

디지털전관방송시스템을 위한 오디오믹서의 직관적인 사용자 인터페이스 및 제어 소프트웨어 개발

김관웅*, 조주필**

The development of Intuitive User Interface and Control Software for Audio Mixer in Digital PA System

Kwan Woong Kim*, Juphil Cho**

요약 본 논문에서는 디지털 전관방송용 제어기를 구동시키기 위한 직관적인 사용자 인터페이스 소프트웨어의 구현 결과와 오디오믹서 제어 부분에 대한 성능을 확인할 수 있다. 개발된 사용자 인터페이스 소프트웨어는 디지털 하이브리드 믹서의 유지 관리 및 제어기능을 제공한다. 통합제어서버에 탑재되어 오디오 믹서인 TAD-168M의 음향상태등을 제어하고 전관방송 통합 시스템에 대한 단말기의 상태를 모니터링할 수 있다. 또한, 통합관리까지 가능한 프로그램 소프트웨어로써 향후 지속적인 업그레이드가 가능하다. 개발된 소프트웨어는 이더넷으로 TAD-168M과 연결되고 운영 PC와의 통신을 위해 PC의 랜포트와 TAD-168M의 후면에 위치한 4 포트 스위치에 랜케이블로 연결된다. 기존에 없었던 개발 시스템을 통해 방송시스템에 대한 시스템 관리, 음향제어, 상향방송 제어의 통합제어가 가능하게 되었다.

Abstract In this paper, we can confirm the result of intuitive interface software implementation for operating a digital PA(Public Address) controller and the performance of audio mixer control part. Developed user interface software provides the maintaining management and control function of digital hybrid mixer. This SW loaded in the integrated control server controls an sound status of the audio mixer TAD-168M and checks the device status for Public Address integrated system. Also, this SW enables the integrated control and the continuous upgrade. Developed SW is connected to TAD-168M with Ethernet and linked to PC Lan port and the 4-port switch, located in the backside of TAD-168M, by LAN cable for communicating with operating PC. Integrated control including system management, audio control and uplink broadcasting control for broadcasting system will be made available with this novel developed system.

Key Words : PA(Public Address), User Interface, Audio Mixer, Hybrid Mixer, Dynamic Compression

1. 서론

전관 방송이란 학교, 관공서, 대형빌딩, 항만, 공항 등의 구내 방송을 뜻하며, 구내 안내방송은 물론 화재와 같은 긴급 상황 발생 시 비상 방송용으로 사용된다. 현재 많은 전관 방송 시스템이 아날로그 기반으로 방송국과 방송지역을

여러 개의 선으로 연결해야 하며, 음향을 먼 거리로 전송할 때는 잡음 유입, 음질 저하 등의 문제점이 있다. 그러나 디지털 전관 방송 시스템은 아날로그 전관 방송 시스템에 비해 아날로그 오디오 신호를 디지털로 바꿔 전송하므로 방송 품질이 우수하며, 또한 PC와 네트워크 연결 등을 통해 음원이나 배경음악을 설정 할 수 있는 기능 등과 같은 다양

*Thunder Technology Co, Ltd,

**Corresponding Author : Dept. of Integrated IT & Communication Eng., Kunsan Nat'l Univ.

Received March 29, 2018

Revised April 04, 2018

Accepted May 26, 2018

한 부가서비스를 제공할 수 있다.[1]

