

All-IP 기반의 차세대 방송 제작 시스템 구축에 관한 연구

이용창*, 이정규**

A Study on the Construction of Next-Generation Broadcasting Production System based on All-IP

Yong Chang Lee*, Jeong Gyu Lee**

요 약

본 논문에서는 최근 방송 제작 분야에서 IP 기반 프로토콜을 활용하는 방법들이 활발하게 논의되고 있으나 몇 가지 문제점들이 지적되고 있어, 이러한 단점들을 극복한 SRT와 NDI 기반 코덱 프로토콜 기술을 활용하여 상대적으로 소규모로 운영되고 있는 대학에 차세대 방송 제작 시스템을 효율적으로 구축하는 방안을 제안하고자 하였다[1]. 적용하고자 하는 대상이 되는 대학의 특성을 간단하게 살펴보고, 기존 구축된 대학 방송시스템이나 새롭게 구축하여야 하는 방송 제작 시스템을 NewTek의 NDI 코덱 기술이 적용된 장비들을 추가하여 연동시키는 방법으로 차세대 방송 제작 시스템으로 구축 비용과 공간을 줄일 수 있게 하였다. 대학 및 소규모 방송 제작 시스템을 요구하는 분야에 활용 시 NDI 호환 장비들과 네트워크의 특성을 최적화시킨 구성도를 완성하고, 방송 품질의 신뢰도 측면에서 중요한 지연 시간 및 화질 열화들을 측정하여 차세대 방송 제작 시스템으로 충분히 적용할 수 있음을 증명하고자 하였다.

Abstract

Methods of using IP-based protocols in the field of broadcast production are being actively discussed, but some problems have been pointed out. In this paper, the purpose of this study was to propose a plan to efficiently build a next-generation broadcasting production system in universities[1]. It covers a simple look at the characteristics of the university to be applied and a method of linking the existing university broadcasting system or the newly built broadcasting production system by adding equipment to which NewTek's NDI codec technology is applied as a next-generation broadcasting production system. It can reduce construction cost and space. When used in universities and fields requiring a small-scale broadcasting production system, a configuration diagram that optimizes the characteristics of NDI-compatible equipment and network is completed, and delay time and picture quality degradation, which are important in terms of reliability of broadcasting quality, are measured for their use as a next-generation broadcasting production system. We tried to prove that it can be applied sufficiently.

Keywords

network device interface, IP protocol, secure reliable transport, streaming service, broadcasting

* 동아방송예술대학교 방송기술계열 교수
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0352-0066>
** TBS 교통방송 라디오기술팀 차장(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3417-0991>

• Received: Jun. 12, 2023, Revised: Jun. 29, 2023, Accepted: Jul. 02, 2023
• Corresponding Author: Jeong Gyu Lee
Division of Radio, TBS, Korea
Tel: +82-2-3231-8526, Email: bangbaelee@hanmail.net

I. 서 론

코로나 이후 학습환경에 매우 어려운 상황에서도 국내 대학의 이를 극복하고자 하는 많은 변화가 있었으며, 이러한 방법 가운데에는 학습환경 개선 사업을 통하여 각종 시설들의 보수나 교체 등으로 학생들이 학습효과 상승 및 심리적 인식 개선도 중요하다. 학생들이 느끼는 심리적 인식 요인에는 내부적 요인과 외부적 요인들로 나누어 생각할 수 있으며, 내부적인 환경 요인에는 빛 환경, 온도, 습도 및 소음 정도로 나타낼 수 있으며 외부적 요인들은 각 대학의 특수한 환경으로 다양하게 나타날 수 있다.

안성의 D 대학의 경우를 대상으로 이러한 요인들이 학생들에게 미치는 심리적 변화 부분도 분석하였다[1]-[3]. D 대학은 UHDTV를 포함한 DTV는 모든 채널이 수신이 불가능한 지역이며, 모든 방송 수신을 IP에만 의존하고 있다. 이러한 환경적 요인을 모두 고려한 학습개선 사업을 통하여 대학의 핵심 역량 개발에 적합한 시설의 보충이 필요한 시기이기도 한다. D 대학의 경우 방송 특성화 인재 양성을 목표로 하기 때문에 4K 전송 등을 포함하는 차세대 방송시스템으로 전환하는 것도 필요한 시기라 판단된다. 모바일 앱의 전송 과정 환경은 Hybrid Cloud 방식을 기반으로 다양한 미디어의 처리를 위한 미디어 자산 관리(MAM) 시스템을 기반으로 실제 방송 형태의 실시간 스트리밍을 포함한 다양한 모바일 OTT 서비스를 제공하고 있다[4].

