The background features a hand with the index finger pointing towards the center. Above the hand, there are five square icons: a globe, a grid of yellow dots, a circular lens, a grid of lines, and a network diagram. The background is light blue with faint binary code (0s and 1s) and a grid pattern.

IT4440

Đa phương tiện và các ứng dụng giải trí

(MULTIMEDIA AND GAMES)

Nội dung môn học

<u>Tuần</u>	<u>Chủ đề</u>	<u>Số tiết</u>
1	Giới thiệu về môn học	
1 – 5	Phần I. Tổng quan về thông tin đa phương tiện và các kỹ thuật xử lý	15
1	Chương I: Nhập môn Multimedia	1
1	Chương II: Một số kiến thức cơ bản	1
2	Chương III: Ảnh	4
3	Chương IV: Màu	3
4	Chương V: Video	3
5	Chương VI: Audio	3
6 –	Phần II. Một số ứng dụng đa phương tiện	
	Chương V: Multimedia- ứng dụng và giải trí	
	Chương VI: Ứng dụng web	
	Chương VII: Ứng dụng mobile	
	Chương VIII: Ứng dụng 3D	
	Chương IX: Ứng dụng Game	
	Bảo vệ Bài tập lớn, Tổng kết ôn tập	

Nội dung môn học

<u>Tuần</u>	<u>Chủ đề</u>	<u>Số tiết</u>
1	Giới thiệu về môn học	
1 – 5	Phần I. Tổng quan về thông tin đa phương tiện và các kỹ thuật xử lý	15
1	Chương I: Nhập môn Multimedia	1
1	Chương II: Một số kiến thức cơ bản	1
2	Chương III: Ảnh	4
3	Chương IV: Màu	3
4	Chương V: Video	3
5	Chương VI: Audio	3
6 –	Phần II. Một số ứng dụng đa phương tiện	
	Chương V: Multimedia- ứng dụng và giải trí	
	Chương VI: Ứng dụng web	
	Chương VII: Ứng dụng mobile	
	Chương VIII: Ứng dụng 3D	
	Chương IX: Ứng dụng Game	
	Bảo vệ Bài tập lớn, Tổng kết ôn tập	

Chương VI: Audio

Phần I: Tổng quan về thông tin đa phương tiện và các kỹ thuật xử lý

Chương I: Nhập môn Multimedia

Chương II: Một số kiến thức cơ bản

Chương III: Ảnh

Chương IV: Màu sắc

Chương V: Video

**Chương VI:
Audio**

- ➊ Mục tiêu của chương
- ➋ Một số khái niệm
- ➌ Âm thanh số
- ➍ Nén âm
- ➎ MIDI vs. Audio
- ➏ Tổng kết chương
- ➐ Tài liệu tham khảo

V.1 Mục tiêu của chương

Chương V: Video

V.1 Mục tiêu của chương

V.2 Một số khái niệm

V.3 Các chuẩn video

V.4 Nén video

V.5 Soạn thảo và xử lý video

V.6 Truyền video

V.7 Tổng kết chương

V.8 Tài liệu tham khảo

☛ Người học sẽ:

- ☛ Được trang bị **kiến thức** âm thanh, biểu diễn, lưu trữ và tạo âm thanh
- ☛ Được giới thiệu nguyên lý và phương pháp **nén, xử lý và truyền** âm thanh

☛ Sau khi kết thúc chương, người học :

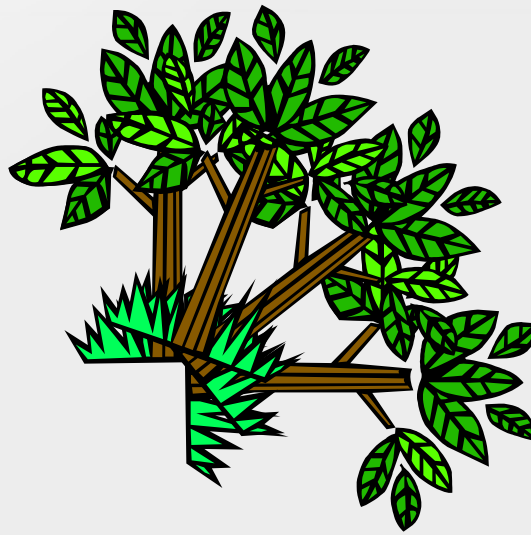
- ☛ Nắm được **kiến thức cơ bản** về âm thanh
- ☛ Biết **vận dụng** một số kỹ thuật, công cụ xử lý âm thanh để **tạo và lưu trữ âm thanh** trong ứng dụng cụ thể

AUDIO



Âm thanh là gì ?

If a tree falls in the forest and nobody is there to hear it, will it make a sound?



Sound provided by

<http://www.therecordist.com/downloads.html>

Âm thanh là gì ?

