

Neville 보간법을 이용한 음상정위 효과의 개선

*서보국, 한의환, 차형태

승실대학교 정보통신전자공학부

e-mail : sbk8941@ssu.ac.kr, ehhan@mms.ssu.ac.kr, hcha@ssu.ac.kr

Improvement of sound localization effect using a Neville interpolation

* Bo-Kug SEO, Eui-Hwan Han, Hyung-Tai Cha

School of Electronic Engineering

Soongsil University

요약

입의 위치에서 음상을 정위하는 기초적인 방법으로, 각각의 고도각과 방위각에서 측정된 머리전달함수(HRTF : Head Related transfer Function) 원음에 convolution하는 기법이 사용된다. 하지만 더미헤드를 통해 측정된 HRTF는 사용자에 따라 정위감을 저하시킬 수 있다. 또한 좌표로 표현되는 영상과는 달리, 소리는 들려오는 방향을 정확한 좌표로 표현하기가 힘들다. 이에 본 논문은 HRTF를 사용하여 음상을 정위하는 경우의 정위감 개선에 대한 방법을 제안한다. 정위감 개선을 위해 Neville 보간법을 통해 HRTF를 그룹화하는 방법에 대해 연구하였으며, 생성된 HRTF를 음상 정위에 사용하고 청감 평가를 통해 성능을 확인하였다.

I. 서론

최근 입체음향에 대한 관심이 높아지면서 다채널 입체음향 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다채널 입체음향을 생성하는 방법으로는 2대의 스피커를 사용하는 바이노럴(binaural) 타입 방식과 여러 대의 스피커를 사용하는 서라운드(surround) 타입 방식이 있다.

바이노럴 방식으로 구현하기 위해서는, 3차원 공간의 특정 위치에 음원을 정위하는 음상정위가 필수적이다. 음상정위는 원음과 머리전달함수(Head Related Transfer Function : HRTF)와의 바이노럴 필터링을 통해 구현할 수 있다[1].

하지만, 공개되어있는 HRTF는 대부분 더미헤드를 통해 측정된 값이다. 그러므로 음상정위에 있어 개개인에게 모두 최상의 정위감을 제공할 수가 없다.[2]. 또한 좌표를 갖고 표현되어 시각적으로 그 위치를 정확하게 인지할 수 있는 영상과는 달리, 소리는 청각을 통해 그 방향성을 인지하게 되며 영상과 같이 정확한 위치의 확인은 어렵다.

이러한 단점들을 보완하기 위해, 음원을 정위하려는 위치 주변의 HRTF를 Neville 보간법을 이용하여 그룹화 하였다. 본 논문에서는 Neville 보간법을 이용하여 생성된 HRTF를 이용하여 음상정위 효과를 개선하였다.

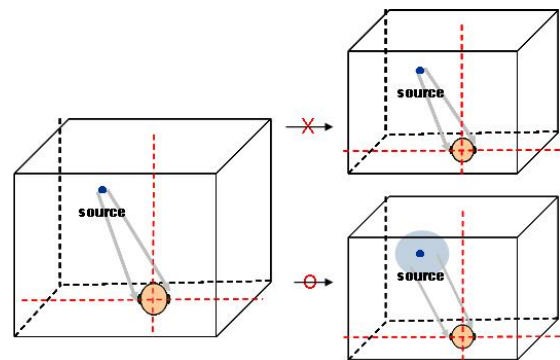
II. 기존의 알고리즘

청취자가 음원에 대한 방향을 지각 할 수 있는 것은 두 귀에 입사하는 두 신호의 세기차(IID: Interaural Intensity Difference)와 시간차(ITD: Interaural Time Difference) 그리고 스펙트럼차(ISD:

Interaural Spectrum Difference)가 발생하기 때문이다[3].

위와 같은 특성을 가지고 있는 것이 HRTF(Head Related Impulse Response)이다. HRTF는 인간의 청각 기관을 모델링한 더미헤드를 사용하여 좌우 양쪽의 임펄스 응답인 HRIR(Head Related Impulse Response)의 형태로 제공된다[4]. 본 논문에서는 MIT Media Lab에서 KERMA 더미 헤드를 이용하여 측정된 HRTF DB를 사용하였다.

HRTF를 사용하면 방향지각의 주요소인 IID나 ITD 등의 정보를 얻을 수 있다. 하지만 청취자의 HRTF가 아닌 더미헤드에서 측정된 HRTF를 사용하기 때문에 자신에게 맞는 정확한 정보를 제공받지 못하여 정위감이 저하된다. 또한 좌표로 표현되어 시각적으로 그 위치를 정확하게 확인할 수 있는 영상과 달리, 소리는 음원의 발생 위치를 대략적으로 인지 할 수 있지만 정확한 위치를 판별하기는 어렵다.



