
시간 마스크링이 음상정위에 미치는 영향

이채봉*

The effects of a temporal masking on the sound lateralization

Chai-bong Lee *

요 약

본 연구에서는 선행음과 후속음의 영향이 음상정위에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 실험을 하였다. 음원은 양귀간 시간차(Interaural Time Difference ; ITD)를 0.5ms로 한 기준음을 사용하였다. 이러한 기준음과 5종류의 레벨차를 가진 방해음(선행음 및 후속음) 및 기준음과 방해음의 시간차(Inter-Stimuli Interval ; ISI) 4종류를 조합하여 피실험자에게 제공하였다. 그리고 주파수에 대한 의존성을 알아보기 위해 기준음과 방해음을 2kHz, 4kHz, 백색 잡음을 이용하였다. 피실험자는 헤드폰을 사용하여 기준음이 좌우 어느 쪽에서 들리는지를 판단하도록 하였다. 그 결과 음상정위에 미치는 영향은 후속음보다는 선행음이 크게 나타났다. 이것은 시간 마스크링과 같은 경향이라고 생각되어 진다. 음상정위에 있어서는 기준음과 방해음 사이의 주파수 의존성은 적게 나타났다.

ABSTRACT

In this study, it is discussed how the directional property of the sound lateralization is influenced by preceding or succeeding tone. The acoustic source applied here is a reference sound which has 0.5 msec interaural time difference(ITD). Based on this reference sound, interfering sounds with five levels of magnitude are applied to the subjects with four kinds of inter-stimuli time intervals(ISI). The interfering sounds are also added as two different types, preceding tone and succeeding tone. Additionally, in order to investigate a frequency influence, the reference sound and the interfering sounds are generated by using 2kHz, 4 kHz and a white noise. As a result, the influence on lateralization by preceding tone is larger than that by succeeding tone. It can consider this result as the effect of temporal masking on lateralization. Moreover, there are small differences of masking effect on lateralization by combinations of pure tone. This result shows that the dependency of frequency domain between reference sound and interfering sound is small on the sound lateralization.

키워드

Sound lateralization, Masking effect, Temporal masking, Succeeding tone, Preceding tone

1. 서 론

청각은 인간의 다섯가지 감각 중에 하나로 시각이 더해지면 대부분의 주위 환경정보가 얻어진다. 음성만

으로 통화자 상호의 의사소통이 거의 달성할 수 있으나 영상화면에 음성이 없으면 의사소통이 충분하지 않다. 최근에는 멀티미디어 시대의 도래가 일반적으로 인식되어 멀티미디어 시대를 지지하는 기술의 발전에

* 동서대학교 전자공학과(cb@dongseo.ac.kr)

접수일자 : 2010. 06. 28

심사(수정)일자 : 2010. 07. 07

게재확정일자 : 2010. 08. 05

기대되고 있다. 이와 같은 상황에서 가상 현실감의 실현, 기계와 인간의 접목 기술 향상을 위해 청각정보는 시각정보와 함께 그 역할이 중요하다.

음원정위는 음원에서 음파가 전달되었을 때 청취자가 그 음원의 위치를 판단할 수가 있으며 중요한 청각정보가 된다. 특히, 헤드폰으로 음을 재생하였을 경우 음상을 지각하고 그 음원의 위치를 판단하는 것을 음상정위라 한다[1]. 인간은 이 능력에 의해 적절한 방향을 알 수 있다. 음상정위에 관하여 많은 연구가 되고 있으며, 그 중에서도 수평면내의 음상정위에 있어 양귀사이의 레벨차 및 시간차에 관한 연구가 많다. 그러나 일상생활 환경에서는 단일의 음원의 경우는 적으며 다수의 음원이 혼재하고 있는 경우가 많다. 하나의 음원의 위치를 인식하고자 하는 경우에 그 외의 음원은 방해음원이 된다. 이 때문에 복수의 음원 및 소음하에서의 음상정위에 관한 연구가 이루어지고 있다. Michael은 대역잡음 중에 신호의 정위정도를 조사하였으나 신호대 잡음 비가 작게 됨에 따라 정위정도가 낮아짐을 보고하였다[2]. 그리고 다른 연구에서는 자유음장에 있어서 음원의 인식방향이 다른 음원이 더해짐에 따라 이동하고 있음을 나타내었다[3~5] 이러한 실험은 스피커를 이용하고 있기 때문에 양귀간의 레벨차와 시간차가 공존하고 있어 명확한 해명이 이루어지지 않았다.

