

3D Sound 기술

한국전자통신연구원 김기홍·김용완·명 현·정 혁·김기호

1. 서 론

화려한 그래픽이나 동영상에 밀려 멀티미디어 분야에서 그동안 조연 역할을 했던 음향은 멀티미디어를 지향하는 PC의 발전과 더불어 새로운 전기를 맞이하고 있다. 최근에 멀티미디어를 충실히 활용하고자 하는 노력은 사용자 하여금 영상장치뿐만 아니라 음향장치에 대한 관심을 증대시키고 있으며 이와 더불어 멀티미디어 제품의 성능 향상은 실감나는 그래픽과 함께 현장감 있는 음향을 듣고자 하는 청취자의 욕구를 충족시키고 있다. 이런 경향에 맞추어 멀티미디어와 관련한 음향분야에서 입체음향 기술이 최근에 많이 회자되고 있다. 그러나 입체음향에 대해서 알기 쉽고 분명하게 설명하는 전문가나 관련 서적을 발견하기는 그리 쉽지 않다. 원색세계백과사전[1]에서는 입체음향을 “원음을 충실하게 재현하고 음의 고저, 음색뿐만 아니라 방향이나 거리감까지도 재생하여 입장감을 가지게 하는 음향”이라고 설명하고 있고, 일본음향학회가 발간한 음향용어사전[2]에서는 “음향의 방향감, 거리감 등 음향 공간의 입체적인 인상과 입장감을 주는 음향”으로 입체음향을 기술하고 있다. 하지만 이런 설명들은 “입장감”, “원음장” 등과 같은 넓은 의미의 일상적인 용어와 “음색”, “입체적인 인상” 등과 같은 주관적인 느낌을 표현한 용어 등을 사용한 사전적인 설명으로서, 이를 기반으로 입체음향을 보다 이해하기 쉽게 구체적으로 설명하기에는 부족한 감이 있다. 본 논문에서는 입체음향과 관련한 서적과 논문들을 토대로 다음과 같이 정의하여 보았다. 입체음향이란 “음원이 발생한 공간에 위치하지 않은 청취자가 음향을 들었을 때 방향감, 거리감 및 공간감을 지각할 수 있도록, 음향에 공간 정보를 부가한 음향”을 말한다. 음향 재생장치를 통

하여 입체음향을 들으면 현장에 있지 않아도 현장에서 듣는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 상기에 서술한 입체음향의 정의를 자세히 살펴보면, 인위적으로 공간 정보를 부가한 음향을 입체음향으로 정의하였는데, 이는 현장의 음향은 방향감, 거리감 및 공간감과 같은 공간정보를 자연스럽게 이미 내포하고 있기 때문이다. 입체음향 재생(Playback) 방식은 서라운드(Surround) 타입의 멀티채널 방식과 바이노럴(Binaural) 타입의 2채널 방식으로 구분할 수 있다. 각 방식에 따라서 입체음향 생성기술과 재생기술은 많은 차이점을 보인다.

3D그래픽, 애니메이션, 비디오 등 영상에서 많은 가능성을 찾아내고자 한 최근까지의 노력의 경향에도 변화의 징조를 보이기 시작하고 있다. 방송국, 영화회사, 소프트웨어개발업체 등이 멀티미디어 사업에 진출을 시작하면서, 음향을 중시하는 새로운 경향을 보이기 시작하고 있기 때문이다. 특히 3차원 공간상에 음향을 정위시키는 입체음향 기술이 새로운 기술로 각광을 받기 시작하고 있으나 이에 관한 연구는 심리음향학 차원에서 고찰하면 30년을 거슬러 올라간다. 하지만 디지털 신호처리에 의하여 입체음향을 구현하여 멀티미디어, 오디오에 적용하기 시작한 것은 극히 최근이다. 입체음향의 활용 분야는 실로 다양하다. 영화산업에서 특수 입체음향 효과는 관람객의 영화에 대한 흥미도를 배가시킬 수 있으며, 게임, 가상현실 및 멀티미디어 콘텐츠 분야에서의 입체음향 효과는 사용자의 몰입감을 증대시킬 수 있다. 또한 노래반주기, 사운드카드 및 일반 오디오 등에서의 입체음향 지원 기능은 제품의 고부가가치를 창출할 수 있으며, 카 오디오 및 가정용 극장시스템(Home Theater)에서 입체음향의 재생은 적은 공간에서도 청취자에게 만족할 만한 음향 효과를 충실히 제공할 수 있다. 이 뿐만 아니라 원

격회의, 초고속전산망에서의 실감음향 통신, 방송, 교육 및 국방 등 음향이 필요한 모든 분야에서, 입체음향은 1960년대 이후 일반인에게 보급된 스테레오와 서라운드 음향효과에 버금가는 반향을 일으킬 수 있을 것이다[3,4]. 현장감의 충실한 재현뿐만 아니라 3차원 공간상의 임의의 위치에 음상정위를 가능하게 하는 입체음향기술은 향후 영상처리기술의 발전과 함께 멀티미디어 분야에서 인간의 질적 향상을 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

본 고에서는 입체음향 기술 중 특히, 2채널 방식에 의한 기술을 소개하고 관련 분야의 현황을 살펴보고자 한다.