❖ Âm thanh có thể là

❖ Tiếng nói

❖ Âm nhạc

❖ Tiếng ồn

❖ Âm thanh là một mối quan hệ phức tạp của các đối tượng sau:

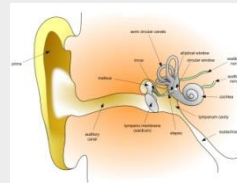
❖ Nguồn âm



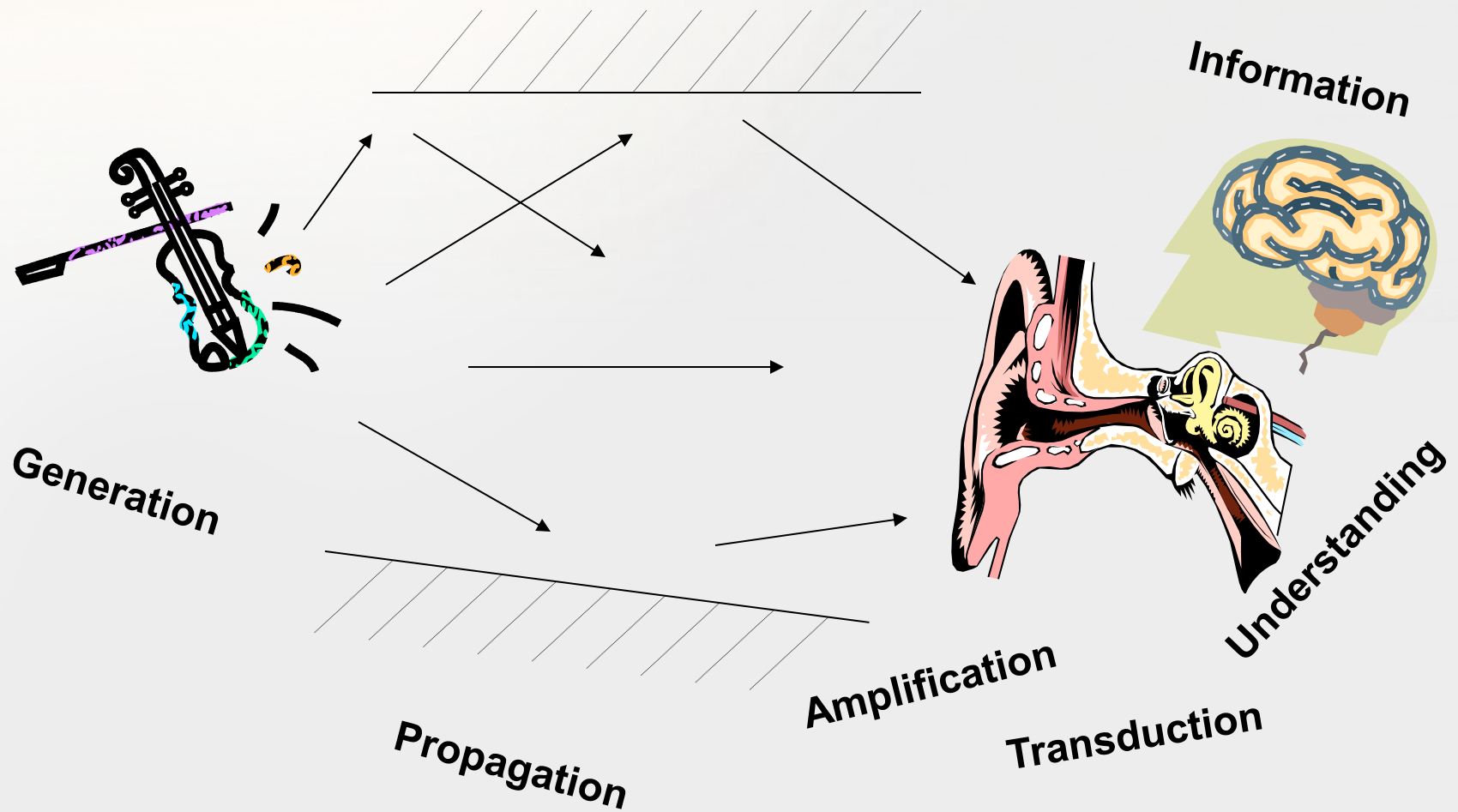
❖ Môi trường truyền (thường là không khí)

❖ Bộ thu nhận âm (tai)

