

사운드 처리기술

4.1 사운드의 개요

4.2 사운드의 기본 개념

4.3 사운드의 저장과 고품질화

4.1 사운드의 개요

- ◆ 사운드의 종류
- ◆ 사운드의 제작 과정

- 사운드란?
 - 귀로 들을 수 있는 모든 정보
 - 음악, 음성, 음향 효과 : 단독 사용 또는 혼합 사용(멀티미디어 환경)
- 정보 전달 시 사운드의 장점
 - 미디어의 상승 효과 : 시각 + 청각 미디어로 정보전달 효과 상승
 - 동기 유발 : 시각 + 청각 미디어를 혼합하여 피 전달자의 흥미 유발

사운드의 종류

◆ 일반적인 분류

● 음성(Voice)

- 정보를 전달하는 주요한 수단 중 하나
- 텍스트보다 정보를 빠르고, 이해하기 쉽고, 설득력 있게 전달
- 디지털화(Digitized)된 음성과 합성(Synthesized)된 음성

● 음악(Music)

- 단독으로 음악 감상, 또는 정보전달 시 부수적 효과 제공
- 주로 분위기, 장면전환, 감정 등 표현

● 음향효과(Sound Effect)

- 배경효과로 사용되어 상황을 좀 더 현실감 있게 전달 (비올 때, 지하철)
- 자연적인(Natural) 것과 합성된(Synthesized) 음향효과

◆ 컴퓨터에서 처리하는 방법에 따른 분류

● 디지털 오디오 (Digital Audio)

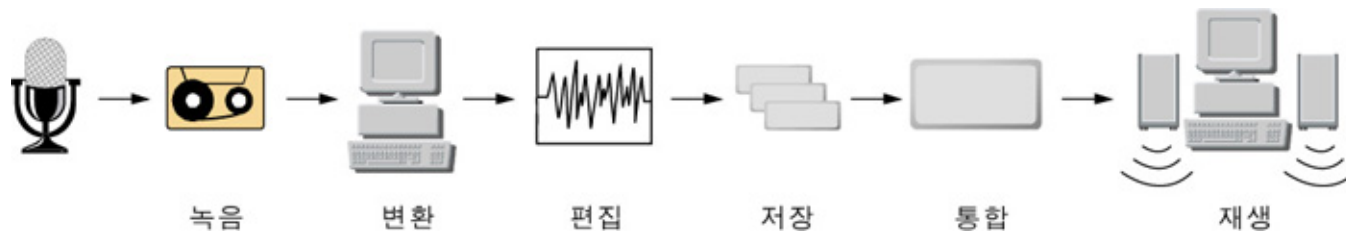
- 아날로그 형태의 사운드를 디지털화 시킨 것
- 원음에 충실하려면 많은 용량 필요 : 음악 **CD 3분**에 약 **30MB** 필요
- 사람의 목소리가 존재하거나, 디지털화된 파일을 처리 가능할 때

● 미디 (MIDI: Musical Instrument Digital Interface)

- 전자 악기와 다른 기계(컴퓨터)간에 정보를 전송하기 위한 통신 규약
- 실제 소리는 없이 연주 방법과 시기에 대한 정보를 가짐
 - 3분 정도의 미디 음악을 듣기 위해서 약 **8KB** 필요
 - 좋은 **MIDI 사운드 음원(Sound module)**을 갖고 있는 경우

