특집논문 (Special Paper)
방송공학회논문지 제17권 제5호, 2012년 9월 (JBE Vol. 17, No. 5, September 2012)
http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2012.17.5.725
ISSN 1226-7953(Print)

양자화된 트랜스폼 계수를 이용한 고속 Prediction Unit 결정방법

권 령 희[a)], 이 영 렬[a)‡]

Fast Prediction Unit Decision Using Quantized Transform Coefficient

RyeongHee Gweon[a)] and Yung-Lyul Lee[a)‡]

요 약

ITU-T VCEG과 ISO/IEC MPEG은 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding) 를 구성하여 차세대 비디오 코덱 HEVC(High Efficiency Video Coding)에 대한 표준화를 진행하고 있다. 차세대 비디오 코덱 HEVC는 H.264/AVC 표준보다 높은 압축률을 보이나, 매우 높은 인코더 계산 복잡도를 가지고 있다. HEVC 인코더의 계산 복잡도를 줄이기 위해서 이 논문에서는 고속 예측단위 결정방법을 제안한다. 제안된 고속 예측단위 결정방법은 현재 prediction unit의 양자화 된 0이 아닌 변환계수가 없으면 남은 prediction unit의 부호화를 생략하여 부호화 시간을 줄이는 방법이다. 제안된 방법은 인코더 계산 복잡도를 HM6.0대비 약 50.3%정도 향상시키나 동일한 수준의 코딩 효율을 유지한다.

Abstract

MPEG and VCEG have constituted a collaboration team called JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding) and have been developing the HEVC(High Efficiency Video Coding) standard. The next generation video coding standard HEVC shows higher compression rate compared with the H.264/AVC standard, but the encoder computational complexity of the HEVC encoder is significantly high. In order to reduce this computational complexity in the HEVC encoder, a fast prediction unit decision is proposed. The proposed fast prediction unit decision method reduces the encoder complexity by skipping the remaining prediction units if the current prediction unit does not have any non-zero quantized transform coefficient. The proposed method reduces the encoder computational complexity by 50.3% comparing with HM6.0 but it maintains the same level of coding efficiency.

Keyword : High Efficiency Video Coding, Rate-Distortion cost, Coded Block Flag, Fast Mode Decision

a) 세종대학교 컴퓨터공학과 DMS 연구실(DMS Lab. Dept. of Computer Engineering, Sejong University)
‡ Corresponding Author : 이영렬 (Yung-Lyul Lee)
E-mail: yllee@sejong.ac.kr
Tel: +82-2-3408-3753 Fax: +82-2-3408-4321
※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012R1A1A2008253)
· Manuscript received July 16, 2012 Revised August 28, 2012 Accepted August 28, 2012

Ⅰ. 서 론

최근 ITU-T VCEG과 ISO/IEC MPEG은 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)을 구성하였다. JCT-VC에서는 차세대 비디오 표준인 HEVC[1]를 개발하고 있으며, 압축 효율을 높이는 많은 코딩 기술들

을 채택 시켰다. HEVC는 기존의 압축 표준들과 비교하여, 최대 64x64블록 사이즈, 화면 내 예측 모드에서 확장된 방향성을 가지는 AIP(Angular Intra Prediction)[2], AMVP (Advanced Motion Vector Prediction)[3][4], 8bit 영상을 코덱 내에서 10bit로 증가시켜 코딩되는 IBDI(Internal Bit-Depth Increase)[5][6][7], 움직임 벡터 병합[4], RDOQ(Rate Distortion Optimized Quantization)[8], ALF[9], Cbf Fast Mode[10][11]등의 기술을 채택 시켰으며, 기존의 압축 표준보다 2배 이상의 압축효율을 목표로 표준화를 진행하고 있다.

H.264/AVC와 달리, HEVC는 유연한 계층적인(hierarchical) 쿼드트리 기반의 블록을 사용하고 있다. HEVC에서 사용하는 블록 단위로는 CU(Coding Unit), PU(Prediction Unit), TU(Transform Unit)가 있다. CU, PU, TU는 각각 서로 다른 역할을 수행한다. CU는 64x64크기의 LCU(Lagest Coding Unit)로부터 4개씩 쪼개어지는 쿼드트리 형태이며 화면 간/화면 내 코딩을 위한 기본적인 단위이다. PU는 움직임 보상과 같은 예측 과정과 관련된 정보를 전달하는 예측 기본 단위이고 TU는 PU분할과는 상관없이 변환과 양자화 과정의 기본 단위이다[3].