복수의 음원이 존재하는 경우의 신호검출에는 마스크 효과가 나타나고 있다. 이것은 검출하고자 하는 음이 다른 음의 존재에 의해 들리지 않게 되거나 듣기 어렵게 된다. 그러나 방해음에 의해 마스크 효과가 음의 크기뿐만 아니라 방향정위에 대해서도 영향을 미친다고 생각되어진다[6~8]. 신호와 방해음이 동시에 제시된 실험결과가 있으나 연속적으로 제시된 경우에 대해서는 고려하지 않았으며 방해음이 존재하는 경우에 음상정위에 필요한 신호의 레벨의 측정은 이루어지지 않았다[9].

본 연구에서는 음상정위를 결정하는 음원의 방향에 관한 정보가 시간적으로 전후에 존재하는 방해음(선행음 혹은 후속음)에 의해 어떠한 영향을 받는가에 대하여 마스크 효과와의 비교에 의해 음상정위에 있어서 시간 마스크이라는 관점에서 검토를 하였다. 그리고 방해음이 양귀 사이의 시간차에 의해 합성된 음상(기준음)정위에 미치는 영향 및 음상정위에 있어서 신

호와 방해음의 주파수 의존성을 검토하였다.

II. 방해음이 음상정위에 미치는 영향

음상정위에 있어서 후속음에 의한 마스크에 대하여 청취실험을 하였다. 실험은 간이 무향실에서 제시음을 헤드폰(STAX-PRO)에 의해 양귀로 청취하였으며 응답은 컴퓨터를 사용하였다. 피실험자는 정상인 청력을 가진 3명의 남자 대학생으로 하였다.

기준음의 제시시간은 2ms이며, 후속음 및 선행음의 제시시간은 10ms로 두었다. 제시음은 모두 1kHz 정현파이며 클릭 음을 방지하기 위해 0.5ms의 상승 및 하강시간을 가지도록 만들었다(그림 1, 2 참조). 좌우 귀에 도달하는 시간차(Interaural Time Difference : ITD)는 0.5ms로 두었다. 선행음 및 후속음의 레벨은 인공귀(B&K 4152)와 주파수 분석기(B&K 2035)를 사용하여 70dB로 고정하였다.

제시음은 기준음과 방해음으로 되어 있으며 기준음과 방해음의 조합은 기준음에 백색 잡음(white noise), 4kHz의 순음을 이용하였다. 주파수 의존성이 기준음의 음상정위에 미치는 영향을 조사하기 위해 방해음을 4kHz 순음으로 하여 기준음에 4kHz 순음을 이용한 경우(4kHz/4kHz)와 2kHz 순음(2kHz/4kHz)을 이용하였다(표 1 참조).

마스크의 제시 레벨을 70dB SPL로 하고 기준음을 5종류의 레벨로 제시하였다. 또, 기준음과 마스크의 시간간격(Inter-Stimuli Interval ; ISI)은 4종류로 하였다. 자극의 제시는 ISI을 일정하게 한 상태로 레벨차를 랜덤으로 제시하였다. 피실험자는 기준음이 좌우 어느 쪽에서 들리는지를 응답하게 하였다. 반복회수는 각 ISI, 레벨차의 조합으로 200회를 하였다. 좌우 귀에 도달하는 시간차(Interaural Time Difference : ITD)는 0.5ms로 두었다. 선행음 및 후속음의 레벨은 인공귀(B&K 4152)와 주파수 분석기(B&K 2035)를 사용하여 70dB로 고정하였다. 실험에 이용한 제시음의 시간패턴을 각각 그림 1과 그림 2에 나타내었으며 제시음의 변수를 표 2에 나타내었다. 그림 1은 기준음이 방해음에 대하여 선행하는 경우이며 그림 2는 그 반대의 경우를 나타내고 있다.

