

음원과 마이크로폰 사이의 거리변화에 의한 음향 특성 보정에 관한 연구

A Study on the Compensating System for the Acoustic Characteristics Caused by the Variation of Distance from Sound Source to Microphone

정병철 · 최윤식*

(Byung-Chul Jeoung and Yoon-Sik Choe*)

(주)케빅 부설 음향연구소, *연세대학교 전기전자공학부

(접수일자: 2011년 12월 3일; 수정일자: 2012년 1월 31일; 채택일자: 2012년 3월 5일)

초 록: 본 연구에서는 마이크로폰에 입사되는 음성 신호를 거리의 변동에 의해 크기와 주파수 응답특성 변화를 최소화시키는 방법에 대한 연구를 하였다. 우선 마이크로폰과 음성음원 사이의 거리를 변화시키며 거리변화에 따른 응답 특성을 측정하였다. 본 연구에 사용된 마이크로폰은 일반적으로 사용되는 마이크로폰 중에 무지향성 마이크로폰과 초단일지향성 마이크로폰, 단일지향성 마이크로폰 등, 3가지 종류의 마이크로폰을 선정하였다. 측정된 이들 마이크의 주파수 응답특성 변화 결과를 기준치와 비교하여 보정치를 구하고 이를 주파수 대역별로 변화된 음성신호를 원음과 근사하게 보상하도록 하였다. 저주파대역은 근접효과에 의한 증폭현상, 그리고 거리에 의한 감쇠효과를 보정하도록 하였다. 중음대역에서는 저음대역보다 거리의 변화에 의한 주파수특성 편차가 비교적 적었지만 음성정보신호에 중요한 영향을 주는 부분이기 때문에 기준신호와 비교하여 복원하도록 하였다. 고주파대역의 음성정보의 변화는 극히 미소하여 고주파대역 조정은 큰 문제가 없이 원음에 가깝게 복원되었다.

핵심용어: 마이크로폰 근접효과, 수음거리, 수음 음압 레벨 변동, 수음 주파수 응답 특성 변화, 음향 특성 보상
투고분야: 전기음향 분야(3)

ABSTRACT: In this thesis, studied the method to minimize the changes in frequency response and level due to the variation of the distance from the source to the microphone. selecting three microphones (omni directional, cardioid, super cardioid) which are being used generally, frequency responses were measured in accordance with the distance changes. Gotten the difference from the reference as the result of measurement, changed responses for each frequency range were compensated in comparison of the original human vocal source. In low frequency range, the low frequency boost caused by the proximity effect and decrease in accordance with the distance were compensated. The variation in mid-frequency range is comparatively small, however since the mid-range is the most important part of the human vocal signal, were compensated the mid-frequency range in comparison of the reference. The human vocal signal variation in high frequency range is extremely small and the high frequency is compensated close to the original source without difficulty. Understanding the microphone characteristics and compensations, this study showed that the response can be maintain among the change of the distance from the source to the microphone.

Key words: Microphone proximity effect, Receiving distance, Change of receiving level, Variation of frequency response, Compensation of receiving sound

ASK subject classification: Electro-Acoustics (3)

*Corresponding author: 정병철 (jbc21@korea.com)
서울시 강남구 도곡동 449-8 (주)케빅
(전화: 02-579-1533; 팩스: 02-579-1538)

I. 서론

PA시스템은 Public Address의 약자로 음향신호를 여러 사람들에게 전달하는 목적으로 사용되는 전기 음향 시스템을 뜻한다. 강연, 설교 및 강의 등의 목적으로 사용되는 PA시스템에서 음향조절이 어려운 점은 화자가 마이크론 앞에서 움직여 화자의 입과 마이크론사이의 거리가 변함으로써 발생하는 마이크론 입력 음성신호의 변화를 조절하는 것이다.

이와 관련된 연구로서는 최근에 마이크론에 입사되는 입사각 그리고 발성음원과 수음 거리에 의한 음압 변동에 관하여 황규창^[1]이 연구하였으며 외국에서는 음성음원에 근접한 음성변화에 관한 연구가 진행되었다^[2-5].

본 연구에서는 마이크론에 입사되는 음향 신호를 거리의 변동에 의한 음성신호의 크기변화와 주파수 응답특성 변화를 최소화시키는 방법에 대한 연구를 한다.

