

일반논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제29권 제5호, 2024년 9월 (JBE Vol.29, No.5, September 2024)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2024.29.5.644>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

## ATSC 3.0 기반 방송 가상 스튜디오 아키텍처 개발

박 기 범<sup>a)</sup>, 박 성 환<sup>b)</sup>, 이 상 민<sup>c)</sup>, 김 규 현<sup>a)†</sup>

### Development of an ATSC 3.0 based Broadcasting Virtual Studio Architecture

Kibeom Park<sup>a)</sup>, Seonghwan Park<sup>b)</sup>, Sangmin Lee<sup>c)</sup>, and Kyuheon Kim<sup>a)†</sup>

#### 요 약

ATSC 3.0은 미국의 차세대 방송 표준이자 국내 지상파 UHD 방송 표준으로, 다양한 미디어 콘텐츠를 효과적으로 전송하고 수신하기 위한 새로운 방식이다. 현재 국내에서는 ATSC 3.0 기반의 UHD 방송이 실시되고 있으며 미국과 다른 국가에서도 채택되어 현대적이고 향상된 디지털 텔레비전 서비스를 제공하고 있다. 기존의 디지털방송 표준과 비교하여 ATSC 3.0의 가장 큰 특징은 방송 서비스를 제공하는 RF만을 대상으로 규격을 정의하지 않고, IP를 기반으로 인터넷과의 연동을 통한 하이브리드 방송 서비스를 제공할 수 있는 점이다. 이 표준은 방송 서비스 시스템을 IP 기반으로 가상화해 효율성을 높이고, 인터넷과 연동된 하이브리드 방송을 가능하게 한다. 본 논문에서는 이러한 기술과 기능을 효율적으로 관리하기 위한 방송 가상 스튜디오 아키텍처를 제안하며, 제안한 아키텍처를 기반으로 실제 방송 서비스에 적용한 사례를 제시하고자 한다.

#### Abstract

ATSC 3.0 is the next-generation broadcasting standard in the United States and the terrestrial UHD broadcasting standard in Korea, designed to effectively transmit and receive various media content. Currently, UHD broadcasting based on ATSC 3.0 is being implemented in Korea and has been adopted in the U.S. and other countries, providing modern and enhanced digital television services. Compared to previous digital broadcasting standards, the most significant feature of ATSC 3.0 is its ability to provide hybrid broadcasting services through internet integration based on IP, rather than defining standards solely for RF broadcasting services. This standard virtualizes the broadcasting service system based on IP, increasing efficiency and enabling hybrid broadcasting integrated with the internet. This paper proposes a broadcast virtual studio architecture to efficiently manage these technologies and features, and presents a case of applying the proposed architecture to an actual broadcasting service.

Keyword : ATSC 3.0, Broadcasting Service, Workflow Manager, Airchain

Copyright © 2024 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

## 1. 서론

현대의 방송 기술은 끊임없는 혁신과 발전을 거듭하여 다양한 서비스를 제공하고 있다. ATSC (Advanced Television Systems Committee)는 새로운 차세대 지상파 방송 표준인 ATSC 3.0을 개발하였다. ATSC 3.0은 고품질의 미디어 데이터를 여러 사용자에게 IP 기반으로 동시에 전달할 수 있다. 또한 유연한 서비스 구성 및 개인형 서비스들을 시청자들에게 효율적으로 제공하기 위하여 여러 기술들을 포함하고 있다. 국내에서는 이러한 ATSC 3.0 기술을 이용하여 2016년 ATSC 3.0 기반 지상파 UHD (Ultra High Definition) 방송 표준을 제정하고, 2017년 5월 국내 지상파 방송 3사는 4K UHD 지상파 방송을 송출하였다. 이를 통해 2018년 평창 동계 올림픽과 같은 주요 경기들을 세계 최초로 지상파 UHD 방송으로 생중계하기도 하였다. 미국에서는 2017년 11월에 ATSC 3.0의 사용을 승인하였으며 이에 따라 CTA (Consumer Technology Association)와 NAB (National Association of Broadcasters)가 공동 필드테스트를 진행하였고, 현재는 약 62개 DMA (Designated Market Area)에서 75%가 넘는 시청자들이 ATSC 3.0 방송을 수신할 수 있는 방송 인프라를 구축하고 있다. 이와 같이 현재 방송은 하드웨어 기반 고정형 스튜디오 대신, 인터넷 기반 IP를 이용하여 스튜디오 가상화를 통한 고품질의 방송 콘텐츠 제공과 사용자 맞춤형, 개인형, 참여형의 미래 지향적인 방송 미디어 서비스를 목표로 하고 있다<sup>[1]</sup>.

기존의 방송 시스템은 주로 하드웨어 기반 고정형 스튜디오를 통한 전송 방식을 기반으로 설계된 시스템으로, 지상파 방송 또는 케이블 TV와 같은 방식으로 방송 콘텐츠를 제공한다. 이러한 시스템은 특정 하드웨어에 의존하여 작

동하며, 사전 예약된 스케줄에 따라 콘텐츠를 제공하기 때문에 새로운 서비스나 기능을 추가하려면 별도의 물리적 장비를 설치해야 하므로 서비스 제공의 유연성과 확장성이 제한된다. 특히, 시스템의 업그레이드나 유지 보수를 진행할 때는 시스템을 중단시키거나 장비를 교체해야 하는 상황이 발생할 수 있어 많은 비용과 시간이 소요된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 소프트웨어 기반의 가상화 기술을 활용하여 유연하고 확장 가능한 서비스 구성을 제공하는 IP 기반의 ATSC 3.0 방송 가상화 시스템이 필요하다. 현재 미국의 주요 지상파 방송국인 싱클레어와 같은 곳에서는 ATSC 3.0을 도입하여, 고품질의 미디어 데이터를 다수의 사용자에게 실시간으로 동시에 전달할 수 있는 방송 가상 스튜디오(Broadcasting Virtual Studio)를 구축하고 있다.

