

입체방송을 위한 입체음향 제작기법 연구

(A study on 3-D sound design for 3-D broadcast)

이신렬, 이준수, 성평모
서울대학교 음향공학 연구실
Sin-lyul Lee, Jun-soo Lee, Koeng-Mo Sung
E-mail: sinlyul@acoustics.snu.ac.kr

Abstract

인간이 실제 생활에서 느끼는 입체음향을 녹음해서 재생기를 통해 듣고자하는 시도는 역사적으로 이미 한 세기가 지났으나 아직도 실감 있는 입체음향 녹음 및 재생기법 연구는 계속 진행 중에 있다. 스피커 혹은 헤드폰으로 전후, 좌우, 상하의 모든 방향 및 거리감까지도 재생시킬 수 있는 있어야 진정한 입체음향이라 말할 수 있겠지만 많은 오디오 기기 제조업체들이 홍보효과를 위해 입체음향을 부적절하게 사용함으로써 일반 사용자들은 입체음향에 대해 많이 혼돈하고 있는 실정이다. 정확한 의미로 오늘날 대부분의 오디오 기기를 차지하고 있는 스테레오 사운드는 1차원(좌우 축)사운드라고 말할 수 있으며, 극장 사운드는 2차원(좌우, 전후 축)사운드이며 상용화된 3차원 사운드 제품은 아직 존재하지 않는다고 말할 수 있다. 본 논문에서는 현재 연구 중인 "입체 방송을 위한 입체음향 생성 및 재생 기법" 중 대표적인 바이노럴 기법과 Ambisonic 기법 및 문제점에 대해 알아보았다.

1. 서론

인간은 두 개의 귀로 3차원 공간 즉 전후, 좌우, 상하 방향의 소리의 위치를 파악할 수 있다. 이러한 원리를 응용한 녹음기법이 바로 바이노럴 녹음이다. 바이노럴 녹음은 스테레오 녹음기법에서는 느낄 수 없었던 청취자가 실제 녹음공간에서 듣는 현장감 있는 사운드를 재현해준다. 이러한 장점에도 불구하고 바이노럴 녹음은 정면 음상 정위의 어려움, 머리카락 내 음상 정위, 음질 저하의 문제점으로 현재 크게 상용화되지는 못하고 있다. 바이노럴 녹음상의 문제점은 신호처리를 이용한 바이노럴 합성 기법에서도 그대로 나타나며 일부 3차원 게임 및 가상현실분야에서만 주로 응용되고 있다. 이는 지금까지의 입체음향 생성 기법이 음상 정위 능력을 높이는 연구가 대부분이었으며 음질향상을 위한 연구는 이루어지

지 않았기 때문일 것이다. 오늘날 디지털 신호처리 기술의 발달과 컴퓨터 기술의 발달로 가상현실, 3차원 게임, 시뮬레이터 등에서 입체음향은 필수적인 요소로 부각되고 있으며, 현재 시험 방송 중인 HD TV, 향후 방송예정인 입체 방송에서는 이러한 입체음향에 대한 요구는 더욱 커질 것이다. 이러한 공중파 방송에서의 입체음향의 여파는 오락, 영화, 음반 등 모든 분야로 확대되어질 전망이다. 따라서 입체음향 효과와 더불어 고음질 사운드 구현에 대한 연구가 더욱 요구된다. 본 논문에서는 바이노럴 및 Ambisonic 기법을 이용한 입체음향 제작 기법에 대해 알아보겠다.

2. 바이노럴 기법

2-1. 더미헤드 마이크로폰

바이노럴 녹음은 이론적으로는 자신의 고막 위치에 장착한 무지향성 마이크로폰을 사용하여 녹음한 소리를 헤드폰으로 청취하면 자신이 녹음 현장에 와 있는 착각을 불러일으킬 정도로 현장감 있는 사운드 녹음이 가능하다. 하지만 이는 상업용으로는 적합하지 않기 때문에 표준 머리를 사용하여 대부분 녹음을 하게 되는데 이러한 용도로 만들어진 제품이 더미헤드 녹음기이다. 더미헤드 녹음기의 용도는 바이노럴 녹음뿐만 아니라 측정, 실험 등 다양하며 상반신을 포함한 구조(head & torso simulator)와 머리만 포함한 구조(dummy head)로 구분되기 때문에 자신의 목적에 맞게 신중하게 선택해야 한다.