최근 방송 형태는 broadcasting보다는 streaming 형태로 급격하게 변하고 있어 제작 환경도 IP 기반의 기술들이 도입되었거나 전환이 진행되고 있다. IP 전송 프로토콜 방식을 적용하면 어디서나 LAN 선 하나로 연결하여 기존 방송 제작 시스템의 단점들을 해결할 수 있게 된다. 그러나, 기존에는 제작된 신호들을 IP 프로토콜로 바꾸어서 전송하게 되면 신호 지연 및 화질의 열화 현상들이 발생하게 된다 [5]. 최근 NewTek에서 Genlock 기능을 포함하는 NDI 5를 전 세계 방송 산업 분야에 공개하였고, 이를 바탕으로 기존 IP 프로토콜 전송 방식 단점들을 보완하여 무손실, 압축 및 지연이 없는 방식의 네트워크 비디오 전송용 코덱으로 방송 제작 시스템을 구축할 수 있게 되었다[6].

본 논문에서는 대학의 내외적 환경 요인들을 살펴보고, 이를 기반으로 현재 상대적으로 열악한 환경과 소규모로 구축되어 운영되고 있는 대학 방송국 등에서 IP 비디오 프로토콜들을 활용한 차세대 방송시스템으로 전환하여 구축하는 과정에 대하여 살펴보았다. 또한 SNG 대응으로 최근 활발하게 논의되는 SRT와 NDI 프로토콜 기반의 스튜디오 시스템을 연결하는 전체 시스템 구축에 대한 설계와 실제 테스트를 통해 방송의 품질 관련 신뢰도 측면에서 가장 중요한 지연 시간 및 화면 열화의 발생 여부를 측정하고 실제 구축 시 예상되는 문제점들을 중심으로 연구하였다.

II. 관련 연구

2.1 IP 기반 비디오 전송 프로토콜

기존의 가장 일반적인 형태의 방송 제작 형태는 SDI(Serial Device Interface) 기반의 장비들 중심으로 호환성 있게 구축되어 있다. 이러한 경우 부가적으로 신호 처리하는 케이블들이 아래 그림 1 같이 많이 필요하게 되며, 추가되는 카메라, VCR 및 문자발생기 등 장비 수에 비례하여 상당히 많이 증가할 수 밖에 없는 구조였다. NDI가 지원되는 PTZ 카메라의 경우에는 NDI 프로토콜을 이용하여 하나의 Ethernet 케이블을 통해 모든 신호를 전송할 수 있다.

또한, SDI는 높은 주파수와 고해상도 일수록 전송이 힘들어지며, 4K/60P 전송 시 대역폭이 12G-SDI를 사용하여야 하는 점과 전송 거리의 한계 점과 향후 8K 전송에 문제점들이 있다.

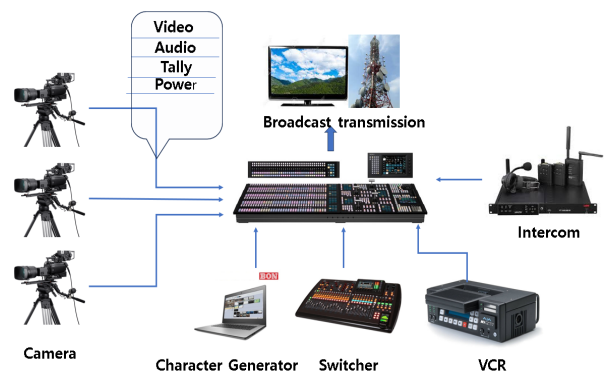


그림 1. 기존 방송 카메라 케이블 형태
Fig. 1. Existing broadcast camera cable type

이러한 단점들을 극복하기 위한 IP 기반의 프로토콜들이 최근에 많이 소개되고 있다. ST2110 기반의 IP 방송시스템은 SDI 신호의 단점을 보완하여 비디오 신호들을 압축이라는 복잡한 과정을 따르지 않고 원본을 지연과 화질 열화 없이 전송의 제약을 받지 않고 여러 장소에 실시간으로 신호 전송이 가능하게 되지만, 최근 기술로 경제성과 호환성 문제로 일부에서만 사용되고 있다[7][8].