가상화는 여러 장비를 하나로 합치거나, 하나의 장비를 여러 대로 나누어 상위 어플리케이션이 실행되도록 함으로써 공유 자원의 활용도를 높이고자 한다. 이를 통해, 하드웨어의 유연한 관리와 자원의 효율적인 사용이 가능해지면서 시스템의 유연성과 확장성이 향상된다. 특히 방송 시스템에서는 가상화 기술을 적용하여 하드웨어의 의존성을 줄이고 IP 기반 고품질의 방송 서비스를 유연하게 제공할 수 있다.

본 논문의 II장에서는 ATSC 3.0의 기본 개념 및 역할과 아키텍처를 이해하기 위한 배경을 설명하고, III장에서는 앞서 언급한 Virtual Studio를 위하여 개발 중인 아키텍처를 제안하고 고품질 미디어 콘텐츠 처리를 지원하는 ATOM, 효율적인 인코딩, 멀티플렉싱, 스케줄링을 통해 방송 콘텐츠의 신속한 전송과 유연한 대응을 가능하게 하는 Airchain, 그리고 가상화된 컴퓨팅 자원의 동적 관리와 시스템 통합을 통해 확장성과 안정성을 높이는 Petasus를 다룬다. 마지막으로 IV장에서는 아키텍처를 활용하여 가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 서비스 결과를 제시한다.

## II. ATSC 3.0

ATSC 3.0은 미국에서 디지털 텔레비전 방송 표준을 개발하고 제정하는 비영리 표준 개발 기관인 ATSC에서 개발

a) 경희대학교(Kyung Hee University)

b) 캐스트에라(CAST.ERA)

c) SK텔레콤(SK Telecom)

‡ Corresponding Author : 김규현(Kyuheon Kim)

E-mail: kyuheonkim@khu.ac.kr

Tel: +82-31-201-2442

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1553-936X>

※ 이 논문은 CAST.ERA의 지원과 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2024-2021-0-02046\*)

· Manuscript July 1, 2024; Revised August 15, 2024; Accepted August 19, 2024.

한 다음 세대 디지털 텔레비전의 표준을 의미한다. 기존의 ATSC 표준과의 역호환성을 제공하지 않는 새로운 방송 표준으로서 다양한 미디어 콘텐츠를 효과적으로 전송하고 수신하기 위한 새로운 방송 표준이다. 이러한 ATSC 3.0은 여러 특징과 이점을 갖고 있는데 이는 아래와 같다<sup>[2]</sup>.

- 고화질 비디오와 음향 품질: UHD 비디오 및 고음질 음향을 지원하여 더 생동감 있는 경험을 사용자에게 제공
- 인터랙티브 서비스: IP를 통한 인터넷 연동을 통한 향상된 인터랙티브 서비스 제공
- 타겟팅 광고: IP 기반의 인터넷을 통한 데이터 제공을 통해 수신자에게 맞는 타겟 광고 제공
- 모바일 방송: 이동시 수신 가능한 신뢰성 높은 전송 기술을 통해 휴대전화, 태블릿, 자동차와 같은 이동 환경하에서 시청이 가능한 모바일 서비스 제공
- 데이터 포맷의 IP 지원: IP를 데이터 포맷의 기반으로 활용하여 인터넷과의 통합 용이성을 확보하여 다양한 디지털 서비스와 플랫폼 간의 상호 운용성 향상

이러한 ATSC 3.0은 전통적인 텔레비전 방송 기술의 한계를 넘어 미래 지향적인 디지털 미디어 서비스를 제공하는데 중점을 두고 있다.

ATSC 3.0은 유연한 방송 서비스를 위하여 전송 프로토콜 계층에서 기존 MPEG-2 TS<sup>[3]</sup> 사용을 배제하고 실시간 A/V 스트리밍 및 비실시간 데이터 다운로드 서비스, 기존 인터넷망을 위한 방송 콘텐츠 유통 등을 원활히 지원할 수 있는 IP 패킷을 전송하는 구조인 MMT<sup>[4]</sup> 프로토콜을 채택하였다.

### III. 가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 서비스

전통적인 방송 시스템은 하드웨어 기반 고정형 스튜디오를 사용하여 다양한 시청자에게 동일한 콘텐츠 및 광고를 사전에 예약된 시간대에 제공하고 있다. 그렇기에 지역 및 시청자 개별 시간 기준으로 한 타겟 광고를 제공하는 데에

어려움을 겪고 있다. 이와 같은 제한 사항들을 해결하기 위하여 본 논문에서는 가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 서비스 아키텍처를 제안하고자 한다.

#### 1. ATSC 3.0 기반 방송 가상 스튜디오 아키텍처

본 논문에서 제안하는 ATSC 3.0 기반 방송 가상 스튜디오 아키텍처는 그림 1에서 나타난 바와 같이 크게 ATOM Fronted, ATOM Backend, Airchain 및 Petasus으로 구성되어 있으며, ATOM은 ATSC 3.0 Operation & Management의 약자로, 방송 콘텐츠의 송출을 담당하는 헤드엔드 시스템을 의미한다. 이는 방송 콘텐츠가 시청자에게 안정적으로 전달될 수 있도록 한다. ATOM Frontend는 사용자 인터페이스를 제공하여 방송 설정 및 모니터링이 가능하며, ATOM Backend는 전체적인 방송 워크플로우의 생성, 관리 및 업데이트를 담당하고, Airchain은 방송 콘텐츠의 인코딩, 멀티플렉싱 및 스케줄링을 처리하는 기능을 수행, 그리고 Petasus는 가상화 된 자원을 관리하고, 필요한 서비스에 동적으로 자원을 할당하는 기능을 제공한다.