2-2. 바이노럴 마이크로폰

더미헤드 및 HATS의 녹음에서는 자신의 머리를 사용하여 녹음하는 것이 아니기 때문에 HRTF(머리전달함수)의 개개인의 편차로 실제 인간이 느끼는 현장감 있는 사운드를 완벽하게 재현하기는 힘들며 음상정위 에러 및 음질 저하를 야기한다. 바이노럴 마이크로폰은 입체음향 매니아를 위해서 만들어졌으며 자신의 고막 위치에 마이크로폰을 장착하도록 설계되었다. 마이크로폰은 무지향성이며 특성이 동일한 두 마이크로폰의 선택이 중요하고 마이크로폰 캡슐을 장착하는 기법에 따라 음질 특성이 많이 바뀌므로 개인이 만들기에는 어려운 점이 있다. 현재 시판되고 있는 바이노럴 마이크로폰은 엄밀하게 말하자면 없는 상태이다. Sennheiser에서 MKE-2002라는 모델로 한때 시판되었지만 수요자가 없어 현재 단종되었다.



그림1. 바이노럴 마이크로폰

2-3. DSM 마이크로폰

보통 사람들은 바이노럴 마이크로폰과 DSM 마이크로폰³⁾을 구분하지 않고 사용한다. DSM 마이크로폰 제조회사들이 자기 제품을 바이노럴 마이크로폰이라고 불러서 필자도 처음에는 혼돈하였다. DSM(di-

mensional stereo microphone)은 sonic studios에서 개발한 마이크로폰으로 바이노럴 마이크로폰의 헤드폰 재생 한계를 극복하고 추가적인 신호처리 없이 스피커 재생이 가능하게끔 설계되었다. 바이노럴 마이크로폰이 고막 부근에 마이크로폰을 장착하는 기법이라면 DSM 마이크로폰은 귀 부근에 마이크로폰을 장착하는 기법이다. 바이노럴 마이크로폰은 컷오프 효과를 포함하기 때문에 상하 음상 정위가 가능하다. 하지만 헤드폰 재생용이며 개인에 따른 귀 모양의 편차가 크기 때문에 매니아용으로만 사용된다. 이에 반해 DSM 마이크로폰은 컷오프의 영향을 어느 정도 제거함으로써 개인간의 편차를 제거하였고, 스피커 재생 호환을 가능하게 하였다. 엄밀하게 얘기하자면 진정한 입체음향 녹음기는 아니고 서라운드 사운드 효과를 2채널로 극대화하는 기법이라고 할 수 있다. 이 기법은 녹음이 간편하고 가격도 저렴하여 음악 녹음 및 현장감 있는 사운드를 요구하는 스테레오 및 서라운드 기법에 현재 널리 사용되고 있다.



그림2. Sonic studios DSM 마이크로폰

2-4. Sphere 마이크로폰

오늘날 휴대용 카세트 및 휴대용 CD 플레이어의 등장으로 헤드폰 및 스피커 재생의 호환을 유지할 수 있는 현장감 있는 녹음 기법의 연구가 요구되는 가운데 바이노럴과 스테레오 녹음 기법의 장점을 결합하기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있다. Sphere 마이크로폰⁴⁾은 헤드폰, 스피커 재생을 모두 만족시키기 위하여 Theile에 의해 개발된 스테레오 마이크로폰 시스템이다. 8인치의 딱딱한 구에 무지향성 마이크를 양쪽에 설치하였으며 인간의 머리를 가장 단순하게 모사 하였다. 가격은 상당히 비싼 편이며 입체음향 효과는 떨어지지만 스테레오에서 현장감 있는 사운드를 원하는 녹음의 경우 적합하다. 전후의 이미지를 조절하기 위해 양 지향성 마이크를 무지향성 마이크 위해 덧붙일 수 있는 모델이 출시

되어 사운드 엔지니어가 원하는 형태로의 음장 조절이 가능하다.

