

## 360 도 비디오 서비스를 위한 비디오 부호화 기술 개발

\*김현철, 임성용, 석주명, 서정일  
한국전자통신연구원  
{kimhc, seylim, jmseok, seoji}@etri.re.kr

### Development of Video Encoding Technology for 360-Degree Video Service

\*Hyun-Cheol Kim, Seong Yong Lim, Joo Myoung Seok, Jeongil Seo  
Electronics and Telecommunications Research Institute

#### 요 약

본 논문에서는 360 도 비디오 서비스를 제공하기 위한 타일기반 실시간 부호화 방법을 제시한다. 360 도 비디오 프레임을 공간적으로 분할하여 타일을 생성하고, GOP 길이만큼의 타일 개수로 구성된 타일 세트들을 순차적으로 부호화함으로써 단일 부호화기로 실시간 타일 부호화가 가능하도록 설계하였다. 상기 타일 세트는 독립적으로 부호화되므로 단말은 사용자의 시청영역에 해당하는 타일 세트만 수신 및 복호화함으로써 네트워크 대역폭을 줄일 수 있다. 또 작은 크기의 타일을 순차적으로 고속 부호화하는 방법이므로 타일의 병렬 처리를 효과적으로 수행하기 위한 로드밸런싱을 고려하지 않아도 된다. NVIDIA 그래픽카드인 Geforce GTX 1080Ti 를 이용하여 32 개의 타일로 분할된 4K 360 도 비디오 시퀀스를 HEVC 로 부호화할 경우 약 120 fps 의 속도로 처리가 가능함을 확인하였다.

#### 1. 서론

사용자가 원하는 방향을 능동적으로 선택하여 시청할 수 있는 VR 비디오 서비스가 급속히 확대되고 있으며, 이에 따라 관련 기술 개발 및 표준화도 활발히 진행되고 있다[1, 2].

360 도 VR 비디오는 시청 영역이 고정적인 기존 비디오에 비해 시청자가 시청할 수 있는 영역이 넓어지므로 화질을 유지하기 위해서는 고해상도 영상이 필요하다. 상기 고해상도 영상을 단일 스트림으로 부호화할 경우, 사용자가 시청하지 않는 영역까지 고해상도로 부호화해야 하므로 전송 네트워크의 대역폭 낭비를 초래한다. 따라서, 360 도 비디오를 공간적으로 분할한 타일을 생성한 후, 사용자가 시청하는 영역의 타일만 고화질로 부호화된 스트림을 재생하고 나머지 영역은 저화질로 부호화된 스트림을 재생하는 방법이 제시되었으나, 타일의 개수 이상의 부호화기가 필요하다[3].

본 논문에서는 비디오 시퀀스를 타일단위로 분할하고 단일 부호화기로 실시간 부호화가 가능한 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 360 도 비디오 실시간 스트리밍 시스템에 적용될 수 있으며, 본 논문에서는 현재 VR 서비스에서 많이 사용되고 있는 4K 해상도의 360 도 비디오로 부호화 속도 실험을 수행하였다.

본 논문의 2 장에서는 제안하는 비디오 부호화 시스템의 동작과 부호화 속도 실험 결과를 설명하고, 3 장에서 결론을 맺는다.

#### 2. 360 도 비디오 부호화 시스템

제안하는 360 도 비디오 부호화 시스템의 구조는 그림 1 과 같다.

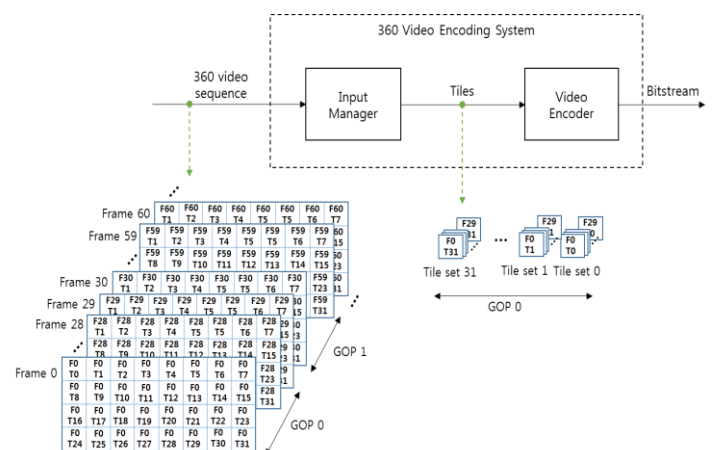


그림 1. 360 도 비디오 시스템의 구조

360 도 비디오 부호화 시스템은 입력 관리자 모듈(Input Manager)과 비디오 부호화기 모듈(Video Encoder)로 구성된다. 입력 관리자 모듈은 입력되는 비디오를 미리 정의된 타일의 단위로 분할하고, 분할된 타일들을 GOP(Group of Pictures) 단위로 버퍼링을 한 후 타일세트를 순차적으로 비디오 부호화기 모듈로 전달하는 기능을 수행한다. 타일

세트는 GOP 의 첫프레임부터 GOP 의 마지막 프레임까지 동일한 위치에 해당하는 타일들의 집합을 의미한다. 비디오 부호화기 모듈은 HEVC (High Efficiency Video Coding) 또는 AVC(Advanced Video Coding)와 같은 기존의 비디오 부호화기를 사용할 수 있으며, 본 논문에서는 NVIDIA 가 제공하는 GPU 기반 비디오 부호화기를 사용하였다.

