

입체방송을 위한 입체음향 제작

□ 이 신 렬 · 성 광 모 / 서울대학교 음향공학연구소

인간은 두 개의 귀로 3차원 공간 즉 전후, 좌우, 상하 방향의 소리의 위치를 파악할 수 있다. 어두운 밤에 모기를 인간은 소리만으로도 위치를 파악하여 잡을 수 있고 매미의 위치를 소리만으로도 정확히 찾아낸다. 이렇듯 인간은 늘 입체음향을 들으며 생활하고 있는 것이다. 인간이 실제 생활에서 느끼는 입체음향을 녹음해서 재생 기를 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 글에서는 현재 필자가 속한 연구실에서 연구 중인 “입체 방송을 위한 입체음향 생성 및 재생 기법” 중 대표적인 바이노럴 기법과 Ambisonic 기법에 대해 알아보고 제품 소개 및 필자의 사용경험을 적어보았다.

1. 바이노럴(Binaural) 기법

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 음상정위의 어려움, 머리 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 이루어지지 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 HDTV, 향후 방송예정인 입체 방송에서는 이러한 입체음향에 대한 요구는 더욱 커질 것이다. 이러한 공중파 방송에서의 입체음향의 여파는 오락, 영화, 음반 등 모든 분야로 확대되어 질 전망이다. 따라서 입체음향 효과와 더불어 고음질 사운드 구현에 대한 연구가 더욱 요구된다. 이 글에서는 먼저 바이노럴 기법에 필요한 장비 및 적용분야에 대해 알아보고 바이노럴 기법을 사용해본 필자의 적용 예를 소개하겠다.

1) 더미헤드 마이크로폰

바이노럴 녹음은 이론적으로는 자신의 고막 위치에 장착한 무 지향성 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 선택해야한다.

① KU-100

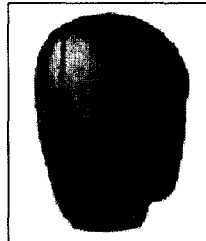


그림 1. Neumann KU-100 Dummy head

가장 널리 쓰이고 있는 저가형의 더미헤드 타입의 마이크로폰이다. 상반신을 제거한 이유는 개개인의 편차로 인한 음질의 저하를 최소화하기 위해서이며 마이크로폰 전문회사

Neumann에서 제작하여 사운드 엔지니어들이 가장 많이 사용하고 있다. 특징은 확산음장을 기준으로 등화 기법을 적용시켜 스피커 호환을 고려하였으며 귀의 구조를 아주 섬세하게 설계하여 상하 정위감 향상을 위해 많은 노력을 기울였다. 또한 멀티 마이크로폰 녹음기법과도 호환이 되어 음악 녹음용으로 적합하다. 측정, 실험용이 아닌 바이노럴 녹음 용도라면 필자는 가격 대 성능 비로 이 제품을 가장 추천해 주고 싶다. 이 제품의 단점은 다양한 등화 기법을 적용하기 까다롭다는 것이다.

② B&K

B&K HATS는 중저가형 모델이며 실험, 측정 및 바이노럴 녹음 등 다용도로 사용되고 있다. 유럽인의 평균 성인 상반신을 기준으로 설계되었으며 전화 음질, 헤드셋, 보

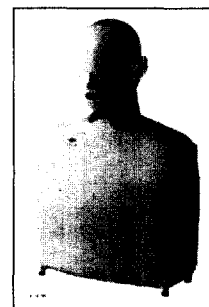


그림. B&K 4128 HATS

청기 평가 및 바이노럴 녹음 등에 주로 쓰이고 있다. 필자가 가장 많이 사용해본 녹음기로 다양한 용도의 실험에 사용되지만 바이노럴 녹음 용으로는 스테레오 호환 및 음질에서 KU-100에 좀 떨어지는 것 같았다.

