

논문 2016-53-6-14

# HEVC 스크린 콘텐츠의 고속 변환 생략 결정 및 변환 생략 시그널링 방법

## ( Transform Skip Mode Decision and Signaling Method for HEVC Screen Content Coding )

이 다 희\*, 양 승 하\*, 심 혁 재\*, 전 병 우\*\*

( Dahee Lee, Seungha Yang, HiukJae Shim, and Byeungwoo Jeon<sup>©</sup> )

### 요 약

HEVC (High Efficiency Video Coding) 비디오 국제표준 확장기술은 스크린 콘텐츠를 주요 부호화 대상 영상 중 하나로 고려하는 스크린 콘텐츠용 비디오 압축 기술을 포함하고 있다. 표준화가 완료된 HEVC 버전 1에 이미 포함되어 있는 변환생략 기술은 변환을 생략하고 양자화만을 수행하는 기술로 스크린 콘텐츠와 같이 고주파 에너지를 많이 포함하는 영상에서 큰 압축률 향상을 보인다. 하지만 변환생략이 가능한 모든 4x4 변환블록에 대하여 변환생략 모드까지 포함한 선택가능한 모드 중에서 최적의 모드를 결정하여야 하므로 부호화기의 복잡도가 증가한다. 본 논문에서는 스크린 콘텐츠 부호화에 특히 효과적인 IBC (Intra block copy) 기술과 변환생략 기술간의 통계적 상관성을 이용한 고속 변환생략 모드 결정과, 4x4 변환블록 마다 변환생략 여부를 나타내는 transform\_skip\_flag를 CU단에서 하나의 대표 플래그로 묶어 표현하는 변환생략 통합 시그널링 방법을 제안한다. 모의 실험을 통하여 제안 방법을 적용한 경우, 4x4 변환 블록 부호화 시간을 약 32%를 절감할 수 있는 것을 확인하였다.

### Abstract

HEVC (High Efficiency Video Coding) extension considers screen content as one of its main candidate sources for encoding. Among the tools already included in HEVC version 1, the technique of using transform skip mode allows transform to be skipped and to perform quantization process only. It is known to improve video coding efficiency for screen contents which are characterized to have much high frequency energy. But encoding complexity increases since its encoder should decide whether transform should be used or not in each 4x4 transform block. Based on statistical correlation between IBC (Intra block copy) and transform skip modes both of which are known effective in screen contents, this paper proposes a combined method of the fast transform skip mode decision and a modified transform skip signaling which signals transform\_skip\_flag at CU level as a representative transform skip signal. By simulation, the proposed method is shown to reduce encoding time of 4x4 transform blocks by about 32%.

**Keywords :** High Efficiency Video Coding, Fast Transform Skip Mode Decision, Transform Skip Signaling, Screen Content Coding

\* 학생회원, \*\* 정회원, 성균관대학교 전자전기공학부  
(School of Electronic and Electrical Engineering,  
Sungkyunkwan University)

© Corresponding Author(E-mail : bjeon@skku.edu)

※ 이 논문은 2011년도 정부 (미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원 (No. 2011-001-7578) 및 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 Grand ICT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2016-R6812-16-0001).

Received : February 7, 2016 Revised : May 23, 2016

Accepted : May 29, 2016

## I. 서 론

ISO/IEC WG11/SC29 MPEG과 ITU-T WP3/Q.6 VCEG의 공동 그룹인 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding)는 Ultra High Definition (UHD)와 같은 고해상도 및 고화질 비디오 서비스에 대한 사용자 요구에 따라, ITU-T H.265/MPEG-H HEVC로 불리우는 HEVC (High Efficiency Video

