

HEVC기반 스크린 콘텐츠 코딩을 위한 개선된 BVP 후보 선정 방법

Improved BVP Candidate Selection Algorithm for HEVC Screen Content Coding

김유선, 이시웅

한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

Yu-Seon Kim(gr151071@hanbat.ac.kr), Si-Woong Lee(swlee69@hanbat.ac.kr)

요약

동영상 압축에 관한 국제 표준화 기구인 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding) 에서는 High Efficiency Video Coding (HEVC)의 확장 표준으로 스크린 콘텐츠 영상의 부호화 기술을 위한 HEVC Screen Content Coding(HEVC SCC)표준을 제정하였다. 현재까지 개발된 HEVC SCC 기술들 중 가장 높은 부호화 성능을 보이는 화면 내 블록 카피(IBC, Intra Block Copy)기술은 현재 프레임 내에서 복원된 블록들 중 현재 블록과 가장 유사한 블록을 예측하는 과정이다. IBC에서는 전송되는 블록 벡터의 데이터양을 줄이기 위해 예측 블록 벡터 값과 그 차이 값을 부호화 한다. 본 논문에서는 HEVC SCC 참조 소프트웨어인 SCM-2.0과 SCM-4.0을 이용하여 IBC의 블록 벡터 예측 과정에 대해 분석하였다. 또한 분석한 내용을 바탕으로 HEVC SCC IBC의 IBC의 예측 성능 향상을 위해 예측 블록 벡터(BVP, Block Vector Predictor) 후보 선정 과정에서 기존의 공간적 BVP 후보 외에 인접한 BV에 대한 탐색 과정을 추가하여 개선된 BVP 후보 선정 방법을 제안한다. 제안 방법의 실험 결과는 부호화 속도 저하 없이 최소 0.2%부터 최대 1%의 BD-rate 감소를 보인다.

■ 중심어 : | HEVC | 스크린 콘텐츠 코딩 | 화면 내 블록 카피 | 예측 블록 벡터 |

Abstract

Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ISO/IEC MPEG and ITU-T developed the HEVC Screen Content Coding (HEVC SCC) standard as the HEVC extension for the screen content video coding. The Intra Block Copy (IBC) is the most effective tool adopted in HEVC SCC and predicts current block from already reconstructed neighboring blocks in the same picture. To reduce the amount of data in BV (Block Vector) to be transmitted, a BV predictor (BVP) is used to generate the BV differences in the IBC BV coding. In this paper, we analyze the current BV prediction process using HEVC reference software SCM-2.0 and SCM-4.0. Based on the analysis results, we propose an improved BVP candidate selection algorithm by adding a search process for adjacent BVs in addition to the existing spatial BVP candidates. Experimental results show that the BD-rate reduction of our proposed improvements ranges from 0.2% to 1%.

■ keyword : | HEVC | Screen Content Coding | Intra Block Copy | BVP |

1. 서론

현재 비디오 압축 표준인 HEVC[1]는 고해상도 비디오의 인기가 증가함에 따라 새로운 포맷의 디지털 콘텐츠들을 더 효율적으로 처리하기 위해 개발되었다. HEVC는 주로 비디오 카메라에 의해 획득된 자연 영상의 데이터를 고효율 압축 기술로 처리함으로써 기존 H.264/AVC[2]에 비해 월등히 우수한 압축 효율을 나타낸다. 그러나 최근에는 컴퓨터 그래픽 기술과 다양한 IT 서비스 환경이 발달하면서 웹페이지, ppt 슬라이드, 게임 화면 등과 같은 스크린 콘텐츠 영상에 대한 제작과 공급이 활발하게 이루어지고 있는 가운데, 이러한 그래픽과 텍스트 등으로 이루어진 스크린 콘텐츠를 효율적으로 처리하기 위한 압축 기술 개발의 필요성이 제기되었다[3][4].