③ HMS



그림 3. Head acoustics HMSII HATS

독일 아헨 공대 Genuit 박사가 설립한 Head Acoustics사에서 제작한 HATS로 현재 사용되고 있는 가장 진보된 개념의 바이노럴 시스템이다. KEMAR의 용도와 비슷하게 Aachen Head의 주 용도는 자동차 소음 측정이다. 특징은 다양한 등화 기법을 적용시켜 스피커, 헤드폰 호환이 가능하며, 사용자가 직접 등화 곡선을 설정할 수도 있어 최적의 바이노럴 녹음을 가능하게 하였다. 가격이 너무 비싸 일반 사용자가 사용하기에는 다소 무리가 있지만 바이노럴 녹음 전문가에게는 추천해주고 싶은 제품이다.

④ KEMAR

KEMAR(Knowles Electronics Manikin for Acoustics Research)는 처음 보청기 관련 연

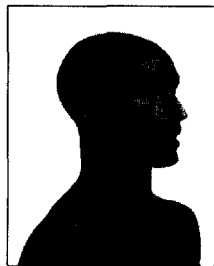


그림 4. KEMAR HATS

구 목적으로 개발되었고 산업, 환경소음 측정 및 평가용으로 널리 사용되었다. 머리, 이도, 귓바퀴의 크기 및 모양은 미국인 성인 남녀의 평균값을 기준으로 하였으며, 귓바퀴는 다양

한 형태로 교환할 수 있다. KEMAR가 전 세계적으로 크게 알려지게 된 것은 미국 MIT 공대에서 KEMAR로 측정한 HRTF(머리전달함수)를 공개하면서부터이다. 우리나라에서도 이때부터 본격적으로 입체음향 연구를 시작하게 되었고 바이노럴 합성 기법 연구는 대부분 KEMAR HRTF를 기본으로 하고 있다. 필자도 KEMAR HRTF를 사용하여 수년 간 바이노럴 합성 실험을 해 보았는데 생각보다는 음질 및 음상 정위 능력이 떨어졌다. 해외에서도 KEMAR로 만든 바이노럴 음반을 제작한 사례가 없는 것으로 보아 바이노럴 녹음용으로는 적합하지 않은 것 같다.

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 자신



그림 5. 바이노럴 마이크로폰

의 고막위치에 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.

3) DSM 마이크로폰

보통 사람들은 바이노럴 마이크로폰과 DSM 마이크로폰을 구분하지 않고 사용한다. DSM 마이크로폰 제조회사들이 자기 제품을 바이노럴 마이크로폰이라고 불러서 필자도 처음에는 혼돈 하였다. DSM(dimensional 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 컷바퀴 효과를 포함하기 때문에 상하 음상 정위가 가능하다. 하지만 헤드폰 재생용이며 개인에 따른 귀모양의 편차가 크기 때문에 매니아용으로만 사용된다. 이에 반해 DSM 마이크로폰은 컷바퀴의 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 있

는 사운드를 요구하는 스테레오 및 서라운드 기법에 현재 널리 사용되고 있다.

① Core 마이크로폰

Core Sound Binaural 마이크로폰은 중저가형의 제품으로 콘서트 및 강연 녹음에 주로 사용되고 있다. 대부분의 마이크로폰은 Matsushita(Panasonic)의 miniature omni directional electret condenser cartridge를 사용하고 있으며 40-15kHz의 주파수 특성을 나타낸다. 무지향성 마이크로폰을 사용하므로 저주파수 음의 수음이 용이하며 현장 녹음 시 바람이나 외부 환경 노이즈를 차단하기 위한 저주파수 roll-off filter를 장착하고 있다. 이 제품은 클립형태로 안경테나 모자, 어깨에 걸칠 수 있게 되어 있어 장착이 용이하다. 하지만 윈드 스크린이 장착되어 있지 않아 현장 녹음 시 어려움이 있다.

