

복합소음 공간의 Soundscape에 대한 사운드 마스킹의 효과

Effects of sound-masking on the soundscape of urban public spaces with multiple noises

정충일† · 유진* · 이평직* · 전진용**

Choong Il Jeong, Jin You, Pyoung Jik Lee, Jin Yong Jeon

Key Words : 음풍경(soundscape), 사운드 마스킹(sound-masking), 복합소음(multiple noise)

ABSTRACT

A sound-masking technique was applied to the urban public spaces with multiple noises in order to reduce the annoyance of the construction and traffic noise. In addition, the effects of masking system were investigated in order to improve the soundscape. In several urban spaces, building construction and nearby road traffic noise were recorded using a head and torso simulator and sound quality (SQ) system which specifies the spectral and temporal aspects of the noises. The sound-masking system which consists of the distributed speakers and control devices was applied to the boundaries of the construction sites. Synthesized masking sounds were produced with consideration of SQ characteristics of the multiple noise. Subjective evaluations on the soundscape were conducted to verify effectiveness of the system under the conditions with and without the masker sounds.

1. 서론

경제성장으로 인한 높은 삶의 질에 대한 관심이 증대되고 있다. 그리고 여가시간의 증가로 인해 쾌적한 실외 공공공간에 대한 요구도 늘고 있다. 그러나 도심공간의 공원이나 광장과 같은 공공공간은 개방적인 평면 형태를 가지고 차량 및 인구의 이동이 많은 곳에 조성되어 도로 교통소음 및 주변의 공사 소음에 의하여 음환경이 열악한 경우가 많다.

실외 공간의 음환경에 대하여 Anderson¹ 등은 시각적, 청각적 특성의 상호작용이 옥외환경의 평가에 중요한 요소임을 밝혔고, Skanberg와 Ohrstrom²은 도심지역의 소음환경이 개인의 건강에 영향을 미치는 수준임을 발표하는 등 이와 같은 외부공간의 soundscape요소 개선이 공공공간의 환경 개선에 중요한 요소로 제안되고 있다.

Soundscape의 개선을 위한 국내 연구도 최근 활발하다. 도시 공공장소에 어울리는 환경음에 대한 연구로서 듣기 좋은 소리를 평가하기 위해 26개 형용사 어휘쌍을 추출하고, 환경음의 유형별 선호도를 분류하여 새소리, 물소리 등이 주요 선호 음원으로 도출된 결과가 있으며³, 능동형 음장 조성시스템을 현장에 적용하는 soundscape의 개선방안을 제시한 사례도 있다⁴⁻⁵. 그러나 대부분의 연구에서 soundscape 개선을 위하여 사용된 음원은 자연음과 백색소음(white noise)과 같은 인공음이기 때문에 배경소음의 레벨이 높은 장소에서는 음장조성시스템에서 재생되는 연출음에 의하여 오히려 쾌적성이 감소하는 등 효과적인 soundscape 개선에 한계가 있는 것으로 나타나고있다.

따라서, 본 연구에서는 soundscape 개선을 위해 도로교통소음과 공사장 소음 등이 함께 존재하는 복합소음을 효과적으로 마스킹할 수 있는 소리(masker)와 그 구현 시스템을 제안하고자 한다. 복합소음의 물리적, 심리음향학적 특성을 조사하기 위해 실외 공공장소의 실제 복합소음을 녹음한 후 주파수 및 음질(Sound quality) 파라미터를 분석하였다. 주관적 평가를 통해 선정된 자연음의

† 한양대학교 건축환경공학과, 석사과정
E-mail : jci2000@hanmail.net
Tel : (02) 2220-1795 Fax : (02)2220-4794

* 한양대학교 건축환경공학과 박사과정

** 한양대학교 건축공학과 교수

시그널 프로세싱을 진행하여 효과적인 복합소음 마스커로서 작용할 수 있도록 한 후 실험실 및 실제 현장에서 soundscape의 선호도에 관한 주관적 평가실험이 실행된다.

2. 복합 소음의 측정

2.1 대상지역의 선정

본 연구를 위하여 실외 공공공간을 대상으로 실제 소음 수준을 조사하였다. 총 8개소의 공원 및 광장을 조사대상으로 선정하였으며, 이중 5개소는 서울에, 3개소는 성남시 분당구에 위치하고 있다. 조사 결과 도로교통소음에 노출된 지역이 2개소, 도로교통소음과 공사장 소음에 동시 노출된 지역이 6개소인 것으로 나타났다. 대상공간의 도로교통 소음도에 따라 공간의 soundscape가 달라질 것을 고려하여 표 1과 같이 차량의 통행량이 적은 지역과 많은 지역을 구분하였다.