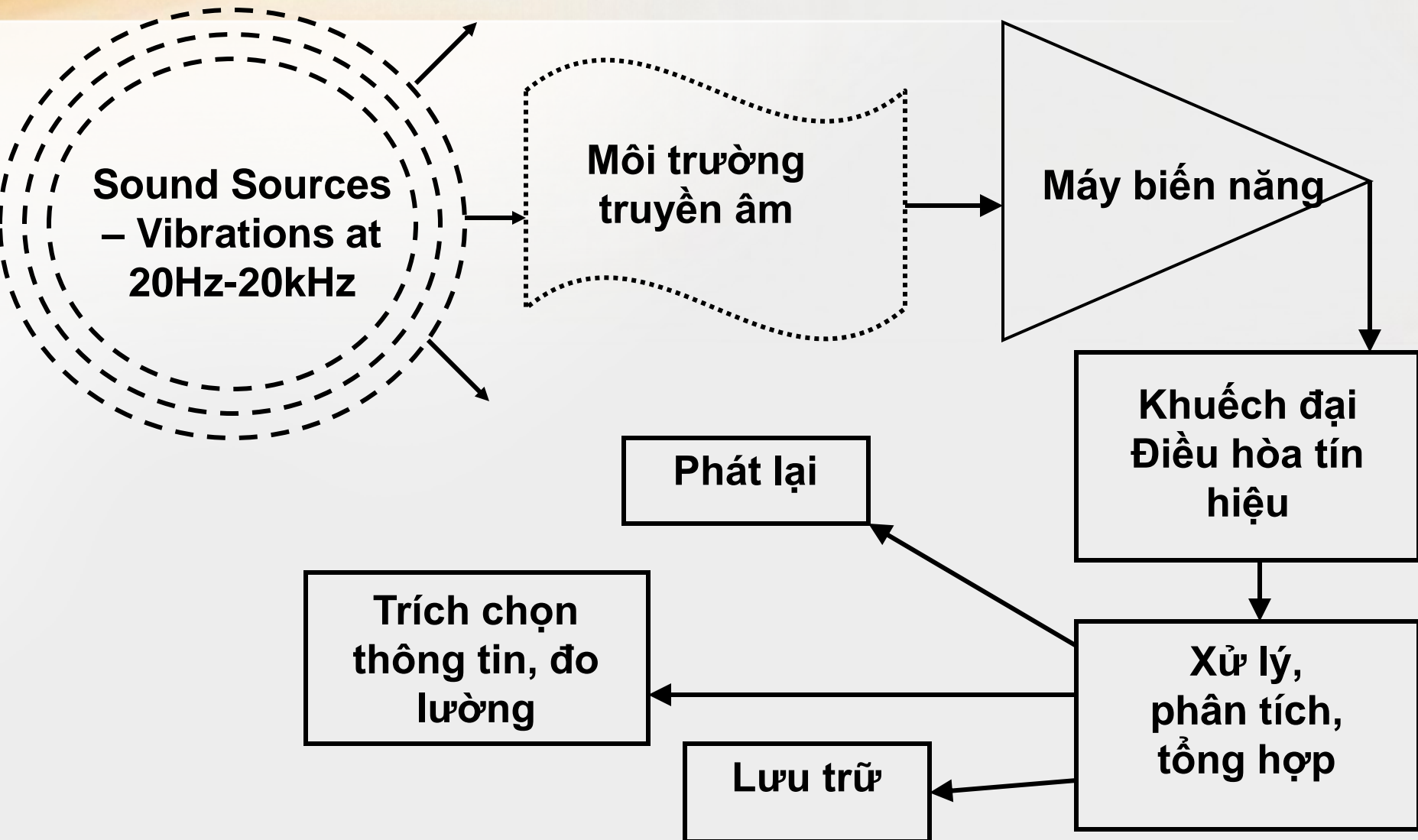
❖ Bộ cảm nhận âm (não bộ)



Hệ thống truyền nhận âm tự nhiên



Hệ thống truyền nhận âm điện tử



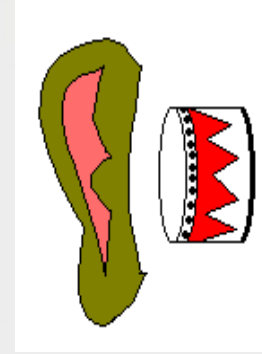
Sóng âm



Something vibrates
in the air

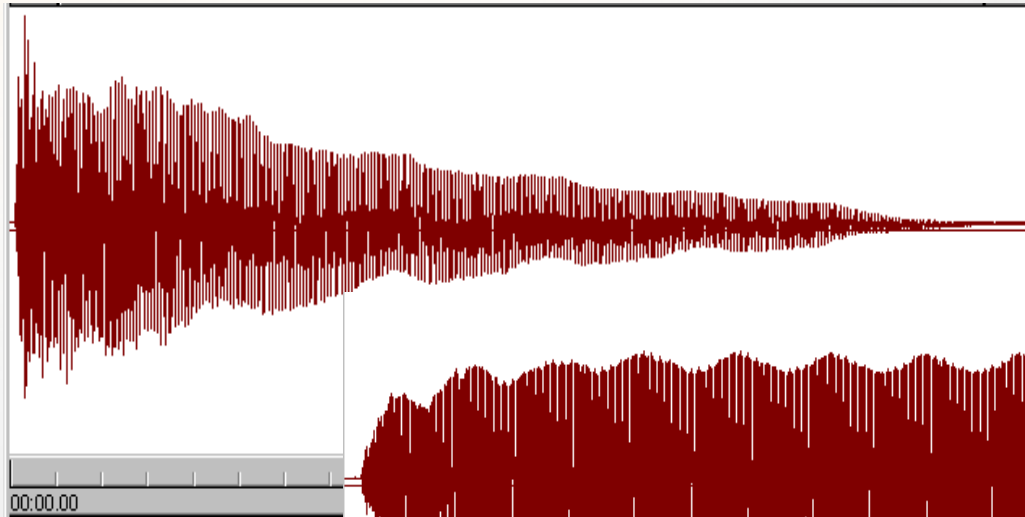


Waves of pressure Ear drums will translate
these changes in wave
Forms as sound

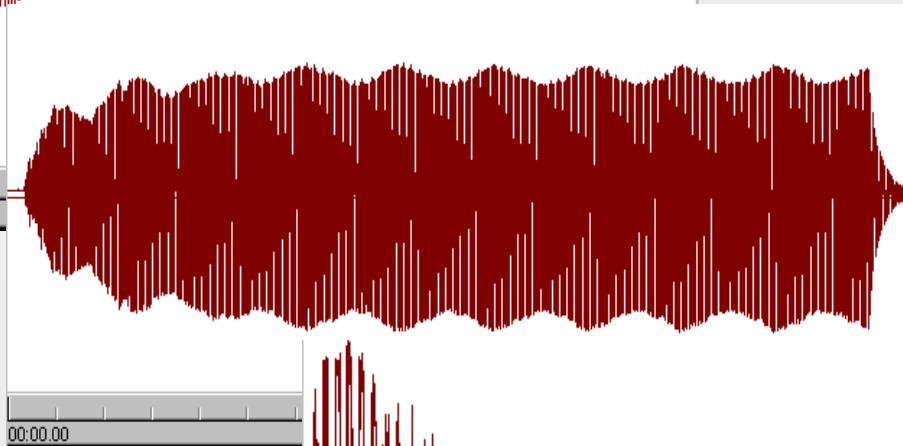


- Âm thanh được đo bằng decibel → **dB (decibel)**
- Âm thanh lan truyền trong môi trường: **sóng âm.**

