(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월20일
(11) 등록번호 10-2696322
(24) 등록일자 2024년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/117 (2014.01) *H04N 19/124* (2014.01)
H04N 19/149 (2014.01) *H04N 19/176* (2014.01)
H04N 19/182 (2014.01) *H04N 19/85* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/117 (2015.01)
H04N 19/124 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2021-7039073
(22) 출원일자(국제) 2020년05월29일
심사청구일자 2023년05월25일
(85) 번역문제출일자 2021년11월29일
(65) 공개번호 10-2022-0013373
(43) 공개일자 2022년02월04일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2020/055143
(87) 국제공개번호 WO 2020/240509
국제공개일자 2020년12월03일
(30) 우선권주장
16/426,487 2019년05월30일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
Jenab Maryam et al.,"Content-Adaptive Resolution Control To Improve Video Coding Efficiency", 2018 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW), 2018.7.23. pages1-4
US06236757 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에이티아이 테크놀로지스 유엘씨
캐나다 온타리오 엘3티 7엑스6 마크햄 커머스 밸리 드라이브 이스트 1
(72) 발명자
사에디 메흐디
캐나다 온타리오 엘3티 7엑스6 마크햄 커머스 밸리 드라이브 이스트 1
이바노비치 보리스
캐나다 온타리오 엘3티 7엑스6 마크햄 커머스 밸리 드라이브 이스트 1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 김영태

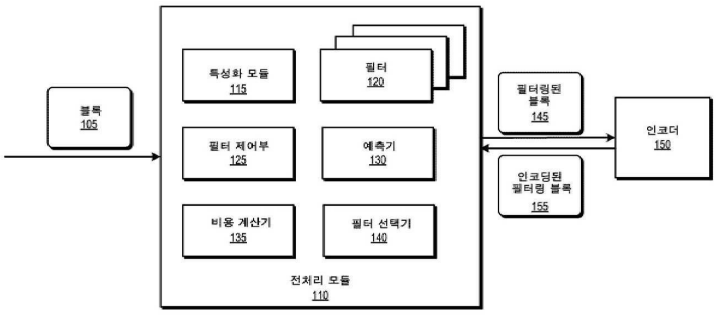
(54) 발명의 명칭 **비디오 압축을 위한 전처리**

(57) 요 약

처리 시스템[100]은 인코딩 이전에 블록들의 크기 및 오차를 최소화하기 위해 화상의 블록들[105]을 필터링한다. 처리 시스템의 전처리 모듈[110]은 복수의 블록들의 특성들을 측정하고, 품질에 최소한의 영향을 미치면서, 인코딩되기 전에 각 필터로 필터링되는 유사한 특성들을 갖는 블록들의 압축성의 증가를 예측하기 위해 인코딩 전에

(뒷면에 계속)

대 표 도



블록들에 복수의 필터들[102] 각각을 적용하는 효과들을 평가한다. 전처리 모듈은 블록 특성들에 기초하여 각 필터로 필터링된 블록들의 크기 및 오차를 예측하기 위한 모델들을 트레이닝한다. 전처리 모듈은 특정 특성들을 갖는 소정의 블록에 각 필터를 적용하는 비용을 크기 및 오차의 관점에서 계산하기 위해 모델들을 사용한다. 그 다음, 전처리 모듈은 최상의 비용을 초래할 것으로 예측되는 필터를 블록에 적용한다.

(52) CPC특허분류
H04N 19/149 (2015.01)
H04N 19/176 (2015.01)
H04N 19/182 (2015.01)
H04N 19/85 (2015.01)

(72) 발명자
스톨라지크 토마스
캐나다 온타리오 엘3티 7엑스6 마크햄 커머스 밸리 드라이브 이스트 1
아머 아이합
캐나다 온타리오 엘3티 7엑스6 마크햄 커머스 밸리 드라이브 이스트 1

사인즈 가버
캐나다 온타리오 엘3티 7엑스6 마크햄 커머스 밸리 드라이브 이스트 1

명 세 서

청구범위

청구항 1

방법으로서,

공간 구배(spatial gradient), 채도(colorfulness), 명암(contrast), 또는 잡음도(noisiness) 중 적어도 하나를 포함하는 메트릭들에 기초하여 하나 이상의 화상의 복수의 블록들의 각 블록을 특성화(characterizing)하는 단계;

상기 복수의 블록들의 각 블록을 필터링하기 위해 제1 필터를 적용하는 단계;

상기 제1 필터로 필터링된 상기 복수의 블록들 각각을 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩하는 단계;

상기 제1 필터로 필터링되고 인코딩된 상기 복수의 블록들 각각의 크기 및 왜곡을 계산하는 단계;

제1 화상의 제1 복수의 블록들 중 제1 블록의 크기 및 왜곡을 예측하되, 상기 제1 화상의 상기 제1 블록의 특성화에 기초함과 아울러 상기 하나 이상의 화상의 상기 복수의 블록들 각각의 특성화들 및 계산된 상기 크기들 및 계산된 상기 왜곡들에 기초하여, 예측하는 단계 - 상기 제1 블록은 상기 제1 필터로 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 -; 및

예측되는 상기 크기 및 왜곡에 기초하여 상기 제1 필터의 비용이 임계치 미만인 것에 응답하여 상기 제1 블록에 상기 제1 필터를 적용하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 화상의 상기 복수의 블록들을 필터링하기 위해 제2 필터를 적용하는 단계;

상기 제2 필터로 필터링된 상기 복수의 블록들 각각을 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩하는 단계;

상기 제2 필터로 필터링되고 인코딩된 상기 복수의 블록들 각각의 크기 및 왜곡을 계산하는 단계;

상기 제1 화상의 상기 제1 블록의 크기 및 왜곡을 예측하되, 상기 제1 화상의 상기 제1 블록의 특성화에 기초함과 아울러 상기 하나 이상의 화상의 상기 복수의 블록들 각각의 상기 특성화들 및 계산된 상기 크기들 및 계산된 상기 왜곡들에 기초하여, 예측하는 단계 - 상기 제1 블록은 상기 제2 필터로 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 -; 및

상기 제1 필터의 비용이 상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제2 필터로 필터링됨 - 의 예측되는 상기 크기 및 왜곡에 기초하여 상기 제2 필터의 비용을 초과하는 것에 응답하여 상기 제1 블록에 상기 제2 필터를 적용하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터는 블러링(blurring) 필터들이되, 상기 제1 필터를 적용하는 단계는:

상기 제1 블록의 샘플 픽셀과 상기 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 상기 제1 블록의 후보 픽셀 간 값들의 차이를 나타내는 제1 제어 설정을 변조하는 단계를 포함하고; 상기 제2 필터를 적용하는 단계는:

상기 샘플 픽셀과 상기 샘플 픽셀을 포함하는 상기 블러에 포함할 상기 후보 픽셀 간 거리를 나타내는 제2 제어 설정을 변조하는 단계를 포함하되,

상기 제1 필터의 상기 제1 제어 설정 및 상기 제2 제어 설정 중 적어도 하나는 상기 제2 필터의 상기 제1 제어 설정 및 상기 제2 제어 설정과 상이한 것인, 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 제1 필터는 쌍방 블러링 필터(bilateral blurring filter), 시간 필터(temporal filter), 시공간 필터(spatio-temporal filter), 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함하고, 상기 제2 필터는 상기 제1 필터와 상이한 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함하는 것인, 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1 필터 또는 상기 제2 필터로 필터링된 상기 제1 블록을 인코더에 제공하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1 필터에 대한 비용 함수는 상기 복수의 블록들 - 상기 복수의 블록들은 상기 제1 필터로 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 각각의 상기 특성화들, 계산된 상기 크기들, 및 계산된 상기 왜곡들에 기초하고, 상기 제2 필터에 대한 비용 함수는 상기 복수의 블록들 - 상기 복수의 블록들은 상기 제2 필터로 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 각각의 상기 특성화들, 계산된 상기 크기들, 및 계산된 상기 왜곡들에 기초하는 것인, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 특성화하는 단계는 상기 복수의 블록들 각각에 대한 다중 스케일 메트릭에 기초하고, 상기 다중 스케일 메트릭은 복수의 공간 압축 스케일들 및 복수의 동적 범위 스케일들 중 적어도 하나에 대한 각 블록의 추정되는 픽셀 활동 레벨들에 기초한 계수들을 포함하며, 상기 다중 스케일 메트릭은 양자화 파라미터의 비트 할당(allocation) 또는 부여(assignment)가 각 블록의 지각 품질(perceptual quality)에 어떻게 영향을 미칠 것으로 예측되는지를 나타내는 것인, 방법.

청구항 8

방법으로서,

화상의 제1 블록에 제1 필터를 적용하는 비용, 및 상기 제1 필터와 상이한 제2 필터를 적용하는 비용을 계산하는 단계로서, 상기 제1 필터의 비용은 상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 공간 구배, 채도, 명암, 또는 잡음도 중 적어도 하나를 포함하는 메트릭들에 기초한 특성화에 기초함과 아울러, 상기 제1 블록에 대한 예측되는 제1 크기 및 예측되는 제1 왜곡에 기초하고, 상기 제2 필터의 비용은 상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제2 필터를 사용하여 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 특성화에 기초함과 아울러, 상기 제1 블록에 대한 제2 크기 및 제2 왜곡에 기초하는 것인, 상기 비용을 계산하는 단계;

상기 제1 필터의 비용 및 상기 제2 필터의 비용에 기초하여, 상기 제1 필터 또는 상기 제2 필터를 선택하는 단계;

선택된 상기 필터를 적용하여 상기 제1 블록을 필터링하는 단계;및

필터링된 상기 제1 블록을 인코딩하기 위해 필터링된 상기 제1 블록을 인코더에 제공하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터는:

상기 제1 블록의 샘플 픽셀과 상기 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 상기 제1 블록의 후보 픽셀 간 값들의 차이를 나타내는 제1 제어 설정; 및

상기 샘플 픽셀과 상기 샘플 픽셀을 포함하는 상기 블러에 포함할 상기 후보 픽셀 간 거리를 나타내는 제2 제어 설정을 포함하는 블러링 필터들이되,

상기 제1 필터의 상기 제1 제어 설정 및 상기 제2 제어 설정 중 적어도 하나는 상기 제2 필터의 상기 제1 제어 설정 및 상기 제2 제어 설정과 상이한 것인, 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 각각은 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함하는 것인, 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 화상의 상기 제1 블록을 특성화하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제1 필터를 사용하여 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 상기 제1 크기 및 상기 제1 왜곡을 예측하는 단계; 및

상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제2 필터를 사용하여 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 상기 제2 크기 및 상기 제2 왜곡을 예측하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 필터 및 상기 제1 양자화 파라미터에 기초하여 상기 제1 블록의 상기 제1 크기를 예측하기 위한 모델 및 상기 제1 블록의 상기 제1 왜곡을 예측하기 위한 모델을 트레이닝하는 단계; 및

상기 제2 필터 및 상기 제1 양자화 파라미터에 기초하여 상기 제1 블록의 상기 제2 크기를 예측하기 위한 모델 및 상기 제1 블록의 상기 제2 왜곡을 예측하기 위한 모델을 트레이닝하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 14

제8항에 있어서, 상기 특성화는 상기 제1 블록에 대한 다중 스케일 메트릭에 기초하고, 상기 다중 스케일 메트릭은 복수의 공간 압축 스케일들 및 복수의 동적 범위 스케일들 중 적어도 하나에 대한 상기 제1 블록의 추정되는 픽셀 활동 레벨들에 기초한 계수들을 포함하며, 상기 다중 스케일 메트릭은 양자화 파라미터의 비트 할당 또는 부여가 상기 제1 블록의 지각 품질에 어떻게 영향을 미칠 것으로 예측되는지를 나타내는 것인, 방법.

