(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월09일
(11) 등록번호 10-1415429
(24) 등록일자 2014년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/86 (2014.01) *H04N 21/2662* (2011.01)
(21) 출원번호 10-2014-0033017
(22) 출원일자 2014년03월20일
심사청구일자 2014년03월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030014677 A*
KR1020140034149 A
KR1020000041143 A
KR1020070121799 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
이상철
인천 연수구 아트센터대로97번길 76, 1402동 805호 (송도동, 송도더샵하버뷰14단지아파트)
최민국
충북 제천시 대학로12길 8, 102동 703호 (신월동, 부영사랑으로)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 조우연

(54) 발명의 명칭 **블록 아티팩트 기반의 동영상 화질 최적화를 위한 비트레이트 결정 방법**

(57) 요 약

블록 아티팩트 검출에 기초하여 입력 영상을 인코딩하고자 하는 비트레이트를 결정하는 방법이 개시된다. 비트레이트를 결정하는 방법은, 입력 영상에 대해 다단계 비트레이트 인코딩을 수행하는 단계, 다단계 비트레이트 인코딩이 수행된 입력 영상 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계, 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출하는 단계, 복수의 프레임들 별로 검출된 블록 아티팩트 후보군에 해당하는 픽셀 위치 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트를 검출하는 단계, 최종 블록 아티팩트를 이용하여 각 비트레이트 별로 확률 밀도 함수를 생성하는 단계, 및 확률 밀도 함수에 기초하여 복수의 프레임들 별로 인코딩해야 할 최종 비트레이트를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 48478-1

부처명 미래창조과학부

연구사업명 신진연구지원사업

연구과제명 대용량 실사 웹지도 영상정보의 기기 및 사용자 목적 지향형 콘텐츠 기반 재구성/재증강을 위한 소프트웨어 프레임워크 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국연구재단

연구기간 2013.09.01 ~ 2014.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

입력 영상에 대해 다단계 비트레이트 인코딩을 수행하는 단계;

상기 다단계 비트레이트 인코딩이 수행된 입력 영상 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계;

상기 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출하는 단계;

상기 복수의 프레임들 별로 검출된 블록 아티팩트 후보군에 해당하는 픽셀 위치 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트를 검출하는 단계;

상기 최종 블록 아티팩트를 이용하여 각 비트레이트 별로 확률 밀도 함수를 생성하는 단계;

상기 확률 밀도 함수에 기초하여 상기 복수의 프레임들 별로 인코딩해야 할 최종 비트레이트를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 프레임들 별로 결정된 최종 비트레이트에 기초하여, 상기 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 각각을 인코딩하는 단계

를 포함하는 비트레이트 결정 방법.

청구항 3

입력 영상에 대해 다단계 비트레이트 인코딩을 수행하는 단계;

상기 다단계 비트레이트 인코딩이 수행된 입력 영상 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계;

상기 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출하는 단계;

상기 복수의 프레임들 별로 검출된 블록 아티팩트 후보군에 해당하는 픽셀 위치 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트를 검출하는 단계;

상기 최종 블록 아티팩트를 이용하여 각 비트레이트 별로 확률 밀도 함수를 생성하는 단계; 및

상기 확률 밀도 함수에 기초하여 상기 복수의 프레임들 별로 인코딩해야 할 최종 비트레이트를 결정하는 단계

를 포함하고,

상기 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계는,

상기 복수의 프레임들 각각에 포함된 픽셀들을 대상으로, 수직 방향 또는 수평 방향으로 인접한 픽셀들 간의 픽셀 강도 오차가 동일하게 연속적으로 분포하는 적어도 하나의 픽셀을 블록 아티팩트 후보군으로 검출하는 비트레이트 결정 방법.

청구항 4

입력 영상에 대해 다단계 비트레이트 인코딩을 수행하는 단계;

상기 다단계 비트레이트 인코딩이 수행된 입력 영상 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계;

상기 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출하는 단계;

상기 복수의 프레임들 별로 검출된 블록 아티팩트 후보군에 해당하는 픽셀 위치 중 블록 아티팩트 분포 영역에

속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트를 검출하는 단계;

상기 최종 블록 아티팩트를 이용하여 각 비트레이트 별로 확률 밀도 함수를 생성하는 단계; 및

상기 확률 밀도 함수에 기초하여 상기 복수의 프레임들 별로 인코딩해야 할 최종 비트레이트를 결정하는 단계

를 포함하고,

상기 최종 비트레이트를 결정하는 단계는,

상기 각 비트레이트 별 확률 밀도 함수 간의 오차 분석을 수행하기 위해, 상기 확률 밀도 함수에 대해 다단계 비트레이트 별로 스케일링(scaling)을 수행하는 단계; 및

상기 스케일링된 확률 밀도 함수에 기초하여 각 프레임에서 가장 낮은 블록 아티팩트에 해당하는 비트레이트를 최종 비트레이트로 결정하는 단계

를 포함하는 비트레이트 결정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 다단계 비트레이트 별로 스케일링을 수행하는 단계는,

상기 확률 밀도 함수 간의 거리를 최소화하는 가중치 벡터를 비트레이트 별로 결정하고, 상기 가중치 벡터를 이용하여 상기 확률 밀도 함수를 비트레이트 별로 스케일링하는 비트레이트 결정 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 블록 아티팩트 검출에 기초하여 입력 영상을 인코딩하고자 하는 비트레이트를 결정하는 기술에 관한 것이다.

[0002] 보다 자세하게는, 비트레이트 레벨 별로 블록 아티팩트를 검출하고, 검출된 블록 아티팩트를 이용하여 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 각각에 해당하는 비트레이트를 결정하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로, 인코딩 장치는, 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 전체를 동일한 비트레이트로 인코딩(bitrate encoding)한다. 예를 들면, 인코딩 장치는, 입력 영상의 재생 기기 또는 서비스 환경에 따라 결정된 동일 비트레이트로 입력 영상을 인코딩할 수 있다.

