

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 12월 1일 (01.12.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/190690 A1

- (51) 국제특허분류:
H04N 19/176 (2014.01) H04N 19/124 (2014.01)
H04N 19/109 (2014.01) H04N 21/44 (2011.01)
H04N 19/105 (2014.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/005599
- (22) 국제출원일: 2016년 5월 26일 (26.05.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/166,667 2015년 5월 26일 (26.05.2015) US
- (71) 출원인: 엘지전자(주) (LG ELECTRONICS INC.)
[KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul
(KR). 유니버시티 오브 서던 캘리포니아 (UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA) [US/US];
90089-0701 캘리포니아주 로스 앤젤레스 컵 301, 에스
플라워 스트리트 3720, California (US).
- (72) 발명자: 구문모 (KOO, Moonmo); 06772 서울시 서초구
양재대로 11길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 예세

훈 (YEA, Sehoon); 06772 서울시 서초구 양재대로 11
길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR). 이범식 (LEE,
Bumshik); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, LG
전자 특허센터, Seoul (KR). 새드아미르 (SAID, Amir);
95131 캘리포니아주 산 호세 수트 250, 2540 엔 1 번가,
California (US). 에길메즈힐라미 에네스 (EGILMEZ,
Hilmi Enes); 90089-0701 캘리포니아주 로스 앤젤레스
컵 301, 에스 플라워 스트리트 3720, California (US). 오르
테가안토니오 (ORTEGA, Antonio); 90089-0701 캘리
포니아주 로스 앤젤레스 컵 301, 에스 플라워 스트리트
3720, California (US).

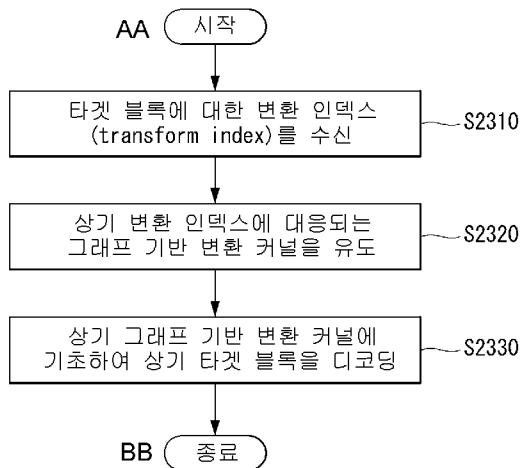
(74) 대리인: 특허법인 로알 (ROYAL PATENT & LAW
OFFICE); 08806 서울시 관악구 남부순환로 2072, 도
원회관 빌딩 1층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING VIDEO SIGNAL BY USING ADAPTIVE AND SEPARABLE GRAPH-BASED TRANSFORM

(54) 발명의 명칭 : 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 처리하는 방법 및 장치



- S2310 ... Receive transform index for target block
S2320 ... Induce graph-based transform kernel
corresponding to transform index
S2330 ... Decode target block on basis of graph-based
transform kernel
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: The present invention provides a method for decoding a video signal by using an adaptive and separable graph-based transform, comprising the steps of: receiving a transform index for a target block from the video signal, wherein the transform index indicates a graph-based transform to be applied to the target block; inducing a graph-based transform kernel corresponding to the transform index; and decoding the target block on the basis of the graph-based transform kernel.

(57) 요약서: 본 발명은, 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 디코딩하는 방법에 있어서, 상기 비디오 신호로부터, 타겟 블록에 대한 변환 인덱스(transform index)를 수신하는 단계, 여기서 상기 변환 인덱스는 상기 타겟 블록에 적용될 그래프 기반 변환을 가리킴; 상기 변환 인덱스에 대응되는 그래프 기반 변환 커널을 유도하는 단계; 및 상기 그래프 기반 변환 커널에 기초하여 상기 타겟 블록을 디코딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.



LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 처리하는 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 그래프 기반 변환(graph-based transform)을 이용하여 비디오 신호를 인코딩, 디코딩하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 차분 신호의 서로 다른 특성에 따라 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 (separable graph-based transform)을 적용하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 압축 부호화란 디지털화한 정보를 통신 회선을 통해 전송하거나, 저장 매체에 적합한 형태로 저장하기 위한 일련의 신호 처리 기술을 의미한다. 영상, 이미지, 음성 등의 미디어가 압축 부호화의 대상이 될 수 있으며, 특히 영상을 대상으로 압축 부호화를 수행하는 기술을 비디오 영상 압축이라고 일컫는다.
- [3] 차세대 비디오 콘텐츠는 고해상도(high spatial resolution), 고프레임율(high frame rate) 및 영상 표현의 고차원화(high dimensionality of scene representation)라는 특징을 갖게 될 것이다. 그러한 콘텐츠를 처리하기 위해서는 메모리 저장(memory storage), 메모리 액세스율(memory access rate) 및 처리 전력(processing power) 측면에서 엄청난 증가를 가져올 것이다.
- [4] 따라서, 차세대 비디오 콘텐츠를 보다 효율적으로 처리하기 위한 코딩 툴을 디자인할 필요가 있다.
- [5] 특히, 그래프는 픽셀 간 관계 정보를 기술하는데 유용한 데이터 표현 형태로서, 이러한 픽셀 간 관계 정보를 그래프로 표현하여 처리하는 그래프 기반 신호 처리 방식이 활용되고 있다. 이러한 그래프 기반 신호 처리는 각 신호 샘플이 꼭지점(vertex)을 나타내며 신호의 관계들이 양의 가중치를 가지는 그래프 에지로 나타내어지는 그래프를 사용하여 샘플링, 필터링, 변환 등과 같은 개념들을 일반화할 수 있다.
- [6] 일반적으로, 차분 신호를 인코딩할 때 분리가능한 DCT(separable Discrete Cosine Transform)가 이용된다. 분리가능한 DCT의 주요 문제는 모든 차분 신호가 동일한 등방성의 통계적 특성(isotropic statistical property)을 갖는다는 모호한 가정을 하고 있다는 것이다. 그러나, 실제로 차분 블록들은 예측 방법 및 비디오 콘텐츠에 따라 매우 다른 통계적 특성을 가질 수 있다. 따라서, 차분 블록의 통계적 특성에 적응적일 수 있는 다른 변환을 이용함으로써 압축 효율을 향상시킬 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 디자인하고자 한다.

- [8] 본 발명은, 차분 블록의 통계적 특성에 적응적인 그래프 기반 변환을 적용하는 방법을 제공하고자 한다.
- [9] 본 발명은, 2개의 1D 변환을 결합하여 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 정의하고자 한다.
- [10] 본 발명은, 에지 가중치 및 자기 루프에 기초하여 라인 그래프를 선택하는 방법을 제공하고자 한다.
- [11] 본 발명은, 다양한 타입의 라인 그래프들을 이용하여 그래프 기반 변환 커널을 생성하는 방법을 제공하고자 한다.
- [12] 본 발명은, 그래프 기반 변환에 대한 템플릿을 정의하고 이를 시그널링하는 방법을 제공하고자 한다.
- [13] 본 발명은, 코딩 블록의 행 방향과 열 방향에 대해 서로 다른 분리 가능한 그래프 기반 변환을 적용하는 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [14] 본 발명은, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 적용하는 방법을 제공한다.
- [15] 본 발명은, 차분 블록의 통계적 특성에 적응적인 그래프 기반 변환을 적용하는 방법을 제공한다.
- [16] 본 발명은, 2개의 1D 변환을 결합하여 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 정의하는 방법을 제공한다.
- [17] 본 발명은, 에지 가중치 및 자기 루프에 기초하여 라인 그래프를 선택하는 방법을 제공한다.
- [18] 본 발명은, 다양한 타입의 라인 그래프들을 이용하여 그래프 기반 변환 커널을 생성하는 방법을 제공한다.
- [19] 본 발명은, 그래프 기반 변환에 대한 템플릿을 정의하고 이를 시그널링하는 방법을 제공한다.
- [20] 본 발명은, 코딩 블록의 행 방향과 열 방향에 대해 서로 다른 분리 가능한 그래프 기반 변환을 적용하는 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [21] 본 발명에 따른, 변환에서의 충분한 다양성은 서로 다른 비디오 부분들에서의 통계적 특성들의 변화에 대해 빠른 적응을 가능하게 한다. 또한, 비분리 변환과 비교할 때, 제안된 변환은 더 낮은 계산 복잡도를 가지며, 변환 선택 정보를 시그널링하는데 낮은 오버헤드를 갖는다.
- [22] 또한, 본 발명은, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 적용함으로써 보다 효율적으로 비디오 신호를 처리할 수 있으며, 코딩 블록의 행 방향과 열 방향에 대해 서로 다른 분리 가능한 그래프 기반 변환을 적용함으로써 보다 효율적인 코딩을 수행할 수 있게 된다.
- [23] 또한, 본 발명은, 변환을 적응적으로 적용할 수 있는 유연성을 확보하며, 연산

복잡도를 감소시킬 수 있으며, 서로 다른 비디오 세그먼트들에서 변화하는 통계적 특성에 대해 보다 빠른 적응을 가능하게 하며, 변환을 수행함에 있어서의 변동성을 제공할 수 있다.

[24] 또한, 본 발명은, 분리 가능한 변환을 이용함으로써 비디오 신호를 코딩하기 위한 연산 복잡도를 감소시킬 수 있으며, 변환 행렬의 전송 및 변환 선택에서의 오버헤드를 현저히 감소시킬 수 있다.

[25] 또한, 본 발명은 그래프 기반 변환에 대한 템플릿을 정의하고 이를 시그널링하는 방법을 제공함으로써 그래프 정보를 코딩하기 위한 오버헤드를 현저히 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[26] 도 1은 본 발명이 적용되는 실시예로서, 비디오 신호의 인코딩이 수행되는 인코더의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[27] 도 2는 본 발명이 적용되는 실시예로서, 비디오 신호의 디코딩이 수행되는 디코더의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[28] 도 3은 본 발명이 적용되는 일 실시예에 따라 비디오 프레임 내 8x8 블록 내에서의 통계적 관계를 모델링하기 위해 사용된 그래프의 예들을 나타낸다.

[29] 도 4는 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 가중치 분포를 나타내는 2가지 형태의 그래프를 나타낸다.

[30] 도 5는 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 1차원 그래프와 2차원 그래프에 기초하여 그래프 기반 변환 매트릭스를 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[31] 도 6은 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 분리가능한 변환(separable transform)을 적용하기 위한 변환 기저가 될 수 있는 1차원 그래프들의 예를 나타낸다.

[32] 도 7은 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 2차원 그래프의 각 라인마다 서로 다른 분리가능한 변환(separable transform)을 적용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[33] 도 8은 본 발명이 적용되는 실시예로서, 그래프 기반의 신호를 처리하는 인코더의 개략적 블록도를 예시한다.

[34] 도 9는 본 발명이 적용되는 실시예로서, 그래프 기반의 신호를 처리하는 디코더의 개략적 블록도를 예시한다.

[35] 도 10은 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 그래프 기반 변환부의 내부 블록도를 나타낸다.

[36] 도 11은 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 인트라 예측 모드에 따른 8x8 변환 블록 내 차분 픽셀 값들의 변화를 나타낸다.

[37] 도 12는 본 발명이 적용되는 일 실시예로서, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

- [38] 도 13은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 그래프 타입과 그에 따른 변환 유형을 설명하기 위한 테이블을 나타낸다.
- [39] 도 14 내지 도 16은 본 발명이 적용되는 일실시예들로서, 에지 가중치(edge weight) 및 자기 루프(self-loop)에 따른 변환 유형을 설명하기 위한 도면들이다.
- [40] 도 17은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, $N \times N$ 인트라 방향성 예측 블록 내 서브 블록에서 2 라인 그래프를 설명하기 위한 도면이다.
- [41] 도 18은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, $N \times N$ 블록 내 수평 방향으로 L 개의 서브 블록에 대해 L 개의 변환이 할당되는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [42] 도 19는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, $N \times N$ 블록 내 수직 방향으로 M 개의 서브 블록에 대해 M 개의 변환이 할당되는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [43] 도 20은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, DCT(Discrete Cosine Transform), ADST(Asymmetric Discrete Sine Transform) 및 RADST(Reverse Asymmetric Discrete Sine Transform)에 연관된 그래프 및 분리가능한 그래프 기반 변환을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [44] 도 21은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 3개의 분리가능한 변환(DCT, ADST 및 RADST)의 조합에 의해 생성될 수 있는 7개의 분리가능한 변환들의 예를 나타낸다.
- [45] 도 22는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 고정된 DCT, ADST 대비 적응적으로 다른 변환을 선택하는 방법에 대해 평균 PSNR vs BPP(Bit Per Pixel)의 비교 결과를 나타낸다.
- [46] 도 23은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 변환 인덱스를 이용하여 분리가능한 그래프 기반 변환 커널을 유도하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [47] 도 24는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환 커널을 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [48] 본 발명은, 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 디코딩하는 방법에 있어서, 상기 비디오 신호로부터, 타겟 블록에 대한 변환 인덱스(transform index)를 수신하는 단계, 여기서 상기 변환 인덱스는 상기 타겟 블록에 적용될 그래프 기반 변환을 가리킴; 상기 변환 인덱스에 대응되는 그래프 기반 변환 커널을 유도하는 단계; 및 상기 그래프 기반 변환 커널에 기초하여 상기 타겟 블록을 디코딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.
- [49] 본 발명에서, 상기 타겟 블록이 수평 방향 또는 수직 방향으로 파티션된 M 개 또는 N 개의 서브 블록들로 구성된 경우, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응되는 것을 특징으로 한다.
- [50] 본 발명에서, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 변환 인덱스에 따라 각 서브

블록마다 유도되며, 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용되는 것을 특징으로 한다.

[51] 본 발명에서, 상기 서로 다른 변환 타입은 DCT, ADST 및 RADST 중 적어도 2개를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[52] 본 발명에서, 상기 그래프 기반 변환 커널은 복수개의 1차원 그래프 기반 변환들의 결합에 기초하여 생성된, 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널인 것을 특징으로 한다.

[53] 본 발명에서, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 타겟 블록의 행 또는 열마다 기정의된 것을 특징으로 한다.

[54] 본 발명에서, 상기 변환 인덱스는 코딩 유닛, 예측 유닛 또는 변환 유닛 중 적어도 하나의 유닛마다 수신되는 것을 특징으로 한다.

[55] 본 발명은, 적응적인 분리가 가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 인코딩하는 방법에 있어서, 타겟 블록을 수평 또는 수직 방향으로 복수개의 서브 블록들로 파티셔닝하는 단계; 상기 복수개의 서브 블록들 각각에 대해 라인 그래프를 생성하는 단계; 상기 라인 그래프에 기초하여, 그래프 기반 변환 커널을 결정하는 단계; 및 상기 그래프 기반 변환 커널을 이용하여, 상기 복수개의 서브 블록들에 대해 변환을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.

[56] 본 발명에서, 상기 방법은 상기 그래프 기반 변환 커널에 대응되는 변환 인덱스를 인코딩하는 단계를 더 포함하고, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응되는 것을 특징으로 한다.

[57] 본 발명에서, 상기 그래프 기반 변환 커널은 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널을 나타내고, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 라인 그래프에 대응되는 복수개의 1차원 그래프 기반 변환들의 결합에 기초하여 생성된 것을 특징으로 한다.

[58] 본 발명은, 적응적인 분리가 가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 디코딩하는 장치에 있어서, 상기 비디오 신호로부터, 타겟 블록에 대한 변환 인덱스(transform index)를 수신하는 파싱부; 및 상기 변환 인덱스에 대응되는 그래프 기반 변환 커널을 유도하고, 상기 그래프 기반 변환 커널에 기초하여 상기 타겟 블록을 디코딩하는 역변환부를 포함하되, 상기 타겟 블록이 수평 방향 또는 수직 방향으로 파티션된 복수개의 서브 블록들로 구성된 경우, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응되고, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 변환 인덱스에 따라 각 서브 블록마다 유도되며, 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용되는 것을 특징으로 하는 장치를 제공한다.