학교와 같은 교육기관에서 네트워크를 이용한 방송 다원화(8채널 다원화방송)와 장비의 디지털화가 진행되고 있으며 핵심장비는 16채널 이상의 입력과 8채널이상 출력이 가능한 멀티채널 디지털 오디오 믹서이다. 멀티채널 디지털 오디오 믹서는 입력채널과 출력 채널 간 스위칭 및 라우팅, 채널 이득 조정, 음소거, 등화기, 대역필터링, 컴프레서/리미터 기능을 디지털 오디오 프로세싱기술을 적용해 구현된다[2][3]. 따라서 아날로그 전관 방송 시스템에서 디지털 전관 방송시스템으로 기술 변화가 이루어지고 있는데 주된 이유는 디지털 오디오 처리기술의 발달로 디지털 오디오 장비가 아날로그보다 신호 대 잡음비, 신호의 왜곡특성에서 높은 품질을 제공할 수 있기 때문이다. 이러한 장점으로 인해, 프로그래밍 가능한 디지털 오디오 프로세서가 오디오 신호 필터링, 등화, 동적 영역 압축 (Dynamic Range Compression) 등 디지털 오디오 신호처리 기능 구현에 중요한 역할을 수행한다[4][5][6].

본 논문의 2장에서 구현하고자 하는 디지털 크로스오버 시스템의 HW와 SW의 일반적인 구조와 사양에 대해 서술하며 3장에서는 개발된 시스템 SW의 특징 및 주요 고려 사항에 대해 기술하고, 4장에서 테스트 결과를 나열하고 분석한다. 마지막으로 최종 결론에 대해 5장에서 언급하여 마무리한다.

2. 전관방송 시스템 소프트웨어

다채널 방송을 위한 통합믹서컨트롤러는 16개의 아날로그 입력과 8개의 아날로그 출력 그리고 통신을 위한 기가비트 이더넷 스위칭허브 기능을 가진다. 표 1은 개발된 통합 디지털믹서컨트롤러 하드웨어 사양이다.[7] 비상신호 수신과 기기제어를 위한 디지털 접점입력과 접점 출력, 시리얼 통신을 위한 RS232C, RS485 통신포트를 내장하고 있다. 디지털오디오믹서는 PC기반 SW에서 모니터링과 제어가 수행된다.

2.1 시스템 하드웨어

그림 1은 통합믹서컨트롤러 시스템 하드웨어 블록 다이어그램을 보여주고 있다. 주요 구성요소는 24비트/96kHz의 오디오 DSP, 32bit 임베디드프로세서, 코덱, 이더넷

PHY 등이다. DSP의 주요 기능은 코덱을 거쳐 입력되는 아날로그 신호를 디지털화하여 디지털 오디오 알고리즘을 적용하여 높은 품질의 아날로그 출력을 얻기 위하여 처리된 디지털 신호를 코덱으로 출력하는 것이다.

2.2 시스템 소프트웨어

통합믹서컨트롤러의 DSP 믹서 SW블럭은 다음과 같은 다양한 컴포넌트로 구성되어 있다.

표 1. 디지털믹서컨트롤러 하드웨어 사양
Table. 1. Digital mixer controller block diagram

항목	시스템 사양	
오디오	입력 채널	아날로그 16채널
입출력	출력 채널	아날로그 8채널
오디오DSP	24bit 96KHz	
오디오 DSP 기능	- 입력 볼륨 조절 (-60dB ~ 10dB) - 입력 채널 저음 소거 (80Hz HPF) - 입력 채널 음소거 기능 - 입력채널별 매트릭스 제어 - 입력채널별 3밴드 파라메트릭 EQ - 출력채널 조절 (-60dB ~ 10dB) - 출력채널 음소거 기능 - 출력채널 과부하 방지용 Limiter 기능	
프로세서	32bit Embedded Processor	
네트워크 인터페이스	4P/1Gbits Ethernet, 1xRS232C 1xRS485	
디지털 입력	8 Port Wet/Dry Contact	
디지털 출력	2 Port 접점 출력	

