



# Chapter 2. Enabling Technology

---

*Digital Multimedia, 2nd edition*  
Nigel Chapman & Jenny Chapman  
Chapter 2  
Revised by SYO

# Enabling Technology

---

- 디지털 표현
- 하드웨어 와 소프트웨어
- 네트워크
- 표준

# Bits and Bytes

---

- 계산장치에서의 두 가지 상태
  - (3.5v, 0v), (0, 1), (yes, no), (on, off), ...
- *Bit* : 1 or 0
- *Byte* : 8 bits
- *Word* : 계산의 단위 (intel pentium : 16, 32, 64bits)

# Bit 의 의미

---

- 2 진수의 표현 (binary representation)
  - $01100001_2 = 97_{10}$
- 문자: 각 문자, 심볼 등에 bit patterns (numbers) 을 부여한다. → 문자 세트(character set)
  - $01100001 = a$  in ASCII
- 이미지 안의 한 지점의 밝기, 소리 파형의 순간적인 세기

# 주소(Addresses)

---

- 메모리 에서 각 바이트는 위치(주소)에 의해서 구별된다.
- 바이트 들의 집합은 임의의 구조를 통하여 결합되어 여러가지 객체를 구성한다.
  - 이미지 데이터는 일련의 밝기 값들로 구성되어 있다.
  - 비디오는 일련의 이미지로 구성되어 있다.

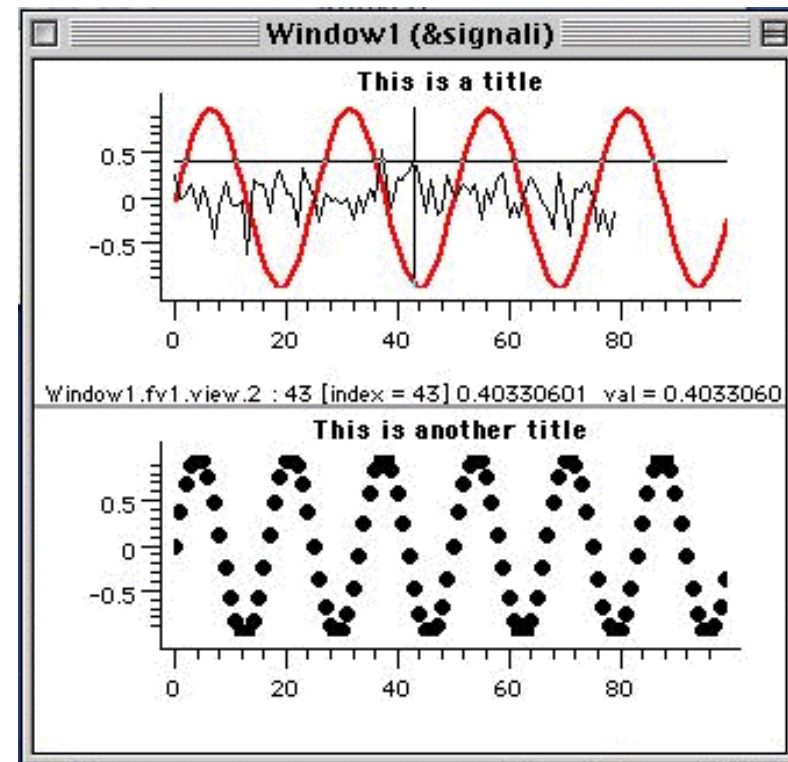
# 명령어(Instructions)

---

- Processor 가 메모리에 저장된 데이터에 대하여 특정 연산을 수행할 수 있도록 하는 **bit pattern**
  - 실제 수행은 **Hardware** 가 동작함 으로서 이루어 진다.
- *Programs* 이란 임의의 목적을 위하여 순서대로 수행될 일련의 명령어를 나열하여 놓은 것이다.
- 컴퓨터란 **program** 을 수행하는 기계이다.
  - 프로그램에 따라 다양한 작업에 사용될 수 있다.

# 신호(Signal)

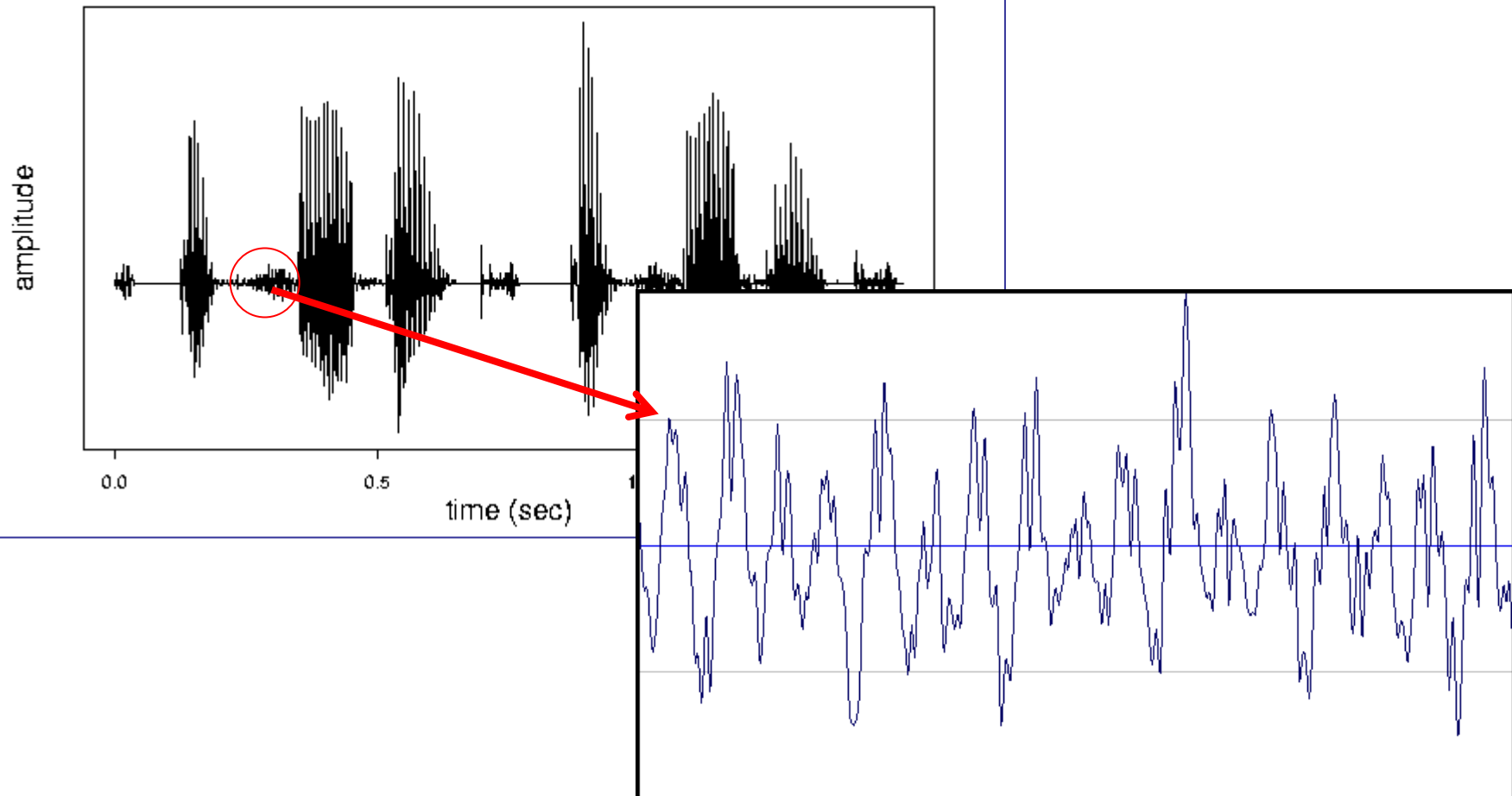
- Time-varying : 소리
- Spatial-varying : 이미지
- Time, Spatial-varying : 동화상
- Analog Signal
- Discrete Signal



