

# 자동차 고무 소음 차폐성능 검사 장비의 개발

## (Test Equipment Development of Performance in the shielding rubber of Auto-Noise )

김 석 현\*

(Seok-Hyun Kim)

**요약** 본 연구의 최종 개발목표는 편리하고 값싸고, 신뢰도 있고, 성능좋은 컴퓨터 자동 소음차폐성능 측정기의 개발에 있다. 자동차 및 건축물의 안락한 환경은 현대의 필수 불가결한 요건이다. 본 논문은 자동차용 바킹류 및 방음고무에 의한 소음차폐의 성능 측정을 향상시키는 부분에 중점을 두었다. Sound Card를 이용하여 손쉽게 음성을 획득 할 수 있도록 하였으며 음향실과 측정실의 음성 획득을 한 방향으로만 하여 회로의 복잡성을 줄였다. 개발된 최종 시스템은 개발 시판되고 있는 시스템보다 측정방법이 간편하고 빠른 기계적 응답성을 갖추고 있다. 짧은 시간 안에 전체적인 주파수별 소음차폐성능을 볼 수 있도록 “대강보기” 항목도 첨가하여 각종 건축 및 고무 제품의 차폐성능 검사를 효율적으로 할 수 있도록 하였다.

**Abstract** The aim of development is system having convenient, cheap, reliable and better good measurements. The cozy environments in auto and architects is essential requirements. This study focuses on system developments of test equipment for better performance of noise protection in automobiles. Sound cards using makes easily to acquire the sound in each room, especially reduced the complexities of the circuits. The developed system have easily been measured and have characteristics of rapid mechanical response. The menu of rough scan method makes efficiently to test the shielding performance of auto rubber in whole frequency scales.

### 1. 서론

서론에서는 기술 개발의 중요성 및 연구의 범위를 언급하고자 한다. 자동차 및 건축물의 안락한 환경은 필수 불가결한 요소이고, 이것이 만족되지 않으면 아무리 아름답게 만들어도 좋은 값을 받을 수 없다. 따라서 건축자재 및 고무 제품의 품질 속에 소음차폐의 성능 향상은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 본 논문은 주로 자동차용 바킹류 및 방음고무에 의한 소음차폐 성능개선에 중점을 두었다. 물론 개발된 장비는 다른 건축물 및 자재에도 사용할 수도 있다. 큰 자동차 공장에는 소음차폐검사가 준비되어 있지만 열악한 환경의 대부분 중소기업체는 값비싼 소음차폐검사기 시설이 되어있지 않아서, 많은 시간과 돈을 낭비하여

대기업 공장에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 적은 돈으로 소음차폐성능 측정이 가능한 기계를 개발하고, 기존의 단점을 보완하고, 또한 이 장비가 다른 여러 가지 건축물 자재에도 사용할 수 있도록, 값싸고 사용하기 편리한 컴퓨터 자동 측정 시스템을 개발하게 되었다. 본 연구에서는 1차적으로 소음을 발생시키는 주요 원인이 되는 자동차 내부의 각종 소음을 분석하고, 이 소음을 바탕으로 하여 통계적으로 주파수대 별로 각종 자동차용 고무에 대해서 제품별로 분석하고, 소음 측정을 위한 무 반사실, 표준적인 데이터를 얻기 위한 소음 발생기, 또한 소음을 획득하기 위한 마이크의 성능분석과, 이를 제어하고 통제하는 마이크로프로세서 장치 및 해당 주파수 별로 성능비를 모니터에 나타내어서 여러 가지 고무 제품의 소음차폐 성능을 측정할 수 있게 하였으며, 측정된

\* 대구대학교 정보통신공학부 교수

데이터를 그래프로 쉽게 알아 볼 수 있도록 표현하였다. 대강보기에서는 짧은 시간에 전체적인 측정흐름을 볼 수 있도록 하여 제품의 소음차폐특성을 빠른시간에 대강 볼 수 있게 만들었다. 본 연구에서는 요즈음 누구나 다 가지고 있는 컴퓨터와, 간단한 주파수 발생기와 사운드카드만 있으면 쉽게 이 기계를 만들 수 있도록 고안하였다. 시스템의 주변장치를 제어하는 프로세서는 80196KC를 사용하였다.