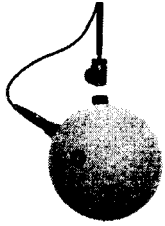


그림3. Sphere 마이크로폰

3. Ambisonic 기법

바이노럴 기법이 입체영상에서 양안 시차를 이용한 스테레오스코픽(stereoscopic) 기법을 이용한다면 Ambisonic 기법은 입체영상에서 홀로그래프 기법과 유사한 면이 있다. 홀로그래프에서는 데이터 량이 많고 촬영도 쉽지 않지만 Ambisonic 기법은 녹음이 쉽고 4 채널 녹음만으로 충분하기 때문에 구현이 어렵지 않다. Ambisonic은 파면 합성 기법을 이용한 녹음 기법이다. 따라서 마이크로폰의 위치에서 녹음한 음을 재생 시 스피커로 그대로 합성해 내는 것으로 바이노럴 기법에서는 더미헤드 귀의 소리를 듣는 것에 반해 Ambisonic은 자신의 귀로 원 음장을 듣기 때문에 보다 현장감 있는 입체음향 재생이 가능하다. Ambisonic 마이크로폰은 한 개의 reference (W: 무지향성 마이크)와 세 개의 pressure gradient 마이크 (X, Y, Z: 양지향성 마이크)를 사용하여 3 차원 음향을 녹음하는 기법으로 point source 기법을 적용하였다. 쉽게 설명하자면 스테레오 녹음 시 무지향성 마이크와 양지향성 마이크를 원 포인트로 녹음하는 M/S 기법을 3개의 양 지향성 마이크를 사용하여 3차원적으로 확장시킨 개념이다. 이러한 녹음을 B-format 녹음이라고 하며 기존 멀티 채널 방식에 비해 음향에 대한 많은 정보를 포함하고 있어 다음과 같은 장점이 있다.

- (1) 완벽한 모노 및 스테레오 호환성.
- (2) 모든 스테레오 지향성 패턴 적용 가능.
- (3) M/S 기법 적용 가능.
- (4) Width, Depth 조절 가능.
- (5) 완벽한 멀티채널 음향 녹음.
- (6) 완벽한 입체음향 녹음 가능

- (7) 스피커 위치 및 개수에 무관
- (8) 계층적 전송 채널 구성(UHJ)

3-1. Ambisonic 마이크로폰

Ambisonic 마이크로폰은 원 포인트 녹음 기법을 응용하였기 때문에 4개의 마이크가 한 지점에 배치되어야 한다. 하지만 실질적으로 이는 불가능하며 보정 회로를 통하여 이를 해결하였는데 이러한 마이크를 sound field microphone^[5]이라고 부른다. 이 마이크의 출력을 A-Format이라고 부르며 우리가 원하는 B-format 신호(W, X, Y, Z)를 얻기 위해서는 엔코더를 거쳐야 한다. 엔코더를 통해 만들어진 B-Format 신호는 4 채널 멀티 트랙 녹음기로 녹음되어질 수 있다. 현재 Ambisonic 마이크는 녹음실용과 야외 녹음용 두 종류가 있다. 아직 세계적으로 Ambisonic 마이크의 수요가 없어 소량 생산되고 있고, 특성이 동일한 마이크를 선택해야 하는 것 때문에 가격이 비싸다는 단점이 있다. 하지만 기존 마이크로폰에서는 흉내 낼 수 없는 음향학적으로 가장 진보된 형태의 마이크로폰으로 향후 다양한 분야에서 적용되리라 생각된다.



