

TU 경계 특성을 이용한 HEVC Extension 화면 내 블록 복사 기법

박미소, *정제창
 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과
 misosmile1128@gmail.com, *jjeong@hanyang.ac.kr

Intra Block Copy Method for HEVC Extension based on Characteristics of TU boundary

Miso Park *Jechang Jeong
 Hanyang University

요 약

본 논문에서는 High Efficiency Video Coding (HEVC)의 확장 버전에 적용된 바 있는 화면 내 블록 복사 (Intra Block Copy; IntraBC) 기술에 대해 개선 알고리즘을 제안하고 있다. IntraBC는 화면 내 부호화 진행 시, 예측 유닛 (prediction unit; PU)단위로 현재 부호화하고 있는 코딩 트리 유닛 (coding tree unit; CTU)의 왼쪽에 위치하는 CTU를 탐색하는 기법이다. 이때, 왼쪽 CTU에서 가장 비슷한 블록을 찾아 그 움직임 벡터 (motion vector)를 저장 및 전송하게 된다. 제안하는 알고리즘은 움직임 벡터를 찾기 전, 왼쪽의 복원된 CTU에 대해 특정 필터를 적용하여 블록킹 열화 (blocking artifact)를 완화시키고, 더욱 정확하고 섬세한 움직임 벡터를 찾도록 하였고, 이는 자연영상보다 스크린 콘텐츠에 더욱 적합함을 확인할 수 있었다.

1. 서론

최근 디스플레이 기술이 발전함에 따라 대용량의 고화질 영상 사용이 증가하였고, 사용자들 역시 모든 전자 기기를 통해 고화질 영상에 대한 실시간 재생을 요구하게 되었다. 이에 맞춰 공영 방송 또한 고해상도의 UHD 영상 지원을 상용화하기 위해 차세대 영상 압축 코덱인 HEVC를 도입하기 위한 다양한 노력을 하고 있다. HEVC는 기존의 표준 압축 기술인 H.264/AVC를 개발한 ISO/IEC MPEG과 ITU-T가 공동으로 설립한 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding)에 의해 개발된 비디오 표준으로, 기존의 H.264/AVC에 비해 약 40~50%의 압축 성능을 보여주고 있다[1]. 이러한 압축 효율을 증가시킨 데에는 CU (Coding Unit), PU (Prediction Unit), TU (Transform Unit) 등의 계층적 쿼드 트리 코딩 기법이 가장 큰 영향을 주었고, SAO (Sample Adaptive Offset)와 변환 생략 (Transform Skip) 등의 기술도 도입되었다[2],[3].

HEVC는 자연영상에만 그치지 않고 3D나 다시점 비디오, 계층 간 비디오 부호화 등을 지원하기 위해 HEVC 확장 (extension) 버전의 표준화로 발전하였다. HEVC가 자연 영상들에 좋은 압축 효과를 보였다면, HEVC 확장 표준은 컴퓨터 등의 전자 장치를 통해 제작된 그래픽, 텍스트 등이 포함된 스크린 콘텐츠에 대한 압축을 담당하고 있다. 카메라로 촬영된 자연 영상과 비교해 스크린 콘텐츠는 강한 에지를 많이 포함하고 있고, 그렇기 때문에 고주파 성분을

더욱 많이 가지고 있다.

