
AoIP 기반 음향전송시스템의 설계 및 구현

강민수* · 성길영** · 박연식**

Design and Implementation of Audio Transmission System Based on AoIP

Min-soo Kang* · Kil-Young Sung** · Yeoun Sik Park**

요 약

본 논문에서는 인터넷 기반 전송기술인 TCP/IP 네트워크의 한 분야인 AoIP(Audio over Internet Protocol)를 기반으로 한 음향전송시스템을 구현하기 위하여 최근 들어 연구하고 있는 다양한 음향전송 시스템들을 탐구하여 가장 효율적으로 구현이 가능한 전송방법을 채택하여 AoIP 기반 음향전송시스템의 설계와 구현을 하였다. 구현된 시스템은 소규모의 구내 방송시스템을 비롯하여 대규모의 분산 네트워크가 필요한 다양한 프로페셔널 음향 시스템에 적용 할 수 있으며, 향후 다양한 분야에 응용하여 자동으로 음향신호를 전송하는 시스템으로의 확장 가능성을 제시 하였다.

ABSTRACT

In this paper, we investigate various Audio Transmission Systems to implement Audio Transmission System based on AoIP of Internet transmission technology TCP/IP Network and we design and implement a Audio transmission system based on AoIP by adopting the most efficient one. The implemented system can be applied for various professional audio systems with large-scale audio distribution network as well as small-scale PA systems. Moreover, this can be applied in various fields which need audio transmission.

키워드

AoIP, PA, TCP/IP, Ethernet, Audio

I. 서론

인간의 오감중 가장 빠르게 반응 하는 것은 청각이다. 이러한 인간의 생체구조에 기인하여 소리를 이용한 많은 전자 기기들을 중심으로 전자 공학의 발전을 이끌어 냈다고 할 수 있다.

근래에 들어 디지털 전자공학의 발전은 인터넷 을 탄생 시켰으며 인터넷의 발달은 다양한 멀티미디어 환경을 빠른 시간에 보급하였다. 그리고 멀티미디어를 이용

한 다양한 콘텐츠 산업이 발전하게 되었다.

인터넷과 월드 와이드웹이 등장하면서 단순히 텍스트 환경으로만 운영되었던 컴퓨팅 환경은 하이퍼미디어라는 다중 매체의 등장과 함께 소리와 영상을 추가하게 되었으며 하이퍼미디어는 인터넷을 통하여 빠르게 확산되어 지금은 어느 곳에서도 다양한 미디어를 접속 할 수 있게 되었다.

본 논문에서는 소리를 응용하고 있는 많은 분야에 활용할 수 있는 AoIP(Audio over Internet Protocol)기반의 음

* 가락전자(주) 부설연구소

** 경상대학교 해양산업연구소

향전송시스템을 설계하고 이를 응용한 전관방송시스템(Public Address System)을 구현하였다.

AoIP는 인터넷 기반 기술을 이용하여 오디오 신호를 전송하는 방법으로 최근 들어 그 체계를 갖추어 가고 있는 분야로 관련된 연구가 많이 진행 되고 있다.

NTNU(Norwegian University of Science and Technology)의 사보(Asbjørn SÆBØ)^[1]등은 AoIP전송을 위한 LDAS(Low Delay Audio Streamer) 소프트웨어를 리눅스 기반 시스템의 전이중 고품질 다중채널 음향전송을 위하여 제안하였다.

크리스(Chris Chafe)^[2]등은 고품질의 음악과 소리를 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 네트워크를 통하여 전송하기 위하여 오디오 스트림을 UDP(User Datagram Protocol)패킷으로 전송하는 SoundWIRE를 제안하였다.

송문빈^[3] 등은 자동고장진단이 가능한 스피커 연결 시스템의 SoC(System on Chip)설계를 위하여 I2S(Inter-integrated Circuit)포맷으로 변환한 음향신호를 TCP 패킷으로 변환하여 전송하였다.

