

# 증강현실을 위한 포인트 클라우드 비디오 렌더러 설계 및 구현

김민석, 이수연, 안은빈, 김아영, 서광덕\*  
연세대학교 소프트웨어학부

2018253057@yonsei.ac.kr, sy\_lee@yonsei.ac.kr, eunbin.an@yonsei.ac.kr,  
aykim90@yonsei.ac.kr, \*kdseo@yonsei.ac.kr

## Design and Implementation of Point Cloud Video Renderer for Augmented Reality

Min-suk Kim, Su-yeon Lee, Ayoung Kim, Eun-vin An, and Kwang-deok Seo\*  
Division of Software, Yonsei University

### 요약

현대의 획기적인 컴퓨팅 및 통신 기술 발전에 따라 다양한 형태의 미디어가 지원되면서 실감 미디어에 대한 관심이 크게 증가하였으며, 특히 실생활에서 활용하기 쉬운 AR (Augmented Reality) 콘텐츠에 대한 사용자의 요구가 많아지고 있다. 하지만 AR 콘텐츠에서 포인트 클라우드 비디오를 시각화하여 재생할 수 있는 렌더러의 상용화는 아직 미미한 상황이다. 본 논문에서는 폴리곤 파일 포맷 데이터를 분석하고 파싱함으로써 포인트 클라우드 비디오를 재생하는 방법을 제안한다. 또한, Google AR Core 를 이식한 안드로이드 기반의 AR 을 위한 포인트 클라우드 비디오 렌더러를 구현하고 테스트하였다.

### I. 서론

최근 수 년간 획기적으로 개선된 컴퓨팅 파워 및 통신 기술은 기존 2 차원 콘텐츠를 뛰어넘어 AR (Augmented Reality) 및 VR (Virtual Reality), XR (eXtended Reality) 등 사용자 하여금 보다 실감나는 형태의 콘텐츠 소비를 가능케 하는 3 차원 형태의 실감 미디어(Immersive media) 콘텐츠에 대한 연구 수요를 촉발케 하는 계기가 되었다[1]. 그 중, AR 기술은 실감미디어를 현실에서 볼 수 있게 함으로써 사용자 편의를 증대하고 차세대 모바일 시장의 형태를 변혁할 기술로써 각광받고 있다. 이에 전문시장 조사기관인 트렌드포스 (TrendForce)는 2020 년부터 2025 년까지 AR/VR 기기 시장의 예상 성장률이 53.1%라고 예측한 바 있다[2]. 이러한 AR 기술의 대표적인 데이터셋이라 할 수 있는 포인트 클라우드(Point cloud)는 3 차원 좌표상의 포인트들의 Attribute 값을 통해 콘텐츠의 특징을 해석하는 방식이다[3]. 동 방법론은 3 차원 미디어의 표현에는 수십 혹은 수백만 개의 포인트가 적용되어 콘텐츠의 볼륨이 크다는 제약이 있다. 이에 ISO MPEG 표준화 단체에서는 V-PCC(Video-based Point Cloud Compression)[4]와 G-PCC(Geometry-based Point Cloud Compression)[5] 등과 같이 포인트 클라우드 압축에 관한 연구가 활발히 진행되었다. 하지만, 이러한 압축 기술 표준 연구에도 불구하고 안드로이드 기반의 AR 환경에서 포인트 클라우드 콘텐츠를 시각화하여 재생할 수 있는 어플리케이션의 개발은 부족한 상황이다. 따라서, 본 논문에서는 AR 콘텐츠를 위한 안드로이드

기반의 포인트 클라우드 비디오 렌더러를 제안하고자 하며 전체 구조는 그림 1 과 같다.

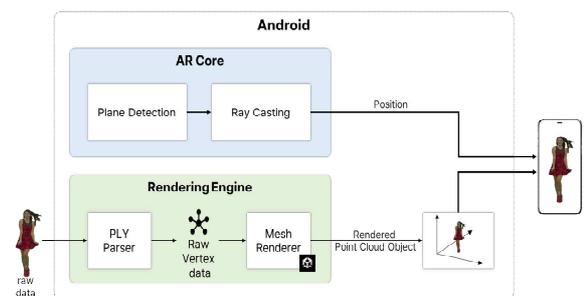


그림 1. 포인트 클라우드 비디오 렌더러 구조도

### II. 본론

본 논문은 Google AR Core 를 이식한 포인트 클라우드 비디오 렌더러 구현을 위해 Unity 를 기반으로 구현을 진행하였다. 현재, Unity 는 PLY 파일형식을 지원하지 않기 때문에 해당 파일 형식을 Unity 에 로드하여 사용하기 위해서는 구조를 분석할 필요가 있다.

#### 2.1. PLY 파일형식 구조

PLY(Polygon File Format)[6] 파일형식은 3D 스캐너의 3 차원 데이터를 저장하도록 설계되었으며, 90 년대 중반 그렉 터크 (Greg Turk) 등이 스탠포드 그래픽스 연구소에서 Wavefront .obj 형식에서 영감을 얻어 개발하였다. 전형적인 PLY 파일의 구조는 Header, Vertex List, Face List 및 lists of other elements 로

구성되어 있다. Header 는 표 1 과 같이 구성되며, Vertex List, Face List 등은 header 에서 설명하는 element 에 의해 각 List 의 총 행 수가 정해지고, 각 Property 는 element 에 속하는 속성의 순서와 데이터 타입을 정의한다. 즉, Property 의 개수가 List 의 열 수라고 할 수 있다.