그림 1. HEVC SCC에서 사용되는 공통실험영상
'sc_console_1920x1080_60_8bit_420'

[그림 1]은 JCT-VC에서 고안한 HEVC SCC (Screen Content Coding)의 참조 소프트웨어인 HM-SCM (HEVC screen content coding test model)[5]에서 사용하고 있는 공통실험조건 (CTC: common test condition)[6]의 실험영상 예시로, [그림 1]과 같이 스크린 콘텐츠 영

상은 자연 영상과 달리 엷지 부분이 선명하고 색상 구성이 단조로운 특징을 갖는다. 이러한 특징을 갖는 스크린 콘텐츠 영상에 기존의 주로 자연 영상에 최적화된 HEVC의 압축 기술을 적용하는 것은 부호화 성능 면에서 매우 비효율적일 것이다. 따라서 이를 보완하고 효율적인 스크린 콘텐츠 압축 표준 제정을 위해 2014년 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11과 ITU-T SG16 Q6/16에서 CfP (Call for Proposal)[7]를 공동으로 발행하였으며, HEVC SCC를 위해 개발된 대표적인 기술[8]로는 화면 내 블록 카피 (IBC: Intra Block Copy)모드와 팔레트 (PLT: Palette)모드[9], 적응적 컬러 변환 (ACT: Adaptive Colour Transform)[10], 적응적 움직임 벡터 해상도 (AMVR: Adaptive Motion Vector Resolution)[11] 등이 있다.

HEVC SCC를 위한 기술들 중 가장 높은 부호화 성능을 보이는 IBC는 프레임 내에서 복원된 블록들 중 현재 블록과 가장 유사한 블록을 예측하는 과정으로, 크게 복원된 영역 중 현재 블록에 대해 예측 성능이 가장 좋은 블록을 탐색하는 블록 벡터 탐색 (block vector search) 과정과 블록 벡터 예측 (block vector prediction) 및 블록 벡터 부호화 (block vector coding)과정으로 구성된다. 이중에서 블록 벡터 예측 과정은 추정된 블록 벡터 (BV, Block Vector)의 전송 데이터양을 줄이기 위한 과정으로서 두 개의 예측 블록 벡터 (BVP, Block Vector Predictor) 후보를 선정한 뒤 BV와의 차분 값이 더 적게 발생하는 BVP 후보를 현재 블록에 대한 BVP로 선정한다.

본 논문에서는 HEVC기반 스크린 콘텐츠 코딩을 위한 개선된 BVP 후보 결정 방법을 제안한다. 기존의 IBC 성능 향상을 위한 방법들 중 [12]에서는 실험 환경에 따른 CU 모드 선택 비율을 조사하였다. [12]에서 CTC의 실험 영상을 이용하여 AI (All Intra), RA (Random Access), LB (Low-delay B) 실험 조건에서 CU의 IBC 모드 선택 비율을 분석한 결과, IBC의 선택 비율은 I-Slice에서 높게 나온 것을 확인할 수 있었다. 이를 참조하여 본 논문에서는 현재까지 발행된 HEVC SCC의 참조 소프트웨어 중 SCM-2.0[13]과 SCM-4.0[14]을 이용하여 모든 영상을 I-Slice로 부호화하는 AI 환

경에서의 기존 HEVC SCC의 BVP 후보 선정 방법을 분석하고 분석 결과를 바탕으로 기존 방법의 개선 가능성에 대해 논한 뒤 IBC 성능 향상을 위한 효과적인 BVP 후보 결정 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 HEVC SCC IBC의 블록 벡터 예측에 대해 알아보고, III장에서는 기존 블록 벡터 예측에 대한 분석 및 IBC의 예측 성능 향상을 위한 BVP 후보 선정 방법을 제안한다. IV장에서는 제안 방법을 적용하였을 때의 실험 결과를 보여주며, V장에서 결론을 맺는다.

II. 블록 벡터 예측 (Block Vector Prediction)

기존 HEVC에서 부호화 모드 간 경쟁을 통해 현재 CU에 대한 최적의 모드를 결정하던 것과 마찬가지로 HEVC SCC 인코더에서는 기존의 화면 내 부호화, 화면 간 부호화와 새로 추가된 IBC, PLT 부호화 모드 간 경쟁을 통해 현재 CU에 대한 최적의 모드를 결정한다. IBC에서는 현재 CU에 대해 $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$ 의 네 가지 PU 분할 모드를 지원하며 현재 프레임 내의 복원된 영역에서 현재 PU에 대해 예측 성능이 가장 뛰어난 블록을 탐색하여 예측 블록을 생성하고 부호화 한다.