[0004] 이처럼, 동일 비트레이트로 인코딩 하는 경우, 재생 기기가 지원하는 해상도가 매우 높거나, 네트워크 대역폭이 무한대에 가까우면 서비스 레이트가 최대화 될 수 있다. 그러나, 대부분의 경우에는 제한된 자원을 이용하여 영상을 제공해야 한다. 이로 인해, 인코딩 비트레이트의 결정은 서비스의 종류 또는 사용자 재생 환경에 따라 달라질 수 있다.

[0005] 서비스의 종류 또는 사용자 재생 환경에 따라 동일 비트레이트로 인코딩 하는 경우, 콘텐츠의 특성에 따라 재생되는 영상의 화질 차이를 시청자가 확인할 수 있다. 이러한 화질 차이는, 인코딩 과정에서 발생하는 양자화 오차(quantization error)에 따른 블록 아티팩트(block artifact)에 의해 발생할 수 있다. 다시 말해, 비트레이트 레벨에 따라 다른 양자화 레벨을 가지므로, 입력 영상이 낮은 양자화 레벨에 해당하는 비트레이트로 인코딩 될수록 양자화 오차는 커지게 된다. 이러한 양자화 오차는, 재생되는 프레임 내의 블록 아티팩트로 나타나게 된다.

[0006] 이처럼, 블록 아티팩트는, 양자화 과정에서 발생하는 정보 손실로 나타나지만, 입력 영상 내에 분포하는 픽셀의 정보량 차이에 따라 모든 프레임 내에서 다른 양상으로 나타날 수도 있다. 결국, 영상의 화질을 저하시키게 된다.

[0007] 따라서, 영상의 화질 저하를 감소시킬 수 있는 인코딩 비트레이트를 결정하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 인코딩 과정에서 발생하는 영상의 화질 저하를 감소시키기 위한 것으로서, 비트레이트 레벨 별로 블록 아티팩트를 검출하고, 검출된 블록 아티팩트를 이용하여 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 각각에 해당하는 비트레이트를 결정하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일실시예에 따른 비트레이트 결정 방법은, 입력 영상에 대해 다단계 비트레이트 인코딩을 수행하는 단계, 상기 다단계 비트레이트 인코딩이 수행된 입력 영상 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계, 상기 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출하는 단계, 상기 복수의 프레임들 별로 검출된 블록 아티팩트 후보군에 해당하는 픽셀 위치 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트를 검출하는 단계, 상기 최종 블록 아티팩트를 이용하여 각 비트레이트 별로 확률 밀도 함수를 생성하는 단계, 및 상기 확률 밀도 함수에 기초하여 상기 복수의 프레임들 별로 인코딩해야 할 최종 비트레이트를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 일측면에 따르면, 상기 복수의 프레임들 별로 결정된 최종 비트레이트에 기초하여, 상기 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 각각을 인코딩하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 다른 측면에 따르면, 상기 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출하는 단계는, 상기 복수의 프레임들 각각에 포함된 픽셀들을 대상으로, 수직 방향 또는 수평 방향으로 인접한 픽셀들 간의 픽셀 강도 오차가 동일하게 연속적으로 분포하는 적어도 하나의 픽셀을 블록 아티팩트 후보군으로 검출할 수 있다.

[0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 최종 비트레이트를 결정하는 단계는, 상기 각 비트레이트 별 확률 밀도 함수 간의 오차 분석을 수행하기 위해, 상기 확률 밀도 함수에 대해 다단계 비트레이트 별로 스케일링(scaling)을 수행하는 단계, 및 상기 스케일링된 확률 밀도 함수에 기초하여 각 프레임에서 가장 낮은 블록 아티팩트에 해당하는 비트레이트를 최종 비트레이트로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 따르면, 상기 다단계 비트레이트 별로 스케일링을 수행하는 단계는, 상기 확률 밀도 함수 간의 거리를 최소화하는 가중치 벡터를 비트레이트 별로 결정하고, 상기 가중치 벡터를 이용하여 상기 확률 밀도 함수를 비트레이트 별로 스케일링할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 비트레이트 레벨 별로 검출된 블록 아티팩트를 이용하여 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들 각각에 해당하는 비트레이트를 결정하고, 결정된 각 비트레이트로 해당 프레임을 인코딩하여 영상의 화질 저하를 감소 또는 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 비트레이트를 결정하는 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비트레이트 인코딩 과정에서 발생하는 블록 아티팩트를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따라 수직 방향으로 블록 아티팩트 후보군을 검출한 결과를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 수직 또는 수평 방향의 누적 블록 아티팩트 맵을 추출한 결과를 도시한 도면이다.

도 5는 4단계 비트레이트 레벨을 갖는 결과 벡터 집합을 이용하여 생성된 확률 밀도 함수를 도시한 도면이다.

도 6은 p=2인 경우에 스케일링된 확률 밀도 함수를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 인코딩된 영상의 장르별 선택된 프레임 수를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 확률 밀도 함수 간 거리가 L_1L_1인 경우와 L_2L_2인 경우에 각각 선택된 프레임 수를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0017] 아울러, 본 발명에 따른 비트레이트 결정 방법은, 인코딩 장치 또는 비트레이트 결정 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 비트레이트를 결정하는 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.

[0019] 도 1에 따르면, 101 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 입력 영상에 대해 다단계 비트레이트 인코딩을 수행할 수 있다.

[0020] 보다 상세하게는, 비트레이트 결정 장치는, 입력 영상을 구성하는 복수의 프레임들을 대상으로, 고화질 프레임부터 저화질 프레임까지 인코딩을 수행할 수 있다. 이때, 고화질 프레임을 인코딩하는 경우, 양자화 오차가 거의 존재하지 않으며, 저화질 프레임을 인코딩하는 경우, 양자화 오차가 매우 두드러지게 나타날 수 있다.

