

MMT 프로토콜을 활용한 타일 기반 적응형 비트율 스트리밍을 위한 영상 분할 정보 전달 기법

안은빈, 김아영, 서광덕
연세대학교
eunbin.an@yonsei.ac.kr

Delivery of Spatial Partitioning Information for Tile-based Adaptive Bitrate Streaming Using MMT Protocol

Eunbin An Ayoung Kim Kwangdeok Seo
Yonsei University

요 약

본 논문에서는 360 도 VR 영상을 전송하는 기법의 일종인 타일 기반 전송을 MMT(MPEG Media Transport) 프로토콜 기반으로 구현하기 위하여 영상의 공간 분할 정보를 전달하는 방법을 소개한다. 360 도 VR 영상 전송은 대용량 미디어 전송인 동시에 사용자의 움직임에 따라 신속하게 적응적 영상을 전달해야 한다. 타일 기반 전송은 HEVC(High Efficiency Video Coding)의 MCTS(Motion Constrained Tile Sets) 기법을 이용하여 뷰포트에 해당하는 타일들을 고품질로 전달함으로써 이러한 요구사항을 해결한다. 반면, MMT 프로토콜은 초저지연 고품질 영상 전송에 유리한 기술로써 사용자의 시점 변화에 따라 기민하게 영상의 품질을 변환시킬 수 있다. 따라서 HEVC 의 SEI(Supplemental Enhancement Information) 메시지에 포함되는 타일들의 공간 분할 정보를 MMT 프로토콜에 적용하는 방식에 따라 적응적 타일 기반 전송 기법의 효율을 높일 수 있다.

1. 서론

5G 상용화와 더불어 기존보다 현실감 넘치는 콘텐츠를 요구하는 사용자들의 증가로 인하여 VR(Virtual Reality)은 4 차산업 기술 연구에서 중요한 기술로 소개되고 있다[1]. 하지만 몰입감을 위한 높은 해상도가 요구될 뿐만 아니라, 기존의 영상과 달리 사용자가 바라보고 있는 뷰포트 이외의 Omnidirectional view 전체에 대하여 전송 또는 저장해야 하기 때문에 해결해야 할 많은 기술적 문제들이 존재한다. 특히 360 VR 영상을 전달하기 위해서는 이러한 높은 대역폭 요구로 인해 발생하는 네트워크 지연시간과 함께 MTP(Motion-to-Photon) 지연시간을

최소화하고, 사용자의 몰입감을 방해하지 않는 최종적인 가상현실을 재현해야 한다.

뷰포트 종속적 전송은 Omnidirectional view 에서 실질적으로 소비되는 영역이 사용자의 뷰포트라는 점을 이용하여, 뷰포트 영역과 그 이외 영역의 품질을 차등 전송함으로써 대역폭 낭비를 줄이는 기법이다[2][3]. 또한 HEVC 의 병렬처리 도구로써 고안된 타일 개념 및 MCTS 기법을 활용하여, 뷰포트에 해당하는 타일들을 고품질로 전달하는 타일 기반 전송이 있다[4-6]. 이러한 360 도 VR 영상 전송 기법들은 나아가 사용자의 뷰포트 위치를 미리 예측하거나, 비디오의 일부를 저장하고 전송할 수 있는 분산 트리 구조의 CDN (Content Delivery Network) 서버 구성 등

콘텐츠의 특성을 이용한 네트워크 부담을 최소화하는 기법들이 활발하게 연구되고 있다[7-10]

한편, 모든 미디어들은 프로토콜들에 의해 패킷화 되어 전달되기 때문에 어떤 프로토콜을 선택하고 어떻게 사용하는지에 따라서 전송 환경은 큰 영향을 받는다. MMT 프로토콜은 하이브리드 방송 서비스에 적합한 기능을 갖춘 멀티미디어 전송 표준으로서 고품질, 대용량 전송, 저지연 전송을 고려하여 설계되었다[11]-[14]. 따라서 MMT 는 사용자의 Viewport 변화에 빠르게 대응하면서 대용량 미디어인 360 도 VR 영상을 전송하는 뷰포트 종속적 전송의 프로토콜로써 사용하기에 적합하다.

