

오픈 플랜 오피스의 스피치 프라이버시 평가지표

Measures for assessing speech privacy of open plan offices

이평직† · 홍주영* · 이병권** · 전진용***

Pyoung Jik Lee, Joo Young Hong, Byung Kwon Lee, Jin Yong Jeon

1. 서 론

국내 대부분의 대형 사무실은 원활한 커뮤니케이션을 위해 오픈 플래닝을 적용하고 있으나 재실자가 타인의 대화와 전화통화 등 다양한 소음에 노출되는 경우 스피치 프라이버시(speech privacy)가 취약하다는 단점이 지적되고 있다. 일반적으로 스피치 프라이버시 평가는 STI(speech transmission index)와 SII(speech intelligibility index) 등을 활용한 음성명료도(speech intelligibility) 평가를 통해 이루어져왔다. 그러나 기존의 음성명료도 평가 지표는 단일 지점에서의 신호대 잡음비(SN ratio)를 기반으로 도출되기 때문에 오픈 플랜 오피스라는 대규모 공간의 대표값으로는 적절하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근 $DL_{2,S}$ 등 다양한 지점에서의 측정값을 활용한 지표들이 제시되었으며, 이는 현재 ISO TC43 SC1 WG19에서 국제 표준규격으로의 제정이 논의되고 있다.

그러나 WG19에서 논의되고 있는 지표들의 청감적 유효성은 아직 검증되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 현재 ISO에서 논의되고 있는 오픈 플랜 오피스의 스피치 프라이버시 평가지표들의 유효성을 청감실험을 통해 검증하고 이를 바탕으로 오픈 플랜 오피스의 평가 등급을 제시하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 현장 측정

(1) 스피치 프라이버시 평가지표

ISO에서 표준화가 논의되고 있는 스피치 프라이버시 평가지표는 표 1에 정리된 바와 같다. $DL_{2,S}$ 와 $L_{p,A,4m}$ 는 화자의 음압레벨 측정을 통해 도출되며 r_D 는 다양한 지점에서의 STI 측정결과를 통해 산출된다.

† 교신저자; 한양대학교 건축환경공학과
E-mail : pyoungjik@daum.net
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

* 한양대학교 건축환경공학과
** 대립산업(주)
*** 한양대학교 건축공학부 교수

표 1. 스피치 프라이버시 평가지표

$DL_{2,S}$	거리가 2배 증가할때의 음압레벨 감소비율 [dB]
r_D	STI가 0.5로 감소되는 지점까지의 거리 [m]
$L_{p,A,4m}$	음원으로부터 4m 떨어진 지점의 음압레벨 [dB]

(2) 측정 대상 및 절차

현장 측정은 서울 소재 대형 사무소 2곳에서 진행되었으며, 사무소 평면은 그림 1에 나타난 바와 같다. 두 사무소의 면적은 각각 307m²과 750m²이었으며, 천장고는 2.5m와 2.4m였다. 업무공간 구획을 위해 설치된 파티션의 높이는 1.1m와 1.2m로 큰 차이가 없었다.

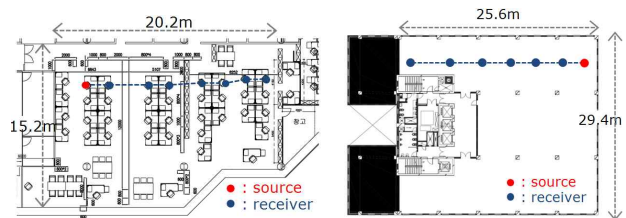


그림 1. 현장평가 대상 사무소 평면

측정은 WG19에서 표준화가 논의되고 있는 ISO 3382-3 draft에 의거하여 진행되었다. 무지향성 스피커를 통해 남성 화자의 주파수 특성을 반영한 음원이 가진될 때 재실자의 위치에서 무지향성 마이크로폰을 통해 녹음하였으며, 이때 음원의 음압레벨은 스피커로부터 1m 이격된 거리에서 60dB로 조정하였다. 또한 각 지점에서 배경소음과 임펄스 리스펀스를 측정하여 신호대 잡음비와 변조 전달함수(MTF)를 계산하였다.

(3) 측정 결과

재실자 위치에서의 음압레벨 측정결과는 그림 2에 나타난 바와 같다. $L_{p,A,4m}$ 는 각각 59.6, 54.4dB로 ISO에 규정된 최하 등급인 D등급에 속하는 것으로 분석되었다. $DL_{2,S}$ 또한 4.6, 3.9dB로 최하 등급을 기록했다. 그러나 그림 3에 표시된 바와 같이 STI 측정결과를 통해 도출된 두 사무실의 r_D 는 각각 9.6, 10.2m로 C등급에 속하는 것으로 나타났다. 스피치 프라이버시 평가지표별로 등급이 상이한 이유는 ISO에 규정된 등급이 청감적 검증 없이 현장측정 결과만으로 제안되었기 때문이다.