2. 2채널에 의한 입체음향

소리의 전달 경로는 실내의 벽이나 천정 등에 의한 반사, 회절, 산란 등의 현상을 발생시키는 공간 전달계와 인간의 머리와 귓바퀴에 의한 반사, 회절, 공진 등의 현상을 유발하는 머리 전달계로 구분된다. 귀로 전달될 소리의 공간적 단서를 지각하는 주된 요인은 양귀에 도달하는 소리의 시간차(Interaural Time Difference; ITD)와 소리의 세기차(Interaural Intensity Difference; IID)에 기인한다. 저주파의 경우 시간차로, 고주파의 경우 세기차로 지각하는 이중시스템으로 수행되며, 이 두 시스템은 1kHz~5kHz사이에서 변환된다. 이 범위에서 공간적 단서의 오인식이 최대로 일어나는 것으로 알려져 있다. 이외에 소리의 공간적 단서를 유발하는 요인들로는 시각적 효과, 머리 움직임 및 소리의 종류에 따른 친숙도 등을 들 수 있다.

음원(Sound Source)이 발생한 공간 내에 있는 청취자의 양쪽 귀에 마이크로폰을 각각 설치하여 녹음한 신호를 바이노럴 신호라 하며, 이 신호를 헤드폰으로 재생할 경우, 현장에서 직접 듣는 것과 같은 음상(Sound Image)을 지각할 수 있다. 여기서 음원이란 실제 물리적으로 음을 발생하는 객체나 위치를 말하며, 음상은 인간이 지각하는 감각상의 음원을 말한다. 음원과 음상은 공간적 특성이 반드시 일치하지 않으며, 음원과 음상이 일치할수록 좋은 음질의 입체음향이 구현되었다고 할 수 있다. 바이노럴 신호에는 음원의 위치, 방향뿐만 아니라 음원을 둘러싸고 있는 공간, 즉 음장(Sound Field)과 관련한 공간적 단서들이 포함되어 있다. 음장이란 음향학적 용어로 가청주파수의 음파가 존재하는

공간을 말한다. 2채널에 의한 방식은 인간이 두 개의 귀로 음향을 지각하는 특성을 이용하여, 음상정위(Sound Image Localization)와 음장제어(Sound Field Control)에 의해 생성된 입체음향을 2채널에 의해서 재생하는 방식을 말한다. 언급한 바이노럴 타입의 2채널 입체음향을 생성하는 방식으로는 녹음과 필터링에 의한 방법이 있다. 녹음에 의한 방법은 청취자의 양쪽 귀에 장착한 두 개의 마이크로폰을 이용하여 현장음을 녹음하고 이를 재생하는 방식이다. 인간의 머리전달계는 각 개인의 특성에 따라 다르기 때문에 동일 음원에 대하여 바이노럴 신호를 녹음할 경우, 사람에 따라 다양한 형태의 신호가 생길 수 있다. 가장 이상적인 입체음향의 구현을 위해서는 자신의 두 귀에 장착한 마이크로폰으로 녹음된 바이노럴 신호를 자신이 듣는 것이다. 모든 사람이 자신의 바이노럴 신호를 녹음할 수 없기 때문에, 현재는 주로 청각 능력이 뛰어난 음악가나 표준치의 머리 모형인 더미헤드(Dummy Head)에 장착한 마이크로폰을 통하여 바이노럴 신호를 녹음하고 이를 일반 청취자에게 들려주는 방식[5]을 이용한다. 필터링에 의한 방법은 단순음(모노음 또는 스테레오음)을 변형하여 입체음을 생성하는 방식으로, 주로 머리전달함수(Head Related Transfer Function; HRTF)가 필터로서 이용된다. 머리전달함수는 다음 절에서 자세히 설명한다. 이 머리전달함수와 단순음을 컨볼루션(Convolution)하면 원하는 공간상의 위치에 음상을 정위시킬 수 있다. 무향실이 아닌 특정 실내에서 측정된 머리전달함수를 공간전달함수(Room Transfer Function)라고 하며, 이를 이용하면 그 실내의 음장 특성을 생성할 수 있다.

