

MPEG Geometry-based Point Cloud Compression(G-PCC) 표준 기술

□ 허혜정 / LG전자

요약

본고는 3차원 데이터인 포인트 클라우드(Point Cloud)와 ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7 MPEG(Moving Picture Experts Group) 3DGH(Coding for 3D Graphics and Haptics) 그룹에서 진행하고 있는 포인트 클라우드 압축 표준인 G-PCC(Geometry-based Point Cloud Compression)의 주요 기술에 대해서 설명한다.

I. 서론

3차원 미디어를 위한 3차원 데이터 취득 및 사용 서비스가 점차 늘어가고 있다. 모바일 기기에 3차원 공간 데이터를 취득하는 센서가 탑재되고, XR 장비에 실감있는 영상을 위해 3차원 영상 캡처 장비와 미디어 플레이 장비가 추가되는 등 소비자들에게 3차원 미디어 서비스가 시작되고 있다. 로봇 및 자율 주행에 사용되는 공간 데이터 또한 3차원 데이터로 소비자에게 직접적으로 제공되는 3차원 공간 서비스는 아니지만, 간접적으로 생성 및 사용되고 있다.

본고는 3차원 데이터의 한 종류인 포인트 클라우드에 대해 소개하고 MPEG 3DGH 그룹에서 진행하고 있는 포인트 클라우드의 압축 방법인 G-PCC의 압축 기술을 살펴보고자 한다.

II. 포인트 클라우드

본 절에서는 포인트 클라우드, 생성 방법, 활용 예시, 그리고 데이터 크기에 대해 살펴본다.

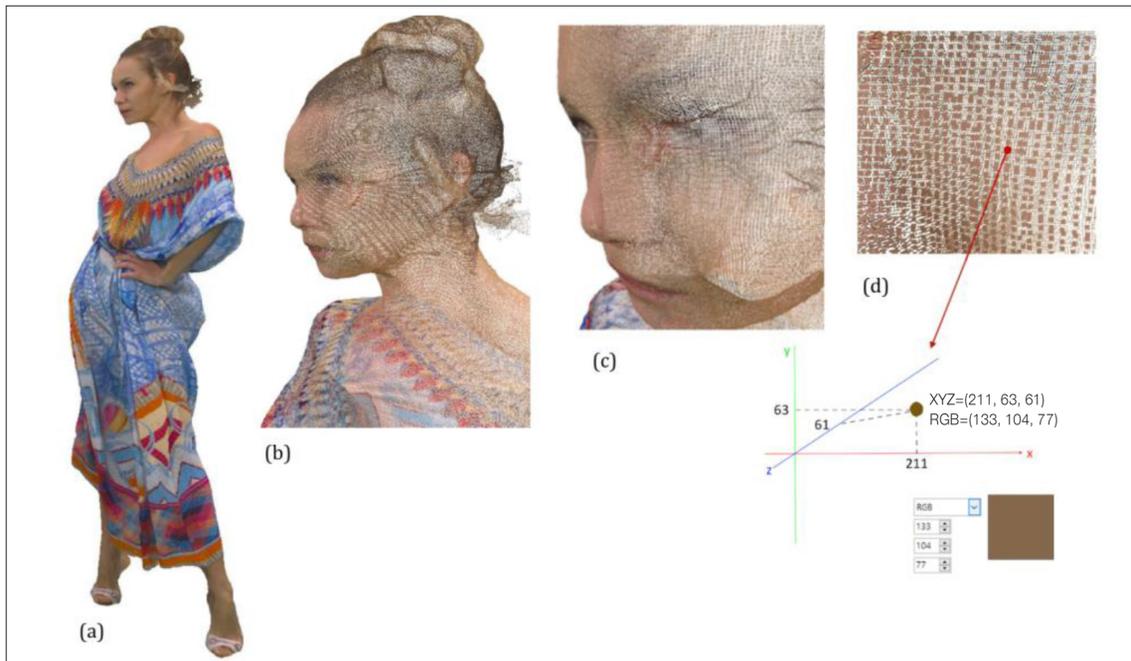
1. 3차원 포인트들의 집합

포인트 클라우드란 3차원 포인트들의 집합이다. <그림 1> (a) 포인트 클라우드 콘텐츠를 확대(zoom-in)하면 <그림 1>의 (d)와 같은 포인트들로 구성된 형태를 확인할 수 있다.

