된 필터 계수들은, 일 실시예에 따른 확대 보간 필터링에 따라, 스케일링 비율 $256(=2^8)$ 로 확대되고 반올림된 계수들이다.
- [0211] 도 8a, 8b, 8c, 9a, 9b, 및 9c 를 관찰하면, 보간 위치 a 는 일정하고 평활화 파라미터 β 가 증가함에 따라, 필터 계수 f_m 가 상대적으로 작아지는 경향이 발생할 수 있다.
- [0212] 또한, 평활화 파라미터 β 가 일정하고 보간 위치 a 가 1/2로부터 멀어짐에 따라, 필터 계수 f_m 중에서, m 이 $m=0$ 으로부터 $m=-M+1$ 또는 $m=M$ 쪽으로 멀어질수록, f_0 에 비해 필터 계수 f_m 가 상대적으로 작아지고, $m=0$ 근처의 필터 계수들의 필터 계수 f_m 가 상대적으로 큰 경향이 발생할 수 있다.
- [0213] 따라서, 평활화 파라미터 β 가 증가함에 따라, 보간 위치 a 가 1/2로부터 멀어짐(즉, 화소단위 픽셀에 가까워짐)에 따라, 보다 샤프한 보간 필터, 즉 덜 평활화하는 보간 필터가 선택될 수 있다.
- [0214] 일 실시예에 따른 보간 필터는 거울 반사형 대칭 필터이므로, 보간 위치 a 의 필터 계수 $f_m(a)$ 를 이용하여 보간 위치 $(1-a)$ 의 필터 계수 $f_m(a)$ 가 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 9a에서 평활화 파라미터 $\beta=0.002$ 인 필터 계수들 $\{f_m\}$ 중에서 보간 위치 $a=3/8$ 인 필터 계수들 $\{f_m(3/8)\}$ 와 보간 위치 $a=1 - 3/8 = 5/8$ 인 필터 계수들 $\{f_m(5/8)\}$ 를 비교하면, 아래와 같다.
- [0215] $\{f_m(3/8)\} = \{ 11, -42, 196, 117, -35, 10 \}$,
- [0216] $\{f_m(5/8)\} = \{ 10, -35, 117, 196, -42, 11 \}$
- [0217] 즉, $m = -2, -1, 0$ 일 때의 $\{f_m(3/8)\}$ 와 $m = 3, 2, 1$ 일 때의 $\{f_m(5/8)\}$ 가 동일하고, $m = 3, 2, 1$ 일 때의 $\{f_m(3/8)\}$ 와 $m = -2, -1, 0$ 일 때의 $\{f_m(5/8)\}$ 가 동일함이 확인된다. 따라서, 이하 도 10 내지 12c의 테이블에서는, 보간 위치가 1/2보다 작거나 같은 경우의 보간 필터 계수들 $\{f_m(a)\}$ 만이 개시되어 있더라도, 보간 위치가 1/2보다 큰 경우의 나머지 보간 필터 계수들 $\{f_m(a)\}$ 이 결정될 수 있음은 당업자에게 쉽게 이해될 것이다.
- [0218] 도 10 은 일 실시예에 따라, 크로마 성분의 픽셀들을 위한 평활도 파라미터와 보간 위치에 따라 결정되는 6탭 보간 필터의 필터 계수들을 예시한다.
- [0219] 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)는, 영상 특성에 따라 다른 종류의 보간 필터를 선택할 수 있다. 예를 들어, 평활화 매트릭스와 직교변환 보간 필터가 합성된 평활화 보간 필터가 결정되는 경우, 영상 특성에 따라 평활도 파라미터가 변경될 수 있다.
- [0220] 구체적인 예로, 크로마 성분의 픽셀들은 4:2:0 컬러 포맷에 따라 다운 샘플링되므로, 루마 성분의 픽셀들에 비

해 저주파 성분이 적다. 이 경우 도 10를 참조하여, 루마 성분의 픽셀들을 위한 보간 필터와 별개로, 크로마 성분의 픽셀들을 위한 보간 필터만이 별도로 선택될 수 있다. 이하 도 11을 참조하여, 컬러 성분에 따라 보간 필터라 상이하게 선택되는 다양한 필터 계수들이 개시된다.

- [0221] 도 11 은 일 실시예에 따라, 컬러 성분 및 영상 보간 위치에 따라 상이하게 결정되는 평활화 보간 필터들의 필터 계수들을 예시한다.
- [0222] 도 11을 참조하면, 필터 탭수 $2M$, 보간 위치 α , 컬러 성분 $L(\text{루마})/C(\text{크로마})$ 에 변동함에 따라, 서로 다른 필터 계수들로 구성된 다양한 평활화 보간 필터들이 예시된다. 도 11의 필터 계수들은, 스케일링 비율 $256(=2^8)$ 로 확대되고 반올림된 계수들이다. 전술한 바와 같이, 보간 필터 계수들의 거울 반사 특성에 기초하여 보간 위치 σ 가 $1/2$ 보다 작거나 같은 경우만이 개시되어 있다.
- [0223] 도 8a 내지 10에서 관찰한 바와 유사하게, 크로마 성분을 위한 필터 계수들과 루마 성분을 위한 필터 계수들을 비교하면, 평활화 파라미터 β 가 큰 경우의 필터 계수들과 작은 경우의 필터 계수들을 비교한 결과와 유사하다.
- [0224] 도 12a, 12b 및 12c 는 일 실시예에 따라 영상 보간 위치 및 스케일링 비율에 따른 평활화 보간 필터들의 필터 계수들을 예시한다.
- [0225] 도 12a, 12b 및 12c 를 참조하여, 스케일링 비율 2^n 이 512, 256, 128, 64로 변동하고, 보간 필터의 필터탭 및 보간 위치 α 이 변동함에 따라, 평활화 보간 필터의 확대, 반올림 및 정규화된 필터 계수들의 다양한 변형례들이 개시된다.
- [0226] 특히 도 12c의 보간 필터 계수들 중에서 $1/8$ 픽셀 단위의 보간을 위한 필터 계수들은, 크로마 성분 픽셀들의 움직임 보상에서 유용하게 이용될 수 있다. 다만 크로마 성분의 픽셀들에 대해서는, 루마 성분의 픽셀들에 비해 인간이 시각적으로 인지하는 화질이 덜 중요하므로, 상대적으로 짧은 필터탭 4탭과 비트탭스가 낮아 스케일링 비율 2^5 인 평활화 보간 필터가 이용될 수도 있다.
- [0227] 이상 도 8a 내지 12c를 통해 개시된 필터 계수들은 다양한 실시예들 중 일부일 뿐이며, 일 실시예에 따른 평활화를 고려한 보간 필터들에 대해, 보간 위치, 평활화 파라미터, 윈도우 함수의 종류, 스플라인 함수의 종류, 다항식 해법의 종류, 스케일링 비율, 반올림 여부 등을 포함한 다양한 요인에 따라 필터 계수가 변형될 수 있음은 당업자에게 쉽게 이해될 것이다.
- [0228] 이하 도 13a 내지 도 27을 참조하여, 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오의 부호화 및 복호화가 개시된다. 도 15 내지 도 25을 참조하여 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초한 비디오의 부호화 및 복호화가 개시되고, 도 26 및 27을 참조하여 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오의 부호화 및 복호화 방법이 개시된다.
- [0229] 영상과 관련된 데이터에 대해 각종 동작이 수행될 때, 영상과 관련된 데이터는 데이터 그룹들로 분할되고, 동일 데이터 그룹에 포함되는 데이터에 대해 동일한 동작이 수행될 수 있다. 이하 본 명세서에, 소정 기준에 따라 형성되는 데이터 그룹을 '데이터 단위'라 지칭한다. 이하 본 명세서에, '데이터 단위'마다 이루어지는 동작은, 데이터 단위에 포함된 데이터들을 이용하여 해당 동작이 수행됨을 의미한다.
- [0230] <평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 부호화/복호화>
- [0231] 도 13a 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 부호화 장치의 블록도를 도시한다.
- [0232] 비디오 부호화 장치(100)의 부호화부(120) 및 출력부(130)의 동작은, 비디오 인코딩 프로세서, 중앙 프로세서, 그래픽 프로세서 등에 의해 유기적으로 제어될 수 있다.
- [0233] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 입력된 비디오 중 현재 픽처를 부호화하기 위해, 현재 픽처를 소정 크기의 데이터 단위들로 분할하여 데이터 단위별로 부호화를 수행한다.
- [0234] 예를 들어, 현재 픽처는 공간 도메인의 화소들로 구성된다. 현재 픽처 중에서 공간적으로 인접하는 화소들을 함께 부호화하기 위해 소정 범위 내의 인접 화소들이 하나의 그룹을 이루도록, 현재 픽처는 소정 크기의 화소 그룹들로 분할될 수 있다. 분할된 소정 크기의 화소 그룹의 화소들에 대한 일련의 부호화 동작들에 의해, 현재 픽처에 대한 부호화가 수행될 수 있다.
- [0235] 픽처의 부호화 처리 대상이 되는 초기 데이터가 공간 도메인의 화소값이므로, 각각의 소정 크기의 화소 그룹이

부호화 처리 대상이 되는 데이터 단위로 이용될 수 있다. 또한 공간 도메인의 화소 그룹의 화소값들에 대해 비디오 부호화를 위한 변환을 수행하여, 변환 도메인의 변환 계수들이 생성되는데, 변환 계수들도 공간 도메인의 화소 그룹과 동일한 크기의 계수 그룹을 유지한다. 따라서, 변환 도메인의 변환 계수들의 계수 그룹도, 픽처의 부호화를 위한 데이터 단위로 이용될 수 있다.

- [0236] 따라서, 공간 도메인 및 변환 도메인을 통틀어서, 소정 크기의 데이터 그룹이 부호화를 위한 데이터 단위로 이용될 수 있다. 이 때, 데이터 단위의 크기는 데이터 단위에 포함되는 데이터의 개수로 정의될 수 있다. 예를 들어, 공간 도메인의 화소들의 개수 또는 변환 도메인의 변환 계수들의 개수가 데이터 단위의 크기를 나타낼 수 있다.
- [0237] 비디오 중에서 현재 부호화 처리 대상인 데이터 단위, 슬라이스, 픽처, 픽처 시퀀스 중 어느 하나의 데이터 레벨의 데이터 그룹마다, 현재 데이터 단위에 대한 부호화 방식 또는 부호화 특성이 결정될 수 있다.
- [0238] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 데이터 단위별로 인터 예측, 인트라 예측을 포함하는 예측 부호화, 변환 및 양자화 및 엔트로피 부호화를 수행함으로써, 현재 픽처의 부호화를 수행할 수 있다.
- [0239] 인터 예측에 따르면, 시간 순서 상 앞서거나 뒤따라오는 픽처의 픽셀값을 참조하여 현재 픽셀값이 추정되도록, 참조 픽처의 참조 영역의 픽셀값과 현재 픽처의 픽셀값 간의 레지듀얼 데이터 및 참조된 픽셀값을 가리키는 참조 데이터가 결정될 수 있다.
- [0240] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는 보다 정확한 인터 예측을 위해, 부화소 단위 픽셀 값을 이용하여 레지듀얼 데이터 및 참조 데이터를 결정할 수 있다. 비디오 부호화 장치(100)는 부화소 단위의 인터 예측을 위해, 인접하는 화소단위 픽셀들 사이에 위치하는 부화소 단위 픽셀값을 결정하기 위하여, 인접하는 화소단위 픽셀들을 보간하여 부화소 단위의 픽셀값을 결정할 수 있다.
- [0241] 또한, 인접하는 화소단위 픽셀들을 포함하여, 둘 이상의 화소단위의 참조 픽셀들에 대한 보간 필터링을 통해 부화소 단위의 픽셀값이 생성될 수 있다. 보간 필터링을 위한 참조 픽셀들은 참조 픽처 상의 픽셀들일 수 있다.
- [0242] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 효율적인 영상 보간을 위해 보간 필터 계수들의 선택적으로 결정할 수 있다. 일 실시예에 따른 부호화부(120)에, 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)가 탑재될 수 있다. 즉, 부호화부(120)는 부화소 단위의 인터 예측을 위해, 영상 보간 장치(10)에 따라 변환 및 역변환에 기초하여 결정된 필터 계수들로 구성된 보간 필터를 이용하여 부화소 단위의 픽셀값을 생성할 수 있다.
- [0243] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 효과적인 보간 필터링을 위해 보간 필터 계수를 미리 메모리에 저장해놓을 수 있다. 일 실시예에 따른 보간 필터 계수는, 보간 위치, 평활도, 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율, 변환에 기초한 보간 필터링의 기저함수의 종류에 따라, 다양한 종류의 보간 필터 계수들이 비디오 부호화 장치(100)의 메모리에 저장되어 있을 수 있다.
- [0244] 예를 들어, (i) 8탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 필터 계수인 { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1 }, (ii) 8탭 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 보간 필터 계수인 { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }, (iii) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/8-화소 단위의 필터 계수인 { -3, 60, 8, -1 }, (iv) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 필터 계수인 { -4, 54, 16, -2 }, (v) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 3/8-화소 단위의 필터 계수인 { -5, 46, 27, -4 }, (vi) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 필터 계수인 { -4, 36, 36, -4 }가 메모리에 저장되어, 본 발명에 따른 평활화 보간 필터링을 위해 이용될 수 있다.
- [0245] 본 예에 따른 필터 계수들을 포함하여 도 8a 내지 12c에서 예시된 다양한 필터 계수들과 같이, 다양한 기저함수, 윈도우 함수 등을 통해 변형 가능한 평활화 보간 필터 계수가, 보간 필터로써 이용될 수 있음은 전술한 바와 같다.
- [0246] 메모리에 저장된 필터 계수를 이용한 보간 필터링을 통해, 인터 예측을 위한 연산 속도가 향상될 수 있다.
- [0247] 부호화부(120)는, 보간 필터들 중에서 부화소 단위의 보간 위치 a 와 평활도에 따라 원하는 평활화 보간 필터를 선택하여 인터 예측에 이용할 수 있다. 뿐만 아니라, 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율 등에 따라 현재 픽셀에 적합한 평활화 보간 필터가 결정될 수 있다.
- [0248] 일 실시예에 따른 부호화부(100)는, 영상 특성에 따라 보간 필터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 부호화부(100)는, 픽셀의 컬러 성분에 따라, 서로 다른 보간 필터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 루마 성분의 픽셀들을 위한

보간 필터 및 크로마 성분의 픽셀들을 위한 보간 필터가 별개로 선택되어, 서로 다른 보간 필터링을 통해 보간된 부화소 단위의 픽셀값들이 각각 생성될 수 있다.

- [0249] 부화소 단위의 보간에 기초한 인트라 예측을 포함하여, 인트라 예측, 변환/양자화를 수행하여, 비디오가 부호화될 수 있다.
- [0250] 일 실시예에 따른 출력부(130)는, 부호화 정보를 부호화하여 출력하고, 부호화된 픽처 데이터를 출력할 수 있다. 부호화 정보는, 보간 필터의 선택에 대한 정보가 별도로 부호화될 수 있다. 즉, 부화소 단위의 예측 부호화를 위해 어떤 보간 필터가 사용되었는지에 대한 정보가 부호화될 수 있다. 예를 들어, 영상의 부호화 과정에서 어떠한 필터를 이용해 보간하였는지 복호화하는 측이 알고 있어야, 부호화 과정에서 이용된 보간 필터와 동일한 필터를 이용해 영상을 보간하고, 복호화할 수 있다. 이를 위해, 보간에 이용된 필터를 특정할 수 있는 정보가 영상과 함께 부호화될 수도 있다. 다만, 필터의 선택이 이전에 부호화 결과 즉, 콘텍스트(context)에 기초해 수행되는 경우에는 필터 선택과 관련된 정보를 별도로 부호화할 필요가 없다.
- [0251] 출력부(130)는 부호화 정보 및 부호화된 픽처 데이터에 대해 엔트로피 부호화를 수행하여, 비트스트림을 출력할 수 있다.
- [0252] 도 13b 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 영상 복호화 장치의 블록도를 도시한다.
- [0253] 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 복호화 장치(200)는 수신추출부(220) 및 복호화부(230)를 포함한다. 이하 설명의 편의를 위해 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 복호화 장치(200)를 '비디오 복호화 장치(200)'로 축약하여 지칭한다. 비디오 복호화 장치(200)의 수신추출부(220) 및 복호화부(230)의 동작은, 비디오 디코딩 프로세서, 그래픽 프로세서, 중앙 프로세서 등에 의해 유기적으로 제어될 수 있다.
- [0254] 비디오 복호화 장치(200)는, 비트스트림으로부터 영상을 복원하기 위해, 엔트로피 복호화, 역양자화, 역변환 및 인트라 예측/보상, 인트라 예측/보상을 포함하는 동작들을 통해, 비트스트림의 부호화된 픽처 데이터를 복호화할 수 있다.
- [0255] 일 실시예에 따른 수신추출부(220)는, 부호화된 비디오에 대한 비트스트림을 수신하고 파싱한다. 수신추출부(220)는, 파싱된 비트스트림으로부터, 현재 픽처에 대해 데이터 단위별로 부호화된 데이터를 추출하고, 부호화된 데이터를 복호화할 수 있도록 부호화 방식에 대한 정보가 수록된 부호화 정보를 추출할 수 있다.
- [0256] 부호화 정보가 보간 필터 정보를 포함한 경우, 복호화부(230)는, 보간 필터 정보로부터 어느 보간 필터를 이용하여 부화소 단위의 인트라 예측을 수행하였는지 판독하여, 복호화부(230)는, 부호화 과정에서 이용된 보간 필터를 이용하여 움직임 보상을 수행할 수도 있다.
- [0257] 복호화부(230)는, 부호화 모드에 대한 정보에 기초하여 결정된 각종 복호화 방식에 따라, 부호화된 픽처에 대해 엔트로피 복호화, 역양자화, 역변환, 인트라 예측/보상, 인트라 예측/보상 등의 각종 복호화 동작을 수행함으로써 부호화된 픽처 데이터를 복호화할 수 있다.
- [0258] 움직임 보상을 위해, 참조 데이터를 이용하여 현재 픽처에 대한 시간 순서 상 앞서거나 뒤따라오는 참조 픽처의 참조 영역이 결정되고, 참조 영역의 픽셀값과 레지듀얼 데이터가 합성되어 현재 픽셀 값이 복원될 수 있다.
- [0259] 부호화 과정에서 부화소 단위로 보간된 픽셀을 기초로 레지듀얼 데이터 및 참조 데이터가 결정된 경우, 복호화부(230)도 부화소 단위로 보간된 픽셀들을 기초로 움직임 보상을 수행할 수 있다. 복호화부(230)는 부화소단위의 움직임 보상을 위해, 참조 픽처의 픽셀들 중에서, 인접하는 화소단위 픽셀들을 보간하여 부화소 단위의 픽셀값을 생성할 수 있다. 인접하는 화소단위 픽셀들을 포함하여, 둘 이상의 화소단위의 참조 픽셀들에 대한 보간 필터링을 통해 부화소 단위의 픽셀값이 생성될 수 있다.
- [0260] 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는, 효율적인 영상 보간을 위해 보간 필터 계수들의 선택적으로 결정할 수 있다. 일 실시예에 따른 복호화부(230)에, 일 실시예에 따른 영상 보간 장치(10)가 탑재될 수 있다. 즉, 복호화부(230)는 부화소 단위의 움직임 보상을 위해, 변환에 기초한 보간 필터를 이용하여 부화소 단위의 픽셀값을 생성할 수 있다.
- [0261] 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는, 효과적인 보간 필터링을 위해, 보간 위치, 평활도, 필터탭수, 비트맵스, 스케일링 비율, 변환에 기초한 보간 필터링의 기저함수의 종류에 따라, 다양하게 선택 가능한 보간 필터의 필터 계수들을 메모리에 저장해 놓을 수 있다.