사운드의 제작과정

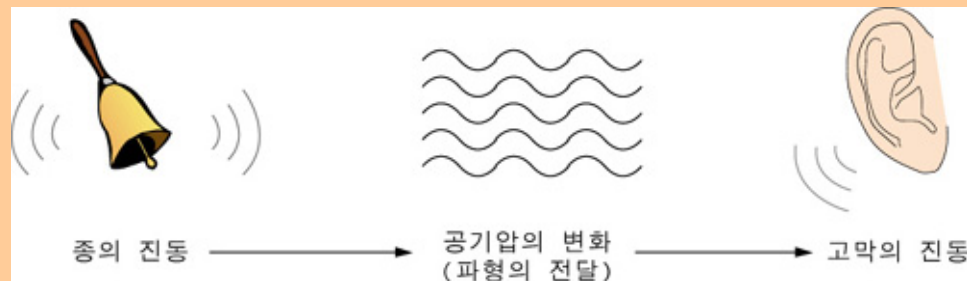
- 각 단계별 작업
 - 계획(Plan) : 필요한 조건 검토, 최종 결과에서 사용될 사운드 설계
 - 녹음(Record) : 사운드 도구로 녹음, 혹은 기존의 사운드 클립 이용
 - 변환(Capture) : (녹음된) 아날로그 사운드를 디지털 형태로 변환
 - 편집(Edit) : 사운드 편집 프로그램으로 편집(Edit) 또는 믹싱(Mixing)
 - 저장(Store) : 편집이 끝난 중간 결과를 원하는 포맷으로 저장
 - 통합(Integrate) : 저장된 사운드를 다른 프로그램과 통합
 - 재생(Playback) : 최종결과를 재생하여 보완될 점을 수정



4.2 사운드의 기본개념

- ◆ 사운드의 기본 요소
- ◆ 디지털 사운드로의 변환

- 소리가 전달 되는 과정
 - 음원에서 물체가 진동하면 공기압에 변화가 생기고 사운드가 생성
 - 이 변화는 파형(waveform)의 형태로 우리 귀에 전달
 - 사운드를 처리하는 것은 이러한 파형을 가공, 편집하는 것을 의미



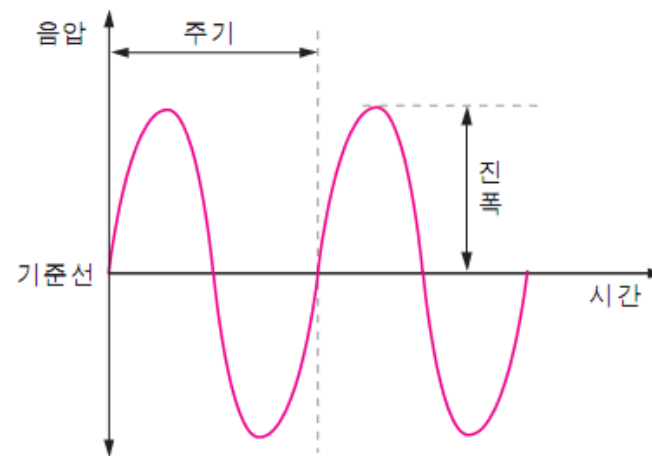
사운드의 기본 요소

◆ 사운드 파형의 구성

- 사이클(Cycle) : 일정 시간마다 반복되는 동일한 모양
- 주기(Period) : 한 사이클이 걸리는 시간
 - 어느 정도의 주기를 갖고 있는 사운드가 더 음악적으로 들림

◆ 소리의 3요소

- 주파수 : 음의 높낮이, Hz
- 진폭 : 음의 세기, dB
- 파형(Waveform) : 음색



(1) 주파수 (Frequency)

- 초당 사운드 파형의 반복 횟수
- 소리의 높낮이를 결정 : 주파수가 높으면 고음, 낮으면 저음
 - 가청주파수(오디오) 20Hz~20KHz, 청각은 1K~6KHz에 제일 민감
 - 사람이 낼 수 있는 주파수 대는 약 100Hz~6KHz
 - [참고] 주파수 대역 구분 (Hz)

3K ~ 30K	초장파	
30K ~ 300K	장파	항해, 군사교신
300K ~ 3M	중파	AM 라디오 방송 (535~1605)
3M ~ 30M	단파	아마추어 무선, 운송 통신, 무선 호출
30M ~ 300M	초단파	TV (54~216M), FM 라디오 (88~108M)
300M ~ 3G	극초단파	TV (채널 14 이상), 이동전화, 레이더
3G ~ 30G	마이크로파	위성통신, 레이더, 연구용
30G 이상	밀리미터파	