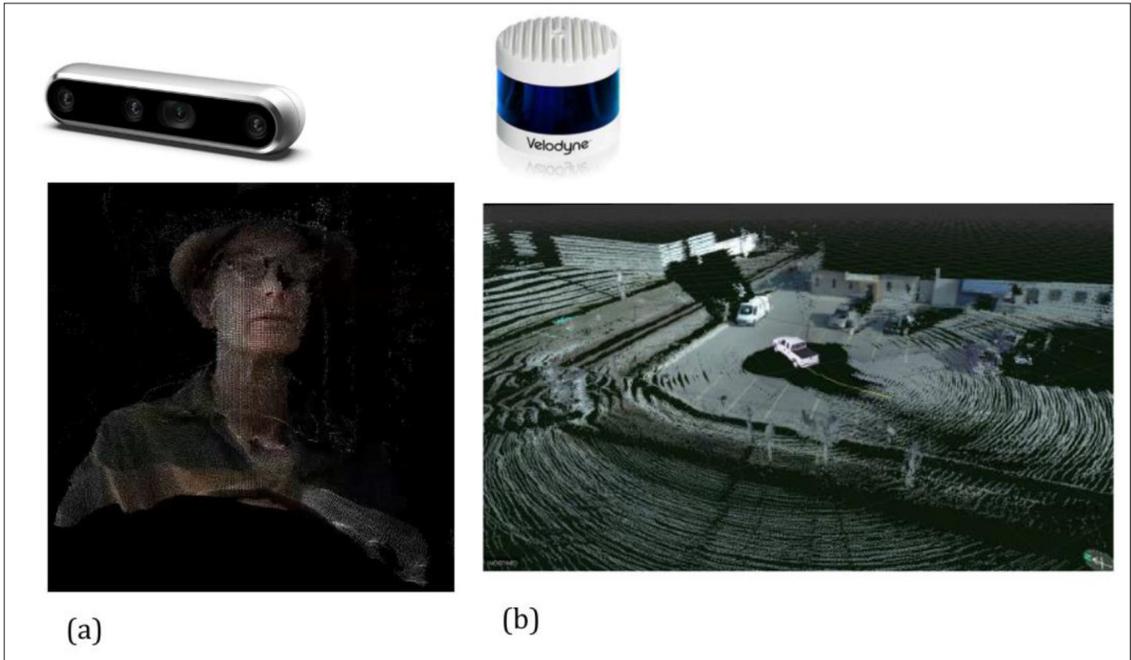
포인트 클라우드를 구성하는 각 포인트들은 지오메트리 정보(geometry)와 어트리뷰트 정보(attribute)를 가질 수 있다. 지오메트리 정보는 각 포인트의 위치 정보 (X, Y, Z)를 갖고, 어트리뷰트 정보는 각 포인트의 색상 정보 (R, G, B) 또는 (Y, U, V), 반사율(reflectance), 또는 캡처된 시간 등 다양한 정보를 담고 있을 수 있다. 포인트 클라우드의 포인트들은 포인트들 간의 관계가 존재하지 않는다. 따라서 포인트들의 순서를 바꿔도 같은 3차원 모델에 변화가 없다.

2. 비주얼 캡처 영역과 비주얼 합성 영역의 컨버전스

3차원 데이터 타입 중에 포인트 클라우드에 대해 관심을 갖는 이유는 비주얼 캡처(visual capture) 영역과 비주얼 합성(visual synthesis) 영역을 하나로 모을(converge) 수 있는 가능성을 갖고 있기 때문이다. 다양한 종류의 카메라를 통해 캡처하는 영역을 비주얼 캡처, Unity, CAD 등과 같은 툴을 통해 가상 세계를 생성하는 영역을 비주얼 합성이라는 용어를 사용할 때, 이 두 영역을 모아줄 수 있는 영역을 포인트 클라우드가 제공할 수 있다. 그러나 아직은 발전이 필요하다. 포인트 클라우드를 캡처할 수 있는 카메라로 캡처해서 바로 가상 세계를 생성할 수 있지만, 퀄리티를 보장하기 위해서 현재는 캡처한 포인트 클라우드를 보정(retouch)하는 추가 작업이 필요하다. <그림 2>는 포인트 클라우드를 캡처할 수 있는 장비의 예시를 보



<그림 1> 포인트 클라우드 콘텐츠 예시



<그림 2> 포인트 클라우드 캡처 장비와 캡처된 데이터의 예시 (a) 리얼센스[1] (b) 벨로다인(Velodyne)[3,4]

여 준다. 인텔의 리얼센스(Realsense)[1], MS사의 키넥트(Kinect)[2] 등과 같은 장비들은 깊이 센서(depth sensor)를 통해 3차원 포인트들의 지오메트리 정보를 캡처하고, RGB 카메라를 통해 캡처된 이미지를 통해 포인트들에 적합한 색상값을 매핑시켜서 포인트 클라우드의 어트리뷰트 정보를 생성할 수 있다. 라이다 장비는 펄스 레이저의 송수신을 통해 지오메트리 정보와 반사율 정보를 캡처해서 포인트 클라우드 어트리뷰트 정보를 생성할 수 있다.

3. 증강 현실

포인트 클라우드는 현실을 증강(augmented reality)시켜줄 수 있다. 엔터테인먼트를 예를 들면, 포인트 클라우드는 3차원 데이터이다. 3차원 데이터는 하나의 콘텐츠를 고정된 하나의 뷰에서만 볼 수 있는 것이 아니라, 서로 다른 뷰, 즉 소비자가 원하는 뷰에서 볼 수 있는 장점을 갖고 있다. 소비자가 선택해서 보는 뷰는 높은 몰입감을 제공할

수 있다. 3차원 가상 통화와 실감 영상 재생에 사용될 수 있다. 구글의 홀로그래픽 비디오 컨퍼런스 시스템[5]이나 애플의 비전 프로[6]와 같이 실감 영상을 캡처하고 플레이할 수 있는 도구에 활용 가능하다. 로봇의 비전, 자율 주행에 활용 가능하다. 로봇이 발전할수록, 자율 주행이 고도화될수록 정교한 3차원 데이터를 실시간으로 캡처해서 활용할 수 있는 영역이 필요하다. 그 외에 3차원 데이터의 쓰임새와 마찬가지로 캡처된 실제 지형 데이터를 기반으로 실험하는 용도, 현재 갈 수 없는 곳을 흥미롭게 경험할 수 있는 교육 용도 등에 활용함으로써 현실을 증강시켜줄 수 있다.

4. 데이터 크기

포인트 클라우드 데이터 크기는 사용 용도를 고려하여 선택된 장비의 구성에 따라서, 후처리(post-processing) 방법 및 정도에 따라서 다양할 수 있다.