Coding)<sup>[1]</sup> 비디오 부호화기술의 버전 1을 2013년 국제 표준으로 제정 완료하였다. HEVC는 기존의 ITU-T H.264/MPEG-4 AVC<sup>[2]</sup>가 정해진 16x16 매크로블록 크기만을 사용하는 것과는 달리 CU (coding unit), PU (prediction unit), TU (transform unit) 와 같은 다양한 크기의 유연한 블록 분할구조를 지원할 뿐만 아니라, SAO (Sample Adaptive Offset) 또는 변환생략 (Transform Skip) 등과 같은 새로운 기술들도 지원한다. 이러한 기술들을 바탕으로 HEVC는 기존의 H.264/MPEG-4 AVC에 비해 동일한 주관적 화질에서 약 2배의 향상된 압축 성능을 달성한 것으로 알려져 있다. HEVC의 압축률은 종래의 비디오 압축기술보다 향상되었지만, 그에 따른 부호화기의 복잡도도 증가하게 되었는데, 다양한 크기의 블록 분할 구조는 그 복잡도 증가의 주요 요인이다. HEVC 버전 1기술을 확장하는 HEVC Range Extension<sup>[3]</sup>과 HEVC SCC (Screen content coding)<sup>[4, 19~20]</sup> 확장 기술 부호화 표준은 주요 부호화 대상 중 하나로 스크린 콘텐츠를 포함시켰으며 이들의 부호화 효율을 높이기 위한 IBC (Intra block copy), Palette 모드와 같은 다양한 기술들을<sup>[5~6]</sup> 포함하고 있다. 스크린 콘텐츠는 컴퓨터로 생성된 그래픽, 그래프, 텍스트 등을 포함하는 인공영상을 의미하는데, 이런 영상은 카메라로 촬영된 자연 영상과 일반적으로 다른 특성을 가진다. 즉, 스크린 콘텐츠는 강한 엣지 성분을 많이 포함하고 있어, 자연 영상에서는 발생 확률이 비교적 낮은 고주파 성분을 많이 포함하고 있는 것이 특징이다. 또한 예측 후 얻어지는 잔차신호 역시 고주파 성분을 많이 포함한다. 이러한 특성 때문에, DCT (Discrete Cosine Transform)<sup>[7]</sup> 또는 DST (Discrete Sine Transform)<sup>[7]</sup>와 같은 변환을 수행하더라도 에너지의 집중 효과가 적을뿐더러 변환을 취하는 것이 오히려 부호화 효율을 떨어뜨리는 경우도 생긴다. 이러한 경우를 고려하여 HEVC 버전 1 표준은 변환을 생략하고 양자화만을 수행하는 변환생략 모드 기술을 채택하였다. 이 기술은 4x4 크기의 TU에서만 사용할 수 있는데, CU내의 모든 4x4 TU 단위에 대하여 각각 변환 모드와 변환생략 모드중 부호화 효율면에서 더욱 유리한 것을 선택하여야 하므로 그 결정을 위해 부호화기는 추가적인 연산을 필요로 한다. 이 같은 문제를 해결하기 위하여 여러 고속화 방법들이<sup>[8~9]</sup> 제안되어 부호화 복잡도를 감소시켰지만, 해당 고속화 방법들을 적용하는 경우 압축 효율 측면에서 성능이 저하되는 경우가 발생한다.

본 논문에서는 부호화 효율을 최대한 유지하면서도

앞서 언급한 HEVC의 부호화기의 높은 복잡도 문제를 해결하기 위한 방법을 제안한다. 이를 위하여 HEVC SCC의 예측 모드 중 하나인 IBC와 변환생략 모드간의 통계적 상관성을 이용하여 변환생략 모드를 결정하는 고속 결정 방법과<sup>[10]</sup> 변환생략 여부를 나타내는 transform\_skip\_flag를 CU단에서 하나의 대표 플래그로 묶어 표현하는 시그널링 방법<sup>[11~12]</sup>을 같이 사용하여 부호화 복잡도를 낮출 뿐만 아니라 부호화 효율을 유지할 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 변환생략 모드와 IBC 기술을 살펴본다. 3장에서는 변환생략 모드와 IBC 기술의 통계적 상관성을 분석하고 이를 이용한 고속 변환생략 결정 및 변환생략 시그널링을 통합하는 방법을 설명한다. 4장에서는 소정의 공통 실험수행 조건에 따른 실험결과 분석을 통해 제안 방법의 성능을 평가하고, 마지막으로 5장에서 결론을 내린다.

## II. 변환생략과 Intra block copy 기술

### 2.1. 변환생략(Transform Skip) 기술

HEVC 예측 부호화 기술은 원본 신호에서 예측 신호를 뺀 잔차신호에 대한 부호화를 수행한다. 잔차신호 부호화는 크게 변환과 양자화를 통하여 이루어지는데, 이때 변환에 대하여 ① 변환을 수행하는 경우, ② 변환을 생략하는 경우, ③ 잔차신호를 모두 0으로 가정하는 경우 (이 경우에도 변환이 수행되지 않는다)와 같이 세 경우가 있을 수 있으므로, 이 세가지 중 가장 최적의 잔차신호 부호화 방법을 선택하게 된다. 변환생략의 경우 변환 수행 없이 양자화 과정만 수행한다. 한편, HEVC 버전 1 기술에서는 4x4 TU에 한해서만 변환생략 모드를 사용할 수 있다. 만약 잔차신호를 모두 0으로 가정하는 것이 최적이라면, coded\_block\_flag 값을 0으로 설정하여 현재 블록이 잔차신호를 가지고 있지 않음을 복호화기에 알린다. 따라서, 복호화기가 받은 coded\_block\_flag 값이 1이라면 현재 블록은 변환 또는 변환생략 모드가 사용되었음을 의미하므로, 이 경우 transform\_skip\_flag를 추가로 파싱하는 것이 필요하다. 스크린 콘텐츠와 같이 인공적으로 만들어진 영상들의 경우 변환을 사용하지 않는 것이 오히려 압축효율을 높이는 경우가 많이 발생한다.<sup>[13~14]</sup>