청구항 15

디바이스로서,

화상의 제1 블록에 제1 필터를 적용하는 비용, 및 상기 제1 필터와 상이한 제2 필터를 적용하는 비용을 추정하는 비용 계산기로서, 상기 제1 필터의 비용은 공간 구배, 채도, 명암, 또는 잡음도 중 적어도 하나를 포함하는 메트릭들에 기초한 상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 의 특성화에 기초함과 아울러, 상기 제1 블록에 대한 예측되는 제1 크기 및 예측되는 제1 왜곡에 기초하고, 상기 제2 필터의 비용은 상기 제1 블록 - 상기 제1 블록은 상기 제2 필터를 사용하여 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 의 상기 특성화에 기초함과 아울러, 상기 제1 블록에 대한 제2 크기 및 제2 왜곡에 기초하는 것인, 상기 비용 계산기;

상기 제1 필터의 비용 및 상기 제2 필터의 비용에 기초하여, 상기 제1 필터 또는 상기 제2 필터를 선택하고, 상기 제1 블록을 필터링하기 위해 선택된 상기 필터를 적용하는 필터 선택기; 및

필터링된 상기 제1 블록을 인코딩하는 인코더를 포함하는, 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터는:

상기 제1 블록의 샘플 픽셀과 상기 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 상기 제1 블록의 후보 픽셀 간 값들의 차이를 나타내는 제1 제어 설정; 및

상기 샘플 픽셀과 상기 샘플 픽셀을 포함하는 상기 블러에 포함할 상기 후보 픽셀 간 거리를 나타내는 제2 제어 설정을 포함하는 블러링 필터들이되,

상기 제1 필터의 상기 제1 제어 설정 및 상기 제2 제어 설정 중 적어도 하나는 상기 제2 필터의 상기 제1 제어 설정 및 상기 제2 제어 설정과 상이한 것인, 디바이스.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 제1 필터 및 상기 제2 필터 각각은 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함하는 것인, 디바이스.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 화상의 상기 제1 블록을 특성화하는 특성화 모듈을 더 포함하는, 디바이스.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 특성화 모듈은 상기 제1 블록에 대한 다중 스케일 메트릭에 기초하여 상기 제1 블록을 특성화하는 것이고, 상기 다중 스케일 메트릭은 복수의 공간 압축 스케일들 및 복수의 동적 범위 스케일들 중 적어도 하나에 대한 상기 제1 블록의 추정되는 픽셀 활동 레벨들에 기초한 계수들을 포함하며, 상기 다중 스케일 메트릭은 양자화 파라미터의 비트 할당 또는 부여가 상기 제1 블록의 지각 품질에 어떻게 영향을 미칠 것으로 예측되는지를 나타내는 것인, 디바이스.

청구항 20

제19항에 있어서,

예측기를 더 포함하며, 상기 예측기는:

상기 제1 필터를 사용하여 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩된 복수의 블록들의 특성화들에 기초하여 상기 제1 블록의 상기 제1 크기를 예측하기 위한 모델 및 상기 제1 블록의 상기 제1 왜곡을 예측하기 위한 모델을 트레이닝하도록; 그리고

상기 제2 필터를 사용하여 필터링되고 상기 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩된 상기 복수의 블록들의 특성화들에 기초하여 상기 제1 블록의 상기 제2 크기를 예측하기 위한 모델 및 상기 제1 블록의 상기 제2 왜곡을 예측하기 위한 모델을 트레이닝하도록 구성되는 것인, 디바이스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 비디오 압축을 위한 전처리에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 멀티미디어 서버는 멀티미디어 스트림, 예를 들어, 사용자에 의해 요청된 멀티미디어 스트림에서의 화상들을 나타내는 데이터를 생성한다. 멀티미디어 서버의 인코더는 각 화상에 대한 데이터를 인코딩하여 네트워크를 통해 디코더 - 이는 비트 스트림을 디코딩하고 디코딩된 비디오 정보를 사용자에게 디스플레이하기 위해 멀티미디어 애플리케이션 또는 임의의 다른 애플리케이션에 제공함 - 로 송신되는 비트 스트림을 형성한다. 이러한 멀티미디어 인코더들 및 디코더들은 멀티미디어 스트림들의 저장 및 전달을 압축된 방식으로 가능하게 하기 위해 매우 다양한 애플리케이션들에서 사용된다.

[0003] 멀티미디어 스트림들을 압축하기 위해, 기존 인코더들은 압축 정도가 양자화 파라미터와 같은 품질 파라미터에 부분적으로 의존하는 비디오 압축 알고리즘들을 구현한다. 양자화 파라미터는 코덱에서 변환된 데이터를 양자화하기 위한 표준 행렬을 유도하는 데 사용될 수 있는 수이다. 양자화 파라미터가 높을수록 보통 화상에 대한 비트 사용량이 더 낮아지는 반면, 양자화 파라미터가 낮을수록 보통 화상에 대한 비트 사용량이 더 높아진다. 압축 알고리즘들은 상이한 양자화 파라미터들 - 이것들은 비트들을 화상들의 표제들, 프레임들, 슬라이스들, 및

블록들에 할당하는 것에 영향을 미침 - 을 사용한다. 그러나, 너무 낮은 양자화 파라미터를 사용하면 어떠한 상응하는 이익 없이, 화상들의 인코딩, 송신, 및 디코딩에서 컴퓨팅 자원들 및 대역폭이 불필요하게 소모된다. 다른 한편, 너무 높은 양자화 파라미터를 사용하면 인코딩된 화상들의 품질을 필요 이상으로(또는 수용할 수 없을 정도로) 감소시킨다. 또한, 화상의 양자화 파라미터를 변경하면 예측할 수 없는 품질 손실이 발생할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0004] 본 개시는 당해 기술분야의 당업자들에게 첨부 도면들을 참조함으로써 이해가 더 잘 되고, 이의 많은 특징들 및 이점들이 명백해질 수 있다. 상이한 도면들에서의 동일한 참조 부호들의 사용은 유사하거나 동일한 항목들을 나타낸다.

도 1은 일부 실시예들에 따라 비용 분석에 기초하여 전처리 필터를 선택하고 이를 인코딩될 화상의 블록에 적용하기 위한 전처리 모듈을 포함하는 처리 시스템의 블록도이다.

도 2는 일부 실시예들에 따라 두 개의 샘플 블록들의 공간 스케일들을 변화시키는 것의 효과들의 예시이다.

도 3은 일부 실시예들에 따라 두 개의 샘플 블록들의 동적 범위들을 변화시키는 것의 효과들의 예시이다.

도 4는 일부 실시예들에 따라 화상의 일부분에 상이한 설정들을 갖는 필터들을 적용하는 전처리 모듈의 필터 제어부의 블록도이다.

도 5는 일부 실시예들에 따라 상이한 필터들로 필터링된 블록들의 크기들 및 왜곡을 예측하기 위한 모델들을 트레이닝하기 위한 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 6은 일부 실시예들에 따라 각 블록에 대해 최저 비용을 갖는 필터를 사용하여 화상의 블록들을 필터링하기 위한 방법을 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005] 도 1 내지 도 6은 멀티미디어 스트림의 인코딩 이전에 블록의 크기 및 오차를 최소화하기 위해 필터를 사용하여 화상의 일부분 또는 블록을 전처리하기 위한 처리 시스템들 및 기법들을 도시한다. 처리 시스템의 전처리 모듈은 복수의 블록들의 특성들을 측정하고, 품질에 최소한의 영향을 미치면서, 소정의 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩되기 전에 각 필터로 필터링되는 유사한 특성들을 갖는 블록들의 압축성의 증가를 예측하기 위해 인코딩 전에 블록들에 복수의 필터들 각각(또는 복수의 설정들을 갖는 필터)을 적용하는 효과들을 평가한다. 전처리 모듈은 블록들의 특성들에 기초하여 복수의 필터들 각각으로 필터링된 블록들의 크기 및 오차를 예측하기 위한 모델들을 개발하고 트레이닝한다. 전처리 모듈은 이 모델들을 사용하여, 블록의 특성들에 기초하여 각 필터를 화상의 소정의 블록에 적용하는 것으로부터 초래되는 크기 및 오차의 관점에서 비용을 계산한다. 그 다음, 전처리 모듈은 최상의 비용(예를 들어, 품질에 최소한의 영향을 주면서 최소 크기(즉, 최저 비트 사용량))을 초래할 것으로 예측되는 필터를 블록에 적용한다. 전처리 모듈은 낮은 비용이 되도록 계산된 필터를 적용함으로써 화상의 블록들을 전처리함으로써, 예측 가능한 품질 손실량을 갖는 소정의 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩될 때 화상의 압축성을 증가시킨다.

[0006] 상이한 특성들을 갖는 블록들은 소정의 필터로 필터링될 때 상이하게 영향을 받을 것이다. 전처리 모듈은 블록의 채도(colorfulness), 명암(contrast), 또는 잡음도(noisiness)와 같은 다수의 특성을 측정함으로써 화상의 각 블록을 특성화(characterizing)한다. 일부 실시예들에서, 전처리 모듈은 블록의 "다중 스케일 메트릭"을 생성하기 위해 각 공간 스케일 및/또는 동적 범위에서 블록의 구배(gradient)를 계산함으로써 복수의 공간 압축 스케일들 또는 동적 범위 스케일들에서 블록을 특성화한다. 각 블록은 미세하거나 간략한 정도의 디테일, 명암, 구조들, 색상, 휘도를 포함한다. 이미지의 가장자리들, 반복 패턴들, 및 다른 구조들 또는 객체들을 검출하기 위해서는 일부분 내의 픽셀 강도들의 편차들과 같은 픽셀 활동도가 사용될 수 있다. 픽셀 활동도는 예를 들어, 일부분 내의 그레이 레벨 동시 발생 행렬(gray-level co-occurrence matrix), 2차원 공간 평균 구배, 웨이블릿 또는 다른 변환들, 이산 코사인 함수, 또는 평균 값과 같은 다양한 메트릭들을 사용하여 측정될 수 있다.

[0007] 2D 공간 구배 또는 웨이블릿 변환과 같은 픽셀 활동도의 단일 측정은 카펫을 포함하는 블록 대 백지를 포함하는 블록과 같이, 실제로 유사하지 않은 블록들에 대한 유사한 측정들을 초래할 수 있다. 복수의 공간 스케일들 및/또는 동적 범위들에서 각 블록의 픽셀 활동 레벨을 분석함으로써, 사전 분석 모듈은 소정의 QP의 비트 할당 또는 부여가 블록의 지각 품질에 어떻게 영향을 미칠 것인지를 간접적으로 나타내는 블록의 강건성을 특성화한다. 일부 실시예들에서, 다중 스케일 메트릭은 블록 내의 스킨 톤의 존재의 표시를 포함한다. 예를 들어, 다중 스케

일 메트릭들 사이의 데카르트 차에 의해 측정될 때, 유사한 다중 스케일 메트릭들을 갖는 블록들은 시각적으로 유사하고 특정 제어 설정들을 갖는 소정의 필터의 적용에 의해 유사하게 영향을 받을 가능성이 있다.

[0008] 일부 실시예들에서, 전처리 모듈은 모든 N개의 필터들을 각 블록에 적용한 다음 최저 비용을 갖는 필터를 선택하기보다는, 특정 블록에 적용될 때 각 필터에 대한 비용을 예측하기 위해 선택된 트레이닝 비디오들로부터의 다수의 블록들을 사용하여 모델을 트레이닝한다. 전처리 모듈은 모델을 트레이닝하기 위해, 다중 스케일 메트릭 또는 각 블록의 특성들의 또 다른 측정치를 사용하여 트레이닝 비디오들로부터 블록들 각각을 특성화한다. 전처리 모듈은 제1 제어 설정들을 갖는 제1 필터를 트레이닝 비디오들의 각 블록에 적용하고, 필터링된 블록들을 타겟 인코더를 사용하여 특정 양자화 파라미터로 인코딩한다. 전처리 모듈은 트레이닝 비디오들의 각 인코딩된 필터링 블록에 대한 필터링에 의해 도입된 왜곡을 측정하기 위해 크기(즉, 비트 사용량) 및 오차 메트릭을 계산한다. 전처리 모듈은 블록들 각각에 대한 특성들, 계산된 크기들, 및 계산된 오차들에 기초하여, 제1 필터를 사용하여 필터링되고 특정 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩될 때 특정 특성들을 갖는 소정의 블록의 크기를 예측하기 위해, 최소 제곱들, 랜덤 포레스트 회귀자, 또는 다른 기계 학습 모델과 같은 회귀 모델을 개발한다. 유사하게, 전처리 모듈은 제1 필터를 사용하여 필터링되고 특정 양자화 라미터를 사용하여 인코딩될 때 특정 특성들을 갖는 소정의 블록에 대한 오차를 예측하기 위한 회귀 모델을 개발한다. 그 다음, 전처리 모듈은 필터를 적용하고, 인코딩고, 크기들 및 오차들을 계산하며, 나머지 N-1개의 필터들 각각에 대한 회귀 모델을 개발하는 프로세스를 반복한다. 일부 실시예들에서, 전처리 모듈은 또한 필터를 적용하고, 인코딩하고, 크기들 및 오차들을 계산하며, 블록들을 인코딩하는 데 사용될 수 있는 임의의 추가적인 양자화 파라미터들에 대한 회귀 모델을 개발하는 프로세스를 반복한다.