이러한 영상의 특징 때문에 HEVC 확장 표준에는 HEVC와 차별된 기술들이 채택되었는데, 그 중 하나가 화면 내 블록 복사 (Intra Block Copy; IntraBC)이다. 기존의 화면 내 예측은 35개의 서로 다른 방향에 대해 예측을 수행하고 최적의 모드를 저장하였지만, IntraBC의 경우 현재 코딩하려는 CTU의 바로 왼쪽의 CTU에서 최적의 움직임 벡터를 찾아 저장하는 기법이다. 이때 왼쪽의 CTU는 복원된 영상으로 존재하는데, 기존의 디블록킹 필터는 한 픽처를 기준으로 수행하기 때문에 왼쪽의 CTU는 아직 블록킹 열화가 포함되어 있는 상태이다. 블록킹 열화가 포함되어 있기 때문에 현재 CTU의 IntraBC 수행 결과 역시 부정확하게 되고, 화질의 감소를 가지고 오게 된다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 복원된 왼쪽 CTU에 대해 필터링을 수행하고 블록킹 열화를 감소시킨 영상을 IntraBC에 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 기존의 알고리즘인 IntraBC에 대해 살펴보고, 3절에서는 블록킹 열화를 줄이는 방법에 대해서 토의한다. 4절에서는 본 논문에서 제안하는 기법의 성능을 실험을 통해 확인한다. 5절에서는 본 논문에 대한 결론을 확인한다.

2. 기존 알고리즘

IntraBC 는 화면 내 예측 기법 중에서도 HEVC 확장 버전에만 적용되어 있는, 애니메이션이나 그래픽 영상에 강한 효과를 나타내는 기법이다. 부드러운 영역에 대해서는 기존의 화면 내 예측도 좋은 효과를 가져오지만, 텍스트 등의 고주파가 많이 포함된 영역에 대해서는 IntraBC 가 뛰어난 압축률을 가져오기 때문에 HEVC 확장 버전에서 채택되었다. 이 또한 화면 내 기법이기 때문에 I 프레임에 대해 적용되며, 기존의 35 가지 방향 중 하나를 MPM 모드와 함께 저장하는 대신 움직임 벡터를 저장하고 있다.

HEVC 는 입력 영상에 대해 CTU 로 분할하고, 분할된 각각의 CTU 에 대해 인코딩을 순차적으로 수행한다. 현재 인코딩하는 CTU 내의 PU 에 대해 IntraBC 가 적용되는 경우, 바로 왼쪽의 CTU 를 탐색하게 된다. 이때 탐색 범위는 그림 1 과 같이 왼쪽 CTU 와 현재 CTU 내의 인코딩 및 복원이 된 부분을 포함하고 있다[4]. 탐색 범위가 정해지면, 탐색 범위내의 모든 영역을 정수 화소 단위로 탐색하고 SAD 를 수행하며, 이를 통해 최소 비용 (Cost) 을 계산하여 그에 해당하는 블록 벡터 (Block Vector) 를 저장 및 전송하게 된다[5],[6],[7]. 이렇게 저장된 블록 벡터는 그 다음 블록의 IntraBC 수행 시, predictor 로 사용된다. 또한 한 픽처의 인코딩이 끝난 후, 디블록킹 필터를 적용하기 위해 IntraBC 가 적용된 블록에 대해서는 화면 내 예측이 수행된 것으로 취급된다.

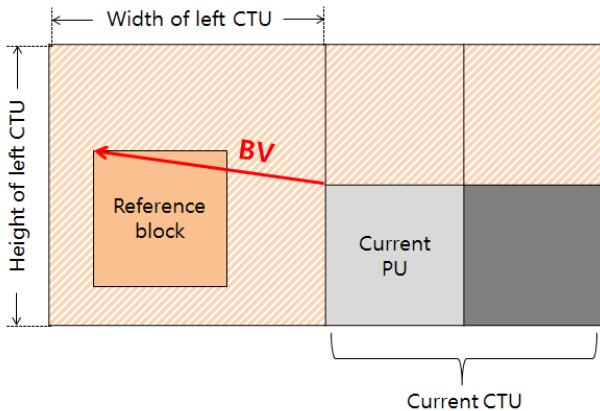


그림 1. IntraBC 의 탐색 영역과 블록 벡터

IntraBC 는 왼쪽 CTU 를 탐색 영역으로 사용하기 때문에, 왼쪽 CTU 가 존재하지 않는 경우인 슬라이스나 타일의 경계, 또는 영상의 가장 왼쪽 CTU 들에 대해서는 적용되지 않는다.

