

## Sub-CBF를 이용한 HEVC의 고속 PU 결정 기법

장재규, 최호열, 김재곤

한국항공대학교

[jakyu@naver.com](mailto:jakyu@naver.com), [jgkim@kau.ac.kr](mailto:jgkim@kau.ac.kr)

## Fast PU Decision Method Using Sub-CBF in HEVC

Jae-Kyu Jang, Ho-Youl Choi, and Jae-Gon Kim

Korea Aerospace University

## 요약

HEVC(High Efficiency Video Coding)는 계층적 쿼드트리 분할 구조의 부호화단위(CU: Coding Unit)와 각 CU에서 다양한 예측단위(PU: Prediction Unit)를 제공하고, 율-왜곡 기반으로 최적의 CU와 PU를 결정함으로써 높은 부호화 효율을 얻을 수 있는 반면 부호화 복잡도 또한 크게 증가하는 문제가 있다. 본 논문에서는 부호화기의 복잡도를 감소시키기 위해 상위깊이의 부호화 정보를 이용한 고속 부호화 기법을 제안한다. 제안기법은 상위깊이 CU의 Sub-CBF(coded block flag)를 이용하여 현재깊이 CU에서의 PU를 조기 결정하여 PU 탐색을 고속화 한다. 또한 화면내(Intra) 예측 고속화를 위하여 현재 CU의 sub-CBF를 함께 사용하여 하위깊이에서의 화면내 예측을 생략한다. 실험결과 제안기법은 HM 14.0 대비 1.2%의 BD-rate 증가에 31.4%의 부호화 시간 감소 효과를 얻을 수 있었다.

## 1. 서론

JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)에서 최근 표준화 완료된 HEVC는 UHD(Ultra HD)의 초고해상도 비디오를 포함하여 기존의 H.264/AVC 보다 2배 정도의 부호화 효율을 얻는다. HEVC는 기존의 16x16의 고정 크기의 MB 대신에 최대 64x64의 CTU(Coding Tree Unit)에서 최대 4단계의 부호화 깊이(depth)에 대한 다양한 블록 크기의 CU를 사용하는 쿼드트리 형태의 부호화 단위 분할 구조를 채용하여 고효율의 부호화를 가능하게 한다. 반면, 율-왜곡 기반으로 최적의 CU 분할 구조와 각 CU에서의 최적의 PU를 결정함으로써 복잡도 또한 크게 증가하게 되어 고속 부호화를 위한 많은 연구가 진행되고 있다. HEVC의 참조SW인 HM에 다수의 고속 부호화 틀이 채택되어 있으며, 이 중 PU 탐색을 조기종료하는 기법으로 CBF(Coded Block Flag)와 MVD(Motion Vector Difference)를 이용하는 ESD(Early Skip Detection)와 CBF를 확인하는 CFM(CBF Fast Mode)이 있다. 또한 현재 CU에서 최적의 PU 모드가 SKIP이면 CU 분할을 생략하는 CU 깊이 고속 결정 기법으로 ECU(Early CU)가 있다[1]. 화면내 고속 부호화 기법으로 RMD(Rough Mode Decision)가 포함되어 있다.

본 논문에서는 상위깊이 CU의 부호화 정보로 sub-CBF를 이용하여 현재깊이 CU에서의 PU 탐색을 조기종료하여 최적의 PU를 고속 결정하는 기법을 제시한다. 또한 화면내 PU 고속 결정을 위하여 현재 CU의 sub-CBF를 추가로 이용한다. 결국 sub-CBF를 주요 부호화 정보로 사용하여 화면간(Inter) 및 화면내(Intra) 예측 모드 탐색을 조기 종료하여 최적 PU 결정을 고속화한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HM의 최적 모드 결정 방법에 대해 설명하고, 3장에서는 제안한 고속 부호화 알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서는 제안한 알고리즘을 적용한 실험결과를 제시하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 제안하는 조기종료 기법

기존의 최적 모드 결정 방법은 부호화 깊이 별로 다양한 크기의 CU와 그림 1과 같이 각 CU에서 정의되는 다양한 크기의 Inter PU 및 Intra PU의 모든 가능한 경우에 대해 부호화를 한 후 최소의 율-왜곡 비용을 갖는 CU와 PU를 선택하기 때문에 상당한 복잡도 증가를 야기한다. 이러한 복잡도를 감소시키기 위해 기존에 구해진 부호화 정보를 활용하여 CU와 PU를 고속으로 결정하고자 한다.

