

7주차 3차시 미디 및 입체음향의 원리와 기술

【학습목표】

1. 미디의 표준 모드를 설명할 수 있다.
2. 입체음향의 기술 및 원리를 설명할 수 있다.

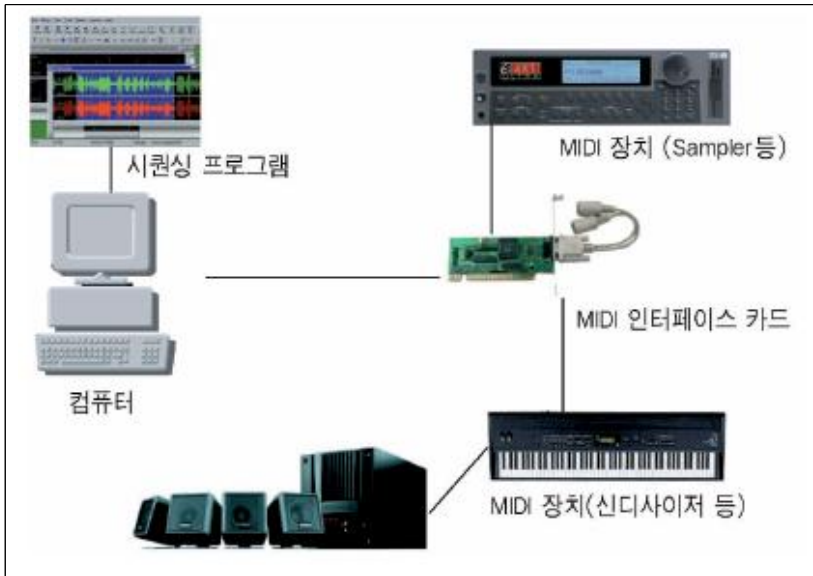
학습내용1 : 미디

1. 미디의 개념

- 정의 : MIDI(Musical Instrument Digital Interface)
- 역사 : 1983년 세계 악기 제조업체들이 제정한 전자악기와 컴퓨터 간의 상호 정보교환을 위한 규약
- 어떤 장비나 프로그램을 의미하는 것이 아니라 통신에 관한 약속을 의미한다.
 - 음자체에 대한 정보가 있는 것이 아니라 음을 어떻게 연주할 것인지에 대한 정보, 즉 음의 높이 및 음표의 길이, 음의 강약 등에 대한 정보를 표현
- 실제 음을 듣기 위해서는 그 음을 발생시켜 주는 장치(신디사이저, Synthesizer)가 필요
- 신디사이저를 이용하여 미디 자료를 생성, 수정, 삭제하기 위해서는 시퀀서(Sequencer)라는 미디 프로그램이 필요
- 미디 이전의 문제점 :
 - A라는 회사 제품을 사용하기 위해서는 A라는 회사에서 만들어진 프로그램만을 사용해야 했다.
 - 여러 회사에서 나온 전자 악기를 제어하기 위해서는 각 회사에서 나온 각각의 프로그램을 사용해야만 했다.
 - 컴퓨터와 전자 악기간의 통신을 표준화시킨 '미디'라는 것이 탄생
- 이러한 미디를 이용함으로써 여러 전자 악기들에 대해 일관된 방식으로 제어가 가능
- 동시에 여러 악기들도 제어할 수 있게 되
- 미디가 제정된 이후로 거의 모든 신디사이저들은 이 규약에 맞추어서 생산
- 최근의 사운드 카드들은 미디 신호를 수신할 수 있는 음원들을 별도로 장착하고 미디 인터페이스 기능을 가지고 있다.
- 미디 시스템은 하드웨어인 미디 장치와 하드웨어간의 통신을 정의하는 미디 메시지로 구성된다.
- 미디 메시지를 생성시켜 미디장치의 제어를 쉽게 하기 위해서 일반적으로 미디 프로그램을 사용한다.

