

## 360 비디오의 SSP 를 위한 기하학적 패딩

명상진, 김현호, 윤용욱, 김재곤  
한국항공대학교  
{hhkim, yuyoon}@kau.kr, jgkim@kau.ac.kr

### Geometry Padding for Segmented Sphere Projection (SSP) in 360 Video

Sang-Jin Myeong, Hyun-Ho Kim, Yong-Uk Yoon, and Jae-Gon Kim  
Korea Aerospace University

#### 요 약

360 비디오는 VR 응용의 확산과 함께 몰입형 미디어로 주목 받고 있으며, JVET(Joint Video Experts Team)에서 post-HEVC 로 진행중인 VVC(Versatile Video Coding)에 360 비디오 부호화도 함께 고려하고 있다. 360 비디오 부호화를 위하여 변환된 2D 영상은 투영 면(face) 간의 불연속성과 비활성 영역이 존재할 수 있으며 이는 부호화 효율을 저하시키는 원인이 된다. 본 논문에서는 SSP(Segmented Projection)에서의 이러한 불연속성과 비활성 영역을 줄이는 효율적인 기하학적 패딩(padding) 기법을 제시한다. 실험결과 제안 기법은 복사에 의한 패딩을 사용하는 기존 SSP 대비 주관적 화질이 향상된 것을 확인 할 수 있었다.

#### 1. 서론

최근 상용 VR 응용 서비스가 확산되면서 360 비디오는 몰입감을 제공하는 미디어로 그 주목도가 더해져 가고 있다. 이에 따라 JVET(Joint Video Experts Team)에서는 post-HEVC 로 진행중인 VVC(Versatile Video Coding) 표준화에 360 비디오 부호화도 함께 고려하고 있다.

JVET 의 360 비디오 워크플로(workflow)에서는 360 비디오 부호화를 위해서 우선 구 비디오를 2D 비디오로 투영 변환한다. CMP(Cubemap Projection), OHP(Octahedral Projection), SSP(Segmented Sphere Projection) 등 다양한 투영 기법이 고려되고 있다. 2D로 변환된 영상은 투영면(face) 간에 불연속성 및 비활성 영역이 존재할 수 있으며 이로 인하여 호화 효율이 저하된다. 또한 복호화 된 뷰포트(viewport) 영상에서 불연속성이 존재하는 투영면이 보이는 시각적 아티팩트(visual artifact)가 발생할 수 있다. 따라서 2D 투영 변환 시 불연속성과 비활성 영역을 줄이기 위한 패딩(padding) 및 프레임 패킹(packing) 기법이 요구된다[1]. JVET 에서는 프레임 패킹 및 패딩을 포함한 다양한 2D 투영 변환을 구현한 SW 툴인 360 Lib[2]도 함께 개발하고 있다.

본 논문에서는 그 중 SSP 의 360 비디오의 특성을 고려하여 불연속성을 최소화하는 새로운 기하학적 패딩 기법을 제시한다.

SSP 에서 존재하는 비활성 영역과 투영면 간의 불연속성은 부호화 효율을 감소시키고 주관적 화질을 열화 시킨다.

이에 그림 2 (a)의 기존의 복사 패딩(copy padding) 대신 기하학적 패딩을 적용하여 비활성 영역을 줄이고 불연속성을 감소시킬 수 있다. 만약 구 영상에서 각각 남극과 북극지점을 투영하는 0 번, 1 번 투영면이 비활성 영역이 없이 사각형으로 이루어져 있다면 불연속성이 발생하지 않는다. 하지만 0 번, 1 번 투영면은 극 영역을 원으로 투영함으로써 비활성 영역이 발생하고 이는 극 영역과 비활성 영역 사이의 불연속성을 발생시킨다. 이렇게 발생한 투영면과 비활성 영역 사이의 불연속 경계면은 SSP 의 주관적 화질을 열화 시키는 주된 원인이 된다. 이를 극복하기 위해, 현재 SSP 는 그림 3 과 같이 두 투영면과 비활성 영역 사이에 극 영역의 최 외각의 픽셀을 이용한 8 픽셀의 copy 패딩이 이루어진다.

제안하는 방식은 두 투영면과 비활성 영역 사이에 기하학적 패딩을 적용함으로써 부호화를 단순화 하고, 복호화 영상에 나타나는 시각적 아티팩트를 줄일 수 있다. 기하학적 패딩은 이웃한 투영면 경계의 이웃하는 화소를 사용한 보간 화소로 채워진다. 그림 2 (b)는 제안 기법을 적용하여 기하학적 패딩이 적용된 SSP 투영면의 일부이다.



그림 1. SSP 에 의한 2D 프레임 예

#### 2. SSP 및 Geometry SSP 패딩 기법

SSP 는 구 영상을 2 면이 원, 4 면이 사각형으로 이루어진 6 면으로 투영하여 변환하는 투영 기법이다. 그림 1 과 같이 투영된 각 면은 정렬되어 2D 영상으로 표현할 수 있다. 기존의

