

클라우드 기반 OTT 클라이언트에서 3D 미디어 웹 플레이어를 통합하기 위한 테스트베드 접근 방식

신광무, 김성훈
한국전자통신연구원

kmshin@etri.re.kr, steve-kim@etri.re.kr

A Testbed Approach to 3D Media Web Player Integration in Cloud-based OTT Client Systems

Kwang Mu Shin, Sung Hoon Kim
Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문은 클라우드 기반 OTT(Over-The-Top) 클라이언트 환경에서 3D 콘텐츠의 스트리밍을 가능하게 하는 웹 기반 3D 미디어 플레이어의 통합을 위한 테스트베드 접근 방식을 제안한다. 본 연구의 주요 목적은 실제 OTT 서비스가 운영되는 클라우드 기반 환경에서 3D 미디어 웹 플레이어를 구현하고 통합하는 실용적인 가능성을 탐색하는 데 있다. 제안된 플레이어는 모듈형 구조로 설계되어 다양한 OTT 클라이언트 시스템에 유연하게 통합될 수 있으며, 클라우드 네이티브 인프라 위에 테스트베드 형태로 구축되었다. 본 구현을 통해 기술적 통합의 용이성이 입증되었으며, Google Chrome 브라우저를 이용한 실제 클라이언트 접속 환경에서 스테레오스코픽 3D 콘텐츠가 재생됨을 확인하였다. 이는 3D 미디어 서비스의 실용화를 위한 기반 기술로서의 가능성을 시사한다.

I. 서론

OTT 서비스는 다양한 디바이스를 통해 사용자에게 멀티미디어 콘텐츠를 직접 전달하는 주요 플랫폼으로 자리 잡았다. 기존의 OTT 서비스 콘텐츠는 주로 2D 영상 위주로 구성되어 있었으나, 최근 3D, VR 기반 실감형 콘텐츠의 유통 방식과 사용자 경험을 중심으로 한 연구가 점차 확대되고 있다. 특히 웹 환경에서의 실감형 콘텐츠 소비는 별도의 소프트웨어 설치 없이 브라우저 기반으로 가능하다는 점에서 상용 서비스화에 적합한 접근 방식으로 주목받고 있다. 하지만 웹 기반 OTT 클라이언트 환경에서 3D 콘텐츠를 재생하기 위한 통합적 시스템 아키텍처에 대한 실증적 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 논문은 실제 OTT 서비스가 운영되는 클라우드 환경을 기반으로 3D 미디어 웹 플레이어를 구현하고 통합하는 테스트베드 시스템을 제안한다. 기존 연구에 따르면 클라우드 기반 OTT 클라이언트 시스템에 통합되는 3D 미디어 웹 플레이어는 2D 및 3D 콘텐츠 간 스트리밍 호환성을 유지하면서도 시청 경험의 확장성을 확보할 수 있는 기술적 이점을 가진다. 또한 이러한 플레이어는 웹 브라우저 기반 미디어 재생 환경에 적합한 수신단 구성의 핵심 모듈로 기능할 수 있으며, 이는 입체미디어 스트리밍 플랫폼 설계 측면에서도 높은 유연성과 확장성을 제공한다는 평가를 받고 있다.[1-2] 본 논문의 핵심 목표는 3D 콘텐츠의 스트리밍이 가능한 웹 기반 플레이어를 클라우드 인프라

내 OTT 클라이언트 시스템에 모듈형 형태로 통합하는 데 있다. 이를 위해 제안된 시스템은 AWS 의 클라우드 인프라(S3, EC2 등)를 기반으로 실제 서비스와 유사한 환경을 구현하였고, HTML5 및 WebGL 기반의 3D 미디어 플레이어를 통합함으로써 실제 클라이언트 환경(Chrome 웹브라우저)에서 스테레오스코픽 3D 콘텐츠가 재생되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 3D 미디어 콘텐츠의 상용 OTT 서비스 내 도입 가능성을 실증하는 데 의의가 있으며, 차세대 실감형 미디어 서비스에 적용 가능한 확장성 높은 기반 기술로 활용될 수 있다. 본 논문의 본론에서는 제안하는 시스템의 클라우드 기반 아키텍처 구성, 간단한 실험을 통한 기술적 검증 결과를 기술한다. 결론에서는 구현 결과의 의미와 제한 사항을 함께 제시한다.

II. 본론

본 논문에서 사용한 클라우드 인프라는 AWS(Amazon Web Services) 기반으로 구성되어 있다. EC2 는 API 서버 운영에 활용되었으며, 안정적인 가상 머신 환경을 제공한다. S3 는 정적 콘텐츠의 저장 및 MPEG-DASH 기반 스트리밍에 사용되며, 고가용성과 확장성을 보장한다. 특히 OTT 클라이언트 시스템은 다음과 같은 주요 구성 요소들로 구성된다. 웹 서버는 Express 프레임워크로 구현되어 있으며, 클라이언트의 HTTP 요청을 처리하고 API 서버와 통신하여 필요한 콘텐츠