2.1 머리전달함수(HRTF; Head Related Transfer Function)

청취자가 음원에 대한 공간적 단서를 지각할 수 있는 것은 각 개인의 머리전달계의 고유 특성에 의해서 두 귀에 입사된 두 신호 간에 차이가 발생하기 때문이다. 이 두 신호차의 특성에 대한 정보는 머리전달함수에 내포되어 있어, 이를 이용하면 입체화되지 않은 단순한 음에 공간적 정보가 부가된 바이노럴 타입의 입체음을 생성할 수 있다. 머리전달함수는 입사하는 각도에 따라 달라지기 때문에, 여러 위치에서 입필스에 대한 머리전달함수를 측정

하고, 이를 DB로 구축하는 것이 필요하다. 머리전달함수는 무향실 내에서, 더미헤드를 중심으로 구의 형태로 여러 각도에 배치한 스피커로부터 백색 잡음(White Noise)과 같은 임펄스(Impulse) 신호를 방사시켜, 더미헤드의 양쪽 귀에 장착한 마이크로폰으로 측정된 임펄스 응답을 푸리에(Fourier) 변환한 것을 말한다. 그림 1은 머리전달함수를 측정하기 위한 스피커와 더미헤드의 배치도를 보여준다.

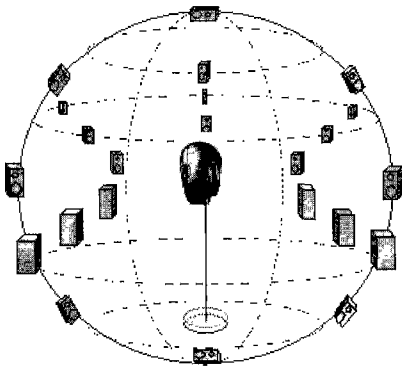


그림 1 머리전달함수(HRTF)를 얻기위한 스피커배치도

이 DB로부터 원하는 위치에 해당하는 머리전달함수를 선택하여 단순음과 컨볼루션 연산을 수행하면, 해당 위치에 음상을 정위시킬 수 있다. 다음 식은 컨볼루션 연산을 보여준다. 여기서 $x(n)$ 은 입력 신호, $y(n)$ 은 출력신호, $h(n)$ 은 시스템의 응답, 즉 머리전달함수를 나타낸다.

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k)h(n-k)$$

MIT Media Lab.에서는 KEMAR 더미헤드를 사용하여 710지점에서 측정된 머리전달함수 DB를 인터넷 상[6]에서 무료로 공개하고 있다. 한국전자통신연구원에서도 Neumann 더미헤드를 사용하여 측정된 머리전달함수의 DB를 구축하였다.

2.2 음상 정위

청취자가 지각한 음상에 대한 위치를 파악하는 것을 음상정위(Sound Image Localization) 또는 3차원 음향(Positional 3D Sound)라고도 하고, 음상을 공간 상의 특정 장소에 위치시키는 기술을 음상정위기술이라 한다. 이 기술을 이용하면 고정된

특정 위치에서 소리가 지각되는 “위치음” 효과와 소리가 한 위치에서 다른 위치로 움직이는 “이동음” 효과를 생성할 수 있다. 그림 2를 통해서 입체음향과 기존의 스테레오 음향에 대한 차이점을 살펴보자. 청취자의 뒤쪽 좌측에서 발생한 소리를 녹음하여 두 개의 스피커로 재생할 경우 일반적인 스테레오 음상은 두 개의 스피커 사이인 청취자의 전면에서 지각된다. 그러나 음상정위 기술을 적용하여 재생할 경우 그림 2에서의 입체음상과 같이 실제 소리가 발생한 위치에서 음상을 지각하게 하는 것이 가능하다.

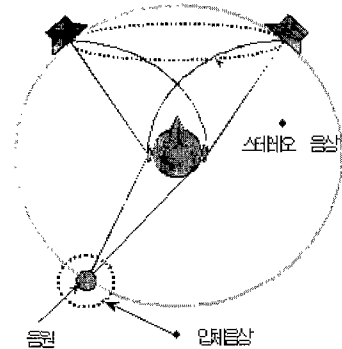


그림 2 채널방식의 입체음상정위 개요도

위치음 생성은 해당 위치의 머리전달함수를 단순음과 컨볼루션 연산을 행함으로써 얻을 수 있고, 이동음 생성은 소리가 이동하는 궤적 상에 해당하는 머리전달함수들을 단순음과 연속적으로 컨볼루션을 수행함으로써 얻을 수 있다. 이때 측정되지 않은 불연속 공간의 머리전달함수는 인접한 머리전달함수들간의 보간(Interpolation)을 통해서 구할 수 있다.

이동음의 경우, 머리전달함수를 이용하는 방식 외에 도플러(Doppler)효과를 이용하는 방식이 있는데, 이는 음원이 가까워지면 주파수가 높은 쪽으로 이동하고, 멀어지면 주파수가 낮은 쪽으로 이동하는 현상을 이용하는 것으로, 소리가 멀어지고 가까워지는 것 같은 이동음 효과를 낼 수 있다.

