



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년11월17일
(11) 등록번호 10-0995201
(24) 등록일자 2010년11월11일

(51) Int. Cl.

H04N 7/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-0015833

(22) 출원일자 2004년03월09일

심사청구일자 2009년02월17일

(65) 공개번호 10-2004-0081315

(43) 공개일자 2004년09월21일

(30) 우선권주장

10/385,014 2003년03월10일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

W00162010 A1

W003017672 A1

전체 청구항 수 : 총 31 항

(73) 특허권자

마이크로소프트 코포레이션

미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원
마이크로소프트 웨이

(72) 발명자

카이휴아

홍콩코울룸클리어워터메이타워에이.커스트룸207비
웬구오빈

중국100080베이징하이디안디스트릭지천로드넘버4
9베이징시그마센터3층

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

주성민, 이중희, 백만기

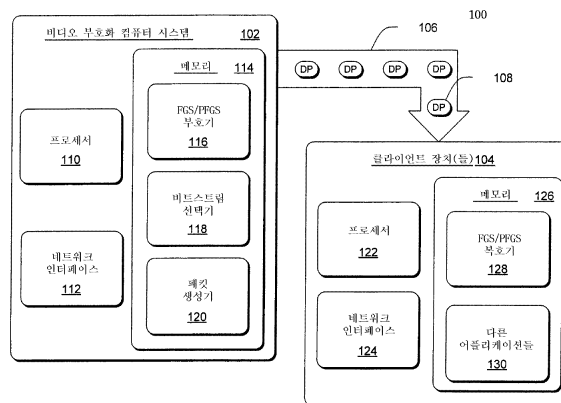
심사관 : 최성진

(54) FGS/PFGS 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법, 시스템, 컴퓨터 판독가능 기록 매체

(57) 요약

비디오 부호화 시스템은 각 부호화 비트스트림 세그먼트와 연관된 추정 총 왜곡 감소 기여분에 기초하여 패킷화 하기 위한 부호화 비트스트림 세그먼트를 선택하여 FGS/PFGS 부호화 비디오 비트스트림들의 패킷화를 수행한다. 그런 다음 선택된 비트스트림 세그먼트들은 패킷들 사이의 의존성을 최소화하는 패킷 독립 패킷화 방식에 따라 패킷화된다.

대표도



(72) 발명자

자이웅지시앙

미국77840텍사스주칼리스테이션넘버503
윈터파크100

리시펑

미국92618캘리포니아주어빈오크글렌628

제빙

홍콩코울룸정관오.오스카바이더시블록1플랫에이22
층

특허청구의 범위

청구항 1

비디오 스트림에 레이어드 부호화 스킴을 적용하여 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트(encoded bitstream segments)를 생성하는 단계;

아래의 공식,

$$\Delta D(f,l,i)=\Delta D_0(f,l,i)+\Delta D_{dr}(f,l,i)$$

에 따라 상기 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트 각각과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분(contribution)을 계산하는 단계 - 위 공식에서 $\Delta D_0(f,l,i)$ 는 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소를 나타내고, $\Delta D_{dr}(f,l,i)$ 은 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 드리프팅 억제(drifting suppression)를 나타냄 - ;

상기 부호화 비트스트림 세그먼트들 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분의 비교에 기초하여 상기 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트로부터 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계; 및

상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 데이터 패킷들로 패킷화하는 단계 - 제1 데이터 패킷이 제1 매크로블럭의 다수의 비트평면과 연관된 비트스트림 세그먼트들을 포함하고, 상기 데이터 패킷들 중 제1 데이터 패킷 이외의 다른 어떤 데이터 패킷도 상기 제1 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트들을 포함하지 않도록 함 -

를 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 레이어드 부호화 스킴은 FGS 부호화 스킴(a fine granularity scalable coding scheme)을 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 레이어드 부호화 스킴은 PFGS 부호화 스킴(a progressive fine granularity scalable coding scheme)을 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 PFGS 부호화 스킴은 프레임 기반인, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 PFGS 부호화 스킴은 매크로블럭 기반인, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계는, 가용 대역폭에 더 기초하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계는,

상기 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 비트레이트(bitrate)를 결정하는 단계;

가용 대역폭을 결정하는 단계; 및

다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계 - 선택된 각 비트스트림 세그먼트에 대해, 상기 연관된 비트레이트는 상기 가용 대역폭에 의해 지원되고, 상기 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분은 상기 복수의 비트스트림 세그먼트 중 선택되지 않은 적어도 하나의 비트스트림 세그먼트와 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분 이상임 -

를 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 데이터 패킷은 제2 매크로블럭의 다수의 비트 평면과 연관된 비트스트림 세그먼트들도 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 9

비디오 스트림에 레이어드 부호화 스킴을 적용하여 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트를 생성하는 단계;

상기 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트로부터 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계;

프레임과 연관된 다수의 강화 레이어(enhancement layer)를 이진 트리로서 나타내는 단계 - 상기 트리의 각 노드는 상기 다수의 비트스트림 세그먼트 중 특정 비트스트림 세그먼트를 나타내고, 상기 이진 트리의 각 차일드 노드는 패어런트 노드의 에지에 맞춰 정렬됨 -; 및

다수의 데이터 패킷을 생성하는 단계 - 차일드 노드를 포함하는 각각의 상기 데이터 패킷은 상기 차일드 노드와 연관된 패어런트 노드도 포함함 -

를 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 10

패킷화될 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트들을 식별하는 단계;

상기 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트들을 프레임의 강화 레이어들을 나타내는 이진 트리에 따라 배열하는 단계; 및

상기 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트들을 상기 이진 트리에 따라 데이터 패킷들로 패킷화하는 단계 - 각 데이터 패킷은 상기 이진 트리의 패어런트 노드와 차일드 노드를 포함함 -

를 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

왜곡 감소 기여분 임계값에 따라 개개의 비트스트림 세그먼트들을 제거하도록 상기 이진 트리를 가지치기하는(pruning) 단계를 더 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 12

아래의 공식,

$$\Delta D(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) + \Delta D_{dr}(f, l, i)$$

에 따라, 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트 각각과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분을 계산하는 단계 - 위 공식에서 $\Delta D_o(f, l, i)$ 는 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소를 나타내고, $\Delta D_{dr}(f, l, i)$ 은 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 드리프팅 억제를 나타냄 - ;

패킷화를 위해, 상기 왜곡 감소에 대한 기여분의 비교에 기초하여 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트의 부분집합을 식별하는 단계; 및

상기 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트의 부분집합을 데이터 패킷으로 패킷화하는 단계 - 제1 데이터 패킷이 제1 매크로블럭의 다수의 비트평면과 연관된 비트스트림 세그먼트들을 포함하고, 상기 데이터 패킷들 중 제1 데이터 패킷 이외의 다른 어떤 데이터 패킷도 상기 제1 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트들을 포함하지 않도록 함 -

를 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 패킷화하는 단계는,

상기 제1 매크로블럭과 연관된 각 비트스트림 세그먼트의 상기 왜곡 감소 기여분에 따라 상기 제1 데이터 패킷 내에 상기 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트들의 부분집합을 래스터-스캔 순서화(raster-scan ordering)하는 단계를 더 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 14

부호화 비트스트림 세그먼트들을 생성하도록 구성된 부호기(encoder);

패킷화를 위해 상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하도록 구성된 비트스트림 선택기; 및

상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 패킷들 간의 의존성을 최소화하는 이진 트리 패킷화 방식에 따라 패킷화하도록 구성된 패킷 생성기

를 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 부호기는 FGS 부호기로서 구현되는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 부호기는 PFGS 부호기로서 구현되는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 부호기는 프레임 기반의 PFGS 부호기로서 구현되는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 부호기는 매크로블럭 기반의 PFGS 부호기로서 구현되는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 부호기는 또한 부호화 비트스트림 세그먼트와 연관된 위치, 필요한 비트레이트, 및 왜곡 감소 기여분을 기술하는 데이터를 모으도록 구성되는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 20

레이어드 부호화 스킴을 이용하여, 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트가 되도록 스트리밍 비디오 데이터를 부호화하는 수단;

상기 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 관련된 왜곡 감소에 대한 기여분에 기초하여 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하는 수단 - 상기 왜곡 감소에 대한 기여분은 아래의 공식,

$$\Delta D(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) + \Delta D_{dr}(f, l, i)$$

에 따라 계산되고, 위 공식에서 $\Delta D_0(f, l, i)$ 는 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소를 나타내고, $\Delta D_{dr}(f, l, i)$ 은 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 드리프팅 억제율을 나타냄 - ; 및

상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 포함하는 데이터 패킷들을 생성하는 수단 - 제1 데이터 패킷이 제1 매크로블럭의 다수의 비트평면과 연관된 부호화 비트스트림 세그먼트들을 포함하고, 상기 데이터 패킷들 중 상기 제1 데이터 패킷 이외의 다른 어떤 데이터 패킷도 상기 제1 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트들을 포함하지 않도록 하여, 패킷화된 상기 비트스트림 세그먼트들은 상기 데이터 패킷들 중 개개의 데이터 패킷들 간의 의존성을 감소시키도록 배열됨 -

을 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 데이터 패킷들을 생성하는 수단은,

상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분에 기초하여 상기 데이터 패킷들 내에서 상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 체계화(organizing)하는 수단을 더 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 데이터 패킷들을 생성하는 수단은,

상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분에 기초하여 상기 데이터 패킷들 내에서 상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 내림 차순으로 체계화하는 수단을 더 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 23

제20항에 있어서,

가용 대역폭에 기초하여 상기 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하는 수단을 더 포함하는 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 시스템.

청구항 24

실행될 때 컴퓨팅 시스템이,

아래의 공식

$$\Delta D(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) + \Delta D_{dr}(f, l, i)$$

에 따라 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트 각각과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분을 계산하는 단계 - 위 공식에서 $\Delta D_0(f, l, i)$ 는 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소를 나타내고, $\Delta D_{dr}(f, l, i)$ 은 f번째 프레임, l번째 비트평면, 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 드리프팅 억제를 나타냄 - ;

상기 왜곡 감소에 대한 기여분의 비교에 기초하여 상기 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트의 부분 집합을 결정하는 단계; 및

비디오 비트스트림 세그먼트들의 선택된 부분 집합을 포함하는 데이터 패킷을 생성하는 단계

를 수행하도록 지시하는 컴퓨터 프로그램을 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 기록 매체.

청구항 25

제24항에 있어서,

실행될 때, 컴퓨팅 시스템이 아래의 공식

$$\Delta D_{dr}(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) \times \sum_{n=1}^N \left[\prod_{k=1}^n R_{HH}(f+k) + \prod_{k=1}^{n-1} R_{HH}(f+k) \times R_{HL}(f+n) \right]$$

에 따라 상기 드리프팅 억제를 계산하는 단계 - 여기서

$\Delta D_0(f, l, i)$ 는 f번째 프레임, l번째 비트 평면 및 i번째 매크로블럭과 연관된 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소를 나타내고,

$R_{HH}(f)$ 는 f번째 프레임 내에서의 HPHR(high-prediction-high-reference) 모드들의 퍼센트를 나타내고,

$R_{HL}(f)$ 는 f번째 프레임 내에서의 HPLR(high-prediction-low-reference) 모드들의 퍼센트를 나타내고,

N은 드리프팅 추정을 위해 사용되는 프레임들의 개수를 나타냄 -

를 수행하도록 지시하는 컴퓨터 프로그램을 더 포함하는 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 기록 매체.

청구항 26

제24항에 있어서, 상기 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트 각각은 레이어드 부호화 스킴에 따라 부호화되는, 하나 이상의 컴퓨터 판독가능 기록 매체.

