

V-PCC 를 위한 Occupancy 정보 기반의 Texture 영상 부호화 방법

*권대혁, **최해철

한밭대학교

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

Texture video coding based on Occupancy information in V-PCC

*Daehyeok Gwon and **Haechul Choi

Hanbat national university

요 약

포인트 클라우드는 특정 개체 혹은 장면을 다수의 3 차원 포인트를 사용하여 표현하는 데이터의 표현 방식 중 하나로 3D 데이터를 정밀하게 수집하고 표현할 수 있는 방법이다. 하지만 방대한 양의 데이터를 필요로 하기 때문에 효율적인 압축이 필수적이다. 이에 따라 국제 표준화 단체인 Moving Picture Experts Group 에서는 포인트 클라우드 데이터의 효율적인 압축 방법 중 하나로 Video based Point Cloud Compression(V-PCC)에 대한 표준을 제정하였다. V-PCC 는 포인트 클라우드 정보를 Occupancy, Geometry, Texture 와 같은 다수의 2D 영상으로 변환하고 각 2D 영상을 전통적인 2D 비디오 코덱을 활용하여 압축하는 방법이다. 본 논문에서는 V-PCC 에서 변환하는 Occupancy 의 정보를 활용하여 효율적으로 Texture 영상을 압축할 수 있는 방법을 소개한다. 또한 제안 방법이 V-PCC 에서 약 1%의 부호화 효율을 얻을 수 있음을 보인다.

1. 서론

포인트 클라우드는 특정 개체 혹은 장면을 다수의 3 차원 포인트를 사용하여 표현하는 데이터의 표현 방식 중 하나이다. 포인트 클라우드를 사용하면 3 차원객체 및 장면을 표현할 수 있어 다양한 3 차원 오브젝트를 표현하거나 가상 현실을 표현하는 것이 가능하다. 포인트 클라우드를 표현하기 위해서는 카메라와 깊이 센서를 사용하는 방법으로 프레임을 구성하며 3 차원 포인트의 수가 많아질수록 포인트 클라우드 콘텐츠의 해상도를 높일 수 있다. 하지만 포인트 클라우드의 포인트는 기하학 정보 및 여러 속성 정보를 포함하기 때문에, 2 차원 미디어와 비교하여 추가 정보에 따른 데이터 증가량이 높다는 단점이 있다. 따라서 2 차원 미디어 영상보다 높은 정보량을 가지는 포인트 클라우드를 효율적으로 전송하기 위해서는 고효율의 부호화 기술이 요구된다.

포인트 클라우드 데이터를 효율적으로 부호화하기 위하여 국제 표준 화 기구인 ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 에서 Video



그림 1. 포인트 클라우드로부터 변환된 2 차원 영상의 예(1) 좌) Geometry, 중) Occupancy, 우) Texture

based Point Cloud Compression(V-PCC) 에 대한 표준화를 진행하였으며, V-PCC 에 대한 표준은 2021 년 4 월에 국제표준으로 제정되었다.

V-PCC 는 3 차원 데이터를 정보의 종류에 따라 다수의 2 차원 공간으로 투영하여 3 종류의 2 차원 영상을 생성한다. 2 차원 영상은 각각 Occupancy, Geometry, Texture 영상으로 Occupancy 는 해당 2 차원 좌표의 pixel 이 실제 투영된 데이터인지를 나타내며 Geometry 는 깊이 정보를 나타내고 Texture 는 색상 정보를 나타낸 영상이다. 이러한 2 차원 영상은 동일한 포인트 클라우드 영상으로부터 변환한 영상이므로 각

2 차원 영상 간에 높은 연관성을 가진다. 따라서 본 논문에서는 V-PCC 상에서 포인트 클라우드로부터 변환되는 2 차원 영상 간의 높은 연관성을 활용하여 2 차원 영상을 보다 효율적으로 압축할 수 있음을 보인다. 구체적으로는 Occupancy 영상에서 포인트 클라우드로부터 투영되지 않은 영역에 대한 정보를 바탕으로 Texture 영상을 효과적으로 압축할 수 있음을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 제안 방법인 Occupancy 영상을 활용한 효율적인 Texture 영상의 부호화 방법에 대하여 설명한다. 3 장에서는 제안 방법의 실험결과를 보이고 이를 분석한다. 4 장에서는 제안방법에 대한 결론을 도출한다.

2. 제안 방법

제안 방법을 설명하기에 앞서 V-PCC 의 기본 단위인 변환된 2D 영상의 특징에 대해서 설명한다. V-PCC 에서는 포인트 클라우드 영상을 2D 공간상으로 투영하고 이를 그림 1 과 같이 Occupancy, Geometry, Texture 의 세 가지 종류의 2D 영상으로 변환한다. Occupancy map 은 해당 2D 좌표 상의 화소값이 실제 포인트 클라우드의 데이터로부터 온 것인지 나타내는 영상이며, Geometry 와 Texture 는 각각 영상의 깊이 정보와 색상 정보를 나타낸 영상이다.

