(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0096527
(43) 공개일자 2010년09월02일

(51) Int. Cl.
H04N 7/32 (2006.01) *H04N 7/24* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0015437
(22) 출원일자 2009년02월24일
심사청구일자 2009년02월24일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
중앙대학교 산학협력단
서울 동작구 흑석동 221
(72) 발명자
고성제
서울특별시 서초구 방배동 725 신삼호아파트 나-304
황민철
서울특별시 성북구 상월곡동 101번지 동아에코빌 아파트 115동 1701호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송경근

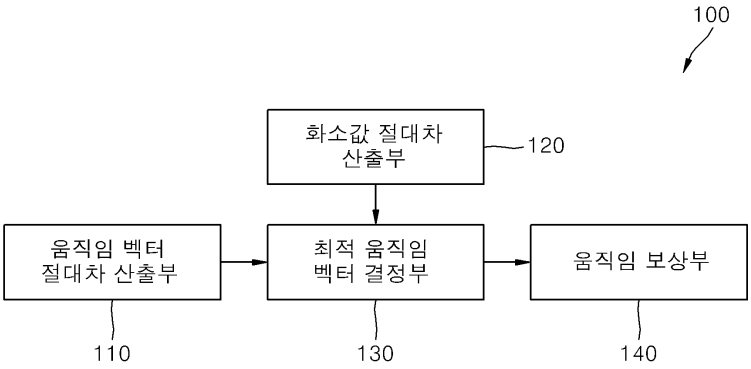
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 움직임 추정장치 및 방법, 그리고 오류 은닉 장치 및 방법

(57) 요 약

움직임 추정장치 및 방법, 그리고 오류 은닉 장치 및 방법이 개시된다. 움직임 추정장치는 복수의 매크로블록으로 구성된 영상프레임을 부호화하는 장치에 구비되어 영상프레임에 대한 움직임 보상을 수행한다. 움직임 벡터 절대차 산출부는 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(ADM) 값을 산출한다. 최적 움직임 벡터 결정부는 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정한다. 움직임 보상부는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 현재 매크로블록의 움직임을 보상한다. 본 발명에 따르면, ADM 값을 기초로 최적 움직임 벡터를 결정함으로써, 이전 영상프레임과 비교하여 급격하게 변화하는 움직임 벡터를 방지하고 실제 객체의 움직임을 반영할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김준형

서울특별시 성북구 길음동 길음뉴타운 대우푸르지오 227동 1202호

한종우

서울특별시 동대문구 이문3동 현대아파트 101-2503

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10570C0211613

부처명 서울특별시

연구관리전문기관

연구사업명 기술기반구축사업

연구과제명 시네마/애니메이션/게임을 위한 미래형콘텐츠컨버전스 클러스터(3차년도)

기여율

주관기관 중앙대학교 산학협력단

연구기간 2007년 12월 01일 ~ 2008년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 매크로블록으로 구성된 영상프레임을 부호화하는 장치에 구비되어 상기 영상프레임에 대한 움직임 보상을 수행하는 움직임 추정장치에 있어서,

입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출부;

상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정하는 최적 움직임 벡터 결정부; 및

상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하는 움직임 보상부;를 포함하며,

상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정되는 것을 특징으로 하는 움직임 추정장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 현재 매크로블록을 구성하는 복수의 화소에 대하여 상기 현재 매크로블록의 각 화소에 대응하는 상기 기준영역을 구성하는 각 화소의 화소값과의 절대차의 합(sum of absolute differences : SAD)을 산출하는 화소값 절대차 산출부를 더 포함하며,

상기 최적 움직임 벡터 결정부는 하기 수학식 A에 의해 상기 최적 움직임 벡터를 결정하는 것을 특징으로 하는 움직임 추정장치:

[수학식 A]

$$MV_n^{opt} = \arg \min_{i \in R} \alpha SAD(MV_n^i) + \beta ADM(MV_n^i)$$

여기서, MV_n^{opt} 는 상기 최적 움직임 벡터, R은 상기 이전 영상프레임 상에서 사전에 설정된 탐색영역, α는 상기 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 기초하여 산출된 SAD 값에 부여되는 가중치, 그리고 β는 상기 i번째 후보 움직임 벡터에 기초하여 산출된 ADM 값에 부여되는 가중치이다.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 최적 움직임 벡터 결정부는 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 상기 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 상기 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차가 사전에 설정된 기준값 이상이면 상기 SAD 값과 상기 ADM 값에 각각 가중치를 부여하여 합산한 값이 최소인 후보 움직임 벡터를 상기 최적 움직임 벡터로 결정하는 것을 특징으로 하는 움직임 추정장치.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 움직임 벡터는 하기 수학식 B에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 움직임 추정장치:

[수학식 B]

$$\widehat{MV}^{i}_{n-1} = \frac{\sum_{k=1}^{N} \omega^{k} \cdot MV^{k}_{n-1}}{\sum_{k=1}^{N} \omega^{k}}$$

여기서, $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$는 상기 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 의해 결정되는 기준 움직임 벡터, N은 상기 이전 영상프레임에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 수, MV^{k}_{n-1}은 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록 중에서 k번째 매크로블록의 움직임 벡터, 그리고 ω^{k}는 상기 k번째 매크로블록과 상기 기준영역이 겹치는 영역에 포함된 화소의 개수이다.

청구항 5

복수의 매크로블록으로 구성된 영상프레임을 부호화하는 장치에서 상기 영상프레임에 대한 움직임 보상을 수행하는 움직임 추정방법에 있어서,

입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출단계;

상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정하는 최적 움직임 벡터 결정단계; 및

상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하는 움직임 보상단계;를 포함하며,

상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정되는 것을 특징으로 하는 움직임 추정방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 현재 매크로블록을 구성하는 복수의 화소에 대하여 상기 현재 매크로블록의 각 화소에 대응하는 상기 기준영역을 구성하는 각 화소의 화소값과의 절대차의 합(sum of absolute differences : SAD)을 산출하는 화소값 절대차 산출단계를 더 포함하며,

상기 최적 움직임 벡터 결정단계에서, 하기 수학식 A에 의해 상기 최적 움직임 벡터를 결정하는 것을 특징으로 하는 움직임 추정방법:

[수학식 A]

$$MV^{opt}_{n} = \arg \min_{i \in R} \alpha SAD(MV^{i}_{n}) + \beta ADM(MV^{i}_{n})$$

여기서, MV^{opt}_{n}는 상기 최적 움직임 벡터, R은 상기 이전 영상프레임 상에서 사전에 설정된 탐색영역, α는 상기 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 기초하여 산출된 SAD 값에 부여되는 가중치, 그리고 β는 상기 i번째 후보 움직임 벡터에 기초하여 산출된 ADM 값에 부여되는 가중치이다.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 최적 움직임 벡터 결정단계에서, 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 상기 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 상기 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차가 사전에 설정된 기준값 이상이면 상기 SAD 값과 상

기 ADM 값에 각각 가중치를 부여하여 합산한 값이 최소인 후보 움직임 벡터를 상기 최적 움직임 벡터로 결정하는 것을 특징으로 하는 움직임 추정방법.

청구항 8

제 5항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 움직임 벡터는 하기 수학식 B에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 움직임 추정방법:

[수학식 B]

$$\widehat{MV}^{i}_{n-1}=\frac{\sum_{k=1}^{N}\omega^{k}\cdot MV^{k}_{n-1}}{\sum_{k=1}^{N}\omega^{k}}$$

여기서, $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$는 상기 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 의해 결정되는 기준 움직임 벡터, N은 상기 이전 영상프레임에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 수, MV^{k}_{n-1}은 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록 중에서 k번째 매크로블록의 움직임 벡터, 그리고 ω^{k}는 상기 k번째 매크로블록과 상기 기준영역이 겹치는 영역에 포함된 화소의 개수이다.

청구항 9

부호화된 영상프레임을 복호화하는 장치에 구비되어 상기 복호화된 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록을 복원하는 오류 은닉 장치에 있어서,

입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출부;

상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 손실을 복원하기 위한 복원 움직임 벡터로 결정하는 복원 움직임 벡터 결정부; 및

상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록을 복원하는 손실 복원부;를 포함하며,

상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정되는 것을 특징으로 하는 오류 은닉 장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 기준 움직임 벡터는 하기 수학식 B에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 오류 은닉 장치:

[수학식 B]

$$\widehat{MV}^{i}_{n-1}=\frac{\sum_{k=1}^{N}\omega^{k}\cdot MV^{k}_{n-1}}{\sum_{k=1}^{N}\omega^{k}}$$

여기서, $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$는 상기 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 의해 결정되는 기준 움직임 벡터, N은 상기 이전 영상프레임에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 수, MV^{k}_{n-1}은 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록 중에서 k번째 매크로블록의 움직임 벡터, 그리고 ω^{k}는 상기 k번째 매크로블록과 상기 기준영역이 겹

치는 영역에 포함된 화소의 개수이다.