청구항 27

제9항에 있어서,

상기 레이어드 부호화 스킴은 FGS 부호화 스킴을 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 28

제9항에 있어서, 상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계는,

가용 대역폭에 기초하여 상기 복수의 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트로부터 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계를 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 29

제9항에 있어서, 상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계는,

상기 부호화 비트스트림 세그먼트들 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분에 기초하여 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계를 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 30

제9항에 있어서, 상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계는,

상기 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 비트레이트를 결정하는 단계;

상기 복수의 부호화 비트스트림 세그먼트 중 개개의 부호화 비트스트림 세그먼트들과 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분을 추정하는 단계;

가용 대역폭을 결정하는 단계; 및

상기 다수의 비트스트림 세그먼트를 선택하는 단계 - 선택된 각 비트스트림 세그먼트에 대해, 상기 연관된 비트레이트는 상기 가용 대역폭에 의해 지원되고, 상기 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분은 상기 복수의 비트스트림 세그먼트들 중 선택되지 않은 적어도 하나의 비트스트림 세그먼트와 연관된 왜곡 감소에 대한 기여분 이상임 -

를 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 31

제1항에 있어서, 상기 패킷화하는 단계는,

상기 제1 매크로블록과 연관된 각 비트스트림 세그먼트의 상기 왜곡 감소 기여분에 따라 상기 제1 데이터 패킷 내의 상기 비트스트림 세그먼트들을 래스터-스캔 순서화하는 단계를 더 포함하는, 비디오 비트스트림들의 패킷화를 위한 방법.

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0027] 본 발명은 데이터 패킷화에 관한 것으로, 더 구체적으로는, 미세 세분 계위(fine granularity scalable: FGS) 및 순차 미세 세분 계위(progressive fine granularity scalable: PFGS) 비트스트림들의 패킷화에 관한 것이다.

[0028] 인터넷 등의 네트워크를 통한 멀티미디어 스트리밍의 인기 때문에, 스트리밍 성능이 중요한 문제로 되었다. 전형적으로, 스트리밍 성능에 영향을 주는 두개의 요인들이 있다. 그 첫번째는 가용 네트워크 대역폭이 네트워크 트래픽의 양에 따라 시간에 대해 변화한다는 사실이다. 두번째는 현재 인터넷의 최선-노력(best-effort) 특성 때문에, 에러가 전혀 없지는 않다는 사실이다. 이것은 송신 동안 가끔 데이터 패킷들이 손실되게 한다. 통상적인 비디오 부호화 방법들의 특성 때문에, 하나의 데이터 패킷 내의 데이터가 이전의 데이터 패킷 내에 포함된 데이터에 의존하는 것은 일반적인 것이며, 이에 따라, 데이터 패킷들이 수신되지 않을 때 비디오 스트리밍의 성능이 악화된다.

[0029] 다양한 비디오 인코딩 방법들이 변화하는 가용 대역폭에 관한 첫번째 문제를 해결하기 위해 구현될 수 있다. 그러한 방법들로는 미세 세분 계위(FGS) 부호화 스킴, 프레임 기반의 순차 미세 세분 계위(PFGS) 부호화 스킴,

및 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴 등이 있는데, 이들 각각은 가용 대역폭 변화에 적응하는 측면에서 이전의 기술에 비해서는 개선된 것이다. 비록 FGS/PFGS 부호화 방법들이 변화하는 대역폭에 따른 네트워크들을 통한 비디오 스트리밍의 성능을 효율적으로 향상시킬 수 있지만, 이들은 손실된 데이터 패킷들에 의해 유발되는 성능 감소 문제를 해결하지는 않는다.

- [0030] 독립적인 개발 노력들이 네트워크를 통한 데이터 패킷들의 전송을 개선하기 위한 방법들을 개발하기 위해 집중되었다. 이 작업은 성능 향상이 패킷들 사이의 의존성과 역의 관계를 가짐을 보여주었다. 즉, 서로 의존하지 않는 데이터 패킷의 스트림들은 서로 많이 의존하는 데이터 패킷들의 스트림들보다 더 높은 성능을 제공한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- [0031] 따라서, 결과적인 데이터 패킷들 사이의 의존성이 최소화되도록 FGS/PFGS 부호화 비디오 비트스트림들을 패킷화하는 방법을 개발할 필요가 있다.

- [0032] 본 명세서에서는 패킷들 사이의 의존성을 최소화하기 위한 FGS/PFGS 부호화 비디오 비트스트림들의 패킷화가 설명된다. 비디오 부호화 시스템은 FGS/PFGS 부호화 스킴에 따라 비디오 스트림을 부호화하여, 부호화 비트스트림 세그먼트들을 제공한다. 그런 다음, 왜곡 감소에 대한 각 비트스트림 세그먼트의 총 기여분에 기초하여, 그리고 가용 대역폭에 기초하여 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합이 선택된다. 그런 다음 선택된 비트스트림 세그먼트들은 데이터 패킷들로 패킷화되어 패킷들 사이의 의존성이 최소화된다.

발명의 구성 및 작용

- [0033] 대역폭 요동 및 전송 처리 에러들 모두의 영향을 최소화하기 위한 미세 세분 계위(FGS) 및 순차 미세 세분 계위(PFGS) 비디오 비트스트림들의 패킷화에 대해 하기에서 논의된다. FGS 및 PFGS 부호화 스킴들이 대역폭 요동의 부정적인 영향을 해결하면서, 최적의 전송 메카니즘들은 전송 처리 동안 유입되는 에러들을 최소화하여 스트리밍 성능을 향상시키는 것에 집중된다. 패킷들 사이의 낮은 의존성을 갖는 비트스트림들은 패킷들 사이의 더 높은 의존성을 갖는 비트스트림들보다 전송 에러의 전파가 감소된다. 그러므로, 패킷들 사이의 의존성을 감소시키기 위해 FGS/PFGS 부호화 비트스트림들의 패킷화를 최적화함에 의해, 대역폭 적응 및 최적의 전송이 협동적으로 조정된다.

- [0034] 시스템 아키텍처 및 방법의 예

- [0035] 도 1은 비디오 비트스트림들을 부호화하고 패킷화하기 위해 사용될 수 있는 스트리밍 비디오 시스템(100)의 예를 도시한다. 스트리밍 비디오 시스템(100)은 비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)과, 네트워크(106)에 의해 컴퓨터 시스템(102)에 접속된 하나 이상의 클라이언트 장치들(104)을 포함한다. 비디오 부호화 시스템(102)은 FGS 또는 PFGS 부호화 스킴에 따라 비디오 스트림을 부호화하고, 부호화된 비디오 스트림을 패킷들 사이의 의존성을 최소화하는 패킷화 스킴에 따라 패킷화한다. 그런 다음 부호화 비디오 스트림을 포함하는 데이터 패킷들(108)이 네트워크(106)를 통해 클라이언트 장치(104)에 전송된다.

- [0036] 비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)은 프로세서(110), 네트워크 인터페이스(112), 메모리(114)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(112)는 비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)이 네트워크(106)를 통해 클라이언트 장치(104)와 통신하도록 해주는 메카니즘을 제공한다. FGS/PFGS 부호기(116), 비트스트림 선택기(118), 및 패킷 생성기(120)는 메모리(114) 내에 저장되고, 스트리밍 비디오의 부호화 및 패킷화를 용이하게 하기 위해 프로세서(110) 상에서 실행된다.

- [0037] FGS/PFGS 부호기(116)는 수신된 비디오 스트림을 FGS 혹은 PFGS 부호화 스킴에 따라 부호화한다. 바람직한 실시예에 있어서, FGS/PFGS 부호기(116)는 매크로블럭 기반의 PFGS 부호기로서 구현된다. 대안적으로, FGS/PFGS 부호기(116)는 프레임 기반의 PFGS 부호기 또는 FGS 부호기로서 구현될 수 있다. 비트스트림 선택기(118)는 네트워크(106)와 연관된 가용 대역폭을 결정하고, 각 비트스트림의 위치 (프레임, 비트 평면, 및 매크로블럭), 필요한 비트레이트, 및 왜곡 감소에 대한 총 기여분을 기초로 바람직한 부호화 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택한다. 패킷 생성기(120)는 패킷화 방식에 따라 부호화 비트스트림 세그먼트들의 선택된 집합을 패킷화하여, 패킷들 사이의 의존성이 최소인 데이터 패킷들을 생성한다.

- [0038] 클라이언트 장치(104)는 비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)에 의해 생성되어 송신된 데이터 패킷들을 수신하여 디코딩하도록 구성된다. 클라이언트 장치(104)는 프로세서(122), 네트워크 인터페이스(124), 및 메모리(126)를 포함한다. 네트워크 인터페이스(124)는 네트워크(106)로부터 데이터 패킷들(108)의 수신을 용이하게 한다.

- [0039] 다른 어플리케이션들(130)과 함께 FGS/PFGS 복호기(128)는 메모리(126) 내에 저장되고 프로세스(112) 상에서 실행된다. FGS/PFGS 복호기(128)는 FGS/PFGS 부호기(116)에 의해 실행된 FGS/PFGS 부호화 스킴에 따라 부호화된 수신된 데이터 패킷들(108)을 복호화하도록 구성된다. 다른 어플리케이션들(130)은 디스플레이 장치(도시되지 않음)를 이용하여 이 복호화된 비디오 스트림들을 디스플레이하거나 혹은 렌더링하기 위한 어플리케이션을 포함할 수 있다.
- [0040] **스트리밍 비디오 부호화 방법들**
- [0041] 도 2-4는 비디오 비트스트림들을 부호화하는 방법들의 예들을 도시한다. 미세 세분 계위(FGS) 부호화 스킴은 두개의 비트스트림들, 즉 저품질 베이스 레이어와 고품질 강화 레이어를 발생시킨다. FGS 부호화 프레임은 이전 프레임의 베이스 레이어로부터 예측될 수 있다. FGS 부호화 스킴의 예가 도 2를 참조하여 하기에서 더 설명된다.
- [0042] 프레임 기반의 순차 미세 세분 계위(PFGS) 부호화 스킴도 저품질 베이스 레이어와 고품질 강화 레이어를 발생시킨다. PFGS 부호화 비트스트림에 있어서, 프레임의 베이스 레이어는 이전 프레임의 베이스 레이어(기준 프레임으로 일컬음)로부터 예측될 수 있는 반면에, 프레임의 강화 레이어는 기준 프레임의 강화 레이어로부터 예측될 수 있다. 손실되거나 소신되지 않은 고품질 기준 비트스트림에 의해 유발될 수 있는 에러의 전파를 최소화하기 위해, 고품질 기준은 이전의 저품질 기준으로부터 대안적으로 재구성될 수 있다. 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴의 예가 도 3을 참조하여 아래에서 더 상세히 설명된다.
- [0043] 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴은 세개의 부호화 모드들과, 각 강화 레이어 매크로블럭에 사용될 부호화 모드를 선택하는 결정 메커니즘을 이용함에 의해 상술한 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴을 향상시킨다. 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴은 도 4를 참조하여 하기에서 더 상세히 설명된다.
- [0044] **FGS 부호화 스킴**
- [0045] 도 2는 FGS 부호화 스킴의 아키텍처의 예를 도시한다. FGS는 가용 대역폭에 기초하여 임의적으로 잘라질(truncated) 수 있는 비트스트림을 발생시키는 부호화 스킴이다. 도 2에 도시된 바와 같이, FGS 부호기는 두개의 비트스트림들, 즉 베이스 레이어 (블럭들 202(1), 202(2), 202(3), 202(4), ...로 표시됨) 및 강화 레이어들 (블럭들 204(1), 204(2), 204(3), 204(4), ..., 206(1), 206(2), 206(3), 206(4), ..., 208(1), 208(2), 208(3), 208(4), ...로 표시됨)을 생성한다.
- [0046] 베이스 레이어(202)는 다른 레이어드 부호화 기술들에 공통적인 전형적인 움직임 보상 이산 코사인 변환(discrete cosine transformation: DCT)에 의해 부호화된다. 베이스 레이어(202)는 일반적으로 저품질이고 매우 얇아서 매우 좁은 대역폭들에서도 적합하도록 보장한다. 원래 DCT 계수들과 양자화 해제된 베이스 레이어 DCT 계수들 사이의 레지듀(residue)는 강화 비트스트림(204, 206, 208)을 형성하는데, 이 강화 비트스트림(204, 206, 208)은 비트 평면 부호화 기술을 이용하여 부호화되어 임베디드 비트스트림을 얻는다. FGS 부호화 비트스트림에서, 예측된 프레임 내의 베이스 레이어 및 모든 강화 레이어들은 기준 프레임의 저품질 베이스 레이어의 재구성된 버전으로부터 부호화된다.
- [0047] **프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴**
- [0048] 도 3은 두개의 기준들을 갖는 프레임 기반의 순차 미세 세분 계위(PFGS) 부호화 스킴의 아키텍처의 예를 도시한다. PFGS는 기준 프레임의 베이스 레이어로부터 프레임의 베이스 레이어를 예측하기를 계속하면서 기준 프레임의 강화 레이어로부터 프레임의 강화 레이어를 예측함에 의해 FGS를 향상시키는 부호화 스킴이다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 프레임(302(2))의 베이스 레이어는 제1 프레임의 베이스 레이어(302(1))로부터 예측되고, 제2 프레임(302(2))의 강화 레이어들(304(2), 306(2), 308(2), ...)은 제1 프레임의 강화 레이어(308(1))로부터 예측된다. 마찬가지로, 제3 프레임(302(3))의 베이스 레이어는 제2 프레임의 베이스 레이어(302(2))로부터 예측되고, 제3 프레임(302(3))의 강화 레이어들(304(3), 306(3), 308(3), ...)은 제2 프레임의 강화 레이어(306(2))로부터 예측된다. 프레임의 품질이 베이스 레이어에서보다 강화 레이어에서 더 높기 때문에, 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴은 FGS 스킴보다 더 정확한 움직임 예측을 제공하여, 부호화 효율을 향상시킨다.
- [0049] 그러나, PFGS 부호화 비트스트림을 전송할 때, 미래 프레임들을 예측하기 위한 고품질 강화 레이어 기준이 가용 대역폭의 감소에 의해 유발된 잘라짐(truncation)에 의해 부분적으로 혹은 완전히 손실될 수 있다. 이러한 경우에, 복호기는 미래 프레임들을 예측하기 위해 변질된 고품질 기준 또는 저품질 베이스 레이어 기준을 이용해

