

7주차 2차시 디지털 오디오 시스템

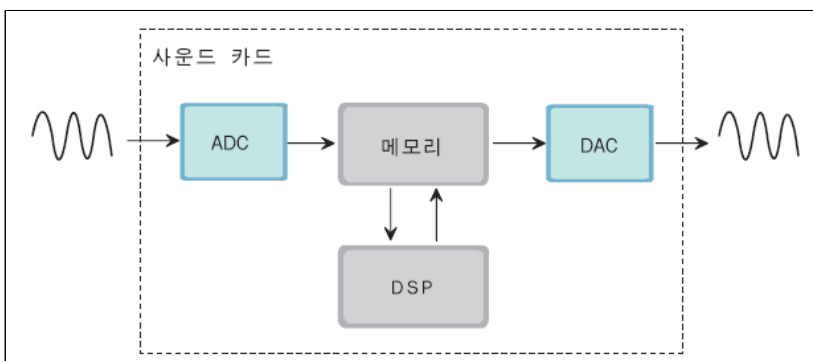
【학습목표】

1. 사운드 처리 소프트웨어의 종류를 각각의 특징에 따라 설명할 수 있다.
2. 디지털 사운드 파형의 저장 방식에 따라 구분할 수 있다.

학습내용1 : 디지털 오디오 시스템

1. 사운드처리 하드웨어

- 사운드는 마이크나 CD에서 아날로그 파형으로 입력받아 오디오 인터페이스 카드(사운드 카드)에서 디지털 형태로 변환되어 처리된다.
- 앞에서 언급한 ADC와 DAC 장치를 가지고 있는 곳이 사운드 카드이다.
- 요즘의 사운드 카드는 이러한 아날로그와 디지털의 변환 기능 외에 음원칩을 내장하여 미디를 지원
- DSP(Digital Signal Processor) 칩을 내장하여 사운드 데이터의 가공/편집 등을 할 수 있는 기능을 제공한다.(그림)



가. 사운드 카드

- 1987년 캐나다의 Adlib사에서 만든 Adlib이라는 최초의 사운드 카드가 출현하고서이다.
- Adlib 카드는 일본의 Yamaha사의 YM-3812 칩을 이용하여 11종 화음의 연주가 가능하였다.
- 음원으로 FM음원을 사용하여 소리가 자연스럽지 못하고, 음성을 처리할 수 없는 한계가 있었다.
- 그 후 싱가포르의 Creative사에서 PCM 방식의 음원을 지원하는 SoundBlaster 카드를 발표하였다.
- 이 사운드 카드는 PC 사운드 카드의 표준이 되다시피 하며 대단한 인기를 끌었다.
- 그 후 사운드 카드는 16bit 사운드 카드로 발전
- 좀 더 나은 음원칩을 지원하고 데이터를 전송하는 방식도 기존의 ISA방식에서 PCI 방식으로 전환
- 그리고 고급 오디오나 스피커로 연결하기 위하여 S/PDIF라는 디지털 입/출력 단자를 지원
- 현재 사운드 카드 업체는 3D 사운드로 하는 입체음향을 효과적으로 제공
- 사운드 카드는 기본적으로 아날로그 파형과 디지털 파형의 상호 변환을 지원하며(ADC 및 DAC),
- 음원 칩을 내장하여 MIDI를 지원
- 음원 칩은 FM음원 칩과 PCM 음원 칩으로 나눌 수 있음
- FM 음원 칩은 기본 음을 합성하여 새로운 음을 생성하는 방법

- FM 음원 칩으로 생성된 음은 실제 악기의 음과는 많은 차이가 있다.
- PCM 방식의 음원 칩은 앞에서 언급한 PCM방식으로 음을 저장하는데, 이 방식을 사용하면 음을 저장하는데 많은 메모리가 소요된다.