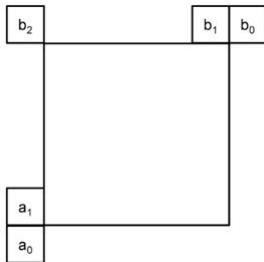


그림 2. IBC의 공간적 BVP 후보 a_1 , b_1

IBC의 블록 벡터 예측 과정은 전송되는 예측 블록에 대한 BV의 정보를 줄이기 위한 과정으로, HEVC SCC에서는 부호화하려는 현재 PU에 대해 두 개의 BVP 후보를 선정된 뒤 이 중 현재 PU의 BV와 차분 값이 적

게 발생하는 BVP에 대한 인덱스와 차분 값인 BVD를 부호화한다. HEVC SCC에서는 [그림 2]와 같이 기존 화면 간 예측의 AMVP (Advanced Motion Vector Predictor) 공간적 후보 중 a_1 과 b_1 을 공간적 BVP 후보로 탐색하며 HEVC SCC의 BVP 선정 과정은 다음과 같다.

우선 a_1 과 b_1 중 IBC로 코딩된 블록이 있을 경우 해당 블록의 BV를 BVP로 사용하며 a_1 과 b_1 의 BV가 서로 같을 경우 a_1 의 BV만 BVP 후보로 등록하며, 서로 다를 경우 두 BV를 BVP 후보로 등록하고 BVP 후보 선정 과정을 완료한다. 만약 a_1 과 b_1 에서 BVP 후보 선정을 완료하지 못한 경우, 현재 PU 이전에 부호화를 끝낸 블록들 중 가장 최근에 IBC로 부호화된 블록의 BV (Last BV)를 BVP 후보로 선정하며, 앞의 두 경우에 대해서도 BVP 후보가 채워지지 않은 경우 기본 BV 값인 $(-2 * CU_width, 0)$ 과 $(-CU_width, 0)$ 를 사용한다. HEVC SCC에서는 BVP 후보를 선정하기 위해 우선 공간적으로 인접한 블록에 대해 BV를 탐색한 뒤 마지막으로 기본 BV를 BVP 후보로 선정한다. 이는 일반적으로 기본 BV보다 인접한 블록의 BV로 예측을 수행할 경우 예측 성능이 좋다는 것을 의미한다. 다음 장에서는 이에 대한 근거를 분석하고 분석한 내용을 바탕으로 개선된 BVP 후보 선정 방법을 제시한다.

III. 제안 방법

1. 블록 벡터 예측(Block Vector Prediction) 분석

[표 1]은 HEVC SCC 참조 소프트웨어인 HM-16.4 +SCM-4.0을 기반으로 CTC의 실험 영상에 대해 모든 CU를 화면 내 부호화 혹은 PLT, IBC 모드로 부호화하는 AI 환경에서 부호화를 수행한 결과 IBC인 CU가 차지하는 비율을 나타낸다. 시퀀스 카테고리의 TGM은 그래픽과 텍스트가 혼합된 영상이며 M은 자연영상과 스크린 콘텐츠가 혼합된 영상이고 A는 그래픽으로 이루어진 영상을 포함한다. [표 1]을 보면 시퀀스 카테고리 중 TGM에 속한 영상들에서 IBC의 비율이 높은 것을 볼 수 있다.

