

## 여러 대의 스마트폰을 이용한 입체 음향 시스템

\*명창호 유병현 박한별 권용업 노영주 정수지 김기준 박호중

광운대학교

\*vhffltm61@naver.com

### 3D Sound System by Multiple Smart Phones

\*Myeong, Chang-Ho Yoo, Byeong-Hyeon Park, Han-Byeol Kwon, Yong-Up

Noh, Young-Joo Chung, Su-Jee Kim, Ki-Jun Park, Ho-Chong

Kwangwoon University

### 요약

본 논문에서는 여러 대의 스마트폰을 이용한 입체 음향 시스템에 대하여 제안한다. 기존의 스마트폰을 이용한 입체음향 시스템은 같은 음원을 여러 기기에서 재생하는 방식이기 때문에 품질 높은 입체감을 제공하기 어렵다. 이를 해결하기 위하여 본 논문에서는 기기 별로 서로 다른 음원을 재생하는 방법을 제안한다. 또한, 패닝 기법을 사용하여 가상 음원을 생성하는 방법을 제안한다. 제안한 방법을 사용하면 기존의 방법보다 우수한 입체감을 제공할 수 있으며, 청취자의 설정에 따라 자유롭게 새로운 느낌의 음악을 재생할 수 있다.

### 1. 서론

멀티미디어가 발전함에 따라 청취자들의 입체 음향 시스템에 대한 관심이 높아지고 있으며 다채널 스피커를 이용한 입체 음향 시스템이 보급되고 있다[1]. 최근에는 휴대용 기기의 발전에 따라 스피커가 아닌 스마트폰을 이용한 입체 음향 시스템이 제공되고 있다. 그러나 기존의 스마트폰을 이용한 입체 음향 시스템에서는 스마트폰의 위치를 고려하지 않고 모든 스마트폰에서 원본 음원을 그대로 재생하기 때문에 우수한 입체감을 제공하기 어렵다. 또한, 청취자가 조정할 수 있는 매개변수(parameter)가 한정적이기 때문에 청취자가 원하는 음향 효과를 제공하기 어렵다.

본 논문에서는 기존 스마트폰을 이용한 입체 음향 시스템의 문제점을 해결하기 위하여 하나의 노래를 구성하는 보컬(Vocal)과 악기들의 독립적인 음원을 사용하여, 각각의 음원을 개별적으로 제어하여 재생하는 방법을 제안한다. 음원들은 녹음 환경에서 각각의 독립적인 위치와 크기를 가지므로 각각의 스피커가 독립된 악기를 재생하면 실제로 악기가 연주되는 환경과 유사한 환경을 재현할 수 있다. 또한, 청취자가 음원의 위치를 조정할 수 있도록 패닝 기법을 적용한 음원 제어 방법을 제안한다. 제안한 방법은 음원을 개별적으로 제어하기 때문에 청취자가 원하는 위치에 각각의 음상을 배치할 수 있다. 따라서 기존의 방법보다 우수한 입체감을 제공할 수 있으며, 청취자의 설정에 따라 원본과 다른 새로운 느낌의 음악을 재생하여 새로운 청취 경험을 제공한다. 또한, 기존의 스마트폰을 여러 개 이용함으로써 더 재미있고 다양한 효과가 가능하며, 이를 통해 새로운 음향 콘텐츠 제작도 가능하다.

### 2. 제안하는 입체 음향 시스템

그림 1은 본 논문에서 제안하는 입체 음향 시스템의 전체 구조를 나타낸다. 제안한 입체 음향 시스템을 구현하기 위하여 다수의 스마트폰이 사용된다. 그중 하나는 청취자가 직접 음원을 제어하기 위한 마스터 기기로 사용되며 나머지 기기들은 마스터 기기에서 매개변수를 전달받아 음원을 재생하는 스피커 기기로 사용된다. 마스터 기기와 스피커 기기는 사용자의 설정에 따라 결정되며, 결정된 스피커 기기는 마스터 기기에 블루투스로 접속한다.

