

3D-HEVC 디블록킹 필터를 이용한 깊이 비디오 부호화

송윤석 호요성

광주과학기술원

{ysong, hoyo}@gist.ac.kr

3D-HEVC Deblocking filter for Depth Video Coding

Yunseok Song Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요약

본 논문은 HEVC(High Efficiency Video Coding) 기반의 3차원 비디오 부호기에서 깊이 비디오 부호화의 효율 증대를 위한 디블록킹 필터(deblocking filter)를 제안한다. 디블록킹 필터는 블록 왜곡(blocking artifact)을 보정하기 위한 필터인데 원래 색상 영상의 특성에 맞게 설계되어서 비슷한 목적을 지닌 SAO(Sample Adaptive Offset)와 더불어 기존 방법의 깊이 비디오 부호화에서는 사용되지 않는다. 제안 방법은 디블록킹 필터의 사전 실험 통계에 기반하여 기여도가 낮은 normal 필터를 제외시킨다. 또한, 깊이 비디오의 특성을 고려하여 임펄스 응답(impulse response)을 변형하였다. 이 변형된 디블록킹 필터를 깊이 비디오 부호화에만 적용하고 색상 비디오 부호화에는 기존 디블록킹 필터를 사용하였다. 3D-HTM(HEVC Test Model) 13.0 참조 소프트웨어에 구현하여 실험한 결과, 기존 방법에 비해 깊이 비디오 부호화 성능이 5.2% 향상되었다. 색상-깊이 비디오 간 참조가 있기 때문에 변형된 깊이 비디오 부호화가 색상 비디오 부호화 효율에 영향을 끼칠 수도 있지만 실험 결과 색상 비디오 부호화 성능은 유지되었다. 따라서 제안 방법은 성공적으로 깊이 비디오 부호화의 효율을 증대시켰다.

1. 서론

HEVC(High Efficiency Video Coding)는 가장 최근에 개발된 비디오 부호기으로써 기존에 널리 쓰인 비디오 부호기인 AVC(Advanced Video Coding)에 비교하면 압축 효율이 약 2배 높다 [1]. HEVC는 ISO/IEC 산하의 MPEG(Moving Picture Experts Group)과 ITU-T 산하의 VCEG(Video Coding Experts Group)으로 조직된 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding) 그룹에 의해 개발되었다. HEVC는 또한 3차원 비디오 및 다시점 비디오 부호화에도 이용된다. JCT-VC처럼 JCT-3V(Joint Collaborative Team on 3D Video Coding) 그룹이 조직되었고 주로 다시점 및 깊이 비디오 부호화에 중점을 둔 기술들을 HEVC에 추가하였다. HEVC 기반의 다시점 비디오 부호기는 MV-HEVC, 3차원 비디오 부호기는 3D-HEVC라 불린다.

디블록킹 필터(deblocking filter)는 HEVC에서 블록 왜곡(blocking artifact)을 보정하기 위해 사용된다 [2]. 영상은 전체 영역이 다양한 크기로 분할되어 블록 특성에 맞게 부호화된다. 각 블록은 따로 부호화되기 때문에 블록 간에 부드럽게 이어지지 못하고 불연속적인 왜곡이 발생할 수 있다. 이를 보정하기 위해서는 우선 그림 1처럼 경계 강도(boundary strength)가 측정된다. 인접한 두 블록이 인트라 부호화인지, 0이 아닌 계수를 지니고 있는지, 참조시점이 다른지 등이 고려된다. 경계 강도에 따라서 필터링이 수행되지 않거나 수행된다면

strong 필터 또는 normal 필터가 이용된다. 3D-HEVC가 개발될 때 디블록킹 필터는 색상 영상 특성 기반 디자인 및 복잡도 등의 문제 때문에 깊이 비디오 부호화에서는 제외되었다. 본 논문은 깊이 비디오 특성에 맞는 디블록킹 필터를 제안한다.

2. 제안 방법

제안 방법은 표 1과 같이 JCT-3V 실험 조건을 따라 사전 실험을 통해 디블록킹 필터의 이용 패턴을 분석하였다. CU(Coding Unit) 크기가 32×32 또는 64×64일 때 디블록킹 필터 호출이 훨씬 많으며 normal 필터 수행이 굉장히 2% 미만인 것을 확인할 수 있다.

표 1. 디블록킹 필터 사용 통계 분석

경계 강도	CU 크기	빈도	디블록킹 필터	빈도
Bs = 2	64×64	44.2%	필터링 미수행 (Bs = 0)	83.9%
	32×32	40.8%		
	16×16	10.2%	Strong 필터 (Bs = 1 or Bs = 2)	14.5%
	8×8	1.5%		
Bs = 1	64×64	1.7%	Normal 필터 (Bs = 1 or Bs = 2)	1.6%
	32×32	1.4%		
	16×16	0.2%		
	8×8	0.0%		

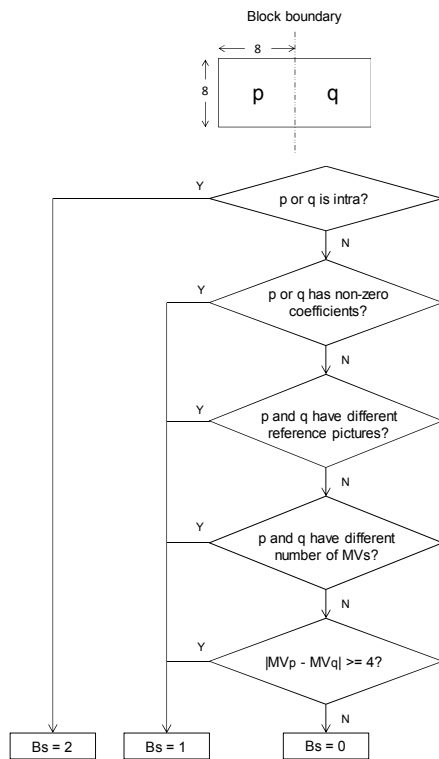


그림 1. 경계 강도 결정 과정

복잡도를 최소화하기 위해 제안 방법에서는 성능 기여도가 미미한 normal 필터를 제외시킨다. 제안 방법의 디블록킹 필터는 깊이 비디오에만 적용되고 색상 비디오 부호화 때의 디블록킹 필터는 기존 방법과 동일하다.

