

휴대용 음성 녹음 방지 장치 연구

김희철

광주대학교 컴퓨터공학과 교수

A Study on portable voice recording prevention device

Hee-Chul Kim

Professor, Division of Computer Engineering, Gwangju University

요 약 본 연구는 주요 회의 및 보안을 요하는 장소의 음성 정보보호 장비에 대한 시스템 개발이다. 가정소음 및 초음파 발생을 통한 정보 유출 방지기술로 보안 성능 및 안정성을 확보하였다. 녹음방지 모듈에 대한 무선전파의 특성상 직진성이 강한 음성정보 유출 차단을 위한 차단주파수 대역은 20~20,000Hz 광대역 주파수 차단 음성정보 유출차단을 위해 기만재밍 기술을 적용함으로 보안성을 크게 향상시켰다. 이러한 문제 해결을 위해 배터리를 이용한 휴대용 스마트폰 녹음을 차단시켜주는 시스템을 개발하였고, 별도의 장치 설치를 고객이 인지하지 못하도록 소형·경량화시켰다. 아울러, 원거리 녹음방지를 위하여 녹음방지 스피커의 출력을 효율적으로 사용하기 위한 방안 및 대책은 지속적으로 연구가 필요하다.

주제어 : 휴대용, 음성, 녹음방지, 배터리, 펌웨어

Abstract This study is a system development for voice information protection equipment in major meetings and places requiring security. Security performance and stability were secured with information leakage prevention technology through generation of false noise and ultrasonic waves. The cutoff frequency band for blocking the leakage of voice information, which has strong straightness due to the nature of the radio wave to the recording prevention module, blocks the wideband frequency of 20~20,000Hz, and the deception jamming technology is applied to block the leakage of voice information, greatly improving the security. To solve this problem, we developed a system that blocks the recording of a portable smartphone using a battery, and made the installation of a separate device smaller and lighter so that customers do not recognize it. In addition, it is necessary to continuously study measures and countermeasures for efficiently using the output of the anti-recording speaker for long-distance recording prevention.

Key Words : portable, voice, recording prevention, Battery, Firm-Ware

1. 서론

휴대용 녹음방지 장치는 장소에 상관없이 휴대용 음성 녹음방지 장치를 설치하면 회의실, 사무실, 접견실에서 대화도중 휴대폰을 이용한 비밀리에 녹음하는 행위자체

를 근본적으로 방지할 수 있다. 이러한 문제 해결을 위해 휴대용 스마트폰 녹음을 차단시켜 주는 장비 개발 및 보급 필요성이 대두된다.

이는 별도의 장치 설치를 고객이 인지하지 못하도록 휴대용이며, 소형이고 배터리를 이용하여 동작하며 착탈

*This research was supported by a research program sponsored by Gwangju University in the 2021 school year.

*Corresponding Author : Hee-Chul Kim(jaziri@daum.net)

Received May 16, 2021

Accepted July 20, 2021

Revised June 2, 2021

Published July 28, 2021

이 용이하고, 무선전파의 특성상 직진성이 강함으로 실내 여러 곳에 설치하여야 한다.

또한, 휴대가 가능한 사이즈에 배터리를 장착하고 장시간 사용시 무게 증가 및 가격상승 요인이 발생함으로 설계과정에서 한정된 공간에 집적회로를 사용하여 설계하였고, 기구 디자인 부분에 사용자가 편하게 사용 가능하고 눈에 띄지 않은 무난한 디자인으로 설계하여 향후 음성녹음 방지와 불법 도청을 방지하는 시스템으로 제안하고자 한다[1, 2].

2. 관련연구

음성정보 보호장비 개발에 필요한 초음파 발생과 백색 소음 발생 기술 확보로 음성 정보보호 장비 개발에 필요한 요소 기술 확보가 가능하다. 이를 준비하는 과정에 IoT 기반 Device 및 관리시스템, Bluetooth를 이용한 단말제어 솔루션, 다양한 제어기 및 NP 제어 및 응용 기술 확보와 FPGA를 이용한 다채널 제어 및 상태 관리 기술로 시설물 내부 감시 카메라기반 영상 데이터 수집/분석/관제 서비스 솔루션을 확보하였다.