나. 앰프와 스피커

- 사운드 카드에는 앰프(Amplifier)가 있어 이 앰프를 이용해서 스피커를 통해 증폭된 소리를 들을 수 있음
- 일반적으로 사운드 카드에 있는 앰프는 성능이 떨어짐
- 증폭이 될 때 주위의 전자파나 진동의 영향으로 잡음이 발생하여 음의 왜곡이 발생할 수 있다.
- 외부에 앰프를 따로 설치하여 사운드 카드에 연결하는 것이 좋다.

2. 사운드 처리 소프트웨어

가. 사운드 편집 소프트웨어

- 사운드를 캡처(Capture), 편집, 가공하는 기능, 여러 트랙에 대해 편집하는 기능 등 지원
- 특수 효과(Filtering)의 지원 정도와 기능의 확장성(Plug-in) 등에서 약간의차이가 있게 된다.
- 사운드 편집 소프트웨어로는 GoldWave, Audition(Cool Edit Pro), CreativeWave Studio, SoundForge 등이 있다.

① GoldWave

- 거의 모든 사운드 포맷을 지원하며 인터넷에서 많이 쓰이는 Unix용 사운드 포맷들도 지원한다.
- 사용자의 편의를 위한 다양한 툴바(Toolbar)와 사운드 디바이스를 별도로 제어할 수 있는 리모콘 형식의 Device Controller를 내장하고 있어 초보자들도 사용하기 쉽다.
- CODEC이 설치된 상태에서 MP3 압축을 지원한다.

② Audition(Cool Edit Pro)

- 32비트 파일의 지원과 최대 198KHz까지의 표본화율의 지원
- ActiveMovie 및 DirectX 플러그인의 제공
- FFT 주파수 분석 기능, 스크립트 및 배치 프로세스 기능, 뇌파와 동조시켜 명상의 음을 만들어 주는 특수 기능, 독특한 프리뷰(Preview) 모드 등을 제공하는 강력한 사운드 편집도구이다.

나. 재생 프로그램

- 재생 프로그램은 컴퓨터에서 음악을 들을 때 사용하는 프로그램
- 주로 음악 CD를 듣거나MP3로 만들어진 음악 파일을 들을 때 사용하는 프로그램들이다.
- Wamp, 곰 오디오(Gom Audio), Rhapsody(RealNetworks 사), AAALSong, 제트오디오(Cowon JetAudio) 등, 수 많은 오디오 재생 프로그램이 존재하며 그 기능은 유사하다.

① Winamp

- Nullsoft사에서 만든 재생용 프로그램으로 현재 가장 많이 사용되고 있는 프로그램이다. MP3재생기의 표준이라 할 수 있는 이 프로그램은 깔끔한 사용자 인터페이스, 디지털 형태의 오디오 스타일 화면 표시창, 강력한 Shuffle 및 Replay, 여러개의 MP3 파일을 주크박스처럼 저장해서 사용할 수 있게 하는 Playlist 기능, 대역폭을 조절할 수 있는 그래픽 이퀄라이저(Equalizer) 기능, 시스템 트레이 지원 등의 기능을 지니고 있다. MOD, S3M, MTM, ULT, XM, IT, Xing VBR, WAV 형식의 파일을 재생할 수 있다. 또한 플러그인을 설치하면 AIFF, AU, VOC, RealAudio, ASF, VQF 파일 등의 재생도 가능하다. 특이한 기능으로는 샤우트 캐스트 (SHOUTcast)로, 이는 개인이 자신의 서버를 통해 인터넷으로 음악을 서비스 할 수 있는 기능이다. 최근 버전 에 서 쉐 어 웨 어 (Shareware)에 서 프리웨어(Freeware)로 변경되었다. Winamp가 지원하는 추가적인 기능으로 DSP 플러그인을 들 수 있다. 이 플러그인을 사용하면 원래의 사운드를 DSP처리하여 사용자가 원하는 음색이나 서라운드 효과를 냄으로써 다양한 음향을 구현할 수 있다.