AoIP에서 출발한 디지털 음향 전송은 AES(Audio Engineering Society; 미국 음향공학회)에서 수년 전부터 현재까지 표준화를 추진하고 있으며 다양한 방법이 제시되고 있다.^[4]

본 논문에서는 앞서 언급한 바와 같이 AoIP기반의 고품질 전송을 목표로 하는 음향 전송 시스템을 설계 하였으며 이를 구현하기 위하여 ADC 및 DAC를 이용하여 디지털 오디오의 IP기반 전송을 실현하여 전관 방송 시스템에 적용 하였다.

II. AoIP기반 음향전송 시스템

기존의 전관 방송 시스템은 그림 1의 블록 다이어그램과 같이 오디오 입력부에서 입력된 아날로그 음향신호를 저주파 증폭기를 통하여 증폭한후 건물내 원하는 장소에 설치된 스피커 까지 다소 먼 거리를 전송하므로 출력의 감쇠를 줄이고자 하이 임피던스로 높은 후 목적지의 스피커 시스템의 입력단에서 다시 로우 임피던스로 낮추는 방법을 채택하고 있으며 이 경우 증폭기의 효율이 저하하는 단점이 있다.

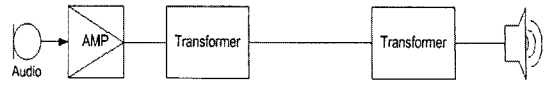


그림 1. 기존의 전관방송시스템의 구조
Fig. 1. Structure of Public Address System.

본 논문에서는 이와 같은 단점을 보완하여 그림 2의 블록 다이어그램과 같이 입력된 아날로그 음향신호를 ADC(Analog to Digital Converter)와 DSP(Digital Signal Processor)로 구성된 NAI(Network Audio Interface)부에서 PCM(Pulse Co-de Modulation) 디지털 신호로 변환 후 이 신호를 Ethernet MAC, PHY를 통하여 TCP/IP 패킷으로 변환하여 목적지 까지 전달하고 목적지에서 원래의 신호로 복원하여 증폭한 후 목적지 스피커를 구동하도록 하였다.

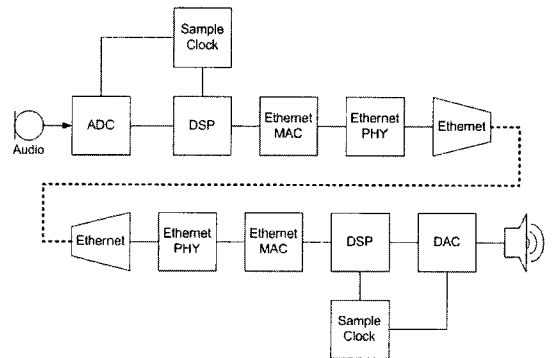


그림 2. AoIP 음향전송 시스템의 구조
Fig. 2. Structure of AoIP Audio Transmission System

따라서 구현된 시스템은 입력신호를 이더넷 패킷화하여 목적지 스피커 까지 UTP(Unshielded Twisted-Pair) 케이블을 사용하여 전송한다.

UTP 케이블은 일반적인 컴퓨터 네트워크에 사용되는 케이블로 아날로그 오디오 케이블에 비하여 비용이 저렴하며 아날로그 오디오 케이블에서 발생하는 외부 노이즈의 유입을 원칙적으로 차단 할수 있는 장점과 케이블비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.^[5]

III. AoIP 기반 음향전송 시스템의 설계

3-1. Network Audio Interface의 설계

AoIP를 구현하기 위해서는 전송하여야 할 대상인 아날로그 오디오 신호를 디지털로 변환하여야 하는데 가장 보편적인 디지털 음원은 PCM방식의 디지털 음원이며 아날로그 음원을 디지털 음원으로 변환하기 위하여 ADC를 이용한다.[6]

그림3은 네트워크 오디오 인터페이스 송신부이며 그림4는 네트워크 오디오 인터페이스 수신부이다. 아날로그 오디오 신호를 PCM 디지털신호로 변환하기 위한 ADC와 고음질 전송을 위하여 보다 정밀한 VCXO (Voltage Controlled X-tal Oscillator)를 반영하였으며 ADC의 경우 24bit, 192kHz 샘플링 까지 지원하는 ADC를 설계 하여 고음질 전송을 배려하였다. ADC 및 데이터 제어를 위하여 ATMEGA128과 FPGA를 이용하여 제어하도록 하였다.