2.1 H/W 블록 구조 및 기능

휴대용 음성 녹음방지 장치는 그림 1과 같이 크게 제어부, 초음파 생성 및 출력부, 사용자 정합부, 전원 생성부로 구분된다. 제어부는 MSP430F1611 프로세서를 사용하여, 주 메모리, 주변 인터페이스 제어 등을 MSP430F1611에 내장된 회로를 사용하여 설계함으로써, 소자의 수를 최대한 줄여 정확도 및 불필요한 회로의 추가를 억제하였다. 초음파 생성 및 출력부에 사용되는 초음파 생성, Equalizer 제어 및 Audio AMP에 대한 출력 ON/OFF 제어를 구현하였다[13].

초음파 생성부는 제어부에서 설정한 25KHz 초음파를 생성하며, 초음파 출력부는 초음파 신호 equalizer 출력을 통하여 녹음방지 스피커로 출력하도록 설계하였다 [3-5].

사용자 정합부는 LED를 사용하여 동작상태를 확인이 가능하다. 정상 동작유무를 표시하며, 레벨 조절 기능 버튼을 사용하여 초음파 출력을 제어할 수 있도록 설계하였다.

전원 생성부는 외부 AC/DC전원 아답터를 사용하여 DC18V로 변환된 전원을 공급받아 내부 12V 배터리를

충전하여 사용하며, 외부 전원이 없을 시 내부 12V 배터리를 사용하여 각, device에 사용 가능한 전원(+3.3V, +5V, -5V, +8V, +12V)로 변환하여 사용 가능하도록 설계하였다.

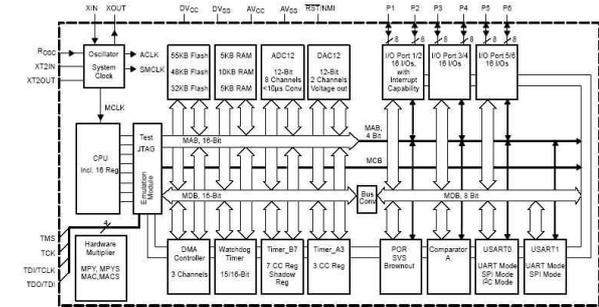


Fig. 1. MSP430F1611 Block Diagram

2.2 H/W 개발 내용

2.2.1 제어 프로세서부

Fig. 2는 MSP430F1611이 가지고 있는 각 인터페이스에 정합된 Device를 나타낸 것이다. MSP430F1611은 자체적으로 I2C, SPI, UART 인터페이스를 가지고 있고, GPIO를 사용하여 구성하였다. Fig. 2는 이것들을 이용하여 모니터용 포트에 UART를 사용하며 SP3232EEY로 RS-232 인터페이스를 구현하였고, GPIO를 사용하여 LED, BOTTOM, Audio AMP 출력 제어로 구성하였다 [6, 7].

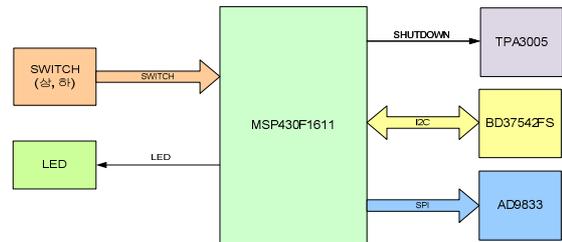


Fig. 2. Matching between processor and peripheral circuitry

2.2.2 초음파 제어부

제어 프로세서로부터 SPI 인터페이스를 통하여 제어하며, 25KHz 초음파를 발생시키는 기능을 수행한다. 그림 3은 3.3V 저전압 동작, 0.1Hz ~ 25MHz 출력 주파수, 파형은 사인파, 삼각파 출력하고 SPI 제어를 한다 [14, 15].