본 연구는 다음과 같은 순서로 연구를 진행하고자 한다. 우선 음성음원으로부터 마이크론까지의 거리의 기준을 설정하여 기준거리라고 부른다. 일반적으로 사용되는 마이크론 중에 지향특성에 따른 무지향성 마이크론과 초단일지향성 마이크론, 단일지향성 마이크론 등, 3가지 종류의 마이크론을 선정하여 기준거리에 대한 주파수 응답특성을 측정한다. 이와 같이 구한 측정치로써 변화된 특성에 대한 보정치를 기준치와 차이 값으로 구하며 변화된 주파수 응답특성을 보상하면 기준치에 가까운 주파수 응답특성을 가진 음성신호를 재생한다. 본 논문의 구성은 먼저 마이크론의 종류 및 지향특성을 설명하고 다음 감쇠음향보상에 대한 방법과 선행실험을 기술한다. 그리고 실험 및 결과 고찰로써 마이크론 종류별 거리에 대한 주파수 응답특성 측정 및 감쇠음향에 대한 보상 실험을 하고 결과 고찰을 한다. 마지막으로 결론 및 향후 연구 과제를 제시하고자 한다.

II. 근접효과 (Proximity Effect)

오디오에서 마이크론과 음원의 거리가 아주 가

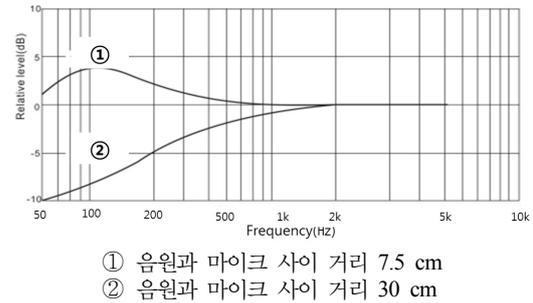


그림 1. 카디오이드 마이크론의 근접효과
Fig. 1. Proximity effect of cardioid microphone.

까울 경우 주파수가 낮은 음역의 주파수 응답 특성이 증가하는 현상을 근접효과 (Proximity Effect)라고 한다. 이와 같은 현상은 무지향성 마이크론인 경우는 발생하지 않으며 지향성 마이크론을 사용할 때 발생한다. 지향성 마이크론의 한 종류인 음압경도형 마이크론과 같이 진동속도에 비례하는 출력을 얻는 방식의 마이크론은 음원과 근접한 위치에서 수음하는 경우 구면파 효과에 의하여 저음역 특성이 증가한다. 구면파 효과는 음원의 크기가 음원으로부터 발생한 음파의 파장보다 아주 작은 경우에 발생하며 이때 발생된 음파의 파면은 구면파가 되며 구면파 음장을 형성한다. 이와 같이 형성된 구면파 음장에서 음압성분과 매체의 입자속도 성분을 비교하면 입자속도 성분이 증가한다. 이와 같은 현상을 구면파 효과라고 한다. 일정한 크기의 음원으로부터 발생하는 음파의 주파수가 저주파일수록 음압성분에 비해 입자속도 성분이 크게 된다. 따라서 음압경도형 마이크론과 같이 출력이 진동속도에 비례하는 지향성 마이크론은 음원에 근접하는 경우 저음역 특성이 크게 증가한다.

그림 1은 카디오이드 마이크론의 근접 효과를 보여주는 그래프로 마이크론과 음원과의 거리가 7.5 cm와 30 cm일 때의 저주파 특성을 측정된 값이다. 이 그래프를 보면 지향성 마이크론의 근접 효과가 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다^[6].

III. 음성의 음향특성

음성에는 모음을 특징짓는 주파수 영역, 즉 성분음이 존재한다. 예를 들면, 어떤 높이의 소리라도

표 1. 발성에 따른 성인 남녀의 음압 레벨
Table 1. Measure of dB SPL for male and female adult's voice.

크기 \ 성별	남성, dB	여성, dB
조용히	53	50
보통	58	55
조금 크게	65	62
크게	75	71
외침	88	82

600~1,500 Hz의 주파수를 가진 성분음이 포함되어 있으면 '아'로 들리고, 250~500 Hz 및 2,300~3,500 Hz의 주파수를 가진 성분음을 포함하고 있으면 '이'로 들린다. 이 성분음 주파수 영역에서 가까운 대역을 제거하면 그 모음으로 들리지 않게 된다. 극단적으로 소프라노 가수의 높은 음성에서 모음의 구별이 뚜렷하지 않는 것은 주파수가 너무 높아 성분음이 포함될 여지가 없기 때문이다. 발성자로부터 100 cm 떨어진 거리의 자유음장에서 측정된 성인 남녀의 발성 음압레벨 정도에 따른 장기(long term) 평균 음압레벨을 표 1에 나타내었다.