HEVC의 하나의 슬라이스는 64x64사이즈의 LCU(Lagest Coding Unit)의 연속으로 이루어져 있다. HM6.0(HEVC Test Model)의 공통된 실험조건[12]에 따르면, LCU의 크기는 64x64로 지정되어 있으며, LCU는 네 CU로 나누어 질 수 있다. 또한 각각의 나누어 진 CU는 재귀적으로 네 CU로 나누어 질 수 있다. 다시 말해서 64x64 CU는 네 32x32 CU로 나누어 질 수 있고, 각각의 32x32 CU는 네 개의 16x16 CU로 나누어 질 수 있다. 여기서 CU의 최소단위는 8x8이 될 수 있다. 즉, 64x64 LCU로부터 시작되는 쿼드트리의 깊이는 3이다[12].

PU(Prediction Unit)는 인트라 모드 및 움직임 보상 등의 예측에 사용하는 단위이다. 이와 관련된 기술로는 움직임 보상을 위해 서브픽셀 보간 시 색차신호를 정밀하게 보간하는 방법이 제안된 바가 있다[13]. PU의 분할은 각각 CU 쿼드트리의 더 이상 네 CU로 쪼개어 지지 않는 잎 노드에서 결정된다. 게다가 PU의 크기는 부호화 중인 CU크기 이하로 한정되어 있다. 그림 1은 LCU 쿼드트리 부터 동일한 크기의 네 CU로 나누어지는 쿼드트리의 모습을 보여준다. 현재 CU의 split_coding_unit_flag가 1일 때, CU내에 4개의 서브 CU가 생기게 된다. 서브 CU는 우측에 확대되어서 보여지며, 각 서브 CU는 split_coding_unit_flag를 가지며 이에 따라 4개의 서브 CU를 가질 수 있다. 그림 2는 화면 내/화면 간 모드에서의 PU의 분할과 CU내에서 PU의 코딩 순서를 보여준다. 하나의 2Nx2N CU를 부호화 할 때, SKIP mode를 먼저 부호화 해 보고, 그 다음 그림 2에 나타나 있듯이, 2Nx2N, 2NxN, Nx2N PU들과 만약 표 1의 HighEfficiency 실험 조건이 적용된다면 비대칭 모양의