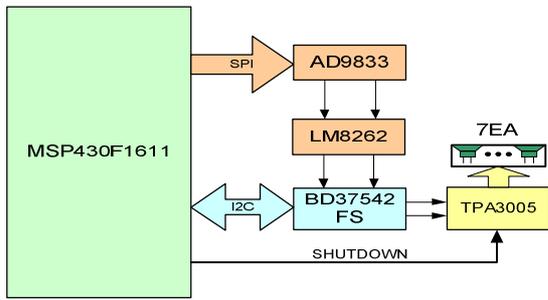


Fig. 3. Ultrasound generation and matching between outputs

2.2.3 신호 출력 세기 제어부

제어 프로세서로부터 IO 인터페이스를 통하여 출력 이상 혹은 녹음방지 모듈로 이상 시 AMP를 차단한다. 12W 출력을 제공하는 고효율 Class-D 증폭기로 초음파 발생기 구동 기능을 수행한다. 이는 8.5V~18V 동작 전압, 6W/Ch 8Ω, 2CH 지원, Class-D AMP, 92% 효율, 출력 임피던스 8Ω, 이득 조정-4단계, 15.3dB -21.2dB-27.2dB-31.8dB, 차동 입력으로 공통 모드 잡음을 최소화한 구조로 열 및 쇼트에 대한 보호 기능을 제공한다[5, 6].

3. 연구방법

초음파를 이용한 휴대용 음성녹음 방지 장치는 가청음 진동자를 사용한 음성정보 유출을 차단하고, 녹음 방지 스피커와 음성 유출 방지진동자를 연결할 수 있는 포트를 제공한다. 초음파 발생기능/가청음 진동자 기능을 포트별로 독립적으로 구현하고, 출력레벨 모니터링 및 장애 발생 시 관리시스템으로 알림기능을 통보한다. 녹음방지 스피커와 음성유출방지진동자 감시함으로 장소에 상관없이 스마트폰 사용자들에 대한 녹음을 방지하고 싶을때 설치함으로써 어느 누구도 녹음이 되지 않으며 무선의 특성으로 인해 여러 장소에 설치하여 효과를 극대화하였다.

3.1 H/W 설계, 제작 및 기구 개발

휴대 및 사용이 용이한 기구 디자인 설계를 위해 별도의 전원 연결없이 배터리를 이용하고 상태 동작 확인을 위해 LED 표시를 한다. 그림4는 장비의 특성을 고려한 설정을 위해 버튼을 사용하고 사무실, 접견실, 회의실 등 어디든지 손쉽게 설치 및 제거가 가능하도록 구성하였다.

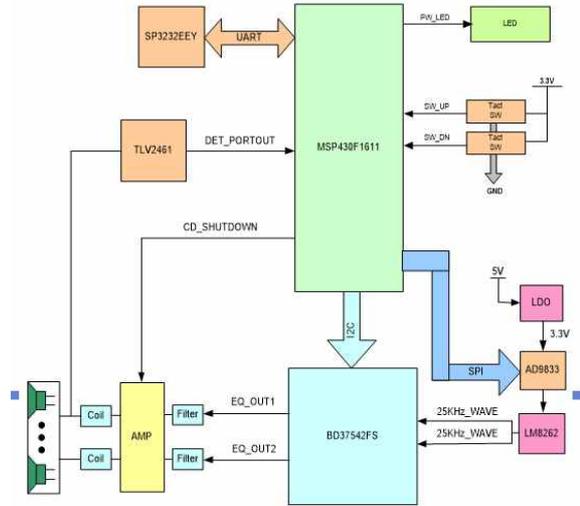


Fig. 4. Interface block between functions

3.2 Booter 및 펌웨어 개발

전원 스위치에 의한 ON이 됨과 동시에 내부 F/W 부팅하고 현재 상태를 LED로 출력 및 표시 기능과 버튼을 이용한 신호 세기 조절 기능 개발과 외부 디버깅 포트와 연동된 입출력 제어 기능을 제안하였다.