일반적으로 보통 음성의 음압레벨은 53~65 dB, 아주 크게 말할 때 외침(shout)은 88 dB가 된다. 또한 조용한 곳에서 보통 목소리로 말할 때 남성의 발성력은 여성보다 3 dB 크다. 주파수별 특징으로는 아주 크게 발성할 때를 제외하고는 500 Hz 중심주파수를 갖는 1/3-옥타브 대역에 가장 크게 집중되어있다^[7].

음성의 중요한 특성으로써 다이내믹 레인지는 어느 정도 크기의 음인가를 나타내는 파라미터이다. 사람의 청각 다이내믹 레인지는 130 dB를 넘는 고통 영역 전까지이며 젊고 건강한 사람이 들을 수 있는 주파수 범위는 20~20,000 Hz이다. 인간의 귀는 모든 주파수에 동일한 감도를 갖지 못하고 2,000~5,000 Hz 범위에서 가장 민감하고, 그 보다 더 높거나 낮은 주파수에서는 감도가 떨어진다.

음성의 최저주파수는 남자의 경우 82 Hz, 여자의 경우 196 Hz 정도이다. 음성은 특유의 스펙트럼 분포를 가지고 있는데 이것은 특징 있는 음색을 나타내는 부분이다. 그림 2에서 보는 바와 같이 정상 상태에서의 짧은 음성 '아'의 출력특성은 성장(growth), 안정 상태(steady state), 감쇠(decay)와 같은 주기로 구

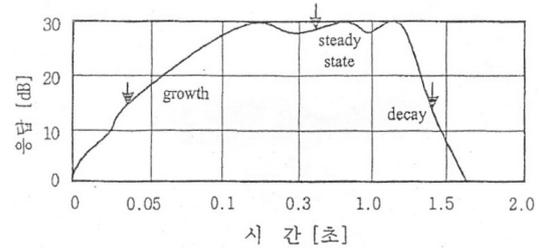


그림 2. 음성 '아'의 시간 경과에 따른 음압레벨변화
Fig. 2. Change in dB SPL of vocal sound source "Ah" based on time.

성되어 있다. 이 과정 동안에 음향 스펙트럼은 상당히 변한다. 그러나 정상 상태 기간 중에는 주파수 성분의 변화가 적다.

IV. 감쇠음향보상

4.1 감쇠음향보상

일반적으로 음원으로부터 임의의 위치까지 멀어질 경우 음향적으로 음성은 두 가지 감쇠현상이 나타난다. 첫째로 소리가 흔히 작아진다고 하는 음압레벨의 감쇠현상이다. 두 번째로는 소리의 주파수 성분이 거리에 따라 다르게 감소한다. 이 때문에 감쇠음향을 보상한다는 것은 감쇠된 주파수별 음압레벨을 보상하는 것이다. 다시 말하면 우선 소리를 주파수별 음압레벨로 분류하고 기준 음압레벨과 비교기를 통해 주파수별로 기준거리에서 측정한 기준 음압레벨과 비교하여 얻은 결과를 활용하여 감쇠된 음향을 신호처리 방식에 의하여 원음과 같이 보상하고자 한다.

4.2 음향보상시스템 구성

음향보상시스템의 구성도는 그림 3과 같다.

이 시스템은 거리계를 통해 측정된 음원과 마이크로폰의 거리를 음성 신호 비교기로 전달하며, 음성 신호 비교기는 입력되어진 보상데이터와 비교하여 보상해야할 값을 산출한 후 보상기에서 음성 신호를 거리별 보정치로 보상하여 출력하게 된다. 이 결과로 최종 음향출력기에서 출력되는 음성신호는 음원과 마이크로폰의 거리에 따라 변화하지 않고 동일하게 유지될 수 있다. 거리보정치의 기준 값은 마이크

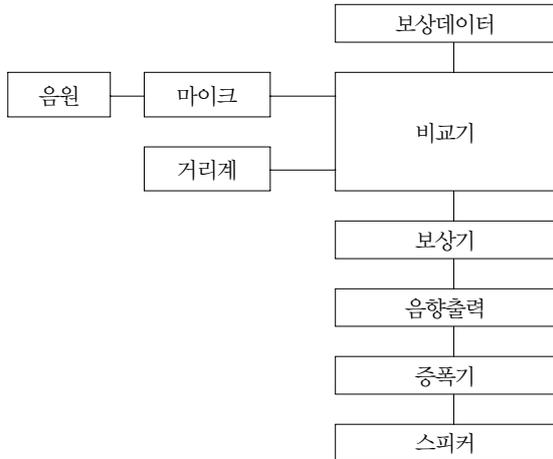


그림 3. 음향보상시스템 구성도
Fig. 3. Audio compensator diagram.

