

## Global grid 기반 V-PCC 콘텐츠 전송 방안

남귀중 김준식 김규현

경희대학교

\*nkj0427@khu.ac.kr, junsik@khu.ac.kr, kyuheonkim@khu.ac.kr

## Global grid based V-PCC contents transmission method

Nam, Kwijung Kim, Junsik Kim, kyuheon

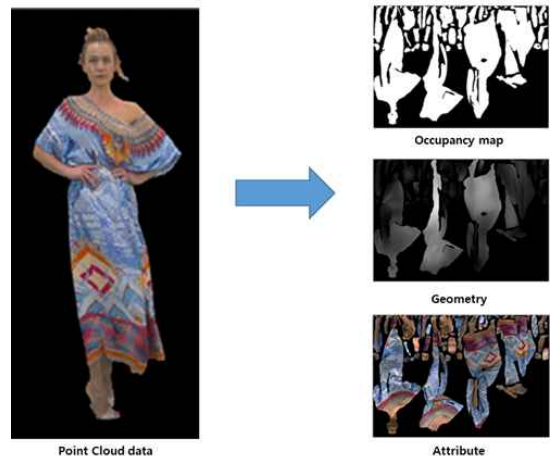
KyungHee University

## 요약

포인트 클라우드는 다수의 포인트로 구성된 3차원 미디어 콘텐츠로, 기존의 2차원 미디어에 비해 방대한 크기를 가진다. 이러한 포인트 클라우드 데이터를 효과적으로 소비하기 위해서는 포인트 클라우드 데이터를 압축하는 것이 필수적으로 요구된다. 이에 따라, 국제 표준화 기구 The Moving Picture Experts Group (MPEG)에서는 2차원 비디오 코덱 기반의 포인트 클라우드 압축 방안인 V-PCC 압축 방안과, V-PCC 비트스트림을 저장하고 전송하기 위한 ISOBMFF 캡슐화 방안에 대한 표준화가 진행되고 있다. V-PCC는 기존의 2차원 비디오 코덱을 이용하기 위해 3차원 포인트 클라우드 데이터를 투영하여 2차원 패치를 생성하고, 생성된 패치를 2차원 그리드에 배치하여 2차원 이미지를 생성한다. 이 때, 생성되는 2차원 이미지는 패치의 모양 차이와 인코딩의 효율성 때문에 Group of Picture(GOP)마다 다른 크기를 갖는다. 이러한 이미지 크기의 차이는 반복적인 디코더 초기화를 유발하여 송신기와 수신기 모두에 큰 부담을 발생시킨다. 이에 본 논문에서는 비트레이트와 메타데이터를 적용적으로 제어하여 V-PCC 비트스트림을 반복적인 디코더 초기화 없이 안정적으로 송수신 하기 위한 Global grid 기반 V-PCC 전송 방안을 제안한다.

## 1. 서론

포인트 클라우드는 다수의 포인트로 표현된 3D 콘텐츠로, 포인트 클라우드의 포인트는  $x$ ,  $y$ ,  $z$ 와 같은 위치 정보와 색상 반사율과 같은 속성 정보로 구성된다. 이러한 포인트 클라우드는 기존의 2D 미디어에 비해 방대한 크기를 가지기에, 효과적인 소비를 위해서 데이터의 압축이 필수적으로 요구된다[1]. 이에 따라 국제 표준화 기구 ISO/IEC 산하 Moving Picture Expert Group (MPEG)에서는 2D 비디오 코덱을 기반으로 하는 포인트 클라우드의 압축 방안인 Video-based Point Cloud Compression(V-PCC)를 표준화 진행 중에 있다[2]. V-PCC 방안은 포인트 클라우드의 법선 벡터를 통해 6개의 참조 평면에 투영하여 패치 데이터를 생성한다. 생성된 패치 데이터는 2D grid에 효율적으로 배치되고 <그림 1>과 같이 Geomtry, Attribute, Occupancy map의 3종류의 2D 이미지로 변환된다. 이러한 2D 이미지는 2D 패치 모양의 차이와 인코딩 효율성으로 인해 Group of Frames(GoF)와 같은 인코딩 단위마다 다른 grid 크기를 갖는다. DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) 및 MPEG Media Transport(MMT)와 같은 기존의 2D 영상 전송 시스템은 가변 프레임 크기의 비디오 시퀀스에 적합하지 않기 때문에, 이러한 비디오 프레임 크기의 차이는 반복적인 디코더 초기화를 유발하고 송신기와 수신기 모두에 큰 부담을 발생시킨다. 이에, 본 논문에서는 V-PCC 비트스트림을 안정적으로 송수신하기 위해 Global grid 기반 V-PCC 효율적인 전송 시스템을 제안한다.