[59] 본 발명은, 적응적인 분리가 가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 인코딩하는 장치에 있어서, 타겟 블록을 수평 또는 수직 방향으로 복수개의 서브 블록들로 파티셔닝하는 영상 분할부; 및 상기 복수개의 서브 블록들 각각에 대해 라인 그래프를 생성하고, 상기 라인 그래프에 기초하여 그래프 기반 변환 커널을

결정하고, 상기 그래프 기반 변환 커널을 이용하여, 상기 복수개의 서브 블록들에 대해 변환을 수행하는 그래프 기반 변환부를 포함하되, 상기 복수개의 서브 블록들 중 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용되는 것을 특징으로 하는 장치를 제공한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [60] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예의 구성과 그 작용을 설명하며, 도면에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.
- [61] 아울러, 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어를 사용하여 설명한다. 그러한 경우에는 해당 부분의 상세 설명에서 그 의미를 명확히 기재하므로, 본 발명의 설명에서 사용된 용어의 명칭만으로 단순 해석되어서는 안 될 것이며 그 해당 용어의 의미까지 파악하여 해석되어야 함을 밝혀두고자 한다.
- [62] 또한, 본 발명에서 사용되는 용어들은 발명을 설명하기 위해 선택된 일반적인 용어들이나, 유사한 의미를 갖는 다른 용어가 있는 경우 보다 적절한 해석을 위해 대체 가능할 것이다. 예를 들어, 신호, 데이터, 샘플, 픽처, 프레임, 블록 등의 경우 각 코딩 과정에서 적절하게 대체되어 해석될 수 있을 것이다. 또한, 파티셔닝(partitioning), 분해(decomposition), 스플리팅(splitting) 및 분할(division) 등의 경우에도 각 코딩 과정에서 적절하게 대체되어 해석될 수 있을 것이다.
- [63]
- [64] 비디오 시퀀스의 다른 부분들에서 신호의 통계적 특성을 적응적으로 변화시키는 선형 변환을 적용함으로써 압축 효율을 향상시킬 수 있다. 일반적인 통계적 방법들이 이러한 목적으로 시도되어 왔지만, 그것들은 제한적인 결과를 가져왔다. 본 발명에서는, 비디오 압축을 위한 비디오 신호의 통계적 특성을 모델링하는 더 효율적인 방법으로, 그래프 기반 신호 처리 기술을 소개한다.
- [65] 수학적 분석을 단순화하고 그래프 이론으로부터 알려진 결과를 이용하기 위해, 그래프 기반 신호 처리를 위해 개발된 대부분의 어플리케이션들은 자기 루프(self-loop)(즉, 그 자체로 노드를 연결하는 에지가 없음)없는 무방향 그래프(undirected graph)를 이용하고, 각 그래프 에지에서 음수가 아닌 에지(non-negative edge)만으로 모델링된다.
- [66] 이러한 접근은 잘 정의된 불연속성, 강한 에지를 가진 이미지 또는 깊이 이미지를 시그널링하는데 성공적으로 적용될 수 있다. 이미지 및 비디오 어플리케이션에서 N^2 픽셀 블록에 대응되는 그래프들은 일반적으로 $2N^2$ 또는 $4N^2$ 개의 음수가 아닌(non-negative) 에지 가중치에 대한 전송 오버헤드를 필요로 한다. 그래프가 정의된 이후, 코딩 또는 예측을 위한 직교 변환은 그래프

라플라시안 행렬의 스펙트럼 분해(spectral decomposition)를 계산함으로써 유도될 수 있다. 예를 들어, 상기 스펙트럼 분해를 통해 고유 벡터(eigen vector) 및 고유값(eigen value)을 획득할 수 있다.

[67] 본 발명은 전통적인 스펙트럼 분해의 새로운 일반화를 이용하여 그래프 기반 변환을 계산하는 과정을 변형하는 새로운 방법을 제공한다. 여기서, 그래프 신호로부터 획득되는 변환을 그래프 기반 변환(Graph-Based Transform, 이하 'GBT'라 함)이라 정의할 수 있다. 예를 들어, TU(Transform Unit)를 구성하는 픽셀 간의 관계 정보를 그래프로 표현한다고 할 때, 이 그래프로부터 얻어진 변환을 GBT라고 할 수 있다.

[68] 본 발명이 적용되는 스펙트럼 분해의 일반화 형태는 원하는 특성을 가진 그래프 에지 파라미터들의 부가적인 세트(additional set), 및 그래프 꼭지점 파라미터(graph vertex parameters)에 기초하여 획득될 수 있다. 이와 같은 본 발명의 실시예를 통해, 변환 특성을 더 잘 제어할 수 있고, 변환을 정의하는 벡터들의 강한 불연속성(sharp discontinuities)과 같은 문제를 회피할 수 있다. 이하에서는, 본 발명이 적용되는 실시예들을 구체적으로 살펴보도록 한다.

[69]

[70] 도 1은 본 발명이 적용되는 실시예로서, 비디오 신호의 인코딩이 수행되는 인코더의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[71] 도 1을 참조하면, 인코더(100)는 영상 분할부(110), 변환부(120), 양자화부(130), 역양자화부(140), 역변환부(150), 필터링부(160), 복호 픽처 버퍼(DPB: Decoded Picture Buffer)(170), 인터 예측부(180), 인트라 예측부(185) 및 엔트로피 인코딩부(190)를 포함하여 구성될 수 있다.

[72] 영상 분할부(110)는 인코더(100)에 입력된 입력 영상(Input image)(또는, 픽처, 프레임)를 하나 이상의 처리 유닛으로 분할할 수 있다. 예를 들어, 상기 처리 유닛은 코딩 트리 유닛(CTU: Coding Tree Unit), 코딩 유닛(CU: Coding Unit), 예측 유닛(PU: Prediction Unit) 또는 변환 유닛(TU: Transform Unit)일 수 있다.

[73] 다만, 상기 용어들은 본 발명에 대한 설명의 편의를 위해 사용할 뿐이며, 본 발명은 해당 용어의 정의에 한정되지 않는다. 또한, 본 명세서에서는 설명의 편의를 위해, 비디오 신호를 인코딩 또는 디코딩하는 과정에서 이용되는 단위로서 코딩 유닛이라는 용어를 사용하지만, 본 발명은 그에 한정되지 않으며 발명 내용에 따라 적절하게 해석 가능할 것이다.

[74]

[75] 인코더(100)는 입력 영상 신호에서 인터 예측부(180) 또는 인트라 예측부(185)로부터 출력된 예측 신호(prediction signal)를 감산하여 잔여 신호(residual signal)를 생성할 수 있고, 생성된 잔여 신호는 변환부(120)로 전송된다.

[76] 변환부(120)는 잔여 신호에 변환 기법을 적용하여 변환 계수(transform coefficient)를 생성할 수 있다. 변환 과정은 정사각형의 동일한 크기를 갖는 픽셀

블록에 적용될 수도 있고, 정사각형이 아닌 가변 크기의 블록에도 적용될 수 있다.

- [77] 양자화부(130)는 변환 계수를 양자화하여 엔트로피 인코딩부(190)로 전송하고, 엔트로피 인코딩부(190)는 양자화된 신호(quantized signal)를 엔트로피 코딩하여 비트스트림으로 출력할 수 있다.
- [78] 양자화부(130)로부터 출력된 양자화된 신호(quantized signal)는 예측 신호를 생성하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 양자화된 신호(quantized signal)는 루프 내의 역양자화부(140) 및 역변환부(150)를 통해 역양자화 및 역변환을 적용함으로써 잔여 신호를 복원할 수 있다. 복원된 잔여 신호를 인터 예측부(180) 또는 인트라 예측부(185)로부터 출력된 예측 신호(prediction signal)에 더함으로써 복원 신호(reconstructed signal)가 생성될 수 있다.
- [79]
- [80] 한편, 위와 같은 압축 과정에서 인접한 블록들이 서로 다른 양자화 파라미터에 의해 양자화됨으로써 블록 경계가 보이는 열화가 발생될 수 있다. 이러한 현상을 블록킹 열화(blocking artifacts)라고 하며, 이는 화질을 평가하는 중요한 요소 중의 하나이다. 이러한 열화를 줄이기 위해 필터링 과정을 수행할 수 있다. 이러한 필터링 과정을 통해 블록킹 열화를 제거함과 동시에 현재 픽처에 대한 오차를 줄임으로써 화질을 향상시킬 수 있게 된다.
- [81] 필터링부(160)는 복원 신호에 필터링을 적용하여 이를 재생 장치로 출력하거나 복호 픽처 버퍼(170)에 전송한다. 복호 픽처 버퍼(170)에 전송된 필터링된 신호는 인터 예측부(180)에서 참조 픽처로 사용될 수 있다. 이처럼, 필터링된 픽처를 화면간 예측 모드에서 참조 픽처로 이용함으로써 화질 뿐만 아니라 부호화 효율도 향상시킬 수 있다.
- [82] 복호 픽처 버퍼(170)는 필터링된 픽처를 인터 예측부(180)에서의 참조 픽처로 사용하기 위해 저장할 수 있다.
- [83] 인터 예측부(180)는 복원 픽처(reconstructed picture)를 참조하여 시간적 중복성 및/또는 공간적 중복성을 제거하기 위해 시간적 예측 및/또는 공간적 예측을 수행한다. 여기서, 예측을 수행하기 위해 이용되는 참조 픽처는 이전 시간에 부호화/복호화 시 블록 단위로 양자화와 역양자화를 거친 변환된 신호이기 때문에, 블록킹 아티팩트(blocking artifact)나 링잉 아티팩트(ringing artifact)가 존재할 수 있다.
- [84] 따라서, 인터 예측부(180)는 이러한 신호의 불연속이나 양자화로 인한 성능 저하를 해결하기 위해, 로우패스 필터(lowpass filter)를 적용함으로써 픽셀들 사이의 신호를 서브 픽셀 단위로 보간할 수 있다. 여기서, 서브 픽셀은 보간 필터를 적용하여 생성된 가상의 화소를 의미하고, 정수 픽셀은 복원된 픽처에 존재하는 실제 화소를 의미한다. 보간 방법으로는 선형 보간, 양선형 보간(bi-linear interpolation), 위너 필터(wiener filter) 등이 적용될 수 있다.
- [85] 보간 필터는 복원 픽처(reconstructed picture)에 적용되어 예측의 정밀도를

향상시킬 수 있다. 예를 들어, 인터 예측부(180)는 정수 픽셀에 보간 필터를 적용하여 보간 픽셀을 생성하고, 보간 픽셀들(interpolated pixels)로 구성된 보간 블록(interpolated block)을 예측 블록(prediction block)으로 사용하여 예측을 수행할 수 있다.

[86] 인트라 예측부(185)는 현재 부호화를 진행하려고 하는 블록의 주변에 있는 샘플들을 참조하여 현재 블록을 예측할 수 있다. 상기 인트라 예측부(185)는 인트라 예측을 수행하기 위해 다음과 같은 과정을 수행할 수 있다. 먼저, 예측 신호를 생성하기 위해 필요한 참조 샘플을 준비할 수 있다. 그리고, 준비된 참조 샘플을 이용하여 예측 신호를 생성할 수 있다. 이후, 예측 모드를 부호화하게 된다. 이때, 참조 샘플은 참조 샘플 패딩 및/또는 참조 샘플 필터링을 통해 준비될 수 있다. 참조 샘플은 예측 및 복원 과정을 거쳤기 때문에 양자화 에러가 존재할 수 있다. 따라서, 이러한 에러를 줄이기 위해 인트라 예측에 이용되는 각 예측 모드에 대해 참조 샘플 필터링 과정이 수행될 수 있다.

[87] 상기 인터 예측부(180) 또는 상기 인트라 예측부(185)를 통해 생성된 예측 신호(prediction signal)는 복원 신호를 생성하기 위해 이용되거나 잔여 신호를 생성하기 위해 이용될 수 있다.

[88]

[89] 도 2는 본 발명이 적용되는 실시예로서, 비디오 신호의 디코딩이 수행되는 디코더의 개략적인 블록도를 나타낸다.

[90] 도 2를 참조하면, 디코더(200)는 파싱부(미도시), 엔트로피 디코딩부(210), 역양자화부(220), 역변환부(230), 필터링부(240), 복호 픽처 버퍼(DPB: Decoded Picture Buffer Unit)(250), 인터 예측부(260) 및 인트라 예측부(265)를 포함하여 구성될 수 있다.

[91] 그리고, 디코더(200)를 통해 출력된 복원 영상 신호(reconstructed video signal)는 재생 장치를 통해 재생될 수 있다.

[92] 디코더(200)는 도 1의 인코더(100)로부터 출력된 신호를 수신할 수 있고, 수신된 신호는 엔트로피 디코딩부(210)를 통해 엔트로피 디코딩될 수 있다.

[93] 역양자화부(220)에서는 양자화 스텝 사이즈 정보를 이용하여 엔트로피 디코딩된 신호로부터 변환 계수(transform coefficient)를 획득한다. 여기서, 획득된 변환 계수는 상기 도 1의 변환부(120)에서 설명한 다양한 실시예들이 적용된 것일 수 있다.

[94] 역변환부(230)에서는 변환 계수를 역변환하여 잔여 신호(residual signal)를 획득하게 된다.

[95] 획득된 잔여 신호를 인터 예측부(260) 또는 인트라 예측부(265)로부터 출력된 예측 신호(prediction signal)에 더함으로써 복원 신호(reconstructed signal)가 생성된다.

[96] 필터링부(240)는 복원 신호(reconstructed signal)에 필터링을 적용하여 이를 재생 장치로 출력하거나 복호 픽처 버퍼부(250)에 전송한다. 복호 픽처

버퍼부(250)에 전송된 필터링된 신호는 인터 예측부(260)에서 참조 픽처로 사용될 수 있다.

- [97] 본 명세서에서, 인코더(100)의 필터링부(160), 인터 예측부(180) 및 인트라 예측부(185)에서 설명된 실시예들은 각각 디코더의 필터링부(240), 인터 예측부(260) 및 인트라 예측부(265)에도 동일하게 적용될 수 있다.

[98]

- [99] 도 3은 본 발명이 적용되는 실시예로서, 비디오 프레임 내 8x8 블록 내에서의 통계적 관계를 모델링하기 위해 사용되는 그래프들의 예를 나타낸다.

- [100] 이산시간(discrete-time) 신호 처리 기술은 아날로그 신호를 직접 처리하고 필터링하는 것으로부터 발전되어 왔고, 그에 따라 규칙적이고 조직화된 데이터(regularly organized data)만을 샘플링하고 처리하는 것과 같은 몇 가지 공통의 가정에 의해 제한되어 왔다.

- [101] 비디오 압축 분야는 기본적으로 동일한 가정에 기초하지만, 다차원 신호에 일반화되어 있다. 그래프 표현에 기초한 신호 처리는, 샘플링, 필터링, 푸리에 변환과 같은 컨셉을 일반화하고, 각 신호 샘플이 꼭지점을 나타내는 그래프를 이용하며, 신호 관계들이 양의 가중치를 가진 그래프 에지들로 표현되는 전통적인 접근으로부터 시작된다. 이는 그 획득 과정(acquisition process)으로부터 신호를 완전히 단절하고, 그에 따라 샘플링 레이트 및 시퀀스와 같은 특성이 완전히 그래프의 특성으로 대체된다. 따라서, 그래프 표현은 몇 가지 특정 그래프 모델들에 의해 정의될 수 있다.

- [102] 데이터 값들 간의 경험적 연결을 나타내기 위해, 무방향 단순 그래프(undirected simple graph) 및 무방향 에지(undirected edge)가 이용될 수 있다. 여기서, 무방향 단순 그래프(undirected simple graph)는 자기 루프(self-loop) 또는 멀티 에지가 없는 그래프를 의미할 수 있다.