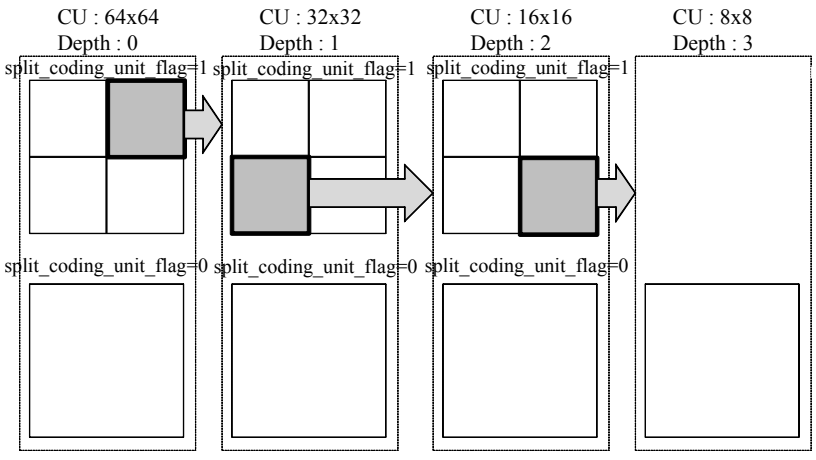

그림 1. CU의 쿼드트리 구조

Fig. 1. The Quad-tree structure of the CU

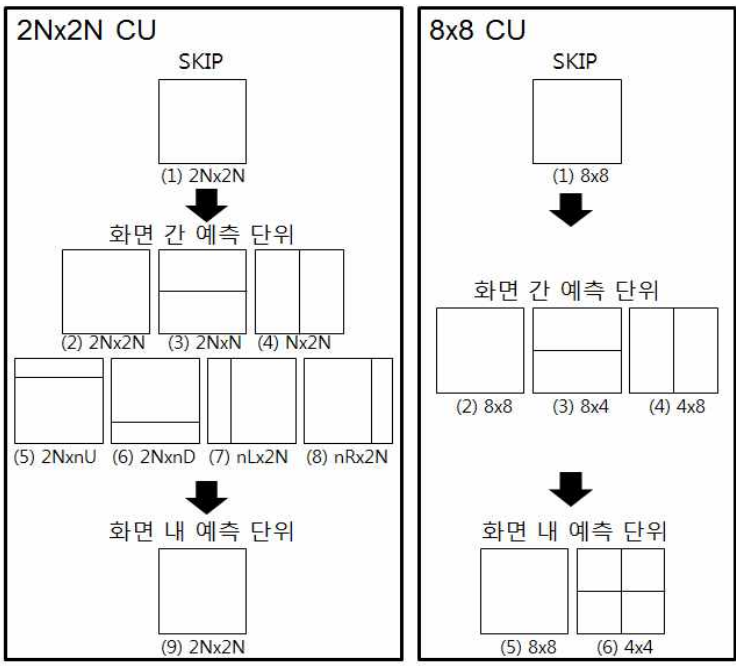

그림 2. 화면 간/ 화면 내 코딩에서의 PU 코딩 순서
Fig. 2. The coding order of PU used for Inter/Intra coding.

표 1. Main Profile과 High Efficiency에서의 실험조건
Table 1. Test Conditions of High Efficiency and Low Complexity

High Efficiency (HE)	Main Profile (MP)
Coding Unit 8x8 up to 64x64 in tree structure	
Prediction unit 2Nx2N, 2NxN, Nx2N, NxN 2NxnU, 2NxnD, nLx2N, nRx2N	Prediction unit 2Nx2N, 2NxN, Nx2N, NxN
Transform unit tree(3 level max) Non-square transform	Transform unit tree(3 level max)
Transform block size of 4x4 to 32x32 samples 4x4 intra mode dependent DCT/DST	
Angular Intra Prediction (34 modes) LM mode	Angular Intra Prediction
Luma: DCT-based interpolation (Half pel : 8-tap, Quarter pel : 7-tap) Chroma: DCT-based interpolation filter (4-tap)	
Advanced motion vector prediction PU based Motion vector merge/CU based skip	
CABAC	
Internal bit-depth increase (2 bits)	X
ALF(Adaptive Loop Filter), SAO(Sample Adaptive Offset), DF(Deblocking Filter)	SAO, DF

2NxnU, 2NxnD, nLx2N, nRx2N PU들을 화면 간 모드에서 부호화해 본다. 화면 간 모드 PU들을 모두 부호화 하고 나면, 2Nx2N PU를 화면 내 모드에서 부호화 한다. 8x8 CU는 예외적인 경우로, 오직 8x8 CU일 때만 화면 내 모드의 NxN PU를 부호화 하고, 비대칭 PU (2NxnU, 2NxnD, nLx2N, nRx2N) 들은 부호화 하지 않는다. 그림 3은 쿼드트리 형태로 부호화가 끝난 LCU의 모습의 예를 보여준다. 비대칭 PU들은 AMP(Asymmetric Motion Partition)라는 HEVC 표준에 채택된 하나의 기술이다. AMP는 HEVC의 Main Profile에 포함 되어 있지 않다. 최고의 압축률을 가진 적절한 CU크기와 PU분할을 선택하기 위해서 인코더는 모든 모드에 대하여 부호화 해본 뒤에 모든 모드의 율-왜곡 값을 계산한다. 하나의 모드를 부호화 할 때, 최적의 모드를 결정하기 위해서 현재 모드의 율-왜곡 값과 다른 모드의 율-왜곡 값을 비교한다.

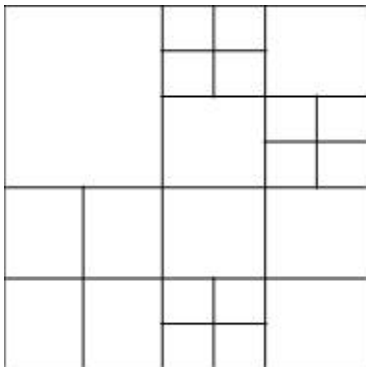

그림 3. CU단위로 나누어진 LCU의 예
Fig.3. An example of CU partitions on a LCU

TU는 변환과 양자화의 단위이다. 이와 관련된 기술로는 양자화 할 때 주사 순서에 따라서 다른 크기로 양자화를 하는 비균등 양자화 방법이 제안된 바가 있다[14]. TU (Transform Unit)의 크기는 같은 위치의 PU의 크기와 상관없이 결정된다. 하지만 TU의 크기는 TU가 들어있는 같은 위치의 CU의 크기 이하로 한정되어 있다. CU의 크기가 2Nx2N이라면, TU는 같은 위치의 CU의 크기로 부터 2Nx2N, NxN, N/2xN/2의 크기로 쪼개어 질 수 있다. 이는 LCU로 부터 CU로 쪼개어 지는 모습과 비슷하다.

