



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월04일

(11) 등록번호 10-1516947

(24) 등록일자 2015년04월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 19/00 (2014.01) H04N 19/60 (2014.01)

(21) 출원번호 10-2013-0131520

(22) 출원일자 2013년10월31일

심사청구일자 2013년10월31일

(56) 선행기술조사문헌

WO2012106099 A1

KR101305093 B1

KR1020130084308 A

(73) 특허권자

한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

최해철

대전광역시 유성구 반석동로 33 반석마을5단지아파트 508동 802호

강장병

충청남도 금산군 추부면 하마전3길 13-1

(74) 대리인

특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김영태

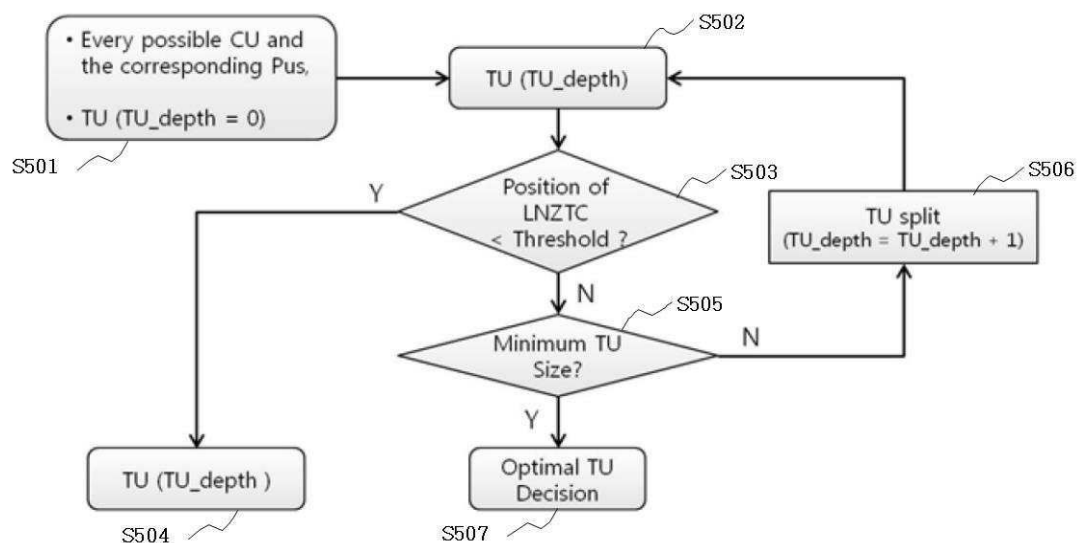
(54) 발명의 명칭 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 HEVC (High Efficiency Video Coding)의 복잡도 감소를 위한 고속 변환 크기 결정방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 더 구체적으로는 마지막 0이 아닌 변환 계수의 위치를 기준으로 변환블록의 에너지 집중도를 판단하고, 에너지 집중도가 충분한 블록이면 하위 블록으로 분할하지 않도록 하여 TU의 분할 여부를 빠르게 결정하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



는 HEVC의 복잡도 감소를 위한 고속 변환 크기 결정방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명의 일실시예에 따른 HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 방법은 현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력단계; 현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단단계; 및 상기 판단단계에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할 여부결정단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201206A0305313090100

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 3D 영상 산업 인력 양성을 위한 다시점 비디오 부호화 및 자유시점 비디오 재현 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교 산학협력단

연구기간 2013.04.01 ~ 2014.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 방법에 있어서,

현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력단계;

현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단단계; 및

상기 판단단계에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할여부결정단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 분할여부결정단계에서 4개의 TU로 분할되는 경우에는 분할된 각각의 TU를 이용하여 상기 판단단계와 분할여부결정단계를 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 에너지 집중도가 높은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 이하인 경우이고,

에너지 집중도가 낮은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 보다 큰 경우인 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 잔차신호를 변환한 후 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부는 하기의 수학적 식 1에 의해 판단되는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법.

[수학적 식 1]

$$Pos_{LNZTC}(TU_{i,p}) \leq T$$

여기서 Pos_{LNZTC} 는 HEVC 스캐닝 순서에 따라 LNZTC의 위치를 나타내며, $TU_{i,p}$ 는 TU 쿼드트리에서의 i 번째 깊이 및 p 번째 TU를 지칭하고, T는 상기 임계치를 나타낸다.

청구항 5

제 1항에 있어서, HEVC에서 최소 크기의 TU는 하기의 수학적 식 2에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법.

[수학식 2]

$$MinTU_{size} = \max \{ TU_{size}(depth_{MAX}), 4 \times 4 \}$$

여기서 $MinTU_{size}$ 는 허용하는 TU의 최소 크기이고, 이는 HEVC 구문(syntax)으로 지정 가능한 최대 허용 깊이값 $depth_{MAX}$ 에서의 TU 크기와 HEVC 표준에서 허용하는 변환 블록 크기인 4X4 중 큰 값으로 결정된다.

청구항 6

제 3항에 있어서, LNZTC의 위치에 대한 임계치를 허용 BD-RATE 증가율에 따라 결정하고, LNZTC의 임계치는 하기의 수학식 3에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 방법.

[수학식 3]

$$T = a_1 \times e^{a_2 \times BDR}$$

여기서 T는 LNZTC의 위치에 대한 임계치이고, BDR은 허용 가능한 BD-RATE 증가율이고, a_1 과 a_2 는 임계치 값과 BD-RATE의 관계를 지수함수로 모델링 했을 때 계수들이다.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항의 방법을 실행하는 프로그램을 기록한 것을 특징으로 하는 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 8

HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 장치에 있어서,

현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력수단;

현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단수단; 및

상기 판단수단에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할여부결정수단;를 포함하는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 분할여부결정수단에서 4개의 TU로 분할되는 경우에는 분할된 각각의 TU를 이용하여 상기 판단수단과 분할여부결정수단의 동작을 반복 수행하는 것을 특징으로 하는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정 장치.