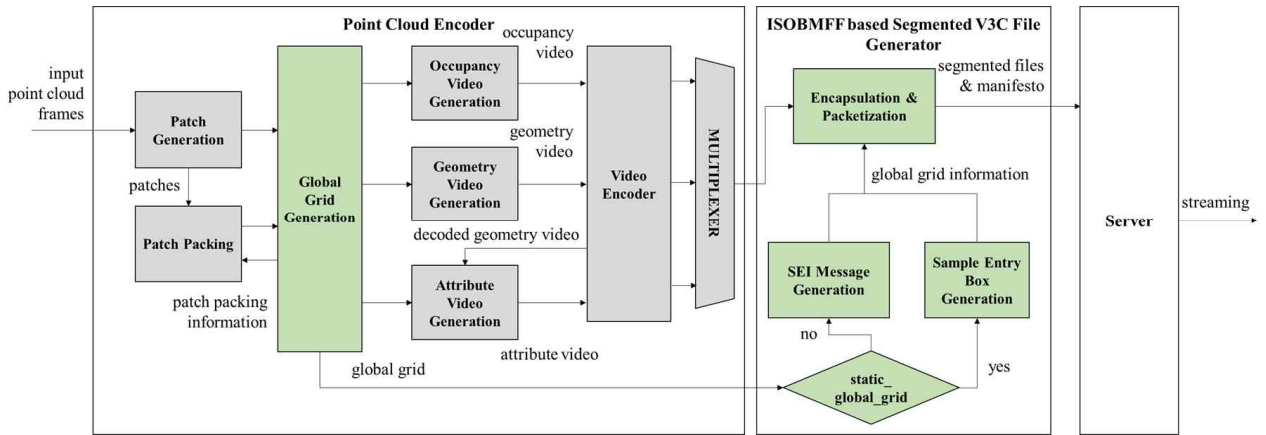


<그림 1> 포인트 클라우드와 3종류의 2D 이미지 예시

## 2. 본론

본 논문에서 제안하는 Global grid 기반 V-PCC 압축 및 전송 시스템의 구조는 <그림 2>와 같으며, 제안 모듈은 파란색으로 강조 표시되어 있다. 제안 시스템 구조는 V-PCC 아키텍처를 기반으로 설계되었으며, ISOBMFF 기반 Segmented V3C 파일 생성(ISOBMFF based Segmented V3C File Generator) 모듈을 통하여 DASH, MMT 등 기존의 다양한 2D 미디어 전송 방식을 지원한다[3][4].