2.3 음장제어

음원을 둘러싸고 있는 실내 공간의 특성에 따라 동일한 음원이라 할지라도 청취자에게 다른 음향효

과를 줄 수 있다. 예를 들어, 동일한 피아노 소리라도 콘서트 홀에서 들을 때와 일반 강당에서 들을 때에 청취자는 다른 음향 경험을 갖는다. 이는 실내 공간의 크기, 구조, 벽 또는 천정의 재질 등에 의해서 음원에 대한 직접음, 초기반사음, 잔향패턴 및 잔향시간 등이 달라지기 때문이다. 잔향은 음원으로부터 방사가 그친 후에도 천정이나 벽으로부터의 반사가 계속되어 울리는 음으로, 공간감 생성에 주요한 요인임과 동시에 거리감 생성에도 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 초기반사음과 잔향을 인공적으로 제어하여 특정 실내에 음원이 있는 것과 같은 음향효과를 생성하는 기술을 음장제어 기술이라 한다.

음장제어에 가장 많이 사용되는 것 중의 하나로 Schroeder 잔향기가 있는데, 이 잔향기는 병렬로 연결된 다수의 Comb필터와 두 개의 직렬로 연결된 전역통과필터로 구성되어 있다. 여기서 Comb 필터는 특정 주파수가 진동하는 효과를 내고, 전역 통과필터는 잔향 밀도를 증가시키는 역할을 한다 [11]. 이외에 실내의 잔향 특성을 음향학적으로 묘사하는 음선추적(Ray Tracing) 방식과 이미지 모델(Image Model) 방식이 있다. 음선추적 방식은 음원에서 나오는 음은 모든 방향으로 방사되는 성질을 고려하여 음의 에너지 분포를 구하여 가상 음장을 생성하는 방법이고, 이미지 모델 방식은 빛이 거울에서 반사하는 것과 같이 음파도 실내의 벽면에 부딪혀 한번 반사한다는 전제하에 반사 경로를 구하여 가상 음장을 생성하는 방법이다. 또한 공간 전달함수를 이용하는 방법이 있는데, 이는 특정 공간의 공간적 단서가 내포된 공간전달함수를 측정하여, 이를 단순음과 컨볼루션을 행하여 특정 실내의 음장 특성을 추가하는 방법이다.

2.4 입체음향 재생기술

바이노럴 타입의 입체음향을 재생하는 방식은 2개의 스피커에 의한 재생방식과 헤드폰 재생방식이 주류를 이루는데, 이 두 방식은 서로 장단점이 있다. 먼저 헤드폰 재생방식의 경우, 충실한 입체음향 효과를 구현할 수 있으나, 음상이 청취자의 머리 안쪽에서 지각되는 현상이 발생한다. 실세계의 소리 들은 일반적으로 머리의 바깥쪽에서 지각되므로, 머리 바깥쪽으로 음상을 끌어내기 위한 과정이 필요한데, 이를 외재화(Externalization)라 한다. 그

림 3은 외재화에 대한 개념을 보여준다. 청취자에 따라 외재화에 대한 지각 정도가 다르고 주관적이기 때문에, 아직 정립된 방법에 의한 기술은 보고되지 않고 있으나, 정밀도가 높은 머리전달함수 또는 자신의 머리전달함수를 이용할 경우 외재화 효과를 어느 정도 얻는 것으로 보고되고 있으며, 최근에는 잔향을 적절히 부가하여 외재화 효과를 피하는 방법에 대한 연구가 진행 중이다.

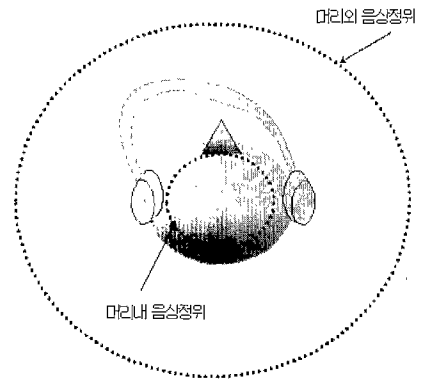


그림 3 외재화(Externalization) 효과

스피커 재생방식의 경우, 헤드폰과 같은 내재화 현상은 발생하지 않으나, 좌측 스피커에서 재생된 신호가 청취자의 좌측 귀에만 도달하는 것이 아니고 우측 귀에도 입사되며, 우측 스피커의 신호도 같은 현상이 발생하여, 그림 4에서와 같이 이 신호들 간에 서로 상호간섭(Crosstalk)을 일으킨다.