# 소리 신호(Audio Signal)

- Time varying waveform

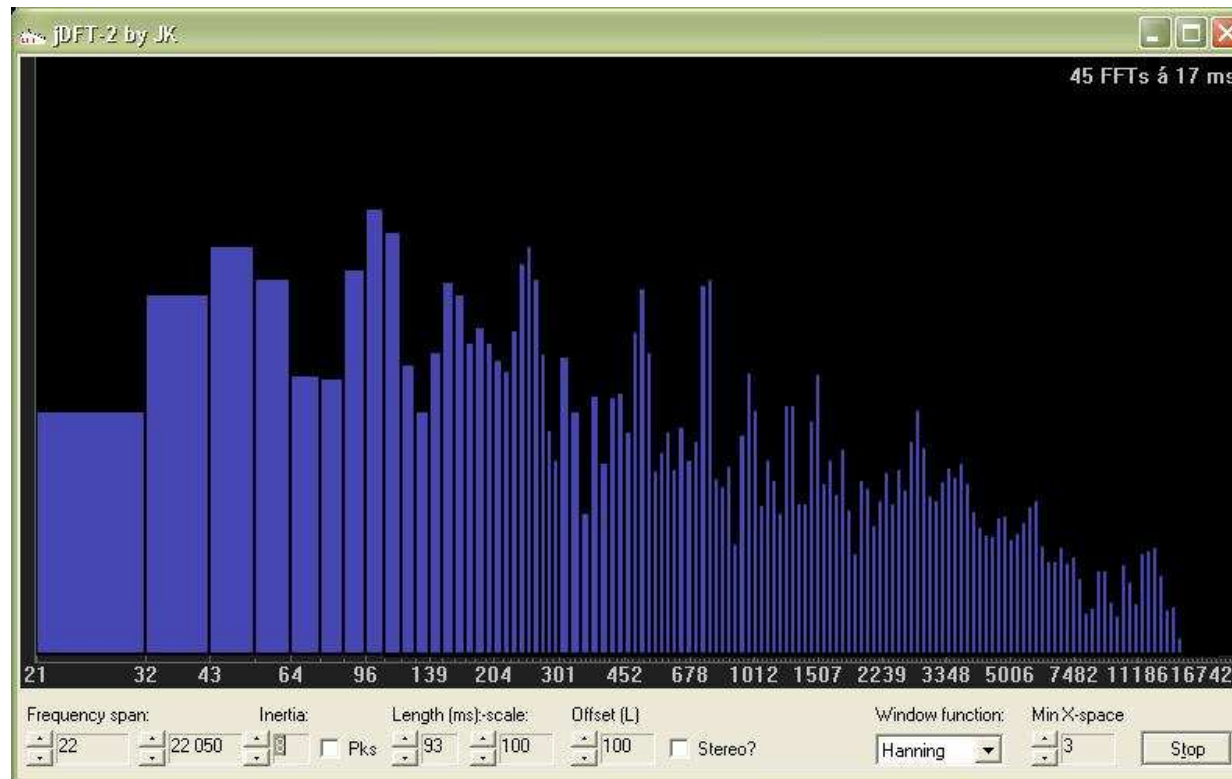
Audio waveform : "big for a duck .. big for a duck"





# Spectrum of Audio Signal

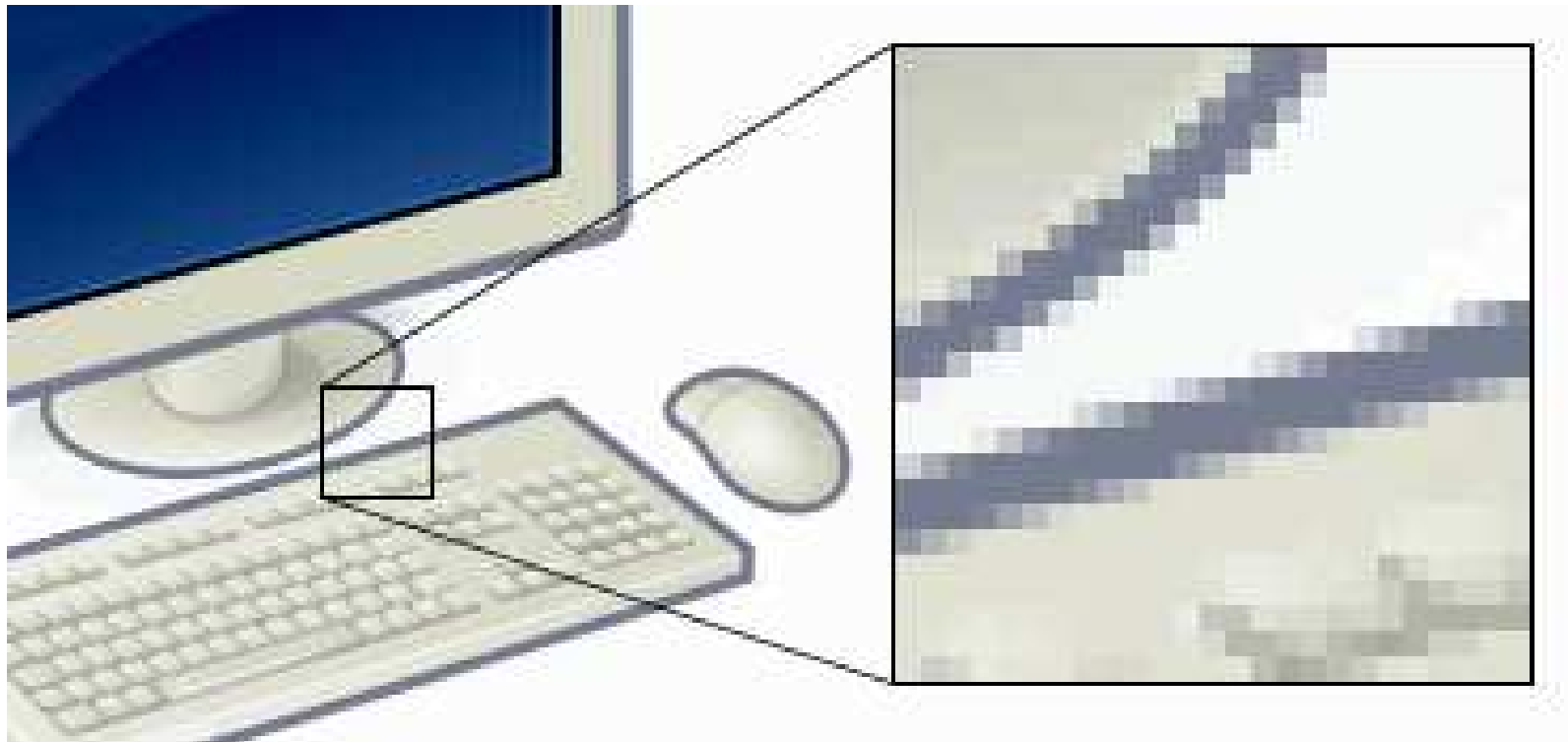
시간 도메인(신호) → 푸리에 변환 → 주파수 도메인(신호 스펙트럼)



# 이미지 신호(Image Signal)

---

- 화소(pixel)의 배열.