[0021] 일례로, 입력 영상(**V**)이 k장의 프레임 f로 구성된 경우($v=\{f_1, f_2, \ldots, f_k\}$), 비트레이트 결정 장치는, 입력 영상을 다단계 비트레이트 인코딩함으로써, 서로 다른 비트레이트 레벨을 갖는 h개의 인코딩된 동영상 집합 **B**(이하, '인코딩 집합 **B**' 라 칭함)를 생성할 수 있다($\mathbf{B} \in \{\mathbf{V}_1, \mathbf{V}_2, \ldots, \mathbf{V}_h\}$).

[0022] 이처럼, 다단계 비트레이트 인코딩을 수행함에 따라, 102 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 인코딩이 수행된 복수의 프레임들 별로 블록 아티팩트 후보군을 검출할 수 있다. 이때, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에 포함된 픽셀들을 대상으로, 수직 방향 또는 수평 방향으로 인접한 픽셀들 간의 픽셀 변화량(예를 들면, 1-D 변화량)에 기초하여 각 프레임에 해당하는 블록 아티팩트 후보군을 검출할 수 있다.

[0023] 일례로, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임 내에서 수직 또는 수평 방향으로 인접한 픽셀들 간의 픽셀 강도 오차가 동일하게 연속적으로 분포하는 적어도 하나의 픽셀을 블록 아티팩트 후보군으로 검출할 수 있다.

[0024] 그리고, 103 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에서 검출된 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출할 수 있다. 이때, 누적 블록 아티팩트 맵을 추출하는 자세한 설명은 도 4를 참고하여 후술하기로 한다.

[0025] 이어, 104 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 추출된 누적 블록 아티팩트 맵에 기초하여 최종 블록 아티팩트를 검출할 수 있다.

[0026] 이때, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에서 블록 아티팩트 후보군 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트로 검출할 수 있다. 다시 말해, 블록 아티팩트 후보군에 해당하는 복수의 픽셀들 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트에 해당하는 픽셀들 만이 최종 블록 아티팩트로 검출될 수 있다.

[0027] 여기서, 블록 아티팩트 분포 영역은 전체 입력 영상 내에 블록 아티팩트가 집중적으로 분포하는 영역을 나타내는 것으로서, 누적 블록 아티팩트 맵을 통해 검출될 수 있다.

[0028] 그리고, 105 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 검출된 최종 블록 아티팩트에 기초하여 각 비트레이트 별로 확률 밀도 함수(Probability Density Function: PDF)를 생성할 수 있다. 이때, 확률 밀도 함수를 생성하는 자세한 설명은 도 5를 참고하여 후술하기로 한다.

[0029] 이어, 106 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 생성된 확률 밀도 함수에 대해 스케일링(scaling)을 수행할 수 있다.

[0030] 일례로, 비트레이트 결정 장치는, 각 비트레이트의 확률 밀도 함수와 최저 비트레이트의 확률 밀도 함수에 대해 스케일링을 수행할 수 있다. 이때, 비트레이트 결정 장치는, 가중치 최적화 기반 확률 밀도 함수 스케일링 기법을 이용하여 상기 스케일링을 수행할 수 있다.

[0031] 그리고, 107 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 스케일링된 확률 밀도 함수에 기초하여 복수의 프레임들 별로 인코딩해야 할 최종 비트레이트를 결정할 수 있다.

[0032] 이때, 비트레이트 결정 장치는, 프레임들 별로 비트레이트 인코딩을 최적화하는 최종 비트레이트를 결정할 수 있다. 예를 들면, 비트레이트 결정 장치는, 가장 낮은 블록 아티팩트 값을 갖는 비트레이트를 최종 비트레이트

로 결정할 수 있다. 최종 비트레이트를 결정하는 자세한 설명은 도 6을 참고하여 후술하기로 한다.

[0033] 이어, 108 단계에서, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임 별로 결정된 최종 비트레이트에 따라 각 프레임에 대해 인코딩을 수행할 수 있다. 이처럼, 각 프레임 별로 가장 낮은 블록 아티팩트 값을 갖는 비트레이트로 인코딩을 수행함에 따라, 블록 아티팩트로 인한 영상의 화질 저하는 감소 또는 최소화될 수 있다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 비트레이트 인코딩 과정에서 발생하는 블록 아티팩트를 도시한 도면이다.

[0035] 도 2를 참고하면, 블록 아티팩트는, 입력 영상의 인코딩 시 서로 인접한 매크로 블록 간의 양자화 레벨 차이가 존재함에 따라, 매크로 블록의 경계면에서 발생할 수 있다. 이에 따라, 본 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에서 블록 아티팩트 후보군을 검출하여 인코딩하고자 하는 비트레이트를 결정하고자 한다.

[0036] 일례로, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에서 수직 또는 수평 방향으로 픽셀 변화량(1-D 변화량)의 연속적 분포의 동일성 여부를 검출할 수 있다.

[0037] 먼저, 입력 영상 V에 대해 생성된 인코딩 집합 B의 j번째 원소 V_j의 i번째 프레임 $f_i \in \mathbb{N}^{m\times n}$을 대상으로, 수평 또는 수직 방향의 1차 미분 영상을 $(f_{x,i}, f_{y,i})$로 나타낸 경우, 비트레이트 결정 장치는, 아래의 수학식 1을 이용하여 $(f_{x,i}, f_{y,i})$의 각 픽셀 위치 (u,v)에서의 픽셀 변화량을 계산할 수 있다.

수학식 1

[0038]
$$f_{x,i}(u,v) = f_i(u,v) - f_i(u+1,v)$$

$$f_{y,i}(u,v) = f_i(u,v) - f_i(u,v+1)$$

[0039] 수학식 1에서, $f_i(u,v)$는 픽셀 위치 (u, v)에서의 픽셀 강도 값을 나타낼 수 있다.