기존의 V-PCC와 동일하게 패치 생성(Patch Generation) 모듈에



<그림 2> Global grid 기반 V-PCC 압축 및 전송 시스템 구조도

서는 입력된 포인트 클라우드 프레임을 패치로 변환하고, 패치 패킹 (Patch Packing) 모듈에서는 생성된 패치를 2D 그리드에 배치한다. 본 논문에서 제안하는 전역 그리드 생성(Global grid Generation) 모듈에서는 패치의 크기 및 3차원 재배치 정보와 같은 패치 패킹 정보를 이용하여 전역 그리드를 계산한다[5]. 전역 그리드는 전역 그리드 생성 모듈의 매개변수와 입력 포인트 클라우드 프레임의 가변성에 따라 정적 또는 동적 특성을 가질 수 있다. 정적 전역 그리드는 모든 GoF가 동일한 프레임 크기를 갖도록 지원하는 반면, 동적 전역 그리드는 인코딩 효율에 따라 여러 GoF가 동일한 프레임 크기를 갖도록 지원한다. 이러한 특성으로 인해 동적 전역 그리드는 정적 전역 그리드보다 높은 압축 효율을 갖지만, 전역 그리드의 크기가 변경될 수 있다. 각 비디오 생성(Video Generation) 모듈은 V-PCC 에서 처리되는 전역 그리드, 패치 및 패치 패킹 모듈을 사용하여 Geometry, Attribute, Occupancy map 비디오를 생성하며, 생성된 비디오는 비디오 인코더(Video Encoder)를 통해 압축되어 V3C 비트스트림을 생성한다.

ISOBMFF 기반 Segmented V3C 파일 생성 모듈은 V3C 비트스트림과 Global grid 정보를 이용하여 Segmented ISOBMFF 파일과 manifesto 파일을 생성한다. 전역 그리드가 정적인지 동적인지에 따라 Supplemental Enhancement Information(SEI) 메시지 생성 모듈 또는 Static Global grid 박스 생성(V3C static global grid Generation) 모듈을 통해 전역 그리드 정보를 생성한다.

정적 전역 그리드의 경우 <그림 3>과 같은 V-PCC 콘텐츠의 Global grid 정보를 저장하는 Static Global grid('sglg') 박스를 Sample Entry 박스에 포함한다. 사용자는 디코더 초기화 시 'sglg' 박스를 통해 제공된 Global grid 정보를 제공받으며, 추가적인 디코더 초기화 없이 포인트 클라우드 시퀀스에 대한 디코딩을 수행할 수 있다.

**Definition**

Box type: 'sglg'  
 Container: Sample Entry ('v3c1', 'v3cg', 'v3cb', 'v3a1' or 'v3ag')  
 Mandatory: no  
 Quality: one

**Syntax**

```
aligned(8) class StaticGlobalGridBox extends FullBox {
    unsigned int(32) global_grid_width;
    unsigned int(32) global_grid_height;
}
```

<그림 3> Static Global grid 박스 Syntax

동적 전역 그리드의 경우 전역 그리드의 크기 변화에 따라 디코더 초기화를 지속적으로 수행해야 하므로 <그림 4>와 같은 SEI 메시지를 사용한다. 제안된 Global grid 초기화 SEI 메시지의 'Global grid initialization flag'는 디코더 초기화 여부를 나타낸다. 'Global grid initialization flag'가 0 값을 가지면 샘플의 전역 그리드의 크기가 이전 샘플의 전역 그리드 크기와 같으므로 디코더 초기화 없이 디코딩을 수행할 수 있으며, 1 값을 가지면, 제공되는 'global grid width' 및 'global grid height' 정보를 통해 디코더가 초기화 되어야 한다. Global grid 초기화 SEI 메시지는 GoF와 같이 일정한 주기로 생성될 수 있다.

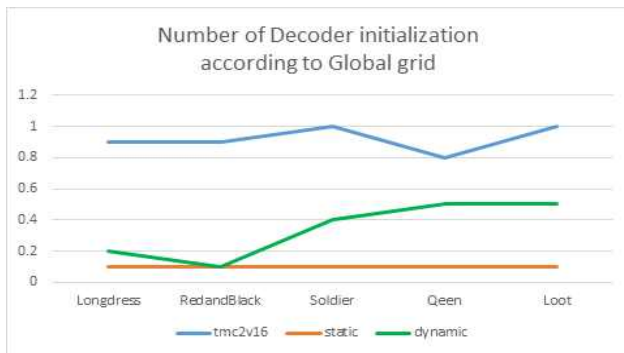
global_grid_initialization(payloadSize) {	Descriptor
frame_initialization_flag	u(1)
Reserved=0	u(7)
If (frame_initialization_flag==1) {	
global_grid_width	u(32)
global_grid_height	u(32)
}	
}	

<그림 4> Global grid 초기화 SEI 메시지 Syntax

제안 시스템에서 생성된 Segmented 파일은 ISOBMFF 표준을 따르므로 DASH, MMT와 같은 기존의 미디어 전송 방식을 통해 전송할 수 있다[7][8]. DASH 기반 전송의 경우 Global grid 초기화 SEI 메시지는 event stream 또는 'emsg' 박스와 같은 이벤트 시그널링 방식을 통해 전달될 수 있으며, MMT 기반 전송의 경우 Global grid 초기화 SEI 메시지는 Application Event Information(AEI) 메시지 'evti' 박스와 같은 이벤트 시그널링 방식을 통해 전달될 수 있다.