3. 디지털 사운드의 압축 방식

- 디지털 사운드를 압축하지 않고 그대로 저장하면 파일의 크기가 매우 커진다.
- 3분 길이의 음악 한 곡을 CD에 저장하려면 약 30MB 정도가 필요
- 디지털 사운드의 압축방식 대부분은 일반적으로 사운드를 인식할 때, 인간의 인지적 및 음성 심리학적 원리에 기반을 두고 있기 때문에 흔히 인지적 코딩(Perceptual Coding)방식이라 부른다.

가. ADPCM

- ADPCM은 이론적으로 표준화되어 있지만 여러가지 알고리즘이 실제로 사용되어 각 방식 간에는 호환성이 없다.
- ITU-T(International Telecommunications Union-Telecommunication)에서 ADPCM 방식으로 32Kbps에서 음성을 전송하기 위한 방식으로 G.721을 제정하였는데, G.721에서는 각 표본화 값의 차이를 4bit로 표현하고, 표본화율(SamplingRate)은 8KHz로 사용한다. 이 방식을 좀더 개량한 방식으로 G.722 방식이 있는데, 이 방법은 채널을 두 개의 서브밴드(Subband)로 나누어 처리하는 방식으로 48, 56, 64 Kbps에서 전송이 가능 하며 표본화율은 16KHz를 사용한다.

나. A-Law, μ -Law(뮤-로우)

음성 통신을 목적으로 정한 압축방식으로 미국, 캐나다, 일본, 필리핀에서 사용되는 μ -Law방식과 유럽과 그 외의 나라에서 사용되는 A-Law 방식이 있다. 두 방식 모두 양자화 과정에서의 오차를 줄이기 위한 목적으로 만들어졌으며, 서로 거의 비슷한 방식을 사용하고 있다. 사람이 대화 시 큰소리의 변화보다는 작은 소리의 변화를 잘 감지한다는 사실을 이용하여 작은 소리에 많은 양자화 비트를 할당하고 큰소리에 적은 양자화 비트를 할당하는 비균등 코딩(Non-uniform Coding) 방식이다.

다. MP3 또는 MPEG Layer3

동영상 압축 표준인 MPEG에서 오디오 부분의 압축을 의미한다. 앞의 PCM관련의 압축 방식과는 달리 손실 압축(Lossy Compression)방식이다. 현재 MPEG-1과 MPEG-2가 사용되고 있는데 오디오 부분에서는 MPEG-1의 Layer 3이 MP3라는 이름으로 많이 사용되고 있고, MPEG-2의 오디오 부분인 AAC(Advanced Audio Coding)도 사용되기 시작하고 있다.

MP3 압축 방법은 20Hz~20KHz 사이의 가청주파수 영역을 동일한 길이의 32개의 서브밴드(Subband)로 나누고, 각 서브밴드를 다시 18개의 서브밴드로 구분하면 총 576개의 밴드가 생겨난다. 여기서 18개 밴드의 음 중 가장 큰 음을 해당 서브밴드의 대표음으로 선택하고, 대표음의 마스킹(Masking)으로 인하여 가려지는 음들은 삭제한다. 이러한 과정을

32개의 서브밴드에 반복 적용한다. 마스킹 효과란 음성 심리학적 원리에 기반을 둔 압축방법으로 큰 소리와 작은 소리가 동시에 발생하면 작은 소리가 들리게 되는 것처럼 어떤 소리에 의해 다른 소리가 가려지는 현상을 의미한다.

여러 가지 압축방식을 사용하기 위해서는 해당하는 압축 코덱이 시스템에 설치되어 있어야 한다. 요즘 PC에서는 기본적으로 ADPCM, TrueSpeech, MP3, AC3, DTS, WMA, OGG 등의 압축 코덱이 설치되어 있다.

라. 디지털 사운드의 파일 포맷

- 디지털 사운드를 저장할 때에는 압축방식을 이용하여 실제의 파일 포맷으로 저장한다. 디지털 사운드 파일 포맷은 크게 3가지 부류로 나누어 볼 수 있다.

