

재난경보방송시스템을 위한 디지털 오디오 동시방송 솔루션 개발

*이승형 *안병덕 *오정택 *최종인 **최병욱

*㈜에이앤디시스템, **서울과학기술대학교

*gospellee@adeng.com, **bwchoi@seoultech.ac.kr

Solution Development of Digital Audio Simultaneous Broadcasting for Disaster Alarm Broadcasting System

*Lee, Seung-Hyung *Ahn, Byung-Dug *Oh, Jung-Taek *Choi, Jong-In **Choi, Byoung-Wook

*A&D System Co. Ltd., **Seoul National University of Science and Technology

요약

재난경보방송시스템에서 오디오 방송은 여러 가지 형태의 통신망을 이용하여 서비스되고 있다. 상용전화망, 이동통신망, 무선자가망 등이 있으나 오디오 동시방송이라는 요구는 충족하지 못하는 것이 사실이다. 또한, 아날로그 기반의 통신으로 오디오 품질이 만족스럽지 못한 편이다.

본 논문에서는 다양한 통신망에서 재난경보 서비스를 수행할 수 있는 재난경보방송시스템 모델을 제시하며, 이더넷과 같은 디지털 통신망 기반의 오디오 동시방송을 위한 솔루션을 연구·개발하였다. 방송송신설비 및 IP 교환기와 같은 하드웨어 요소를 제외하여 구축비용에 대한 부담을 줄이고, 통신 대역폭이 보장될 경우 실시간 동시방송이 가능하도록 설계하였다. 오디오 송신은 공개된 라이브러리를 사용하여 윈도우 기반의 소프트웨어 구조를 가지며, 오디오 수신은 임베디드 장치 기반으로 임베디드 리눅스에서 수신하고 재생할 수 있도록 구현하였다.

1. 서론

재난경보방송에 사용되는 통신망은 비용적인 측면에서 이더넷(Ethernet) 기반의 도입이 제약적인 부분이 있었다. 시·도 또는 시·군 기준으로 많은 수의 경보방송장치를 사용하며, 이는 곧 통신회선 비용 부담으로 직결되기 때문이다.

최근 공공안전 분야에서는 과거에 비해 회선비용이 감소되는 측면도 있지만, 서비스 품질 향상을 위해 이더넷 통신망 도입이 가속화되는 분위기를 보인다. 특히, 디지털 오디오 전송은 IP(Internet Protocol) 전화 분야에서 상용화되어 오디오 품질 수준이 매우 높아져 있으며 신뢰성 또한 증명되었다 할 수 있다.

기존 네트워크 오디오 동시방송 솔루션은 대부분 하드웨어(hardware) 기반의 제품들이 다수 존재하여 하드웨어 구성 비용이 추가되는 단점이 있다.[1][2][3] 또한, SIP(Session Initiation Protocol) 기반으로 서버(server)와 단말 측 연결이 세션(session) 방식으로 이루어 지므로 상호 연결이 불편하며 IP-교환기를 구성해야 한다. 더욱이 통신망 사업자들은 오디오와 같이 대역폭을 많이 차지하는 서비스들이 통신회선을 점유하는 사태를 방지하기 위해 멀티캐스트(Multicast) 서비스를 지원하는 상황에 제약을 두고 있는 실정이다.

본 논문에서는 첫째, 이더넷 통신망 환경에서 재난경보방송시스템을 위한 디지털 오디오 동시방송을 위한 솔루션을 제시한다. 둘째, 세션 연결과정을 제외하고 유니캐스트(Unicast)를 기반으로 서비스하는

통신망 환경에서 하드웨어적 방송장비 없이 다수의 재난경보방송장치에 오디오 동시방송을 수행할 수 있는 소프트웨어(Software) 솔루션을 개발하여 제안한다.

2. 재난경보방송시스템 솔루션

재난경보방송시스템은 옥외 환경에서 대중에게 경보를 전파하는 방법과 건물 내부에서 경보를 전파하는 방안으로 구분된다. 옥외 환경은 고출력 파워앰프(Power Amp) 이용하여 라우더 스피커(Louder Speaker)를 통해 경보를 전파한다. 옥내 환경은 데이터와 오디오를 연계하는 장치를 두고 건물에 이미 설치되어 있는 앰프 시설 즉, 전관방송시스템에 연계하는 방식이다.

