

스크린 콘텐츠 코딩 기술 향상을 위한 화면 내 블록 카피 기술 분석

마중현, 안용조, 심동규
광운대학교

mday519@kw.ac.kr, yongjoahn@kw.ac.kr, dgsim@kw.ac.kr

Analysis of Intra block copy technology to improve screen content coding

Jonghyun Ma, Yong-Jo Ahn, Donggyu Sim
Kwangwoon University

요 약

컴퓨터 그래픽의 발달 및 다양한 멀티미디어 기기들의 보급이 증가함에 따라 스크린 콘텐츠 영상에 대한 수요가 증가하고 있다. 자연영상과 다른 특성을 지닌 스크린 콘텐츠 영상의 효율적인 압축을 위하여, 기존의 High Efficiency Video Coding (HEVC)의 SCC (screen content coding)에서는 스크린 콘텐츠를 위한 새로운 예측 기술이 추가되었다. 추가된 대표적인 예측 기술로 화면 내 블록 카피 (IBC: intra block copy) 기술과 팔레트 모드 등이 있다. 본 논문에서는 스크린 콘텐츠 코딩의 부호화 효율 향상 연구에 앞서, 스크린 콘텐츠 코딩에서 높은 부호화 효율을 보이는 화면 내 블록 카피 기술에 대하여 소개하고 화면 내 블록 카피 기술의 부호화 특성 및 블록 벡터 예측 기법에 대한 분석을 수행한다. 또한, 이러한 분석 결과를 토대로 화면 내 블록 카피 기술의 성능 향상을 위한 방법을 제시한다.

1. 서론

컴퓨터 그래픽 기술의 발달과 다양한 멀티미디어 기기들의 보급으로 인해 스크린 콘텐츠 영상에 대한 수요가 증가하고 있다. 스크린 콘텐츠 영상은 자연 영상과 달리 텍스트와 그래픽으로 이루어진 특성을 지니고 있으며, 텍스트와 그래픽이 혼합된 형태뿐만 아니라 자연영상과 혼합된 형태를 갖는다. 스크린 콘텐츠 영상은 자연영상과는 다른 특성을 갖기 때문에 기존의 자연영상 압축에 중점을 두어 설계된 High Efficiency Video Coding (HEVC)로 압축을 할 경우 영상의 특성에 따라 압축 성능의 차이가 발생할 수 있다.

스크린 콘텐츠 영상의 특성에 맞춰 효율적인 압축을 위해 Screen Content Coding (SCC) 프로파일의 Call for Proposals (CfP)이 2013 년 10 월에 발행되었으며, 이에 대한 응답으로 7 건의 문서가 등록되었다. 현재까지 17 차 및 18 차 Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) 표준화 회의를 거쳐 스크린 콘텐츠 영상을 효율적으로 압축하기 위한 연구가 활발히 진행 중이다 [1]. 현재까지 연구된 스크린 콘텐츠 영상을 효율적으로 압축하기 위한 기술로는 크게 화면 내 블록 카피와 팔레트 모드, 그리고 YCoCg 변환 기술이 있으며, 화면 내 라인 복사 및 팔레트 모드의 성능을 높이기 위한 기술 등이 연구 중이다. 본 논문에서는 이러한 SCC 중 화면 내 블록 카피 기술에 대한 소개 및 화면 내 블록카피의 선택 비율과 블록 벡터 예측 방법을 통한 예측 블록 벡터 리스트의 상태에 대해 분석하고자 한다. 본 논문에서 화면 내 블록 카피 기술에 대한 분석을 위해 최근의 SCC 참조 소프트웨어인 HEVC screen content coding reference model (SCM) 2 를 이용하며 [2], 이러한 분석 결과를 통해 화면 내

블록 카피 기술의 성능 향상을 위한 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 화면 내 블록 카피 기술에 대해 알아보고, 3 절에서는 화면 내 블록 기술의 모드 선택 비율과 블록 벡터 예측에 대해 살펴보고, 이를 통해 화면 내 예측 기술을 향상시킬 수 있는 방법에 대해 토의한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 화면 내 블록 카피