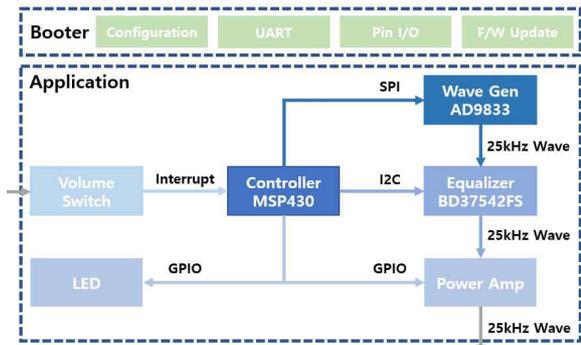


Fig. 5. Whole block diagram of portable voice recording prevention device

Fig. 5는 전체적인 S/W 시스템 구조를 간략히 나타낸 그림으로 각 부분에 대한 상세내용은 다음과 같다.

3.2.1 Booter

Booter는 장치 전원인가 후, Application이 실행되기 전에 실행되며, 장치의 기본적인 Configuration(UART, Pin I/O 등)을 수행한다. Booter가 동작 시, Serial을 통한 F/W 업데이트 명령을 통해 Application F/W 업데이트가 가능하며, F/W 업데이트 완료 시, 장치는 리부팅

되며 Booter는 새로운 Application F/W가 동작하도록 한다.

3.2.2 Application

Application은 설정된 주파수(25kHz)의 초음파를 발생시키고, 이퀄라이저 설정을 통해 초음파의 세기를 10 단계로 조절한다. 초음파의 세기는 Volume Up/Down Switch를 통한 interrupt 신호를 처리하여 이퀄라이저를 제어하므로써 조절한다. 장비가 정상적으로 동작하고 있을 때, LED(Green)를 점등한다. Power Amp를 On/Off 하므로써, 초음파 출력을 On/Off할 수 있으며, Power Amp의 출력이 비정상(출력 없음)일 시, Amp의 출력을 Off하고 LED를 점멸하여 사용자에게 경보한다. 개발자용 UART(RS232)를 통한 Debug 기능을 지원한다.

3.2.3 Application 블록 구조

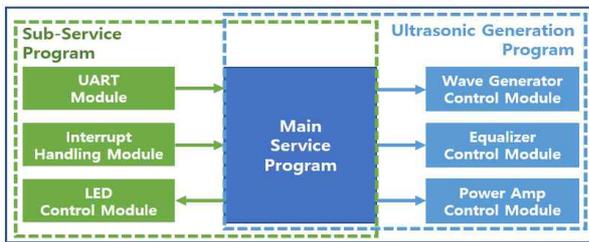


Fig. 6. Application block diagram

Fig. 6에서 Main Service Program은 각 module 제어 및 중계역할을 수행하고, Sub-Service Program에서 UART Module은 Debug 또는 F/W 업데이트를 위한 기능을 수행한다[16, 17].

Interrupt Handling Module은 Interrupt신호를 처리하는 기능을 수행하며, Volume Up/Down Switch의 입력신호, Power Amp의 비정상 출력 신호를 입력받아 Main Service Program에 전달하며 Main Service Program은 출력세기 조절 및 LED 점멸을 통한 경보 처리를 수행한다.

LED Control Module은 LED(Green)을 제어하는 기능을 수행하며, 장치의 정상동작 시 LED를 점등, 비정상 동작 시 LED를 점멸한다.

3.3 Ultrasonic Generation Program

Wave Generator Control Module은 원하는 주파수 및 위상의 음파를 생성하는 기능을 수행하며, WaveForm Generator(AD9833)의 주파수 및 위상의

설정 방식은 Fig. 7과 같다.

```
uint32_t freqreg;
uint16_t MSB, LSB;

freqreg = (uint32_t)((float)fout / 2500000.) * pow(2, 28);
MSB = (uint16_t)((freqreg & 0xFFFF0000)>>14);
LSB = (uint16_t)(freqreg & 0x3FFF);

LSB |= 0x4000;
MSB |= 0x4000;

// write control register : reset
write_register(0x2100);
// write frequency register 0
write_register(LSB);
write_register(MSB);
// write phase register 0 :
write_register(0xC000);
// write control register : no reset
write_register(0x2000);
```

Fig. 7. AD9833 Frequency and phase setting

3.4 Equalizer Control Module

Equalizer Control Module은 WaveForm Generator에서 발생한 음파를 원하는 형태로 조절하는 기능을 수행하며, Equalizer(BD37542FS)에서 설정할 수 있는 값은 Fig. 8과 같다.