2. 미디 시스템의 구성

1) 일반적으로 신디사이저에 음원이 있는 경우 아래 그림과 같은 구조를 갖는다.



2) 미디 시스템에서 음이 입력되어 처리되고 출력되는 과정은 다음과 같다.

가. 음의 입력 : 샘플러 등의 미디 장치에서 음을 발생 → 미디(MIDI) 인터페이스 카드 → 컴퓨터로 전송

나. 음의 처리 : 컴퓨터에서 MIDI 프로그램(시퀀싱 프로그램)을 이용하여 편집

다. 음의 출력 : 컴퓨터 → MIDI 인터페이스 카드 → 신디사이저 등의 미디 장치를 통해 음을 스피커로 출력

- 미디 인터페이스와 신디사이저와 같은 미디 장치들은 자료를 입력받는 MIDI-IN 단자, 처리된 자료를 출력하는 MIDI-OUT 단자, 자료를 다른 미디 장치로 전달(Bypass)하는 MIDI-THRU 단자를 갖는다.

- 특별히 좋은 음질을 원할 경우에는 좋은 음원을 따로 두어 신디사이저와 연결하는 경우도 있다.

- 미디 시스템에서 여러 미디 장치들간의 동기화를 위해서 미디 클럭(MIDI Clock)을 이용

- 예를 들어, 여러 시퀀서들이 동시에 연주를 하게 될 때 마스터 시퀀서가 다른 시퀀서들에게 일련의 'Timing Clock' 메시지를 보낸다.

- 수신하는 시퀀서는 'Timing Clock'이 도착하는 속도에 맞추어 연주를 하게 된다.

3. 하드웨어 장비

미디를 연주하기 위한 하드웨어로는 먼저 컴퓨터가 필요하고, 실제 음에 대한 정보와 연주할 수 있는 입력 기기를 갖춘 신디사이저(또는 음원모듈과 마스터 키보드), 그리고 이들을 연결시켜 주는 미디 인터페이스 카드와 미디 전용 케이블, 실제로 음을 출력하기 위한 앰프와 스피커가 필요하다.

가. 신디사이저(Synthesizer)

신디사이저란 전기적인 신호를 합성하여 음을 생성하는 장치를 의미한다. 신디사이저는 소리를 발생시키는 음원부와 음원부를 이용하여 연주하는 건반부로 이루어져 있다. 음원 모듈은 신디사이저에서 건반부를 제외한 것을 의미하고, 건반부만 있는 것을 마스터 키보드라고 한다. 이는 일반 신디사이저보다 건반의 기능이 강화되어 있는 것으로 새로운 악기의 음이 필요할 경우 신디사이저를 새로 구입하지 않고 음원 모듈만을 구입하여 확장시킬 수 있다. 그래서 음원

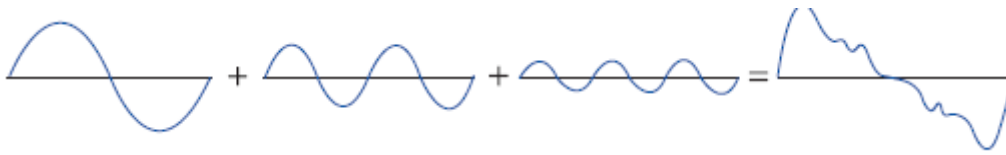
모듈과 마스터 키보드를 따로 장만하는 것이 더 효율적이다.

음원 모듈에서 음을 합성하는 방법에 따라 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

FM 방식은 아래 그림과 같이 정현파(Sine파)를 기본으로 하여 소리를 합성하는 방식이다. 이 방식은 대체로 기계적이고 신비로운 음색을 잘 구현하는 특징을 갖는다. Yamaha사의 초기의 DX 시리즈와 현재의 TG 시리즈나 MU-80 등이 이 방식을 사용하였다.