청구항 10

제 8항에 있어서, 에너지 집중도가 높은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 이하인 경우이고,

에너지 집중도가 낮은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 보다 큰 경우인 것을 특징으로 하는 HEVC

를 위한 고속 변환 크기 결정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 HEVC (High Efficiency Video Coding)의 복잡도 감소를 위한 고속 변환 크기 결정방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 더 구체적으로는 마지막 0이 아닌 변환 계수의 위치를 기준으로 변환블록의 에너지 집중도를 판단하고, 에너지 집중도가 충분한 블록이면 하위 블록으로 분할하지 않도록 하여 TU의 분할 여부를 빠르게 결정하는 HEVC의 복잡도 감소를 위한 고속 변환 크기 결정방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근 디지털 방송기술과 디스플레이 기기 등의 발전으로 고해상도 비디오 품질에 대한 소비자의 요구가 꾸준히 증가하고, 이에 따라 기존의 영상 크기를 넘어선 4K ~ 8K급 초고해상도 영상에 대한 필요성이 대두되고 있다. 또한 스마트폰 등 모바일 기기에서도 Full HD 급 영상 재생이 가능하며 기존의 30 프레임 재생율을 넘어선 60 프레임 이상의 재생율이 요구 되고 있다. 초고해상도 비디오 콘텐츠들은 기본적으로 기존의 비디오 콘텐츠에 비해 많게는 수십 배에 달하는 데이터량을 갖게 된다. 이러한 초고해상도 비디오 콘텐츠들의 많은 데이터들을 효과적으로 처리하기 위하여 기존의 H.264/AVC[3]의 압축 효율을 뛰어넘는 새로운 비디오 표준이 필요하게 되었고, 이에 따라 국제 비디오 부호화 표준화 단체에서는 2010년 1월 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding)을 설립하여 차세대 비디오 부호화 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)에 대한 표준화를 지난 2013년 1월 완료하였다. HEVC에 대한 요구 사항으로는 기존에 표준화 완료된 H.264/AVC 대비 뛰어난 압축 성능, 병렬처리, 부호화 복잡도의 유동성 등이 있다. JCT-VC에서는 표준 및 관련 기술 개발을 위해 HEVC 참조 소프트웨어인 HM-11 (HEVC Test Model)을 제공하고 있다. HEVC는 기존의 H.264/AVC에 비해 약 40%정도로 객관적 화질측면에서의 높은 부호화 효율 보이고 있다. 하지만 이러한 압축효율은 지나치게 높은 복잡도를 필연적으로 갖게 되고 이것은 HEVC의 주된 단점이라고 할 수 있다. HEVC 부호화기에서 이전 표준들에 비해 복잡도의 증가가 두드러진 부분은 CU (Coding Unit) 결정 과정이다. 기존 H.264/AVC에서는 기본 부호화 블록이 16x16 매크로 블록으로 고정되어 있다. 하지만 HEVC에서는 순차적인 트리구조에 의해 64x64 크기에서 8x8 크기까지 각 크기별로 비용을 계산하고 비용이 가장 적은 크기의 블록을 선택하여 부호화한다. 또한 H.264/AVC의 4x4 혹은 8x8 크기의 변환블록과 달리 HEVC는 각 크기의 CU에 따라 32x32 크기부터 4x4 크기까지 순차적으로 TU의 비용을 계산하며 가장 적은 비용을 갖는 TU 크기를 선택하여 부호화 한다. 따라서 HEVC는 영상의 특성에 따라 여러 크기의 블록으로 나뉘질 수 있고, 다양한 크기의 지원은 높은 압축 효율을 보장한다. 그러나 이용 가능한 크기의 블록 조합이 상당히 많기 때문에 최적의 블록크기를 결정하기 위해 높은 계산 복잡도를 요구하게 된다.

[0003]

먼저 HEVC의 부호화 블록을 결정하는 과정을 살펴본다.

[0004]

HEVC의 주요 기술 중 하나는 계층적 재귀 구조를 갖는 코딩트리블록(coding tree block; CTB)이다. 과거 비디오 부호화 표준인 H.264/AVC에서 기본블록 단위로 사용되었던 16x16 고정 크기의 매크로블록 대신, HEVC는 계층적 트리 구조인 CTB를 통해 가변적 블록 크기인 코딩유닛 (coding unit; CU), 예측유닛(prediction unit; PU) 및 변환유닛(transform unit; TU)을 정의한다.

[0005]

도 1은 HEVC의 CU, PU, TU 구조를 나타낸 것이다. 도 1과 같이 HEVC는 쿼드트리(quard-tree) 구조를 사용하여 계층에 따라 재귀적으로 CU를 더 작은 유닛으로 분할함으로써 8x8에서 64x64의 다양한 블록 크기를 지원한다. 최적의 CU 크기를 결정하기 위하여 각 CU에서 각각의 PU 크기 및 TU 크기에 대해 가장 작은 비용을 갖는 블록 크기를 조사한다. 이때 PU는 대응하는 CU의 크기로부터 다양한 모양의 예측블록으로 분할하여 비용조사를 하게 되며, TU는 대응하는 CU의 크기로부터 CU 결정 과정과 마찬가지로 재귀적인 트리 구조로 분할을 하여 각각의 크기에 대한 모든 비용을 조사한다. 따라서 HEVC의 부호화 과정은 하나의 CU를 조사하는 과정에서 나올 수 있는 모든 크기의 PU와 TU를 조사하게 되고, 영상의 특성에 따라 적응적인 블록크기 결정이 가능하며, 기존 비디오 코덱에서 사용할 수 없었던 다양한 형태의 블록조합을 사용하여 영상을 압축할 수 있다.