그림4. Soundfield 마이크로폰 슈닛



그림5. 현장 녹음용 soundfield 마이크로폰(ST250)

3-2. Encoder

B-format 신호는 기존 스테레오 채널 호환을 위해 영국 BBC에서 개발된 UHJ 인코딩 신호로 2 채널 상의 전송이 가능하며 Dolby pro logic과는 달리 완벽한 B-format 신호 복원이 가능하다. 그리고 마이크로폰 위치의 조절 없이 인코더 상에서 거리 조절이 가능하며, 원하는 사운드를 원격 조절할 수 있고, 녹음 이후 녹음실에서 후처리 작업 시에도 원하는 사운드를 조절할 수 있다. 음폭, 깊이감, 높이감 및 지향 특성 모두를 조절 가능하여 사운드 엔지니어에게 무한한 능력을 부여할 수 있다.

3-3. Decoder

Ambisonic 재생의 특징은 스피커의 개수 및 위치가 정해진 것이 아니라 사용자가 인위적으로 설정해 줄 수 있게 설계되어 있다. 입체를 만들기 위한 가장 간단한 형태인 삼각뿔 형태의 4개 스피커 배치에서부터 이론적으로 무한개 스피커 배치가 가능하다. 스피커 개수가 늘어날수록 sweet spot이 넓어지므로 8 - 12개 스피커로 완벽한 입체음향 재생이 가능하다. Dolby 재생 방식과 Ambisonic 재생 방식의 가장 큰 차이점은 어느 한 방향에서 오는 음을 만들기 위해 Dolby에서는 그 방향 스피커만을 사용하지만 Ambisonic에서는 모든 스피커가 동작하여 원하는 방향의 파면을 만들어 낸다는 데 있다. 이는 간단한 실험을 통해 Dolby 방식의 문제점을 알아볼 수 있는데 Dolby 방식에서 조이스틱 형태의 pan으로 시계방향으로 panning시켰을 때 청취자가 스피커로 pan의 움직임을 따라 시계방향으로 부드러운 소리의 이동을 느끼는 것이 아니라 스피커 사이에서는 불안정하여 스피커 방향 쪽으로 소리가 건너 뛰는 소리를 듣게 된다. 이는 Dolby 방식의 근원적인 문제점으로 정확한 음장 재생이 어려운 가장 큰 이유이다. 다시 한번 강조 하지만 Dolby는 정확한 음장 재생을 위해 만들어진 방식이 아니라 영화에서 청취자에게 자신을 둘러싸는 느낌만을 강조하기 위해 만들어진 방식이다. Ambisonic에서는 모든 스피커가 함께 구동하여 원하는 방향의 파면을 만들기 때문에 정확한 panning이 가능하며 완벽한 입체음향 재생이 가능하고 sweet spot도 Dolby 방식에 비해 훨씬 넓다.



그림6. 5.1채널용 Ambisonic 디코더

4. 결론

현재 신호처리 기술 및 멀티미디어 기술의 발달로 입체음향 기술은 다양한 분야에 적용되고 있으며, 가상현실, 시뮬레이터, 입체방송분야에서는 가장 중요한 핵심요소이다. 따라서 멀티미디어 분야에서 점차 입체음향 기법을 적용시킨 상품들이 개발되고 있으며 그 적용대상도 점차 확대되어가고 있다. 이미 입체음향 자체의 기술은 상당부분 이론적 체계를 갖추었고 다양한 기법들이 소개되고 있으며 상용화된 제품들도 차츰 등장하고 있다. 하지만 이러한 입체음향 자체의 기술적 진보에도 불구하고 입체영상과 입체음향을 함께 고려한 체계적인 연구는 국내는 물론 외국에서도 그 사례를 찾아보기 힘들다. 다양한 입체영상기법을 고려한 입체음향 녹음 기법 개발과 카메라와의 연동 기술 개발, 카메라 줌 기능과 연동할 수 있는 오디오 신호처리 기술 개발, 드라마, 스포츠, 쇼 등 프로그램에 따른 다양한 입체음향 녹음기법 개발 등이 연구되어야 할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] 입체음향(강성훈 저) - 거전연구사
- [2] www.core-sound.com
- [3] www.sonicstudios.com
- [4] www.schoeps.de
- [5] www.soundfield.com