- [0262] 전술한 바와 같이, 예를 들어, (i) 8탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 필터 계수인 { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1 }, (ii) 8탭 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 필터 계수인 { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }, (iii) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/8-화소 단위의 필터 계수인 { -3, 60, 8, -1 }, (iv) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/4-화소 단위의 필터 계수인 { -4, 54, 16, -2 }, (v) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 3/8-화소 단위의 필터 계수인 { -5, 46, 27, -4 }, (vi) 4탭, 스케일링 비율 2^6 , 1/2-화소 단위의 필터 계수인 { -4, 36, 36, -4 } 중 적어도 하나의 필터 계수가 메모리에 저장되어, 본 발명에 따른 평활화 보간 필터링을 위해 이용될 수 있다. 본 예에 따른 필터 계수들을 포함하여 도 8a 내지 12c에 도시된 바와 같이, 다양한 기저함수, 윈도우 함수 등을 통해 변형 가능한 평활화 보간 필터 계수가, 평활화 보간 필터링을 위해 이용될 수 있음은 전술한 바와 같다.
- [0263] 복호화부(230)는, 보간 필터들 중에서 부화소 단위의 보간 위치 a 와 평활도, 뿐만 아니라 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율 등에 따라 현재 픽셀에 적합한 보간 필터를 선택적으로 결정하여, 부화소 단위의 움직임 보상을 수행할 수 있다.
- [0264] 또한 복호화부(230)는, 영상 특성에 따라 평활화 보간 필터를 결정할 수 있다. 예를 들어, 픽셀의 컬러 성분에 따라 서로 다른 보간 필터를 선택하고, 루마 성분의 픽셀들을 위한 보간 필터링 및 크로마 성분의 픽셀들을 위한 보간 필터링이 별개로 수행되어, 보간된 부화소 단위의 픽셀값들이 각각 생성될 수 있다.
- [0265] 따라서, 복호화부(230)는, 역양자화/역변환을 통해 공간 도메인의 데이터를 복원하고, 인트라 예측 및 화소 단위의 보간 뿐만 아니라 부화소 단위의 보간에 기초한 움직임 보상을 수행함으로써, 픽셀값을 복원하고 현재 픽처를 복원할 수 있다. 픽처들이 복원됨에 따라, 비디오가 복호화될 수 있다.
- [0266] 도 14a 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 영상 부호화 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0267] 단계 1410에서, 입력된 비디오 중 현재 픽처를 부호화하기 위해, 부화소 단위의 보간을 이용한 예측 부호화가 수행된다. 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터가 선택된다. 일 실시예에 따른 보간 필터들의 평활도는, 보간 위치와 화소단위들 간의 거리에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0268] 참조 픽처 상의 둘 이상의 화소단위의 참조 픽셀들에 대한 보간 필터링을 통해 부화소 단위의 픽셀값이 생성될 수 있다. 생성된 부화소 단위 픽셀 값을 이용하여 레지듀얼 데이터 및 참조 데이터가 결정됨으로써 예측 부호화가 수행될 수 있다.
- [0269] 효율적인 영상 보간을 위해 보간 필터 계수들의 선택적으로 결정할 수 있다. 메모리에 미리 저장된 보간 필터 계수들 중에서, 부화소 단위의 보간 위치, 평활도, 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율, 변환에 기초한 보간 필터링의 기저함수의 종류, 컬러 성분 등에 따라, 원하는 보간 필터가 선택되어 부화소 단위의 픽셀값을 위한 보간 이 수행될 수 있다.
- [0270] 단계 1420에서, 부화소 단위의 보간에 기초한 인트라 예측을 포함하여, 인트라 예측이 수행된 결과에 대해 변환/양자화가 수행된다,
- [0271] 단계 1430에서, 양자화된 변환 계수의 형태인 부호화된 픽처 데이터 및 부호화 정보에 대해 엔트로피 부호화를 수행하여, 비트스트림을 출력할 수 있다. 부호화 정보는, 부화소 단위의 예측 부호화를 위해 어떤 보간 필터가 사용되었는지에 대한 정보를 포함할 수도 있다.
- [0272] 도 14b 는 일 실시예에 따른 평활화 보간 필터를 이용하는 영상 복호화 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0273] 단계 1450에서, 부호화된 비디오에 대한 비트스트림을 수신하고 엔트로피 복호화하고 파싱하여, 비트스트림으로부터 현재 픽처의 양자화된 변환 계수 및 부호화 정보가 추출된다.
- [0274] 부호화 정보가 보간 필터 정보를 포함한 경우, 보간 필터 정보로부터 필요한 보간 필터의 종류를 판독할 수도 있다.
- [0275] 단계 1460에서, 부호화 정보로부터 판독된 부호화 모드에 기초하여 결정된 각종 복호화 방식에 따라, 양자화된 변환 계수에 대해 역양자화 및 역변환을 수행하여 레지듀얼 데이터를 포함하여 공간 도메인의 데이터가 복원된다.

- [0276] 단계 1470에서, 부호화 모드에 기초하여 움직임 보상, 인트라 예측 등의 각종 복호화 동작을 통해 부호화된 픽처 데이터가 복호화될 수 있다.
- [0277] 특히, 부화소 단위로 보간된 픽셀을 기초로 부호화된 레지듀얼 데이터 및 참조 데이터가 추출된 경우, 부화소 단위로 보간된 픽셀들을 기초로 움직임 보상이 수행될 수 있다. 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터가 선택된다.
- [0278] 효율적인 영상 보간을 위해 보간 필터 계수들의 선택적으로 결정할 수 있다. 메모리에 미리 저장된 보간 필터 계수들 중에서, 부화소 단위의 보간 위치, 평활도, 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율, 변환에 기초한 보간 필터링의 기저함수의 종류, 컬러 성분 등에 따라, 원하는 보간 필터가 선택되어 부화소 단위의 픽셀값을 위한 보간 이 수행될 수 있다. 메모리에 미리 저장된 보간 필터 계수들을 이용하여 보간된 픽셀들을 참조하여 움직임 보상이 수행됨으로써, 연산 속도가 증가할 수 있다.
- [0279] 참조 데이터를 이용하여 참조 픽처 및 참조 영역이 결정되고, 참조 픽처 상의 둘 이상의 화소단위의 참조 픽셀들에 대한 보간 필터링을 통해 부화소 단위의 픽셀값이 생성될 수 있다. 생성된 부화소 단위 픽셀 값과 레지듀얼 데이터가 합성됨으로써 움직임 보상이 수행되고 예측 복호화가 수행될 수 있다.
- [0280] 단계 1480에서, 예측 복호화를 통해 복원된 픽셀값을 이용하여 현재 픽처가 복원되고, 비디오가 복호화된다.
- [0281] <트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간을 이용하는 따른 비디오 부호화/복호화>
- [0282] 이하 도 15 내지 도 27을 참조하여 일 실시예에 따라 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 부호화 장치 및 비디오 복호화 장치, 그리고 그에 상응하는 비디오 부호화 방법 및 비디오 복호화 방법의 실시예가 상술된다.
- [0283] 본 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는 일 실시예에 따른 트리 구조에 따른 부호화 단위 및 변환 단위에 기초하여 비디오를 부호화할 수 있다.
- [0284] 비디오의 현재 픽처를 위한 최대 크기의 부호화 단위인 최대 부호화 단위에 기반하여 현재 픽처가 구획될 수 있다. 현재 픽처가 최대 부호화 단위보다 크다면, 현재 픽처의 영상 데이터는 적어도 하나의 최대 부호화 단위로 분할될 수 있다. 일 실시예에 따른 최대 부호화 단위는 크기 32x32, 64x64, 128x128, 256x256 등의 데이터 단위로, 가로 및 세로 크기가 2의 자승인 정사각형의 데이터 단위일 수 있다. 본 실시예에 따른 부호화부(120)는 적어도 하나의 최대 부호화 단위별로 픽처 데이터를 부호화할 수 있다.
- [0285] 일 실시예에 따른 부호화 단위는 최대 크기 및 심도로 특징지어질 수 있다. 심도란 최대 부호화 단위로부터 부호화 단위가 공간적으로 분할한 횟수를 나타내며, 심도가 깊어질수록 심도별 부호화 단위는 최대 부호화 단위로부터 최소 부호화 단위까지 분할될 수 있다. 최대 부호화 단위의 심도가 최상위 심도이며 최소 부호화 단위가 최하위 부호화 단위로 정의될 수 있다. 최대 부호화 단위는 심도가 깊어짐에 따라 심도별 부호화 단위의 크기는 감소하므로, 상위 심도의 부호화 단위는 복수 개의 하위 심도의 부호화 단위를 포함할 수 있다.
- [0286] 진술한 바와 같이 부호화 단위의 최대 크기에 따라, 현재 픽처의 영상 데이터를 최대 부호화 단위로 분할하며, 각각의 최대 부호화 단위는 심도별로 분할되는 부호화 단위들을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따른 최대 부호화 단위는 심도별로 분할되므로, 최대 부호화 단위에 포함된 공간 영역(spatial domain)의 영상 데이터가 심도에 따라 계층적으로 분류될 수 있다.
- [0287] 최대 부호화 단위의 높이 및 너비를 계층적으로 분할할 수 있는 총 횟수를 제한하는 최대 심도 및 부호화 단위의 최대 크기가 미리 설정되어 있을 수 있다.
- [0288] 본 실시예에 따른 부호화부(120)는, 심도마다 최대 부호화 단위의 영역이 분할된 적어도 하나의 분할 영역을 부호화하여, 적어도 하나의 분할 영역 별로 최종 부호화 결과가 출력될 심도를 결정한다. 즉 부호화부(120)는, 현재 픽처의 최대 부호화 단위마다 심도별 부호화 단위로 영상 데이터를 부호화하여 가장 작은 부호화 오차가 발생하는 심도를 선택하여 부호화 심도로 결정한다.
- [0289] 부호화부(120)는, 최대 부호화 단위별로 결정된 부호화 심도의 부호화 단위에서 부호화된 영상 데이터를 출력할 수 있다. 또한 부호화부(120)는, 결정된 부호화 심도에 대한 정보를 출력부(130)로 전달하여, 부호화 심도에 대한 정보가 부호화 정보로서 부호화될 수 있도록 할 수 있다.

- [0290] 최대 부호화 단위 내의 영상 데이터는 최대 심도 이하의 적어도 하나의 심도에 따라 심도별 부호화 단위에 기반하여 부호화되고, 각각의 심도별 부호화 단위에 기반한 부호화 결과가 비교된다. 심도별 부호화 단위의 부호화 오차의 비교 결과 부호화 오차가 가장 작은 심도가 선택될 수 있다. 각각의 최대화 부호화 단위마다 적어도 하나의 부호화 심도가 결정될 수 있다.
- [0291] 최대 부호화 단위의 크기는 심도가 깊어짐에 따라 부호화 단위가 계층적으로 분할되어 분할되며 부호화 단위의 개수는 증가한다. 또한, 하나의 최대 부호화 단위에 포함되는 동일한 심도의 부호화 단위들이라 하더라도, 각각의 데이터에 대한 부호화 오차를 측정하고 하위 심도로의 분할 여부가 결정된다. 따라서, 하나의 최대 부호화 단위에 포함되는 데이터라 하더라도 위치에 따라 심도별 부호화 오차가 다르므로 위치에 따라 부호화 심도가 달리 결정될 수 있다. 따라서, 하나의 최대 부호화 단위에 대해 부호화 심도가 하나 이상 설정될 수 있으며, 최대 부호화 단위의 데이터는 하나 이상의 부호화 심도의 부호화 단위에 따라 구획될 수 있다.
- [0292] 따라서, 일 실시예에 따른 부호화부(120)는, 현재 최대 부호화 단위에 포함되는 트리 구조에 따른 부호화 단위들이 결정될 수 있다. 일 실시예에 따른 '트리 구조에 따른 부호화 단위들'은, 현재 최대 부호화 단위에 포함되는 모든 심도별 부호화 단위들 중, 부호화 심도로 결정된 심도의 부호화 단위들을 포함한다. 부호화 심도의 부호화 단위는, 최대 부호화 단위 내에서 동일 영역에서는 심도에 따라 계층적으로 결정되고, 다른 영역들에 대해서는 독립적으로 결정될 수 있다. 마찬가지로, 현재 영역에 대한 부호화 심도는, 다른 영역에 대한 부호화 심도와 독립적으로 결정될 수 있다.
- [0293] 일 실시예에 따른 최대 심도는 최대 부호화 단위로부터 최소 부호화 단위까지의 분할 횟수와 관련된 지표이다. 일 실시예에 따른 제 1 최대 심도는, 최대 부호화 단위로부터 최소 부호화 단위까지의 총 분할 횟수를 나타낼 수 있다. 일 실시예에 따른 제 2 최대 심도는 최대 부호화 단위로부터 최소 부호화 단위까지의 심도 레벨의 총 개수를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 최대 부호화 단위의 심도가 0이라고 할 때, 최대 부호화 단위가 1회 분할된 부호화 단위의 심도는 1로 설정되고, 2회 분할된 부호화 단위의 심도가 2로 설정될 수 있다. 이 경우, 최대 부호화 단위로부터 4회 분할된 부호화 단위가 최소 부호화 단위라면, 심도 0, 1, 2, 3 및 4의 심도 레벨이 존재하므로 제 1 최대 심도는 4, 제 2 최대 심도는 5로 설정될 수 있다.
- [0294] 최대 부호화 단위의 예측 부호화 및 변환이 수행될 수 있다. 예측 부호화 및 변환도 마찬가지로, 최대 부호화 단위마다, 최대 심도 이하의 심도마다 심도별 부호화 단위를 기반으로 수행된다.
- [0295] 최대 부호화 단위가 심도별로 분할될 때마다 심도별 부호화 단위의 개수가 증가하므로, 심도가 깊어짐에 따라 생성되는 모든 심도별 부호화 단위에 대해 예측 부호화 및 변환을 포함한 부호화가 수행되어야 한다. 이하 설명의 편의를 위해 적어도 하나의 최대 부호화 단위 중 현재 심도의 부호화 단위를 기반으로 예측 부호화 및 변환을 설명하겠다.
- [0296] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 영상 데이터의 부호화를 위한 데이터 단위의 크기 또는 형태를 다양하게 선택할 수 있다. 영상 데이터의 부호화를 위해서는 예측 부호화, 변환, 엔트로피 부호화 등의 단계를 거치는데, 모든 단계에 걸쳐서 동일한 데이터 단위가 사용될 수도 있으며, 단계별로 데이터 단위가 변경될 수도 있다.
- [0297] 예를 들어 비디오 부호화 장치(100)는, 영상 데이터의 부호화를 위한 부호화 단위 뿐만 아니라, 부호화 단위의 영상 데이터의 예측 부호화를 수행하기 위해, 부호화 단위와 다른 데이터 단위를 선택할 수 있다.
- [0298] 최대 부호화 단위의 예측 부호화를 위해서는, 일 실시예에 따른 부호화 심도의 부호화 단위, 즉 더 이상한 분할되지 않는 부호화 단위를 기반으로 예측 부호화가 수행될 수 있다. 이하, 예측 부호화의 기반이 되는 더 이상한 분할되지 않는 부호화 단위를 '예측 단위'라고 지칭한다. 예측 단위가 분할된 파티션은, 예측 단위 및 예측 단위의 높이 및 너비 중 적어도 하나가 분할된 데이터 단위를 포함할 수 있다.
- [0299] 예를 들어, 크기 $2N \times 2N$ (단, N 은 양의 정수)의 부호화 단위가 더 이상 분할되지 않는 경우, 크기 $2N \times 2N$ 의 예측 단위가 되며, 파티션의 크기는 $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$ 등일 수 있다. 일 실시예에 따른 파티션 타입은 예측 단위의 높이 또는 너비가 대칭적 비율로 분할된 대칭적 파티션들뿐만 아니라, 1:n 또는 n:1과 같이 비대칭적 비율로 분할된 파티션들, 기하학적인 형태로 분할된 파티션들, 임의적 형태의 파티션들 등을 선택적으로 포함할 수도 있다.
- [0300] 예측 단위의 예측 모드는, 인트라 모드, 인터 모드 및 스킵 모드 중 적어도 하나일 수 있다. 예를 들어 인트라 모드 및 인터 모드는, $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$ 크기의 파티션에 대해서 수행될 수 있다. 또한, 스킵 모드는

2Nx2N 크기의 파티션에 대해서만 수행될 수 있다. 부호화 단위 이내의 하나의 예측 단위마다 독립적으로 부호화가 수행되어 부호화 오차가 가장 작은 예측 모드가 선택될 수 있다.