표 1. AI 실험환경에서의 IBC CU 비율

Category	Sequence name	Ratio(%)
TGM (Text & graphics with motion)	flyingGraphics	81
	desktop	88
	console	86
	web_browsing	83
	map	39
	programming	60
	SlideShow	40
M (Mixed content)	Basketball_Screen	51
	MissionControlClip3	62
A (Animation)	robot	7
	ChinaSpeed	15



그림 3. (좌) 'web_browsing'의 CTU, (우) 'desktop'의 CTU



그림 4. (상) TGM 카테고리의 영상 'sc_web_browsing_1280x720_30_8bit_300_420_r1', (하) AI 실험 환경에서의 'web_browsing'의 부호화 수행 결과 (파란블록 :IBC CU, 빨간블록 :PLT CU, 검은블록 : INTRA CU)

TGM은 [그림 3]과 같이 텍스트가 포함된 블록이 다수 존재하는 영상이다. 이런 텍스트가 포함된 블록의 경우 옛지 부분이 선명하고 색상 구성이 단조로운 특성을 갖는다. 화면 내 예측의 경우 필터링된 인접한 샘플을 참조하여 예측 블록을 생성하는 과정으로, 이런 특성을 가진 블록에 대해 화면 내 예측으로 예측 블록을 생성할 경우 필터링된 참조 샘플들로 인한 예측 오류가 확산될 것이다. 이러한 이유로 IBC의 성능은 텍스트가 많이 포함된 영상에서 좋은 성능을 보이는 것이다. 또한 [그림 4]와 같이 텍스트가 많이 포함된 영상의 경우 중복된 블록이 다수 존재하며, 텍스트 영역에 IBC 모드로 부호화된 블록들이 밀집되어 있다. 따라서 텍스트가 많이 포함된 영상에서 IBC 모드 수행 시 현재 부호화하려는 PU에 대한 예측 블록을 생성할 때, 기본 BV를 이용하여 예측 블록을 생성하는 것 보다 인접한 블록의 BV 정보를 이용하여 예측 블록을 생성할 경우 더 좋은 예측 성능을 얻을 수 있을 것이다.

본 논문에서는 HEVC SCC에서 사용하는 공간적 후보 외에 BVP로 선정될 가능성이 높은 블록들에 대해 선택 확률을 측정하기 위한 모의실험을 진행하였다. 실험은 HM-16.4+SCM-4.0을 기반으로 AI 환경에서 CTC 시퀀스 카테고리 중 TGM에 속한 영상들에 대하여 부호화를 수행하였으며, AMVP 공간적 후보들 중 b0와 b2를 IBC의 BVP 후보 선정 과정에 추가하여 현재 부호화하려는 PU에 대한 a1, b0, b1, b2가 모두 IBC로 부호화되었을 경우 각 후보에 대하여 현재 PU와의 BVD가 가장 작을 확률을 측정하였다. 만약 동시에 BVD가 가장 작을 경우 중복하여 확률을 계산하였으며, [표 2]는 측정 결과를 나타낸다.

표 2. 공간적 BVP 후보들과 현재 PU 간 BVD가 가장 작은 확률

Sequence name	Spatial BVP candidates			
	a1	b1	b2	b0
flyingGraphics	59%	55%	44%	31%
desktop	59%	56%	43%	32%
console	59%	54%	43%	34%
web_browsing	60%	56%	43%	32%
map	59%	53%	43%	21%
programming	64%	55%	46%	32%
SlideShow	71%	70%	63%	40%

실험 결과 BVD가 가장 작은 확률은 a1이 가장 높고 그 다음으로 b1의 확률이 높은 것으로 볼 때, 공간적 BVP 후보들 중 a1과 b1이 BVP 후보로 선정될 가능성이 높다는 것을 의미한다. 그러나 전체적으로 보았을 때 b0와 b2의 확률이 a1, b1과 비교하여 10~20% 정도 밖에 차이하지 않으며, b0와 b2의 확률이 최소 21% 부터 최대 63%까지 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 이는 공간적 후보들 간 BV 상관성이 높다는 것과 동시에 a1과 b1외에도 b0와 b2에서도 BV가 존재하여 BVP로 선정될 가능성이 높음을 의미한다. 따라서 BVP 후보 선정 과정에서 기본 BV를 사용하기 전 b0와 b2에 대하여 BVP 후보 탐색 과정을 추가로 실시할 경우 IBC의 예측 성능이 향상될 것으로 기대되며 이로 인한 부호화 성능 역시 개선될 수 있을 것이다.

