

## 초고해상도 플렌옵틱 동영상의 저지연 뷰 이동을 위한 적응적 전송시스템 구현

김순철, 이재원, 정준영  
한국전자통신연구원(ETRI)

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

## An implementation of adaptive transmission systems for low-latency viewpoint transition in ultra-high resolution plenoptic video

Soon-Choul Kim, Jae Won Lee, Joon Young Chung  
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

## 요 약

초고해상도 플렌옵틱 영상이 특징으로 하는 다중 뷰를 제공하는 대용량 미디어 스트리밍 서비스에서는 하나의 스트림으로 구성된 후 묶어 네트워크 상에 다중화하여 보내거나 사용자의 뷰 시점에 따른 일부 스트림만을 선택적으로 보내는 방법이 가능하다. 이외에도 멀티뷰 구현 접근 방법은 제한된 네트워크 자원과 단말 성능(대역폭, 버퍼 크기 등)에서 효과적으로 사용자의 뷰 전환을 최적화하기 위한 목표를 달성하기 위해 다양하게 연구되고 있다. 본 논문에서는 25 개의 다중 뷰를 갖는 초고해상도 플렌옵틱 동영상 서비스 이용자의 뷰 포인트 전환에 따른 재생 지연을 최소화하기 위한 적응적 전송시스템 구조와 구현 결과를 기술한다.

## I. 서 론

초고해상도 플렌옵틱 동영상은 다수의 고화질 카메라들에서 획득한 대용량의 영상을 사용자의 시점 이동에 따라서 선택된 뷰로 영상을 제공할 수 있도록 한다. 플렌옵틱 동영상을 원격의 사용자에게 제공할 경우, 단말에게 제한된 네트워크 환경에서 뷰 이동에 따른 영상을 즉시적으로 스트리밍할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이와 같은 대용량의 다중 뷰를 갖는 영상 스트림을 한개의 스트림으로 구성된 후 네트워크 상에 다중화하여 보내는 방법과 사용자의 뷰 시점에 따른 일부 스트림만을 선택적으로 보내는 방법이 고려될 수 있다. 또는 이 두 방법을 결합하여 네트워크 조건에 따라 하이브리드 전송 방식을 구현하는 것도 가능하다. 그러나, 인터넷(공중망)에서 사용자들에게 고품질(4K 급)의 다중 뷰를 실시간으로 제공하는 대용량 플렌옵틱 영상 서비스 요구를 대응하기에는 현실적으로 네트워크 전송 한계를 지니고 있다. 따라서, 제한된 네트워크 전송 대역의 부담을 최소화함과 동시에 단말에서 사용자가 뷰 이동 시에 전환되는 시점 시간 차이를 줄이고자 하는 노력이 필요하다 [1][2][3].

본 논문에서는 25 개의 다중 뷰를 갖는 초고해상도 플렌옵틱 동영상 플렌옵틱 동영상을 네트워크 상의 이용자가 뷰전환 시 체감하는 재생 지연을 최소화하기 위한 적응적 송수신 시스템을 설계 및 구현하고, 이에 대한 실험 결과를 기술한다.

## II. 초고해상도 플렌옵틱 동영상 적응적 전송시스템 설계

초고해상도 플렌옵틱 동영상 서비스는 다중 뷰로 구성된 고품질(4K 급) 원본 영상을 사용자 시점 이동 시마다 전용 단말에서 영상이 끊김없이 소비될 수 있어야 한다. 이를 위해서는 사용자가 임의의 시점 변경 시에 원격 서버로부터 실시간으로 고품질의 변경된 뷰 스트림이 전달될 수 있으나, 이에 따른 영상 끊김을 초래하는 시간지연을 피할 수 없다. 따라서, 변경 시점의

영상 데이터가 단말에 미리 저장된 후 시점 변경이 이뤄져야 영상 끊김 현상을 줄일 수 있다. 그러나, 현재의 제한된 네트워크 전송 환경에서는 원격의 단말에게 고품질(4K 급)의 25 개 뷰를 한꺼번에 제공하기 어렵다. 따라서, 본 논문에서 제안하는 초고해상도 플렌옵틱 동영상 적응적 전송시스템(adaptative transmission systems)은 송신 서버와 수신 단말로 구성되며, 네트워크 상에서 단말로 전송되어질 플렌옵틱 영상 뷰들의 개수를 최소화하여 데이터 전송 시간을 줄이고, 단말 시점 이동 시 고품질 영상 이전에 중간품질의 영상이 선행하여 재생되도록 함으로써 뷰 재생 지연이 감소되는 효과를 갖도록 한다.

