

사무실 소음 음환경 재현시스템 구축

System Evaluation for Office Sound Environment

황 재호* 조 문재**
Hwang Jae-Ho Cho Mun-Jae

Key Words : 사무공간, 소음, 재현시스템, 음장분포 파라미터

ABSTRACT

사무실 환경을 재현하는 챔버를 제작하고 사무 공간에서 발생 가능한 소음을 재현하는 음향시스템을 구축하였다. 소음원 확보를 위해 다양한 공간 조건하에서 발생하는 실제음을 녹취하였고, 이를 소음원 제시용 CD로 제작하였다. 사무실 환경 챔버 내의 다채널 스피커 음향 시스템을 구축한 후, 챔버의 공간 조건과 소음원의 컨벌루션을 통해 실제 사무실 발생음을 재현시켰다. 소음 환경 안에는 시간, 주파수 및 잔향 성분을 포함하였다.

1. 서 론

소음이 인간의 정신이나 육체 활동 및 작업 능력에 끼치는 영향에 대한 연구가 지금까지 여러 형태로 진행되어 왔다. 사회가 점점 산업화되면서 사무 공간이나 작업장에서 근무하는 근로자들은 각종 소음에 노출되어 있다. 사무 공간에서의 생활과 작업에 있어서 자체적으로 발생하는 음(sound)과 외부로부터 들어오는 음은 인간의 심적 상태 변화는 물론이고 작업 능력에도 적지 않은 영향을 끼친다는 사실이 여러 연구 결과에 의해 밝혀졌다. 음환경 조건은 곧 삶의 쾌적성과 직결된다하여도 지나치지 않다. 음과 인간 심성 및 감성과의 연관성에 관한 정성적이고 정량적인 연구는 그만큼 삶의 질을 향상시키며 작업 능력을 향상시키는데 중요한 요인을 제공한다. 음환경의 분석을 통한 주요 인자의 추출 및 인자들과의 상관성 등은 그 인자들로 빚어질 수 있는 여러 다양한 음장 상황의 재구성을 비롯하여 심리 음평가를 위한 장치가 요구된다.

소음에 의한 작업과 감성의 정량적 분석은 음제시스템이라는 종합적이고 체계적인 실험 공간의 실험을 통해서만 가능하다. 단순한 음제시로는 심리 상태를 정성적으로 파악할 수 있을 지는 모르나, 음 속에 내재된 음특성 인자들과 인간

의 반응과의 과학적 분석은 어렵다. 또한 일차원적인 음제시가 아닌 다차원 음제시를 통해 실제 현장 음을 재현하고 이를 피검자에게 제시함으로 입력원의 정확한 특성을 아는 상태에서 인간 반응을 정량화함으로 입출력 관계에서의 함수적 분석과 예측이 가능하다. 이를 목적으로 음 환경을 과학적으로 실험 분석하는 음환경 제시시스템을 구축하였다. 본 연구에서는 이렇게 제작된 제시시스템 내에서 여러 다양한 음을 구성하거나 재현함으로 일반 사무 공간에서 발생할 수 있는 음과 소음이 인간 감성에 어떠한 영향을 미치는가를 분석, 평가가 가능하도록 하는 음환경 재현 시스템을 구축하였다.

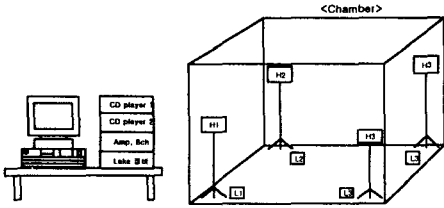
2. 가상 음환경 시스템 구축

2.1 다채널 음 환경 제시 시스템 구축

그림 1 에 보이는 바와 같이 8개 스피커를 사용하여 다채널 음 환경 제시 시스템을 구축하였다. 스피커 8 대 가운데 4대는 고정용으로 공간음을 재생하고, 나머지 4대는 이동식으로 공간음 및 개별음을 재생한다. 또한 8 대 모두를 사용하여 공간음을 재생할 수도 있다. 음 환경 조성은 Lake DSP CP4 장치를 사용하였다.