하지만 타일 기반 전송에서 MMT 프로토콜을 적용하기 위해서는 HEVC 의 SEI 메시지 정보에 담긴 공간 분할 정보 등을 MMT 프로토콜에서 어떻게 전달하는지 고민할 필요가 있다. 본 논문에서는 타일 기반 전송에서 MMT 프로토콜을 활용하여 공간 분할 정보를 전달하는 방법을 제안하고, 분할 정보에 따른 전송 차이를 소개한다.

2. MMT 데이터 모델과 공간 분할 정보 관계

MMT 는 고도화된 다양한 네트워크에서 하이브리드 미디어 전송을 지원하기 위한 기술로서 멀티미디어 데이터를 단방향 및 양방향 통신환경에서 정교한 컨트롤을 할 수 있도록 설계되었다. 또한 기능에 따라 포장 기능 영역, 시그널링 기능 영역, 전달 기능 영역 3 개의 기능영역으로 구성된다 [14], [15].

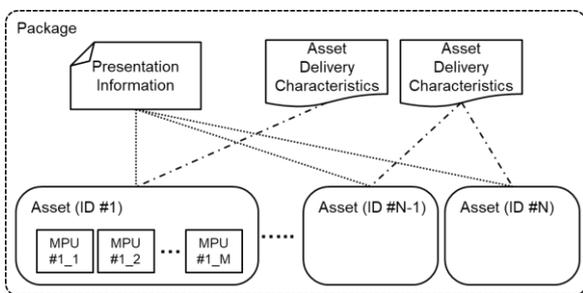


그림 1. MMT 패키지 구조

그림 1 은 MMT 를 이용하여 전달되는 미디어 데이터의 논리적 단위인 패키지의 구조를 보여준다.

PI (Presentation Information)는 에셋 (Asset)들 간의 시간적·공간적 관계를 서술한다. 더불어 ISO/IEC 23009-1 에 정의된 Media Presentation Description (MPD) 또한 PI 에서 사용될 수 있다. HEVC SEI 메시지에 포함된 공간정보도 PI 를

담은 시그널링 메시지를 통해 전달된다. 그 외에 콘텐츠를 구성하는 미디어들을 나누는 논리적 단위인 에셋과 MMT 데이터 모델에서 독립적으로 소비될 수 있는 최소 단위로서 사용되는 MPU (Media Processing Unit), 그리고 ADC (Asset Delivery Characteristics)는 에셋의 전달을 위해 요구되는 QoS 의 정보를 제공한다.

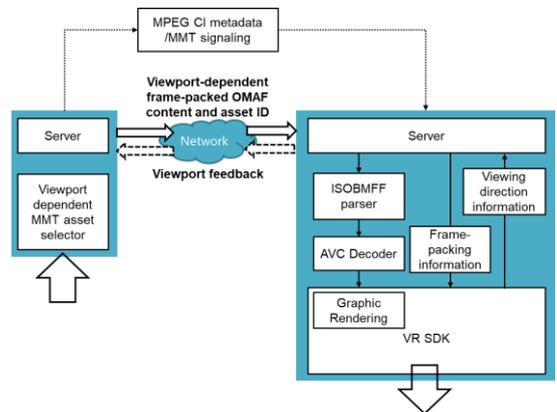


그림 2. MMT 기반 뷰포트 종속적 전송 시스템

그림 2 는 MMT 기반의 뷰포트 종속적 전송 시스템 구조도를 보여준다. Media Presentation Information 메시지는 PI 의 일부 또는 전체를 전달하며, 이때 HEVC 를 통해 Tile 기반으로 인코딩된 영상의 공간 분할 정보가 담긴다. 또한 ADC 를 기반으로 해당 시점의 영상 품질 정보를 얻어 적응 비트레이트를 수행할 수 있도록 다양한 품질의 MPU 또는 에셋을 구성할 수 있다[15][16].

3. MMT 기반의 적응적 타일 전송 전략

HEVC 의 MCTS 기법을 사용하여 영상을 타일로 나누었을 때, MCTS 가 적용된 타일 세트 사이의 정보는 서로 독립적으로 인코딩된다. MCTS 가 적용된 타일들을 어떻게 묶어 전송하는지에 따라서 전송 효율이 달라질 수 있다.