청구항 11

부호화된 영상프레임을 복호화하는 장치에서 상기 복호화된 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록을 복원하는 오류 은닉 방법에 있어서,

입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출단계;

상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 손실을 복원하기 위한 복원 움직임 벡터로 결정하는 복원 움직임 벡터 결정단계; 및

상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록을 복원하는 손실 복원단계;를 포함하며,

상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정되는 것을 특징으로 하는 오류 은닉 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 기준 움직임 벡터는 하기 수학식 B에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 오류 은닉 방법:

[수학식 B]

$$\widehat{MV}^{i}_{n-1} = \frac{\sum_{k=1}^{N} \omega^{k} \cdot MV^{k}_{n-1}}{\sum_{k=1}^{N} \omega^{k}}$$

여기서, $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$는 상기 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 의해 결정되는 기준 움직임 벡터, N은 상기 이전 영상프레임에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 수, MV^{k}_{n-1}은 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록 중에서 k번째 매크로블록의 움직임 벡터, 그리고 ω^{k}는 상기 k번째 매크로블록과 상기 기준영역이 겹치는 영역에 포함된 화소의 개수이다.

청구항 13

제 5항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 기재된 움직임 추정방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 14

제 11항에 기재된 오류 은닉 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 움직임 추정장치 및 방법, 그리고 오류 은닉 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 영상프레임을 부호화하는 장치에 구비되어 영상프레임을 구성하는 매크로블록의 움직임을 보상하는 장치 및 방법, 그리고 부호화된 영상프레임을 복호화하는 장치에 구비되어 영상프레임을 구성하는 매크로블록의 손실을 복원하는

장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 무선통신 기술이 발전하고 사용자들의 이동성에 대한 요구가 증가함에 따라 이동단말을 이용한 DMB 방송의 시청이나 인터넷에서의 비디오 스트리밍 서비스 제공이 증가하고 있다. 또한 기존의 비디오 압축 표준과 비교하여 높은 데이터 압축률을 가지는 디지털 비디오 코덱 표준인 H.264/AVC가 최근 DMB 방송 등의 표준으로 채택되면서 관련 기술 개발의 중요성이 증대되고 있다.

[0003] 인터넷과 같은 패킷 기반의 네트워크에서는 전송 에러가 불가항력적으로 발생하게 된다. H.264/AVC와 같은 최신 동영상 압축 표준에 시간적 중복을 줄이기 위해 적용된 움직임 보상 예측기법 때문에 한 패킷의 손실은 하나의 영상 프레임을 왜곡할 뿐 아니라 이어지는 영상 프레임으로 에러가 연속하여 전달될 수 있는 문제점이 발생한다. 일반적으로 영상의 압축률이 높아질수록 부호화된 비트열이 전송 에러에 더욱 취약해질 수 있다.

[0004] 따라서 전송 에러에 의한 영상의 화질 왜곡을 줄이기 위해 다양한 에러 내성(error resilience) 방법이 연구되어 왔다. 이 중에서 에러 은닉(error concealment) 기법은 복소기에서 영상의 시, 공간적 상관성을 기반으로 손실된 데이터의 복원을 시도하는 효과적인 방법이다.

[0005] 영상의 시, 공간적 상관성을 이용하는 손실 복원 기법들 중에서 많은 방법들은 손실된 영상 프레임을 복원하기 위해 이전 영상 프레임에 있는 움직임 벡터를 사용한다. 이는 이웃한 영상 프레임간의 움직임 벡터가 유사하다는 가정 하에 이루어지는 것이다. 이때 이전 영상 프레임의 움직임 벡터가 객체의 실제 움직임을 반영하고 있다면 에러 은닉 기법의 성능이 향상된다. 그러나 영상 압축의 효율성을 위해 현재 매크로블록(macroblock)의 화소들과 움직임이 보상된 매크로블록의 화소들 간의 화소값 차의 절대값 합(sum of absolute difference : SAD)을 최소화하는 것을 목적으로 하는 기존의 움직임 예측 기법은 객체의 실제 움직임을 정확하게 반영하지 못하여 실제 움직임과 거리가 먼 움직임 벡터가 산출되는 경우가 발생하게 된다. 따라서 객체의 실제 움직임을 반영할 수 있는 움직임 예측 기법을 비디오 압축에 적용하여 에러 은닉 기법의 성능을 향상시킬 필요가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 이전 영상프레임과 비교하여 급격하게 변화하는 움직임 벡터를 방지하고 실제 객체의 움직임을 반영할 수 있는 움직임 추정장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 부호화된 영상을 복호화할 때 손실된 영상프레임을 효과적으로 복원하여 연속되는 영상프레임에 오류가 전파되는 것을 방지할 수 있는 오류 은닉 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 이전 영상프레임과 비교하여 급격하게 변화하는 움직임 벡터를 방지하고 실제 객체의 움직임을 반영할 수 있는 움직임 추정방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 부호화된 영상을 복호화할 때 손실된 영상프레임을 효과적으로 복원하여 연속되는 영상프레임에 오류가 전파되는 것을 방지할 수 있는 오류 은닉 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

[0010] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 움직임 추정장치는, 복수의 매크로블록으로 구성된 영상프레임을 부호화하는 장치에 구비되어 상기 영상프레임에 대한 움직임 보상을 수행하고, 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출부; 상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정하는 최적 움직임 벡터 결정부; 및 상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록의 움직임을

보상하는 움직임 보상부;를 구비하며, 상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정된다.

[0011] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 움직임 추정방법은, 복수의 매크로블록으로 구성된 영상프레임을 부호화하는 장치에서 상기 영상프레임에 대한 움직임 보상을 수행하고, 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출단계; 상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정하는 최적 움직임 벡터 결정단계; 및 상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록의 움직임을 보상하는 움직임 보상단계;를 가지며, 상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정된다.

[0012] 상기의 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 오류 은닉 장치는, 부호화된 영상프레임을 복호화하는 장치에 구비되어 상기 복호화된 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록을 복원하고, 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출부; 상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 손실을 복원하기 위한 복원 움직임 벡터로 결정하는 복원 움직임 벡터 결정부; 및 상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록을 복원하는 손실 복원부;를 구비하며, 상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정된다.

[0013] 상기의 또 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 오류 은닉 방법은, 부호화된 영상프레임을 복호화하는 장치에서 상기 복호화된 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록을 복원하고, 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 상기 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출하는 움직임 벡터 절대차 산출단계; 상기 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 상기 현재 매크로블록의 손실을 복원하기 위한 복원 움직임 벡터로 결정하는 복원 움직임 벡터 결정단계; 및 상기 이전 영상프레임 상에서 상기 현재 매크로블록을 상기 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 상기 현재 매크로블록을 복원하는 손실 복원단계;를 가지며, 상기 기준 움직임 벡터는 상기 이전 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록 중에서 상기 기준영역과 겹치는 매크로블록의 움직임 벡터에 가중치를 부여하여 결정된다.

효 과

[0014] 본 발명에 따른 움직임 추정장치 및 방법에 의하면, 현재 영상프레임의 매크로블록에 대해 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임의 기준영역에 대해 결정된 움직임 벡터와의 절대차(ADM)가 최소인 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정함으로써, 이전 영상프레임과 비교하여 급격하게 변화하는 움직임 벡터를 방지하고 실제 객체의 움직임을 반영할 수 있다. 또한 최적 움직임 벡터를 결정할 때 현재 영상프레임의 매크로블록과 그에 대응하는 이전 영상프레임의 기준영역 사이의 화소값의 절대차의 합(SAD)과 ADM 값을 모두 고려함으로써, 움직임 벡터들이 시간에 따라 급격히 변화하는 것을 방지함과 동시에 움직임 보상에 의해 얻어진 잉여 영상을 표현하기 위해 필요한 비트수를 줄일 수 있다.

[0015] 본 발명에 따른 오류 은닉 장치 및 방법에 의하면, 현재 영상프레임의 매크로블록에 대해 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임의 기준영역에 대해 결정된 움직임 벡터와의 절대차(ADM)를 이용하여 현재 영상프레임의 매크로블록을 복원함으로써, 부호화된 영상을 복호화할 때 손실된 영상프레임을 효과적으로 복원하여 연속되는 영상프레임에 오류가 전파되는 것을 방지할 수 있다. 또한 영상프레임을 구성하는 각 매크로블록에 대해 독립적으로 복원 움직임 벡터를 결정함으로써, 영상프레임에 대한 오류 은닉의 성능을 크게 향상시킬 수

있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0016] 이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 움직임 추정장치 및 방법, 그리고 오류 은닉 장치 및 방법의 바람직한 실시예에 대해 상세하게 설명한다.

[0017] 도 1은 본 발명에 따른 움직임 추정장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도이다.

[0018] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 움직임 추정장치(100)는 복수의 매크로블록으로 구성된 영상프레임을 부호화하는 장치에 구비되며, 움직임 벡터 절대차 산출부(110), 화소값 절대차 산출부(120), 최적 움직임 벡터 결정부(130) 및 움직임 보상부(140)를 구비한다.

[0019] 움직임 벡터 절대차 산출부(110)는 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(absolute difference of motion vectors : ADM) 값을 산출한다.