## 2. 시스템의 구성

본 시스템에서는 컴퓨터에서 처리가 완료된 데이터를 받아 기계적 장치를 제어하는 하드웨어 장치가 있다. 하드웨어 장치는 마이크로프로세서를 이용하였다. 이 장치는 컴퓨터 시스템과 RS-232C 시리얼 통신을 이용하여 서로 정보를 교환한다. 전체적인 구성도는 그림1과 같으며 제작된 하드웨어의 모듈의 실제 구성모습은 뒷장에 남겨 두었다. 그림 1의 전체 블록 다이어그램을 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 일정한 시간 간격으로 주파수를 발생하는 주파수 발생기, 이 신호를 증폭하고 필터링하는 증폭기 및 이퀄라이저부분은 보드 속에 포함시켰다. 스피커에서 소리가 나면 이 소리의 강도를 획득하는 잔향실의 마이크 A가 있다. 반대편 측정실에서는 고무판을 통하여 나온 소음을 획득하는 마이크 B가 있다. 얻어진 값들은 컴퓨터에 사운드 카드의 마이크 입력으로 들어간다. 입력으로 들어온 데이터들은 컴퓨터에서 처리되어 소음차폐 성능값이 얻어지고, 쉽게 판별할 수 있도록 그래프로 처리되어진다. 잔향실 및 측정실의 소음을 획득하는 2개의 마이크의 제어는 컴퓨터의 COM2를 통하여 나온 타이밍 신호를 이용하여 마이크로프로세서에서 제어 된다.

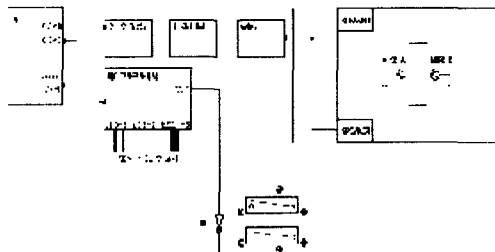


그림 1. 전체 블록도

## 3. 메인보드의 구성

메인보드의 구성은 그림 2와 같다. 80c196KC 마이크로프로세서는 잔향실과 측정실의 마이크 제어 신호 발생기로 사용되고, 이들 제어 신호는 PC에서 COM2를 이용하여 RS-232C 단자로 통하여 흘러나온다. 동일한 주파수를 30초간 발생시키는데, 각각 15초마다 마이크의 스위치가 변환된다. 원칙적으로 동일한 신호에 대하여 값을 획득하여야 하지만 같은 주파수에서 같은 증폭기가 발생하는 신호의 크기는 일정시간 평균하면 비슷하다고 보고, 적당한 시간 간격마다 잔향실과 측정실의 신호를 동시에 획득하지 않고 순서대로 획득하였다. 이 방법은 회로를 간단히 해주고, 증폭기가 2개일 때 생기는 증폭도의 매핑문제를 해결해 준다.

주파수 발생기는 25MHz를 분주하여 사용하는 일종의 클럭 발생기이다. 분주비는 COM1를 통하여 보내준다. 분주비에 따라서 주파수가 달라진다. 주파수의 간격은 인간이 귀로 감별할 수 있는 주파수를 15등분한 값이다. 이퀄라이저는 일종의 필터 및 증폭 역할 겸한다. 각 해당하는 주파수가 증폭기를 통하여 증폭되고 스피커를 통하여 소리가 울려 퍼진다. 이 소리를 잔향실과, 측정실에서 획득하여 PC에 내장된 사운드카드 마이크 입력단에 들어간다. 들어간 신호들은 메모리에 내장되고 데이터 베이스를 구축한다. 구축된 데이터 베이스를 가지고 보다 일목 요연하게 볼 수 있도록 그래프도 그리고 테이블도 만든다.