PCM 방식 소리를 디지털 데이터로 변환하여 저장하였다가 사용하는 방식으로, 음질은 좋으나 정보의 양이 많다. 소리의 변형이 자유롭지는 않지만 원음재현이 뛰어나다. 이러한 장점 때문에 이 방식이 많이 사용되는데 SoundBlaster 카드는 32가지음을 동시에 생성할 수 있고, 2개의 스피커를 이용한 3D 효과도 지원한다.

마지막으로, PCM 방식과 FM 방식을 합성하는 방식인 AI 방식이 있다. 음향(Acoustic)악기의 원음 뿐 아니라 전자 악기소리 등 다양한 음악 장르에 대한 음을 재현한다.



정현파(Sine파)의 합성

나. 샘플러(Sampler)

- 샘플러는 악기의 모든 음을 갖고 있다.
- 샘플러는 실제의 소리를 디지털 방식으로 직접 녹음하여 그것을 편집하여 악기나 효과음 등으로 이용할 수 있게한 것
- 샘플된 파일을 저장할 수 있는 하드디스크와 편집시 사용될 메모리가 필요하다.
- 샘플러는 좀더 정교한 음을 사용하고자 할 때나 음원에 없는 새로운 음을 만들고자 할 때 사용된다.

다. 믹서(Mixer)

- 여러 개의 오디오 출력을 섞어서 하나의 출력으로 만들어 주는 역할을 한다.
- 여러 입력 단자에 각 악기들의 출력 라인을 하나씩 연결하여 하나의 출력신호로 만들어 스피커나 녹음장치 등으로 보내게 된다.
- 믹서는 각 출력의 균형 등을 맞추어 주는 이퀄라이저(Equalizer)가 장착
- 음악의 균형을 맞추어 녹음하고 연주하는데 있어서 필수적인 장비로 이용되고 있다.

라. 미디 인터페이스 카드(MIDI Interface Card)

- 시퀀서 프로그램이 실행되는 컴퓨터와 미디 모듈 간의 신호 체계가 다르므로 이들을 연결(번역)해 주는 기능을 한다.
- 컴퓨터 내부에 카드 형식으로 꼽는 장치와 모듈인 악기들을 연결시켜 주는 상자형 포트로 구성 되어 있다.

마. 앰프와 스피커

- 음의 출력장치로는 스피커와 앰프가 있을 수 있다.
- 미디의 신호가 상당히 강하기 때문에 가급적이면 전압 충격에 강한 앰프와 스피커를 사용하는 것이 좋다.

4. 미디의 표준 모드

- 미디는 컴퓨터와 전자악기 간의 통신 규약이다.
- MIDI에는 최소한의 규정만 있을 뿐 악기의 번호와 이펙터(음을 연주할 때 특수한 효과를 주는 것)를 조정하는 방식 등에 관한 규정은 없다.
- 예를 들면, A라는 사람이 첫 번째 채널에는 바이올린, 두 번째 채널에는 플루트, 세 번째 채널에는 클라리넷을 할당하여 곡을 만들어 B라는 사람에게 주었는데, B의 시스템은 첫 번째 채널에는 기타, 두 번째 채널에는 드럼, 세 번째 채널에는 전자 오르간이 할당되어 있다면 그 곡은 이상한 소리로 연주될 것이다. 이렇게 어떤 음을 어떤 악기가 연주하라는 정보가 미디에는 존재하지 않는다.
- MIDI 악기 제조업체들의 모임인 JMSC(Japanese MIDI Standards Committee)와 MMA(MIDI Manufacturers Association)에서 채널별로 악기를 할당하는 방식을 규정하였는데 이 방안을 GM(General MIDI)이라고 한다.
- GS(General Synthesizer, General Standard)는 Roland사가 GM을 좀 더 확장시킨 것이다.
- 일본 Yamaha사에서는 이름을 GS에 대항하기 위하여 XG(eXtended General, eXtension of the General MIDI)라는 방식을 발표
- 세 모드의 음악 데이터는 기본적으로 GM을 지원하며 각자 자기 나름대로의 확장성을 지원한다.
- MIDI 파일 속에는 단지 외부 기기에 대한 제어 신호만이 담겨 있으며, 실제로 연주되는 소리는 신디사이저에 의해 생성된다.
- MIDI는 MMA(MIDI Manufacturers Association)에 의해 제정된 표준 MIDI 파일 포맷인 mid를 따른다.