예시를 들어 가상의 공간을 만들 때 필요한 데이터 크기

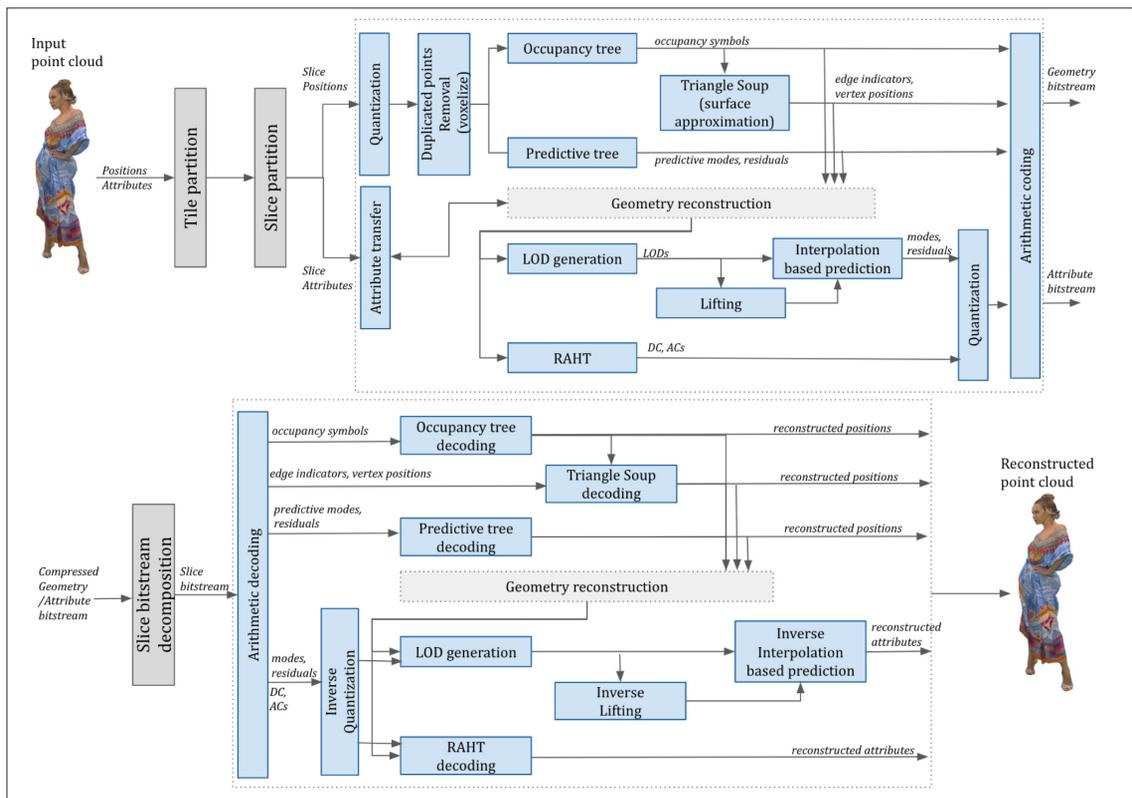
를 계산해 보려고 한다. 예를 들어, <그림 1>의 캐릭터의 경우 한 프레임에 약 80만 개의 포인트로 구성되고 지오메트리 정보를 표현하기 위해 각 축 좌표에 10 비트를 사용했다. 즉, 한 프레임당 약 5.4 MB(=54x80만)의 데이터 크기이다. 30 fps(frames per second)의 경우, 162 MBps를 필요로 하게 된다. 3차원 서비스의 경우, 90 fps를 평균적으로 지원하고 있고, 이를 위해서는 486 MBps를 필요로 할 것이다. 한 씬(scene)에 여러 캐릭터들이 등장한다고 하면, 1초에 보내야 하는 데이터의 크기는 계속 추가된다. 캐릭터가 움직이는 공간이 디지털 트윈으로 구성된 포인트 클라우드라고 가정해 본다. MPEG에서 테스트 데이터 [7]로 사용하는 스탠포드 데이터는 스탠포드 대학교 내의 건물 중에 하나의 내부를 캡처한 포인트 클라우드 콘텐츠이다. 한 프레임에 4천300만 개의 포인트로 구성되어 있

다. 지오메트리 정밀도는 20 비트이다. 데이터 크기는 한 프레임에 약 455 MB이다. 본 예시에 기반해서 하나의 씬을 생성하기 위해 하나의 정적 공간과 하나의 동적 캐릭터만 있어도 941 MBps를 필요로 한다.

3차원 데이터 포인트 클라우드를 활용하는 3차원 미디어 서비스를 소비자에게 효율적으로 제공하기 위해 압축 기술이 필요하다.

III. MPEG G-PCC

본 절에서는 MPEG 3DGH에서 진행하고 있는 G-PCC의 주요 기술에 대해 살펴본다. <그림-3>은 G-PCC 참조 소프트웨어(reference software)[8]의 구조도를 보여준다.



<그림 3> G-PCC 참조 소프트웨어 구조도

G-PCC의 압축은 두 단계로 진행된다. 지오메트리 정보 압축을 수행하고, 압축된 비트스트림을 기반으로 재구성된 지오메트리 정보를 바탕으로 어트리뷰트 정보를 압축하는 형태이다.