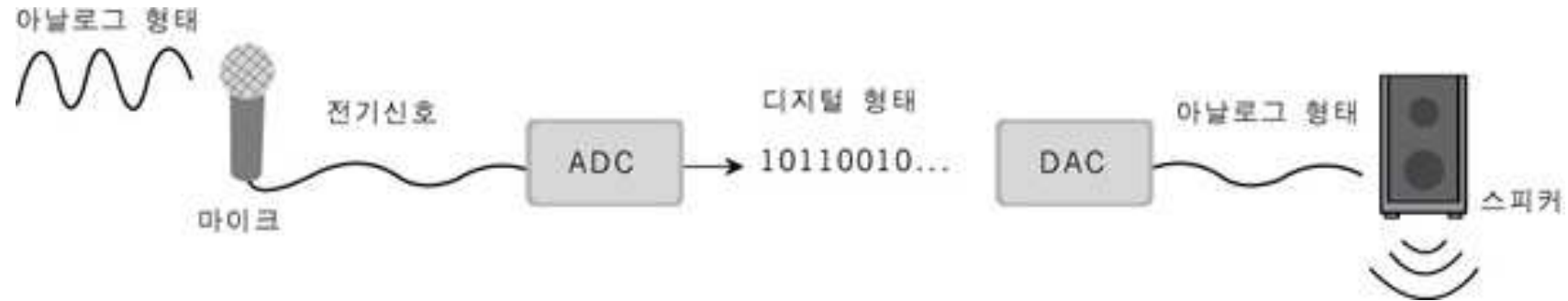
# Analog and Digital

---

- 연속(Continuous)
- 이산(Discrete)
  - 측정 포인트
  - 신호 세기



# 디지털화(Digitization)



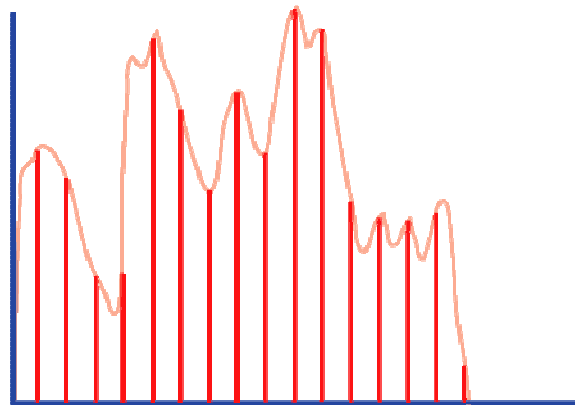
- 아날로그 신호 파형을 디지털 형태로 변환 (ADC: Analog-to-Digital Conversion)
  - 아날로그 신호는 연속적.  
디지털 신호는 이산화되어 있음.
  - 물리적인 세기 (소리, 빛, etc) → 전기의 세기 (전압) → Digitization
- Digitization 의 2 단계
  - 표본화(Sampling) – 일정 간격으로 값을 측정
  - 양자화(Quantization) – 측정 값을 정하여진 숫자의 양자화 레벨(quantization levels) 로 변환

# Sampling and Quantization

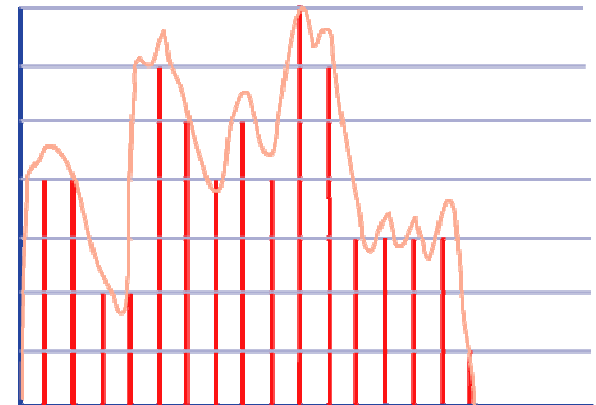
---



원래 신호



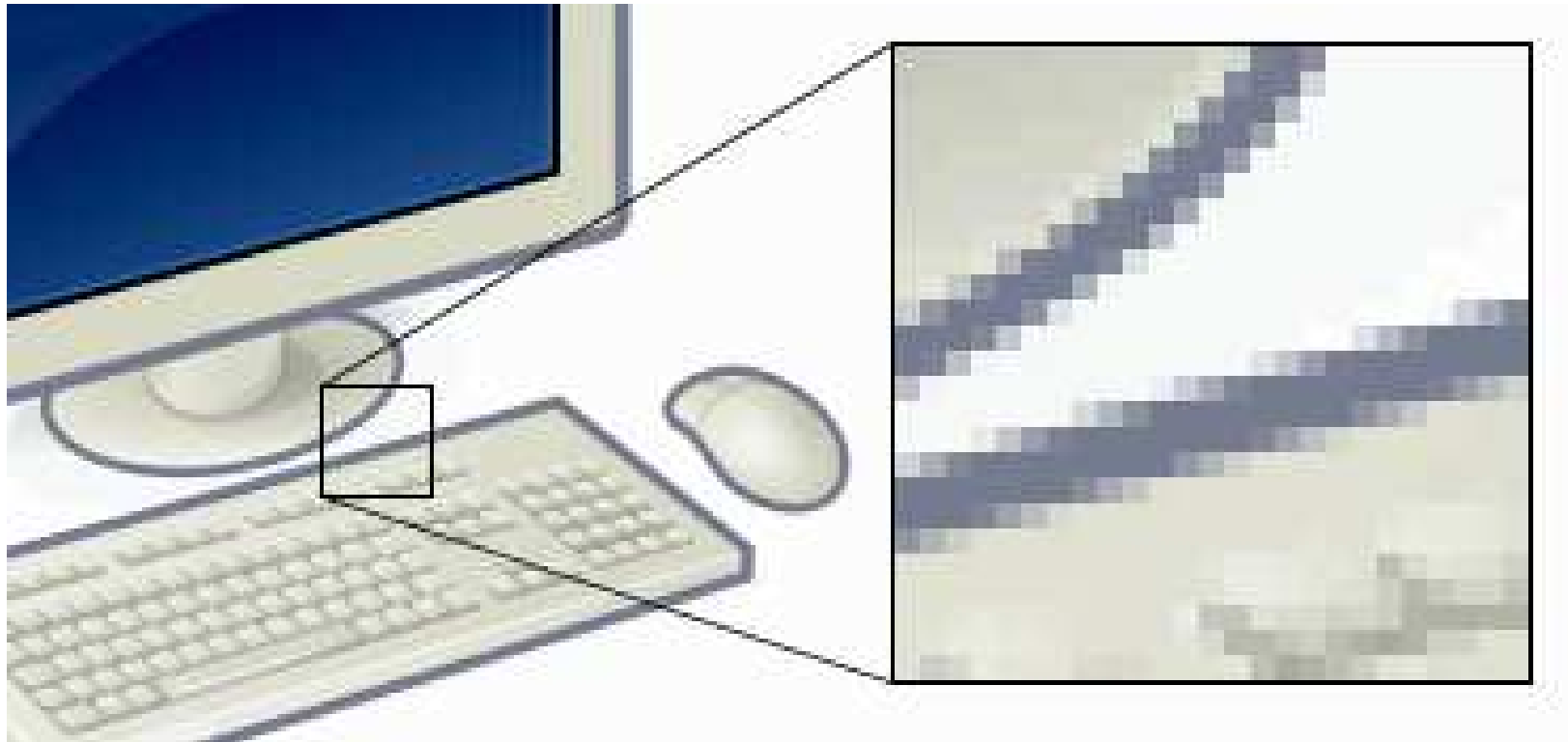
sampling



quantization

# Sampling and Quantization of image

---



빛의 세기  $\rightarrow$  CCD 의 배열  $\rightarrow$  전하량  $\rightarrow$  ADC

# Sampling

---

- Sampling 의 방법
  - 소리 - 시간
  - 이미지 - 공간
  - 동영상 - 시, 공간
- Sampling rate(표본화율)
  - 단위 시간(면적)당 Sampling 회수
  - 해상도 및 비용에 따라 적절한 Sampling rate 를 정함.