[0040] 그리고, 비트레이트 결정 장치는, 픽셀 위치 (u, v)에서부터 s의 크기를 갖는 픽셀 변화량(1-D 변화량) 벡터 $\mathbf{v} = [v_1, v_2, .., v_s]^T$를 모든 픽셀 위치에서 계산함에 따라, 픽셀 변화량의 연속적 분포의 동일성 여부를 검출할 수 있다. 이때, 픽셀 변화량을 검출하기 위한 변화량 검출 함수는 $f_i \rightarrow \mathbf{W}$로 정의될 수 있다. 여기서, $\mathbf{W}_i \in \mathbb{Z}^{m\times n\times s}$는 i번째 프레임으로부터 변화량 검출 함수로 매핑된 텐서(Tensor) 공간을 나타낼 수 있다. $\mathbf{W}_i$의 픽셀 위치(u, v)에서 픽셀 변화량 벡터 $\mathbf{v}_{(u,v)}$의 모든 원소 값이 같을 수 있다. 이때, 모든 원소 값은 0이 아닌 값을 가질 수 있으며, 아래의 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

[0041]
$$\mathbf{D}_{i,(u,v)} = \begin{cases} 1, & \text{if } v_1 = v_2 = \cdots = v_s, \ s.t.\, \mathbf{v}_{(u,v)} \neq \mathbf{0} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0042] 수학식 2에서, $\mathbf{D}_i \in \mathbb{N}^{m\times n}$는 프레임과 동일한 크기를 갖는 이진 행렬로서, 프레임 내의 모든 픽셀 위치 (u,v)에서 블록 아티팩트 후보군을 나타낼 수 있다.

[0043] 이상에서 설명한 바와 같이, 각 프레임에서 검출된 블록 아티팩트 후보군은 도 3과 같을 수 있다. 이때, 도 3은, s=4(도 3의 상단), s=8(도 3의 하단)인 경우에 인코딩된 입력 영상 V_j의 i번째 프레임 f_i의 수직 방향 블록 아티팩트 후보군을 추출한 결과를 도시한 도면이다. 여기서, s는 픽셀 변화량이 같은 연속된 값의 길이로써, x 방향의 경우 $f_{x,i}(u,v)$ 부터 $f_{x,i}(u,v+s)$까지의 연속된 1-D(Dimension) 변화량(1차원 변화량)을 의미할 수 있다.

[0044] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따라 수직 또는 수평 방향의 누적 블록 아티팩트 맵을 추출한 결과를 도시한 도면이다.

[0045] 본 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에서 검출된 블록 아티팩트 후보군에 기초하여 누적 블록 아티팩트 맵을 추출할 수 있다. 예를 들어, 도 4를 참고하면, 비트레이트 결정 장치는, S=4인 경우(도 4의 A)에 수평 또는 수

평 방향의 누적 블록 아티팩트 맵을 추출할 수 있다. 그리고, 비트레이트 결정 장치는, S=8인 경우(도 4의 B)에 수평 또는 수평 방향의 누적 블록 아티팩트 맵을 추출할 수 있다.

[0046] 상세하게는, 비트레이트 결정 장치는, 각 프레임에서 추출된 블록 아티팩트 후보군 가운데, 양자화 오차로 인해 발생한 블록 아티팩트만을 검출할 수 있다. 이를 위해, 비트레이트 결정 장치는, 인코딩 집합 B에 포함되는 모든 비트레이트 영상에 대해 h개의 누적 블록 아티팩트 맵을 추출할 수 있다. 여기서, 인코딩 집합 B는 다단계 비트레이트 인코딩을 수행함에 따라 생성될 수 있다.

[0047] 이때, 누적 블록 아티팩트 맵 $\mathbf{C}_j \in \mathbb{N}^{m \times n}$은, 인코딩 집합 B에 포함되는 복수의 원소들 중 j번째 원소 $\mathbf{V}_j$에 해당하는 k장의 프레임을 대상으로 추출된 블록 아티팩트 후보군 행렬 집합$\{\mathbf{D}_{(j,1)}, \mathbf{D}_{(j,2)}, \ldots, \mathbf{D}_{(j,k)}\}$의 합으로서 정의될 수 있다. 다시 말해, 누적 블록 아티팩트 맵은 아래의 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

[0048]
$$\mathbf{C}_j = \mathbf{D}_{(j,1)} + \mathbf{D}_{(j,2)} + \cdots + \mathbf{D}_{(j,k)},$$

$$\hat{\mathbf{C}}_j = \frac{\mathbf{C}_j}{\|\mathbf{C}_j\|}$$

[0049] 수학식 3에서, $\hat{\mathbf{C}}_j$는 정규화된 누적 아티팩트 맵으로서, h개의 누적 아티팩트 맵을 포함하는 누적 아티팩트 맵 집합 $\{\hat{\mathbf{C}}_1, \hat{\mathbf{C}}_2, \ldots, \hat{\mathbf{C}}_h\}$이 생성될 수 있다. 이때, 다단계 비트레이트 인코딩 단계에서, 서로 다른 비트레이트 레벨을 갖는 h개의 인코딩된 동영상 집합 B이 생성됨에 따라, 누적 아티팩트 맵 집합은 h개의 인코딩된 영상에 해당하는 h개의 누적 아티팩트 맵을 포함할 수 있다. 그러면, 각 누적 아티팩트 맵은, 각 프레임에서 최종 블록 아티팩트를 추출하기 위해 이용될 수 있다.

[0050] 일례로, 비트레이트 결정 장치는, 복수의 프레임들 별로 검출된 블록 아티팩트 후보군 중 블록 아티팩트 분포 영역에 속하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트로 추출할 수 있다. 여기서, 블록 아티팩트 후보군은 누적 블록 아티팩트 맵에 포함될 수 있다.