[0009] 전처리 모듈이 관심 있는 각 필터 및/또는 양자화 파라미터에 대한 모델을 개발하면, 전처리 모듈은 그 모델들을 적용하고, 관심 있는 화상의 전처리 블록들에 대한 최저 비용 필터를 선택하기 위해 각 필터 옵션에 대한 비용을 계산한다. 화상의 각 블록에 대해, 전처리 모듈은 블록을 특성화하고, 그 다음 블록의 특성들과 크기 모델에 기초하여, N개의 필터들 각각으로 필터링될 때 블록에 대한 예측되는 크기를 계산하고, 블록의 특성들과 오차 모델에 기초하여, N개의 필터들 각각으로 필터링될 때 블록에 대해 예측되는 오차를 계산한다. N개의 필터들 각각에 대해, 전처리 모듈은 블록의 특성들에 기초하여, 필터를 블록에 적용하는 것으로부터 초래될 예측되는 크기 및 오차의 함수인 비용을 계산한다. 일부 실시예들에서, 전처리 모듈은 필터의 비용이 임계치 미만인 것에 응답하여 필터를 블록에 적용한다. 일부 실시예들에서, 전처리 모듈은 필터들 각각에 대해 계산된 비용들을 비교하고, 현재 블록에 적용하기 위한 최상의(최소) 비용을 갖는 필터를 선택한다. 전처리 모듈은 모델들을 적용하고 비용들을 계산하는 프로세스를 반복하여 화상의 각 블록에 대한 최저 비용 필터를 선택한다. 전처리 모듈은 최저 비용 필터를 화상의 각 블록에 적용함으로써 화상을 전처리한 후, 필터링된 화상을 인코딩을 위해 인코더에 제공한다. 인코더는 특정된 양자화 파라미터를 사용하여 화상의 각 블록을 인코딩한다. 인코더는 인코딩된 화상을 네트워크를 통해 디코더로 송신하며, 이는 비트 스트림을 디코딩하고 디코딩된 비디오 정보를 사용자에게 디스플레이하기 위해 멀티미디어 애플리케이션에 제공한다. 저비용 필터들을 갖는 전처리 화상들은 가시적 효과가 거의 없거나 전혀 없이 비트 사용량을 감소시킨다(즉, 압축성을 증가시킨다).

[0010] 도 1은 일부 실시예들에 따라 비용 분석에 기초하여 전처리 필터(120)를 선택하고 이를 화상의 블록에 적용하기 위한 전처리 모듈(110)을 포함하는 처리 시스템(100)을 도시한다. 전처리 모듈(110)은 하드 코딩된 로직, 프로그래밍 가능한 로직, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로서 구현될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 처리 시스템(100)은 서버, 개인용 컴퓨터, 태블릿, 셋탑 박스, 게이밍 시스템, 휴대폰 등과 같은 다양한 전자 기기들에 분산된다.

[0011] 전처리 모듈(110)은 특성화 모듈(115), 복수의 필터들(120), 필터 제어부(125), 예측기(130), 비용 계산기(135), 및 필터 선택기(140)를 포함하며, 이들 각각은 하드 코딩된 로직, 프로그래밍 가능한 로직, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로서 구현될 수 있다. 처리 시스템(100)은 멀티미디어 스트림에서의 화상들의 스트림 또는 시퀀스를 나타내는 디지털 정보를 수신한다. 용어 "멀티미디어"는 비디오 데이터, 오디오 데이터 등, 또는 이들의 조합을 포함하는 데이터의 스트림을 지칭하고, 일부 실시예들에서는 제어 데이터, 메타데이터 등, 또는 이들의 임의의 조합을 또한 포함한다. 처리 시스템(100)은 각 화상을 매크로블록들, 코딩 트리 블록(coding tree block, CTB)들, 표제들, 및 슬라이스들(본 명세서에서 "블록들"로 지칭됨)과 같은 코딩 유닛들로 분할하며, 이것들은 전처리 모듈(110)에 제공된다.

[0012] 특성화 모듈(115)은 공간 구배, 색채, 명암, 또는 잡음도와 같은 메트릭들에 따라 각 블록을 분석하고, 블록들을 특성화한다. 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 복수의 공간 스케일들 및 동적 범위들에서 측정된 블록의 픽셀 활동도를 나타내는 다중 스케일 메트릭을 사용하여 블록들을 특성화한다. 이러한 실시예들에서, 특성화

모듈(115)은 각 블록의 공간 스케일을 조정하는 비디오/이미지 스케일러(도시되지 않음) 및 각 블록의 동적 범위를 조정하는 동적 범위 변조기(도시되지 않음)를 채용하면서, 특성화 모듈(115)은 각 공간 스케일 및 동적 범위 설정에서 각 블록에 대한 픽셀 활동도를 계산한다. "공간 스케일"은 블록에 의해 표현되는 픽셀 수를 지칭하고, 픽셀은 디스플레이 디바이스에서 어드레싱 가능한 최소 요소이다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 비디오/이미지 스케일러는 각 블록을 1:1, 2:1, 4:1, 및 8:1과 같은 복수의 공간 스케일 설정들로 재스케일링하며, 이에 따라 16 × 16 픽셀들의 블록(즉, 매크로블록)에 대해, 1:1 공간 스케일에서, 블록은 변경되지 않고(16 × 16 픽셀들), 2:1 공간 스케일에서, 원래의 16 × 16 블록은 8 × 8 픽셀들로 압축되고, 4:1 공간 스케일에서, 블록은 4 × 4 픽셀들로 압출되며, 8: 1 공간 스케일에서, 블록은 2 × 2 픽셀들로 압축된다. "동적 범위"는 픽셀의 색조 값 수를 지칭한다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 동적 범위 변조기는 1:1, 2:1, 4:1, 및 8:1과 같은 복수의 동적 범위 설정들을 적용하며, 이에 따라 0→255 그레이스케일 값들의 원래의 동적 범위를 갖는 블록에 대해, 1:1 동적 범위에서, 블록은 0→255 그레이스케일 값들을 갖고, 2:1 동적 범위에서, 블록은 0→127 그레이스케일 값들을 가지며, 4:1 동적 범위에서, 블록은 0→63 그레이스케일 값들을 가지며, 8:1, 동적 범위에서는, 블록은 0→31 그레이스케일 값들을 갖는다.

[0013] 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 에일리어싱을 방지하기 위해 스케일링 프로세스 전에 또는 스케일링 프로세스 동안 각 블록에 대한 신호를 저역 통과 필터링한다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 데시메이션 이전에 대응하는 수의 적절한 계수들을 사용하여 저역 통과 필터링을 효과적으로 수행하는 4 탭 또는 8 탭 유한 임펄스 응답(finite impulse response, FIR)필터를 채용한다. 필터링은 블러링(blurring)을 야기하며, 이는 블록에서의 디테일의 양에 따라, 정보가 손실되게 하거나 손실되지 않게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 각 블록 내의 심상이 이전의 공간 스케일 설정에서와 같이 각 연속적인 공간 스케일 설정에 대해 스케일링되는 재귀적 방법을 사용한다.

[0014] 각 공간 스케일 설정 및 동적 범위 설정에서, 특성화 모듈(115)은 픽셀 활동 메트릭을 사용하여 블록에 대한 픽셀 활동 레벨을 계산한다. 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 2D 공간 평균 구배를 사용하여 각 블록에 대한 픽셀 활동도를 계산한다. 2D 공간 평균 구배는 수직 및 수평 가장자리들을 캡처한다. 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 웨이블릿 변환 또는 다른 변환을 사용하여 각 블록의 픽셀 활동도를 계산하여 소정의 블록에 대한 활동도 파라미터를 측정한다. 이에 따라, 특성화 모듈(115)은 각 점진적인 공간 스케일링 레벨 및 각 동적 범위 설정에서 손실되는 정보의 양(만약 있다면)을 측정한다.

[0015] 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 각 점진적인 공간 스케일링 레벨 및 각 동적 범위 설정에서 특성화 모듈(115)에 의해 계산된 N개의 픽셀 활동 레벨들을 나타내는 행렬과 같은 N조인 각 블록에 대한 다중 스케일 메트릭을 생성한다. 일부 실시예들에서, 다중 스케일 메트릭 계산기(135)는 부동 소수점 수 또는 고정 소수점 수에 의해 표현될 수 있는 정규화된 픽셀 활동 레벨 값들(예를 들어, 최대 픽셀 활동도 값에 대해 정규화된 값들)을 사용한다. 일부 실시예들에서, 다중 스케일 메트릭 계산기(135)는 상이한 공간 스케일들 및/또는 동적 범위들에서의 값들의 차이에 기초하여 다중 스케일 메트릭을 생성한다.

[0016] 이에 따라, 네 개의 공간 스케일 설정들 및 네 개의 동적 범위 설정들에서 블록에 대해 측정된 픽셀 활동 레벨들을 나타내는 16조 다중 스케일 메트릭에 대해, 다중 스케일 메트릭은 일부 실시예들에서 아래의 표 1에 기술된 정보를 나타낸다.

표 1

[0017]

1:1 공간 스케일 1:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 16x16	2:1 공간 스케일 1:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 8x8	4:1 공간 스케일 1:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 4x4	8:1 공간 스케일 1:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 2x2
1:1 공간 스케일2:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 16x16	2:1 공간 스케일 2:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 8x8	4:1 공간 스케일 2:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 4x4	8:1 공간 스케일 2:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 2x2
1:1 공간 스케일4:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 16x16	2:1 공간 스케일 4:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 8x8	4:1 공간 스케일 4:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 4x4	8:1 공간 스케일 4:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 2x2

1:1 공간 스케일8:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 16x16	2:1 공간 스케일 8:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 8x8	4:1 공간 스케일 8:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 4x4	8:1 공간 스케일 8:1 동적 스케일 학습 중인 픽셀들: 2x2

[0018] 좌측으로부터 우측으로, 표 1에 도시된 바와 같은 다중 스케일 메트릭의 컴포넌트들은 미세한 것에서 간략한 것으로의 디테일들의 기여도를 반영한다. 위에서 아래로, 표 1에 도시된 바와 같은 다중 스케일 메트릭의 컴포넌트들은 모든 명암 레벨들로부터 단지 높은 명암으로 디테일들의 기여도를 반영한다. 미세한 것에서 간략한 것으로 그리고 모든 명암 레벨들로부터 단지 높은 명암으로 디테일들의 기여도들은 단지 많은 비디오 및 이미지 압축 알고리즘들의 기초가 되는 이산 코사인 변환(discrete cosine transform, DCT) 및 직접 사인 변환(direct sine transform, DST) 또는 웨이블릿 변환들에 직접적으로 관련된다. 전처리 모듈(110)은 다중 스케일 메트릭 또는 블록들의 특성들의 또 다른 측정치를 사용하여 예산 또는 지각 타겟들에 기초하여 각 블록을 전처리하기 위한 필터를 선택하기 위한 회귀 모델 또는 기계 학습 모델을 트레이닝한다.