5. 미디 소프트웨어

- 미디 프로그램은 주요 기능에 따라 다음과 같이 나뉜다.

가. 작곡용 프로그램(시퀀서, Sequencer)

- 음원 모듈에 어떤 악기를 얼마의 강도로 얼마나 오랫동안 소리를 내라고 명령하는 것이 시퀀서이다.
- 시퀀서는 미디 신호를 입출력할 수 있고, 저장되어 있는 미디 데이터를 연주, 편집하는 기능을 가진다.
- 미디 신호는 미디 메시지의 형태를 띠며,
- 미디 메시지는 미디 장치간에 정보를 전달하는 역할, 음악적인 사건을 미디 장치간에 알리는 역할을 한다.
- 음악적인 사건이란 일반적으로 악기를 연주하면서 연주자가 취하는 동작을 의미한다.
- 이 동작은 건반을 누르거나, 건반에서 손을 떼는 등의 행동이 될 수 있다.
- 이러한 미디 메시지는 채널 별로 송수신되는 채널 메시지와 미디 시스템 전체를 제어하기 위한 시스템 메시지로 구분된다.
- 대표적인 시퀀서 프로그램으로는 Cakewalk과 Steinberg사의 CuBase가 있다.

- Cakewalk (Cakewalk SONAR)
 - PC로 미디 작곡이나 편곡 등을 하는데 가장 널리 사용되고 있는 프로그램
 - 미디 편집 기능과 함께 디지털 오디오 편집 기능도 동시에 지원한다.
 - Microsoft ActiveMovie 지원, Realtime Audio Effect의 지원, DirectSound의 지원
 - 미디 사운드와 웨이브 사운드 편집 기능을 사용할 수 있다.
 - 128 트랙의 오디오를 미디와 함께 레코딩할 수 있다.

나. 악보용 프로그램(Notation, Scoring Program)

- 악보용 프로그램은 모니터 상에 악보를 그리고(Scoring), 프린터로 출력하는 출판용 프로그램이다.
- 편집 기능도 가능하기 때문에 시퀀서와 더불어 많이 이용되고 있다.
- 악보용 프로그램으로는 Coda사의 Finale, Passport Design사의 Encore 등이 대표적

다. 음색편집용 프로그램(Voice Editor, Sound Editing Program)

- 소리를 편집, 수정하는 프로그램
- 미디 음원 모듈이나 신디사이저에 있는 각종 음색과 효과음들을 바꿀 때 사용하는 프로그램이다.
- OdysseySoft사의 Classic-B, KORG 사의 X5DR등이 있다.

학습내용2 : 입체음향의 원리와 기술

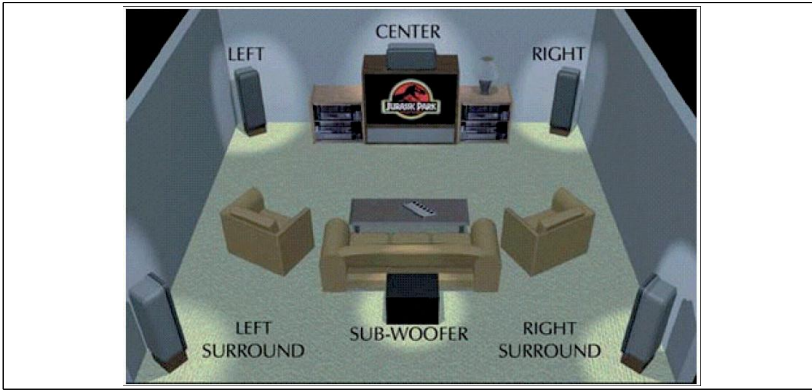
- 사운드는 2D 스테레오 사운드에서 벗어나 실세계에서와 유사한 느낌을 줄 수 있는 3D 사운드로 발전하고 있다.
- 이러한 3D 사운드 기술은 영화에서는 오래 전부터 활용되어 왔고, 최근에는 컴퓨터 특히 게임 분야에 적용되고 있다.