[0020] 또한 화소값 절대차 산출부(120)는 현재 매크로블록을 구성하는 복수의 화소에 대하여 현재 매크로블록의 각 화소에 대응하는 기준영역을 구성하는 각 화소의 화소값과의 절대차의 합(sum of absolute differences : SAD)을 산출한다.

[0021] 대부분의 동영상 압축표준에서는 F_n을 구성하는 매크로블록 중에서 선택된 현재 매크로블록 B_n에 속하는 화소와 이전 영상프레임인 F_{n-1}에서 움직임 보상된 매크로블록, 즉 현재 매크로블록 B_n을 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역의 화소 사이의 SAD를 이용하여 B_n의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터를 찾는다. F_n을 구성하는 화소의 위치를 나타내는 이차원 좌표 g에 위치한 화소의 화소값을 $F_n[g]$라고 하면 현재 매크로블록의 최적 움직임 벡터를 결정하기 위한 복수의 후보 움직임 벡터 중 하나인 MV_n^i의 SAD는 다음 수학식 1과 같이 산출된다.

수학식 1

[0022] $$SAD(MV_n^i)=\sum_{g\in B_n}|F_n[g]-F_{n-1}[g+MV_n^i]|$$

[0023] 여기서, $SAD(MV_n^i)$은 현재 매크로블록의 후보 움직임 벡터에 대해 산출된 SAD 값, g는 영상프레임을 구성하는 화소의 좌표, $F_n[g]$는 현재 영상프레임에서 좌표 g에 위치하는 화소의 화소값, 그리고 $F_{n-1}[g+MV_n^i]$는 이전 영상프레임에서 g의 좌표로부터 후보 움직임 벡터 MV_n^i만큼 이동한 지점에 위치하는, 즉 기준영역에서 현재 매크로블록의 화소에 대응되는 화소의 화소값이다.

[0024] 종래의 움직임 추정 기법에서는 F_{n-1}의 탐색영역 R 내에서 최소의 SAD를 갖는 후보 움직임 벡터를 다음의 수학식 2와 같이 현재 매크로블록 B_n의 최적 움직임 벡터로 결정한다.

수학식 2

[0025] $$MV_n^{opt}=\arg\min_{i\in R} SAD(MV_n^i)$$

[0026] 여기서, MV_n^{opt}는 현재 매크로블록의 최적 움직임 벡터, MV_n^i는 현재 매크로블록의 움직임 벡터를 결정하기 위한 후보 움직임 벡터이다.

[0027] 동영상을 압축할 때 움직임 예측을 위해 SAD를 최소화하는 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정하는 것은 움직임 보상에 의해 얻어진 잉여 영상을 부호화할 때 필요한 비트수를 줄이기 위한 것이다. 그러나 최소의 SAD를

갖는 움직임 벡터가 항상 객체의 실제 움직임을 정확하게 반영하는 것은 아니다.

[0028] 도 2는 SAD를 이용한 움직임 추정 방법에서 얻어진 최적 움직임 벡터를 도시한 도면이다. 도 2의 도면은 H.264/AVC의 참조코덱을 이용하여 얻어진 영상의 세 번째 영상프레임에서 SAD를 최소로 하는 움직임 벡터를 결정한 결과를 도시한 것이다. 얻어진 움직임 벡터들 중에는 임펄스 잡음과 유사한 움직임 벡터도 존재하여 움직임 영역에서 심각한 단절이 발생하게 된다.

[0029] 이와 같이 움직임 예측에서 SAD를 이용할 때 발생하는 문제점을 해결하기 위해 최적 움직임 벡터 결정부(110)는 최적 움직임 벡터를 결정하기 위해 움직임 벡터의 차의 절대값(absolute difference of motion vectors : ADM)을 이용한다.

[0030] 도 3은 현재 영상프레임의 최적 움직임 벡터를 결정하여 움직임 추정을 수행하기 위한 도면이다.

[0031] 도 3을 참조하면, 현재 영상프레임인 F_n을 구성하는 매크로블록 중 현재 매크로블록 B_n에 대해 결정된 두 개의 후보 움직임 벡터 MV^i와 MV^j에 대응하여 이전 영상프레임 F_{n-1}에는 각각 기준영역 B^i_{n-1}와 B^j_{n-1}이 결정된다. 기준영역 B^i_{n-1}는 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터 MV^i에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 영역이고, 기준영역 B^j_{n-1}는 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터 MV^j에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 영역이다. F_{n-1}에 각 매크로블록의 움직임 벡터가 실선의 화살표로 표시되어 있으며, 각 움직임 벡터는 서로 유사한 방향성을 가지고 있다. MV^i에 의해 B^i_{n-1}에서 B_n으로 움직이는 블록의 흐름은 주변 매크로블록들의 흐름과 비슷하지만, MV^j에 의해 B^j_{n-1}에서 B_n으로 움직이는 흐름은 블록 움직임의 급격한 변화를 야기한다. 일반적으로 실제 동영상에서 객체는 천천히 부드럽게 움직이는 경향이 있다. 따라서 MV^j보다 MV^i가 객체의 실제 움직임을 더 정확하게 반영한다고 할 수 있고, MV^i가 현재 매크로블록의 최적 움직임 벡터로 결정된다.

[0032] 이때 이전 영상프레임 상에서 결정된 기준영역이 이전 영상프레임의 매크로블록과 반드시 일치하는 것은 아니며, 도 3에 도시된 바와 같이 기준영역이 복수의 매크로블록과 겹쳐서 위치하는 경우도 존재한다. 이러한 경우에 기준영역과 근접한 매크로블록의 움직임 벡터만을 기준 움직임 벡터로 고려하여 현재 매크로블록의 최적 움직임 벡터를 결정하면 정확도가 떨어지게 될 수 있다. 따라서 기준영역과 겹치는 모든 매크로블록의 움직임 벡터를 고려하는 것이 바람직하다.

[0033] 도 4는 현재 영상프레임의 매크로블록과 그에 대응하여 이전 영상프레임 상에서 결정된 기준영역을 도시한 도면이다. 이전 영상프레임 F_{n-1}의 기준영역 B^i_{n-1}은 현재 영상프레임 F_n의 현재 매크로블록 B_n을 복수의 후보 움직임 벡터 중 i번째 후보 움직임 벡터인 MV^i_n에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 영역이다. 그러나 도 4에 도시된 바와 같이 B^i_{n-1}는 F_{n-1}의 특정 매크로블록과 완전히 겹치지 못하고 여러 매크로블록 상에 걸쳐 위치하고 있다. 따라서 기준영역 B^i_{n-1}에 대한 기준 움직임 벡터는 다음의 수학식 3에 의해 결정된다.

수학식 3

$$\widehat{MV}^{i}_{n-1} = \frac{\sum_{k=1}^{N} \omega^{k} \cdot MV^{k}_{n-1}}{\sum_{k=1}^{N} \omega^{k}}$$

[0034]

[0035] 여기서, $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$는 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 의해 결정되는 기준 움직임 벡터, N은 이전 영상프레임에서 기준영역과 겹치는 매크로블록의 수, MV^k_{n-1}은 기준영역과 겹치는 매크로블록 중에서 k번째 매크로블록의 움직임 벡터, 그리고 ω^k는 k번째 매크로블록과 기준영역이 겹치는 영역에 포함된 화소의 개수이다.

[0036] 도 4에 도시된 기준영역의 경우, 이전 영상프레임의 매크로블록 네 개와 겹쳐서 위치한다. 따라서 N은 4가 되고, 기준영역과 겹치는 네 개의 매크로블록의 움직임 벡터인 MV^{1}_{n-1} 내지 MV^{4}_{n-1}에 각각 기준영역과 겹치는 부분에 포함된 화소의 개수를 가중치로서 곱하여 기준영역의 기준 움직임 벡터를 결정하게 된다.

[0037] 움직임 벡터 절대차 산출부(110)는 이와 같이 결정된 기준 움직임 벡터를 이용하여 이전 영상프레임 상에 설정된 탐색영역 R 내에서 후보 움직임 벡터 MV^{i}_{n}에 대한 ADM 값을 다음의 수학식 4에 의해 산출한다. 이때 탐색영역은 기존에 움직임 벡터를 결정하는 방법에서 사용된 탐색영역과 동일하게 설정할 수 있으며, 영상프레임의 전체 영역으로 설정하는 것이 바람직하다.

수학식 4

[0038] $$ADM(MV^{i}_{n})=|MV^{i}_{n}-\widehat{MV}^{i}_{n-1}|$$

[0039] 여기서, MV^{i}_{n}은 현재 영상프레임 F_n의 매크로블록 B_n에 대해 결정된 i번째 후보 움직임 벡터이고, $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$는 B_n에 대응하는 이전 영상프레임 F_{n-1}의 기준영역 B_{n-1}에 대한 기준 움직임 벡터이다.

[0040] 최적 움직임 벡터 결정부(130)는 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정한다.