2.2 NDI 비디오 전송 프로토콜

NewTek사에서 개발한 IP 비디오 표준인 NDI(Network Device Interface)는 현재 방송 표준 전송 규격인 SDI와 같이 비디오 전송 목적을 가지는 IP 비디오 전송 프로토콜이다. NDI는 HD 신호 전송 시 100Mbps의 대역폭으로, 4K/60P는 400Mbps 정도의 대역폭을 요구하기 때문에 현재의 LAN 환경으로 고화질 방송 품질을 전송할 수 있다. 화질 열화와 같은 비정상적인 전송을 방지하기 위하여 비손실 압축 방법으로 사용되며, 실질적인 HD 1080P를 기준으로 제로 딜레이를 표방하고 있다. NDI 프로토콜의 종류는 다양하며 NDI의 오리지널 규격은 1920 x 1080 해상도의 영상을 100Mbps로 전송하는 것이며, 이것은 'Full NDI'라고 부르며 일반적으로 NDI로 표현한다. 그러나 Full NDI는 I-Frame 기반의 MPEG 압축을 통해 100Mbps의 대역폭을 가지고 있으므로, 네트워크 연결 시 보다 효율적인 대역폭을 위해 IBP 기반의 H.264 압축을 이용하는 NDI|HX(8~20Mbps)가 나타나게 되었고 네트워크 환경이 좋지 않은 곳에서도 전송 시 보다 높은 성능을 나타낼 수 있게 되었다. 그러나 이것도 몇 가지 문제점으로 인해 NDI와 NDI|HX의 장점을 이용한 NDI|HX2(35Mbps)를 개발, 적정한 대역폭과 Latency를 보다 효율적으로 사용할 수 있게 되었다. 그러므로 실제 NDI를 지원하는 장비마다 정확한 NDI 스펙을 확인할 필요가 있다. NDI는 스튜디오 스위처에서, NDI|HX,HX3는 PTZ 카메라나 컨버터 출력에서 일반적으로 많이 사용되어 진다.

아래 표 1은 NDI 비디오 전송 프로토콜의 종류와 특징들을 나타낸 것이다. 광케이블이 아닌 1Gbps UTP 케이블 하나로 비디오 압축률이 대략

1/20 정도로 카메라에 필요한 각종 케이블과 전원까지 모든 것을 통합하여 전송하는 방식이다. 압축된 신호는 기가비트 이더넷으로 별도의 장비 없이 별도의 서버 역할을 하는 장비에 NIC로 쉽게 전송할 수 있다.

표 1. NDI 기반 비디오 전송 프로토콜 비교

Table 1. Comparison of NDI-based video transport protocols

Devision	NDI	NDI HX	NDI HX2
Network	TCP	UDP/TCP	TCP/UDP
Compression	MPEG2	H.264	H.264/ H.265
Connection	Unicast/ Multicast and FEC	Unicast/ Multicast	Unicast/ Multicast and FEC
HD(1080i) data rate	100Mbit/s	8~20Mbit/s	1~50Mbit/s

NewTek에서 SDK 형태로 유·무선으로 기술들을 제공하고 있으며, TCP, UDP, RUDP로 Multicast 및 Unicast 전송을 할 수 있다. NDI의 핵심은 S/W 기반 최적화 코덱으로 비디오 신호를 인코딩과 디코딩 시 CPU 리소스를 최소화하고 남은 CPU 처리능력을 다른 부가 서비스를 할 수 있도록 한다. 다음의 그림 2은 NDI 기반 방송 제작 시스템에 필요한 전체 구성을 나타내었다.

2017년 NewTek에서 발표한 NDI-PTZ 카메라는 SDI와 같이 연결하여 라이브 현장에서도 지연과 화질 열화 없는 송출이 가능하게 되었다. 이러한 장점들은 COVID-19 이후에 급격하게 성장하고 있는 소규모 방송시스템 구축에 적용이 확대되고 있다. 최근에는 NDI bridge 유틸리티로 LAN 환경뿐만 아니라 WAN 환경에서도 사용할 수 있도록 설계되었다.

아리랑TV도 최근 차세대 방송시스템 개발 연구 성과를 바탕으로 NDI 기반의 스마트 라이브 스튜디오를 구축하여 방송 제작에 활용하고 있다[9].

2.3 SRT 비디오 전송 프로토콜

SRT(Secure Reliable Transport)는 2012년 Haivision사에서 제안하여 2017년 오픈 라이선스 형태로 전환되어 완전히 공개된 IP 스트리밍 전송 프로토콜이다.

