V3C 비트스트림 기반 ISOBMFF 캡슐화 실험

*남귀중 **김준식 ***김규헌
경희대학교
*nkj0427@khu.ac.kr **junsik@khu.ac.kr ***kyuheonkim@khu.ac.kr

ISOBMFF encapsulation experiment based on the V3C bitstream

*Nam, Kwijung **Kim, Junsik ***Kim, Kyuheon
Kyunghee University

요약

최근 3차원 영상이 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 이에 따라 3차원 영상에 대한 압축과 전송 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 국제 표준화 기구인 ISO/IEC 산하 Moving Picture Expert Group(MPEG)에서는 기존의 2차원 비디오 코덱을 이용하여 고밀도 포인트 클라우드 압축하는 방안인 V-PCC와 3DoF+ 영상을 압축하기 위한 방안인 MPEG Immersive Video(MIV)를 표준화 중에 있다. V-PCC와 MIV는 압축 방법의 유사성으로 인해 동일한 Volumetric Visual Video-based Coding(V3C) 형식으로 저장된다. 압축된 V3C 데이터를 효과적으로 저장하여 이용하기 위해서는 ISO based Media File Format(ISOBMFF) 캡슐화 과정이 필수적이다. 본 논문에서는 MPEG의 Carriage of V3C data 표준에 따라 V3C 데이터를 ISOBMFF로 캡슐화 실험을 진행하였으며, 실험에 대한 검증을 위하여 생성된 ISOBMFF 데이터를 V3C 데이터로 복원한 뒤, 디코딩 하여 확인하였다.

1. 서론

최근 3차원 영상의 획득 기술과 전송 기술의 발전으로 3차원 영상의 획득과 사용이 가능해 졌으며, 이에 따라, VR/AR, 자율 주행, 건축 등 다양한 분야에서 포인트 클라우드, 3DoF+ 와 같은 3차원 영상 데이터가 활용되고 있다. 이에 따라 3차원 영상에 대한 압축과 전송 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 따라, 국제 표준화 기구인 ISO/IEC 산하 MPEG에서는 포인트 클라우드, 3DoF+ 에 대한 압축방안으로 V-PCC와 MIV에 대한 표준화가 진행 중에 있으며, V-PCC와 MIV 압축된 V3C 데이터를 효과적으로 활용하기 위한 캡슐화 방안인 Carriage of V3C에 대한 표준화가 진행 중에 있다.[1]

포인트 클라우드는 점들의 집합으로 구성된 3차원 영상으로, 각 점은 색상, 반사율과 같은 속성값을 가지며, 3차원 좌표 값을 가진다. V-PCC는 포인트 클라우드 데이터를 2차원 영상으로 사영하여 기존 비디오 코덱을 활용하는 압축 방법으로, 압축 과정은 다음과 같다. 포인트 클라우드 데이터의 각 점의 법선 벡터를 계산하여 ±x, ±y, ±z의 6개의 평면을 기준으로 사영하여 2차원 패치를 생성한다. 생성된 패치는 2차원 평면에 배치하여 패치의 존재 유무를 나타내는 Occupancy 비디오, 패치의 깊이 정보를 나타내는 Geometry 비디오, 패치의 속성 정보를 나타내는 Attribute 비디오를 생성하며, 패치의 3차원 정보를 나타내는 Atlas 데이터를 생성한다. 생성된 비디오는 HEVC 등 기존의 비디오 코덱을 이용하여 압축되며, Atlas 데이터와 파라미터 정보는 엔트로피 코딩을 통해 압축된다.[2],[3]

3DoF+ 영상은 360도 방향의 전환과 머리의 움직임과 같은 작은 범위의 위치 이동이 가능한 3차원 영상으로, 각 방향과 위치의 view에 따라서 Texture 영상과 Depth 영상이 존재한다. MIV는 3DoF+ 영상을 압축하기 위한 방안으로, 압축과정은 다음과 같다. 여러 개의 View 중 1-2 개의 Basic view와 Additional view로 나누어 Purning 과정을 통해 중복되는 부분을 제거한다. 중복된 부분이 제거된 Additional view 영상에서 남은 부분은 패치 형태로 추출한 뒤, 2차원 평면에 배치하여 Texture 정보를 나타내는 Atttribute 비디오, Depth 정보를 나타내는 Geometry 비디오, 패치 정보와 파라미터 값들을 포함하는 Atlas 데이터를 생성한다. 생성된 비디오는 기존의 비디오 코덱을 이용하여 압축된다.[4],[5]

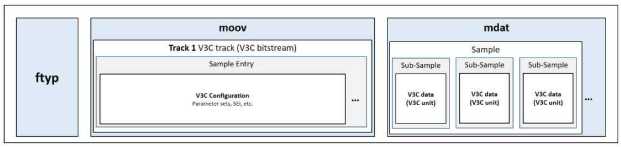
V-PCC와 MIV는 이러한 압축방식의 유사성으로 압축된 비트스트림을 V3C 형식으로 동일하게 저장된다. 이러한 V3C 비트스트림을 효과적으로 전송, 저장하여 활용하기 위해서는 ISOBMFF 캡슐화 과정이 필수적이다. 본 논문은 MPEG의 Carriage of V3C 표준화 방안에 따라 V3C 비트스트림의 효과적인 활용을 위한 ISOBMFF 캡슐화 방안에 대해 실험하고자 한다.