- [103] 각 에지마다 할당된 가중치를 가진, 무방향 단순 그래프(undirected simple graph)를 G 라 하면, 무방향 단순 그래프(undirected simple graph) G 는 다음 수학적 식 1과 같이 3개의 인자(triplet)로 설명될 수 있다.

- [104] 수학적 식 1

[수식1]

$$g = \{v, \varepsilon, w\}$$

- [105] 여기서, V 는 V 개의 그래프 꼭지점 셋을 나타내고, ε 는 그래프 에지 셋을 나타내며, W 는 $V \times V$ 행렬로 표현되는 가중치를 나타낸다. 여기서, 가중치 W 는 다음 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

- [106] 수학적 식 2

[수식2]

$$W_{i,j} = W_{j,i} \geq 0$$

- [107] W_{ij} 는 에지 (i, j)의 가중치를 나타내고, W_{ji} 는 에지 (j, i)의 가중치를 나타내며, 꼭지점 (i,j)를 연결하는 에지가 없는 경우 $W_{ij} = 0$ 이다. 예를 들어, 자기 루프가 없음을 가정하는 경우, 항상 $W_{ii} = 0$ 이다.
- [108] 이러한 표현은 에지 가중치를 가진 무방향 단순 그래프들의 특별한 경우에 대해 부분적으로 중복된다. 이는 W 행렬이 그래프에 대한 모든 정보를 포함하고 있기 때문이다. 따라서, 본 발명에서는 그래프를 $G(W)$ 로 표현하기로 한다.
- [109]
- [110] 한편, 도3을 참조하면, 본 발명은 이미지 또는 비디오 내의 8x8 픽셀 블록의 처리를 위해 사용될 수 있는 그래프 타입의 두 가지 실시예를 제공한다. 각 픽셀은 그래프 꼭지점에 연관되며, 상기 픽셀의 값은 그래프 꼭지점의 값이 된다.
- [111] 그래프 에지는 그래프 꼭지점을 연결하는 선을 의미할 수 있다. 상기 그래프 에지는 신호 내의 어떠한 형태의 통계적 의존성을 나타내기 위해 사용되며, 이때 양의 가중치는 그 강도를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 각 꼭지점은 모든 다른 꼭지점에 연결될 수 있으며, 0의 가중치는 서로 연관되지 않거나 약하게 연관된 꼭지점들을 연결하는 에지에 할당될 수 있다. 다만, 표현의 간단화를 위해, 0의 가중치를 갖는 에지는 완전히 제거될 수 있다.
- [112] 도 3(a)의 그래프에서, 그래프 에지는 각각의 꼭지점이 그로부터 가장 가까운 4개의 인접 꼭지점들에 연결되도록 정의될 수 있다. 다만, 블록 경계의 경우는 다르게 취급될 수 있다. 또한, 도 3(b)의 그래프에서는 각각의 꼭지점이 그로부터 가장 가까운 8개의 인접 꼭지점들에 연결되도록 정의될 수 있다.
- [113]
- [114] 도 4는 본 발명이 적용되는 일 실시예로써, 가중치 분포를 나타내는 2가지 형태의 그래프를 나타낸다.
- [115] 그래프의 꼭지점 값은 신호 측정(통상적으로 임의 변수로 모델링됨)에 기초하는 독립 변수이지만, 일부 신호의 특성과 합치되는 그래프의 에지 가중치를 선택하는 것이 필요하다. 도 4에서, 그래프 에지에 대한 선의 색상이 서로 다른 에지 가중치를 나타내는 그래프의 두 개의 예가 제공된다. 예를 들어, 진한 색의 선은 $w = 1$ 의 가중치를 나타내며 연한 색의 선은 $w = 0.2$ 의 가중치를 나타낼 수 있다.
- [116] 도 4(a)의 그래프는 직선을 따라 "약한 링크"를 가지고 있는 경우를 나타내며, 두 종류의 에지 가중치만을 갖고 있는 경우를 나타낸다. 여기서, 상기 "약한 링크"는 상대적으로 작은 에지 가중치를 가지고 있음을 의미한다.
- [117] 이는 사실 상 그래프 기반의 이미지 처리에서 통상적으로 사용되는 것이며, 이러한 구성은 이미지 내 에지와 다른 변들 간의 픽셀 통계의 차이를 나타낼 수 있다.
- [118] 도 4(b)의 그래프는 불규칙한 영역을 커버하는 에지 가중치의 분포를 나타내며, 본 발명에서는 이러한 에지 가중치의 분포 그래프를 이용하여 신호를 처리하는

방법을 제공하고자 한다.

[119]

[120] 도 5는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 1차원 그래프와 2차원 그래프에 기초하여 그래프 기반 변환 매트릭스를 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[121] 본 발명의 일실시예로, 이미지 내 픽셀 블록의 처리를 위해 사용될 수 있는 그래프 타입은 도 5를 통해 설명될 수 있다. 예를 들어, 도 5(a)는 픽셀 블록의 각 라인에 대응되는 1차원 그래프를 나타내고, 도 5(b)는 픽셀 블록에 대응되는 2차원 그래프를 나타낼 수 있다.

[122] 그래프 꼭지점(vertex)은 픽셀 블록의 각 픽셀에 연관되며, 그래프 꼭지점의 값은 픽셀 값으로 표현될 수 있다. 그리고, 그래프 에지(graph edge)는 그래프 꼭지점을 연결하는 선을 의미할 수 있다. 상기 그래프 에지는 신호 내의 어떠한 형태의 통계적 의존성을 나타내기 위해 사용되며, 그 강도를 나타내는 값을 에지 가중치(edge weight)라 할 수 있다.

[123] 예를 들어, 도 5(a)를 살펴보면, 1차원 그래프를 나타내며, 0,1,2,3은 각 꼭지점의 위치를 나타내고, W_0, W_1, W_2 는 각 꼭지점 간의 에지 가중치를 나타낸다. 도 5(b)를 살펴보면, 2차원 그래프를 나타내며, a_{ij} ($i=0,1,2,3, j=0,1,2$), b_{kl} ($k=0,1,2, l=0,1,2,3$)는 각 꼭지점 간의 에지 가중치를 나타낸다.

[124] 각 꼭지점은 모든 다른 꼭지점에 연결될 수 있으며, 0의 에지 가중치는 서로 연관되지 않거나 약하게 연관된 꼭지점들을 연결하는 에지에 할당될 수 있다. 다만, 표현의 간단화를 위해, 0의 에지 가중치를 갖는 에지는 완전히 제거될 수 있다.

[125] 픽셀 간 관계 정보는 각 픽셀을 그래프의 꼭지점에 대응시켰을 때 픽셀들 간의 에지 유무 및 에지 가중치(edge weight) 값으로 표현될 수 있다.

[126] 이 경우, GBT는 다음과 같은 과정을 통해 획득될 수 있다. 예를 들어, 인코더 또는 디코더는 비디오 신호의 타겟 블록으로부터 그래프 정보를 획득할 수 있다. 상기 획득된 그래프 정보로부터 다음 수학식 3과 같이 라플라시안 행렬(Laplacian matrix) L 을 획득할 수 있다.

[127] 수학식 3

[수식3]

$$L=D-A$$

[128] 상기 수학식 3에서, D 는 차수 행렬(Degree matrix)을 나타내고, 예를 들어 상기 차수 행렬은 각 꼭지점의 차수에 대한 정보를 포함하는 대각 행렬(diagonal matrix)을 의미할 수 있다. A 는 인접 픽셀과의 연결 관계(예를 들어, 에지)를 가중치로 나타내는 인접 행렬(adjacency matrix)을 나타낸다.

[129] 그리고, 상기 라플라시안 행렬(Laplacian matrix) L 에 대해 아래 수학식 4와 같이 고유 분해(eigen decomposition)를 수행함으로써 GBT 커널을 획득할 수 있다.

- [130] 수학식 4
[수식4]

$$L = U \Lambda U^T$$

- [131] 상기 수학식 4에서, L은 라플라시안 행렬(Laplacian matrix), U는 고유 행렬(eigen matrix), U^T 는 U의 전치 행렬(transpose matrix)을 의미한다. 상기 수학식 4에서, 상기 고유 행렬(eigen matrix) U는 해당 그래프 모델에 맞는 신호에 대해 특화된 그래프 기반 푸리에(Fourier) 변환을 제공할 수 있다. 예를 들어, 상기 수학식 4를 만족하는 고유 행렬(eigen matrix) U는 GBT 커널을 의미할 수 있다.

[132]

- [133] 도 6은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 분리가능한 변환(separable transform)을 적용하기 위한 변환 기저가 될 수 있는 1차원 그래프들의 예를 나타낸다.

- [134] 한 라인에 대해서 기저가 될 수 있는 1D 그래프들에 대한 실시예들로는 다음과 같이 설명될 수 있다.

- [135] 첫번째 실시예로, 한 픽셀 쌍(pixel pair)에 대해서만 상관성(correlation)이 작아서 해당 에지(edge)의 가중치 값만 작게 설정하는 경우를 들 수 있다. 예를 들어, 블록 경계를 포함하는 픽셀 쌍(pixel pair)의 경우 상관성이 상대적으로 작으므로 블록 경계를 포함하는 그래프 에지에 대해 작은 에지 가중치를 설정할 수 있다.

- [136] 두번째 실시예로, 양단에 자기 루프(self-loop)가 존재하거나, 존재하지 않는 경우, 또는 한 쪽만 자기 루프(self-loop)가 존재하는 경우를 들 수 있다. 예를 들어, 도 6(a)와 도 6(b)는 1D 그래프 양단의 한 쪽에만 자기 루프(self-loop)가 존재하는 경우를 나타내고, 도 6(c)는 1D 그래프 양단에 자기 루프(self-loop)가 존재하는 경우를 나타내며, 도 6(d)는 1D 그래프 양단에 자기 루프(self-loop)가 존재하지 않는 경우를 나타낸다. 여기서, 자기 루프(self-loop)란 인접 꼭지점(vertex)와의 의존성(dependency)을 나타내는 것으로, 예를 들어 자기 가중치를 의미할 수 있다. 즉, 자기 루프(self-loop)가 존재하는 부분에 가중치를 더 부여할 수 있다.

[137]

- [138] 본 발명의 다른 실시예로, TU 사이즈에 따라 별도의 1D 분리 가능한 변환 셋(separable transform set)을 정의할 수 있다. 비분리 변환(Non-separable transform)의 경우 TU 사이즈가 커질수록 $O(N^4)$ 으로 변환 계수 데이터가 늘어나지만, 분리 가능한 변환(separable transform)의 경우는 $O(N^2)$ 으로 늘어가게 된다. 따라서, 기저를 이루는 여러 가지 1D 분리 가능한 변환(separable transform)들을 조합함으로써 다음과 같은 구성이 가능할 수 있다.

- [139] 예를 들어, 1D 분리 가능한 변환(separable transform) 템플릿으로, 도 6(a)와 같이 왼쪽에 자기 루프(self-loop)가 존재하는 템플릿, 도 6(b)와 같이 오른쪽에 자기

루프(self-loop)가 존재하는 템플릿, 도 6(c)와 같이 양단에 자기 루프(self-loop)가 존재하는 템플릿, 및 도 6(d)와 같이 양쪽에 자기 루프(self-loop)가 모두 존재하지 않는 템플릿을 들 수 있다. 이들이 모두 이용가능한 경우, 열(row)과 행(column)에 대해 각기 상기 4가지 경우들이 가능하므로 총 16개의 조합에 대한 템플릿 인덱스(template index)를 정의할 수 있다.

- [140] 다른 실시예로, TU 중간에 파티션 경계(partition boundary) 또는 오브젝트 경계(object boundary)가 존재하는 경우 템플릿 인덱스(template index)를 시그널링하되, 경계에 해당하는 에지에 대해서만 추가적으로 작은 가중치 값을 부여한 별도의 템플릿을 대신 적용할 수 있다.
- [141]
- [142] 도 7은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 2차원 그래프의 각 라인마다 서로 다른 분리가능한 변환(separable transform)을 적용하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [143] 상기 도 7은 픽셀 블록에 대응되는 2차원 그래프를 나타내며, 그래프 꼭지점(vertex)은 픽셀 블록의 각 픽셀에 연관되며, 그래프 꼭지점의 값은 픽셀 값으로 표현될 수 있다. 여기서, 그래프 꼭지점을 연결하는 선은 그래프 에지(graph edge)를 의미한다. 앞서 살펴본 바와 같이, 상기 그래프 에지는 신호 내의 어떠한 형태의 통계적 의존성을 나타내기 위해 사용되며, 그 강도를 나타내는 값을 에지 가중치(edge weight)라 할 수 있다. 예를 들어, 도 7을 살펴보면, 2차원 그래프를 나타내며, a_{ij} ($i=0,1,2,3, j=0,1,2$), b_{kl} ($k=0,1,2, l=0,1,2,3$)는 각 꼭지점 간의 에지 가중치를 나타낸다.
- [144] 본 발명이 적용되는 일실시예로, 직각 방향으로 이웃한 픽셀들에 대해서만 그래프 에지를 연결하는 2D 그래프의 경우(이를 4-connected graph라 하기도 한다), 2D NSGBT(non-separable GBT)를 적용할 수도 있지만 열(row) 방향과 행(column) 방향에 각각 1D SGBT(separable GBT)를 적용할 수 있다.
- [145] 예를 들어, 도 7의 2D 그래프의 각 꼭지점에 대해 최대 4개의 이웃한 꼭지점을 가지므로 4-연결 그래프(4-connected graph)라고 할 수 있으며, 여기서, 각 변의 에지 가중치(edge weight) (a_{ij} , b_{kl})를 이용하여 2D NSGBT(non-separable GBT) 커널(kernel)을 생성해서 적용할 수 있다.
- [146] 구체적 예로, 열(row) 방향에 대해서는 각 열(row)에 대해 i 번째 열의 에지 가중치 a_{i0} , a_{i1} , a_{i2} 로 이루어진 그래프에 대한 1D SGBT(separable GBT)를 적용하고 각 행(column)에 대해서는 j 번째 행(column) b_{0j} , b_{1j} , b_{2j} 의 에지 가중치로 이루어진 그래프에 대한 1D SGBT(separable GBT)를 적용할 수 있다.
- [147] 다른 실시예로, 임의의 4-연결 그래프(4-connected graph)의 경우 각 라인마다 (가로 방향과 세로 방향 모두에 대해) 서로 다른 1D SGBT(separable GBT)을 적용할 수 있다. 예를 들어, 도 7에서 각 열(row)과 행(column)에 대해 에지 가중치(edge weight)의 조합이 다른 경우, 각 조합에 대한 1D SGBT를 적용할 수 있다.

[148]

[149] 한편, $N \times N$ TU에 대한 한 GBT 템플릿 셋(template set)이 M 개의 4-연결 그래프(4-connected graph)들로 구성된 경우, 총 M 개의 $N^2 \times N^2$ 변환 매트릭스들이 준비되어야 하므로 이들을 저장하기 위한 메모리 요구량이 커진다. 따라서, 하나의 4-연결 그래프(4-connected graph)를 적어도 하나의 1D 그래프 요소로 조합하여 구성할 수 있다면, 적어도 하나의 1D 그래프 요소에 대한 변환만이 필요하게 되므로 변환 매트릭스들을 저장하기 위한 메모리 양을 줄일 수 있다.