야 할 것이다. 부호기가 미래 프레임들을 예측하기 위해 고품질 기준을 이용했기 때문에, 드리프팅(drifting) 에러가 쉽게 유입될 것이다. 드리프팅 에러를 줄이기 위해, PFGS 부호화 스킴도 이전의 고품질 기준이 이용 가능하지 않은 경우 이전의 저품질 기준으로부터 고품질 기준을 대안적으로 재구성하는 기본적인 드리프팅 제어 방법을 포함한다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 강화 레이어(308(2))가 전송 동안 변질되거나 손실되면, 새로운 고품질 기준(306(2))이 대안적으로 프레임(1)의 베이스 레이어(302(1)) 및 강화 레이어(308(1))로부터 재구성된다.

[0050] 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴

[0051] 매크로블럭 기반의 순차 미세 세분 계위(PFGS) 부호화는 세개의 부호화 모드들을 이용하고, 각 강화 레이어 매크로블럭에 적용될 부호화 모드를 선택하는 결정 메카니즘을 이용하여, 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴을 향상시키는 부호화 스킴이다. 세개의 모드들은 저-예측-저-재구성(low-prediction-low-reconstruction: LPLR), 고-예측-저-재구성(high-prediction-low-reconstruction: HPLR), 및 고-예측-고-재구성(high-prediction-high-reconstruction: HPHR)이다. 부호화될 매크로블럭에 대해 적당한 모드를 선택적으로 결정함에 의해, FGS 및 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴들과 비교할 때, 낮은 비트 레이트들에서 드리프팅 에러들이 감소되고 부호화 효율이 중간 및 높은 비트 레이트들에서 향상된다.

[0052] 도 4는 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴의 LPLR, HPLR, 및 HPHR 모드들을 설명한다. 매크로블럭(404)은 LPLR 모드를 이용하여 부호화되고, 매크로블럭(406)은 HPLR 모드를 이용하여 부호화되고, 매크로블럭(408)은 HPHR 모드를 이용하여 부호화된다. 도 4에서 예측은 ► 화살표들에 의해 표시되고, 재구성은 ▷ 화살표들에 의해 표시된다.

[0053] 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴의 LPLR 모드에 따르면, 강화 레이어 매크로블럭들은 이전 저품질 기준으로부터 예측 및 재구성된다. 이것은 매크로블럭(402)(기준)과 매크로블럭(404)(부호화되는 매크로블럭) 사이의 관계에 의해 예시된다. 베이스 레이어(404(1))와 강화 레이어들(404(2), 404(3), 404(4), ...)은 모두 베이스 레이어(402(1))로부터 예측되는데, 베이스 레이어(402(1))는 저품질 기준이다. 또한, 강화 레이어(404(3))은 베이스 레이어(402(1))로부터 미래 매크로블럭들에 대한 기준으로서 이용되기 위해 재구성되기도 한다 (▷ 화살표들에 의해 표시됨).

[0054] 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴의 HPLR 모드에 따르면, 강화 레이어 매크로블럭들은 모두 이전의 고품질 기준으로부터 예측 및 재구성 가능하다. 이것은 매크로블럭(406)(기준)과 매크로블럭(408)(부호화될 매크로블럭) 사이의 관계로 설명된다. LPLR 및 HPLR 모드들에서와 마찬가지로, 베이스 레이어(408(1))는 베이스 레이어(406(1))로부터 예측된다. 강화 레이어들(408(2), 408(3), 408(4), ...)은 강화 레이어(406(3))로부터 예측되는데, 강화 레이어(406(3))는 고품질 기준이다. 또한, 강화 레이어(408(3))는 강화 레이어(406(3))로부터 미래 매크로블럭들에 대한 기준으로서 이용하기 위해 재구성된다 (▷ 화살표로 표시됨).

[0055] 베이스라인 패킷화 방식

[0056] 앞에서 설명한 바와 같이, FGS, 프레임 기반의 PFGS, 및 매크로블럭 기반의 PFGS는 대역폭 변화의 악영향을 해결하는 부호화 스킴들이다. 그러나, 상술한 부호화 스킴들은 전송 동안 패킷 손실에 의해 유발된 에러들의 효과를 최소화하는 수단을 제공하지 않는다.

[0057] 도 5는 FGS/PFGS 비트 평면들 사이의 의존성을 나타낸다. 도 5에 도시된 의존성에 따르면, 비트스트림 세그먼트는 그 앤세스터들(ancestors)이 모두 수신되고 성공적으로 복호화되어야만 복호화 가능하다. 예를 들어, 비트스트림(504)은 비트스트림(502)이 수신되어 성공적으로 복호화되어야만 복호화 가능하다. 마찬가지로, 비트스트림(508)은 비트스트림들(502, 504, 506)이 수신되어 성공적으로 복호화되어야만 복호화 가능하다.

[0058] 도 6은 베이스라인 패킷화 방식에 따른 두 프레임들의 패킷화를 도시하는데, 베이스라인 패킷화 방식은 상당한 패킷 의존성을 초래한다. 도시된 베이스라인 패킷화 방식은 최상위 비트 평면으로부터 최하위 비트 평면까지, 그리고 각 비트 면 내에서 왼쪽으로부터 오른쪽으로, 래스터 스캔 순서로 FGS/PFGS 부호화 비트스트림 세그먼트들을 스캔하고 그룹핑함에 의해 패킷들을 생성한다. 선정된 패킷 길이에 도달할 때마다, 패킷이 형성되고, 임의의 나머지 비트스트림 부분이 새로운 패킷으로 패킷화된다.

[0059] 그 결과, 도 6에 도시된 바와 같이, 패킷들($P_1, P_3, P_4, P_6, P_7, P_{10}, P_{11}, P_{12}, P_{13}$)은 모두 프레임(1)과 연관된 데이터를 포함한다. 마찬가지로, 패킷들($P_1, P_2, P_4, P_5, P_8, P_9, P_{13}, P_{14}, P_{15}, P_{16}$)은 모두 프레임(2)과 연관된 데이터를 포함한다. 또한, 패킷들(P_1, P_4, P_7, P_{13})은 모두 프레임(1)과 연관된 데이터 및 프레임(2)과 연관

된 데이터를 포함한다.

[0060] 도 5에 도시된 바와 같은 FGS/PFGS 비트 평면들 사이의 의존성을 고려하면, 패킷(P₁)이 성공적으로 수신되고 복호화되지 않으면 패킷(P₃) 내의 데이터와 패킷(P₄) 내의 데이터의 적어도 일부는 쓸모없게 된다. 마찬가지로, 패킷들(P₁, P₃, 및/또는 P₄)이 성공적으로 수신되고 복호화되지 않으면 패킷들(P₆, P₇) 내에 포함된 데이터는 쓸모없게 된다. 이것은 다음과 같이 외삽될 수 있다. 패킷(P₁)이 손실되면, 패킷들(P₃, P₆, P₁₀, P₁₁, P₁₂)은 패킷(P₁)에 의존하기 때문에, 비록 이들이 성공적으로 수신된다 하더라도 복호화가 불가능하다. 손실된 패킷은 또한 패킷(P₄)을 오염시키는데, 패킷(P₄)은 복호기의 구현에 따라 부분적으로 복호화가 가능할 수 있고 불가능할 수도 있다. 또한, 패킷(P₄)의 오염은 패킷들(P₇, P₈, P₉, P₁₃, P₁₄, P₁₅, P₁₆)에 전파된다. 그 결과, 패킷(P₁)의 손실은 패킷들(P₂, P₅)를 제외한 다른 모든 패킷들을 쓸모없게 만든다.

[0061] 상술한 베이스라인 패킷화 방식에 따라 생성된 패킷들 사이의 상당한 의존성은, 부분적으로는, 패킷들을 정렬하는 메카니즘이 없다는 사실에 기인한다. 부호화 비크스트림의 성능을 나타내기 위한 수학적 모델이 이제 전개될 것이고 패킷들이 생성될 때 패킷들을 정렬함에 의해 패킷들 사이의 의존성을 감소시키기 위한 두개의 예시적인 바람직한 패킷화 방식들을 만들기 위한 바탕으로서 이용될 것이다.

[0062] FGS/PFGS 비트스트림 성능값

[0063] 네트워크 (예를 들어, 인터넷)를 통해 FGS/PFGS 비트스트림들을 스트리밍하는 성능값은 향상된 성능을 제공하는 패킷화 방식을 결정하기 위해 대안의 비트스트림 패킷화 방식들을 비교하기 위한 메카니즘을 제공한다.