- 첫째 유형은 WAV(Windows), AIFF(Mac OS), Au 와 같이 전혀 압축하지 않은 상태로 사운드를 저장하는 것이고,
- 두 번째 유형은 압축하되 복원 시 원래의 사운드 데이터를 전혀 잃어 버리지 않는 압축 방식(무손실 압축)으로 FLAC, WMA(Windows), TTA(Apple) 등이 있다.

- 세 번째 유형은 복원시에 원래 사운드 정보를 어느정도 잃는 손실압축 방식으로 MP3, Lossy WMA, AAC 등이 존재한다. 여기서는, WAV, Au, MP3와 RealAudio(.ra)를 소개하기로 한다.

- MP2, MP3, AAC :

- 압축 효과가 뛰어나고, 음질도 우수하다. 인터넷 상에서 음악을 압축하는데 많이 사용된다.
- MPEG-1의 Layer 2는 .mp2, Layer 3는 .mp3의 확장자를 갖는다. 인터넷상의 AOD(Audio on Demand)에서 사용하고 있으며 최근 휴대용으로 MP3 형식의 노래를 들을 수 있는 플레이어가 출시되었다. 저작권에 대한 보호가 없는 것이 약점이다. 이외에도, MPEG-2의 오디오 부분 압축 형식인 AAC는 높은 압축율과 우수한 음질을 지원하여 많이 이용되고 있다.

- RealAudio (.ra) :

- 인터넷 상에서 스트리밍 기술을 이용, 실시간에 사운드를 전송받으며 플레이할 수 있는 새로운 개념의 사운드 포맷이다.
- 처음에는 네트워크 대역폭에 따른 압축 파일을 전부 생성해 놓고, 접속이 이루어지면 접속 대역폭에 맞는 파일을 전송하였다.
- 대역폭에 따라 전송되는 음질이 정해지고, 이것은 접속이 끊어질 때까지 고정되었다.
- 대역폭이 고정되어 있다고 가정한 것으로 그 후에 대역폭이 동적으로 변하여도 전송되는 파일(음질)은 변하지 않았다.
- 대역폭이 좋아져도 양질의 음질을 듣지 못하고, 대역폭이 나빠져도 그 전의 음질 수준으로 전송시켜 중간에 음이 많이 끊긴다.
- 사운드만을 전송하기 위해서는 RealAudio가 많이 사용되고 있다.

학습내용2 : 디지털 사운드의 저장

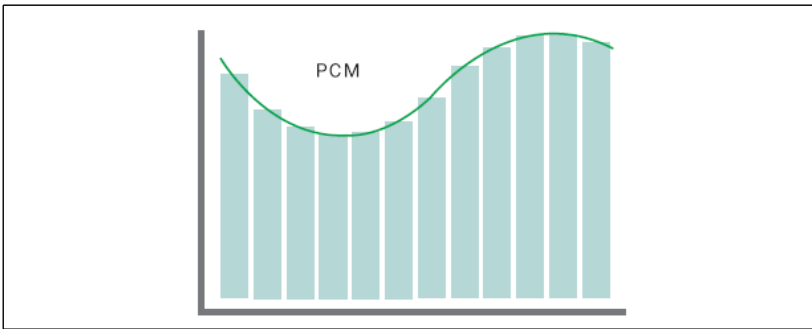
<디지털사운드의 압축방식에 대하여 공부하고 표본화 과정과 양자화 과정을 통하여 고품질 사운드를 생성하기 위한 기법에 대하여 설명한다.>

1. 디지털 사운드 파형의 저장 방식

- 아날로그 사운드는 기본적으로 PCM 방식으로 표본화되어 디지털 사운드로 변환된다.
- 그러나 실질적으로 PCM 방식은 용량이 크기 때문에 ADPCM 방식을 주로 사용한다.

