

자연스러운 이동음 효과를 위한 머리전달함수 개선

*이정경, 서보국, 차형태
송실대학교 정보통신전자공학부

e-mail : jk628@mms.ssu.ac.kr, sbk8941@mms.ssu.ac.kr, hcha@ssu.ac.kr

HRTF Improvement of Smooth Moving Sound Effect

*Jung-Kyoung Lee, Bo-Kug Seo, Hyung-Tai Cha
School of Electronic Engineering, SoongSil University

Abstract

In this paper, we propose the method of generating smooth moving sound in a two-channel based 3D sound technique. HRTF is generally used to make the moving sound effect in frequency domain. But, the moving sound using the interpolation has many problems to be resolved as there are only discrete measured point of HRTF database. Therefore, HRTF of the moving sound channel makes effective moving sound by the improved grouping. Informal listening tests show that the proposed improves the effective moving sound much better than the conventional methods.

I. 서론

입체음향이란 음원이 존재하는 공간에 직접 위치하지 않은 청취자가 재생된 음향을 들었을 때 음향으로부터 공간적 인식, 즉 방향감, 거리감 및 공간감을 인지할 수 있는 음향을 의미한다[1]. 입체음향을 구현하기 위해 필요한 입체음상정위 기술 중 3차원 상에서 궤적을 따라 음원이 움직이는 이동음 효과가 다채널 입체음향을 2채널로 구현하기 위해서 필수적이다.

이동음 효과 구현을 위해 기존의 방법은 주로 주파수 및 시간 영역에서 HRTF의 보간을 이용하여 왔으나 클릭음 발생 및 보간 특성의 변화 등의 문제점이 있었다. 또한 더미헤드를 통해 측정된 HRTF는 비개인화 된 값이므로 이동음 구현에 있어서 개개인에게 모두 최상의 이동음을 제공하는 것이 힘들다는 단점이

있다[2]. 따라서 본 논문에서는 이러한 단점들을 보완하여 보다 자연스러운 이동음 효과의 구현을 위해 HRTF를 그룹화하는 방법을 사용하였다.

II. 입체음향 생성

2.1 HRTF(Head Related Transfer Function)

인간의 청각 시스템에서 3차원 공간상의 음원의 위치를 지각할 수 있는 주된 요인인 오른쪽 귀와 왼쪽 귀에 들어오는 두 소리의 세기차(IID: Interaural Intensity Difference)와 시간차(ITD: Interaural Time Difference) 및 스펙트럼차(ISD: Interaural Spectrum Difference)와 같은 특성을 포괄적으로 가지고 있는 것을 HRTF(Head Related Impulse Response) 한다. 즉 HRTF는 공간에 정위된 음원으로부터 사람의 귀로 전달되는 음향적 과정을 나타낸다.

본 논문에서는 MIT Media Lab.에서 KEMAR 더미헤드를 사용해서 측정된 HRTF DB를 사용하였다.

2.2 입체음상 정위

본 논문에서 다루는 HRTF를 이용한 이동음 효과 구현은 음원이 이동하는 이동음의 경우 소리가 이동하는 궤적 상에 해당하는 HRTF들을 음원과 연속적으로 컨벌루션을 수행함으로써 얻을 수 있다. 궤적 상에 존재하는 불연속 공간의 HRTF는 인접한 HRTF간의 보간을 통해서 구한다.

그러나 위와 같이 구현된 이동음 효과는 HRTF 필터링에 있어서 HRTF의 필터 계수가 바뀌게 되는 경계 부분에서 출력신호의 크기가 급격히 변함으로써 클릭음이 발생되는 문제점이 있다. 또한 HRTF가 연속적이

지 않고 유한한 점에서 측정되었기 때문에 임의의 위치의 HRTF를 얻기 위해서는 보간이 필요하다. 음원의 이동 속도에 맞는 시간 간격으로 궤적 상의 HRTF를 설정하고 중간 HRTF는 큐빅 보간을 통해 얻어낸다.

하지만 이동음이 빠르게 이동하는 경우 사용하는 HRTF 간의 거리가 멀어지게 되는 단점이 있으므로 본 논문에서는 이러한 단점과, 비 개인화된 측정값인 HRTF를 사용함으로써 발생하는 이동음의 정위감 한계를 보완하기 위해 HRTF 그룹화를 사용한다.