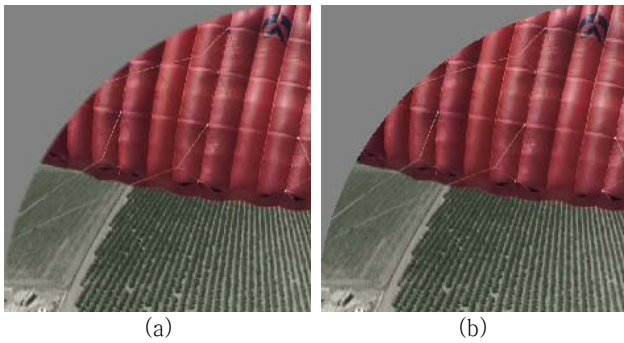


그림 2. 기존 SSP 와 제안 SSP 의 0 번 투영면 일부

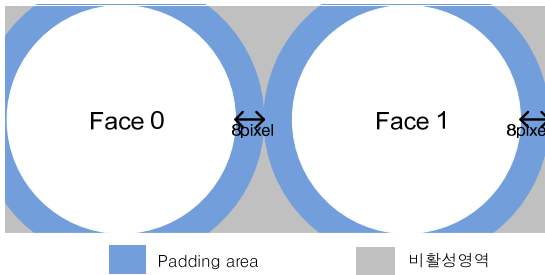


그림 3. SSP 패딩 영역

### 3. 제안하는 기하학적 SSP 패딩 기법

제안하는 기하학적 패딩 기법은 극 영역 투영면에서 발생하는 불연속 경계면이 극 영역과 유사성이 높은 화소로 채워지게 된다. 제안하는 기법을 적용함으로써, 극 영역과 비활성영역들 사이의 불연속성을 최소화 하여 주관적 화질 향상을 기대할 수 있다.

식 (1), 식 (2)는 제안하는 기하학적 패딩을 위한 수식이다. 제안하는 기하학적 패딩을 위해서는 해당 영역의 화소에 대응하는 화소가 어느 투영면에 위치하는지 계산하여야 한다. 이를 위해 식 (1)을 사용하여 3D 의 좌표값  $(\phi, \theta)$  으로 계산된 2D 좌표값  $(m, n)$  을 계산한다. 이후 식 (2)를 사용하여 기하학적 패딩 위치에 대응하는 다른 투영면의 2D 좌표값을 계산한다. 계산된 좌표의 화소값들은 각 대응하는 기하학적 패딩 위치를 채우는데 사용된다.

$$\begin{cases} \phi = \tan^{-1}\left(m - \frac{A}{2} + 0.5, \frac{A}{2} - n - 0.5\right) \\ \theta = \frac{\pi}{2}\left(\frac{r}{A} - 1\right) \\ r = \sqrt{\left(m - \frac{A}{2} + 0.5\right)^2 + \left(\frac{A}{2} - n - 0.5\right)^2} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} m = \frac{A}{2} \left( 1 + \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) \sin \phi}{\frac{\pi}{4}} \right) - 0.5 \\ n = \frac{A}{2} \left( 1 + \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) \cos \phi}{\frac{\pi}{4}} \right) - 0.5 \end{cases} \quad (2)$$

### 4. 실험결과

제안한 기법을 HM16.16\_360Lib5.0 에 구현하여 CTC(Common Test Condition)에 따라 성능을 확인하였다. 제안하는 기법은 End to End(E2E) S-PSNR-NN, WS-PSNR, Codec level(CL) S-PSNR-NN, WS-PSNR 로 평가되었다. 객관적 화질에 있어 기존 HEC 대비 E2E S-PSNR-NN, WS-PSNR 에 대해 각각 0.04%, 0.16% BD-rate 감소하며, 주관적 화질 성능이 향상된 것을 확인하였다.

TABLE 1. Experimental Results (Anchor: SSP)

Anchor: SSP		E2E WS-PSNR Y	E2E S-PSNR Y
Test 1	8K	-0.12%	-0.18%
	6K	0.04%	-0.16%
	Avg.	-0.04%	-0.16%

그림 4 의 (a)는 기존 SSP 의 화상 표시 영역이고, (b)는 제안 기법의 화상 표시 영역을 나타낸다. 주관적 화질에 있어 제안된 방법은 기존 SSP 대비 극 영역에서 발생하는 시각적 아티팩트가 줄어든 것을 확인 할 수 있다.

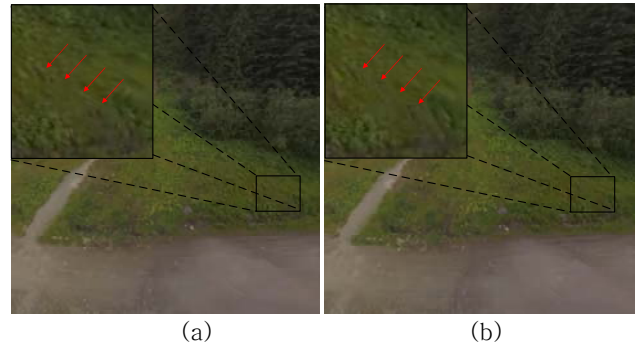


그림 4. 주관적 화질 비교

### 5. 결론

본 논문은 360 비디오의 투영기법 중 하나인 SSP 의 부호화 성능 향상을 위하여 투영면과 비활성 영역 사이를 기하학적으로 패딩하는 효율적으로 패딩 기법을 제시하였다. 실험결과 객관적 성능에서 기존 SSP 대비 BD-rate 의 성능이 향상되며, 주관적 화질에 있어 구에서의 극 영역의 시각적 아티팩트가 줄어든 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 투영면과 비활성 영역의 기하학적 패딩을 적용하여 유사성이 높은 화소로 패딩 하는 것이 부호화 성능을 개선할 수 있음을 확인하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업[2017-0-00352, 가상현실 비디오 압축 및 응용 시스템 표준 기술 개발]의 일환으로 수행되었음

### 참고 문헌

[1] Y. Ye, E. Alshina, J. Boyce, "Algorithm descriptions of projection format conversion and video quality metrics in 360Lib," JVET-G1003, 2017.  
 [2] [https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_360Lib/trunk](https://jvet.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_360Lib/trunk)