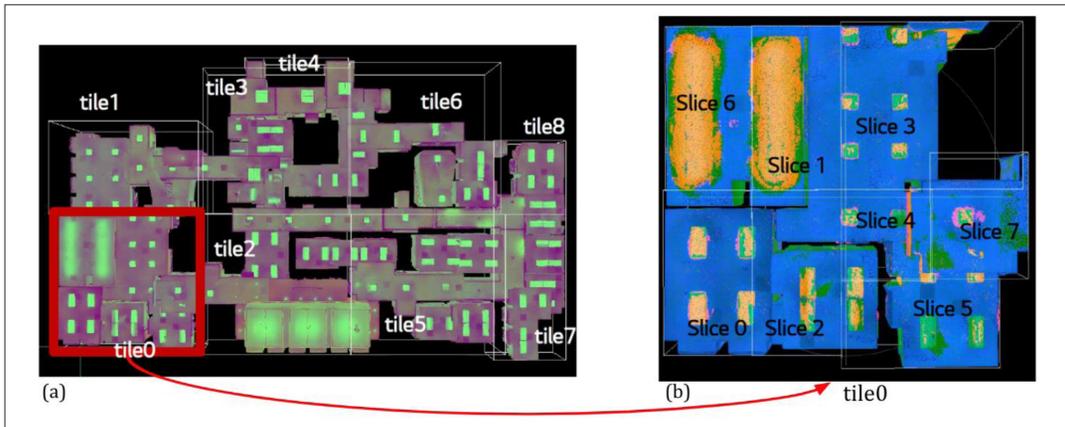
지오메트리 코딩 방법에는 오큐판시 트리(Occupancy tree) 코딩, 예측 트리(Predictive tree) 코딩 그리고 트라이앵글 스푼(Triangle Soup) 코딩이 있다[9]. 포인트 클라우드는 콘텐츠별로 상이한 특성을 가지고 있다. 콘텐츠 특성에 따라서 압축 툴의 성능이 차이가 발생하여 다양한 툴들로 구성되어 있다. 콘텐츠의 특성에 맞는 지오메트리 툴 하나를 선택해서 지오메트리 정보를 압축할 수 있다. 어트리뷰트 코딩 방법에는 예측/리프팅 변환(Predicting/Lifting Transform)과 RAHT(Region-Adaptive Hierarchical Transform)가 지원된다[9]. 어트리뷰트 코딩도 하나의 기술을 선택해서 압축을 수행할 수 있다. MPEG G-PCC의 콘텐츠 그룹별 각 툴의 성능을 비교해 놓은 문서를 참조할 수 있다[10].

1. 타일과 슬라이스

포인트 클라우드를 영역 분할하기 위해 타일(tile)로 분할할 수 있다. 포인트의 위치를 타일 사이즈로 나누어 분

할한다. 각 타일은 분할된 포인트 클라우드를 감싸는 바운딩 박스의 위치와 크기 정보를 갖는다. <그림 4> (a)는 타일의 예시를 보여준다. 건물을 타일들로 영역을 분할하고, 위치 정보와 크기 정보를 통해 필요한 데이터만을 디코딩해서 효율을 높일 수 있다. 타일들은 영역이 중복될 수 있다.

하나의 타일은 병렬처리를 위해 슬라이스(slice)들로 분할할 수 있다. 하나의 슬라이스는 최대 110만 포인트, 최소 50만 포인트를 갖도록 권장한다. 병렬처리의 효율성을 높이기 위해 너무 적은 포인트를 갖는 슬라이스들을 생성하는 것을 막고, 효율적으로 병렬처리를 하기 위한 기준이다. 분할 방법은 다양할 수 있다. G-PCC 참조 소프트웨어에는 유니폼 스퀘어(Uniform square) 분할 방법, 옥트리(Octree) 분할 방법 등 다양한 분할 방법이 지원된다. 유니폼 스퀘어의 경우, 전체 타일의 영역을 정육면체로 분할하고, 각 영역에 속하는 포인트 수에 따라서 통합(merge)/분할(split) 과정을 거쳐서 슬라이스로 분할한다. 옥트리 분할 방법은 특정 옥트리 레벨(l)의 노드들을 각각 하나의 슬라이스로 구성한다. 단, 각 노드의 포인트 수가 기준보다 많다면, 다음 레벨($l+1$)의 노드를 슬라이스로 구성한다. <그림 4> (b)는 <그림 4> (a)의 tile0에 대해서 슬라이스 분할한 예를 보여준다.



<그림 4> 타일과 슬라이스 분할 예시 (a) 타일 분할 (b) 슬라이스 분할

슬라이스 분할이 완료되면, 슬라이스별로 인코딩/디코딩이 진행된다.

2. 지오메트리 코딩: 오큐판시 트리

오큐판시 트리 지오메트리 코딩은 지오메트리 정보를 옥트리 구조 기반으로 재귀적으로 옥트리 노드들로 분할하고 옥트리 노드들에 포인트가 존재하는지 여부, 즉 오큐판시(occupancy) 정보를 비트로 표현하여 인코딩하는 방법이다.