1. 입체음향 기술

- 입체 음향은 영화나 TV, 오디오 같은 가전분야에서는 서라운드(Surround)라는 방식으로 제공
- 컴퓨터 분야에서는 사용자의 입력에 영향을 받는 즉 상호작용을 지원하는 입체음향(Interactive 3D Sound)을 사용하고 있다.
- 가전 분야에서의 방식과 컴퓨터 분야에서의 방식

가. 서라운드(Surround)

- 서라운드 시스템으로는 돌비 서라운드(Dolby Surround)가 가장 대표적이다.
- 이는 사람이 있는 위치를 기준으로 사방에서 소리를 들려준다고 생각하면 이해가 쉽다.
- 공간감, 입체감의 상승 / 서라운드는 3 채널, 4.1 채널, 5.1 채널 등이 있는데
- 0.1 채널은 중저음을 보강하는 서브우퍼(Subwoofer)를 의미한다(아래 그림5.1 채널).
- 서라운드 시스템은 돌비 연구소에서 극장용 사운드를 위하여 개발하였으나 현재는 가정용으로도 많이 사용되고 있다.
- 서라운드 시스템은 입체음향을 오디오 등의 가전 분야에서 접근할 때의 최신 기술이다.



나. 입체 음향(Interactive 3D Sound)

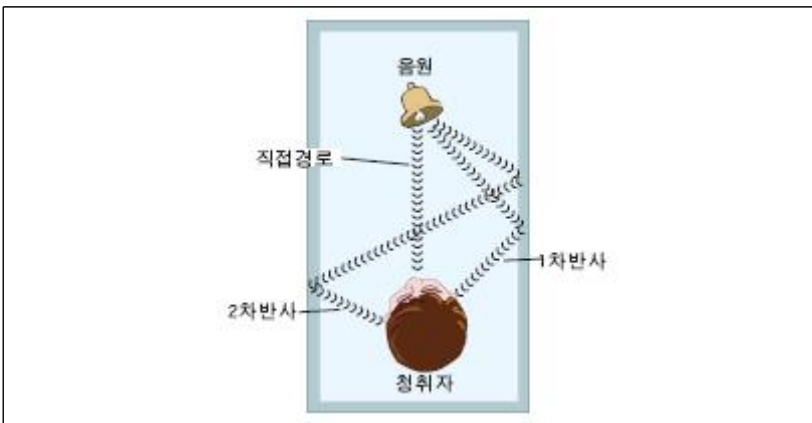
- 원리 : 음원과 청취자의 상대적인 위치 정보로부터 음원을 청취자의 어느 곳에 위치시킬지를 계산하여 출력하게 되는 것이다.
- 청취자와 음향기기 간에 상호작용을 가능하게 한다.
- 입체음향은 사용자의 이동이나 반응에 따라, 또는 음원의 위치가 이동함에 따라 소리가 입체적으로 들리게 된다.
- 실시간으로 음을 생성시키기 위해서는 실시간 파라미터와 모노/스테레오 사운드 소스가 필요
- 시간과 3차원적인 위치 정보를 계산, 처리할 수 있는 시스템이 필요
- 상호작용이 필요한 경우, 즉 가상 현실이나 게임 등에서 사용된다.
- Creative사의 EAX와 Aureal사의 A3D, Microsoft사의 DirectSound3D, SRS사의 Wow 등에서 지원된다.