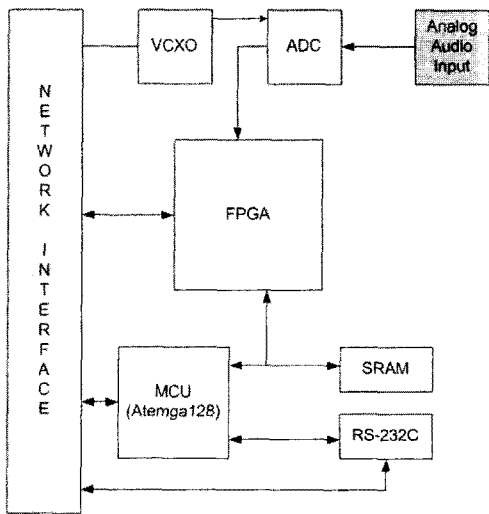


그림 3. 네트워크 오디오 인터페이스 송신부
Fig. 3. Transmitter for Network Audio Interface

네트워크 오디오 인터페이스 수신부는 그림3의 송신부와 동일한 구조로 DAC(Digital to Analog Converter)를 적용하였다.

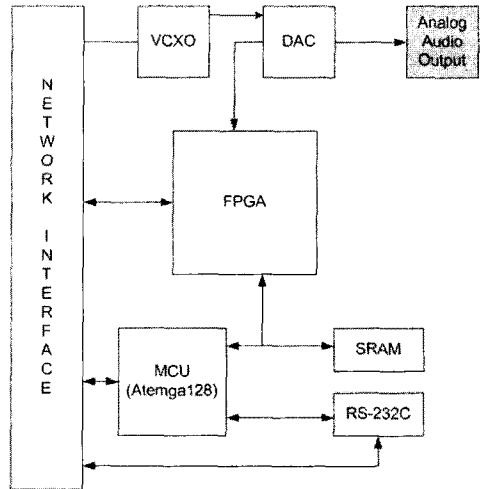


그림 4.네트워크 오디오 인터페이스 수신부
Fig. 4. Receiver for Network Audio Interface

그림5는 오디오 클럭 시스템으로 입력된 디지털 오디오 신호의 지터잡음을 줄이기 위하여 VCXO를 적용하였으며 클럭주파수는 24.576 MHz이다. VCXO에서 생성된 정밀 클럭은 ADC 및 DAC로 공급되며 MCU에 의하여 동기화 되어 적절한 타이밍에 맞추어 동작하게 된다.

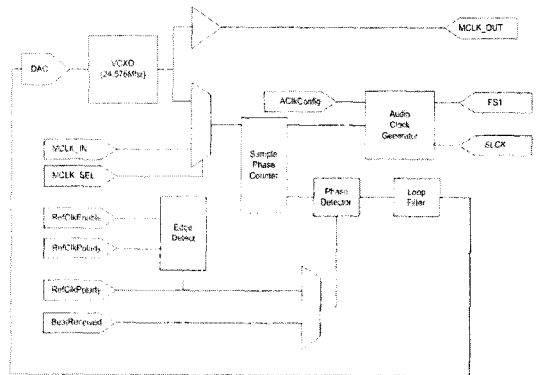


그림 5. 오디오 클럭 시스템
Fig. 5. Audio Clock System

3-2. 이더넷 패킷의 설계

오디오 전송을 위한 AoIP의 이더넷 패킷은 그림6과 같은 네트워크 스택을 가지도록 설계 하였다. 오디오 데이터는 네트워크 계층, 트랜스 포트 계층, 어플리케이션 계층에 걸쳐서 동작하며 패킷을 필터링 하기위한 알고

