

# 뷰포트 적응적 스트리밍 기반 플렌옵틱 전송 시스템 설계 및 구현

류관웅, 이제원, 현은희, 김순철, 정준영

한국전자통신연구원

kwryu0730@etri.re.kr, jw\_lee@etri.re.kr, ehhyun@etri.re.kr, choulsim@etri.re.kr, jungjy@etri.re.kr

## Design and implementation of viewport adaptive streaming-based plenoptic transmission systems

Kwanwoong Ryu, Jewon Lee, Eunhui Hyun, Soonchoul Kim, Joon-Young Jung

Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

현재 기존 2차원 영상이 가지는 빛의 공간 정보뿐만 아니라 각도 정보를 획득하여 다양한 분야에 응용할 수 있는 플렌옵틱(plenoptic)에 관한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 이러한 플렌옵틱 영상 전송을 위한 DASH 서버 및 클라이언트 구조를 설계하고 구현한 결과를 보여준다.

### I. 서 론

플렌옵틱(plenoptic) 영상은 기존 2차원 영상이 가지는 빛의 공간영역(spatial domain) 정보뿐만 아니라 다른 방향 광선을 별도로 포착함으로써 각도영역(angular domain) 정보를 모두 획득할 수 있다. 이러한 각도 영역 정보는 깊이 추정, 캡처 후 재집중, 캡처 후 개구부 크기 및 형상 제어, 3D 모델링을 포함한 새로운 기능을 가능하게 한다. 플렌옵틱 영상은 3D 광학 검사, 로봇 공학, 현미경, 사진 및 컴퓨터 그래픽을 포함한 다양한 응용 분야에서 사용될 수 있다[1][2]. 현재 플렌옵틱은 영상획득 및 저장기술, 영상처리, 영상재생성의 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다[3][4][5]. 한편 플렌옵틱 영상은 각 위치에 대해 추가적으로 서로 다른 각도에서 들어온 영상정보를 가지므로 기존 영상에 비해 평균적으로 10배 이상의 데이터 용량을 가진다. 따라서 플렌옵틱 영상을 다양한 분야에 응용하기 위해서는 효율적인 영상 데이터 압축 및 전송 시스템 기술개발이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 플렌옵틱 영상을 효율적으로 전송하기 위한 DASH 서버 및 클라이언트 기반 전송시스템을 설계 및 구현한다.

### II. 플렌옵틱 시스템

그림 1은 플렌옵틱용 대용량 데이터 서버와 클라이언트 구조도를 보여준다.

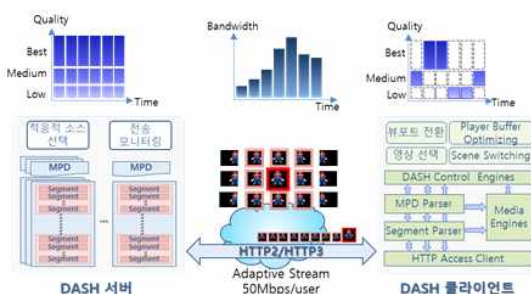


그림 1. 플렌옵틱용 대용량 데이터 서버와 클라이언트 구조도

그림1에서 총 9개의 뷰에 해당하는 플렌옵틱용 대용량 동영상 데이터는 인코더에서 4K/2K의 해상도로 각각 인코딩(HEVC or AV1)되어 스트리밍을 위한 전송 서버에 저장하여 전송한다. 메인 뷰의 시점이 변화를 클라이언트가 알리게 되면, 전송 서버는 이 요청을 받고 최소 지연 시간(100ms)내에 전송을 시작한다.

### III. 대용량 전송을 위한 서버 및 클라이언트 설계

#### 3.1 대용량 전송 서버모듈 설계

그림 2는 플렌옵틱 전송을 위한 대용량 전송 서버 모듈을 보여준다. 서버 모듈은 각각 인코더 4K/2K 영상 저장부, DASH segmentation & MPD생성부, 캐싱버퍼 스케줄러, 서버제어부, 클라이언트 통신부, 데이터 전송부, 프로토콜 제어부로 나눈다.

- 인코더 4K/2K 영상 저장부: 인코더로부터 수신되는 4K/2K 인코딩된 영상과 메타데이터를 저장하고 관리하는 기능
- 4K/2K caching/buffering: 메인 뷰를 위한 선택적 4K 해상도와 서브뷰를 위한 상시 2K 해상도 데이터 캐칭 또는 버퍼링 기능
- DASH segmentation & MPD생성부: 캐싱버퍼 스케줄러: 시점 이동에 따른 4K ↔ 2K 해상도 전환을 위한 스케줄링 기능
- 서버제어부: 대용량, 고속 전송이 필요한 DASH 세그먼트 전달을 위한 시퀀스 및 프로토콜 제어
- 클라이언트 통신부: 대용량 미디어 서비스 메타데이터(MPD)를 서버로부터 실시간으로 수신하여 해석하고 처리하는 기능
- 데이터 전송부: 클라이언트로 부터의 요청을 처리하기 위한 기능 및 시점 이동에 따른 응답 및 메인 뷰 4K 와 서브 뷰 2K 해상도에 해당하는 대용량 데이터를 고속으로 전송하는 기능
- 메인뷰 선택부: 메인 뷰를 선택하고 이에 해당하는 신호를 발생시켜 서버와 통신하기 위한 기능

전송 서버 모듈에서는 동시에 9개 뷰(HD/UHD급)가 전송이 가능하도록 설계하였다. 즉 사용자의 시점에 의해 선택된 메인 뷰는 4K 해상도에 해당하는 세그먼트, 서브 뷰에 해당하는 8개의 영상은 2K 해상도의 세그먼트로 구성하여 클라이언트의 요청에 따라 실시간 고속전송(100ms 이내)

을 제어할 수 있도록 설계하였다.