그림 1 에서 Occupancy 영상과 같이, 포인트 클라우드로부터 투영된 화소값은 0 이 아닌 화소값을 갖는다. 이러한 실제 데이터로부터 변환된 화소들은 손실 부호화 과정에서 오차가 발생할 경우, 실제 포인트 클라우드 데이터에도 영향을 끼칠 수 있다. 반대로 Occupancy 영상에서 포인트 클라우드로부터 투영되지 않고 패딩되거나 불필요한 값으로 채워지는 화소들은 0 의 화소값을 가지며, 이 화소들은 손실 부호화 과정에서 오차가 발생하더라도 역변환과정에서 해당 화소들을 참조하지 않으므로 실제 포인트 클라우드 데이터에는 영향을 끼치지 않는다.

본 논문에서는 Occupancy 영상 정보를 바탕으로 Texture 영상을 효율적으로 부호화하는 방법을 제안한다. 먼저 Texture 영상의 부호화 과정에서 현재 Coding Tree Unit(CTU)과 동일한 영역의 Occupancy 영상의 정보를 가져온다. 만약 해당 CTU 에 실제 포인트 클라우드의 데이터가 포함되어 있는 경우에는 기존 코덱과 같이, 아무런 제약없이 부호화를 수행한다. 반대로 해당 CTU 의 모든 화소가 불필요한 값인 경우, 해당 CTU 의 부호화 모드는 SKIP 모드만을 사용하여 부호화한다.

3. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 Occupancy 영상을 활용한 효율적인 Texture 영상의 부호화 방법은 2D 비디오 코덱은 Versatile Video Codec(VVC)[2]의 참조 소프트웨어인 VVC test model(VTM)의 12.1 버전[3]에 구현하였다. 단, Texture 영상의 부호화에서는 sample adaptive offset(SAO) 및 adaptive loop filter(ALF) 기술을 끄고 실험하였다. 또한 V-PCC 부호화 과정은 MPEG-I PCC 그룹에서 사용하는 Test model category2 (TMC2)의 12.0 버전[4]을 사용하고 Common Test Condition[5]을 기준으로 실험하였다.

표 1. Occupancy 정보를 활용한 효율적인 Texture 영상 부호화 방법의 실험 결과 (Geometry/Attribute rate)

Class	D1(%)	D2(%)	Y(%)	U(%)	V(%)
loot	0.0	0.0	-1.1	-1.2	-1.2
redandblack	0.0	0.0	-0.6	-1.2	-0.4
soldier	0.0	0.0	-0.8	-1.4	-0.2
queen	0.0	0.0	-2.1	-2.0	-2.0
longdress	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.2
Average	0.0	0.0	-1.0	-1.2	-0.8

표 1 은 본 논문에서 제안하는 Occupancy 정보를 활용한 효율적인 Texture 영상 부호화 방법의 성능을 BD-rate(Bjontegaard Delta bitrate)[6]로 나타낸 것이다. 실험 결과, Occupancy map 정보를 활용하여 Texture 영상의 부호화 효율을 약 1% 정도 향상시킬 수 있음을 보였다.

4. 결론

본 논문에서는 V-PCC 상에서 포인트 클라우드로부터 변환되는 2 차원 영상 간의 높은 연관성을 활용하여 2 차원 영상을 보다 효율적으로 압축할 수 있음을 보였다. V-PCC 는 포인트 클라우드를 다수의 2 차원 영상으로 변환하고 이를 2D 비디오 코덱으로 부호화한다. 하지만 이 과정에서 각 2 차원 영상간의 정보 유사성을 활용하지 않는다는 단점이 존재한다. 본 논문에서는 Occupancy 영상의 정보를 활용하여 Texture 영상을 효율적으로 부호화할 수 있음을 보였다. 단, 제안 방법은 SAO 및 ALF 기술을 제외하고 작동하고 있으며, 이는 부호화 효율에 악영향을 줄 수 있다. 추후에는 Occupancy 영상의 정보를 활용하여 Texture 영상을 효율적으로 부호화하는 방법에 대해 SAO 및 ALF 기술을 포함할 수 있도록 하는 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)

참고문헌 (References)

- [1] Euee S. Jang et al., "Video-Based Point-Cloud-Compression Standard in MPEG: From Evidence Collection to Committee Draft," IEEE Signal Processing Magazine, Vol.36, Issue.3, May, 2019.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 Doc. MPEG2020/N00012, "V-PCC Codec Description," October, 2020.
- [5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 Doc. MPEG2020/N0038, "Common test conditions for V3C and V-PCC," October, 2020.
- [6] G. Bjøntegaard, "Calculation of average PSNR differences between RDcurves," Technical Report VCEG-M33, ITU-T SG16/Q6, Austin, March, 2001.
- [7] 권대혁, 한희지, 최해철, "Versatile Video Coding 을 활용한 Video based Point Cloud Compression 방법," 한국방송미디어 공학회 학술발표대회 논문집, pp. 375-377, 7 월, 2020.
- [8] 장의선, "MPEG Video-based Point Cloud Compression 표준 소개," 방송과 미디어, pp.18-30, 4 월, 2021.