해당 가상 스튜디오 아키텍처는 가상화를 위하여 Virtual Machine (VM)과 VM에 설치되는 Virtual Media Function (VMF)를 활용하고 있다. VM은 물리적인 서버나 장비를 독립적으로 가상화 한 Task를 의미하는 것으로서, 각 VM에는 독립적으로 운영체제가 설치되고 필요한 리소스를 할당 받아 작동한다. 또한, VMF는 VM 환경에서 미디어 처리를 위한 소프트웨어로써 VM 내에서 다양한 미디어 관련 작업을 수행할 수 있도록 필요한 도구 및 라이브러리를 제공한다. 이러한 VM 환경에서는 물리적인 환경에 비해 필요에 따라 자원을 동적으로 할당 받을 수 있고, 시스템을 확장하거나 축소할 수 있어서 유연성과 확장성이 높으며, 미디어 처리 작업을 효율적으로 수행할 수 있도록 해준다. 또한 여러 VM을 통합하여 그림 1과 같이 하나의 가상 스튜디오 환경을 구축해주므로 협업 및 공유 작업에 용이하다. 이와 같은 VM 활용으로는 Airchain에서 나오는 Encoder, Mux, Scheduler가 대표적이다. 더불어, Petasus은 가상화 된 컴퓨팅 환경에서 Virtual Machine과 관련된 자원들을 관리하는 역할을 수행하며, 구체적으로 ATOM Backend와 통신하여 필요에 따라 자원을 각 서비스에 동적으로 할당한다.

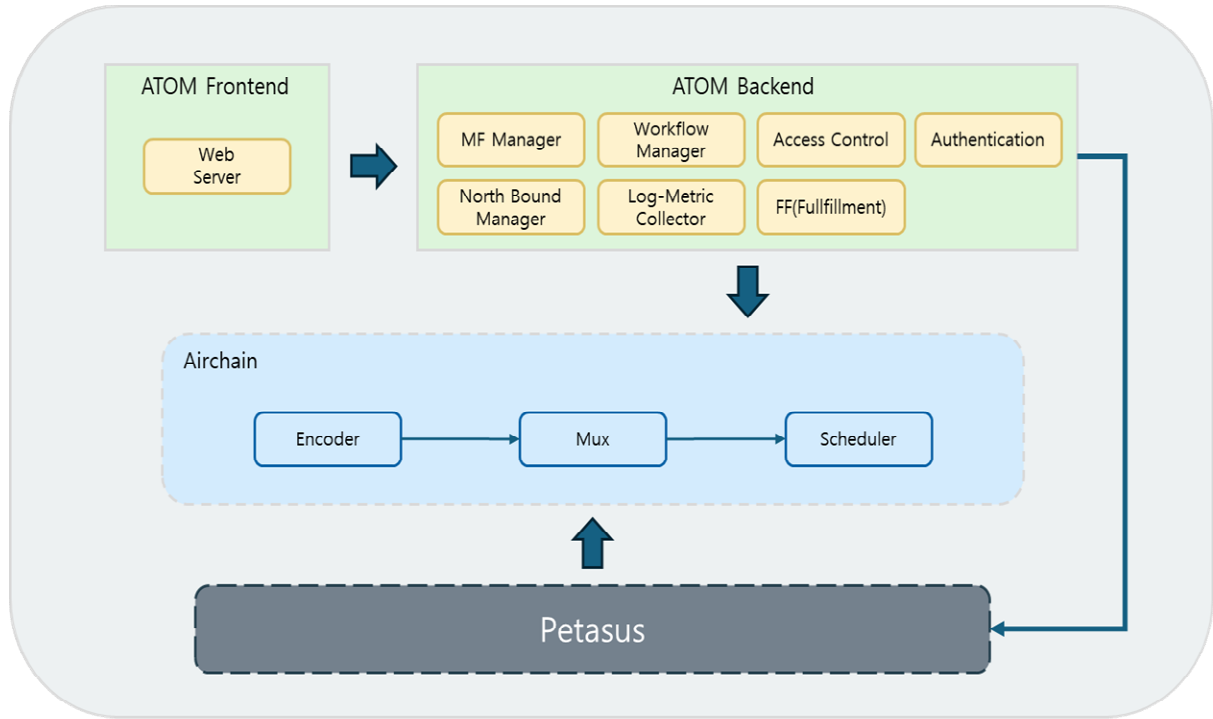


그림 1. ATSC 3.0 기반 방송 가상 스튜디오 아키텍처  
 Fig. 1. Broadcasting Virtual Studio Architecture based on ATSC 3.0

상기에서 설명한 VM 및 VMF를 활용하여 구성된 가상 스튜디오의 구성 요소인 ATOM Frontend, ATOM Backend, Airchain 및 Petasus의 기능 및 역할은 아래와 같다.

### 1.1 ATOM Frontend

ATOM Frontend는 Web Server로 구성되어 있으며 해당 Web Server는 앞에서 제시한 시나리오와 같이 IP 기반 방송국에서 사용자가 ATOM Backend에 접근하기 위한 사용자 인터페이스를 제공한다. Web Server를 통해 사용자는 가상 스튜디오 환경에 대한 접근, 구성 및 모니터링을 직접적으로 수행할 수 있으며, 이를 ATOM Backend로 전달하여 사용자 요청을 처리하는 기능을 제공한다.