3. 제안하는 알고리즘

기존의 IntraBC 알고리즘은 CTU 단위로 인코딩이 진행되기 때문에, 현재 PU 의 블록 벡터를 찾는 과정에서 블로킹 열화가 포함된 영역을 탐색하게 된다. 이는 잘못된 블록 벡터를 탐색하게 되고 화질의 감소를 가지고 오게 된다.

제안하는 알고리즘은 보다 정확한 블록 벡터를 가져오기 위해 참조 CTU 를 TU 단위로 분할하여 그 경계의 특성을 파악하고 필터를 적용하였다. 이때 TU 의 분할과 특성을 판단하기 위해 사용되는 경계의 위치는 그림 2 와 같다. 필터를 적용하기 위해서는 필터를 적용하려는 위치의 정보가 예지인지, 블로킹 열화인지를 먼저 확인해야 한다. 제안하는 알고리즘은 각 경계의 좌우 픽셀들에 대해 가중치를 적용하고 실험적으로 선택된 문턱값을 이용하여 판단해,

필터의 적용 유무를 결정한다.

예지로 판단된 경우에는 원본 데이터를 유지하고, 블로킹 열화로 판단되어 필터가 적용돼야 하는 경우에 대해서는 4 탭 FIR 필터 (1,1,1,1)/4 를 적용하여 필터링을 수행하였다. 이렇게 스무딩 된 CTU 는 현재 PU 에 대해 움직임 벡터를 찾는 과정에서 사용되게 된다.

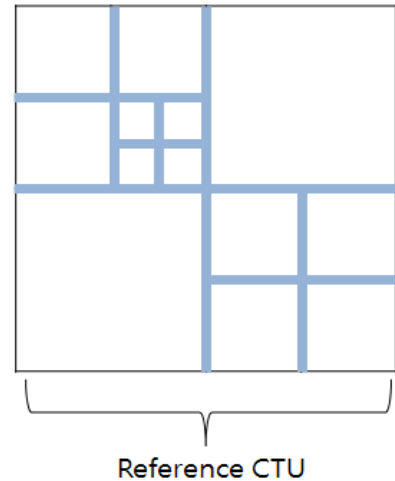


그림 2. 참조 CTU 내의 TU 분할과 TU 경계 판단.

4. 실험 결과 및 분석

이번 실험에서는 제안하는 알고리즘의 객관적인 성능을 평가하기 위해 HEVC 참조 소프트웨어 HM12.1 확장 버전 5.1 을 사용하였고, 메인 프로파일의 All intra 를 사용하였다. 또한 표 1 의 Class F 의 영상을 다양한 QP 값 (22, 27, 32, 37) 에 대해 실험하였다.

조건	설정값
참조 소프트웨어	HM 12.1 Rext 5.1
프로파일	Main profile
부호화 조건	All intra
실험 영상	BasketballDrillText
	ChinaSpeed
	SlideEditing SlideShow
해상도	832x480
	1024x768
	1280x720
QP	22, 27, 32, 37

표 1. Class F 영상과 영상의 크기

	QP	Original HM		Intra Block Copy		Proposed Algorithm		BDBR	BD-PSNR
		Bitrate	PSNR	Bitrate	PSNR	Bitrate	PSNR		
BasketballDrillText	22	20344.64	42.06	19930.4	42.14	19902.08	42.14	-3.35	0.18
	27	11316.16	38.65	10989.28	38.66	10948	38.63		
	32	6204.64	35.60	6002.08	35.64	6010.56	35.64		
	37	3524.8	32.85	3376.08	32.82	3371.84	32.81		
ChinaSpeed	22	21768	45.28	19860.43	45.39	19852.13	45.41	-9.87	0.99
	27	14857.15	41.45	13555.92	41.56	13567.01	41.56		
	32	9927.02	37.62	9101.62	37.78	9085.25	37.78		
	37	6505.73	33.82	5986.08	33.99	5993.8	34.00		
SlideEditing	22	33570.10	46.63	25332.05	46.60	25346.45	46.61	-26.45	4.84
	27	25096.22	42.27	18716.3	42.35	18707.95	42.35		
	32	19042.8	37.71	13998.14	37.87	14004.53	37.91		
	37	14207.76	32.94	10403.33	33.05	10412.98	33.04		
SlideShow	22	2120.32	63.34	1787.87	63.31	1785.98	63.32	-16.08	2.12
	27	1498.53	59.48	1246.62	59.45	1245.5	59.46		
	32	1108.10	55.82	915.04	55.64	912.51	55.62		
	37	813.57	52.15	671.62	51.56	675.04	51.62		