- [0301] 또한, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 영상 데이터의 부호화를 위한 부호화 단위 뿐만 아니라, 부호화 단위와 다른 데이터 단위를 기반으로 부호화 단위의 영상 데이터의 변환을 수행할 수 있다.
- [0302] 부호화 단위의 변환을 위해서는, 부호화 단위보다 작거나 같은 크기의 변환 단위를 기반으로 변환이 수행될 수 있다. 예를 들어 변환 단위는, 인트라 모드를 위한 데이터 단위 및 인터 모드를 위한 변환 단위를 포함할 수 있다.
- [0303] 일 실시예에 따른 트리 구조에 따른 부호화 단위와 유사한 방식으로, 부호화 단위 내의 변환 단위도 재귀적으로 더 작은 크기의 변환 단위로 분할되면서, 부호화 단위의 레지듀얼 데이터가 변환 심도에 따라 트리 구조에 따른 변환 단위에 따라 구획될 수 있다.
- [0304] 일 실시예에 따른 변환 단위에 대해서도, 부호화 단위의 높이 및 너비가 분할하여 변환 단위에 이르기까지의 분할 횟수를 나타내는 변환 심도가 설정될 수 있다. 예를 들어, 크기 2Nx2N의 현재 부호화 단위의 변환 단위의 크기가 2Nx2N이라면 변환 심도 0, 변환 단위의 크기가 NxN이라면 변환 심도 1, 변환 단위의 크기가 N/2xN/2이라면 변환 심도 2로 설정될 수 있다. 즉, 변환 단위에 대해서도 변환 심도에 따라 트리 구조에 따른 변환 단위가 설정될 수 있다.
- [0305] 부호화 심도별 부호화 정보는, 부호화 심도 뿐만 아니라 예측 관련 정보 및 변환 관련 정보가 필요하다. 따라서, 부호화부(120)는 최소 부호화 오차를 발생시킨 부호화 심도 뿐만 아니라, 예측 단위를 파티션으로 분할한 파티션 타입, 예측 단위별 예측 모드, 변환을 위한 변환 단위의 크기 등을 결정할 수 있다. 부호화 심도별 부호화 정보는, 인터 예측을 위해 부호화 단위의 보간을 위한 보간 필터링과 관련된 정보를 포함할 수도 있다.
- [0306] 또한 부호화부(120)는, 최대 부호화 단위 또는 현재 부호화 단위마다 미리 한정적으로 설정된 변환 단위의 최대 분할 레벨에 기초하여, 부호화 단위에 대한 부호화 과정에서 트리 구조의 변환 단위들을 이용하여 변환을 수행할 수 있다.
- [0307] 심도별 부호화 단위마다, 부호화 단위와 같거나 작은 크기의 기초 변환 단위는, 단계적으로 하위 변환심도의 변환 단위들로 분할될 수 있다. 일 실시예에 따른 트리 구조의 변환 단위는, 현재 허용되는 최대 크기의 변환 단위인 기초 변환 단위로부터, 부호화 단위에 허용되는 최대 분할 레벨까지의 하위 레벨들의 변환 단위들을 포함할 수 있다.
- [0308] 부호화부(120)는, 현재 부호화 단위 내에서 변환 심도에 따른 레벨별로 변환을 수행한 결과 주변 영역의 변환 단위와는 독립적이고 동일 영역의 변환 심도별 변환 단위들 간에는 계층적인 구조를 형성하는 트리 구조에 따른 변환 단위를 결정할 수 있다.
- [0309] 즉, 부호화 단위마다 다양한 크기의 변환 단위들을 이용하여 변환을 수행하여 변환 결과를 비교함으로써, 트리 구조에 따른 변환 단위들이 결정될 수 있다. 부호화 단위의 결정 과정에 있어서, 부호화 단위의 변환을 위한 변환 단위가 결정될 수 있다. 하나 이상의 심도의 심도별 부호화 단위들과 각각의 심도별 부호화마다, 내부에 포함되는 하나 이상의 변환심도의 변환심도별 변환 단위들이 변환에 이용될 수 있다.
- [0310] 부호화 단위마다, 부호화 오차가 가장 작은 변환 단위가 결정되어야 한다. 변환 단위의 최소 부호화 오차를 발생시키는 변환 심도가 결정되기 위해서, 모든 변환 심도별 변환 단위마다 부호화 오차가 측정되어 비교될 수 있다. 일 실시예에 따른 변환 단위는 부호화 단위의 변환에 따른 오차를 최소화하는 데이터 단위로 결정될 수도 있다.
- [0311] 따라서, 심도별 부호화 단위와 변환 단위의 조합들 중에서 가장 부호화 오차가 작은 조합이 결정되고, 최대 부호화 단위 내의 영역마다 개별적으로 조합이 결정되므로, 트리 구조의 부호화 단위와 트리 구조의 변환 단위가 결정될 수 있다.
- [0312] 일 실시예에 따른 최대 부호화 단위의 트리 구조에 따른 부호화 단위 및 파티션, 트리 구조에 따른 변환 단위의 결정 방식에 대해서는, 도 15 내지 25을 참조하여 상세히 후술한다.
- [0313] 부호화부(120)는 심도별 부호화 단위의 부호화 오차를 라그랑지 곱(Lagrangian Multiplier) 기반의 율-왜곡 최적화 기법(Rate-Distortion Optimization)을 이용하여 측정할 수 있다.
- [0314] 비디오 부호화 장치(100)는, 부호화부(120)에서 결정된 적어도 하나의 부호화 심도에 기초하여 부호화된 최대

부호화 단위의 영상 데이터와, 출력부(130)에 의해 부호화된, 심도별 부호화 모드에 관한 정보를, 함께 포함한 비트스트림 형태로 출력할 수 있다.

- [0315] 일 실시예에 따른 트리 구조의 부호화 단위, 예측 단위, 변환 단위 등에 기초하여 픽처가 부호화됨에 따라 결정된, 부호화 심도의 부호화 단위의 부호화 모드에 관한 정보는, 비트스트림의 헤더, SPS, PPS 등에 포함될 수 있다.
- [0316] 부호화된 영상 데이터는 영상의 레지듀얼 데이터의 부호화 결과일 수 있다.
- [0317] 심도별 부호화 모드에 관한 정보는, 부호화 심도 정보, 예측 단위의 파티션 타입 정보, 예측 모드 정보, 변환 단위의 크기 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0318] 부호화 심도 정보는, 현재 심도로 부호화하지 않고 하위 심도의 부호화 단위로 부호화할지 여부를 나타내는 심도별 분할 정보를 이용하여 정의될 수 있다. 현재 부호화 단위의 현재 심도가 부호화 심도라면, 현재 부호화 단위는 현재 심도의 부호화 단위로 부호화되므로 현재 심도의 분할 정보는 더 이상 하위 심도로 분할되지 않도록 정의될 수 있다. 반대로, 현재 부호화 단위의 현재 심도가 부호화 심도가 아니라면 하위 심도의 부호화 단위를 이용한 부호화를 시도해보아야 하므로, 현재 심도의 분할 정보는 하위 심도의 부호화 단위로 분할되도록 정의될 수 있다.
- [0319] 현재 심도가 부호화 심도가 아니라면, 하위 심도의 부호화 단위로 분할된 부호화 단위에 대해 부호화가 수행된다. 현재 심도의 부호화 단위 내에 하위 심도의 부호화 단위가 하나 이상 존재하므로, 각각의 하위 심도의 부호화 단위마다 반복적으로 부호화가 수행되어, 동일한 심도의 부호화 단위마다 재귀적(recursive) 부호화가 수행될 수 있다.
- [0320] 하나의 최대 부호화 단위 안에 트리 구조의 부호화 단위들이 결정되며 부호화 심도의 부호화 단위마다 적어도 하나의 부호화 모드에 관한 정보가 결정되어야 하므로, 하나의 최대 부호화 단위에 대해서는 적어도 하나의 부호화 모드에 관한 정보가 결정될 수 있다. 또한, 최대 부호화 단위의 데이터는 심도에 따라 계층적으로 구획되어 위치 별로 부호화 심도가 다를 수 있으므로, 데이터에 대해 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보가 설정될 수 있다.
- [0321] 따라서, 일 실시예에 따른 출력부(130)는, 최대 부호화 단위에 포함되어 있는 부호화 단위, 예측 단위 및 최소 단위 중 적어도 하나에 대해, 해당 부호화 심도 및 부호화 모드에 대한 부호화 정보를 할당될 수 있다.
- [0322] 일 실시예에 따른 최소 단위는, 최하위 부호화 심도인 최소 부호화 단위가 4분할된 크기의 정사각형의 데이터 단위이다. 일 실시예에 따른 최소 단위는, 최대 부호화 단위에 포함되는 모든 부호화 단위, 예측 단위, 파티션 단위 및 변환 단위 내에 포함될 수 있는 최대 크기의 정사각 데이터 단위일 수 있다.
- [0323] 예를 들어 출력부(130)를 통해 출력되는 부호화 정보는, 심도별 부호화 단위별 부호화 정보와 예측 단위별 부호화 정보로 분류될 수 있다. 심도별 부호화 단위별 부호화 정보는, 예측 모드 정보, 파티션 크기 정보를 포함할 수 있다. 예측 단위별로 전송되는 부호화 정보는 인터 모드의 추정 방향에 관한 정보, 인터 모드의 참조 영상 인덱스에 관한 정보, 움직임 벡터에 관한 정보, 인트라 모드의 크로마 성분에 관한 정보, 인트라 모드의 보간 방식에 관한 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0324] 픽처, 슬라이스 또는 GOP별로 정의되는 부호화 단위의 최대 크기에 관한 정보 및 최대 심도에 관한 정보는 비트스트림의 헤더, 시퀀스 파라미터 세트 또는 픽처 파라미터 세트 등에 삽입될 수 있다.
- [0325] 비디오 부호화 장치(100)의 가장 간단한 형태의 실시예에 따르면, 심도별 부호화 단위는 한 계층 상위 심도의 부호화 단위의 높이 및 너비를 반분한 크기의 부호화 단위이다. 즉, 현재 심도의 부호화 단위의 크기가 $2N \times 2N$ 이라면, 하위 심도의 부호화 단위의 크기는 $N \times N$ 이다. 또한, $2N \times 2N$ 크기의 현재 부호화 단위는 $N \times N$ 크기의 하위 심도 부호화 단위를 최대 4개 포함할 수 있다.
- [0326] 따라서, 비디오 부호화 장치(100)는 현재 픽처의 특성을 고려하여 결정된 최대 부호화 단위의 크기 및 최대 심도를 기반으로, 각각의 최대 부호화 단위마다 최적의 형태 및 크기의 부호화 단위를 결정하여 트리 구조에 따른 부호화 단위들을 구성할 수 있다. 또한, 각각의 최대 부호화 단위마다 다양한 예측 모드, 변환 방식 등으로 부호화할 수 있으므로, 다양한 영상 크기의 부호화 단위의 영상 특성을 고려하여 최적의 부호화 모드가 결정될 수 있다.
- [0327] 따라서, 영상의 해상도가 매우 높거나 데이터량이 매우 큰 영상을 기존 매크로블록 단위로 부호화한다면, 픽처

당 매크로블록의 수가 과도하게 많아진다. 이에 따라, 매크로블록마다 생성되는 압축 정보도 많아지므로 압축 정보의 전송 부담이 커지고 데이터 압축 효율이 감소하는 경향이 있다. 따라서, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치는, 영상의 크기를 고려하여 부호화 단위의 최대 크기를 증가시키면서, 영상 특성을 고려하여 부호화 단위를 조절할 수 있으므로, 영상 압축 효율이 증대될 수 있다.

- [0328] 출력부(130)는, 트리 구조의 부호화 단위, 트리 구조의 변환 단위에 기초하여 비디오가 부호화하는데 사용된 부호화 방식에 관한 정보를 나타내는 부호화 정보를 부호화하여 출력할 수 있다. 일 실시예에 따른 부호화 정보는, 부호화 심도의 부호화 단위에 대한 각종 부호화 모드에 대한 정보 및 부호화 심도에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0329] 본 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)의 각종 프로세싱을 위한 부호화 단위, 심도, 예측 단위, 변환 단위, 각종 부호화 모드에 관한 정보 등 각종 용어의 정의는, 비디오 부호화 장치(100)를 참조하여 기술한 바와 동일하다.
- [0330] 비디오 복호화 장치(200)는 부호화된 비디오에 대한 비트스트림을 수신한다. 수신추출부(220)는, 수신된 비트스트림을 파싱한다. 수신추출부(220)는 파싱된 비트스트림으로부터 최대 부호화 단위별로 트리 구조에 따른 부호화 단위들에 따라 부호화 단위마다 부호화된 픽처 데이터를 추출하여 복호화부(230)로 출력한다. 수신추출부(220)는 현재 픽처에 대한 헤더, 시퀀스 파라미터 세트 또는 픽처 파라미터 세트로부터 현재 픽처의 부호화 단위의 최대 크기에 관한 정보를 추출할 수 있다.
- [0331] 또한, 수신추출부(220)는 파싱된 비트스트림으로부터 최대 부호화 단위별로 트리 구조에 따른 부호화 단위들에 대한 부호화 정보를 추출할 수 있다. 부호화 정보로부터, 부호화 심도에 대한 정보 및 부호화 모드에 관한 정보가 추출한다. 추출된 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보는 복호화부(230)로 출력된다. 즉, 비트열의 영상 데이터를 최대 부호화 단위로 분할하여, 복호화부(230)가 최대 부호화 단위마다 영상 데이터를 복호화하도록 할 수 있다.
- [0332] 최대 부호화 단위별 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보는, 하나 이상의 부호화 심도 정보에 대해 설정될 수 있으며, 부호화 심도별 부호화 모드에 관한 정보는, 해당 부호화 단위의 파티션 타입 정보, 예측 모드 정보 및 변환 단위의 크기 정보 등을 포함할 수 있다. 부호화 심도별 부호화 정보로부터, 인터 예측을 위해 부호화 단위의 보간을 위한 보간 필터링과 관련된 정보가 추출될 수도 있다. 또한, 부호화 심도 정보로서, 심도별 분할 정보가 추출될 수도 있다.
- [0333] 수신추출부(220)가 추출한 최대 부호화 단위별 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보는, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)와 같이 부호화단에서, 최대 부호화 단위별 심도별 부호화 단위마다 반복적으로 부호화를 수행하여 최소 부호화 오차를 발생시키는 것으로 결정된 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보이다. 따라서, 비디오 복호화 장치(200)는 최소 부호화 오차를 발생시키는 부호화 방식에 따라 데이터를 복호화하여 영상을 복원할 수 있다.
- [0334] 일 실시예에 따른 부호화 심도 및 부호화 모드에 대한 부호화 정보는, 해당 부호화 단위, 예측 단위 및 최소 단위 중 소정 데이터 단위에 대해 할당되어 있을 수 있으므로, 수신추출부(220)는 소정 데이터 단위별로 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보를 추출할 수 있다. 소정 데이터 단위별로, 해당 최대 부호화 단위의 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보가 기록되어 있다면, 동일한 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보를 갖고 있는 소정 데이터 단위들은 동일한 최대 부호화 단위에 포함되는 데이터 단위로 유추될 수 있다.
- [0335] 복호화부(230)는 심도별 분할 정보를 이용하여 현재 최대 부호화 단위의 부호화 심도를 결정할 수 있다. 만약, 분할 정보가 현재 심도에서 더 이상 분할되지 않음을 나타내고 있다면 현재 심도가 부호화 심도이다. 따라서, 복호화부(230)는 현재 최대 부호화 단위의 부호화된 픽처 데이터에 대해서도, 현재 심도의 부호화 단위를 예측 단위의 파티션 타입, 예측 모드 및 변환 단위 크기 정보를 이용하여 복호화할 수 있다.
- [0336] 즉, 부호화 단위, 예측 단위 및 최소 단위 중 소정 데이터 단위에 대해 설정되어 있는 부호화 정보를 관찰하여, 동일한 분할 정보를 포함한 부호화 정보를 보유하고 있는 데이터 단위가 모여, 복호화부(230)에 의해 동일한 부호화 모드로 복호화할 하나의 데이터 단위로 간주될 수 있다.
- [0337] 복호화부(230)는 최대 부호화 단위마다, 상기 판독된 부호화 심도 및 부호화 모드에 기초하여, 각각의 최대 부호화 단위의 부호화된 픽처 데이터를 복호화하여 현재 픽처를 복원할 수 있다. 최대 부호화 단위에 포함되는 트리 구조에 따른 부호화 단위들 가운데 각각의 부호화 단위마다, 부호화 모드로서 파티션 타입, 예측 모드, 변환 단위 구조 등이 판독될 수 있다. 복호화 과정은 인트라 예측 및 움직임 보상을 포함하는 예측 과정, 및 역변환

과정을 포함할 수 있다.