[0006]

도 2는 재귀적 CU, PU, TU 결정과정을 나타낸 것이다. 도 2는 임의 크기의 CU로부터 최적의 PU 크기 및 TU 크기를 결정하는 방법이다. HEVC에서 CU는 다양한 크기의 PU로 분할될 수 있을 뿐만 아니라, 각 CU는 PU와 관계없이

쿼드 트리 구조의 TU로 분할될 수 있다. 이때 최적의 비용을 갖는 CU를 찾기 위해 순차적으로 가장 큰 크기인 LCU(large coding unit)부터 가장 작은 크기인 SCU (small coding unit)까지 재귀적인 쿼드트리 구조에 따라 비용을 계산하게 되고, 각 CU 크기 별로 매번 PU의 여러 모드에 대한 예측비용을 전부 계산하며, 최소크기의 CU인 경우에만 Intra NxN 모드를 수행하여 비용조사를 한다. 각 PU에 대한 비용 조사를 할 때, PU별로 생성된 잔차신호에 대해 TU의 비용조사 또한 수행한다. TU는 CU 구조와 마찬가지로 재귀적인 쿼드트리 구조에 따라 4개의 하위블록으로 재귀적으로 분할될 수 있다. 도 2와 같이 모든 PU 마다 TU 분할 방식을 반복적으로 조사하는 이유는 하나의 CU로부터 대응하는 PU의 모드 및 크기에 따른 잔차신호의 특성이 변화하기 때문이다. 결론적으로, 하나의 CU에서 각각의 PU 모드에 따라 잔차신호를 생성하고, 이 잔차신호에 대해 TU 쿼드 트리의 비용을 전부 계산하여 최적의 CU,PU, TU를 선택한다.

[0007]

위 도 2와 같은 방식으로 HEVC는 이전 표준인 H.264/AVC의 고정된 크기인 매크로 블록으로 부호화 하는 경우 보다 더욱 효과적인 부호화가 가능하며 높은 부호화 효율을 보장한다. 그러나 부호화 과정에서 허용하는 CU 및 PU의 조합 수가 매우 증가하게 되고, 각 조합에 대하여 최적의 비용을 조사하는 과정에서의 계산 복잡도가 과도하게 요구된다. 또한 상기에 기술한 바와 같이 잔차신호의 특성적 변화로 HEVC는 반복적인 쿼드트리 구조의 분할을 하며 TU에 대한 비용 조사를 하게 되고, TU 결정 과정 또한 과도한 계산 복잡도가 요구된다. 따라서 상기와 같은 CU, PU, TU 결정과정에서 필연적인 복잡도 증가는 해결해야 할 과제이다.

[0008]

이하에서는 HEVC 기반 종래 고속화 방법에 대해 설명한다.

[0009]

상기와 같은 과도한 복잡도의 감소를 위해서, Chen은 Bayesian decision rule을 이용한 고속 CU크기 결정방법을 제안하였다 (Xiaolin Shen, Lu Yu and Jie Chen, "Fast Coding Unit Size Selection for HEVC based on Bayesian Decision Rule," Picture Coding Symposium(PCS), pp. 453-456, May 2012 참조). 이 방법은 상위 CU 크기에서 하위 4개 CU 크기의 분할에 대해 SATD(sum of absolute transformed difference) 값으로 Bayesian decision rule을 적용하여 하위 블록으로의 분할여부를 판별한다. Chen의 고속 CU 크기 결정방법은 약 1.88%의 BD-rate 증가율로 약 40% 정도의 부호화 복잡도 감소를 보인다. 또한 Choi는 CU의 조사과정을 조기 종료하는 방법(Early CU Setting; ECU)을 제안하였다. 이 방법은 CU의 PU 조사 과정 중 최적 모드가 SKIP 모드로 결정이 되면 하위 블록으로의 분할을 강제로 허용하지 않음으로써 약 40% 정도의 부호화 복잡도 감소를 보였고, 이는 HM에 포함되었다. Yang은 CU의 분할과정을 조기 결정하는 방법(Early Skip Detection Setting; ESD)을 제안하였다. 이 방법은 Inter 2Nx2N 모드를 조사한후 Coded Block Flag(CBF) 값이 0 이며 Motion vector difference(MVD)가 (0,0)값을 갖는 경우 다른 형태의 PU들을 조사하지 않고, 바로 분할하여 다음깊이의 CU조사과정을 이어간다. 여기서 CBF는 0이 아닌 잔차 신호의 존재 유무를 알려주는 flag이며, MVD는 참조영상과 현재 영상과의 움직임 정보에 대한 차이 값이다. HEVC 부호화 과정에서 예측과정을 수행하는 중에 잔차신호 없이 예측이 아주 잘된 경우 CBF의 값은 0 이 되며, 움직임 정보가 참조영상과 같다면 MVD 또한 (0,0)의 값을 갖는다. Yang은 이 방법으로 기존 HM에 비해 약 30~ 40% 부호화 시간을 단축할 수 있었고 이 방법 또한 HM에 포함되었다. Gweon은 CBF의 값에 따른 고속 PU 결정 방법(CBF Fast Mode Setting; CFM)을 제안하였으며, Choi, Yang의 방법과 마찬가지로 HM에 포함되었다 (RyeongHee Gweon and Yung-Lyul Lee, "Early Termination of CU Encoding to Reduce HEVC Complexity," JCTVC-F405, Torino, July 2011 참조). Gweon은 CBF의 값에 따라 현재 비용조사 중인 PU에서 다른 형태의 PU로 더 이상 비용 조사를 하지 않고 조기종료 하는 방법을 제안하였다. 즉 이 고속화 방법은 CBF가 0인 경우 더 이상의 가능한 PU들을 검색하지 않고 일찍 종료시키는 방법이다. 이 방법으로 부호화 수행 시간을 기존 HM보다 약 40~50% 정도 향상시켰다. 상기에서 언급된 고속화 방법은 주로 CU와 PU에 국한되어 있다. 앞서 설명한 바와 같이 TU의 결정과정 또한 높은 복잡도를 요구한다. 이를 해결하기 위해서 Choi는 잔차신호의 개수로 TU의 조사과정을 조기 종료하는 방법을 제안하였다 (K. Choi, and E. S. Jang, "Early TU decision method for fast video encoding in high efficiency video coding," Electronics letters, Vol. 48, pp. 689-691, June, 2012 참조). 이 방법은 예측과정 이후 변환과정에서 잔차신호의 개수가 3개 이하이면 다음 깊이의 TU조사과정을 조기 종료함으로써 부호화 복잡도를 약 30% 정도 감소시켰다. 또한 Teng은 상위깊이 TU와 하위 깊이 TU간의 RD-cost 값으로 TU의 조사과정을 조기 종료하는 방법을 제안 하였다 (S.W. Teng, H.M. Hang, and Y.F. Chen, "Fast Mode Decision Algorithm for Residual Quadtree Coding in HEVC," in Proc. of IEEE Visual Comm. and Image Processing(VICIP2011), pp.1-4, Nov, 2011 참조). 이 방법은 상위깊이 TU의 RD-cost값이 하위 깊이 TU들의 RD-cost값 보다 작다면 TU의 조사과정을 조기 종료한다. Teng은 이 방법으로 부호화 시간을 약 49% 정도 감소시켰다. 본 발명의 목적은 TU의 결정과정에서 발생하는 부호화 복잡도의 감소이며, 이를 위해 Gweon의 방법을 이용한다. Gweon의 방법에 기반하여, CBF가 0인 경우, TU결정과정을 조기 종료시키는 알고리즘을 적용하여 부호화 복잡도 감소를 얻을 수 있다. 하지만 Gweon의 방법을 그대로 적용한 경우 CBF가 0인 경우에만 TU 결정 과정에서의 복잡도를 감소 시킬 수 있으며, 사용자가 설정한 양자화