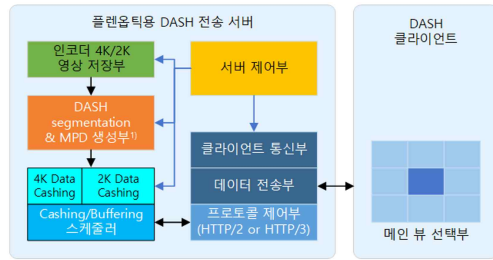


그림 2. 대용량 전송서버 모듈 설계

그림 3은 대용량 전송서버 검증기능 구현 화면을 보여준다. 그림3에서는 서버-클라이언트 간 전송되는 2K/4K 영상스트림의 속성(코덱정보, 해상도, 비트율 등)과 전송 상태를 파악할 수 있도록 GUI 구현하였다.

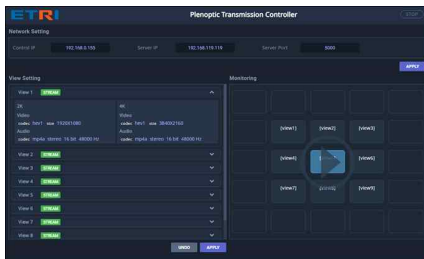


그림 3. 대용량 전송서버 검증기능 구현 화면

### 3.2 대용량 전송 클라이언트 모듈 설계

본 절에서는 100ms 이내 선택 뷰 전송지연을 보장하는 다중 DASH 클라이언트 모듈 설계 및 구현하였다. 그림 4에서 보여주는 것과 같이 사용자 입력(화면 선택)에 의한 뷰포트 전환을 수행할 수 있는 다중 DASH 클라이언트 모듈을 설계한다. 동시에 9개 이상의 영상스트림(2K/4K)을 수신하여 동시에 실시간 디코딩하여 출력할 수 있는 구조를 가지며, 선택뷰의 4K 영상스트림을 수신하여 디코더로 전달하도록 구현되었다.



그림 4. 다중 DASH 클라이언트 모듈 내부 구조 및 수신 검증 모듈

### 3.3 대용량 전송 시스템 검증

그림 5는 구현된 대용량 전송의 뷰포트 전환에 따른 동작 과정을 보여주며 동작 절차로 아래와 같은 순서로 진행된다.

- step 1. 재생기에서 시점 변화가 발생하면 클라이언트는 메인뷰 시점이동을 위한 4K데이터를 요청
- step 2. 서버는 새로운 메인 뷰에 해당하는 4K 해상도의 첫 번째 세그먼트와 MPD, 동시에 기존 메인 뷰의 2K 해상도 영상도 동시 준비하여 100ms 내에 클라이언트의 저장 위치로 전송 완료
- step 3. 서버는 사용자의 다음 시점 변화가 있기 전까지 스트리밍은 계속 유지

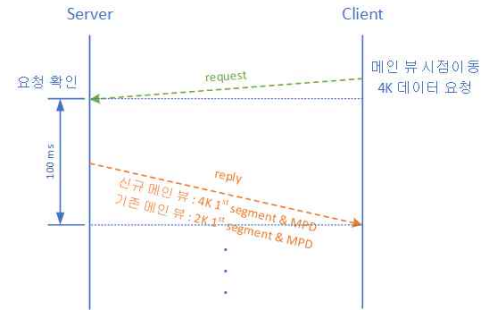


그림 5. 시점 이동에 따른 서버/클라이언트의 동작 과정

그림 6은 대용량 전송 서버와 클라이언트에 의해 실시간 뷰포트 전환시 재생기의 영상화면을 보여준다. 클라이언트에서는 서버뷰 2K 영상을 8개와 메인뷰 2K, 4K영상을 동시에 수신하며, 메인뷰의 2K와 4K 영상은 동기화 되어 있다. 그림 6에서 보여주는 것과 같이 메인뷰를 가운데 뷰에서 좌측뷰로 전환시 실시간으로 좌측뷰는 4K영상을 수신하여 2K에서 4K로 화질 전환이 이루어지도록 설계했다.



그림 6. 뷰전환시 동작 화면

## IV. 결론

본 논문에서는 플렌옵틱 영상 전송을 위한 DASH 서버 및 클라이언트 구조를 설계하고 구현하였다. 구현된 각 서버 및 클라이언트 모듈에 대한 동작원리를 설명하고 실시간 전송을 통해 검증하였다. 검증결과 뷰포트 전환시 2K에서 4K로 영상전환이 정상적으로 이루어짐을 확인하였다.

## ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020-0-00920, 중대형 공간용 초고해상도 비정형 플렌옵틱 영상 저장/압축/전송 기술 개발)

## 참 고 문 헌

- [1] E. H. Adelson and J. Y. Wang, "Single lens stereo with a plenoptic cameras, vol. 14, no. 2, pp. 99-106, 1992.
- [2] T. E. Bishop, S. Zanetti and P. Favaro, "Light field superresolution", ICCP 09 (IEEE International Conference on Computational Photography), Apr 2009.
- [3] J. Fiss et al., "Refocusing Plenoptic Images using Depth-Adaptive Splatting" ICCP, vol. 34, no. 4, May 2014.
- [4] J. Pérez et al., "Super-Resolution in Plenoptic Cameras Using FPGAs," Sensors, vol. 14, no. 5, May 2014, pp.8669-8685.
- [5] F.-C. Huang, K. Chen, and G. Wetzstein, "The Light Field Stereoscope," SigGraph, vol. 34, no. 4, Aug. 2015, Article no. 60.