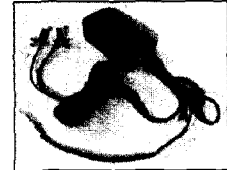


그림 6. Core sound binaural microphone

② Sonic Studios

Sonic Studios DSM 마이크로폰은 안경테에 장착하거나 헤드폰처럼 생긴 도구를 이용하여 바이노럴 녹음을 흉내 낸다. 이 기기의 장점은 안경테에 장착되는 마이크로폰의 위치에 따



그림 7.8. Sonic studios DSM 마이크로폰

라 음향 효과가 많이 달라지기 때문에 다양한 재생기 적용이 가능하다는 것이다. 마이크로폰을 안경테에서 귀 가까운 쪽에 장착하면 바이노럴 효과를 낼 수 있으며, 안경 가까운 쪽에 위치하면 스피커 호환이 가능하다. 또한 휴대용 DAT 녹음기와 완벽하게 호환이 가능하며, 윈드 스크린을 사용하면 강한 바람이 부는 상황에서도 녹음이 가능하다. 필자가 사용해본 결과 사용이 용이하고 윈드 스크린의 성능도 우수했다.

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

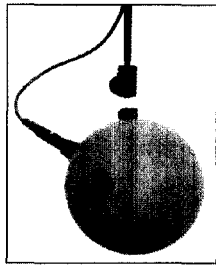


그림 9. Roland RSS-10 Sound Space three-dimensional sound processor

을 결합하기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있다. Sphere 마이크로폰은 헤드폰, 스피커 재생을 모두 만족시키기 위하여 Theile에 의해 개발된 스테레오 마이크로폰 시스템이다. 8인치의 딱딱한 구에 무지향성 마이크를 양 끝에 설치하였으며 인간의 머리를 가장 단순하게 모사하였다. 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 출시되어 사운드 엔지니어가 원하는 형태로의 음장 조절이 가능하다.

5) 적용 분야

① 입체 음반

입체 음향을 처음 들어본 사람이라면 맨 처음으로 적용분야를 떠올리는 것이 입체음반일 것이다. 국내에서도 입체 음향 관련 벤처기업들이 입체음반 제작 사업을 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 하지만 음반 산업의 특수성과 입체음향 기술상의 문제점으로 대부분 사업 초기 단계에서 많은 어려움을 직면하게 된다. 재즈, 합창곡, 연주곡 등 몇몇 언플러그드 음악을 제외한 대부분의 음악은 현장감 있는 3차원 사운드 보다는 안정된 음악적 정보를 더욱 우선시하고 있으며, 3차원 음향을 적용한 음반의 경우에도 전주나 후주 부분에 특수 효과 정도로 부분적으로 적용할 뿐이다. 무엇보다 입체 음반 시장을 가로막는 가장 큰 원인은 입체 음향 기술이 아직 일반 대중들의 기대에 미치지 못하기 때문이다. 향후 입체 음향 신호처리 기술이 좀 더 발전이 되면 스테레오 음반에서는 느낄 수 없었던 현장감 있고 악기간의 분리도가 뛰어난 입체음반이 음반 시장을 장악할 것으로 본다.

현재 출시되고 있는 유일한 음반 제작을 위한 제품은 룰랜드에서 만든 RSS-10 Sound Space three-dimensional sound processor이다. 모노 음 입력을 머리전달함수를 이용하여 청취자 주위의 모든 위치에 정위 시킬 수 있으며 모든 방향에서 들리는 잔향 재생도 가능하다. 필자가 RSS-10으로 만든 소리를 들어본 바에 의하면 바이노럴 녹음에 비해 음상