# Quantization

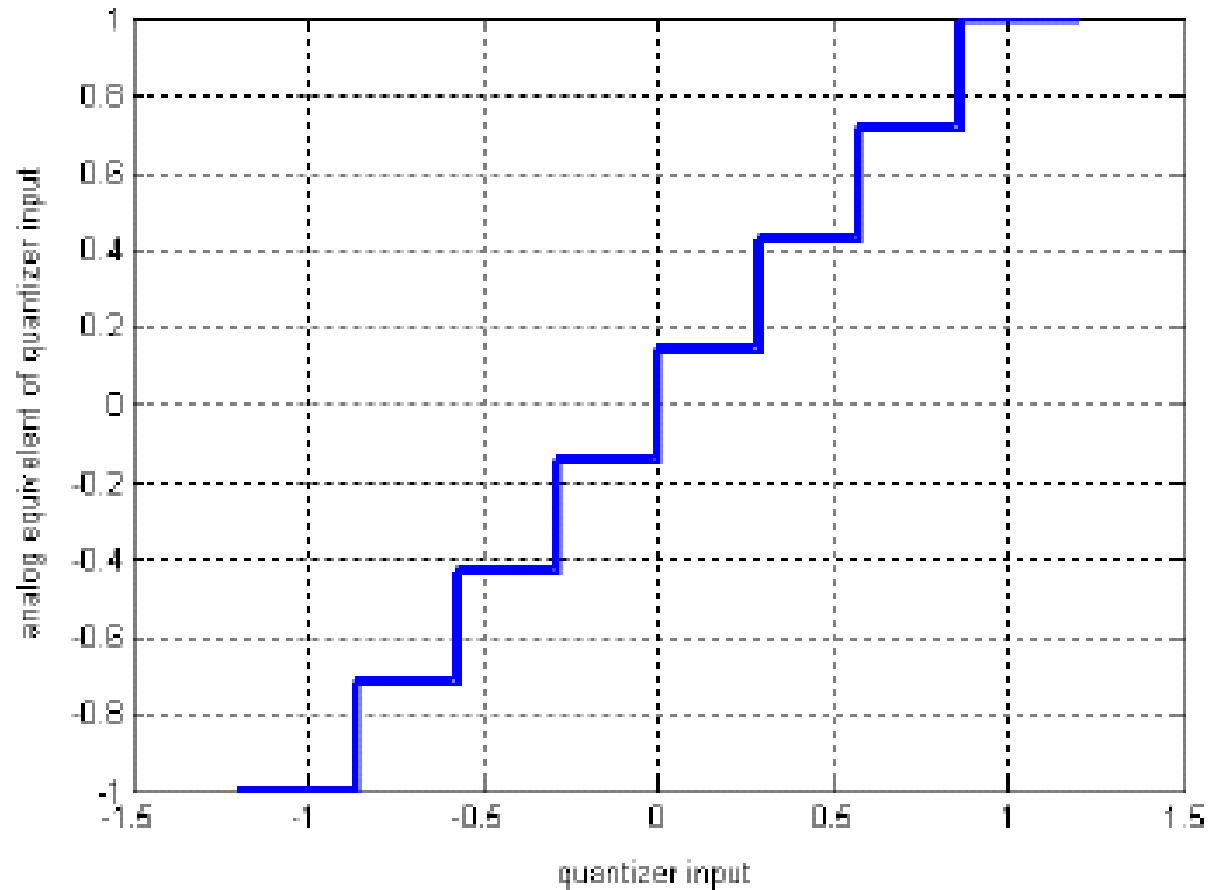
---

- 해상도: 측정 값을 나타내는 비트 수 – depth
  - 예) quantization level 의 숫자 : 8 (3 bit), 16(4bit)
- Quantization level 의 간격에 따라
  - 균일 간격(Uniform Interval)
  - 불균일 간격(Non-uniform Interval)



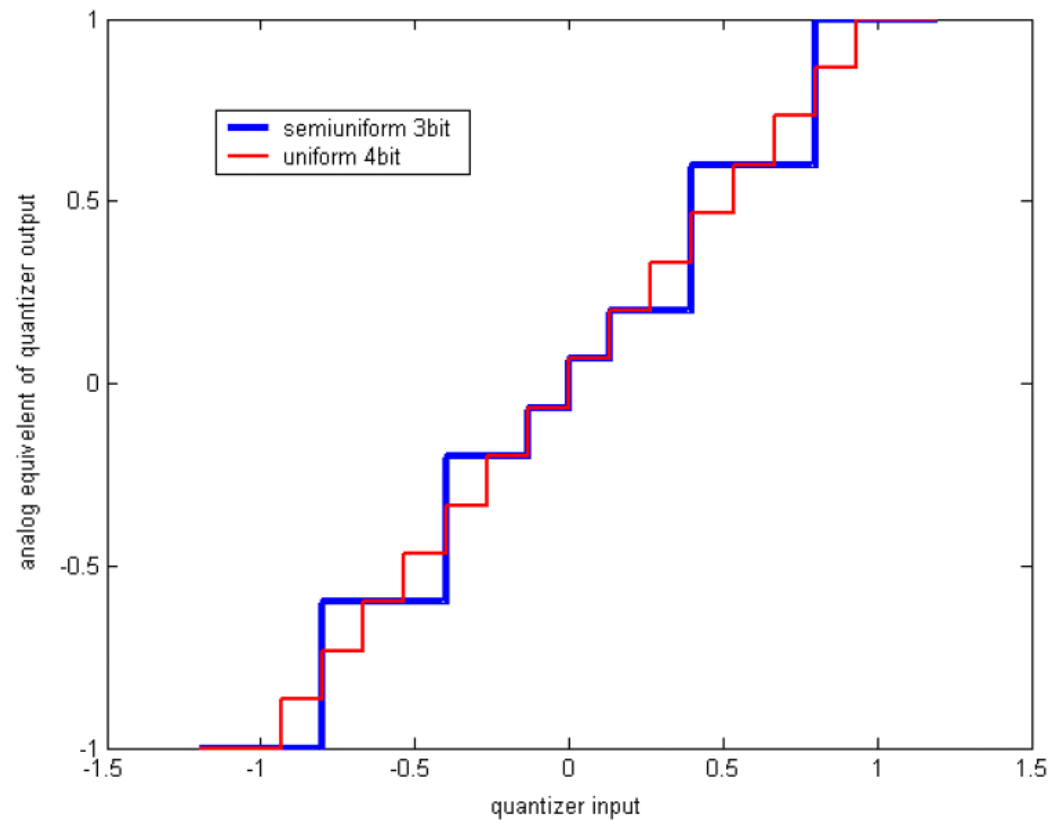
# Uniform Quantization

각 레벨의 간격이 동일함.



# Non-uniform Quantization

- Uniform: quantization level 의 간격이 동일
- Non-uniform: .... 하지 않음.



# Non-uniform

- 일반적으로 작은 소리 영역의 해상도를 높인다.
- 실제 사용하는 방법은 변환 후 quantization

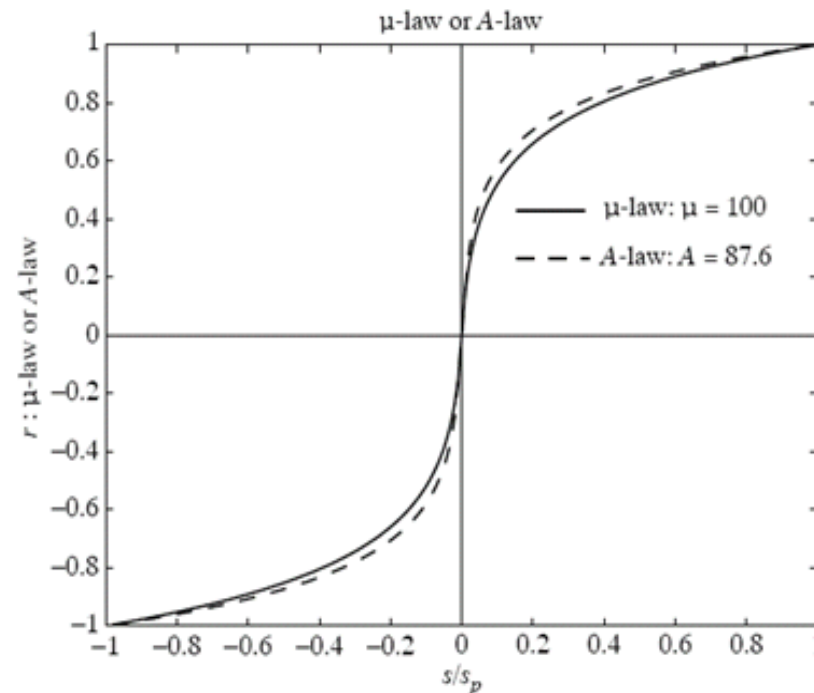


Fig. 6.6: Nonlinear transform for audio signals

- The  $\mu$ -law in audio is used to develop a nonuniform quantization rule for sound: uniform quantization of  $r$  gives finer resolution in  $s$  at the quiet end.

