

Prominence Ratio 를 이용한 톤 소음 평가 방법과 그 활용

Discrete tone evaluation and its application by Prominence Ratio

이태웅† · 강준구* · 설웅** · 선유명** · 김예용**

Tae-wong Lee, Jun-goo Kang, Woong Seol, Youmyoung Sun, and Yeyong Kim

1. 서 론

정보 통신 기기는 광대역 소음을 발생시키는데, 그 중에 순음 성분이 두드러지게 포함된 경우가 있다. 순음 성분은 전 음압 레벨(overall SPL)이 낮더라도 사람에게 불쾌함을 일으킬 수 있다. 정보 통신 기기에서 발생하는 소음의 순음 성분을 평가하는 표준으로는 국제적으로 ECMA(European Computer Manufacturer Association) 74에 정의되어 있는 Prominence Ratio(이하 PR)가 있다.⁽¹⁾ 2002년 ECMA 74 개정 7판에 도입된 PR은 Head acoustics, B&K, LMS 등 해외 다수의 회사에서 상용 프로그램을 제작하여 사용하고 있다.

본 논문에서는 PR의 정의, 계산 절차 등을 소개한다. 자체 개발 프로그램을 사용하여 PR을 계산하고 국내 정보 통신 기기에 PR의 활용 가능성을 알아 보았다.

2. Prominence Ratio

2.1 정의

정보 통신 기기에서 발생하는 소음에서 특정 순음 성분이 두드러지게 나타나는 경우, 그 순음 성분을 포함하는 임계 대역폭(critical bandwidth, CB)을 계산할 수 있다.^(2,3) ECMA 74에서는 이 임계 대역(critical band)에서의 음향 파워와 양 옆 임계 대역에서의 음향 파워를 평균한 값의 차이를 PR로 정의하고 있다.⁽¹⁾ 1k Hz이상의 주파수에서 PR이 기준값인 9 dB를 넘을 경우, 전체 소음에 대해 순음 성분의 영향이

두드러진다고(prominent) 평가한다.

계산 가능한 순음 성분의 대역은 약 88 ~ 11.2k Hz(1/3 옥타브 밴드 중심 주파수 100 ~ 10k Hz)이고, 가중치를 적용하지 않은 음압 신호로 PR을 계산한다.

2.2 절차

2.4 (1)에 명시된 대로 장비들을 설치한 뒤, 아래의 과정을 거쳐 PR을 계산하고, 순음 성분의 영향을 평가한다.

(1) 측정 음압 신호의 주파수 분석을 통해 최대 순음 성분 f_0 를 구한다.

(2) 임계 대역폭 Δf_c 를 식 (1)로부터 구한다.

$$\Delta f_c = 25 + 75 \left[1 + 1.4 \left(f_0 / 1000 \right)^2 \right]^{0.69} \quad (1)$$

(3) Δf_c 의 아래쪽, 위쪽 임계 대역폭이 각각 Δf_L , Δf_U 일 때, 각 임계 대역폭의 음압 레벨 L_C , L_L , 그리고 L_U 를 계산한다.

(4) PR ΔL_p 는 정의에 따라

$$\Delta L_p = 10 \log_{10} \left\{ 2L_C / (L_L + L_U) \right\} \quad (2)$$

와 같이 구한다.

(5) ΔL_p 가 “9 dB이상”일 때 순음 성분의 영향이 두드러진다고 평가한다.

2.3 고찰

PR의 기준값은 1k Hz보다 저주파수에서 옥타브당 3dB씩 커진다. 이는 사람이 주파수가 낮을수록 음의 크기에 대해 둔감해지는 것을 반영하고 있다.

Table 1 Relation between sampling frequency and findable maximum peak frequency.

Sampling Frequency f_s (Hz)	Maximum Peak Frequency f_M (Hz)
12.8k	4.8k
25.6k	9k
51.2k	more than 11.2k

† 교신저자: (주) 에스엠인스트루먼트

E-mail: twlee@smins.co.kr

Tel.: (042) 861-7004, Fax: (042) 861-7008

* (주) 에스엠인스트루먼트

** LG 전자 IT 사업부 PC 연구실

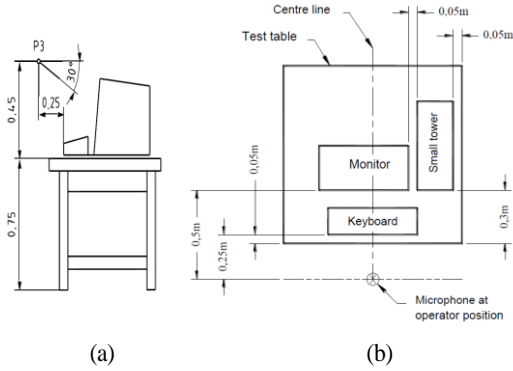


Fig. 1 Experimental Setup. (1)

PR에서 추정 가능한 최대 순음 성분 주파수는 샘플링 주파수와 관계로 알 수 있고, 대표적인 샘플링 주파수에 대해 계산을 하면 Table 1과 같다.