[0019] 복수의 필터들(120) 각각은 자신들이 적용되는 블록들로부터 정보를 선택적으로 제거한다. 일부 실시예들에서, 복수의 필터들(120) 각각은 동일한 유형의 필터이지만, 복수의 필터들(120)의 다른 필터들과 상이한 설정들로 조정된다. 일부 실시예들에서, 각 필터는 다른 필터들과 상이한 유형의 필터이다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 복수의 필터들(120) 각각은 상이한 제어 설정들을 갖는 쌍방 블러링 필터(bilateral blurring filter)이다. 다른 실시예들에서, 복수의 필터들(120) 중 제1 필터는 쌍방 블러링 필터, 시간 필터(temporal filter), 시공간 필터(spatio-temporal filter), 모션 보상 필터, 또는 다른 유형의 필터 중 하나이고, 복수의 필터들(120) 중 제2 필터는 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 모션 보상 필터, 또는 다른 유형의 필터 중 상이한 것이다. 쌍방 블러링 필터는 각 픽셀의 강도를 근처의 픽셀들로부터의 강도 값들의 가중 평균으로 대체하는 비선형의 가장자리 보존, 잡음 감소 평활화 필터이다. 시간 필터는 연속적인 프레임들의 가중 평균을 수행한다. 시공간 필터는 공간적, 시간적, 및 시각적 리던던시들을 제거함으로써 이미지들 및 비디오들을 압축한다. 모션 보상 필터는 비디오에서의 객체들 또는 카메라의 모션을 감안함으로써 이전 또는 미래의 프레임이 주어지면, 비디오에서의 프레임을 예측한다.

[0020] 일부 실시예들에서, 복수의 필터들(120) 각각은 소정의 반경 내에 가우시안 블러를 적용하는 쌍방 블러링 필터이다. 각 필터(120)는 후보 픽셀이 학습 중인 픽셀과 함께 블러에 포함되도록 하기 위해, 근처의 후보 픽셀들과 비교하여 샘플 픽셀(학습 중인 픽셀이라고도 지칭됨) 사이의 휘도와 같은 값들의 차이에 대한 임계값을 설정하기 위해 필터 제어부(125)에 의해 조정 가능한 제어 설정을 갖는다. 필터 제어부(125)는 또한, 각 필터(120)에 대한 제어 설정을 조정하여, 학습 중인 픽셀과 블러에 포함할 (또한 차이 임계치를 충족하는) 후보 픽셀들 사이의 임계 거리를 설정한다. 이에 따라, 각 필터(120)는 차이 임계치 및 거리 임계치에 대한 상이한 제어 설정들을 갖는 쌍방 블러링 필터이다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 제1 필터(120)는 블러에의 포함을 위해 픽셀들 사이의 값들의 상대적으로 작은 차이를 허용하는 값들의 임계 차이(예를 들어, 5% 미만)에 대한 제어 설정, 및 샘플 픽셀로부터 X 픽셀들의 반경 내의 (그리고 또한 차이 임계치를 충족하는) 픽셀들이 블러에 포함되는 것을 허용하는 픽셀들 사이의 거리 임계치에 대한 제어 설정을 갖는 쌍방 블러링 필터이다. 일부 실시예들에서, 제2 필터(120)는 블러에의 포함을 위해 픽셀들 사이의 값들의 상대적으로 더 큰 차이를 허용하는 값들 사이의 임계 차이(예를 들어, 25% 미만)에 대한 제어 설정, 및 샘플 픽셀로부터 Y 픽셀들의 반경 내의 (그리고 또한 차이 임계치를 충족하는) 픽셀들이 블러에 포함되는 것을 허용하는 픽셀들 사이의 임계 거리에 대한 제어 설정을 갖는 쌍방 블러링 필터이다. 일부 실시예들에서, 필터 제어부(125)는 N개의 필터들을 각 블록에 효과적으로 적용하기 위한 상이한 제어 설정들을 필터들(120)에 적용한다. 일부 실시예들에서는, N개의 필터들 각각에 대한 제어 설정들의 차이들이 단조롭고, 다른 실시예들에서는, N개의 필터들 각각에 대한 제어 설정들의 차이들이 단조롭지 않다.

[0021] 전처리 모듈(110)이 필터들(120) 중 제1 필터를 블록(105)에 적용하여 필터링된 블록(145)을 생성한 후, 전처리 모듈(110)은 전처리 모듈(도시되지 않음)의 인코더를 사용하여 또는 필터링된 블록을 전처리 모듈(110) 외부의 인코더(150)에 제공함으로써, 필터링된 블록(145)을 인코딩한다. 인코더(150)는 특정 양자화 파라미터를 사용하여 필터링된 블록(145)을 인코딩(압축)하여, 인코딩된 필터링 블록(155)을 생성한다. 예측기(130)는 제1 필터를 사용하여 필터링되고 특정 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩된, 인코딩된 필터링 블록(155)의 압축된 크기(비트 사용량)를 수집하고, 인코딩된 필터링 블록(155)의 평균 제곱 오차(mean squared error, MSE)와 같은 오차 메트릭을 계산한다.

[0022] 일부 실시예들에서, 전처리 모듈(110)은 N개의 필터들(120) 각각을 사용하여 트레이닝 시간에 다수의 블록들(예를 들어, 수 백만개의 블록들)의 크기들 및 오차들을 특성화, 필터링, 인코딩 및 측정한다. 각 블록의 특성들, 및 N개의 필터들 각각으로 필터링되고 인코딩될 때의 각 블록의 수집된 크기들 및 오차들에 기초하여, 예측기(130)는 최소 제곱들, 랜덤 포레스트 회귀자 또는 다른 기계 학습 기법들을 사용하여 회귀 모델을 개발하여, 블록의 특성들에 기초하여, N개의 필터들(120) 각각으로 필터링되고 소정의 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩될 때 블록의 예측되는 크기를 출력한다. 예측기(130)는 또한, 최소 제곱들, 랜덤 포레스트 회귀자 또는 다른 기계 학습 기법들을 사용하여 회귀 모델을 개발하여, 블록의 특성들에 기초하여, N개의 필터들(120) 각각으로 필터링되고 소정의 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩될 때 블록의 예측되는 오차를 출력한다. 전처리 모듈(110)은 N개의 필터들(120) 각각에 대한 그리고 관심 있는 각 양자화 파라미터에 대한 크기 및 오차 모델들을 트레이닝한다.

[0023] 모델들을 트레이닝한 후, 관심 화상을 전처리하기 위해, 처리 시스템(100)은 화상을 블록들로 분할한다. 특성화 모듈(115)은 화상의 각 블록을 특성화하고, 예측기(130)는 각 블록의 특성화가 주어지면, N개의 필터들(120) 각각에 대한 블록에 대한 크기 모델 및 오차 모델을 계산한다. 비용 계산기(135)는 블록의 특성화가 주어지면, 블록의 예측되는 크기들 및 오차들에 기초하여 각 블록에 대한 N개의 필들터 각각에 대한 비용 함수를 계산한다. 예를 들어, n이 특정 필터(120)인 일부 실시예들에서, 다중 스케일 메트릭 계수들은 학습 중인 블록에 대한 다중 스케일 메트릭 결과들이고, QP는 양자화 파라미터이며, 비용 함수는 다음과 같다

$$\text{비용} = (\text{크기}_{\text{모델}}(n, \text{다중 스케일 메트릭 계수들}, QP))^2 * \sqrt{\text{오차}_{\text{모델}}(n, \text{다중 스케일 메트릭 계수들}, QP)}$$

[0024]

[0025] N개의 필터들(120) 각각에 대한(그리고, 일부 실시예들에서, 관심 있는 각 양자화 파라미터에 대한) 비용 함수에 기초하여, 필터 선택기(140)는 블록의 특성화에 기초하여, 각 블록에 적용될 최상의(최저의) 비용을 갖는 필터를 선택한다. 전처리 모듈(110)은 화상의 각 블록에 대해 전처리를 반복하여, 선택된 필터(120)를 화상의 각 블록에 적용한다. 전처리 모듈(110)은 인코딩을 위해 필터링된 화상을 인코더(150)에 제공한다.

[0026] 도 2는 일부 실시예들에 따라 다중 스케일 메트릭을 계산하기 위해 두 개의 샘플 블록들(205 및 255)의 공간 스케일들을 변화시키는 것의 효과들을 도시한다. 블록들(205 및 255)은 1:1 공간 스케일에서 도시된다. 블록(205)은 상부 좌측 및 하부 우측 사분면들에서의 흑색 정사각형들 및 상부 우측 및 하부 좌측 사분면들에서의 밝은 회색 정사각형들을 갖는 네 개의 정사각형들의 체커보드 패턴이다. 블록(255)은 흑색 및 밝은 회색 정사각형들이 교번하는 16개의 열 및 16개의 행을 갖는 256개의 정사각형들의 체커보드 패턴이다.

[0027] 블록들(205 및 255)에 대한 공간 스케일이 2:1 공간 스케일로 조정되어, 각각 블록들(210 및 260)이 될 때, 블록(210)은, 블록(210)이 또한 상부 좌측 및 하부 우측 사분면들에서의 흑색 정사각형들 및 상부 우측 및 하부 좌측 사분면들에서의 밝은 회색 정사각형들을 갖는 네 개의 정사각형들의 체커보드 패턴으로서 나타난다는 점에서, 블록(205)의 지각적 특성들을 유지한다. 대조적으로, 공간 스케일의 2:1 감소시, 블록(255)에서는 더 이상 블록(260)의 체커 패턴이 보이지 않는다.

[0028] 블록들(205 및 255)에 대한 공간 스케일이 4:1 공간 스케일로 더 조정되어, 각각 블록들(215 및 265)이 될 때, 블록(215)은 여전히 블록(205)의 지각적 특성들을 유지하는 반면, 블록(265)은 플랫한 회색 정사각형인 것 같이 보인다. 유사하게, 블록들(205 및 255)에 대한 공간 스케일이 8:1 공간 스케일로 조정되어, 블록들(220 및 270)이 될 때, 블록(220)에서는 여전히 체커보드 패턴이 보여질 수 있는 반면, 블록(270)은 플랫한 회색 정사각형인 것 같이 보여, 블록(255)의 미세한 디테일을 유지하지 않는다.

[0029] 단일 동적 범위 설정에서 도 2에 도시된 네 개의 공간 스케일 설정들(1:1, 2:1, 4:1, 및 8:1)을 반영하기 위한 다중 스케일 메트릭은 4조이다. 픽셀 활동도가 0과 1(0은 수직 또는 수평 가장자리들을 나타내지 않고, 1은 수직 및 수평 가장자리들의 최대 양을 나타냄) 사이의 값을 갖는 2D 공간 구배라고 가정하면, 8x8 픽셀 체커보드 패턴인 블록(205)에 대한 픽셀 활동도 값은 0.125인데, 이는 패턴이 그 크기에 대한 최대 전이 수의 1/8을 갖기 때문이다. 2:1로 스케일링된 블록(205)의 8x8 체커보드 패턴인 블록(210)에 대한 픽셀 활동도 값은 0.25인데, 이는 패턴이 그 크기에 대한 최대 전이 수의 ¼을 갖기 때문이다. 4:1로 스케일링된 블록(205)의 8x8 체커보드 패턴인 블록(215)에 대한 픽셀 활동도 값은 0.5인데, 이는 패턴이 그 크기에 대한 최대 전이 수의 절반을 갖기

때문이다. 8:1로 스케일링된 블록(205)의 8x8 체커보드 패턴인 블록(220)에 대한 픽셀 활동도 값은 1.0인데, 이는 패턴이 그 크기에 대한 최대 전이 수를 갖기 때문이다. 이에 따라, 블록들(205, 210, 215, 및 220)로서 예시된 공간 스케일들에서, 블록(205)에 대한 다중 스케일 메트릭은 [0.125, 0.25, 0.5, 1]로서 표현된다.

[0030] 대조적으로, 블록(255)은 1.0의 픽셀 활동도 값을 갖는 1x1 픽셀 체커보드 패턴인데, 이는 패턴이 그 크기에 대한 최대 전이 수를 갖기 때문이다. 2:1로 스케일링된 블록(255)의 1x1 체커보드 패턴을 갖는 블록(260)은 0의 픽셀 활동 값을 갖는데, 이는 스케일링의 저역 통과 필터링이 신호에 활동이 존재하지 않는 지점까지 블록(260)의 패턴에 영향을 미치기 때문이다. 각각, 4:1 및 8:1로 스케일링된 블록(255)의 1x1 체커보드 패턴을 갖는 블록들(265 및 270) 또한 0의 픽셀 활동도 값들을 갖는데, 이는 신호들에 활동이 없기 때문이다. 이에 따라, 블록들(255, 260, 265, 및 270)로서 예시된 공간 스케일들에서, 블록(255)에 대한 다중 스케일 메트릭은 [1, 0, 0, 0]로서 표현된다. [0.125, 0.25, 0.5, 1]의 다중 스케일 메트릭은 블록(205)의 공간 구배가 각 공간 스케일에서 2배가 되고 이에 따라 공간 스케일의 감소에 의해 줄어들지 않는 간략한 디테일이 우세하다는 것을 나타낸다. 대조적으로, [1, 0, 0, 0]의 다중 스케일 메트릭은 블록(255)의 구배가 공간 스케일의 변화에 의해 영향을 받고, 이에 따라 상당한 양의 미세한 디테일을 포함한다는 것을 나타낸다. 따라서, 복수의 공간 스케일들에서 픽셀 활동도의 2D 공간 구배들 또는 다른 메트릭들의 측정치들을 통합함으로써, 다중 스케일 메트릭은 블록에 대한 미세하고 간략한 디테일들의 기여도의 표시를 제공한다.