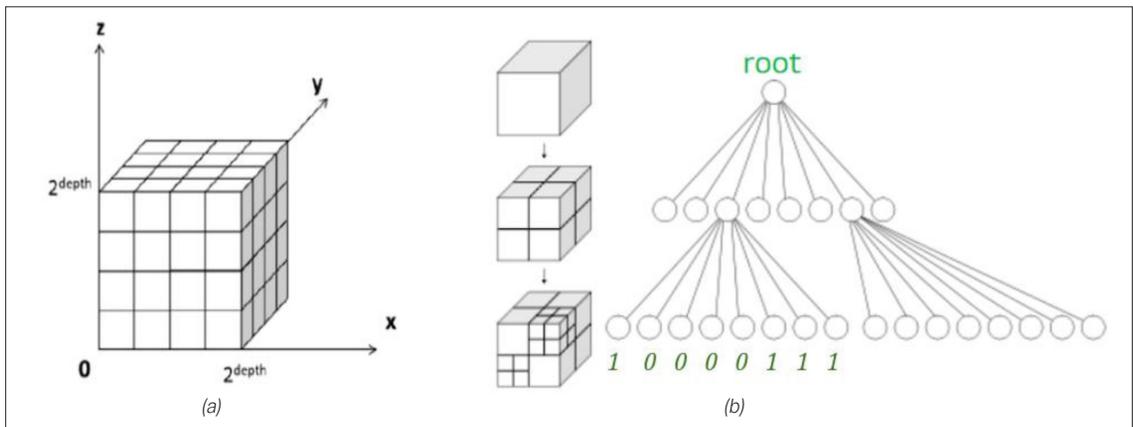
포인트들을 지오메트리 위치 정보 (X, Y, Z)를 기반으로 옥트리를 생성한다. 옥트리 생성을 위해 포인트 클라우드를 둘러싸고 있는 바운딩 박스의 최솟값과 최댓값을 ($0, 2^d$)으로 구성하기 위한 2^d 의 최솟값을 찾는다. d 는 옥트리의 깊이(depth)가 된다. 2^d 를 각 축의 크기로 갖는 바운딩 박스가 옥트리의 루트 노드가 되고, 각 축을 이등분하여 8개의 서브 노드를 만들어 다음 레벨의 옥트리 노드를 생성한다. 생성된 서브 노드들을 다시 8개의 서브 노드들로 나누고, 나누어진 노드가 복셀($1 \times 1 \times 1$)의 크기가 될 때까지 나누어진다. 옥트리의 8^d 의 리프(leaf) 노드는 복셀에 해당한다. <그림 5>는 오큐판시 트리 생성 방법을 보여준다.

옥트리의 각 노드에 포인트가 존재하는지 여부에 따라 오큐판시 코드를 생성한다. 1 비트로 구성되고, 포인트가 존재하면 1이고 포인트가 존재하지 않으면 0으로 표현된다. 각 노드는 8개의 서브 노드를 갖게 되므로 1 바이트 오큐판시 코드를 갖게 된다. 옥트리의 루트로부터 너비 우선 탐색 순서(breadth-first traversal order)로 오큐판시 코드들을 엔트로피 코딩을 수행하여 압축한다.

3. 지오메트리 코딩: 예측 트리

G-PCC는 라이다 장비를 통해 캡처된 포인트 클라우드 데이터에 효율적인 코딩 방법으로 예측 트리 지오메트리 코딩을 지원한다. 오큐판시 트리 지오메트리 코딩 대비 인코딩 및 디코딩의 복잡도(complexity)가 낮고, 저지연(low-latency) 인코딩을 지원할 수 있다는 장점이 있다. 예측 트리 지오메트리 코딩은 지오메트리 정보를 예측 트리를 생성하고 생성된 예측 트리를 기반으로 지오메트리 위치 정보를 예측하고 예측된 포인트와 현재 포인트의 잔차값을 코딩하는 방법이다.

포인트들을 정렬을 수행할 수도 있고, 또는 캡처 장비에서 이미 정렬된 형태로 포인트 클라우드가 저장될 수도 있다. 예를 들어 스피닝 라이다 장비의 경우, 특정 방위각

