한국소음진동공학회 2013년 추계학술대회논문집, pp. 833~835

3 차원 가상음 재생 연구를 위한 동적 음원 인지 단서 분석

Dynamic sound localization cue analysis for 3D virtual sound rendering

양훈민† · 박영진* · 박윤식*

Hunmin Yang, Youngjin Park and Youn-sik Park

1. 서 론

멀티미디어 컨텐츠가 2차원에서 3차원으로 진보하고 있고, 멀티미디어 산업의 진보에 발맞추어서 3D TV, 3D 극장 등 3차원 멀티미디어 재생 관련 제품 및 기술들이 계속해서 개발되어 시장에 나오고 있는 실정이다. 이러한 흐름에 발맞추어서, 3차원 음원을 재생하는 것은 필수불가결한 기술이 되었다. 3차원 음원을 구현하는 방법으로는 헤드폰 기반 방법과 스피커 기반 방법이 있다. 헤드폰 기반으로 Morimoto[1] 등은 정중면의 머리전달함수와 양이간 차이를 이용하여 3차원의 음상을 재현하였다. 스피커 기반으로 Lee[2] 등은 두개의 서라운드 스피커와 하나의 앞쪽 스피커를 사용해서 VBAP(Vector Based Amplitude Panning) 기법과 디지털 필터를 적용하여 3차원의 음상을 재현하였다. 또한 앞쪽 스피커만을 사용할 경우에는 충분한 고도감 효과를 갖는 3차원 음상 재현이 불가능함을 청감 평가 결과를 통해서 입증하였다. 마지막으로 Jo[3] 등은 정중면에서 효과적인 고도감 구현을 위해서는 청자의 머리움직임에 대한 동적 음원 인지 단서의 고려가 필요함을 제안하였다. 특히 청자의 머리 끄덕임(Head tipping)에 대한 동적 스펙트럼 단서(Dynamic spectral cue)의 변화가 최소화되어 있을 때 효과적인 고도감 구현이 가능함을 제안하였다.

본 연구는 3차원 가상음 재생 연구에서 중요한 동적 음원 인지 단서 중 하나인 동적 스펙트럼 단서를 다양한 스피커 배치와 기존의 관례적 배치들(Conventional layouts)에 대해서 분석하는 것을 목적으로 한다. 또한 기존에 수행된 청감 평가 결과들과 비교하여 분석의 타당성을 검증하도록 한다.

† 교신저자; KAIST 기계공학과
E-mail : beachmind@kaist.ac.kr
Tel : 042-350-3060, Fax : 042-350-8220
* KAIST 기계공학과

2. 동적 음원 인지 단서 분석

2.1 스피커 위치에 따른 일반적 분석

수평면 상에서 스피커의 위치를 변화시키면서 청자의 머리 움직임에 대한 동적 음원 인지 단서 분석을 수행하였다. 모의 실험을 위해서 CIPIC 머리전달함수 데이터베이스의 케마(Kemar) 더미 헤드 데이터를 사용하였다. 스피커의 위치를 설명하기 위해서 Figure 1에 좌표계를 정의하였다. 청자는 좌표계의 중앙(O)에 위치하고 $+y$ 방향이 청자의 앞쪽, $+x$ 방향이 청자의 오른쪽을 의미한다. 스피커는 청자와 $R=2m$ 떨어진 위치에 y 축 기준으로 수평각도 $\pm\theta$ 를 갖고 좌우대칭의 위치에 존재한다. 수평각도 θ 를 변화시키면서 동적 음원 인지 단서를 분석한 결과를 Figure 2에 첨부하였다.

스피커의 위치를 변화시키면서 동적 음원 인지 단서를 분석한 결과를 정리하자면, 스피커가 청자의 양 옆쪽($\theta=\pm 90°$)에 존재하는 경우를 제외하고는 모두 청자의 머리 움직임에 대한 동적 음원 인지 단서의 변화가 다소 크게 존재함을 확인하였다. 스피커가 청자의 양 옆쪽에 존재하는 경우는 헤드폰 시스템과 서라운드 스피커의 일반적인 경우라고 할 수 있다.

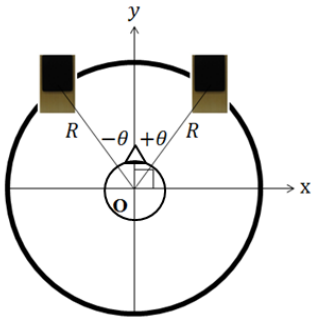

Figure 1. Coordinate definition for speaker arrangements in the ear-level horizontal plane

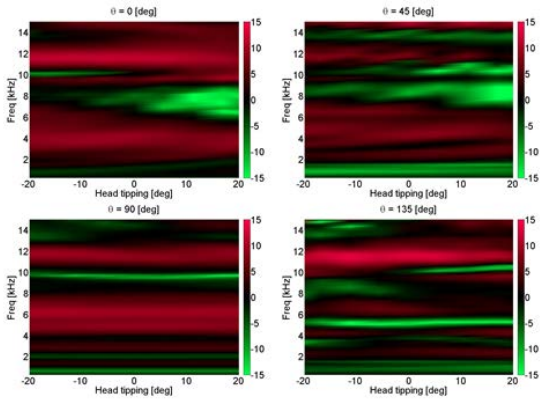

Figure 2. Dynamic spectral cue analysis changing the speaker locations, especially azimuth angle $\theta = 0, 45, 90, 135°$