파라미터의 값이 작다면 CBF의 값이 0인 경우의 수가 급격히 감소하여 복잡도를 감소시키는데 한계를 갖는 단점이 있다. 또한 Choi가 제안한 잔차신호 수에 의한 고속화방법은 영상의 저주파 및 고주파 특성에 대해 고려하지 않은 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010]

(특허문헌 0001) [특허문헌1]국내등록특허 제10-1305093호

(특허문헌 0002) : 변환 단위의 크기 결정 방법 및 그 부호화 장치

(특허문헌 0003) [특허문헌2]국내공개특허 제10-2013-0084308호

(특허문헌 0004) : 비디오 코딩에 대한 구문 엘리먼트들의 공동 코딩

(특허문헌 0005) [특허문헌3]국내공개특허 제10-2013-0054435호

(특허문헌 0006) : 적응형 스캔 패턴에 의한 컨텍스트 모델 선택을 이용하는 코딩 및 디코딩

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011]

본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명에서는 종래의 고속 부호화 방법을 TU결정 과정에 직접 적용했을 때의 단점과 종래의 잔차신호 수에 의한 고속화 방법의 단점을 극복하여 보다 광범위한 경우에서도 부호화 복잡도를 감소시키기 위해, 고주파 및 저주파 신호의 특성에 따라 0이 아닌 잔차신호가 존재하는 경우에도 잔차신호의 변환 계수 분포에 따라 TU 결정을 조기 종료시킬 수 있는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정방법 및 장치를 그 목적으로 한다.

[0012]

또한 본 발명에서는 일반적으로 임의의 크기 TU의 변환 계수가 고주파 성분 없이 저주파 성분만을 갖는 경우 이 블록은 비교적 잔차 신호의 변화량이 적고 에너지 집중도가 높다는 것을 의미하며 이러한 블록은 분할되지 않을 확률이 높은 점을 고려하여 마지막 0이 아닌 변환 계수의 위치를 기반으로 블록의 에너지 집중도를 판단하고, 이에 근거하여 TU 결정을 조기 종료함으로써 부호화 복잡도를 대폭 감소시킬 수 있는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 결정방법 및 장치를 그 목적으로 한다.

[0013]

그러나 본 발명의 목적은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014]

본 발명의 일실시예에 따른 HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 방법은 현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력단계; 현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단단계; 및 상기 판단단계에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할여부결정단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015]

바람직하게는, 상기 분할여부결정단계에서 4개의 TU로 분할되는 경우에는 분할된 각각의 TU를 이용하여 상기 판단단계와 분할여부결정단계를 반복 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0016]

바람직하게는, 에너지 집중도가 높은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 이하인 경우이고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 보다 큰 경우인 것을 특징으로 한다.

- [0017] 바람직하게는, 잔차신호를 변환한 후 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부는 수학적 식 1에 의해 판단되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 바람직하게는, HEVC에서 최소 크기의 TU는 수학적 식 2에 의해 결정되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 더 바람직하게는, LNZTC의 위치에 대한 임계치를 허용 BD-RATE 증가율에 따라 결정하고, LNZTC의 임계치는 수학적 식 3에 의해 계산되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 다른 일실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는 HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 방법을 실행하는 프로그램을 기록한 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 다른 일실시예에 따른 HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 장치는 현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력수단; 현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단수단; 및 상기 판단수단에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할여부결정수단;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 분할여부결정수단에서 4개의 TU로 분할되는 경우에는 분할된 각각의 TU를 이용하여 상기 판단수단과 분할여부결정수단의 동작을 반복 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 바람직하게는, 에너지 집중도가 높은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 이하인 경우이고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 보다 큰 경우인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 에너지 집중도가 높은 TU의 경우 분할하지 않을 확률이 높다는 실험 사실에 기반 하여 마지막 0이 아닌 변환 계수의 위치에 따라 TU의 분할 여부를 결정하는 효과가 있다.
- [0025] 본 발명은 HM-7.0 환경에서의 실험 결과 Random_Access_Main 모드에서 0.7%의 미비한 객관적 부호화 손실만으로 평균 18%의 계산 복잡도를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한 기존의 CBF 값으로 하위분할을 결정하는 방법은 단순히 변환된 계수의 존재 유무만으로 하위분할을 결정하는 반면 본 발명은 양자화된 변환 계수의 저주파 및 고주파특성에 따라 적응적으로 임계치를 결정할 수 있으므로 영상의 특성에 따라 TU의 하위분할을 결정짓는 것이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 HEVC의 CU, PU, TU 구조를 나타낸 것이다.
- 도 2는 재귀적 CU, PU, TU 결정과정을 나타낸 것이다.
- 도 3은 TU의 쿼드트리 구조를 나타낸 것이다.
- 도 4는 HEVC의 스캐닝 방식을 도시한 것이다
- 도 5는 본 발명의 고속 변환 크기 결정 방법의 흐름도이다.
- 도 6은 다양한 임계치를 이용하여 본 발명의 변환 크기 결정 방법을 적용하였을 때, BD-RATE의 증가율에 대한 실험 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고