로폰의 일반적으로 사용하는 데 적절한 거리인 10 cm를 기준으로 설정한다.

V. 실험 및 결과 고찰

5.1 마이크 종류별 거리에 대한 응답특성 선행 실험

실험할 마이크로폰들의 특성을 선행실험을 통해 거리별 주파수응답특성을 측정하여 기초자료를 구하였다. 실험할 마이크로폰 종류는 무지향성 마이크로폰 (Klark-Teknik Type 6501 : 마이크로폰M1)과 초지향성 마이크로폰 (Electro-Voice N/D967 : 마이크로폰M2) 그리고 단일지향성 마이크로폰 (SAMSON CL5 : 마이크로폰M3)등 3종류를 하나씩 선정하여 거리 변화에 대한 주파수 응답특성을 측정하였다. 거리변화는 5 cm 간격으로 1 cm에서 50 cm까지 변화할 때의 마이크로폰의 주파수 응답특성을 측정하였다. 측정시스템의 구성도는 다음 그림 4와 같다. 측정 음압은 dB로 마이크로폰 출력 단자에서 측정되었으며 0 dBv = 0.775 V입니다.

(1) 무지향성 마이크M1의 거리별 주파수 응답특성 측정

마이크로폰M1을 마이크와 수음점 사이 거리를 5 cm 간격으로 측정한 값은 그림 5와 같다.



그림 4. 주파수 응답특성 측정시스템 구성도
Fig. 4 Diagram of Frequency response measuring system.

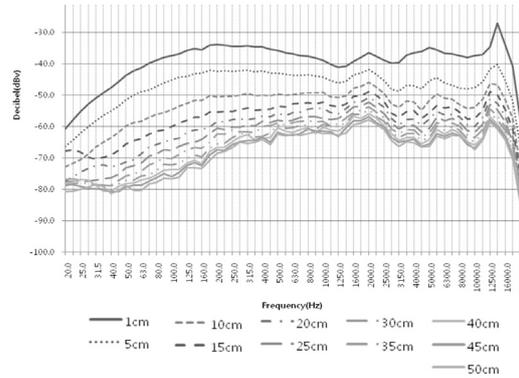


그림 5. 마이크M1의 거리별 주파수 응답특성 (1 cm ~ 50 cm, 5 cm 간격)
Fig. 5. Frequency Response of M1 based on distance from 1 cm to 50 cm (measured in every 5 cm).

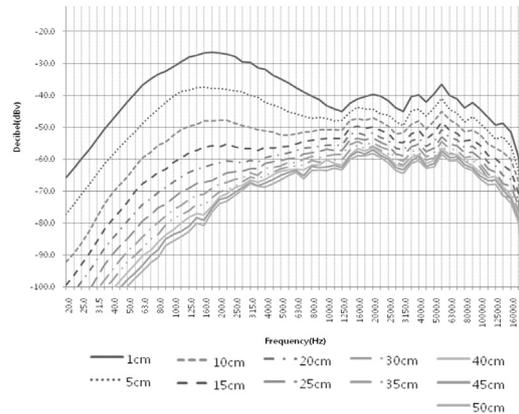


그림 6. 마이크M2의 거리별 주파수 응답특성 (1 cm ~ 50 cm, 5 cm 간격)
Fig. 6. Frequency Response of Microphone M2 based on distance from 1 cm to 50 cm (measured in every 5 cm).

(2) 초지향성 마이크M2의 거리별 주파수 응답 특성 측정

마이크로 근접지점에서 5 cm간격으로 측정된 값은 그림 6과 같고, 그림의 내용을 살펴보면 중·고음 대역은 거리의 변화에 따라 출력도 일정하게 변화함을 알 수 있고, 저음대역은 중·고음에 비하여 15 cm까지는 더 많이 변화함을 알 수 있다.