Items	Select Address (hex)	Data								
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Initial setup 1	01	Advanced switch ON/OFF	0	Advanced switch time of Input Gain/Volume Tone/Fader/Loudness Mixing			0	1	Advanced switch time of Mute	
Initial setup 2	02	LPF Phase	0	Subwoofer Output Select			0	Subwoofer LPF fc		
Initial setup 3	03	0	0	0	0	0	0	1	0	
Input Selector	05	Full-diff Type	0	Input selector						
Input gain	06	Mute ON/OFF	0	0	Input Gain					
Volume gain	20	Volume Gain / Attenuation								
Fader 1ch Front	28	Fader Gain / Attenuation								
Fader 2ch Front	29	Fader Gain / Attenuation								
Fader 1ch Rear	2A	Fader Gain / Attenuation								
Fader 2ch Rear	2B	Fader Gain / Attenuation								
Fader Subwoofer	2C	Fader Gain / Attenuation								
Mixing	30	Mixing Gain / Attenuation								
Bass setup	41	0	0	Bass fo			0	0	Bass Q	
Middle setup	44	0	0	Middle fo			0	0	Middle Q	
Treble setup	47	0	0	Treble fo			0	0	Treble Q	
Bass gain	51	Bass Boost/Cut	0	0	Bass Gain					
Middle gain	54	Middle Boost/Cut	0	0	Middle Gain					
Treble gain	57	Treble Boost/Cut	0	0	Treble Gain					
Loudness Gain	75	0	Loudness Hicut			Loudness Gain				
System Reset	FE	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Fig. 8. BD37542FS Data Adress

Power Amp Control Module은 Power Amp의 On/Off 제어 기능 및 Power Amp Output Detect 기능을 수행하며, 장비 전원 인가 시 Power Amp On, Power Amp 출력이 비정상일 시, LED(Green)를 점멸하여 사용자에게 경보를 주는 역할을 수행한다[8-10].

3.5 장비 및 관리시스템간 연동 규격

연동규격은 장비와 관리시스템(게이트웨이)간 TCP/IP 통신기능에 대한 연동규격을 정의하여 개발하였다. 장비 ID 구조에서 자리수 10자리, 시리얼넘버는 00000001부터 시작한다. Type Integer는 VIPS-20의

경우 3100000001을 부여하고 장비코드(2bytes)+시리얼넘버(8bytes)에 배치한다[11, 12].

Table 1. Equipment code by equipment

Name	Code
VIPS-20	31

Table 2. Communication protocol structure

MK	MID	LEN	CTAG	DID	MBD	CS
4byte	4byte	4byte	4byte	10byte	variable	4byte

Table 2는 통신프로토콜의 프레임 구조이다.

아래 Fig. 9는 관리시스템의 메시지 흐름도이다. OSGi 기반의 오픈 프레임워크를 사용하며 하드웨어 및 OS (Operating System)에 독립적으로 동작하기 위해 JAVA를 기본언어로 선택하고 사용자 환경에 구애받지 않고 장비 관제를 수행할 수 있도록 HTML5 웹 기반의 사용자 UI 인터페이스로 개발하였다.