하나의 TU를 부호화 할 때, 휘도신호와 색차신호에 대하여 split_transform_flag와 coded_block_flag (cbf) 들과 같은 정보를 부호화 하여 디코더 측으로 전송한다[15]. cbf=1는 양자화된 변환 블록이 0이 아닌 하나 이상의 계수들을 지니고 있음을 의미한다. HEVC 인코더 복잡도를 줄이기 위하여, cbf를 이용하여 CU의 인코딩 과정을 조기에 종료시키는 알고리즘을 제안하였다[11]. 또한 제안된 고속 PU결정 방법은 JCTVC-F045[10]에 정의 되어 있으며 이탈리아 토리노에서 열린 JCT-VC 미팅에 기고되어 채택된 바가 있다. 하지만 [10][11]의 알고리즘은 HEVC에 채택된 기술인 AMP를 반영하지 않는다.

쿼드트리 기반으로 이루어진 HEVC 인코더는 CU, PU, TU의 크기를 유연하게 결정할 수 있어 기존의 비디오 압축 표준 보다 압축률을 더욱 향상시킬 수 있다. 하지만 이러한 쿼드트리 기반의 HEVC 인코더의 계산 복잡도는 기존 비디오 압축 표준보다 크게 증가하였다. 이 논문에서는 단순하게 cbf정보만을 이용하여 HEVC 인코더의 계산 복잡도를 감소시키는 고속 PU(Prediction Unit) 결정방법을 제안한다.

II. 제안된 고속 Prediction Unit 결정 방법

1. PU분할을 결정을 위한 율-왜곡 값

HEVC 인코더는 CU의 크기, PU 분할, TU의 크기를 결정하기 위해서 율-왜곡 값을 계산한다[16][17]. 다시 말해서, 2Nx2N, 2NxN, Nx2N PU들 (만약 표 1의 High Efficiency 실험조건이 적용된다면 2NxnU, 2NxnD, nLx2N, nRx2N PU들을 포함한다.) 중에서 하나의 PU를 선택할 때, 부호화 중인 CU에서 가장 율-왜곡 값이 낮은 PU가 선택된다. 모든 PU들의 율-왜곡 값은 식 (1)과 같이 부호화 할 때 필요한 비트 수와 원 화소 값과 복원 된 화소 값 간의 왜곡 (distortion) 값을 이용하여 계산한다.

$$RDcost = Distortion + \lambda \times Rates$$
$$where\ Distortion = \sum_{k=0}^{M}\sum_{l=0}^{M}(B(k,l) - B'(k,l))^2 \quad (1)$$

식 (1)의 Distortion은 특정 PU로 부호화 한 CU의 원 화소 값 B(k, l)과 복원 된 화소 값 B'(k. l) 간의 왜곡 값을 나타내며 단위로는 MSE(Mean Square Error)를 사용한다. 식 (1) 의 라그랑지안(Lagrangian) 파라미터[18], λ, 는 양자화 파라미터(Quantization Parameter, QP), P슬라이스 및 적어도 두 장의 참조 픽쳐를 가진 B 슬라이스의 수, GOP (Group of Picture)의 크기, HEVC 쿼드트리의 깊이에 따라 다른 값으로 나타낼 수 있다. 식 (1)의 Rates는 움직임 벡터, 참조 픽쳐 인덱스, 변환 계수, 각종 모드 정보를 부호화하기 위해 필요한 비트 수를 의미한다. 즉, PU 를 부호화 할 때 율-왜곡 값을 계산한다는 것은 PU의 성능을 계산하는 것이며, 최고 압축률을 가진 PU를 선택하기 위해서 모든 PU의 율-왜곡값을 계산하여 비교해야 한다. 하나의 PU의 Rates 값과 Distortion값을 구하려면, 모든 부호화 정보를 알아야 하며, 그러기 위해서는 움직임 보상, 변환 및 양자화, 복원을 포함하는 부호화를 다 해봐야 한다. 따라서, HEVC 인코더의 높은 계산복잡도의 주 요인으로 특정한 깊이의 CU내에서 모든 PU분할에 대하여 율-왜곡 값을 계산하는 것으로 들 수 있다.