Một số ví dụ về sóng âm

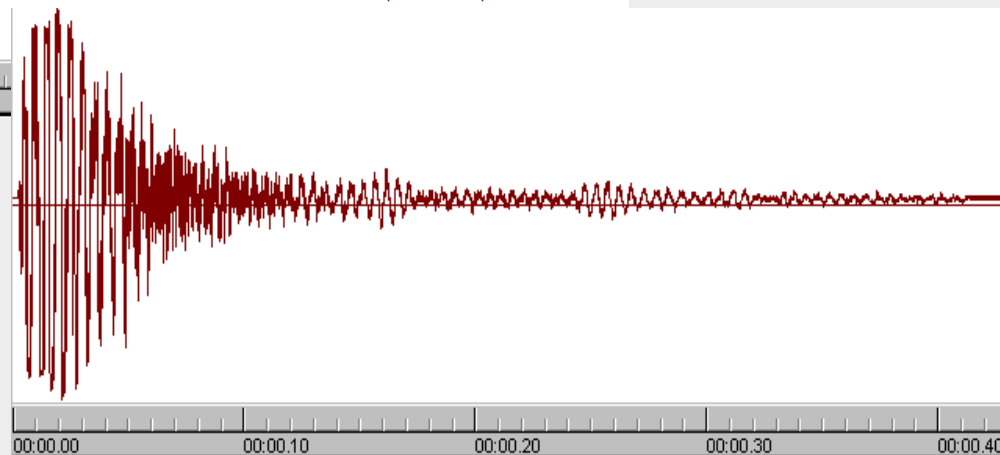


Piano



Pan flute

Snare drum

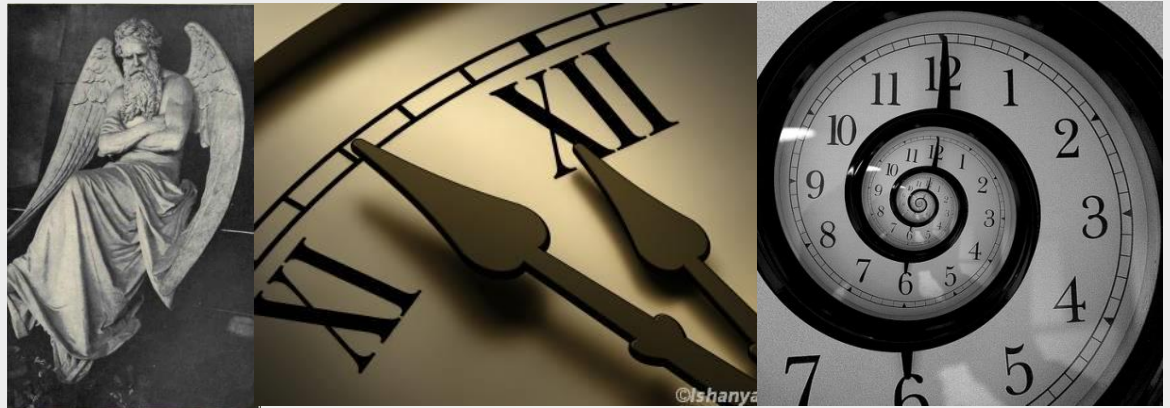


Audio vs Images

Sự khác biệt lớn nhất của âm thanh và hình ảnh là gì ?



TIME



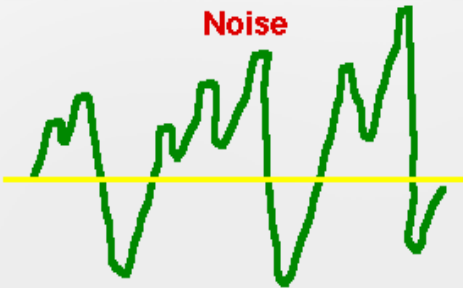
Âm thanh và nhiễu âm

Pleasant Sound



- A pleasant sound has a regular wave pattern. The pattern is repeated over and over.

