

# 라이트필드 렌즈렛 영상 압축을 위한 스크린 콘텐츠 코딩 성능 분석

이순빈, 정종범, 김성빈, 김인애, 류은석  
성균관대학교 컴퓨터교육과

soonbinlee@skku.edu, uof4949@skku.edu, beencooke@skku.edu,

inaelk@skku.edu, esryu@skku.edu

## Screen Content Coding Analysis to Improve Coding Efficiency for Light Field Lenslet Video

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

Department of Computer Education, Sungkyunkwan University

### 요약

MPEG-I (Immersive) 그룹에서는 몰입형 미디어 영상처리 표준화의 일환으로 마이크로렌즈를 통한 다시점 영상 처리 기술인 Dense Light Field에 대한 탐색을 진행하고 있다. 본 논문에서는 MPEG-I에서 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. 렌즈렛 영상에 대하여, 각 영상에 특성에 따라 HEVC+SCC 대비 VVC+Class-F 조건에서 최대 33.82%의 압축 성능 향상이 있음을 확인하였다.

### 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 2차원 카메라 영상정보에 의존하는 기존의 영상처리에 비하여, 깊이정보와 다시점 기반의 정보를 활용하여 추가적인 위치와 시점에 대하여 3차원 영상 감상을 가능하게 하는 기술이다.

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

그러나 이러한 라이트필드 영상은 추가적인 정보를 가지므로 각 기존의 2차원 영상에 비해 평균적으로 약 10배 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 1은 현재 MPEG-I Dense Light Field 파트에서 공통 실험 조건 영상[2]으로 포함된 라이트필드 영상 중 하나인 'NagoyaDataLeading'의 렌즈렛 형태의 영상을 나타낸다. 현재 MPEG-I에서 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 2가지 포맷에 대한 성능 분석이 같이 이루어지고 있다.

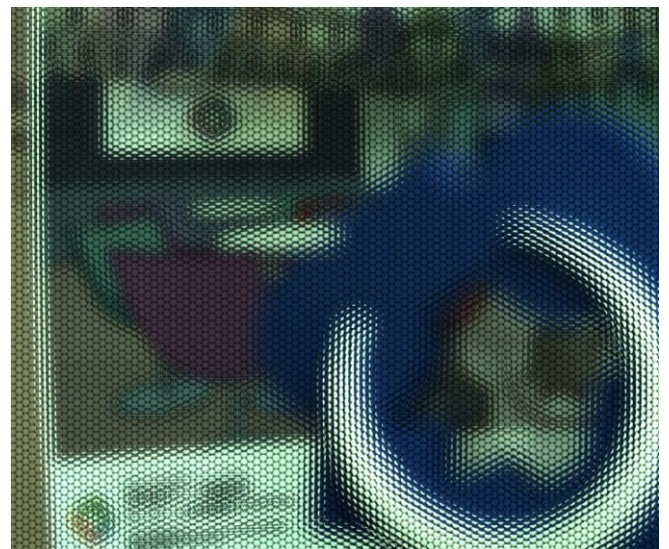


그림 1. 'NagoyaDataLeading' Lenslet Video

## 2. 관련 연구

MPEG-I에서는 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-HEVC와 같은 다시점 영상을 효율적으로 부호화하기 위한 코덱이나, 렌즈렛 형태의 영상을 효율적으로 부호화하기 위한 툴들을 적용하여 여러 성능 평가가 이루어진 바 있다.

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

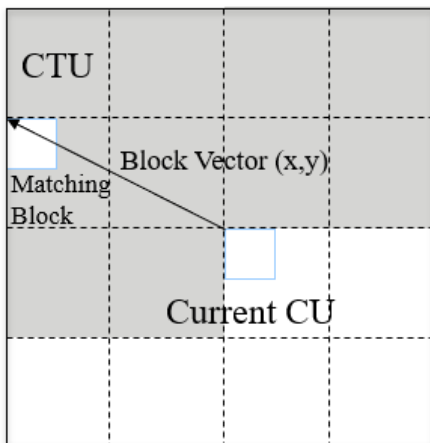


그림 2. Intra Block Copy Exmple

## 3. 실험 조건

Sequence name	NagoyaDataLeading NagoyaFujita NagoyaOrigami
Lenslet resolution	2048x2048
Frame rate (fps)	30
Total frame count	300
Coded Image format	YUV 4:2:0

표 1. Light Field Video Sequence in Dense Light Field Common Test Condition(CTC)

Frame count	17
QP table	[36, 40, 45, 49]
Codec version	VTM 9.3 / HM 16.20+SCM8.8
Encoding type	RA (Random Access)

표 2. Experimental Conditions

실험에 사용한 영상은 MPEG-I Dense Light Field 파트의 공통 실험 조건 영상 중 Raytrix 카메라로 취득된 나고야 대학 제공 영상 3가지를 사용하였다[5]. 취득된 카메라 파라미터와 변환 툴을 사용하여 렌즈렛 이미지에서 다시점 이미지로 변환할 수 있으며, 본 논문에서는 렌즈렛 이미지에 대해서만 성능 분석을 진행하였다. 표 1,2는 실험 영상에 대한 정보와 실험 조건을 나타낸다.