2. 제안 BVP 후보 선정 알고리즘

본 장에서는 III.1장의 분석 결과를 바탕으로 개선된 BVP 후보 선정 알고리즘을 제시한다. 제안 방법은 HEVC SCC와 마찬가지로 가장 먼저 공간적 후보들에 대해 BV 탐색을 수행한 뒤 BVP 후보가 채워지지 않을 경우 Last BV, 기본 BV 순으로 BVP 후보를 선정하며 중복된 BV가 BVP 후보로 선정되지 않도록 알고리즘을 설계하였다. 다음 [표 3]은 제안하는 BVP 후보 선정 알고리즘을 나타낸다.

제안 방법은 AMVP 공간적 후보들 중 b0, b2를 BVP 후보 선정 과정에 추가하였다. 앞서 분석한 내용을 바탕으로 공간적 후보에 대한 BV 우선순위를 a1, b1, b2, b0 순으로 정하였으며 예측 정확도 손실을 막기 위해 첫 번째 공간적 BVP 후보 탐색 과정으로 a1과 b1에 대하여 탐색한 뒤 이 과정에서 BVP 후보가 채워지지 않을 경우 두 번째 공간적 BVP 후보 탐색 과정으로 b2와 b0에 대하여 BV 존재 여부를 탐색하였다. 또, [표 3]의 2.1.1에서 b2와 b0 중 BV1간의 BVD가 큰 BV를 두 번째 BVP 후보로 선정하였는데, 이는 현재 PU에 대한 BVP를 선정하는 과정에서 서로 BV 상관성이 낮은 두 BVP 후보를 이용하여 BVP를 선정하는 것이 예측 성능 면에서 더 효율적이기 때문이다.

표 3. 제안하는 BVP 후보 선정 알고리즘

Step.1	if(a1==IBC && b1==IBC && a1!=b1) - a1과 b1을 BVP 후보로 등록 (BVP후보선정완료)
Step.2	else if((a1==IBC b1==IBC) a1==b1) - 첫 번째 BVP후보선정완료 (BVP1=a1 BVP1=b1) 2.1 if(b2==IBC && b0==IBC) 2.1.1 if(b2!=b0 && b0!=BVP1 && BVP1!=b2) - b2와 b0 중 BVP1과 BVD가 큰 후보를 두 번째 BVP 후보로 등록 (BVP후보선정완료, BVP2=b2 BVP2=b0) 2.1.2 else if((b2!=b0) && (b2==BVP1)) - b0를 두 번째 BVP 후보로 등록 (BVP후보선정완료, BVP2=b0) 2.1.3 else if(((b2!=b0) && (b0==BVP1)) ((b2==b0) && (b2!=BVP1))) - b2를 두 번째 BVP 후보로 등록 (BVP후보선정완료, BVP2=b2) 2.2 else if((b2==IBC b0==IBC)) - BVP1과 중복되지 않을 경우 두 번째 BVP 후보로 등록 (BVP후보선정완료, BVP2=b2 BVP2=b0)
Step.3	else if((a1!=IBC && b1!=IBC)) 3.1 if(b2==IBC && b0==IBC && b2!=b0) - b2와 b0를 BVP 후보로 등록 (BVP후보선정완료) 3.2 else if((b2==IBC b0==IBC) b2==b0) - 첫 번째 BVP 후보 선정 완료 (BVP1=b2 BVP1=b0)
Step.4	Step1,2,3에서 BVP 후보 선정이 완료되지 않은 경우 - Last BV, 기본 BV 순으로 BVP 후보 탐색, BVP1이 존재할 경우 중복되지 않게 후보 선정.

