

# 실시간 AV 전송을 위한 Audio/Video Bridging 기술

위정욱, 박용석, 박경원, 송병철, 전원기  
전자부품연구원

## 요약

최근 홈 네트워크/정보가전 기술의 비약적인 발전과 고품질 멀티미디어 콘텐츠의 보급으로 인해 네트워크 기반의 멀티미디어 전송 시스템에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구로 인해 고품질 오디오, 비디오 데이터를 이더넷(Ethernet) 망을 이용하여 실시간 전송할 수 있는 Audio Video Bridging(AVB) 기술이 IEEE에서 표준화 되었다. AVB 기술은 네트워크를 통해 오디오 및 비디오 데이터뿐만 아니라, 각 장치들의 제어/관리를 위한 데이터도 동시에 전송할 수 있는 기술이다. 기술 개발 초기에는 네트워크 및 오디오 전문 업체를 중심으로 오디오 전송에 특화된 AoE(Audio over Ethernet) 기술 개발이 주를 이루고 있었으나, AVB 표준화가 완료된 2011년 이후부터 AVB가 적용된 제품이 개발되고 있다.

이에 본 고에서는 네트워크를 통해 멀티미디어 데이터를 전송할 때 필요한 핵심 요소기술과 개발 동향에 대해 살펴보고, IEEE 표준인 AVB 기술에 대해 알아본다.

## I. 서론

다양하고 혁신적인 디지털 신호처리(Digital Signal Processing; DSP) 기술의 발전은 전형적인 아날로그 신호인 오디오, 비디오(Audio Video; AV)를 저장 및 가공이 가능한 디지털 신호로 변환, 처리함으로써 AV 기기들 간의 연결 방식인 일대일(point-to-point) 단방향 아날로그 통신 방식을 I2S, SPDIF/AES, SDI, HDMI 등의 전용 케이블을 이용한 디지털 통신 방식으로 변화시키는데 크게 기여하였다. 이와 같은 연결 방식의 디지털화는 영상 신호의 경우 최종 출력장치인 TV, 모니터 등의 디스플레이에 디지털 입력단자를 내장시키는데 기여하였으나, 하이파이 오디오, 홈시어터 등과 같은 다채널 오디오 시스템의 경우에는 최종 출력장치인 스피커와 앰프 사이의 연결 부분을 여전히 아날로그 케이블에 의존하고 있는 실정이다. 이와

같은 아날로그 케이블을 이용한 연결 방식은 각각의 오디오 소스 기기와 재생기기 사이를 일대일로 연결하는 방식이므로 HD 스튜디오, 전관방송(Public Address; PA) 시스템 등과 같이 다채널 AV 전송이 필요한 시스템에서 기기간의 연결을 위한 복잡한 배선 문제를 야기시킨다[1-2]. 이를 해결하기 위한 노력으로 IEEE 1394 등의 AV 전송 기술이 개발되었으나, 지나친 특화로 인해 IT 네트워크와의 연동이 어려운 단점이 남아있다.

최근에는 네트워크 및 오디오 전문 업체를 중심으로 현재 가장 널리 보급되어 사용하고 있는 이더넷을 이용한 오디오 전송(Audio over Ethernet; AoE) 기술이 개발되고 있다[3-5]. AoE 기술은 기존의 이더넷 네트워크를 통한 실시간 오디오 전송 기술로, 배선의 간소화, 효율적인 유지보수 및 관리, 확장 비용 절감이 가능해 국내외 국제 회의장 및 공설운동장, 방송국 등의 대규모 음향 시설이 필요한 장소에 적용되고 있는 추세이다. 또한, 아파트/오피스/공연장/방송국 등의 대형 AV 시설과 자동차/열차/항공기 등에서 케이블 감소를 통한 연비절감을 위해 AoE 기술의 적용을 적극 검토중이다.

그러나 상업 오디오 시장에서 개발되고 있는 AoE 기술은 개발 업체의 자체 기술을 이용하고 있어 여전히 기기들간의 호환이 되지 않는 문제가 남아 있다. 이와 같이 AoE 기술의 적용 요구와 표준 기술에 대한 필요성이 대두되어, 국제 전기전자 기술자협회(Institute Electrical and Electronics Engineers; IEEE)에서 Audio Video Bridging(AVB) 기술에 대한 표준화를 진행하여 2011년 완료하였다[6]. AVB 기술은 고품질 오디오 및 비디오 기기들을 네트워크에 연결하고, 정밀한 시간 동기화를 통해 AV 데이터의 실시간 전송을 실현하는 기술로, 다수의 아날로그 케이블을 하나의 이더넷 케이블로 대체하면서도 고품질의 AV 데이터를 실시간으로 전송함과 동시에 각 디바이스를 제어하고 관리할 수 있는 기술이다.