상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0029] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구성된다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세하게 설명한다. 본 발명의 HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 장치는 현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력수단, 현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차 신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단수단; 및 상기 판단수단에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할여부결정수단;를 포함하여 구성될 수 있다. 또한 EVC를 위한 고속 변환 크기 결정 장치는 상기 분할여부결정수단에서 4개의 TU로 분할되는 경우에는 분할된 각각의 TU를 이용하여 상기 판단수단과 분할여부결정수단의 동작을 반복 수행할 수 있다. 또한, EVC를 위한 고속 변환 크기 결정 장치는 에너지 집중도가 높은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 이하인 경우이고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 보다 큰 경우를 포함할 수 있다.

[0031] 본 발명의 부호화 복잡도 개선을 위한 고속 변환 크기 (TU) 결정 방법을 설명하기 위해 먼저 LNZTC(last non-zero transformed coefficient) 위치와 TU 분할 관계에 대해 이하에서 설명한다.

[0032] 도 3은 TU의 쿼드트리 구조를 나타낸 것이다. 도 3과 같이, TU는 대응되는 CU 크기로 부터 쿼드트리 구조로 분할을 하며 최적의 TU 크기를 조사한다. HEVC에서 TU의 최대 깊이는 3으로 정의되어 있다. 도 3과 같이 TU는 대응 CU 크기로부터 깊이를 0부터 3 까지 증가하며 쿼드트리로 분할하여 각각의 TU에 대한 비용 조사를 수행하게 된다. 이에 따라 깊이가 증가할수록 조사하는 TU의 숫자가 급격히 많아지며, 각 CU 및 이에 대응하는 PU에서 잔차신호를 검출한 후 TU의 조사과정을 수행하므로 PU의 다양한 형태 전부에 대해 도 3의 과정을 반복적으로 수행하여야 한다. 따라서 TU의 조사과정은 상당히 많은 계산이 필요하며, 이로 인해 계산 복잡도가 과도하게 증가한다.

[0033] 본 발명의 목적은 각 PU의 잔차신호 검출 후 최적의 TU를 선택하는 과정에서의 복잡도 감소이다. 본 발명은 기본 아이디어는 에너지 집중도가 높은 TU의 경우 더 이상 분할되지 않을 확률이 높다는 실험적 결과를 이용한다. 즉, 각 PU에서 잔차신호가 평활한 특성을 가지면 작은 편차를 갖게 되고, 이 잔차신호들을 주파수 영역으로 변환한 경우 저주파 영역으로의 높은 에너지 집중도를 갖는다. 상기과 같은 높은 에너지 집중도의 잔차신호를 갖는 TU는 더 이상 분할하지 않을 확률이 높다. 에너지 집중도는 여러 가지 방법으로 판별할 수 있으며 제안방법에서 잔차 블록의 에너지 집중도를 마지막 0이 아닌 변환 계수(last non-zero coefficient LNZTC)의 위치로 판단한다. LNZTC의 위치는 간단한 방법으로 얻을 수 있을 뿐만 아니라 HEVC의 엔트로피 부호화를 위해 필요요소이므로, LNZTC의 위치를 구하는 과정은 HEVC의 인코더에 추가적인 연산을 부가하지 않는다.

[0034] 본 발명의 고속 변환 크기 결정 방법에서는 LNZTC를 얻기 위하여 HEVC의 스캐닝 방식을 사용한다. 다음 도 4는 HEVC의 스캐닝 방식을 도시한 것이다. 위 도 4에서 Diagonal scan 방식은 Inter 모드로 예측했을 때 사용하는 스캐닝 방식이며 Horizontal Scan 및 Vertical Scan 방식은 Intra 모드로 예측했을 경우 추가로 사용되는 스캐닝 방식이다(즉 Intra 모드는 세 가지 방식 모두 사용한다). 만일 임의의 변환 블록에서 LNZTC의 위치가 저주파 영역이라면 고주파 성분이 없는 것을 뜻하므로 이 블록은 비교적 평활한 영역이며 에너지 집중도가 높다고 판별할 수 있다. 따라서 현재 잔차블록의 에너지 집중도는 0이 아닌 변환계수의 위치로부터 알아 낼 수 있다. 다음의 표 1은 LNZTC의 위치와 블록 분할간의 관계에 대한 통계적 분석이다. 표 1은 모든 가능한 크기의 TU를 조사하고 최적의 TU를 결정하는 기존 HM을 이용하였을 때, LNZTC의 위치에 따라 TU가 분할되지 않을 확률이다.