[150] 본 발명의 일실시예로, 제한된 개수의 1D 그래프 요소들로 다양한 4-연결 2D 그래프(4-connected 2D graph)들을 생성할 수 있고, 그럼으로써 각 모드 조합에 적합한 GBT 템플릿 셋(GBT template set)을 커스터마이징할 수 있다. 총 GBT 템플릿 개수가 늘어난다 할지라도 기저를 이루는 1D 변환들의 수는 그대로일 것이므로 필요한 메모리 양을 최소화할 수 있다. 예를 들어, 도 7에서 제한된 개수의 (a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}) 과 (b_{0j}, b_{1j}, b_{2j}) 조합들을 준비한 후, 각 조합에 대한 1D 그래프들을 단위로 하여 이들을 적절히 연결하게 되면 하나의 4-연결 2D 그래프(4-connected 2D graph)를 생성할 수 있다.

[151] 예를 들어, 현재 코딩 블록에 대해서, 그래프 에지 정보, 파티션 정보, 픽셀 간 상관성(correlation) 정보 등을 비트스트림으로부터 전달받거나 주변 정보로부터 유도가 가능한 경우, 이 정보들을 이용하여 1D 변환들의 조합을 커스터마이징할 수 있다.

[152]

[153] 도 8은 본 발명이 적용되는 실시예로서, 그래프 기반의 신호를 처리하는 인코더의 개략적 블록도를 예시한다.

[154] 도 8을 살펴보면, 본 발명이 적용되는 인코더(800)는 그래프 기반 변환부(810), 양자화부(820), 역양자화부(830), 역변환부(840), 버퍼(850), 예측부(860), 및 엔트로피 인코딩부(870)를 포함한다.

[155] 인코더(800)는 비디오 신호를 수신하고 상기 비디오 신호로부터 상기 예측부(860)에서 출력된 예측된 신호를 차감하여 예측 에러를 생성한다. 상기 생성된 예측 에러는 상기 그래프 기반 변환부(810)으로 전송되고, 상기 그래프 기반 변환부(810)은 변환 방식을 상기 예측 에러에 적용함으로써 변환 계수를 생성한다.

[156] 본 발명이 적용되는 다른 실시예로, 상기 그래프 기반 변환부(810)는 획득된 그래프 기반 변환 행렬과 상기 도 1의 변환부(120)로부터 획득된 변환 행렬을 비교하여 보다 적합한 변환 행렬을 선택할 수 있다.

[157] 상기 양자화부(820)은 상기 생성된 변환 계수를 양자화하여 상기 양자화된 계수를 엔트로피 인코딩부(870)으로 전송한다.

[158] 상기 엔트로피 인코딩부(870)은 상기 양자화된 신호에 대한 엔트로피 코딩을 수행하고 엔트로피 코딩된 신호를 출력한다.

[159] 상기 양자화부(820)에 의해 출력된 상기 양자화된 신호는 예측 신호를

생성하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 인코더(800)의 루프 내의 상기 역양자화부(830) 및 상기 역변환부(840)은 상기 양자화된 신호가 예측 에러로 복원되도록 상기 양자화된 신호에 대한 역양자화 및 역변환을 수행할 수 있다. 복원된 신호는 상기 복원된 예측 에러를 상기 예측부(860)에 의해 출력된 예측 신호에 더함으로써 생성될 수 있다.

[160] 상기 버퍼(850)는 예측부(860)의 향후 참조를 위해 복원된 신호를 저장한다.

[161] 상기 예측부(860)은 이전에 복원되어 상기 버퍼(850)에 저장된 신호를 사용하여 예측 신호를 생성할 수 있다. 상기 생성된 예측 신호는 원 비디오 신호로부터 차감되어 차분 신호를 생성하며, 이는 상기 그래프 기반 변환부(810)으로 전송된다.

[162]

[163] 도 9는 본 발명이 적용되는 실시예로서, 그래프 기반의 신호를 처리하는 디코더의 개략적 블록도를 예시한다.

[164] 도 9의 디코더(900)는 도 8의 인코더(800)에 의해 출력된 신호를 수신한다.

[165] 상기 엔트로피 디코딩부(910)은 수신된 신호에 대한 엔트로피 디코딩을 수행한다. 상기 역양자화부(920)은 양자화 스텝 사이즈(quantization step size)에 기초하여 상기 엔트로피 디코딩된 신호로부터 변환 계수를 획득한다.

[166] 상기 역변환부(930)은 변환 계수에 대한 역변환을 수행함으로써 차분 신호를 획득한다. 이때, 상기 역변환은 상기 인코더(800)에서 획득된 그래프 기반 변환에 대한 역변환을 의미할 수 있다.

[167] 상기 획득된 차분 신호를 상기 예측부(950)에 의해 출력된 예측 신호에 더함으로써 복원 신호를 생성할 수 있다.

[168] 상기 버퍼(940)는 상기 예측부(950)의 향후 참조를 위해 상기 복원 신호를 저장할 수 있다.

[169] 상기 예측부(950)은 이전에 복원되어 상기 버퍼(940)에 저장된 신호를 기반으로 예측 신호를 생성할 수 있다.

[170]

[171] 도 10은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 그래프 기반 변환부의 내부 블록도를 나타낸다.

[172] 도 10을 참조하면, 그래프 기반 변환부(810)는 그래프 파라미터 결정부(811), 그래프 신호 생성부(813), 변환 행렬 결정부(815) 및 변환 수행부(817)를 포함할 수 있다.

[173] 그래프 파라미터 결정부(811)는 비디오 신호 또는 차분 신호의 타겟 유닛에 대응되는 그래프 내 그래프 파라미터를 추출할 수 있다. 예를 들어, 상기 그래프 파라미터는 꼭지점 파라미터 및 에지 파라미터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 꼭지점 파라미터는 꼭지점 위치 및 꼭지점 개수 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 에지 파라미터는 에지 가중치 값 및 에지 가중치 개수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 그래프 파라미터는 일정 개수의 셋(set)으로

정의될 수 있다.

- [174] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 그래프 파라미터 결정부(811)로부터 추출된 그래프 파라미터는 일반화된 형태로 표현될 수 있다.
- [175] 그래프 신호 생성부(813)는 상기 그래프 파라미터 결정부(811)로부터 추출된 그래프 파라미터에 기초하여 그래프 신호를 생성할 수 있다. 여기서, 상기 그래프 신호는 가중치 적용된 또는 가중치 적용되지 않은 라인 그래프를 포함할 수 있다. 상기 라인 그래프는 타겟 블록의 행 또는 열 각각에 대해 생성될 수 있다.
- [176] 변환 행렬 결정부(815)는 상기 그래프 신호에 적합한 변환 행렬을 결정할 수 있다. 예를 들어, 상기 변환 행렬은 RD(Rate Distortion) 성능에 기초하여 결정될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 변환 행렬은 변환 또는 변환 커널이란 표현으로 대체되어 사용될 수 있다.
- [177] 본 발명의 실시예로, 상기 변환 행렬은 인코더 및 디코더에서 이미 결정된 값일 수 있으며, 이 경우 변환 행렬 결정부(815)는 상기 그래프 신호에 적합한 변환 행렬을 저장된 곳으로부터 유도할 수 있다.
- [178] 본 발명의 다른 실시예로, 상기 변환 행렬 결정부(815)는 라인 그래프에 대한 1차원 변환 커널을 생성할 수 있고, 상기 1차원 변환 커널 중 2개를 결합하여 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널을 생성할 수 있다. 상기 변환 행렬 결정부(815)는 RD(Rate Distortion) 성능에 기초하여 상기 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널들 중 상기 그래프 신호에 적합한 변환 커널을 결정할 수 있다.
- [179]
- [180] 변환 수행부(817)는 상기 변환 행렬 결정부(815)로부터 획득된 변환 행렬을 이용하여 변환을 수행할 수 있다.
- [181] 상기 도 10과 관련하여, 본 명세서에서는 그래프 기반 변환을 수행하는 과정을 설명하기 위해 각 기능별로 세분화하여 설명하지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 상기 그래프 기반 변환부(810)는 크게 그래프 신호 생성부와 변환부로 구성될 수 있으며, 이 경우 상기 그래프 파라미터 결정부(811)의 기능은 상기 그래프 신호 생성부에서 수행될 수 있고, 상기 변환 행렬 결정부(815) 및 상기 변환 수행부(817)의 기능은 상기 변환부에서 수행될 수 있다. 또한, 상기 변환부의 기능은 변환 행렬 결정부와 변환 수행부로 구분될 수도 있다.
- [182]
- [183] 도 11은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 인트라 예측 모드에 따른 8x8 변환 블록 내 차분 픽셀 값들의 변화를 나타낸다.
- [184] 본 발명의 일실시예는 2개의 1D 변환들을 결합하는 일반화된 분리 가능한 변환(generalized separable transform)을 정의하며, 2개의 1D 변환들 중 하나는 차분 블록의 각 행(column)에 적용되고 나머지는 각 열(row)에 적용될 수 있다. 예를 들어, 분리 가능한 2D DCT(separable 2D DCT)와 하이브리드 ADST/DCT

분리가능한 변환들(hybrid ADST/DCT separable transforms)은 본 발명의 특정 일실시에에 해당한다.

- [185] 고정된 분리가능한 변환(예를 들어, DCT)을 이용하는 경우의 주요 문제는, 모든 차분 블록이 동일한 등방성의 통계적 특성(isotropic statistical property)을 갖는다고 모호하게 가정하는 것이다. 그러나, 도 11(a) 내지 (d)에서와 같이, 실제로 차분 블록들은 예측 방법(또는 예측 모드)에 따라 차분 픽셀 값들이 서로 다른 분포를 가짐을 확인할 수 있다. 예를 들어, 도 11(a)는 인트라 예측 플래너(planar) 모드의 경우 8x8 변환 블록 내 차분 픽셀 값들의 변화를 나타내고, 도 11(b) 내지 (c)는 각각 인트라 예측 방향 모드 1, 3, 7의 경우 8x8 변환 블록 내 차분 픽셀 값들의 변화를 나타낸다.
- [186] 다른 예로, 차분 블록들은 비디오 영상의 특성에 따라 다른 분포를 가질 수 있으며, 이 경우 상기 도 11과 다른 비디오 영상인 경우 상기 도 11의 차분 픽셀 값들의 변화와 다른 분포를 가질 수 있다.
- [187] 따라서, 본 발명은 일반화된 분리가능한 변환(generalized separable transform)을 제안함으로써 이러한 문제를 해결하고자 한다. 예를 들어, 2D 분리가능한 변환을 생성하기 위해 사용되는 1D 변환들을 디자인하는 방법을 제안하며, 이는 이하의 실시예들에서 상세히 설명하도록 한다.
- [188]
- [189] 도 12는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환을 생성하는 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [190] 본 발명의 일실시예는 일반화된 분리가능한 변환(generalized separable transform)을 생성하기 위해 다음과 같은 단계를 구성할 수 있다.
- [191] 먼저, 인코더는 라인 그래프를 생성 또는 디자인할 수 있다(S1210). 여기서, 상기 라인 그래프는 가중치 적용될 수 있거나 또는 가중치 적용되지 않을 수 있다.
- [192] 상기 인코더는, 상기 라인 그래프에 연관된 1D 그래프 기반 변환(GBT)을 생성할 수 있다(S1220). 이때, 상기 1D 그래프 기반 변환(GBT)은 일반화된 라플라시안 연산기(Laplacian operator)를 이용하여 생성될 수 있다.
- [193] 여기서, 인접 행렬 A 와 그에 의해 정의된 그래프 $G(A)$ 가 있다고 가정할 때, 일반화된 라플라시안 행렬(Laplacian matrix)

~

L

은 다음 수학식 5를 통해 획득될 수 있다.

- [194] 수학식 5

[수식5]

~

$$L = D - A + S$$

- [195] 상기 수학식 5에서, D는 차수 행렬(Degree matrix)을 나타내고, 예를 들어 상기 차수 행렬은 각 꼭지점의 차수에 대한 정보를 포함하는 대각 행렬(diagonal matrix)을 의미할 수 있다. A는 인접 픽셀과의 연결 관계(예를 들어, 에지)를 가중치로 나타내는 인접 행렬(adjacency matrix)을 나타낸다. S는 G의 노드들에서 가중치 적용된 자기 루프(weighted self-loop)를 나타내는 대각 행렬(diagonal matrix)을 나타낸다.

- [196] 그리고, 일반화된 라플라시안 행렬(Laplacian matrix)

~

$$L$$

에 대해 아래 수학식 6과 같이 고유 분해(eigen decomposition)를 수행함으로써 GBT 커널을 획득할 수 있다.

- [197] 수학식 6

[수식6]

~

$$L = U \Lambda U^t$$

- [198] 상기 수학식 6에서,

~

$$L$$

은 일반화된 라플라시안 행렬(generalized Laplacian matrix), U는 고유 행렬(eigen matrix), U는 U의 전치 행렬(transpose matrix)을 의미한다. 상기 수학식 6에서, 상기 고유 행렬(eigen matrix) U는 해당 그래프 모델에 맞는 신호에 대해 특화된 그래프 기반 푸리에(Fourier) 변환을 제공할 수 있다. 예를 들어, 상기 수학식 6를 만족하는 고유 행렬(eigen matrix) U는 GBT 커널을 의미할 수 있다.

- [199] 여기서, 고유 행렬(eigen matrix) U의 행들(columns)은 GBT의 기초 벡터들(basis vectors)을 의미할 수 있다. 그래프가 자기 루프(self-loop)가 없으면, 일반화된 라플라시안 행렬(generalized Laplacian matrix)은 상기 수학식 3과 같다.

- [200] 한편, 상기 인코더는 2D 분리가능한 그래프 기반 변환(2D separable GBT)을 생성하기 위해 이용될 2개의 1D 그래프 기반 변환들을 선택할 수 있다(S1230).

- [201] 그리고, 상기 2개의 선택된 1D 그래프 기반 변환들을 결합하여 2D 분리가능한 그래프 기반 변환을 생성할 수 있다(S1240).

- [202] 본 발명의 일실시예로, 1D 그래프 기반 변환들의 다양한 조합을 통해 K개의 2D

분리가능한 그래프 기반 변환이 생성될 수 있으며, 여기서, K는 변환 시그널링 오버헤드(예를 들어, 율왜곡 트레이드 오프(Rate-Distortion tradeoff))를 고려하여 결정될 수 있다.

[203]

[204] 도 13은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 그래프 타입과 그에 따른 변환 유형을 설명하기 위한 테이블을 나타낸다.

[205] 본 발명의 일실시예는 그래프 신호의 가중치 정보를 디자인함으로써 다양한 종류의 변환을 생성하는 방법을 제공한다. 여기서, 상기 그래프 신호의 가중치 정보는 에지 가중치(edge weight) 및 자기 루프 가중치(self-loop weight) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[206] 상기 에지 가중치는 균일한 에지 가중치, 비균일 에지 가중치, 또는 임의의 에지 가중치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그리고, 상기 자기 루프 가중치(self-loop weight)는 자기 루프 없음(no self-loop), 한쪽 끝에 하나의 자기 루프(single self-loop at one end), 양쪽 끝에 각 하나의 자기 루프(each single self-loop at both ends), 또는 임의의 자기 루프(arbitrary self-loop) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[207] 또한, 본 발명의 다른 일실시예는 그래프 타입에 따라 다양한 종류의 변환을 생성하는 방법을 제공한다. 여기서, 상기 그래프 타입은 라인 그래프 또는 임의의 그래프(arbitrary graph) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[208] 예를 들어, 그래프 타입이 라인 그래프일 경우, 1D 분리가능한 변환(1D separable transform)이 생성될 수 있다. 그리고, 그래프 타입이 임의의 그래프(arbitrary graph)일 경우, 비분리 변환(non-separable transform)이 생성될 수 있다.

[209] 도 13(a) 내지 도 13(d)는 구체적인 실시예들을 나타낸다.

[210] 도 13(a)를 살펴보면, 그래프 타입이 라인 그래프이고, 에지 가중치가 균일하고, 자기 루프 가중치가 없는 경우(no self-loop), 결과 변환(resulting transform)은 분리가능한 DCT(separable DCT)를 의미할 수 있다.