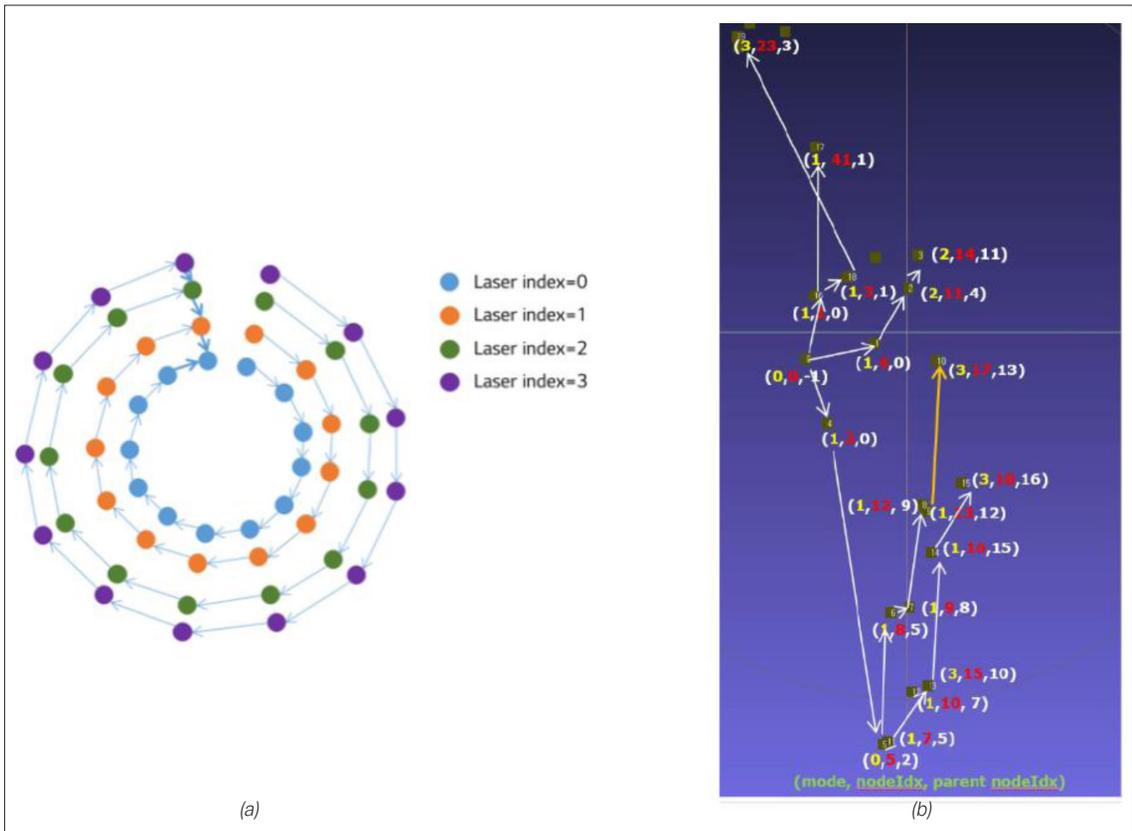


<그림 5> 오큐판시 트리 생성과 오큐판시 코드 예시

(azimuth)에서 포인트들을 캡처하고, 회전한 후 포인트들을 캡처하는 형태로 진행된다. 이렇게 캡처되는 저장된 데이터는 방위각 기준으로 이미 정렬된 데이터일 수 있다. 정렬된 또는 입력 순서에 따라서 예측 트리 생성을 진행한다.

G-PCC 참조 소프트웨어에서 제공하는 예측 트리 생성 방법에는 각도(angular) 기반 예측 트리 생성 방법과 KD-Tree 기반 예측 트리 생성 방법 두 가지를 지원한다. 각도 기반 예측 트리 생성 방법은 스피닝 라이다로부터 캡처된 포인트 클라우드 데이터에 적용할 수 있는 방법으로 라이다의 센서 구성값(센서 개수, 각 센서별 방향값, 각 센서별 높이값, 각 센서별 회전 속도 등)이 필요하다. 각 센서별 먼저 입력받은 포인트를 부모 노드로 설정하고, 각 센서의

첫 번째 포인트들은 이전 센서의 첫 번째 포인트를 부모 노드로 설정하여 트리를 생성한다. 이 방법은 빠르게 예측 트리를 생성할 수 있다는 장점을 갖고 있다. KD-Tree 기반 예측 트리 생성 방법은 장비의 설정값을 알지 못해도 적용할 수 있으나 KD-Tree 기반 포인트 검색 시간이 소요된다는 단점이 있을 수 있다. 정렬된 또는 입력 순서에 따라서 포인트들을 예측 트리에 등록할 수 있다. 예측 트리에 등록할 때 등록하려는 포인트가 예측 트리에 등록된 노드들 중에 가장 가까운 노드를 선택하고, 선택된 노드에 등록된 자식 노드가 3개 이하일 경우 선택된 노드의 자식 노드로 현재 포인트를 등록한다. 모든 포인트들이 예측 트리에 등록될 때까지 반복한다. <그림 6>은 예측 트리 생성의 예를 보여준다.



<그림 6> 예측 트리 생성 예시 (a) 각도 예측 트리 (b) KD-Tree 기반 예측 트리

예측 트리가 생성되면, 예측 트리를 깊이 우선 탐색 순서(depth-first traversal order)로 루트 노드부터 예측을 수행한다. 예측 모드 0은 예측값이 없는 경우, 예측 모드 1은 부모(parent) 노드의 위치값을 예측값으로 사용하고, 예측 모드 2는 조부모(grandparent)노드와 부모 노드의 위치 차이값을 부모 노드 위치에 더한 값을 예측값으로 사용한다. 예측 모드 3은 증조부모(great grandparent) 노드와 조부모 노드의 위치 차이값을 부모 노드 위치에 더한 값을 예측값으로 사용한다. 네 가지 예측 모드에서 RDO(Rate-Distortion Optimization)를 통해 최적의 모드를 구하고 선택된 모드로 위치를 예측한다. 선택된 모드와 예측된 위치값과 현재 포인트의 위치값의 잔차값을 엔트로피 코딩을 수행하여 압축한다.

4. 지오메트리 코딩: 트라이앵글 스텝

트라이앵글 스텝 지오메트리 코딩은 옥트리 노드 내 지오메트리 정보를 삼각형 메쉬로 근사화(surface approximation)하여 코딩하는 방법이다. 근사화 방법이 기 때문에 손실 압축만을 지원하고, 라이더 콘텐츠와 같이 밀도가 낮은(sparse) 경우에 적용하기 어렵다.

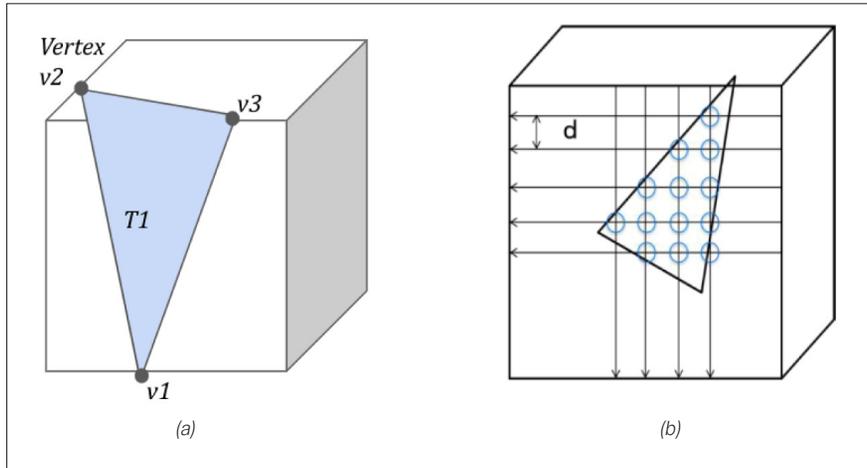
트라이앵글 스텝을 적용할 옥트리 레벨을 l 이라고 하면, $l-1$ 레벨까지 오큐판시 코딩을 수행한다. l 레벨에서 트라이앵글 스텝 방법을 통해 삼각형 평면을 근사화한다.