Table 1. Categorization of open public spaces

	Vol. of Road traffic noise	No. of open public space
Single source	Low	1
	High	1
Combined sources	Low	2
	High	2
	Low	1
	High	1
Total		8

※ R : Road traffic noise, C : Construction noise

2.2 소음측정 및 분석

조사된 8개소의 대상지역 중 도로교통소음과 공사장 소음에 동시에 노출된 두 지역을 선정하여 그림 1과 같이 공간의 복합소음을 binaural recording 한 후 분석을 실시하였다. 녹음을 위하여 B&K사의 HATS (Head and torso simulator)를 공간에 위치시킨 후 AD/DA converter를 통해 Lap-top에 wav 파일형식으로 녹음하였다. 녹음을 위해서는 Adobe 사의 Audition 1.5를 사용하였다.

측정시 site A의 경우 도로로부터 15m, 공사현장으로

부터 50m 떨어진 지점에 HATS를 위치시켰으며, siteB의 경우 도로로부터 33m, 공사현장으로부터 29m 떨어진 지점에 HATS를 위치시켰다. 이 때 HATS의 귀 높이는 공공 공간에서의 보행자 귀 높이를 고려하여 1.5m가 되도록 하였다.



(a) Site A



(b) Site B

Fig 1. Open public spaces for recording of multiple noise



(a) Site A



(b) Site B

Fig 2. Binaural recording set-up in sites

녹음된 복합소음의 분석결과 A 청감보정특성을 고려한 등가소음레벨(L_{Aeq})은 site(a)에서 약 60.8dBA, site(b)에서 약 59.2dBA인 것으로 나타났다. 주파수 분석결과는 그림 3과 같다. Site(b)는 site(a)와 비교하여 전체 주파수대역에서 레벨이 작고 중주파 대역으로 갈수록 그 편차가 커지는 것으로 나타났으며, site(a)가 도로에 인접해 있고 site(b)에는 2m 높이의 방음벽이 설치되어 있기 때문인 것으로 사료된다.

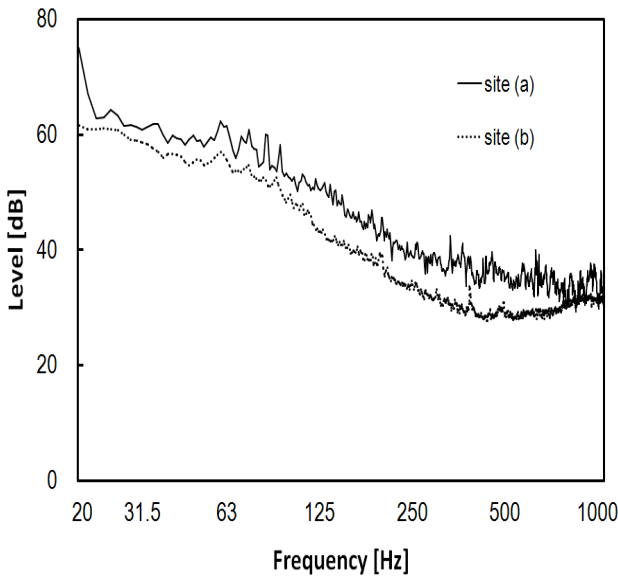


Fig 3. Frequency characteristics of recorded multiple noise

3. 사운드 마스킹의 적용

3.1 마스커의 선정

사운드마스킹 시스템에 사용될 마스킹 음원을 선정하기 위한 청감실험을 실험실 조건에서 계획하였다. 두 단계로 나뉘어 마스킹음원 선정 실험이 실시되는데, 첫째로, 마스킹 시스템에 사용될 음원의 종류를 선정하는 실험이 실시된다. 실외 공공공간에 설치된 수경시설에 의한 soundscape 개선 및 새소리, 물소리 등의 자연음이 도시 공공장소에서 선호되는 환경음인 것으로 나타난 선행연구들⁶⁾의 결과를 고려하여 새소리·물소리 등 여러 종류의 자연음과 인공음을 녹음된 복합소음과 함께 재생한 후 가장 선호되는 음원을 선정 자연음으로 사용하게 된다.

둘째, 마스킹 시스템에 적용될 마스킹 음원을 manipulation 한다. 선정된 자연음과 녹음된 복합소음의 음질(Sound quality) 특성을 고찰하여 선정된 마스킹 음원의 각 음질요소를 변화시키며, 제시 레벨도 단계적으로 변화시켜 피험자의 선호도를 고려하여 적정 제시 레벨을 도출하게 된다.