화면 내 블록카피는 같은 프레임 내의 복원된 부분 중에서 현재 코딩 하려는 블록과 가장 잘 정합되는 부분을 찾는 기술이다. 화면 내 블록카피 모드는 기존의 화면 내 예측모드와 화면 간 예측모드와 같이 Coding Unit (CU)에서 선택되는 모드이며, SCC 의 인코더 블록도는 그림 1 과 같다. 화면 내 블록 카피 모드에서 지원하는 Prediction Unit (PU)으로는 $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, $N \times N$ 이 있으며, $N \times N$ PU 는 가장 작은 CU 사이즈에서만 수행된다. 화면 내 블록 카피 모드의 탐색 범위는 한 프레임 내의 복원된 영역 전부이며, 해당 CU 가 화면 내 블록카피 모드로 선택되었다면, CU 내의 각 PU 마다 최적의 정합 블록을 찾고 잔차 신호와 함께 해당 블록 위치의 블록 벡터를 디코더로 전송해야 한다.

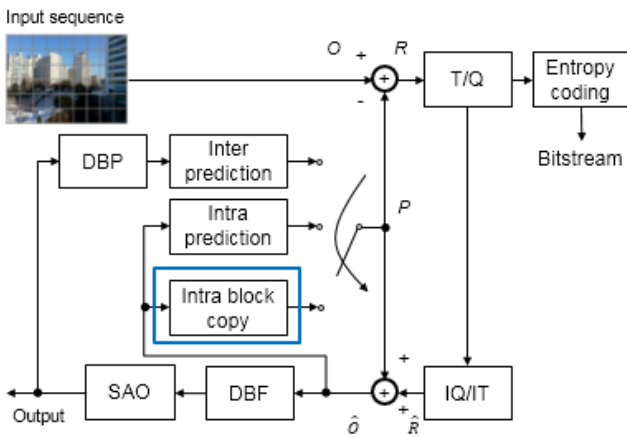


그림 1. HEVC SCC 인코더 블록도

3. 화면 내 블록 카피 기술 분석

가. 화면 내 블록 카피 모드의 선택 비율

SCC 에는 기존의 화면 내 예측 모드 및 화면 간 예측 모드와 함께 화면 내 블록 카피 모드라는 CU 에서 선택될 수 있는 모드가 추가되었다. 본 논문에서는 새롭게 추가된 화면 내 블록 카피 모드의 선택 비율이 얼마나 되는지 알아보기 위해 SCC 공통 실험 조건 하에 실험을 진행하였다 [3].

표 1 과 2 는 Random access (RA) 실험 조건 하에 각각 I-Slice 와 B-Slice 에서의 CU 모드 선택 비율을 나타낸다. 표에서 Category 는 각 시퀀스의 특성을 나타내며, TGM 은 텍스트와 그래픽의 혼합, M 은 스크린 콘텐츠 영상과 자연영상의 혼합, CC 는 자연영상, A 는 애니메이션 영상을 의미한다. 또한, Inter, Intra, 그리고 Intra BC 는 각각 화면 간 예측 모드, 화면 내 예측 모드, 그리고 화면 내 블록 카피 모드의 선택 비율을 뜻한다. 표 1 과 2 에서 살펴보면, I-Slice 에서는 TGM 과 M 분류 영상에서는 화면 내 블록 카피 모드가 상대적으로 많이 선택되는 것을 확인할 수 있지만, CC 와 A 와 같은 영상에서는 거의 선택되지 않는 것을 확인할 수 있다. 또한, B-Slice 에서는 sc_flyingGraphics 영상을 제외하고는 Intra BC 모드는 거의 선택되지 않는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 화면 내 블록 카피 모드를 슬라이스에 따라 선택적으로 수행한다면, 인코더의 속도 증가뿐만 아니라, 불필요한 실패를 줄임으로써 코딩 성능의 향상을 기대할 수 있다 [4].