표 1

Test sequence	TU가 분할되지 않을 확률			
	$0 < T \leq 5$	$6 < T \leq 10$	$10 < T \leq 30$	$T > 30$
SteamLocomotive	90.17	74.16	54.54	32.58
Kimono	84.64	65.27	42.17	18.50
RaceHorsesC	82.87	60.57	37.71	15.31
BlowingBubbles	83.56	63.33	41.94	15.97

표 1에서 T는 양자화 과정 후 변환 블록에서 LNZTC의 위치이다. 표 1에서의 결과로 LNZTC의 위치가 도 4의 저주파 영역에 위치할수록 TU가 분할되지 않을 확률이 높다. 이것은 앞서 기술한 에너지 집중도가 높을수록 하위 블록으로 분할되지 않을 확률이 높다는 것을 증명하는 지표이다. 따라서 LNZTC의 위치에 따라 블록의 분할 여부를 미리 판별 할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 상기와 같은 결과를 바탕으로 TU 결정을 조기 종료하여 부호화 복잡도를 감소시키는 알고리즘을 다음과 같이 제안한다.

본 발명의 고속 변환 크기 (TU) 결정방법을 이하에서 설명한다. HEVC는 도 2와 같이 순차적으로 여러 PU 형태들의 비용을 계산을 하고, 각 PU에서 잔차신호를 생성한 후 잔차신호에 대한 최적의 TU 크기를 결정하기 위해 재귀적으로 하위 4 블록으로 분할하며 TU에 대한 비용을 조사한다. 이와 달리 본 발명의 고속 변환 크기 결정 방법은 각 PU의 TU 결정 과정에서 LNZTC의 위치에 기반 하여 하위 깊이 TU의 비용조사를 조기 종료할 수 있다. 만약 LNZTC의 위치가 저주파 영역에 위치한다면 표 1에 근거하여 하위블록으로 분할하지 않고 조기 종료함으로써 부호화 복잡도를 개선할 수 있다.

도 5는 본 발명의 고속 변환 크기 (TU) 결정 방법의 흐름도이다. 본 발명의 HEVC를 위한 고속 변환 크기 (TU, transform unit) 결정 방법은 현재 CU (coding unit)와 그에 대응하는 임의 PU (prediction unit)를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력되는 입력단계; 현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 입력된 잔차신호를 변환한 후 LNZTC(last non-zero transformed coefficient)의 위치를 기준으로 TU의 에너지 집중도가 높은지 여부를 판단하는 판단단계; 및 상기 판단단계에서 에너지 집중도가 높은 것으로 판단된 경우에는 TU를 분할하지 않는 것으로 결정하고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단된 경우에는 TU가 최소 크기의 TU가 아니라면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU로 분할하는 분할여부결정단계;를 포함할 수 있다. 또한 본 발명의 고속 변환 크기 (TU) 결정 방법은 상기 분할여부결정단계에서 4개의 TU로 분할되는 경우에는 분할된 각각의 TU를 이용하여 상기 판단단계와 분할여부결정단계를 반복 수행할 수 있다. 또한 본 발명의 고속 변환 크기 (TU) 결정 방법은 에너지 집중도가 높은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 이하인 경우이고, 에너지 집중도가 낮은 것으로 판단하는 경우는 LNZTC의 위치가 임계치 보다 큰 경우인 것을 포함할 수 있다.

이하 본 발명의 고속 변환 크기 (TU) 결정 방법에 대해 구체적으로 설명한다. 현재 CU와 그에 대응하는 임의 PU를 이용하여 생성한 잔차 신호가 입력으로 주어진다 (S501). 도 3과 같이 TU 쿼드 트리의 루트(root)는 현재 CU의 크기이다. 따라서 첫 번째 TU 조사를 위해서 (S502), 현재 CU와 동일한 크기의 TU를 이용하여 주어진 잔차신호를 변환한 후 TU의 에너지 집중도를 다음 수학적 식 1과 같이 조사한다 (S503).

[수학적 식 1]

$$Pos_{LNZTC}(TU_{i,p}) \leq T$$

여기서 Pos_{LNZTC} 는 도 4의 HEVC 스캐닝 순서에 따라 LNZTC의 위치를 나타내며, $TU_{i,p}$ 는 TU 쿼드트리에서의 i 번째 깊이 및 p 번째 TU를 지칭한다. 만약 수학적 식 1을 만족한다면(즉 LNZTC의 위치가 임계치 이하라면) $TU_{i,p}$ 를 분할하지 않고 현재 $TU_{i,p}$ 의 크기로 TU를 조기에 결정한다 (S504). 반대로, $TU_{i,p}$ 의 LNZTC의 위치가 임계치보다 크다면 TU 쿼드트리의 깊이를 1 증가시킨 후 하위 4개의 TU ($TU_{i+1,p'}$)로 분할한다 (S506). 분할된 $TU_{i+1,p'}$ 각각에 대해 상기에서 기술한 동일한 방법을 이어서 적용한다. 이 과정은 허용하는 최소 크기의 TU가 될 때까지 S502부터 S506까지 단계를 반복적으로 수행한다.

HEVC에서 최소 크기의 TU는 다음 수학적 식 2와 같이 정의 된다 (S505).

[0044] [수학식 2]

$$MinTU_{size} = \max \{ TU_{size}(depth_{MAX}), 4 \times 4 \}$$

[0045]

[0046] 여기서 $MinTU_{size}$ 는 허용하는 TU의 최소 크기이다. 이는 HEVC 구문(syntax)으로 지정 가능한 최대 허용 깊이값 $depth_{MAX}$ 에서의 TU 크기와 HEVC 표준에서 허용하는 변환 블록 크기인 4X4 중 큰 값으로 결정된다. 만약 최소 크기까지 TU가 분할되었음에도 조기 종료라 되지 않았다면, 기존 방법과 같이 그동안 비용조사를 했던 모든 TU 크기 중 가장 작은 비용을 갖는 TU 쿼드 트리 구조를 선택하여 부호화한다. 이와 같은 고속 TU 결정 방법은 Intra 및 Inter 모드의 모든 PU 크기에 동일하게 적용할 수 있다.