2.4 실험

(1) 노트북과 마이크론의 위치

노트북은 일체형 컴퓨터에 포함되는데, 이 경우 Fig. 1과 같이 설치하도록 정의하고 있다. 모니터는 지면으로부터 60°가 되고, 키보드는 노트북이 놓인 테이블의 가장자리로부터 0.05 m 들어가도록 위치시킨다. Fig. 1 (a)는 마이크론의 위치에 대한 그림이다. Fig. 1 (b)는 설치에 관한 평면도로 Small tower는 노트북의 경우 고려하지 않는다.

(2) 측정 프로그램

Fig. 2는 ECMA 74의 표준에 따라 PR을 계산하는 자체 개발 프로그램의 화면이다. 음압 신호를 측정하면 실시간으로 dB, dB(A), 소음 내 순음 성분(peak frequency), 그리고 PR 판정 결과를 알 수 있다.

(3) 측정 결과

온도 등의 조건을 만족하는 기술 표준원의 무향실에서 실험을 수행하였다. (배경 소음 약 13 dB(A)) 관심 주파수 대역은 300 ~ 4k Hz로, 샘플링 주파수는 12.8k Hz이다.

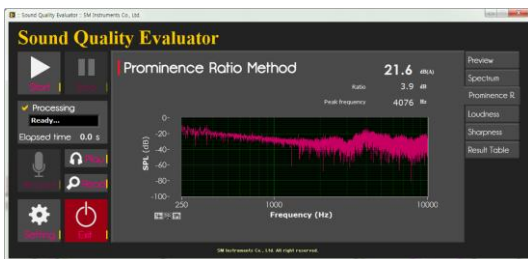


Fig. 2 Developed Program.

Table 2 Relation between sampling frequency and

findable maximum peak frequency.

CPU speed (RPM)	SPL dB(A)	Prominence Ratio (dB)	Peak Frequency (Hz)
1800	22.6	7.6	367
2200	26.8	1.5	598
2600	31.9	1.8	1363
3000	36.6	2.4	1575

노트북의 동작 모드는 컴퓨터가 구동될 때이다. CPU의 회전 속도(RPM)로 소음의 크기를 조절하고, 해당 동작 모드에서 약 20분이 경과한 뒤 음압 신호를 측정하여 PR을 계산한 결과는 Table 2와 같다.

이 경우, 실험 대상 노트북에서는 실험 동작 모드 내에서 순음 성분이 도출되지 않았다고 할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 EMCA 74의 정의에 따라 PR을 계산할 수 있는 자체 개발 프로그램으로 노트북 소음 평가에 적용하였다. 모든 동작 모드에서 PR은 기준 값을 통과했다. 국내 정보 통신 기기 개발에 PR이 적용 가능할 것이다. 향후 더욱 많은 시료들과 동작 모드에서의 실험 등이 수행될 필요가 있다.

참고 문헌

- (1) ECMA, 2010, ECMA 74 10th edition – Measurement of Airborne Noise emitted by Information Technology and Telecommunications Equipment.
- (2) E. Zwicker, 1961, “Subdivision of Audible Frequency Range into Critical Bands,” J. Acoust.Soc. Am. **33**(2), p. 248.
- (3) E. Zwicker and E. Terhardt, 1980, “Analytical expressions for critical-band rate and critical bandwidth as a function of frequency,” J. Acoust. Soc. Am. **68**(5), pp. 1523 – 1525.
- (4) H. Fastl and E. Zwicker, 2007, *Psychoacoustics: Facts and Models*, 3rd ed., Springer, Chs. 2 – 6, 8 – 11.
- (5) H. Fastl, 1997, “The Psychoacoustics of Sound-Quality Evaluation,” *Acustica* **83**, pp. 754 – 764.
- (6) Yang-Hann Kim, 2010, *Sound Propagation: An Impedance Based Approach*, John Wiley & Sons, p. 92.