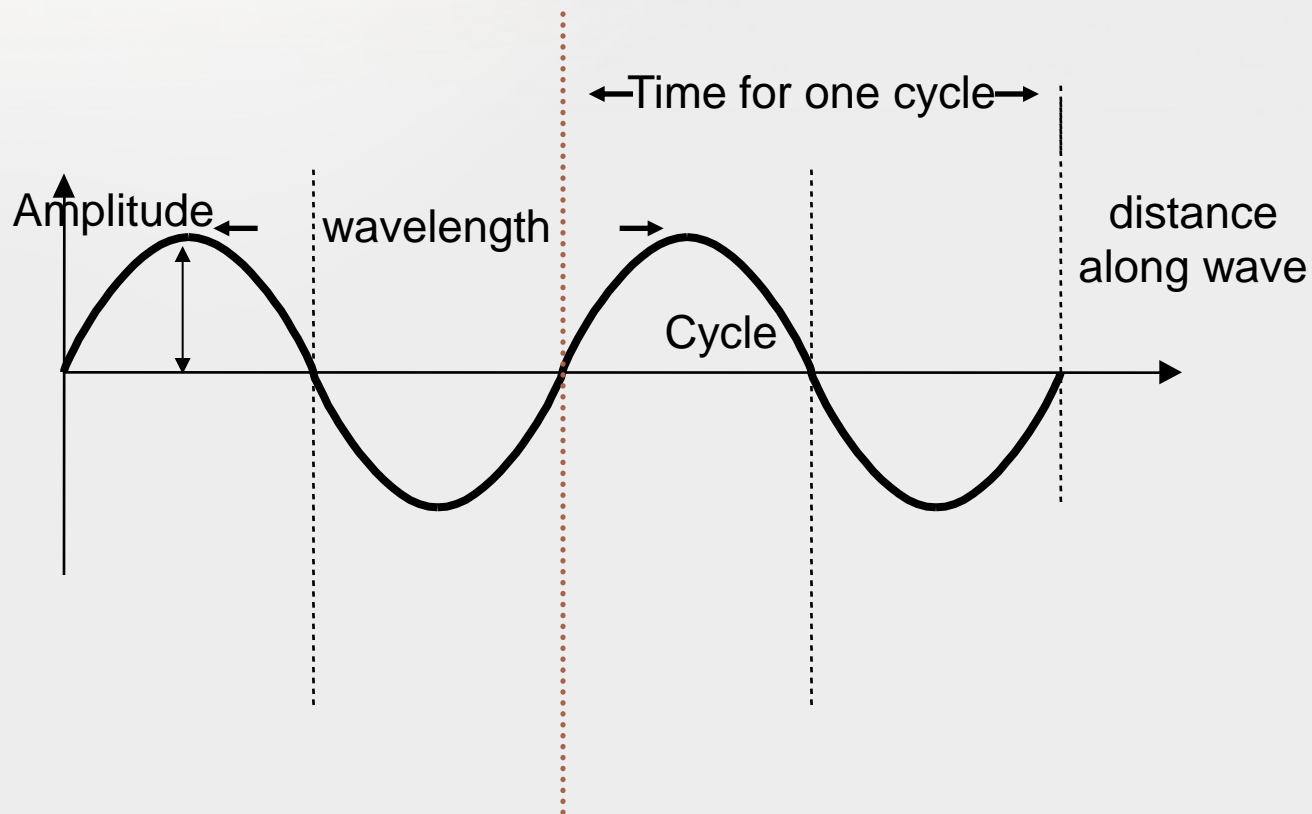
Noise



- But the waves of noise are irregular. They do not have a repeated pattern.

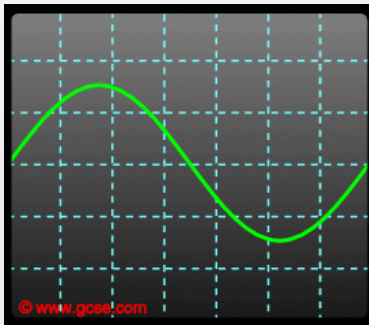
Đặc trưng của sóng âm

- ☞ Âm thanh được mô tả bởi hai đặc trưng sau:
 - ☞ **Tần số Frequency** (or pitch)
 - ☞ **Biên độ Amplitude** (or loudness)

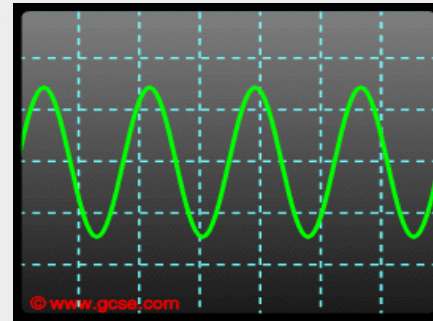


Tần số

- ✿ **Frequency** is a measure of how many vibrations occur in one second. This is measured in *Hertz* (abbreviation Hz) and directly corresponds to the ***pitch*** of a sound.
 - ✿ The more frequent vibration occurs the higher the pitch of the sound.



Low pitch

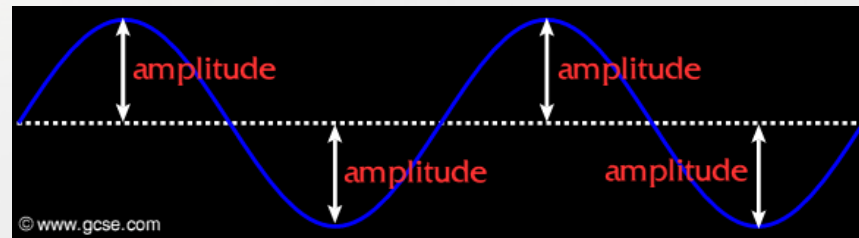


High pitch

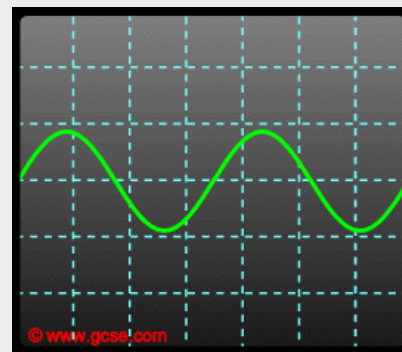
- Optimally, people can hear from **20 Hz to 20,000** Hz (20 kHz)
 - Sounds below 20 Hz are infrasonic
 - sounds above 20 kHz are ultrasonic.