표 2. 제안하는 알고리즘의 실험 결과

제안하는 알고리즘의 부호화 성능 비교를 위해 BDBR (Bjontegaard delta bit rate)과 BDPSNR (Bjontegaard delta peak signal to noise ratio)을 표 2에 비교해 두었다.

표 2에는 기존의 HEVC, HEVC 확장버전의 IntraBC, 그리고 제안하는 알고리즘까지 세가지 경우에 대한 실험 결과를 보여주고 있다. 그리고 오른쪽의 BDBR과 BDPSNR은 기존의 HEVC와 제안하는 알고리즘을 비교한 결과이다. 제안하는 알고리즘은 기존의 HEVC와 비교하여 BDBR은 평균 13.94 감소하였고, BDPSNR은 평균 8.13 증가하였다. 제안하는 알고리즘은 텍스트 영상이 비교적 적은 BasketballDrillText부터 영상 전체가 그래픽이거나 텍스트로 구성되어 있는 나머지 영상들까지 다양한 환경에서 실험하였는데, 실험 결과는 자연 영상의 비중이 큰 BasketballDrillText에서 가장 낮은 효과를 가져왔지만, 다른 그래픽이나 텍스트로만 구성된 영상에 대해서는 더 나은 효과를 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 HEVC 확장 버전의 기술인 IntraBC에 대해 움직임 벡터 탐색 과정에서 더욱 세밀하고 정확한 검출을 위해 참조 CTU를 사전에 스무딩 하는 간단한 방법을 제안하였다. 실험 결과, 자연영상보다는 텍스트나 전자 장치로 제작된 영상에 대해 더욱 좋은 실험 결과를 확인하였다. 굉장히 간단한 필터 사용여도 효과가 있음을 확인하였고, 향후 더욱 다양한 필터와 구체적인 문턱값 선정 방법을 채택하여 스크린 콘텐츠에 적합한 알고

리즘을 개발할 수 있을 것이다.

감사의 글

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2014-H0301-14-1018)

참고 문헌

- [1] Hyeong-Moon Jang et al., "Complexity Reduction Method Using Inter-layer CU Depth Information for Scalable Video Coding Base on HEVC," JBE, Vol. 17, No.5, September 2012
- [2] Hyun-Ho Jo et al., "Parallel Method for HEVC Deblocking Filter based on Coding Unit Depth Information," JBE, Vol. 17, No.5, September 2012
- [3] Seungha Yang et al., "Transform Skip Mode Fast Decision Method for HEVC Encoding," The Journal of Korea Information and Communications Society, Vol. 39A, No.04, April 2014
- [4] Tsui-Shan Chang and Ru-Ling Liao, "RCE3: Results of Subtest D.2 on Nx2N/2NxN/ NxN Intra Block Copy," JCTVC-P0180, January 2014, San Jose, US.
- [5] E. Alshina, A. Alshin and S. Lee, "AhG5: Intra block copy within one LCU," JCTVC-O0074,

November 2013, Geneva, CH.

- [6] Chao Pang et al., “Non-RCE3: Intra Motion Compensation with 2-D MVs,” JCTVC-N0256, August 2013, Vienna, AT.
- [7] Guillaume Laroche et al., “AHG5: Motion prediction for Intra Block Copy,” JCTVC-O0122, October 2013, Geneva, CH.