

V-PCC의 효율적인 Texture 영상 부호화를 위한 적응적 SAO 방법

*손소희 **권대혁 ***최해철

한밭대학교

*soheez45@naver.com, **skyeye0530@naver.com, ***choihc@hanbat.ac.kr

An Addaptive SAO Method for Efficient Texture Video Coding of V-PCC

*Sohee Son **Daehyeok Gwon ***Haechul Choi

Hanbat National University

요약

포인트 클라우드는 객체 또는 장면을 재구성하기 위한 3D 데이터의 표현 방식 중 하나로서 가상 및 증강 현실을 포함한 다양한 분야에서 활용되고 있다. 포인트 클라우드 데이터는 품질에 따라 수많은 포인트로 이루어질 수 있으며, 이와 관련된 데이터의 양은 2차원 영상의 데이터보다 상당히 많다. 따라서 포인트 클라우드 데이터를 사용하여 다양한 서비스를 제공하기 위해서는 포인트 클라우드의 특징을 고려한 효율적인 압축 기술이 요구되며, 이에 따라 국제 표준화 단체의 Moving Picture Experts Group은 포인트 클라우드 데이터의 효율적인 압축을 위한 V-PCC 표준을 제정하였다. V-PCC는 포인트 클라우드 데이터를 다수의 2차원 공간으로 투영하여 점유 맵, 기하 영상, 그리고 속성 영상을 생성하고 각 2차원 영상을 기존의 비디오 코덱을 활용하여 압축하는 방식이다. 기존의 코덱을 사용하여 압축함에 따라 활용성이 높지만, 3차원 데이터를 다수의 2차원 영상을 통하여 압축하기 때문에 압축의 효율성을 높이기 위한 많은 연구가 필요하다. 본 논문에서는 V-PCC의 부호화 효율을 높이기 위해 점유 맵의 투영 정보를 활용한 속성 영상의 효율적인 압축 방법을 소개하고 이를 위한 적응적 SAO 방법을 제안한다. 실험에서 제안 방법은 V-PCC의 속성 영상에 대해 약 3.2%의 부호화 효율을 보인다.

1. 서론

포인트 클라우드는 다수의 3D 포인트를 사용한 3D 데이터의 표현 방식 중 하나로서 가상/증강 현실 및 자율 주행을 포함한 몰입형 미디어와 관련된 다양한 애플리케이션에서 사용되고 있다. 포인트 클라우드는 3D 포인트의 다중 세트에 정의되며, 객체 또는 장면을 재구성하는 데 이용된다. 반면 포인트 클라우드의 품질에 따라 많은 수의 포인트 사용이 요구될 수 있으며, 이와 관련된 데이터의 양은 일반적인 2D 데이터에 필요한 양보다 상당히 많다. 따라서 포인트 클라우드를 통해 다양한 서비스를 제공하기 위해 3D 데이터의 특징을 고려한 효율적인 포인트 클라우드 압축의 필요성이 증가되고 있다. 이에 따라 국제 표준화 기구인 ISO/IEC JTC1/SC29/WG7은 포인트 클라우드 데이터의 효율적인 압축을 위하여 Video-based Point Cloud Compression (V-PCC) 기술의 표준화를 진행하였으며, V-PCC 표준은 2021년 4월에 국제 표준으로 제정되었다 [1].

V-PCC는 기존의 비디오 코덱을 이용하여 포인트 클라우드를 압축하는 방식으로써, 이를 위해 3D 데이터를 다수의 2D 공간으로 투영하여 2차원으로 표현된 점유 맵 (Occupancy map), 기하 영상 (Geometry images), 그리고 속성 영상 (Attribute/Texture images)을 생성한다. 점유 맵은 2차원 좌표의 픽셀이 실제 투영된 포인트에 대응하는지 여부를 나타내며 기하 영상은 깊이 정보, 그리고 속성 영상은 색상 정보를 갖는다. 동일한 포인트 클라우드 데이터로부터 생성된 각 2차원 영상 간에는 높은 연관성이 존재하며, 이러한 특징을 이용하여 점유 맵, 기하 영

상, 그리고 속성 영상의 압축 효율성을 높일 수 있다.