(2) 진폭 (Amplitude)

- 사운드 파형의 기준선에서 최고점까지의 거리
 - 소리의 크기와 관련 : 진폭이 크면 큰소리, 작으면 작은 소리
 - 인간이 가장 편하게 들을 수 있는 소리의 범위는 0db ~ 90db
- 음의 크기와 소리의 예

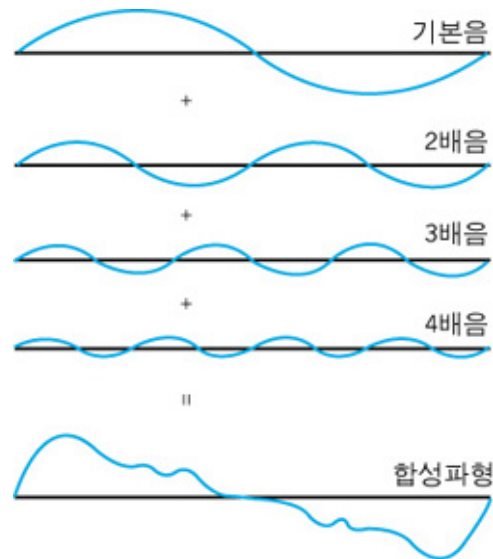
세기(db)	예
160	가까운 곳에서 들리는 제트기의 엔진 소리
140	청취하기에 고통스러운 소리
120	공항 활주로에서 들리는 소리
100	지하철에서의 소음
80	일반적인 공장에서의 소음, 번잡한 거리에서의 소음
60	일상적인 대화 소리
40	나직한 대화 소리
20	조용한 거실에서 들리는 소리
0	최저 가청음

- 소리의 크기는 음압 변화의 비율로 표현
 - 사람의 귀는 소리의 크기의 변화보다 변화의 비율(logarithm)에 영향을 받음
 - 소리의 크기를 표현 할 때에는 소리의 크기에 로그 값을 취한 bel 로 표현하고, 사용 시에는 bel 값을 10배 한 decibel(dB)을 사용
 - 기준 음압을 P_0 (0.0002 μ bar), 현재 음압을 P 라 하면,

$$\text{음압 레벨 (dB)} = 10 \times 2 \log (P/P_0)$$

(3) 음색 (Tone Color)

- 음의 높기와 크기가 같아도 악기마다 고유한 특징 => 음색
- 고유한 파형 => 기본파 + 고조파



디지털 사운드로의 변환

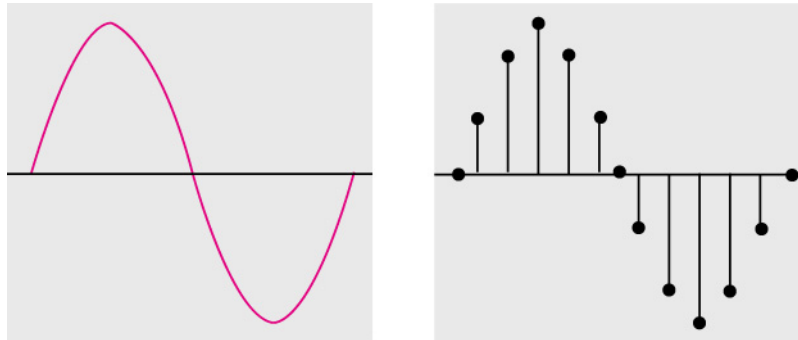
- ◆ 컴퓨터 처리를 위해 아날로그/디지털 형태 간의 변환
 - ADC(Analog-to-Digital Converter)
 - DAC(Digital-to-Analog Converter)
- ◆ 디지털 변환 과정
 - 표본화, 양자화, 부호화 과정 필요