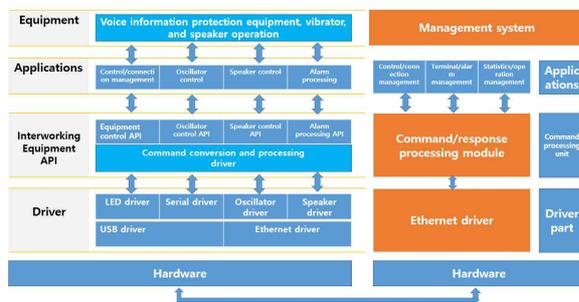


Fig. 9. Message flow between voice information protection equipment and management system

관리시스템의 기능 구성 방안으로 장비와 인터페이스를 위한 게이트웨이 블록, 장비와의 인터페이스 결과를 처리하기 위한 AP 서버 블록, 사용자와 인터페이스를 위한 UI 블록으로 나누어 개발하였다.

3.5.1 대시보드

관리자가 장비 운용시 전체 또는 그룹별로 장비의 상태정보를 조회 및 검색할수 있는 기능을 제공한다. 관리자는 장비를 그룹별로 관리할수 있는 기능을 제공한다. 그룹관리는 예를들어 전체, 지역, 부서 등등에 따라 그룹으로 묶어서 장비를 관리한다. 대시보드는 제어판, 단말기상태, 변경내역관리, 실시간로그, 전체단말현황 등으로

구성된다.

3.5.2 장비제어 및 연결관리

장비별로 관리시스템 연결상태를 확인하고 녹취방지 스피커/진동자의 출력레벨과 이퀄라이저 출력값을 원격의 관리시스템에서 설정한다. 음성방지스피커/진동자의 설정정보는 초기화시 기본설정값으로 초기화할수 있다. 장비와 관리시스템간 네트워크 이상시 PING/TraceRT 명령을 통해 네트워크 상태를 확인할 수 있다. 장비제어 및 연결관리는 단말연결현황, 단말장애현황, 단말제어, 시스템자원현황으로 구성된다.

3.5.3 통계 및 이력관리

실시간으로 수집된 장비의 연결 및 해제, 진동자스피커의 장애 발생 및 해제, 장비의 설정값 변경, 서버 리소스, 정보들을 DB에 저장하고, 날짜별, 기능별로 데이터 검색 및 조회가 가능하도록 개발하였다. 통계 및 이력관리는 연결이력 및 통계, 알람이력 및 통계로 구성된다.

4. 실험결과

실제 장비 1000대를 대신하여, 각각 장비 200대의 메시지를 송수신할 수 있는 시뮬레이터 5대를 사용하여 성능시험을 진행하였으며, 실제 시험 구성도는 다음과 같다.

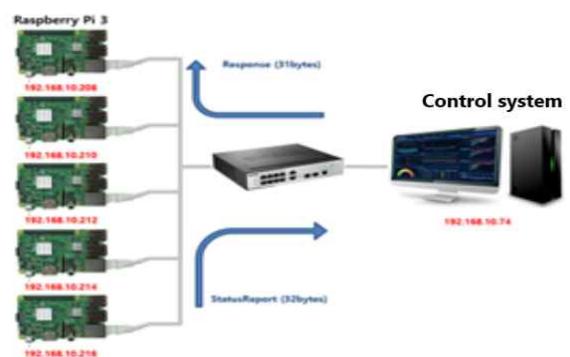


Fig. 10. System load performance test configuration diagram

관리시스템(관리 및 제어 소프트웨어)은 Linux OS(Ubuntu 16.04)에서 작동하며, 내부 IP 주소는 192.168.10.74로 설정한다. 관제시스템은 각 시뮬레이

터(Raspberry Pi)로부터 받은 메시지를 확인하고, 그에 대한 응답을 전송한다. 장비 시뮬레이터 1,000대 운용을 가정하고 라즈비안 OS에서 작동하며, IP주소는 Fig. 10의 시스템 부하 성능 시험 구성도와 같다.

각 Raspberry Pi는 초당 20개(전송주기 50ms), 총 초당 100개의 서로 다른 장비 아이디를 갖는 메시지를 관제시스템에 전송하고, 그에 대한 응답을 받는다. 각 장비-관제시스템 간 통신 주기는 1분이며, 전송 메시지 사이즈 StatusReport(32 bytes), Response(31 bytes), 초당 전송 메시지 개수는 100개/초로 하고 테스트 기간은 1주로 한다. 아래 Fig. 11는 녹음방지 스피커 출력 세기를 측정하기 위한 시험환경이다.