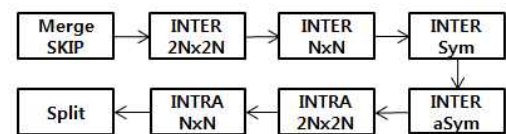


그림 1. 현재 CU에서의 최적의 PU 탐색 프로세스

본 논문에서 제안하는 기법은 크게 상위깊이의 sub-CBF를 이용하여 현재 CU에서의 PU 조기결정과 하위깊이에서의 Intra PU 탐색 과정 생략으로 구성된다. CBF는 부호화해야할 예측오차 신호의 변환 계수가 0인지를 나타내는 플래그로, 그림 2와 같이 상위깊이 sub-CBF는 현재 CU의 상위깊이 CU의 4개의 NxN TU(Transform Unit)에 대한 각각의 CBF를 말한다[2]. 상위깊이 CU는 현재깊이 CU 4개에 매핑

되고 상위깊이 sub-CBF 4개는 현재깊이 CU 4개에 각각 대응된다. 따라서 본 제안 기법에서는 현재깊이 CU에 해당하는 상위 sub-CBF 값이 0이라면, 현재 CU에 매핑되는 블록이 상위깊이의 최적 PU 모드에서 부호화가 잘 되었다고 가정한다.

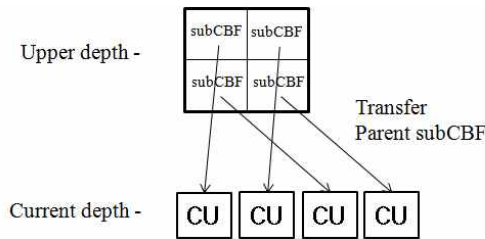


그림 2. 제안기법에 사용되는 상위깊이의 부호화 정보

### 3.1 고속 PU 결정

상위깊이 CU에서 최적의 PU 모드가 결정되고 이 때 4개의 NxN TU에 대한 CBF 값, 즉 4개의 sub-CBF 값을 각각 얻을 수 있다. 현재 CU에 대응하는 상위 sub-CBF 값이 0이라면 현재 CU도 2Nx2N 크기로 잘 예측 부호화될 수 있다고 가정할 수 있다. 따라서 그림 3과 같이 상위깊이에서 Inter로 부호화되었고 대응하는 상위깊이 sub-CBF 값이 0이라면 PU 모드를 Inter 2Nx2N으로 결정하고 나머지 모드에 대한 탐색 과정은 생략한다.