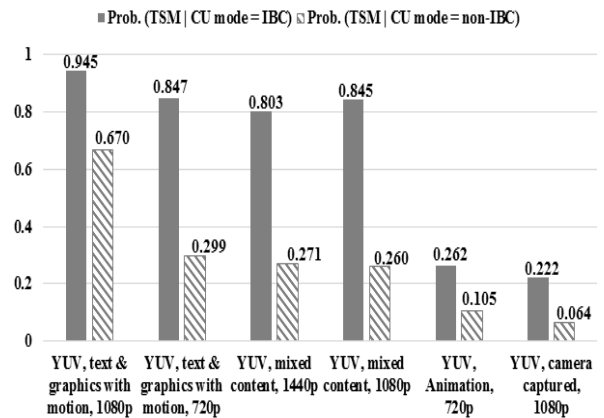
### 2.2 IBC (Intra block copy) 기술

HEVC SCC 표준화에서는 스크린 콘텐츠의 압축 효율

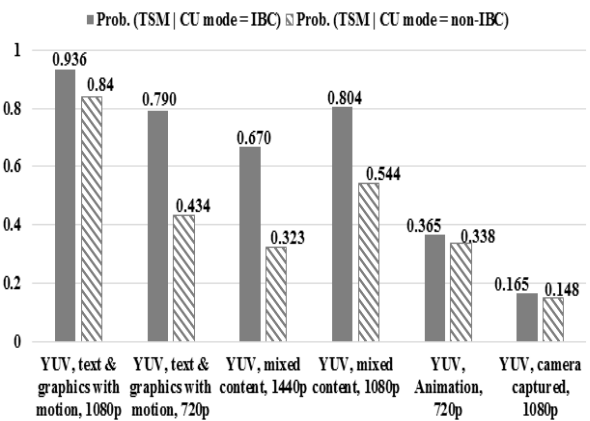
을 향상시키는 여러 방법들을<sup>[5-6]</sup> 개발하였는데, IBC 기술은 이들 중 하나이다. 스크린 콘텐츠와 같이 인공적인 영상에는 한 화면 내에서 유사한 패턴이 반복적으로 나타나는 경우가 많이 있다.<sup>[15]</sup> 기존의 화면 내 예측 (Intra prediction) 기술은 부호화 하려는 현재 블록과 주변 블록간의 공간적 중복성을 이용한 예측 방법이지만 IBC 기술은 패턴들의 반복성을 이용한다. 이 기술은 한 화면 내에서 블록 단위로 탐색을 수행하여 현재 블록과 유사한 블록을 찾아 예측치로 사용하므로 화면 간 예측 (Inter prediction)과 유사한 개념이지만, 예측 값의 탐색이 수행되는 참조 영역이 현재 프레임이라는 큰 차이점이 있다. 이 때, 탐색을 통하여 찾아낸 가장 유사한 예측 블록의 위치를 현재 블록을 기준으로 나타내는 2차원 벡터를 블록 벡터 (block vector, BV) 라고 하는데, 이는 화면 간 예측의 움직임 벡터 (motion vector, MV)와 유사한 개념이다. 블록 벡터는 움직임 벡터와 달리 화소 단위 정확도 (full pel)로 표현되며 블록 벡터 예측 값 (block vector predictor, BVP)과 블록 벡터 차분 값 (block vector difference, BVD)으로 나뉘어 부호화 된다.