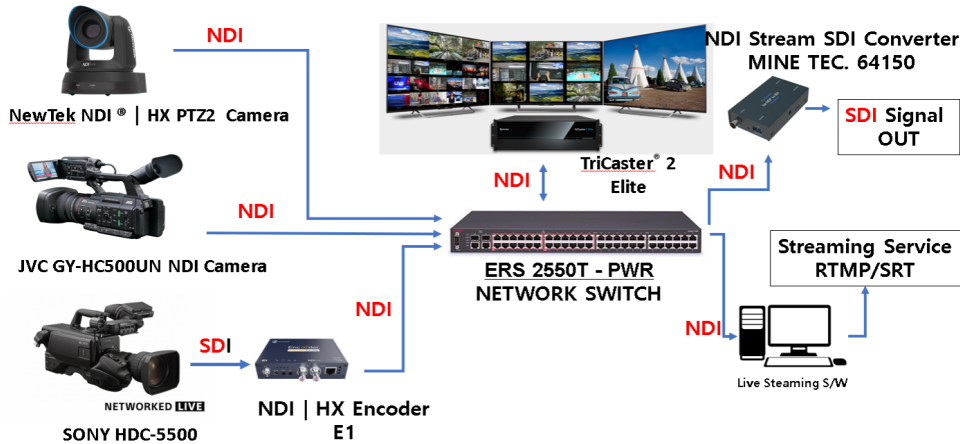


그림 2. NDI 제작 시스템 구성도 예
Fig. 2. Example of configuration diagram of NDI production system

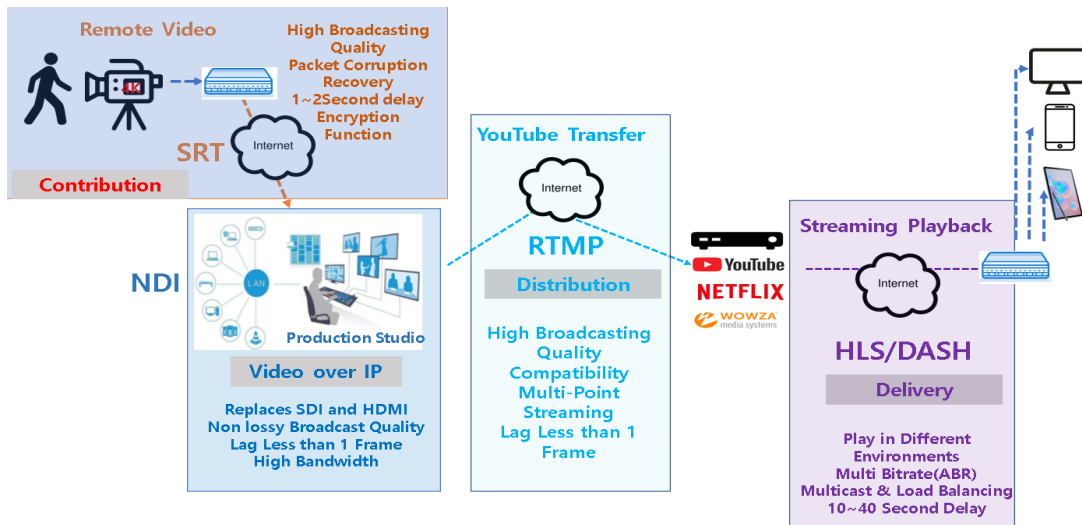


그림 3. IP 기반의 방송 제작 과정
Fig. 3. IP-based broadcast production process

TCP의 안정성과 UDP의 저지연의 장점들을 바탕으로 SDI 신호를 원거리 전송하는 효과를 얻을 수 있다. SRT는 어떤 상황에서도 전송 품질을 유지할 수 있으며, RTMP가 가지고 있는 장시간 연결 시 레이턴시가 늘어나는 문제를 해결하여 저지연을 유지한다. 128/256 비트 AES(Advanced Encryption Standard) 암호화로 보안을 높일 수 있으며, 인코더와 디코더 사이에 Ack/Nak로 재전송을 요구하여 손실이 최소화된다. ARQ(Automatic Repeat Request)로 패킷의 손실 보상으로 10% 정도의 손실에도 화면에 영향을 미치지 않는다. 또한, 외부에서 비디오 전송 시 자유롭게 포트 지정이 가능하여 별도의 설정 없이 방화벽도 쉽게 우회하여 고품질의 스트리밍이 가능하다는 것이다. 그러나, 현재 최신의 기술

로 미디어의 스트리밍에서 SRT를 지원하지 않는 경우가 많이 있으며, 지원하는 인코더 및 디코더 종류가 아직은 다양하지 않다는 단점도 있다. 현재까지는 재생 컨트롤이 네이티브로 지원하지 않아 원격지 영상 등의 신호를 인터넷망으로 전송받는 Contribution에 최적화된 프로토콜이라 할 수 있다.