실험은 양귀사이에 시간차를 가진 기준음과 마스크

(선행음 및 후속음)의 관계에 의해 연속 마스크에 대하여 청취실험을 하였다. 실험에서는 마스크의 앞과 뒤에 기준음을 제공하였으며 피실험자에게는 기준음 앞에 혹은 뒤에 마스크 음이 제시되었는가를 응답하도록 하였다.

자극의 제시 순서는 ISI를 일정하게 하고 레벨차를 랜덤으로 제시하였다. 각 ISI, 레벨차의 조합의 횟수는 200회로 하였다.

표 1. 제시음의 조합
Table 1. Combination of sound

기준음	잡음	4kHz	4kHz	2kHz
방해음	잡음	잡음	4kHz	4kHz

표 2. 제시음의 변수
Table 2. Parameter of sound

ITD(ms)	0.5
ISI(ms)	1, 5, 10, 50
레벨차(dB)	-30, -25, -20, -15, -10

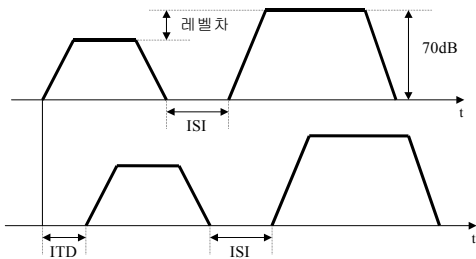


그림 1. 제시음의 시간 패턴(선행음)
Fig. 1 Time pattern of sound(Succeeding tone)

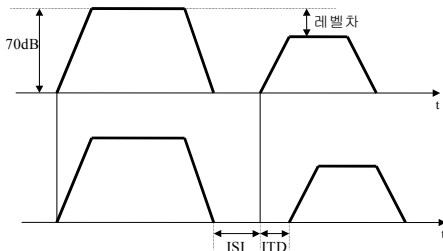
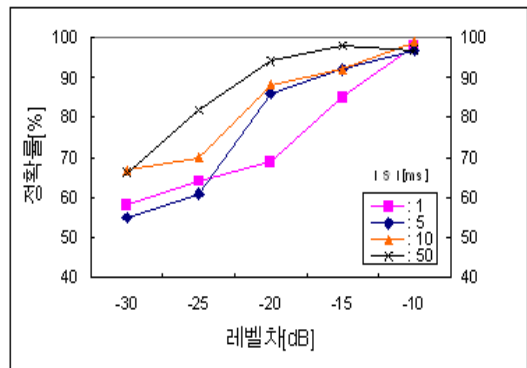


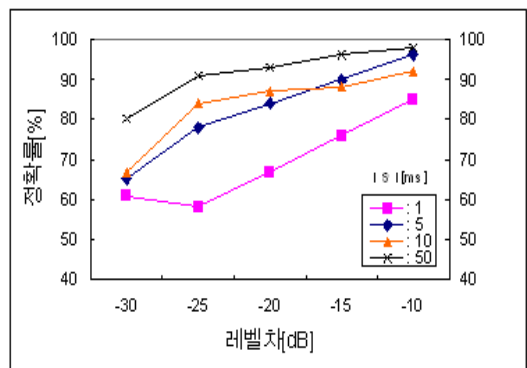
그림 2. 제시음의 시간 패턴(후속음)
Fig. 2 Time pattern of sound(Proceeding tone)

III. 결과 및 검토

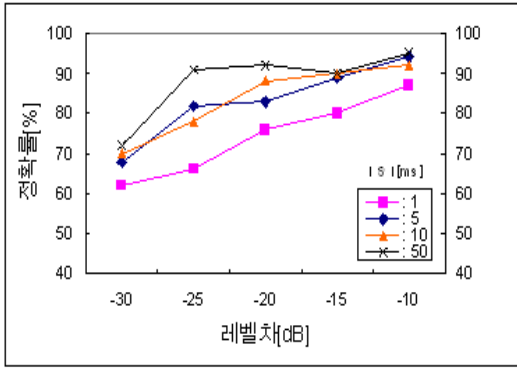
그림 2와 3은 3명의 피실험자의 결과를 평균한 값을 나타내고 있다. 그림 2는 기준음이 방해음에 대하여 선행하는 경우이며 그림 3은 반대의 결과를 나타내고 있다. 그림에서 가로축은 레벨차를 세로축은 좌우 판단의 정확도를 나타내고 있다. 이 결과에 의하면 어떠한 기준음과 방해음의 조합에서도 기준음과 방해음의 레벨차가 클수록, ISI가 작을수록 정확도는 낮아지고 있으며 기준음의 검출에 있어서 방해음의 영향이 나타나고 있다. 후속음을 부가한 경우와 선행음을 부가한 경우의 차이는 같은 레벨차, ISI에 있어서 후속음을 부가한 경우가 정답률이 높았다. 그리고 선행음을 부가한 경우가 ISI의 현상에 동반하는 정답률의 저하가 크다. 따라서 음상정위에 미치는 영향은 후속음보다도 선행음이 크다고 말할 수 있다.