### III. 제안하는 변환생략 모드 고속 선택과 시그널링의 결합 방법

3.1 변환생략 모드와 IBC 모드 간의 통계적 상관성  
변환생략 기술과 IBC 기술은 주로 스크린 콘텐츠에서 향상된 부호화 효율을 보이는 기술이다. IBC는 HEVC SCC에서 화면 내 예측, 화면 간 예측과 함께 사용되는 예측 모드 중 하나이며, 변환생략 모드는 잔차신호를 부호화 할 때, 선택할 수 있는 모드이다. 따라서, 스크린 콘텐츠 영상에서 압축 효율의 향상을 보이는 두 기술간에는 큰 공통점이 있을 것이라는 것에 시사점을 두고 이를 통계적으로 확인하기 위하여, 영상 전체가 모두 스크린 콘텐츠인 text & graphics with motion과 자연 영상, 그리고 스크린 콘텐츠가 섞여 있는 mixed content 등을 포함한 여러 종류의 스크린 콘텐츠를 HM으로 부호화 한 후, 변환생략으로 결정된 4x4 TU들의 예측 모드를 확인하였다. 1080p와 720p의 text & graphics with motion 시퀀스에 대한 I slice 부호화 모의실험을 수행한 결과, 그림 1에서 볼 수 있듯이, IBC로 예측 모드가 결정된 CU의 경우, 그 하위 4x4 TU는 약 94.5%, 84.7%의 비율로 각각 변환생략으로 결정되는 것을 알 수 있다. 반면 IBC가 아닌 다른 예측 모드가 결정된 CU의 하위 4x4 TU는 67.0%, 29.9%의 비율을 보여 앞의



(a) I Slice



(b) B Slice

그림 1. 변환생략 모드와 IBC 기술간의 통계적 상관성<sup>[10]</sup>  
Fig. 1. Transform skip mode occurrence in IBC and non-IBC CU<sup>[10]</sup>.

경우보다 낮은 값을 보인다. 또한 모든 종류의 스크린 콘텐츠 영상에서 IBC로 부호화 된 CU에서, IBC로 부호화 되지 않은 CU에 비해 더 높은 확률로 변환생략 모드가 선택됨을 볼 수 있었다. 특히, text & graphics with motion의 영상들에서는 IBC가 선택 되었을 경우, 평균 94.5%의 확률로 변환생략 모드 역시 같이 선택되었다. 또한 스크린 콘텐츠가 화면에서 차지하는 비율이 클수록 변환생략과 IBC 기술간의 동시 발생 비율이 높음을 알 수 있다. 이와 같은 통계적 상관성을 기반으로, 본 논문에서는 변환생략 모드와 IBC간의 고속 변환생략 모드 결정 방법과 변환생략 모드의 결정 여부를 나타내는 transform\_skip\_flag를 하나의 대표플래그로 표현하는 방법을 하나로 합쳐 스크린 콘텐츠의 부호화 효율을 높일 뿐만 아니라 부호화 복잡도를 줄일 수 있는 방법을 제안한다.

### 3.2 제안 방법

앞서 분석한 변환생략 기술과 IBC 기술간의 상관성을

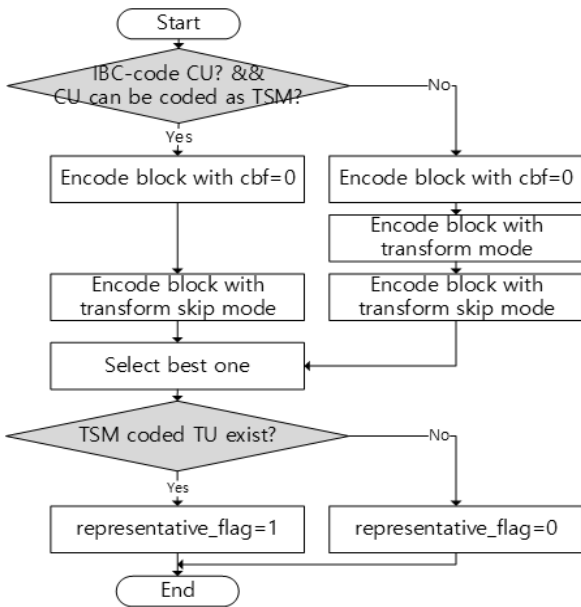


그림 2. 제안방법의 순서도  
Fig. 2. Flowchart of the proposed method.

토대로, 본 논문에서는 그림 2와 같은 고속 변환생략 결정 및 변환생략 시그널링의 통합방법을 제안한다. HEVC에서 잔차신호를 부호화 할 때, 앞서 언급하였듯이 변환수행, 변환생략, 잔차신호를 0으로 간주하는 세가지 가능성에 대하여 율-왜곡 비용을 산출하고 이를 바탕으로 최적의 부호화 모드를 결정한다. 하지만, 제안 방법의 첫 번째 요소인 변환생략 고속 선택 방법은 현재 부호화 하려는 CU가 IBC모드로 결정되었다면 해당 CU의 잔차신호를 부호화 할 때, 변환생략 모드가 가능한 4x4 크기의 모든 TU에 대해서, 변환생략 모드와 잔차신호를 모두 0으로 가정하는 (cbf=0) 두 가지 방법만을 고려하는 것이다.