삼각형 평면 근사화를 위해 정점(vertex) 결정 단계를 수행한다. l 레벨에서의 옥트리 노드들을 기준으로 적용된다. 옥트리 노드는 12개의 에지(edge)들로 구성되기 때문에 하나의 노드에 많게는 12개의 교차점이 발생할 수 있고, 이 교차점을 정점으로 표현한다. 에지를 공유하는 모든 노드들에서 적어도 하나의 점유된(occupied) 노드가 있다면 정점이 생성될 수 있다. 점유된 노드란 노드 내에 포인트가 존재하는 경우를 의미한다. 에지를 공유하는 점유된 노드들이 하나일 경우, 해당 위치를 정점의 위치로 정하고, 여러 개인 경우 평균 위치로 결정한다. 각 에지에 정점이 존재하는지 여부, 존재한다면 정점 위치 정보를 엔트로피 코딩을 수행하여 압축한다.

정점을 기반으로 한 삼각형의 재구성은 <표 1>에 의하여 삼각형들을 유도한다. 유도된 삼각형을 기준으로 복셀화 과정이 수행된다. 복셀화는 구성된 삼각형을 기준으로 삼각형 내에 포인트들을 복원하는 방법이다. <그림 7>은 삼각형 근사화와 복셀화의 예시를 보여준다.

<표 1> 정점 개수와 정점 위치 정보로부터 삼각형 구성 방법

n	triangles
3	(1,2,3)
4	(1,2,3), (3,4,1)
5	(1,2,3), (3,4,5), (5,1,3)
6	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,1), (1,3,5)
7	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,1,3), (3,5,7)
8	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,1), (1,3,5), (5,7,1)
9	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,1,3), (3,5,7), (7,9,3)
10	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,10,1), (1,3,5), (5,7,9), (9,1,5)
11	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,10,11), (11,1,3), (3,5,7), (7,9,11), (11,3,7)
12	(1,2,3), (3,4,5), (5,6,7), (7,8,9), (9,10,11), (11,12,1), (1,3,5), (5,7,9), (9,11,1), (1,5,9)



<그림 7> 트라앵글 스텍 코딩의 삼각형 근사화(a)와 복셀화(b) 예시

5. 어트리뷰트 코딩: 예측/리프팅 변환

예측 변환과 리프팅 변환은 복원된 지오메트리 위치 정보를 바탕으로 포인트 클라우드의 어트리뷰트 정보를 압축하는 방법이다. 이웃 포인트들의 어트리뷰트 값을 통해 현재 포인트의 어트리뷰트 값을 예측하고 현재 포인트 어트리뷰트 값과 잔차화하여 코딩하는 방법이다.

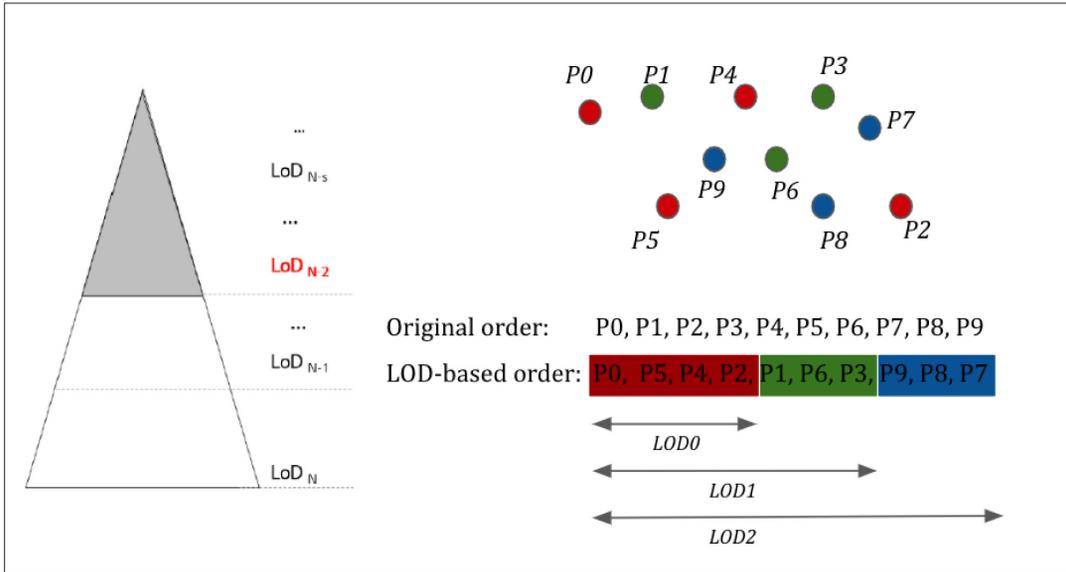
예측 변환과 리프팅 변환은 재구성된 지오메트리 위치 값을 기반으로 포인트들을 LOD(Level Of Detail)로 분할하고, LOD별로 정렬한다. <그림 8>은 생성된 LOD 예를 보여준다. LOD 생성 방법은 거리 기반, 샘플링 기반, 중심점 기반(옥트리 기반)으로 생성될 수 있으며, 콘텐츠별로 효율적인 LOD 생성 방법이 다르다. 예를 들어, 라이다 장비로 캡처된 데이터의 경우 샘플링 기반으로 수행하는 것이 빠르면서도 압축 효율이 좋다. 라이다 장비로 캡처된 여러 데이터 프레임들을 모아서 3차원 지도 형태로 만들어진 경우, 중심점 기반 방법을 수행하면 압축 효율을 높일 수 있다. 여러 프레임들이 통합되면서 콘텐츠의 포인트 간의 밀집도가 일정하지 않고, 특정 영역은 고밀도이나, 특정 영역은 포인트 간의 밀집도가 낮을 수 있다. 중

심점 기반은 옥트리 노드 기반으로 포인트들을 균형있게 배분할 수 있다는 장점을 통해 압축 효율을 높일 수 있다.