### 1.2 ATOM Backend

ATOM Backend는 여러 모듈로 구성되어 있는데 대표적으로 Media Function (MF) Manager, Workflow Manager, Authentication, North Bound Interface Manager, Log-

Metric Collector 및 Fulfillment 등으로 구성되어 있다.

MF Manager는 미디어 처리를 담당하는 Encoder, Mux, Scheduler 등의 VMF 이미지를 업로드하고 등록하여 Airchain 구성에 필요한 VMF 저장소로 동작한다. 또한, Workflow Manager는 시스템 내에 각 워크플로우의 라이프사이클을 관리하는 역할을 수행하며, 이는 워크플로우의 등록, 생성 및 업데이트를 포함한다. 워크플로우가 효율적으로 실행되고 사전에 정의된 구성에 따라 수행되도록 관리하며 워크플로우의 진행 상황을 실시간으로 모니터링하고 동작 중에 발생할 수 있는 예외 및 오류를 처리한다. Access Control 및 Authentication는 사용자 인증 및 권한 관리 시스템으로서, ATOM Backend 내에서 각 워크플로우, 서비스 및 VMF에 대한 사용자 및 그룹 권한을 관리하며 특정 기능 및 리소스에 대한 액세스 권한을 부여하고 시스템 보안을 강화하는 역할을 수행한다. North Bound Interface Manager는 데이터 배포 서비스와 운영 지원 시스템 사이의 인터페이스 역할을 수행하며, 데이터캐스트 일정 및 상태, 통계를 관리하며, 사이트 정보를 제공하여 방송

네트워크 전체에서 데이터 배포와 관리를 효율적으로 수행한다. 예를 들면 데이터의 클라우드 서비스 제공업체와 네트워크 시스템의 운영과 관리를 담당하는 시스템 관리자 사이의 인터페이스 역할을 제공한다. **Log-Metric Collector**는 **ATOM** 시스템 내의 다양한 모듈과 **VMF**에서 발생하는 리소스 사용 데이터를 수집하는 역할을 수행하고 있으며, 해당 데이터에는 CPU 사용량, 메모리 사용량, 디스크 사용량, 네트워크 활동 및 GPU 이용률 같은 **Metrics**을 포함하고 있으며, 이러한 데이터들은 시스템의 상태를 모니터링하고 분석하는 과정에 사용된다. 마지막으로, **Fulfillment**는 네트워크 자원을 관리하고 이를 하나 이상의 서비스에 할당하는 역할을 수행하는 **Pegasus**와 연결하여 **VM** 및 해당 리소스(CPU, 메모리, 디스크 공간, 대역폭 등)를 관리하며, 워크플로우의 요구 사항 및 시스템의 수요에 따라 리소스를 동적으로 할당하고 관리하여 최적의 리소스 활용과 성능을 보장해준다.

### 1.3 Airchain

**Airchain**은 미디어 콘텐츠를 처리하고 전송하기 위한 역할로 앞서 설명했던 **VMF**들로 구성된다. 기존의 방송 워크플로우는 고정된 스케줄과 사전 제작된 콘텐츠를 중심으로 작동되어 실시간 변화 대응에는 제한적인 한계를 가지고 있다. 하지만 **Airchain**의 경우, 기존의 방송 워크플로우와 유사한 기능을 수행하지만 제한사항을 극복하여, 서비스 기반의 유연한 구성 및 실시간 스케줄링을 통해 방송 콘텐츠의 변화하는 요구에 즉각 대응할 수 있다. 이러한 **Airchain**의 대표적인 **VMF**로는 **Encoder**, **Mux** 및 **Scheduler**가 있으며, 해당 구성 요소들은 미디어 콘텐츠의 인코딩, 멀티플렉싱 및 전송 일정 관리를 수행하여 방송 콘텐츠를 **ATSC 3.0** 규격에 맞춰 전달될 수 있도록 한다. **Encoder**는 촬영 및 편집된 원본 미디어 콘텐츠를 디지털 형식으로 인코딩 및 압축하는 역할을 수행하며, 이 과정에서 미디어는 원본 미디어 콘텐츠의 품질을 유지하면서 효율적인 전송을 위한 데이터 형식으로 압축 변환되고, 네트워크 전송에 적합한 형태로 만들어진다. 최종적으로 여러 디바이스 및 전송 채널에 맞는 최적의 스트림을 생성함으로써 방송 비트레이트를 관리할 수 있다. **Mux**는 **Encoder**로부터 생성된 복수개의 압축 미디어 스트림을 받아 하나의

단일 출력 스트림으로 결합해줌으로써 전송 효율을 높이고 대역폭을 절약할 수 있다. 이러한 멀티플렉싱 과정은 방송 네트워크의 대역폭을 효과적으로 사용하고 전송 오류를 최소화하는데 필요한 필수적인 과정이다. 이후 **Scheduler**에서는 미디어 콘텐츠의 전송 및 방송 일정을 관리하는 역할을 수행하며, **Mux**에서 생성된 단일 미디어 스트림을 받아서 스트림의 전송을 계획하고 조정하며, 방송 콘텐츠의 전송 시간, 우선 순위 및 순서 등을 결정한다. 즉, 전체 방송 네트워크의 트래픽을 관리하며, 방송 스케줄에 따라 콘텐츠를 적절한 시간에 전송하도록 하며, 또한 라이브 방송이나 긴급 방송의 경우 우선 순위를 조정하여 신속한 전송을 보장함으로써, 방송의 연속성과 정확성을 유지한다.