V-PCC 참조 소프트웨어에서는 효율적인 속성 영상의 부호화를 위해 배경의 검은색 부분에 대해 주변의 픽셀 값을 가져와 패딩(padding)을 수행하는 방식들을 지원하고 있다 [2]. [3]은 속성 영상에 대한 부호화 효율을 높이기 위해 점유 맵의 대응 여부 정보를 활용하는 방법을 제안한다. 이를 위해 속성 영상에서 비디오 코덱의 Coding Tree Unit (CTU)과 동일한 영역의 점유 정보를 가져와 실제 투영된 포인트와 대응되지 않는 경우 해당 CTU에 대해 SKIP 모드를 사용하여 부호화한다. 만약 CTU가 실제 투영된 포인트와 대응되는 경우에는 기존 비디오 코덱의 방법과 같이 부호화한다. 하지만 실제 투영된 포인트를 갖고 있지 않는 CTU를 SKIP 모드로 부호화 할 경우, 부호화가 끝난 복원 영상의 열화(artifacts) 현상을 완화하고 코딩 효율성을 향상시키기 위해 적용되는 인루프 필터(In-loop filtering) 과정에서 복원 오차가 크게 발생한다. 따라서 인루프 필터의 Sample Adaptive Offset (SAO)와 Adaptive Loop Filter (ALF)의 과정에서 부가적인 데이터가 많이 발생함으로써 부호화 손실이 발생한다. 이러한 점을 개선하기 위해 실제 투영된 포인트와 대응되지 않아 SKIP 모드를 적용하는 CTU에 대한 적응적 SAO와 ALF 방법이 필요하며, 본 논문에서는 적응적 SAO 방법을 위해 실제 투영된 포인트를 갖고 있지 않는 CTU에 대해 SAO merge를 적용하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 속성 영상에 대한 부호화 효율을 높이기 위한 제안 방법을 설명하고, 3장에서는 제안 방법의 실험 결과를 보인다. 마지막으로 4장에서 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 제안 방법

본 논문에서는 속성 영상을 효율적으로 부호화하기 위해 점유 맵의 대응 정보를 이용하여 속성 영상 내에서 실제 투영된 포인트를 갖지 않는 CTU를 SKIP 모드로 부호화하는 방법[3]을 기반으로 한다.

점유 맵은 포인트 클라우드 데이터를 2D 공간으로 투영하였을 때 실제 투영된 포인트에 대응하는지에 대한 이진화된 정보를 갖는다. 즉, 포인트 클라우드 데이터로부터 투영된 화소값은 1의 값을 갖으며, 투영되지 않고 패딩되거나 불필요한 값으로 채워지는 경우에는 0의 화소값을 갖는다. 이러한 특성을 이용하여 속성 영상의 부호화 효율을 높이기 위해 속성 영상의 CTU에 대한 동일한 영역의 점유 맵의 대응 정보 값을 가져온다. 만약 해당 CTU에 대한 점유 값이 1인 경우에는 기존 비디오 부호화 방식이 적용되고, 0의 값인 경우에는 SKIP 모드를 사용하여 CTU를 부호화한다. 따라서 포인트 클라우드로부터 투영되지 않은 블록을 SKIP 모드를 사용하여 부호화함으로써 매우 적은 비트만으로 블록을 압축할 수 있다. 하지만 해당 블록은 잔차 신호를 많이 포함하고 있으며, 잔차 신호를 보정하기 위한 인루프 필터의 SAO와 ALF 과정에서 추가적인 비트가 발생하게 된다.

