

스크린 콘텐츠 코딩 툴을 이용한 라이트필드 렌즈렛 영상 부호화

이순빈, 정종범, 김인애, 류은석

성균관대학교 컴퓨터교육과

{soonbinlee, uof4949, inaelk, esryu}@skku.edu

Light Field Lenslet Video Compression using Screen Content Coding tool

Soonbin Lee, Jong-Beom Jeong, Inae Kim, Eun-Seok Ryu

Department of Computer Education, Sungkyunkwan University

요 약

MPEG-I (Immersive) 그룹에서는 몰입형 미디어 영상처리 표준화의 일환으로 마이크로렌즈를 통한 다시점 영상 처리 기술인 Dense Light Field 에 대한 성능 탐색을 진행하고 있다. 본 논문에서는 MPEG-I 에서 정의된 라이트 필드 시퀀스에 대해 versatile video codec (VVC)에 대한 압축 성능 분석을 시행하였으며, 또한 렌즈렛(Lenslet) 형태의 특징적인 이미지 정보를 효율적으로 압축하기 위한 스크린 콘텐츠 코딩 툴의 효율 비교를 진행하였다. 또한 렌즈렛 영상에서의 화면 내 블록 카피(intra block copy) 기법이 선택되는 비율을 확인하고, 화면 내 블록 카피 기법을 통해 렌즈렛 영상이 효율적으로 압축될 수 있음을 보였다.

1. 서론

최근 국제표준화단체인 moving picture experts group (MPEG)에서는 MPEG-I 서브그룹을 결성하여 사용자 위치와 시점에 따른 운동시차를 제공하는 3DoF+/6DoF 영상 처리 기술, 즉 몰입형 미디어(Immersive Media)에 대한 표준화를 진행중에 있다. 몰입형 미디어는 단순한 2 차원 카메라 영상정보에 의존하는 기존의 영상처리에 비하여, 깊이정보와 다시점 기반의 정보를 활용하여 추가적인 위치와 시점에 감상을 가능하게 하는 기술이다.

몰입형 미디어 표준화 진행과 함께 MPEG-I 에서는 다시점 영상을 포함하여, 라이트필드 영상처리에 대한 탐색 또한 진행되고 있다. 라이트필드 영상 기술은 카메라에 포함된 조밀한 거리의 마이크로렌즈 또는 카메라 배열을 통해 2 차원 영상과 빛의 정보를 함께 취득할 수 있는 기술로, 취득한 정보들을 활용해 원근시점 이동, 재초점, 깊이정보 추출 등 3 차원 영상처리에 필요한 여러 작업들을 수행할 수 있다[1].

그러나 이러한 라이트필드 영상은 추가적인 정보를 가지므로 각 기존의 2 차원 영상에 비해 평균적으로 약 10 배 이상의 데이터 용량을 지니는 단점을 갖고 있다. 또한 마이크로렌즈를 통해 취득한 렌즈렛(Lenslet) 영상의 경우 렌즈 특성에 따라 일반적인 자연 영상과는 다르게 공간적으로 상관성이 떨어지는 분절적인 형태의 영상이 나타나게 된다.

이 때문에 기존의 비디오 부호화기에서는 최적화된 부호화 성능을 기대할 수 없으며, 보다 효율적인 라이트필드 영상 압축을 위해 여러가지 부호화 툴들의 성능들을 탐색중에 있다.

그림 1 은 현재 MPEG-I Dense Light Field 파트에서 공통 실험 조건 영상으로 포함된 라이트필드 영상 중 하나인 'NagoyaOrigami'의 렌즈렛 형태의 영상을 나타낸다[2]. 현재 MPEG-I 에서 정의된 영상들은 Plenoptic 2.0 카메라로 취득된 영상으로, 라이트필드 영상 포맷 변환 툴인 reference lenslet content convertor (RLC)를 통해 렌즈렛 영상에서부터 다시점(Multiview) 영상 형태로만 변환이 가능하며 2 가지 포맷에 대한 성능 분석이 같이 이루어지고 있다.