이에 본 고에서는 AVB의 핵심 요소기술과 표준화 및 기술 동향에 대해 살펴보고자 한다. 본 고의 구성은 다음과 같다. II절에서는 AoE 시스템을 예로 들어 네트워크를 통한 AV 데이터 전송의 요구사항을 설명한다. III절에서는 네트워크 기반의 AV 전송 기술 개발 동향을 살펴보고, IV절에서 AVB 표준 기술에

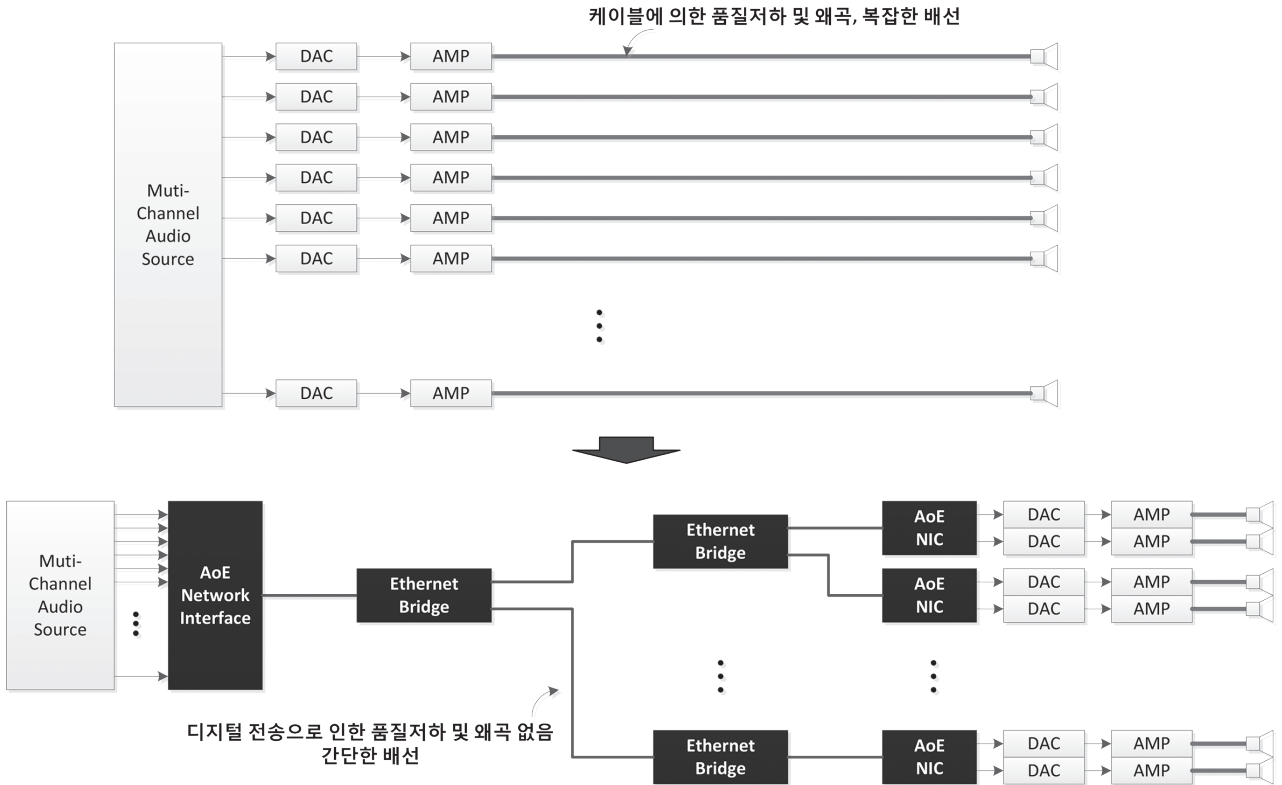


그림 1. 기존의 다채널 오디오 시스템과 Audio over Ethernet 시스템 비교

대해 설명한다. 마지막으로 V 절에서 본 고의 결론을 맺는다.

## II. 네트워크 기반 AV 전송 기술 요구사항

(그림 1)에 나타난 바와 같이 오디오 소스 재생기가 출력한 디지털 신호는 DAC(Digital-to-Analog Converter)에 의해 아날로그 신호로 변환되어 케이블을 통해 출력장치인 스피커로 전달되는데, 이 과정에서 사용되는 아날로그 케이블은 길이 증가에 따른 신호 감쇄가 발생하며, 특히 고주파 영역에서의 신호 왜곡이 크게 발생하여 고품질 신호의 전달을 어렵게 한다. 또한 다수의 출력장치와의 연결을 위해서는 각각의 케이블이 사용되어야 하므로 배선이 복잡해지는 단점이 있다.

이와 같은 문제는 기존의 직접 연결 방식을 네트워크 연결 방식으로 변환하여 해결할 수 있다. 이 기술에서는 오디오 소스 재생기에서 재생한 다채널 오디오 데이터를 이더넷 패킷 데이터로 변환한 후 하나의 디지털 케이블을 이용하여 네트워크를 통해 전송하며, 각 재생 장치에서는 자신의 신호를 추출하여 아날로그 신호로 변환한 후 재생함으로써 최종 사운드 재생에 필요한 케이블의 사용을 최소화 할 수 있다. 이러한 케이블의 네트워크화는 신호 전달에 따른 왜곡을 극복할 수 있고, PA 시스템,

대형 공연장 등의 다채널 오디오 시스템이 설치 되어야 하는 넓은 공간에서의 케이블 배선 문제 등을 해결할 수 있는 획기적인 기술이라 할 수 있다.

오디오 데이터의 특성상 실시간 전송이 가능하여야 하며 사용자에게 고품질의 서비스를 제공하기 위해 QoS(Quality of Service)가 보장되어야 한다. 기존의 이더넷 네트워크는 인트라넷(Intranet) 또는 인터넷(Internet)을 통한 버스트(Burst) 모드의 데이터 전송을 목적으로 개발되어 고품질 멀티미디어 데이터의 실시간 전송에 어려움이 있다. 따라서 고품질 AV 데이터의 실시간 전송을 위해서는 정밀한 시간 동기화 기술, low latency 전송기술, 실시간 자원 할당 기술 등이 필요하다[7].