1) 옥외 재난경보방송시스템

그림 1은 본 논문에서 제안하는 재난경보방송시스템 구성을 나타낸다. 이더넷, CDMA(Code Division Multiple Access), DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 통신망 기반에서 재난방송 서비스를 수행할 수 있으며 모바일 전화방송을 지원할 수 있다. 또 하나의 특징은 자체적으로 재난방송 통제시스템을 구성하여 운영할 수 있으며, 디지털 오디오 동시방송은 컴퓨터 기반의 소프트웨어를 개발하여 지원한다.

특히 정부 재난상황실과 연계하여 광범위한 재난정보에 대해 대응이 가능하고, 민방공 상황 발생 시 정보를 연계하여 재난정보 뿐만 아

나라 민방공 상황을 전파할 수 있는 시스템 구조를 갖는다. 이는, 민방공 경보방송 사각지역에 대한 서비스 대안으로 활용할 수 있는 장점을 가진다. 우리나라는 민방위 상황실을 광역 시도단위에서 연간 무중 단으로 운영하고 있으므로 재난 대응이 늦어질 수 있는 야간 시간대의 재난경보방송이 가능한 장점이 있다.

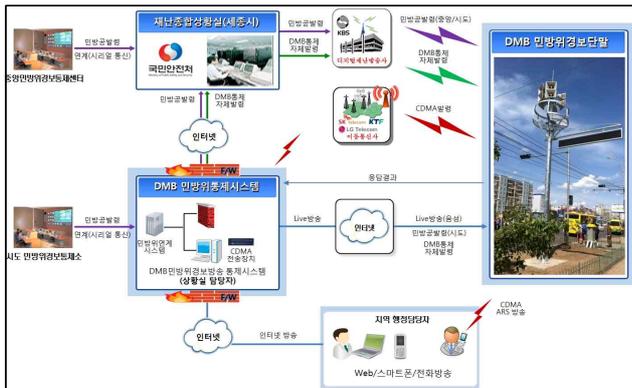


그림 1. 옥외 재난경보방송시스템 구성도(사례 1)

2) 옥내 재난경보방송시스템

정부는 2017년 1월 인구 밀집 다중이용시설 건물 내에 민방위경보를 의무적으로 전파하는 ‘민방위 기본법 시행령’을[4] 개정하고 발표하였다. 재난으로부터 매우 취약한 구역에 재난 및 민방위 경보를 전파할 수 있는 법적인 근거가 마련된 것이다.

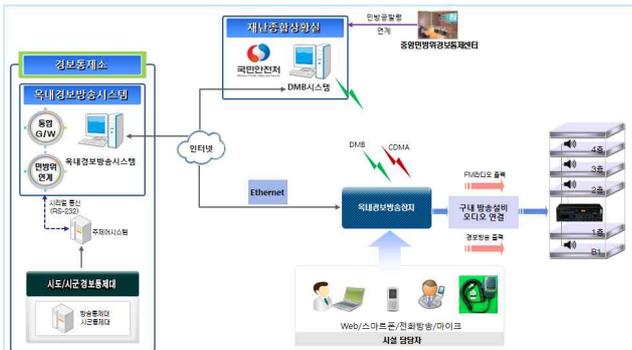


그림 2. 옥내 재난경보방송시스템 구성도(사례 2)

그림 2는 건물 내에 재난 및 민방위 경보방송을 전파하기 위한 시스템 구성을 나타낸다. 재난상황에서 통신망 두절을 예상할 수 있으므로 인터넷, CDMA, DMB 통신망을 지원할 수 있는 구조이며 특히 DMB 방송통신 망은 비용이 발생하지 않는 장점을 가진다.

옥내경보방송장치는 정부의 재난종합상황실 및 시·도/시·군 재난상황실, 민방위경보통제소와 연계할 수 있는 구조이다. 재난방송은 사이렌뿐만 아니라 음성방송으로 재난의 구체적인 상황을 전파할 필요성이 있다. 하드웨어 기반을 배제하고, 인터넷 통신망에서 오디오 동시방송을 수행할 수 있어 시스템 구축의 비용적인 투자가 감소한다. 또한, DMB 망에서 수행할 수 없는 라이브 방송 서비스를 제공할 수 있다.