[0041] 연속적인 영상프레임 사이에서 객체는 급격하게 변하지 않는 특성을 가지기 때문에 현재 영상프레임에 대한 최적 움직임 벡터는 이전 영상프레임의 기준 움직임 벡터 $\widehat{MV}^{i}_{n-1}$와 유사한 값을 가져야 한다. 또한 ADM 값이 작을수록 두 움직임 벡터는 유사하다는 것을 의미한다. 따라서 현재 매크로블록에 대해서 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 최소의 ADM을 갖는 후보 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정함으로써 움직임 영역에서 이전 영상프레임과 현재 영상프레임 사이에서 움직임 벡터가 급격하게 변화하는 것을 방지할 수 있다.

[0042] 도 5는 도 2에 도시된 것과 동일한 영상프레임의 각 매크로블록에 대해 결정된 최적 움직임 벡터를 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 급격한 변화를 나타내는 움직임 벡터가 제거된 것을 확인할 수 있다.

[0043] 기존에 움직임 보정을 위해 사용되었던 방법인 SAD를 이용한 움직임 예측 방법에 의하면 주어진 비트율에 대해 최적의 화질을 얻을 수 있지만 실제 객체의 움직임과 거리가 먼 움직임 벡터들이 결정될 수 있다. 반면, ADM을 이용한 움직임 예측 방법에 의하면 실제 움직임과 비슷한 움직임 벡터를 찾을 수 있지만 움직임 보상에 의해 얻어진 잉여 영상의 에너지가 증가하게 되어 압축효율에 손실이 발생한다. 또한, 이전 영상프레임이 임펄스 잡음과 같은 왜곡된 움직임 벡터를 가지는 경우에 연속하는 영상프레임의 움직임 벡터에 그러한 에러가 계속 전달될 수 있다.

[0044] 따라서 최적 움직임 벡터 결정부(130)는 이러한 문제를 해결하고 최적의 영상복원 결과를 얻기 위해 SAD와 ADM의 적응적 가중합을 이용하여 최적 움직임 벡터를 결정할 수 있다. 결정된 최적 움직임 벡터는 다음의 수학식 5와 같이 표현된다.

수학식 5

[0045] $$MV^{opt}_{n}=\arg\min_{i\in R}\left(\alpha SAD(MV^{i}_{n})+\beta ADM(MV^{i}_{n})\right)$$

[0046] 여기서, MV^{opt}_{n}는 최적 움직임 벡터, R은 이전 영상프레임 상에서 사전에 설정된 탐색영역, α는 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 i번째 후보 움직임 벡터에 기초하여 산출된 SAD 값에 부여되는 가중치, 그리고 β는 i번째 후보 움직임 벡터에 기초하여 산출된 ADM 값에 부여되는 가중치이다.

[0047] 이때 움직임 벡터 절대차 산출부(110)에 의해 산출된 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 화소값 절대차 산출부(120)에 의해 산출된 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터가 거의 동일하다고 볼 수 있을 정도로 유사한 경우에는 SAD 값만을 고려하여 최적 움직임 벡터를 결정할 수 있다. 그러나 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차이가 큰 경우에는 ADM과 SAD를 모두 고려하여 최적 움직

임 벡터를 결정하는 것이 바람직하다.

[0048] 따라서 최적 움직임 벡터 결정부(130)는 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차가 사전에 설정된 기준값 이상이면 위 수학식 5에 의해 최적 움직임 벡터를 결정한다. 즉, 최적 움직임 벡터의 결정은 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차가 기준값 이상인 경우에만 수학식 5에 의해 수행되고, 그 이외의 경우에는 SAD만을 고려하여 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정할 수 있다.

[0049] 이때 기준값은 실험에 의해 PSNR 값을 고려하여 설정될 수 있는데, 일 예로서, 위 수학식 1에서 α를 0, β를 1로 설정하여 기준값을 설정하는 과정을 설명한다. 도 6a 내지 도 6c는 각각 실험에 사용된 'Bus', 'Football' 및 'Foreman' 동영상의 한 영상프레임을 나타낸 도면이다.

[0050] 먼저 전송 에러가 없을 때 기준값을 결정하기 위한 실험을 수행하였다. 도 7a는 전송 에러가 없을 때 기준값에 따른 PSNR 값을 도시한 그래프이다. 이때 기준값이 0인 경우는 ADM만을 이용하여 최적 움직임 벡터를 결정하는 경우이고, 기준값이 커질수록 최적 움직임 벡터의 결정에 SAD의 비중이 커지게 된다. 도 7a를 참조하면, 전송 에러가 없는 경우에는 기준값이 커질수록 더 좋은 PSNR 성능을 보임을 확인할 수 있다.

[0051] 다음으로 전송 에러가 존재할 때 기준값을 결정하기 위한 실험을 수행하였다. 도 7b는 전송 에러가 있을 때 기준값에 따른 PSNR 값을 도시한 그래프이다. 전송 에러가 존재하는 경우에는 대체로 기준값이 커질수록 PSNR 값이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 'Bus'나 'Foreman' 동영상의 경우에는 기준값이 3일 때 가장 좋은 성능을 보인다.

[0052] 따라서 전송 에러가 없을 때와 있을 때 PSNR 성능을 모두 고려하면, α 값이 0이고 β 값이 1일 때에는 기준값이 3으로 설정되는 것이 바람직하다. α 값과 β 값이 다른 값으로 설정되면 이를 기초로 다시 실험을 수행하여 기준값을 설정할 수 있다.

[0053] 움직임 보상부(140)는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 움직임 벡터를 결정하여 현재 매크로블록의 움직임을 보상한다.

[0054] 움직임 보상부(140)에 의해 현재 매크로블록에 대한 움직임 보상이 수행될 때, 움직임 벡터 절대차 산출부(110)에 의해 산출된 ADM 값을 기초로 최적 움직임 벡터를 β결정함으로써 움직임 벡터들이 시간적으로 급격히 변화하는 것을 방지할 수 있다. 또한 수학식 5에 의해 최적 움직임 벡터를 결정하는 경우에는 ADM를 사용한 효과로서 움직임 벡터들이 시간적으로 급격히 변화하는 것을 방지할 수 있을 뿐 아니라, SAD를 사용한 효과로서 움직임 보상에 의해 얻어진 잉여 영상을 표현하기 위해 필요한 비트수를 줄일 수 있다.

[0055] 도 8은 본 발명에 따른 오류 은닉 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도이다.

[0056] 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 오류 은닉 장치(200)는 부호화된 영상프레임을 복호화하는 장치에 구비되며, 움직임 벡터 절대차 산출부(210), 복원 움직임 벡터 결정부(220) 및 손실 복원부(230)를 구비한다.

[0057] 움직임 벡터 절대차 산출부(210)는 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(ADM) 값을 산출한다.

[0058] 다음으로 복원 움직임 벡터 결정부(220)는 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 현재 매크로블록의 손실을 복원하기 위한 복원 움직임 벡터로 결정한다.

[0059] 인터넷과 같이 에러가 있는 전송망에서 패킷 손실에 의해 영상프레임 전체의 손실이 발생하였을 경우, 복호기에서 손실된 영상프레임의 정보를 이용할 수 없기 때문에 기존의 SAD 기반의 움직임 예측 기법으로는 잃어버린 움직임 벡터들을 복원할 수 없다. 하지만 본 발명과 같이 ADM을 이용한 움직임 추정 방법을 사용하면 손실된 영상프레임의 정보를 전혀 사용하지 않으므로 복호기에서 손실된 움직임 벡터들을 효율적으로 예측하여 오류 은닉을 용이하게 수행할 수 있다.

[0060] 움직임 벡터 절대차 산출부(210)에 의한 ADM 값의 산출은 본 발명에 따른 움직임 추정장치(100)의 움직임 벡터 절대차 산출부(110)에 의해 ADM 값이 산출되는 과정과 동일하게 수행된다. 따라서 ADM 값을 구하기 위한 이전 영상프레임의 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터는 수학식 3에 의해 결정되며, ADM 값은 수학식 4에 의해 산출

된다.

[0061] 복원 움직임 벡터 결정부(220)는 다음의 수학식 6에 의해 손실된 움직임 벡터를 복원하기 위한 복원 움직임 벡터를 결정할 수 있다. 즉, 손실된 영상프레임의 각 매크로블록에 대해서 탐색영역 R에서 최소의 ADM을 갖는 움직임 벡터를 찾고, 이를 이용하여 이전 영상프레임으로부터 움직임 보상된 블록으로 손실되었던 매크로블록을 구한다.

수학식 6

[0062] $$\widetilde{MV}_n = \arg \min_{i \in R} (ADM(MV_n^i))$$

[0063] 여기서, $\widetilde{MV}_n$은 현재 매크로블록에 대해 결정된 복원 움직임 벡터, MV_n^i은 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 중 i번째 후보 움직임 벡터이다.

[0064] 손실 복원부(230)는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 현재 매크로블록을 복원한다. 손실 복원부(230)에 의한 복원 매크로블록의 결정은 본 발명에 따른 움직임 추정 장치(100)의 움직임 보상부(140)가 이전 영상프레임 상에서 최적 매크로블록을 결정하는 과정과 동일한 방법에 의해 수행된다.