제안 방법은 모의실험을 통해 현재 PU와 공간적으로 인접한 블록의 BV가 BVP로 선정될 확률이 높을 것으로 보고 기존 화면 간 예측의 AMVP 공간적 후보들 중 a1과 b1외에도 b2와 b0를 HEVC SCC IBC의 BVP 후보 선정 과정에 추가하여 Last BV와 기본 BV에 대해 탐색하기 전 공간적 후보들에서 BVP 후보가 선정되도록 하였다. 제안 방법을 기존 HEVC SCC에 적용할 경우 IBC의 예측 성능이 향상될 것이며 특히 TGM 카테고리 영상같이 IBC 모드인 CU의 비율이 많이 나타나는 텍스트가 많이 포함된 영상에서의 부호화 정확도 개선이 기대된다.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 제안 방법과 기존 HEVC SCC IBC의 예측 성능을 비교하기 위해 III.2장의 제안 알고리즘을 HEVC SCC 참조 소프트웨어 HM-16.4+SCM-4.0으로 구현하였으며 CTC의 실험 영상 중 TGM 카테고리의 영상들에 대해 모든 영상을 I-Slice로 부호화하는 AI

환경에서 부호화를 수행하였다. 예측 성능은 부호화 정확도를 나타내는 BD-rate과 부호화 복잡도 증가 여부를 나타내는 Encoding Time으로부터 측정되었으며, [표 4]는 부호화 수행 결과 기존 SCM-4.0 대비 BD-rate 개선 정도를, [표 5]는 SCM-4.0의 부호화 수행 시간과 제안 방법을 적용하였을 때 수행 시간을 나타낸다.

표 4. 제안 방법을 적용한 SCM-4.0의 부호화 수행 결과

Category	Sequence name	BD-rate(%)		
		Y	U	V
TGM 1080P	flyingGraphics	-0.6	-0.5	-0.6
	desktop	-0.5	-0.5	-0.5
	console	-0.4	-0.4	-0.4
TGM 720P	web_browsing	-1.0	-1.5	-2.1
	map	-0.3	-0.4	-0.2
	programming	-0.3	-0.3	-0.3
	SlideShow	-0.2	-0.2	-0.2

표 5. SCM-4.0 과 제안 방법의 부호화 수행 시간 비교

Category	Sequence name	Encoding Time(h)	
		SCM-4.0	Proposed
TGM 1080P	flyingGraphics	2.59	2.61
	desktop	4.10	4.11
	console	3.25	3.26
TGM 720P	web_browsing	0.71	0.71
	map	2.45	2.44
	programming	2.00	2.00
	SlideShow	1.17	1.16

우선 [표 4]를 보면, 제안 방법은 Y에 대해 최소 0.2%부터 최대 1%까지, U에 대해 최소 0.2%부터 최대 1.5%까지, V에 대해 최소 0.2%부터 최대 2.1%까지 BD-rate 감소를 보이며 TGM영상들 중 주로 III.1장의 [표 1]에서 IBC 모드 비율이 높게 나타난 영상들에서 부호화 성능이 향상된 것을 볼 수 있다. 이를 통해 IBC 모드 비율이 높게 나타나는 텍스트가 많이 포함된 영상의 경우 제안 방법과 같이 이웃 블록의 BV를 추가로 활용하여 IBC의 예측 성능을 개선시킴으로써 HEVC SCC의 부호화 성능을 더욱 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

또한 [표 5]는 기존 SCM-4.0과 제안 방법을 적용하였을 때의 수행 시간으로, 실험 결과 제안 방법은 전체 영상에 대해 부호화 속도 저하 없이 SCM-4.0의 부호화 정확도를 개선한 것을 확인할 수 있었다.

V. 결론

본 논문은 HEVC SCC IBC의 예측 성능을 향상시키기 위한 개선된 BVP 후보 선정 방법을 제안하였다. HEVC SCC의 IBC는 기존 AMVP 공간적 후보들 중 a1과 b1을 BVP 후보 선정 과정에 이용하여 공간적 후보, Last BV, 기본 BV 순으로 현재 부호화하는 PU에 대한 BVP 후보를 탐색하였다. 그러나 텍스트가 많이 포함된 영상들의 경우 IBC모드로 부호화된 CU의 비율이 높게 나타나며 텍스트 영역에 IBC CU들이 밀집되어 있다. 이러한 영상들에 대해 기존 AMVP 공간적 후보들의 BVP 후보 선정 확률을 측정된 결과, a1과 b1 외에도 b2와 b0 역시 BVP 후보로 선정될 확률이 높음을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 본 논문에서는 공간적 BVP 후보들 중 a1과 b1 뿐 아니라 b2와 b0에 대한 BV 탐색 과정을 추가적으로 수행하여 Last BV와 기본 BV보다 공간적으로 인접한 BV의 BVP 후보 선정 확률을 높임으로써 개선된 BVP 후보 선정 방법을 제안하였다. 실험 결과 제안 방법은 부호화 속도 저하 없이 평균적으로 약 0.5% 정도 BD-rate 감소를 보이므로 제안 방법으로 인한 HEVC SCC IBC의 예측 성능이 좋아졌다고 할 수 있다.