우리나라에서 대부분의 다중 이용시설들은 구내방송장치를 이용하여 건물 내에 방송 서비스를 수행한다. 옥내경보방송장치는 재난상황실에서 제공되는 재난정보를 수신하고, 구내방송 설비와 연계하여

건물 내에 재난방송 및 민방공 경보를 전파할 수 있다.

3. 디지털 오디오 동시방송 솔루션

재난경보방송시스템에서 디지털 오디오 동시방송 서비스는 저비용으로 구성하는 솔루션이 바람직하다. 우리나라의 시·도/시·군에는 재난상황실이 운영되고 있으나 하드웨어적인 구성품으로 방송시스템을 구성하기에는 많은 비용이 발생하여 부담이 적지 않다. 소프트웨어 운영시스템에 디지털 오디오 동시방송 솔루션을 적용하여 다수의 경보방송장치에 동시방송을 수행할 수 있는 솔루션이 필수적이다.

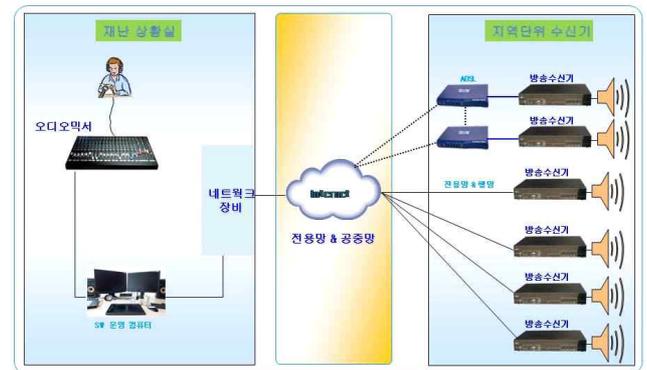


그림 3. 디지털 오디오 동시방송 구성도

그림 3은 디지털 오디오 동시방송을 위한 시스템 구성도를 나타낸다. 재난상황실은 오디오믹서 및 소프트웨어 운영 컴퓨터와 같은 최소한의 하드웨어 장치만을 사용한다. 인터넷 기간망을 통해 방송수신기에서 오디오를 디코딩(Decoding)하고 스피커 시스템으로 방송할 수 있다. N개의 방송수신기로 오디오를 전송하는 시간은 인터넷 대역폭이 충분히 확보된다면 거의 실시간으로 수행할 수 있으며, 시간적인 지연은 무시할 수 있어 동시방송의 요구를 충족할 수 있다.

1) 음성전송 서버 소프트웨어 설계

실시간 음성 방송을 위해 음성 캡처(Capture), 압축 및 코딩, 전송, 음성수신, 디코딩, 재생의 과정을 거친다. 그림 4는 오디오 송신 소프트웨어 구조를 나타낸다. 음성캡처 및 재생은 공개 라이브러리 SlimDx[5]를 이용하였다. 음성 전송 페이로드(Payload)는 RFC3551 표준에 정의되어 있는 G.711-U를 사용하며 8KHz 샘플링, 1 채널, 16bit를 적용한다. 전송 프로토콜은 UDP(User Datagram Protocol) 기반으로 RTP(Real Time Transport Protocol)를 적용하였다. 전송 방식은 유니캐스트 및 멀티캐스트 모두 지원하고 있으며, 기간 통신망의 환경에 따라 선택해서 구성할 수 있다.

음성 수신은 지터 버퍼(Jitter Buffer)를 두고 음이 깨지거나 늘어난 현상을 방지하여 음성의 품질을 확보할 수 있다. 네트워크 환경, 라우터(Router) 경로 등의 영향으로 송신과 수신 순서가 보장되지 않는 경우를 대비하여 음성패킷(Packet)을 재정렬 한다.