[0064] 상술한 바와 같이, FGS 및 PFGS 부호화에서는, 강화 레이어가 비트 평면 부호화 기술을 이용하여 부호화된다. 각 8×8 DCT 블록에 대해, 64개 절대값들이 어레이 내에 지그재그 순서로 배열된다. 블록의 비트 평면은 64 비트의 어레이로서 정의되는데, 그 각각은 같은 유효 위치에 있는 DCT 계수들의 각 절대값으로부터 나온다. 각 매크로블록의 각 비트 평면에 대해, (RUN, end-of-bitplane(EOP)) 부호들이 형성된 다음, 가변 길이 부호화(VLC)가 적용되어, 부호 비트들과 함께 출력 비트스트림을 생성한다. 비트 평면 부호화 후, 강화 레이어 비트스트림들이 생성된다. 이 강화 비트스트림들은 다수의 비트스트림 세그먼트들로 분할될 수 있고, 그 각 세그먼트는 매크로블록의 하나의 비트 평면의 비트스트림을 포함한다. 이 논의의 나머지에 대해, 최소 처리 유닛은 이러한 비트스트림 세그먼트가 될 것이다. 강화 레이어 비트스트림들을 생성하기 위해 사용된 비트 평면 부호화 때문에, 같은 매크로블록과 연관된 비트스트림 세그먼트들 사이의 의존성이 매우 강하나, 다른 매크로블록들과 연관된 비트스트림 세그먼트들 사이의 의존성은 없다. (앞서 설명한 바와 같이, FGS/PFGS 비트 평면들 사이의 의존성이 도 5에 도시되어 있다.)

[0065] 특정 비트스트림 세그먼트가 복호화 가능할 수학적 확률은 이 정보에 기초하여 결정될 수 있다. i번째 비트 평면 내의 비트스트림 세그먼트 S_i를 성공적으로 복호화하기 위해, S_i는 에러없이 수신되어야 하고, S_{i-1} (즉, 같은 매크로블록에 속하나 낮은 (i-1)번째 비트 평면 내에 있는 비트스트림 세그먼트)은 또한 복호화 가능해야만 한다. 또한, 비트스트림 세그먼트 S_{i-1}이 복호화 가능하기 위해, S_{i-1}이 수신되어야 하고, S_{i-2}가 또한 복호화 가능해야만 한다. 수학적식으로, 이것은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\begin{aligned} & p(S_i \text{ 복호화 가능}) \\ &= p(S_i \text{ 수신}, S_{i-1} \text{ 복호화 가능}) \\ &= p(S_i \text{ 수신}, S_{i-1} \text{ 수신}, S_{i-2} \text{ 수신}, \dots, S_0 \text{ 수신}) \end{aligned}$$

[0066]

[0067] 예를 들어, 같은 매크로블록에 모두 속하나 제각기 0번째, 1번째, 2번째 비트 평면에 속하는 세개의 비트스트림 세그먼트 S₀, S₁, S₂에 대한 복호가능 확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$p(S_0 \text{ 복호화 가능}) = p(S_0 \text{ 수신})$$

[0068]

$$p(S_1 \text{ 복호화 가능}) = p(S_1 \text{ 수신}, S_0 \text{ 복호화 가능})$$

[0069]

[0070]
$$= p(S_1 \text{ 수신}, S_0 \text{ 수신})$$

[0071]
$$p(S_2 \text{ 복호화 가능}) = p(S_2 \text{ 수신}, S_1 \text{ 복호화 가능})$$

[0072]
$$= p(S_2 \text{ 수신}, S_1 \text{ 수신}, S_0 \text{ 수신})$$

[0073] 위의 복호화 가능 확률을 간단하게 하기 위해, 결합 확률 $p(S_x \text{ 수신}, S_y \text{ 수신})$ 이 분석된다. 비트스트림 세그먼트들 S_x , S_y 가 같은 패킷, 패킷 k 내로 패킷화되면, 결합 확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[0074]
$$p(S_x \text{ 수신}, S_y \text{ 수신})$$

[0075]
$$= p(S_x \text{ 수신}) = p(S_y \text{ 수신}) = p(\text{패킷 } k \text{ 수신})$$

[0076] 그러나, 비트스트림 세그먼트 S_x 와 S_y 가 다른 패킷, 패킷 j 와 패킷 k 로 패킷화된다면, 결합 확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[0077]
$$p(S_x \text{ 수신}, S_y \text{ 수신})$$

[0078]
$$= p(S_x \text{ 수신}) \times p(S_y \text{ 수신})$$

[0079]
$$= p(\text{패킷 } j \text{ 수신}) \times p(\text{패킷 } k \text{ 수신})$$

[0080] 그러므로, 비트스트림 세그먼트가 디코드 가능할 확률은 그의 앤세서 비트스트림 세그먼트들이 어떻게 패킷화되었는가에 매우 강하게 의존한다. 더 간단하게 하기 위해, 비트스트림 세그먼트 대 패킷 맵핑, $S \rightarrow m$ 은 수신된 비트스트림 세그먼트 S 를 복호화하기 위해 패킷 m 이 수신되어야 하는 의존성을 나타내도록 정의하며, 여기서 패킷 m 은 S 의 앤세서 비트스트림 세그먼트(들)를 포함하나, S 자체는 포함하지 않는다. 따라서 S_0 , S_1 , S_2 에 대한 복호가능 확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$p(S_0 \text{ 복호화 가능}) = p(S_0 \text{ 수신})$$

$$p(S_1 \text{ 복호화 가능}) = p(S_1 \text{ 수신}) \times \prod_{S_1 \rightarrow m} p(\text{패킷 } m \text{ 수신})$$

$$p(S_2 \text{ 복호화 가능}) = p(S_2 \text{ 수신}) \times \prod_{S_2 \rightarrow m} p(\text{패킷 } m \text{ 수신})$$

[0081]

[0082] 다른 복호화 가능 확률들에 부가하여, 다른 비트스트림 세그먼트들도 왜곡 감소에 다른 기여를 할 수 있다. 스트리밍 시스템에서, 전체 성능은 (시간에 따라 변화할 수 있다는) 대역폭 제약이 충족된다고 했을 때, 총 엔드-투-엔드 왜곡 감소로 생각될 수 있다. 그러므로, 복호화 가능 확률 외에도, 각 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소가 고려되어야 한다. 그러므로, 패킷 삭제 네트워크들에 걸쳐 스트리밍 FGS/PFGS 비트스트림들의 성능값은 다음과 같이 정의될 수 있다.

수학적식 2

$$\mathcal{G}_l = \sum_{(f,l,i) \in I} \Delta D(f,l,i) \times (1 - p_e(f,l,i)) \times \prod_{(f,l,i) \rightarrow m} (1 - p_e(m))$$

[0083]

[0084] 여기서 (f, l, i) 항은 f 번째 프레임, l 번째 비트 평면, 및 i 번째 매크로블록과 연관된 비트스트림 세그먼트를 나타낸다. $\Delta D(f, l, i)$ 는 (f, l, i) 가 성공적으로 복호화되면 달성되는 왜곡 감소를 나타낸다. $p_e(m)$ 과 $p_e(f, l, i)$ 는 각각 m 번째 패킷과 비트스트림 세그먼트 (f, l, i) 를 포함하는 패킷의 패킷 손실 확률이다. $(f, l, i) \rightarrow m$ 은 앞서 나타난 바와 같은 비트스트림 세그먼트 대 패킷 맵핑을 나타낸다. 선택된 비트스트림 세그먼트들 집합 I 는 현재 시간 슬롯 (대역폭 조정 간격에 대응함)으로 송신될 모든 강화 레이어 비트스트림 세그먼트들을 나타낸다. I 의 송신 레이트는 다음을 만족해야 한다.

수학식 3

$$\sum_{(f,l,i) \in I} \Delta R(f,l,i) \leq B \cdot \tau - R_{BL} - R_{ARQ} - R_{FEC}$$

[0085]

[0086]

여기서 $\Delta R(f, l, i)$ 는 비트스트림 세그먼트 (f, l, i) 의 레이트이다. B 는 현재의 추정된 대역폭이고, τ 는 시간 슬롯 길이이고, $B \cdot \tau$ 는 추정된 가용 레이트이다. R_{BL} 은 베이스 레이어 비트스트림의 비트 레이트이다. R_{ARQ} 와 R_{FEC} 는 각각 베이스 레이어 및 강화 레이어 패킷들을 포함하는 모든 패킷들에 대한 재송신과 에러 방지의 총 레이트들이다. 패킷들 사이의 최소의 의존성을 제공하는 패킷화 스킴은 \mathcal{S}_1 이 최대화될 때 얻는다.

[0087]

수학식 2는 강화 레이어 비트스트림 내의 비트 평면들 사이의 의존성, 베이스 레이어와 강화 레이어 비트스트림들 사이의 의존성, 및 강화 레이어 패킷들에 대한 에러 방지도 고려한 일반적인 성능값이다. 에러 방지의 영향은 $p_e(\cdot)$ 를 통해 반영된다. 다른 에러 방지(unequal error protection: UEP)이 채택되면, p_e 들은 다른 강화 레이어 패킷들에 대해 다를 것이다. 반면에, 같은 에러 방지(equal error protection: EEP)이 채택되면, p_e 들은 모든 강화 레이어 패킷들에 대해 같은 것이다. 강화 레이어 비트스트림이 보통 매우 얇은 베이스 레이어 비트스트림에 의존하므로, 베이스 레이어 비트스트림은 정확하게 전송된 것으로 가정된다. 또한, 단순화를 위해, 강화 레이어 패킷들에 어떠한 에러 방지도 적용되지 않는다.

[0088]

이에 따라, 위에서 정의된 성능값은 패킷화 시스템을 선택할 때 고려되어야 하는 두가지 요인들을 나타낸다. 먼저, 가용 대역폭에 대해 최대 왜곡 감소를 제공하는 비트스트림 세그먼트 집합 I 가 선택되어야 한다. (그 선택은 가용 대역폭에 기초하기 때문에, 비트스트림 세그먼트 집합 I 의 선택은 레이트 할당으로 설명될 수 있다.) 둘째, 패킷화 방식은 (패킷들 사이의 의존성을 최소화함으로써) 패킷 손실의 영향을 최소화하도록 선택되어야 한다.

[0089]

레이트 할당

[0090]

각각의 부호화 비트스트림 세그먼트에 대해, 레이트 및 왜곡 감소에 대한 기여분이 공지되었다면, 비트스트림 세그먼트 집합 I 의 선택은 표준 라그랑지안 최소화 문제(a standard Lagrangian minimization problem)로 변환되고, 그 해는 같은-기울기 인수(equal-slope argument)를 적용함으로써 찾아질 수 있다. 각각의 FGS/PFGS 강화 레이어 비트스트림 세그먼트에 대해, 그 대응하는 레이트는 명시적이지만, 왜곡 감소에 대한 그의 기여분은, 특히 PFGS 비트스트림들에 있어서, 명백하지 않다.

[0091]

FGS 비트스트림에 대해, 특정 강화 비트스트림 세그먼트의 기여분은 현재의 프레임에 대한 결과적인 왜곡 감소만으로 이루어지고, DCT 도메인 내의 나머지 비트 평면 내의 1들의 개수를 이용하여 (이산 코사인 변환(DCT)의 유니타리 특성에 기초하여) 정확하게 계산될 수 있다.

수학식 4

$$\Delta D_0(f,l,i) = n \times 2^{(L-l-1) \times 2}$$

[0092]

[0093]

여기서 n 은 1번째 비트 평면 내의 현재 i 번째 MB의 1들의 개수이고 ($l=0, 1, 2, \dots$), $L-1$ 은 비트 평면의 지표이고 ($l=0$ 은 최상위 비트 평면을 나타내고, $L-1$ 은 최하위 비트 평면을 나타냄), L 은 f 번째 프레임 내의 비트 평면들의 최대수이다.