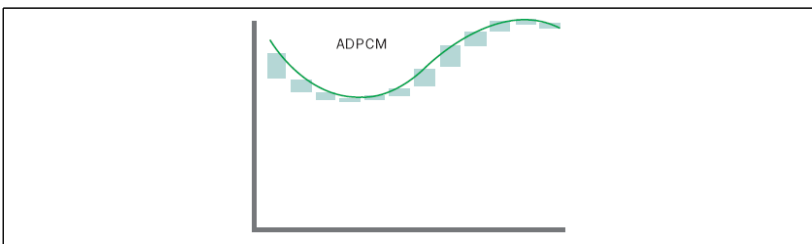
가. PCM(Pulse Coded Modulation)

- PCM 방식은 아래그림과 같이 입력된 값을 그대로 저장하는 방법
- 압축하는 과정을 거치지 않기 때문에 용량이 크다.
- PCM 방식은 CD나 DAT(Digital Audio Tape) 등에서 사용된다.



나. ADPCM(Adaptive Differential Pulse Coded Modulation)

- 국제 멀티미디어 협회(IMA: International Multimedia Association)에서 제안한 방식
- 디지털화 한 결과를 PCM 방식처럼 그대로 저장하는 것이 아니라, 아래 그림과 같이 바로 앞 신호와의 차이를 저장하는 방식이다.



- 차이를 그대로 저장하는 방법은 DPCM(Differential Pulse Coded Modulation)이라고 한다.
- DPCM으로 처리하면 그 차만을 이용하므로 용량이 작아질 수 있다.
- 그러나 차가 클 경우에는 DPCM의 효율도 떨어지게 된다.
- DPCM의 저효율->인접한 값과의 차이가 크면 진폭을 나누는 단계를 크게 하고, 인접한 값과의 차이가 작으면 진폭을 나누는 단계를 작게 하여 정밀하게 표시할 수 있다.
- 가변적으로 진폭의 단계를 나누는 방법을 ADPCM이라고 한다.
- ADPCM을 이용하면 기본적으로 PCM으로 기록한 것과 내용이 같으나 데이터 압축에 의해 값을 기록하므로 최대 4:1까지 압축이 가능하다.
- ADPCM은 국제 멀티미디어 협회에서 기본적인 알고리즘을 정의하였으나, 실제로 사용될 때는 업체마다

다르게 구현하여 상호 호환성이 없다.

- 유럽에서 전화를 이용하여 음성을 전달하는 방식으로 G.721이라는 압축방식을 이용하는데 여기에서도 ADPCM 방식이 사용되고 있다.

2. 디지털 사운드 파일의 크기

- 우리가 일상생활에서 많이 접하게 되는 전화나 AM/FM 라디오, 음악 CD 등을 저장할 때 그 크기가 얼마나 되는지 알아보자.
- 표본화와 양자화 과정을 거친 후 압축을 전혀 하지 않는 PCM 방식으로 파일을 저장하면 아래와 같은 결과를 얻을 수 있다.

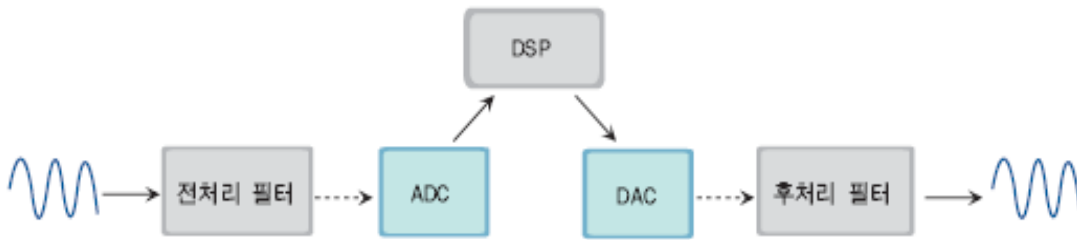
표본화율(KHz)	해상도(bit)	모드	파일 크기(1분당)	음질
11,025	8	mono	650 KB	전화
22,05	8	mono	1,3 MB	AM Radio
22,05	8	stereo	2,6 MB	
44,1	8	mono	2,6 MB	
44,1	8	stereo	5,25 MB	
22,05	16	mono	2,6 MB	
22,05	16	stereo	5,25 MB	FM Radio
44,1	16	mono	5,25 MB	
44,1	16	stereo	10,5 MB	CD
48	16	stereo	11,5 MB	DAT