RFC3550 표준에 의거 라이브러리를 구현하였으므로 VLC(VideoLAN Creator) 미디어 재생기(Media Player), 와이어 샤크(WireShark) 음성 모니터링 및 분석 툴과의 호환성을 확인하였다. 본 설계에서 제작된 라이브러리(Library)를 이용하여 클라이언트(Client)

프로그램을 제작하였고, 음성을 전송하여 VLC 및 와이어 샤크에서 음성 재생을 검증하였고, 반대의 경우도 시험을 완료하였다.

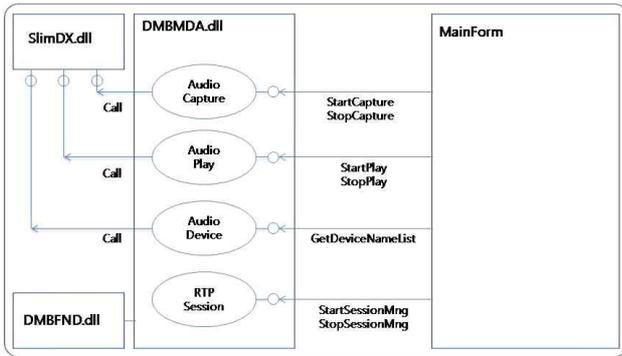


그림 4. 오디오 송신 소프트웨어 구조

2) 임베디드 오디오 수신 라이브러리 설계

재난경보방송시스템에서 수신 측의 경보단말에 디지털 오디오 수신 라이브러리를 개발하여 적용하고 시험을 완료하였다. 공개용 라이브러리인 oRTP 및 Mediastream[6]을 이용하여 개발하였다. oRTP는 RTP 통신에 필요한 타입 및 세션 정의, 데이터 버퍼 제어, 지터 제어 등을 제공하며 Mediastream은 oRTP를 통해 전송된 데이터를 암호화, 복호화 및 플랫폼 별 지원되는 오디오 출력을 제공한다. 그림 5는 임베디드 오디오 수신 모듈 구조를 나타낸다.

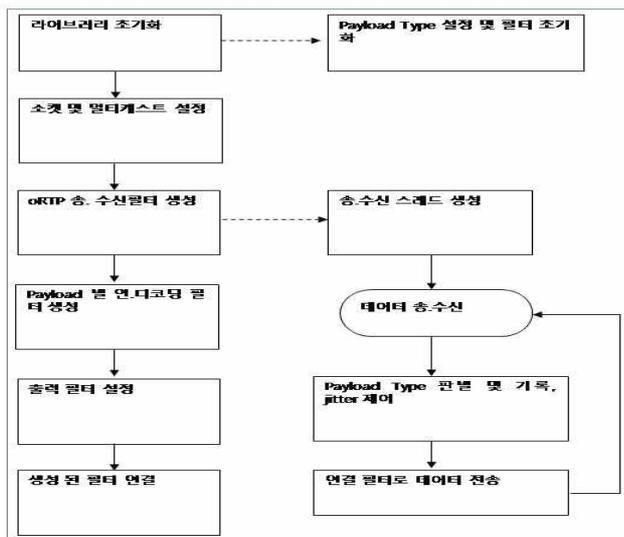


그림 5. 임베디드 오디오 수신모듈 구조

오디오 송신 서버에서 전송되는 음성 및 음악 등의 오디오를 이더넷 통신망으로 전송한다. 당사에서 개발한 재난경보단말에서 임베디드 오디오 수신 라이브러리를 통해 오디오를 수신하고 디지털 오디오 코덱으로 I2S, AC'97 표준방식으로 오디오 데이터를 보내주면 회로적인 패스(Path)를 거쳐 스피커로 출력되는 구조이다. WindowsCE 및 리눅스 임베디드 OS 기반으로 위에서 설명된 라이브러리를 포팅하고 재생하는 과정에 대해 시험을 완료하였다. 유선 이더넷 통신망 환경뿐만 아니라 LTE 망을 통해 오디오 데이터를 전송하고 수신하여 재생하는 방법으로 시험한 결과 유선 이더넷 통신망과 큰 차이 없이 성능을 확인

할 수 있었다.