[0094]

PFGS 강화 레이어는 미래 프레임에 대한 고품질 기준으로 이용될 수 있기 때문에, 이것은 (FGS 강화 레이어에서의 경우와 마찬가지로) 현재 프레임의 품질의 손실을 야기할 수 있고 후속의 프레임들에 드리프팅을 야기할 수도 있다. 그러므로, 특정한 PFGS 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소 기여분은 두 부분, 즉 (FGS 비트스트림 세그먼트에 대해서와 마찬가지로) 현재 프레임에 대한 왜곡 감소와 후속의 플임들에 대한 드리프팅 억제에 기초한다. PFGS 비트스트림 세그먼트의 왜곡 감소에 대한 기여분은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$\Delta D(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) + \Delta D_{dr}(f, l, i)$$

[0095]

[0096]

여기서 $\Delta D_0(f, l, i)$ 와 $\Delta D_{dr}(f, l, i)$ 는 비트스트림 세그먼트(f, l, i)의 왜곡 감소와 드리프팅 억제(drifting suppression)를 각각 나타낸다.

[0097]

드리프팅 억제($\Delta D_{dr}(f, l, i)$)를 직접 계산하는 것은 매우 높은 계산 복잡성 때문에 실용 시스템에서는 비현실적이어서 추정되어야만 한다. 그러한 추정은 PFGS 부호화 스킴과 연관된 에러 전파 패턴에 기초하여 결정될 것이다. 앞서 설명한 바와 같이, 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴은 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴보다 더 좋은 성능을 제공한다. 따라서, 추정된 드리프팅 억제는 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴에 기초하여 결정된다.

[0098]

도 3 및 도 4를 참조하여 앞서 설명한 바와 같이, PFGS 부호화 스킴에 따르면, 예측을 위해 강화 레이어에서 고품질 기준이 이용된다. 그 결과, 보다 정확한 예측이 구해지고 FGS 부호화 스킴에 비해 더 좋은 부호화 효율이 달성된다. 반면에, 고품질 기준 비트스트림이 복호기에 수신되지 않으면 (즉, 부호기 및 복호기가 동기화를 잃으면) 드리프팅 에러가 도입된다. 드리프팅 에러를 억제하기 위해, 프레임 기반의 PFGS 부호화 스킴은 부호기 및 복호기 모두 내의 베이스 레이어 비트스트림으로부터 재구성된 저품질 기준을 주기적으로 참조함으로써 극대 에러 전파를 제한한다. 이러한 방식으로, 부호기와 복호기는 동기화가 잘 이루어지고 드리프팅 에러가 잘 억제된다. 그러나, 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴은 부호기와 복호기 사이의 주기적인 재동기화를 보장하기 위한 메카니즘을 포함하지 않고, 그 결과 드리프팅 에러가 계속 전파될 수 있다. 드리프팅 에러 전파는 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴세가지 부호화 모드, 즉 LPLR, HPLR, 및 HPHR을 구현한다는 사실로 인해 더 복잡해진다. LPLR 모드에서는 예측 및 재구성이 모두 저품질 베이스 레이어 기준에 기초하기 때문에 드리프팅 에러들은 전파되지 않는다. HPLR 모드에서는, 예측 에러들이 전파될 수 있으나, 재구성이 저품질 베이스 레이어 기준에 기초하기 때문에, 예측 에러가 더 전파하는 것이 방지된다. HPHR 모드에서는, 예측 및 재구성 모두 고품질 강화 레이어 기준에 기초하기 때문에, 예측 에러가 미래 프레임들에도 전파될 수 있다.

[0099]

특정 비트스트림 세그먼트에 대한 드리프팅 억제를 추정하기 위해, 현재 프레임 내의 각각의 픽셀에 대해, 다음 프레임에서 부호화 모드 LPLR, HPHR, 혹은 HPLR의 선택은 랜덤하다고 가정된다. $R_{HH}(f)$ 와 $R_{HL}(f)$ 는 각각 f 번째 프레임에서 HPHR과 HPLR 모드들의 퍼센트를 나타낸다고 하자. 그러면, $(f+1)$ 번째 프레임에 의해 참조되는 f 번째 프레임 내의 임의의 픽셀에 대해, HPHR 모드에서 그 픽셀이 참조될 확률은 $R_{HH}(f+1)$ 이고, HPLR 모드에서 그 픽셀이 참조될 확률은 $R_{HL}(f+1)$ 이다. 따라서, 예측 에러는 확률 $R_{HH}(f+1) + R_{HL}(f+1)$ 로 $(f+1)$ 번째 프레임으로 전파될 것이고 에러의 $R_{HH}(f+1)$ 부분은 계속 전파할 것이다.

[0100]

도 7은 위에서 설명한 가정들을 기초로 하여 비트스트림 세그먼트에 대한 드리프팅 억제를 추정하기 위한 에러 전파 모델을 나타낸다. 예를 들어, 왜곡 감소 $e_0(f)$ 를 갖는 f 번째 프레임이 수신되지 않았다면, $(f+1)$ 번째 프레임에 유발되는 드리프팅은 대략적으로 $e_0(f) \times R_{HH}(f+1)$ 과 $e_0(f) \times R_{HL}(f+1)$ 로서, 각각 $e_1(f+1)$ 과 $e_2(f+1)$ 로 표시된다. 또한, $e_1(f+1)$ 은 같은 방식으로 $(f+2)$ 번째 프레임으로 전파될 것이다.

[0101]

이에 따라, 특정 강화 레이어 기준 비트스트림 세그먼트 (f, l, i)에 기인한 드리프팅 억제는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$\Delta D_{dr}(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) \times \sum_{n=1}^N \left[\prod_{k=1}^n R_{HH}(f+k) + \prod_{k=1}^{n-1} R_{HH}(f+k) \times R_{HL}(f+n) \right]$$

[0102]

[0103]

여기서 N 은 드리프팅 추정에 사용된 프레임들의 개수이다.

[0104]

수학식 5, 6으로부터 비트스트림 세그먼트 (f, l, i)의 총 기여분은,

수학식 7

$$\Delta D(f, l, i) = \Delta D_0(f, l, i) \times \left\{ \sum_{n=1}^N \left[\prod_{k=1}^n R_{HH}(f+k) + \prod_{k=1}^{n-1} R_{HH}(f+k) \times R_{HL}(f+n) \right] + 1 \right\}$$

이다.

각 강화 레이어 비트스트림 세그먼트에 대한 레이트 및 총 기여분이 구해진 후, 가용 대역폭의 제한 내에서 비트스트림 세그먼트들의 집합의 선택은 표준 라그랑지안 최소화 문제로 변환될 수 있고, 그 해는 같은-기울기 인수를 적용함으로써 구해질 수 있다.

패킷 손실의 영향을 최소화하기 위한 패킷화 방식들

상술한 바와 같이, 수학식 2로 앞서 정의된 성능값은 패킷화 시스템을 선택할 때 고려되어야 하는 두가지 인자들을 지적한다. 첫째는, 가용 대역폭에 대해 최대 왜곡 감소를 제공하는 비트스트림 세그먼트 집합 I가 선택되어야 하고, 둘째는, 패킷 손실의 영향을 최소화하는 패킷화 방식이 선택되어야 한다. 비트스트림 세그먼트 집합 I의 선택은 위에서 논의되었고, 패킷화 방식의 선택에 관한 논의는 아래에서 한다.

수학식 2는 스트리밍 성능이 패킷들 사이의 의존성에 민감함을 나타낸다. 따라서, 패킷들 사이의 낮은 의존성을 제공하는 패킷화 방식은 더 좋은 성능을 제공할 것이다. 아래에서는 (도 6을 참조하여 논의되었던) 베이스라인 패킷화 방식에 대한 대안으로서 고려될 수 있는 두가지 패킷화 방식을 논의할 것이다. 앞서 설명된 바와 같이, 베이스라인 패킷화 방식은 단순하고 간단하나, 패킷들 사이의 강한 의존성을 도입한다. 아래에서는 패킷들 사이의 의존성을 상당히 감소시키는 이진 트리 패킷화 방식과, 패킷들 사이의 의존성을 제거하는 패킷 독립 패킷화 방식을 논의할 것이다.

이진 트리 패킷화 방식

도 8은 이진 트리 패킷화 방식에 따라 두개의 프레임들을 패킷화하는 과정을 도시하는데, 도 6을 참조하여 위에서 설명했던 베이스라인 패킷화 방식을 사용했을 때 발견되는 것보다 상당히 적은 패킷 의존성을 제공한다. FGS 강화 비트 평면들의 비트스트림 세그먼트들은 일반적으로 크기가 대략 지수 함수적으로 증가하는 경향이 있다. 따라서, 프레임의 강화 레이어들은 이진 트리로 자연스럽게 표현될 수 있는데, 이진 트리 내의 각 노드는 비트스트림 세그먼트를 나타내고 예지들은 의존성을 나타낸다. 잘 정렬된 이진 트리 구조는 위에서부터 아래로 왼쪽 차일드를 그 페어런트의 왼쪽에 정렬하고 오른쪽 차일드를 그 페어런트의 오른쪽에 정렬하여 구성된다.

도 8에 도시된 바와 같이, 패킷들 사이의 의존성은 상당히 감소된다. 예를 들어, 패킷 P₁이 손실되면, 패킷 P₃, P₄, P₅, 및 P₆도 영향을 받지만, 패킷 P₂, P₇, P₈, P₉, 및 P₁₀은 완전히 복호화 가능하게 남는다. 이진 트리 패킷화 방식의 아래쪽으로는 패킷 크기가 노드에 따라 변화한다.

이진 트리 내의 각 노드는 (레이트, 왜곡) 쌍과 연관된다. 가용 비트레이트에 따라, 이진 트리는 주어진 비트레이트에 대해 최대의 왜곡 감소를 제공하는 노드들을 선택하기 위해 레이트-왜곡(R-D) 기준을 이용하여 가지치기된다. 예를 들어, 도 8에 도시된 프레임들에 있어서, 4번째 비트 평면에서 몇 개의 비트스트림 세그먼트만 남게 된다. 일 실시예에서, 바람직한 전송 패킷 길이 (예를 들어 5kilo-bits)가 정의되어 페어런트 노드와 두 개의 차일드 노드가 하나의 전송 패킷으로 그룹화될 수 있게 한다.

패킷 독립 패킷화 방식

도 9는 패킷들 사이의 의존성을 제거하는 패킷 독립 패킷화 방식에 따라 다수의 매크로블럭들을 패킷화하는 과정을 도시한다. 위에서 논의한 바와 마찬가지로, FGS 및 PFGS 부호화 스킴들에서 모두 사용된 비트 평면 부호화 때문에, 같은 매크로블럭의 강화 레이어 비트스트림 세그먼트들 사이에는 강한 의존성이 있으나, 다른 매크로블럭들의 비트스트림 세그먼트들 사이에는 의존성이 없다. 따라서, 패킷 독립 패킷화 방식은 같은 매크로블럭의 모든 비트 평면들로부터의 비트스트림 세그먼트들을 같은 패킷으로 패킷화한다. 그러므로, 수학식 2로 정의된 성능값은 다음과 같이 변환될 수 있다.

수학적식 8

$$g_2 = \sum_{(f,l,i) \in I} \Delta D(f,l,i) \times (1 - p_e(f,l,i))$$

[0117]

[0118]

[0119]

여기서 레이트 제한은 불변으로 남아있다.