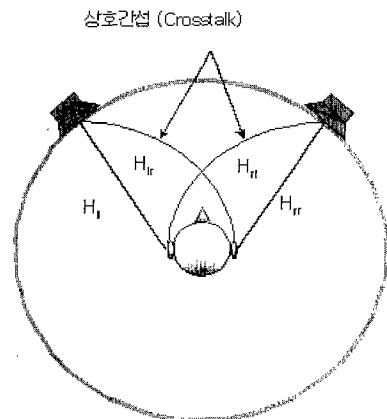


그림 4 상호간섭(Crosstalk) 효과

이와 같은 현상은 바이노럴 신호에 의한 입체음향 효과를 저하시키는 요인으로 작용한다. 하지만 스피커로 방사하기 직전에 Crosstalk제거를 위한 역필터를 거칠 경우, 상호간섭 없이 입체음향을 스피커로 재생할 수 있다. 이 방식을 트랜소럴(Transaural)시스템이라 하는데, 충실한 입체음향 효과를 얻기 위해서 양 스피커와 청취자의 머리가 정삼각형의 꼭지점에 위치해야 하는 단점이 있다.

2.5 영상/음향 공간적 동기화 기술

이제까지 2채널 방식의 입체음향 생성과 재생을 위한 일반적인 개념을 설명하였다. 그림 5에서는 입체음향을 위한 처리 흐름도를 보여준다. 이 절에서는 입체음향을 이용한 영상/음향 동기화 기술에 대해서 설명한다.

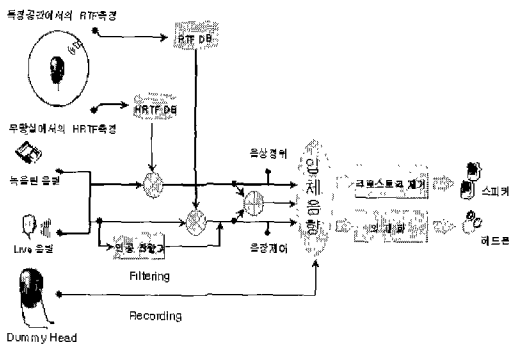


그림 5 2채널방식의 입체음향 생성과 재생을 위한 일반적인 처리 흐름도

영상/음향 동기화기술은 시간적 차원에서의 동기화와 공간적 차원에서의 동기화로 구분할 수 있다. 본 절에서 설명하고자 하는 영상/음향 동기화 기술은 공간적 차원의 영상/음향 동기화를 지칭하는 것이다. 공간적 차원의 영상/음향 동기화를 예를 들어 설명하면 다음과 같다. 영상의 화면 내에 있는 실내 공간을 한 사람(이동객체)이 걸어다닐 때마다 발자국 소리가 난다고 가정하자. 이 경우 화면상에서 멀리 있을 때의 발자국소리와 가까이 있을 때의 발자국소리, 왼쪽에 있을 때의 발자국소리와 오른쪽에 있을 때의 발자국소리, 체자리에서의 발자국소리와 이동할 때의 발자국소리 등 사람의 공간 위치를 고려하여 발자국 소리에 서로 다른

공간 정보를 추가하여 재생한다면 단순히 동일한 발자국 소리를 반복적으로 재생하는 것보다 더욱 실감나는 음향이 재생될 수 있다. 상기의 예에서와 같이 공간적 차원에서 영상과 음향을 동기화시키는 기술을 영상/음향 공간적 동기화 기술이라 한다.

영상 내의 이동객체를 지원하기 위한 핵심기술로서 이동객체의 동작정보(위치, 방향, 거리)와 역학정보(속도, 충돌)를 추출하는 기술과 객체의 움직임에 따른 음향효과를 생성하기 위한 사운드 렌더링(Sound Rendering) 기술이 필요하다. 사운드 렌더링 기술은 추출된 영상정보가 갖는 파라미터(위치, 거리, 방향, 속도 등)를 모노음 또는 스테레오음의 단순 음원에 매핑하여 위치음, 이동음 등과 같은 입체음향으로 가공하는 기술을 말한다. 공간적 차원의 영상/음향 동기화가 가능한 분야는 그래픽뿐만 아니라 이미지도 포함된다. 그래픽의 경우 동작/역학 정보의 추출을 그래픽 생성엔진(프로그램)에서 손쉽게 직접 추출할 수 있는 반면, 애니메이션, 비디오 등과 같은 이미지 데이터에서도 영상 패턴인식에 의해서 영상내의 객체 정보를 추출할 수 있기 때문이다.

영상/음향 동기화가 효과를 거두기 위해서는 동작정보를 추출하고 이를 음향에 추가하여 입체음향을 재생하는 사운드 렌더링 과정이 실시간으로 수행되어야 한다. 이를 소프트웨어만으로 구현하는 데에는 현재의 PC수준으로는 한계가 있다. 멀티미디어 PC에서 많이 사용하고 있는 현재 수준의 사운드 카드만으로는 실시간 처리가 불가능하다. 실시간 처리를 위해서는 컨볼루션 연산을 고속으로 수행할 수 있는 고가의 DSP(Digital Signal Processor)가 장착된 음향처리용 보드가 필요하다. 나아가 보다 실감나는 음향을 재생하기 위해서 또 하나 고려해야 할 사항은 청취자의 머리 움직임이다. 머리가 움직이면 두 귀에 입사되는 음향신호의 시간차와 세기차가 변하여 기대와 다른 음상정위 결과를 가져온다. 따라서 청취자의 머리 움직임에 구애받지 않는 실감나는 입체음향을 청취하기 위해서는 영상내의 객체 움직임과 청취자의 머리 움직임이 동시에 고려된 입체음향을 생성해야 한다. 그림 6은 실감나는 입체음향을 인터페이스할 수 있는 시스템의 기본 개요도를 보여준다[5].