### 1. 정밀한 시간 동기화

멀티미디어 데이터와 같이 시간에 민감한 서비스를 손실 없이 실시간으로 제공하기 위해서는 데이터의 전송 경로상에 존재하는 모든 네트워크 장치를 동일한 시간으로 동기화해야 한다. 기존의 네트워크에서는 NTP(Network Time Protocol) 또는 IEEE 1588 표준의 PTP(Precision Time Protocol) 등을 통하여 네트워크 장치의 시간 동기화를 수행하고 있으나, 실시간 AV 전송과 같이 시간에 매우 민감한 응용분야에 적합한 정확도

를 제공할 수 없으므로, 시간을 정밀하게 동기화 할 수 있는 기술이 필요하다.

## 2. Low latency

이더넷 네트워크의 기본 구성 장치인 브리지는 데이터를 전달하는 과정에서 최대 120 $\mu$ s의 지연 시간이 발생한다[7]. 따라서 네트워크의 규모가 증가할수록 브리지의 수가 증가하게 되고 지연 시간 또한 증가한다. 장치와 브리지 또는 브리지와 브리지를 연결하는 케이블에서는 전파지연이 발생되며, 케이블의 길이가 길수록 증가한다. 과거에는 네트워크를 통해 데이터를 전송할 때, 지연 없이 신속하게 전송하는 것보다, 오류 없이 안정적으로 전송하는 것에 초점이 맞추어져 있었으므로 낮은 지연 시간에 대한 필요성이 크게 부각되지 않았다. 그러나, 최근에는 네트워크를 통한 실시간 오디오 전송 및 라이브 방송 등에 대한 요구가 증가함에 따라 단말까지의 지연시간 문제가 본격적으로 대두되고 있다. 특히, 라이브 오디오 시스템의 경우, 지연시간이 5ms 이상이 되면 울림현상이 발생하여 불편한 느낌을 받게 되어 낮은 지연시간을 갖는 시스템이 요구된다.

## 3. 자원 분배 및 할당

일반적인 데이터 네트워크는 혼잡 방지 기능이 없으므로 데이터의 손실이 발생할 가능성이 있으며, 이에 대처하기 위한 상위 프로토콜의 재전송 기능은 낮은 지연시간이 요구되는 응용분야에 부적합하다. 또한, 데이터의 손실을 줄일 수 있는 버퍼링은 추가적인 지연이 발생하기 때문에 실시간 전송이 필요한 응용분야에 적용하기 힘든 문제가 있다.

이더넷 네트워크 환경에서 QoS를 보장하면서 동시에 실시간 서비스를 지원하기 위해서는 종단(end-to-end) 장치 사이의 전송 경로에 대한 네트워크 자원을 할당하고, 구성, 관리할 수 있는 기술이 요구된다.

## Ⅲ. 네트워크 기반 AV 전송기술 개발 동향

앞서 살펴본 바와 같이 네트워크를 통한 AV 전송은 기존 이더넷 기술에 AV 전송에 특화된 전용 기술을 추가해야 한다. 최근에는 전문오디오 및 네트워크 업체를 중심으로 지연 및 지터 성능, 대역사용 효율 등을 고려한 이더넷 네트워크 기반의 AV 전송 기술을 개발하고 있다. 대표적인 AV 전송 기술로는 CobraNet, Ethersound, Dante 등의 AoE(Audio over Ethernet) 기술과 AVB가 있으며, 물리계층 기반의 전송 방식

과 데이터 링크계층 기반의 전송 방식으로 구분된다[8]. 본 절에서는 AV 전송 기술에 대한 개발 동향을 살펴본다.

## 1. CobraNet

Cirrus Logic 사에서 개발한 CobraNet은 데이터 링크 계층에서 오디오 분배를 수행함으로써 기존 이더넷 스위치에서도 실시간 오디오 전송이 가능하도록 개발된 기술로, 상용화된 AoE 분배 기술 중에 가장 널리 사용되는 기술이다. CobraNet은 48kHz, 20비트의 오디오 신호를 최대 64 채널을 통해 동시에 전송할 수 있으며, 동일 스트림을 서로 다른 포트로 전송하여 네트워크의 내고장성을 지원하므로 고품질 오디오 트래픽과 데이터 트래픽이 공존할 수 있는 장점이 있다. 기존 네트워크/오디오 인프라의 변화 없이 인터페이스의 추가로 AoE 시스템을 구축할 수 있으나, 전송 지연이 1.33ms에서 5.55ms로 큰 편이어서 넓은 장소에 사용하기에는 어려운 단점이 있다[3].