Biên độ âm thanh

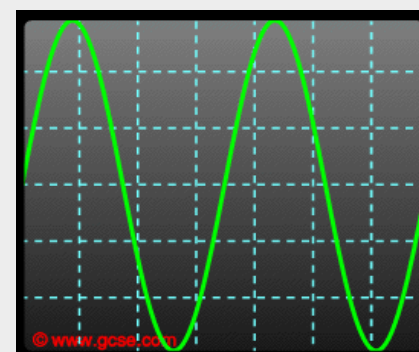
- ✿ **Amplitude** is the *maximum displacement* of a wave from an equilibrium position.
 - ✿ The louder a sound, the more energy it has. This means loud sounds have a **large amplitude**.



Quiet



Low amplitude



High Amplitude

Loud

- The amplitude relates to how loud a sound is.

Âm thanh tương tự và âm thanh số

Âm thanh tương tự

- ✿ Tín hiệu điện mang thông tin về âm thanh như một giá trị điện thế liên tục

Số hóa âm thanh

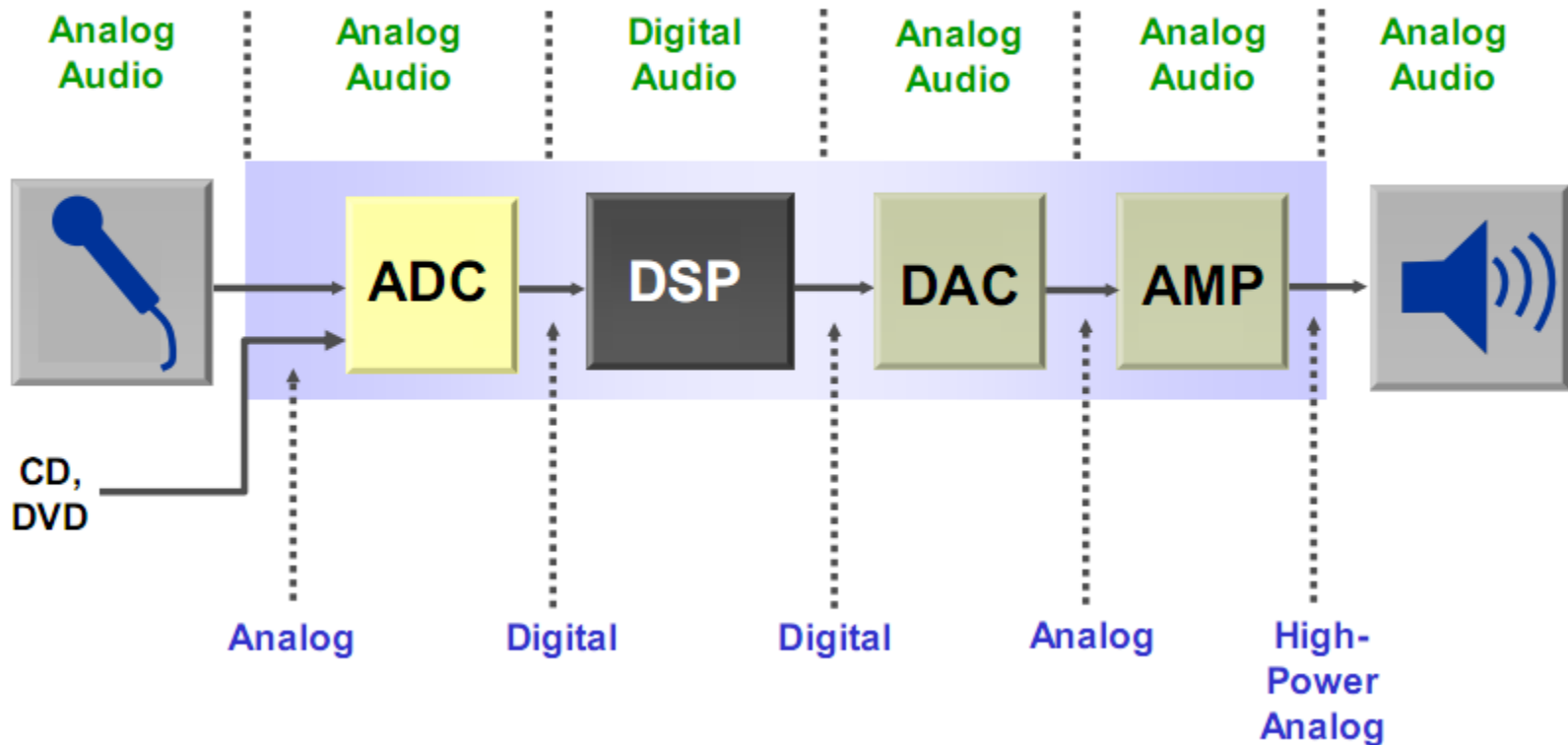
- ✿ Để sử dụng trong các ứng dụng đa phương tiện, giống như ảnh, video, âm thanh phải được số hóa