또 하나의 임베디드 오디오 수신 모듈의 기본 시험을 진행하기 위해 오디오 전송, 수신, 재생을 확인하였다. 라즈베리 파이3(Raspberry Pi3) 하드웨어에 리눅스4.1 기반으로 GStreamer[7]를 이용하여 오디오 서버를 구성하고 인터넷을 통해 RTP로 전송한다. 윈도우 컴퓨터에 PotPlayer를 이용하여 재생할 수 있는 방식으로 구성하였다. GStreamer는 공개용 미디어 라이브러리 LIVE555를 사용하며 오디오 포맷(Format)은 16bit 모노(mono) 8KHz 샘플링을 지원한다. 네트워크(Network) 프로토콜(Protocol)은 RTP이며 서버(Server)는 GStreamer 이며, 클라이언트(Client)는 공개용 OpenRTSP를 적용한다. 오디오 패킷(Packet) 전송은 유니캐스트 및 멀티캐스트를 지원한다.

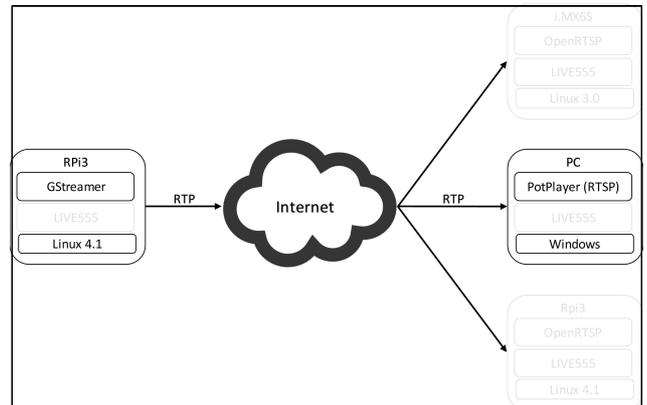


그림 6. 오디오 송수신 기본시험 모델

3) 오디오 서버 송신 성능 시험

오디오 송신 서버에서 여러 개의 단말장치로 오디오를 전송하는 시험을 수행하였다. 송신 서버는 100개의 소켓(Socket)을 대상으로 음성 데이터 패킷을 송신하고 클라이언트 IP 주소를 입력한다. 해당 소켓 수만큼 오디오 패킷을 전송한다. 프로그램은 해당 소켓 수만큼 루프를 수행한다. 클라이언트 IP를 화면상에서는 동일하게 입력하였으나 서로 다른 IP를 부여하는 것이 보다 현실적이다. 그러나 송신 프로그램은 IP가 다를 경우에도 수행 성능에는 영향을 미치지 않는다. 실질적으로 오디오 패킷을 송신하는 소켓의 수량에 따라 프로그램 루프가 증가한다. 그림 7은 오디오 송·수신을 시험한 프로그램 화면을 나타낸다. 오디오 송신 시작을 수행하면 화면상의 송신패킷 수량이 증가됨을 알 수 있다.

오디오 수신 측에서는 정의된 소켓으로 입력되는 데이터 패킷 수를 보여주고 있다. IP 주소는 자신의 IP를 의미하며, Port의 범위는 오디오 패킷을 수신하기 위해 생성된 소켓의 범위를 나타내며 실질적으로 소켓 수를 의미한다. 수신 패킷은 각 소켓으로 수신되고 있는 오디오 데이터 패킷의 수를 의미한다. 재생 부분을 선택할 때 구현된 SlimDx 라이브러리를 이용해 플레이어로 오디오를 재생할 수 있다. 특정 소켓을 선택하면 선택된 소켓으로 입력되는 오디오를 재생하도록 구현하였으며, 선택되지 않은 소켓으로 입력되는 오디오는 수신패킷 수만 증가한다.

임베디드 장치를 물리적으로 100개까지 준비해서 시험하기에는 환경적 요소가 부담되므로 컴퓨터상에서 에뮬레이터(Emulator) 소프트웨어를 제작하여 시험하였다.