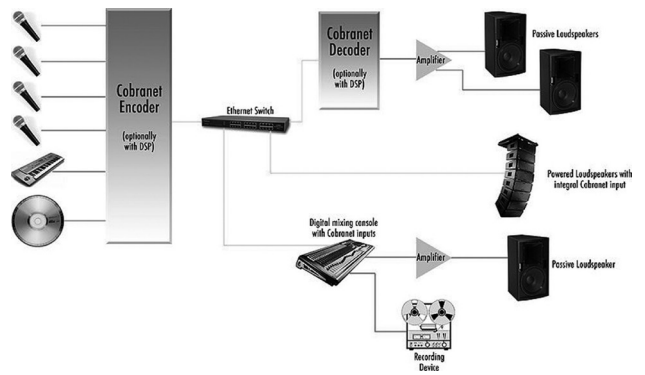


그림 2. CobraNet 네트워크 연결 구조

## 2. EtherSound

링크 계층 분배 방식인 CobraNet과는 달리 물리 계층 분배 방식을 이용한 Digigram사의 EtherSound는 물리 계층에서 데

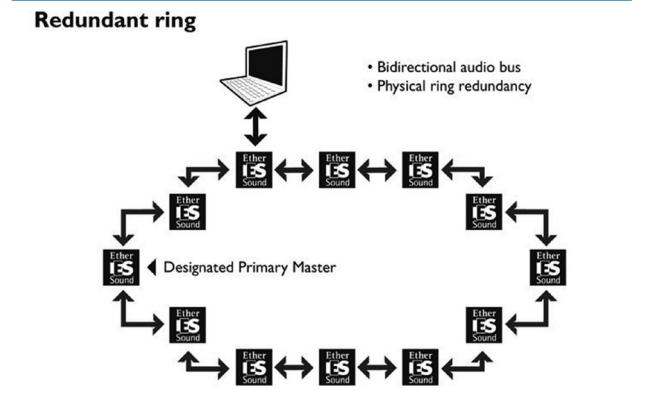


그림 3. EtherSound 네트워크 연결 구조

이더를 전달하기 때문에 각 중계 노드 간의 전달 지연이 적은 반면, 중계 노드를 모두 거쳐 전송되어야 하므로 대역의 사용 효율이 저하되는 단점이 있다. 그러나 점대점(point-to-point) 전송에서 낮은 지연 성능을 나타내는 이 방식은 중계 노드들이 직렬로 연결된 데이지체인(Daisy Chain) 네트워크 구조에서 가장 우수한 성능을 가진다. 48kHz, 24비트의 오디오 데이터를 64 채널로 전송하는데 125us의 지연시간을 가지며, 데이지체인 구조의 네트워크에서 중계 노드가 추가될 때마다 1.5us가 추가되는 특징이 있다[4].

### 3. Dante

호주 Audinate사에서 개발한 Dante는 앞서 언급한 CobraNet, EtherSound와 달리 IP(Internet Protocol) 기반 오디오 전송 규격으로, 기존의 네트워크 인프라 구조에서 작동 되도록 개발하였으며, 물리계층으로 이더넷 이외에도 다른 전송 미디어를 사용할 수 있는 장점이 있다. QoS 관리를 위해 VoIP(Voice over IP)를 사용하고 있으며, 100Mbps 이더넷에서 최대 48KHz, 24비트의 오디오 신호를 48채널로 전송할 수 있으며 1Gbps 이더넷에서는 512 채널까지 지원할 수 있다[5].

### 4. Audio/Video Bridging

AVB는 앞서 기술한 AoE 기술과 달리 IEEE에서 제정한 기술 표준을 일컫는 표현으로 기기들간의 호환이 표준에 근거해 이루어질 수 있도록 한다. 표준과 더불어 Broadcom, Cisco, Harman, Intel, 그리고 Xilinx사가 설립에 참여한 AVnu 얼라이언스가 구성되어 관련 기술 및 상품의 확대를 전개하고 있으며, 교육과 AVB 인증(Certification) 작업도 수행하고 있다. 주요 멤버로는 세계 유명 AV 관련 업체, 네트워크 칩 업체 등이 활동하고 있으며, 최근 들어 자동차 내에서의 통신에도 기술적 관심이 집중되면서 GM, 현대자동차 등도 활동하고 있다[9]. 다음절에서 AVB 기술에 대해 자세히 설명한다.

## IV. Audio/Video Bridging 기술

전 절에서 살펴본 바와 같이 전통적인 AV 시스템의 연결 복잡성 문제를 해결하기 위한 방안으로 네트워크 및 오디오 전문 업체들은 LAN 케이블을 이용하여 오디오 신호를 디지털로 전송하는 기술을 개발하고 있으나, 각 제품간의 호환성 문제로 인해 표준 기술에 대한 필요성이 대두되어 2004년부터 IEEE 802.3 작업그룹(Work Group)에서 표준화가 시작되었다. 고품

질 AV 데이터를 네트워크를 통해 실시간 전송하기 위해서는 정밀한 시간 동기화를 기반으로 대역 자원을 할당하는 기술이 필요하다라고 판단되어 2005년부터는 브리지에 대한 표준화 그룹인 IEEE 802.1 작업그룹으로 이관되어 2011년 IEEE 802.1BA 표준이 완성되었다.

본 절에서는 AVB 기기가 갖추어야 할 기능을 정의한 표준인 IEEE 802.1BA, 정밀한 동기화를 위한 IEEE 802.1AS, 자원할당을 위한 IEEE 802.1Qat, 시간 동기화가 필요한 스트림의 traffic shaping에 대한 표준인 802.1Qav에 대해 설명하고, AV 스트림의 전송 및 제어/관리를 위한 프레임 포맷인 IEEE 1722 및 1722.1에 대해 살펴보도록 한다.