2. Coded Block Flag (cbf)

PU단위로 움직임 보상이 끝난 후 예측블록과 오차블록을 만들어 내고 나면 그 CU는 RQT(Residual Quad Tree)가 된다. 그 RQT는 TU로서 변환, 양자화 된다[3]. RQT를 변환하고, 양자화하고 나면, 인코더는 휘도성분과 색차성분에 대해 cbf라는 플래그들을 보내게 된다[19]. cbf는 양자화된 변환블록이 적어도 하나의 0이 아닌 양자화된 계수를 가지고 있는지 아닌지를 0과 1로서 나타낸다. 만약 cbf가 0이라면 (cbf=0), 블록 내에 전송해야 할 계수가 없기 때문에 인코더 측에서는 양자화 된 계수 및 split_transform_flag를 디코더 측으로 전송할 필요 없다. 이러한 경우에 디코더는 cbf가 0이라는 신호를 인코더로부터 받았을 때 역양자화 및 역변환을 할 필요가 없다.

cbf=0인 PU는 주로 하나의 CU가 가진 PU들 중에서 최적의 PU로 선택되게 된다. 최적의 PU로 선택되기 위해서는 식 (1)의 Distortion과 Rates가 충분히 적어야 한다. 같은 양자화 파라미터(QP)가 적용되었을 때 cbf=0인 PU의 Distortion은 주로 다른 PU들 보다 낮다. cbf=0인 블록은 움직임 벡터, 모드 정보 등 신택스 정보만을 전송하므로, cbf=0인 PU의 Rates도 주로 다른 PU보다 낮다. 따라서, cbf=0인 블록의 율-왜곡 값은 충분히 적을 가능성이 높으므로 최적의 PU로 부호화 할 가능성이 높다.

3. 고속 Prediction Unit 결정 방법

하나의 PU를 인코딩 한 후 cbf가 0이라면, 다음의 PU는 최적의 PU로 선택되지 않을 가능성이 높으므로, 부호화 과정을 생략할 수 있다. 하나의 CU를 압축률을 저하 시키지 않고 계산 복잡도를 감소시키기 위해서는 최소의 율-왜곡 값을 가지는 PU를 부호화 하고 나서 다음의 PU들을 부호화 하지 않고 PU모드 결정을 종료 시켜야 한다. 예를 들어서 화면 간 예측 모드의 2Nx2N PU의 cbf가 0이라면, 뒤따르는 모든 PU들, 2NxN PU, Nx2N PU, 다른 비대칭 PU들 (2NxnU, 2NxnD, nLx2N, nRx2N)을 부호화 하는 것은 의미가 없다. 왜냐하면 그 PU들은 2Nx2N PU보다 율-왜곡값이 높을 가능성이 높아, 최적의 PU로 선택되어 부호화 될 가능성이 낮기 때문이다. 따라서, 여기서 제안하는 방법은 cbf=0인 PU를 부호화 하고 나서 뒤따르는 PU들을 부호화 하지 않고 PU 결정을 종료하는 것이다.

하나의 PU를 부호화하고 나면 cbf_luma, cbf_u, cbf_v를 체크하게 된다. cbf_luma는 휘도 성분에 대한 cbf값이고, cbf_u, cbf_v는 색차성분에 대한 cbf값이다. 만약 cbf_luma, cbf_u, cbf_v가 모두 0이라면, 다른 PU들을 부호화하는 과정이 생략되어 PU결정 과정이 일찍 종료된다. 최고의 시나리오는, 하나의 CU의 첫 번째 2Nx2N PU의 cbf_luma, cbf_u, cbf_v값들이 모두 0인 경우이다. 이 경우에 AMP기술이 사용되었을 경우 총 7개의 PU를 인코딩 하는 대신 하나의 PU만을 인코딩 하기 때문에 그 CU의 부호화시간은 6/7가량 줄어들게 된다. 최악의 시나리오는 하나의 CU의 모든 PU의 cbf_luma, cbf_u, cbf_v값들이 0이 아닌 경우이다. 이 경우에는 고속 PU결정 방법이 적용되지 못하고, 부호화 시간은 기존 HEVC 인코더의 부호화 시간과 동일하다. 따라서, 단지 휘도 성분과 색차 성분들에 대한 cbf들을

체크함으로써 제안된 방법의 계산 복잡도는 현저하게 줄어들 수 있다.

비록 현재 PU의 cbf들(cbf_luma, cbf_u, cbf_v)이 모두가 0이라도, 현재 PU에 대한 율-왜곡 값은 다음의 압축률이 높은 PU들에 비해서 높을 수 있다. 다시 말해서 비록 하나의 CU내의 현재 PU의 cbf값들이 0이라도, cbf값들이 0인 다음의 PU가 있을 수 있다. 제안된 방법에서는 최고의 압축률을 가지는 PU를 선택하기 보다는 첫 번째로 발견되는 cbf_luma=cbf_u=cbf_v=0인 PU를 선택하게 된다. 이는 제안된 방법이 율-왜곡 값에 있어서 소폭의 성능 저하를 보이는 주요 요인이 될 수 있다. 그러나 최적의 PU와 cbf가 0인 PU는 율-왜곡 값에 있어서 많은 차이를 보이지 않는다.