# Video Sampling

---

- Standard-definition television (SDTV)
  - 704 by 576 pixels (UK PAL 625-line) for the visible picture area.
- High-definition television (HDTV)
  - 720p (progressive)
  - 1080i (interlaced)
- 720p60: 1280 × 720 pixels, progressive encoding with 60 frames per second (60 hertz known as Hz).
- 1080i50 is 1920 × 1080 pixels, interlaced encoding with 50 fields (25 frames) per second.

# Digital Signals

---

- 0, 1 의 신호 값만이 유효하다.
  - 잡음에 강함.
  - 복사 되거나 네트워크에서 전송되더라도 원 신호가 보존된다.
- A-D 변환시 정보의 유실이 불가피
  - *Undersampling*: Sampling rate 가 너무 낮은 경우 ,  
"원래 신호를 복원" 할 수 없다.

# Sampling Theorem

---

- 신호의 최고 주파수(frequency) 가  $f_h$ 일 때, 이 신호가 제대로 복원되기 위해서는  $2f_h$ 이상의 sampling rate 로 sampling 하여야 함.
  - *Nyquist rate*
- Undersampling 하는 경우 *aliasing* 현상이 발생함.
  - 소리의 왜곡, 이미지 에서의 'jaggies', Moiré patterns, 동영상에서 튜는 동작.

# Audio Sampling

---

- CD : 44.1k samples/s , 16 bit/sample(65536 levels), 2 Channel
  - 인간의 가청 주파수 20 Hz ~ 20kHz
- 전화 에서의 음성 sampling : 8 kHz, 8 bits/sample
  - 대부분의 phonemes 에서, 모든 에너지가 0-4 kHz 영역에 모여 있음.

# Data Rates for Audio

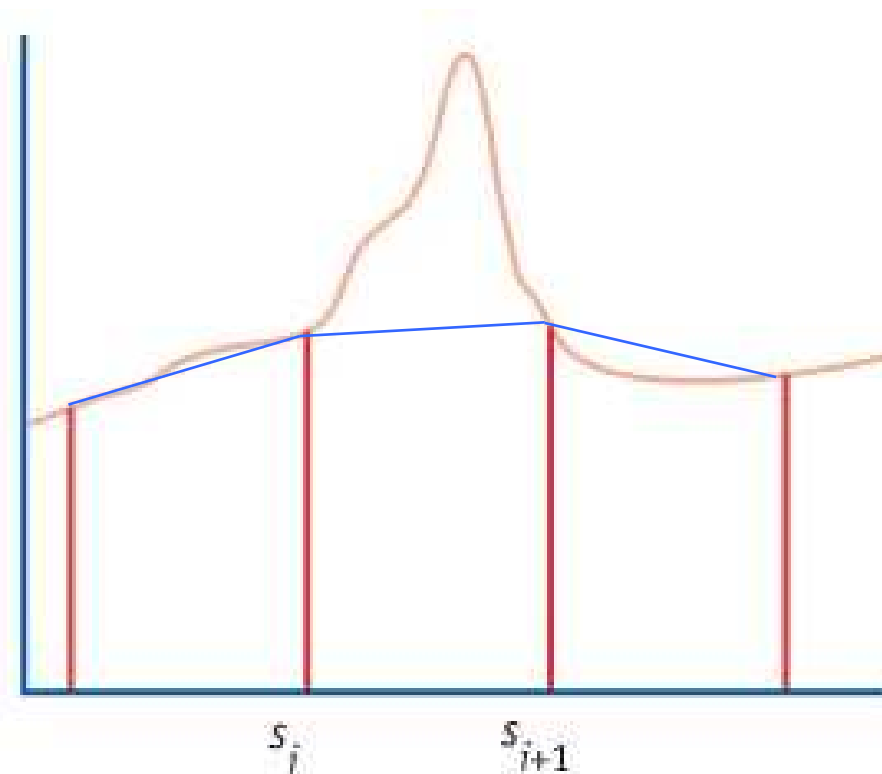
---

종류	샘플링율 (KHz)	비트수	모노/스테레오	데이터율 (KByte/S)
전화	8	8	모노	8
AM	11.025	8	모노	11.025
FM	22.050	16	스테레오	88.2
CD	44.1	16	스테레오	176.4



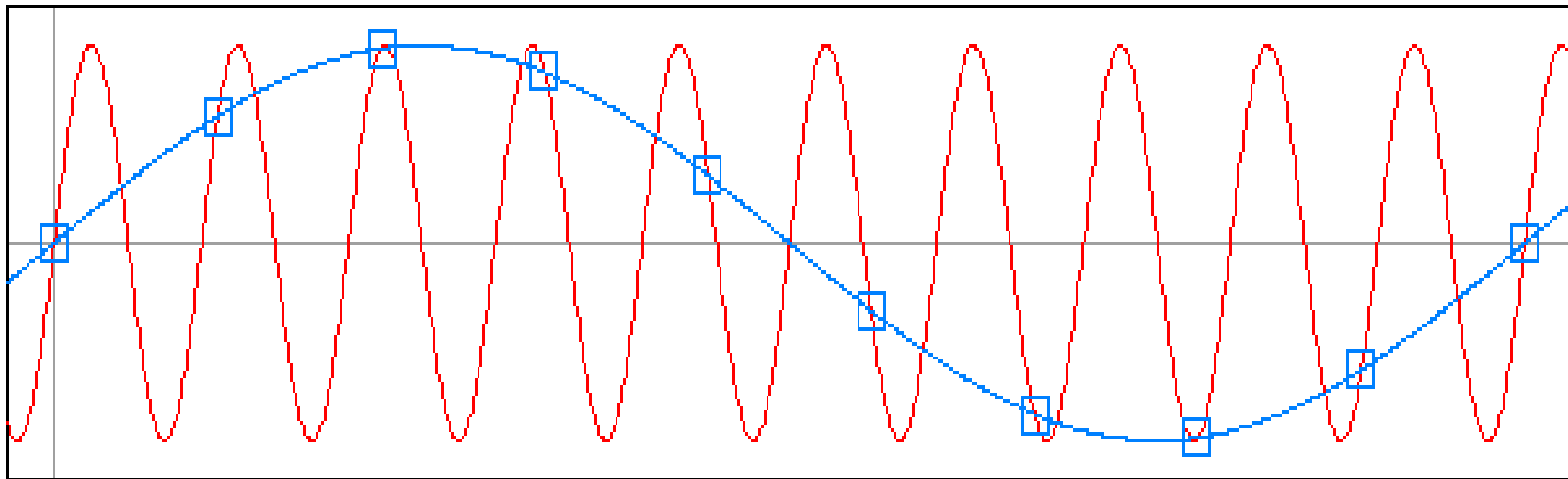
# Aliasing

- Peak 가 소실됨.



# Aliasing

- Sampling rate < max freq. of signal
  - 완전히 다른 신호로 바뀜.