### 1. IEEE 802.1BA

2011년말에 완성된 IEEE 802.1BA 표준은 AVB 기능을 지원할 수 있는 브리지 및 엔드포인트(End-point; 단말)가 갖추어야 할 기능을 열거하고, 용이하게 설정하는 절차에 관한 표준으로, 정밀한 동기화, 미디어 스트림을 위한 traffic shaping, 자원관리, 서비스에 참여하지 않는 기기 파악 등의 기능을 나열하고 있다[6]. 또한, IEEE 802 표준 프레임 구조를 사용하여 AVB 기기와 non-AVB 기기와의 호환성을 유지하도록 하고 있다.

〈그림 4〉는 AVB 네트워크의 구성 예를 보여준다. 각각의 엔드포인트는 브리지를 통해 네트워크에 연결되며, 그림에서와 같이 AVB를 지원하는 엔드포인트와 브리지로 연결된 그룹을 AVB domain 이라고 한다. 각각의 AVB domain 내에서는 고품질 오디오 신호의 실시간 전송을 보장받을 수 있으나 AVB domain 외부의 AVB 기능이 없는 엔드포인트는 저지연, 정밀 동기화 등을 보장 받을 수 없다. 또한, 그림에서 보면 AVB domain 1과 AVB domain 2 사이에 non-AVB 링크가 존재하므로 엔드포인트 1과 엔드포인트 3은 전문가 품질의 AV 제공이 불가능함을 알 수 있다. Domain 경계는 IEEE 802.1AS에

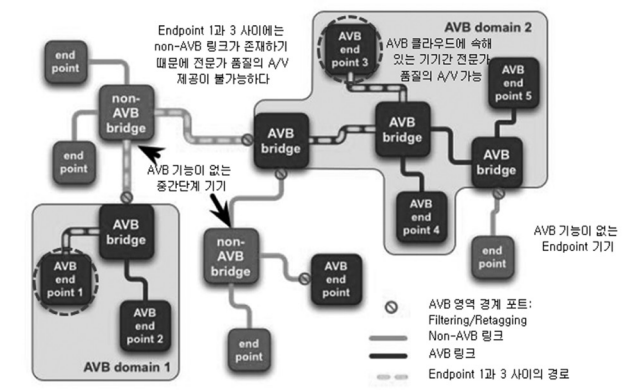


그림 4. AVB 네트워크 구성 예

서 정의한 gPTP(generalized Precise Time Protocol)와 IEEE 802.1Qat에서 정의된 MSRP(Multiple Stream Reservation Protocol)에 의해 감지할 수 있다. 또한, AVB domain 내에서는 최대 7hop까지 2ms의 지연시간을 보장받을 수 있으며, 무선 구간이 추가될 경우 50ms까지 보장 받을 수 있다.

## 2. IEEE 802.1AS

IEEE 802.1AS 표준은 AVB 지원을 위해 기존의 IEEE 1588 PTP의 정확도 및 정밀도를 개선한 표준으로 gPTP라고 불리며, AVB 네트워크에 참여하는 모든 장치들 사이의 정밀한 시간 동기화를 위한 메시지의 송수신 및 동기화 절차에 대한 표준이다 [10]. 802.1AS의 목표는 시간 동기화의 정확성을 높이며, 기준 클럭의 선정 및 클럭-트리(clock-tree)의 재구성을 자동화하고, 이를 통해 전체 로컬 네트워크를 단일 클럭화 시키는 것이다.

AVB 네트워크를 구성하기 위해서 네트워크에 포함된 모든 브리지 및 엔드포인트는 기준 클럭을 제공하는 그랜드 마스터(Grand Master; GM)를 중심으로 시간 동기화를 수행한다. GM을 수행할 수 있는 모든 장치들은 BMCA(Best Master Clock selection Algorithm)를 통해 가장 정밀한 클럭 소스를 지닌 장치를 GM으로 선정하고, 이 GM 클럭을 기준으로 동기화를 수행한다. 예를 들어, <그림 5>에 보이는 바와 같이 네트워크 단절 등의 이유로 GM 클럭을 제공하던 장치가 로컬 네트워크 내에 부재중이고, 하나의 장치만 GPS를 사용하고 있으며, 다른 모든 장치들은 로컬 오실레이터 (Local Oscillator; LO)를 사용하는 경우에 유무선 장치에 관계없이 GPS 클럭 소스를 지닌 장치가 GM으로 선정된다.

Layer-2(L2)와 IP 기반의 메시지 전송방식을 사용하는 IEEE 1588 PTP 표준과는 달리, IEEE 802.1AS 표준은 프로토콜 계

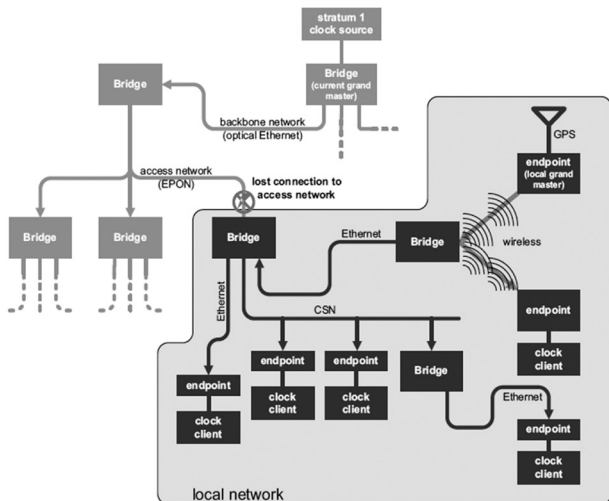


그림 5. gPTP 네트워크 구성 예

층간 전송에 따른 시간 지연 및 측정 오류를 최소화하고 정밀한 시간 동기화를 수행하기 위하여 L2 기반의 PTP 메시지 전송만을 지원한다.