2. 입체음향의 원리

- 음원이 존재하는 공간에 직접 위치하지 않은 청취자가 재생된 음향을 들었을 때 음향으로부터 공간적 단서(방향감, 거리감 및 공간감)를 지각할 수 있는 음향을 의미한다.

가. 소리의 전달 경로

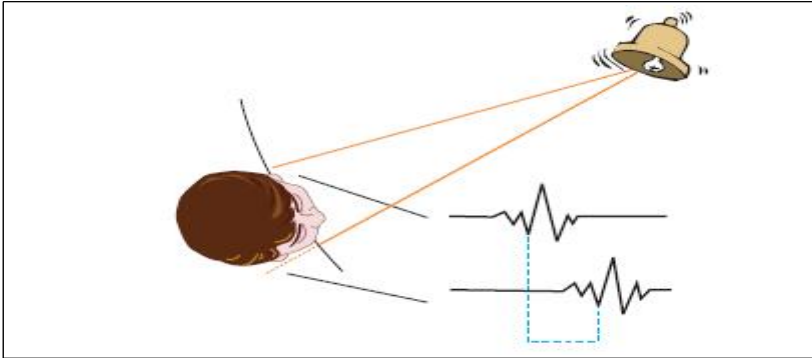
- 소리는 사람의 외부에서의 전달 경로와 내부에서의 전달 경로로 나눌 수 있다.
- 공간 전달계(외부) : 실내의 벽이나 천장 등에 의한 반사, 회절, 산란 등의 현상
- 머리 전달계(내부) : 인간의 머리와 귓바퀴에 의한 반사, 회절, 공진 등의 현상 사람이 음원에 대한 공간적 단서를 지각할 수 있는 것은 머리 전달계의 고유한 특성에 의해 두 귀에 들어오는 두 신호간의 차이(공간 전달계로 인해 발생된) 때문이다.



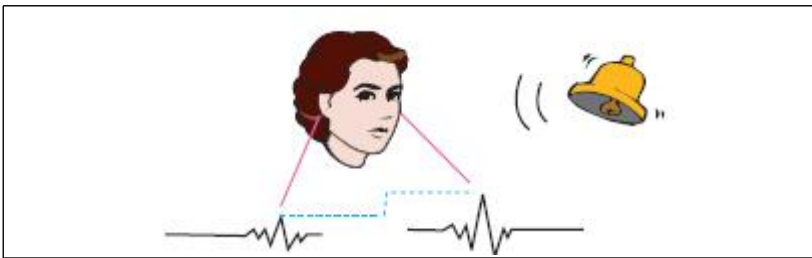
나. 공간적 단서

- 사람이 공간적 단서를 인지할 수 있는 요인은 다음과 같다.
- 사람이 음원의 위치에 대한 방향성을 인지할 수 있는 이유는 두 귀에 들어오는 소리에 시간차가 있기 때문이다.
- 가까운 방향 쪽에 있는 귀가 먼저 그 소리를 들을 것이다. 따라서 음원의 방향을 알 수 있다.

① 두 귀에 도달하는 소리의 시간차(ITD: Interaural Time Difference)



② 두 귀에 도달하는 소리의 세기차(IID: Interaural Intensity Difference)



사람이 음원의 위치를 느낄 수 있는 또 하나의 단서는 소리 크기에 기인한다. 즉, 가까운 곳에서 들리는 음의 크기가 더 클 것이다. 또한, 두 귀에 들리는 소리의 크기차로 위치감과 거리감을 느낄 수 있게 된다. 앞의 과 에서 음원의 위치와 거리감을 알 수 있다. 그 외에 사람이 음원의 위치나 거리를 인지하는 공간적 단서에 영향을 주는 것으로는 시각적 효과, 머리의 움직임, 소리의 종류에 따른 친숙도등이 있다.