[0051] 그러면, 비트레이트 결정 장치는, 정규화된 누적 블록 아티팩트 맵 $\hat{\mathbf{C}}_j$에 포함된 픽셀들 중 픽셀 위치가 (u, v)에 해당하는 픽셀의 정규화된 누적 값이 ρ 이상인지 여부를 판단하여 아티팩트의 존재 여부를 결정할 수 있다. 여기서, ρ는 사용자 파라미로서 기설정된 임계값일 수 있다.

[0052] 이때, 정규화된 누적 값이 ρ 이상인 경우, 비트레이트 결정 장치는, 최종 블록 아티팩트로 검출할 수 있다. 다시 말해, 정규화된 누적 블록 아티팩트 맵 $\hat{\mathbf{C}}_j$에 포함된 픽셀들 중, 정규화된 누적 값이 ρ 이상인 픽셀에 해당하는 블록 아티팩트를 최종 블록 아티팩트로 검출할 수 있다. 이때, 비트레이트 결정 장치는, 아래의 수학식 4를 이용하여 블록 아티팩트 분포 영역 $\mathbf{R}_i \in \mathbb{N}^{m \times n}$을 검출할 수 있다.

[0053] 인코딩된 영상 $\mathbf{V}_j$ $\mathbf{V}_j$의 i번째 프레임 f_i f_i의 블록 아티팩트 분포 영역 $\mathbf{R}_i \in \mathbb{N}^{m \times n}$은 아래의 수학식 4와 같이 정의될 수 있다.

수학식 4

[0054]
$$\mathbf{R}_{i,(u,v)} = \begin{cases} 1, & \text{if} \hat{\mathbf{C}}_{j,(u,v)} > \rho \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0055] 수학식 4에서, 블록 아티팩트 분포 영역 $\mathbf{R}_i \in \mathbb{N}^{m \times n}$은, 인코딩된 영상 $\mathbf{V}_j$의 i번째 프레임 f_i의 블록 아티팩트 분포 영역을 나타낼 수 있다.

[0056] 이때, 비트레이트 결정 장치는, 블록 아티팩트 후보군 행렬 $\mathbf{D}_i$과 블록 아티팩트 분포 영역 $\mathbf{R}_i$을 이용하여 인코

딩된 영상 V_j의 i번째 프레임 f_i의 최종 블록 아티팩트를 검출할 수 있다. 다시 말해, 비트레이트 결정 장치는, 아래의 수학식 5를 이용하여 최종 블록 아티팩트를 검출할 수 있다.

수학식 5

[0057] $$\mathbf{A}_{i,(u,v)} = \mathbf{D}_{i,(u,v)} \cap \mathbf{R}_{i,(u,v)}$$

[0058] 수학식 5에서, $\mathbf{A}_{i,(u,v)} \in \mathbb{N}^{m\times n}$는, 인코딩된 영상 V_j의 i번째 프레임 f_i의 최종 블록 아티팩트를 나타낼 수 있다. 여기서, 최종 블록 아티팩트 A는 인코딩 집합 B 내의 모든 프레임에서 검출될 수 있으며, 인코딩 최적화를 위한 블록 아티팩트 확률 밀도 함수의 생성을 위해 이용될 수 있다.

[0059] 이하에서는, 최종 블록 아티팩트를 이용하여 시간축에서 블록 아티팩트의 확률 밀도 함수를 생성하고, 생성된 확률 밀도 함수에 기초하여 비트레이트 인코딩을 최적화하는 방법에 대해 설명하고자 한다.

[0060] 앞에서 설명한 바와 같이, 최종 블록 아티팩트 $\mathbf{A}^{\{\mathbf{A}_1,\mathbf{A}_2,\ldots,\mathbf{A}_k\}}$는, 인코딩 집합 B 내의 j번째 영상 V_j에 해당하는 모든 프레임들 각각에서 검출될 수 있다. 예를 들어, j번째 영상 V_j이 k장의 프레임으로 구성된 경우, 최종 블록 아티팩트 $\{\mathbf{A}_1,\mathbf{A}_2,\ldots,\mathbf{A}_k\}$는 k개 검출될 수 있다. 이때, 특정 프레임의 픽셀 위치 (u, v)에서 발생한 블록 아티팩트를 하나의 결과(overcome)로 설정하고, 하나의 프레임에 나타난 모든 결과를 사건(event) E로 정의하는 경우, i번째 프레임의 사건 내에 발생하는 총 결과 수 l_i는 아래의 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

[0061] $$l_i = \sum_{u=1}^{m}\sum_{v=1}^{n} \mathbf{A}_{i,(u,v)}$$

[0062] 그리고, j번째 영상 V_j을 사건에 대한 전체 표본 공간(sample space)으로 설정하면, 하나의 확률 밀도 함수는 결과 벡터 $\mathbf{l}_j = [l_1, l_2, \ldots, l_i, l_{i+1} \ldots, l_k]^T$로부터 생성될 수 있다. 이처럼, 비트레이트 결정 장치는, 수학식 6을 이용하여 인코딩 집합 B 내에 총 h개의 인코딩 영상에 해당하는 결과 벡터 집합 $\{\mathbf{l}_1,\mathbf{l}_2,\ldots,\mathbf{l}_h\}$을 생성할 수 있다. 그리고, 비트레이트 결정 장치는, 생성된 결과 벡터 집합을 포함하는 확률 밀도 함수 $Q_h \in \{\mathbf{l}_1,\mathbf{l}_2,\ldots,\mathbf{l}_h\}$를 생성할 수 있다. 이때, h개의 확률 밀도 함수가 생성될 수 있다.

[0063] 예를 들면, k=3000이고, h=4인 경우, 4단계 비트레이트 레벨에서의 확률 밀도 함수는 도 5와 같을 수 있다.

[0064] 도 5에 따르면, h=4개의 인코딩 영상에 대해 결과 벡터 집합 $Q_4 \in \{\mathbf{l}_1,\mathbf{l}_2,\mathbf{l}_3,\mathbf{l}_4\}$이 생성될 수 있다. 여기서, 인코딩 영상은, 인코딩 집합 B의 원소수가 4인 4단계 비트레이트 레벨을 가지므로, 도 5에 도시된 바와 같이, 4종류의 확률밀도 함수가 생성될 수 있다.