- [0338] 복호화부(230)는, 트리 구조의 부호화 단위의 예측 단위의 파티션 타입 및 예측 모드에 기초하여, 부호화 단위마다 각각의 파티션 및 예측 모드에 따라 인트라 예측 또는 움직임 보상을 수행할 수 있다.
- [0339] 또한, 복호화부(230)는, 트리 구조의 변환 단위 구조를 관독하고, 부호화 단위마다 변환 단위에 기초한 역변환을 수행할 수 있다.
- [0340] 비디오 복호화 장치(200)는, 부호화 과정에서 최대 부호화 단위마다 재귀적으로 부호화를 수행하여 최소 부호화 오차를 발생시킨 부호화 단위에 대한 정보를 획득하여, 현재 픽처에 대한 복호화에 이용할 수 있다. 즉, 최대 부호화 단위마다 최적 부호화 단위로 결정된 트리 구조에 따른 부호화 단위들의 부호화된 영상 데이터의 복호화가 가능해진다.
- [0341] 따라서, 높은 해상도의 영상 또는 데이터량이 과도하게 많은 영상이라도 부호화단위로부터 전송된 최적 부호화 모드에 관한 정보를 이용하여, 영상의 특성에 적응적으로 결정된 부호화 단위의 크기 및 부호화 모드에 따라 효율적으로 영상 데이터를 복호화하여 복원할 수 있다.
- [0342] 도 15 은 본 발명의 일 실시예에 따른 부호화 단위의 개념을 도시한다.
- [0343] 부호화 단위의 예는, 부호화 단위의 크기는 너비x높이로 표현되며, 크기 64x64인 부호화 단위부터, 32x32, 16x16, 8x8를 포함할 수 있다. 크기 64x64의 부호화 단위는 크기 64x64, 64x32, 32x64, 32x32의 파티션들로 분할될 수 있고, 크기 32x32의 부호화 단위는 크기 32x32, 32x16, 16x32, 16x16의 파티션들로, 크기 16x16의 부호화 단위는 크기 16x16, 16x8, 8x16, 8x8의 파티션들로, 크기 8x8의 부호화 단위는 크기 8x8, 8x4, 4x8, 4x4의 파티션들로 분할될 수 있다.
- [0344] 비디오 데이터(310)에 대해서는, 해상도는 1920x1080, 부호화 단위의 최대 크기는 64, 최대 심도가 2로 설정되어 있다. 비디오 데이터(320)에 대해서는, 해상도는 1920x1080, 부호화 단위의 최대 크기는 64, 최대 심도가 3로 설정되어 있다. 비디오 데이터(330)에 대해서는, 해상도는 352x288, 부호화 단위의 최대 크기는 16, 최대 심도가 1로 설정되어 있다. 도 15에 도시된 최대 심도는, 최대 부호화 단위로부터 최소 부호화 단위까지의 총 분할 횟수를 나타낸다.
- [0345] 해상도가 높거나 데이터량이 많은 경우 부호화 효율의 향상 뿐만 아니라 영상 특성을 정확히 반영하기 위해 부호화 사이즈의 최대 크기가 상대적으로 큰 것이 바람직하다. 따라서, 비디오 데이터(330)에 비해, 해상도가 높은 비디오 데이터(310, 320)는 부호화 사이즈의 최대 크기가 64로 선택될 수 있다.
- [0346] 비디오 데이터(310)의 최대 심도는 2이므로, 비디오 데이터(310)의 부호화 단위(315)는 장축 크기가 64인 최대 부호화 단위로부터, 2회 분할하며 심도가 두 계층 깊어져서 장축 크기가 32, 16인 부호화 단위들까지 포함할 수 있다. 반면, 비디오 데이터(330)의 최대 심도는 1이므로, 비디오 데이터(330)의 부호화 단위(335)는 장축 크기가 16인 부호화 단위들로부터, 1회 분할하며 심도가 한 계층 깊어져서 장축 크기가 8인 부호화 단위들까지 포함할 수 있다.
- [0347] 비디오 데이터(320)의 최대 심도는 3이므로, 비디오 데이터(320)의 부호화 단위(325)는 장축 크기가 64인 최대 부호화 단위로부터, 3회 분할하며 심도가 세 계층 깊어져서 장축 크기가 32, 16, 8인 부호화 단위들까지 포함할 수 있다. 심도가 깊어질수록 세부 정보의 표현능력이 향상될 수 있다.
- [0348] 도 16 는 본 발명의 일 실시예에 따른 부호화 단위에 기초한 영상 부호화부의 블록도를 도시한다.
- [0349] 일 실시예에 따른 영상 부호화부(400)는, 비디오 부호화 장치(100)의 부호화부(120)에서 영상 데이터를 부호화 하는데 거치는 작업들을 포함한다. 즉, 인트라 예측부(410)는 현재 프레임(405) 중 인트라 모드의 부호화 단위에 대해 인트라 예측을 수행하고, 움직임 추정부(420) 및 움직임 보상부(425)는 인트라 모드의 현재 프레임(405) 및 참조 프레임(495)을 이용하여 인트라 추정 및 움직임 보상을 수행한다.
- [0350] 일 실시예에 따른 움직임 추정부(420) 및 움직임 보상부(425)는, 부호화 단위의 참조 픽셀을 이용하여 세밀하게 움직임을 추정하기 위해, 화소단위의 픽셀들을 보간하여 부호화 단위의 픽셀들을 생성할 수 있다. 부호화 단위의 픽셀들을 생성하기 위한 보간 필터는 도 1 및 도 13a에서 전송된 평활화 보간 필터일 수 있다.
- [0351] 인트라 예측부(410), 움직임 추정부(420) 및 움직임 보상부(425)로부터 출력된 데이터는 주파수 변환부(430) 및 양자화부(440)를 거쳐 양자화된 변환 계수로 출력된다. 양자화된 변환 계수는 역양자화부(460), 주파수 역변환부(470)을 통해 공간 영역의 데이터로 복원되고, 복원된 공간 영역의 데이터는 디블로킹부(480) 및 루프 필터링

부(490)를 거쳐 후처리되어 참조 프레임(495)으로 출력된다. 양자화된 변환 계수는 엔트로피 부호화부(450)를 거쳐 비트스트림(455)으로 출력될 수 있다.

- [0352] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)에 적용되기 위해서는, 영상 부호화부(400)의 구성 요소들인 인트라 예측부(410), 움직임 추정부(420), 움직임 보상부(425), 주파수 변환부(430), 양자화부(440), 엔트로피 부호화부(450), 역양자화부(460), 주파수 역변환부(470), 디블로킹부(480) 및 루프 필터링부(490)가 모두, 최대 부호화 단위마다 최대 심도를 고려하여 트리 구조에 따른 부호화 단위들 중 각각의 부호화 단위에 기반한 작업을 수행하여야 한다.
- [0353] 특히, 인트라 예측부(410), 움직임 추정부(420) 및 움직임 보상부(425)는 현재 최대 부호화 단위의 최대 크기 및 최대 심도를 고려하여 트리 구조에 따른 부호화 단위들 중 각각의 부호화 단위의 파티션 및 예측 모드를 결정하며, 주파수 변환부(430)는 트리 구조에 따른 부호화 단위들 중 각각의 부호화 단위 내의 변환 단위의 크기를 결정하여야 한다.
- [0354] 도 17 는 본 발명의 일 실시예에 따른 부호화 단위에 기초한 영상 복호화부의 블록도를 도시한다.
- [0355] 비트스트림(505)이 과싱부(510)를 거쳐 복호화 대상인 부호화된 영상 데이터 및 복호화를 위해 필요한 부호화에 관한 정보가 과싱된다. 부호화된 영상 데이터는 엔트로피 복호화부(520) 및 역양자화부(530)를 거쳐 역양자화된 데이터로 출력되고, 주파수 역변환부(540)를 거쳐 공간 영역의 영상 데이터가 복원된다.
- [0356] 공간 영역의 영상 데이터에 대해서, 인트라 예측부(550)는 인트라 모드의 부호화 단위에 대해 인트라 예측을 수행하고, 움직임 보상부(560)는 참조 프레임(585)을 함께 이용하여 인터 모드의 부호화 단위에 대해 움직임 보상을 수행한다.
- [0357] 일 실시예에 따른 움직임 보상부(560)는, 부화소 단위의 참조 픽셀을 이용하여 세밀하게 움직임을 보상하기 위해, 화소단위의 픽셀들을 보간하여 부화소 단위의 픽셀들을 생성할 수 있다. 부화소 단위의 픽셀들을 생성하기 위한 보간 필터는 도 2 및 도 13b에서 전술된 평활화 보간 필터일 수 있다.
- [0358] 인트라 예측부(550) 및 움직임 보상부(560)를 거친 공간 영역의 데이터는 디블로킹부(570) 및 루프 필터링부(580)를 거쳐 후처리되어 복원 프레임(595)으로 출력될 수 있다. 또한, 디블로킹부(570) 및 루프 필터링부(580)를 거쳐 후처리된 데이터는 참조 프레임(585)으로서 출력될 수 있다.
- [0359] 비디오 복호화 장치(200)의 복호화부(230)에서 영상 데이터를 복호화하기 위해, 일 실시예에 따른 영상 복호화부(500)의 과싱부(510) 이후의 단계별 작업들이 수행될 수 있다.
- [0360] 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)에 적용되기 위해서는, 영상 복호화부(500)의 구성 요소들인 과싱부(510), 엔트로피 복호화부(520), 역양자화부(530), 주파수 역변환부(540), 인트라 예측부(550), 움직임 보상부(560), 디블로킹부(570) 및 루프 필터링부(580)가 모두, 최대 부호화 단위마다 트리 구조에 따른 부호화 단위들에 기반하여 작업을 수행하여야 한다.
- [0361] 특히, 인트라 예측부(550), 움직임 보상부(560)는 트리 구조에 따른 부호화 단위들 각각마다 파티션 및 예측 모드를 결정하며, 주파수 역변환부(540)는 부호화 단위마다 변환 단위의 크기를 결정하여야 한다.
- [0362] 도 18 는 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 부호화 단위 및 파티션을 도시한다.
- [0363] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100) 및 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는 영상 특성을 고려하기 위해 계층적인 부호화 단위를 사용한다. 부호화 단위의 최대 높이 및 너비, 최대 심도는 영상의 특성에 따라 적응적으로 결정될 수도 있으며, 사용자의 요구에 따라 다양하게 설정될 수도 있다. 미리 설정된 부호화 단위의 최대 크기에 따라, 심도별 부호화 단위의 크기가 결정될 수 있다.
- [0364] 일 실시예에 따른 부호화 단위의 계층 구조(600)는 부호화 단위의 최대 높이 및 너비가 64이며, 최대 심도가 4인 경우를 도시하고 있다. 이 때, 최대 심도는 최대 부호화 단위로부터 최소 부호화 단위까지의 총 분할 횟수를 나타낸다. 일 실시예에 따른 부호화 단위의 계층 구조(600)의 세로축을 따라서 심도가 깊어지므로 심도별 부호화 단위의 높이 및 너비가 각각 분할한다. 또한, 부호화 단위의 계층 구조(600)의 가로축을 따라, 각각의 심도별 부호화 단위의 예측 부호화의 기반이 되는 예측 단위 및 파티션이 도시되어 있다.
- [0365] 즉, 부호화 단위(610)는 부호화 단위의 계층 구조(600) 중 최대 부호화 단위로서 심도가 0이며, 부호화 단위의 크기, 즉 높이 및 너비가 64x64이다. 세로축을 따라 심도가 깊어지며, 크기 32x32인 심도 1의 부호화 단위(620), 크기 16x16인 심도 2의 부호화 단위(630), 크기 8x8인 심도 3의 부호화 단위(640), 크기 4x4인 심도 4

의 부호화 단위(650)가 존재한다. 크기 4x4인 심도 4의 부호화 단위(650)는 최소 부호화 단위이다.

- [0366] 각각의 심도별로 가로축을 따라, 부호화 단위의 예측 단위 및 파티션들이 배열된다. 즉, 심도 0의 크기 64x64의 부호화 단위(610)가 예측 단위라면, 예측 단위는 크기 64x64의 부호화 단위(610)에 포함되는 크기 64x64의 파티션(610), 크기 64x32의 파티션들(612), 크기 32x64의 파티션들(614), 크기 32x32의 파티션들(616)로 분할될 수 있다.
- [0367] 마찬가지로, 심도 1의 크기 32x32의 부호화 단위(620)의 예측 단위는, 크기 32x32의 부호화 단위(620)에 포함되는 크기 32x32의 파티션(620), 크기 32x16의 파티션들(622), 크기 16x32의 파티션들(624), 크기 16x16의 파티션들(626)로 분할될 수 있다.
- [0368] 마찬가지로, 심도 2의 크기 16x16의 부호화 단위(630)의 예측 단위는, 크기 16x16의 부호화 단위(630)에 포함되는 크기 16x16의 파티션(630), 크기 16x8의 파티션들(632), 크기 8x16의 파티션들(634), 크기 8x8의 파티션들(636)로 분할될 수 있다.
- [0369] 마찬가지로, 심도 3의 크기 8x8의 부호화 단위(640)의 예측 단위는, 크기 8x8의 부호화 단위(640)에 포함되는 크기 8x8의 파티션(640), 크기 8x4의 파티션들(642), 크기 4x8의 파티션들(644), 크기 4x4의 파티션들(646)로 분할될 수 있다.
- [0370] 마지막으로, 심도 4의 크기 4x4의 부호화 단위(650)는 최소 부호화 단위이며 최하위 심도의 부호화 단위이고, 해당 예측 단위도 크기 4x4의 파티션(650)으로만 설정될 수 있다.
- [0371] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)의 부호화부(120)는, 최대 부호화 단위(610)의 부호화 심도를 결정하기 위해, 최대 부호화 단위(610)에 포함되는 각각의 심도의 부호화 단위마다 부호화를 수행하여야 한다.
- [0372] 동일한 범위 및 크기의 데이터를 포함하기 위한 심도별 부호화 단위의 개수는, 심도가 깊어질수록 심도별 부호화 단위의 개수도 증가한다. 예를 들어, 심도 1의 부호화 단위 한 개가 포함하는 데이터에 대해서, 심도 2의 부호화 단위는 네 개가 필요하다. 따라서, 동일한 데이터의 부호화 결과를 심도별로 비교하기 위해서, 한 개의 심도 1의 부호화 단위 및 네 개의 심도 2의 부호화 단위를 이용하여 각각 부호화되어야 한다.
- [0373] 각각의 심도별 부호화를 위해서는, 부호화 단위의 계층 구조(600)의 가로축을 따라, 심도별 부호화 단위의 예측 단위들마다 부호화를 수행하여, 해당 심도에서 가장 작은 부호화 오차인 대표 부호화 오차가 선택될 수다. 또한, 부호화 단위의 계층 구조(600)의 세로축을 따라 심도가 깊어지며, 각각의 심도마다 부호화를 수행하여, 심도별 대표 부호화 오차를 비교하여 최소 부호화 오차가 검색될 수 있다. 최대 부호화 단위(610) 중 최소 부호화 오차가 발생하는 심도 및 파티션이 최대 부호화 단위(610)의 부호화 심도 및 파티션 타입으로 선택될 수 있다.
- [0374] 도 19 은 본 발명의 일 실시예에 따른, 부호화 단위 및 변환 단위의 관계를 도시한다.
- [0375] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100) 또는 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는, 최대 부호화 단위마다 최대 부호화 단위보다 작거나 같은 크기의 부호화 단위로 영상을 부호화하거나 복호화한다. 부호화 과정 중 변환을 위한 변환 단위의 크기는 각각의 부호화 단위보다 크지 않은 데이터 단위를 기반으로 선택될 수 있다.
- [0376] 예를 들어, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100) 또는 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)에서, 현재 부호화 단위(710)가 64x64 크기일 때, 32x32 크기의 변환 단위(720)를 이용하여 변환이 수행될 수 있다.
- [0377] 또한, 64x64 크기의 부호화 단위(710)의 데이터를 64x64 크기 이하의 32x32, 16x16, 8x8, 4x4 크기의 변환 단위들로 각각 변환을 수행하여 부호화한 후, 원본과의 오차가 가장 적은 변환 단위가 선택될 수 있다.
- [0378] 도 20 은 본 발명의 일 실시예에 따라, 심도별 부호화 정보들을 도시한다.
- [0379] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)의 출력부(130)는 부호화 모드에 관한 정보로서, 각각의 부호화 심도의 부호화 단위마다 파티션 타입에 관한 정보(800), 예측 모드에 관한 정보(810), 변환 단위 크기에 대한 정보(820)를 부호화하여 전송할 수 있다.
- [0380] 파티션 타입에 대한 정보(800)는, 현재 부호화 단위의 예측 부호화를 위한 데이터 단위로서, 현재 부호화 단위의 예측 단위가 분할된 파티션의 형태에 대한 정보를 나타낸다. 예를 들어, 크기 2Nx2N의 현재 부호화 단위 CU_0는, 크기 2Nx2N의 파티션(802), 크기 2NxN의 파티션(804), 크기 Nx2N의 파티션(806), 크기 NxN의 파티션

(808) 중 어느 하나의 타입으로 분할되어 이용될 수 있다. 이 경우 현재 부호화 단위의 파티션 타입에 관한 정보(800)는 크기 $2N \times 2N$ 의 파티션(802), 크기 $2N \times N$ 의 파티션(804), 크기 $N \times 2N$ 의 파티션(806) 및 크기 $N \times N$ 의 파티션(808) 중 하나를 나타내도록 설정된다.

- [0381] 예측 모드에 관한 정보(810)는, 각각의 파티션의 예측 모드를 나타낸다. 예를 들어 예측 모드에 관한 정보(810)를 통해, 파티션 타입에 관한 정보(800)가 가리키는 파티션이 인트라 모드(812), 인터 모드(814) 및 스킵 모드(816) 중 하나로 예측 부호화가 수행되는지 여부가 설정될 수 있다.
- [0382] 또한, 변환 단위 크기에 관한 정보(820)는 현재 부호화 단위를 어떠한 변환 단위를 기반으로 변환을 수행할지 여부를 나타낸다. 예를 들어, 변환 단위는 제 1 인트라 변환 단위 크기(822), 제 2 인트라 변환 단위 크기(824), 제 1 인터 변환 단위 크기(826), 제 2 인트라 변환 단위 크기(828) 중 하나일 수 있다.
- [0383] 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)의 영상 데이터 및 부호화 정보 추출부(210)는, 각각의 심도별 부호화 단위마다 파티션 타입에 관한 정보(800), 예측 모드에 관한 정보(810), 변환 단위 크기에 대한 정보(820)를 추출하여 복호화에 이용할 수 있다.
- [0384] 도 21 는 본 발명의 일 실시예에 따른 심도별 부호화 단위를 도시한다.
- [0385] 심도의 변화를 나타내기 위해 분할 정보가 이용될 수 있다. 분할 정보는 현재 심도의 부호화 단위가 하위 심도의 부호화 단위로 분할될지 여부를 나타낸다.
- [0386] 심도 0 및 $2N_0 \times 2N_0$ 크기의 부호화 단위(900)의 예측 부호화를 위한 예측 단위(910)는 $2N_0 \times 2N_0$ 크기의 파티션 타입(912), $2N_0 \times N_0$ 크기의 파티션 타입(914), $N_0 \times 2N_0$ 크기의 파티션 타입(916), $N_0 \times N_0$ 크기의 파티션 타입(918)을 포함할 수 있다. 예측 단위가 대칭적 비율로 분할된 파티션들(912, 914, 916, 918)만이 예시되어 있지만, 전술한 바와 같이 파티션 타입은 이에 한정되지 않고 비대칭적 파티션, 임의적 형태의 파티션, 기하학적 형태의 파티션 등을 포함할 수 있다.
- [0387] 파티션 타입마다, 한 개의 $2N_0 \times 2N_0$ 크기의 파티션, 두 개의 $2N_0 \times N_0$ 크기의 파티션, 두 개의 $N_0 \times 2N_0$ 크기의 파티션, 네 개의 $N_0 \times N_0$ 크기의 파티션마다 반복적으로 예측 부호화가 수행되어야 한다. 크기 $2N_0 \times 2N_0$, 크기 $N_0 \times 2N_0$ 및 크기 $2N_0 \times N_0$ 및 크기 $N_0 \times N_0$ 의 파티션에 대해서는, 인트라 모드 및 인터 모드로 예측 부호화가 수행될 수 있다. 스킵 모드는 크기 $2N_0 \times 2N_0$ 의 파티션에 예측 부호화가 대해서만 수행될 수 있다.
- [0388] 크기 $2N_0 \times 2N_0$, $2N_0 \times N_0$ 및 $N_0 \times 2N_0$ 의 파티션 타입(912, 914, 916) 중 하나에 의한 부호화 오차가 가장 작다면, 더 이상 하위 심도로 분할할 필요 없다.
- [0389] 크기 $N_0 \times N_0$ 의 파티션 타입(918)에 의한 부호화 오차가 가장 작다면, 심도 0를 1로 변경하며 분할하고(920), 심도 2 및 크기 $N_0 \times N_0$ 의 파티션 타입의 부호화 단위들(930)에 대해 반복적으로 부호화를 수행하여 최소 부호화 오차를 검색해 나갈 수 있다.
- [0390] 심도 1 및 크기 $2N_1 \times 2N_1$ ($=N_0 \times N_0$)의 부호화 단위(930)의 예측 부호화를 위한 예측 단위(940)는, 크기 $2N_1 \times 2N_1$ 의 파티션 타입(942), 크기 $2N_1 \times N_1$ 의 파티션 타입(944), 크기 $N_1 \times 2N_1$ 의 파티션 타입(946), 크기 $N_1 \times N_1$ 의 파티션 타입(948)을 포함할 수 있다.
- [0391] 또한, 크기 $N_1 \times N_1$ 크기의 파티션 타입(948)에 의한 부호화 오차가 가장 작다면, 심도 1을 심도 2로 변경하며 분할하고(950), 심도 2 및 크기 $N_2 \times N_2$ 의 부호화 단위들(960)에 대해 반복적으로 부호화를 수행하여 최소 부호화 오차를 검색해 나갈 수 있다.
- [0392] 최대 심도가 d인 경우, 심도별 부호화 단위는 심도 d-1일 때까지 설정되고, 분할 정보는 심도 d-2까지 설정될 수 있다. 즉, 심도 d-2로부터 분할(970)되어 심도 d-1까지 부호화가 수행될 경우, 심도 d-1 및 크기 $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ 의 부호화 단위(980)의 예측 부호화를 위한 예측 단위(990)는, 크기 $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ 의 파티션 타입(992), 크기 $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ 의 파티션 타입(994), 크기 $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ 의 파티션 타입(996), 크기 $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ 의 파티션 타입(998)을 포함할 수 있다.
- [0393] 파티션 타입 가운데, 한 개의 크기 $2N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ 의 파티션, 두 개의 크기 $2N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ 의 파티션, 두 개의 크기 $N_{(d-1)} \times 2N_{(d-1)}$ 의 파티션, 네 개의 크기 $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ 의 파티션마다 반복적으로 예측 부호화를 통한 부호화가 수행되어, 최소 부호화 오차가 발생하는 파티션 타입이 검색될 수 있다.
- [0394] 크기 $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ 의 파티션 타입(998)에 의한 부호화 오차가 가장 작더라도, 최대 심도가 d이므로, 심도 d-1의 부호화 단위 $CU_{(d-1)}$ 는 더 이상 하위 심도로의 분할 과정을 거치지 않으며, 현재 최대 부호화 단위(900)에

대한 부호화 심도가 심도 $d-1$ 로 결정되고, 파티션 타입은 $N_{(d-1)} \times N_{(d-1)}$ 로 결정될 수 있다. 또한 최대 심도가 d 이므로, 심도 $d-1$ 의 부호화 단위(952)에 대해 분할 정보는 설정되지 않는다.