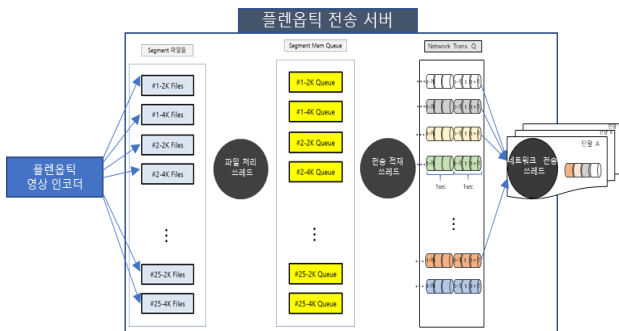
본 논문에서 설계된 적응적 전송시스템의 동작 구성은 다음과 같다. 25 개의 뷰들로 구성된 플렌옵틱 전체 영상에 대해서 각 뷰의 고품질(4K)과 중품질(2K)로 구분하여 관리한다. 그리고, 사용자가 선택한 영상 뷰(선택뷰)와 주변뷰들만을 추려서 송수신 하는 방법을 고려하며, 사용자의 선택뷰는 중품질에서 고품질 영상을 제공하는 것을 목표로 한다. 적응적 시스템은 송수신 간에 5x5 뷰 배열(총 25 개의 다중 뷰)을 갖는 플렌옵틱 동영상을 기반으로 하는 사용자 시점 이동을 구성하여 설정한다.



[그림 1] 25 개 다중 뷰를 갖는 플렌옵틱 동영상 서비스의 사용자 뷰 이동 시나리오 예시

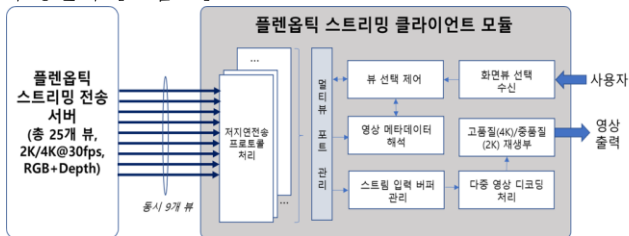
상기 동작 과정에 대해 [그림 1]에 도시한 바와 같이, 선택뷰(12 번)를 중심으로 8 개의 주변뷰를 함께 수신측에 보내는데, 선택뷰는 4K 영상을, 주변뷰들은 2K 영상을 내보낸다. 수신측에서는 주변뷰들 중에 다음 선택뷰를 정할 수 있다. 변경된 선택뷰(7 번)는 단말에서 패킷들이 도달해 있으므로 즉시적으로 재생이 가능하게 된다. 송신 서버에서는 선택뷰(7 번)에 대한 4K 영상과 이를 중심으로 하는 주변뷰들의 전송을 즉시 업데이트하며, 단말에서는 재생 중인 2K 영상을 끊임없이 4K 영상으로 대체한다.

[그림 2]는 전송시스템의 서버 구조를 나타낸 것으로서, 서버는 각 25 개 뷰에 대해 4K/2K 영상과 RGB 영상/Depth 영상을 저장하는 파일 디렉토리 구조를 가진다. 전송 서버는 3 개의 각기 독립된 스트림이 동작하며, 해당 영상 데이터들을 일정 크기로 쪼개어 메모리에 적재하는 쓰레드, 시간 동기화에 맞춰 전송 대기 큐에 쌓는 쓰레드, 그리고, 플랜옵틱 수신 단말로부터 해당 뷰의 요청을 받으면, 독립된 전송 버퍼 큐를 생성하고 네트워크 상에 송출을 수행하는 전송 쓰레드로 구성된다.



[그림 2] 초고해상도 플랜옵틱 스트리밍 송신 서버 설계 구조

플랜옵틱 동영상 수신 재생을 위한 클라이언트는 송신 서버에서 전송하는 동시 9 개 뷰 채널(선택뷰+주변뷰)에 대한 실시간 멀티뷰 포트 관리와 병렬 스트리밍 처리 구조를 가진다. 플랜옵틱 클라이언트는 TCP 제어 채널을 통해 뷰 요청과 응답을 처리하며, UDP 기반의 저지연 전송을 통해 대용량 데이터 실시간 처리를 수행한다 [그림 3].