[0065] 이와 같이 ADM을 이용한 에러 은닉은 손실된 영상프레임의 각 매크로블록에 대해 움직임 벡터를 독립적으로 복원하기 때문에 영상프레임에 대한 에러 은닉의 성능을 크게 향상시킬 수 있다.

[0066] 도 9는 본 발명에 따른 움직임 추정방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도이다.

[0067] 도 9를 참조하면, 움직임 벡터 절대차 산출부(110)는 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(ADM) 값을 산출한다(S910). 또한 화소값 절대차 산출부(120)는 현재 매크로블록을 구성하는 복수의 화소에 대하여 현재 매크로블록의 각 화소에 대응하는 기준영역을 구성하는 각 화소의 화소값과의 절대차의 합(SAD)을 산출한다(S920).

[0068] 최적 움직임 벡터 결정부(130)는 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 SAD 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차가 사전에 설정된 기준값보다 작은지 여부를 판단하고(S930), 두 후보 움직임 벡터의 차가 기준값보다 작으면 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 현재 매크로블록의 움직임을 보상하기 위한 최적 움직임 벡터로 결정한다(S940). 또한 두 후보 움직임 벡터의 차가 기준값 이상이면 최적 움직임 벡터 결정부(130)는 SAD 값과 ADM 값에 각각 가중치를 부여하여 합산한 값이 최소인 후보 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정한다(S950).

[0069] 마지막으로 움직임 보상부(140)는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 현재 매크로블록의 움직임을 보상한다(S960).

[0070] 도 10은 본 발명에 따른 오류 은닉 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도이다.

[0071] 움직임 벡터 절대차 산출부(210)는 입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(ADM) 값을 산출한다(S1010). 다음으로 복원 움직임 벡터 결정부(220)는 후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 현재 매크로블록의 손실을 복원하기 위한 복원 움직임 벡터로 결정한다(S1020). 마지막으로 손실 복원부(230)는 이전 영상프레임에서 현재 매크로블록을 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 현재 매크로블록을 복원한다(S1030).

[0072] 본 발명의 성능을 평가하기 위한 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 동영상들인 'Bus', 'Football' 및 'Foreman'은 CIF(352×240) 크기와 YUV 4:2:0 형식을 갖는 90개의 프레임으로 이루어져 있다. 공정한 성능 비교를 위해 본 발명과 기존의 기법 모두 H.264/AVC 참고 코덱인 JM12.2를 기반으로 구현하였다. 프레임 그룹(group of picture : GOP)의 크기는 30으로 설정되었다. 움직임 예측 방법은 수평, 수직방향 모두 ±16화소의 탐색영역에서 1/4화소 해상도를 갖는 움직임 벡터를 찾으며, 참조영상으로는 이전의 영상프레임 하나만을 사용하였다.

실험에서 사용되는 모든 동영상의 비트율과 프레임율은 각각 400kbits/sec과 30Hz로 설정되었다. JM에서 지원하는 비트율 제어기법을 사용하여 본 발명과 기존의 기법 모두 400kbits/sec의 고정된 비트율의 압축된 비트열을 생성하였다.

[0073] 먼저 본 발명에서는 수학식 5에 의해 움직임 벡터를 결정하며, 본 발명의 성능은 두 개의 가중 변수인 α 및 β에 따라 가변적이다. 따라서 최적의 성능을 얻을 수 있는 적절한 가중 변수를 설정하기 위한 실험을 수행하였다. 이때 실험의 편의를 위해 α는 고정 상수인 1로 설정하고, β만 가변으로 설정하였다.

[0074] 도 11a 및 도 11b는 각각 전송 에러가 없을 때와 있을 때 β의 값에 따른 PSNR 값을 도시한 그래프이다. 400kbits/sec에서 가변 변수 β의 값을 0부터 70까지 변화시키면서 실험을 수행하였다. β의 값이 0이면 SAD만을 이용하여 움직임 벡터를 결정하는 것이 되고, β의 값이 커질수록 움직임 벡터의 결정에 ADM의 비중이 증가하게 된다.

[0075] 도 11a를 참조하면, β의 값이 증가할수록 PSNR 값이 조금씩 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이는 압축효율의 면에서는 β의 값이 작은 것이 바람직함을 의미한다. 그러나 에러에 의해 영상프레임의 손실이 있는 경우에는 좋은 성능을 얻을 수 있는 가중 변수를 설정하는 것이 압축효율만을 높이는 것보다 중요하다. 에러가 있는 환경을 만들기 위해서 매 GOP마다 하나의 영상프레임을 임의로 선택하여 손실된 프레임이라 가정하고, 본 발명에 따른 에러 은닉 기법을 이용하여 복원하였다. H.264/AVC는 4×4 블록마다 움직임 벡터를 가질 수 있으므로 손실된 프레임에서 4×4 블록 단위로 손실된 움직임 벡터를 복원하였다. 객관적인 실험 결과를 얻기 위해 손실된 영상프레임을 바꿔가며 20번의 실험을 반복 수행하였다. 도 11b를 참조하면, PSNR이 β의 변화에 민감하게 변화하지는 않지만 β의 값이 45일 때 가장 좋은 성능을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

[0076] 실험에 사용된 각 동영상에서 세번째 영상프레임의 움직임 벡터를 결정할 때, 수학식 1 및 수학식 4를 이용하여 SAD와 ADM을 얻은 후 ADM에 대한 SAD의 비(SAD/ADM)를 계산한 결과, 평균값이 대략 45로 나타났다. 계산 결과는 다음의 표 1과 같다. 이는 α가 1이고 β가 45일 때 수학식 5의 움직임 벡터에서 SAD와 ADM이 서로 비슷한 비중을 차지하게 된다는 것을 의미한다.

표 1

[0077]

동영상	Bus	Football	Foreman	**평균**
비율	46.77	47.81	40.10	44.89

[0078] 결국, 각 매크로블록에 대한 최적의 움직임 벡터를 결정할 때, SAD와 ADM의 비중이 서로 유사한 경우에 본 발명의 PSNR 성능이 가장 우수하다. 따라서 이하에서 설명하는 실험에서는 α가 1로, β가 45로 설정되었다.

[0079] 본 발명의 객관적인 성능을 평가하기 위해 종래기술인 JM과 CBERC를 비교대상으로 하여 실험을 수행하였다. CBERC는 압축하고자 하는 영상프레임의 움직임 벡터를 찾을 때 복호기에서 사용하는 에러 은닉 기법에 의해 생성되는 잠재적인 왜곡을 고려하여 압축된 비트열에 INTRA 모드를 삽입함으로써 전송 에러에 강인한 영상 부호화를 수행한다.

[0080] 먼저 전송 에러가 없을 경우의 압축 효율을 비교하기 위해서 서로 다른 움직임 예측 기법을 이용하여 400kbits/sec의 비트율을 가지는 압축된 비트열의 PSNR 성능을 측정하였다. 그 결과가 다음의 표 2에 나타나 있다.

표 2

[0081]

동영상	**JM**	**CBERC**	**본발명**
Bus	29.29dB	23.58dB (-5.71)	27.90dB (-1.39)
Football	29.54dB	28.07dB (-1.47)	28.38dB (-1.16)
Foreman	36.47dB	33.94dB (-2.53)	35.70dB (-0.77)

[0082] 표 2에서, 음수로 표시된 값은 JM과 비교하여 CBERC와 본발명에 의해 발생하는 PSNR의 손실을 나타낸다. 본발명

은 JM에 비해 약 1dB 정도의 손실을 발생시켰으나, CBERC의 경우에는 최대 5dB의 성능저하를 보였다. 특히 'Bus'와 같이 복잡한 동영상의 경우에 CBERC 부호기는 더 많은 매크로블록들을 INTRA 모드로 부호화하게 되어 압축 효율의 심각한 저하, 즉 PSNR 성능의 큰 감소를 야기하게 된다.

[0083] 다음으로 전송 에러가 있는 경우의 압축 효율을 비교하는 실험을 수행하였다. 본발명과 CBERC는 모두 P-프레임의 손실만을 처리할 수 있으므로, 본 실험에서는 모든 I-프레임들이 전송 에러에 영향을 받지 않고 부호기까지 안전하게 전송된다고 가정하였다. 또한 복호기에 도착하는 영상프레임의 번호를 이용하여 전송 도중 손실된 영상프레임을 손쉽게 파악하였다. 객관적이고 실질적인 성능 평가를 위해서 실제 인터넷 망에서 발생하는 패킷 손실의 특징을 고려하여 실험을 수행하였다. 실제 인터넷을 이용할 때 발생하는 대표적인 패킷 손실율(packet loss rate : PLR)인 3%, 5% 및 10%에 대해서 Wenger가 작성한 문서를 기반으로 하여 서로 다른 에러 패턴을 가지고 20번씩 반복 실험하였다.