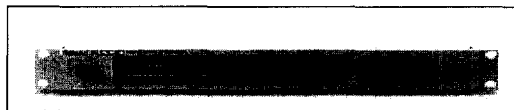


그림 10. Roland RSS-10 Sound Space three-dimensional sound processor

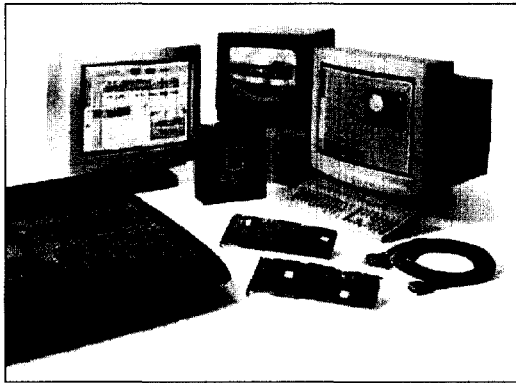


그림 11. 입체음향 Plug-in을 장착한 Protocols

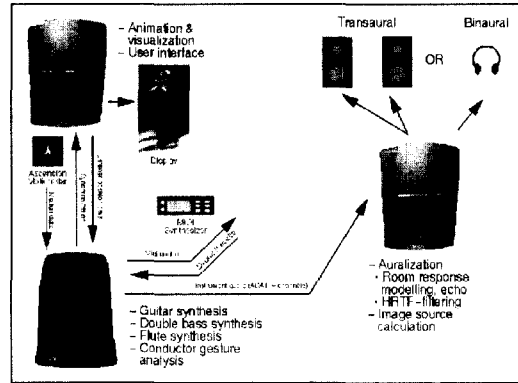


그림 12. Auralization 기술을 응용한 가상 오케스트라

정위 능력에서 많이 떨어졌다.

전 세계적으로 음반 및 영화 모든 분야에서 가장 많이 사용되고 있는 음향 편집 소프트웨어인 Protocols에 플러그인 형태의 입체음향 소프트웨어도 현재 많이 사용되고 있는데 하드웨어에 비해 사용하기 간편하고 편집이 쉬워 영화 등의 서라운드 채널에 입체음향효과를 적용시킬 때 주로 사용된다. 국내 영화 포스트 프로덕션업계에서는 아직 이러한 기법을 적용한 시도는 없었지만 점차 적용되리라 생각된다. 입체음향은 스테레오 사운드와는 달리 음향학적 지식이 어느 정도 요구되기 때문에 이러한 입체음향 기술들을 이해하려면 일정 정도의 교육이 요구된다. 하지만 국내에서는 아직 전문 교육기관이 존재하지 않고 입체음향 전문가가 전문한 상태이기 때문에 교육받을 수 있는 여건이 마련되어 있지 못하다. 여건이 된다면 필자는 영화 및 방송 엔지니어 분들과 함께 서라운드 음향, 입체음향에 대한 워크샵 및 세미나를 개최해보고 싶다.

② Auralization

건축 음향에서 콘서트홀이 완성되기 이전에

도면 및 건축 재질을 음장 시뮬레이션 소프트웨어에 입력하여 음향 특성을 예측하고 임의의 청취지점에서 실제 음악이 연주되었을 때 어떻게 들릴지를 계산하여 헤드폰이나 스피커를 통해 들려주는 기술을 Auralization이라고 한다. 이 기술은 음향 설계자뿐만 아니라 음향 설계를 의뢰하는 측에서도 요구하고 있어 건축 음향 및 PA 시스템 설치 시 점차 중요한 위치를 차지하고 있다. 이는 또한 가상현실에서 입체음향을 생성하기 위한 필수적인 기술이어서 많은 연구소 및 기업에서 다양한 종류의 제품들이 출시되고 있다.

③ 헤드폰

바이노럴 입체음향 재생은 헤드폰 재생을 기본으로 하고 있지만 대부분의 헤드폰은 스테레오 사운드 재생에 적합하도록 설계되어 있어 입체 음향 재생에는 많은 문제점을 나타낸다. 바이노럴 음향 재



그림 13. AKG K-1000 헤드폰

생의 문제점인 머리 내 음상 정위, 정면 음상 정위의 어려움이 바이노럴 녹음상의 문제점도 있지만 스테레오 헤드폰의 문제가 더욱 크다. AKG사에서 출시된 K-1000은 입체음향 재생 전용 헤드폰은 아니지만 기존 헤드폰의 문제점을 어느 정도 극복할 수 있어 입체음향 재생에 효과적이다.