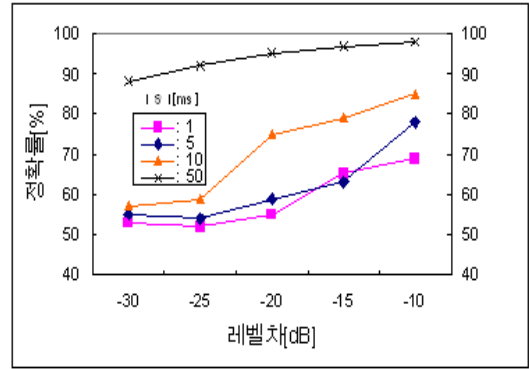
(a) noise/noise



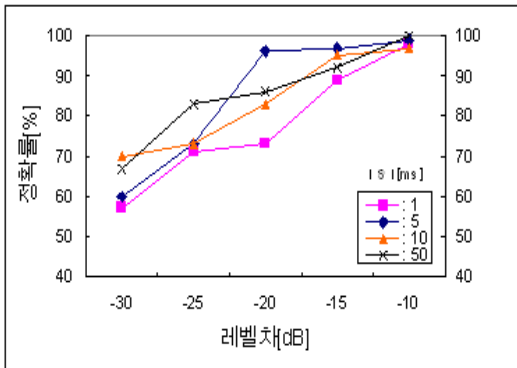
(b) 4kHz/noise



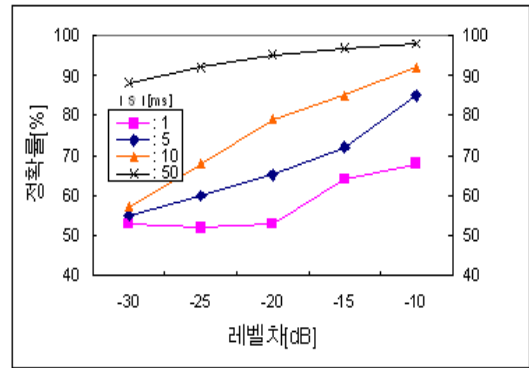
(c) 4kHz/4kHz



(b) 4kHz/noise

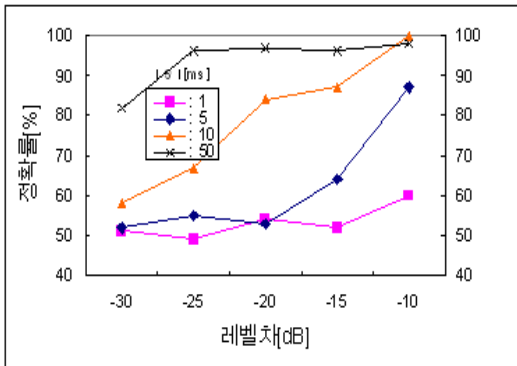


(d) 2kHz/4kHz

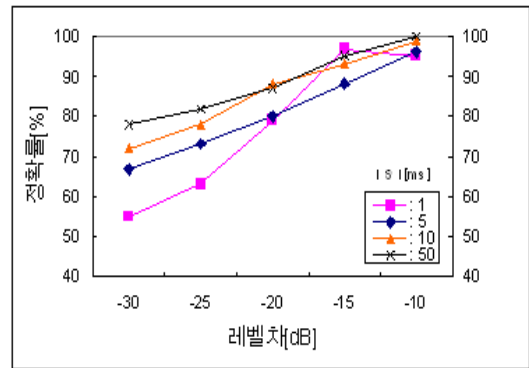


(c) 4kHz/4kHz

그림 2. 선행음의 실험결과
Fig. 2 Result of measurement(Succeeding tone)