III. ALL-IP기반의 방송 제작 시스템

3.1 All IP 기반의 방송 프로토콜

그림 3은 전체 All IP 기반의 OTT 서비스에 필요한 IP 프로토콜 흐름도를 나타낸 것이다.

본 논문에서 최종적으로 구성하고자 하는 시스템으로, 각 전송 과정에서 요구되는 방송 프로토콜, 방송 신호의 품질 및 이론적인 시간 지연을 표시한 것이다.

Contribution 과정은 가장 처음으로 이동 수단을 이용하기 위한 행동을 의미하는 First-mile이라 불리는 단계로, 원격지와 프로덕션의 스테이션에 연결하는 과정에 사용된다. 최근에 Haivision에서 개발한 SRT가 실시간 원거리 전송 방식에서 주요 프로토콜로 자리 잡고 있으며, 높은 신뢰도와 높은 방송 품질, 저지연 특성 및 암호화 특성이 있다. Video over IP는 기존의 SDI나 HDMI 인터페이스를 대체하는 목적의 전송 방식으로, 프로덕션 내부에서의 구성이 중심이기 때문에 인터넷 대역폭에 대해 비교적 자유로우며 비손실 방송 품질과 높은 신뢰도 및 저지연의 특성이 있어야 한다. 현재는 비압축 계열의 SMPTE 2110이나 비손실 압축방식을 가지는 NDI가 주축을 이루고 있다. SMPTE 2110이 화질면에서는 가장 유리하나 구축 비용면에서는 가장 불리하다.

Distribution 과정은 프로덕션에서 제작된 비디오 신호를 인터넷으로 유튜브, 페이스북, Wowza 등의 서버로 라이브 스트리밍을 보내는 과정이라 할 수 있다. 비교적 전송 지연에 대한 부담은 없지만 최종적인 전달 과정이기 때문에 높은 신뢰도와 고품질을 유지하여야 한다. 이미 RTMP 프로토콜로 표준이 이루어졌으며, 별도의 서버 구축 비용이 없어도 된다는 점에서 비용과 편의성에서 장점을 가지고 있다. Delivery 과정은 최종 전달 과정으로 인터넷을 통하여 1:n 전송을 목적으로 다양한 종류의 재생 단말기 환경을 고려하여야 한다. HLS와 MPEG-DASH가 주요 재생 프로토콜로 사용되고 있다. 다양한 화질의 비디오 신호 품질을 구분하여 멀티 비트 레이트/멀티 해상도로 재생하는 디바이스가 영상의 코덱을 지원하지 못해도 실시간으로 인코딩 및 재생하는 과정이 중요하게 된다[10].

3.2 SDI신호를 NDI로 변환

NDI에 연결을 위하여는 아래의 그림 4와 같이 NDI 신호를 직접 연결하거나 현재의 방송 기준인 SDI 신호를 NDI 소스로 변환하여 주는 과정을 먼저 거쳐야 한다.

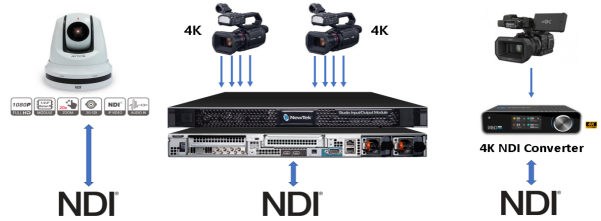


그림 4. NDI 카메라 신호 입력 및 변환 방법
Fig. 4. NDI camera signal input and conversion method

현재 다양하고 고성능과 가성비면에서 우수한 NDI나 NDI HX를 지원하는 PTZ 카메라가 좋은 대안이 될 수 있다. NDI를 지원하지 않는 종류의 카메라의 경우 NDI 컨버터 중에서 적당한 제품을 선택하여 사용할 수 있다. NewTek의 종합 방송 제작 솔루션인 TriCaster를 메인으로 NDI 4K PTZ 카메라와 4K NDI 컨버터를 사용하여 기존 방송용 카메라 및 장비들과 연동하여 활용하고 있다. 이러한 활용 사례에서 볼 수 있듯이 또 다른 장점들은 방송시스템 구축에 필요한 공간이 적게 필요하다는 것과 기존의 스튜디오 구축에 비하여 1/10 정도로 적은 비용으로 구축할 수 있다는 것이다[11].