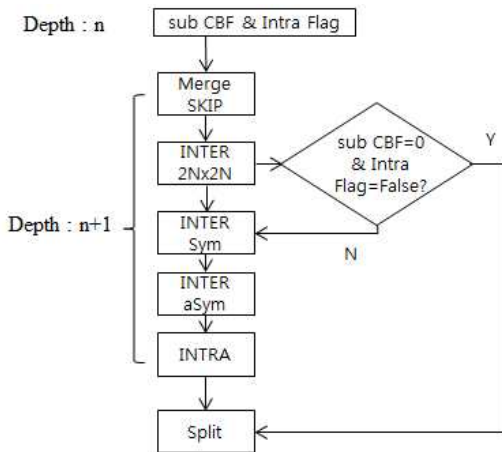


그림 3. 제안된 PU 탐색 조기종료 기법

### 3.2 하위깊이 Intra PU 생략

현재깊이에서 화면내 예측 부호화 성능이 충분히 좋으면 하위깊이에서의 Intra PU 모드 탐색을 생략할 수 있고, 그 판단 기준으로 CBF를 이용한다. 즉, 현재 CU의 CBF=0을 조건으로 사용할 수 있지만 화면내 예측 부호화에서 CBF=0인 경우는 거의 발생하지 않는다. 따라서 또 다른 기준으로 상위계층의 sub-CBF와 현재 CU의 sub-CBF를 이용한다. 즉, 현재 CU에 대응하는 상위계층의 sub-CBF=0이고, 현재 CU를 화면내 예측 부호화를 하였을 때 4개의 NxN에 대한 sub-CBF가 모두 0인 경우 현재 CU가 화면내 예측 부호화 성능이 충분히 좋다고 판단한다. 이 경우에 하위깊이 부호화에서 Intra PU 탐색을 생략한다. 결국 P/B 슬라이스에서는 하위깊이에서 Intra PU 탐색만 생략하고 Inter

PU에 대한 탐색은 기존과 동일하게 수행한다. I 슬라이스에서는 하위깊이의 Intra PU 탐색이 생략되므로 현재깊이로 최적의 CU가 조기 결정되어 하위깊이로 CU 분할이 조기종료 된다.

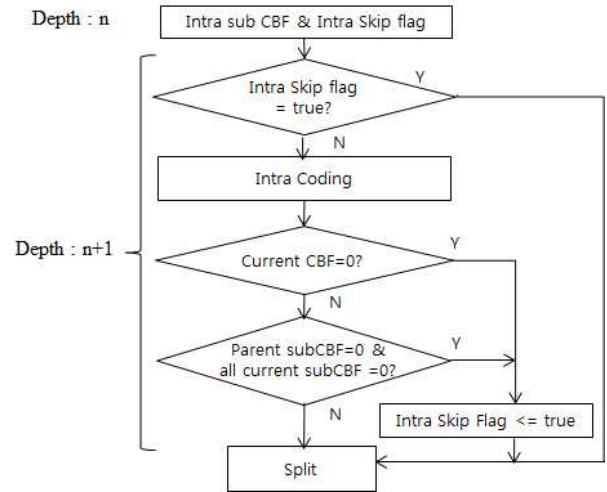


그림 4. 제안된 하위깊이 Intra PU 탐색 조기종료 기법

## 4. 실험결과

제안한 두 기법을 HM 14.0[3]에 구현하여 각각의 성능을 확인하였다. HEVC의 테스트 시퀀스 클래스 A, B, C, D를 사용하였으며 QP는 22, 27, 32, 37로 설정하였다. 표 1은 Main Profile의 Random Access(RA) 부호화 구조에서 실험한 고속 PU 결정 기법의 성능이고, Intra Only에서 실험한 하위깊이 Intra PU 생략 기법의 성능은 표 2에 나타내었다. 여기서 부호화 시간 변화량은 아래 식을 사용하였다.

$$\Delta T(\%) = \frac{T_{proposed} - T_{HM}}{T_{HM}} \times 100$$

표 1. 고속 PU 결정 기법 실험결과(RA, Anchor: HM 14.0)

Class	Sequence	BD-rate			Enc.Time
		Y	U	V	ΔT
A	PeopleOnStreet	2.1%	1.3%	0.9%	-28.3%
	Traffic	0.8%	0.2%	0.2%	-39.1%
B	BasketballDrive	1.1%	0.6%	0.7%	-31.1%
	BQTerrace	0.4%	-0.3%	-0.4%	-34.8%
	Cactus	1.4%	1.3%	1.3%	-35.4%
	Kimono	0.4%	1.3%	1.1%	-35.5%
	ParkScene	0.8%	0.7%	0.5%	-38.0%
C	BasketballDrill	1.3%	1.7%	1.5%	-30.5%
	PartyScene	1.3%	0.6%	0.9%	-24.9%
	RaceHorses	1.8%	1.0%	2.0%	-24.1%
D	BQMall	1.6%	1.1%	1.1%	-31.8%
	BasketballPass	1.2%	0.7%	2.4%	-34.4%
	BlowingBubble	1.6%	1.8%	-0.1%	-28.2%
	RaceHorses	2.4%	2.6%	2.6%	-22.2%
	BQSquare	0.4%	0.2%	0.1%	-33.0%
average		1.2%	1.0%	1.0%	-31.4%