- ✿ Việc số hóa được thực hiện thông qua hai bước: lấy mẫu và lượng tử hóa

Âm thanh tương tự và âm thanh số

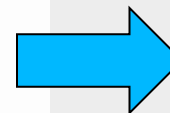
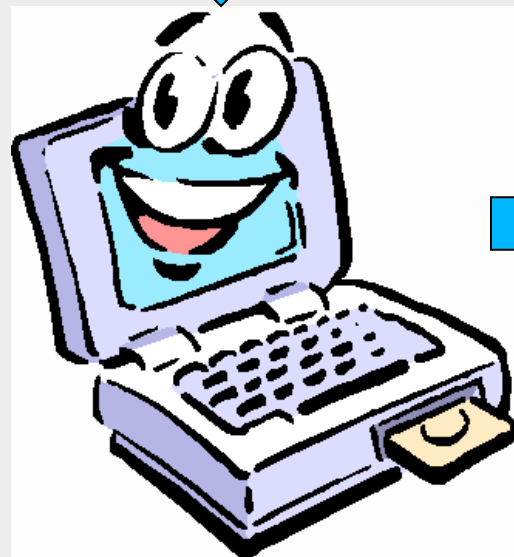
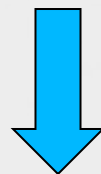
Typical Audio System



The whole world is analog and digital only plays a bit part

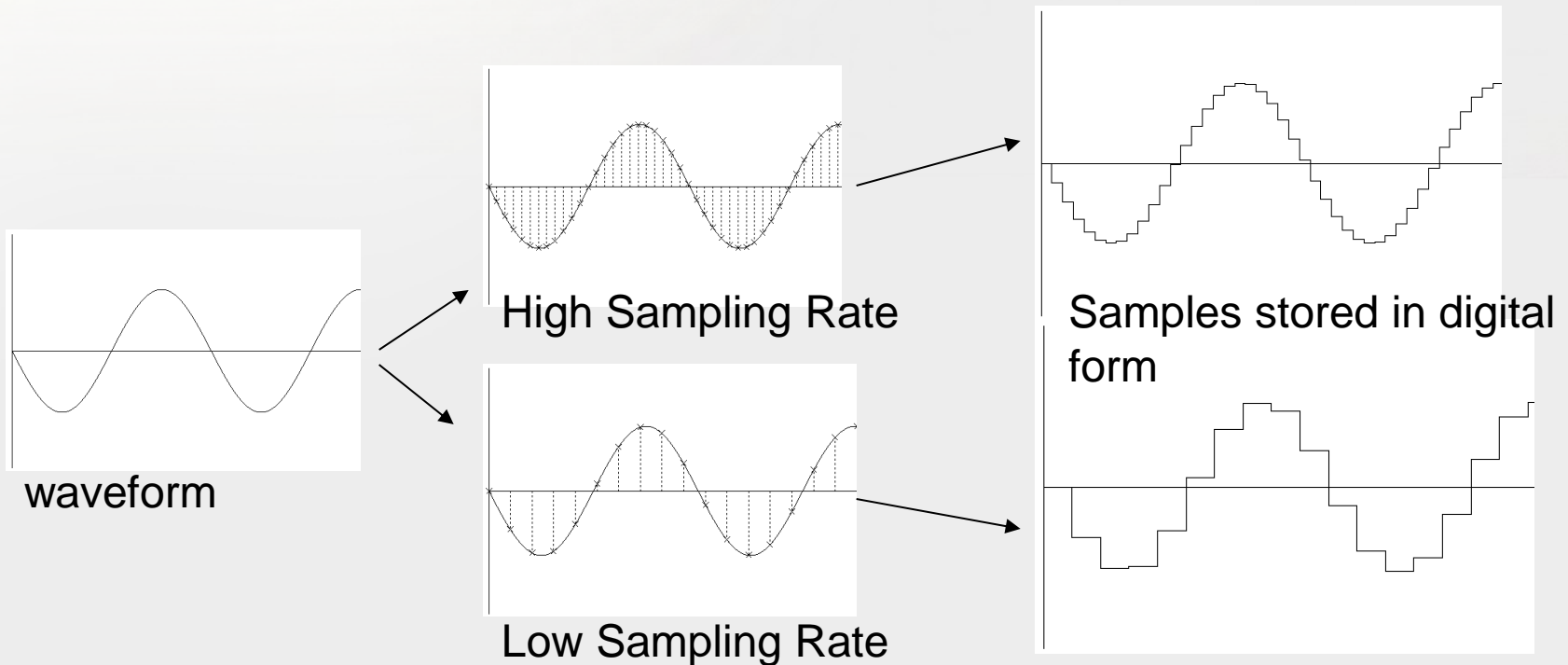
Biểu diễn số của tín hiệu âm thanh

0101010000101010101010011010001010100110100101001
0100011100010101010100101111001001010...