[211] 도 13(b)를 살펴보면, 그래프 타입이 라인 그래프이고, 에지 가중치가 균일하고, 한쪽 끝에 하나의 자기 루프 가중치(single self-loop at one end)를 갖는 경우, 결과 변환(resulting transform)은 분리가능한 ADST(separable ADST)를 의미할 수 있다.

[212] 도 13(c)를 살펴보면, 그래프 타입이 라인 그래프이고, 에지 가중치가 임의의 에지 가중치이며, 임의의 자기 루프 가중치를 갖는 경우, 결과 변환(resulting transform)은 일반화된 분리가능한 변환(generalized separable transform)을 의미할 수 있다.

[213] 도 13(d)를 살펴보면, 그래프 타입이 임의의 그래프이고, 에지 가중치가 임의의 에지 가중치이며, 임의의 자기 루프 가중치를 갖는 경우, 결과 변환(resulting transform)은 비분리 변환(non-separable transform)을 의미할 수 있다.

[214] 본 발명은 그래프 타입, 에지 가중치, 자기 루프 가중치 중 적어도 하나에

기초하여 다양한 타입의 변환을 생성할 수 있다. 예를 들어, 서로 다른 에지 가중치 및 자기 루프 가중치를 갖는 라인 그래프를 선택함으로써 일반화된 분리가능한 변환(generalized separable transform)을 디자인할 수 있다.

[215] 따라서, 서로 다른 신호 특성을 갖는 블록들에 대해 적응적인 변환을 생성할 수 있고, 이를 이용하여 변환을 수행함으로써 코딩 효율을 향상시킬 수 있다.

[216]

[217] 도 14 내지 도 16은 본 발명이 적용되는 일실시예들로서, 에지 가중치(edge weight) 및 자기 루프(self-loop)에 따른 변환 유형을 설명하기 위한 도면들이다.

[218] 도 14(a)는 8개 노드의 균일 가중치의 라인 그래프(Uniformly weighted line graph with 8 nodes)를 나타내고, 도 14(b)는 상기 도 14(a)의 라인 그래프로부터 유도된 1D GBT의 분리 가능한 확장(separable extension)을 나타낸다. 상기 도 14(b)를 살펴보면 2D 분리 가능한 DCT(2D separable DCT)와 같음을 확인할 수 있다.

[219] 도 15(a)는 한쪽 끝에 자기 루프를 갖는 균일 가중치의 라인 그래프(Uniformly weighted line graph with a self loop at one end)를 나타내고, 도 15(b)는 상기 도 15(a)의 라인 그래프로부터 유도된 1D GBT의 분리 가능한 확장(separable extension)을 나타낸다. 상기 도 15(b)를 살펴보면 2D 분리 가능한 ADST(2D separable ADST)와 같음을 확인할 수 있다.

[220] 도 16(a)는 1D DCT를 생성하는 라인 그래프(line graph that generates 1D DCT)를 나타내고, 도 16(b)는 자기 루프 없는 가중치 적용된 라인 그래프(a weighted line graph with no self loop)를 나타내며, 도 16(c)는 상기 도 16(a) 및 상기 도 16(b)의 라인 그래프들을 결합한 2D 분리가능한 변환을 나타낸다. 여기서, 상기 도 16(a) 및 상기 도 16(b)의 라인 그래프들은 각각 블록의 행들(columns) 및 열들(rows)에 적용하여 결합될 수 있다.

[221]

[222] 도 17은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, NxN 인트라 방향성 예측 블록 내 서브 블록에서 2 라인 그래프를 설명하기 위한 도면이다.

[223] 본 발명의 일실시예에서, 2D 비분리 변환들(2D non-separable transforms)은 몇 개의 라인 그래프들을 연결하는 임의의 그래프들을 이용하여 획득될 수 있다.

[224] 예를 들어, 도 17을 살펴보면, 두 줄의 픽셀들을 연결하는 그래프로부터 유도된 2D 비분리 변환(2D non-separable transforms)은 NxN 블록 내 2개의 열들(rows) 또는 행들(columns)의 이웃쌍(neighboring pair)에 적용될 수 있다.

[225] 상기 도 17은 NxN 인트라 방향성 예측 블록 내 서브 블록에서 2 라인 그래프를 나타내고, 인트라 방향성 예측 모드(intra angular prediction mode)의 경우, 동일한 예측 방향을 따라 위치한 픽셀들은 상당히 관련있는 것으로 예측되므로, 상기 도 17에서와 같이 해당 픽셀들을 따라 에지 가중치를 부여할 수 있다.

[226]

[227] 도 18 및 도 19는 본 발명이 적용되는 일실시예들로서, 도 18은 NxN 블록 내 수평 방향으로 L 개의 서브 블록에 대해 L 개의 변환이 할당되는 것을 설명하기

위한 도면이고, 도 19는 $N \times N$ 블록 내 수직 방향으로 M 개의 서브 블록에 대해 M 개의 변환이 할당되는 것을 설명하기 위한 도면이다.

[228] 본 발명에 따라, 2개의 변환 셋은 수직 방향 및 수평 방향으로 생성될 수 있다.

[229] 도 18을 살펴보면, $N \times N$ 블록은 L 개의 서브 블록들로 수평 방향으로 파티션될 수 있다. 여기서, L 개의 서브 블록들 각각은 m 라인을 갖는 그래프를 가질 수 있고, L 은 파티션 개수를 나타내고 N/m 으로 계산될 수 있다.

[230] 도 19를 살펴보면, $N \times N$ 블록은 M 개의 서브 블록들로 수직 방향으로 파티션될 수 있다. 여기서, M 개 서브블록들 각각은 n 라인을 갖는 그래프를 가질 수 있고, M 은 파티션 개수를 나타내고 N/n 으로 계산될 수 있다.

[231] 서브 블록의 픽셀 사이즈는 수평/수직 방향으로 각각 $m \times N$, $N \times n$ 이고, 여기서, m, n 은 각각 수평/수직 방향의 라인 개수를 나타내며, N 은 블록 너비(block width)를 나타낸다.

[232] 이때, 변환은 각 서브 블록 내에서 수행될 수 있다. 그리고, m 또는 n 이 1로 설정되면, 변환은 라인 그래프로부터 유도되는 것과 같다.

[233] 본 발명의 일실시예로, 변환은 도 18 또는 도 19처럼, 파티션에 기초하여 한 방향(수평 또는 수직 방향)에 따라 수행될 수 있다. 또는, 변환은 양 방향에 따라 수행될 수 있으며, 이 경우 상기 도 18 또는 도 19 중 하나 이후에 나머지 하나에 따라 수행될 수 있다.

[234]

[235] 상기 도 18 및 도 19를 살펴보면, 각 서브 블록은 수평 또는 수직 방향에 대한 다양한 타입의 라인 그래프들로부터 각각 유도된 p 또는 q 개의 변환 커널들을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 18의 경우, N 개의 서브 블록은 각각 p 개의 변환 커널 $\{T_1, T_2, \dots, T_p\}$ 을 가질 수 있고, 도 19의 경우, M 개의 서브 블록은 각각 q 개의 변환 커널 $\{S_1, S_2, \dots, S_q\}$ 을 가질 수 있다.

[236]

[237] 본 발명의 일실시예로, 다양한 타입의 라인 그래프들로부터 유도된 변환 커널들 또는 변환 커널 셋은 기결정된 값일 수 있으며, 이 경우 인코더 및 디코더는 이미 알고 있을 수 있다.

[238] 다른 실시예로, 한 방향의 변환 커널들(또는 변환 커널 셋)이 기결정된 값이고 인코더 및 디코더에서 이미 알고 있는 경우, 나머지 방향에 대한 변환 커널들(또는 변환 커널 셋)은 인덱스에 의해 정의될 수 있다. 이 경우, 인코더는 상기 인덱스를 시그널링해서 디코더에 전송할 수 있다.

[239] 다른 실시예로, 행들(columns)에 대한 변환들 또는 열들(rows)에 대한 변환들은 각각 서로 다를 수 있다. 이 경우, 행들(columns)에 대한 변환들 또는 열들(rows)에 대한 변환들에 대한 인덱스를 모두 정의하여 시그널링할 수 있다. 또는, 기설정된 조합에 대한 인덱스들을 시그널링할 수도 있다. 예를 들어, 도 18의 경우, $\{h_1, h_2, \dots, h_L\}$ 인덱스를 시그널링하거나, 도 19의 경우, $\{v_1, v_2, \dots, v_M\}$ 인덱스를 시그널링할 수 있다.

[240]

[241] 도 20은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, DCT, ADST 및 RADST에 연관된 그래프 및 분리가능한 그래프 기반 변환을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[242] 본 발명은, 대상 블록의 열들(rows) 및 행들(columns)에 대해 서로 다른 변환을 사용하도록 함으로써, 분리 가능한 변환을 일반화할 수 있다.

[243] 먼저, 인코더는 라인 그래프를 생성 또는 디자인한 후(Step1), 일반화된 그래프 라플라시안을 계산할 수 있다(Step2). 그리고, 상기 일반화된 그래프 라플라시안으로부터의 고유 분해(eigen decomposition)에 의해 그래프 기반 변환(GBT)을 생성할 수 있다(Step3).

[244] 도 20(a) 내지 도 20(c)를 살펴보면, 본 발명은 각각 DCT, ADST 및 RADST(Reverse ADST)에 대해 상기 단계들을 적용하여 분리가능한 그래프 기반 변환을 생성하는 과정을 보여준다.

[245] 이 경우, DCT와 ADST는 그래프 기반 변환(GBT)의 특수한 일실시예에 해당되고, RADST 또한 그래프 기반 해석에 따른다.

[246] 상기 도 20에서 보여지는 변환들은 동일한 링크 가중치(link weight)를 이용하는 대신, 서로 다른 링크 가중치를 선택함으로써 더 일반화될 수 있다.

[247] 본 발명의 일실시예로, 차분 신호의 다른 특징을 잡기 위해, 차분 블록의 열들(rows) 및 행들(columns)을 변환하기 위해 3개 변환들의 조합을 이용할 수 있다.

[248] 본 발명의 다른 일실시예로, 상기 3개의 변환 또는 그 조합에 대해 템플릿 인덱스를 지정할 수 있으며, 이 경우 상기 템플릿 인덱스는 코딩 유닛 또는 예측 유닛 단위로 전송될 수 있다. 또는 자주 나오는 변환에 대해서는 0으로 인덱싱하고 나머지는 다른 값으로 인덱싱할 수 있다.

[249]

[250] 도 21은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 3개의 분리가능한 변환(DCT, ADST 및 RADST)의 조합에 의해 생성될 수 있는 7개의 분리가능한 변환들의 예를 나타낸다.

[251] 도 21을 살펴보면, DCT, ADST, RADST 쌍들은 7개의 서로 다른 2D 분리가능한 변환을 만들 수 있다. 여기서, 각 실시예들의 아래에 있는 화살표는 에너지 집중을 증가시키는 방향을 나타낸다. 다만, 도 21(a)에서와 같이, 블록 내에서 에너지가 스프레드될 때 DCT가 선택되고 이러한 경우 어떠한 방향성도 갖지 않는다.

[252] 예를 들어, 도 21(a)는 DCT/DCT 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를 나타내고, 에너지는 스프레드된다.

[253] 도 21(b)는 ADST/ADST 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를 나타내고, 에너지 집중은 우측 하단 방향으로 증가한다.

[254] 도 21(c)는 RADST/RADST 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를

나타내고, 에너지 집중은 좌측 상단 방향으로 증가한다.

[255] 도 21(d)는 ADST/DCT 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를 나타내고, 에너지 집중은 우측 방향으로 증가한다.

[256] 도 21(e)는 DCT/ADST 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를 나타내고, 에너지 집중은 하단 방향으로 증가한다.

[257] 도 21(f)는 RADST/DCT 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를 나타내고, 에너지 집중은 좌측 방향으로 증가한다.

[258] 도 21(g)는 DCT/RADST 쌍에 의해 2D 분리 가능한 변환이 생성되는 예를 나타내고, 에너지 집중은 상단 방향으로 증가한다.

[259]

[260] 도 22는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 고정된 DCT, ADST 대비 적응적으로 다른 변환을 선택하는 방법에 대해 평균 PSNR vs BPP 의 비교 결과를 나타낸다.

[261] 본 실험에서는, 6개의 테스트 시퀀스에 대한 인트라 예측된 차분 블록 신호를 생성하였다. 인코더에서, 변환 유닛의 크기는 프레임 내 쿼드트리 파티셔닝에 기초하며, 예를 들어 4x4, 8x8, 16x16 또는 32x32 일 수 있다. 상기 도 21에서와 같이, 본 발명은 각 블록 사이즈에 대해 7개의 2D 분리 가능한 변환을 생성할 수 있다. 변환 선택은 RD(Rate Distortion) 성능에 기초하여 수행될 수 있다. 본 발명은 DCT/ADST 대비, 7개의 다른 변환들 사이에서 적응적으로 선택하는 성능을 비교하였다. 평균 RD 성능은 도 22에서와 같고, 결과는 적응적인 선택이 RD 성능 측면에서 고정된 DCT/ADST 보다 더 우수함을 보여준다.

[262]

[263] 도 23은 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 변환 인덱스를 이용하여 분리가 가능한 그래프 기반 변환 커널을 유도하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[264] 먼저, 디코더는 비디오 신호로부터 타겟 블록에 대한 변환 인덱스(transform index)를 수신할 수 있다(S2310). 여기서 상기 변환 인덱스는 상기 타겟 블록에 적용될 그래프 기반 변환을 나타낸다. S2310은 디코더 내 파싱부에서 수행될 수 있다.

[265] 본 발명의 일실시예로, 상기 타겟 블록이 수평 방향 또는 수직 방향으로 파티션된 M개 또는 N개의 서브 블록들로 구성된 경우, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응될 수 있다.

[266] 본 발명의 일실시예로, 상기 변환 인덱스는 코딩 유닛, 예측 유닛 또는 변환 유닛 중 적어도 하나의 유닛마다 수신될 수 있다.

[267] 상기 디코더는, 상기 변환 인덱스에 대응되는 그래프 기반 변환 커널을 유도할 수 있다(S2320). 여기서, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 변환 인덱스에 따라 각 서브 블록마다 유도되며, 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용될 수 있다. 예를 들어, 상기 서로 다른 변환 타입은 DCT, ADST 및

RADST 중 적어도 2개를 포함할 수 있다.