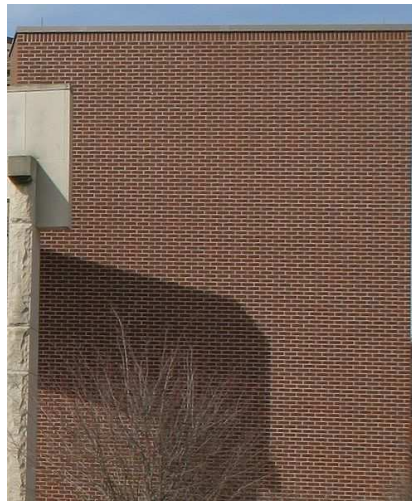




# Moiré patterns

---

Undersampling으로 인해서 서로 다른 내용이 같은 내용으로 보여서 무늬가 생김



# Sampling에 의한 블럭화 현상

■ 512X512



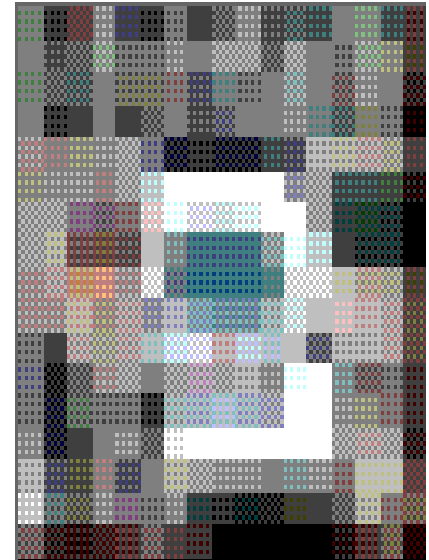
128X128



32X32



16X16



■ 저 해상도로 갈수록 Block 화 현상이 나타남

## Quantization Level 의 수가 너무 작은 경우

---

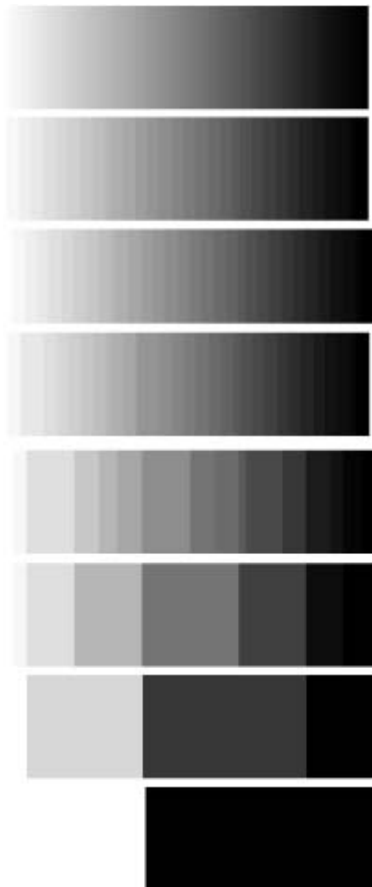
- Depth 가 작아서 메모리는 덜 차지 하겠지만,
- Level 의 사이에 위치한 값들은 구별이 되지 않는다.
- Aliasing
  - 이미지의 경우 : banding, posterization
  - 소리: coarse hiss, loss of quiet passages, general fuzziness (*quantization noise*)

# Posterization

---

Levels

256



2



Original



4 levels

# 다양한 양자화 수준들의 사례

---



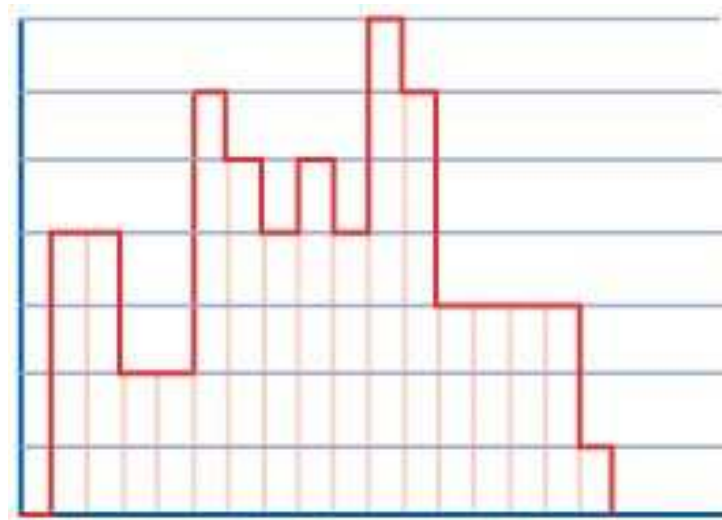
- **bit/pixel**가 작아질수록 **posterization**(영상을 너무 작은 비트로 표현했기 때문에 발생할 수 있는 영상의 윤곽화 현상)이 두드러짐



# Reconstruction

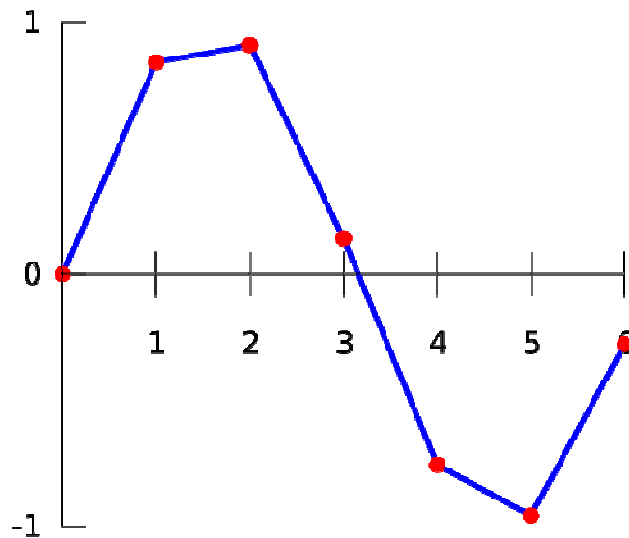
---

- Digital-to-Analog Conversion
- 보간법(Interpolation)
  - 샘플 간격 중간의 값을 계산하는 방법
  - Linear Interpolation
  - Polynomial Interpolation
  - Spline Interpolation



# Linear Interpolation

- 직선의 식을 사용



$$y = y_a + \frac{(x - x_a)(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)}$$

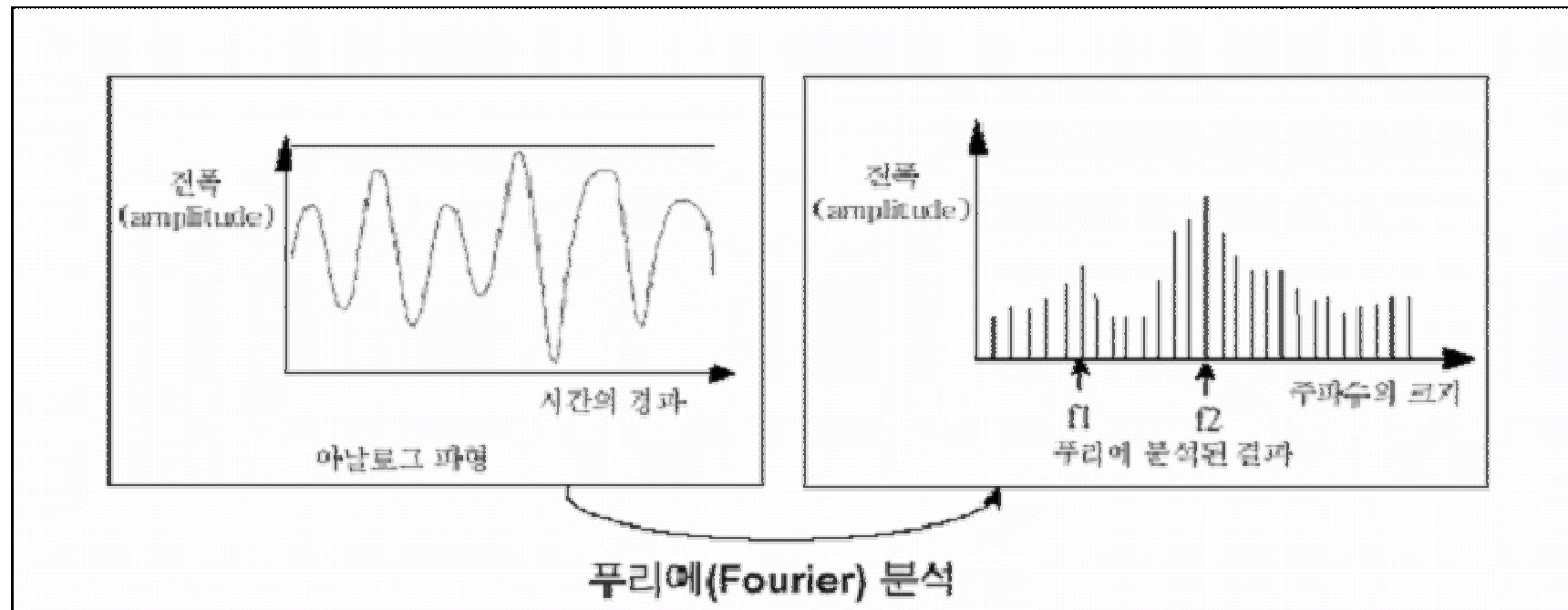
- Polynomial, Spline Interpolation 의 경우
  - 고차의 식을 사용함.