IV. 시스템 구성 및 측정

4.1 화질 및 지연 시간 측정 시스템 구성

지금까지 기술한 내용을 바탕으로 NDI와 SRT 시스템을 구성하여 전송 지연과 화질 등의 특성들을 비교 측정하고자 한다. 첫 번째로 그림 5와 같이 NDI 신호에 대한 품질, 지연 특성을 알아보기 위해 SDI와 NDI HX가 동시에 출력되는 PTZ 카메라를 사용하였으며, 여기서 출력되는 SDI, NDI HX 두 신호를 각각 TriCaster에 입력하여 두 화면의 영상을 비교 분석하는 방법으로 진행하였다. SDI 대비하여 NDI 신호의 화질 및 지연을 측정하고자 하였다.

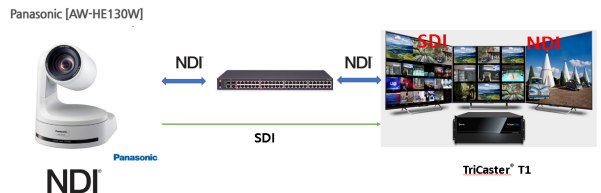


그림 5. SDI 신호대비 NDI 화질 측정을 위한 구성도
Fig. 5. Configuration diagram for NDI quality measurement against SDI signal

다음으로 인터넷망을 통해 SRT로 전송되는 신호의 지연 시간 측정을 위하여 아래 그림 6과 같이 구성하였다. 원거리 스튜디오의 SDI 영상을 Haivision사의 Makito SRT 인코더로 변환하여 인터넷으로 전송하고, 수신 측에서 다시 SRT 수신기를 이용하여 SDI 신호로 변환하여 출력되는 영상에 대해 시간 지연을 비교하는 방법으로 진행하였다.

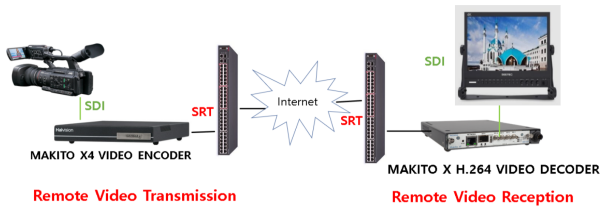


그림 6. SRT Latency 및 화질 측정을 위한 구성도
 Fig. 6. Configuration diagram for measuring SRT Latency and image quality

4.2 SDI 신호와 NDI 신호의 비교 측정

그림 7은 본 연구를 위하여 실제로 구축하여 운영되는 NewTek의 TriCaster TC1 비디오 스위처를 중심으로 전송되는 과정 및 각종 측정 시험을 하는 모습들이다. TriCaster 스위처 Input 1에 NDI 신호를, Input 4에는 SDI를 각각 설정하여 동시에 화면을 측정된 결과들이다.

그림 8과 같이 모든 측정 결과에서 NDI 영상 신호가 1 Frame 정도 지연이 발생하는 것으로 나타났으나, 육안으로 거의 지연을 느낄수 없는 상태이며, 화질 열화 부분도 시각적으로는 느낄 수가 없었다.



그림 7. SDI와 NDI 신호의 비교 측정을 위한 준비 및 설정 화면

Fig. 7. Preparation and setup screen for comparative measurement of SDI and NDI signals



그림 8. SDI와 NDI 신호의 지연 시간 및 화면 열화 비교 측정 결과 화면

Fig. 8. SDI and NDI signal latency and screen deterioration comparison measurement result screen

4.3 원거리 SRT 전송 시간 지연 측정

다음은 그림 6의 구성으로 그림 9처럼 실제 원거리 공공기관 방송 스튜디오와 방송사 스튜디오 간의 SRT 전송에 따른 시간 지연을 측정하고 하였다. 측정 방법은 두 지점 간을 인터넷 회선을 이용하여 SRT 전송에 따른 지연 시간을 비교 측정하였다. 추가적으로 스튜디오 내부와 구조정실 간 사내 네트워크를 이용하여 SRT 영상에 대한 지연을 추가 측정하였다. 마지막으로 OTT 서비스를 위하여 RTMP 프로토콜 전송과 수신에 대한 전송 지연 시간을 비교 측정하는 방법으로 진행하였다.