[0084] JM 복호기와 CBERC는 손실된 영상프레임을 이전에 복호된 영상프레임으로 대처하는 프레임 복사기법(frame copy : FC)을 사용하여 영상프레임의 에러 은닉을 수행한다. 본발명에서는 ADM을 이용한 움직임 예측에 의해 손실된 영상프레임을 복원한다. 동일한 에러 은닉 기법을 사용하더라도 부호화 방법이 다를 경우에는 에러 은닉의 성능이 달라질 수 있으므로, 공정한 성능 평가를 위해서 JM으로 압축된 비트열에 대해서 ADM을 이용한 움직임 예측을 적용하여 손실된 영상프레임을 복원한 결과와 본발명의 결과를 비교하였다. 다음의 표 3에는 다양한 패킷 손실율에 대해 본 발명 및 종래의 방법들을 실시한 결과가 나타나 있다.

표 3

[0085]

동영상	PLR	JM+FC	JM+ADM	CBERC	본발명
Bus	3%	17.85dB	21.89dB	20.46dB	22.68dB
	5%	17.02dB	20.41dB	19.31dB	21.60dB
	10%	16.21dB	19.25dB	18.72dB	20.38dB
Football	3%	23.10dB	23.74dB	25.32dB	25.11dB
	5%	21.22dB	21.86dB	23.25dB	23.78dB
	10%	20.19dB	20.42dB	22.36dB	22.72dB
Foreman	3%	27.07dB	28.62dB	28.44dB	29.53dB
	5%	26.08dB	27.57dB	27.74dB	28.57dB
	10%	24.97dB	26.09dB	26.68dB	27.45dB

[0086] 표 3을 참조하면, 본 발명은 JM+FC 또는 CBERC와 비교하여 최대 5dB의 향상된 성능을 보인다. 또한 JM+ADM과 비교해서도 PSNR 성능이 1dB 이상 개선되었다.

[0087] 도 12a 및 12b는 각각 5% PLR에서 전송된 'Bus' 및 'Football' 동영상의 PSNR 성능을 도시한 그래프이다. 도 12a 및 도 12b의 그래프에서 나타나는 PSNR 값의 급격한 감소는 각각 다른 기법의 에러 은닉 성능을 나타내며, 동일 GOP 내에서 복원된 영상프레임에 연속하는 영상프레임들의 PSNR은 에러 전파에 의한 화질의 왜곡을 의미한다. 도 12a 및 도 12b의 그래프 모두에서 JM+FC에 의한 영상 복원의 경우가 가장 낮은 PSNR 성능을 보인다. CBERC의 경우, 도 12a의 그래프에서는 JM+ADM보다 낮은 성능을 보이는 반면, 도 12b의 그래프에서는 더 좋은 PSNR 성능을 보인다. 본 발명의 경우에는 종래의 방법들과 비교하여 대부분의 손실 복원된 영상프레임과 에러가 전파된 영상프레임에서 1~4dB의 더 좋은 성능을 얻었다.

[0088] 본 발명은 PSNR 성능 뿐만 아니라 화질 개선의 면에서도 더 좋은 결과를 보인다. 도 13은 'Foreman' 동영상에서 전송 에러에 의해 손실된 영상 프레임을 본발명 및 종래의 방법에 의해 복원한 결과와 연속된 영상프레임으로 에러가 전파된 결과를 나타낸 도면이다. 도 13의 (a) 내지 (d)는 서로 다른 방법에 의해 복원된 4번째 영상프레임이고, (e) 내지 (h)는 전송 에러 전파의 영향을 받은 11번째 영상프레임이다. JM+FC와 CBERC에 의해 복원된 영상프레임은 도 13의 (a) 및 (b)에 나타난 바와 같이 에러가 없는 것처럼 보이지만 이는 현재 영상프레임이 아닌 이전 영상프레임이고, (e) 및 (f)의 영상프레임을 보면 전송 에러의 전파에 의해 심각하게 왜곡된 것을 확인할 수 있다. JM에 의해 생성된 이전 영상프레임의 움직임 벡터는 실제 객체의 움직임을 정확하게 반영하지 않기 때문에 JM+ADM에 의해 복원된 영상에는 도 12의 (c)와 같이 잘못된 움직임 예측에 의한 왜곡이 발생한다. 이는 도 13의 (g)에 도시된 바와 같이 연속하는 영상프레임에도 나쁜 영향을 미치게 된다. 그러나 본 발명에 의해 복원된 영상은 도 13의 (d)에 도시된 바와 같이 종래의 다른 방법들과 비교하여 가장 자연스러운 객체의 형상을 표현한다. 또한 도 13의 (h)에 도시된 바와 같이 에러 전파에 의한 영상의 왜곡 역시 효과적으로 줄어든 것을

확인할 수 있다.

[0089] 도 14는 3%의 전송 에러를 가지는 'Bus' 동영상에 대해 본 발명 및 종래의 방법들을 적용하여 얻어진 9번째 영상프레임을 도시한 도면이고, 도 15는 10%의 전송 에러를 가지는 'Football' 동영상에 대해 본 발명 및 종래의 방법들을 적용하여 얻어진 21번째 영상프레임을 도시한 도면이다.

[0090] 도 14의 (b) 및 도 15의 (b)는 CBERC를 이용하여 복원된 영상을 나타낸다. 앞에서도 언급한 바와 같이 CBERC는 심각한 압축효율의 손실을 야기하며, 도 14의 (b) 및 도 15의 (b) 역시 CBERC에 의해 화질이 심하게 저하된 영상프레임을 나타낸다. 또한 JM+ADM을 사용하여 영상을 복원한 경우에는 손실된 움직임 벡터를 잘못 예측하므로 도 14의 (c)에서는 버스의 앞 유리부분과 조각상이 깨진 것처럼 보이게 되고, 도 15의 (c)에서는 선수의 다리나 바지의 줄무늬가 끊어진 것처럼 보인다. 그러나 본 발명을 사용하여 영상을 복원한 경우에는 도 14의 (d) 및 도 15의 (d)에 도시된 바와 같이 종래의 다른 방법들과 비교하여 우수한 화질을 가지는 영상프레임을 얻을 수 있다.

[0091] 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0092] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0093] 도 1은 본 발명에 따른 움직임 추정장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도,

[0094] 도 2는 SAD를 이용한 움직임 추정 방법에서 얻어진 최적 움직임 벡터를 도시한 도면,

[0095] 도 3은 현재 영상프레임의 최적 움직임 벡터를 결정하여 움직임 추정을 수행하기 위한 도면,

[0096] 도 4는 현재 영상프레임의 매크로블록과 그에 대응하여 이전 영상프레임 상에서 결정된 기준영역을 도시한 도면,

[0097] 도 5는 도 2에 도시된 것과 동일한 영상프레임의 각 매크로블록에 대해 결정된 최적 움직임 벡터를 도시한 도면,

[0098] 도 6a 내지 도 6c는 각각 'Bus', 'Football' 및 'Foreman' 동영상의 한 영상프레임을 나타낸 도면,

[0099] 도 7a 및 도 7b는 각각 전송 에러가 없을 때 및 전송 에러가 있을 때 기준값에 따른 PSNR 값을 도시한 그래프,

[0100] 도 8은 본 발명에 따른 오류 은닉 장치에 대한 바람직한 실시예의 구성을 도시한 블록도,

[0101] 도 9는 본 발명에 따른 움직임 추정방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도,

[0102] 도 10은 본 발명에 따른 오류 은닉 방법에 대한 바람직한 실시예의 수행과정을 도시한 흐름도,

[0103] 도 11a 및 도 11b는 각각 전송 에러가 없을 때와 있을 때 β의 값에 따른 PSNR 값을 도시한 그래프,

[0104] 도 12a 및 12b는 각각 5% PLR에서 전송된 'Bus' 및 'Football' 동영상의 PSNR 성능을 도시한 그래프,

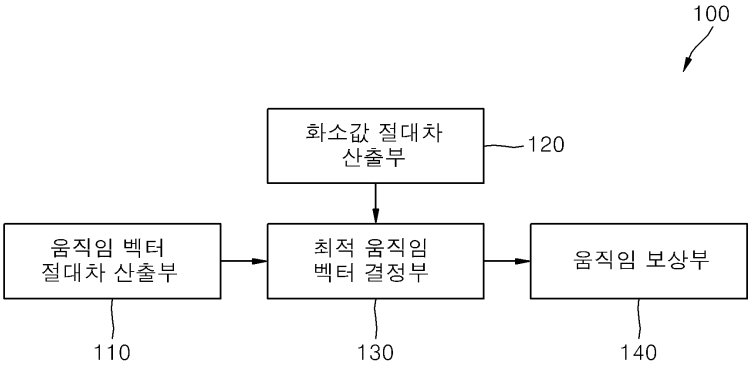
[0105] 도 13은 'Foreman' 동영상에서 전송 에러에 의해 손실된 영상 프레임을 본발명 및 종래의 방법에 의해 복원한 결과와 연속된 영상프레임으로 에러가 전파된 결과를 나타낸 도면,

[0106] 도 14는 3%의 전송 에러를 가지는 'Bus' 동영상에 대해 본 발명 및 종래의 방법들을 적용하여 얻어진 9번째 영상프레임을 도시한 도면, 그리고,

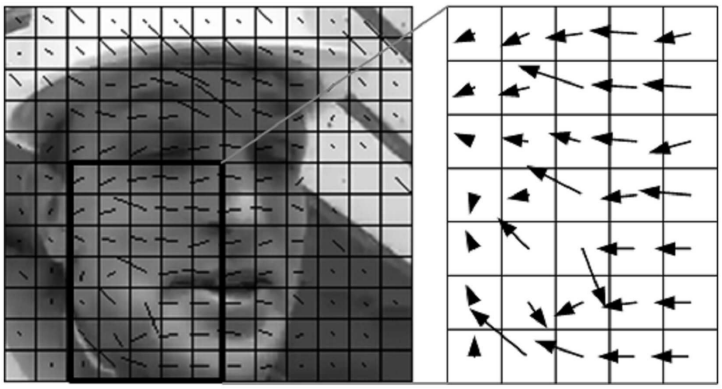
[0107] 도 15는 10%의 전송 에러를 가지는 'Football' 동영상에 대해 본 발명 및 종래의 방법들을 적용하여 얻어진 21번째 영상프레임을 도시한 도면이다.