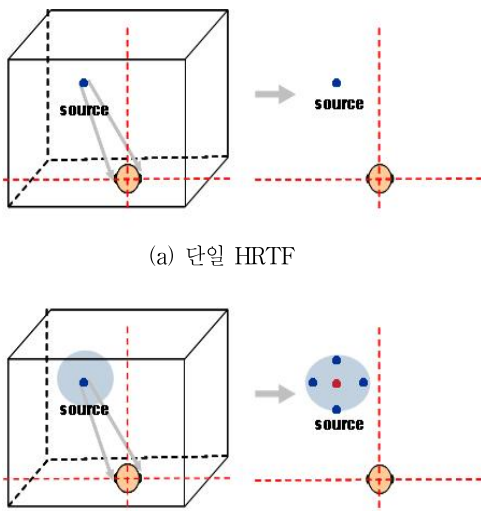
(a) 음원의 발생 (b) 음원의 인지

그림 1. 음원의 방향 인지

비개인화 된 HRTF를 이용함으로써 발생하는 문제점과, 사람의 소리의 인지특성을 고려하여 음상의 정위감을 개선하기 위해, 본 논문에서는 Neville 보간법을 통해 HRTF를 그룹화하는 방법에 대하여 연구한다.

III. 제안하는 알고리즘

본 논문에서는 기준 위치 주변의 HRTF를 Neville 보간법을 통해 그룹화 하여 생성된 HRTF를 이용하여 음상 정위 효과를 개선 한다.



(a) 단일 HRTF
(b) 기준 HRTF와 주변의 HRTF를 합성
그림 2. HRTF 그룹화의 기본 개념

고도 50°, 좌측 방위 48°의 HRTF(L50e048a)을 기준으로 하였을 때, 기준 HRTF와 양 옆, 그리고 위 아래에 위치하는 HRTF간의 Neville 보간법을 통하여 새로운 HRTF를 생성한다. Neville 보간법은 Aitken 보간법과 함께 반복 선형 보간법의 대표적인 방법으로, 다음 단계의 선형 보간식을 현 단계와 인접한 두 점의 값에서 구해 나가는 방법이다. 아래 식 (1)은 Neville 보간법의 일반적인 공식이다.

$$P_{i,0}(x) = f(x_i) = y_i$$

$$P_{i,j}(x) = \frac{(x_i - x)}{(x_i - x_{i-1})} P_{i-1,j-1}(x) + \frac{(x - x_{i-1})}{(x_i - x_{j-1})} P_{i,j-1}(x) \quad (1)$$

음상을 정위하려는 위치의 HRTF를 Neville 보간법의 최초 단계라 가정하고, 상하 위치하는 HRTF와, 좌우에 위치하는 HRTF를 Neville에 적용한다. 기준이 되는 HRTF 주변의 HRTF들을 보간법을 통하여 생성된 새로운 HRTF를 음상 정위에 사용하여 음상 정위 효과를 개선한다.

또한, 제안하는 방법의 음상 정위 개선 효과의 확인을 위해 기준이 되는 HRTF를 L50e048a뿐만 아니라, R20e070a, L20e070a, R50e048a, 그리고 그에 대응하는 혼돈원추 상의 HRTF인 L50e136a, R20e110a,

L20e110a, R50e136a에 대해서도 위와 같은 방법을 적용하여 청감 테스트를 실시한다.

IV. 결론

제안한 방법으로 생성한 HRTF와 평균을 이용한 방법, 그리고 단일 HRTF를 이용하여 정위한 음상간의 정위감 비교를 위해 비전문가 10명을 대상으로 청감 테스트를 하였다. 메신저 프로그램인 네이트온 로그인 효과음을 사용하였으며, Logitech Speaker System Z520 스피커를 사용하였다. 공정성향 실험을 위해 음상 정위에 사용되는 HRTF의 생성 방법은 공지하지 않았으며, 각 음원의 재생 순서는 랜덤하게 하였다. 각각의 음원을 들려준 후 정위감이 가장 좋은 음원을 선택하도록 하였다. 단, 정위감 개선에 관한 실험이므로 음질은 평가 대상에서 제외하였다.

기준 HRTF \ 그룹화 방법	단일 HRTF	HRTF의 평균	Neville 보간법	판단불가
L50e048a	x	2	6	2
L20e070a	x	3	7	x
R50e048a	x	2	7	1
R20e070a	x	2	8	x

표 1. 청감 평가 결과

청감 평가를 통해 Neville 보간법을 이용하여 HRTF를 그룹화하여 음상 정위에 사용하는 것이 HRTF와 원음을 컨벌루션하는 기본적인 방법에 비해 정위감을 개선 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 본 논문에서와 같이 Neville 보간법을 이용하여 HRTF를 그룹화한 결과가, HRTF의 평균값을 이용하는 경우보다 정위감이 개선됨을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 음상의 정위감 효과 개선을 위해 Neville 보간법을 이용한 새로운 HRTF의 생성에 관한 연구를 제안하였다. 제안한 방법을 이용하여 음상을 정위하였을 때, 음상의 정위감 효과가 개선됨을 청감평가를 통하여 확인하였다.

참고문헌

- [1]. 명현, 김기홍, 김기호, 김용완, 김현빈, 김풍민, "입체음향 생성에 있어서 자연스러운 이동음 효과의 구현", 정보과학회, 제 28권, 제 10호, 2001.
- [2]. 김혜영, "확장된 음향적 시차 모델을 이용한 음상 거리정위의 모델화", 한국음향학회지, 제 23권, 제 1호, 2003.
- [3]. 홍진우, 최범석, "입체음향(3D 오디오) 기술과 원리", 방송공학회지, 제 6권.
- [4]. 서보국, 차형태, "머리전달함수의 그룹화를 이용한 가상 스피커의 정위감 개선", 한국 처지 및 지능시스템 학회 2006. Vol16. NO.7