[0031] 도 3은 일부 실시예들에 따라 다중 스케일 메트릭을 계산하기 위해 두 개의 샘플 블록들(305 및 355)의 동적 범위들을 변화시키는 것의 효과들을 도시한다. 블록들(305 및 355)은 0→255의 256개의 그레이 스케일 값들을 갖는 1:1 동적 범위에서 도시된다. 블록(305)은 상부 좌측 및 하부 우측 사분면들에서의 흑색 정사각형들 및 상부 우측 및 하부 좌측 사분면들에서의 밝은 회색 정사각형들을 갖는 네 개의 정사각형들의 체커보드 패턴이다. 블록(355)은 상부 좌측 및 하부 우측 사분면들에서의 흑색 정사각형들 및 상부 우측 및 하부 좌측 사분면들에서의 어두운 회색 정사각형들을 갖는 네 개의 정사각형들의 체커보드 패턴이다.

[0032] 블록들(305 및 355)에 대한 동적 범위가 0→127의 128개 그레이스케일 값들을 갖는 2:1 동적 범위 스케일로 조정되어, 각각 블록들(310 및 360)이 될 때, 블록(310)의 밝은 회색 정사각형들은 상대적으로 더 밝아지는 한편, 흑색 정사각형은 흑색으로 유지된다. 따라서, 동적 범위의 2:1 감소로, 블록(310)의 구배는 블록(305)의 구배보다 높다. 대조적으로, 동적 범위의 2:1 감소에서, 블록(360)의 구배는 블록(355)의 구배보다 낮지만, 여전히 블록(360)의 체커보드 패턴을 분간하는 것이 가능하다.

[0033] 블록들(305 및 355)에 대한 동적 범위가 0→63의 64개 그레이스케일 값들을 갖는 4:1 동적 범위 스케일로 더 조정되어, 각각 블록들(315 및 365)이 될 때, 블록(305)의 회색 정사각형들은 블록(315)에 도시된 바와 같이 거의 백색이 되는 한편, 흑색 정사각형들은 흑색으로 유지된다. 동적 범위의 4:1 감소에서, 블록(355)의 회색 정사각형들은 블록(365)에서 본질적으로 흑색이 되어, 블록(365)의 구배는 제로에 접근하게 된다. 유사하게, 블록들(305 및 355)에 대한 동적 범위가 0→31의 32개 그레이스케일 값들을 갖는 8:1 공간 스케일로 조정되어, 블록들(320 및 370)이 될 때, 블록(320)의 구배는 최대값으로 증가하는 반면, 블럭(370)은 제로 구배의 플랫한 흑색 정사각형인 것 같이 보인다.

[0034] 단일 공간 스케일 설정에서 도 3에 도시된 네 개의 동적 범위 설정들(1:1, 2:1, 4:1, 및 8:1)을 반영하기 위한 다중 스케일 메트릭은 4조이다. 픽셀 활동도가 0과 1(0은 수직 또는 수평 가장자리들을 나타내지 않고, 1은 수직 및 수평 가장자리들의 최대 양을 나타냄) 사이의 값을 갖는 2D 공간 구배라고 가정하면, (블록들(305, 310, 315, 및 320)로서 도시된 공간 스케일들에서) 블록(305)에 대한 다중 스케일 메트릭은 [0.8, 0.9, 1.0, 1.0]으로서 표현되고, (블록들(355, 360, 365, 및 370)로서 도시된 공간 스케일들에서) 블록(355)에 대한 다중 스케일 메트릭은 [0.2, 0.1, 0, 0]로서 표현된다. [0.8, 0.9, 1.0, 1.0]의 다중 스케일 메트릭은 블록(305)에 대해 고주파수들의 감쇠가 더 많이 눈에 띌 가능성이 있다는 것을 나타내는 반면, [0.2, 0.1, 0, 0]의 다중 스케일 메트릭은 블록(355)에 대해 고주파수의 감쇠가 덜 눈에 띌 가능성을 나타낸다. 따라서, 복수의 동적 범위들에서 픽셀 활동도의 2D 공간 구배들 또는 다른 메트릭들의 측정치들을 통합함으로써, 다중 스케일 메트릭은 모든 명암 레벨들로부터 대 단지 높은 명암 레벨들로부터의 디테일들의 기여도의 표시를 제공한다.

[0035] 도 4는 일부 실시예들에 따라 화상의 일부분에 상이한 설정들을 갖는 N개의 쌍방 블러링 필터들(120)을 적용하는 전처리 모듈(110)의 필터 제어부(125)의 블록도이다. 필터 제어부(125)는 거리 선택기(440) 및 차이 선택기(445)를 포함하며, 이들 각각은 하드 코딩된 로직, 프로그래밍 가능한 로직, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로서 구현될 수 있다. 거리 선택기(440)를 이용하여 쌍방 블러링 필터(120)의 거리 임계치를 조정하고 차이 선택기(445)를 이용하여 쌍방 블러링 필터들(120)의 차이 임계치를 조정함으로써, 필터

제어부(125)는 각 거리 임계치 및 차이 임계치 설정 세트에 대해 상이한 필터(120)를 효과적으로 생성한다. 다른 실시예들은 추가적인 또는 상이한 파라미터들을 갖는 다른 유형들의 필터들을 채용한다.

[0036] 필터 제어부(125)는 특성화 모듈(115)이 블록을 특성화한 후에, 복수의 필터들(120)을 블록에 적용한다. 예시하자면, 픽셀들(400-424) - 이들 중 픽셀(412)이 학습 중인 픽셀(즉, 블록에서의 다른 픽셀들이 잠재적으로 블러링될 수 있는픽셀)임 - 을 포함하는 블록(425)에 대해, 필터 제어부(125)는 제1 거리 임계치 및 제1 차이 임계치를 갖는 제1 필터(120)를 적용한다. 제1 필터(120)는 전처리 모듈(110)에 의해 블록(225)에 적용될 때, 학습 중인 픽셀(412)과 영역(435) 내의 픽셀들(406, 407, 408, 411, 413, 416, 417, 및 418)을 블러링한다. 필터 제어부(125)가 제2 거리 임계치 및 제2 차이 임계치를 갖는 제2 필터(120)를 블록(425)에 적용할 때, 제2 필터(120)는 학습 중인 픽셀(412)과 영역(430) 내의 픽셀들(402, 403, 404, 407, 408, 409, 413, 및 414)을 블러링한다.

[0037] 도 5는 일부 실시예들에 따라 상이한 필터들로 필터링된 블록들의 크기들 및 왜곡(오차들로 지칭됨)을 예측하기 위한 모델들을 트레이닝하기 위한 방법(500)을 도시하는 흐름도이다. 방법(500)은 도 1에 도시된 처리 시스템(100)의 일부 실시 예들로 구현된다. 블록(502)에서, 특성화 모듈(115)은 복수의 블록들의 각 블록을 특성화한다. 일부 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 다중 스케일 메트릭을 사용하여 블록들을 특성화한다. 다른 실시예들에서, 특성화 모듈(115)은 색채, 명암, 또는 잡음도와 같은 다른 메트릭들에 기초하여 블록을 특성화한다. 블록(504)에서, 필터 제어부(125)는 각 블록에 제1 필터(120)를 적용한다. 블록(506)에서, 전처리 모듈(110)은 양자화 파라미터를 사용하여 필터링된 블록들을 인코딩한다. 블록(508)에서, 예측기(130)는 각 인코딩된 필터링 블록에 대한 크기 및 오차를 수집(또는 계산)한다. 블록(510)에서, 예측기(130)는 제1 필터로 필터링되고 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩될 때 블록의 크기를 예측하기 위한 회귀 모델 및 제1 필터로 필터링되고 양자화 파라미터를 이용하여 인코딩될 때 블록의 오차를 예측하기 위한 회귀 모델을 개발한다. 블록(512)에서, 전처리 모듈(110)은 예측기(130)가 평가되고 있는 N개의 필터들 모두에 대한 크기 및 오차 모델들을 개발하였는지 여부를 판정한다.

[0038] 블록(512)에서, 전처리 모듈(110)이 예측기(130)가 평가되고 있는 각 필터에 대한 크기 및 오차 모델을 개발하지 않았다고 결정하는 경우, 방법 흐름은 블록(514)으로 계속된다. 블록(514)에서, 필터 제어부(125)는 복수의 블록들 각각에 다음 필터(120)를 적용한다. 거기서부터, 방법 흐름은 다시 블록(506)으로 계속된다. 블록(512)에서, 전처리 모듈(110)이 예측기(130)가 평가되고 있는 N개의 필터들 각각에 대한 크기 및 오차 모델을 개발했다고 결정하는 경우, 방법 흐름은 블록(516)으로 계속된다. 블록(516)에서, 전처리 모듈(110)은 도 6에서 더 설명될 바와 같이, N개의 필터들(120) 각각에 대해 개발된 크기 및 오차 모델들을 사용하여 화상 또는 비디오를 전처리한다.

[0039] 도 6은 일부 실시예들에 따라 각 블록에 대해 최저 비용을 갖는 필터를 사용하여 화상의 블록들을 필터링하기 위한 방법(600)을 도시하는 흐름도이다. 방법(600)은 도 1에 도시된 처리 시스템(100)의 일부 실시예들에서 구현된다. 블록(602)에서, 처리 시스템(100)은 화상을 블록들로 분할한다. 블록(604)에서, 특성화 모듈(115)은 도 5를 참조하여 논의된 바와 같이, 회귀 모델들을 트레이닝하기 위한 트레이닝 단계에서 사용된 것과 동일한 특성화 방법을 사용하여 화상의 제1 블록을 특성화한다. 블록(606)에서, 예측기(130)는 제1 블록의 특성화를 N개의 크기 모델들 각각(N개의 필터들(120) 각각에 대해 개발된 하나의 크기 모델)으로 입력함으로써 N개의 필터들(120) 각각을 사용하여 필터링될 때 제1 블록의 예측되는 크기를 계산한다. 예측기(130)는 또한, 제1 블록의 특성화를 N개의 오차 모델들 각각(N개의 필터들(120) 각각에 대해 개발된 하나의 오차 모델)으로 입력함으로써 N개의 필터들(120) 각각을 사용하여 필터링될 때 제1 블록의 예측되는 오차를 계산한다.

[0040] 블록(608)에서, 비용 계산기(135)는 각 필터(120)를 사용하여 필터링될 때 제1 블록의 특성들을 갖는 블록의 예측되는 크기 및 예측되는 오차에 기초하여 N개의 필터들(120) 각각을 적용하는 것과 연관된 비용을 계산한다. 일부 실시예들에서, 비용은 크기 모델의 제곱과 오차 모델의 제곱근의 곱인 비용 함수에 기초한다. 블록(610)에서, 필터 선택기(140)는 제1 블록에 대한 최저 비용을 발생시킬 것으로 예측되는 필터를 선택한다. 블록(612)에서, 전처리 모듈(110)은 최저 비용 필터를 제1 블록에 적용한다. 블록(614)에서, 전처리 모듈(110)은 관심 화상(또는 비디오)의 모든 블록이 필터링되었는지 여부를 결정한다. 블록(614)에서, 전처리 모듈(110)이 화상의 모든 블록이 필터링되지 않았다고 결정하는 경우, 방법 흐름은 블록(616)으로 계속된다. 블록(616)에서, 전처리 모듈(110)은 화상의 다음 블록으로 계속되고, 방법 흐름은 다시 블록(604)으로 계속된다. 블록(614)에서, 전처리 모듈(110)이 화상의 모든 블록이 필터링되었다고 결정하는 경우, 방법 흐름은 블록(618)으로 계속된다. 블록(618)에서, 전처리 모듈은 필터링된 화상을 인코더(150)에 제공한다.