표 1. PLY 파일 Header 의 구조

구조		내용
ply		헤더의 시작
format		ascii/binary, 해당 포맷의 버전
Comment		파일의 주석
element	<element-name> <number-in-file>	PLY가 가지는 element 및 개수 정의
property	<data-type> <property-name-1>	element 에 속하는 property 의 데이터
property	<data-type> <property-name-2>	유형과 해당 데이터가 나타나는 순서
property	<data-type> <property-name-3>	정의
...		
element	<element-name> <number-in-file>	
property	<data-type> <property-name-1>	
...		
end_header		헤더의 끝

### 2.2. 포인트 클라우드 렌더링을 위한 데이터 파싱

Unity 는 PLY 파일형식을 지원하지 않기 때문에 렌더링을 위해 PLY 파일의 파싱은 필수적이다. PLY 파일의 header 부분에서 포인트 클라우드 데이터 파싱을 위해 필요한 정보들인 element vertex 로 정의되는 총 정점 개수와 각 정점의 위치 정보인 x, y, z 좌표 및 색상 정보인 r, g, b 에 해당하는 property 정보를 확인한다. 그리고 해당 정보들을 기반으로 PLY 파일의 vertex list 에서 실질적으로 사용할 속성정보들을 추출하여 raw vertex 데이터로 구성한다. 이렇게 구성된 raw vertex 데이터는 Unity 의 Mesh Filter 와 Mesh Renderer 를 통해 PC 상에서 포인트 클라우드 객체로 렌더링 된다. Mesh Filter 를 통해 정의된 3 차원 형상정보는 총 42 개의 sub mesh 로 분할되어 포인트 클라우드 객체로 렌더링 되며, 최종적으로 하나의 큰 mesh 의 Gameobject 로 생성된다.

### 2.3. AR 을 위한 포인트 클라우드 비디오 재생 실험

재생 실험은 삼성 갤럭시 노트 23 울트라 모델을 사용한 Android 14 (API Level 34), RAM 4GB 환경에서 진행하였다. Google AR Core 의 AR Plane Manager 를 통해 현실 세계에서 포인트 클라우드 객체가 렌더링 될 바닥을 검출하고, Polygon Plane 으로 표현한다. 그림 2 에서는 복도의 특정부분이 노란색 Polygon Plane 으로 표현된 것을 볼 수 있다. 또한, 화면의 증점으로부터 Ray Casting 을 통해 Polygon Plane 과 가상의 광선이 처음으로 교차하는 지점의 좌표를 특정하고 Position 으로 추출한다. Position 은 Vector3 형식으로 제공되어 테스트 시퀀스가 안드로이드 기반의 포인트 클라우드 비디오를 재생할 수 있다. 재생 결과는 그림 2 와 같다.



그림 2. 포인트 클라우드 비디오 재생 결과

## III. 결론

포인트 클라우드 비디오 재생을 위한 렌더러 애플리케이션을 모바일 단말기에서 테스트한 결과, 테스트 시퀀스를 파싱하는 과정에서 한 프레임 당 약 5 초의 처리 지연시간이 발생한다. 따라서 원활한 재생을 위해 모든 프레임을 미리 로드해야 하고, 재생할 포인트 클라우드 비디오의 용량만큼 메모리 공간이 충분히 있어야 한다. 이 결과 PC 의 가상환경에서는 원활한 재생이 가능했지만 모바일 환경에서는 램 여유공간에 따라 렌더링에 딜레이가 생기거나 애플리케이션이 강제종료 되었다. 또한, PC 와 모바일 단말기 간의 하드웨어 성능 차이로 인해 모바일 기기에서 확인한 렌더링 된 포인트 클라우드 객체의 시각적 품질이 상대적으로 낮은 것을 확인할 수 있었다. 하드웨어 성능 차이로 인해 발생하는 모바일 단말기와 PC 간의 품질 차이는 필연적이나, 그 격차를 줄이는 방안으로 포인트 클라우드 데이터를 다운스케일링하는 등의 방법으로 재생 시 발생하는 포인트 손실을 줄이는 방법 등에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 한다. 그리고 PLY 파일 파싱 과정에서 발생하는 지연시간을 줄이기 위해 파싱 코드를 최적화할 필요가 있다.

## ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2021R1F1A1048404), and the MIST(Ministry of Science, ICT), Korea, under the National Program for Excellence in SW, supervised by the IITP in 2023 (2019-0-01219).

## 참 고 문 헌

- [1] D. Kim, J. Kim and K. Kim, "Region Selective Transmission Method of MMT based 3D Point Cloud Content," Journal of Broadcasting Engineering, Vol.25, No.1, pp.25-35, 2020.
- [2] Jason Tsai, "AR/VR Devices Shipment Projected to Reach 43.2 Million Units in 2025, Driven by Glasses-Like AR/VR Devices, Says TrendForce," 2020, (<https://www.trendforce.com/presscenter/news/20200723-10401.html>).
- [3] P. A. Chou, M. Koroteev and M. Krivokuć a, "A Volumetric Approach to Point Cloud Compression-Part I: Attribute Compression," IEEE Transactions on Image Processing, Vol.29, pp. 2203-2216, 2019.
- [4] ISO/IEC 23090-5:2023, "Coded representation of immersive media — Part 5: Visual volumetric video-based coding (V3C) and video-based point cloud compression (V-PCC)"
- [5] ISO/IEC 23090-9:2023, "Coded representation of immersive media — Part 9: Geometry-based point cloud compression"
- [6] G. Turk, "The ply polygon file format," Recuperado de, 1994.