표 1에서와 같이 제안 기법은 기존 HM 14.0 대비 평균 1.2%의 BD-rate 증가에 31.4%의 복잡도 감소를 보였고, 표 2에 나타난

하위깊이 Intra PU 생략 기법은 0.9% BD-rate 증가에 23.4%의 복잡도 감소를 보였다. 2가지 제안 기법은 상위깊이 CU가 Inter인지 Intra로 부호화되었는지에 따라서 독립적으로 적용 가능한 것으로 결합하여 적용할 경우 추가적인 성능이 예상된다.

표 2. 하위깊이 Intra PU 생략 기법(Only Intra, Anchor: HM 14.0)

Class	Sequence	BD-rate			Enc.Time ΔT
		Y	U	V	
A	PeopleOnStreet	2.0%	0.7%	0.5%	-29.0%
	Traffic	1.8%	1.0%	1.2%	-30.7%
B	BasketballDrive	1.3%	-0.1%	0.0%	-46.0%
	BQTerrace	0.4%	-0.4%	-0.4%	-22.7%
	Cactus	1.4%	0.4%	0.3%	-31.5%
	Kimono	0.3%	0.0%	0.0%	-57.6%
	ParkScene	0.7%	-0.4%	0.1%	-33.5%
C	BasketballDrill	2.7%	1.8%	2.1%	-25.6%
	PartyScene	0.3%	0.2%	0.1%	- 4.0%
	RaceHorses	0.7%	0.4%	0.2%	-11.0%
	BQMall	0.6%	0.0%	-0.2%	- 9.2%
D	BasketballPass	0.5%	-0.3%	-0.3%	-22.0%
	BlowingBubble	0.6%	-0.1%	-0.1%	-11.1%
	RaceHorses	0.8%	0.7%	0.5%	-12.3%
	BQSquare	0.1%	0.0%	0.0%	- 4.7%
average		0.9%	0.3%	0.3%	-23.4%

## 5. 결론

본 논문은 HEVC의 고속 부호화를 위하여 상위깊이의 sub-CBF를 이용한 PU 탐색 조기종료 기법을 제시하였다. Intra PU 탐색 생략을 위해서 현재 CU의 sub-CBF를 추가로 사용하였다. 현재깊이의 CU에 대응하는 상위깊이의 부호화 결과를 통해 현재 깊이의 부호화 결과를 예측해볼 수 있다는 것을 확인하였다. 제안 기법은 PU 고속 결정과 하위깊이 Intra PU 생략의 두 부분으로 구성되고, 실험결과 기존 HM 14.0 대비 Random Access와 Intra Only 부호화 모드에서 각각 1.2%의 BD-rate 증가에 31.4%의 복잡도 감소와 0.9% BD-rate 증가에 23.4%의 복잡도 감소를 얻었다. 독립적인 두 기법을 동시에 적용할 추가적인 성능 개선이 예상된다. 실험결과를 통하여 부호화 과정에서 얻어지는 sub-CBF는 부호화 성능을 예측함으로써 PU 탐색에 활용할 수 있는 유용한 부호화 정보임을 확인하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No. 2011-0023182)과 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합고급인력과정지원사업(NIPA-2014-H0301-14-1002)의 지원을 받아 수행된 것임.

### 참 고 문 헌

- [1] F. Bossen, H. Bross, K. Suhring, and D. Flynn, "HEVC Complexity and Implementation Analysis," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 22, no. 12, pp. 1649 - 1668, Dec. 2012.
- [2] H.-M. Yoo and J.-W. Suh, "Fast Coding Unit Decision Based on Skipping of Inter and Intra Prediction Unit," *Electronics Letters*, vol. 50, no. 10, pp. 750-752, May 2014.

- [3] K. McCann, B. Bross, W.-J. Han, I. K. Kim, K. Sugimoto, and G. J. Sullivan, "High efficiency video coding (HEVC) Test Model 14 (HM14) encoder description," *JCTVC document*, JCTVC-P1002, Jan. 2014.