### 1.4 Pegasus

**Pegasus**는 가상화 된 컴퓨팅 환경을 제공하고 **Virtual Machine** 생성과 그에 관련된 자원들을 관리하는 중요한 구성 요소로서, 그림 1과 같이 **ATOM Backend**와 통신하여 필요에 따라 자원을 각 서비스에 동적으로 할당한다. 이때 **Pegasus**의 역할은 아래와 같다.

- 자원 관리: **VM**과 **Container**의 컴퓨팅 리소스를 관리 및 최적화
- 동적 할당: 서비스의 요구사항에 따라 CPU, 메모리, 디스크, 네트워크, GPU와 같은 자원을 실시간 할당 및 조정
- 시스템 통합: 다양한 시스템과 플랫폼 간의 통합을 관리하고, 원활한 데이터 및 리소스 흐름 보장

## 2. Workflow

앞서 제안한 내용들을 기반으로 그림 2에서 나타난 아키텍처들이 **Workflow**와 **Media Function**을 관리하는 과정을 제시하고자 한다. 방송 **Workflow**는 **ATOM Backend**의 **Fulfillment** 모듈이 **Pegasus**와 통신하여 가상 머신(**VM**) 생성을 요청하는 것으로 시작된다. **Fulfillment** 모듈은 방송에 필요한 자원(CPU, 메모리, 디스크, 네트워크, GPU)을 할당 받기 위해 **Pegasus**를 통하여 **VM**을 생성한 후, **ATOM Backend**의 **Workflow Manager**를 통해 필요한 **VMF**들을

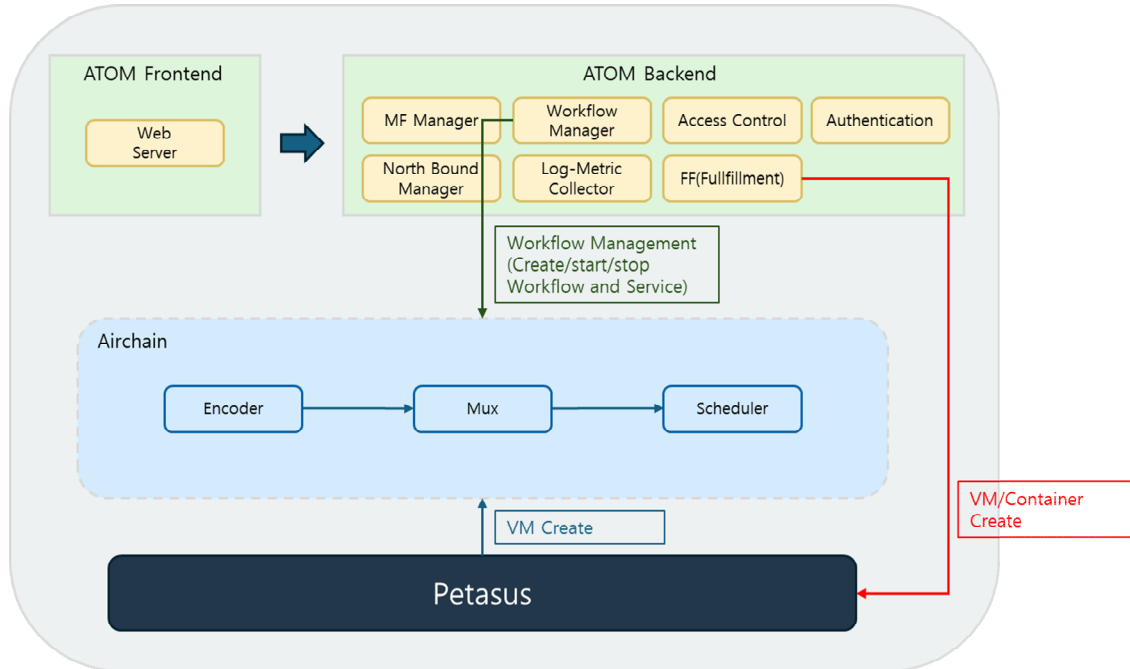


그림 2. Workflow 관리 (VM, VMF 생성/동작 과정)  
 Fig. 2. Workflow Management (VM, VMF Creation/Behavior)

설치한다. 해당 VMF들은 대표적으로 Encoder, Mux, Scheduler 등으로 구성된다. 생성된 VMF들은 ATOM Backend의 MF Manager를 통해 관리되며, MF Manager는 각 Media Function의 생성, 시작 및 정지 등의 생명주기를 관리하며, 방송의 효율성과 안정성을 보장하기 위해 필요한 과정들을 진행한다. VMF들의 운영이 시작되면, 전체 방송 시스템은 정해진 스케줄에 따라 방송을 실행하며, 방송 중에는 ATOM 시스템의 다른 모듈들이 작동한다. 일례로, Log-Metric Collector의 경우 시스템 운영 데이터를 수집하고 분석하여 방송의 품질을 지속적으로 모니터링하고 최적화하고, 또한 Workflow Manager는 방송 프로세스의 변화를 감지하고, 필요한 업데이트를 통해 시스템을 최신 상태로 유지한다.