도면

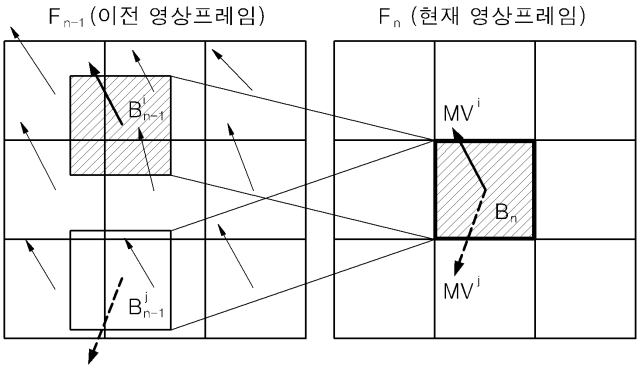
도면1



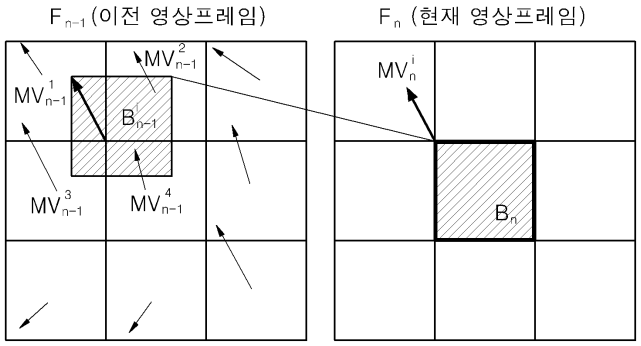
도면2



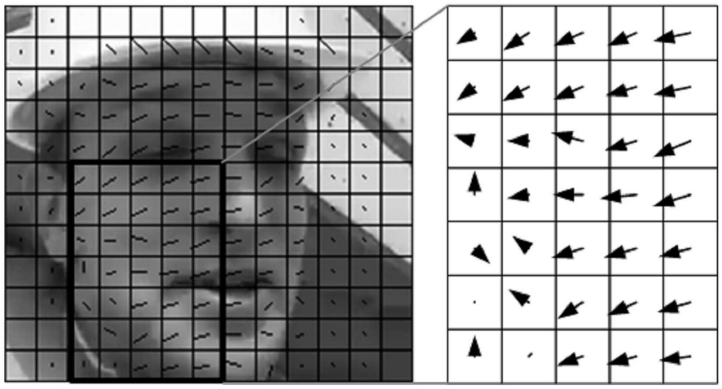
도면3



도면4



도면5



도면6a



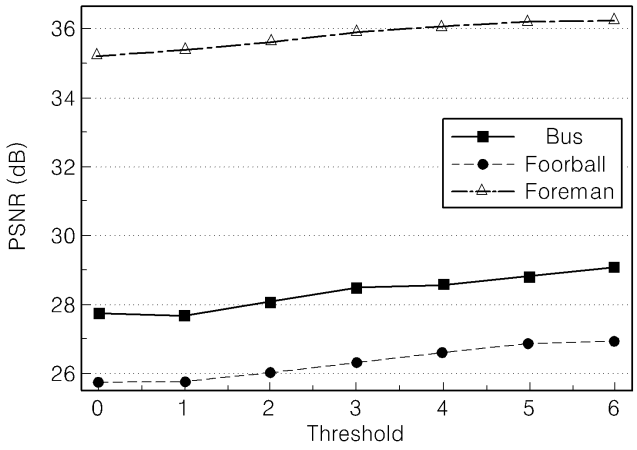
도면6b



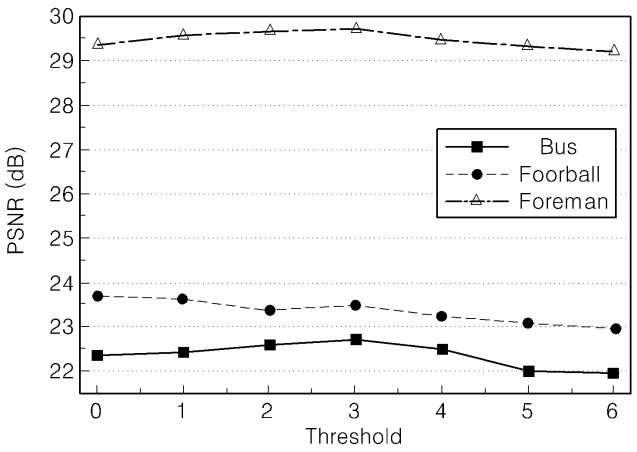
도면6c



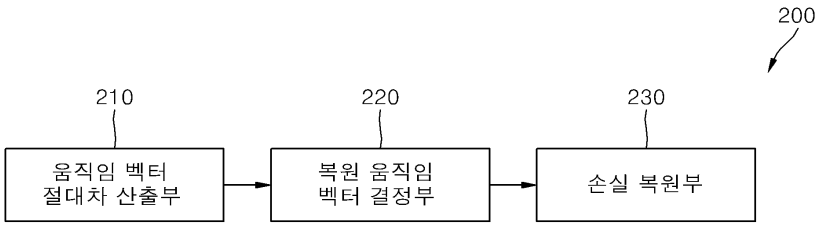
도면7a



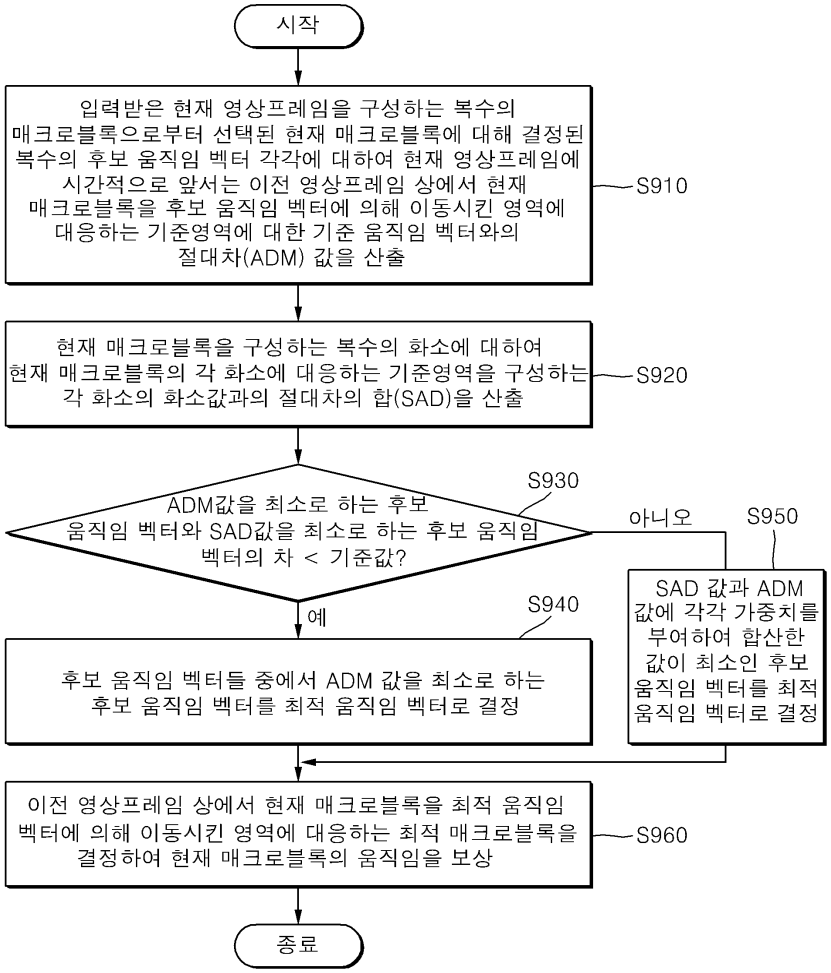
도면7b



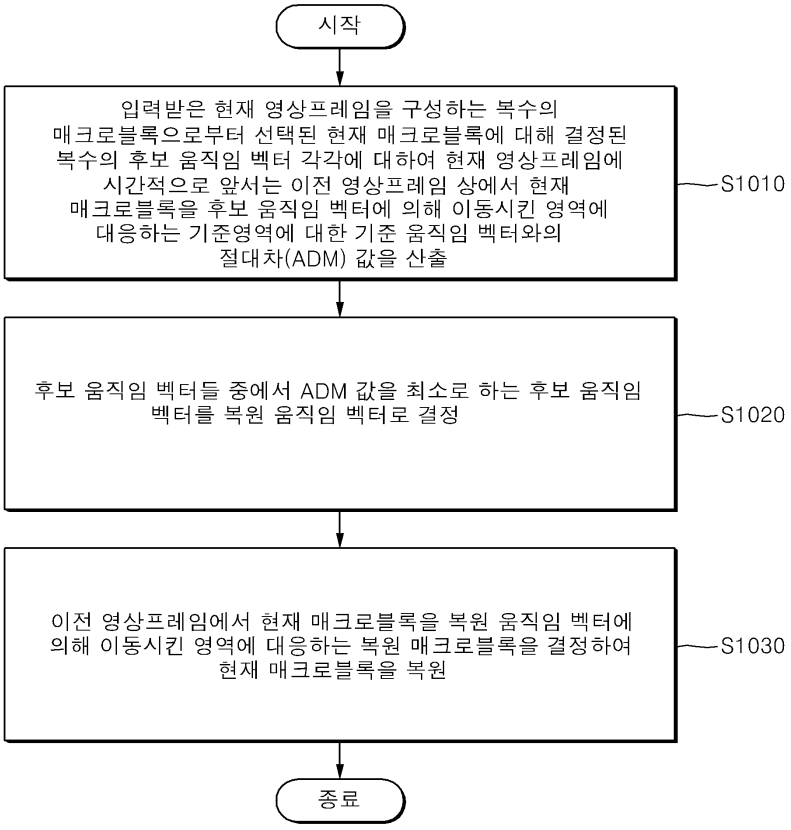
도면8


200
210
220
230
움직임 벡터
절대차 산출부
복원 움직임
벡터 결정부
손실 복원부

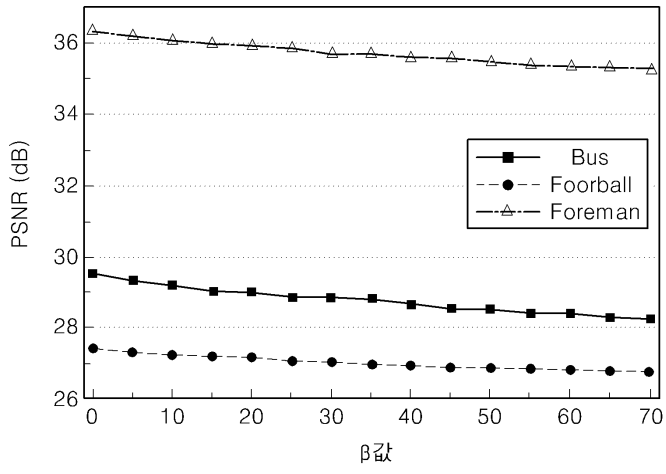
도면9


시작
입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(ADM) 값을 산출
S910
현재 매크로블록을 구성하는 복수의 화소에 대하여 현재 매크로블록의 각 화소에 대응하는 기준영역을 구성하는 각 화소의 화소값과의 절대차의 합(SAD)을 산출
S920
S930
ADM값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터와 SAD값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터의 차 < 기준값?
아니오
S950
SAD 값과 ADM 값에 각각 가중치를 부여하여 합산한 값이 최소인 후보 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정