④ 입체 방송

바이노럴 기법을 적용한 방송 프로그램은 1973년 9월 베를린의 RIAS 방송 협회에 의한 Demolition이라고 하는 SF 드라마였다. NHK-FM에서의 최초의 방송은 1975년 6월 세계의 민족음악이었으며 이것은 Neumann KU-80으로 녹음한 것이다. 그 이후 1980년부터 1981년에 걸쳐서 아프리카 민족음악을 중심으로 8번 방송하였다. 75년 NHK교향악단의 연주를 더미헤드로 수록하는 시도를 하였지만 녹음 밸런스를 잡기 어렵고, 또 연주 시에 더미헤드를 관객의 눈에 띄지 않게 설치하는 것도 어려워서 리허설 녹음으로 끝났었다. 1980년 이후 입체음향 신호처리 기법이 발달되어 방송용 더미헤드를 사용하여 방송 프로그램을 제작하는 시도가 점차 증가되었다. 이러한 상황에서 NHK는 1988년 11월 더미헤드 녹음을 전 세계에 방송하였다. 이 프로그램 이후 TV 드라마를 비롯하여 스포츠 등 다양한 분야에 더미헤드를 적극적으로 도입하게 되었다. 국내에서는 입체방송에 대한 적용한 사례가 아직 없으며 2002년 월드컵 중계를 입체 방송으로 시험 방송할 예정이다. 필자는 현재 이 시험 방송의 입체 음향 녹음 및 재생 시스템 설치 부분에 대해 연구를 하고 있다. 전 세계적으로 입체방송에서 어떠한 입체 음향 기법을 적용했는지에 대한 연구 자료가

없어 현재 다양한 기법을 적용하여 실험을 해 보고 있다. 실제 방송환경에서는 생방송이 가능해야 한다는 것과 카메라와 연동이 되어야 한다는 것, 그리고 극장 돌비 음향 보다는 음질 면에서 우수해야 한다는 여러 부분을 고려해야 하기 때문에 쉬운 부분은 아니었다. 이 글을 읽는 독자 중 입체 음향 및 입체 방송 녹음 기법에 관심이 계신 분은 필자가 설립한 회사에 입체음향 청취 실이 있으니 입체음향을 체험해보길 바란다.

⑤ 게임

게임에서의 입체음향은 멀티미디어 기술 및 컴퓨터 성능 향상으로 가장 널리 사용되어지고 있다. 머리전달함수를 이용한 입체음향 기술은 많은 신호처리 및 메모리를 차지하는 단점이 있었지만 지금은 대부분의 사운드 카드에 ASIC으로 구현되어 누구나 쉽게 입체음향 효과를 적용 시킨 게임을 즐길 수 있다. 또한 Direct-X로 입체음향을 제작할 수 있는 저작도구들이 출시되어 있어 게임 제작 업체에서도 손쉽게 입체 음향 게임을 만들 수 있게 되었다. 현재의 많은 입체 음향 업체들이 입체 영상을 접목시킨 가상현실형 게임을 내놓고 있어 입체 음향에 대한 요구가 더욱 증대되고 있는 게 사실이다. 하지만 게임이라는 분야에서 보면 입체 영상에 비해 입체 음향은 그 중요도 부분에서 많이 뒤쳐진다. 필자의 경우에도 게임에서 가장 중요한 부분을 말하라면 시나리오, 영상, 그 다음으로 음향이라고 말할 것이다. 즉 입체 영상 기술이 일정 정도 수준으로 올라갔을 때 입체 음향에 대한 수요가 생기리라 생각된다. 필자의 생각으로는 우리나라의 경우 2-3년 정도 이후가 될 것으로 전망한다. 현재 고급 게임 기종