LOD를 생성한 후 현재 포인트가 속한 LOD 보다 상위 LOD에서 거리가 가까운 이웃 포인트(Nearest Neighbour)들을 찾고 거리 기반으로 가중치(weight)를 설정한 후, 가중치를 적용하여 현재 포인트가 갖는 어트리뷰트의 값을 예측한다.

예측 변환은 무손실(lossless) 압축 기술이며, 리프팅 변환은 손실(lossy) 압축 기술로 예측 변환에 추가적인 가중치 업데이트 과정을 수행한다는 면이 다르다. 리프팅 변환은 3개의 이웃 포인트들의 가중치가 적용된 평균 어트리뷰트 값을 예측값으로 선택하고, 예측 변환은 예측 모드를 갖고, 예측 모드 0은 평균값, 예측 모드 1은 첫 번째로 가까운 포인트의 어트리뷰트 값을 예측값으로 사용, 예측 모드 2는 두 번째로 가까운 포인트, 예측 모드 3은 세 번째로 가까운 포인트의 어트리뷰트 값을 예측값으로 사용하고, RDO를 통해 최적의 모드를 구한다.

예측된 어트리뷰트 값과 현재 포인트의 어트리뷰트 값의 잔차값에 엔트로피 코딩을 수행하여 압축한다.



<그림 8> LOD 생성 예시

6. 어트리뷰트 코딩: RAHT

RAHT는 변형된 Haar 웨이블 변환을 활용한 어트리뷰트 압축 방법이다. 색상값 (Yn, Un, Vn) 에 포인트 위치의 몰톤 코드에 의해 정의된 계층에 따라 다음 변환식 T를 적용하여 (TYn, TUn, TVn) 로 변환 과정을 수행한다.

$$T_{w_1 w_2} = \frac{1}{\sqrt{w_1 + w_2}} \begin{bmatrix} \sqrt{w_1} & \sqrt{w_2} \\ -\sqrt{w_2} & \sqrt{w_1} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} w_1 = w_{l,2x,y,z} \\ w_2 = w_{l,2x+1,y,z} \end{matrix}$$

저주파 계수가 하나의 DC값이 될 때까지 각 축으로의 변환은 재귀적으로 수행한다. 변환되는 축 방향에 인접한 포인트가 없으면 해당 계수는 저주파 영역으로 복제된다. 변환을 통해 생성된 DC값과 저주파 계수를 양자화한 후 엔트로피 코딩을 수행하여 압축한다

IV. 결론

본고에서는 포인트 클라우드와 MPEG 3DGH에서 진행 중인 포인트 클라우드 압축 표준인 G-PCC 기술에 대해서 살펴보았다. G-PCC는 현재 개발 중인 표준이다. G-PCC 버전 2는 2025년 완료를 목표로 진행 중이다. 버전 2에서는 RA(Random Access) 환경에서의 압축 기술이 추가되고 있고, 버전 1에서 제공되었던 기술들에 대한 성능 개선이 진행되고 있다.

포인트 클라우드를 캡처해서 가상의 세계를 생성하고, 생성된 가상 세계를 G-PCC의 압축 기술을 통해 압축해서 소비자들에게 3차원 미디어 서비스가 제공되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] <https://www.intel.com/content/www/us/en/architecture-and-technology/realsense-overview.html>
- [2] <https://azure.microsoft.com/en-us/products/kinect-dk>
- [3] <https://velodynelidar.com/products/alpha-prime/>
- [4] <https://robots.engin.umich.edu/SoftwareData/InfoFord>
- [5] Jason Lawrence, Danb Goldman, Supreeth Achar, Gregory Major Blascovich, Joseph G. Desloge, Tommy Fortes, Eric M. Gomez, Sascha Haberling, Hugues Hoppe, Andy Huibers, Claude Knaus, Brian Kuschak, Ricardo MartinBrualla, Harris Nover, Andrew Ian Russell, Steven M. Seitz, and Kevin Tong, "Project Starline: A high-fidelity telepresence system," ACM Transactions on Graphics (*Proc. SIGGRAPH Asia*) (2021), vol. 40(6)
- [6] <https://www.apple.com/newsroom/2023/06/introducing-apple-vision-pro/>
- [7] MPEG 3DGH, "Common Test Conditions for PCC," ISO/IEC JTC1/SC29 WG7 Doc. N00578, Antalya, TR, April 2023
- [8] MPEG 3DGH, "G-PCC Test Model v22," ISO/IEC JTC1/SC29 WG7 Doc. N00571, Antalya, TR, April 2023
- [9] MPEG 3DGH, "G-PCC codec description," ISO/IEC JTC1/SC29 WG7 Doc. N00271, Online, April 2022
- [10] MPEG 3DGH, "Guidelines to use G-PCC for achieving best compression performance," ISO/IEC JTC1/SC29 WG7 Doc. N00598, Antalya, TR, April 2023

저 자 소 개



허 해 정

- 2014년 12월 : 시카고 일리노이주립대학교 컴퓨터학과, EVL, 공학박사
- 2015년 3월 ~ 현재 : LG전자 책임연구원
- 주관심분야 : 그래픽스, 가상/혼합현실, 영상압축