3.1 타일과 에셋의 1:1 매칭 전송

그림 3 의 MMT 전송부에서 소유한 영상은 4x3 타일로 분할되고 모든 타일에 MCTS 를 적용한 360 도 VR Equirectangular 영상이다. 그리고 영상에서 동일한 위치의 타일이 한 MMT 에셋에 할당되어 전송된다. 이때 한 프레임은

MPU 이자 MFU (Media Fragment Unit)이라 가정한다.

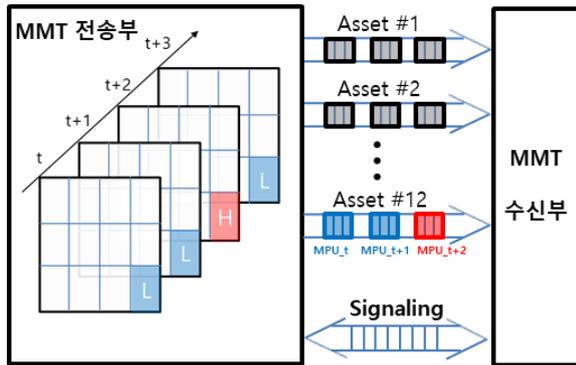


그림 3. 타일과 에셋 1:1 매칭 전송 과정

에셋은 타일의 수만큼 총 12 개로 구성되며, signaling 메시지를 통해 사용자의 뷰포트 위치를 확인하고 타일마다 품질을 다르게 줄 수 있다. 각 타일마다 에셋이 할당되어 전송되기 때문에 각 에셋은 서로 독립적으로 수행된다. 따라서 MMT 수신부로부터 받은 사용자 정보에 따라 뷰포트에 해당하는 타일들의 품질을 매우 기민하게 변화시킬 수 있다. 하지만 수신된 데이터들의 싱크를 맞추는 작업이 쉽지 않고, 각 에셋들을 하나의 채널에 연결하여 전송할 경우, 많은 전송 채널을 점유하여 네트워크의 복잡도가 높아진다.

3.2 관심영역을 에셋에 매칭 전송

그림 4 는 그림 3 과 동일하게 인코딩된 360 도 VR 영상을 사용한다. 관심영역에 해당하는 타일들을 에셋에 매칭하여 전송하는 방법을 보여준다. Equirectangular 영상의 특성 상, 상단과 하단은 왜곡이 심하고 비교적 사용자의 관심이 적은 반면, 중단은 비교적 많은 시선을 차지하고 실제로 전체 영상에서 많은 넓이를 차지한다. 그러므로 중단에 해당하는 4 개의 타일을 관심영역으로 설정한다. 그 후, 상단과 중단, 그리고 하단을 각 에셋에 할당하여 전송한다.

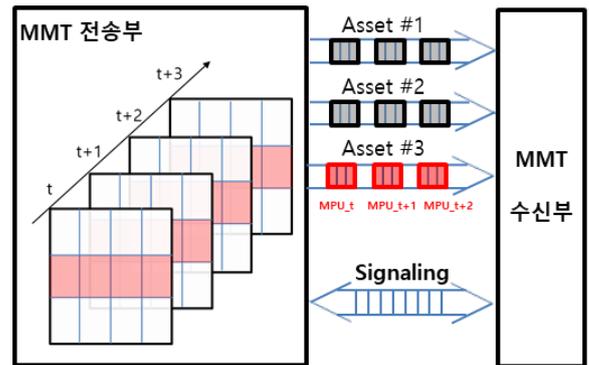


그림 4. 관심영역과 에셋 매칭 전송 과정

그림 3 에서와 마찬가지로 signaling 정보를 기반으로 시간에 따라 상이한 품질의 MPU 를 생성할 수 있다. 3.1 의 경우보다 간단한 구조를 가지며, 에셋 간 싱크를 맞춰야 하는 빈도가 줄어들기 때문에 MMT 수신부의 부담이 줄어든다. 또한 각 에셋을 서로 다른 채널을 통하여 전달한다고 했을 때, 관심영역을 포함하는 Asset #2 의 네트워크 대역폭을 높게 설정하여 QoE 를 높이고 효율적인 전송을 이룰 수 있다.