예
S940
후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 최적 움직임 벡터로 결정
이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 최적 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 최적 매크로블록을 결정하여 현재 매크로블록의 움직임을 보상
S960
종료

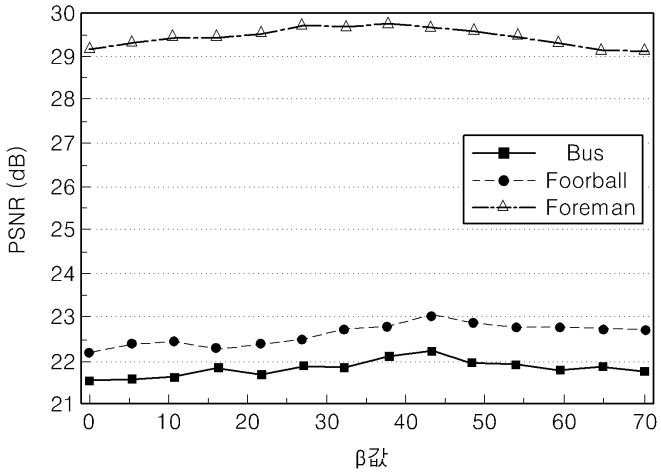
도면10


시작
입력받은 현재 영상프레임을 구성하는 복수의 매크로블록으로부터 선택된 현재 매크로블록에 대해 결정된 복수의 후보 움직임 벡터 각각에 대하여 현재 영상프레임에 시간적으로 앞서는 이전 영상프레임 상에서 현재 매크로블록을 후보 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 기준영역에 대한 기준 움직임 벡터와의 절대차(ADM) 값을 산출
S1010
후보 움직임 벡터들 중에서 ADM 값을 최소로 하는 후보 움직임 벡터를 복원 움직임 벡터로 결정
S1020
이전 영상프레임에서 현재 매크로블록을 복원 움직임 벡터에 의해 이동시킨 영역에 대응하는 복원 매크로블록을 결정하여 현재 매크로블록을 복원
S1030
종료

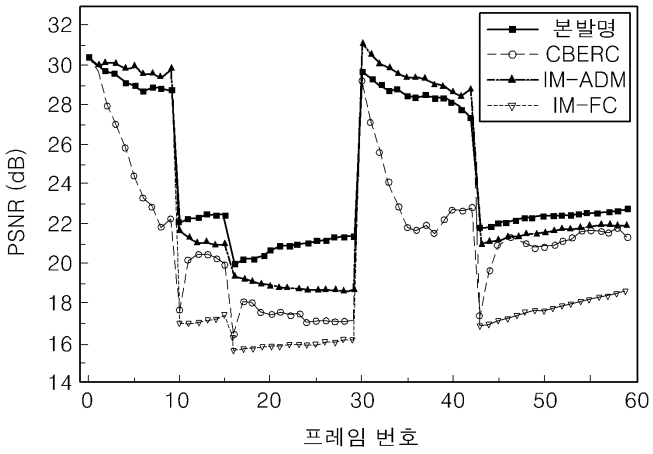
도면11a


PSNR (dB)
36
34
32
30
28
26
0
10
20
30
40
50
60
70
β값
Bus
Foorball
Foreman

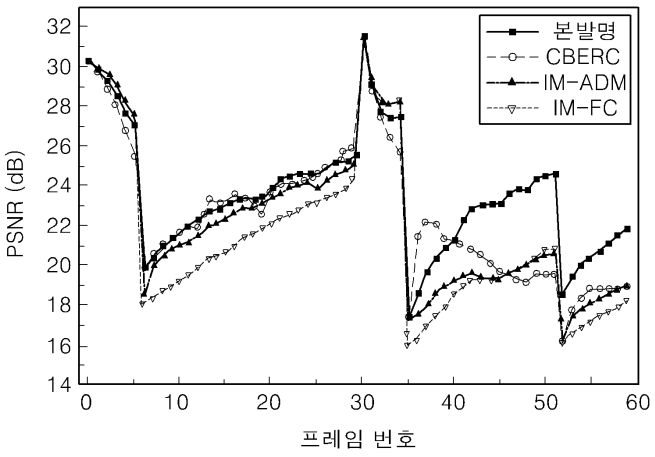
도면11b



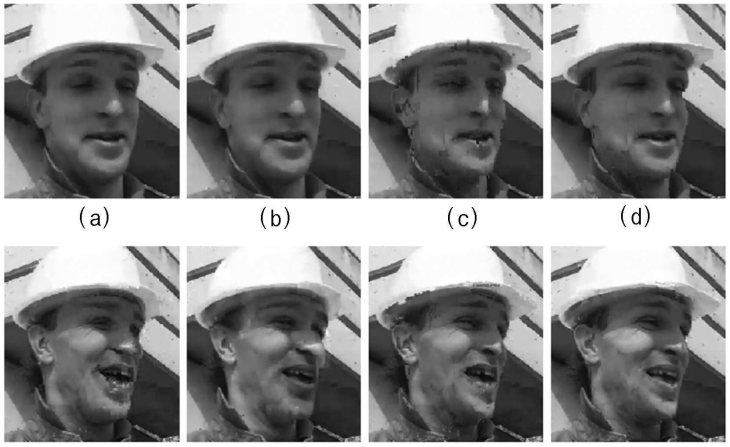
도면12a



도면12b



도면13



도면14



도면15