#### IV. 가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 서비스 결과

가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 아키텍처를 통해

필요에 따라 리소스(CPU, 메모리, GPU 등)를 신속하게 할당하거나 조정하여 유연성을 향상시킬 수 있으며, 또한 다양한 형식의 콘텐츠를 쉽게 통합하고 언제든지 손쉽게 새로운 VMF 설치가 가능하므로 고화질 스트리밍, 맞춤형 콘텐츠 제공, 실시간 상호작용 등 다양한 시청자 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다. 더불어, 보안의 경우 데이터를 중앙에서 관리함으로써 보안 강화가 가능하고, 각 아키텍처를 연결하는 인터페이스 간에 인증 토큰을 사용하고 데이터를 암호화하여 신뢰성 있는 정보 전달이 가능하다.

기존의 방송 시스템에서 사용되던 하드웨어 기반 구조를 소프트웨어로 가상화하여, 방송 환경을 유연하고 효율적으로 관리할 수 있도록 재구성하였다. 그림 3은 제안된 방송 가상 스튜디오 아키텍처 실제 구현 결과를 나타낸다. ATOM과 Petasus 모듈은 방송 콘텐츠의 관리 및 가상화된 자원 할당을 담당하며, VMF로 구성된 Encoder, Mux, Scheduler는 실시간으로 방송 콘텐츠의 인코딩, 멀티플렉싱 및 스케줄링을 수행한다. 이후 Exciter를 통해 최종적으로 방송 신호가 송출되는 과정을 보여주고 있다.

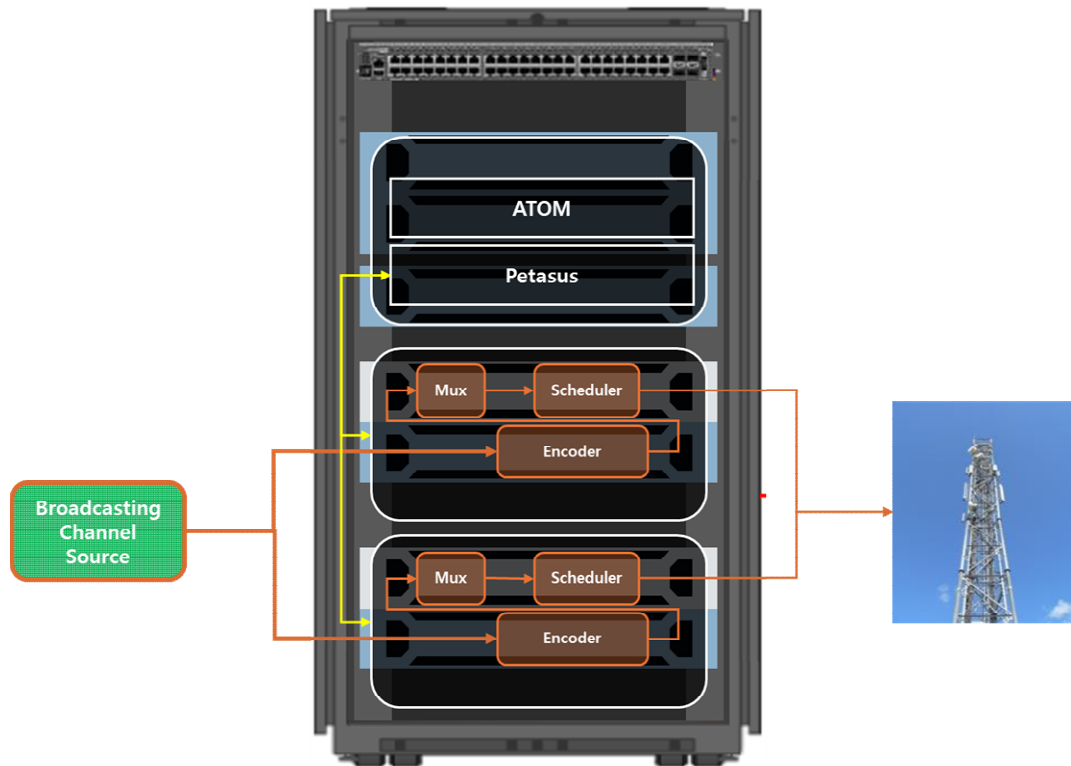


그림 3. 방송 가상 스튜디오 아키텍처 구현 결과  
Fig. 3. Implementation of the Broadcast Virtual Studio Architecture



(a) User #1

(b) User #2

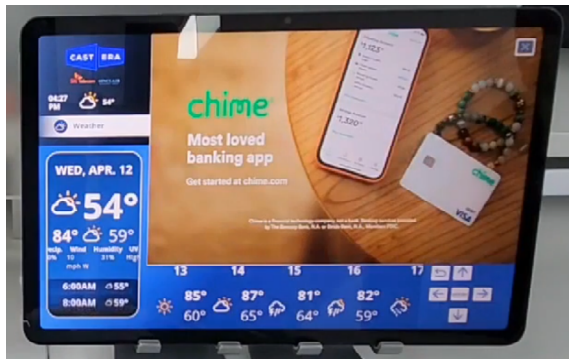
그림 4. 서로 다른 사용자들의 같은 콘텐츠 시청 장면  
Fig. 4. Different Users Watching the Same Content

제안된 가상화 스튜디오 기반 방송 아키텍처를 실제 방송에 적용하면, 그림 4의 (a), (b)를 통해 확인할 수 있듯이 기존의 일반 방송 시스템과 같이 각각 다른 사용자의 디바이스들에서 동일한 방송을 안정적으로 시청할 수 있다. 이는 가상화 스튜디오 기반 아키텍처가 기존의 하드웨어 기반의 방송 스튜디오와 같이 다양한 사용자 환경에서 동일한 품질의 방송 콘텐츠를 안정적으로 제공할 수 있음을 보여준다.