(a) noise/noise



(d) 2kHz/4kHz

그림 3. 후속음의 실험결과
Fig. 3 Result of measurement(Proceeding tone)

IV. 결론

본 음상정위를 결정하는 음원의 방향에 관한 정보

가 연속적으로 존재하는 방해음에 의해 어떠한 영향을 받는가에 대하여 실험을 하였다. 음상정위에 있어서 시간 마스크이라는 관점에서 검토를 하였으며 실험은 양귀간 시간차(ITD) 만을 가진 기준음과 ITD 및 5종류의 레벨차를 가진 방해음을 사용하였다. 실험 결과로는 다음과 같다.

1. 기준음과 방해음의 레벨차가 클수록 그리고 기준음과 방해음의 ISI가 작을수록 기준음의 정위의 정답률은 저하하였다. 이 결과는 종래의 시간 마스크와 같은 경향이며 정위에 필요한 정보가 방해음에 의해 마스크 되고 있음을 나타내고 있다.

2. 정위에 미치는 영향은 후속음보다는 선행음이 크다. 이것은 음상정위에 있어서 선행음의 우위성을 나타내고 있다.

3. 잡음/잡음, 4kHz/잡음, 4kHz/4kHz를 비교하여 보면 정위에 필요한 신호의 레벨이 4kHz/잡음의 경우가 가장 크게 나타났다. 이것은 4kHz/잡음의 경우는 기준음과 방해음이 질적으로 차이가 있기 때문에 선행음 효과가 그다지 나타나지 않았다. 이것은 순음에 비하여 잡음이 정위정보가 많기 때문에 기준음의 정위정보보다 많이 마스크 되기 때문이라고 사료된다.

본 실험에서는 기준음의 정위 수단으로 양귀 시간차를 0.5ms로 두었으나 향후 연구과제로서는 양귀 시간차를 변수로 하여 음상정위에 미치는 영향에 대하여 검토하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 2008년도 동서대학교 교내 특별연구비 지원사업의 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

[1] Oyama. D, etc, "Sense-Perception Psychology handbook," Makoto, pp. 994-1005, 1996.

[2] Michael D.Good, Robert H.Gillkey, "Sound localization in noise : The effect of signal-to-noise ratio," J.Acoust.Soc.Am 99(2), pp. 1108-1116, 1996.

[3] Suzuki. Y, Kato. S, Sone. T, "The effect of disturbing sound on the sound laterlization,"

Proc. Meet. J.Acoust.Soc.Jpn, pp. 239-240, 1984.

[4] H.Fastle, "Temporal Masking Effects : III. Pure Tone Masker," ACUSTICA, Vol.43, pp. 282-294, 1979.

[5] L.L.Elliot, "Backward masking : Monotonic and dichotic conditions," J.Acoust.Soc.Am., Vol.34, pp. 1109-1115, 1962.

[6] Ebata. S, "Application of engineering and situation of auditory study," Proc. Meet of Psychology. J.Acoust.Soc.Jpn, 91-1-1, Nov. 1991.

[7] Michael D.Good, Robert H.Gillkey, "Sound localization in noise : The effect of signal-to-noise ratio," J.Acoust.Soc.Am 99(2), pp. 1108-1116, 1996.

[8] Shiro. I, "Binaural Processing and independent component analysis," J.Acoust.Soc.Jpn, Vol.58 No3, pp. 199-204, 2002.

[9] Shiro. I, "Effects of the sound laterlization within headphone," J.Acoust.Soc.Jpn, Vol.46 No1, pp. 753-760, 2002.

저자 소개



이채봉(Chai-bong Lee)

1985년 2월 : 동아대학교 전자공학과 졸업 (공학사)

1988년 3월 : 동북대학교 대학원 전기통신공학과 졸업(공학석사)

1992년 3월 : 동북대학교 대학원 전기통신공학과 졸업(공학박사)

1993 ~ 현재 : 동서대학교 전자공학과 부교수

※ 주 관심분야 : 신호처리, 음향공학