위에서 설명된 바와 같이, $\Delta D(f, l, i)$ 항은 (f, l, i) 가 성공적으로 복호화되면 달성되는 왜곡 감소를 나타낸다. 매크로블럭을 최소 단위로 이용하여, R-D 기반의 선택 방식이 매크로블럭 수준에서 적용된다. 매크로블럭의 각 레이어는(레이트, 왜곡) 쌍으로 표현되고, 주어진 목표 비트레이트에 대해, 라그랑지안 최소화 문제에서 같은-기울기 인수가 이용되어 라그랑지안 오브젝티브 함수 $D + \lambda R$ 가 최소화되도록 어떤 매크로블럭들 및 각 매크로블럭의 어떤 레이어들이 선택되어야 하는지를 결정한다. 즉, 비트스트림 세그먼트들이 어떤 레이어 및 어떤 매크로블럭들로부터 유래된 것인지에 상관없이, 대역폭 제한을 준수하면서 가장 최대의 왜곡 감소를 제공하는 비트스트림 세그먼트들만이 선택된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 다른 매크로블럭들 각각에 대해 다른 레이어 개수들이 선택될 수 있다. 예를 들어, 매크로블럭(10)은 세개의 레이어들만을 포함하는데 반해, 매크로블럭들(0, 3, 6, 및 7) 각각은 다섯개의 레이어들을 포함한다.

[0120]

비트스트림 선택 후, 패킷들은 같은 매크로블럭의 선택된 비트 평면들 모두가 같은 패킷으로 패킷화되는 방식으로 생성되어 패킷 의존성을 제거한다. 선정된 패킷 길이에 도달할 때, 패킷이 형성되고, 다른 매크로블럭들로부터의 임의의 나머지 선택된 비트스트림들은 새로운 패킷들로 패킷화될 수 있다. 주어진 매크로블럭으로부터의 선택된 비트스트림 세그먼트들이 모두 같은 패킷 내에 패킷화되었다면, 다수의 매크로블럭들로부터의 비트스트림 세그먼트들이 같은 패킷 내에 패킷화될 수 있다.

[0121]

도 9에 화살표로 도시된 바와 같이, 비트스트림 세그먼트들을 같은 패킷 내로 패킷화하는 것을 용이하게 하기 위해 래스터 스캔 순서화가 채택된다. 래스터 스캔 순서화는 비트스트림 세그먼트들이 그들의 R-D 기여분에 따라 가장 중요한 비트스트림 세그먼트로부터 가장 덜 중요한 비트스트림 세그먼트까지의 순서로 패킷화되도록 한다.

[0122]

FGS/PFGS 비디오 비트스트림들의 패킷화 방법들

[0123]

비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)에 의해 수행되는 FGS/PFGS 비디오 비트스트림들의 패킷화는 컴퓨터에 의해 실행되는 어플리케이션 모듈들과 같은 컴퓨터 실행가능 명령들의 일반적인 컨텍스트로 설명될 수 있다. 일반적으로, 어플리케이션 모듈들은 특정한 임무들을 수행하거나 특정한 추상적인 데이터 타입들을 구현하는 루틴, 프로그램, 오브젝트, 컴포넌트, 데이터 구조 등을 포함한다. FGS/PFGS 비디오 비트스트림 패킷화 시스템은 임의의 수의 프로그래밍 기술들을 이용하여 구현될 수도 있고, 로컬 컴퓨팅 환경에서 구현될 수도 있고, 혹은 임의의 수의 컴퓨테이션 프로토콜들을 기반으로 다양한 컴퓨테이션 네트워크들을 통해 링크된 원격 프로세싱 장치들에 의해 임무들이 수행되는 분산 컴퓨팅 환경에서 구현될 수도 있다. 이러한 분산 컴퓨팅 환경에서, 어플리케이션 모듈들은 메모리 저장 장치를 포함하는 로컬 및 원격 컴퓨터 저장 매체 모두에 위치될 수 있다.

[0124]

도 10은 비디오 스트림들의 부호화 및 패킷화 방법의 예를 도시한다. 예시적인 목적으로, 도 10은 도 1에 도시된 컴포넌트들을 참조하여 설명될 것이다.

[0125]

블럭(1002)에서, 비디오 스트림은 FGS/PFGS 부호화 스킴에 따라 부호화된다. 예를 들어, 비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)의 FGS/PFGS 부호기(116)는 부호화될 비디오 스트림을 수신하고, 매크로블럭 기반 PFGS 부호화 스킴을 적용하여, (예를 들어 도 4를 참조하여 설명한 바와 같이) 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트들의 집합을 제공한다.

[0126]

블럭(1004)에서, 비디오 부호화 컴퓨터 시스템(102)은 각 부호화 비디오 비트스트림 세그먼트에 대한 위치, 필요한 비트레이트, 및 총 왜곡 감소 기여분에 관련된 데이터를 모은다. 일 실시예에 있어서, 이 데이터는 (블럭(1002)를 참조하여 설명된) 부호화 프로세스의 일부로서 수집된다. 대안적으로, 데이터는 비트스트림 세그먼트들이 부호화된 후 별도의 프로세스 도안 수집될 수 있다. FGS/PFGS 부호화 프로세스 동안 데이터를 수집하는 방법의 예는 도 11을 참조하여 아래에서 더 상세히 설명된다.

[0127]

블럭(1006)에서, 비트스트림 선택기(118)는 패킷화를 위한 비트스트림 세그먼트들의 집합을 결정한다. 설명되는 예에서, 비트스트림 세그먼트들의 집합은 각 비트스트림의 위치(프레임, 비트 평면, 및 매크로블럭), 필요한 비트레이트, 및 왜곡 감소에 대한 총 기여분에 기초하여 선택된다. 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하는

방법의 예는 도 12를 참조하여 아래에서 더 상세히 설명된다.

- [0128] 블럭(1008)에서, 패킷 생성기(120)는 선택된 비트스트림 세그먼트들을 패킷들 사이의 의존성을 최소화하기 위한 패킷화 방식에 따라 패킷화한다. 한가지 실시예는 앞서 설명된 이진 트리 패킷화 방식을 이용하는 반면에, 다른 대안적인 실시예는 앞서 설명한 패킷 독립 패킷화 방식을 이용한다. 일 실시예에 있어서, 래스터-스캔 순서화는 선택된 비트스트림 세그먼트들이 그들의 왜곡 감소 기여분에 따라 가장 중요한 비트스트림 세그먼트로부터 가장 덜 중요한 비트스트림 세그먼트까지로 패킷 내에 순서화되도록 하기 위해 채택된다.
- [0129] 도 11은 각 부호화 비트스트림 세그먼트에 대한 위치, 필요한 비트레이트, 왜곡 감소에 대한 총 기여분과 관련된 데이터를 모으는 방법의 예(1004)를 나타낸다.
- [0130] 블럭(1102)에서, FGS/PFGS 부호기(116)는 각 부호화 비트스트림 세그먼트에 대한 위치 데이터(어떤 프레임, 어떤 비트 평면, 어떤 매크로블럭인지를 포함함)를 모은다. 이 위치는 부호화 프로세스 동안 부호기에게 쉽게 입수될 수 있고, 쉽게 기록된다.
- [0131] 블럭(1104)에서, FGS/PFGS 부호기(116)는 현재 프레임 내의 각 강화 레이어 비트스트림 세그먼트에 대해 HPHR 모드와 HPLR 모드의 퍼센트를 결정한다. (FGS 부호화 스킵에 기반을 둔 부호화라면, 이 값들은 모두 0이다.)
- [0132] 블럭(1106)에서, FGS/PFGS 부호기(116)는 각각의 부호화 강화 레이어 비트스트림 세그먼트에 대해 필요한 비트레이트 및 총 왜곡 감소 기여분을 계산한다. 설명되는 예에서, 드리프팅 억제는 고품질 기준으로서 이용되지 않는 각 비트스트림 세그먼트에 대해 0으로 초기화되는데, 그 이유는 어떠한 드리프팅 에러도 미래의 프레임들에 전파되지 않을 것이기 때문이다. 이 데이터는 미래의 드리프팅 추정값들을 결정하는데에 이용하기 위해 버퍼에 저장된다.
- [0133] 그런 다음 추정 드리프팅 기여분이 고품질 기준으로서 이용되는 각 강화 레이어 비트스트림 세그먼트에 대해 계산된다. 드리프팅이 프레임들 사이의 거리가 멀어질 수록 감소된다는 사실에 기인하여 상대적으로 작은 개수의 프레임들이 드리프팅 억제를 추정하기 위해 이용될 수 있다. 설명되는 예에서, N개(예를 들어 10개)의 프레임들의 그룹이 추정 드리프팅 억제를 계산하기 위해 이용된다. (N 프레임들의 거리 내의) 모든 이전의 프레임 각각에 대해 그 프레임과 연관된 드리프팅 억제가 추정되고 현재 프레임 내의 HPHR 및 HPLR 모드들의 퍼센트에 기초하여 갱신된다. 그런 다음 드리프팅 억제는 총 기여분으로 누적된다.
- [0134] 블럭(1108)에서, 모든 N 프레임들의 드리프팅 억제가 추정된 후, 모여진 데이터는 사이트 정보 파일에 출력되어 패킷화를 위해 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하기 위해 이용된다.
- [0135] 도 12는 패킷화될 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하기 위한 방법의 예를 도시한다.
- [0136] 블럭(1202)에서, 비트스트림 선택기(118)는 특정 시간 스롯에 대해 네트워크(106)와 연관된 가용 대역폭을 추정한다.
- [0137] 블럭(1204)에서, 비트스트림 선택기(118)는 비디오 스트림의 고유 특성인 프레임 레이트에 기초하여 전송될 프레임들의 개수(M)를 결정한다.
- [0138] 블럭(1204)에서, 비트스트림 선택기(118)는 사이트 정보 파일에 저장된 데이터를 로드한다. (이것은 각 부호화 비트스트림 세그먼트들 대한 위치, 필요한 비트레이트, 및 총 왜곡 감소 기여분을 포함한다.)
- [0139] 블럭(1206)에서, 비트스트림 선택기(118)는 같은 매크로블럭의 다른 비트 평면들에 대한 레이트들과 왜곡 감소 기여분들을 검사하여 R-D 커브가 볼록형임을 검증하는데, 이는 이전에 정의된 라그랑지안 최소화 문제에 대한 해가 구해질 수 있음을 보장한다.
- [0140] 블럭(1208)에서, 비트스트림 선택기(118)는 표준 라그랑지안 최소화 문제의 같은-기울기 인수에 기초하여 각 매크로블럭에 대해 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택한다.
- [0141] 비록 본 발명의 시스템 및 방법은 구조적인 특징 및/또는 방법적인 단계들에 특정된 언어로 기술되었지만, 특허 청구범위에 정의된 본 발명은 설명된 특징 또는 단계들에만 한정될 필요는 없다. 다만, 이 특징들 및 단계들은 청구된 발명을 구현하는 바람직한 형태로서 개시된 것일 뿐이다.