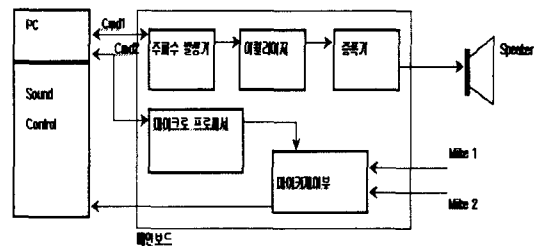


그림 2. 메인보드의 구성

## 4. 음성획득의 플로차트

음성획득의 플로차트는 그림 3과 같다. 그림에서 초기에는 잔향실 마이크를 ON하고, 측정실 마이크를 OFF한다. 첫 번째 주파수를 30초간 발생시킨다. 30초의 값은 더 긴 시간을 하면 보다 정밀하게 측정되지만 실제로는 값의 변화가 별로 없고, 또한 너무 시간이 길면 측정자가 지루함을 느끼기 때문에 타협점으로서 잔향실 10초, 측정실 10초하

고, 시작 및 마이커가 바뀌는 부분과 끝나는 부분에서의 값의 변화가 심하므로 여분으로 10초를 더 주어서 30초로 하였다. 시간 15초가 경과 했는지를 묻고, NO이면 계속 되풀이하고, YES이면 다음 잔향실의 소리를 획득하기 위해 잔향실 마이크 OFF, 측정실 마이크 ON한다. 또다시 15초 경과 여부를 묻고 NO이면 계속하고, YES 이면 해당주파수에서 소음 차폐지수를 계산하고 다음 주파수를 위하여 N를 1 증가 시킨다. 15등분 주파수를 다 발생시켰는지를 묻고, NO 이면 다시 N번째 주파수를 처음과 같이 되풀이 하게 된다. YES이면 각 주파수별로 정리하여 결과 표시를 테이블로 일목 요연하게 나타내고, 보다 쉽게 알아 볼 수 있도록 막대 그래프 및 선 그래프로 표시하게 된다.

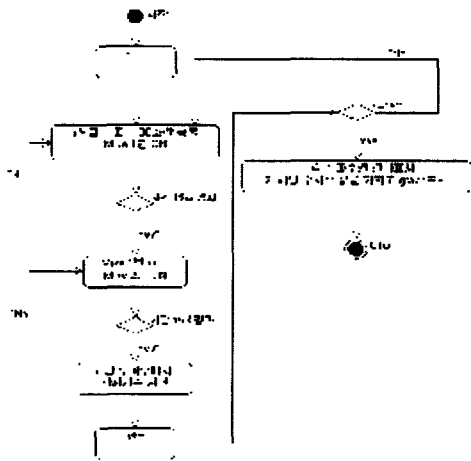


그림 3. 음성획득의 플로차트

## 5. 음성 파형의 표현

웨이브 파일의 구조는 부모 청크 1개와 자식 청크 1개, 그리고 데이터 청크 1개로 구성되어 있다. 부모청크에는 "RIFF"-데이터 크기(4바이트)-"WAVE" 로 설정되어 있다. 여기서 "RIFF"란 웨이브 파일이 RIFF 파일이라는 말이며, 현재 4바이트이고, 그 다음 파일 끝까지는 몇 바이트라는 것이 데이터 크기에 DWORD형으로 저장되어 있다. 그 다음에는 WAVE 파일이라는 "WAVE"가 기록 되어있다. 다음 자식 청크에는 "fmt"- 현재 포인트-WAVEFORMAT- 채널 (스트레오,모노)-샘플링- 초당 샘플바이트-샘플당 바이트-비트(8비트, 16비트 등등)가 기록 되어 있다. 초당 샘플 바이트란 샘플링 x 채널 x (비트/8) 이다. 즉 1초당