아날로그 신호와 디지털 신호 간의 변환 과정

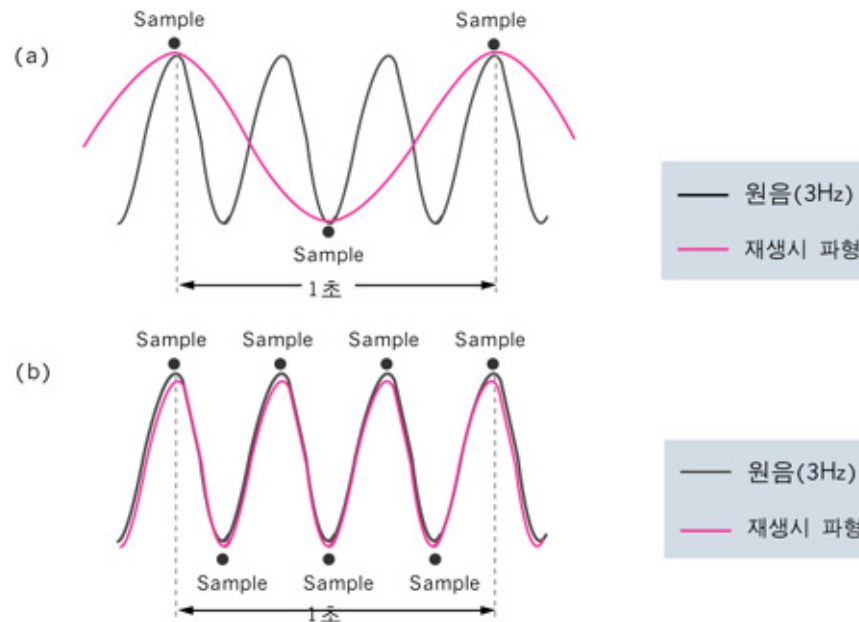
(1) 표본화(Sampling)

- 아날로그 파형을 디지털 형태로 변환하기 위해 표본을 취하는 것
- 표본화율(Sampling Rate)
 - 1초 동안에 취한 표본수 (단위: Hz)
 - 표본화율이 높을수록 원음을 잘 표현할 수 있으나 데이터 공간은 증가



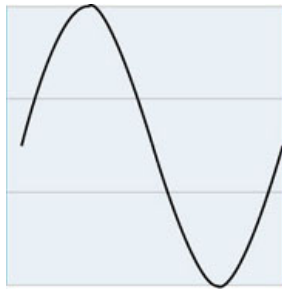
- 나이퀴스트 정리(Nyquist theorem)

- 표본화 시 원음을 그대로 반영하기 위해서는 원음이 가지는 최고 주파수의 2배 이상으로 표본화 해야 한다.
- 음악 CD인 경우 표본화율이 44.1KHz이고 여기서 재생할 수 있는 최고 주파수는 22.05KHz임(사람의 귀는 20KHz 이상의 사운드는 감지할 수 없음)



(2) 양자화 (Quantizing)

- 어느 정도의 정밀도로 표현할 것인지
 - 표본화된 각 점에서 값을 표현하기 위해 사용되는 비트 수
- 음의 해상도
 - 표본화하는 정밀도 (Sampling Resolution, Sampling Size)
 - 8 bit로 양자화를 하면 값을 256(2^8) 단계로 표현할 수 있지만, 16bit로 양자화를 하면 좀 더 세밀한 65536(2^{16}) 단계로 값을 표현할 수 있음



(a) 2 bit 양자화 (4단계)

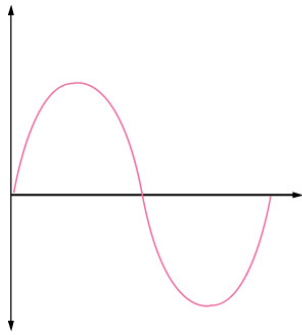


(b) 3 bit 양자화 (8단계)