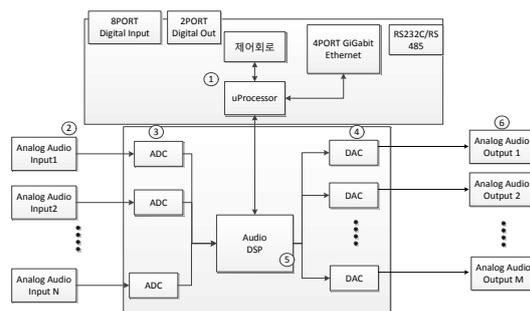


그림 1. 디지털믹서컨트롤러 블록도
Fig. 1. Digital mixer controller block diagram

- 3 밴드 파라메트릭 EQ
- 80Hz 고역통과 필터
- 16X16 Matrix
- 입출력 Volume 조절
- 출력 Limiter

통합믹서컨트롤러 소프트웨어는 리눅스 실시간 OS 기반에서 동작하며, GNU C++ 컴파일러를 이용하여 개발하였다. 그림 2는 임베디드 프로세서의 구동 SW 블록도이다.

HIBS-2000 소프트웨어는 방송통합시스템의 통합제어를 위해 여러 기능을 제공하는데 시스템 관리를 위해 TAD-168M 네트워크 설정, 환경 설정, 스피커 셀렉터 기기 설정 및 제어, 시보 예약, 화재방송 설정, 시스템 로그 관리, 리모트 앰프 환경 설정, 광통합방송수신기 설정, 문자 방송 및 문자예약방송 기능을 포함한다. 또한 음향제어를 위해 오디오 믹서 TAD-168M의 음향제어 및 비상방송 연동기능, 스피커 셀렉터 제어와 오디오앰프 제어 기능을 제공하며 상향방송 제어를 위해 광통합 수신기와 광통합 송신기의 상향방송 제어와 모니터링 기능을 통해 완벽한 시스템 통합제어가 지원되도록 하고 있다.

소프트웨어 Source 구조는 실행 Main인 Launcher. 각 장치를 관리하는 Device Manager, LED를 관리하는 LED Manager, UI와 통신을 관리하는 Communication Manager, 동작 Log를 기록하는 Logger, 각 프로세스를 관리하는 Watchdog. Communication Manager에서 각 장치를 실행하는 Device Handler, 시스템 관련 동작을 지원하기 위한 System Handler. DSP 관련 함수를 가지고 있는 DSP Library, LED 및 기타 함수를 가지고 있는 LED Library, RTC 관련 함수를 가지고 있는 RTC Library, RS232, RS485 시리얼 함수를 가지고 있는 Serial Library, Communication 관련 함수를 가지고 있는 Socket Library, SPI Library, I2C Library로 구성되어 있다.

GUI 제어프로그램은 윈도우 기반 SW로 개발되었으며, 개발된 DSP보드의 음향 파라미터 설정 및 상태 모니터링 기능을 수행한다. 주요기능은 볼륨제어, EQ설정 매트릭스 제어, 오디오 신호 믹싱, Compressor/Limiter 설정 등 DSP의 모든 기능을 네트워크를 통해서 제어 할 수 있다.

또한 기기제어를 위한 Device Search 및 Device

Register기능 시보제어를 위한 시보설정기능, 화재신호 수신시 대피방송을 내보낼 구역설정 기능등을 내장하고 있다.

그림 3, 4는 개발된 운영프로그램의 UI이다.

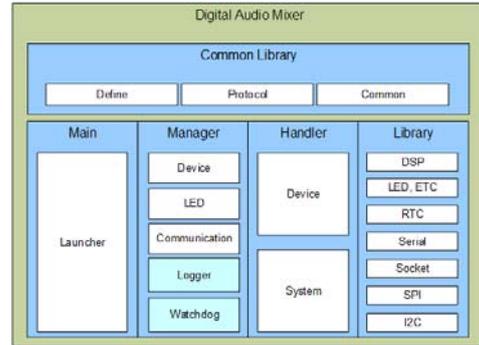


그림 2. 통합믹서컨트롤러 소프트웨어 구성도
Fig. 2. Software block diagram



그림 3. HIBS-2000 소프트웨어 메인 화면
Fig. 3. HIBS-2000 SW Main UI



그림 4. 입력 채널의 EQ 설정창
Fig. 4. EQ configuration UI

3. 소프트웨어 기능 구현

본 논문에서 개발된 소프트웨어는 윈도우즈 기반으로 Visual Studio와 .Net 플랫폼 기반으로 개발하였다.