[0041] 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 방법은: 공간 구배, 채도, 명암, 또는 잡음도 중 적어도 하나를 포함하는 메트릭들에 기초하여 하나 이상의 화상의 복수의 블록들의 각 블록을 특성화하는 단계; 복수의 블록들의 각 블록을 필터링하기 위해 제1 필터를 적용하는 단계; 제1 필터로 필터링된 복수의 블록들 각각을 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩하는 단계; 제1 필터로 필터링되고 인코딩된 복수의 블록들 각각의 크기 및 오차를 계산하는 단계; 제1 블록의 특성화에 기초한 제1 화상의 제1 블록의 크기 및 오차 및 복수의 블록들 각각의 특성화들 및 크기들 및 오차들을 예측하는 단계 - 제1 블록은 제1 필터로 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 ; 및 예측되는 크기 및 오차에 기초하여 제1 필터의 비용이 임계치 미만인 것에 응답하여 제1 블록에 제1 필터를 적용하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 방법은: 하나 이상의 화상의 복수의 블록들을 필터링하기 위해 제2 필터를 적용하는 단계; 제2 필터로 필터링된 복수의 블록들 각각을 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩하는 단계; 제2 필터로 필터링되고 인코딩된 복수의 블록들 각각의 크기 및 오차를 계산하는 단계; 제1 블록의 특성화 및 복수의 블록들 각각의 특성화 및 크기들 및 오차들에 기초하여 제1 화상의 제1 블록의 크기 및 오차를 예측하는 단계 - 제1 블록은 제2 필터로 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 -; 및 제1 필터의 비용이 제1 블록 - 제1 블록은 제2 필터로 필터링됨 - 의 예측되는 크기 및 오차에 기초하여 제2 필터의 비용을 초과하는 것에 응답하여 제1 블록에 제2 필터를 적용하는 단계를 더 포함한다.

[0042] 일 양태에서, 제1 필터 및 제2 필터는 블러링 필터들이고, 제1 필터를 적용하는 단계는: 제1 블록의 샘플 픽셀과 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 제1 블록의 후보 픽셀 간 값들의 차이를 나타내는 제1 제어 설정을 변조하는 단계를 포함하고; 제2 필터를 적용하는 단계는: 샘플 픽셀과 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 후보 픽셀 간 거리를 나타내는 제2 제어 설정을 변조하는 단계를 포함하되, 제1 필터의 제1 제어 설정 및 제2 제어 설정 중 적어도 하나는 제2 필터의 제1 제어 설정 및 제2 제어 설정과 상이하다. 또 다른 양태에서, 제1 필터는 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함하고, 제2 필터는 제1 필터와 상이한 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함한다. 또 다른 양태에서, 방법은 제1 필터 또는 제2 필터로 필터링된 제1 블록을 인코더에 제공하는 단계를 포함한다.

[0043] 일 양태에서, 제1 필터에 대한 비용 함수는 복수의 블록들 - 복수의 블록들은 제1 필터로 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 각각의 특성화들, 계산된 크기들, 및 계산된 오차들에 기초하고, 제2 필터에 대한 비용 함수는 복수의 블록들 - 복수의 블록들은 제2 필터로 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 각각의 특성화들, 계산된 크기들, 및 계산된 오차들에 기초한다. 또 다른 양태에서, 특성화하는 단계는 복수의 블록들 각각에 대한 다중 스케일 메트릭에 기초하고, 다중 스케일 메트릭은 복수의 공간 압축 스케일들 및 복수의 동적 범위 스케일들 중 적어도 하나에 대한 블록의 추정되는 픽셀 활동 레벨들에 기초한 계수들을 포함하고, 다중 스케일 메트릭은 양자화 파라미터의 비트 할당 또는 부여가 블록의 지각 품질에 어떻게 영향을 미칠 것으로 예측되는지를 나타낸다.

[0044] 일부 실시 예들에서, 방법은: 화상의 제1 블록에 제1 필터를 적용하는 비용, 및 제1 필터와 상이한 제2 필터를 적용하는 비용을 계산하는 단계 - 제1 필터의 비용은 제1 블록 - 제1 블록은 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 공간 구배, 채도, 명암, 또는 잡음도 중 적어도 하나를 포함하는 메트릭들에 기초한 특성화, 예측되는 제1 크기 및 예측되는 제1 오차에 기초하고, 제2 필터의 비용은 제1 블록 - 제1 블록은 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 특성화, 제2 크기 및 제2 오차에 기초하는 것인, 비용을 계산하는 단계; 제1 필터의 비용 및 제2 필터의 비용에 기초하여, 제1 필터 또는 제2 필터를 선택하는 단계; 선택된 필터를 적용하여 제1 블록을 필터링하는 단계; 필터링된 제1 블록을 인코더에 제공하여 필터링된 제1 블록을 인코딩하는 단계를 포함한다. 일 양태에서, 제1 필터 및 제2 필터는: 제1 블록의 샘플 픽셀과 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 제1 블록의 후보 픽셀 간 값들의 차이를 나타내는 제1 제어 설정; 및 샘플 픽셀과 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 후보 픽셀 간 거리를 나타내는 제2 제어 설정을 포함하는 블러링 필터들이되, 제1 필터의 제1 제어 설정 및 제2 제어 설정 중 적어도 하나는 제2 필터의 제1 제어 설정 및 제2 제어 설정과 상이하다.

[0045] 일 양태에서, 제1 필터 및 제2 필터 각각은 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함한다. 또 다른 양태에서, 방법은: 제1 화상의 제1 블록을 특성화하는 단계를 포함한다. 또 다른 양태에서, 방법은: 제1 블록에 대한 제1 크기 및 제1 오차를 예측하는 단계 - 제1 블록은 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 -; 및 제1 블록 - 제1 블록은 제2 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 에 대한 제2 크기 및 제2 오차를 예측하는 단계를 포함한다. 또 다른 양태에서, 방법은: 제1 필터 및 제1 양자화 파라미터에 기초하여 제1 블록의 제1 크기를 예측하기 위한 모델 및 제1 블록의 제1 오차를 예측하기 위한 모델을 트레이닝하는 단계; 및 제2 필터 및 제1 양자화 파라미터

에 기초하여 제1 블록의 제2 크기를 예측하기 위한 모델 및 제1 블록의 제2 오차를 예측하기 위한 모델을 트레이닝하는 단계를 포함한다. 또 다른 양태에서, 특성화는 제1 블록에 대한 다중 스케일 메트릭에 기초하고, 다중 스케일 메트릭은 복수의 공간 압축 스케일들 및 복수의 동적 범위 스케일들 중 적어도 하나에 대한 제1 블록의 추정되는 픽셀 활동 레벨들에 기초한 계수들을 포함하며, 다중 스케일 메트릭은 양자화 파라미터의 비트 할당 또는 부여가 제1 블록의 지각 품질에 어떻게 영향을 미칠 것으로 예측되는지를 나타낸다.

[0046] 일부 실시예들에서, 디바이스는: 화상의 제1 블록에 제1 필터를 적용하는 비용, 및 제1 필터와 상이한 제2 필터를 적용하는 비용을 추정하는 비용 계산기로서, 제1 필터의 비용은 공간 구배, 채도, 명암, 또는 잡음도 중 적어도 하나를 포함하는 메트릭들에 기초한 제1 블록 - 제1 블록은 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 의 특성화, 제1 블록에 대한 예측된 제1 크기 및 예측된 제1 오차에 기초하고, 제2 필터의 비용은 제1 블록 - 제1 블록은 제2 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩됨 - 의 특성화, 제1 블록에 대한 제2 크기 및 제2 오차에 기초하는 것인, 비용 계산기; 제1 필터의 비용 및 제2 필터의 비용에 기초하여, 제1 필터 또는 제2 필터를 선택하고, 제1 블록을 필터링하기 위해 선택된 필터를 적용하는 필터 선택기; 및 필터링된 제1 블록을 인코딩하는 인코더를 포함한다.

[0047] 일 양태에서, 제1 필터 및 제2 필터는: 제1 블록의 샘플 픽셀과 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 제1 블록의 후보 픽셀 간 값들의 차이를 나타내는 제1 제어 설정; 및 샘플 픽셀과 샘플 픽셀을 포함하는 블러에 포함할 후보 픽셀 간 거리를 나타내는 제2 제어 설정을 포함하는 블러링 필터들이되, 제1 필터의 제1 제어 설정 및 제2 제어 설정 중 적어도 하나는 제2 필터의 제1 제어 설정 및 제2 제어 설정과 상이하다. 또 다른 양태에서, 제1 필터 및 제2 필터 각각은 쌍방 블러링 필터, 시간 필터, 시공간 필터, 및 모션 보상 필터 중 하나를 포함한다.

[0048] 일 양태에서, 디바이스는 제1 화상의 제1 블록을 특성화하는 특성화 모듈을 포함한다. 또 다른 양태에서, 특성화 모듈은 제1 블록에 대한 다중 스케일 메트릭에 기초하여 제1 블록을 특성화하는 것이고, 다중 스케일 메트릭은 복수의 공간 압축 스케일들 및 복수의 동적 범위 스케일들 중 적어도 하나에 대한 블록의 추정되는 픽셀 활동 레벨들에 기초한 계수들을 포함하고, 다중 스케일 메트릭은 양자화 파라미터의 비트 할당 또는 부여가 블록의 지각 품질에 어떻게 영향을 미칠 것으로 예측되는지를 나타낸다. 또 다른 양태에서, 디바이스는: 예측기를 더 포함하며, 예측기는: 제1 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩된 복수의 블록들의 특성화들에 기초하여 제1 블록의 제1 크기를 예측하기 위한 모델 및 제1 블록의 제1 오차를 예측하기 위한 모델을 트레이닝하도록; 그리고 제2 필터를 사용하여 필터링되고 제1 양자화 파라미터를 사용하여 인코딩된 복수의 블록들의 특성화들에 기초하여 제1 블록의 제2 크기를 예측하기 위한 모델 및 제1 블록의 제2 오차를 예측하기 위한 모델을 트레이닝하도록 구성된다.

[0049] 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 컴퓨터 시스템에 명령어들 및/또는 데이터를 제공하기 위해 사용 동안 컴퓨터 시스템에 의해 액세스 가능한 임의의 비일시적인 저장 매체, 또는 비일시적인 저장 매체들의 조합을 포함할 수 있다. 이러한 저장 매체들은 광학 매체들(예를 들어, 컴팩트 디스크(compact disc; CD), 디지털 다목적 디스크(digital versatile disc; DVD), 블루-레이 디스크), 자기 매체들(예를 들어, 플로피 디스크, 자기 테이프 또는 자기 하드 드라이브), 휘발성 메모리(예를 들어, 랜덤 액세스 메모리(random access memory; RAM) 또는 캐시), 비휘발성 메모리(예를 들어, 판독 전용 메모리(read-only memory; ROM) 또는 플래시 메모리), 또는 미세 전자 기계 시스템들(microelectromechanical systems; MEMS) 기반 저장 매체들을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 컴퓨팅 시스템에 내장되거나(예를 들어, 시스템 RAM 또는 ROM), 컴퓨팅 시스템에 고정적으로 부착되거나(예를 들어, 자기 하드 드라이브), 컴퓨팅 시스템에 착탈 가능하게 부착되거나(예를 들어, 광학 디스크 또는 범용 직렬 버스(Universal Serial Bus; USB) 기반 플래시 메모리), 또는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 컴퓨터 시스템에 커플링될 수 있다(예를 들어, 네트워크 액세스 가능한 스토리지(network accessible storage; NAS)).