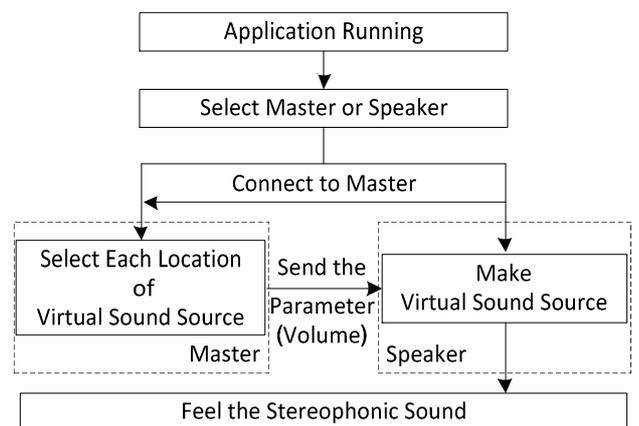


그림 1. 제안하는 방법의 전체 구조

Fig. 1. Overall structure of the proposed method

마스터 기기는 각각의 스피커 기기에 접속된 순서에 따라 고유 ID 를 부여한다. 그림 2는 모든 기기가 접속되었을 때 청취자가 마스터 기 기에서 사용자 인터페이스를 조작하여 상황에 따라 서로 다른 매개변수 를 블루투스를 통해 스피커 기기로 전송하는 것을 도식화한 것이다. 제 안하는 방법의 매개변수 전송 구조는 다음과 같다. 청취자가 음상의 위 치와 스피커 기기의 위치를 설정하면 마스터 기기는 청취자와 스피커 간의 각도와 청취자가 원하는 가상음원의 위치를 이용하여 패닝 계수 (panning gain)를 계산한다. 또한 마스터 기기는 패닝 계수와 스피커 의 고유 ID를 문자열로 합하여 블루투스를 통해 스피커 기기로 전송한 다. 문자열을 전송받은 스피커 기기들은 전송된 문자열을 읽고, 각 기기 의 ID에 맞는 매개변수에 따라 음원의 음량을 조절하여 청취자가 원하 는 위치에 음상을 정위시킨다.

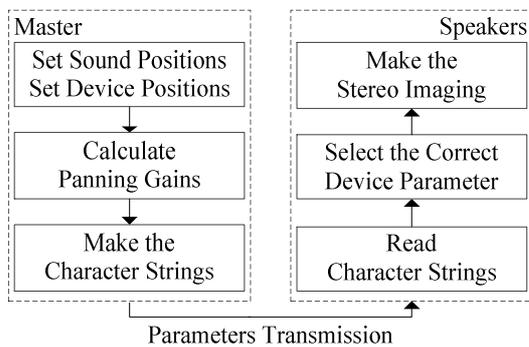


그림 2. 제안하는 방법의 매개변수 전송 구조

Fig. 2. Parameter transmission procedure of the proposed method

각각의 스피커 기기들은 모든 음원을 전부 보유하고 있으며, 마스터 기기로부터 재생 매개변수를 전달받으면 모든 음원을 재생한다. 이때 고유 ID에 해당하는 음원을 제외한 나머지 음원의 음량을 0으로 설정하 면 청취자는 스피커 기기 하나당 한 개의 음원이 재생되고 있는 것처럼 느끼게 된다. 이와 같은 방법으로 음상의 위치를 스피커 기기들이 위치 한 공간 내에서 쉽게 변경할 수 있다. 그러나 음원의 음량을 조절하는 방법 에 따라서 청취자가 느끼는 음원의 위치를 스피커 기기 이외의 공 간으로 조절할 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 패닝 기법을 사용하여 음원의 위치를 조정하는 방법을 제안한다.

패닝 기법[2, 3, 4]은 모노 신호에 각기 다른 패닝 계수를 곱하여 스 테레오 신호를 생성하는 기법이다. 이때 곱해지는 패닝 계수에 따라 청 취자가 느끼는 가상 음원의 위치가 달라지며, 패닝 계수를 통해 만들어 진 스테레오 신호는 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} X_L &= a_L M \\ X_R &= a_R M \end{aligned} \quad (1)$$

여기서  $a_L, a_R$ 은 패닝 계수를 말하며  $M$ 은 모노 신호를 말한다. 패닝 계 수를 구하는 여러 가지 방식 중에서 본 논문에서는 스피커에서 귀까지 의 전파경로를 근사화한 탄젠트 법칙 방식을 사용한다[5]. 탄젠트 법칙 방식은 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\frac{\tan \phi}{\tan \phi_0} = \frac{a_L - a_R}{a_L + a_R} \quad (2)$$

여기서  $\phi_0$ 는 청취자를 중심으로 두 스피커 간의 각도의 1/2이고,  $\phi$  는 청취자가 인지하는 가상음원의 위치이다. 패닝 계수를 적용하는 방 법에 따라 여러 개의 스피커를 통해 가상음원의 위치를 결정할 수 있으 나, 스피커의 개수가 늘어날수록 연산이 복잡해지므로 본 논문에서는 2 개의 스피커를 이용한 패닝 기법을 사용한다. 따라서 마스터 기기에 의 하여 음원의 위치가 결정되면 음원의 위치와 가장 인접한 두 개의 스피 커를 선택하여 해당 음원에 대한 패닝 기법을 적용하고 나머지 기기에 대해서는 음량을 0으로 설정하여 재생한다.

### 3. 제안하는 시스템의 구현

제안하는 입체 음향 시스템을 위하여 총 7대의 스마트폰을 사용하 였으며, 스마트폰의 배치는 그림 3과 같다.  $\phi$ 는 스피커 간의 각도이며 스피커 간의 각도와 스피커의 순서는 자유롭게 설정할 수 있다.