현재 멀티미디어 PC에서는 실감음향을 청취할 수 없다. 이는 실감음향 재생을 위해서는 머리 추

적 장치가 필수적인데 현재 수준에서는 PC에 손쉽게 장착할 수 있는 일반용의 저가 제품이 없기 때문이다. 향후, PC에 머리 추적장치 기능과 사운드카드에 입체음향을 실시간으로 생성하는 모듈이 추가될 경우 영상과 머리 움직임이 동시에 고려된 실감음향을 일반 PC 수준에서도 들을 수 있을 것으로 기대된다

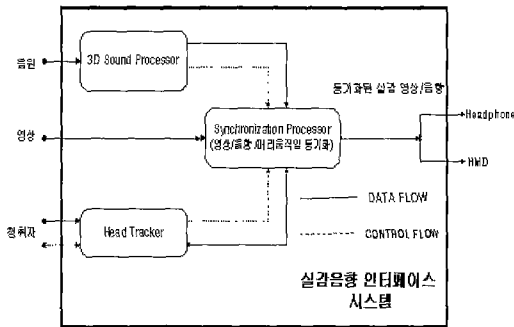


그림 6 실감음향인터페이스를 위한 시스템 개요도

2.6 국내외 연구현황

입체음향관련 기술은 주로 미국, 일본 및 유럽과 같은 선진국을 중심으로 발달된 반면, 국내 기술은 이들 선진국에 비해 기술 수준이 아직 요원한 상태이다. 또한 국내의 3차원 그래픽기술에 비해 입체음향 기술은 상대적으로 낙후된 감이 없지 않다. 그러나, 최근에 한국전자통신연구원과 일부 대학에서 입체음향 관련 기술을 활발히 연구 중에 있으며, 입체음향을 지원하는 사운드카드나 기존 스테레오 방식에서 입체음향을 지원하는 신제품들이 속속 개발되고 있고, 일반 사용자들도 입체음향에 대한 관심이 높아지고 있어, 향후 국내 입체음향 관련 개발 현황은 밝다고 할 수 있다.

2.6.1 국내현황

입체음향과 관련하여 상용화된 국내 제품으로는, 멀티미디어에 내장되는 사운드카드에 입체음향 지원 기능을 추가한 제품들과 기존의 음향 장비에 간단한 연결만으로 입체음향을 재현하는 장치인 DTEC(주)의 “3S(Spectral Surround System)”와 라스텔(주)의 “RSF(Royal Sound Field)”가 있고, 이외에 JG코포레이션(주)의 체감스피커 등이 있다. 경북대 최평 교수가 개발하여 DTEC(주)에

기술을 이전한 “3S” 제품은 주파수 대역을 고 중저 대역으로 3등분하여 대칭적으로 처리하고, 스테레오 양쪽 신호에 위상적 특성을 가미하여 공간감을 확대하는 기능과 소리의 원근감 보정을 행하는 기능 등이 있다. 라스텔(주)의 “RSF”는 DSP를 사용하지 않고 각종 음향 관련 시스템에서 아날로그 다채널 음장을 구현한 기술로, 저렴한 가격으로 DSP에 버금가는 입체음향을 구현하고 있다. 거원시스템(주)에서는 다양한 포맷 방식의 오디오 파일을 재생, 녹음할 수 있으며 인터넷 라디오 방송을 실시간으로 청취할 수 있는 소프트웨어인 “제트오디오4 프리미어”를 개발하여 시판 중에 있다. JG코포레이션(주)의 체감스피커는 소파, 의자 또는 자켓 등에 얇은 두께의 스피커를 내장하여 소리의 진동을 몸으로 느낄 수 있게 한 것이 특징인데, 입체음향이라고는 할 수 없지만 게임이나 가상현실 등에서 이용할 경우 실감나는 체감음향을 경험할 수 있으리라 기대된다.

한국전자통신연구원에서는 순수 S/W만으로 윈도우전용의 입체음향 생성저작 도구인 “Sori Wave”를 개발하였다[6,7]. “Sori Wave”는 음향신호의 복사, 믹싱 등과 같은 일반적인 음향편집 기능 이외에 사용자가 원하는 위치음과 이동음을 생성하는 기능, 다양한 형태의 가상음장을 생성하는 기능, Cross-talk를 제거하는 기능 등을 지원할 수 있도록 개발되었다. 현재 “Sori Wave”는 이머시스(주), 베스텍(주)과 우보전산(주)에 기술 이전되어 이미 상품화되었으며 성능 향상과 기능을 확대시킨 “Sori Wave Pro”가 향후 출시될 예정이다. “Sori Wave Pro” 고품위의 음질과 음향효과 및 음향 재생 등의 다기능 구현을 목표로 하는 음향컨텐츠 제작 도구라고 할 수 있다. 이외에도 한국전자통신연구원은 독일의 Fraunhofer 연구소와 공동으로 세계 최초로 MPEG2 AAC(Advanced Audio Coding) 인코딩 및 디코딩이 실시간으로 가능한 H/W 시스템을 개발했다[8].