[0047] 결국 본 발명은 수학식 1과 같이 미리 정의된 LNZTC의 위치에 대한 임계치에 의해 TU 분할을 조기에 종료함으로써 복잡도를 감소시킨다.

[0048] 도 6은 다양한 임계치를 이용하여 본 발명을 적용하였을 때, BD-RATE의 증가율에 대한 실험 결과이다. 도 6의 그래프에서 세로축은 LNZTC의 위치이며 가로축은 BD-RATE 증가율이다. 이 그래프에서 보이는 것처럼, LNZTC의 위치가 고주파 영역에 위치할수록 부호화 손실을 나타내는 BD-RATE가 증가한다. 이러한 손실은 주로 TU 결정과정에서 윌-왜곡 최적화 관점에서는 분할해야 하지만 LNZTC의 위치가 임계치보다 작기 때문에 강제로 분할되지 않음으로써 발생한다. 참고로 본 발명은 LNZTC의 위치가 임계치보다 큰 경우, 강제로 분할을 시도하지는 않는다. 이러한 경우 상기에서 기술한 것처럼, 하위 깊이로 분할된 TU ($TU_{i+1,p'}$)들의 윌-왜곡 비용 합과 큰 블록 크기를 갖는 상위 깊이 TU ($TU_{i,p}$)의 윌-왜곡 비용을 비교하여 분할을 결정하는 기존 방법을 따른다. 따라서 도 6에서의 부호화 손실이 윌-왜곡 최적화 관점에서는 분할되지 않아야 하지만 LNZTC의 위치가 임계치보다 작기 때문에 강제로 분할을 허용하지 않는 경우를 포함하지는 않는다.

[0049] 결국 부호화 손실은 윌-왜곡 최적화 관점에서는 분할되어야 하지만 LNZTC의 위치가 임계치보다 작기 때문에 강제로 분할하지 않은 경우가 부호화 손실에 영향을 미친다.

[0050] 따라서 본 발명에서는 임계치의 값 선택이 성능에 많은 영향을 미칠 수 있다.

[0051] 본 발명은 LNZTC 적절한 화질보장과 높은 계산 복잡도의 감소를 목적으로 한다. 따라서 위 그래프를 다음의 수식식 3과 같이 모델링하여 적절한 LNZTC의 임계치를 계산한다.

[0052] [수학식 3]

$$T = a_1 \times e^{a_2 \times BDR}$$

[0053]

[0054] 수학식 3에서 T는 LNZTC의 위치에 대한 임계치이고, BDR은 허용 가능한 BD-RATE 증가율이다. a_1 과 a_2 는 도 6의 결과를 토대로 임계치 값과 BD-RATE의 관계를 지수함수로 모델링 했을 때 계수들이다. 도 6의 실험 결과에 대해 SSE(Sum of Square Error)가 가장 작도록 만들기 위한 a_1 과 a_2 의 값은 각 3.233과 1.12이다.

[0055] 본 발명에서는 LNZTC의 위치에 대한 임계치를 허용 BD-RATE 증가율에 따라 결정한다. 따라서 본 발명의 변환 크기 결정 방법은 수학식 3을 사용하여 BD-RATE 증가 허용 값에 적응적인 임계치를 결정할 수 있다. 예를 들면 화질을 손해 보더라도 많은 복잡도를 감소시킬 필요가 있을 때 BD-RATE 증가율을 크게 입력함으로써 임계치를 결정할 수 있다. 반대로 복잡도 보다는 화질이 우선적으로 높아야 할 경우에는 낮은 BD-rate 증가율을 입력하여 작은 임계치 값으로 결정한다.

[0056] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 고속 변환 크기 결정 방법은 다양한 전자적으로 정보를 처리하는 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 저장 매체에 기록될 수 있다. 저장 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.

[0057] 저장 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 소프트웨어 분야 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 저장 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테

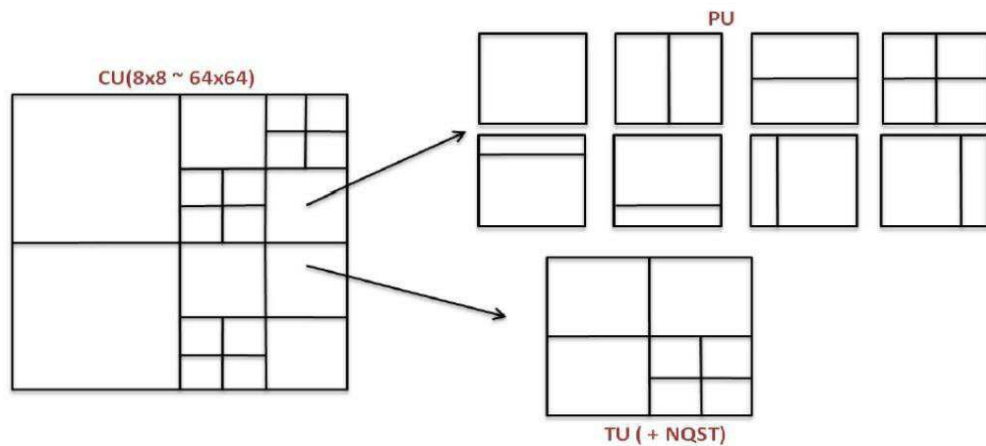
이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 또한 상술한 매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 전자적으로 정보를 처리하는 장치, 예를 들어, 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0058]