[0065] 이처럼, 결과 벡터 집합 Q_h는 프레임 별로 비트레이트 최적화를 위해 생성될 수 있다. 이때, 결과 벡터 집합 Q_h에서 $\mathbf{l}_h$를 최저 비트레이트를 갖는 인코딩 영상의 결과 벡터로 가정한 경우, 비트레이트 결정 장치는, 아래의 수학식 7을 이용하여 인코딩 영상 $\mathbf{l}_h$에 대한 확률 밀도 함수의 최적화 함수 E를 생성할 수 있다.

수학식 7

[0066] $$E = \min_{\Lambda} \sum_{i=1}^{h-1} \|\mathbf{l}_h - \lambda_i \mathbf{l}_i\|_p$$

[0067] 수학식 7에서, Q_h는 결과 벡터 집합, $\mathbf{l}_h$는 최저 비트레이트로 인코딩된 영상의 확률 밀도 함수, $\mathbf{l}_i$ 는 가중치 변

수에 의해 변형된 i번째 결과 벡터, λ_i는 가중치 변수, L_p는 확률 밀도 함수 간 거리, Λ는 가중치 벡터, p는 벡터 간 거리 측정을 위한 민코스키 거리의(Minkowski distance) 메트릭변수(order)일 수 있다. 예를 들면, p는 1 또는 2의 값으로 나타낼 수 있다.

[0068] 수학식 7에 따르면, 비트레이트 결정 장치는, 가중치 벡터 $\mathbf{\Lambda} = [\lambda_1, \lambda_2 \dots, \lambda_h]^T$를 이용하여 최적화 함수 $\mathbf{E}$를 생성할 수 있다. 여기서, 가중치 벡터 Λ는, 결과 벡터 집합 Q_h 내에서 최저 비트레이트로 인코딩된 영상의 확률 밀도 함수 $\mathbf{l}_h$와, 가중치 변수에 의해 변형된 i번째 결과 벡터 $\mathbf{l}_i$에 해당하는 확률 밀도 함수 간 거리 L_p를 최소화하는 벡터일 수 있다.

[0069] 그러면, 비트레이트 결정 장치는, 최적화 함수와 가중치 벡터를 이용하여 확률 밀도 함수를 스케일링 할 수 있다. 다시 말해, 아래의 수학식 8을 참고하면, 비트레이트 결정 장치는, 인코딩 집합 B에 대해 최적화 함수를 적용한 가중치 벡터 Λ를 이용하여 새로운 결과 벡터 집합 Q_h'을 생성할 수 있다. 여기서, 새로운 결과 벡터 집합 Q_h'은 스케일링된 확률 밀도 함수를 나타낼 수 있다.

수학식 8

[0070] $$Q_h' = \{\mathbf{l}_1', \mathbf{l}_2', \dots, \mathbf{l}_{h-1}', \mathbf{l}_h\}, \quad \mathbf{l}_i' = \mathbf{\Lambda}^T \mathbf{l}_i$$

[0071] 예를 들면, 수학식 7의 p=2인 경우, Q_4는 최적화 함수를 만족하는 가중치 벡터 Λ를 이용하여 스케일링될 수 있으며, 스케일링된 확률 밀도 함수 Q_4'는 도 6와 같을 수 있다.

[0072] 이때, $\mathbf{l}_i'$는 크기가 k인 열 벡터이므로, Q_h'는 아래의 수학식 9와 같은 행렬 $\mathbf{Q}_h' \in \mathbb{N}^{k \times h}$ 표현될 수 있다.

수학식 9

[0073] $$\mathbf{Q}_h' = \begin{bmatrix} l_{11}' & l_{12}' & \cdots & l_{1h-1}' & l_{1h} \\ l_{21}' & l_{22}' & \cdots & l_{1h-1}' & l_{2h} \\ \vdots & \vdots & \ddots & l_{1h-1}' & \vdots \\ l_{k1}' & l_{k2}' & \cdots & l_{1h-1}' & l_{kh} \end{bmatrix}$$

[0074] 그러면, 비트레이트 결정 장치는, 스케일링된 확률 밀도 함수 $\mathbf{Q}_h'$를 이용하여 최적화된 비트레이트 인코딩을 위한 결과 벡터 $\hat{\mathbf{l}}$를 생성할 수 있다. 예를 들어, 비트레이트 결정 장치는, 아래의 수학식 10을 이용하여 결과 벡터 $\hat{\mathbf{l}}$를 생성할 수 있다.

수학식 10

[0075] $$\hat{\mathbf{l}} = [\hat{l}_1, \hat{l}_2, \dots \hat{l}_k]^T, \quad \hat{l}_i = \min_j (\mathbf{q}')_i^T$$

[0076] 수학식 10에서, $(\mathbf{q}')_i^T$는 스케일링된 확률 밀도 함수 $\mathbf{Q}_h'$의 i번째 행 벡터를 i번째 프레임의 비트레이트 $\hat{l}_i$를 최저 값으로 하는 행 벡터로 결정하기 위해 이용될 수 있다. 그러면, 비트레이트 결정 장치는, 결과 벡터에 1-D(Dimension) 중간값 필터를 적용한 결과 벡터 $\hat{\mathbf{l}}$를 최종 비트레이트로 결정함으로써, i번째 프레임의 비트레이트 레벨에서 급격하게 화질이 전환되는 것을 방지할 수 있다.

[0077] 이하에서는, 다단계 비트레이트 인코딩을 수행한 영상에서 검출된 블록 아티팩트에 기초하여 결정된 최종 비트레이트로 입력 영상을 인코딩한 실험 결과에 대해 도 7 및 도 8을 참조하여 설명하고자 한다.

[0078] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 인코딩된 영상의 장르별 선택된 프레임 수를 도시한 도면이다. 이때, 도 7

은, s=8이고, p=1인 경우에 선택된 프레임 수를 도시하였다.