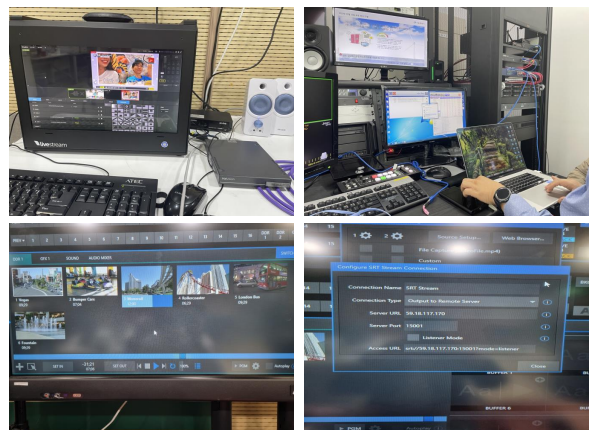


그림 9. 원거리 공공기관과 스튜디오 간 SRT 전송 비교 측정을 위한 준비 및 설정 화면

Fig. 9. Preparation and setup screen for comparative measurement of SRT transmission between a remote public institution and a studio

표 2는 원거리 SRT 전송에 따른 지연 시간 측정에 따른 결과를 나타낸 것이다. (a)는 공공기관에서 방송하는 신호를 Haivision의 송신기를 사용하여 스튜디오에 도착하는 지연 시간을 총 5회에 걸쳐 측정하였으며, 일반적인 인터넷망 환경에서와 전용선과의 비교 측정도 하였다. 전용회선과 비교하여 평균적으로 0.3ms의 지연이 발생하는 것으로 측정되었다. (b)는 프로덕션 내부의 스튜디오와 구조정실 간 전송에 관련된 측정 결과이며, 첫 번째는 TriCaster에서 SRT로 출력한 신호를 스튜디오에서 구조정실까지 전송하여 평균 전송 지연을 측정한 값이다. 두 번째는 TriCaster에서 RTMP로 출력한 신호를 전송하여 구조정실에서 RTMP 서버로 수신하고 지연을 측정하는 방법으로 각각의 프로토콜 전송에 따른 전송 지연의 차이를 비교하고자 하였다. 총 5회에 걸쳐 측정한 결과는 각각의 프로토콜 전송 모두 평균적으로 0.3ms 정도의 지연을 나타내고 있다.

표 2. SRT 전송 지연 측정 결과
 Table 2. SRT transmission delay measurement results
 (a) 장거리 전송을 위한 전용회선과 SRT 전송신호 측정비교
 (a) Comparison of measurement of dedicated line and SRT transmission signal for long-distance transmission

Dev.	send and receive	Bandwidth	Delay
1	Leased line encoder and decoder	6Mbps	-
2	Haivision SRT transmission internet network	4~6Mbps	0.3ms
			0.2ms
			0.3ms
			0.4ms
			0.3ms

(b) SRT 송수신 및 RTMP전송 지연 시간 측정
 (b) Measurement of SRT transmit/receive and RTMP transmit latency

Dev.	send and receive	Bandwidth	Delay
1	TriCaster SRT transmission	Haivision SRT receive internet network	0.3ms
			0.3ms
			0.3ms
			0.4ms
			0.3ms
2	TriCaster RTMP transmission	RTMP listen to server	0.3ms
			0.2ms
			0.3ms
			0.3ms
			0.3ms

V. 결론 및 향후 과제

최근 방송 관련 업계와 기술 분야에서 IP 기반을 중심으로 방송 인프라가 급격하게 변화되고 있다. IP 기반의 인터페이스는 콘텐츠 제작할 때 유연성, 확장성 및 원격 제어 등의 정점을 제공하며 차세대 방송을 위한 인터페이스로 주목받고 있다. 또한, 적은 공간과 저비용으로 현재의 방송시스템보다 덜 복잡한 구조로 구축할 수 있다는 장점도 있다. 현재 IP 기술은 방송 글로벌 장비 업체(SONY, Grassvally, EVS 등)에서도 IP 기반의 제작 시스템 구성을 통하여 방송 장비 시장의 변화를 주도하고 표준경쟁을 하고 있다. 그러나, 시스템의 완성을 위해서는 상호 호환성에 대한 우려와 IP 신호를 무압축으로 전송하기 위한 전송 지연 및 화질 열화 등에 대한 검증이 필요하다. ALL-IP 기반 제작 시스템 도입하여 차세대 방송시스템 구축을 위해서는 각종 필요한 조건을 만족하여야 하며, NDI, SRT 등 IP 기반의 개방형 표준 프로토콜의 검증이 필수적이다. 이러한 각종 검증 과정을 통하여 대학 내 스튜디오 등 소규모 방송 제작 시스템이 필요로 하는 곳을 중심으로 구축하여 원격 제작 및 다양한 온라인 서비스 등에 활용할 수 있을 것이다. 실제 가능한 비슷한 환경으로 설계 및 구축하여 측정한 결과 지연 시간이 평균 0.3ms 이내로 나타났으며, 화면의 열화에서도 시각적으로 느껴지지 않는 결과로 나타났다. 본 논문에서는 이러한 측정 결과를 바탕으로, NewTek에서 제공하는 NDI 코덱이 가지는 장점들을 활용하여 상대적으로 소규모로 구축되는 방송 제작 시스템으로 구축하여 대학 내 방송 제작 교육 환경으로 활용할 수 있음을 제안하고자 하였다.