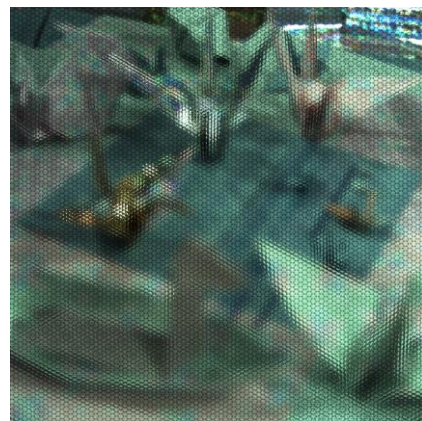


그림 1. 'NagoyaOrigami' 렌즈렛 영상

2. 관련 연구

MPEG-I 에서는 Dense Light Field 대한 압축 성능 실험, exploration experiment (EE)가 진행중에 있다. 특히 각 서로 다른 포맷 변환 시에 나타나는 화질 저하와 같은 문제와, 각 포맷에 대한 압축 성능과 한계 탐색에 그 목적을 두고 있다. 렌즈렛 형태로 취득된 영상에 대해 다시점 형태로 변환하여 압축 성능을 평가하거나, 렌즈렛 형태로 압축 후 이를 복호화하여 다시점 영상으로 변환하여 성능을 평가하는 등 다양한 포맷 변환에 따른 실험 항목들이 정의되어 있다[3]. 특히 다시점 영상에 대해 MV-HEVC 와 같은 다시점 영상을 효율적으로 부호화하기 위한 코덱이나, 렌즈렛 형태의 영상을 효율적으로 부호화하기 위한 톨들을 적용하여 여러 성능 평가가 이루어진 바 있다.

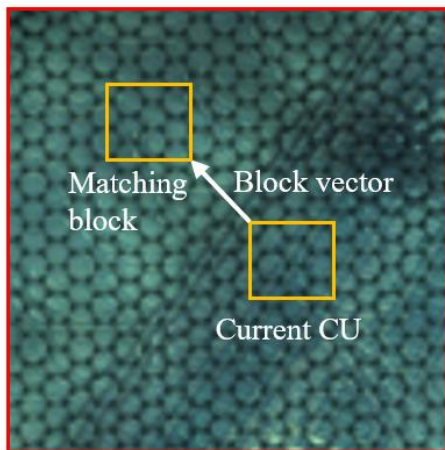


그림 2. 렌즈렛 영상에서의 화면 내 블록 카피 예시

렌즈렛 형태의 이미지에서는 특히 자기유사적인 분절적 형태를 고려하여, 화면 내 블록 카피 기법에 대한 고려가 이루어진 바 있다. 화면 간 예측이 아닌 화면 내 예측 과정에서 이미 복원된 샘플들 중 현재 부호화 중인 블록과 가장 유사한 블록을 예측 신호로 사용하는 기술이다. IBC 기법은 특히 언제나 같은 형태로 나타나는 글자나 그래픽스 영상의 텍스처 반복 등에 큰 효율을 보여준다[4].

IBC 기법은 HEVC 에서 스크린 콘텐츠 코딩(Screen Content Coding)을 위한 확장 표준 기술중에서도 가장 높은 부호화 성능을 보여준다. VVC 에서는 독립적인 톨로 포함되어 있으며, 그래픽스 영상 압축을 위한 실험 조건 등에서 사용된다. VVC 의 Class-F 조건은 IBC 기법과 더불어 스크린 콘텐츠 코딩을 위한 block-based delta pulse code modulation (BDPCM)과 헤시 기반 움직임 추정(hash-based ME) 기술을 적용하는 실험 조건으로, 본 논문에서는 HEVC+SCC 와 유사한 성능 비교를 위해 Class-F 조건으로 실험을 진행하였다.

3. 실험 조건 및 결과

Nagoya	
Sequence name	{DataLeading, Fujita, Origami}
Resoulution	2048x2048
Frame count	30
QPs	[36, 40, 45, 49]
Reference SW	VTM 9.3 / HM 16.20+SCM8.8

표 1. 라이트필드 영상 정보와 실험 조건

실험에 사용한 영상은 MPEG-I Dense Light Field 파트의 공통 실험 조건 영상 중 Raytrix 카메라로 취득된 나고야 대학 제공 영상 3 가지를 사용하였다[5]. 취득된 카메라 파라미터와 변환 톨을 사용하여 렌즈렛 이미지에서 다시점 이미지로 변환할 수 있으며, 본 논문에서는 렌즈렛 이미지에 대해서만 성능 분석을 진행하였다. 표 1 은 실험 영상에 대한 정보와 실험 조건을 나타낸다.