Fig. 11. Measurement of speaker output strength to prevent recording

시험방법은 휴대용 음성 녹음방지 장치 정면에 초음파 출력 측정기를(이격 거리 10mm) 설치하고 초음파 발생기 모듈의 출력을 최대로 한뒤 초음파 출력을 측정 한다. 측정 값이 100dB 이상이면 정상이다. Fig. 12는 음성유출방지 진동자 출력세기 측정이다.



Fig. 12. Voice leakage prevention oscillator output strength measurement

시험방법은 음성유출방지 진동자위에 진동 측정기 센서를 위치하고, 음성 정보보호장비를 동작시킨다. 측정장비에서 측정되는 진동자 진동 세기가 0.39 m/s² 이상이면 정상이다. Fig. 13은 녹음방지장치 최대 가용 포트 시험이다.



Fig. 13. Test of maximum available port of recording protection device

시험 방법은 장비에서 설치된 진동자 포트별 장애를 발생시키고 관제시스템이 정상적으로 알람을 수신하고 관제에 등록되는데까지 시간을 측정하여 10초 이하이면 정상이다. Fig. 14는 장애 발생 시 경보알림 시간을 통해 주는 시스템이다.



Fig. 14. Alarm notification time in case of failure

시험 방법은 장비에서 설치된 진동자 포트별 장애를 발생시키고 관제시스템이 정상적으로 알람을 수신하고 관제에 등록되는데 까지 시간을 측정하여 10초 이하이면 정상이다.

휴대용 음성 녹음 방지 장치에 대한 연구는 주요 회의 및 보안을 요하는 장소의 음성 정보보호 장비에 대한 시스템 개발로 초음파를 이용한 녹음방지 기능 개발과 기만재밍을 적용한 음성정보 보호 기능 개발이다. 음성 정보보호 장비를 원격 모니터링과 제어하기 위한 관리시스템 음성 정보보호장비(SYS(HW+SW))의 시험구성도는 그림 15에서 MSP430에서 SPI통신을 통한 WaveForm Generator Control Module 개발에 따른 측정값으로 좌측은 WaveForm Generator Control Module 1차 개발 완료시 wave측정값이고, 우측은 MSP430에서 Equalizer Setting Module의 개발 값을 측정 한 것이다.

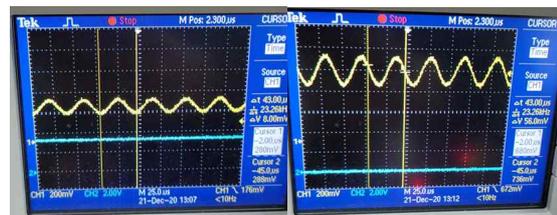


Fig. 15. Wave measurement value of voice information protection equipment

5. 결론

본 연구에서는 초음파를 사용하여 녹음 방지 소음을 제거하는 휴대용 음성녹음 방지 장치와 어플리케이션을 제안하였다. 저가형 휴대용 음성녹음 방지 장치로 음성 정보보호에 대한 새로운 보안시장 확보 및 미실용화 기

술을 상용화함으로써 기술 경쟁력을 확보하였다. 최근 스마트폰이 최 첨단화되면서 언제 어디서나 음성정보에 대한 유출 문제가 도사리고 있으므로 이를 해결하는데 기여하였다. 아울러 비동의 상태의 음성녹음을 방지함으로 음성 정보보호에 대한 새로운 보안 시장을 창출할 수 있으며, 휴대형으로 장소에 구애됨이 없이 사용 가능하고 비동의 음성 녹음에 의한 사회적 갈등 해소와 휴대용 장비를 통한 음성 정보보호 서비스에 대한 접근성을 개선할 수 있다. 아울러, 원거리 녹음방지를 위하여 녹음방지 스피커의 출력을 효율적으로 사용하기 위한 방안 및 대책은 지속적으로 연구가 필요하다.