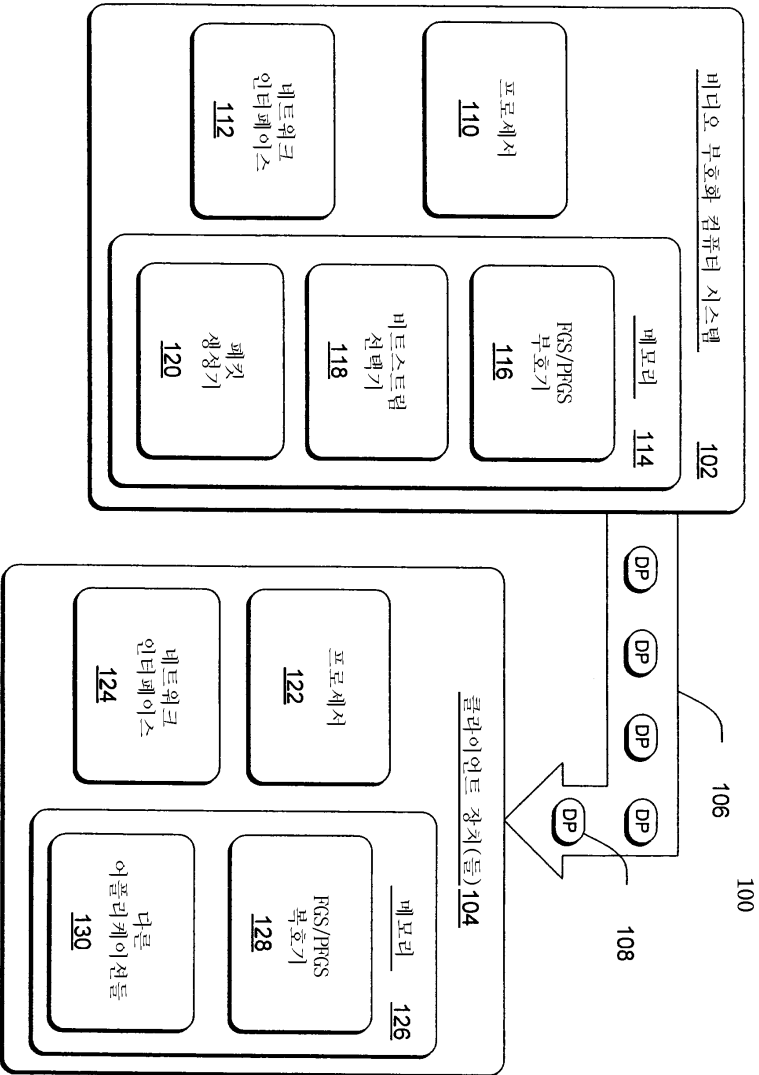
발명의 효과

- [0142] 본 발명에 따르면, 데이터 패킷들 사이의 의존성이 최소화되는 FGS/PFGS 부호화 비디오 비트스트림들을 패킷화

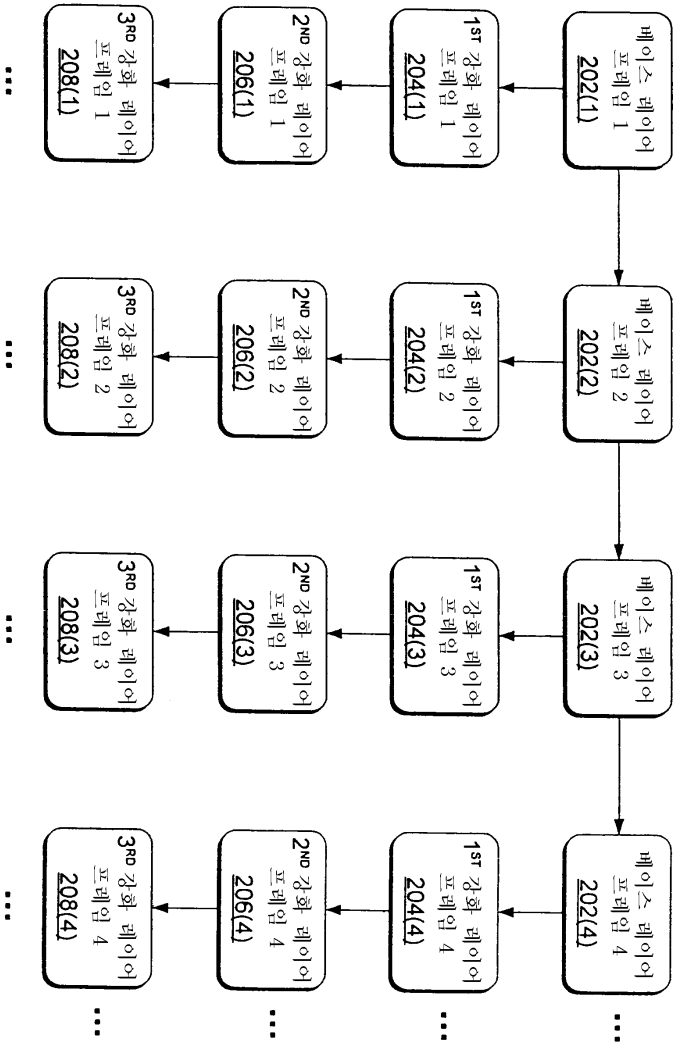
하는 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 FGS/PFGS 비디오 스트림들의 패킷화가 구현될 수 있는 비디오 부호화 시스템의 예를 도시한다.
- [0002] 도 2는 미세 세분 계위(FGS) 부호화 스킴의 아키텍처의 예를 도시한다.
- [0003] 도 3은 두개의 기준을 갖는 프레임 기반의 순차 미세 세분 계위(PFGS) 부호화 스킴을 도시한다.
- [0004] 도 4는 매크로블럭 기반의 PFGS 부호화 스킴의 아키텍처의 예를 도시한다.
- [0005] 도 5는 FGS 또는 PFGS 부호화 스킴들에 의해 생성된 비트 평면들 사이의 의존성을 나타낸다.
- [0006] 도 6은 베이스라인 패킷화 방식에 따른 두 프레임들의 패킷화를 예시한다.
- [0007] 도 7은 PFGS 비트스트림 세그먼트들과 연관된 드리프팅 억제를 추정하기 위한 에러 전파 모델을 예시한다.
- [0008] 도 8은 이진 트리 패킷화 방식에 따른 두개의 프레임들의 패킷화를 예시한다.
- [0009] 도 9는 매크로블럭 기반의 패킷화 방식에 따른 몇개의 프레임들의 패킷화를 예시한다.
- [0010] 도 10은 비디오 비트스트림을 부호화하고 패킷화하기 위한 방법의 예를 도시한다.
- [0011] 도 11은 패킷화될 비트스트림 세그먼트들의 집합의 선택을 지원하기 위해 부호화된 비디오 스트림과 연관된 데이터들을 모으는 방법의 예를 도시한다.
- [0012] 도 12는 패킷화될 비트스트림 세그먼트들의 집합을 선택하는 방법의 예를 도시한다.
- [0013] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0014] 100: 스트리밍 비디오 시스템
- [0015] 102: 비디오 부호화 컴퓨터 시스템
- [0016] 104: 클라이언트 장치들
- [0017] 106: 네트워크
- [0018] 108: 데이터 패킷들
- [0019] 110: 프로세서
- [0020] 114: 메모리
- [0021] 116: FGS/PFGS 부호기
- [0022] 118: 비트스트림 선택기
- [0023] 120: 패킷 생성기
- [0024] 126: 메모리
- [0025] 128: FGS/PFGS 복호기
- [0026] 130: 다른 어플리케이션들