필요한 바이트를 말한다. 만약 8비트 스트레오이면 두 개의 샘플이 필요하므로 11kHz이면 22KByte가 필요하고, 16비트이면 한 개의 데이터를 2바이트로 설정하므로 44Kbyte가 필요하다. 다음 데이터 청크에는 "data"-데이터 크기-데이터가 기록 되어 있다. WAVEFORMAT이란 웨이브 형태를 말한다. PCM\_WAVE 형태의 값은 1이다. 현재 포인터란 현재위치를 말하는데, 청크의 cksize라고도 하며 위의 구조대로 계산한다면 다음과 같다.

$$\text{부모 청크} = 4 + 4 + 4 = 12$$

"현재 포인터" 이전까지 자식 청크=4 위의 값을 모두 더하면 12+4 이므로 16이다. 그래서 16값을 넣는다. 사실 wave 파일의 구조에서는 위 값에 변함이 없다. 변함이 없는 값은 WAVEFORMAT과 현재 포인터 두 개이다. WAVEFORMAT에는 1을 현재포인터에는 16을 넣으면 된다. 다음 표 1은 웨이브 파일 구조이다.

표 1. 웨이브 파일 구조

데이터형	크기	내 용	설 명
Char	4	"RIFF"	RIFF 파일이라는 지정
DWORD	4	"DATASIZE"	현재부터 마지막 파일크기
Char	4	"WAVE"	웨이브 파일
Char	4	"fmt"	자식 청크시작
DWORD	4	16	웨이브 포맷 사이즈
short	2	1	PCM WAVE 포맷
short	2	1	채널 수
DWORD	4	SAMPLING	샘플링의 수
DWORD	4	AVE SAMPLING	초당 샘플 바이트
short	2	1	샘플당 바이트
short	2	비트	웨이브 비트
Char	4	"data"	데이터 청크 시작
UNIT	4	DATA SIZE	데이터의 크기

## 6. 소음 차폐성능 지수값 계산 방법

성능 지수값은 데시벨로 표현된다. 30초동안 발생하는 각각의 해당 주파수에서 정보는 잔향실에서 획득되는 10초간의 데이터 정보와, 측정실에서 획득되는 10초간의 정보를 가지고 계산되어진다. 성능 지수는  $10 \log(P1/P2)$ 에서 계산 되지만 실제로 P1과 P2는 똑 같은 주파수이고 동일한 증폭도를 갖는 증폭기에서 발생되므로 평균적으로 보면 일정한 간격으로 비슷한 크기의 정현파가 발생 된다고 보고, 잔향실과 측정실에서 각각의 파형의 최

대값들을 구하고 이들을 10개씩 묶어서 평균한 값을 크기 순 대로 정렬하였다. 이렇게 정렬한 이유는 최대값이 너무 크거나, 너무 작은 값들은 평균 값에 기여하지 않는다고 보고 배제하였다. 정렬하여 전체 최대값 개수의 8/4에서 8/6 부분만 평균하여 정현파의 평균 크기로 보았다. 이렇게 하면  $10 \log(P1/P2)$ 의 수식은  $20 \log(V1/V2)$ 으로 변환되어 평균 정현파의 크기만 알면 쉽게 성능 지수를 구할 수 있다. 여기서 V1과 V2는 잔향실 및 측정실의 평균 정현파의 최대치이다. 본 시스템의 S/W는 기존의 인터페이스 내장용이 아니라 컴퓨터에서 직접 프로그래밍하여 제어하는 방법을 사용하였다. Visual C++를 기본으로 하였다. 전체적인 화면은 3 부분으로 나누어진다. 첫째는 "대강보기" 부분이다. 15개로 나누어진 주파수별로 소음 차폐지수를 다 계산하려면 다소 시간이 걸려서 답답할 수도 있다. 이 부분을 해결하기 위해서 짧은 시간에 대강보기를 할 수 있도록 만들어 놓았다. 또한 "대강보기"는 전체 주파수에 따른 성능을 일목 요연하게 볼 수 있어서 빠른 시간에 판단할 수 있는 좋은 항목으로 사료된다. 그림 4는 실제 정밀한 측정을 하고 싶은 경우에 사용하는 "소음 차폐 측정" 부분이다. 각 주파수별로 30초간 동일한 주파수를 송출하고 15초 동안 잔향실과, 측정실의 마이크가 순서대로 소음을 획득하여 소음 차폐를 계산하는 부분이다. 그림5은 측정이 끝나면 이를 일목 요연하게 볼 수 있도록 데이터 값을 테이블로 만들고, 이를 막대그래프로 나타낸 화면이다.