- 파일의 크기는 얼마나 자주 표본화할 것(Sampling Rate)인지와
- 양자화시 그 값의 정밀도를 얼마나 정할 것(Sampling Resolution)인지에 따라 정해짐
- 모노로 할 것인지와 스테레오로 할 것인지에 따라 영향을 받는다.
- 파일 크기를 구하는 식
- 파일 크기 = 표본화율 × 해상도 × 모드(mono = 1, stereo = 2) × 시간(초)
- 예를 들어, 1분 길이의 음악 CD의 표본화율이 44,100Hz이고 해상도는 16bit, 그리고 스테레오라고 하자. 이 경우 파일의 크기는 $44,100 \times 16 \times 2 \times 60(\text{초}) = 84,672,000 \text{ bit} = 10,584,000 \text{ byte} = 10,584 \text{ KB} = 10.6 \text{ MB}$ 가 된다. 따라서 일반 CD의 크기가 650 MB이므로 그 안에는 약 10곡에서 15곡의 음악(한 곡당 약 4분에서 6분 정도로 가정했을 경우)을 저장할 수 있다.

3. 고품질 사운드의 획득

- 가. 사운드를 어디에 사용할 것인지를 생각하여 표본화율과 해상도를 결정한다.
- 나. 아날로그 파형이 들어오면 표본화율 보다 높은 고주파 성분을 제거한다. 제거하는 방법은 전처리필터(Prefilter: Low-pass Filter)를 통하여 표본화율의 1/2보다 높은 고주파 성분을 제거한다.
- 다. ADC에서 아날로그 신호를 표본화, 양자화 과정을 거쳐 디지털 신호로 변환, 부호화 된다.
- 라. 이렇게 부호화된 디지털 정보(Bit Stream)를 DSP(Digital Signal Processor)에서 목적에 맞게 편집, 가공한다.
- 마. 출력시에는 DAC를 거쳐 디지털 파형을 아날로그 파형으로 변환한다. 이 때 DAC를 거치게 되면 가청 주파수보다 높은 고주파 성분이 발생하게 된다. 이러한 고주파 성분은 원래 음에 잡음(Noise)으로 존재하게 된다. 따라서

바. 이러한 고주파 성분을 제거시키기 위하여 다시 후처리필터(Postfilter: Low-pass Filter)를 통과하게 된다. 그리하여 최종적인 아날로그 파형으로 변환된다. 전체적인 과정은 아래 그림과 같다.



- 아날로그 파형을 디지털로 변환할 때 여러 과정에서 잡음이 발생할 수 있다.
- 입력 과정에서 잡음이 발생할 수 있고, 디지털로 변환하는 과정 및 디지털로 변환된 소리를 가공, 처리하는 과정에서도 발생할 수 있다.
- 출력할 때에도 원래의 음을 왜곡시킬 수 있다.
- 예를 들어, 마이크를 사용하여 입력하는 과정에서 마이크가 원래의 음을 반영시키지 못할 수도 있고, 주위 환경에서 잡음이 들어갈 수도 있다.

【학습정리】

1. 아날로그 사운드는 기본적으로 PCM 방식으로 표본화되어 디지털 사운드로 변환된다.
2. 사운드처리 하드웨어에는 사운드 카드, 앰프와 스피커로 구성된다.
3. 사운드 편집 소프트웨어로는 GoldWave, Audition(Cool Edit Pro), CreativeWave Studio, SoundForge 외에도 많은 소프트웨어가 존재한다.
4. 디지털 사운드의 압축방식 ADPCM, A-Law, μ -Law, MP3가 있다.