리즘은 그림7과 같이 이더넷 패킷을 수신하면 AoIPNet, ARP/RARP, IP 의 여부를 확인하고 각각 해당되는 호스트 프로세서로 전달하게 된다. 이때 AoIPNet 패킷은 디지털 오디오 번들로 처리하여 Audio 패킷으로 따로 전달되며 일반패킷인 IP패킷은 SNMP, TFTP BOOTP 여부를 확인하고 그 외의 패킷들은 IP에의하여 제어신호로 분류된다.

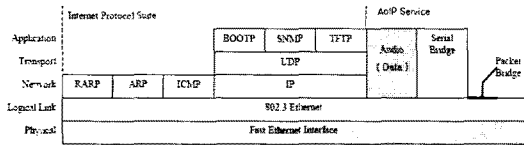


그림 6. AoIP Network Stack
Fig. 6. AoIP Network Stack

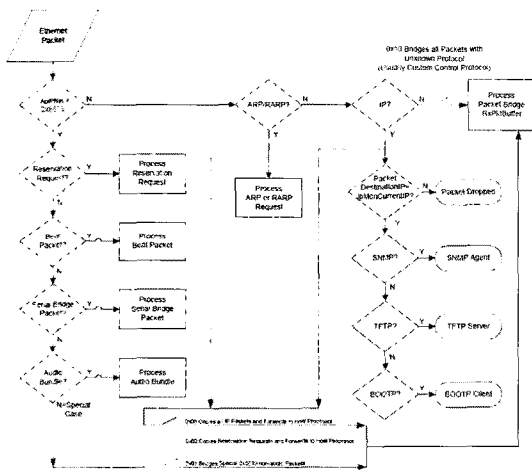


그림 7. 패킷브리지 수신 필터링 알고리즘
Fig. 7. Filtering Algorithm for Packet Bridging

IV. 구현 및 고찰

구현된 시스템은 그림 8과 같으며 그림 8에서 왼쪽은 송신모드로 동작되는 AoIP 음향전송보드이며 오른쪽은 수신모드로 동작하는 보드이다.

구현된 시스템에서 음향전송테스트는 CD 플레이어를 이용하였으며 변환된 디지털 음원의 사양은 채널당 16bit/44kHz의 샘플링 포맷을 기준으로 동시에 8채널을

전송하였다. 10Mbps 모드에서는 오디오데이터의 끊어짐이 빈번히 발생하였으며 실용적인 전송이 불가능하였으며 100Mbps 모드에서 안정적으로 전송되었다.

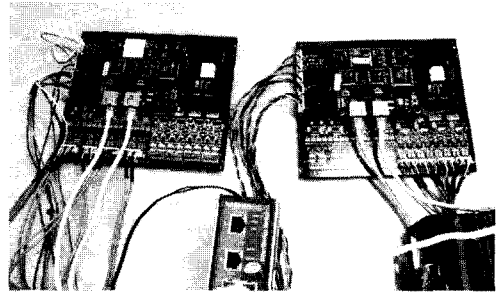


그림 8. 구현된 AoIP 음향전송시스템
Fig. 8. Implemented AoIP Audio Transmission System

이 시스템을 구현하기 위하여 사용한 소자는 다음과 같다.