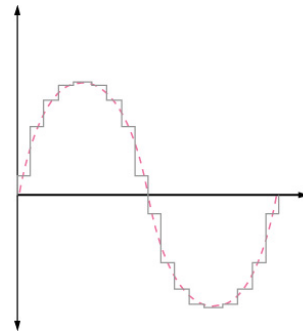


(c) 4 bit 양자화 (16단계)

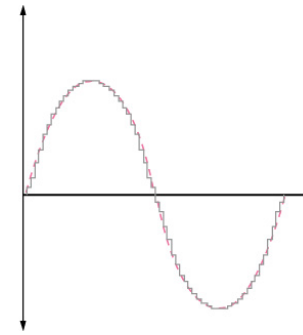
- 표본화 및 양자화 정도에 따른 비교



(a) 원래의 파형



(b) 낮은 표본화와 양자화






(c) 높은 표본화와 양자화

(3) 부호화 (Coding)

- 표본화와 양자화를 거친 디지털 정보를 표현하는 과정
- 사운드 파일은 크기 때문에 일반적으로 부호화 과정에서 압축하여 저장

4.2 사운드의 기본개념

◆ 디지털 사운드 파일의 크기 및 음질의 비교

표본화율 (KHz)	양자화 정밀도 (bit)	모드	데이터 크기 (1분당)	음질	sample (voice)	sample (music)
11.025	8	mono	650 KB	전화		
22.05	8	mono	1.3 MB	AM Radio		
44.1	8	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		

- $11.025 \text{ KHz} \times 8 \text{ bits} \times 1(\text{mono}) \times 60 \text{ sec} / 8 = \text{약 } 650 \text{ KBytes}$
...
- $44.1 \text{ KHz} \times 16 \text{ bits} \times 2(\text{stereo}) \times 60 \text{ sec} / 8 \times 1024 = \text{약 } 10.5 \text{ MBytes}$

4.3 사운드의 저장과 고품질화

- ◆ 디지털 사운드 파형의 저장 방식
- ◆ 디지털 사운드 파일의 크기
- ◆ 고품질 사운드의 획득

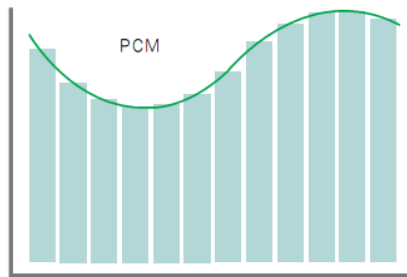
디지털 파형의 저장 방식

◆ 아날로그 사운드 부호화 방식

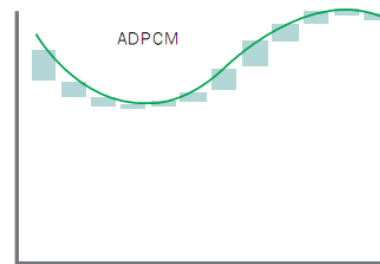
- PCM 방식 → 파일의 크기가 큼
- ADPCM 방식 주로 사용

(1) PCM 방법(Pulse Coded Modulation)

- 입력된 값 그대로를 기록하는 방법
- 압축을 하지 않기 때문에 용량이 큼
- CD나 DAT(Digital Audio Tape) 등에서 사용



PCM 방식



ADPCM 방식

디지털 파형의 저장 방식

(2) ADPCM 방법(Adaptive Differential Pulse Coded Modulation)