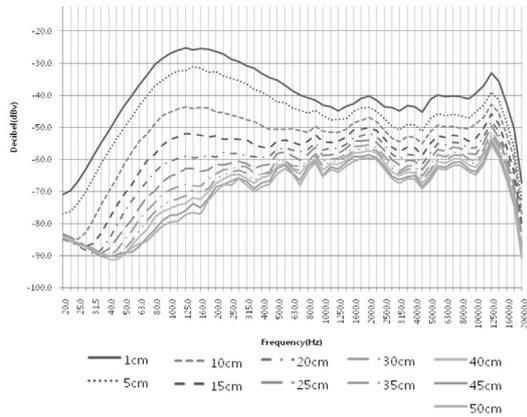


그림 7. 마이크M3의 거리별 주파수 응답 특성 (1 cm ~ 50 cm, 5 cm 간격)

Fig. 7. Pick up characteristics of Microphone M3 based on distance from 1 cm to 50 cm (measured in every 5 cm).

(3) 단일지향성 마이크M3의 거리별 주파수 응답 특성 측정

마이크M3으로 5 cm간격으로 측정한 값은 그림 7과 같다. 그림의 내용을 살펴보면 앞에서 측정한 마이크M2의 결과와 유사하며, 중·고음대역은 거리의 변화에 따라 일정하게 출력도 변화함을 알 수 있고, 저음대역은 중·고음에 비하여 20 cm까지는 더 많이 변화함을 알 수 있다

5.2 마이크 종류별 거리에 따른 보상실험

마이크로폰에서 출력되는 음성 신호를 신호 변환기를 사용하여 거리에 따른 보정치를 보상하는 시스템으로 구성하여 실험하였다. 마이크와 음원출력부 사이의 거리의 기준치는 10 cm로 설정하였고 신호의 주파수 대역은 저음주파수대역 (중심 주파수 800 Hz)와 중음주파수대역 (중심 주파수 대역 2500 Hz)으로 분류하여 음향신호를 보상 하도록 하였다.

(1) 마이크M1의 보정

마이크M1은 무지향성 특성을 가지며 20 Hz~20 KHz의 평탄한 마이크 특성을 가지고 있다. 이처럼 평탄한 마이크 특성을 가지고 있는 마이크M1은 거리에 따른 레벨 차이와 함께 중·고음대역보다 저음대역에서 조금 더 많은 차이가 나타나는 현상을 표 2를 보면 알 수 있다. 표 2는 마이크M1의 거리별 음압

표 2. 마이크M1의 적용 거리별 보정치

Table 2. Correction of Microphone M1 measured in every applied distance.

Distance	Level (dB)	Lo-shelving		Hi-shelving	
		Gain (dB)	Frequency (Hz)	Gain (dB)	Frequency (Hz)
1 cm	-8	-9	800	-9	2500
5 cm	-3.5	-4.5	800	-2	2500
10 cm	0	0	800	0	2500
15 cm	4	4	800	0	2500
20 cm	6	4	800	0	2500
25 cm	7	5.5	800	0	2500
30 cm	9	7	800	0	2500

레벨과 기준거리 음압레벨의 차에 근거하여 마이크론M1의 보정 값을 산출한 표이다.

마이크의 수음 거리에 따라 레벨 차이가 발생하며, 같은 거리에서도 주파수 대역에 따른 레벨 차이가 발생하므로 보정을 위한 적정 기준거리와 차이 측정값을 산출하였으며, 보정할 값은 중·고음대역에서 보다 저음대역에서 조금 더 많은 레벨차이를 보이기 때문에 800 Hz 이하 대역과 일부 중음대역 2,500 Hz 대역에서 레벨추가보정이 필요하다. 이러한 자료를 바탕으로 기준거리 10 cm와 비례하는 주파수 응답특성을 얻기 위한 5 cm에서 측정한 주파수 응답 특성의 보정 값을 살펴보면 전 대역 레벨보상은 -3.5 이고, 저음대역 보상은 -4.5 dB 보상해주면 10 cm에서의 수음 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있다. 반대로 20 cm 거리에서는 전 대역레벨을 +6 dB 보상하고, 저음대역을 +4 dB 보상 해주면 10 cm에서의 수음 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있다. 이러한 결과치를 그림 8 마이크M1의 보정 후 출력 신호 측정 그래프에서 확인할 수 있으며, 표 2 마이크M1의 적용 거리별 보정치를 보정장치에 입력시키면 원하는 표 3과 같은 결과를 얻을 수 있음을 확인했다.