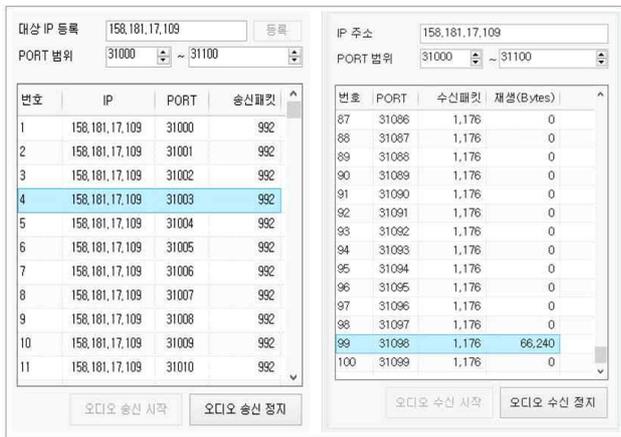


그림 7. 오디오 송신·수신 시험

오디오 송신 서버는 시험 과정에서 200개의 소켓을 통해 전송하고 재생하는 시험을 수행하고 확인하였다. 현재의 일반적인 컴퓨터 성능을 가지는 하드웨어 기반일 경우 오디오 송신 서버는 소켓 수가 일정 수량까지는(약 수천 개) 시간적인 지연에 큰 영향을 받지 않고 수행하고 있음을 확인하였다.

네트워크 구간에서 데이터 라우팅 등의 요인으로 패킷의 시간적 손실이 발생할 수 있다. 이럴 경우 오디오 수신 입장에서는 데이터 패킷의 순서가 일정하게 입력되지 않을 수도 있다는 의미이다. 오디오 데이터 패킷을 생성할 때 패킷마다 시퀀스(Sequence) 번호를 부여하고 수신측의 모듈에서 데이터 패킷을 정렬할 수 있도록 하고 있다.

지금까지는 사내 이더넷 통신망 환경에서 시험하고 성능을 확인하였다. 향후 재난경보방송장치를 다수 구축하고 기간 통신망을 사용해서 디지털 오디오를 전송하고 수신 장치 별로 오디오 수신 성능을 확인하는 절차를 수행할 예정이다. 또한, G.711 코덱을 이용하고 8KHz 샘플링을 적용하였으므로 전화 음질 정도의 오디오 성능을 보장할 수 있을 것이다. 코덱과 샘플링 성능을 향상시켜 보다 고품질의 오디오 동시방송 서비스를 수행할 수 있도록 추가적인 연구·개발을 수행해야 한다.

4. 결론

본 논문에서는 재난경보방송시스템으로 서비스할 수 있는 2가지 모델을 제안하였다. 3중 통신망을 지원함으로써 재난발생 시에 하나의 통신망에 문제가 발생해도 재난방송을 서비스할 수 있는 방안으로 제시하였고, 옥외의 서비스 모델과 옥내의 서비스 모델에 대해 최적화하여 방안을 제시 하였다.

재난경보방송은 다수의 경보방송장치들에 동시에 방송할 수 있는 필수적인 요구사항이 존재한다. 기존에는 오디오 전송장비와 IP 교환기 등의 하드웨어적 장치들을 구성하여 고비용으로 시스템을 구축하였으나, 본 논문에서 제안하는 방식은 운영자 컴퓨터에 소프트웨어적 모듈을 탑재하고 다수의 경보방송 장치에 오디오 동시방송을 서비스할 수 있는 방안을 제시하고 시험하여 오디오 품질을 보장하며 비용을 절감 할 수 있는 시스템을 확인하였다.

* 본 연구는 중소기업 산학연협력 기술개발사업(도약과제)의 지원으로 수행한 ‘오디오 동시방송을 위한 경보방송장치 용 임베디드 MCU 플랫폼 개발’ [C0443644] 과제의 성과입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] IST 마을방송 구성도
http://www.ist21.net/bbs/board.php?bo_table=03_4&wr_id=8
- [2] AddPac SIP 동보방송 솔루션
http://www.addpac.co.kr/addpac_kor2015/addpac_product_view_detail_voip.php?class_id=2399&item_id=1002
- [3] 오에이전자 재난예경보시스템
<http://oae.co.kr/disaster-broadcasting/>
- [4] 민방위 기본법 시행령
- [5] SlimDx <https://slimdx.org>
- [6] oRTP, Mediastream <http://www.linphone.org>
- [7] GStreamer <https://ko.wikipedia.org/wiki/GStreamer>