표 1. I-slice 에서의 CU mode 선택 비율

Resolution	Sequence	Category	I-Slice	
			Intra	Intra BC
1920x1080	sc_flyingGraphics	TGM	34.45%	65.55%
	sc_desktop	TGM	38.80%	61.20%
	sc_console	TGM	33.93%	66.07%
	MissionControlClip3	M	70.53%	29.47%
	EBURainFruits	CC	98.82%	1.18%

	Kimono1	CC	99.77%	0.23%
1280x720	sc_web_browsing	TGM	52.79%	47.21%
	sc_map	TGM	87.63%	12.37%
	sc_programming	TGM	60.93%	39.07%
	sc_SlideShow	TGM	94.30%	5.70%
	sc_robot	A	95.33%	4.67%
2560x1440	Basketball_Screen	M	66.20%	33.80%
	MissionControlClip2	M	77.15%	22.85%

표 2. B-slice 에서의 CU mode 선택 비율

Sequence	B-Slice		
	Inter	Intra	Intra BC
sc_flyingGraphics	83.41%	6.03%	10.56%
sc_desktop	99.15%	0.31%	0.54%
sc_console	97.56%	1.20%	1.23%
MissionControlClip3	99.46%	0.36%	0.18%
EBURainFruits	99.54%	0.45%	0.01%
Kimono1	90.77%	9.21%	0.02%
sc_web_browsing	99.57%	0.30%	0.13%
sc_map	98.76%	0.74%	0.50%
sc_programming	97.02%	2.42%	0.55%
sc_SlideShow	97.03%	2.80%	0.16%
sc_robot	99.04%	0.92%	0.04%
Basketball_Screen	99.47%	0.51%	0.02%
MissionControlClip2	98.05%	1.37%	0.57%

나. 화면 내 블록카피 기술의 블록 벡터 예측 방법 및 분석

3-가. 에서 화면 내 블록 카피 모드의 선택비율이 얼마나 되는지 살펴보았다. 본 절에서는 화면 내 블록 카피 모드로 선택된 CU 에 대한 동작을 살펴보면 다음과 같다. CU 에서 분할된 각각의 PU 는 같은 프레임 내의 복원된 영역 내에서 가장 잘 정합되는 블록을 찾는 과정을 수행하는데 이때, 각 PU 마다 찾은 블록 위치에 대한 벡터 값을 디코더로 전송해야 한다. PU 마다 발생하는 블록 벡터가 존재하기 때문에 HEVC 화면 간 예측의 모션 벡터 예측과 유사한 방법으로 화면 내 블록 카피에서도 블록 벡터 예측 값과 차분 값을 사용한다. 화면 내 블록 카피에서는 블록 벡터 예측 값 두 개를 유지하면서 차분 값이 덜 나오는 값을 최종 예측 블록 벡터로 사용하며, 블록 벡터를 얻는 과정은 다음과 같다. [5]

- i) Advanced motion vector predictor (AMVP) 사용
 - 그림 2 와 같이 AMVP 의 후보 a_1 과 b_1 의 위치에 블록벡터가 존재한다면, 해당 벡터 값을 사용하며, a_1 과 b_1 의 벡터 값이 중복된다면, 하나만을 사용한다. 또한, b_1 의 경우에는 CTU 의 경계를 넘어가는 경우에는 메모리 버퍼의 낭비를 막기 위해 사용하지 않는다.
- ii) i) 의 과정을 통해 채워지지 않은 블록 벡터 예측 값에는 IBC 로 코딩된 가장 최근의 CU 두 개의 블록 벡터 예측 값을 사용하며, 이때에도 중복된 경우는 제외한다.
- iii) 위의 과정을 통해 채워지지 않은 부분에 대해서는 기본

벡터 값, $(-2 \times \text{CU_width}, 0)$ 과 $(-\text{CU_width}, 0)$ 을 사용한다.