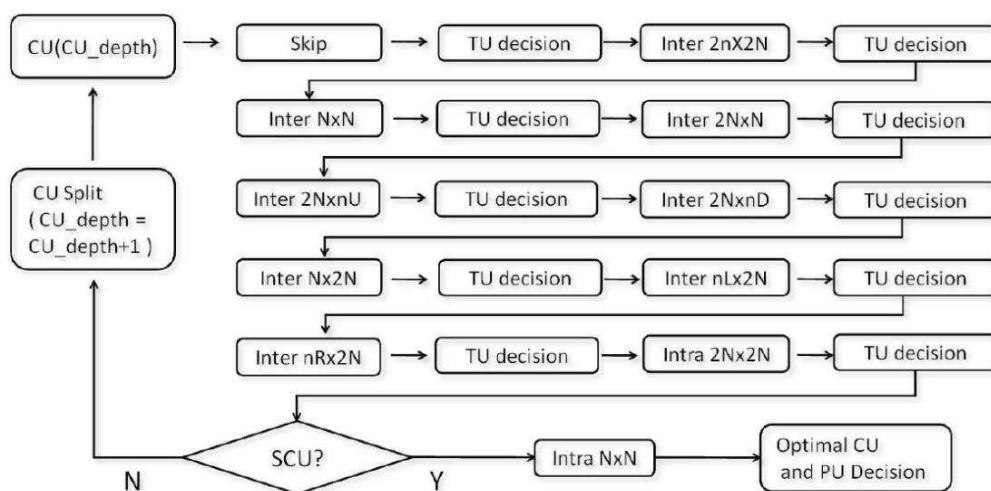
상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

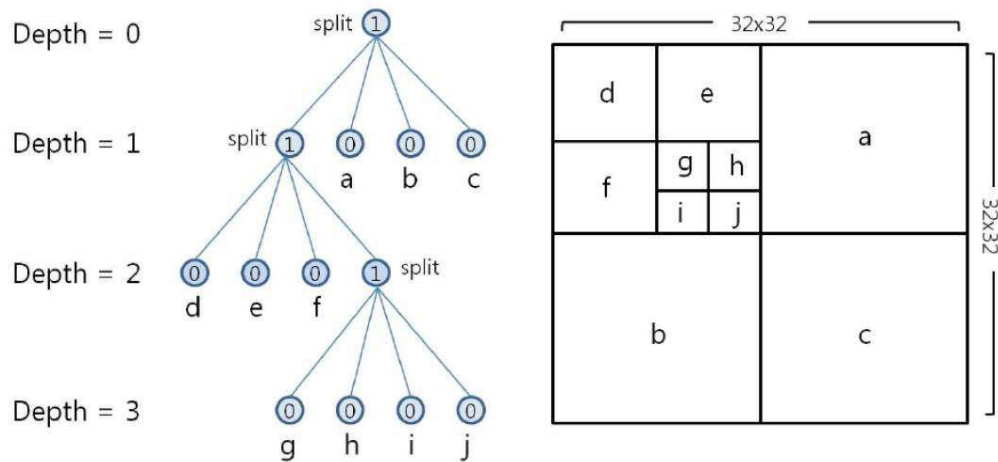
도면1



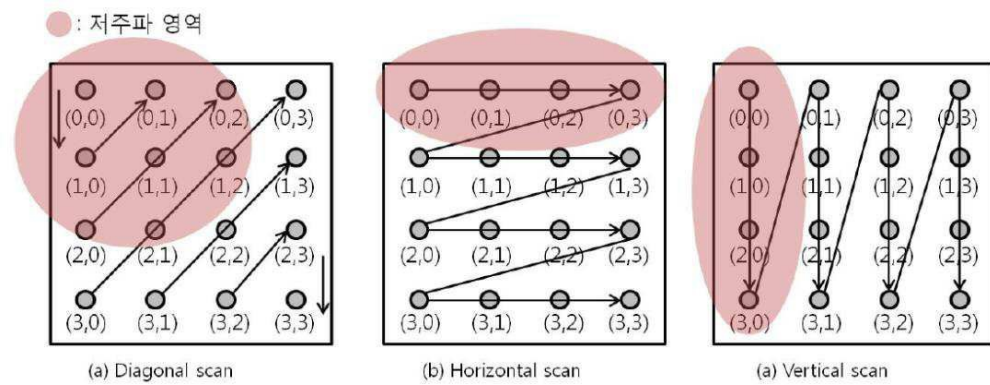
도면2



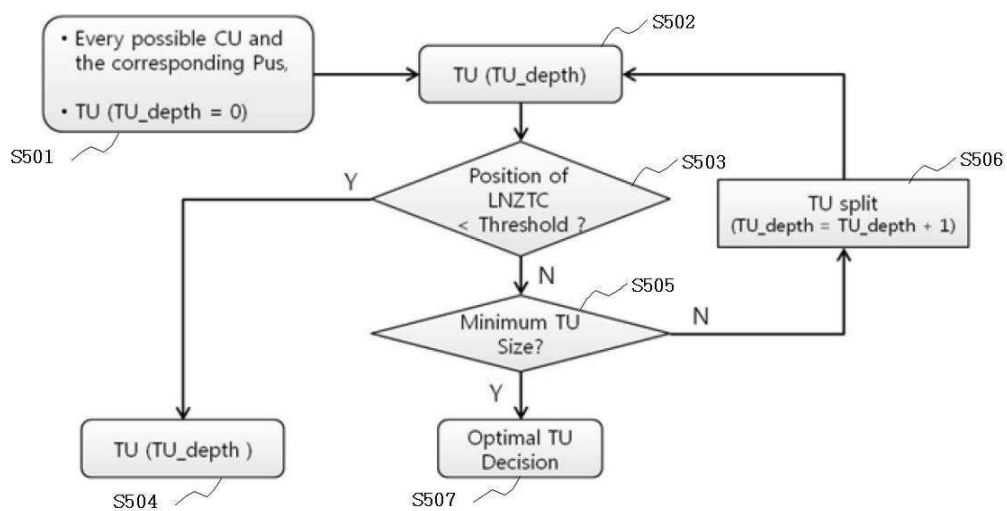
도면3



도면4



도면5



도면6