[0079] 도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 확률 밀도 함수 간 거리가 L_1인 경우와 L_2인 경우에 각각 선택된 프레임 수를 도시한 도면이다. 이때, 도 8은, s=8인 경우에 선택된 프레임 수를 도시하였다.

[0080] 도 7 및 도 8에서, 실험 데이터는, 콘텐츠 간 동영상의 종류에 따라 액션(action), 음악(music), 야구(baseball), 농구(basketball), 댄스(dance), 드라마(drama), 뉴스(news), 축구(soccer) 총 8가지 콘텐츠를 포함할 수 있다. 이때, 입력 영상은, 총 300초 길이 9000프레임의 영상으로 구성될 수 있다. 그리고, 비트레이트 레벨 h는 4, 7, 13 레벨을 포함, 즉, 총 3 경우에 대하여 실험하였다. 여기서, 각 비트레이트 레벨은, {400kb/s, 800kb/s, 1200kb/s, 1600kb/s} (h=4), {400kb/s, 600kb/s, …, 1400kb/s, 1600kb/s} (h=7), {400kb/s, 500kb/s, …, 1500kb/s, 1600kb/s} (h=13)으로 각각 설정하였으며, 최소 비트레이트는 400kb/s이고, 최대 비트레이트는 1600kb/s일 수 있다.

[0081] 아래의 [표 1]은 평균 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) 값과 프레임 당 블록 아티팩트의 수, 파일 크기의 성능을 비교한 결과이다.

표 1

[0082]

Transcoding strategy	Avg. PSNR	Avg. Number of block artifacts/frame	Avg. file size (normalized)
400kb/s	31.147	14295.99	0.30
800kb/s	33.341	11342.85	0.53
1200kb/s	34.393	9812.42	0.76
1600kb/s	35.045	8951.29	01.00
Proposed(L1)	**33.506**	**10172.07**	**0.62**
Proposed(L2)	**33.668**	**9952.53**	**0.65**

[0083] 표 1에 따르면, 본 발명의 일실시예에 따라 프레임 별로 결정된 최종 비트레이트로 입력 영상을 다단계 비트레이트 인코딩하는 경우, 종래의 고정 비트레이트 트랜스코딩 기법을 이용하여 입력 영상을 인코딩할 때 보다 파일의 크기 및 블록 아티팩트의 수에서 성능 개선 효과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

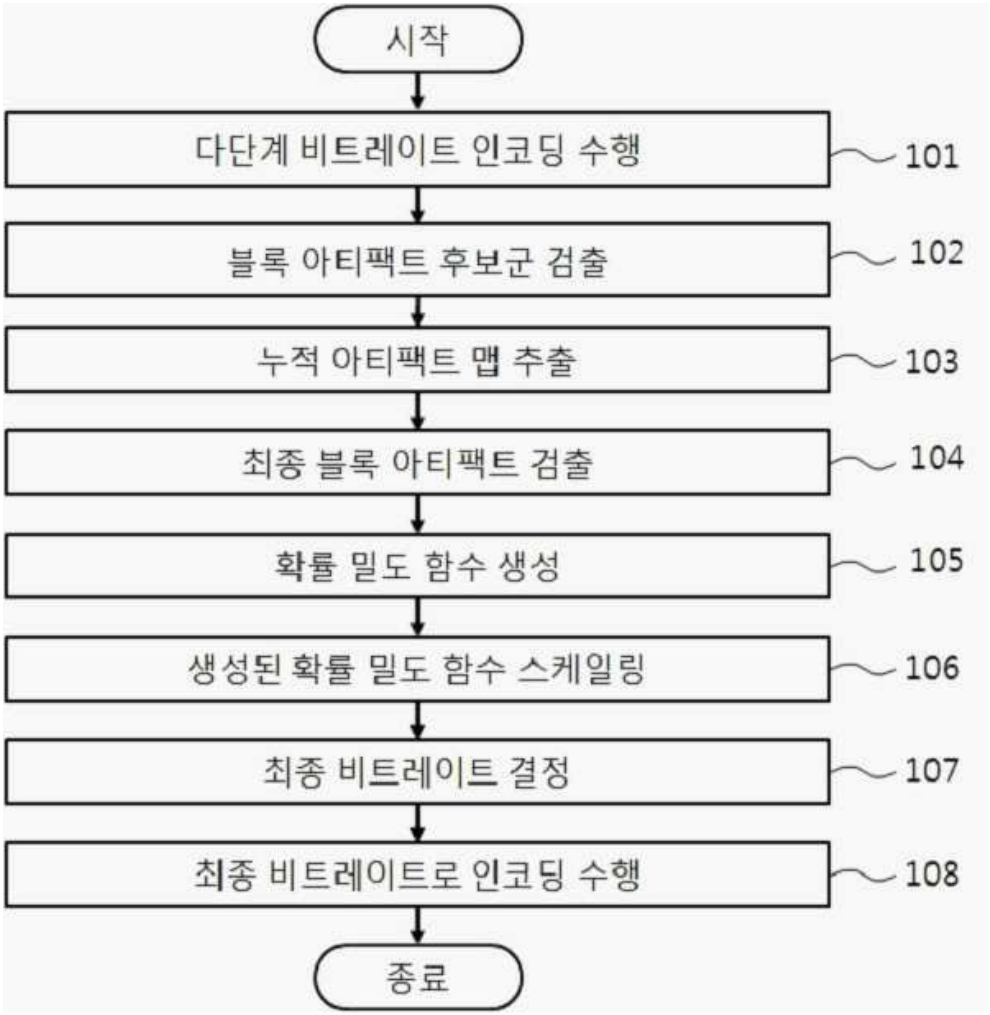
[0084] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0085] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0086] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