- IMA(International Multimedia Association)에서 제안
- 표본화 된 신호의 차이를 저장하는 방식
 - 차이만 저장하는 방식은 DPCM(Differential Pulse Coded Modulation)이라고 함
 - DPCM은 인접한 값과의 차이가 크면 비효율적
- ADPCM
 - DPCM에서 인접한 값과의 차이가 크면 진폭을 나누는 단계를 크게 하고, 차이가 작으면 진폭을 나누는 단계를 작게하여 가변적으로 차이를 정밀하게 저장
- 기본적으로 PCM 방법으로 기록한 것과 내용이 같으나 데이터 압축에 의한 값을 기록하므로 최대 4:1 까지 압축 가능
- 멀티미디어 협회에서 기본적인 알고리즘을 정의하였으나, 업체마다 다르게 구현하여 상호 호환성이 없음

디지털 사운드 파일의 크기

sampling rate (KHz)	sampling resolution (bit)	mode	data size(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		DAT

◆ 파일의 크기

- 파일의 크기

= 표본화율 x 해상도 x 모드(mono=1, stereo=2) x 시간(초)

- 1분 길이의 음악 CD

= 44100 (Hz) x 16 (bit) x 2 (stereo) x 60 (초) = 84,672,000 bit

= 10,584,000 byte = 10.6 MB

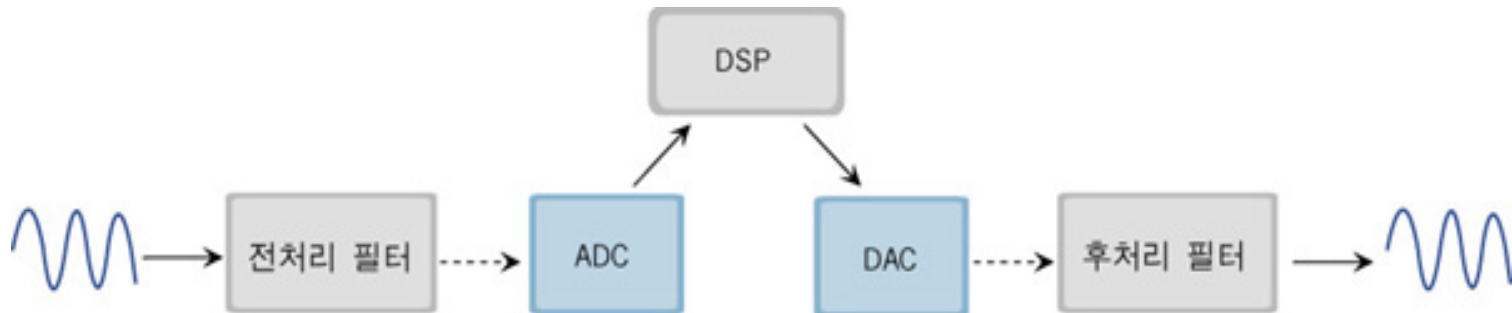
- CD 한 장의 용량이 650MB이므로 그 안에는 약 10곡에서 15곡의 음악이 저장 가능

고품질 사운드의 획득

1. 사운드를 어디에 사용할 것인지를 고려하여
표본화율과 해상도를 결정
2. 아날로그 신호가 들어 오면 먼저 표본화율(Sampling Rate)보다 높은 고주파 성분을 제거
 - 전처리 필터(Prefilter: Low-pass filter)를 통해 표본화율의 1/2보다 높은 고주파 성분을 제거
3. ADC(Analog-Digital-Converter)에 의해 표본화, 양자화 과정을 거쳐 디지털 신호로 변환, 부호화
4. 부호화된 디지털(bit stream) 정보를 DSP(Digital Signal Processor)에서 원하는 목적에 맞게 편집, 가공, 저장

4.3 사운드의 저장과 고품질화

5. 출력시에 DAC(Digital-Analog-Converter)를 거쳐서 아날로그 파형으로 변환.
이 때 가청 주파수보다 높은 고주파 성분 발생
6. 고주파 성분을 제거 시키기 위해 후처리 필터(Postfilter: Low-pass filter)를 통과시켜 최종적인 아날로그 신호로 변환



아날로그 파형의 디지털 과정