- [0395] 데이터 단위(999)은, 현재 최대 부호화 단위에 대한 '최소 단위'라 지칭될 수 있다. 일 실시예에 따른 최소 단위는, 최하위 부호화 심도인 최소 부호화 단위가 4분할된 크기의 정사각형의 데이터 단위일 수 있다. 이러한 반복적 부호화 과정을 통해, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는 부호화 단위(900)의 심도별 부호화 오차를 비교하여 가장 작은 부호화 오차가 발생하는 심도를 선택하여, 부호화 심도를 결정하고, 해당 파티션 타입 및 예측 모드가 부호화 심도의 부호화 모드로 설정될 수 있다.
- [0396] 이런 식으로 심도 0, 1, ..., $d-1$, d 의 모든 심도별 최소 부호화 오차를 비교하여 오차가 가장 작은 심도가 선택되어 부호화 심도로 결정될 수 있다. 부호화 심도, 및 예측 단위의 파티션 타입 및 예측 모드는 부호화 모드에 관한 정보로써 부호화되어 전송될 수 있다. 또한, 심도 0으로부터 부호화 심도에 이르기까지 부호화 단위가 분할되어야 하므로, 부호화 심도의 분할 정보만이 '0'으로 설정되고, 부호화 심도를 제외한 심도별 분할 정보는 '1'로 설정되어야 한다.
- [0397] 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)의 영상 데이터 및 부호화 정보 추출부(220)는 부호화 단위(900)에 대한 부호화 심도 및 예측 단위에 관한 정보를 추출하여 부호화 단위(912)를 복호화하는데 이용할 수 있다. 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는 심도별 분할 정보를 이용하여 분할 정보가 '0'인 심도를 부호화 심도로 파악하고, 해당 심도에 대한 부호화 모드에 관한 정보를 이용하여 복호화에 이용할 수 있다.
- [0398] 도 22, 23 및 24는 본 발명의 일 실시예에 따른, 부호화 단위, 예측 단위 및 변환 단위의 관계를 도시한다.
- [0399] 부호화 단위(1010)는, 최대 부호화 단위에 대해 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)가 결정한 부호화 심도별 부호화 단위들이다. 예측 단위(1060)는 부호화 단위(1010) 중 각각의 부호화 심도별 부호화 단위의 예측 단위들의 파티션들이며, 변환 단위(1070)는 각각의 부호화 심도별 부호화 단위의 변환 단위들이다.
- [0400] 심도별 부호화 단위들(1010)은 최대 부호화 단위의 심도가 0이라고 하면, 부호화 단위들(1012, 1054)은 심도가 1, 부호화 단위들(1014, 1016, 1018, 1028, 1050, 1052)은 심도가 2, 부호화 단위들(1020, 1022, 1024, 1026, 1030, 1032, 1048)은 심도가 3, 부호화 단위들(1040, 1042, 1044, 1046)은 심도가 4이다.
- [0401] 예측 단위들(1060) 중 일부 파티션(1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050, 1052, 1054)는 부호화 단위가 분할된 형태이다. 즉, 파티션(1014, 1022, 1050, 1054)은 $2N \times N$ 의 파티션 타입이며, 파티션(1016, 1048, 1052)은 $N \times 2N$ 의 파티션 타입, 파티션(1032)은 $N \times N$ 의 파티션 타입이다. 심도별 부호화 단위들(1010)의 예측 단위 및 파티션들은 각각의 부호화 단위보다 작거나 같다.
- [0402] 변환 단위들(1070) 중 일부(1052)의 영상 데이터에 대해서는 부호화 단위에 비해 작은 크기의 데이터 단위로 변환 또는 역변환이 수행된다. 또한, 변환 단위(1014, 1016, 1022, 1032, 1048, 1050, 1052, 1054)는 예측 단위들(1060) 중 해당 예측 단위 및 파티션과 비교해보면, 서로 다른 크기 또는 형태의 데이터 단위이다. 즉, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100) 및 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는 동일한 부호화 단위에 대한 인트라 예측/움직임 추정/움직임 보상 작업, 및 변환/역변환 작업이라 할지라도, 각각 별개의 데이터 단위를 기반으로 수행할 수 있다.
- [0403] 이에 따라, 최대 부호화 단위마다, 영역별로 계층적인 구조의 부호화 단위들마다 재귀적으로 부호화가 수행되어 최적 부호화 단위가 결정됨으로써, 재귀적 트리 구조에 따른 부호화 단위들이 구성될 수 있다. 부호화 정보는 부호화 단위에 대한 분할 정보, 파티션 타입 정보, 예측 모드 정보, 변환 단위 크기 정보를 포함할 수 있다. 이하 표 1은, 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100) 및 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)에서 설정할 수 있는 일례를 나타낸다.

표 1

[0404] 분할 정보 0 (현재 심도 d 의 크기 $2N \times 2N$ 의 부호화 단위에 대한 부호화)	분할 정보 1
---	---------

예측 모드	파티션 타입		변환 단위 크기		하위 심도 d+1의 부호화 단위들마다 반복적 부호화
	대칭형 파티션 타입	비대칭형 파티션 타입	변환 단위 분할 정보 0	변환 단위 분할 정보 1	
인트라 인터					
스킵 (2Nx2N만)	2Nx2N 2NxN Nx2N NxN	2NxnU 2NxnD nLx2N nRx2N	2Nx2N	NxN (대칭형 파티션 타입) N/2xN/2 (비대칭형 파티션 타입)	

- [0405] 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)의 출력부(130)는 트리 구조에 따른 부호화 단위들에 대한 부호화 정보를 출력하고, 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)의 수신추출부(220)는 수신된 비트스트림으로부터 트리 구조에 따른 부호화 단위들에 대한 부호화 정보를 추출할 수 있다.
- [0406] 분할 정보는 현재 부호화 단위가 하위 심도의 부호화 단위들로 분할되는지 여부를 나타낸다. 현재 심도 d의 분할 정보가 0이라면, 현재 부호화 단위가 현재 부호화 단위가 하위 부호화 단위로 더 이상 분할되지 않는 심도가 부호화 심도이므로, 부호화 심도에 대해서 파티션 타입 정보, 예측 모드, 변환 단위 크기 정보가 정의될 수 있다. 분할 정보에 따라 한 단계 더 분할되어야 하는 경우에는, 분할된 4개의 하위 심도의 부호화 단위마다 독립적으로 부호화가 수행되어야 한다.
- [0407] 예측 모드는, 인트라 모드, 인터 모드 및 스킵 모드 중 하나로 나타낼 수 있다. 인트라 모드 및 인터 모드는 모든 파티션 타입에서 정의될 수 있으며, 스킵 모드는 파티션 타입 2Nx2N에서만 정의될 수 있다.
- [0408] 파티션 타입 정보는, 예측 단위의 높이 또는 너비가 대칭적 비율로 분할된 대칭적 파티션 타입 2Nx2N, 2NxN, Nx2N 및 NxN 과, 비대칭적 비율로 분할된 비대칭적 파티션 타입 2NxnU, 2NxnD, nLx2N, nRx2N를 나타낼 수 있다. 비대칭적 파티션 타입 2NxnU 및 2NxnD는 각각 높이가 1:3 및 3:1로 분할된 형태이며, 비대칭적 파티션 타입 nLx2N 및 nRx2N은 각각 너비가 1:3 및 3:1로 분할된 형태를 나타낸다.
- [0409] 변환 단위 크기는 인트라 모드에서 두 종류의 크기, 인터 모드에서 두 종류의 크기로 설정될 수 있다. 즉, 변환 단위 분할 정보가 0 이라면, 변환 단위의 크기가 현재 부호화 단위의 크기 2Nx2N로 설정된다. 변환 단위 분할 정보가 1이라면, 현재 부호화 단위가 분할된 크기의 변환 단위가 설정될 수 있다. 또한 크기 2Nx2N인 현재 부호화 단위에 대한 파티션 타입이 대칭형 파티션 타입이라면 변환 단위의 크기는 NxN, 비대칭형 파티션 타입이라면 N/2xN/2로 설정될 수 있다.
- [0410] 일 실시예에 따른 트리 구조에 따른 부호화 단위들의 부호화 정보는, 부호화 심도의 부호화 단위, 예측 단위 및 최소 단위 단위 중 적어도 하나에 대해 할당될 수 있다. 부호화 심도의 부호화 단위는 동일한 부호화 정보를 보유하고 있는 예측 단위 및 최소 단위를 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0411] 따라서, 인접한 데이터 단위들끼리 각각 보유하고 있는 부호화 정보들을 확인하면, 동일한 부호화 심도의 부호화 단위에 포함되는지 여부가 확인될 수 있다. 또한, 데이터 단위가 보유하고 있는 부호화 정보를 이용하면 해당 부호화 심도의 부호화 단위를 확인할 수 있으므로, 최대 부호화 단위 내의 부호화 심도들의 분포가 유추될 수 있다.
- [0412] 따라서 이 경우 현재 부호화 단위가 주변 데이터 단위를 참조하여 예측하기 경우, 현재 부호화 단위에 인접하는 심도별 부호화 단위 내의 데이터 단위의 부호화 정보가 직접 참조되어 이용될 수 있다.
- [0413] 또 다른 실시예로, 현재 부호화 단위가 주변 부호화 단위를 참조하여 예측 부호화가 수행되는 경우, 인접하는 심도별 부호화 단위의 부호화 정보를 이용하여, 심도별 부호화 단위 내에서 현재 부호화 단위에 인접하는 데이터가 검색됨으로써 주변 부호화 단위가 참조될 수도 있다.
- [0414] 도 25 은 표 1의 부호화 모드 정보에 따른 부호화 단위, 예측 단위 및 변환 단위의 관계를 도시한다.
- [0415] 최대 부호화 단위(1300)는 부호화 심도의 부호화 단위들(1302, 1304, 1306, 1312, 1314, 1316, 1318)을 포함한다. 이 중 하나의 부호화 단위(1318)는 부호화 심도의 부호화 단위이므로 분할 정보가 0으로 설정될 수 있다. 크기 2Nx2N의 부호화 단위(1318)의 파티션 타입 정보는, 파티션 타입 2Nx2N(1322), 2NxN(1324), Nx2N(1326), NxN(1328), 2NxnU(1332), 2NxnD(1334), nLx2N(1336) 및 nRx2N(1338) 중 하나로 설정될 수 있다.
- [0416] 변환 단위 분할 정보(TU size flag)는 변환 인덱스의 일종으로서, 변환 인덱스에 대응하는 변환 단위의 크기는

부호화 단위의 예측 단위 타입 또는 파티션 타입에 따라 변경될 수 있다.

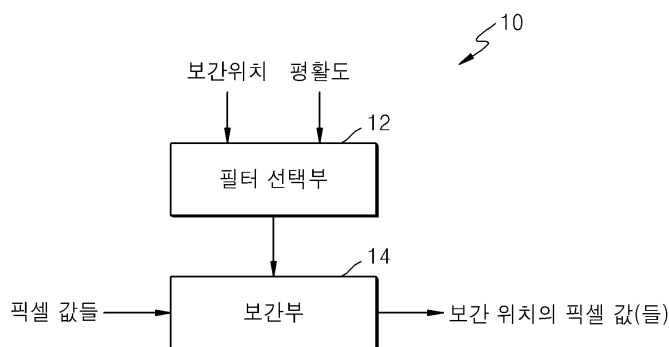
- [0417] 예를 들어, 파티션 타입 정보가 대칭형 파티션 타입 $2N_x2N(1322)$, $2N_xN(1324)$, $N_x2N(1326)$ 및 $N_xN(1328)$ 중 하나로 설정되어 있는 경우, 변환 단위 분할 정보가 0이면 크기 $2N_x2N$ 의 변환 단위(1342)가 설정되고, 변환 단위 분할 정보가 1이면 크기 N_xN 의 변환 단위(1344)가 설정될 수 있다.
- [0418] 파티션 타입 정보가 비대칭형 파티션 타입 $2N_xnU(1332)$, $2N_xnD(1334)$, $nL_x2N(1336)$ 및 $nR_x2N(1338)$ 중 하나로 설정된 경우, 변환 단위 분할 정보(TU size flag)가 0이면 크기 $2N_x2N$ 의 변환 단위(1352)가 설정되고, 변환 단위 분할 정보가 1이면 크기 $N/2 \times N/2$ 의 변환 단위(1354)가 설정될 수 있다.
- [0419] 도 21을 참조하여 전송된 변환 단위 분할 정보(TU size flag)는 0 또는 1의 값을 갖는 플래그이지만, 일 실시예에 따른 변환 단위 분할 정보가 1비트의 플래그로 한정되는 것은 아니며 설정에 따라 0, 1, 2, 3... 등으로 증가하며 변환 단위가 계층적으로 분할될 수도 있다. 변환 단위 분할 정보는 변환 인덱스의 한 실시예로써 이용될 수 있다.
- [0420] 이 경우, 일 실시예에 따른 변환 단위 분할 정보를 변환 단위의 최대 크기, 변환 단위의 최소 크기와 함께 이용하면, 실제로 이용된 변환 단위의 크기가 표현될 수 있다. 일 실시예에 따른 비디오 부호화 장치(100)는, 최대 변환 단위 크기 정보, 최소 변환 단위 크기 정보 및 최대 변환 단위 분할 정보를 부호화할 수 있다. 부호화된 최대 변환 단위 크기 정보, 최소 변환 단위 크기 정보 및 최대 변환 단위 분할 정보는 SPS에 삽입될 수 있다. 일 실시예에 따른 비디오 복호화 장치(200)는 최대 변환 단위 크기 정보, 최소 변환 단위 크기 정보 및 최대 변환 단위 분할 정보를 이용하여, 비디오 복호화에 이용할 수 있다.
- [0421] 예를 들어, (a) 현재 부호화 단위가 크기 64×64 이고, 최대 변환 단위 크기는 32×32 이라면, (a-1) 변환 단위 분할 정보가 0일 때 변환 단위의 크기가 32×32 , (a-2) 변환 단위 분할 정보가 1일 때 변환 단위의 크기가 16×16 , (a-3) 변환 단위 분할 정보가 2일 때 변환 단위의 크기가 8×8 로 설정될 수 있다.
- [0422] 다른 예로, (b) 현재 부호화 단위가 크기 32×32 이고, 최소 변환 단위 크기는 32×32 이라면, (b-1) 변환 단위 분할 정보가 0일 때 변환 단위의 크기가 32×32 로 설정될 수 있으며, 변환 단위의 크기가 32×32 보다 작을 수는 없으므로 더 이상의 변환 단위 분할 정보가 설정될 수 없다.
- [0423] 또 다른 예로, (c) 현재 부호화 단위가 크기 64×64 이고, 최대 변환 단위 분할 정보가 1이라면, 변환 단위 분할 정보는 0 또는 1일 수 있으며, 다른 변환 단위 분할 정보가 설정될 수 없다.
- [0424] 따라서, 최대 변환 단위 분할 정보를 'MaxTransformSizeIndex', 최소 변환 단위 크기를 'MinTransformSize', 변환 단위 분할 정보가 0인 경우의 변환 단위, 즉 기초 변환 단위 RootTu의 크기를 'RootTuSize'라고 정의할 때, 현재 부호화 단위에서 가능한 최소 변환 단위 크기 'CurrMinTuSize'는 아래 관계식 (1) 과 같이 정의될 수 있다.
- [0425] CurrMinTuSize
- [0426]
$$= \max(\text{MinTransformSize}, \text{RootTuSize}/(2^{\text{MaxTransformSizeIndex}})) \dots (1)$$
- [0427] 현재 부호화 단위에서 가능한 최소 변환 단위 크기 'CurrMinTuSize'와 비교하여, 기초 변환 단위 크기인 'RootTuSize'는 시스템상 채택 가능한 최대 변환 단위 크기를 나타낼 수 있다. 즉, 관계식 (1)에 따르면, 'RootTuSize/(2^{MaxTransformSizeIndex})'는, 기초 변환 단위 크기인 'RootTuSize'를 최대 변환 단위 분할 정보에 상응하는 횟수만큼 분할한 변환 단위 크기이며, 'MinTransformSize'는 최소 변환 단위 크기이므로, 이들 중 작은 값이 현재 부호화 단위에서 가능한 최소 변환 단위 크기 'CurrMinTuSize'일 수 있다.
- [0428] 일 실시예에 따른 기초 변환 단위 크기 RootTuSize는 예측 모드에 따라 달라질 수도 있다.
- [0429] 예를 들어, 현재 예측 모드가 인터 모드라면 RootTuSize는 아래 관계식 (2)에 따라 결정될 수 있다. 관계식 (2)에서 'MaxTransformSize'는 최대 변환 단위 크기, 'PUSize'는 현재 예측 단위 크기를 나타낸다.
- [0430]
$$\text{RootTuSize} = \min(\text{MaxTransformSize}, \text{PUSize}) \dots \dots \dots (2)$$
- [0431] 즉 현재 예측 모드가 인터 모드라면, 변환 단위 분할 정보가 0인 경우의 변환 단위인 기초 변환 단위 크기인 'RootTuSize'는 최대 변환 단위 크기 및 현재 예측 단위 크기 중 작은 값으로 설정될 수 있다.
- [0432] 현재 파티션 단위의 예측 모드가 예측 모드가 인트라 모드라면 모드라면 'RootTuSize'는 아래 관계식 (3)에 따라 결정될 수 있다. 'PartitionSize'는 현재 파티션 단위의 크기를 나타낸다.