(2) 마이크M2의 보정

마이크M2는 초지향성 특성을 가진 마이크로 800 Hz 이하 대역부터 저음대역이 많이 증가하는 특성을 보이고 있다, 또한 주파수 대역이 낮을수록 레벨의 차이는 커지며, 150 Hz 대역에서 20 dB 이상의 차이가 생기는 현상을 특성곡선 분석을 통하여 알 수

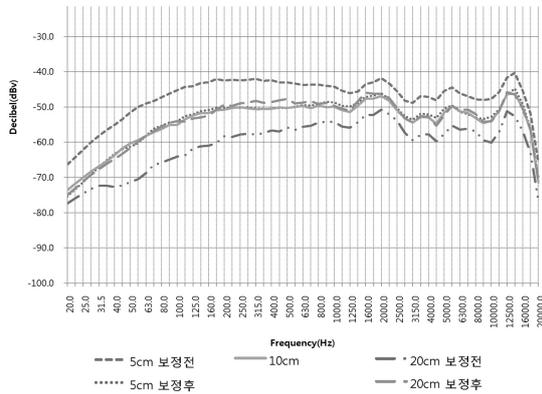


그림 8. 마이크M1의 보정 후 출력 신호
Fig. 8. Output signal of Microphone M1 after correction.

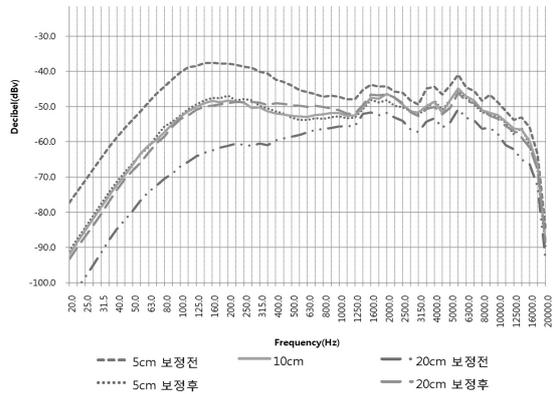


그림 9. 마이크M2의 보정 후 출력 신호
Fig. 9. Output signal of Microphone M2 after correction.

표 3. 마이크M2의 적용 거리별 보정치
Table 3. Correction of microphone M1 in every applied distance.

Distance	Level (dB)	Lo-shelving	
		Gain (dB)	Frequency (Hz)
1 cm	-7	-15	800
10 cm	0	0	800
15 cm	3	5	800
20 cm	5	8	800
25 cm	8	10	800

있다. 마이크M2의 중·고음대역에서는 저음대역보다 평탄한 특성을 보여주므로 거리에 따른 주파수특성과 레벨 차이가 나타나는 현상을 마이크로폰M2의 거리별 음압레벨과 기준거리 음압레벨의 차를 보면 알 수 있다. (표 3 참조)

이러한 측정치를 근거로 보정값을 산출하면 마이크M2의 보정치 결과를 얻을 수 있다. 마이크의 수음 거리에 따른 레벨차이가 발생하며, 같은 거리에서도 주파수 대역에 따른 레벨 차이가 더 발생하므로 이를 기준거리 (10cm) 값으로 보정하기 위해서는 일정 레벨 보정과 동시에 중·고음대역에서 보다 800 Hz 이하 저음대역에서 더 많은 레벨 보정이 필요하다. 기준거리 (10cm)보다 가까운 5cm지점 전 대역 레벨 보정 값은 -4dB이고, 저음대역은 -5.5dB 보상해주면 10cm에서의 수음 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있다.

반대로 기준거리10cm보다 먼 거리인 20cm 거리에서는 전 대역 레벨을 +5dB 보상하고, 저음대역을

+8dB 보상해주면 10cm에서의 수음 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있다. (그림 9 참조)

(3) 마이크M3의 보정

마이크M3은 단일지향성 특성을 가진 마이크로폰으로 800 Hz 이하 대역부터 저음대역이 증가하고 중음대역 5,000 Hz에서 감쇠하는 특성을 보이고 있으며, 또한 주파수 대역이 낮을수록 레벨의 차이는 커지며, 200 Hz 대역에서 20 dB 이상의 차이와 중음대역에서 5 dB차이가 생기는 현상을 마이크로폰M3의 특성곡선 분석을 통하여 알 수 있다. 마이크로폰M3의 중·고음대역에서는 저음대역보다 평탄한 특성을 보여주는 특성을 보이므로 거리에 따른 주파수특성과 레벨 차이가 나타나는 현상을 마이크로폰M3의 거리별 음압레벨과 기준거리 음압레벨의 차를 보면 알 수 있다. 측정치를 근거로 보정값을 산출하면 표 4와 같다.