그림 1에서 확인한 바와 같이 IBC로 부호화 된 CU 내의 TU들은 변환 수행으로 결정될 확률이 매우 낮기 때문에, 제안 방법처럼 일방적으로 변환을 생략하도록 결정하더라도 이로 인한 부호화 효율의 저하가 매우 낮을 것이다. 제안 방법의 두 번째 요소인 변환생략 시그널링 방법은 하나의 대표 플래그로 여러 개의 플래그를 대표하도록 하여 압축 데이터량을 줄이는 것이다. 변환생략이 가능한 모든 크기의 TU는 transform\_skip\_flag를 이용하여 변환생략 모드의 결정 여부를 표시하여야 하는데 이를 CU단에서 하나의 대표 플래그로 나타내는 것이다.

예를 들어, 현재 부호화 중인 CU가 16x16 크기이며, IBC로 예측 모드가 결정 되었으며, RQT 결정 과정이 완료 된 후 라고 가정하자. 이 CU는 4x4 TU까지 분할 될 가능성이 있기 때문에 변환생략 모드가 사용된 TU의 존재 여부를 확인한다. 변환생략 모드로 결정된 4x4

표 1. 실험 조건

Table1. Experimental condition.

Test sequence	text & graphics with motion	flyingGraphics, desktop, console, web_browsing, map, programming, SlideShow
	mixed content	Basketball_Screen, MissionControlClip2, MissionControlClip3
	animation	robot
	camera captured	EBURainFruits, Kimono1
GOP structure	Main profile - all intra (AI)	
Tested frames	100 frames	
Comparison	<b>Anchor:</b> SCM 2.0	
	<b>Fast TSM:</b> SCM 2.0 with fast transform skip mode decision [10]	
	<b>Modified TSM signaling:</b> SCM 2.0 with transform_skip_flag signaling [11,12]	
<b>Proposed method:</b> SCM 2.0 with Fast TSM + Modified TSM signaling		

TU가 하나 이상 존재한다면 CU단에서 하나의 대표 플래그 (representative\_flag)를 1로 설정하고, 잔차신호가 존재하는 모든 4x4 TU는 변환생략 모드로 결정된 것으로 간주한다. 즉, CU 단위에서 전송되는 대표플래그는 잔차신호가 존재하는 모든 4x4 TU들의 transform\_skip\_flag가 1임을 나타내도록 한다. 이 방법은 변환생략 모드가 선택되었다고 간주하여 발생한 압축 효율 저하보다 transform\_skip\_flag를 표현하기 위한 데이터량을 줄이는 것이 압축 효율 면에서 더 유리할 수 있다는 점을 이용한 것이다. 현재 표준화가 완료된 HEVC 에는 이러한 문법요소가 없기 때문에 HEVC 표준과의 호환성은 없다. 또한 IBC로 부호화 된 CU에서 변환생략 모드가 발생하였다는 것은 잔차신호의 블록 분할 구조가 변환생략이 가능한 가장 하위단, 즉 4x4까지 분할되었다는 의미를 내포하므로 분할 깊이 0에서는 반드시 분할되어야 함을 의미한다. 따라서 깊이 0의 분할 여부를 나타내는 split\_transform\_flag를 1로 설정 할 수 있는데, 이 또한 대표플래그 하나로 같이 표현 할 수 있다. 대표플래그가 split\_transform\_flag 정보까지 나타내는 것도 현재의 HEVC 표준과 호환성은 없다.

그림 2의 순서도는 앞서 설명한 고속 변환생략 결정 방법과 변환생략 시그널링 방법을 하나로 통합한 제안

표 2. 실험 결과  
Table2. Experimental result.