2.6.2 해외 현황

현재 상용화 수준으로 개발된 해외의 대표적인 알고리즘 및 제품들로서는 다음과 같은 것들이 있다. 싱가포르의 Creative사(국내; 제이씨현시스템)에서 개발한 멀티미디어용 사운드카드인 “사운드블라스터 PCI 128 디지털”의 경우, DirectSound 3D와 A3D 등의 호환 세트를 지원하며 4개의 스피커

를 이용해 입체적인 사운드 효과를 구현한다. 캐나다의 QSound 알고리즘은 원칙적으로 일상적인 스테레오 재생시스템 장치 이외에 하드웨어를 새로이 추가하지 않고, 2채널의 입체음향 신호를 생성하는 녹음 기술이다. 특이한 사항으로는 일반적인 머리 전달함수를 사용하지 않고, 인간의 청각 신경계를 포함한 전달함수를 모델링하여 입체음향을 재생하는 것으로 알려져 있다. 미국의 SRS(Sound Retrieval System) Lab.은 주로 음향기술을 라이센스하는 연구소로, 최근에 발표한 "TruSurround"는 5채널에 의한 음상정위를 실현시킨 기술로서, 기본적으로 머리전달함수를 이용하여 공간 정보를 부가하는 기술을 채용하고 있지만, Crosstalk을 제거하는 과정을 채용하지 않음으로써 계산량을 줄인 것이 특징이다. 이외에 미국의 Spatializer Audio Lab.에서는 SRS처럼 라이센스로 기술을 제공하는데, 그 중에 "enCOMPASS"는 머리전달함수를 이용한 음상정위 기술로, 마이크로소프트사의 Direct-Sound 5.0을 이용한 게임 개발에 활용될 수 있으며, "N-2-2"는 2채널만으로 멀티채널 효과를 얻을 수 있는 기술로, 다른 유사기술에 비해 청취자의 청취 영역이 넓은 것으로 보고되고 있다. 일본의 "RSS (Roland Sound Space)시스템"은 모노음을 바이노럴 신호로 생성하는 프로세서와 Crosstalk을 제거하는 프로세서로 구분되어 있다. GUI환경을 통하여 방향감, 거리감 이외에 사용자가 설정한 궤적에 따라 음원의 위치를 실시간으로 연속적으로 이동시킬수 있는 기능이 있다. 이 외에 호주의 LakeDSP사는 입체음향에 필수적인 컨볼루션 연산을 실시간으로 수행할 수 있는 "Huron DSP"라는 전용보드를 생산하고 있으며, 이탈리아의 Parma대학에서는 S/W만으로 실시간에 가까운 컨볼루션 연산을 가능하게 해주는 "Aurora"라는 애플리케이션을 개발 했다. 일본의 Hamada교수는 두 개의 스피커가 인접할 경우 스테레오 효과가 떨어지는 것을 개선하기 위하여 "Stereo Dipole System"을 제안하였는데, 이 시스템은 머리를 구면체로 가정하여 계산된 근사치의 머리전달함수를 이용하여, 인접한 스피커의 경우에도 스테레오와 입체음향 효과가 충분히 전달되도록 하였다. 어느 정도의 머리 움직임에 대해서도 정위감이 크게 떨어지지 않는 것으로 보고되고 있다. 미국의 Crystal River Engineering사는 청취자가 머리를

움직일 경우 음파의 입사 각도가 달라져서 음상의 방향감이 달라지는 것에 착안해서, 헤드 트래커로 청취자의 머리 움직임을 추적하여, 머리 움직임에 따른 방향감을 실시간으로 생성하는 시스템인 "Convolutron"을 개발하였으나, 헤드폰 전용으로 장비가 고가인 단점이 있다. 미국의 George Washington대학에서 사운드 렌더링 기술을 처음으로 소개하였다. 이 기술은 가상현실과 게임 등에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 이외에도 최근 선진국에서는 콘서트홀이나 실내를 건축하기 전에 음장효과를 미리 시뮬레이션하기 위한 가청화(Auralization)기술과 음원이나 소음으로부터 방사되는 음파의 형태를 그래픽으로 처리하여 시각적으로 보여주는 소리 가시화(Sound Visualization)기술 등이 활발히 연구되고 있다.