마이크로폰의 수음 거리에 따른 레벨차이가 발생하며, 같은 거리에서도 주파수 대역에 따른 레벨 차이가 더 발생하므로 이를 기준거리 10cm값으로 보정하기 위해서는 일정 레벨 보정과 동시에 중·고음대역에서보다 800 Hz 이하 대역과 일부 중음대역인 2,500 Hz 대역에서 레벨 보정이 필요하다. 기준거리 10cm보다 가까운 5cm지점 전 대역 레벨 보정 값은 -3.5dB이고, 저음대역은 -10dB 보상해주면 10cm에서의 수음 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있다. 반대로 기준거리10cm보다 먼 거리인 20cm 거리에서는 전 대역 레벨을 +4 dB 보상하고, 저음대역을 +10

표 4. 마이크M3의 적용 거리별 보정치
Table 4. Correction of Microphone M3 measured in every applied distance.

Distance	Level (dB)	Low-shelving		High-shelving	
		Gain (dB)	Frequency (Hz)	Gain (dB)	Frequency (Hz)
1 cm	-7	-11	800	-6	2500
5 cm	-3	-8	800	-1	2500
10 cm	0	0	800	0	2500
15 cm	2	5	800	0	2500
20 cm	4	10	800	1	2500
25 cm	6	11	800	1	2500

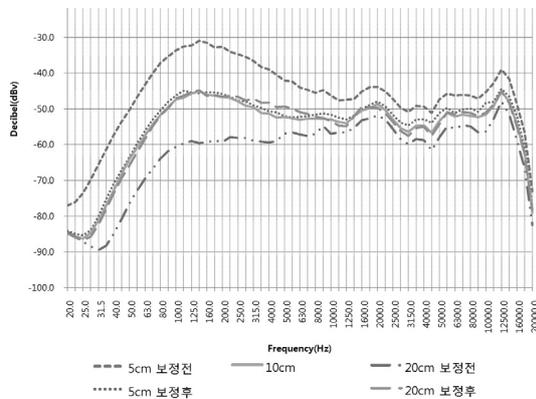


그림 10. 마이크 M3 보정 후 출력 신호
Fig. 10. Output signal of Microphone M3 after correction.

dB 보상 해주면 10 cm에서의 수음 데이터와 비슷한 결과를 얻을 수 있다.

마이크M3의 각 거리별 전 주파수 대역 수음 레벨을 디지털시그널 프로세서에 입력시켜 800 Hz이하 저음대역은 과 일부 중·고음대역 레벨을 증감시켜 기준 수음거리인 10 cm에서의 수음레벨과 비슷한 결과를 얻을 수 있었다.(그림 10 참조)

VI. 결과 고찰

측정 거리변화에 대한 보정치로서 마이크론의 출력 신호를 보상하면 거리에 상관없이 기준거리에서 측정한 주파수 응답특성 측정 기준치에 ± 2.0 dB로 근접한 출력 신호를 얻을 수 있었다. 거리변화에 의한 음성신호 보상은 주파수 대역에 따라 보정값을 달리 주어야 한다. 무지향성 마이크론인 마이크

론M1의 주파수 응답특성을 살펴보면 20 Hz부터 125 Hz까지 점진적으로 증가하고 125 Hz부터 1,250 Hz까지는 거의 평탄한 특성곡선을 보여주고 있다. 1,250 Hz부터 15,000 Hz까지는 굴곡이 크지 않은 여러 개의 곡선으로 응답특성을 보여주고 있다. (그림 6 참조) 초지향성 마이크론인 마이크론M2의 주파수 응답특성을 살펴보면 20 Hz부터 125 Hz까지는 음압레벨이 점진적으로 증가하고 125 Hz부터 1,250 Hz까지는 특성곡선이 거의 평탄하며 1,250 Hz부터 10 KHz까지는 약간의 굴곡이 있는 특성곡선으로 나타났다. 그러나 마이크론과 음성음원 사이의 거리가 5 cm인 경우는 근접효과가 확연히 나타남을 보여주고 있다. (그림 7 참조) 지향성 마이크론인 마이크론 M3의 주파수 응답특성을 살펴보면 30 Hz부터 125 Hz까지는 점진적으로 증가하고, 125 Hz부터 1,250 Hz까지는 아주 점진적으로 감소하는 곡선으로 나타나며 1,250 Hz부터 12,500 Hz까지는 약간의 굴곡이 있는 특성곡선으로 나타났다. (그림 8 참조) 무지향성 마이크론M1과 지향성 마이크론M2, M3의 주파수 응답특성을 비교하면 저주파대역의 최대치는 공통적으로 125 Hz에서 나타났고, 다음 125 Hz에서 1,250 Hz까지는 지향성 마이크론M2, M3인 경우 유사한 패턴으로 아주 점진적으로 감소하지만 무지향성 마이크론M1은 거의 수평으로 좋은 특성을 보여주고 있다. 다음 1,250 Hz 이상은 마이크론 M1, M3은 유사한 패턴의 특성곡선을 나타내고 있지만 마이크론M2는 5 KHz에서 피크치가 나타났다. 이러한 실험결과를 보면 사용하고자 하는 어떠한 마이크론이라도 거리에 따른 수음 레벨을 측정하고 이 측정치에 의한 보정데이터를 산출하여 거리변화에 따른 마이크론의 출력 신호를 보정한다면 거리에 관계없이 출력 신호 특성을 일정하게 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