Strong 필터와 normal 필터의 연산 및 계수에 대한 자세한 설명은 [2]를 참고할 수 있다. p0과 q0은 경계에, p3과 q3은 경계에서 가장 멀리 떨어진 위치에 있는 샘플들이다. p1, p2는 p0과 p3 중간에 위치해 있다. 기존 방법에서의 임펄스 응답은 p0이 (1 2 2 2 1)/8, p1이 (1 1 1 1)/4, p2는 (2 3 1 1 1)/8이다. 깊이 비디오는 색상 영역에 비해 homogeneous 영역이 많이 존재한다. 또한 객체 간 경계 영역에서는 깊이 급진적으로 변화한다. 이를 부드럽게 디블록킹할 수 있는 필터링을 위해 임펄스 응답을 다음과 같이 변형시킨다. (1 2 2 2 1)/8 대신에는 (1 1 1 2 1 1 1)/8, (2 3 1 1 1)/8 대신에는 (1 2 1 1 1 1 1)/8이 사용된다. (1 1 1 1)/4는 유지된다.

3. 실험결과

제안 방법은 3D-HEVC 참조 소프트웨어인 3D-HTM(HEVC Test Model) 13.0에 구현되었다 [4]. 실험 시퀀스는 1920×1088 해상도의 Poznan_Hall2와 Poznan_Street, 1024×768 해상도의 Kendo와 Newspaper이다. 표 1은 깊이 비디오 부호화 효율을 나타낸다. 시점 0은 기준 시점(base view), 시점 1과 시점 2는 참조 시점(dependent view)을 나타낸다. 3D-HEVC에서는 3개의 시점을 부호화할 때 기준 시점은 가운데 시점이 된다. 부호화 효율의 측정을 위해서 율-왜곡(rate-distortion) 커브 간의 평균 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio) 차이를 측정하는 BD-rate(Bjotegaard delta rate)가 이용된다. 제안 방법을 이용했을 때 기존 방법인 디블록킹 필터가 포함되지 않았을 때에

비해 깊이 비디오 부호화 성능이 5.2% 높아졌다. 표 3은 색상 비디오 부호화 효율을 나타내는데 평균적으로 색상 비디오의 부호화 성능을 유지한 것을 확인할 수 있다.

표 2. 깊이 비디오 부호화 효율 (BD-rate)

실험 시퀀스	시점 0	시점 1	시점 2
Poznan_Hall2	-6.4%	-6.2%	-6.5%
Poznan_Street	-3.7%	-5.9%	-2.6%
Kendo	-7.9%	-7.3%	-6.9%
Newspaper	-5.2%	-1.1%	-2.5%
평균: -5.2%			

표 3. 색상 비디오 부호화 효율 (BD-rate)

실험 시퀀스	시점 0	시점 1	시점 2
Poznan_Hall2	0.0%	0.0%	0.3%
Poznan_Street	0.0%	0.2%	0.0%
Kendo	0.0%	-0.3%	0.8%
Newspaper	0.0%	0.5%	0.0%
평균: 0.1%			

4. 결론

본 논문에서는 3D-HEVC에서 깊이 비디오 압축 효율을 높일 수 있는 디블록킹 필터를 제안하였다. 디블록킹 필터는 3D-HEVC에서 원래 색상 비디오 부호화에만 사용되었다. 제안 방법은 깊이 비디오의 특성을 고려하여 임펄스 응답을 변형 시켰고 기여도가 낮은 normal 필터를 제외시켰다. 이 방법은 3D-HTM 13.0에 구현되어 기존 방법과 비교하였다. 깊이 비디오 부호화 효율이 5.2% 증대되었고 색상 비디오 부호화 효율은 유지되었다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 '범부처 Giga KOREA 사업'의 일환으로 수행하였음. [GK13C0100, 기가급 대용량 양방향 실감 콘텐츠 기술 개발]

참고문헌

- [1] J.R. Ohm, J. Sullivan, H. Schwarz, T.K. Tan, and T. Wiegand, "Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards-Including High Efficiency Video Coding (HEVC)," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 22, no. 12, pp. 1669-1684, Dec. 2012.
- [2] A. Norkin, G. Bjontegaard, A. Fuldseth, M. Narroschke, M. Ikeda, K. Andersson, M. Zhou, and G. Van der Auwera, "HEVC Deblocking Filter," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 22, no. 12, pp. 1746-1754, Dec. 2012.
- [3] K. Muller and A. Vetro, "Common Test Conditions of 3DV Core Experiments," JCT3V-G1100, Jan. 2014.
- [4] Y. Chen, G. Tech, K. Wegner, and S. Yea, "Test Model 10 of 3D-HEVC and MV-HEVC," ITU-T/ISO/IEC JCT3V-J1003, Oct. 2014.