향후에는 공간적 BVP 후보들 간 BV 상관성을 고려하여 BVP 후보 선정 과정에서 제외하거나 탐색 우선순위를 적용적으로 조절하는 방법 등을 통해 IBC의 예측 성능이 보다 더 개선될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] G. J. Sullivan, J. R. Ohm, W. J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.22, No.12, pp.1649-1668, 2012(12).
- [2] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegarrd, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp.560-576, 2003.

- [3] 한찬희, 이시웅, “HEVC 고성능 압축 도구들의 성능 분석을 통한 스크린 콘텐츠 응용 최적 부호화 모델,” 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제12호, pp.544-554, 2012.
- [4] 박상호, 이시웅, “스크린 이미지 부호화를 위한 예지 정보 기반의 효과적인 형태학적 레이어 분할,” 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제12호, pp.38-47, 2013.
- [5] R. Joshi, J. Xu, R. Cohen, S. Liu, Z. Ma, and Y. Ye, “Screen content coding test model(SCM 1),” document JCTVC-Q1014, Valencia, Spain, 2014(3).
- [6] H. Yu, R. Cohen, K. Rapaka, and J. Xu, “Common conditions for screen content coding tests,” document JCTVC-R1015, Sapporo, Japan, 2014(6).
- [7] ITU-T Q6/16 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 document N14175, “Joint Call for Proposals for Coding of Screen Content,” San Jose, USA, 2014(1).
- [8] Jizheng Xu, Rajan Joshi, and Robert A. Cohen, “Overview of the emerging HEVC screen content coding extension,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology Vol.26, No.1, pp.50-62, 2016.
- [9] Yu-Chen Sun, Tzu-Der Chuang, PoLin Lai, Yi-Wen Chen, Shan Liu, Yu-Wen Huang, and Shawmin Lei, “Palette mode-A new coding tool in screen content coding extensions of HEVC,” Image Processing (ICIP), 2015 IEEE International Conference on. IEEE, 2015.
- [10] P. Lai, S. Liu, and S. Lei, “AHG6: On Adaptive Color Transform (ACT) in SCM 2.0,” document JCTVC-S0100, Strasbourg, France, 2014(11).
- [11] B. Li, J. Xu, G. J. Sullivan, Y. Zhou, and B. Lin, “Adaptive Motion Vector Resolution for Screen Content,” document JCTVC-S0085, Strasbourg, France, 2014(10).
- [12] 마중현, 안용조, 심동규, “HEVC 스크린 콘텐츠 코딩 성능 향상을 위한 화면 내 블록 카피 기술

분석,” 방송공학회논문지, 제20권, 제1호, pp.57-67, 2015.

- [13] R. Joshi, J. Xu, R. Cohen, S. Liu, Z. Ma, and Y. Ye, “Screen Content Coding Test Model 2 Encoder Description (SCM 2),” document JCTVC-R1014, Sapporo, Japan, 2014(6).
- [14] R. Joshi, J. Xu, R. Cohen, S. Liu, Z. Ma, and Y. Ye, “Screen Content Coding Test Model 4 Encoder Description (SCM 4),” document JCTVC-T1014, Geneva, Switzerland, 2015(1).

저 자 소 개

김 유 선(Yu-Seon Kim)

준회원



- 2015년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학전공(학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과 석사과정

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리, 영상압축

이 시 웅(Si-Woong Lee)

정회원



- 1997년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
- 1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
- 2004년 4월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> : 영상처리, 영상압축, 컴퓨터비전