- [0433] $RootTuSize = \min(MaxTransformSize, PartitionSize) \dots\dots\dots(3)$
- [0434] 즉 현재 예측 모드가 인트라 모드라면, 기초 변환 단위 크기인 'RootTuSize'는 최대 변환 단위 크기 및 현재 파티션 단위 크기 중 작은 값으로 설정될 수 있다.
- [0435] 다만, 파티션 단위의 예측 모드에 따라 변동하는 일 실시예에 따른 현재 최대 변환 단위 크기인 기초 변환 단위 크기 'RootTuSize'는 일 실시예일 뿐이며, 현재 최대 변환 단위 크기를 결정하는 요인이 이에 한정되는 것은 아님을 유의하여야 한다.
- [0436] 도 26 는 본 발명의 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 부호화 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0437] 단계 2610에서, 입력된 비디오 중 현재 픽처를 부호화하기 위해, 현재 픽처는 적어도 하나의 최대 부호화 단위로 분할된다. 최대 부호화 단위의 영역이 하나의 이상이 심도들에 따라 분할된 적어도 하나의 분할 영역이 각각 부호화될 수 있다. 심도별로 분할 영역마다 부호화하기 위해, 부화소 단위의 보간에 기초한 인터 예측을 포함하여, 인트라 예측이 수행된 결과에 대해 변환/양자화가 수행된다.
- [0438] 여기서 심도별로 분할 영역들의 부호화 결과를 비교하여, 적어도 하나의 분할 영역 별로 최종 부호화 결과가 출력될 분할 심도가 결정되고, 현재 최대 부호화 단위에 포함되는 트리 구조에 따른 부호화 단위들이 결정될 수 있다. 트리 구조의 부호화 단위와 마찬가지로, 트리 구조에 따른 변환 단위들이 결정될 수 있다. 즉, 픽처의 부호화 결과로서, 결정된 트리 구조의 부호화 단위와 마찬가지로, 트리 구조에 따른 변환 단위들의 부호화 결과가 픽처의 부호화된 데이터로서 출력될 수 있다.
- [0439] 일 실시예에 따른 인터 예측은, 부호화 단위의 예측 단위 또는 파티션마다 수행될 수 있다. 부화소 단위의 보간을 이용하여 생성된 픽셀들을 참조하여 현재 예측 단위 또는 파티의 움직임이 예측될 수 있다. 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터가 선택된다. 효율적인 영상 보간을 위해 보간 필터 계수들의 선택적으로 결정할 수 있다. 메모리에 미리 저장된 보간 필터 계수들 중에서, 부화소 단위의 보간 위치, 평활도, 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율, 변환에 기초한 보간 필터링의 기저함수의 종류, 컬러 성분 등에 따라, 원하는 보간 필터가 선택되어 부화소 단위의 픽셀값을 위한 보간이 수행될 수 있다.
- [0440] 단계 2620에서, 최대 부호화 단위마다 적어도 하나의 분할 영역 별 최종 부호화 결과인 영상 데이터와, 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보가 비트스트림의 형태로 출력된다.
- [0441] 부호화 모드에 관한 정보는 부호화 심도에 관한 정보 또는 분할 정보, 예측 단위의 파티션 타입 정보, 예측 모드 정보, 변환 단위 계층 구조 정보 등을 포함할 수 있다. 부호화 정보는, 부화소 단위의 예측 부호화를 위해 어떤 보간 필터가 사용되었는지에 대한 정보를 포함할 수도 있다. 부호화된 부호화 모드에 관한 정보는, 부호화된 영상 데이터와 함께 복호화단으로 전송될 수 있다.
- [0442] 도 27 은 본 발명의 일 실시예에 따라 트리 구조에 따른 부호화 단위에 기초하여 평활화 보간 필터를 이용하는 비디오 복호화 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0443] 단계 2710에서, 부호화된 비디오에 대한 비트스트림이 수신된다.
- [0444] 단계 2720에서, 파싱된 비트스트림으로부터 최대 크기의 최대 부호화 단위에 할당되는 현재 픽처의 영상 데이터 및 최대 부호화 단위별 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보가 추출된다. 부호화 정보로부터 부화소 단위의 움직임 보상을 위해 어떤 보간 필터가 필요한지에 대한 정보를 추출될 수도 있다.
- [0445] 부호화 정보로부터, 일 실시예에 따른 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보가 판독될 수 있다. 일 실시예에 따른 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보에 따르면, 최대 부호화 단위가 트리 구조에 따른 부호화 단위들로 분할될 수 있다. 또한 추출된 정보 중 변환 단위 계층 구조 정보에 따르면, 부호화 단위 내의 트리 구조에 따른 변환 심도의 변환 단위가 결정될 수 있다.
- [0446] 단계 2730에서, 최대 부호화 단위별 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보를 이용하여, 트리 구조의 부호화 단위, 이에 대한 예측 단위, 이에 대한 트리 구조의 변환 단위에 기초하여, 각각의 최대 부호화 단위의 영상 데이터가 복호화될 수 있다. 부호화 심도 및 부호화 모드에 관한 정보에 기초하여 현재 부호화 단위에 대해 복호화가 수행되면서, 트리 구조의 변환 단위들 중에서 결정된 변환 단위를 이용하여, 현재 부호화 단위에 대해 역변환이 수행될 수 있다.

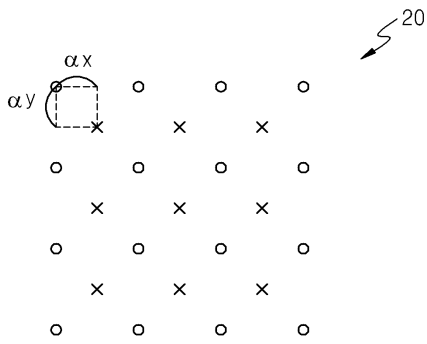
- [0447] 부호화 단위의 예측 단위 또는 파티션마다, 부호화 모드에 기초하여 움직임 보상, 인트라 예측 등의 각종 복호화 동작을 통해 부호화된 픽처 데이터가 복호화될 수 있다.
- [0448] 특히, 부화소 단위로 보간된 픽셀을 기초로 부호화된 레지듀얼 데이터 및 참조 데이터가 추출된 경우, 현재 예측 단위 또는 현재 파티션에 대한 움직임 보상은 부화소 단위로 보간된 픽셀들을 참조하여 수행될 수 있다. 부화소단위의 픽셀값을 생성하기 위한 보간 필터들 중에서, 부화소단위의 보간 위치 및 평활도에 기초하여 상이하게 보간 필터가 선택될 수 있다.
- [0449] 효율적인 영상 보간을 위해 보간 필터 계수들의 선택적으로 결정할 수 있다. 메모리에 미리 저장된 보간 필터 계수들 중에서, 부화소 단위의 보간 위치, 평활도, 필터탭수, 비트탭스, 스케일링 비율, 변환에 기초한 보간 필터링의 기저함수의 종류, 컬러 성분 등에 따라, 원하는 보간 필터가 선택되어 부화소 단위의 픽셀값을 위한 보간 이 수행될 수 있다.
- [0450] 참조 데이터를 이용하여 참조 픽처 및 참조 영역이 결정되고, 참조 픽처 상의 둘 이상의 화소단위의 참조 픽셀들에 대한 보간 필터링을 통해 부화소 단위의 픽셀값이 생성될 수 있다. 생성된 부화소 단위 픽셀 값과 레지듀얼 데이터가 합성됨으로써 현재 예측 단위 또는 현재 파티션에 대한 움직임 보상이 수행되고 예측 복호화가 수행될 수 있다.
- [0451] 최대 부호화 단위마다 복호화가 수행되면서 공간 영역의 영상 데이터가 복원되고, 픽처 및 픽처 시퀀스인 비디오가 복원될 수 있다. 복원된 비디오는 재생 장치에 의해 재생되거나, 저장 매체에 저장되거나, 네트워크를 통해 전송될 수 있다.
- [0452] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)와 같은 저장매체를 포함한다.
- [0453] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

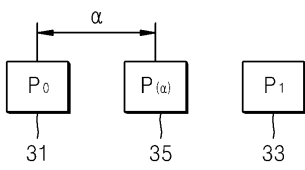
도면1



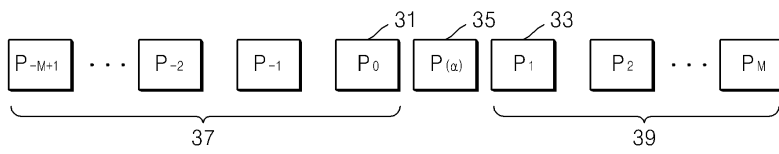
도면2



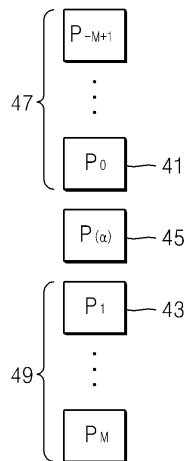
도면3



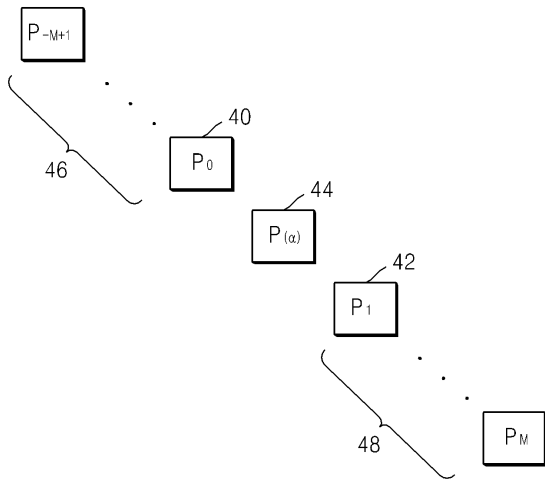
도면4a



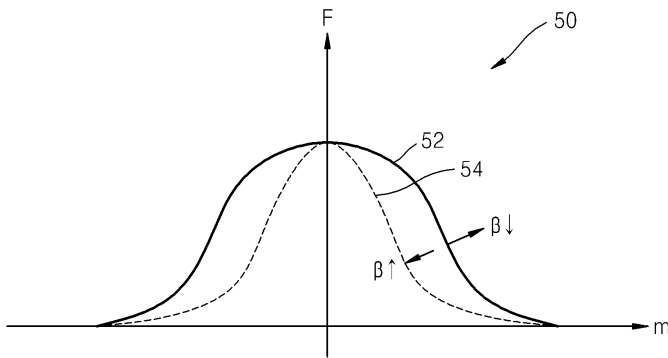
도면4b



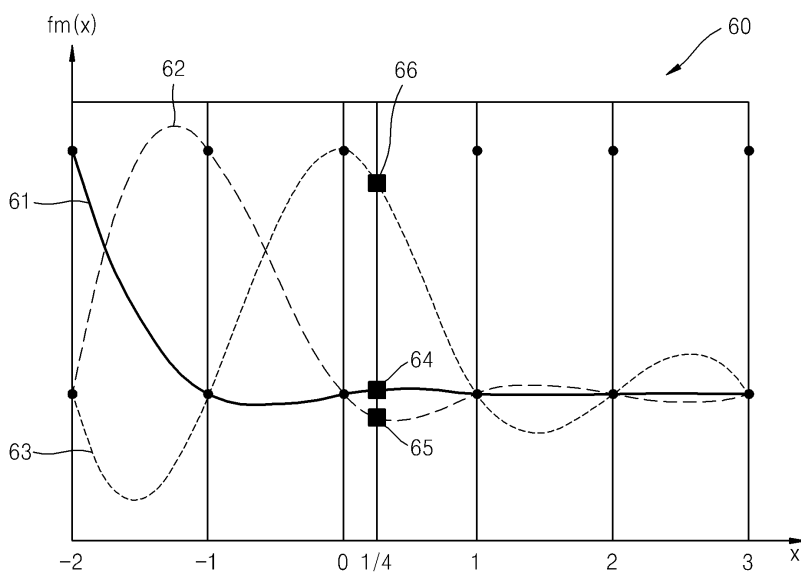
도면4c



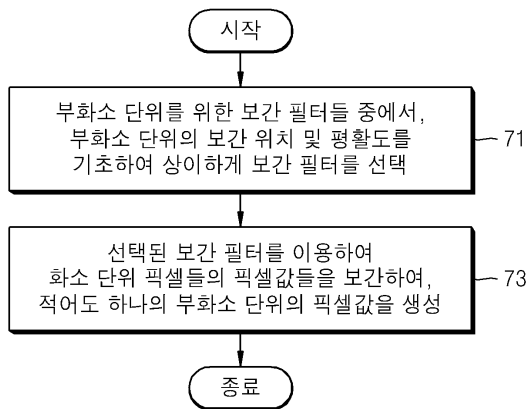
도면5



도면6



도면7



도면8a

β	α	Filter coefficients (12-tap)
0	1/8	{ -1, 4, -7, 13, -26, 249, 35, -16, 9, -6, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 7, -13, 22, -44, 230, 76, -31, 18, -11, 6, -2 }
	3/8	{ -3, 8, -16, 27, -52, 200, 120, -44, 24, -15, 8, -3 }
	1/2	{ -3, 9, -16, 28, -52, 162, 162, -52, 28, -16, 9, -3 }
	5/8	{ -3, 8, -15, 24, -44, 120, 200, -52, 27, -16, 8, -3 }
	3/4	{ -2, 6, -11, 18, -31, 76, 230, -44, 22, -13, 7, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -6, 9, -16, 35, 249, -26, 13, -7, 4, -1 }
0.002	1/8	{ -1, 4, -7, 12, -24, 246, 37, -16, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 6, -12, 20, -40, 225, 77, -30, 17, -10, 6, -2 }
	3/8	{ -2, 8, -14, 24, -46, 194, 119, -40, 22, -13, 7, -2 }
	1/2	{ -2, 8, -14, 24, -45, 158, 158, -45, 24, -14, 8, -2 }
	5/8	{ -2, 7, -13, 22, -40, 119, 194, -46, 24, -14, 8, -2 }
	3/4	{ -2, 6, -10, 17, -30, 77, 225, -40, 20, -12, 6, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -16, 37, 246, -24, 12, -7, 4, -1 }
0.004	1/8	{ -1, 3, -6, 11, -22, 243, 38, -16, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 6, -11, 18, -36, 220, 78, -29, 16, -10, 5, -2 }
	3/8	{ -2, 7, -12, 21, -41, 189, 118, -37, 20, -12, 6, -2 }
	1/2	{ -2, 7, -12, 21, -39, 154, 154, -39, 21, -12, 7, -2 }
	5/8	{ -2, 6, -12, 20, -37, 118, 189, -41, 21, -12, 7, -2 }
	3/4	{ -2, 5, -10, 16, -29, 78, 220, -36, 18, -11, 6, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -16, 38, 243, -22, 11, -6, 3, -1 } { -1, 3, -5, 9, -15, 39, 242, -21, 11, -6, 3, -1 }
0.006	1/8	{ -1, 3, -6, 10, -20, 241, 39, -15, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 5, -10, 17, -32, 216, 79, -27, 15, -9, 5, -2 }
	3/8	{ -2, 6, -11, 19, -35, 184, 117, -34, 18, -11, 6, -2 }
	1/2	{ -2, 6, -11, 18, -34, 150, 150, -34, 18, -11, 6, -2 }
	5/8	{ -2, 6, -11, 18, -34, 117, 184, -35, 19, -11, 6, -2 }
	3/4	{ -2, 5, -9, 15, -27, 79, 216, -32, 17, -10, 5, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 39, 241, -20, 10, -6, 3, -1 }

도면8b

β	α	Filter coefficients (12-tap)
0.008	1/8	{ -1, 3, -6, 10, -18, 238, 40, -15, 9, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -2, 5, -9, 15, -28, 211, 80, -26, 14, -8, 5, -1 }
	3/8	{ -2, 5, -10, 17, -31, 180, 117, -31, 17, -10, 5, -2 }
	1/2	{ -2, 5, -9, 16, -28, 147, 147, -28, 16, -9, 5, -2 }
	5/8	{ -2, 5, -10, 17, -31, 117, 180, -31, 17, -10, 5, -2 }
	3/4	{ -1, 5, -8, 14, -26, 80, 211, -28, 15, -9, 5, -2 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 40, 238, -18, 10, -6, 3, -1 }
0.010	1/8	{ -1, 3, -5, 9, -16, 235, 41, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 4, -8, 14, -24, 207, 81, -25, 14, -8, 4, -1 }
	3/8	{ -2, 5, -9, 15, -26, 175, 116, -28, 15, -9, 5, -2 }
	1/2	{ -1, 4, -8, 13, -24, 143, 143, -24, 13, -8, 4, -1 }
	5/8	{ -2, 5, -9, 15, -28, 116, 175, -26, 15, -9, 5, -2 }
	3/4	{ -1, 4, -8, 14, -25, 81, 207, -24, 14, -8, 4, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 41, 235, -16, 9, -5, 3, -1 }
0.012	1/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 233, 43, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 4, -7, 12, -21, 203, 82, -24, 13, -8, 4, -1 }
	3/8	{ -1, 4, -8, 13, -22, 171, 115, -25, 14, -8, 4, -1 }
	1/2	{ -1, 4, -7, 11, -19, 140, 140, -19, 11, -7, 4, -1 }
	5/8	{ -1, 4, -8, 14, -25, 115, 171, -22, 13, -8, 4, -1 }
	3/4	{ -1, 4, -8, 13, -24, 82, 203, -21, 12, -7, 4, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 43, 233, -15, 9, -5, 3, -1 }
0.014	1/8	{ -1, 3, -5, 8, -13, 230, 44, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 4, -7, 11, -18, 199, 82, -23, 12, -7, 4, -1 }
	3/8	{ -1, 4, -7, 11, -18, 167, 114, -22, 12, -7, 4, -1 }
	1/2	{ -1, 3, -6, 10, -15, 137, 137, -15, 10, -6, 3, -1 }
	5/8	{ -1, 4, -7, 12, -22, 114, 167, -18, 11, -7, 4, -1 }
	3/4	{ -1, 4, -7, 12, -23, 82, 199, -18, 11, -7, 4, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 44, 230, -13, 8, -5, 3, -1 }