* 한밭대학교 전기전자제어공학부
E-mail : hwangjh@hanbat.ac.kr
Tel : (042) 821-1136, Fax : (042) 821-1128

** 한국표준과학연구원



H₁~H₄ : 고정용, 공간음 재생
L₁~L₄ : 이동식, 공간음 재생 및 개별음 재생

그림 1 음 환경 제시시스템 기본 구성도

그림 2는 Lake DSP CP4의 신호처리 흐름도를 보였다.

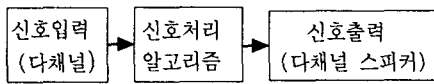


그림 2 Lake DSP CP4 신호처리 흐름도

표 1은 이 장비에서 지원하는 신호처리 알고리즘과 특징을 보였다.

특징	알고리즘
<ul style="list-style-type: none"> - 입력음과 신호 처리용 필터 그리고 스피커 배치가 소프트웨어에 의해 간단히 처리. 필요에 따라 입력력을 확장 - 공간상에 입체 음을 재현 - 소프트웨어에 의한 스피커 배치 	<ul style="list-style-type: none"> - VRack - Patch Bay - IO Manager - 신호처리 알고리즘 <ul style="list-style-type: none"> - The Convolver - The Simulation - The Sound Field Filter - The Speaker Decoder - The Binaural Decoder - MultiScape - Th Speaker Decoder - EQ

표 1

2.2 음 환경 제시시스템에서의 신호 체계

그림 3은 음 환경 제시 시스템의 개념도를 보였다.

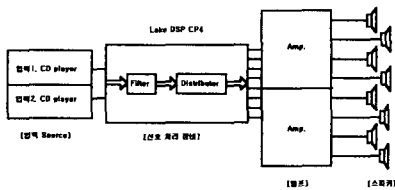


그림 3. 개념도

두 대의 CD Player가 음원을 지원하고, 신호처리 장비에 인가된다. 신호처리 알고리즘들에 의해 신호가 변환 내지

는 배치되어 두 대의 신호증폭단과 연결된다. 각각의 증폭단에 있는 4 대의 증폭기는 스피커와 연결되어 있고, 증폭기 신호를 출력한다.

2.3 가상 음환경 구축

사무 공간 챔버 내에 가상 음 환경 구축 개념도를 그림 4에 보였다.

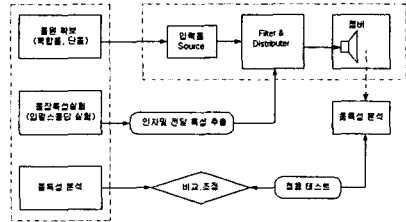


그림 4 음환경 재현 개념도

음환경은 다음의 단계를 통해 구축한다.

- 단계 1 실제 사무 공간의 음을 확보
- 단계 2 음장특성 실험(임펄스 응답 실험)과 분석:
3 차원 음장 공간의 분포 인자를 측정
- 단계 3 소음원 CD 제작: 음 환경 제시 시스템 입력음
- 단계 4 전달함수 추출
- 단계 5 Lake DSP CP4장비 처리

2.4 사무실 음장 공간 분포인자 측정

서울과 대전에 있는 15개 서로 다른 공간 조건을 갖는 사무실의 3 차원 음장 공간의 분포 인자를 측정하였다. 각 사무 공간마다 임펄스 응답 실험을 실시하고, 주파수 특성, 잔향시간을 비롯한 음향 파라미터를 추출, 그 결과를 전용 소프트웨어로 분석하여 특성 곡선과 인자를 추출한다.

2.5 소음원의 주파수 특성 분석

본 실험에 사용된 소음의 주파수 특성분석을 하였다. 이 결과는 가상 음 환경에서의 음을 조정하고 분석 비교하는 데이터로 사용한다. 그림 5는 그 예를 보였다.

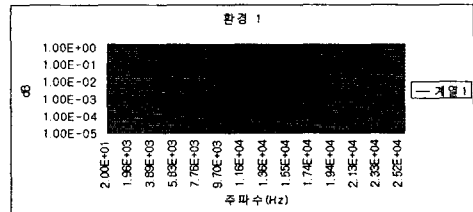


그림 5 사무공간 조건과 주파수 특성 결과

3. 사무공간 소음 재현

Lake DSP CP4 장비의 EQ, Spkr Decoder, Convolver 기법을 사용하여 챔버 내의 사무 공간 소음을 재현하였다.