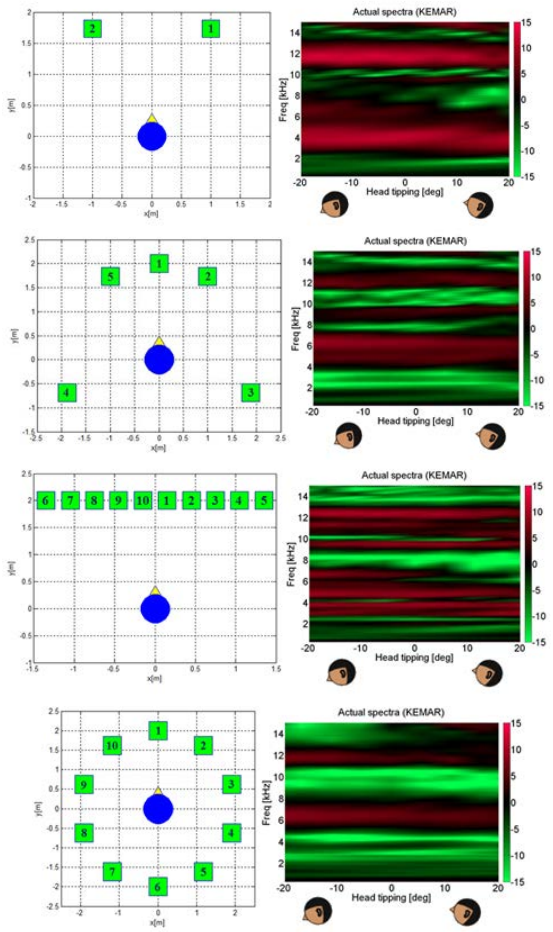

Figure 3. Dynamic spectral cue analysis of conventional speaker layouts: 2Ch front, 5.1Ch surround w/o woofer, 10Ch line array, 10Ch circular array.

2.2 기존의 관례적 배치들에 대한 분석

기존의 다양한 관례적 스피커 배치들에 대해서 동적 음원 인지 단서 분석을 수행하였다. 모의 실험은 2.1절의 방법과 동일하며 2채널 프론트, 우퍼를 제외한 5.1채널 서라운드, 10채널 라인 어레이, 10채널 원형 어레이 총 4개의 관례적 배치들에 대해서 분석을 수행하였다(Figure 3).

2채널 프론트와 10채널 라인 어레이의 경우에는 동적 음원 인지 단서의 변화가 다소 크게 나타났고 5.1채널 서라운드와 10채널 원형 어레이의 경우에는 동적 음원 인지 단서의 변화가 작게 나타났다. 2.1절에서 청자의 양 옆쪽에 스피커가 위치할 경우에 청자의 머리움직임에 대한 동적 음원 인지 단서의 변화가 작게 나타나는 결과에 비추어 볼 때, 서라운드 스피커는 동적 음원 인지 단서의 변화를 작게 하는 역할을 하는 것을 유추할 수 있다. 그리고 이렇게 동적 음원 인지 단서의 변화가 최소화된 시스템을 통해서 3차원 가상음 재생이 가능하다는 것을 선행 연구된 청감 평가 결과들을 통해서 확인할 수 있다[(2)(4)(5)]. 분석한 관례적 배치들 중 3차원 가상음 재생이 가능한 시스템으로는 5.1채널 서라운드와 10채널 원형 어레이 시스템이 있다. 결과를 요약정리 하여서 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Summary of dynamic spectral cue analysis

	Existence of surround speakers	Change of dynamic spectral cue	3D sound rendering
2Ch front	No	Big	No[(2)]
5.1Ch surround	Yes	Small	Yes[(2)]
10Ch line	No	Big	No[(4)]
10Ch circular	Yes	Small	Yes[(5)]

3. 결 론

본 연구는 3차원 가상음 재생 연구에서 중요하게 언급된 동적 음원 인지 단서를 다양한 스피커 배치와 기존의 관례적 스피커 배치들에 대해서 분석하였다. 또한 선행 연구된 청감 평가 결과들과의 비교 분석 결과, 실제로 동적 음원 인지 단서의 변화가 작은 시스템들에 대해서 3차원 가상음 재생이 가능함을 확인하였다. 기존의 관례적 스피커 배치들 중 동적 음원 인지 단서 분석 결과 3차원 가상음 재생이 가능한 시스템으로는 5.1채널 서라운드 스피커 시스템과 10채널 원형 어레이 스피커 시스템이 있었다.

후 기

이 논문은 정부(지식경제부)의 재원으로 산업융합기반구축사업의 지원(No. 10037244) 및 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2012-0000975).

참 고 논 문

(1) Morimoto, M. Itho, M. Lida, K. (2002) “3-D sound image localization by interaural differences and the median plane HRTF,” ICAD, Kyoto, Japan.

(2) Lee, K. Son, C. Kim, D. (2010) “Immersive virtual sound beyond 5.1 channel audio,” 128th AES, London, UK.

(3) Jo, H. (2011) “Method of generating 3 Dimensional sounds for elevation perception,” Doctoral thesis.

(4) Lopez, J. Cobos, M. Pueo, B. (2009) “Rear and side reproduction of elevated sources in wave-field synthesis,” EUSIPCO, Glasgow, Scotland.

(5) Yang, H. (2013) “3D sound rendering using circular array speaker layout,” Internal presentation.