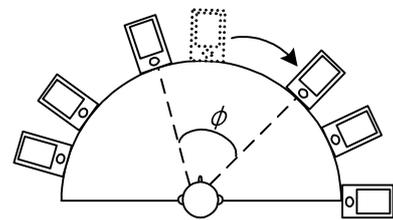


그림 3. 입체 음향 시스템을 위한 스마트폰 환경

Fig. 3. Smart phone environment for the proposed 3D sound system

실제 음상의 위치는 패닝 계수에 의해 결정된다. 실험에 사용된 음 원은 총 6개로, 각각 보컬, 코러스, 신시사이저, 기타, 드럼, 베이스이다. 그림 4는 제안한 방법을 통해 구현된 스마트폰 어플리케이션의 사용 자 인터페이스를 나타낸다. (a)는 마스터 또는 스피커를 선택하는 화면이 고 (b)는 마스터 화면을 나타낸다. (c)는 스마트폰들을 배치하여 작동하 고 있는 모습을 나타낸다. 어플리케이션의 동작 과정은 다음과 같다. 먼 저 청취자는 스마트폰을 (a) 화면에서 하나의 마스터와 6개의 스피커로 설정한다. 스피커로 설정된 기기는 블루투스를 사용하여 마스터 기기에 접속한다. 마스터로 설정된 스마트폰에서는 그림 (b)와 같은 사용자 인 터페이스가 제공되며 상단에 위치한 6개의 음원을 선택한 후 하단에 위 치한 반원형 막대를 조작하는 방식으로 음상의 위치를 선택할 수 있다. 중앙에 위치한 숫자 버튼은 스피커기기의 번호를 나타내며, 숫자 버튼 을 선택한 후 반원형 막대를 조작하는 방식으로 스피커 기기의 위치를 설정할 수 있다. 스피커로 설정된 각각의 스마트폰은 마스터에서 매개 변수를 전송받아 6개의 음원의 음량을 적절하게 조절하여 청취자가 원 하는 입체 음향을 제공한다.

실제 청취 결과 청취자가 마스터 기기를 조정함에 따라 패닝 계수 가 조절되어 음원이 이동하는 효과를 얻을 수 있었다. 또한, 이러한 이 동 효과로 인해 청취자들은 각각의 음원들이 서로 다른 위치에서 들리 는 입체 음향 효과를 뚜렷하게 느낄 수 있었다.

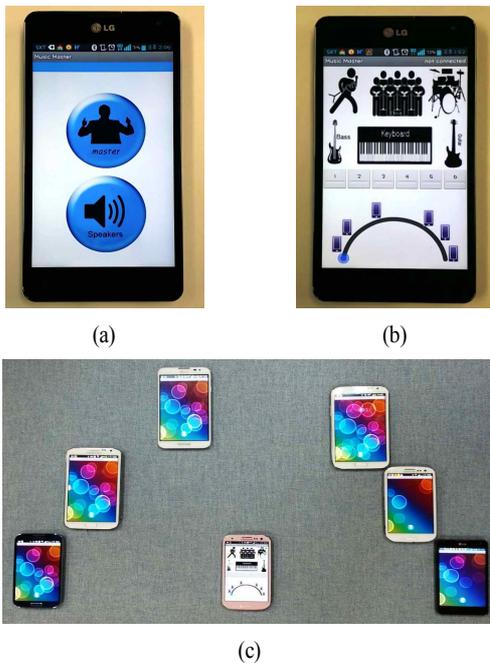


그림 4. 개발한 사용자 인터페이스 (a) 마스터 또는 스피커 선택 화면  
(b) 마스터 화면 (c) 전체 작동 구조  
Fig. 4. The developed user interface (a) Screen to select master or speaker (b) Screen of master (c) The overall operation structure

#### 4. 결론

본 논문에서는 여러 대의 스마트폰을 이용한 입체 음향 시스템에 대하여 제안하였다. 제안한 방법은 먼저 다수의 스마트폰 중에서 한 개의 마스터 기기를 선택하고, 나머지 기기를 스피커 기기로 설정한 다음, 각기 다른 음원을 페닝 기법을 통하여 청취자가 원하는 위치로 정위 시킨다. 제안한 방법을 사용하면 우수한 입체감을 느낄 수 있으며, 청취자가 음원의 위치를 직접 지정하기 때문에 청취자의 취향에 맞게 음악을 감상할 수 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터육성 지원사업(NIPA-2014-H0301-14-1021)의 연구결과와 2014년 제10회 광운대학교 KWIX 연구과제의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

[1] 양시영, 김동형, 정제창, “가상환경용 3차원 입체음향 시스템 개발”, *방송공학회논문지*, 제13권 제5호 통권 제44호 pp. 574-585,

2008.9  
[2] 김용국, 김홍국, “채널 간 크기 차이 파라미터를 이용한 MPEG Surround 다채널 오디오 페닝 기법”, *한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집(추계)*, pp. 225-228, 2008.11  
[3] 현동일, 박영철, 윤대회, “가상 음원 이미징을 위한 향상된 진폭 페닝 기법”, *전자공학회논문지*, 제50권 제3호 pp. 139-145, 2013.3  
[4] 전세윤, 박영철, 이석필, 윤대회, “방향 정보에 따른 가변적인 채널 게인 제어를 통한 다채널 벡터 기반의 사운드 페닝 기술에 관한 연구”, *한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집(하계)*, pp. 1091-1092, 2010.6  
[5] V. Pulkki, “Virtual sound source positioning using vector base amplitude panning”, *J. Audio Eng. Soc.*, vol. 45, no. 6, pp. 456-466, June 1997.