가상 음환경 1

- 구성 : CD player 1대, 스피커 4대
- 내용 : 대역별 소음 레벨 조정
- 사용기법 : EQ 4 set를 사용하여 저역, 대역, 고역 주파수 분포를 설정

가상 음환경 2

- 구성 : CD player 2대, 스피커 7대
(3대 : 기본 공간음, 4대 : 개별음)
- 내용 : 기본 공간음 재생을 확보한 상태에서 개별음 제시 가능

가상 음환경 3

- 구성 : CD player 2대, 스피커 8대
(4대:기본 공간음, 4대:개별음)
- 내용 : Speaker 위치 및 배치 조정
- 사용기법 : Speaker Decoder 2set

가상 음환경 4

- 구성 : CD player 2대, 스피커 8대
- 내용 : 잔향 시간 및 XYZW 좌표 조정
- 사용기법 : Convolver.
- Room 조성 :
Room1~Room3: 3가지 서로 다른 Room 형태.
Room4 ~ Room6: 잔향 시간 조정(단,중,장)
Room7 : Convolver 3대로 기본 공간음 재생
Spkr Decoder로 개별음 재생

4. 심리음향 청음 테스트를 통한 가상 음 조정

4.1 심리음향 테스트

대학생 남녀 피검자 15명에 대해 6일 동안 주거공간 소음 27(종)을 사용한 심리 음향 청음 테스트를 통해 실제 음과의 비교 조정을 실시하였다. 가상소음이 실소음에 근접되도록 가상 소음별 제시 시스템의 주파수 대역 및 dB를 조정하였다.

4.2 주파수 대역 및 dB조정 결과

그림 6은 전화벨에 대한 심리음향 청음 테스트 결과의 한 예를 보였다.

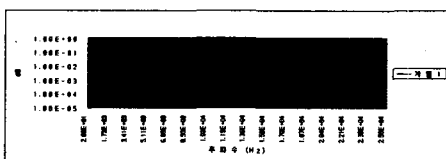


그림 6 전화 벨 소리 주파수 분석 결과

4. 결론

음 환경 제시 시스템을 구축하고 그 공간 안에서 다양한 형태의 사무 공간 가상 음환경을 재현하였다. 먼저 다채널 스피커를 음 환경 제시 시스템 내에 구성하였다. 음원을 확보한 다음, 사무 공간의 음특성 분석을 통해 공간 조건을 Lake DSP CP4 장비 내에 있는 개발된 신호처리 알고리즘에 대입함으로 사무 공간음을 재생하였다. 사무 공간 발생 가능한 다양한 소음원을 CD 형태로 확보하였고, 이를 Lake DSP CP4의 알고리즘을 통해 재생함으로 실제 음과 같은 가상 효과를 연출할 수 있었다. 이를 통해 사무 공간에서 사용하는 다양한 가전 기기들과 사무 기기들의 심리적 감성적 효과 역시 정성적 내지는 정량적 결과를 얻을 수 있는 조건을 갖추었다.

후 기

본 논문은 2001년도 한국표준과학연구원의 지원으로 수행되었음

참 고 문 헌

- (1) 차일환, 「음향공학개론」, 진영사, 1993
- (2) Leo L. Beranek, *Acoustics*, New York, 1990
- (3) E. Zwicker, H. Fastl, *Psychoacoustics*, Springer, 1999
- (4) Thomas D. Rossing, *The Science of Sound*, Addison-Wesley Pub., 1981
- (5) Durand R. Begault, *3-D Sound*, Boston, 1994
- (6) B & K Ltd., *Acoustic Noise Measurement*, 1998
- (7) 한국소음진동공학회, 「소음진동편람」, 1995
- (8) Cyril M. Harris, *Shock and Vibration Handbook*, McGraw-Hill, 1995
- (9) D. Rife, J. Vanderkooy, "Transfer function measurement with maximal length sequences", *J. Audio Eng. Soc.* 37, 1989, pp. 419 - 444.
- (10) 황재호, 「DSP 하드웨어에 의한 디지털신호처리」, 교우사, 2000
- (11) 황재호, 「신호와 시스템」, 교우사, 2001