3. 맺음말

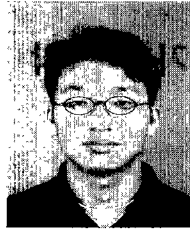
본 고에서는 2채널 방식에 의한 입체음향 생성 및 재생기술과 관련분야의 현황에 대해 간략하게 살펴보았다. 소개한 바대로 현실감의 느끼게 하는 입체음향을 생성하기 위해서는 음상정위기술, 음장 제어기술이 필요하며 생성음을 스피커를 통해 간섭 없이 재생하기 위해서는 Crosstalk제거 기술이 필요하였다. 컴퓨터와 정보통신의 발달로 어느 분야에서보다 두드러진 진보를 경험하고 있는 멀티미디어 및 가상현실 관련 분야에서 이러한 입체음향의 도입은 인간 삶의 질적 수준을 한층 더 향상시키는 데 중요한 역할을 한다고 할 수 있겠다.

참고문헌

- [1] 동아프라이프 편집부, "원색세계백과사전", 서울, 동아프라이프, 1990.
- [2] 日本音響學會, "音響用語辭典", Tokyo, Corona Publishing Co. Ltd., 1994.
- [3] 김현빈, 명현., "입체음향 기반기술 및 개발동향", 1999년도 한국정보과학회 CHI학회, 1999.
- [4] 김현빈, "가상현실에서의 입체음향", 1999년도 분류학회 춘계학술논문 발표회, 1999.
- [5] D. R. Begault, "3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia", New York, Academic Press Inc., 1994.
- [6] <http://sound.media.mit.edu>

- [7] 이동우, 고대식, 강성훈, 김현빈, 김풍민, "TMS320C6x를 이용한 실시간 3차원 음상처리기", 1999년도 한국음향학회 전기음향 학술대회, 1999.
- [8] 이희종, 김현빈, 김풍민, 김기홍, "멀티미디어용 입체음향효과 편집기", 1998년도 한국정보처리학회 춘계 학술발표대회, 1998.
- [9] Hyun Myung, Ki Hong Kim, Yong Wan Kim, Poong Min Kim, SangWeon Suh, Hyun Suk Kim, Jae Woo Kim, and Hyun Bin Kim, The Development of 3D Sound Signal Editor "SoriWave" for Multimedia Contents, Audio Engineering Society 106th Convention, 4946(P4), Munich, Germany, May 11, 1999.
- [10] Stefan Geyersberger, Wolfgang Fiesel, Harald Gernhardt, Doris Hubn, Martin Dietz, Dae-young Jang, Kyeongok Kang, Jinsuk Kwak, Sung Han Kim and Jin-Woo Hong, "MPEG-2 AAC Multichannel Realtime Implementation on Floating Point DSPs", Audio Engineering Society 106th Convention, 4977(P4), Munich, Germany, May 10, 1999.
- [11] Ki Hong Kim, Yong Wan Kim, Jae Woo Kim, Hyun Myung, "Natural Sound Field Effect through the Effective Combination of Reflective Sounds", ICSPAT99, Orlando, USA, Nov 3, 1999.

김 용 완



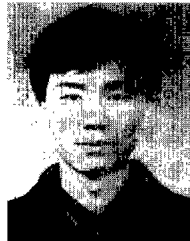
1996 인하대학교 전자공학과(학사)
 1998 광주과학기술원 정보통신공학과(석사)
 1998~현재 한국전자통신연구원 가상현실 연구개발센터 근무
 관심분야:그래픽, 애니메이션
 E-mail:ywkim@etri.re.kr

명 현



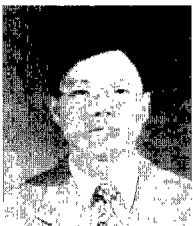
1992 KAIST전기/전자공학과(학사)
 1994 KAIST전기/전자공학과(석사)
 1998 KAIST전기/전자공학과(박사)
 1998~현재 한국전자통신연구원 가상현실 연구개발센터 근무
 관심분야:입체음향,진화연산,최적화
 E-mail:myung@etri.re.kr

정 혁



1991 KAIST 기계공학과(학사)
 1993 KAIST 기계공학과(석사)
 1999 KAIST 기계공학과(박사)
 2000~현재 한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터 근무
 관심분야:심리음향, 음질해석, HCI
 E-mail:jay@etri.re.kr

김 기 홍



1994 경북대학교 전자공학과(학사)
 1996 경북대학교 전자공학과(석사)
 1996~현재 한국전자통신연구원 가상현실 연구개발센터 근무
 관심분야:음성인식, 입체음향, 생체신호처리
 E-mail:kimgh@etri.re.kr

김 기 호



1990 광운대학교 전자계산학과(석사)
 1996 광운대학교 전자계산학과 박사과정 수료
 1998~현재 한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터 근무
 관심분야:Medical VR, 입체영상, 입체음향, 실물모델링
 E-mail:khkim@etri.re.kr