2. V3C 데이터 ISOBMFF 캡슐화

V3C의 비트스트림은 V3C 유닛으로 이루어져 있으며, V3C 유닛은 V3C Parameter Set(VPS) 유닛, Atlas 데이터 유닛, Occupancy 비디오 유닛, Geometry 비디오 유닛, Attribute 비디오 유닛으로 구성된다.

V3C 데이터의 ISOBMFF 캡슐화는 크게 단일 트랙 캡슐화와 멀티 트랙 캡슐화로 나누어 진다.

단일 트랙 캡슐화는 <그림 1>과 같이 구성된다. V3C 데이터를 하나의 트랙으로 구성된다. 단일 트랙 캡슐화 파일의 Sample Entry 박스에는 VPS 유닛과 아틀라스 데이터의 파라미터 정보가 포함될 수 있으며, 동일한 시간에 속하는 V3C 유닛은 하나의 샘플로 구성되어 mdat 박스에 추가된다. 샘플 내에서 각각의 V3C 유닛은 서브 샘플을 이용하여 구분될 수 있다.

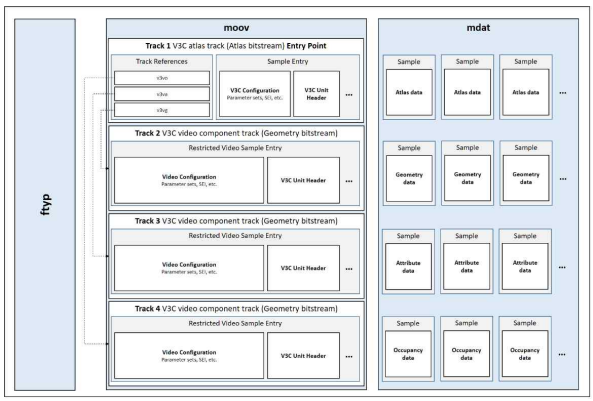


<그림 1> V3C 단일 트랙 캡슐화 파일 구조

V3C 데이터의 멀티 트랙 캡슐화 파일은 <그림 2>과 같이 V3C Atlas 트랙과 V3C 비디오 컴포넌트 트랙들로 구성된다.

V3C Atlas 트랙에는 VPC 유닛과 Atlas 아틀라스 데이터 유닛이 포함된다. V3C Atlas 트랙의 Sample Entry 박스는 VPS 유닛와 Atlas 데이터 유닛의 파라미터 정보는 Sample Entry 박스에 포함되며, Atlas 데이터 유닛의 3차원 패치 정보는 NAL(Network Abstraction Layer) 유닛 단위로 샘플이 구성되어, mdat 박스에 포함된다. V3C Atlas 유닛 트랙에는 Track reference 박스가 존재하고 V3C 비디오 컴포넌트 트랙과 동기화 정보를 저장한다.

V3C 비디오 컴포넌트 트랙은 각 비디오 유닛으로 구성되며, 비디오 코덱의 ISOBMFF 캡슐화 형식과 같은 구조를 가진다. V3C 비디오 컴포넌트 트랙의 Sample Entry 박스에는 비디오 코덱의 파라미터 셋을 포함할 수 있으며, Access 유닛 단위로 샘플이 구성되어 mdat 박스에 추가된다.[6]

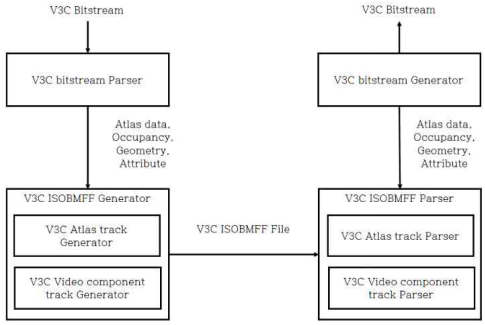


<그림 2> V3C 멀티 트랙 캡슐화 파일 구조

3. 실험 결과

본 논문에서 실행한 실험에 사용된 소스 코드는 windows 10환경에서 Visual Studio 2017에서 C++을 이용하여 구현되었으며, V3C ISOBMFF의 멀티 트랙 캡슐화를 구현하였다. V-PCC 압축된 포인트 클라우드 데이터를 이용하여 실험을 진행하다.

V3C ISOBMFF 생성 및 검증 구조도는 <그림 3>와 같은 구조로 구성된다. ISOBMFF 파일은 V3C bitstream 단계에서 V3C 데이터를 V3C 유닛 단위로 파싱한 뒤, V3C ISOBMFF Generator 단계에서 파싱된 데이터를 이용하여 생성된다. V3C 캡슐화 과정에서 데이터의 손실 없이 캡슐화된 것을 검증하기 위해 생성된 V3C ISOBMFF 파일을 V3C ISOBMFF Parser 단계와 V3C bitstream Generator 단계를 통해 V3C 비트스트림을 복원한 뒤, 디코딩 결과를 확인하였다.