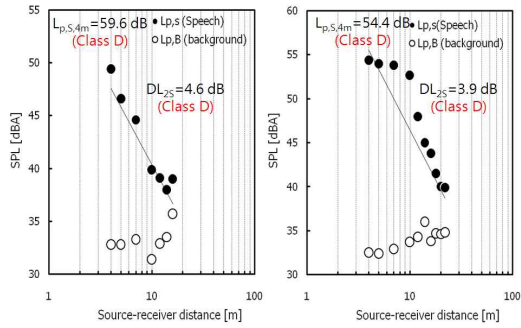


그림 2. $L_{p,A,s,4m}$ 와 $DL_{2,S}$ 측정결과

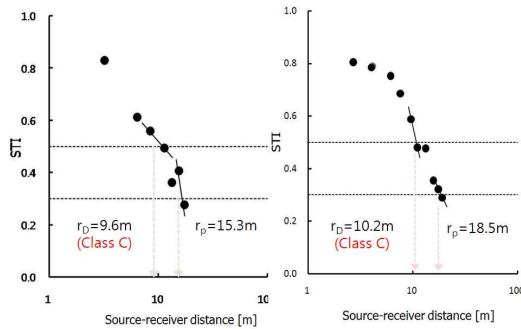


그림 3. r_D 측정결과

2.2 청감실험

(1) 실험 절차

스피치 프라이버시 평가지표의 청감적 검증을 위해 실험실 청감실험을 진행하였다. 그림 4와 같이 $L_{p,A,s,4m}$ 는 43, 50, 57dB 그리고 $DL_{2,S}$ 는 4, 8, 12dB로 각각 3단계를 갖도록 조정하였으며, 음원으로부터의 최대 이격거리는 30m를 갖도록 하였다. 그리고 다른 실내음향 요소의 영향을 통제하기 위해 잔향시간, 초기감쇠시간, 배경소음은 동일하게 유지되었다.

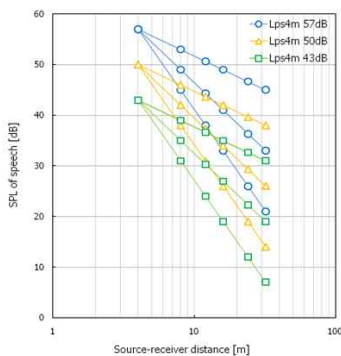


그림 4. 청감실험을 위한 평가지표 조정

청감실험에는 성인 20명이 참여하였으며, 실험음원로는 무향실에서 녹음된 한국어 문장 225개가 활용되었다. 헤드폰으로 제시되는 문장을 피험자가 들은 대로 이야기하도록 하였고 이를 녹음하여 정답률을 산출하였다.

(2) 실험 결과

청감실험을 통해 도출된 평가지표 변화에 따른 음성

명료도 정답률(%)은 그림 5와 같이, $L_{p,A,s,4m}$ 값이 클수록 그리고 $DL_{2,S}$ 값이 작을수록 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 $L_{p,A,s,4m}$ 가 감소하고 $DL_{2,S}$ 가 증가할수록 사무실에서의 스피치 프라이버시가 증가할 것으로 예상된다. $DL_{2,S}$ 의 경우 값이 8에서 12dB로 증가할 때 정답률 감소량이 4에서 8dB 변화할 보다 큰 것으로 나타났다. 통계분석 결과에서도 4와 8dB 정답률 차이는 통계적으로 유의하지 않았지만 8과 12dB 그리고 4와 12dB 정답률간에는 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

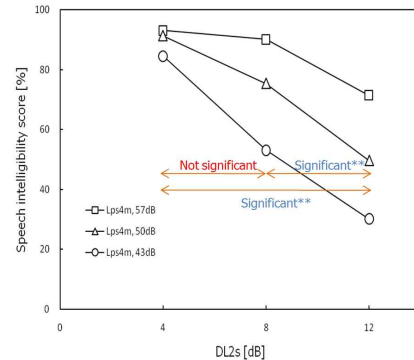


그림 5. 청감실험 결과

이원산분석(ANOVA) 결과 $L_{p,A,s,4m}$ 와 $DL_{2,S}$ 는 정답률에 독립적으로 영향을 미치는 것으로 나타나, 두 평가지표를 활용한 회귀분석을 실시하여 아래와 같은 회귀식을 도출하였다. 회귀식의 표준화 회귀계수 a와 b는 각각 0.55, 0.41이었으며 모두 유의수준 0.5 이하에서 통계적으로 유의하였다. 이는 정답률에 대한 $DL_{2,S}$ 의 기여도가 $L_{p,A,s,4m}$ 에 비해 다소 큰 것을 의미한다

$$\text{정답률}(\%) \approx f(DL_{2,S}) + f(L_{p,A,s,4m}) \approx aDL_{2,S} + bL_{p,A,s,4m} \quad \text{식(1)}$$

4. 결 론

본 연구에서는 최근 새롭게 제안된 오픈 플랜 오피스의 스피치 프라이버시 평가지표를 활용하여 현장측정을 진행하였으며 이들의 청감적 검증을 위해 청감실험을 진행하였다. 현장측정결과 두 사무소의 스피치 프라이버시 평가등급이 평가지표별로 상이하였다. 청감실험에서는 $L_{p,A,s,4m}$ 와 $DL_{2,S}$ 의 영향을 살펴보았으며, $DL_{2,S}$ 가 $L_{p,A,s,4m}$ 보다 스피치 프라이버시에 다소 민감하게 작용하는 것을 확인할 수 있었다. 향후에는 이들 지표들에 대한 청감반응을 통해 오픈 플랜 오피스의 평가등급을 새롭게 제안하고자 한다.

후 기

이 논문 또는 저서는 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.[NRF-2010-355-D00074]