정보를 받아 사용자에게 동적으로 웹 페이지를 렌더링해 제공한다. 이 웹 서버는 PM2 프로세스 매니저에 의해 관리되며, 서버 실행 상태를 모니터링하고 장애 발생 시 자동으로 재시작함으로써 서비스의 안정성과 가용성을 확보한다. API 서버는 AWS EC2 상에서 동작하며, 클라이언트의 요청을 받아 콘텐츠 정보와 메타데이터를 처리하고, 필요한 경우 DB 서버와 통신하여 데이터를 조회하거나 수정하는 역할을 한다. 이 과정에서 클라이언트에게 최종적으로 콘텐츠 URL 을 제공하는 기능도 수행한다. DB 서버는 MariaDB 기반으로 구성되어 있으며, 콘텐츠 정보와 사용자 요청과 관련된 데이터를 저장 및 관리한다. 스토리지 및 스트리밍 서버는 AWS S3 를 기반으로 구성되어 있으며, MPEG-DASH 형식의 3D 미디어 콘텐츠를 저장하고 클라이언트로 직접 스트리밍한다. 클라이언트는 API 서버를 통해 해당 콘텐츠의 URL 을 전달받으며, 스트리밍된 비트스트림을 웹브라우저 내에서 모듈형 3D 미디어 웹 플레이어를 통해 디코딩 및 재생한다. 이 플레이어는 모듈화된 구조로 OTT 클라이언트 애플리케이션에 탑재되어 클라우드 상의 콘텐츠를 재생할 수 있도록 설계되었다. SHVC(Scalable HEVC) 비디오 스트림에 대한 디코딩을 기준 FFmpeg 모듈이 지원하지 않는 한계를 해결하기 위해 OpenHEVC 라이브러리를 스테레오스코픽 환경에 맞게 확장·보완한 뒤 FFmpeg 프레임워크 내부에 통합하였다.[3] 아울러 Emscripten 으로 해당 모듈을 WebAssembly 형태로 크로스 컴파일하고, 웹브라우저 실행을 위한 중간 연결 계층(JavaScript API)을 자동 생성함으로써 사용자는 웹브라우저만으로 SHVC 기반 스테레오스코픽 3D 콘텐츠를 원활히 시청할 수 있다.

이러한 구성 요소들은 각기 분산된 클라우드 자원 위에서 상호작용하며, 콘텐츠 요청부터 재생까지의 전체 경로를 효율적으로 처리한다. 전체 흐름은 다음과 같다: 클라이언트(웹브라우저)는 웹 서버에 웹 페이지를 요청하고, 웹 서버는 해당 요청을 API 서버로 전달한다. API 서버는 DB 서버로부터 콘텐츠 메타데이터를 조회한 후 이를 웹 서버에 반환한다. 웹 서버는 클라이언트에게 콘텐츠 URL 을 전달하며, 클라이언트는 해당 URL 을 기반으로 AWS S3 에서 MPEG-DASH 형식의 3D 미디어 콘텐츠를 직접 스트리밍한다. 클라이언트 측의 모듈형 3D 미디어 웹 플레이어는 이 콘텐츠를 디코딩하여 재생한다.



그림 1. OTT 클라이언트 시스템에 통합된 웹 플레이어의 3D 모드 재생 화면(실사)



그림 2. OTT 클라이언트 시스템에 통합된 웹 플레이어의 3D 모드 재생 화면(애니메이션)

본 논문에서는 이러한 구조를 바탕으로 테스트베드 환경을 구성하고, 3D 콘텐츠 스트리밍 동작을 확인하였다. 실험은 단순히 스테레오스코픽 3D 콘텐츠를 클라우드에서 로딩하고 WebGL 을 통해 시작화하는 형태로 진행되었으며, 그림 1 과 2 는 실제 클라이언트 접속 환경의 데스크톱 웹브라우저에서 스테레오스코픽 3D 콘텐츠가 재생됨을 보여준다. 결과적으로 기본적인 모듈 통합과 3D 미디어 서비스의 실행 가능성을 입증하는 수준의 구현 및 확인을 완료하였다.

III. 결 론

본 논문은 클라우드 기반 OTT 클라이언트 시스템에 3D 미디어 웹 플레이어를 모듈형으로 통합하고, 이를 테스트베드 형태로 구현함으로써 기술적 가능성을 탐색하였다. WebGL 기반의 3D 미디어 플레이어가 클라우드 인프라 환경에서 작동함을 확인하였으며, 향후 플레이어의 성능 최적화 연구로 스트리밍 성능을 향상시키는 기술 개발이 요구된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영비지원사업의 일환으로 수행되었음.[25ZC1100, 초실감 입체공간미디어·콘텐츠 원천기술 연구]

참 고 문 헌

- [1] 신광무, 김성훈, "웹표준 기반 사용자선택형 스테레오스코픽 미디어 플레이어 모듈 구현," 2023년 한국통신학회 하계종합학술발표회, 제 81 권, pp. 115-116, 2023.
- [2] 신광무, 김성훈, "적응형 스트리밍을 적용한 웹 기반 계층적 입체미디어 플레이어 모듈 구현," 2024년 한국방송·미디어공학회 하계학술대회, pp. 343-344, 2024.
- [3] J. M. Boyce, Y. Ye, J. Chen and A. K. Ramasubramonian, "Overview of SHVC: Scalable Extensions of the High Efficiency Video Coding Standard," in IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 26, no. 1, pp. 20-34, 2016.