시간 동기화를 위한 gPTP 메시지는 주기적으로 전송하여 잔여 오차를 보정하며, 시간 동기화 후 인접한 두 AVB 장치의 시간 오차는 500ns 이하가 되어야 한다.

## 3. IEEE 802.1Qat

IEEE 802.1Qat 표준은 네트워크 장치간의 시간 동기를 위한 표준인 IEEE 1588을 기반으로 멀티미디어 스트림 전송 품질의 보장을 위한 트래픽 자원 예약 방법인 SRP(Stream Reservation Protocol)에 대한 표준으로, 기존의 자원 예약 표준인 IEEE 802.1Q를 보완하는 형태로 표준화 되어 현재는 IEEE 802.1Q-2011에 포함되었다[11-12]. 표준에서 AV 소스를 송신하는 장치를 Talker, 수신하는 장치를 Listener로 정의하고 있다. <그림 6>과 <그림 7>은 Talker와 Listener, 브리지간의 메시지 교환을 통해 자원을 예약하는 절차를 나타내고 있다. 자원의 예약을 위해 Talker가 Talker Advertise 메시지를 송신하면, 네트워크의 중간단계에 있는 브리지는 출력포

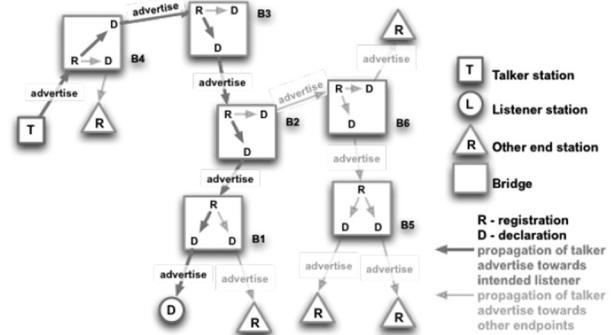


그림 6. Talker advertise 메시지 전달과정

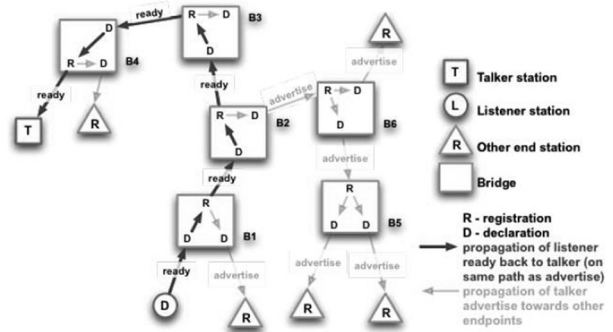


그림 7. Listener ready 메시지 전달과정

트의 가용자원 및 지연시간을 계산하여 Listener에게 Talker Advertise 메시지를 전달한다. 브리지의 자원이 부족할 경우, 브리지는 Talker Failed 메시지를 Talker와 Listener에게 전달한다. 브리지 자원이 충분할 경우, Listener에게 Talker Advertise 메시지가 전달되며, 경로의 지연시간 및 자원이 충분한지를 판단하여 Listener Ready 메시지를 송신한다. Ready 메시지를 수신한 브리지는 해당 포트의 자원을 예약하고 Ready 메시지를 Talker에게 전달하며, 이 메시지를 수신한 Talker는 스트림의 전송을 시작한다.

#### 4. IEEE 802.1Qav

IEEE 802.1Qav 표준은 정밀한 시간 동기화가 필요한 멀티미디어 스트림의 traffic shaping을 위한 Forwarding 및 Queuing에 대한 기술을 정의한 표준으로, AV를 위한 Tx FIFO 스케줄러를 위한 내용을 포함한다[13].

Traffic shaping이란 특정 스트림의 traffic을 시간상에서 균일하게 만드는 과정으로, 스트림을 구성하는 패킷들이 일정하게 분배되도록 하는 것을 말한다. 만일 traffic shaping을 브리지와 Talker에서 하지 않을 경우, 전송되는 패킷이 버스트 형태로 몰리는 현상(Bunching)이 발생할 수 있어 하위 연결 기기들에게 과부하가 발생하게 된다. Bunch란 높은 우선순위의 프레임들이 현재 전송되고 있는 낮은 우선순위 프레임 뒤에 Queuing 되어 그룹화되는 현상으로, traffic shaping을 실행하지 않을 경우, Queuing된 높은 우선순위 프레임들이 bunch 형태로 연속적으로 전송된다. 또한, 여러 bunch가 다른 입력 포트에 동시에 도달하게 되면, 또 다시 출력 포트에서 Queuing 되어 bunch가 증가하는 현상이 발생한다.