3.2 Soundscape 개선의 주관적 평가

마스킹시스템에 의한 soundscape 개선 효과를 조사하기 위하여 녹음된 복합소음과 manipulation된 마스킹음원을 재생하고 이를 주관적 평가하는 실내 실험을 계획하였다.

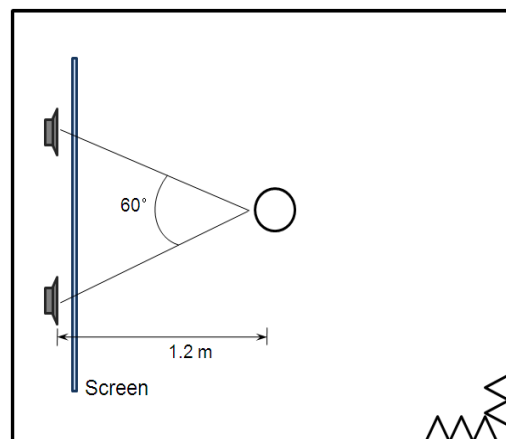


Fig 4. soundscape reproduction set-up in experiment chamber

Guastavino⁷등은 실내 조건에서, 스피커를 이용하여 소리를 재생하고, 스피커 앞쪽에 스크린을 설치하여 재생하며 공간의 visual 이미지를 함께 제시하는 soundscape 재현 방법을 적용하였다. 이와 같이 본 연구의 주관적 평가 실험에서도 그림 4와 같이 청감실험 전용 챔버에 스테레오 다이폴 시스템 (Stereo-dipole system)을 구축하고, 스크린과 영사기를 이용하여 복합소음이 녹음된 지역의 이미지를 함께 제시하고자 한다.

주관적 평가방법으로는 제시되는 소리를 듣고 soundscape의 선호도를 7점 척도로 평가하는 실험이 진행된다. 주관적 평가 결과를 통해, soundscape 개선에 효과적인 마스킹 음원의 음질 특성과 제시레벨을 도출한다.

4. 결론 및 향후 진행방향

본 연구에서는 복합소음이 존재하는 실외 공공공간의 soundscape 개선을 위해 사운드 마스킹 기술을 적용하고자 하며, 사운드 마스킹 전후의 효과를 비교하기 위해 복합소음을 녹음하여 특성을 고찰하고 soundscape를 주관적으로 평가하는 실험 계획을 수립하였다.

실외 공공공간 8개소의 공원 및 광장에 대한 조사가 실시되었으며, 이 중 도로교통소음과 공사장 소음이 존재하는 2개소에 대한 binaural 녹음 및 분석이 진행되었다. 사운드마스킹 시스템에 이용될 마스킹음원은 각 음질요소 및 레벨을 변화시키는 과정을 거쳐 soundscape의 선호도에 대한 주관적평가 실험에 사용하였다. 실험결과와 분석을 통해 실외 공공공간의 soundscape 개선에 효과적인 마스킹음원의 음질 특성이 도출될 것이다. 향후 실제 공공 공간에서의 효과적인 마스킹시스템 구축 방법이 조사되어야 하며, 주관적 평가를 실시하여 실험실 조건에서의 평가 결과와 상호 비교·검증하는 연구가 진행될 것이다.

후 기

이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-313-D00451).”

참 고 문 헌

- (1) Anderson, L. M., Mulligan B. E., Goodman L. S., Regen H. Z., 1983, "Effects of sounds on preferences for outdoor settings" Environment and Behaviour, 15(5) pp. 539-566.
- (2) Skanberg A., Ohrstrom E., 2002, "Adverse health effects in relation to urban residential soundscapes" Journal of Sound and vibration. 250(1), pp. 151-155.
- (3) 장길수, 국 찬, 김선우, 2003, "도시 공공장소에 어울리는 환경음의 선호도 및 평가요인" 한국소음진동공학회논문집. 제13권 제11호, pp. 890-895.
- (4) 이태강, 송민정, 장길수, 2005, "음풍경 적용을 위한 도시천변에서의 연출음 도입 효과에 관한 실험적 연구" 한국소음진동공학회논문집. 제15권 제8호, pp. 980-987.
- (5) 전지현, 신용규, 국 찬, 장길수, 2007, "능동형 음장 조성시스템 연출음의 적정 소리레벨 제시를 위한 연구" 한국소음진동공학회논문집. 제17권 제6호, pp. 547-552.
- (6) 안득수, 2002, "수경시설에 의한 도로교통소음 마스킹 효과 분석" 한국산림휴양학회지. 제6권 제4호, pp. 9-19.
- (7) Guastavino C., Katz B. F. G., Polack J. D., Levitin D. J., Dubois D., 2005, "Ecological validity of soundscape reproduction" Acta Acustica, 91, pp. 333-341.