III. 실험 결과

1. 실험 조건

제안된 고속 Prediction Unit 결정 방법은 HEVC 참조 소프트웨어 HM6.0버전에 구현되었으며, 실험조건은 HM6.0의 공통된 실험조건[12]과 동일하게 하였다. HM6.0의 공통된 실험조건에서는 화면 간 예측 기술을 적용할 경우 Random access, Low delay B, Low Delay P구조로 영상을 압축하도록 정의되어 있다. Random access 구조는 GOP (Group of Pictures) 크기가 8인 계층적(hierarchical) B픽쳐(IBBBBBBBP)를 갖고 1초마다 I픽쳐(IDR, Instaneous

표 2. 실험용 영상들
Table 2. Test Sequences

클래스	영상 명	초당 프레임 수	총 프레임 수	Bit depth	Random access	Low delay
A	Traffic	30fps	150	8	X	
A	PeopleOnStreet	30fps	150	8	X	
A	Nebuta	60fps	300	10	X	
A	SteamLocomotive	60fps	300	10	X	
B	Kimono	24fps	240	8	X	X
B	ParkScene	24fps	240	8	X	X
B	Cactus	50fps	500	8	X	X
B	BQTerrace	60fps	600	8	X	X
B	BasketballDrive	50fps	500	8	X	X
C	RaceHorses	30fps	300	8	X	X
C	BQMall	60fps	600	8	X	X
C	PartyScene	50fps	500	8	X	X
C	BasketballDrill	50fps	500	8	X	X
D	RaceHorses	30fps	300	8	X	X
D	BQSquare	60fps	600	8	X	X
D	BlowingBubbles	50fps	500	8	X	X
D	BasketballPass	50fps	500	8	X	X
E	FourPeople	60fps	600	8		X
E	Johnny	60fps	600	8		X
E	KristenAndSara	60fps	600	8		X
F	BaskeballDrillText	50fps	500	8	X	X
F	ChinaSpeed	30fps	500	8	X	X
F	SlideEditing	30fps	300	8	X	X
F	SlideShow	20fps	500	8	X	X

Decoder Refresh)를 넣는 구조이며, Low Delay B 구조는 첫 장만이 I픽쳐를 갖는 IPPPPPPP... 구조이다. 여기서 P픽쳐는 GPB(Generalized P and B picture)이다. GPB픽쳐는 과거 방향의 참조픽쳐들이 미래 방향의 참조 픽쳐를 대체하여, 과거 방향과 미래 방향 각각 한 장 이상의 동일한 참조 픽쳐를 가진다. Low delay P 구조는 Low delay B와 비슷한 구조이나, Low delay P 구조는 GPB픽쳐를 사용하지 않는다. 표 1은 HM6.0 공통된 실험조건[12]에 정의되어 있는 Main Profile과 High Efficiency에서 사용하는 압축 기술들을 정의한 표이다. 각 기술들은 HEVC draft 문서[1]에서 상세히 확인할 수 있다. 표 2는 HM6.0 공통된 실험조건[12]에 정의되어 있는 실험용 영상들을 나타낸다. 실험용 영상들은 클래스 A, 클래스 B, 클래스 C, 클래스 D, 클래스 E, 클래스 F로 나누어 질 수 있다. 이들의 해상도는 각각 2560x1600, 1080p, 832x480, 416x240, 720p, 720p이다. 여기서 클래스 E와 클래스는 F는 특정 목적을 위해서 정의해 놓은 영상이다. 클래스 E는 화상채팅용으로서 사용되며, 클래스 F는 스크린 콘텐츠로서 사용된다.

2. 실험 결과

표 3, 표 4, 표 5에 명시되어 있는 실험 결과를 얻기 위해서 표 2의 모든 영상들은 양자화 파라미터 (QP) 22, 27, 32, 37로 양자화 된다. 제안된 방법의 부호화 시간은 HM6.0의 부호화 시간과 비교된다. HM6.0에 구현된 제안된 방법은 부호화 시간을 Random access에서 MP와 HE 각각 52%, 52%로 감소시키며 Low delay B에서 MP, HE 각각 47%, 49%로 감소시킨다. 또한, Low delay P에서는 MP, HE 각각 50%, 52%로 감소시킨다. 부호화 시간의 차이를 나타내는 ΔET는 다음과 같이 계산된다:

$$\Delta ET = \frac{ET_{proposed}}{ET_{referenced}} \times 100(\%) \quad (2)$$

식 (2)에서 ETreferenced는 HM6.0의 부호화 시간을 의미하며, ETproposed는 HM6.0에 구현된 제안된 방법의 부호화 시간을 의미한다.