HEVC v.s HEVC+SCC	
NagoyaDataLeading	-28.11%
NagoyaFujita	-5.67%
NagoyaOrigami	-4.03%
Average	-12.60%

표 2. Y-PSNR BD-rate (HEVC v.s.VVC)

VVC v.s. VVC+class-F	
NagoyaDataLeading	-17.28%
NagoyaFujita	-2.75%
NagoyaOrigami	-2.59%
Average	-7.54%

표 3. Y-PSNR BD-rate (VVC v.s.VVC+class-F)

표 2 는 HEVC 대비 HEVC+SCC 의 BD-rate 이득, 표 3 은 VVC 대비 VVC+Class-F 의 BD-rate 이득을 나타낸다. Class-F 에서 높은 부호화 성능을 보인 'NagoyaDataLeading' 영상은 SCC 에서도 높은 효율을 나타내어 대부분의 압축 효율 향상이 영상 특성에 따른 압축 기술에서 온 것으로 파악할 수 있다.

이는 그래픽 영상의 텍스처와 같은 모습을 주로 나타내는 영상과, 그렇지 않은 상대적으로 복잡한 영상에 대해서 스크린 콘텐츠 코딩 툴의 효율 영향이 크게 다르게 나타날 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

특히 HEVC 에서 IBC 참조 범위가 프레임 전체인 것에 비하여 VVC 에서는 현재 채택되어 있는 압축 디자인은 참조 메모리 샘플 사이즈를 1-CTU 크기로 제한을 두고 있기 때문에 압축 효율에 있어서 차이가 발생하는 것으로 해석할 수 있다[6,7].

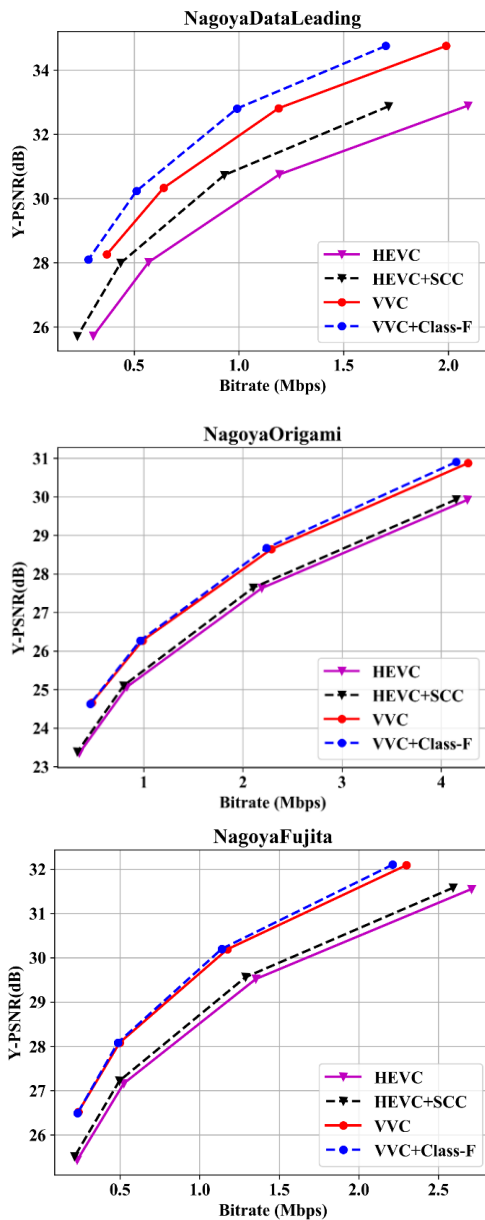


그림 3. 각 라이트필드 렌즈렛 영상에 대한 RD-Curve

그림 3 은 각 렌즈렛 영상에 대한 툴 적용 RD-Curve 비교 그래프를 나타낸다. IBC 기법은 화면 내(Intra) 모드와 화면 간(Inter) 모드에 포함되지 않는 제 3 의 모드로, 압축 효율에 따라 경쟁하여 채택되는 기법이다. 각 시퀀스에

대하여 IBC 모드 채택 비율을 계산해본 결과, 적용 이득이 가장 높았던 ‘NagyoaDataLeading’ 시퀀스에 대하여 가장 높은 채택율을 보이는 것을 확인하였다. 채택 패턴이 크게 두드러지지는 않지만, 영상 특성상 그래픽스와 같이 단색 패턴을 띄는 영역을 많이 포함하고 있는 것을 알 수 있다.