III. 제안한 알고리즘

3.1 머리전달함수(HRTF)의 그룹화

본 논문에서는 HRTF를 그룹화 하여 생성된 새로운 HRTF를 사용한다. 새로운 HRTF를 얻기 위한 그룹화 작업은 고도 20°, 방위 70° 방향의 HRTF(L20e070a)를 기준으로 한다. 그리고 주변의 HRTF 8개를 선택하여 주변 HRTF 개수 2개, 3개, 4개, 5개, 9개의 경우에서 각각의 평균을 취하여 새로운 HRTF를 생성한다. 사용한 HRTF는 표 1과 같다.

표 1. 그룹화를 위해 사용하는 HRTF

| | | |
|----------|----------|----------|
| L20e075a | L20e065a | L20e070a |
| L30e066a | L30e066a | L30e072a |
| L10e065a | L10e070a | L10e075a |

그 후에 기준이 되는 HRTF와 주변의 HRTF를 그룹화 하여 이동음 효과의 개선을 위한 최적의 HRTF 개수, 그룹화의 방향 등을 찾는다.

3.2 그룹화 된 HRTF를 이용한 이동음 구현

제안한 HRTF의 그룹화 방법으로 생성된 새로운 HRTF를 사용하여 보간을 수행함으로써 이동음을 구현한다. 음원이 청취자 기준 왼쪽 고도 50°, 방위 48°에서부터, 오른쪽 고도 50°, 방위 48°로 이동한다고 가정한다. 고도 40°, 50°, 60°의 HRTF를 사용하여 그룹화를 하며, 그림 1에서와 같이 HRTF 3개를 그룹화하여 보간을 위한 새로운 HRTF를 생성한다. 얻은 HRTF를 큐빅 보간(cubic spline)을 이용하여 이동음을 구현한다.

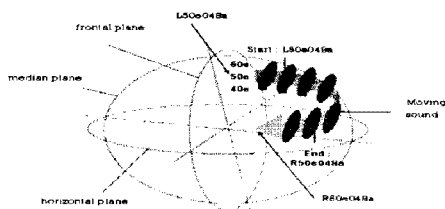


그림 1. 궤적상의 HRTF 그룹화

IV. 청감 평가 실험

청감 테스트는 메신저 프로그램의 일종인 네이트온의 로그인 효과음을 원음으로 오디오 전문분야에 종사하지 않는 남녀 10명을 대상으로 실시하였다.

표 2는 HRTF를 그룹화 하여 사용한 경우와 단일 HRTF를 사용한 경우, 위치감이 높게 평가된 결과이다. 테스트 결과 HRTF를 그룹화하여 사용하는 것이 단일 HRTF를 사용하는 것보다 정확한 위치음 효과가 구현됨을 알 수 있다.

표 2. 그룹화 된 HRTF 청감 평가 결과 (단위: 명)

| 그룹화수 \ HRTF | Single | 2 | 3 | 4 | 5 | 9 |
|-------------|--------|---|---|---|---|---|
| L20e070a | 0 | 1 | 8 | 1 | 0 | 0 |

표 3은 위의 결과를 바탕으로 단일 HRTF를 사용한 경우와 그룹화된 HRTF를 사용한 경우 발생한 이동음 중, 더 자연스러운 이동음을 선택한 결과이다. 그룹화된 HRTF를 사용하여 보간하는 것이 단일 HRTF를 사용하여 보간하는 것보다 이동음 효과가 개선됨을 알 수 있다.

표 3. 단일 HRTF와 그룹화된 HRTF를 사용한 경우의 이동음 효과 비교 (단위: 명)

| | Grouped HRTF | Single HRTF | 구분불가 |
|--------|--------------|-------------|------|
| select | 9 | 0 | 1 |

V. 결론

HRTF를 그룹화하는 방법을 통해 보다 나은 이동음 구현을 제안하였다. 음원의 이동 궤적 주변의 HRTF들을 그룹화하여 생성된 새로운 HRTF를 사용하여 보간을 수행함으로써 이동음을 생성하고 큐빅 보간법을 사용하여 보간 시 HRTF가 바뀌는 경계면에 음의 보간을 시켰다. 생성된 이동음과 단일 HRTF를 사용하여 구현한 이동음을 청감 테스트를 통해 비교한 결과 그룹화된 HRTF를 사용하는 경우가 단일 HRTF를 사용하는 경우보다 더 자연스럽게 부드러운 이동음이 구현됨을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 이정경, 구교식, 차형태, "효과적인 3D 음장 확장을 위한 오디오 신호 개선에 관한 연구", 한국 음향학회 논문지, 제25권, 제2(s)호, 2006