3. 입체음향의 생성 방식

- 입체 음향은 청취자와 음원 간의 위치 정보를 이용하여 생성할 수 있다.
- 음원과 청취자에 대한 위치의 변화에 따른 소리를 생성하기 위해서는 먼저 청취자와 음원 간의 위치를 반영한 소리가 필요하다.
- 녹음하는 방법으로 주로 가짜머리 (Dummy Head)를 이용하는 방법이 주로 사용
- 녹음된 소리로부터 머리법으로 함수(HRTF)를 이용하여 입체음향을 생성할 수 있다.

가. 음을 녹음하는 방법

- 이 방법은 아래 그림에서 보듯이 가짜머리 양쪽 귀에 마이크로 폰을 설치하고 음원을 이동시키면서 소리를 녹음하는 방식이다.



- 단점은 각 개인의 머리 모양에 따라 여러 형태의 신호가 생길 수 있다.
- 가장 이상적인 입체 음향의 구현은 청취자 자신의 두 귀에 장착한 마이크로 폰으로 녹음된 신호를 이용하는 것이지만, 주로 청각 능력이 뛰어난 음악가나 표준치의 머리 모형인 가짜 머리에 장착한 마이크로 폰을 통하여 바이오럴 신호를 녹음하는 방식을 이용한다.

나. 입체음을 생성하는 방법

- 머리 전달함수(HRTF: Head-Related Transfer Function)
- 무반향실 내에서 가짜머리를 이용하여 여러 각도에 배치한 스피커에서 나오는 음들을 녹음하여 푸리에(Fourier) 변환한 것을 의미한다.
- 머리 전달함수는 소리가 들어오는 각도에 따라 달라지기 때문에 여러 위치에서 나오는 음들에 대해 머리 전달함수를 측정하고 이를 데이터베이스로 구축한다.
- 머리 전달함수에 없는 불연속점에서의 소리는 간법(Interpolation)을 이용하여 구할 수 있다.
- 공간 전달함수(RTF: Room Transfer Function)
- 배경 : 특정 장소에 따른 공간의 크기, 구조, 벽 또는 천정 재질 등에 의해 음원에 대한 직접 음, 초기 반사음, 잔향 패턴 및 잔향 시간 등이 달라지게 된다.
- 이러한 차이는 장소의 특징에 따라 달라지며 이러한 차이로 인해 청취자는 어떤 장소인지를 알게 된다.
- 이러한 특정 장소의 효과를 생성하기 위해서는 무반향실이 아닌 특정한 실내에서 머리 전달함수를 측정해야 한다.
- 이렇게 특정한 장소에서 측정한 머리 전달함수를 공간 전달함수라고 한다.
- 이를 이용하면 특정한 장소에 대한 가상의 음장(음원을 둘러싸고 있는 공간)을 생성할 수 있다.
- 실제로 입체음을 생성하기 위해 단순음을 머리 전달함수와 공간 전달함수를 이용하여 변형하면 원하는 음을 생성할 수 있다.

【학습정리】

1. 입체음향 기술로 일반 오디오 분야에서는 서라운드(Surround)라는 방식, 컴퓨터분야에서는 상호작용을 지원하는 입체음향(Interactive 3D Sound) 기술이 사용된다.
2. 입체 음향(Interactive 3D Sound)이란, 음원이 존재하는 공간에 직접 위치하지 않은 청취자가 재생된 음향을 들었을 때 음향으로부터 공간적 단서(방향감, 거리감 및 공간감)를 지각할 수 있는 음향을 의미한다.
3. MIDI(Musical Instrument Digital Interface)는 전자악기와 컴퓨터 간의 상호 정보교환을 위한 규약이다.
4. MIDI(Musical Instrument Digital Interface)는 어떤 장비나 프로그램을 의미하는 것이 아니라 통신에 관한 약속을 의미한다.