Sequence		Fast TSM [10]			Modified TSM [11,12]			Proposed method		
		BDrate (%)	AST total (%)	AST 4×4TU (%)	BDrate (%)	AST total (%)	AST 4×4TU (%)	BDrate (%)	AST total (%)	AST 4×4TU (%)
text & graphics with motion	flyingGraphics	0.16	-2.6	-32.1	-0.21	1.6	-0.1	-0.52	-1.0	-32.7
	Desktop	-0.01	-2.0	-33.2	-0.55	1.2	0.0	-0.91	-1.1	-32.8
	console	-0.05	-1.9	-31.8	-0.2	1.1	-0.9	-0.41	-0.3	-32.4
	Web_browsing	0.56	-2.0	-31.5	0.14	1.9	-1.5	0.18	-0.1	-30.8
	Map	0.23	-3.1	-28.6	-0.25	1.4	-0.4	-0.30	-1.7	-28.8
	Programming	-0.03	-3.4	-32.8	-0.13	1.3	0.0	-0.79	-1.4	-33.1
	slideshow	0.02	-2.8	-33.4	-0.08	3.6	-0.9	-0.09	0.7	-31.3
mixed content	Basketball_Screen	-0.07	-2.8	-30.5	-0.27	4.3	-0.4	-0.39	1.1	-31.0
	MissionControlClip2	-0.17	-2.5	-30.6	-0.20	4.3	0.1	-0.44	2.1	-29.3
	MissionControlClip3	-0.15	-2.9	-31.5	-0.23	1.5	-0.6	-0.54	-0.8	-31.3
animation	robot	0.08	-4.1	-32.8	0.01	1.5	0.1	0.07	-2.9	-32.1
camera captured	EBURainFruits,	0.05	-3.9	-31.4	0.00	1.3	-0.2	0.03	-2.4	-33.3
	Kimono1	0.01	-5.0	-32.8	0.03	2.4	0.0	0.02	-2.7	-33.0
Average of all		0.05	-3.0	-31.7	-0.15	2.1	-0.4	-0.31	-0.8	-31.6

방법을 나타낸 것이다. 현재 CU가 IBC로 부호화 되고 (IBC-coded CU) 또한 RQT (Residual quad tree) 구조 상 변환생략이 가능한 크기까지 분할 될 가능성이 있다면 (CU can be coded as TSM (Transfrom Skip Mode)) 잔차신호의 부호화 시, 변환모드의 선택 가능성을 아예 생략하고 변환생략 또는 모든 잔차신호를 0으로 가정하는 2가지 가능성만을 대상으로 율-왜곡 비용을 계산하여 최적의 모드를 결정한다. 잔차 신호 부호화가 끝나면, 현재 CU에서 4x4 TU 중 실제로 변환생략을 사용한 TU가 있는지 여부를 확인한다. 변환생략이 사용된 TU가 있다면 대표플래그 (representative\_flag)를 1로 설정하며, 복호화는 플래그가 4x4 TU들의 transform\_skip\_flag를 묶어서 표현한 것으로 해석한다. 반대로 현재 CU에서 변환생략이 가능하지 않거나, 잔차신호 부호화 시 실제로 변환생략이 나타나지 않았다면, 대표플래그는 0으로 설정되어 기존의 프로세스를 따르게 된다.

복호화기 입장에서 살펴보면, 현재 CU의 대표 플래그가 1로 설정되어 있다면, 깊이 0의 split\_transform\_flag가 1로 설정되며 하위 4x4 단의 잔차 신호가 있는 TU는 모두 변환생략 모드가 1이라는 것을 암시하게 된다.

## IV. 실험 결과 및 분석

### 4.1 실험 수행 조건

제안 방법의 성능을 평가하기 위해 HEVC 참조 소프트웨어 HM 15.0 SCM 2.0<sup>[6]</sup>에 제안 방법을 구현하고, 제안 방법의 유용성을 평가하기 위하여, 제안 방법 및 이와 유

사방법<sup>[10-12]</sup>들의 Bjøntegaard delta bit rate (BD-rate)<sup>[17]</sup> 부호화 성능 및 수식 (1)의 복잡도 감소를 측정하였다.

$$AST[\%] = \frac{E.Time(anchor) - E.Time(proposed)}{E.Time(anchor)} \times 100 \quad (1)$$

수식 (1)의 AST (Average Saving Time)는 평균 부호화시간 감소를 의미하며  $ETime$ 는 Anchor와 본 논문의 제안 방법 중 해당 방법의 부호화 시간을 의미한다. 실험 결과는  $AST_{total}$  (Average saving time total) 과  $AST_{4 \times 4TU}$  (Average saving time in 4x4 TU)를 이용하여 나타내었다.

여기서 Anchor는 HM 15.0 SCM 2.0의 common test condition<sup>[18]</sup> 하에서 변환생략이 4x4 TU 크기에서 가능한 경우를 의미한다. 또한, 실험 영상을 각각 100장씩 intra 로 부호화 하였다. 구체적인 실험조건은 표 1과 같다. 제안 방법과 성능 비교를 위해 고속 변환생략 결정 방법<sup>[10]</sup> (Fast TSM) 과 변환생략 시그널링 방법<sup>[11-12]</sup> (Modified TSM signaling)을 비교방법에 포함시켰다.