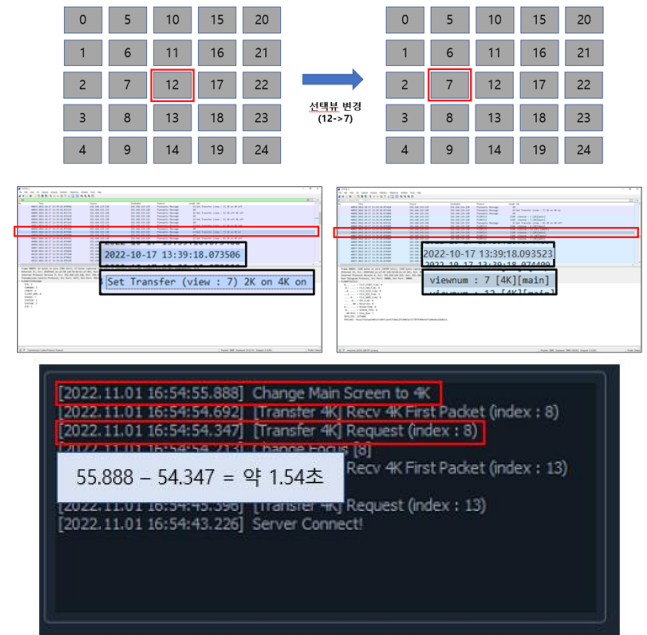


[그림 3] 초고해상도 플랜옵틱 스트리밍 수신 단말(클라이언트) 설계 구조

### III. SRT 기반의 DASH 세그먼트 저지연 전송 구현 및 검증

[그림 1]의 초고해상도 플랜옵틱 동영상 서비스 시나리오에 기반하여 송수신 검증환경은 선택뷰(30Mbps@4K)와 8 개의 주변뷰(4Mbps@2K)의 전송 대역폭을 가지며 총 62Mbps 이다. 플랜옵틱 영상 전용 단말에서 사용자 움직임에 따른 자연스러운 관심영역 영상을 제공하기 위해서는 영상 단위 전송 길이(세그먼트: 1 초)의 1.5 배 이내에서 뷰 전환이 완성되도록 한다. 이를 위해, 영상 디코딩과 버퍼링 시간을 제외한 선택 뷰 전송 네트워크 지연시간은 수십

밀리초(ms)이내로 구현되어야 한다. 9 개 뷰들의 저지연 신뢰전송을 위해 SRT(Secure Reliable Transport) 프로토콜을 적용하였으며[4], 본 구현을 통해 클라이언트 뷰 변경 요청에 의한 서버 응답 시간(해당 뷰 패킷의 클라이언트 도달 시간)은 약 20ms, 뷰 전환 요청 시부터 새로운 고품질 영상(4K)이 출력되는 적응적 뷰 전환은 약 1.5 초 수준으로 동작함을 검증하였다.



[그림 4] 플랜옵틱 동영상 적응적 동작 지연시간 검증(위: 네트워크 전달 시간, 아래: 뷰 전환 시간)

### IV. 결론

본 논문에서는 초고해상도 플랜옵틱 동영상의 실시간 전송을 위한 적응적 전송시스템을 제안하였다. 이는 사용자의 시점이 변경되면 기존에 전송된 주변 시점의 2K 해상도로 단말에 우선 재생이 되도록 한 후 해당 시점의 4K 해상도가 단말에 도달되면 4K 영상으로 변경 재생되도록 하는 뷰 포트 적응적 스트리밍 방식을 특징으로 한다. 또한, 적응적 전송시스템을 구성하는 서버와 클라이언트는 SRT 기반의 전송 기술을 적용하여 약 1.5 초 수준의 저지연의 뷰 전환을 달성하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020-0-00920, 중대형 공간용 초고해상도 비정형 플랜옵틱 영상 저장/압축/전송 기술 개발)

### 참 고 문 헌

- [1] 한국전자기술연구원, 한국전자통신연구원, 성균관대학교, ㈜카테노이드, “중대형 공간용 초고해상도 비정형 플랜옵틱 영상 저장/압축/전송 기술 개발,” 정보통신방송 연구개발 사업계획서, 2020.4.
- [2] 손옥호 외, “플랜옵틱 영상처리 기술 동향,” 전자통신동향분석, 31 권 4 호, 2016 년 8 월, pp. 1-12.
- [3] 박상운 외, “VR 미디어 표준화 동향,” ETRI 전자통신동향분석, vol.32, no.3, 2017 년, pp.28- 35.
- [4] SRT 프로토콜, <https://www.haivision.com/products/srt-secure-reliable-transport/>