### 3. 실험 결과

본 논문에서는 가변적인 그리드 크기에 따른 빈번한 디코더 초기화를 방지하기 위해 Global grid 기반 V-PCC 압축 및 전송 시스템을 제안하였다. 본 장에서는 제안된 기술의 타당성을 확인하기 위해 Global grid 기반 V-PCC의 인코딩 효율 및 디코더 초기화 횟수를 실험을 통해 확인한다. 실험에 사용된 Global grid 기반 V-PCC 소스 코드는 V-PCC reference software TMC2v16.0을 기반으로 개발되었으며, 실험 시퀀스는 V-PCC Common Test Conditions(CTC)의 "Soldier", "Queen", "Longdress", "Red and Black" 및 "Loot" 콘텐츠를 사용하였다. <그림 5>에서 볼 수 있는 바와 같이 제안된 Global grid 기반 V-PCC 압축 및 전송 시스템은 유사한 비디오 프레임 크기로 점유, 기하학 및 속성 비디오 시퀀스를 생성하여 디코더 초기화 횟수를 감소 감소시킨다. 또한, 정적 Global grid가 동적 Global grid에 비해 디코더 초기화 횟수를 더 많이 감소시키는 것을 확인할 수 있다.



<그림 5> Global grid에 따른 디코더 초기화 횟수

따라서 본 논문에서 제안된 Global grid 기반 V-PCC 압축 및 전송 시스템은 디코더 초기화 횟수를 감소시켜 클라이언트 부담을 감소시킬 수 있는 것을 확인하였다.

### 4. 결론

기존의 V-PCC 기술은 비디오 프레임 크기가 유사한 비디오 시퀀스를 보장할 수 없기 때문에 빈번한 디코더 초기화를 유발하여 클라이언트에 큰 부담을 준다. 이에 따라 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 Global grid 기반 V-PCC 압축 및 전송 시스템을 제안하였으며, 제안된 기술을 검증하기 위한 실험을 진행하였다. 본 논문에서 제안된 시스템은 디코딩 횟수를 크게 감소시켜 클라이언트의 부담을 경감시키는 것으로 확인되었다. 또한, 글로벌 그리드를 진행함에 따른 V-PCC 압축 성능 차이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### ACKNOWLEDGMENT

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)

### 5. 참고문헌

- [1] "Call for proposals for point cloud compression v2," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG 2017/N16763, Hobart, AU, Apr. 2017.
- [2] "Text of ISO/IEC DIS 23090-5 Visual Volumetric Video-based Coding and Video-based Point Cloud Compression 2nd Edition N00188," ISO/IEC JTC1/SC29 WG7 3DG, Online, Jul. 2021.
- [3] "Draft text of ISO/IEC FDIS 23090-10 Carriage of Visual Volumetric Video-based Coding Data," ISO/IEC JTC1/SC29/WG3/N00163, Jan. 2021.
- [4] "ISO/IEC 14496-12 - MPEG-4 Part 12 ISO base media file format," Jul. 2014.
- [5] "V-PCC codec description, document N00012," ISO/IEC JTC1/SC29 WG7 3DG, Online, Oct. 2020.
- [6] "ISO/IEC 23009-1:2014 (Second edition), Information technology Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) Part 1: Media presentation description and segment formats," 2014.
- [7] "ISO/IEC 23008-1 Information Technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part 1:MPEG Media Transport (MMT)," 2014.
- [8] "V-PCC Test Model v16 N00211," ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 3DG, Oct. 2021.