반면, 뷰포트에 해당하는 타일들을 다양한 품질로 전송하는 경우, MPU 내부에서 상이한 품질을 가지는 데이터를 전송할 수 있다. 뿐만 아니라 뷰포트에 해당하는 타일들이 여러 에셋들 사이에 걸쳐 있게 된다면, 에셋들 사이의 관계를 표현하는 문제와 뷰포트에 해당하는 타일을 소유한 에셋을 찾는 과정의 문제 등 시스템을 복잡하게 만들 수 있다. 더불어 MMT 수신부에서는 수신한 데이터들 간의 동기화 문제가 생길 수 있다. 따라서 MPU 내부의 MFU 를 공간적으로 나누어 각 타일을 할당하여 적응적 뷰포트를 수행할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 MMT 프로토콜을 활용하여 360 도 영상 전송의 일종인 타일 기반 전송을 수행하는 방법을 제안했다. MMT 는 이기종망 환경에서 하이브리드 서비스를 위한 전송 표준으로 360 도 VR 영상과 같은 대용량 멀티미디어 전송에 적합하다. 공간 분할 정보를 활용하여 MMT 에셋에 타일들을 다양한 방식으로 할당함으로써 뷰포트에 기반한 타일의 품질을 결정하고 효율적으로 전달할 수 있다. MMT 를 활용한 360 도 VR 영상의 전송 방법들의 활발한 논의를 통해 다양화되고 있는 콘텐츠들마다 적합한 전송 기법이 적용될 수 있도록 많은 노력이 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2018R1D1A1B07047065).

참 고 문 헌

- [1] 정상섭. "5G 시대 도래와 콘텐츠의 미래." 방송과 미디어, Vol.24, No.3, pp.82-88, 2019.
- [2] Sánchez, Yago, et al. "Compressed domain video processing for tile based panoramic streaming using HEVC.", 2015 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2015.
- [3] Hosseini, M., et al. "Adaptive 360 VR video streaming: Divide and conquer.", 2016 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), 2016.
- [4] Concolato, Cyril, et al. "Adaptive streaming of hevc tiled videos using mpeg-dash." IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 28(8), 2017.
- [5] Skupin, R., et al. "Tile Based HEVC Video for Head Mounted Displays.", 2016 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), 2016
- [6] Sullivan, G. J., et al. "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard.", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 22(12), 2012.
- [7] J. Zou, et al. "Probabilistic Tile Visibility-Based Server-Side Rate Adaptation for Adaptive 360-Degree Video Streaming.", IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2019.
- [8] X. Hou, et al. "Predictive Adaptive Streaming to Enable Mobile 360-degree and VR Experiences.", IEEE Transactions on Multimedia, 2020.
- [9] J. Fu, et al. "360SRL: A Sequential Reinforcement Learning Approach for ABR Tile-Based 360 Video Streaming.", 2019 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), 2019.
- [10] M. Zink, et al. "Scalable 360° Video Stream Delivery: Challenges, Solutions, and Opportunities.", Proceedings of the IEEE 107(4), 2019.
- [11] 정태준, et al. "UHD 미디어 전송을 위한 MMT 표준 기술 소개와 향후 전망.", 한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집, 2016.
- [12] 양현구, "MMT, UHDTV 서비스 제공에 최적화된 실시간/저지연 전송 프로토콜." 한국통신학회지(정보와통신), Vol. 33, No.7, 2016.
- [13] 류경아, et al. "고품질 대용량 비디오 전송 서비스를 위한 MPEG-2 TS와 MMT의 전송 효율 비교 및 분석.", 한국통신학회 학술대회논문집, 2016.
- [14] Text of ISO/IEC FDIS 23008-1:201x (3rd edition), "High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - MPEG-H Part 1: MPEG Media Transport (MMT)", 2019.
- [15] WD of ISO/IEC 23008-13 (4th edition), "MPEG Media Transport Implementation Guidelines", 2019.
- [16] Text of ISO/IEC DIS 23090-2 (2nd edition), "Information technology - Coded representation of immersive media - Part 2: Omnidirectional media format", 2020.