### 4.2 실험 수행 결과

제안방법의 성능 비교 실험 결과는 표 2와 같다. 변환 생략 고속 결정 방법 (Fast TSM)의 경우, 0.05%의 BD-rate 감소가 있었지만, 전체 부호화 시간은 평균 3.0%, 4x4 TU의 부호화 시간은 평균 31.7% 감소되었다. IBC로 부호화 된 CU에 대하여 4x4 TU의 경우 변환생략을

강제함으로 부호화 효율은 다소 저하되었지만, 이로 인해 부호화 복잡도는 많이 감소하였다. 변환생략 시그널링 방법 (Modified TSM signaling)의 경우, 0.15%의 BD-rate 이득이 있었지만, 전체 부호화 시간은 2.1% 증가, 4x4 TU의 부호화 시간은 0.4% 감소하였다. 이는 잔차신호의 부호화 종료 후 추가적으로 변환생략 여부를 확인하는 과정이 추가되었기 때문이다. 본 논문에서 제안한 방법의 경우, BD-rate 측면에서 0.31% 향상하면서 0.8%의 전체 부호화 시간 단축, 31.6%의 4x4 TU 부호화 시간이 감소되는 것을 볼 수 있었다. Fast TSM에서 4x4 TU에 대한 부호화 속도 향상 수치와 제안 방법의 수치는 각각 31.7%와 31.6%로 유사하지만 전체 부호화 속도 향상면에서 차이를 볼 수 있었다. 이는 변환 수행 과정까지는 동일하지만, 이 후 변환생략 플래그를 하나의 대표 플래그로 표현하는 Modified TSM signaling 방법이 수행되기 때문에 복잡도가 증가하기 때문이다. 변환생략 고속 결정 방법<sup>[10]</sup>과 변환생략 시그널링 방법<sup>[11-12]</sup>은 부호화 복잡도 혹은 부호화 효율 중 어느 하나에서만 성능을 향상시키는 것과 달리, 제안방법은 두 측면에서 모두 성능을 향상시킴을 보였다. 또한 실험 결과를 살펴보면, 스크린 콘텐츠를 많이 포함 할수록, 더 높은 BD-rate 향상을 보이는데 이는 그림 1과 같이 IBC로 부호화 된 CU의 경우 변환생략이 선택될 확률이 스크린 콘텐츠를 많이 포함할수록 더 높기 때문이다.

## V. 결 론

본 논문에서는 부호화기의 복잡도를 감소시키면서도 압축효율 저하를 최소화 할 수 있는 고속 변환생략 결정과 변환생략 시그널링을 통합한 방법을 제안하였다. 고속 변환생략 결정 방법의 경우, IBC와 변환생략의 상관성을 이용하여 잔차신호 부호화 시 강제로 변환생략을 선택하게 하는 방법이다. 이 경우, 부호화 복잡도는 줄어들게 되지만 강제적으로 변환생략을 선택함으로 인해 압축 효율이 떨어진다. 또한 변환생략 시그널링 방법은 IBC와 변환생략의 상관성을 이용하여 잔차신호의 부호화가 완료된 뒤 하위 TU들의 transform\_skip\_flag를 하나의 플래그로 표현하는 방법이다. 이 방법은 압축 효율을 향상시키지만, 부호화 복잡도는 높아지게 된다. 본 논문에서 제안하는 두 방법을 하나로 합친 방법은 부호화 효율을 평균 0.31% 향상 시키면서 전체 부호화 복잡도를 0.8%, 4x4 TU의 부호화 복잡도를 31.6% 감소시키는 등 두 가지 성능 평가 요인을 모두 향상시킴을 확인할 수 있었다.