또한, 사용자가 ATSC 3.0 기반 방송망을 통해 특정 정보를 요청하면 그림 5의 (a)와 같이 해당 콘텐츠는 ATOM과 Petasus의 자원 할당을 거쳐 추가정보를 인코딩 및 전송하여, 날씨 정보와 같은 맞춤형 콘텐츠를 사용자의 디바이스

에 전달되어 시청할 수 있다. 또한, 그림 5의 (b)와 같이 라이브 방송이나 긴급 방송과 같은 신속한 방송 콘텐츠를 제공할 경우에도 같은 가상화 시스템에서 우선 순위를 손쉽게 조정하여 Petasus가 실시간으로 자원을 할당하고, Airchain을 통해 신속하게 콘텐츠가 인코딩 및 전송되어 사용자가 지연 없이 방송을 시청하는 것을 보여준다.

또한, 그림 6에서 보는 바와 같이, 방송 프로그램에서 나타난 정보 중 사용자가 그림 6의 (a)와 같이 직접 선택할 경우, 추가되는 정보 또한 ATOM과 Petasus의 자원 할당을 통해 손쉽게 시스템에 의해 즉시 처리 및 전달되어 실시간으로 사용자가 받아볼 수 있는 것을 그림 6의 (b)로 확인할 수 있다.



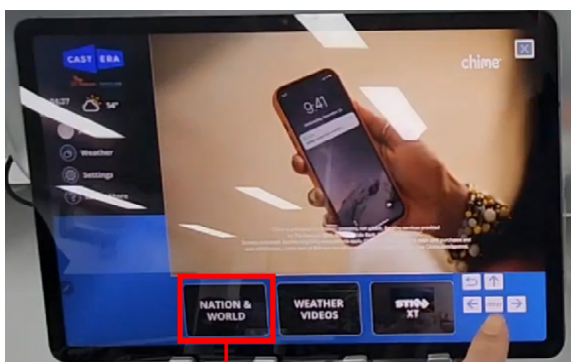
(a) Customizable Service



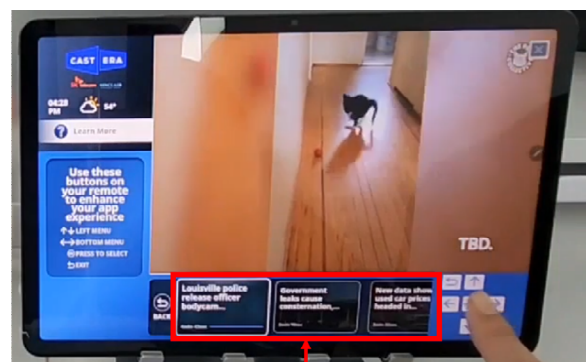
(b) Rapid Broadcast Service

그림 5. ATSC 3.0 기반 방송 가상 스튜디오 아키텍처를 적용하여 실제 사용자에게 제공되는 서비스

Fig. 5. Services Delivered to Real Users by Applying ATSC 3.0 based Broadcast Virtual Studio Architecture



(a) Broadcast Category Selection



(b) Content Selection

그림 6. ATSC 3.0 기반 방송 가상 스튜디오 아키텍처를 적용한 사용자의 실시간 상호작용 서비스

Fig. 6. Real-time Interaction Services for Users with ATSC 3.0 based Broadcast Virtual Studio Architecture



이와 같이 방송 서비스를 통해 시청자에게 고화질 스트리밍, 맞춤형 콘텐츠 제공, 실시간 상호작용 등을 확인할 수 있고, 라이브 방송이나 긴급 방송의 경우 우선 순위를 조정하여 손쉽게 지역에 적합한 방송 서비스를 제공할 수 있다.

## V. 결 론

기존의 방송 시스템은 하드웨어 기반 고정형 스튜디오로 구축되어 있고 특정 하드웨어에 의존하여 작동하기 때문에 새로운 서비스나 콘텐츠를 추가하기 위해서는 추가적인 하드웨어 장비를 구매하고 설치해야 하는 등 유연성이 떨어지는 제약이 있고, 유지 보수와 기존의 서비스를 업그레이드하는 경우에는 시스템을 중단시키거나 장비를 교체해야 하는 경우가 발생할 수도 있다. 본 논문에서는 이러한 제한 사항을 해결하기 위하여 가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 아키텍처를 제안하고 있다. ATSC 3.0 시스템을 중심으로 한 방송 아키텍처는 전통적인 방송 서비스의 한계를 극복하여 유연성, 비용 효율성, 운영 효율성을 향상시키며, 가상화 스튜디오 기반 하이브리드 방송 서비스를 통해 효과적인 미디어 콘텐츠 처리와 방송을 진행하는 과정에서의 전체적인 관리가 가능해진다. 이러한 기술을 통해 각 지역 별로 특화된 방송을 송출할 수 있고 운영 비용을 절감하면서 서비스의 질도 향상시킬 수 있다. 더불어, 새로운 형식의 미디어 콘텐츠 및 시청자와 상호작용할 수 있는 방송 기능을 도입할 수 있으며, 고화질 미디어를 제공함으로써 시청자의 경험을 높일 수 있다. 이러한 기술의 도입을 통해 방송 산업의 지속 가능한 성장과 혁신이 가능하며, 추후에는 실제 Workflow 과정에서 각 모듈들을 연결하기 위한 API들에 대한 연구개발을 진행할 예정이다.