# 주파수 도메인(Frequency Domain)

---

- 임의의 주기적인 파형은 주파수 성분(frequency component)의 조합으로 분해될 수 있다.
  - 각 성분은 정현파(sine)
- 주파수와 그 진폭(amplitude)의 집합은 주파수 도메인에서 파형을 나타낸다. 이 집합을 frequency spectrum 이라 함.
  - Waveform → Fourier Transform → Frequency Spectrum
  - 역변환은 Inverse Fourier Transform 임.
  - 고주파 성분은 갑작스런 신호의 변화를 나타낸다.

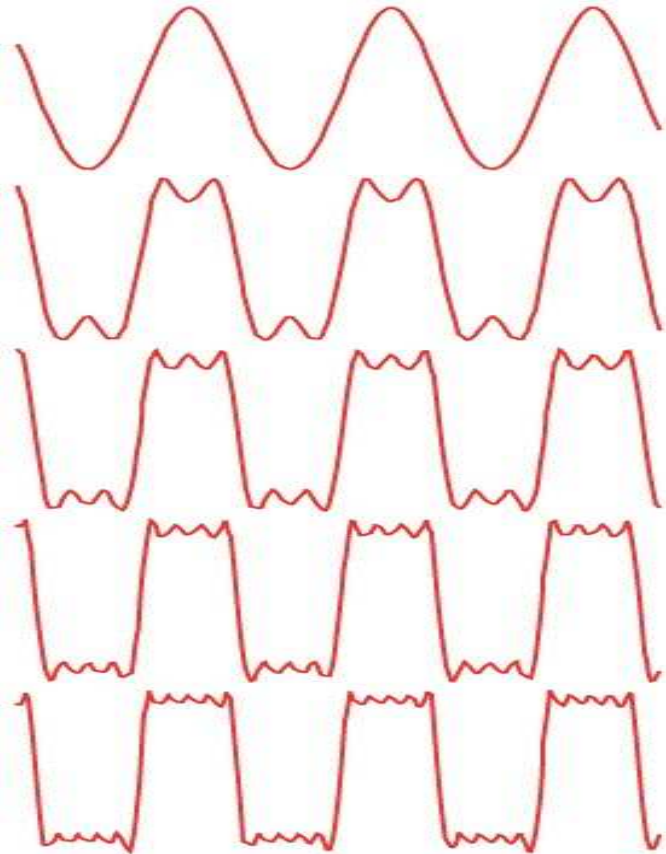
# 소리의 주파수 스펙트럼



결과 에서의 각 막대는  $A\sin(2\pi ft)$ 의 진폭  $A$  를 나타냄

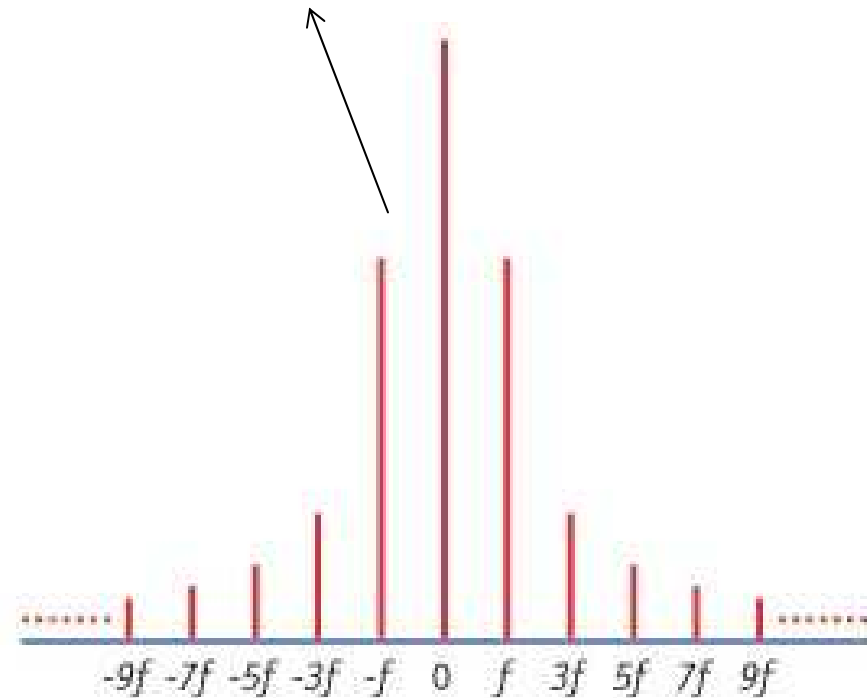
# Frequency Domain

- Composition of waves



Time Domain

+ ←  $A \sin(2\pi ft)$



Frequency Domain

# Fourier Transform

---

- Continuous Fourier Transform: for every real number  $\omega$

$$X(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i\omega t} dt$$

- Continuous Inverse Fourier Transform: for every real number  $t$  .

$$x(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

# Discrete Fourier Transform

---

- Forward

- For  $k = 0, 1, \dots, N - 1$ .

$$X[k] = X\left(\frac{2\pi}{N}k\right) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] e^{-i2\pi\frac{k}{N}n}, \quad X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-i2\pi\frac{k}{N}n},$$

- Inverse

- For  $k = 0, 1, \dots, N - 1$ .

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{i2\pi\frac{k}{N}n}, \quad n = 0, 1, \dots, N - 1.$$

# Hardware Requirements

---

- 소비의 측면
  - 소비자가 가진 시스템에 따라 가능한 한계가 결정됨.
  - **Mobile devices** : 제한이 크다.
- 제작의 측면
  - 고급의 하드웨어 가 필요함. (특히 동영상의 경우)



# Peripherals

---

- High capacity disks connected via high speed buses
  - Firewire 400, Firewire 800, USB 2.0, SCSI III
  - RAID arrays
    - parallel R/W : speed and protection
- Graphics tablet and pressure-sensitive pen
- High-resolution monitor
- Digital camera, scanner, DV camera,...

# Software Requirements

---

- Applications for different media types
  - Images: image editing, painting and drawing (Photoshop, Illustrator)
  - Text: editors, layout programs
  - Video: editing and post-production (Premiere, After Effects, Final Cut Pro)
  - Animation: drawing, interpolation (Flash)
  - Sound: editing and effects (Audition, Bias Peak)

# Software Requirements

---

- 종류가 다른 미디어를 통합하기 위한 도구
- 저작도구 ('Authoring systems')
  - Timeline-based (e.g. Director)
  - Markup-based for WWW (e.g. Dreamweaver) :  
markups → layout.
- 상호작용(interactivity)을 위하여 scripting language 를 사용하여 프로그래밍
  - 사용자의 input 에 대응하여 input parameter 에 따라 미리 정하여진 action 을 실행하도록 함.  
예) 마우스클릭(포인터 위치) → 위치 parameter 를 이용하여 정하여진 액션(버튼영역에 대응되는 동작) 실행