- [268] 본 발명의 일실시예로, 상기 그래프 기반 변환 커널은 복수개의 1차원 그래프 기반 변환들의 결합에 기초하여 생성된, 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널일 수 있다.
- [269] 본 발명의 일실시예로, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 타겟 블록의 행 또는 열마다 기정의될 수 있다. 이 경우, 인코더 및 디코더는 상기 그래프 기반 변환 커널을 이미 알고 있으며, 예를 들어 이를 테이블로 저장하고 있을 수 있다.
- [270] 그리고, 상기 디코더는 상기 그래프 기반 변환 커널에 기초하여 상기 타겟 블록을 디코딩할 수 있다(S2330).
- [271] S2320 내지 S2330 은 디코더 내 역변환부에서 수행될 수 있다.
- [272]
- [273] 도 24는 본 발명이 적용되는 일실시예로서, 일반화된 분리가능한 그래프 기반 변환 커널을 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [274] 먼저, 인코더는 타겟 블록을 수평 또는 수직 방향으로 복수개의 서브 블록들로 파티셔닝할 수 있다(S2410). S2410은 영상 분할부에서 수행될 수 있다.
- [275] 상기 인코더는 상기 복수개의 서브 블록들 각각에 대해 라인 그래프를 생성할 수 있다(S2420).
- [276] 상기 인코더는, 상기 라인 그래프에 기초하여 그래프 기반 변환 커널을 결정할 수 있고(S2430), 상기 그래프 기반 변환 커널을 이용하여 상기 복수개의 서브 블록들에 대해 변환을 수행할 수 있다(S2440). 여기서, S2420 내지 S2440은 그래프 기반 변환부에서 수행될 수 있다.
- [277] 본 발명의 일실시예로, 상기 그래프 기반 변환 커널은 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널을 나타내고, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 라인 그래프에 대응되는 복수개의 1차원 그래프 기반 변환들의 결합에 기초하여 생성된 것일 수 있다.
- [278] 본 발명의 일실시예로, 상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 타겟 블록의 행 또는 열마다 기정의될 수 있다. 이 경우, 인코더 및 디코더는 상기 그래프 기반 변환 커널을 이미 알고 있으며, 예를 들어 이를 테이블로 저장하고 있을 수 있다.
- [279] 한편, 상기 인코더는 상기 그래프 기반 변환 커널에 대응되는 변환 인덱스를 인코딩하여 디코더에 전송할 수 있다. 이때, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응될 수 있다.
- [280] 본 발명의 일실시예로, 상기 그래프 기반 변환 커널은 변환 인덱스에 따라 각 서브 블록마다 유도되며, 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용될 수 있다. 예를 들어, 상기 서로 다른 변환 타입은 DCT, ADST 및 RADST 중 적어도 2개를 포함할 수 있다.
- [281]
- [282] 상기 기술된 것과 같이, 본 발명에서 설명한 실시예들은 프로세서, 마이크로 프로세서, 컨트롤러 또는 칩 상에서 구현되어 수행될 수 있다. 예를 들어, 상기 도

1, 도 2, 도 8, 도 9 및 도 10에서 도시한 기능 유닛들은 컴퓨터, 프로세서, 마이크로 프로세서, 컨트롤러 또는 칩 상에서 구현되어 수행될 수 있다.

[283]

[284] 또한, 본 발명이 적용되는 디코더 및 인코더는 멀티미디어 방송 송수신 장치, 모바일 통신 단말, 홈 시네마 비디오 장치, 디지털 시네마 비디오 장치, 감시용 카메라, 비디오 대화 장치, 비디오 통신과 같은 실시간 통신 장치, 모바일 스트리밍 장치, 저장 매체, 캠코더, 주문형 비디오(VoD) 서비스 제공 장치, 인터넷 스트리밍 서비스 제공 장치, 3차원(3D) 비디오 장치, 화상 전화 비디오 장치, 및 의료용 비디오 장치 등에 포함될 수 있으며, 비디오 신호 및 데이터 신호를 처리하기 위해 사용될 수 있다.

[285]

또한, 본 발명이 적용되는 처리 방법은 컴퓨터로 실행되는 프로그램의 형태로 생산될 수 있으며, 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체에 저장될 수 있다. 본 발명에 따른 데이터 구조를 가지는 멀티미디어 데이터도 또한 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체에 저장될 수 있다. 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체는 컴퓨터로 읽을 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 저장 장치를 포함한다. 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체는, 예를 들어, 블루레이 디스크(BD), 범용 직렬 버스(USB), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크 및 광학적 데이터 저장 장치를 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체는 반송파(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현된 미디어를 포함한다. 또한, 인코딩 방법으로 생성된 비트 스트림이 컴퓨터가 판독할 수 있는 기록 매체에 저장되거나 유무선 통신 네트워크를 통해 전송될 수 있다.

산업상 이용가능성

[286]

이상, 전술한 본 발명의 바람직한 실시예는, 예시의 목적을 위해 개시된 것으로, 당업자라면 이하 첨부된 특허청구범위에 개시된 본 발명의 기술적 사상과 그 기술적 범위 내에서, 다양한 다른 실시예들을 개량, 변경, 대체 또는 부가 등이 가능할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 디코딩하는 방법에 있어서,
상기 비디오 신호로부터, 타겟 블록에 대한 변환 인덱스(transform index)를 수신하는 단계, 여기서 상기 변환 인덱스는 상기 타겟 블록에 적용될 그래프 기반 변환을 가리킴;
상기 변환 인덱스에 대응되는 그래프 기반 변환 커널을 유도하는 단계; 및
상기 그래프 기반 변환 커널에 기초하여 상기 타겟 블록을 디코딩하는 단계
를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 타겟 블록이 수평 방향 또는 수직 방향으로 파티션된 M개 또는 N개의 서브 블록들로 구성된 경우, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 변환 인덱스에 따라 각 서브 블록마다 유도되며, 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 서로 다른 변환 타입은 DCT(Discrete Cosine Transform), ADST(Asymmetric Discrete Sine Transform) 및 RADST(Reverse Asymmetric Discrete Sine Transform) 중 적어도 2개를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 그래프 기반 변환 커널은 복수개의 1차원 그래프 기반 변환들의 결합에 기초하여 생성된, 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환 커널인 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 타겟 블록의 행 또는 열마다 기정의된 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 변환 인덱스는 코딩 유닛, 예측 유닛 또는 변환 유닛 중 적어도 하나의 유닛마다 수신되는 것을 특징으로 하는 방법.
- [청구항 8] 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 인코딩하는 방법에 있어서,
타겟 블록을 수평 또는 수직 방향으로 복수개의 서브 블록들로 파티셔닝하는 단계;

상기 복수개의 서브 블록들 각각에 대해 라인 그래프를 생성하는 단계;
상기 라인 그래프에 기초하여, 그래프 기반 변환 커널을 결정하는 단계;
및

상기 그래프 기반 변환 커널을 이용하여, 상기 복수개의 서브 블록들에
대해 변환을 수행하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 9]

제8항에 있어서, 상기 방법은,

상기 그래프 기반 변환 커널에 대응되는 변환 인덱스를 인코딩하는 단계
를 더 포함하고,

상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응되는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 10]

제8항에 있어서,

상기 복수개의 서브 블록들 중 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른
변환 타입이 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 11]

제10항에 있어서,

상기 서로 다른 변환 타입은 DCT, ADST 및 RADST 중 적어도 2개를
포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 12]

제8항에 있어서,

상기 그래프 기반 변환 커널은 2차원 분리 가능한 그래프 기반 변환
커널을 나타내고,

상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 라인 그래프에 대응되는 복수개의
1차원 그래프 기반 변환들의 결합에 기초하여 생성된 것을 특징으로 하는
방법.

[청구항 13]

제8항에 있어서,

상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 타겟 블록의 행 또는 열마다 기정의된
것을 특징으로 하는 방법.

[청구항 14]

적응적인 분리가 가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를
디코딩하는 장치에 있어서,

상기 비디오 신호로부터, 타겟 블록에 대한 변환 인덱스(transform
index)를 수신하는 파싱부; 및

상기 변환 인덱스에 대응되는 그래프 기반 변환 커널을 유도하고, 상기
그래프 기반 변환 커널에 기초하여 상기 타겟 블록을 디코딩하는

역변환부

를 포함하되,

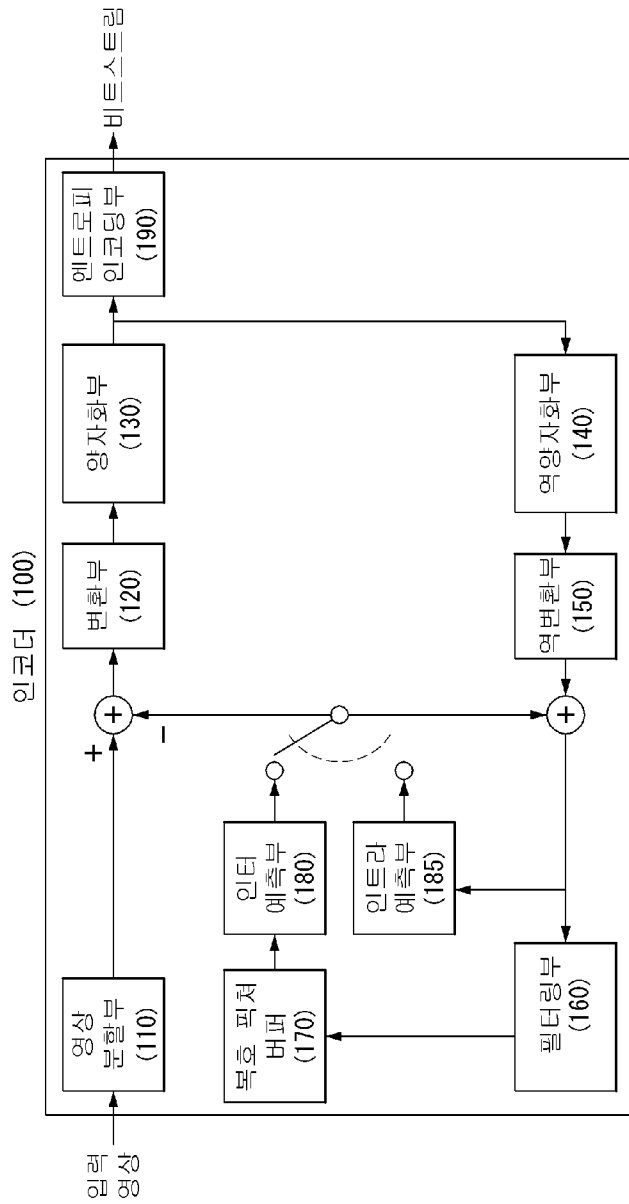
상기 타겟 블록이 수평 방향 또는 수직 방향으로 파티션된 복수개의 서브
블록들로 구성된 경우, 상기 변환 인덱스는 각 서브 블록마다 대응되고,

상기 그래프 기반 변환 커널은 상기 변환 인덱스에 따라 각 서브 블록마다
유도되며, 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이

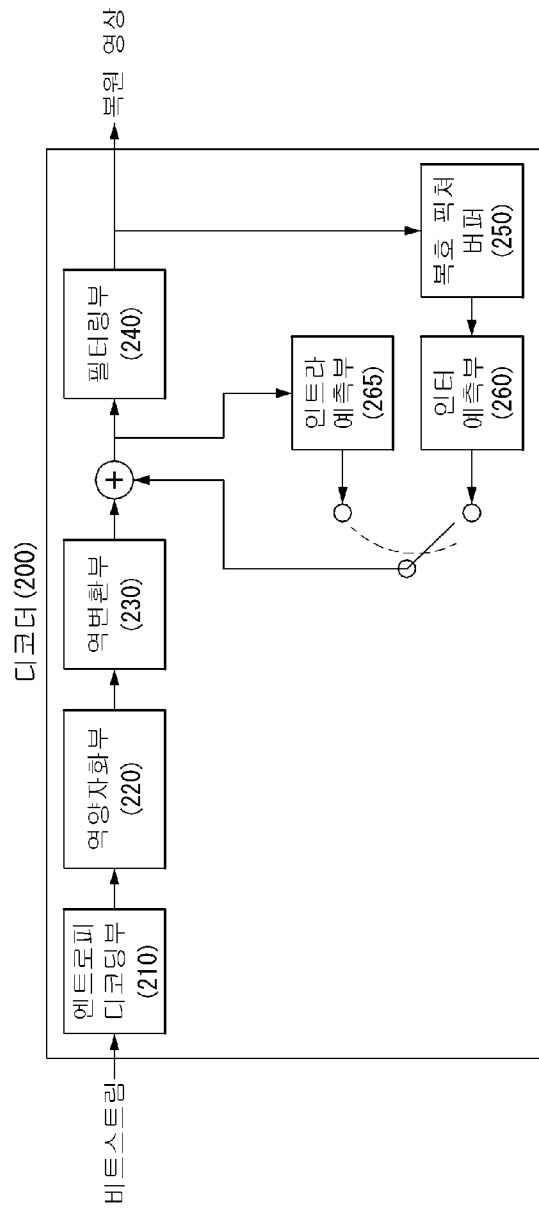
적용되는 것을 특징으로 하는 장치.

- [청구항 15] 적응적인 분리가능한 그래프 기반 변환을 이용하여 비디오 신호를 인코딩하는 장치에 있어서,
타겟 블록을 수평 또는 수직 방향으로 복수개의 서브 블록들로 파티셔닝하는 영상 분할부; 및
상기 복수개의 서브 블록들 각각에 대해 라인 그래프를 생성하고, 상기 라인 그래프에 기초하여 그래프 기반 변환 커널을 결정하고, 상기 그래프 기반 변환 커널을 이용하여, 상기 복수개의 서브 블록들에 대해 변환을 수행하는 그래프 기반 변환부를 포함하되,
상기 복수개의 서브 블록들 중 적어도 2개 이상의 서브 블록은 서로 다른 변환 타입이 적용되는 것을 특징으로 하는 장치.

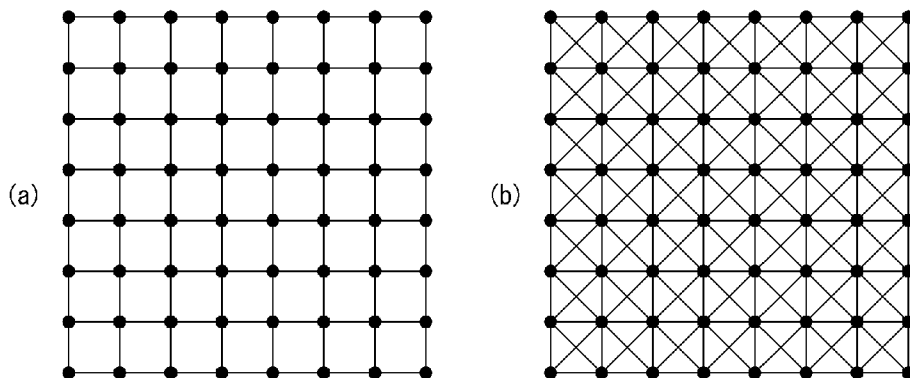
[도1]



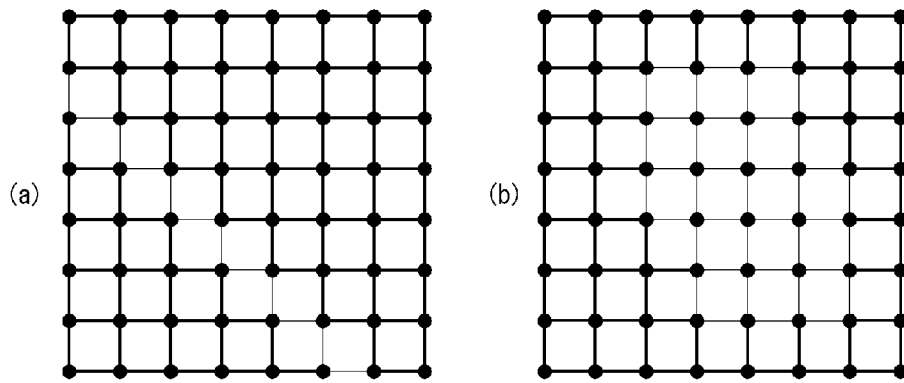
[도2]



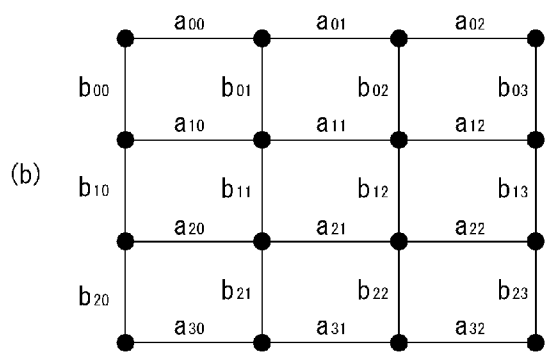
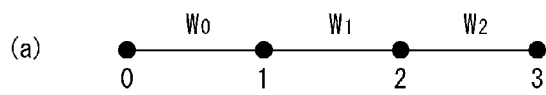
[도3]