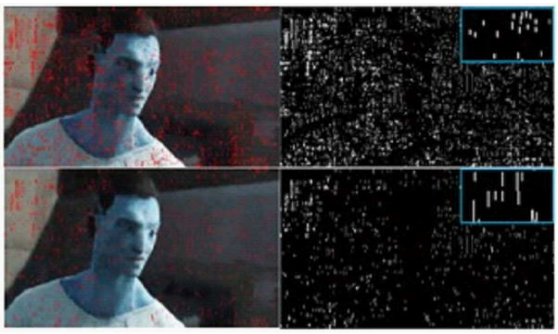
도면1


시작
다단계 비트레이트 인코딩 수행
101
블록 아티팩트 후보군 검출
102
누적 아티팩트 맵 추출
103
최종 블록 아티팩트 검출
104
확률 밀도 함수 생성
105
생성된 확률 밀도 함수 스케일링
106
최종 비트레이트 결정
107
최종 비트레이트로 인코딩 수행
108
종료

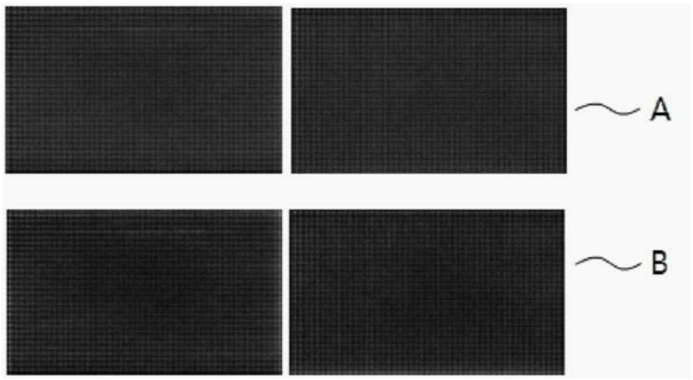
도면2



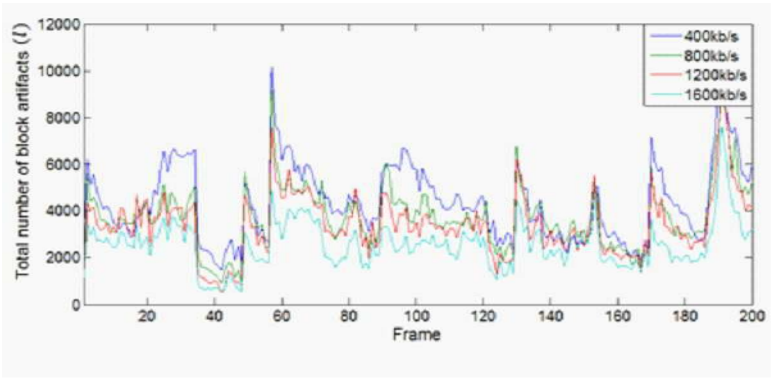
도면3



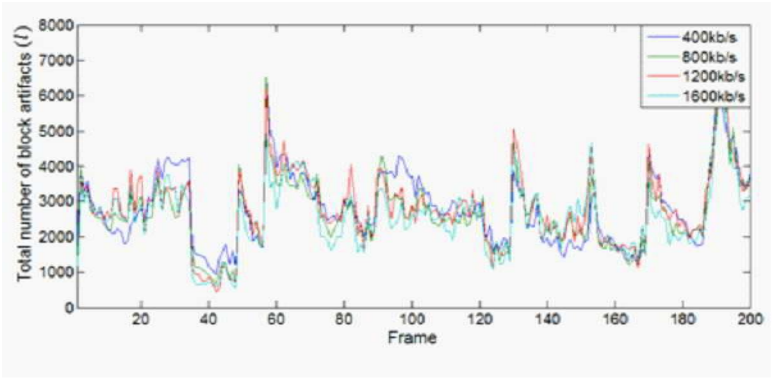
도면4



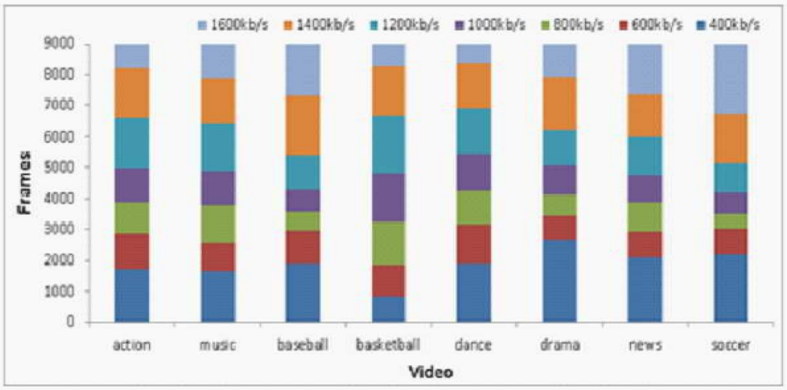
도면5



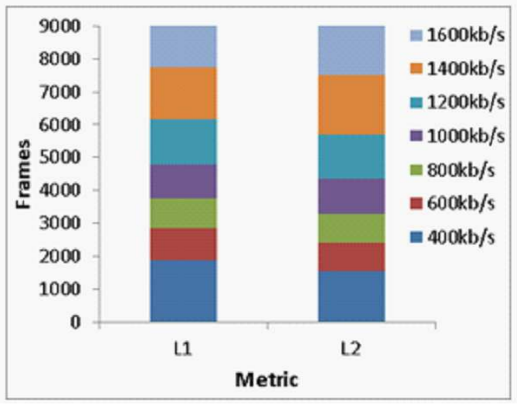
도면6



도면7


1600kb/s
1400kb/s
1200kb/s
1000kb/s
800kb/s
600kb/s
400kb/s
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Frames
action
music
baseball
basketball
dance
drama
news
soccer
Video

도면8


9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Frames
L1
L2
Metric
1600kb/s
1400kb/s
1200kb/s
1000kb/s
800kb/s
600kb/s
400kb/s