3.1 HIBS-2000 설정 및 운영

HIBS-2000 아이콘을 두 번 클릭하면 그림 3과 같은 운영화면이 뜨게 되는데 “방송운영”과 “오디오믹서” 화면으로 구성되어 있다. 설정 메뉴에서 그림 5와 같이 오디오 믹서 설정을 클릭한다. HIBS-2000 소프트웨어에서 TAD-168M에 접속해야 한다. 설정 메뉴에서 그림 5와 같이 오디오믹서 설정을 클릭하면 오디오믹서 설정창이 팝업된다. 장비검색을 탭하여 디지털믹서 검색창으로 이동한다. 검색버튼을 눌러 동일 네트워크에 존재하는 오디오믹서를 검색한다. 그림 6과 같이 검색된 믹서의 IP 주소를 선택한 후 등록 버튼을 눌러 오디오 믹서 등록이 완료되면 HIBS-2000과 디지털믹서가 연결된다.

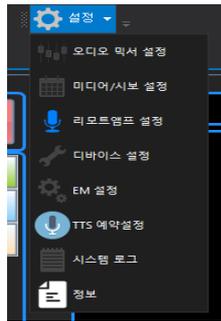


그림 5. 설정 메뉴
Fig. 5. Configuration Menu

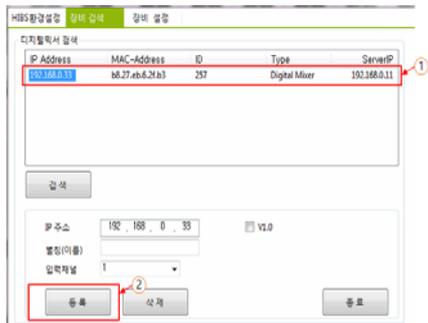


그림 6. 오디오믹서 등록
Fig. 6. Audio Mixer Registration

3.2 오디오 믹서 네트워크 설정

디지털 믹서의 네트워크 설정을 변경하려면 오디오믹서 설정에서 장비설정 탭을 클릭하면 그림 7과 같은 오디오 믹서 화면에 표시되며 여기에서 IP address, subnet, 게이트웨이 주소등을 변경할 수 있다. 정보를 변경 후 설정버튼을 누르면 디지털 믹서의 네트워크 정보가 각각 변경됨을 확인할 수 있다. 제공되는 오디오 믹서 네트워크 설정의 각 정보는 다음과 같다.

- (1) 디바이스 이름 : 연결된 오디오 믹서 모델명(2) SW 버전 : 오디오믹서 임베디드 프로세서의 소프트웨어 버전
- (3) HW 버전 : 오디오믹서의 하드웨어 버전
- (4) Server IP : HIBS-2000이 구동되는 컴퓨터의 IP 주소



그림 7. 오디오믹서 설정 - 장비 설정
Fig. 7. Audio Mixer Setting - Instrument Setting

- (5) 운영PC와 믹서의 시간오차
- (6) 시각동기화 버튼 : 시각동기화 버튼을 누르면 오디오 믹서 TAD-168M의 시간을 운영 PC의 시간으로 동기화한다.
- (7) TAD-168M의 네트워크 정보
- (8) 재부팅버튼 : 오디오믹서의 임베디드 프로세서를 재부팅할 때 사용한다.

4. 실제 오디오믹서 운영 방법

4.1 오디오 믹서 제어 화면

그림 8은 개발된 HIBS-2000의 실제 운영을 위한 오디오믹서 제어를 위해 필요한 주요 메뉴 및 기능을 보이

고 있다.