은 5.1 채널 돌비 음향을 채택하고 있는 추세이기 때문에 입체 음향 게임 제작에 있어 무엇보다 중요한 것은 5.1 채널 보다 우수한 음질과 완벽한 입체음향효과를 제공할 수 있는 제품이어야 한다는 것이다. 현재 출시되고 있는 제품 중 Sensaura는 바이노럴 기술에 있어 가장 우수하며 개개인의 머리전달함수까지도 적용시킬 수 있는 기법을 선보였다. 국내에서도 몇몇 회사들이 전자통신 연구원에서 기술 이전받은 아이템으로 출시한 제품을 출시하고 있다. 사용자 편이 부분에서는 외국 제품에 비해 손색이 없지만 음질 및 음상 정위 부분에서는 아직 미약한 부분이 있었다.

⑥ 멀티채널 녹음

70년대 Quadraphonic 시스템을 발전시킨 현재 Dolby 시스템은 영화 음향 시스템의 거의 전부를 장악하고 있고, HDTV에서도 Dolby에서 제안한 AC-3 방식이 채택됨으로써 앞으로 그 영향력은 대단할 것이다. 하지만 Dolby 방식은 입체음향과 원 음상의 정확한 재생이라는 관점에서는 스테레오 사운드 보다 못하다는 연구 발표가 있다. 이는 Dolby는 영화에서 청취자들에게 듣는 재미를 느끼기 위해 처음부터 설계되었기 때문에 정확한 입체음향 효과를 낼 수도 없고, 내기 위해 만들어진 기법도 아닌 것이다. 왜냐하면 녹음기법 자체가 인텐시티 패닝 기법을 사용하고 있고, 재생 측면에서도 각각의 스피커가 영화 효과를 극대화하기 위해 재생하는 음들이 스피커마다 정해져 있어 모든 방향에서 들려오는 원 음상을 재생하기란 음향학적으로 불가능하기 때문이다. 이를 확인해 보려면 5.1 채널 시스템을 갖춰놓고 조이스틱 형태의 서라운드 믹서로 천천히 원을 그리며 모노 음

을 패닝 시켰을 때 청취자가 원하는 천천히 또렷하게 움직이는 음상을 스피커로 재생시킬 수 없음을 확인할 수 있다. Dolby 시스템의 또 하나의 단점은 극장에서 정 중앙 열에 앉은 사람 이외에는 사운드 엔지니어가 원하는 서라운드 감을 느낄 수가 없다는 것이다. 독자 여러분이 직접 극장 정 중앙 열 이외의 자리에 앉아서 눈을 감고 소리에 귀를 기울이면 즉시 느낄 수 있을 것이다. 이러한 문제점을 보완하기란 음향학적으로 Dolby 방식으로는 불가능하나 조금이나마 문제점을 해결하기 위한 연구들이 이루어지고 있으며 최근 세계 오디오 공학회 사운드 엔지니어 회의에서 입체감을 줄 수 있는 5.1 채널 녹음 기법으로 서라운드 채널을 바이노럴로 녹음하기로 잠정 결론 내렸다. 이 또한 정 중앙 열에 앉은 사람들에게만 입체감을 줄 수 밖에 없다. 필자는 이러한 문제점을 극복할 수 있는 시스템의 프로토타입을 개발하였다. 모든 영화 관람자가 스테레오 및 바이노럴로 녹음된 서라운드 채널을 동일하게 공유할 수 있게 설계되어 모든 좌석위치에서 동일한 입체음향 효과를 느낄 수 있다.