REFERENCES

[1] K. Park & D. Suh. (2020). IoT Based Office Environment Improvement Plan, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, 15(1), 61-70.

[2] Z. Sun, S. Pan, & L. Yang. (2018). Remote Monitoring System for Multiple Mobile Robot Based on OneNet Cloud Platform, *2018 Chinese Automation Congress (CAC)*, Xi'an, China, 3977-3980.

[3] J. Du, J. Guo, D. Xu, & Q. Huang. (2017). A remote monitoring system of temperature and humidity based on OneNet cloud service platform, *2017 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems Symposium (EDAPS)*, Haining, China, 1-3.

[4] D. Ryu & T. Choi. (2016). Development of Open IoT platform based on Open Source Hardware & Cloud Service, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 11(5), 485-490.

[5] J. Saidov, B. Kim, J. Lee, & G. Lee.(2017). Hardware Interlocking Security System with Secure Key Update Mechanisms In IoT Environments, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 12(4), 671-678.

[6] J. Jang, D. Kim, & C. Choi. (2016). Study on Hybrid Type Cloud System, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 11(6), 611-618.

[7] K. Nam. (2014). A Study on the Office Management Service Platform based on M2M/IoT, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 9(12), 1405-1413.

[8] J. Jang, C. Choi, & D. Kim. (2017). Design of Smart Tourism in Big Data, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 12(4), 637-644.

[9] H. Lee & J. Oh. (2017). Design and Implementation of a Small Server Room Environment Monitoring System by Using the Arduino, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 12(2), 386-387.

[10] D. Ryu & T. Choi. (2018). Development of the Compact Smart Device for Industrial IoT, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 13(4), 751-756.

[11] D. Ryu & T. Choi. (2019). Development of the Smart Device for Real Time Water Quality Monitoring, *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 14(4), 723-728.

[12] J. Seo. (2020). Temperature Data Visualization for Condition Monitoring based on Wireless Sensor Network. *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 15(2), 245-252.

[13] Grand View Research. (2020). *Cyber Security Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component, By Security Type, By Solution, By Service, By Deployment, By Organization, By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2020-2027*.

[14] M. L. Merhi & P. Ahluwalia, P. (2019). Examining the Impact of Deterrence Factors and Norms on Resistance to Information Systems Security. *Computers in Human Behavior*, 92, 37-46.

[15] M. R. Mufid, A. Basofi, M. U. H. Al Rasyid, I. F. Rochimansyah, and A. rokhim. (2019), Design an MVC Model using Python for Flask Framework Development, *2019 International Electronics Symposium (IES)*, Surabaya, Indonesia, 214-219.

[16] R. D. Raut, P. Priyadarshinee, B. B. Gardas & M. K. Jha. (2018). Analyzing the Factors Influencing Cloud Computing Adoption using Three Stage Hybrid SEM-ANN-ISM(SEANIS) Approach. *Technological Forecasting & Social Change*, 134, 98-123.

[17] C. H. Song, S. W. Kim & Y. W. Sohn. (2020). Acceptance of Public Cloud Storage Services in South Korea: A Multi-group Analysis. *International Journal of Information Management*, 51, 1-12.

김 희 철(Kim Hee Chul)

[정회원]



- 1982년 6월 ~ 1985년 12월 : 육군통신장교 중위전역
- 1990년 8월 : 조선대학교 일반대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2003년 2월 : 조선대학교 일반대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
- 현재 : 광주대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2012년 ~ 현재 : 광주광역시 사회적기업 네트워크 운영위원
- 2012년 ~ 현재 : 광주광역시 지방건설기술심의회 위원
- 2013년 ~ 현재 : 전라남도 지방건설기술심의회 평가위원
- 관심분야 : RFID/USN, 임베디드시스템, IoT, 신재생에너지, 네트워크 분석 및 설계
- E-Mail : jaziri@daum.net