- (1) 오디오 입력채널 제어 : 입력채널 1~16까지 신호 모니터링과 음량 및 EQ 조절 기능을 제공한다.
- (2) 오디오 출력채널 제어 : 1~8 채널 오디오 신호 상태와 음량, 음소거, 리미터 조절 기능을 제공한다.
- (3) 오디오믹서 제어창과 방송 운영창으로 구성되며, 오디오믹서 제어화면으로 전환기능을 제공한다.
- (4) 믹서 연결 및 통신 상태 표시 LED : 오디오 믹서 TAD-168M과 통신 상태를 표시한다. 연결되어 있으면 점멸되며, 연결되지 않거나 통신 불량이면 LED가 꺼진 상태로 표시된다.
- (5) 설정 : 믹서 설정, 환경 설정등의 메뉴 제공
- (6) 그룹별 방송제어부 : 1~8개의 그룹별 방송을 제어하는 화면으로 방송채널, 음량, 음소거를 제어할 수 있다.



그림 8. 오디오믹서 제어 화면
Fig. 8. Audio Mixer Control Screen

4.2 오디오 믹서 제어

HIBS-2000은 16개의 입력채널을 가지면서 16번 채널은 내부 음원과 공유된다. 입력채널의 EQ를 변경키 위해 그림 9의 EQ 버튼을 클릭하면 그림 11과 같은 EQ 설정화면이 생성된다.

- (1) 1~8번 출력 선택 매트릭스
- (2) HP : 80Hz 고역통과필터(High Pass Filter)
- (3) 3밴드 EQ 설정 버튼
- (4) 볼륨 페이더 : -60dB부터 10dB까지 음량을 조절할 수 있다.
- (5) 입력 신호 레벨 표시기 : 입력 신호 표시

(6) 채널 음소거 버튼

입력 채널의 EQ는 Base, Mid, Treble 3개의 EQ로 구성된다. 각 밴드는 Boost, Frequency, Q값으로 조절할 수 있다. EQ 밴드를 활성화 하려면 각 밴드의 "ON/OFF" 버튼을 클릭하여 활성화 할 수 있다.

- (1) EQ ON/OFF 버튼
- (2) Boost (-10dB ~ +10dB)
- (3) Frequency : 20Hz ~ 20KHz
- (4) Q : 0.01 ~ 5.0

HIBS-2000은 1~8개의 출력채널을 가지고 있으며 리미터 설정 버튼을 통해 조절이 가능하다.



그림 9. EQ 설정창
Fig. 9. EQ Set Screen

4.3 시험방법 및 결과

개발된 오디오믹서제어소프트웨어의 시험을 위해 그림 10과 같은 시험환경을 구축하고 소프트웨어와 오디오믹서의 성능 및 기능을 시험하기 위한 시험조건과 시험방법을 공인시험기관인 한국화학융합시험연구원에 의뢰하여 시험하였다. 표 2는 시험방법에 따른 시험결과이다.