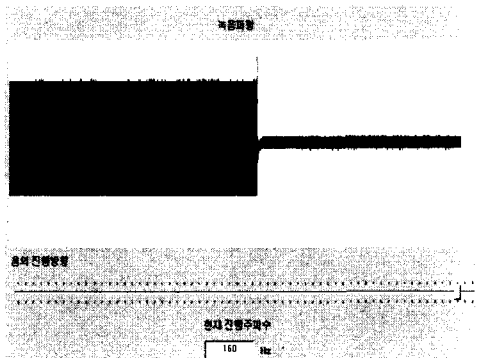


그림 4. 소음 차폐 측정 화면

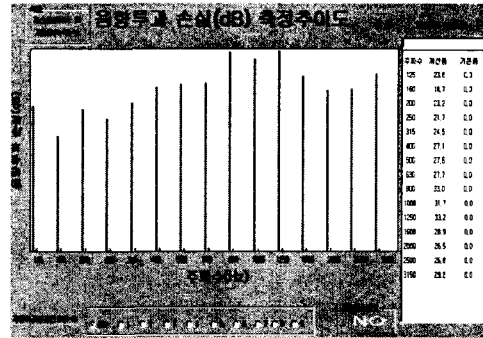


그림 5. 음향특과 손실 측정 추이도

## 7. 결론

본 연구에 의해서 개발된 시스템은 개인용 컴퓨터와 사운드 카드를 이용함으로써 기존의 개발 시판되고있는 시스템보다 부피가 작고, 측정이 간편하고 빠른 기계적 응답 특성도 갖고 있다. 성능도 결코 떨어지지 않고 값싸게 만들 수 있는 장점을 가지고 있다. 성능과 가격면에서 충분히 경쟁력이 있다고 판단된다. 또한 이 장비는 특히 소음을 다루는 건축 및 고무 자재 등, 개발에 필수품이므로 값싸고 신뢰도만 있으면 경쟁력이 있다고 사료된다. 사용상의 편리함과 완벽한 사용자 인터페이스 구현으로 간편하고 빠른 측정 시스템을 구현할 수 있었다. 특히 열악한 환경의 중소기업업체들이 손 쉽게 이 장비를 사용하여 제품의 신뢰도에 기여할 수 있으리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

- [1] R. Krishnapuram, J. M. Keller, "A Possibilistic approach to clustering", IEEE Trans On Fuzzy Systems, vol.1. No.2, pp98-110, 1993.
- [2] 오영환 지음, "음성언어 정보 처리", 홍릉과학출판사 1998.
- [3] A. Vander Lugt, "Signal Detection by Complex Spatial Filtering," IEEE trans, info, Theory, vol. IT-10, pp 139-145, 1964.
- [4] 이상엽저 "Visual C++ Programming

Bible", (주) 영진 출판사 1997.



김 석 현 (Seok-Hyun Kim)

1974년 부산대학교 전자공학과  
1981년 경북대학교 대학원 전자  
공학과 (공학석사)  
1991년 경북대학교 대학원 전자  
공학과(공학박사)  
1983~ 현재 대구대학교 공과대  
학 정보통신공학부 교수

관심 분야: 패턴인식, 공장자동화, 음성인식