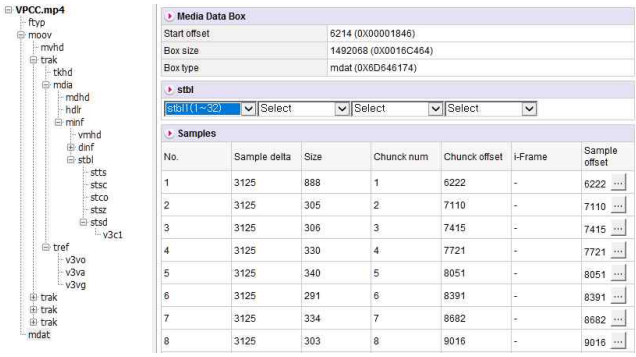


<그림 4> V3C ISOBMFF 생성 및 검증 구조도

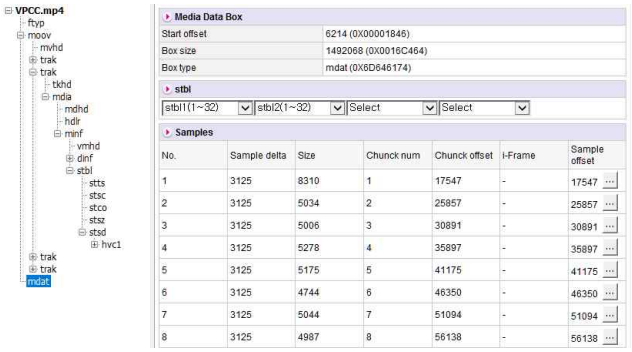
ISOBMFF 캡슐화된 V3C 파일은 <그림 4>, <그림 5>와 같다. 캡슐화된 파일은 V3C Atlas 트랙과 Occupancy, Geometry, Attribute의 3개의 V3C 비디오 컴포넌트 트랙으로 구성되어 있다.

V3C Atlas 트랙의 구성은 <그림 4>과 같으며, Sample Entry 타입은 'v3c1'을 가진다. V3C Atlas 트랙은 동기화되는 V3C 비디오 컴포넌트 트랙의 track id 정보를 포함하고 있는 'tref' (Track reference) 박스가 포함된다.

V3C 비디오 컴포넌트 트랙은 <그림 5>와 같으며, Sample Entry 타입은 비디오 압축에 사용된 HEVC 코덱의 Sample Entry 타입인 'hvc1'을 가진다.

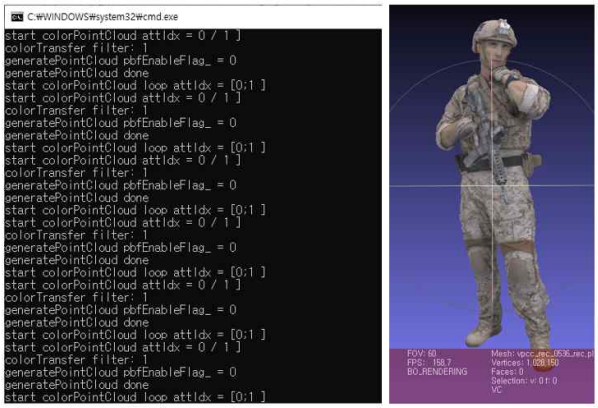


<그림 4> V3C Atlas 트랙 구성



<그림 5> V3C 비디오 컴포넌트 트랙 구성

검증 실험 결과는 <그림 6> 와 같다. 복원된 V3C 비트스트림이 정상적으로 디코딩되어 포인트 클라우드 데이터가 생성되는 것을 확인하였다.



<그림 6> V3C 비트스트림 복원 결과

4. 결론

본 논문에서는 ISO/IEC 산하 MPEG에서 표준화 중인 Carriage of V3C 표준화 방안에 따라 V3C 데이터의 효과적인 저장과 전송을 위한 ISOBMFF 캡슐화 방안에 대한 실험을 진행하였다. 또한, 실험 결과를 검증하기 위하여 캡슐화된 파일을 V3C 비트스림으로 복원한 뒤, 디코딩 과정을 통해 데이터의 손실 없이 캡슐화 되었음을 확인하였다.

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

[1] Jiheon Im, Junsik Kim, Kyuheon Kim, “A method of Level of Details control table for 3D point density scalability in Video based Point Cloud Compression” 2020 The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers Summer Conference, Korea, pp . 182-185, 2019.

[2]ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N19332, “V-PCC Codec Description“ , MPEG 130, April 2020.

[3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N18180, “Video-based Point Cloud Compression“, MPEG 125, January 2019

[4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N19491, “Exploration Experiments on Coding for Future MPEG Immersive Video”, MPEG 130, April 2020.

[5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N19485, “Description of MPEG Immersive Video Core Experiments 1”, MPEG 131, July. 2020.

[6] SO/IEC JTC1/SC29/WG3/N0163, “Draft text of ISO/IEC FDIS 23090-10 Carriage of Visual Volumetric Video-based Coding Data“, MPEG 133, January 2021