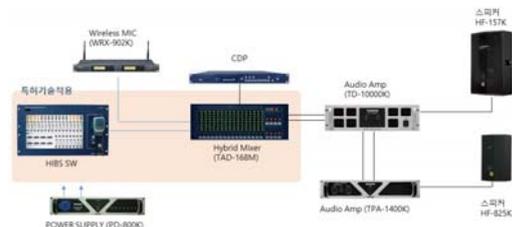


그림 10. 소프트웨어 시험을 위한 시험환경
Fig. 10. Test bed for Software Performance Test

표 2. 시험결과
Table 2. Test Result

시험방법 및 기준	시험결과
하이브리드 오디오믹서 채널별 입력, 출력 볼륨 조절 및 EQ조절 가능 할 것. - 하이브리드 오디오믹서의 채널별 입력, 출력 레벨 육안 확인 가능 할 것. - 터치기반 다원화 방송조작이 가능할 것 - 네트워크 망을 이용한 원격 제어 가능 할 것. - 시보 설정 기능을 제공할 것 - 조작방법을 음성으로 안내하는 기능을 가질 것 - 특정 채널의 오디오 신호가 감지되면 자동으로 방송하는 기능을 제공할 것	적합
16채널 오디오 입력, 8채널 출력 가능할 것 - 입출력 볼륨 및 EQ 조절 - 디지털믹서 고장시 아날로그 믹서로 자동 전환이 가능할 것 (특허적용) - 디지털믹서모드와 아날로그 믹서모드간 수동 전환이 가능할 것 (특허적용) - 4포트 이더넷 스위치를 가질 것 - 스피커 선택터 제어가 가능할 것 - 자동 화재 경보음 송출기능 가능 할 것 - TCP / IP 통신 기능 가능 할 것 - PC 운영 프로그램 연동 기능 가능 할 것 - 비상마이크 방송이 가능할 것	적합

5. 결론

본 논문에서 새롭게 개발된 사용자 인터페이스 소프트웨어는 디지털 하이브리드 믹서의 유지관리 및 제어기능을 제공한다. 통합제어서버에 탑재되어 오디오 믹서인 TAD-168M의 음향상태등을 제어하고 전관방송 통합시스템에 대한 단말기의 상태를 모니터링할 수 있으며 통합관리까지 가능한 프로그램 소프트웨어로써 향후 지속적인 업그레이드가 가능하다. 개발된 소프트웨어의 기능 및 성능은 공인시험기관에 의뢰하여 시험하였으며, 요구된 기능과 성능이 적합함을 보였다.

REFERENCES

[1] J. Kim and S. Song, "Development of Digital Hybrid Redundancy System for Intelligent Building", JKIS, Vol. 21, No. 2, pp. 212-217, 2011, DOI : 10.5391/JKIS.2011.21.2.212
 [2] Milan Uskokovif, Bojan IvanEevif, "The implementation of digital audio processors in analog multimedia audio systems", ICEcom 2003,

pp. 131-134, Duboronik, Croatia, 1 - 3 October 2003.

[3] H. R. Jang, S. H. Kim, and Y. H. Chang, "A digital signal processor for low power," in Proc. AP-ASIC, pp. 42-45, 1999.
 [4] J. Nurmi, V. Eerola, E. Ofner, A. Gierlinger, I. Jemej, T. Karema, and T. Raita-aho, "A DSP core for speech coding applications," in Proc. ICASSP, vol. 2, pp. 429-432, 1994.
 [5] J. Eyre and J. Bier, "The evolution of DSP processor: from early architectures to the latest developments," IEEE Signal Processing Magazine, March 2000.
 [6] M. Dolle, S. Jhand, W. Lehner, O. Muller, and M. Schlett, "A 32-bit DSP microprocessor with reduced complexity," IEEE J Solid-State Circuits, vol. 32, pp.1056-1066, Jul. 1997
 [7] K. Kim and J. Cho, "Development of Digital/Analog Hybrid Redundancy System for Audio Mixer", JIIBC, Vol. 16, No. 5. pp. 63-68, Oct., 2016

저자약력

조 주 필 (Ju-phil Cho)

[정회원]



·2001년 2월 : 전북대학교 전자공학과 공학박사
 ·2000년~ 2005년 : ETRI 이동통신연구단 선임연구원
 ·2006년~2007년 : ETRI 이동통신연구단 초빙연구원
 ·2011년~2012년 : 미국 USF, 교환교수
 ·2005년~ 현재 : 군산대학교 IT정보제어공학부 IT융합통신공학전공 교수
 LTE-A, 5세대 이동통신, Cognitive Radio, LED-ID, 방송통신융합기술>

<관심분야>

김 관 웅 (Kwan-Woong Kim)



·1996년 전북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 · 1998년 전북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 ·2002년 8월 전북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 2010년 ~ 현재 (주)원더테크놀로지

<관심분야>

무선통신시스템, DSP 신호처리, 임베디드 시스템, QoS>