VII. 결 론

일반 마이크론들 중에서 임의로 무지향성 마이크론과 초지향성 마이크론, 단일지향성 마이크론 각 한 개씩을 선정하여, 각 마이크의 거리별 주파수 응답 특성을 1 cm~ 50 cm까지 변화시켜 측정하

였다. 이 결과에 의한 마이크로폰M1, M2, M3의 주파수 응답 특성을 살펴보면 무지향성 마이크로폰M1은 저주파 영역과 중음대역의 음압레벨이 증가함을 확인하였다. 근접거리에서는 중음대역보다 저음대역의 증가량이 훨씬 큰 것으로 나타났다. 그러나 초지향성 마이크로폰M2의 저주파 영역과 중음대역의 음압레벨 증가를 살펴보면 M2와 유사하게 저음대역이 중음대역보다 편차가 크게 나타남을 알 수 있었다. 무지향성 마이크로폰은 저음영역에서 고음영역까지 거리의 변화로 인해 가감된 신호만을 균일하게 보상만 해도 효과적인 결과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 지향성 마이크로폰은 저음영역에서 고음영역까지 거리의 변화로 인해 가감된 신호를 일정한 레벨만 보상만해서는 안 되며, 이를 해결하기 위해서는 사용하는 마이크로폰의 특성에 맞추어 저음대역에서 고음대역까지 일정한 양을 보상한 후 추가로 저음영역을 보상해 주어야 한다. 이러한 근거를 바탕으로 데이터를 입력시켜 실험한 결과 거리 변화에도 저음영역에서 고음영역까지 기준점으로 잡은 10cm의 특성과 ± 3 dB이내의 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구와 관련하여 향후 연구할 분야는 음성음원과 마이크로폰과의 거리를 정확하게 측정하는 방법과, 이를 바탕으로 음성음원과 마이크로폰사이의 거리가 변하여도 실시간으로 저음대역에서 고음대역까지, 기준점으로 설정한 특성에 근접하도록 실시간으로 보상하는 방법의 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 황규창, “근접음장에서 음성의 방사특성에 관한 연구,” 연세대학교 공학대학원 전자공학 석사논문, 2001.

2. 김영식, 조문재, 차일환 “음소를 이용한 한국어의 인식,” *한국음향학회지*, 3권, 2호, 35-45쪽, 1984.
3. 하판봉, 이철희, 방승찬, 안수길, “한국어 연속음인식에 관한 연구,” *한국음향학회지*, 5권, 3호, 28-35쪽, 1986.
4. 김영일, 황영수, 윤대희, 차일환, “음소를 이용한 한국어음성신호의 분석과 인식에 관한 연구,” *한국음향학회지*, 8권, 5호, 70-77쪽, 1989.
5. 김전화, 김민택, 강성훈, “음성품질 주관 평가법,” *한국음향학회지*, 9권, 4호, 97-108쪽, 1990.
6. 김재평, *음향시스템 개론*, 비전21, 2000 음향용어사전 한국음향학회 편.
7. C. M Hariss, *Hanbook of Noise control*, 2nd ed., McGraw-Hill Book Co., pp. 21.6-21.13.

저자 약력

▶ 정 병 철 (Byung-Chul Jeoung)



2004년: 충주대학교 컴퓨터공학과 학사
2010년: 연세대학교 공학대학원 전자공학과 석사
현재: (주) 케빅

▶ 최 윤 식 (Yoon-Sik Choe)



1979년: 연세대학교 전기공학과 학사
1984년: Case Western Reserve University, 시스템공학과 석사
1987년: 펜실베이니아 주립대학교 전기 및 컴퓨터 공학과 석사
1990년: 퍼듀대학교 전기 및 컴퓨터 공학과 박사
1993년~현재: 연세대학교 전기전자공학부 교수
2009년~현재: 지식경제부 지정 차세대 DTV 방송 기술연구 센터장