- ADC : CS5361 (2CH / 192kHz)
- DAC : CS4398 (2CH / 192kHz)
- MCU : ATMEGA 128L

V. 결론

구현된 AoIP기반 음향전송 시스템은 100MBps이상의 전송대폭에서 패킷당 8CH(16bit/44kHz)의 오디오 신호를 전송 할 수 있었다. 서론에서 언급한 것과 같이 기존의 전관방송시스템은 전형적인 아날로그 음향 전송 시스템이며 이 방식의 경우 시공 기간이 오래 걸리며 외부 요인에 의한 음질 열화를 많이 가지고 오는 반면 구현된 시스템을 전관 방송시스템에 적용 하였을 시에는 기존 대비 전송 선로의 절감과 함께 시공기간을 단축 할 수 있다는 장점과 외부요인에 의한 잡음의 영향에 강하다는 것을 확인 할 수 있었다.

AoIP 전송기술은 VoIP 등 과 같은 유사한 전송 방법으로 인하여 크게 부각되고 있지는 않으나 실시간으로 ms 이내의 전송지연을 가지는 아날로그 신호를 Ethernet 으로 전송이 가능하므로 단순히 음향 전송뿐 아니라 다양한 아날로그 데이터를 전송할 수 있는 시스템으로 발전 가능성이 큰 분야이므로 향후 다양한 방법의

응용이 시도 되면 산업 전반에 걸쳐 많은 응용 제품들을 개발 할 수 있을 것으로 전망된다.

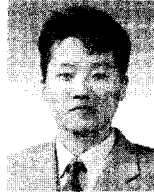
구현된 시스템은 향후 다양한 홈네트워크 장비와 결합가능하며 홈네트워크의 음향전송부분의 기반 네트워크로 이용시 보다많은 효과를 얻을 수 있으며 이를 위해서는 음향 전송에 대한 표준화가 시급하다.

참고문헌

[1] Asbjørn SÆBØ and U. Peter SVENSSON "A Low-Latency Full-Duplex Audio over IP Streamer" 2006년
 [2] Chris Chafe, Scott Wilson, Randal Leistikow, Dave Chisholm, Gary Scavone "A SIMPLIFIED APPROACH TO HIGH QUALITY MUSIC AND SOUND OVER IP", Proceedings of the COST G-6 Conference on Digital Audio Effects (DAFX-00), Verona, Italy, December 7-9,2000
 [3] 송문빈, 권오균, 송태훈, 정연모, "자동 고장진단이 가능한 스피커 연결 시스템의 SoC설계" 한국음향학회지 제 26권 제6호.2007. 8.
 [4] Robin Baargar, Steve Church, 외, "AES White Paper: Networking Audio and Music Using Internet2 and Next-Generation Internet Capabilities"1 AESWP-1001
 [5] C. Busbridgem Y. Huang, and P.A. Flyer, "Crossover Systems in Digital Loudspeakers," AES Journal, 50 (10), 791, 2002.
 [6] C. Laue, Perfekte Kl'ange. c't, vol. 11/02, pp. 156, Mai 2002

저자소개

강민수 (Min Soo Kang)



2000년 경상대학교 정보통신공학과 공학사

2000년~2007 경상대학교 정보통신공학과 박사과정수료

2007~현 가락전자(주) 부설연구소장

※ 관심분야: 네트워크 프로토콜, 트래픽분석, 모바일 컴퓨팅, 해상이동통신, 음향전송

성길영 (Kil-Young Sung)



1980년 경북대학교 전자공학과 공학사

1985년 건국대학교 대학원 전자공학과 공학석사

2000년 부경대학교 전자공학과 공학박사

1995년~현 경상대학교 정보통신공학과 교수, 해양산업연구소 연구원

※ 관심분야: VLSI 어레이, 컴퓨터구조, 영상압축

박연식 (Yeoun Sik Park)



1971년 광운대학교 무선 통신공학과 공학사

1980년 건국대학교 행정대학원 행정학석사

1995년 경상대학교 전자계산학과 공학석사

1999년 해양대학교 전자통신공학과 공학박사

1979~현 경상대학교 정보통신공학과 교수, 해양산업연구소 연구원

※ 관심분야: 수중화상통신, 컴퓨터 네트워크