[0050] 일부 실시 예들에서, 상술된 기술들의 특정 양태들은 소프트웨어를 실행하는 처리 시스템의 하나 이상의 프로세서에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어는 비일시적인 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체 상에 저장되거나 그 외 유형적으로 구현되는 실행 가능한 하나 이상의 명령어 세트를 포함한다. 소프트웨어는 하나 이상의 프로세서에 의해 실행될 때, 하나 이상의 프로세서를 조작하여 상술된 기술들의 하나 이상의 양태를 수행하는 명령어들 및 특정 데이터를 포함할 수 있다. 비일시적인 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체는 예를 들어, 자기 또는 광학 디스크 저장 디바이스, 고체 상태 저장 디바이스들, 이를테면 플래시 메모리, 캐시, 랜덤 액세스 메모리(RAM) 또는 다른 비휘발성 메모리 디바이스 또는 디바이스들 등을 포함할 수 있다. 비일시적인 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체 상에 저장된 실행 가능한 명령어들은 소스 코드, 어셈블리 언어 코드, 객체 코드, 또는 하나 이상의 프로

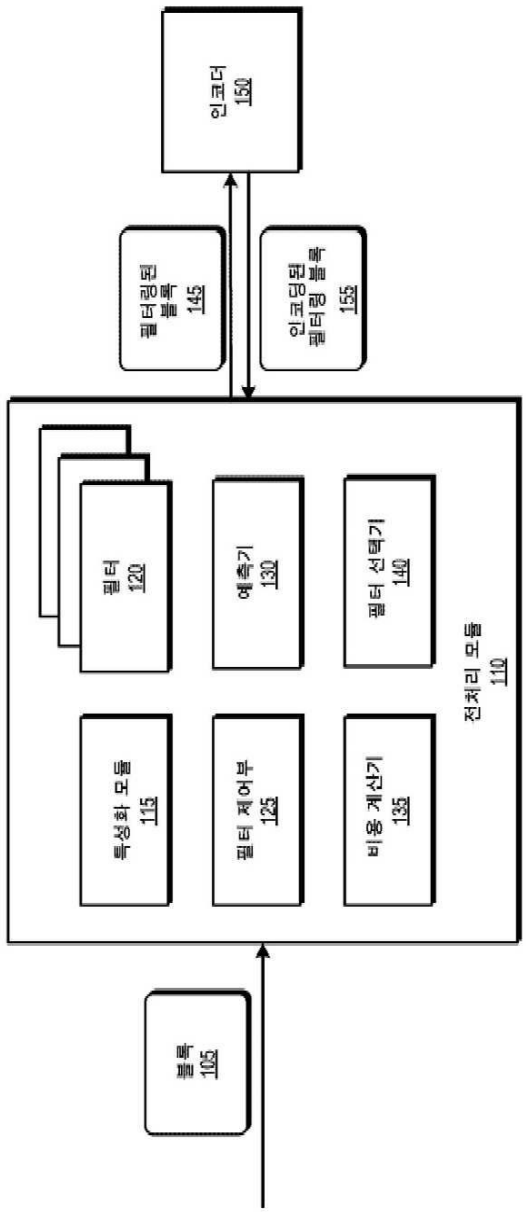
세서에 의해 해석되거나 그 외 실행 가능한 다른 명령어 포맷으로 있을 수 있다.

[0051] 일반적인 설명으로 상술된 모든 동작들 또는 요소들이 요구되지는 않을 수 있다는 것, 특정 동작 또는 디바이스의 일부가 요구되지 않을 수 있다는 것, 그리고 설명된 동작들 또는 요소들에 더하여, 하나 이상의 추가 동작이 수행되거나 요소들이 포함될 수 있다는 것에 유념한다. 더 나아가, 동작들이 나열된 순서는 반드시 이것들이 수행되는 순서는 아니다. 또한, 개념들은 구체적인 실시 예들을 참조하여 설명되었다. 그러나, 당업자는 아래 청구항들에 제시된 바에 따라 본 개시의 범위로부터 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변경될 수 있다는 것을 이해한다. 따라서, 본 명세서 및 도면들은 제한적인 의미가 아닌 예시적인 의미로 여겨져야 하고, 상기한 모든 수정이 본 개시의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다.

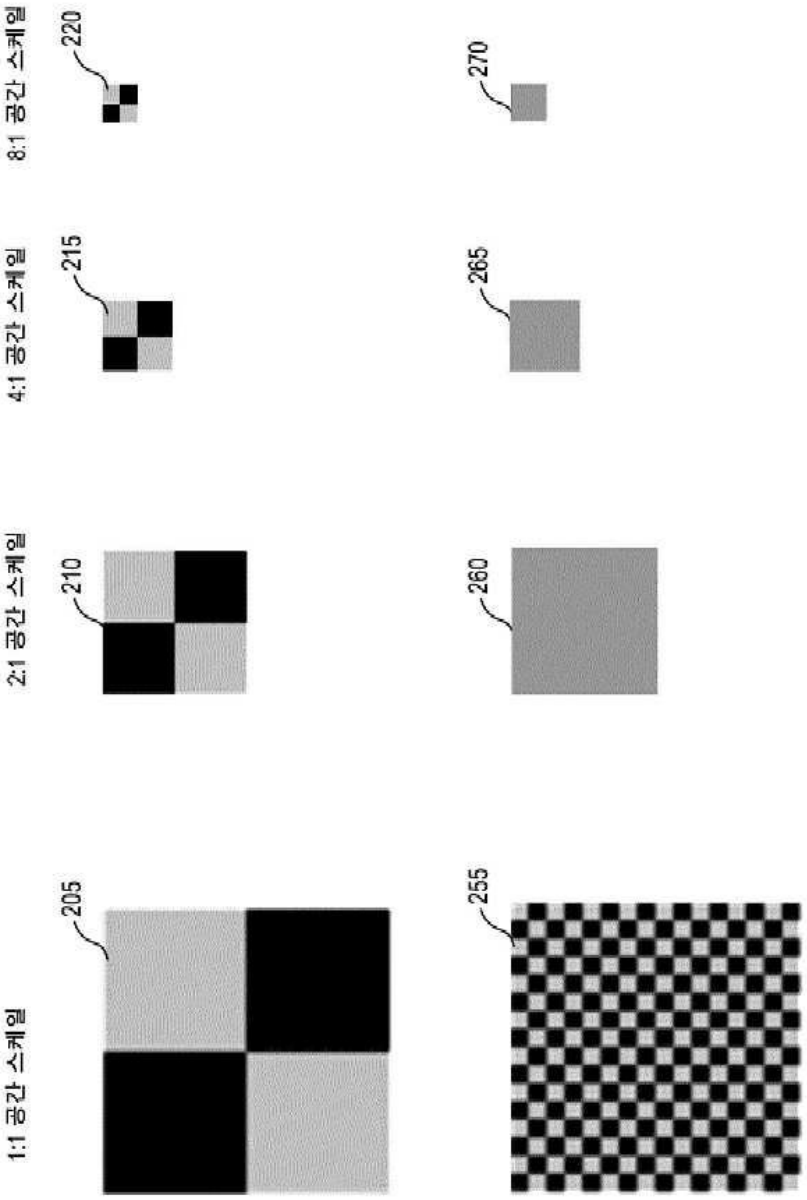
[0052] 혜택들, 다른 이점들 및 문제들에 대한 솔루션들이 구체적인 실시 예들과 관련하여 상술되었다. 그러나, 혜택들, 이점들, 문제들에 대한 솔루션들 및 임의의 혜택, 이점, 또는 솔루션을 발생시키거나 더 확연히 드러낼 수 있는 임의의 특징(들)이 임의의 또는 모든 청구항들의 임계적, 필수적 또는 본질적 특징인 것으로 간주되지 않아야 한다. 또한, 위에서 개시된 특정 실시 예들은 개시된 주제가 본 명세서에서의 교시 내용의 혜택을 받는 해당 기술분야의 통상의 기술자들에게 명백한 상이하지만 균등한 방식들로 수정 및 실시될 수 있음에 따라 단지 예시적인 것일 뿐이다. 아래 청구항들에서 설명되는 것 이외에, 제시되는 본 명세서에서의 구성 또는 설계의 세부 사항들로 제한되도록 의도되지 않는다. 이에 따라 위에서 개시된 특정 실시 예들이 대체 또는 수정될 수 있고 모든 그러한 변형 예들은 개시된 주제의 범위 내인 것으로 고려된다는 것이 명백하다. 따라서, 본 명세서에서 추구되는 보호는 아래 청구항들에 제시되는 바에 따른다.

도면

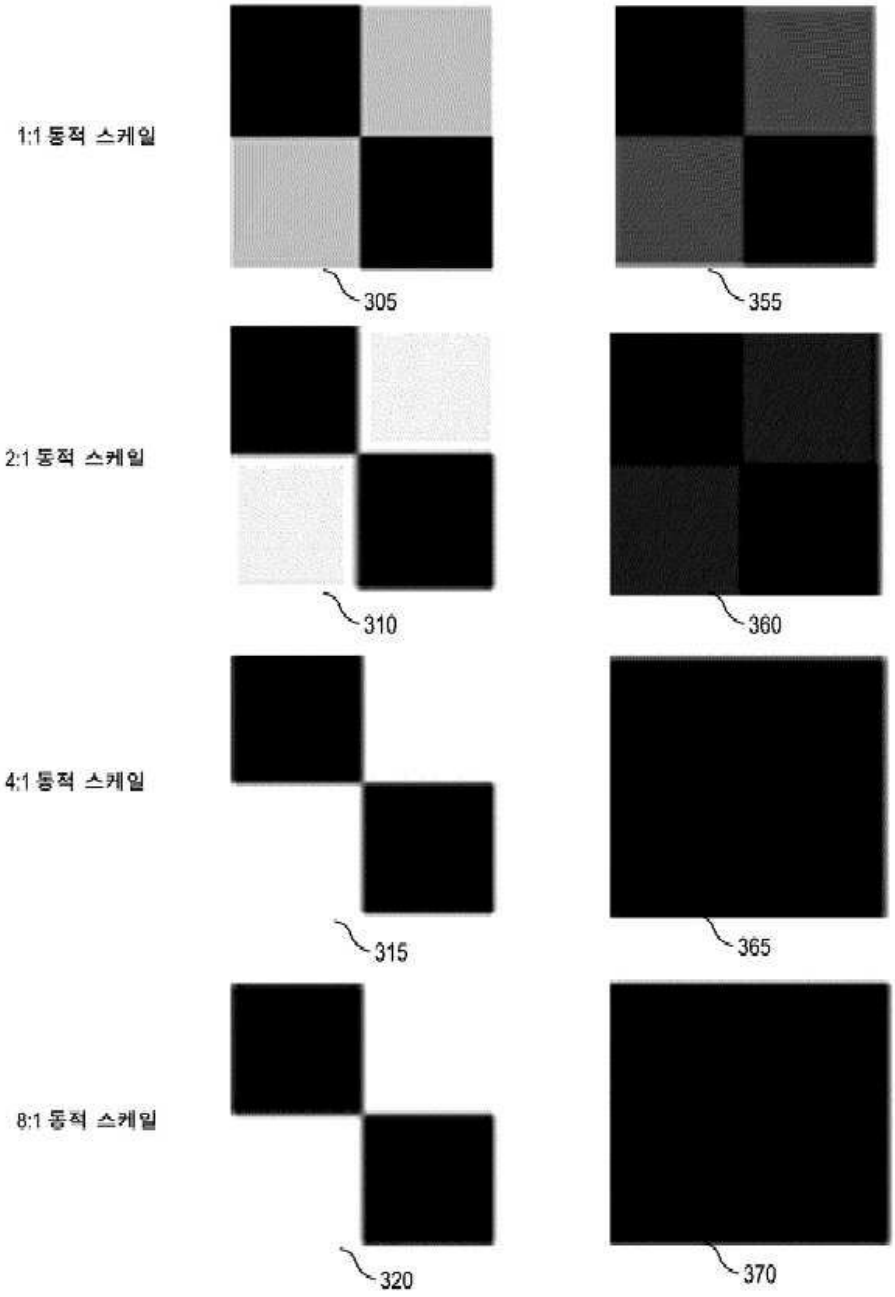
도면1


인코더
150
필터링된
블록
145
인코딩된
필터링 블록
155
필터
120
예측기
130
필터 선택기
140
전처리 모듈
110
특성화 모듈
115
필터 제어부
125
비용 계산기
135
블록
105