HEVC / HEVC+SCC	
Sequence name	BD-rate (%)
NagoyaDataLeading	<b>-32.11%</b>
NagoyaFujita	-4.40%
NagoyaOrigami	-5.72%

표 3. HEVC / HEVC+SCC BD-rate gain (%)

VVC / VVC+Class-F	
Sequence name	BD-rate (%)
NagoyaDataLeading	<b>-17.57%</b>
NagoyaFujita	-3.30%
NagoyaOrigami	-2.90%

표 4. VVC / VVC+Class-F BD-rate gain (%)

표 3은 HEVC 대비 HEVC+SCC의 BD-rate 이득, 표 4는 VVC 대비 VVC+Class-F의 BD-rate 이득을 나타낸다. Class-F에서 높은 부호화 성능을 보인 'NagoyaDataLeading' 영상은 SCC에서도 높은 효율을 나타내어 대부분의 압축 효율 향상 영상 특성에 따른 압축 기술에서 온 것으로 파악할 수 있다.

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

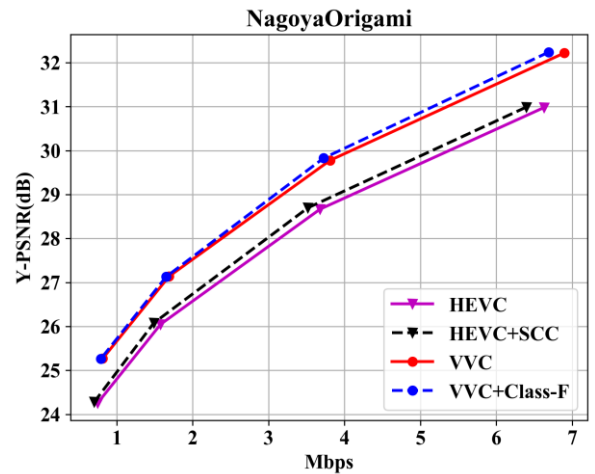
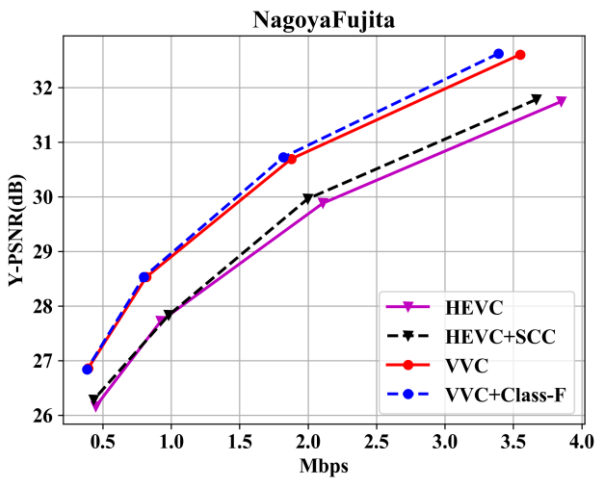
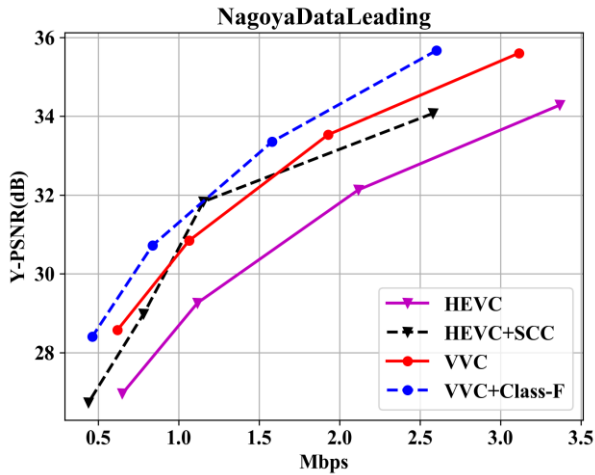


그림 3. Light Field Video Sequence BD-rate

그림 3에서 나타나듯이, ‘NagoyaDataLeading’ 영상은 스크린 콘텐츠 코딩 툴에 대해 높은 효율을 보여주었으나, 나머지 2개의 영상에서는 그보다는 낮은 효율을 보여준다. 이는 렌즈렛 형태 특성에 따른 압축 효율 향상보다는 스크린 콘텐츠 코딩 툴에 맞는 각 영상 성격에 따른 압축 효율 향상이 훨씬 크다는 것을 나타낸다.

HEVC / VVC	
Sequence name	BD-rate (%)
NagoyaDataLeading	-33.39%
NagoyaFujita	-34.65%
NagoyaOrigami	-25.62%

표 5. HEVC / VVC BD-rate gain (%)

HEVC+SCC / VVC+Class-F	
Sequence name	BD-rate (%)
NagoyaDataLeading	-17.79%
NagoyaFujita	-33.82%
NagoyaOrigami	-23.47%

표 6. HEVC+SCC / VVC+Class-F BD-rate gain (%)

#### 4. 결론

렌즈렛 영상에 스크린 콘텐츠 코딩 툴을 적용했을 때, 렌즈렛 영상 자체의 특성에 따른 부호화 효율보다는 각 영상의 특성에 더 영향을 받는 것임을 확인하였다. 추후에 IBC 기법의 선택 비율과 각 스크린 콘텐츠 코딩 툴 적용/미적용에 따른 성능 분석을 진행하여 비디오 코덱에 보다 최적화된 툴들을 조사할 계획에 있다.

#### 사사문구

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020-0-00920,(세부2)중대형 공간용 초고해상도 비정형 플레넵틱 영상 저장/압축/전송 기술 개발)

#### 참고문헌

- [1] 손욱호, 장호욱, 배성준, 박성진, 김재우, 김도형, “플레넵틱 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.