이러한 bunching 현상을 회피하기 위해 traffic shaping에서 기본적으로 사용되는 Leaky Bucket Credit(LBC) based shaping 방식은 스트림을 위해 예약된 대역폭이 스트림을 구

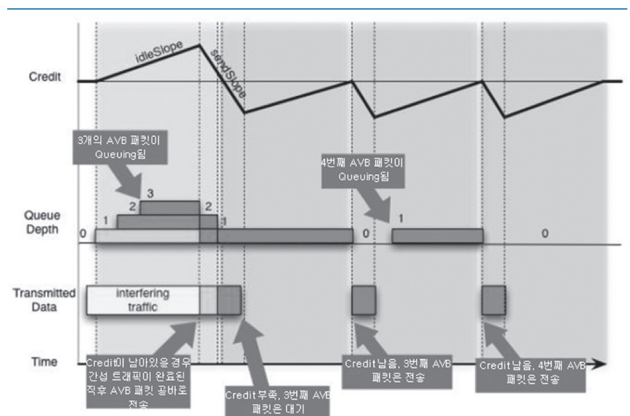


그림 8. LBC based shaping 기법 예

성하는 패킷의 전송시간을 제어하는 방식으로, <그림 8>에 예를 들어 나타내었다. Credit은 queue에 데이터가 전송대기 중일 때 누적되고, queue의 데이터가 전송되면 credit은 소비된다. Credit이 positive(지정 threshold 값 이상)가 되면 데이터를 전송할 수 있는 상태가 된다. Credit 누적율과 소비율은 적용되는 우선순위에 따라 queue 별로 설정할 수 있다.

#### 5. IEEE 1722 및 1722.1

실시간 AV 전송을 위한 링크 계층에서의 기술은 IEEE 802.1BA 표준에서 기술하고 있으나, AV 스트림의 실시간 전송을 위한 프로토콜은 따로 정의하고 있지 않다. AV 스트림 전송을 위해서는 정밀한 시간 동기화를 기반으로 한 프로토콜이 필요하며, 네트워크에 연결된 AV 기기들의 제어를 위한 프로토콜이 요구된다.

IEEE 1722는 브리지 기반의 로컬 네트워크에서 실시간 전송이 필요한 데이터의 스트리밍을 위한 트랜스포트 프로토콜 (Transport Protocol; TP)로 주로 가정 및 전문가용 AV 기기를 위한 프로토콜 이다[14]. <그림 9>와 <그림 10>은 각각 AV 데이터와 기기 제어를 위한 AVTPDU(Audio Video Transport Protocol Data Unit)의 구조를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 IEEE 802.1AS 표준에 따라 동기화된 시간 정보를 전송하기 위한 필드가 포함되어 있다. <그림 10>의 제어 신호 전송을 위한 필드는 제어 프로토콜에 의해 정의되며, IEEE 1722 기반의 제어/관리 프로토콜인 IEEE 1722.1 표준화가 진행 중이다.

IEEE 1722.1 표준의 AVDECC(AV Discovery Enumeration, Connection management and Control) 프로토콜은 IEEE

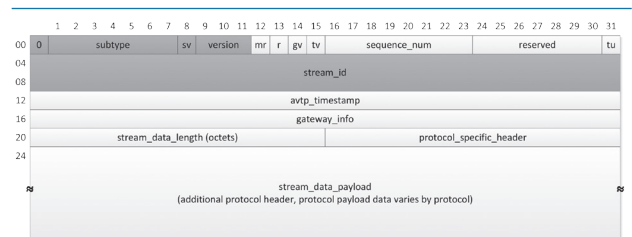


그림 9. AVTP common stream header format

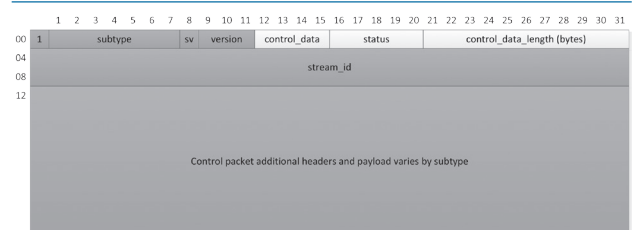


그림 10. Control AVTPDU common field

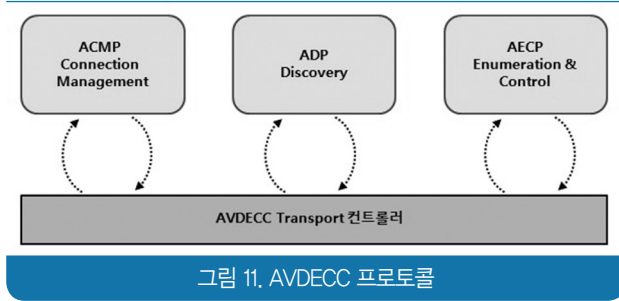


그림 11. AVDECC 프로토콜

1722 AVTP를 사용하는 AVB 네트워크에서 각각의 기기들을 제어하는 단일 규격을 제공한다[15]. AVDECC 프로토콜은 <그림 11>과 같이 3가지 프로토콜로 분류된다. ADP(AVDECC Discovery Protocol)는 AV 기기들을 검색하기 위해 사용되며, 주기적인 메시지 전송을 통해 현재 기기의 상태를 파악할 수 있도록 한다. ACMP(AVDECC Connection Management Protocol)는 스트림의 재생을 위한 연결 또는 연결해제 시키는 역할을 하며, AECP(AVDECC Enumeration and Control Protocol)는 네트워크에 접속되어 있는 기기들의 기능파악과 제어를 담당한다.