도면8c

β	α	Filter coefficients (12-tap)
0.016	1/8	{ -1, 2, -4, 7, -11, 228, 45, -15, 8, -5, 3, -1 }
	1/4	{ -1, 3, -6, 10, -15, 196, 83, -21, 11, -7, 4, -1 }
	3/8	{ -1, 3, -6, 10, -14, 164, 113, -20, 11, -6, 3, -1 }
	1/2	{ -1, 3, -5, 8, -11, 134, 134, -11, 8, -5, 3, -1 }
	5/8	{ -1, 3, -6, 11, -20, 113, 164, -14, 10, -6, 3, -1 }
	3/4	{ -1, 4, -7, 11, -21, 83, 196, -15, 10, -6, 3, -1 }
	7/8	{ -1, 3, -5, 8, -15, 45, 228, -11, 7, -4, 2, -1 }
0.018	1/8	{ -1, 2, -4, 7, -9, 225, 46, -15, 8, -5, 2, -1 }
	1/4	{ -1, 3, -6, 9, -12, 192, 84, -20, 11, -6, 3, -1 }
	3/8	{ -1, 3, -5, 9, -10, 160, 112, -17, 10, -6, 3, -1 }
	1/2	{ -1, 2, -4, 7, -8, 131, 131, -8, 7, -4, 2, -1 }
	5/8	{ -1, 3, -6, 10, -17, 112, 160, -10, 9, -5, 3, -1 }
	3/4	{ -1, 3, -6, 11, -20, 84, 192, -12, 9, -6, 3, -1 }
	7/8	{ -1, 2, -5, 8, -15, 46, 225, -9, 7, -4, 2, -1 }
0.020	1/8	{ -1, 2, -4, 6, -8, 223, 47, -14, 8, -5, 2, -1 }
	1/4	{ -1, 3, -5, 8, -9, 189, 84, -19, 10, -6, 3, -1 }
	3/8	{ -1, 3, -5, 7, -7, 157, 111, -15, 9, -5, 3, -1 }
	1/2	{ -1, 2, -4, 6, -4, 129, 129, -4, 6, -4, 2, -1 }
	5/8	{ -1, 3, -5, 9, -15, 111, 157, -7, 7, -5, 3, -1 }
	3/4	{ -1, 3, -6, 10, -19, 84, 189, -9, 8, -5, 3, -1 }
	7/8	{ -1, 2, -5, 8, -14, 47, 223, -8, 6, -4, 2, -1 }

도면9a

β	α	Filter coefficients (6-tap)
0	1/8	{ 5, -23, 247, 35, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -37, 227, 75, -25, 7 }
	3/8	{ 11, -43, 197, 117, -36, 10 }
	1/2	{ 11, -43, 159, 159, -43, 11 }
	5/8	{ 10, -36, 117, 197, -43, 11 }
	3/4	{ 7, -25, 75, 227, -37, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 35, 247, -23, 5 }
0.002	1/8	{ 5, -22, 247, 35, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -36, 226, 75, -25, 7 }
	3/8	{ 11, -42, 196, 117, -35, 10 }
	1/2	{ 11, -41, 158, 158, -41, 11 }
	5/8	{ 10, -35, 117, 196, -42, 11 }
	3/4	{ 7, -25, 75, 226, -36, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 35, 247, -22, 5 }
0.004	1/8	{ 5, -22, 246, 35, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -35, 225, 75, -25, 7 }
	3/8	{ 11, -41, 194, 117, -35, 9 }
	1/2	{ 11, -40, 157, 157, -40, 11 }
	5/8	{ 9, -35, 117, 194, -41, 11 }
	3/4	{ 7, -25, 75, 225, -35, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 35, 246, -22, 5 }
0.006	1/8	{ 5, -21, 245, 36, -13, 4 }
	1/4	{ 9, -34, 224, 76, -25, 7 }
	3/8	{ 10, -40, 193, 117, -34, 9 }
	1/2	{ 10, -39, 156, 156, -39, 10 }
	5/8	{ 9, -34, 117, 193, -40, 10 }
	3/4	{ 7, -25, 76, 224, -34, 9 }
	7/8	{ 4, -13, 36, 245, -21, 5 }

도면9b

β	α	Filter coefficients (6-tap)
0.008	1/8	{ 5, -21, 245, 36, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -33, 223, 76, -25, 7 }
	3/8	{ 10, -38, 192, 117, -33, 9 }
	1/2	{ 10, -37, 155, 155, -37, 10 }
	5/8	{ 9, -33, 117, 192, -38, 10 }
	3/4	{ 7, -25, 76, 223, -33, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 36, 245, -21, 5 }
0.010	1/8	{ 5, -20, 244, 36, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -32, 221, 76, -24, 7 }
	3/8	{ 10, -37, 191, 117, -33, 9 }
	1/2	{ 10, -36, 154, 154, -36, 10 }
	5/8	{ 9, -33, 117, 191, -37, 10 }
	3/4	{ 7, -24, 76, 221, -32, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 36, 244, -20, 5 }
0.012	1/8	{ 5, -20, 243, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -32, 220, 77, -24, 7 }
	3/8	{ 9, -36, 189, 117, -32, 9 }
	1/2	{ 9, -35, 154, 154, -35, 9 }
	5/8	{ 9, -32, 117, 189, -36, 9 }
	3/4	{ 7, -24, 77, 220, -32, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 243, -20, 5 }
0.014	1/8	{ 5, -19, 243, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -31, 219, 77, -24, 7 }
	3/8	{ 9, -35, 188, 116, -31, 8 }
	1/2	{ 9, -34, 153, 153, -34, 9 }
	5/8	{ 8, -31, 116, 188, -35, 9 }
	3/4	{ 7, -24, 77, 219, -31, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 243, -19, 5 }

도면9c

β	α	Filter coefficients (6-tap)
0.016	1/8	{ 5, -19, 242, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -30, 218, 77, -24, 6 }
	3/8	{ 9, -34, 187, 116, -31, 8 }
	1/2	{ 9, -32, 152, 152, -32, 9 }
	5/8	{ 8, -31, 116, 187, -34, 9 }
	3/4	{ 6, -24, 77, 218, -30, 8 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 242, -19, 5 }
0.018	1/8	{ 5, -18, 241, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 7, -29, 217, 77, -23, 6 }
	3/8	{ 9, -33, 186, 116, -30, 8 }
	1/2	{ 8, -31, 151, 151, -31, 8 }
	5/8	{ 8, -30, 116, 186, -33, 9 }
	3/4	{ 6, -23, 77, 217, -29, 7 }
	7/8	{ 4, -13, 37, 241, -18, 5 }
0.020	1/8	{ 5, -18, 241, 38, -13, 4 }
	1/4	{ 7, -28, 216, 78, -23, 6 }
	3/8	{ 8, -32, 185, 116, -29, 8 }
	1/2	{ 8, -30, 150, 150, -30, 8 }
	5/8	{ 8, -29, 116, 185, -32, 8 }
	3/4	{ 6, -23, 78, 216, -28, 7 }
	7/8	{ 4, -13, 38, 241, -18, 5 }

도면10

β	α	Filter coefficients (6-tap)
for chroma	1/8	{ 5, -20, 243, 37, -13, 4 }
	1/4	{ 8, -32, 220, 77, -24, 7 }
	3/8	{ 9, -36, 189, 117, -32, 9 }
	1/2	{ 9, -35, 154, 154, -35, 9 }

도면11

2M	α	Filter coefficients $F_m(\alpha)$	L/C
4	1/4	{ -24, 223, 72, -15 }	L
4	1/2	{ -19, 147, 147, -19 }	L
6	1/4	{ 8, -35, 227, 73, -23, 6 }	L
6	1/2	{ 5, -33, 156, 156, -33, 5 }	L
8	1/4	{ -4, 15, -39, 228, 74, -26, 11, -3 }	L
8	1/4	{ -3, 13, -38, 228, 73, -24, 9, -2 }	L
8	1/2	{ -3, 12, -40, 159, 159, -40, 12, -3 }	L
12	1/4	{ -2, 5, -9, 18, -41, 229, 76, -30, 16, -9, 4, -1 }	L
12	1/2	{ -1, 4, -10, 22, -48, 161, 161, -48, 22, -10, 4, -1 }	L
12	1/2	{ -1, 3, -8, 19, -45, 160, 160, -45, 19, -8, 3, -1 }	L
4	1/8	{ -12, 242, 30, -4 }	C
4	1/4	{ -18, 218, 65, -9 }	C
4	3/8	{ -19, 184, 105, -14 }	C
4	1/2	{ -17, 145, 145, -17 }	C
4	1/8	{ -9, 236, 34, -5 }	C
4	1/4	{ -14, 210, 70, -10 }	C
4	3/8	{ -16, 179, 107, -14 }	C
4	1/2	{ -16, 144, 144, -16 }	C
6	1/8	{ 1, -13, 241, 34, -8, 1 }	C
6	1/4	{ 2, -22, 217, 72, -15, 2 }	C
6	3/8	{ 3, -25, 185, 111, -21, 3 }	C
6	1/2	{ 3, -25, 150, 150, -25, 3 }	C
6	1/8	{ 3, -16, 243, 34, -10, 2 }	C
6	1/4	{ 5, -26, 220, 73, -19, 3 }	C
6	3/8	{ 6, -31, 189, 114, -27, 5 }	C
6	1/2	{ 5, -30, 153, 153, -30, 5 }	C
6	1/8	{ 2, -16, 244, 31, -6, 1 }	C
6	1/4	{ 3, -24, 221, 68, -14, 2 }	C
6	3/8	{ 3, -27, 188, 110, -20, 2 }	C
6	1/2	{ 3, -25, 150, 150, -25, 3 }	C
12	1/8	{ -1, 2, -4, 10, -24, 248, 35, -14, 7, -4, 2, -1 }	L
12	3/8	{ -1, 4, -9, 20, -46, 197, 118, -39, 18, -8, 3, -1 }	L

도면12a

2M	α	Scaling factor (2^n)	Filter coefficients $F_m(\alpha)$
8	1/4	512	{ -7, 29, -77, 456, 148, -52, 21, -6 }
		256	{ -4, 15, -39, 228, 74, -26, 11, -3 }
		128	{ -2, 7, -19, 114, 37, -13, 5, -1 }
		64	{ -1, 4, -10, 57, 18, -6, 3, -1 } { -1, 4, -10, 57, 19, -7, 3, -1 }
	1/2	512	{ -5, 23, -79, 317, 317, -79, 23, -5 }
		256	{ -3, 12, -40, 159, 159, -40, 12, -3 }
		128	{ -1, 6, -20, 79, 79, -20, 6, -1 }
		64	{ -1, 3, -10, 40, 40, -10, 3, -1 } { -1, 5, -12, 40, 40, -12, 5, -1 } { -1, 4, -11, 40, 40, -11, 4, -1 }
	1/8	256	{ -3, 10, -25, 248, 36, -15, 7, -2 } { -2, 8, -24, 249, 34, -13, 5, -1 }
		128	{ -1, 4, -12, 123, 18, -6, 3, -1 }
		64	{ -1, 3, -6, 62, 9, -4, 2, -1 } { -1, 2, -6, 62, 9, -4, 2, 0 } { -1, 2, -6, 62, 9, -3, 1, 0 }
	3/8	256	{ -6, 21, -49, 199, 119, -41, 19, -6 } { -6, 21, -48, 198, 119, -41, 19, -6 } { -4, 16, -44, 197, 117, -36, 13, -3 }
		128	{ -3, 10, -24, 99, 59, -20, 9, -2 }
		64	{ -2, 5, -11, 50, 29, -10, 5, -2 } { -2, 5, -12, 50, 30, -10, 4, -1 }

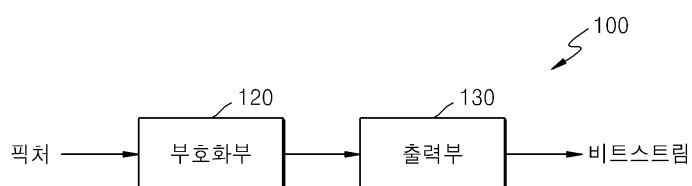
도면12b

2M	α	Scaling factor (2^n)	Filter coefficients $F_m(\alpha)$
4	1/8	512	{ -23, 483, 59, -7 }
		256	{ -12, 242, 30, -4 }
		128	{ -5, 121, 14, -2 }
		64	{ -3, 60, 8, -1 }
			{ -3, 61, 7, -1 }
	32	{ -1, 30, 4, -1 }	
		{ -2, 30, 4, 0 }	
	1/4	512	{-48, 446, 145,- 31}
		256	{-24, 223, 72, -151}
		128	{-12, 111, 36, -7}
		64	{ -4, 54, 16, -2 }
		32	{ -2, 27, 8, -1 }
	3/8	512	{-55, 384, 227, -44}
		256	{-27, 192, 114, -21}
		128	{-14, 96, 57, -11}
			{-13, 95, 56, -10}
		64	{ -4, 46, 25, -3 }
	{ -5, 46, 26, -3 }		
	32	{ -5, 46, 27, -4 }	
		{ -2, 23, 12, -1 }	
1/2	{ -2, 23, 13, -2 }		
	512	{ -33, 289, 289, -33 }	
256	{ -17, 145, 145, -17 }		
128	{ -8, 72, 72, -8 }		
64	{ -4, 36, 36, -4 }		
32	{ -2, 18, 18, -2 }		
16	{ -1, 9, 9, -1 }		

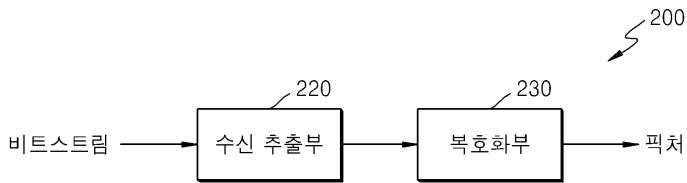
도면12c

2M	Scaling factor (2^n)	α	Filter coefficients $F_m(\alpha)$
6	64(=2 ⁶)	1/4	{ 2, -9, 57, 19, -7, 2 }
			{ 2, -9, 57, 19, -6, 1 }
			{ 2, -9, 57, 20, -7, 1 }
4	32(=2 ⁵)	1/8	{ 1, -7, 38, 38, -7, 1 }
			{ 1, -8, 39, 39, -8, 1 }
			{ 2, -9, 39, 39, -9, 2 }
4	32(=2 ⁵)	1/8	{ -1, 29, 5, -1 }
		1/4	{ -2, 27, 8, -1 }
		3/8	{ -3, 23, 14, -2 }