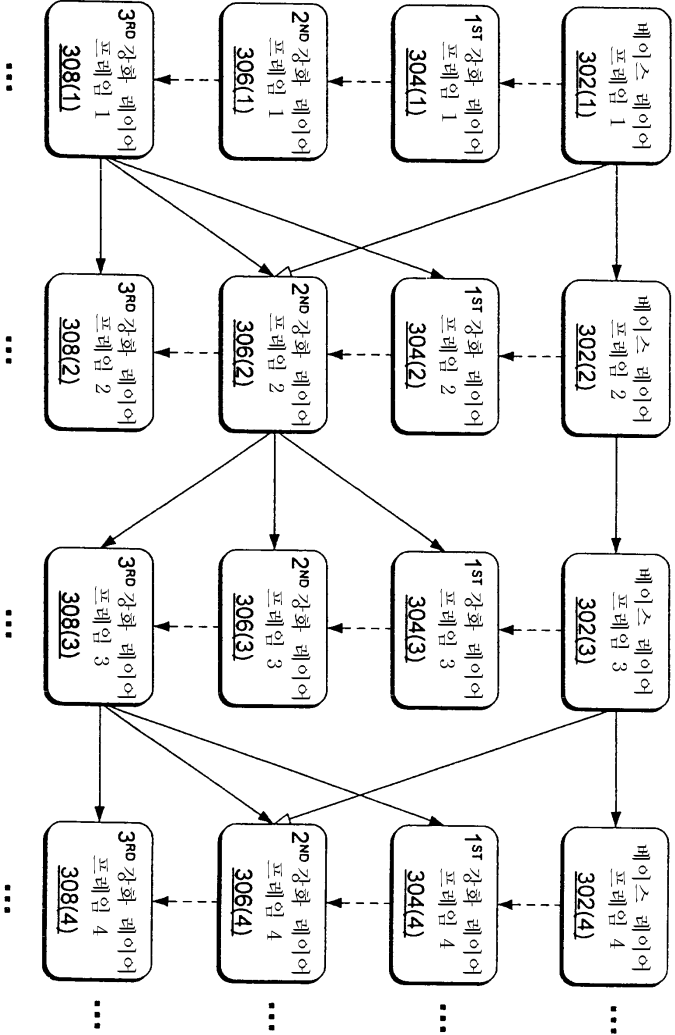


도면
도면1

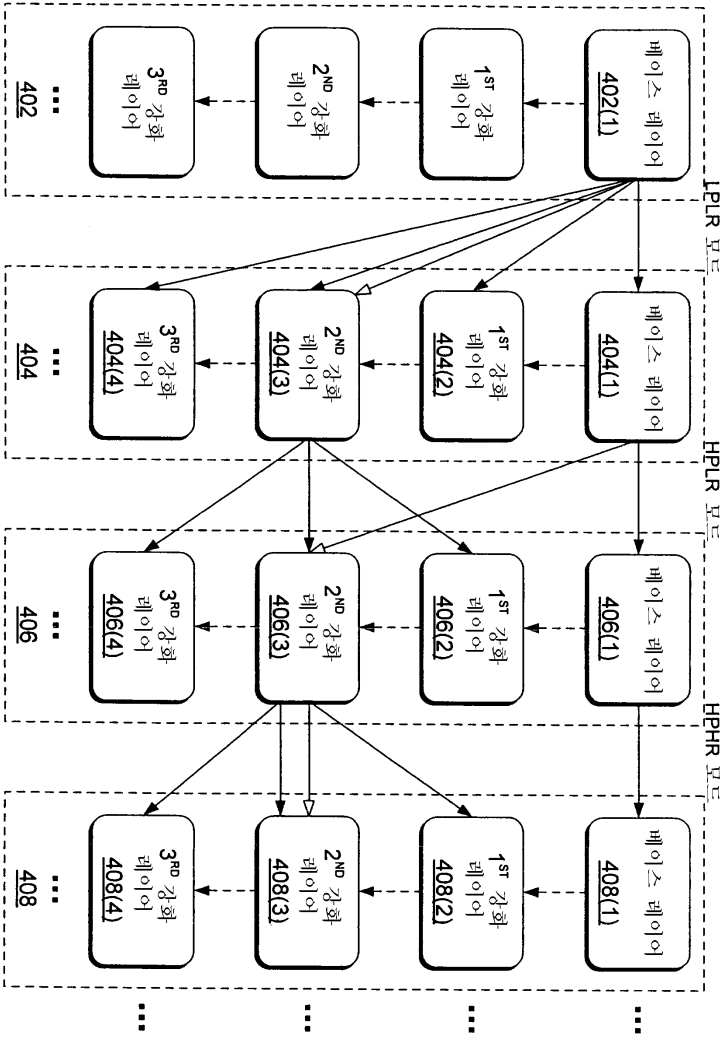


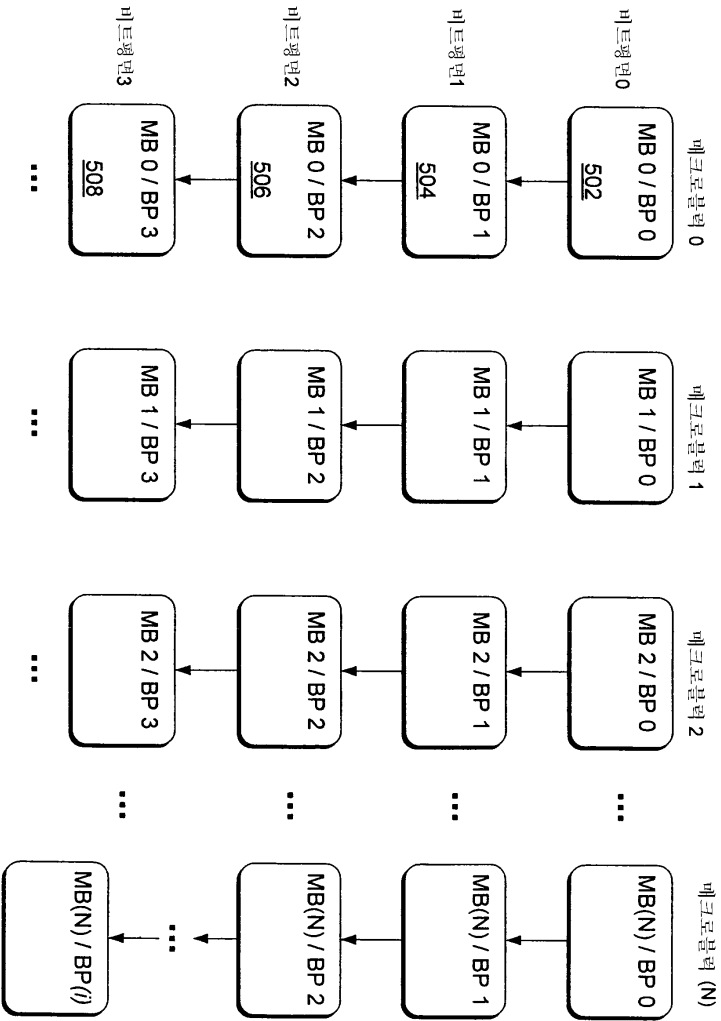
도면2

도면3



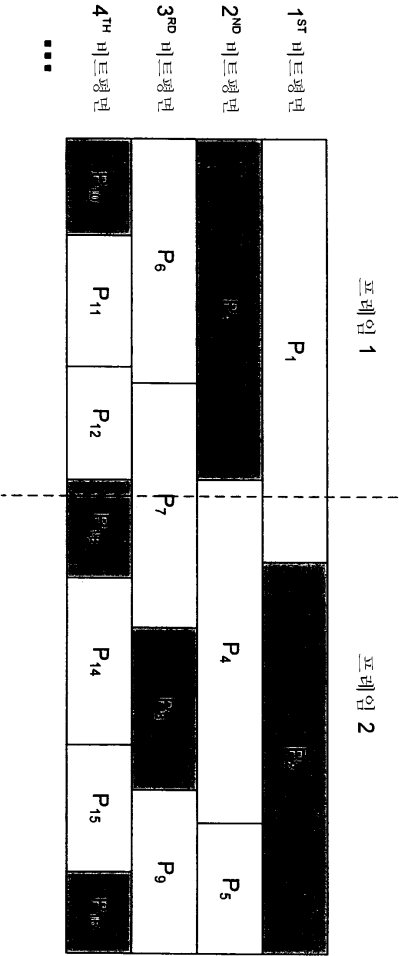
도면4



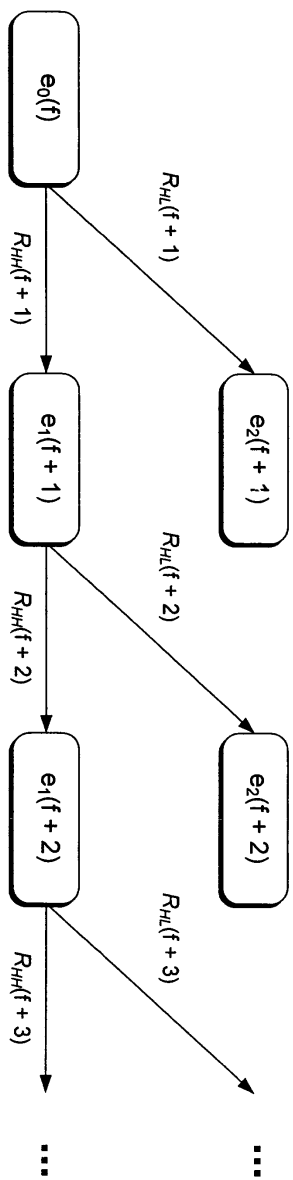


도면5

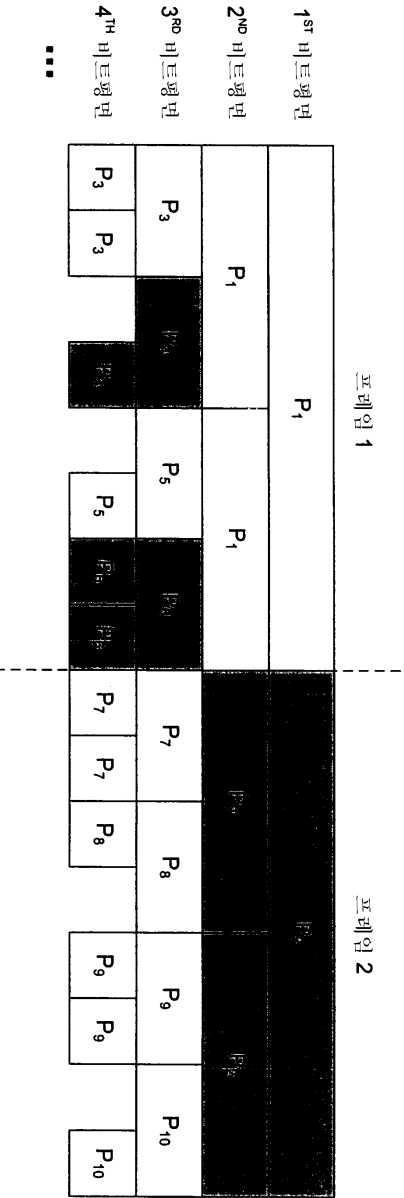
도면6



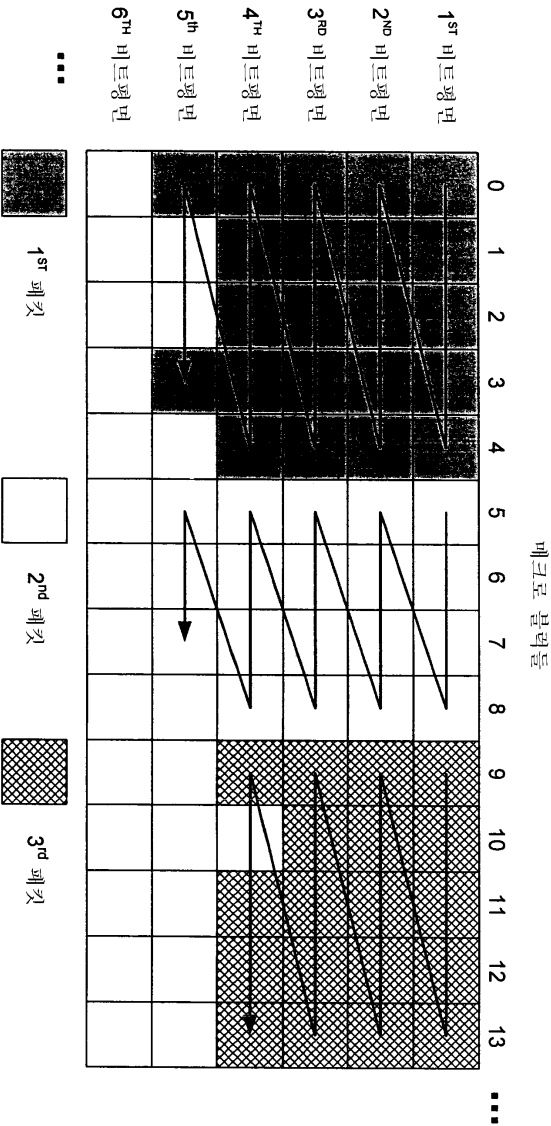
도면7



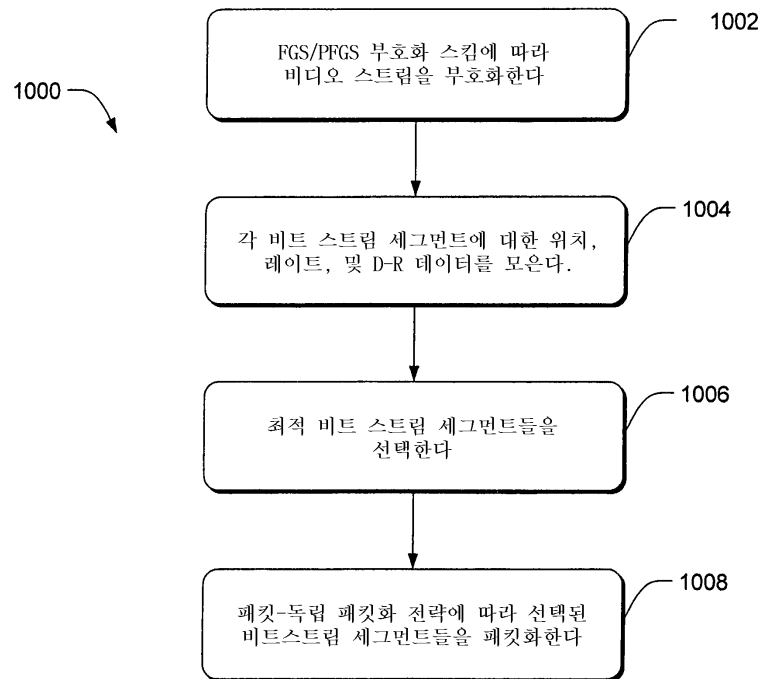
도면8



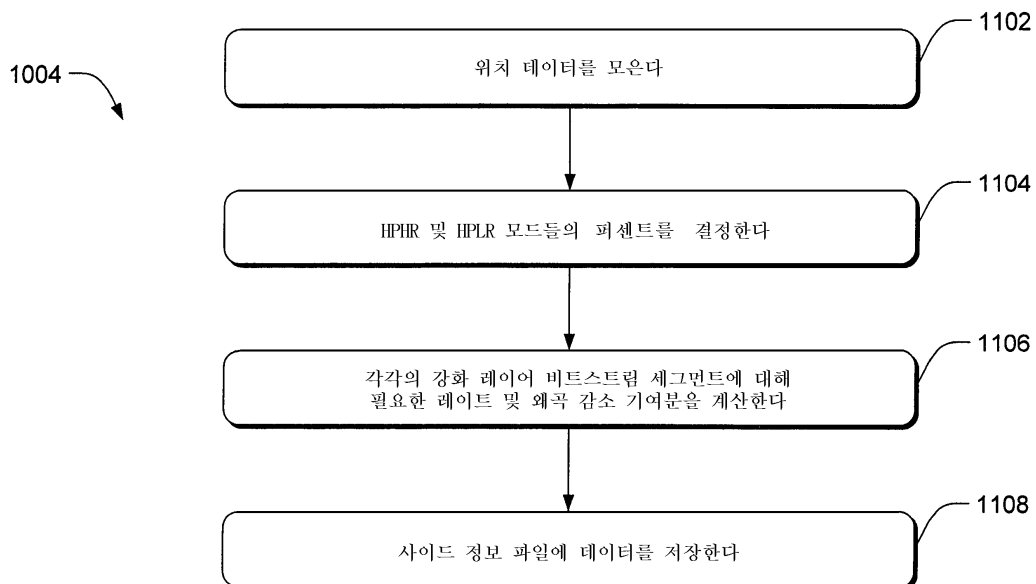
도면9



도면10



도면11



도면12