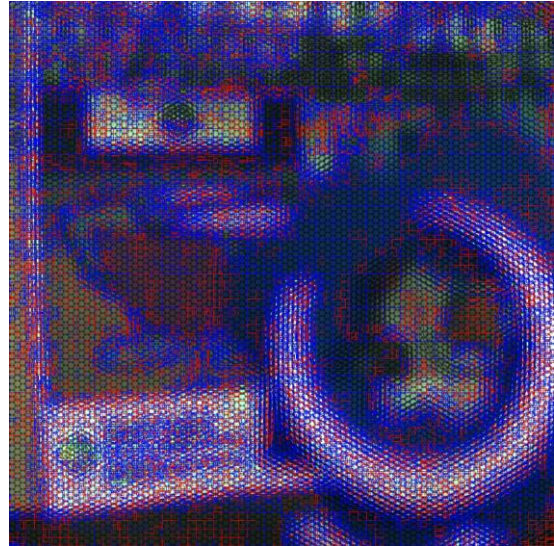


그림 4. ‘NagyoaDataLeading’의 모드 채택 시각화 (파란색) Intra, (빨간색) IBC

Sequence name	Intra mode	IBC mode
NagyoaDataLeading	66.46%	33.54%
NagyoaFujita	78.97%	21.03%
NagyoaOrigami	83.34%	16.66%

표 4. CU 모드 채택 비율 (VVC I-Slice, QP36 조건)

그림 4 는 채택된 모드 시각화의 예시와, 표 4 는 I-Slice 에서의 CU 모드 채택 비율을 나타낸다. 여기서 채택 비율은 전체 CU 의 개수 비율이 아닌, 영상에서의 면적 비율을 나타낸다.

5. 결론

현재 다양한 성능 평가가 진행되고 있는 라이트필드 압축 표준화에서 렌즈렛 영상의 경우 일반 자연 영상에 비해 높은 IBC 선택 비율을 보여주며, VVC 와 스크린 콘텐츠 코딩 툴을 적용 시 성능 향상이 있음을 확인하였다[8,9]. 추후 멀티뷰 영상에 대한 분석 등 다양한 분석을 통하여 라이트필드 영상에 보다 효율적인 코딩 방법을 탐구할 계획이다.

Acknowledgement

이 논문은 2020 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2018-0-00765, 6DoF 지원 초고화질 몰입형 비디오의 압축 및 전송 핵심 기술 개발). 이 논문은 또한 2020 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1010476).

JTC1/SC29/ WG4, MPEG 132/m55013.

참고문헌

- [1] 손욱호, 장호욱, 배성준, 박성진, 김재우, 김도형, “플렌옵틱 영상처리 기술동향”, 전자통신동향분석, 2016.
- [2] “Exploration Experiments and Common Test Conditions for Dense Light Fields”, 131th MPEG meeting of ISO/IEC JTC1/SC29/ WG11, MPEG 131/w19494.
- [3] Fan Jiang, Xin Jin, Tingting Zhong, “[MPEG-I EE] Exploration Experiment of Plenoptic 2.0 test sequences for Dense Light Field Compression”, 130th MPEG meeting of ISO/IEC JTC1/SC29/ WG11, MPEG 130/m53793.
- [4] Jizheng Xu et al., "Overview of the Emerging HEVC Screen Content Coding Extension," in IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 26, no. 1, pp. 50-62, Jan. 2016.
- [5] Mehrdad Teratani, Shu Fujita, Kazuyoshi Suzuki, Toshiaki Fujii, “[MPEG-I Visual] Nagoya University Three New Test Sequences Captured by Light Field Video Camera”, 126th MPEG meeting of ISO/IEC JTC1/SC29/ WG11, MPEG 126/m47642.
- [6] X. Xu, X. Li and S. Liu, "Intra block copy in Versatile Video Coding with Reference Sample Memory Reuse," Picture Coding Symposium (PCS), Ningbo, China, 2019.
- [7] X. Xu et al., "Intra Block Copy in HEVC Screen Content Coding Extensions," in IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, vol. 6, no. 4, pp. 409-419, Dec. 2016.
- [8] Mehrdad Teratani, Gun Bang, Gauthier Lafruit, “[MPEG-I Visual] BoG Report on Dense Light Field Video”, 132th MPEG meeting of ISO/IEC JTC1/SC29/ WG4, MPEG 132/m55549.
- [9] Soonbin Lee, Jong-Beom Jeong, Eun-Seok Ryu, “[MPEG-I Visual] Report on Dense Light Field Compression in VVC”, 132th MPEG meeting of ISO/IEC