## REFERENCES

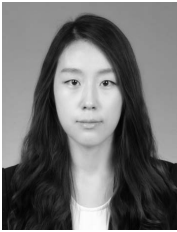
- [1] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, High efficiency video coding, ITU-T Rec. H.265 and ISO/IEC 23008-2, Apr. 2013.
- [2] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, Advanced video coding for generic audio-visual services, ITU-T Rec. H.264 and ISO/IEC 14496-10 (AVC), May 2003 (and subsequent editions).
- [3] D. Flynn, M. Naccari, K. Sharman, C. Rosewarne, J. Sole, G. J. Sullivan, and T. Suzuki, "High efficiency video coding (HEVC) range extensions text specification: Draft 6," JCTVC-P1005, JCT-VC, San Jose, USA, Jan. 2014.
- [4] R. Joshi, and et al., "HEVC Screen Content Coding Draft Text 1" JCT-VC-R1005, Sapporo, JP, 30 June - 9 July 2014.
- [5] S. Yang, H. J. Shim, and B. Jeon, "HEVC screen content coding extensions Standardization Trend," IEIE Magazine, 41(10), Oct. 2014 (in Korean).
- [6] C. Gisquet, et al., "SCCE3 Test A.3: palette stuffing," JCT-VC R0082, Sapporo, JP, 30 June 9 - July 2014.
- [7] C. Y. Park, "The development of the fast algorithms for the DCT, DST and DHT," J. KICS, vol. 12, no. 3, pp. 239-253, Jun. 1987.
- [8] S. Yang, H. J. Shim, D. Lee, and B. Jeon, "Transform Skip Mode Fast Decision Method for HEVC Encoding," J. KICS, vol. 39, no. 4, pp. 172-179, Apr. 2014.
- [9] Z. Pan, J. Lei, Y. Zhang, W. Yan, S. Kwong, "Fast transform unit depth decision based on quantized coefficients for HEVC." Proc. IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), pp. 1127-1132, Oct. 2015.
- [10] D. Lee, S. Yang, H. J. Shim, and B. Jeon, "Fast Transform Skip Mode Decision for HEVC Screen Content Coding," Proc. IEEE Int. Symp. on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), pp. 1-4, Jun. 2015.
- [11] S. Yang, H. J. Shim, D. Lee, and B. Jeon, "Transform skip signaling for intra block copy" JCTVC-S0036, JCT-VC, Oct. 2014.
- [12] D. Lee, S. Yang, H. J. Shim, and B. Jeon, "Modified Transform Skip Signaling Method for HEVC Screen Content Coding," Proc. Int. Conf. on Electronics, Information, and Comm. (ICEIC), pp.260-261, Jan. 2015.
- [13] C. Lan, J. Xu, G. J. Sullivan, and F. Wu, "Intra transform skipping," JCTVC-I0408, JCT-VC,

- Geneva, Switzerland, Apr. 2012.
- [14] X. Peng, C. Lan, J. Xu, and G. J. Sullivan, "Inter transform skipping," JCTVC-J0237, JCT-VC, Stockholm, Sweden, Jul. 2012.
- [15] J. Ma, Y. Ahn, D. Sim, "Intra Block Copy Analysis to Improve Coding Efficiency for HEVC Screen Content Coding," J. Broadcast and Media Engineers, vol. 20, no. 1, pp. 57-67, Jan. 2015.
- [16] SCM 2.0 software, available at: [https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_HEVCSoftware/tags/HM-15.0+RExt-8.0+SCM-2.0](https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/tags/HM-15.0+RExt-8.0+SCM-2.0).
- [17] G. Bjontegaard, "Calculation of average psnr differences between rd curves," VCEG Contribution VCEG-M33, April 2001.
- [18] H. Yu, R. Cohen, K. Rapaka, J. Xu, "Common Test Conditions for Screen Content Coding," JCTVC-R1015, Jun. 2014.
- [19] J.-H. Nam, J.-H. You, D.-G. Sim and S.-J. Oh, "Quantization Method in Spatial Domain for Screen Content Video Compression," Journal of the IEEK, Vol.49-SP, No.4, pp.67-76, July 2012.
- [20] J. Ma and D. Sim, "Early Termination of Block Vector Search for Fast Encoding of HEVC Screen Content Coding," IEIE Trans. on Smart Processing and Computing, vol. 3, no. 6, pp. 388-392, Dec. 2014.

---

 저 자 소 개
 

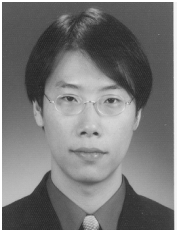
---



**이 다 희**(학생회원)  
 2014년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (학사).  
 2016년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (석사).  
 <주관심분야: 멀티미디어 영상압축,  
 신호처리>



**양 승 하**(학생회원)  
 2013년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (학사).  
 2015년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (석사).  
 <주관심분야: 영상압축, 영상처리>



**심 혁 재**(정회원)  
 2000년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (학사).  
 2002년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (석사).  
 2013년 성균관대학교 전자전기 공  
 학과 졸업 (공학박사).  
 <주관심분야: 멀티미디어 영상압축, 신호처리>



**전 병 우**(정회원)  
 1985년 서울대학교 전자공학과 졸  
 업 (학사).  
 1987년 서울대학교 전자공학과 졸  
 업 (석사).  
 1992년 Purdue Univ. School of  
 Elec. 졸업 (공학박사).  
 1993년~1997년 삼성전자 신호처리연구소 선임/  
 수석연구원.  
 1997년~현재 성균관대학교 전자전기공학부 교수  
 <주관심분야: 멀티미디어, 영상압축, 영상인식, 신  
 호처리>