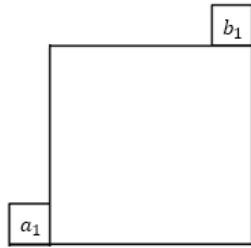


그림 2. 화면 내 블록 카피의 블록 벡터 예측을 위한 AMVP 후보

화면 내 블록 카피 기술에서는 블록 벡터 예측 값을 위와 같은 과정을 통해 도출하게 되는데, 기본 벡터 값을 사용하기 전인 i)과 ii)를 수행하고 난 후의 블록 벡터 예측 리스트의 상태를 알아보기 위해, 화면 내 블록 카피 모드가 많이 선택되는 All Intra (AI) 코딩 환경에서 실험을 진행하였다.

표 3의 'Empty space'는 블록 벡터를 얻는 과정의 i)과 ii)를 수행한 후에 블록 벡터 예측 값 두 개 중 하나라도 비어 있는 상태를 의미한다. 그리고, 'Availability'는 'empty space'가 발생했을 때, 주변 PU 들 중에 블록 벡터 예측 값으로 사용할 수 있는 경우를 뜻한다. 표 3의 결과를 통해 영상 별로 적게는 10.92%에서 많게는 61.24%까지 블록 벡터 예측 값을 기본 벡터 값으로 채우게 된다. 이 때 주변 PU 들로부터 블록 벡터 값을 도출하는 과정을 추가한다면, 최대 23.30%까지 더 유사한 블록 벡터 예측 값을 사용할 수 있을 것이다.

표 3. 블록 벡터 예측을 통한 예측 블록 벡터 리스트의 구성 상태

Sequence	Empty space	Availability
sc_flyingGraphics	13.72%	14.46%
sc_desktop	10.92%	22.60%
sc_console	14.13%	21.69%
MissionControlClip3	11.16%	16.02%
EBURainFruits	32.80%	1.32%
Kimono1	61.24%	0.88%
sc_web_browsing	11.05%	23.30%
sc_map	11.32%	8.58%
sc_programming	12.70%	14.53%
sc_SlideShow	21.10%	7.53%
sc_robot	22.09%	3.18%
Basketball_Screen	14.09%	14.43%
MissionControlClip2	18.70%	9.93%

4. 결론

본 논문에서는 기존의 자연영상과는 특성이 다른 스크린 콘텐츠 영상의 효율적인 압축을 위한 기술 중 화면 내 블록 카피 기술에 대한 소개와 특성 분석을 다루었다. 화면 내 블록 카피는 영상의 특성에 따라 선택되는 비율에 많은 차이가

있었으며, 이를 활용해 슬라이스 별로 화면 내 블록 카피 모드의 수행여부를 결정하면 성능 향상을 얻을 수 있다. 또한, PU 마다 발생하는 블록 벡터를 줄이기 위해 이용하고 있는 현재의 블록 벡터 예측 기법에 더해 주변 PU 들에 대한 블록 벡터 탐색의 범위를 확장하여 수행한다면, 부호화 성능을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업[10039199, 인지품질 기반 스케일러블 3D 비디오코덱 핵심 기술 연구]과 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음. (NIPA-2014-H0301-14-1018)

참고문헌

- [1] Haoping Yu, Ken McCann, Robert Cohen, and Peter Amon, "Draft call for proposals for coding of screen content," MPEG2013/N14090 Geneva, Oct., 2013.
- [2] HM-15.0_REExt-8.0_SCM-2.0 (SCM-2.0), https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/tags/HM-15.0+REExt-8.0+SCM-2.0
- [3] H. Yu, R. Cohen, K. Rapaka, and J. Xu, "Common conditions for screen content coding tests," JCTVC-R1015, 18th JCT-VC meeting, Sapporo, June., 2014.
- [4] W. Lim, J. Ma, Y. Ahn, D. Sim, "Slice-level Intra block copy enabling," JCTVC-S0056, 19th JCT-VC meeting, Strasbourg, Oct., 2014.
- [5] C. Pang, J. Sole, Y. Chen, M. Karczewicz (Qualcomm), X. Xu, S. Liu, T.-D. Chuang, and S. Lei (MediaTek), "Non-SCCE1: Combination of JCTVC-R0185 and JCTVC-R0203," JCTVC-R0309, 18th JCT-VC meeting, Sapporo, June., 2014.