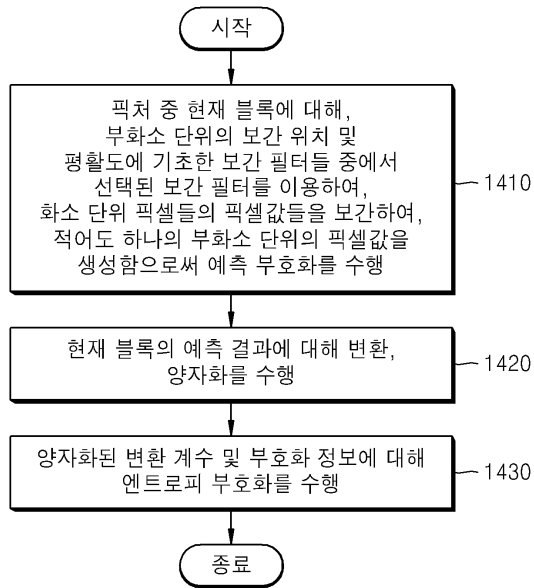
도면13a



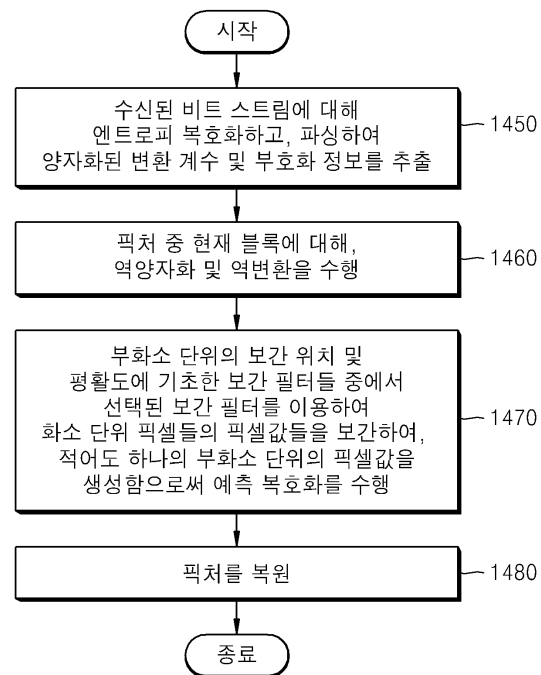
도면13b



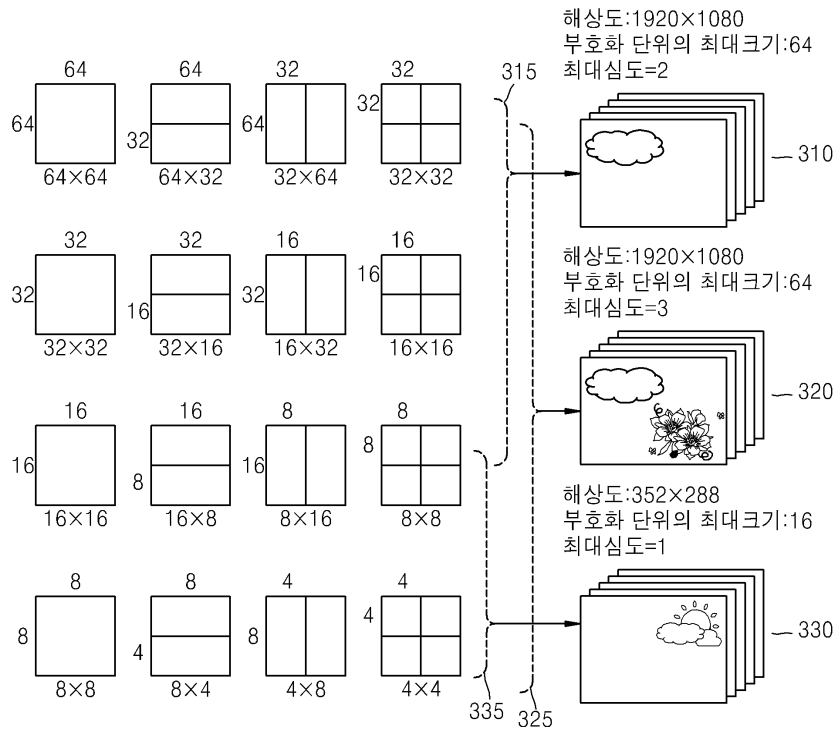
도면14a



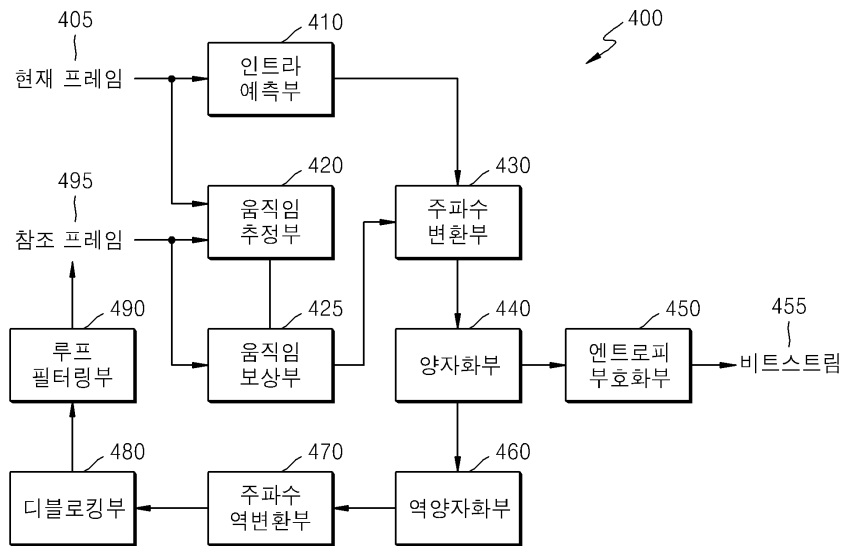
도면14b



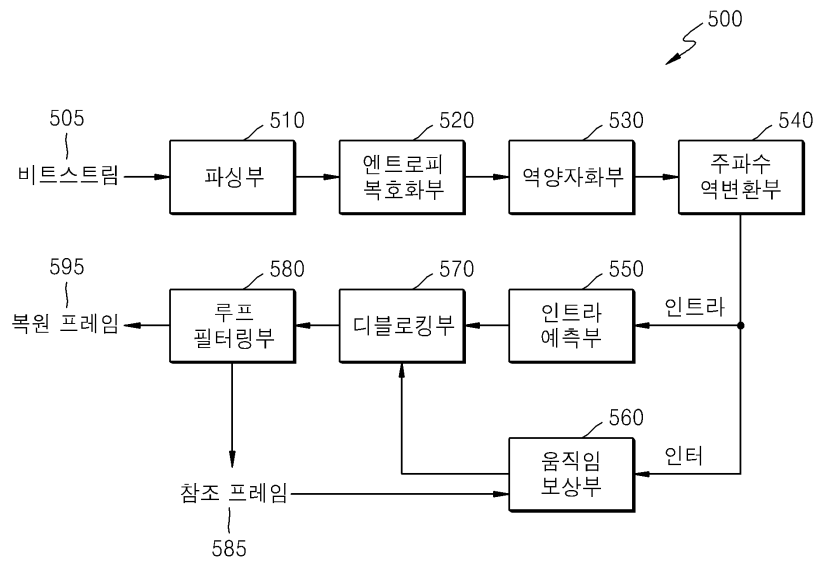
도면15



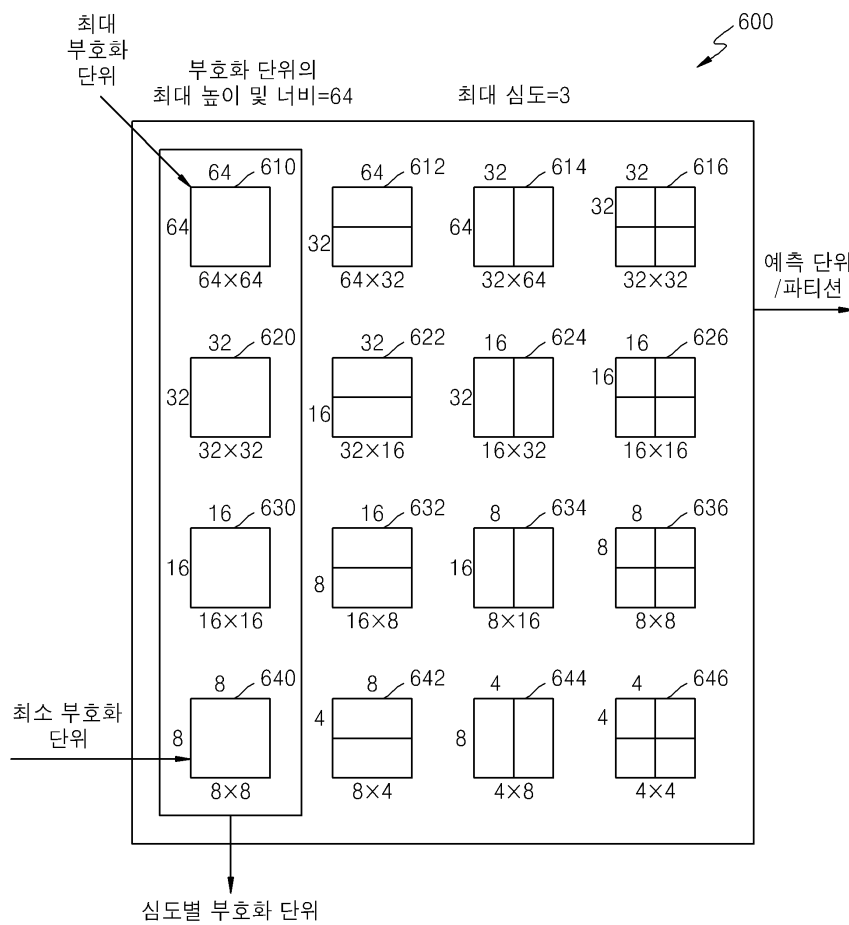
도면16



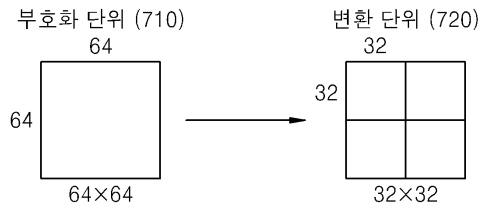
도면17



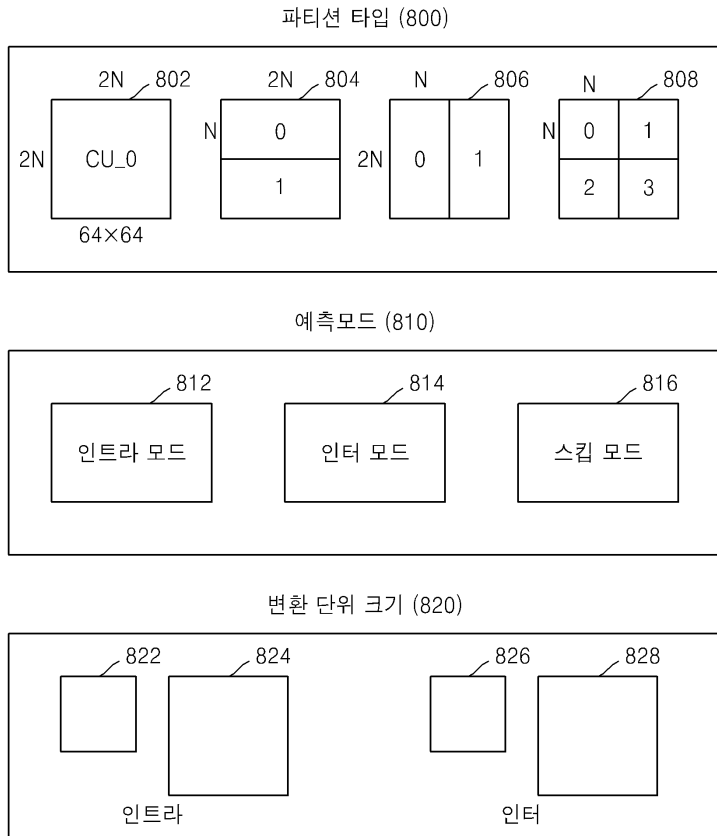
도면18



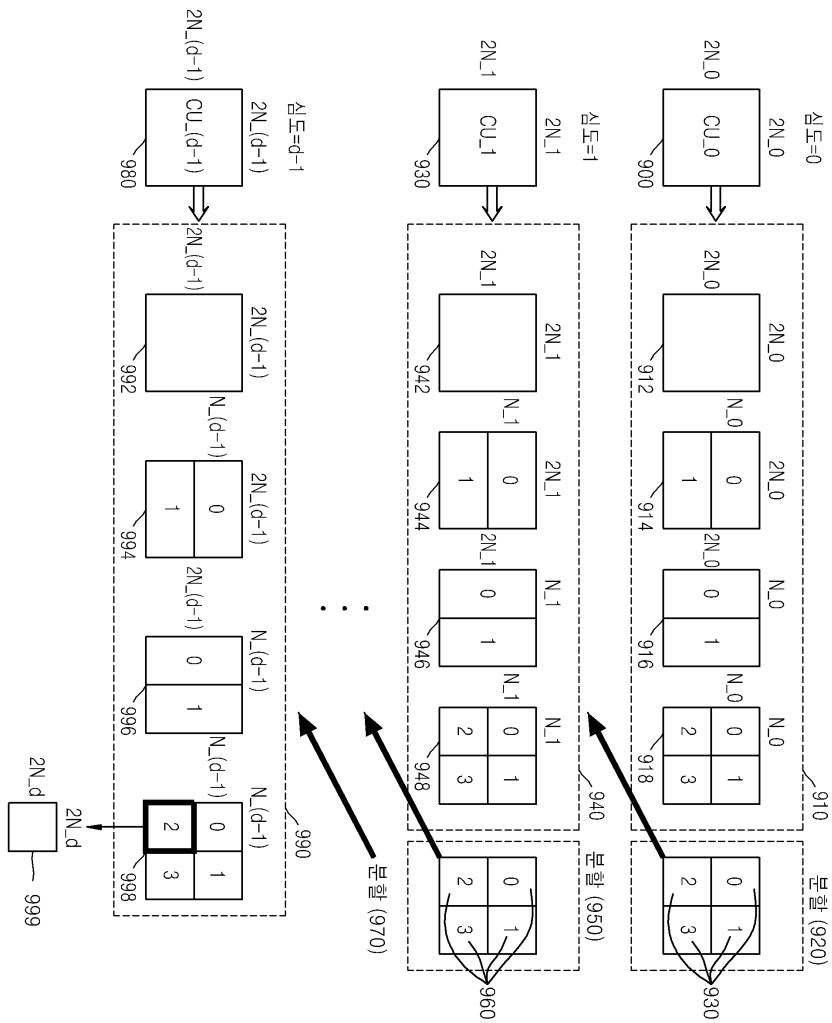
도면19



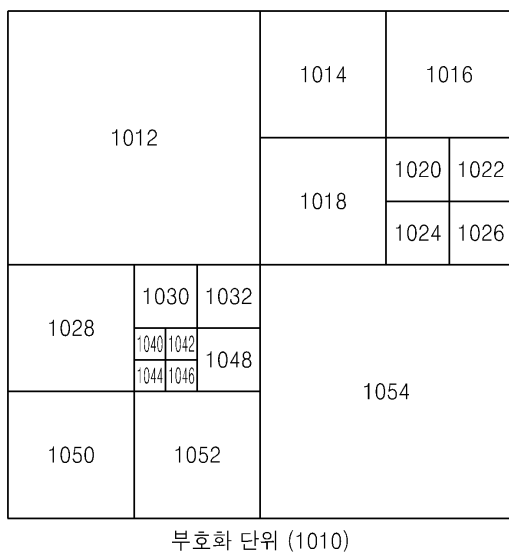
도면20



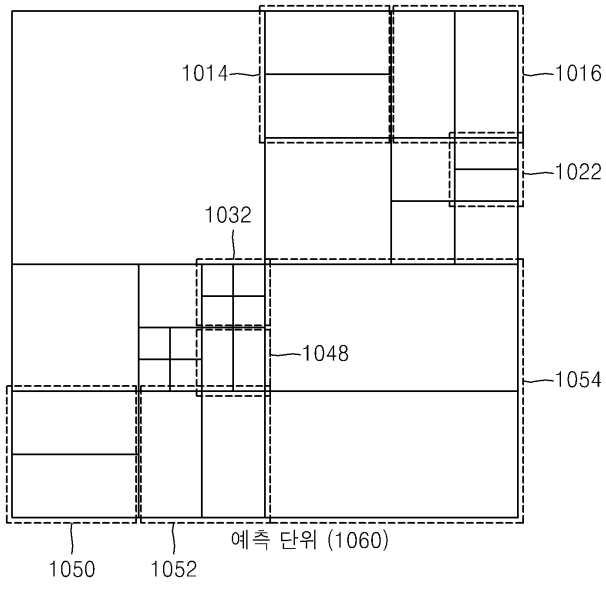
도면21



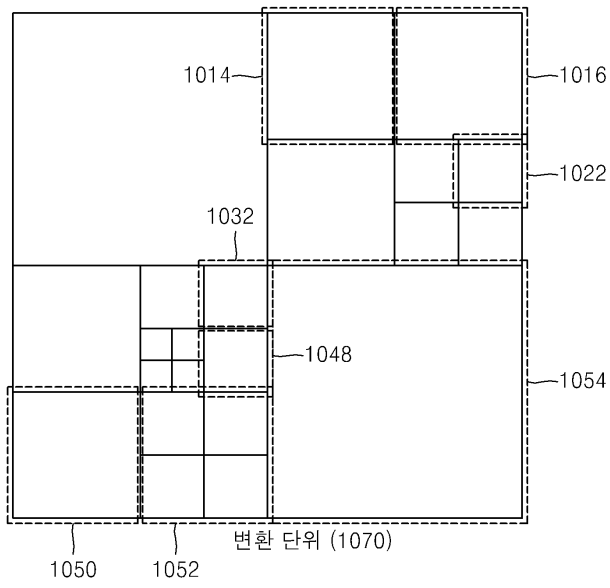
도면22



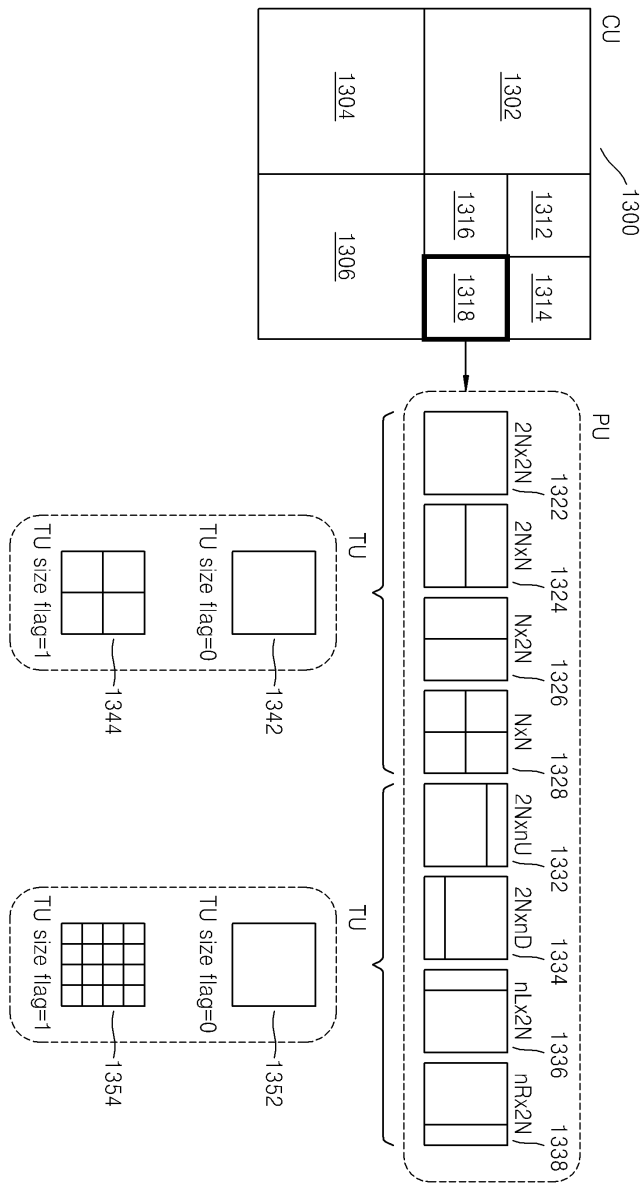
도면23



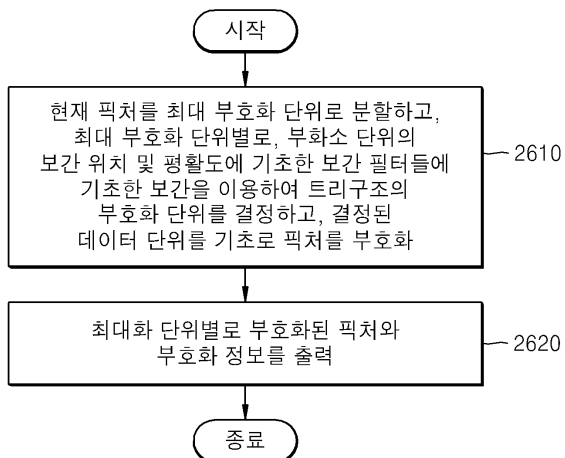
도면24



도면25



도면26



도면27