## 참 고 문 헌 (References)

[1] Korean Broadcasters Association, "Trends in UHD Broadcasting Technology Based on ATSC 3.0," <http://tech.kobeta.com/atsc-3-0-%>

ea%b8%b0%eb%b0%98-uhd-%eb%b0%a9%cc%86%a1%ea%b8%b0%ec%88%a0-%eb%8f%99%ed%96%a5/ (accessed Aug. 21, 2024).

[2] H. Yang, Y. Ryu, Y. Im, S. Hwang, "Service and transmission technologies for the Next Generation of the Americas Broadcasting Standard (ATSC 3.0)", *Broadcasting and Media Magazine*, vol.20, No.4, pp.10-16, 2015.

[3] "Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems", ISO/IEC JTC1/SC29/WG 03 N0818, Apr. 2023.

[4] "White paper on MPEG Media Transport (MMT)", ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 N15069, Feb. 2015.

[5] ATSC Standard: ATSC 3.0 System. Advanced Television Systems Committee, Doc. A/300, Mar. 2023.

[6] ATSC Standard: Signaling, Delivery, Synchronization, and Error Protection. Advanced Television Systems Committee, Doc. A/300, Mar. 2023.

[7] Y. Kim, et al. "Implementation of UHD Broadcasting Receiver Based on ATSC 3.0 Standards," *Journal of Broadcast Engineering*, vol.23, No.6, pp.790-799, 2018. Nov. doi: <https://doi.org/10.5909/JBE.2018.23.6.790>

[8] N. Kim, E. Hyun, B. Bae. "A Study on Optimized Disaster Broadcasting Service for Vulnerable Populations based on ATSC 3.0 Standards," *Journal of Broadcast Engineering*, vol.24, No.6, pp.928-938, 2019. Nov. doi: <https://doi.org/10.5909/JBE.2019.24.6.928>

[9] S. Kim, W. Lee. "Trends and Prospects of Broadcasting Virtualization System," *Telco Journal*, vol.9, pp.49-89, 2021. Sep.

[10] J. Kang, D. Kang, K. Kim, "Method of DASH segments into a MMTP stream for switching contents under a hybrid broadcasting environment," *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, vol.11, No.12, pp.5981-5997, 2017. doi: <https://doi.org/10.3837/tiis.2017.12.016>

[11] Y. Cho, B. Bae, H. Lee, "Technology trends for terrestrial UHD-based disaster broadcasting services," *Journal of the Korean Communications Society (Information and Communication)*, vol.36, No.5, pp.39-46, 2019. May.

[12] R. Chernock, D. Barquero, J. Whitaker, S. Park, Y. Wu, "ATSC 3.0 next generation digital TV standard – An overview and preview of the issue," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol.62, No.1, pp.154-158, 2016.

[13] J. Lee, S. Park, H. Yim, B. Lim, S. Kwon, S. Ahn, N. Hur, "IP-based cooperative services using ATSC 3.0 broadcast and broadband," *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol.66, No.2, pp.440-448, 2022.

[14] S. Park, K. Kim, K. Park, D. Suh, "Development of Contents Delivery and Consumption Platform Using MMT in IP Broadcasting Environments," *Telecommunications Review*, vol.24, No.5, pp.627-641, 2014.

[15] J. Lee, Y. Hoo, K. Park. Next Generation Media Technologies and Architecture. *Journal of the Korean Communications Society (Information and Communication)*, vol.35, No.3, pp.48-53, 2018.

---

저 자 소 개

---



**박 기 범**

- 2023년 2월 : 경희대학교 전자공학과 공학사
- 2023년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자공학과 석사과정
- ORCID : <https://orcid.org/0009-0006-5256-3173>
- 주관심분야 : 딥러닝, 영상처리, 멀티미디어 시스템



**박 성 환**

- 2013년 2월 : 한국외국어대학교 디지털정보공학과 공학사
- 2015년 2월 : 경희대학교 전자전파공학과 석사 (멀티미디어 시스템 연구)
- 2022년 2월 : 경희대학교 전자정보융합공학과 박사 (멀티미디어 시스템 연구)
- 2022년 ~ 현재 : CAST.ERA 기술매니저 (가상화 방송 시스템 인터페이스)
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-8554-7459>
- 주관심분야 : 멀티미디어 시스템, ATSC 3.0, 클라우드 가상화, 인터페이스 기술



**이 상 민**

- 1999년 2월 : 서강대학교 전자계산학과 공학사
- 2001년 2월 : 서강대학교 컴퓨터학과 석사 (멀티미디어 시스템 연구)
- 2003년 2월 : 서강대학교 컴퓨터학과 박사 수료 (모바일 멀티미디어 기술 연구)
- 2005년 ~ 2014년 : (주)씨멀티미디어 연구원 (지상파DMB 솔루션 및 N스크린 미디어 기술 개발)
- 2014년 ~ 현재 : (주)SK텔레콤 연구원 (IoT 플랫폼, Media Edge 플랫폼 개발)
- ORCID : <https://orcid.org/0009-0004-7167-0156>
- 주관심분야 : 멀티미디어, 차세대 방송 시스템, 클라우드



**김 규 현**

- 1989년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학사
- 1992년 9월 : 영국 University of Newcastle upon Tyne 전기전자공학과 공학석사
- 1996년 7월 : 영국 University of Newcastle upon Tyne 전기전자공학과 공학박사
- 1996년 ~ 1997년 : 영국 University of Sheffield, Research Fellow
- 1997년 ~ 2006년 : 한국전자통신연구원 대화형미디어연구팀장
- 2006년 ~ 현재 : 경희대학교 전자정보대학 교수
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0003-1553-936X>
- 주관심분야 : 디지털 방송, 영상처리, 멀티미디어 통신, 디지털 대화형 방송