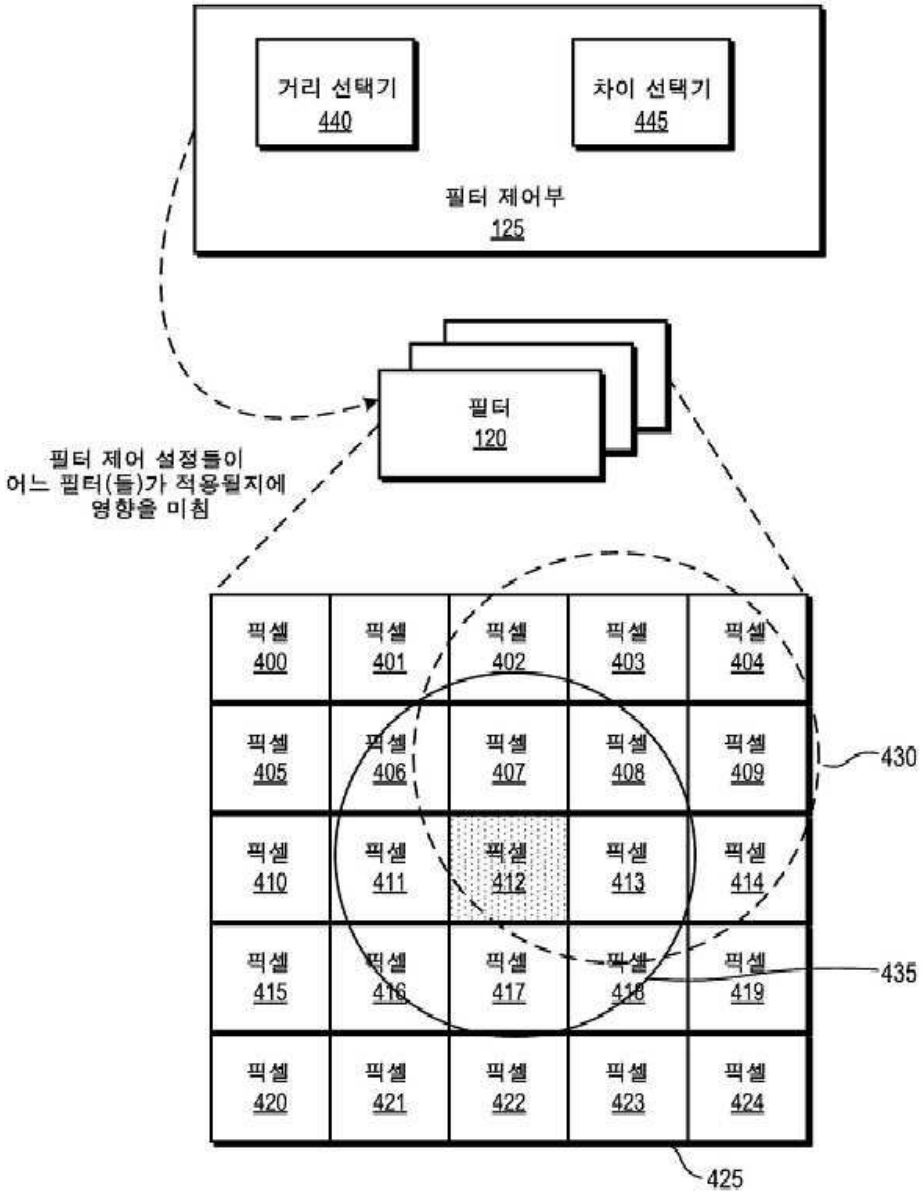
도면2


8:1 공간 스케일
220
270
4:1 공간 스케일
215
265
2:1 공간 스케일
210
260
1:1 공간 스케일
205
255

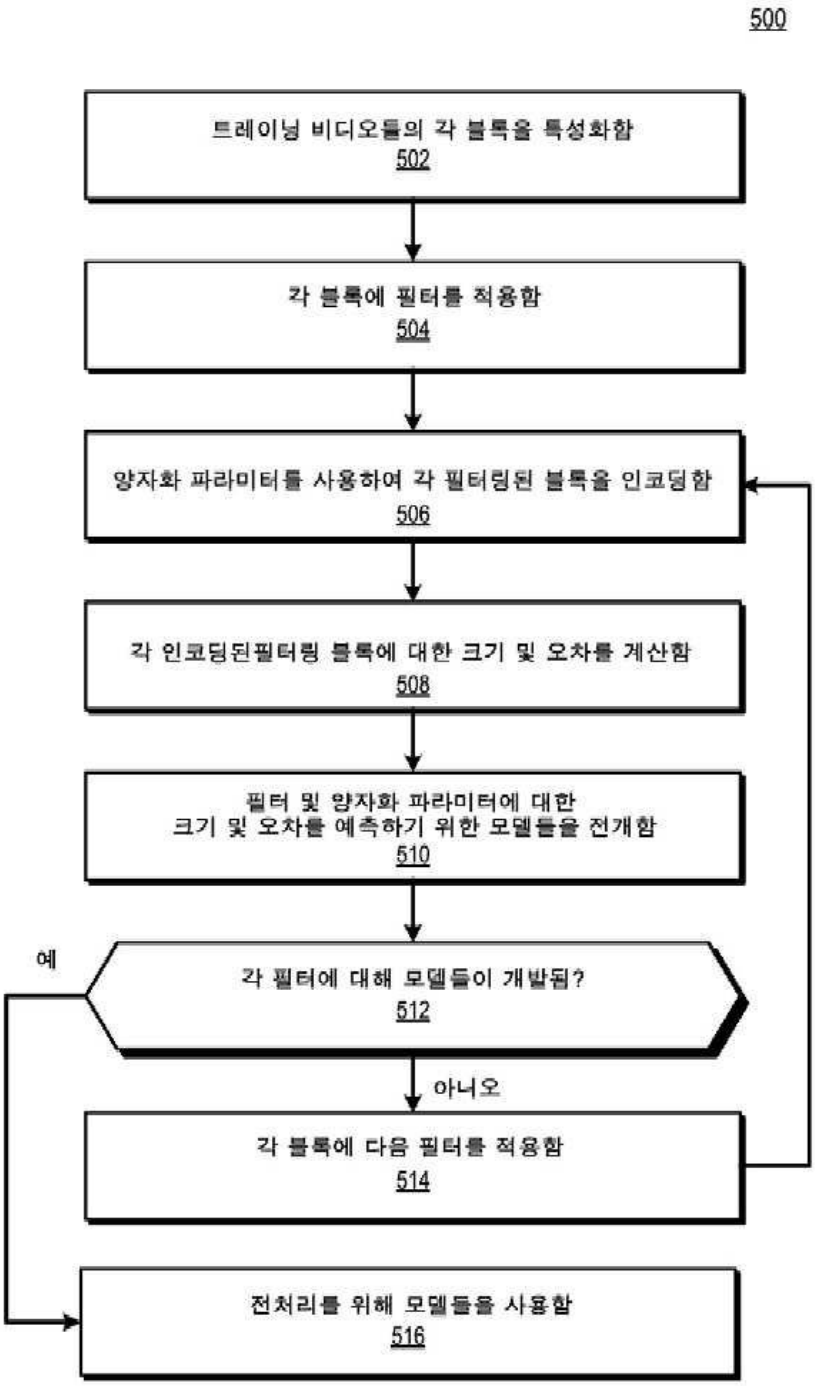
도면3


1:1 동적 스케일
305
355
2:1 동적 스케일
310
360
4:1 동적 스케일
315
365
8:1 동적 스케일
320
370

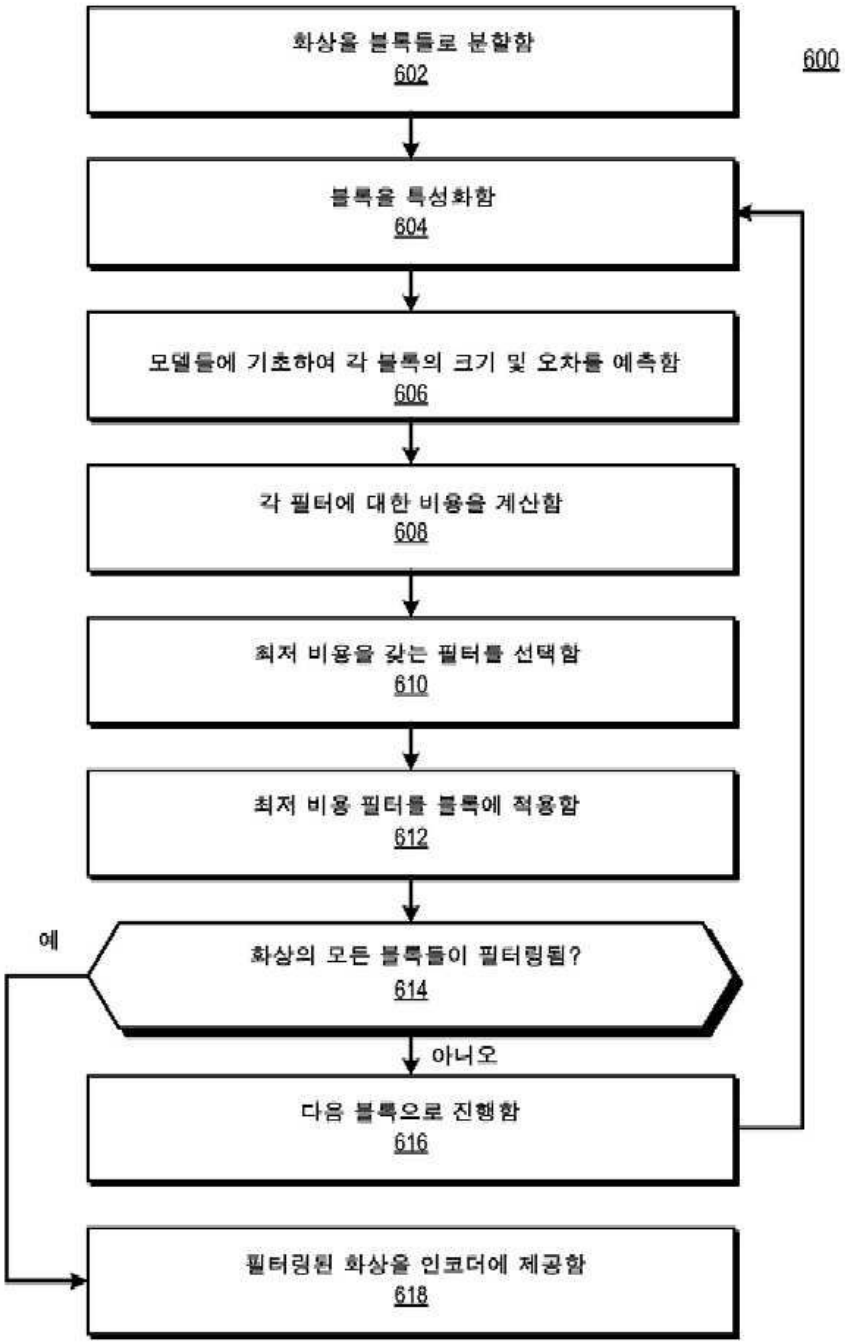
도면4


거리 선택기
440
차이 선택기
445
필터 제어부
125
필터
120
필터 제어 설정들이
어느 필터(들)가 적용될지에
영향을 미침
픽셀
400
픽셀
401
픽셀
402
픽셀
403
픽셀
404
픽셀
405
픽셀
406
픽셀
407
픽셀
408
픽셀
409
픽셀
410
픽셀
411
픽셀
412
픽셀
413
픽셀
414
픽셀
415
픽셀
416
픽셀
417
픽셀
418
픽셀
419
픽셀
420
픽셀
421
픽셀
422
픽셀
423
픽셀
424
430
435
425

도면5


500
트레이닝 비디오들의 각 블록을 특성화함
502
각 블록에 필터를 적용함
504
양자화 파라미터를 사용하여 각 필터링된 블록을 인코딩함
506
각 인코딩된필터링 블록에 대한 크기 및 오차를 계산함
508
필터 및 양자화 파라미터에 대한
크기 및 오차를 예측하기 위한 모델들을 전개함
510
예
각 필터에 대해 모델들이 개발됨?
512
아니오
각 블록에 다음 필터를 적용함
514
전처리를 위해 모델들을 사용함
516

도면6


화상을 블록들로 분할함
602
600
블록을 특성화함
604
모델들에 기초하여 각 블록의 크기 및 오차를 예측함
606
각 필터에 대한 비용을 계산함
608
최저 비용을 갖는 필터를 선택함
610
최저 비용 필터를 블록에 적용함
612
예
화상의 모든 블록들이 필터링됨?
614
아니오
다음 블록으로 진행함
616
필터링된 화상을 인코더에 제공함
618