2. Ambisonic 기법

바이노럴 기법이 입체영상에서 양안 시차를 이용한 스테레오스코픽(stereoscopic) 기법을 이용한다면 Ambisonic 기법은 입체영상에서 홀로그램 기법과 유사한 면이 있다. 홀로그램에서는 데이터 량이 많고 촬영도 쉽지 않지만 Ambisonic 기법은 녹음이 쉽고 4 채널 녹음만으로 충분하기 때문에 구현이 어렵지 않다. Ambisonic은 파면 합성 기법을 이용한 일종의 녹음 기법이다. 따라서 마이크론의 위치에서

녹음한 음을 재생 시 청취자의 귀 부근에 마이크로폰에서 수음한 음을 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 3차원 음향을 녹음하는 기법으로 point source 기법을 적용하였다. 쉽게 설명하자면 스테레오 녹음시 무지향성 마이크와 양지향성 마이크를 원 포인트로 녹음하는 M/S 기법을 3개의 양지향성 마이크를 사용하여 3차원적으로 확장시킨 개념이다. 이러한 녹음을 B-format 녹음이라고 하며 기존 멀티채널 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

1) Ambisonic 마이크로폰

Ambisonic 마이크로폰은 원 포인트 녹음 기법을 응용하였기 때문에 4개의 마이크가 한 지점에 배치되어야 한다. 하지만 실질적으로 이는 불가능하며 보정 회로를 통하



그림14. Soundfield 마이크로폰 유닛

여 이를 해결하였는데 이러한 마이크를 sound field microphone이라고 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 녹음되어 질 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.

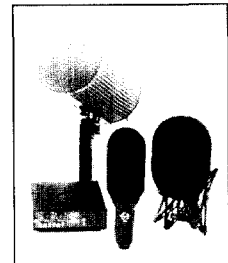


그림 15. 현장 녹음용 sound field 마이크로폰(ST250)
(수입처: 사운드 솔루션 02-3675-0264)

2) Encoder

B-format 신호는 기존 스테레오 채널 호환을 위해 영국 BBC에서 개발된 UHJ 인코딩 신호로 2 채널상의 전송이 가능하며 Dolby pro logic과는 달리 완벽한 B-format 신호 복원이 가능하다. 그리고 마이크로폰 위치의 조절 없이 엔코더 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) 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 건너뛰는 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.

3. 맺음말

오늘날 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. 우리는 지금 2002년 월드컵을 입체방송으로 시험 방송할 예정이어서 이 부분에 대한 연구는 빠른 시간 내에 이루어져야 할 것이다. 정부에서도 2010년 경 상용화 예정인 HDTV 이후 차세대 방송인 입체방송 분야에서 표준화 작업 시 HDTV에서는 차지할 수 없었던 기술적 우위를 차지하기 위해 많은 막대한 연구 투자를 하고 있다. 필자가 속한 서울대학교 음향공학연구실과 필자가 설립한 A&D 엔지니어링은 입체방송을 위한 입체음



그림. 5.1채널용 Ambisonic 디코더

향 제작 및 신호처리에 대한 다양한 연구를 하고 있다. 이 글을 읽는 음향 엔지니어 및 방송국 관계자 중 입체음향에 궁금한 사항이나 직접 입체음향을 체험하고 싶은 분은 전자메일로 연락바라며 국내에서도 입체방송을 계기로 입체음향에 대한 많은 연구들이 활성화될 것을 기대한다.

필자소개



이 신 렬

- 2000년 서울대 음향공학연구실 석사과정
- 현재 입체음향 Total solution A&D 엔지니어링 설립
입체 방송을 위한 입체음향 녹음, 재생 시스템 개발
- 주관심분야 입체음향, 레코딩, 전기 음향, 심리음향, 작, 편곡, 컴퓨터 음악
- E-mail : sinlyul@acoustics.snu.ac.kr



성 경 모

- 1982년 독일 아헨 공대 음향공학 박사
- 1997년~1998년 서울대학교 뉴미디어통신공동연구소장
- 1998년~2000년 서울대 전기공학부장
- 현재 서울대 전기공학부 교수, 서울대 수중음향 특화센터장, 한국 음향학회 회장
- E-mail : kmsung@acoustics.snu.ac.kr