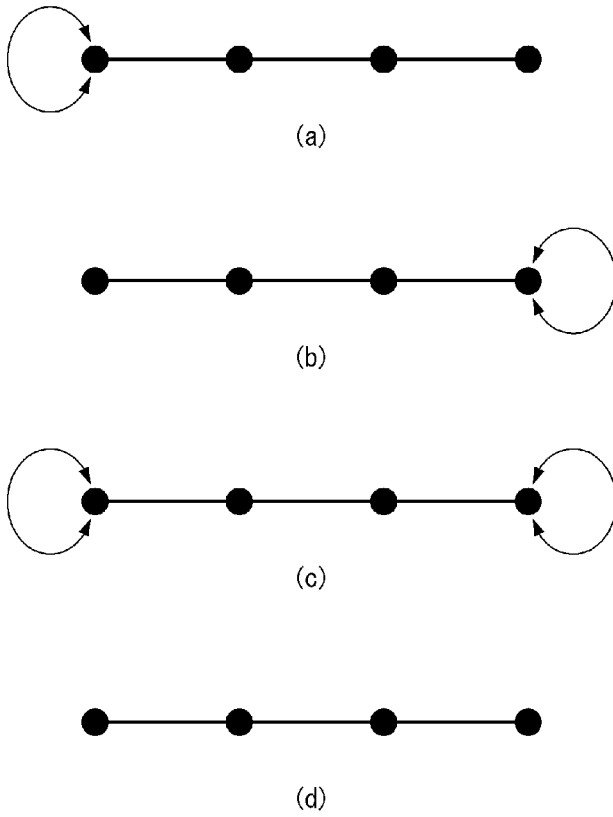
[도4]



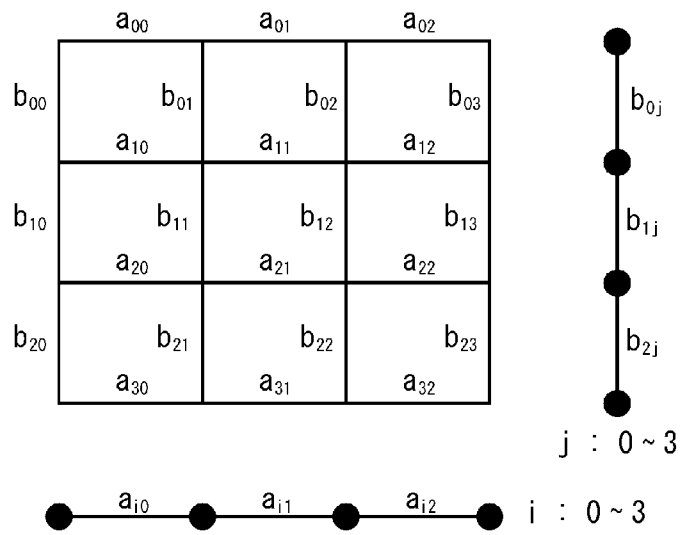
[도5]



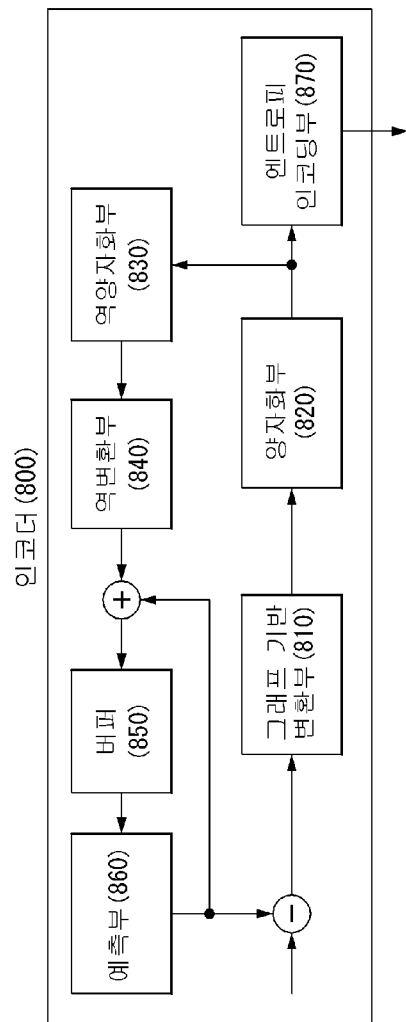
[도6]



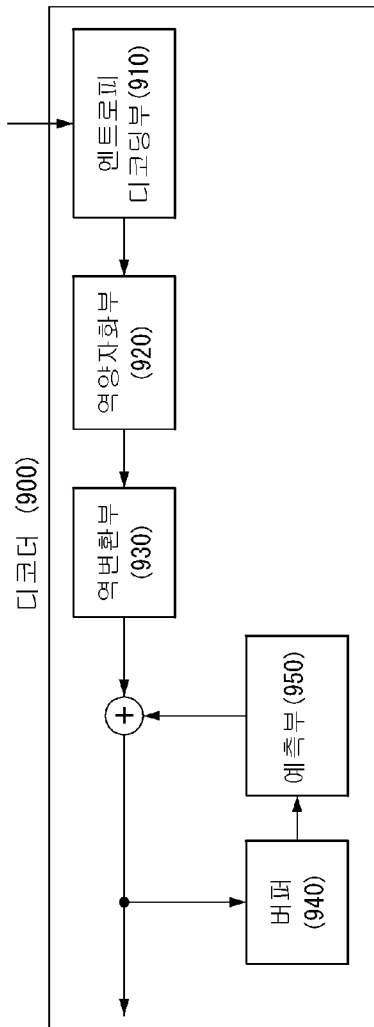
[도7]



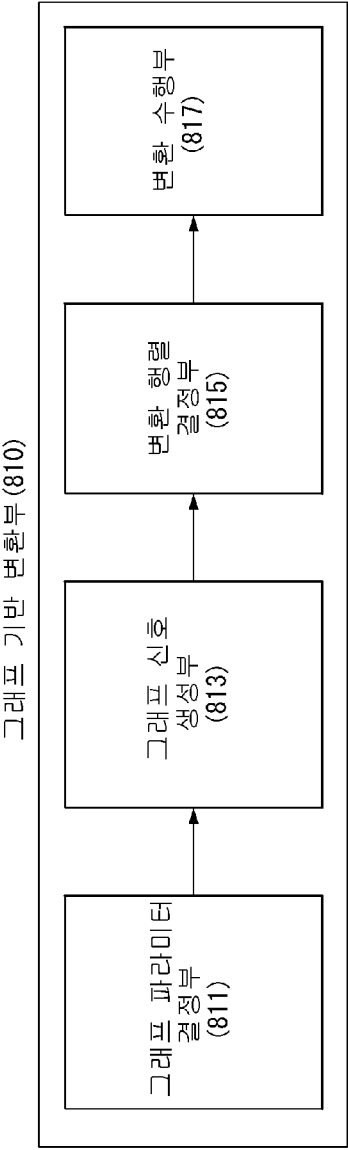
[58]



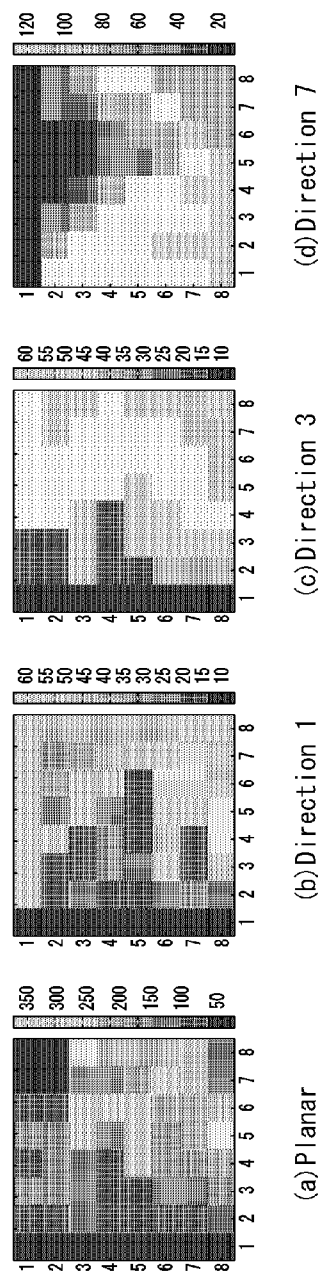
[도9]



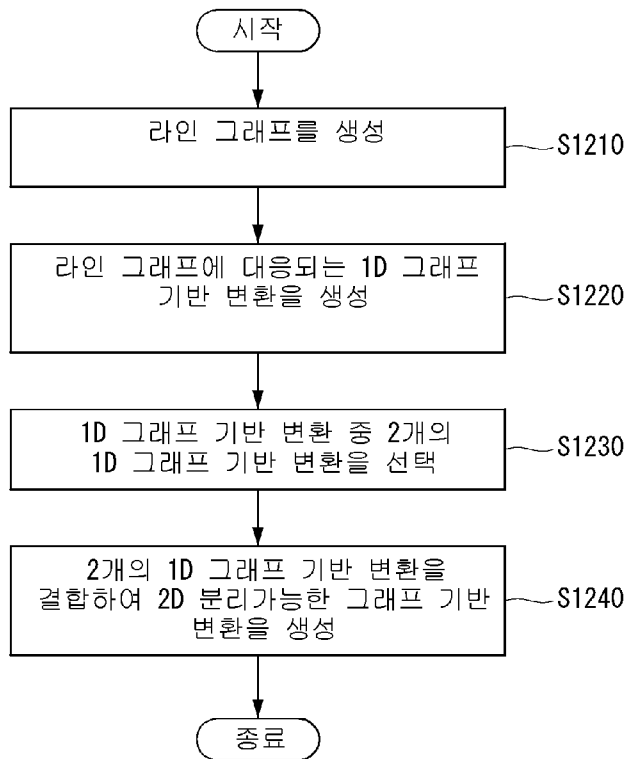
[도10]



[도11]



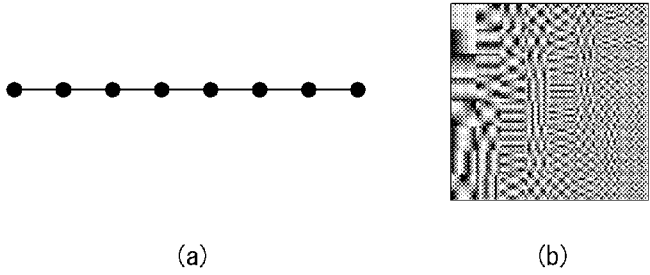
[도12]



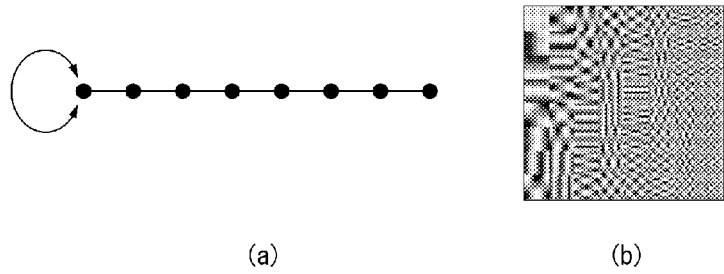
[도13]

	그래프 타입 (Graph type)	에지 가중치 (Edge weights (A))	자기루프 가중치 (Self-loop weights (S))	결과 변환 (Resulting Transform)
(a)	라인 (Line)	균일 (uniformly)	자기루프 없음 (no-self loops)	분리가능한 DCT (separable DCT)
(b)	라인 (Line)	균일 (uniformly)	한쪽끝에 하나의 자기루프 (single self-loop at one end)	분리가능한 ADST (separable ADST)
(c)	라인 (Line)	임의 (arbitrary)	임의 (arbitrary)	일반화된 분리가능한 변환 (Generalized separable transform)
(d)	임의 (Arbitrary)	임의 (arbitrary)	임의 (arbitrary)	분리불가능한 변환 (Non-separable transform)

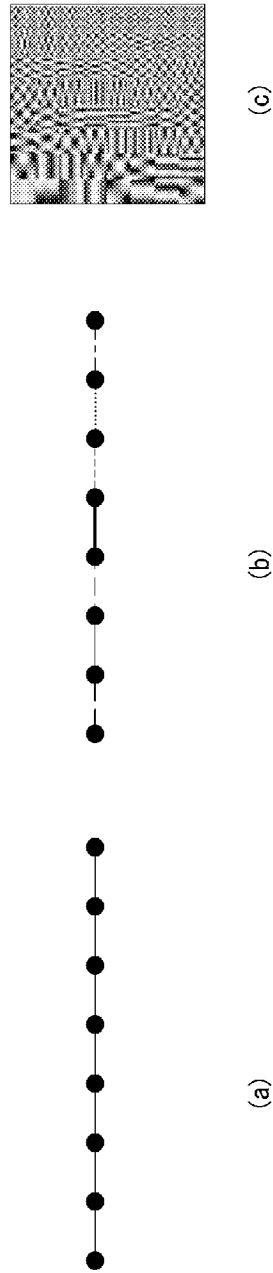
[도14]



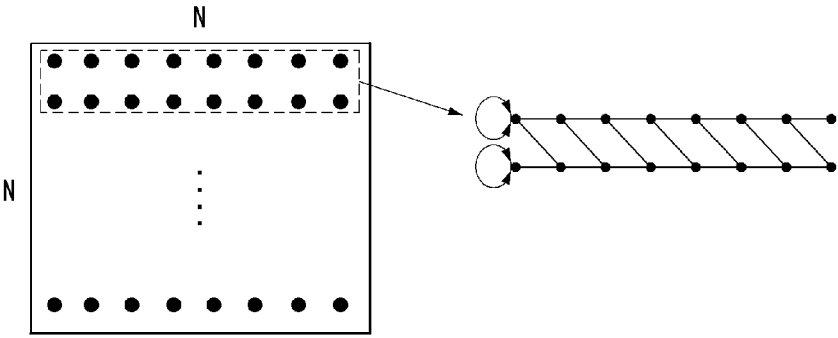
[도15]



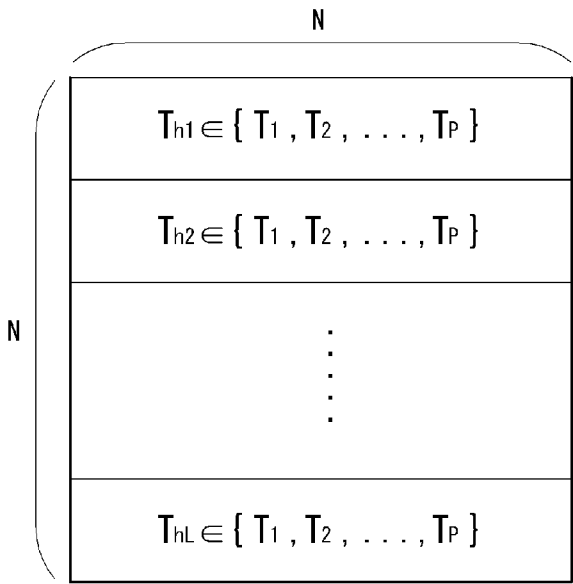
[도16]



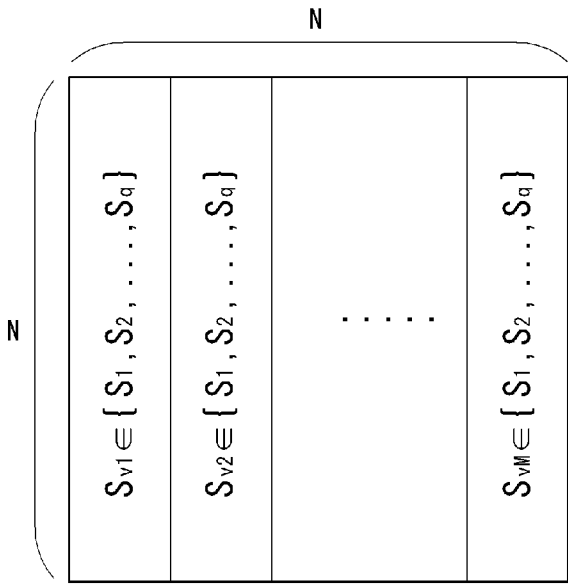
[도17]