# Multimedia Presentation

---

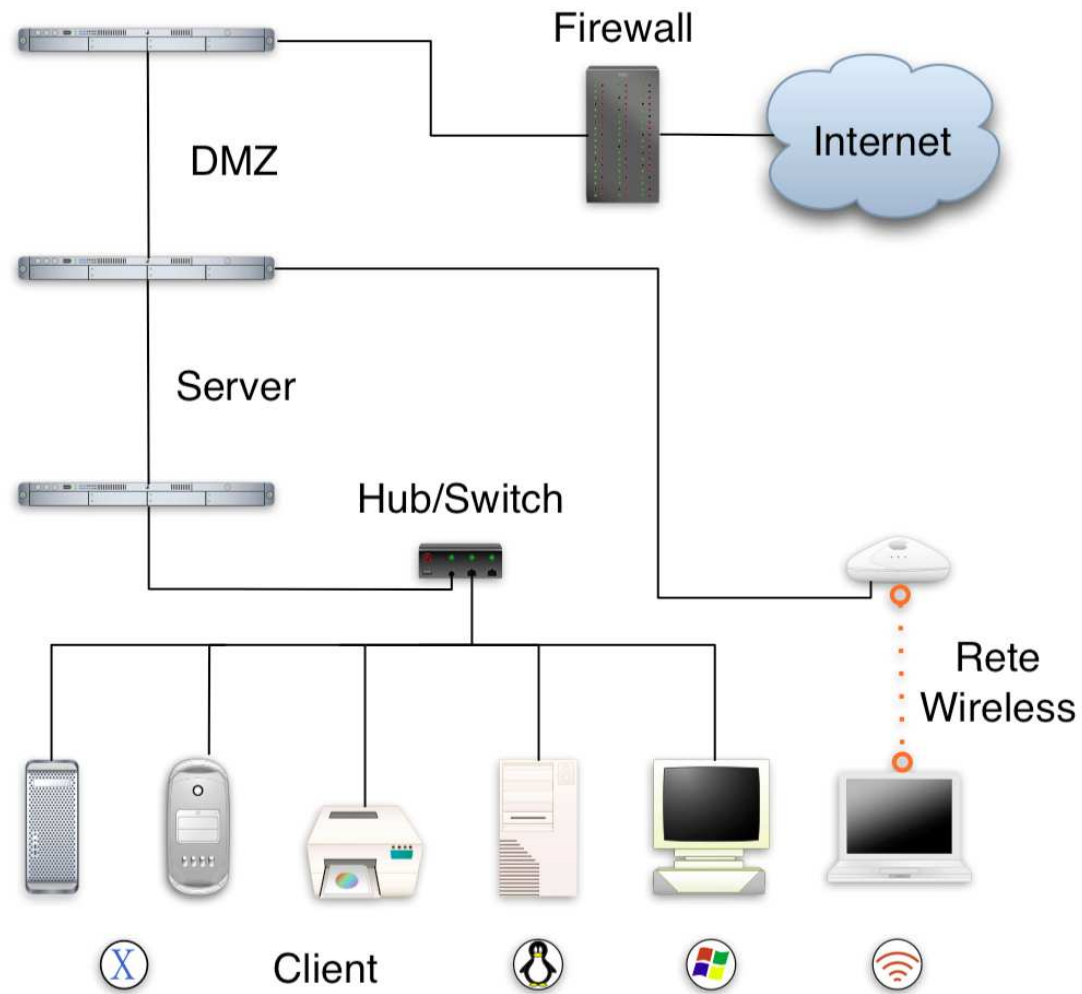
- Dedicated browser, like WWW
  - 다른 매체를 수용하고(XML, HTML) 전용 브라우저를 통해 볼 수 있는 포맷을 정의
- API(Application Programming Interface)
  - 서로 다른 미디어 타입을 browser 안에서 볼 수 있도록 함.
- Stand Alone
  - 컨텐츠가 presentation software를 포함함.
  - eg. Flash
- 세가지 방법이 혼합되어 사용됨.

# Networks

---

- Local area networks (LANs): Ethernet
- LANs 들 끼리 routers, bridges and switches 의 장비로 연결되어 internet 을 구성함.
- The Internet :TCP/IP protocols 로 서로 통신하는 global network
  - Internet Service Providers (ISPs)에 의하여 운영됨.

# LAN



# Internet Access

---

- *Dial-up* connection uses *modem* and analogue telephone line
  - V90 modem, 56kbps maximum
- *Broadband* always-on digital connection (may be as little as 512kbps, not true broadband)
  - *ADSL*
  - *Cable*
  - *Satellite*
  - *OptiLan*
- *Dedicated line* (T1, T3)

# Download Times

---

	<b>kbps (max)</b>	<b>100kB image</b>	<b>100kB image</b>	<b>4MB movie</b>
<b>slow modem</b>	28.8	1.5s	28s	19mins
<b>fast modem</b>	56	1s	14s	9mins
<b>T1 line</b>	1544	<1s	1s	21s
<b>Typical broadband</b>	6000	<1s	<1s	5s
<b>T3 line</b>	44736	<1s	<1s	1s



# Clients and Servers

---

- Servers 는 client 의 requests 를 받고 responses 를 보낸다.
  - Server ( program) 는 전용 컴퓨터 시스템에서 실행된다.
  - Clients: 일반적인 시스템
  - Interaction은 protocols(규약) 에 의하여 정하여져있다.

# The World Wide Web

---

- **HTTP – Hypertext Transfer Protocol**
- Client (Web browser) 는 웹 페이지에 대한 request 를 보내고 server 는 대응하여 해당 웹페이지(HTML 문서)
- server 와 page 의 위치는 URL(Uniform Request Locator)에 의하여 지정된다.
  - http://domain name/path  
예) <http://www.digitalmultimedia.org/DMM/index.html>
- 서버는 웹페이지를 동적으로 생성할 수 도 있다.
  - CGI 를 통하여 다른 프로그램 이나 DB 와 통신

# MIME Types

---

- 데이터 스트림에서 미디어 데이터의 종류를 식별할 필요가 있다.
- **MIME** (*Multipurpose Internet Mail Extension*)
  - 원래는 이메일에 텍스트 외의 다른 데이터를 포함 시키기 위하여 사용함. HTTP 에 도입됨.
  - Content-type: *type/subtype*
  - Types 은 text, image, audio, video, application, subtypes 은 특정 format을 지정함.
  - e.g. text/html, image/gif

# Standards

---

- "Standards are documented agreements containing technical specifications ... to be used consistently ... to ensure that materials, products, processes and services are fit for their purpose" (ISO)
- 표준이란 객체들이 서로 교환 될 수 있도록 함. Ensure things that conform to standards are interchangeable
- Multimedia standards : file formats, markup languages, network protocols, etc.

# Standards Organizations

---

- **ISO** (International Organization for Standards)
  - All technical fields except electrical and electronic engineering
- **IEC** (International Electrotechnical Commission)
  - IT dealt with by joint ISO/IEC technical committee
- **ITU** (International Telecommunications Union)
  - Frequency allocation, Broadcasting, Communication Standards.

# Standards Organizations

---

- **IEC** (International Electrotechnical Commission)
  - Examples of standards
  - **IEC 60027** Letter symbols to be used in electrical technology
  - IEC 60034 Rotating electrical machinery
  - IEC 60038 IEC Standard Voltages
  - IEC 60050 International electrotechnical vocabulary
  - **IEC 60063 Preferred number** series for resistors and capacitors
  - IEC 60068 Environmental Testing
  - IEC 60086 Primary **batteries**
  - IEC 60094 Magnetic tape sound recording and reproducing systems
  - And many more...

# Standards Organizations

---

- **ITU** (International Telecommunications Union)
- Recommendations
  - ITU-T : telecommunication
  - ITU-R : radio telecommuication
- Examples of standards – Recommendations
  - CCIR 601 : Digital TV
  - H.264/MPEG-4 AVC : 화상회의용 동영상 압축포맷
  - Asynchronous Transfer Mode : 통신 Network
  - OSI model : Hierarchical Network 구조

# Internet Standards

---

- **Internet Architecture Board (IAB)**
  - Internet Engineering Task Force (IETF), Internet Research Task Force (IRTF) : 기술 개발을 담당함.
  - Internet Assigned Numbers Authority (IANA): MIME types, language codes, IP addresses 등을 등록.
- **World Wide Web Consortium (W3C)**
  - WWW Standards
  - 공식적인 기구는 아님. 추천 사항들이 WWW의 표준으로 받아들여짐.
  - HTML, XML, XHTML 등을 제정함.