표 3, 표 4, 표 5에서 BD-rate[20]는 휘도 성분에서 약 0.8~1.3% 정도 증가하고, 색차 성분에서 0~0.6%정도 증가한다. 이와 같이 BD-rate가 양(+)의 실수로 표현되어 있을 경우는 HM6.0과 비교하여 PSNR이 같을 때 비트 수가 증가되었음을 의미한다. HEVC의 고속 알고리즘으로 최적의 PU가 SKIP 모드일 때, 현재 CU보다 작은 크기의 CU를 부호화 해 보지 않고 조기 종료시키는 방법이 제안된 바가 있다[21]. 이 알고리즘의 압축률은 0.6% Y BD-rate이하로 제안된 방법 보다 약 0.5%가량 적지만, 부호화시간을 42%가량 줄인다. 제안된 방법의 50.3%에 비해 상대적으로 부호화 시간의 감소량이 적다. 표 3, 표 4, 표 5는 제안된 방법이 휘도 성분과 색차 성분에 대한 압축률을 저하시켰음을 보여준다. 이러한 BD-rate 손실은 해상도가 클래스 C와 클래스 D 영상들 보다 해상도가 높은 클래스 A와 클래스 B에서 낮음을 확인할 수 있다. 또한 클래스 E 영상들에서 BD-rate

표 3. Random access구조에서의 실험 결과
Table 3. Experimental results in Random access structure

	Main Profile			High Efficiency		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class A	0.6%	0.2%	0.1%	0.8%	0.2%	0.0%
Class B	0.7%	-0.1%	-0.1%	0.9%	0.0%	0.0%
Class C	1.0%	0.3%	0.2%	1.3%	0.4%	0.5%
Class D	1.1%	0.0%	0.3%	1.5%	0.2%	0.3%
Class F	0.7%	0.0%	0.1%	0.8%	0.1%	0.3%
Average	0.8%	0.1%	0.1%	1.1%	0.2%	0.2%
ΔET[%]	52%			52%		

표 4. Low delay B 구조에서의 실험 결과
Table 4. Experimental results in Low delay B structure

	Main Profile			High Efficiency		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class B	0.7%	0.1%	0.2%	1.1%	0.5%	0.3%
Class C	0.9%	0.6%	0.5%	1.3%	0.8%	0.9%
Class D	1.1%	0.0%	0.6%	1.6%	0.3%	0.4%
Class E	1.2%	0.4%	0.0%	1.7%	0.9%	0.7%
Class F	0.7%	0.2%	0.6%	1.0%	0.3%	0.7%
Average	0.9%	0.2%	0.4%	1.3%	0.5%	0.6%
ΔET[%]	47%			49%		

표 5. Low delay P 구조에서의 실험 결과
Table 5. Experimental results in Low delay P structure

	Main Profile			High Efficiency		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
Class B	0.8%	0.2%	-0.1%	1.2%	0.7%	0.4%
Class C	0.9%	0.0%	0.2%	1.2%	0.6%	0.6%
Class D	1.2%	0.2%	-0.5%	1.6%	0.7%	0.0%
Class E	1.2%	0.4%	0.5%	1.9%	1.6%	0.7%
Class F	0.8%	0.9%	1.0%	0.8%	1.6%	-0.6%
Average	1.0%	0.3%	0.2%	1.3%	1.0%	0.2%
ΔET[%]	50%			52%		

손실이 가장 높고, 클래스 F 영상들에서 BD-rate손실이 가장 낮음을 확인할 수 있다.

Ⅳ. 결 론

제안된 고속 PU결정 방법은 JCTVC-F045[10]에 정의 되어 있으며 이탈리아 토리노에서 열린 JCT-VC 미팅에 기고되어 채택된 바가 있다.

제안된 방법은 cbf=0인 PU가 있을 때 뒤따르는 PU의 부호화를 생략하여 HEVC의 인코더의 계산 복잡도를 감소시킨다. 제안된 방법이 HM6.0에 구현되었을 때 총 부호화 시간은 평균 50.3% 정도 감소하고 약간의 BD-rate 손실이 발생한다. 따라서 제안된 방법은 HEVC 인코더의 부호화 시간을 감소시키는 기술로서 유용하게 쓰일 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Benjamin Bross, Woo-Jin Han, Jens-Rainer Ohm, Gary J. Sullivan, Thomas Wiegand, "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 6", document JCTVC-H1003, Feb., 2012.

[2] Frank Bossen, TK Tan, Junya Takiue, "Simplified angular intra prediction", document JCTVC-B093, July, 2010.