그림 1 에 4K 입력 비디오를 8x4 의 32 개 타일로 구성하고, GOP 길이가 30 인 경우의 부호화 예를 나타내었으며, 이를 기반으로 제안된 시스템의 동작 과정을 설명하면 다음과 같다. 입력 관리자 모듈은 스티칭된 360 도 비디오 시퀀스를 입력 받아서 타일로 분할한 후, GOP 단위로 타일을 버퍼링하여 타일 세트를 생성한다. 즉, 입력관리자 모듈이 4K 비디오를 480x540 해상도의 32 개 타일로 구분하고 동일 GOP 내의 프레임들을 버퍼링하여 32 개의 타일세트를 생성한다. 생성된 0 번 타일세트부터 31 번 타일세트까지 순차적으로 부호화기로 입력하여 부호화를 수행한다. 부호화를 수행하는 동안 입력 관리자 모듈은 다음 GOP 에 대해 동일한 방법으로 타일세트를 생성하며, 이 과정을 모든 GOP 에 대해 반복한다. 각 타일의 부호화 속도가 4K 원본 비디오 시퀀스의 프레임레이트 x 타일분할개수 이상이면 실시간 서비스가 가능하다. 즉, 상기에 예에서 4K 비디오 시퀀스가 60 fps 로 입력될 경우, 분할된 타일이 1920fps 로 부호화될 수 있으면 입력되는 4K 비디오의 실시간성을 유지할 수 있다.

생성된 비트스트림을 재생하는 과정은 부호화 시스템 동작의 역순과 같다. 즉, 단말은 시청영역에 해당하는 타일세트를 수신하여 타일의 비트스트림을 고속으로 복호화한다. 복호화된 타일들을 GOP 단위로 버퍼링하여 타일세트를 생성한 후, 각 타일을 프레임 내 해당 위치에 배치시켜 렌더링함으로써 4K 360 도 비디오 서비스 제공이 가능하다. 이 경우, 비디오 재생 전에 각 타일의 위치에 관한 정보를 단말에 알려주어야 하며, 그 방법 중 하나로 MPEG DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)의 SRD(Spatial Relationship Description) [4]를 이용할 수 있다.

본 논문에서는 4K 비디오와 타일로 분할된 비디오를 파일로 입력 받아 타일 단위의 실시간 부호화 가능여부를 실험하였다. 실험에 사용된 환경은 다음과 같다.

- 테스트 시퀀스: 3840x2160, YUV420, 780 프레임



그림 2. 테스트 시퀀스

- 시스템: Windows 7, i7-4770K@3.5GHz, RAM 32GB
- 부호화기: NVIDIA video codec SDK 7.1.9, NVIDIA Geforce GTX 1080Ti
- 출력: HEVC ES 또는 AVC ES 파일

상기 실험환경에서 GOP 길이 30, 비트레이트 21Mbps 로 부호화할 경우 각 부호화 설정에 따른 부호화 속도는 표 1 과 같다.

[표 1] 원본 비디오 및 타일화된 비디오의 부호화 속도

분류	부호화기 종류	Rate control mode	fps
Original (3840x2160)	HEVC	Constant QP	204
		Single Pass CBR	205
		Two Pass VBR	130
	AVC	Constant QP	267
		Single Pass CBR	264
		Two Pass VBR	249
32 Tiles (480x520)	HEVC	Constant QP	124
		Single Pass CBR	121
		Two Pass VBR	68
	AVC	Constant QP	109
		Single Pass CBR	106
		Two Pass VBR	89

상기 실험에서는 파일 로딩 시간은 제외하고 실제 부호화 시간만 측정하였다. 4K 비디오를 32 개의 타일로 나누어 부호화하는 속도는 타일로 나누지 않은 4K 비디오 부호화 속도보다 느리지만, 유틸리티 모드가 constant QP 또는 single pass CBR 인 HEVC 부호화에서 120fps 이상 처리가 가능함을 알 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 사용자의 의도에 따라 시청영역이 변경되는 360 도 비디오를 적은 대역폭으로 서비스가 가능하도록 타일 기반의 부호화 시스템을 제안하였다. 제안한 부호화 시스템은 부호화 전 단계에서 GOP 내 동일 위치의 타일들의 집합인 타일세트를 생성하고 이를 순차적으로 부호화함으로써 타일 세트간 독립성을 보장할 수 있으므로, 사용자 움직임에 의해 공간적 참조 영역이 존재하지 않음으로써 복호화가 되지 않는 문제를 해결할 수 있다. 또한 제안한 부호화 시스템은 단일 부호화기로 4K 비디오를 실시간 부호화할 수 있으므로 시스템 구현 비용을 낮출 수 있는 장점이 있다.

### 감사의 글

본 연구는 2017 년도 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (N0002304, 8K 급 360VR 동영상 적응형 라이브 시스템 개발).

### 참고문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Requirements for OMAF, N16143," Feb. 2016
- [2] 3GPP TR26.198, "Virtual Reality (VR) Media Services over 3GPP," Jan. 2017
- [3] D.Ochi, Y.Kunita, A.Kameda, A.Kojima, and S.Iwaki, "Live Streaming System for Omnidirectional Video," Proc. of IEEE Virtual Reality (VR), 2015
- [4] ISO/IEC 23009-1:2014/Amd2:2015, "Spatial relationship description, generalized URL parameters and other extensions," 2015