## V. 결론

네트워크를 통해 고품질 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송하기 위한 기술의 연구/개발이 활발히 이루어지고 있으며, 정보가전 기기, 전문가용 오디오, 전관방송 시스템, 차량용 오디오 등 다양한 응용 분야에 적용하려는 요구가 증가하고 있다. 특히, 복잡한 배선 문제를 해결하기 위해 고품질 오디오의 실시간 전송기술 개발에 대한 관심이 모아지고 있다. 이와 같은 상황에서 IEEE에서는 고품질 오디오의 전송뿐만 아니라 비디오 신호 및 제어 신호를 동시에 전송할 수 있는 기술인 AVB에 대한 표준화를 진행 하였으며, 일부 업체에서는 표준 규격을 지원하는 제품을 개발하였다. 그러나 AV 기기들을 제어하고 관리하는 솔루션은 개발업체의 자체 프로토콜을 이용하고 있어 제어/관리 프로토콜의 호환성 문제를 해결하기 위한 노력이 이루어져야 할 것으로 보인다.

## Acknowledgement

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가 관리원의 산업융합원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [10041861, HD급 미디어의 양방향 실시간 전송 및 제어가 가능한 유무선 i-AVB 시스템 기술 개발].

## 참고 문헌

- [1] M. J. Teener, "No-excuses Audio/Video Networking: the Technology Behind AVnu," AVnu Alliance White Paper, Aug. 2009.
- [2] G. M. Garner, F. Feng, K. den Hollander, H. Jeong, B. Kim, B. Lee, T. Jung, and J. Joung, "IEEE 802.1 AVB and Its Application in Carrier-Grade Ethernet," IEEE Commun. Mag., Dec. 2007.
- [3] <http://www.cobranet.info>.
- [4] <http://www.ethersound.com>.
- [5] N. Bouillot, E. Cohen, J. R. Cooperstock, A. Floros, N. Fonseca, R. Foss, M. Goodman, J. Grant, K. Gross, S. Harris, B. Harshbarger, J. Heyraud, L. Jonsson, J. Narus, M. Page, T. Snook, A. Tanaka, J. Trieger, and U. Zanghieri, "AES White Paper: Best Practices in Network Audio," J. Audio Eng. Soc., vol. 57, no. 9, Sep. 2009.
- [6] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Audio Video Bridging (AVB) Systems," IEEE Std. 802.1BA-2011, Sep. 2011.
- [7] R. Bakker, H. Hamamatsu, T. Harrison, K. Nakayama, T. Nishikori, and T. Tordoff, "An Introduction to Networked Audio," YAMAHA White Paper, 2006.
- [8] 남위정, "L1/L2 하이브리드 스위칭 방법을 적용한 이더넷 기반 실시간 비압축 오디오 분배 시스템의 성능 분석 및 구현," 한국항공대학교 석사학위논문, 2010.
- [9] <http://www.avnu.org>.
- [10] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks," IEEE Std. 802.1AS-2011, Mar. 2011.
- [11] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Virtual Bridged Local Area Networks, Amendment 14: Stream Reservation Protocol (SRP)," IEEE Std. 802.1Qat-2010, Sep. 2010.
- [12] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks," IEEE Std. 802.1Q-2011, Aug. 2011.

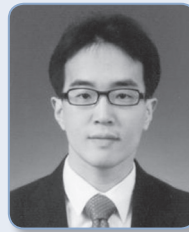
- [13] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Virtual Bridged Local Area Networks, Amendment 12: Forwarding and Queuing Enhancements for Time-Sensitive Streams," IEEE Std. 802.1Qav-2010, Jan. 2010.
- [14] IEEE, "IEEE Standard for Layer 2 Transport Protocol for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks," IEEE Std. 1722-2011, May 2011.
- [15] IEEE, "Draft Standard for Device Discovery, Connection Management and Control Protocol for IEEE 1722 Based Devices," IEEE P1722.1/D21, Aug. 2012.

약 력



위 정 욱

1999년 중앙대학교 공학사  
 2001년 중앙대학교 공학석사  
 2011년 중앙대학교 공학박사  
 2001년~현재 전자부품연구원 선임연구원  
 관심분야: 유무선 통신 시스템, 방송통신융합,  
 홈 네트워크, 디지털 신호처리



박 용 석

1997년 (美)Carnegie Mellon University 공학사  
 1998년 美Carnegie Mellon University 공학석사  
 1998년~2000년 (주)에스원 주임연구원  
 2000년~2003년 (주)아이앤씨테크놀로지 주임연구원  
 2013년~현재 전자부품연구원 선임연구원  
 관심분야: 유무선 통신 시스템, 홈 네트워크,  
 모바일 스마트 운영체제



박 경 원

1999년 중앙대학교 공학사  
 2001년 중앙대학교 공학석사  
 2005년 중앙대학교 공학박사  
 2005년~현재: 전자부품연구원 책임연구원  
 관심분야: AVB, 디지털 통신,  
 OFDM기반 셀룰러/LAN 모뎀



전 원 기

1994년 중앙대학교 공학사  
 1996년 중앙대학교 공학석사  
 1999년 중앙대학교 공학박사  
 1999년~2001년 중앙대학교 BK21 연구교수  
 2001년~현재 전자부품연구원 책임연구원  
 관심분야: 초고속 유무선 통신, 융합신호처리



송 병 철

1994년 명지대학교 공학사  
 1996년 명지대학교 공학석사  
 1996년~현재 전자부품연구원 책임연구원  
 관심분야: 유무선 네트워크 시스템, 프로토콜,  
 네트워크 미디어 서비스