본 논문에서는 점유 맵을 이용하여 속성 영상의 부호화 효율을 향상 시키고 동시에 부가적으로 발생하는 데이터를 줄이기 위한 적응적 SAO 방법을 제안한다. SAO는 원본 영상과 복원 영상 사이에 발생하는 왜곡을 최소화하기 위한 기술로써, CTU 단위로 SAO의 사용 여부와 다수의 오프셋 정보가 전송된다. 이러한 시그널링 과정에서 추가적인 데이터가 발생하며, 오버헤드를 줄이기 위해 주변 CTU의 SAO 정보를 활용하는 SAO merge 기술이 적용될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 점유 맵에 따라 SKIP 모드로 부호화되는 CTU에 대해 SAO merge를 적용하는 방법을 제안한다.

3. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 방법의 실험을 위해 Versatile Video Codec (VVC)[4]의 2D 비디오 코덱이 이용되며, 참조 소프트웨어인 VVC test model (VTM)의 12.1 버전[5]에 구현하였다. 또한 V-PCC 부호화 과정은 MPEG-I PCC 그룹에서 사용하는 Test model category 2 (TMC2)의 12.0 버전[6]을 사용하고 Common Test Condition[7]을 기준으로 실험한 결과를 보인다. 단, 속성 영상의 부호화 과정에서 ALF 기술은 끄고 실험하였다.

제안 방법의 성능은 표 1과 같으며, BD-rate (Bjontegaard Delta bitrate)[6]으로 나타낸 결과를 보인다. 표에서 보인 것과 같이, 제안 방법은 속성 영상의 부호화 효율을 약 3.2% 정도 향상시킬 수 있음을 보인다.

4. 결론

본 논문에서는 2차원 영상의 비디오 코덱을 활용하여 포인트 클라우드 데이터를 압축하는 V-PCC에서 속성 영상에 대한 효율적인 압축 방법을 제안한다. V-PCC는 포인트 클라우드의 3D 데이터를 2D 공간으로

표 1. 적응적 SAO 방법이 적용된 효율적인 속성 영상 부호화 방법의 실험 결과

Class	TotalRate (%)				
	D1	D2	Y	U	V
loot	-7.1	-7.3	-4.8	-6.5	-8.3
redandblack	-3.7	-5.0	-1.3	-1.9	0.6
soldier	-6.6	-8.4	-3.6	-4.8	-4.3
queen	-10.6	-11.1	-5.7	-8.0	-5.8
longdress	-4.1	-6.7	-0.6	4.5	1.2
Average	-6.4	-7.7	-3.2	-3.3	-3.3

로 투영하여 생성한 2차원 영상을 압축함으로써 효율성이 높지만, 영상 간의 유사성을 활용하여 부호화 효율을 높이기 위한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 속성 영상의 부호화 효율을 높이기 위해 점유 맵의 대응 정보를 이용한 방법을 소개하고 이를 위한 적응적 SAO 방법을 제안한다. 실험 결과 속성 영상에 대해 약 3.2%의 부호화 효율을 보인다. 단, 제안 방법의 실험 결과는 ALF 기술을 제외하고 있으며, 이는 부호화의 효율에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 이를 개선하기 위한 적응적 ALF 기술 연구가 필요하다.

*This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.2020-0-00452, Development of Adaptive Viewer-centric Point Cloud AR/VR(AVPA) Streaming Platform)

참 고 문 헌 (References)

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 Doc. MPEG2020/N00012, "VPCC Codec Description," October, 2020.
- [2] 장의선, "MPEG Video-based Point Cloud Compression 표준 소개," 방송과 미디어, pp.18-30, 4월, 2021
- [3] 권대력, 최해철, "V-PCC를 위한 Occupancy 정보 기반의 Texture 영상 부호화 방법," 한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집, pp. 153-153, 7월, 2021.
- [4] Joint Video Experts Team(JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, "Versatile Video Coding(Draft9)," JVET-R2001, April, 2020.
- [5] Joint Video Experts Team(JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29, "Algorithm description for Versatile Video Coding and Test Model 12 (VTM 12)," JVET-U2002, January, 2021.
- [6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 Doc. MPEG2020/N00012, "VPCC Codec Description," October, 2020.
- [7] ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 Doc. MPEG2020/N0038, "Common test conditions for V3C and V-PCC," October, 2020.