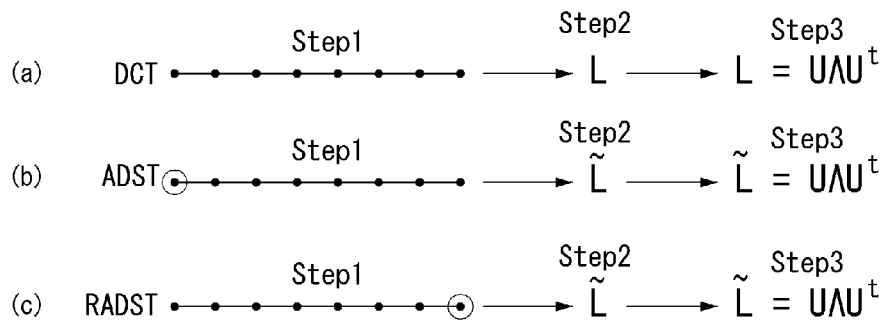
[도18]



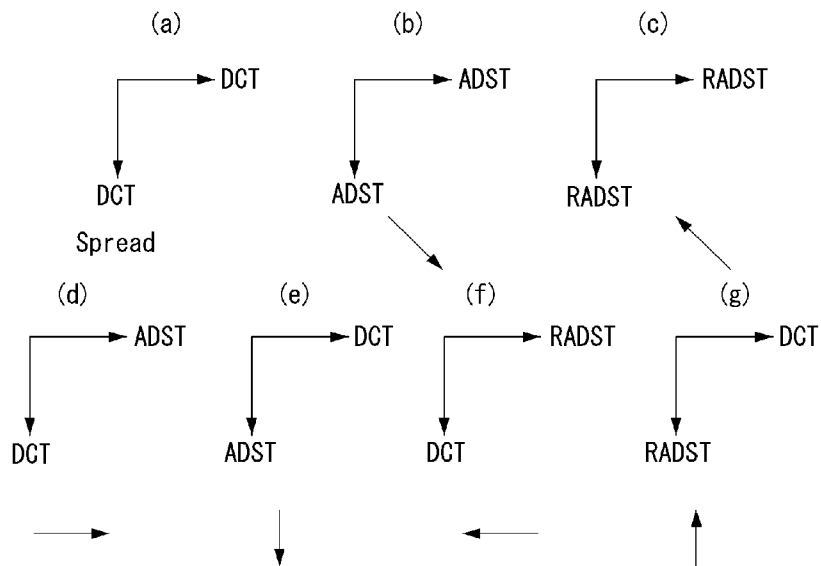
[도19]



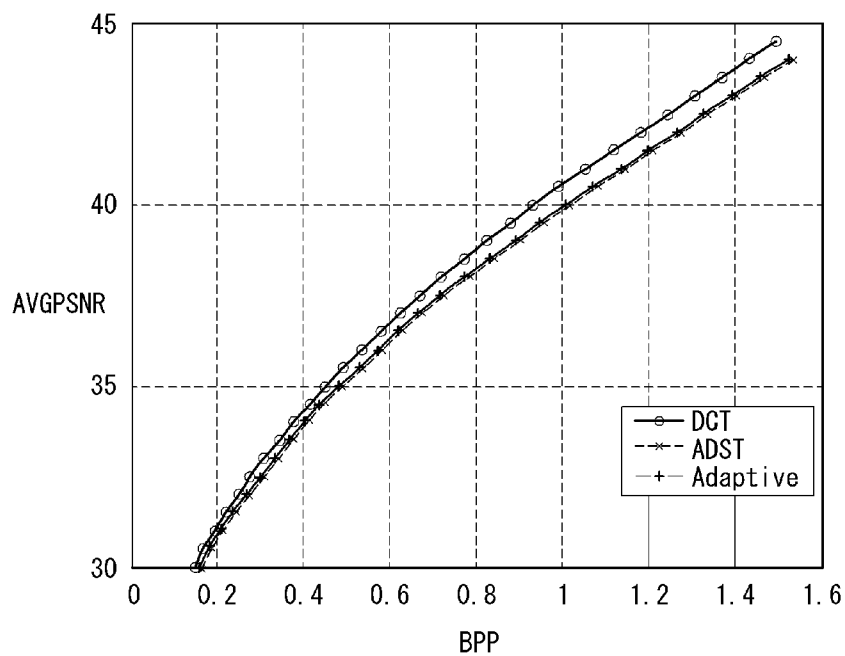
[도20]



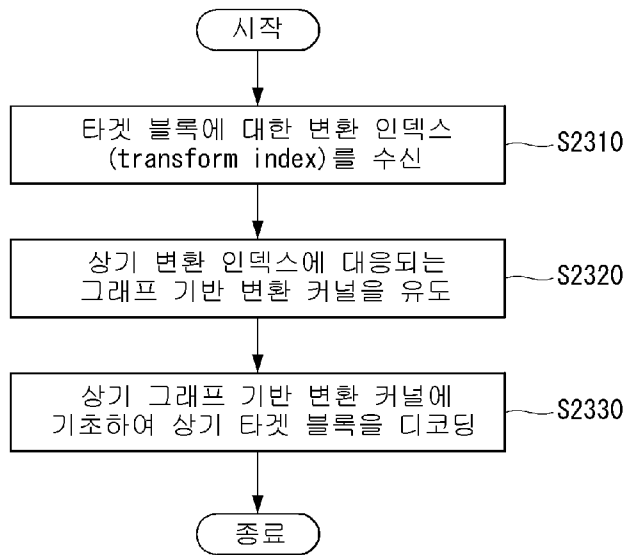
[도21]



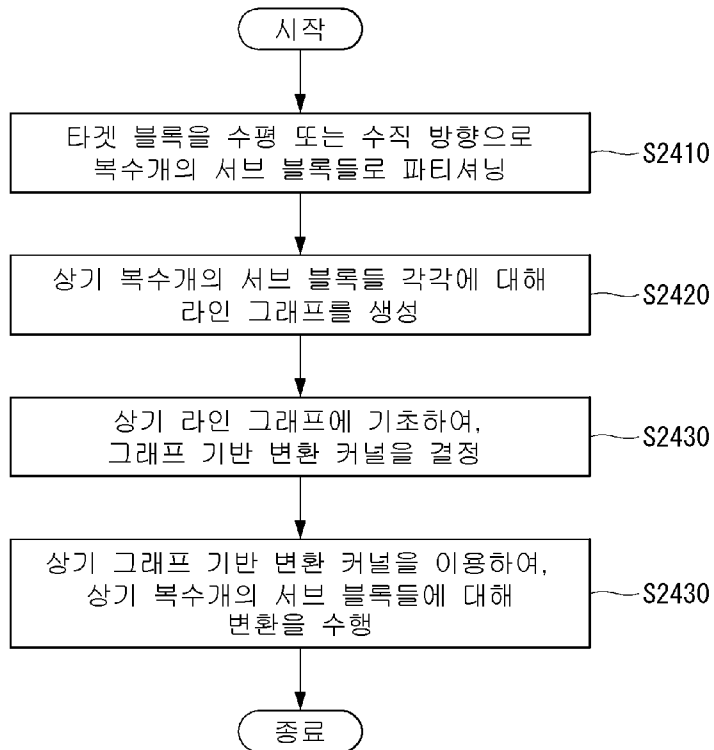
[도22]



[도23]



[도24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/005599

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 19/176(2014.01)i, H04N 19/109(2014.01)i, H04N 19/105(2014.01)i, H04N 19/124(2014.01)i, H04N 21/44(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N 19/176; H04N 19/122; H04N 19/625; H03H 17/02; H04N 19/51; G06N 99/00; H04N 19/14; H04N 19/109; H04N 19/105; H04N 19/124; H04N 21/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: separation, graph, transform, partition, division

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HU, Wei et al., "Multiresolution Graph Fourier Transform for Compression of Piecewise Smooth Images", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 24, No. 1, January 2015, ISSN 1057-7149, pages 419-433 See pages 420-424 and figures 3-4.	1-15
Y	NARANG, Sunil K. et al., "Critically Sampled Graph-based Wavelet transforms for Image Coding", Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA), 2013 Asia-Pacific, 29 October-01 November 2013, pages 1-4 See page 2 and figure 2.	1-15
A	KR 10-2011-0135787 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 19 December 2011 See paragraphs [0048]-[0050], [0056]-[0058], [0075]-[0079] and figure 4.	1-15
A	US 2015-0112897 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORIES, INC.) 23 April 2015 See paragraphs [0066]-[0113], claim 1 and figure 2.	1-15
A	US 2015-0010048 A1 (PURI, Atul et al.) 08 January 2015 See claims 26-33 and figures 19(A)-19(B).	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 AUGUST 2016 (17.08.2016)

Date of mailing of the international search report

18 AUGUST 2016 (18.08.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/005599

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0135787 A	19/12/2011	EP 2582140 A2	17/04/2013
		EP 2582140 A4	30/03/2016
		US 2013-0272422 A1	17/10/2013
		WO 2011-155714 A2	15/12/2011
		WO 2011-155714 A3	15/12/2011
US 2015-0112897 A1	23/04/2015	NONE	
US 2015-0010048 A1	08/01/2015	CN 104704827 A	10/06/2015
		CN 104718756 A	17/06/2015
		CN 104737540 A	24/06/2015
		CN 104737542 A	24/06/2015
		CN 104854866 A	19/08/2015
		CN 104885455 A	02/09/2015
		CN 104885467 A	02/09/2015
		CN 104885470 A	02/09/2015
		CN 104885471 A	02/09/2015
		CN 105052140 A	11/11/2015
		CN 105191309 A	23/12/2015
		EP 2920962 A1	23/09/2015
		EP 2920968 A1	23/09/2015
		EP 2920969 A1	23/09/2015
		EP 2951993 A1	09/12/2015
		EP 2951994 A1	09/12/2015
		EP 2951995 A1	09/12/2015
		EP 2951998 A1	09/12/2015
		EP 2951999 A1	09/12/2015
		EP 2952001 A1	09/12/2015
		EP 2952002 A1	09/12/2015
		EP 2952003 A1	09/12/2015
		EP 2952004 A1	09/12/2015
		EP 2996338 A2	16/03/2016
		EP 3008900 A2	20/04/2016
		EP 3013053 A2	27/04/2016
		JP 2016-502332 A	21/01/2016
		JP 2016-506187 A	25/02/2016
		JP 2016-508327 A	17/03/2016
		JP 2016-509764 A	31/03/2016
		JP 2016-514378 A	19/05/2016
		KR 10-2015-0055005 A	20/05/2015
		KR 10-2015-0056610 A	26/05/2015
		KR 10-2015-0056811 A	27/05/2015
		KR 10-2015-0058324 A	28/05/2015
		KR 10-2015-0090178 A	05/08/2015
		KR 10-2015-0090194 A	05/08/2015
		KR 10-2015-0090206 A	05/08/2015
		TW 201545545 A	01/12/2015
		US 2014-0328387 A1	06/11/2014
		US 2014-0328400 A1	06/11/2014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/005599

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 2014-0328414 A1	06/11/2014
		US 2014-0362911 A1	11/12/2014
		US 2014-0362921 A1	11/12/2014
		US 2015-0010062 A1	08/01/2015
		US 2015-0016523 A1	15/01/2015
		US 2015-0036737 A1	05/02/2015
		US 2015-0229926 A1	13/08/2015
		US 2015-0229948 A1	13/08/2015
		US 2015-0281716 A1	01/10/2015
		US 2015-0319441 A1	05/11/2015
		US 2015-0319442 A1	05/11/2015
		US 2015-0373328 A1	24/12/2015
		US 2016-0127741 A1	05/05/2016
		WO 2014-078068 A1	22/05/2014
		WO 2014-078422 A1	22/05/2014
		WO 2014-088772 A1	12/06/2014
		WO 2014-109826 A1	17/07/2014
		WO 2014-120367 A1	07/08/2014
		WO 2014-120368 A1	07/08/2014
		WO 2014-120369 A1	07/08/2014
		WO 2014-120373 A1	07/08/2014
		WO 2014-120374 A1	07/08/2014
		WO 2014-120375 A2	07/08/2014
		WO 2014-120375 A3	17/03/2016
		WO 2014-120575 A1	07/08/2014
		WO 2014-120656 A1	07/08/2014
		WO 2014-120960 A1	07/08/2014
		WO 2014-120987 A1	07/08/2014
		WO 2015-099814 A1	02/07/2015
		WO 2015-099816 A1	02/07/2015
		WO 2015-099823 A1	02/07/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04N 19/176(2014.01)I, H04N 19/109(2014.01)I, H04N 19/105(2014.01)I, H04N 19/124(2014.01)I, H04N 21/44(2011.01)I

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04N 19/176; H04N 19/122; H04N 19/625; H03H 17/02; H04N 19/51; G06N 99/00; H04N 19/14; H04N 19/109; H04N 19/105; H04N 19/124; H04N 21/44

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 분리, 그래프, 변환, 파티션, 분할

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	WEI HU 등, 'Multiresolution Graph Fourier Transform for Compression of Piecewise Smooth Images,' IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 24, No. 1, 2015.01, ISSN 1057-7149, 페이지 419-433 페이지 420-424 및 도면 3-4 참조.	1-15
Y	SUNIL K. NARANG 등, 'Critically sampled graph-based wavelet transforms for image coding,' Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA), 2013 Asia-Pacific, 2013.10.29-11.01, 페이지 1-4 페이지 2 및 도면 2 참조.	1-15
A	KR 10-2011-0135787 A (삼성전자주식회사 등) 2011.12.19 단락 [0048]-[0050], [0056]-[0058], [0075]-[0079] 및 도면 4 참조.	1-15
A	US 2015-0112897 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC RESEARCH LABORATORIES, INC.) 2015.04.23 단락 [0066]-[0113], 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-15
A	US 2015-0010048 A1 (ATUL PURI 등) 2015.01.08 청구항 26-33 및 도면 19(A)-19(B) 참조.	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 08월 17일 (17.08.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 08월 18일 (18.08.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이은규

전화번호 +82-42-481-3580



국제출원번호
PCT/KR2016/005599

서식 PCT/ISA/210 (대응특허 추가용지) (2015년 1월)

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

US 2014-0328414 A1	2014/11/06
US 2014-0362911 A1	2014/12/11
US 2014-0362921 A1	2014/12/11
US 2015-0010062 A1	2015/01/08
US 2015-0016523 A1	2015/01/15
US 2015-0036737 A1	2015/02/05
US 2015-0229926 A1	2015/08/13
US 2015-0229948 A1	2015/08/13
US 2015-0281716 A1	2015/10/01
US 2015-0319441 A1	2015/11/05
US 2015-0319442 A1	2015/11/05
US 2015-0373328 A1	2015/12/24
US 2016-0127741 A1	2016/05/05
WO 2014-078068 A1	2014/05/22
WO 2014-078422 A1	2014/05/22
WO 2014-088772 A1	2014/06/12
WO 2014-109826 A1	2014/07/17
WO 2014-120367 A1	2014/08/07
WO 2014-120368 A1	2014/08/07
WO 2014-120369 A1	2014/08/07
WO 2014-120373 A1	2014/08/07
WO 2014-120374 A1	2014/08/07
WO 2014-120375 A2	2014/08/07
WO 2014-120375 A3	2016/03/17
WO 2014-120575 A1	2014/08/07
WO 2014-120656 A1	2014/08/07
WO 2014-120960 A1	2014/08/07
WO 2014-120987 A1	2014/08/07
WO 2015-099814 A1	2015/07/02
WO 2015-099816 A1	2015/07/02
WO 2015-099823 A1	2015/07/02