References

[1] Y. C. Lee and J. G. Lee, "Investigation of Electromagnetic A Study on the Construction of NDI-based Broadcasting Production System Considering Environmental Characteristics of University", The Proc. of the 2023 KIIT Summer Conference, Jeju, Korea, pp. 363-364, Jun. 2023.

[2] Y. C. Lee, "Investigation of Electromagnetic Wave Effects in Areas Where Ultra-High Voltage Transmission Lines and Solar Power Plants are Mixed", The Proc. of the 2022 KIIT Autumnal Conference, Jeju, Korea, pp. 82, Dec. 2022.

[3] Y. C. Lee, "Analysis of changes in students' perceptions according to the light environment of the university classroom", The Proc. of the 2023 KIIT Summer Conference, Jeju, Korea, pp. 361, Jun. 2023.

[4] Y. C. Lee, "Analysis of the effects of external special environmental factors on college freshmen", The Proceedings of the 2023 KIIT Summer Conference, Jeju, Korea, pp. 362, Jun. 2023.

[5] Y. C. Lee and J. G. Lee, "A Review Study on Hybrid Cloud Computing for Public-Sector Cloud Platform", Journal of KIIT, Vol. 20, No. 10, pp. 13-20, Oct. 2022. <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.10.13>.

[6] J. Mfitumukiza, V. Mariappan, M. W. Lee, S. G. Lee, J. H. Lee, J. Y. Lee, Y. S. Lim, and J. S. Cha, "IP Studio Infrastructure intended for Modern Production and TV broadcasting Facilities", International Journal of Advanced Smart Convergence, Vol. 5, No. 3, pp. 61-65, Sep. 2016. <http://dx.doi.org/10.7236/IJASC.2016.5.3.61>.

[7] Dvnest courses/tutorial, "NDI Next Generation Network IP Video", https://dvnest.com/ndi_summary00 [accessed: May 25, 2023]

[8] Dvnest courses/tutorial, "IP video transmission technology - 4. protocol cleanup", <https://dvnest.com/user20210809> [accessed: May 25, 2023]

[9] C. S. Kim, "Comparison and status of NDI and AV over IP technologies", Broadcasting and Media, Vol. 28, No. 2, pp. 87-97, Apr. 2023.

[10] G. Y. Choi, "Arirang TV builds a smart live studio with NDI", Broadcasting and Technology Magazine, Trend Report 2022, pp. 100-105, Aug. 2022.

[11] "IP video transmission technology - 3. IP

application in broadcasting production stage", Dvnest courses/tutorial, https://dvnest.com/user_20210726 [accessed: May 25, 2023]

[12] K. H. Lee, "NDI-IP video workflow", Broadcasting and Technology Magazine, Savvy and Trend, pp. 104-155, Oct. 2017.

저자소개

이 용 창 (Yong Chang Lee)



1996년 2월 : 한남대학교 대학원
(이학석사)
2001년 2월 : 순천향대학교
대학원 전기전자공학과
(공학박사)
2001년 3월 ~ 현재 :
동아방송예술대학교

방송기술계열 부교수

관심분야 : 디지털 방송, 무선통신

이 정 규 (Jeong Gyu Lee)



2004년 8월 : 한양대학교 대학원
전자통신전공 (공학석사)
2008년 10월 ~ 현재 : 서울시
교통방송(TBS) 라디오기술팀 차장
관심분야 : 디지털 방송, 빅데이터,
인공지능, 클라우드, OTT
메타버스