[3] Ken McCann, Woo-Jin Han, Il-Koo Kim, Jung-Hye Min, Elena Alshina, Alexander Alshin, Tammy Lee, Jianle Chen, Vadim Seregin, Sunil Lee, Yoon-Mi Hong, Min-Su Cheon, Nikolay Shlyakhov, " Samsung's Response to the Call for Proposals on Video Compression Technology", document JCTVC-A124, Apr. 2010.

[4] Hiroya Nakamura, Shigeru Fukushima, Masayoshi Nishitani, "Unification of derivation process for merge mode and MVP", document JCTVC-F419, July 2011.

[5] Kemal Ugur, Kenneth R. Andersson, Arild Fuldseth, "Description of video coding technology proposal by Tandberg, Nokia, Ericsson", document JCTVC-A119, Apr. 2010.

[6] T. Chujoh, R. Noda, "Internal bit depth increase for coding efficiency", ITU-T SG16 Q.6 document VCEG-AE13, Jan. 2007.

[7] T. Chujoh, R. Noda, "Internal bit depth increase except frame memory", ITU-T SG16 Q.6 document VCEG-AF07, Apr. 2007.
[8] M. Karczewicz, Y. Ye, I. Chong, "Rate distortion optimized quantization," ITU T SG16/Q.6, document VCEG AH21, Jan. 2008.
[9] T. Chujoh, A. Tanizawa and T. Yamakage, "Adaptive Loop Filter for Improving Coding Efficiency", ITU-T SG16 contribution, C402, Apr. 2008.
[10] RyeongHee Gweon, Yung-Lyul Lee, "Early Termination of CU Encoding to Reduce HEVC Complexity", document JCTVC-F045, July 2011.
[11] RyeongHee Gweon, Yung-Lyul Lee, "Early Termination of CU Encoding to Reduce HEVC Complexity", IEICE Trans. Fundamentals, vol E95-A, no. 7, pp. 1215-1218 July 2012.
[12] Frank Bossen, "Common test conditions and software reference configurations", document JCTVC-H1100, Feb. 2012.
[13] Kyung-Soo Moon, Jeong-Pil Kim, Yung-Lyul Lee, "Chroma Interpolation using High Precision Filter, FIR Filter, Linear Filter", JBE Vol. 17, No. 3, pp.480-490, May 2012.
[14] RyeongHee Gweon, Yung-Lyul Lee, "Non-fixed Quantization Considering Entropy Encoding in HEVC", JBE Vol. 16, No. 6, pp.1036-1046, Nov.2011.
[15] G. J. Sullivan and R. L. Baker, "Efficient quadtree coding of images and video", IEEE Trans. Image Process, Vol. 3, no.3, pp. 327-331, May 1994.
[16] G.J. Sullivan and T. Wiegand, "Rate-distortion optimization for video compression", IEEE Signal Process., Vol. 15, no. 6, pp. 74-90, Nov. 1998.
[17] A. Ortega and K. Ramchandran, "Rate-distortion methods for image and video compression", IEEE Signal Process., Vol. 15, no. 6, pp.23-50, Nov. 1998.
[18] K. Takagi, "Lagrange multiplier and RD-characteristics", document JVT-C084, May 2002.
[19] Benjamin Bross, "TE12.4: Transform skip flag test (off vs. on) by Fraunhofer HHI", document JCTVC-C047, Oct. 2010.
[20] Gisle Bjontegarrd, "Calculation of Average PSNR Differences between RD curves", document VCEG-M33, Apr. 2001.
[21] Kiho Choi, Sang-Hyo Park, Euee S. Jang, "Coding tree pruning based CU early termination", document JCTVC-F092, July. 2011.

저 자 소 개

권 령 희

- 2011년 2월 : 세종대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 현재 : 세종대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
- 주관심분야 : 영상압축, H.264/AVC, HEVC

이 영 렬

- 1985년 2월 : 서강대학교 전자공학과(학사)
- 1987년 2월 : 서강대학교 전자공학과(석사)
- 1999년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)
- 1987년 1월 ~ 1994년 2월 : 삼성전자 중앙연구소 DMS Lab. 선임연구원
- 1999년 3월 ~ 2001년 8월 : 삼성전자 중앙연구소 DMS Lab. 수석연구원
- 2001년 9월 ~ 현재 : 세종대학교 컴퓨터공학부 컴퓨터공학과 교수
- 주관심분야 : 영상처리(압축,복원), 영상전송, 멀티미디어 시스템, 3차원 비디오코딩, 트랜스코딩, Scalable 비디오 코딩