Âm thanh số

- Dữ liệu âm thanh số là biểu diễn của âm thanh, được lưu trữ dưới dạng các điểm mẫu



Âm thanh số

☛ Chất lượng âm thanh số phụ thuộc vào

1. Tốc độ lấy mẫu (sampling rate)
2. Kích thước mẫu (quantization step)

The image displays a screenshot of an audio software interface. On the left is a 'Save As' dialog box with the file name 'Melly Goeslow - Lelaki Idaman' and format 'MPEG Layer-3 56 kBit/s, 24,000'. In the center is the main audio player window showing 'Melly Goeslow - Lelaki Ida...' with a progress bar and playback controls. Overlaid on the player are three 'Sound Selection' dialog boxes. The top one is set to 'Radio Quality' with attributes '22.050 kHz, 16 Bit, Mono' and '43 kb/sec'. The middle one is set to 'CD Quality' with attributes '44.100 kHz, 16 Bit, Stereo' and '172 kb/sec'. The bottom one is set to 'Telephone Quality' with attributes '11.025 kHz, 16 Bit, Mono' and '21 kb/sec'. Arrows from the middle and bottom 'Sound Selection' dialog boxes point to the labels 'Sampling Rate' and 'Sample size' respectively at the bottom of the image.

Sampling Rate

Sample size

Âm thanh số

- ✿ Ngoài ra, chất lượng âm thanh số phụ thuộc vào
 - ✿ Chất lượng của nguồn âm
 - ✿ Chất lượng của thiết bị thu và các phần cứng hỗ trợ.
 - ✿ Các đặc trưng sử dụng để thu âm.
 - ✿ Khả năng phát lại của môi trường phát âm.

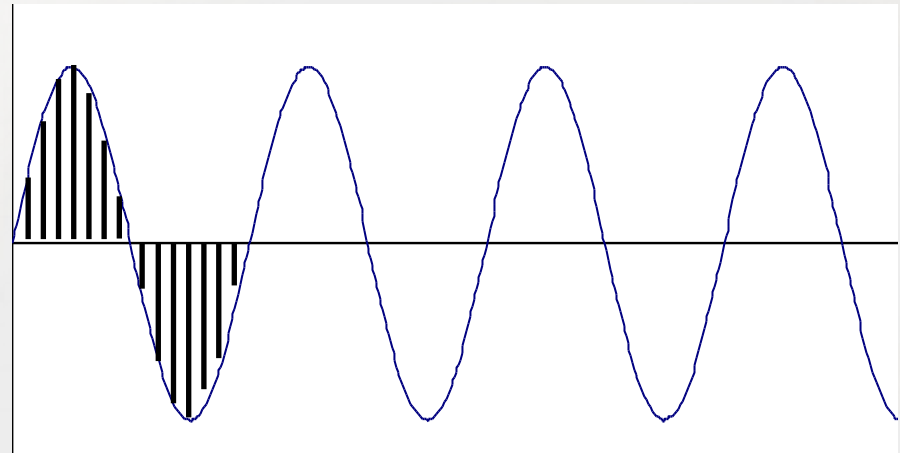
Biểu diễn số tín hiệu âm thanh

⊕ Tín hiệu âm thanh được

⊕ Lấy mẫu

⊕ Lượng tử hóa

⊕ Nén



	TEMPS CONTINU	TEMPS DISCRET
AMPLITUDE CONTINUE		
AMPLITUDE DISCRETE		

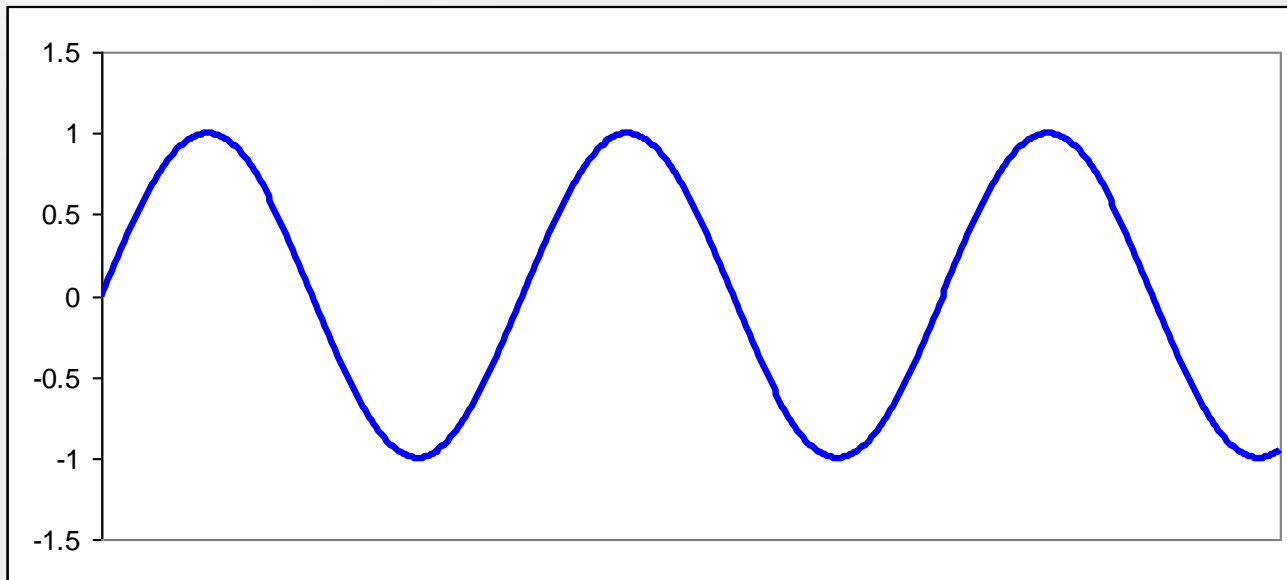
Lấy mẫu (Sampling)

- ✿ Measure amplitude at regular intervals

- ✿ How many times should we sample?

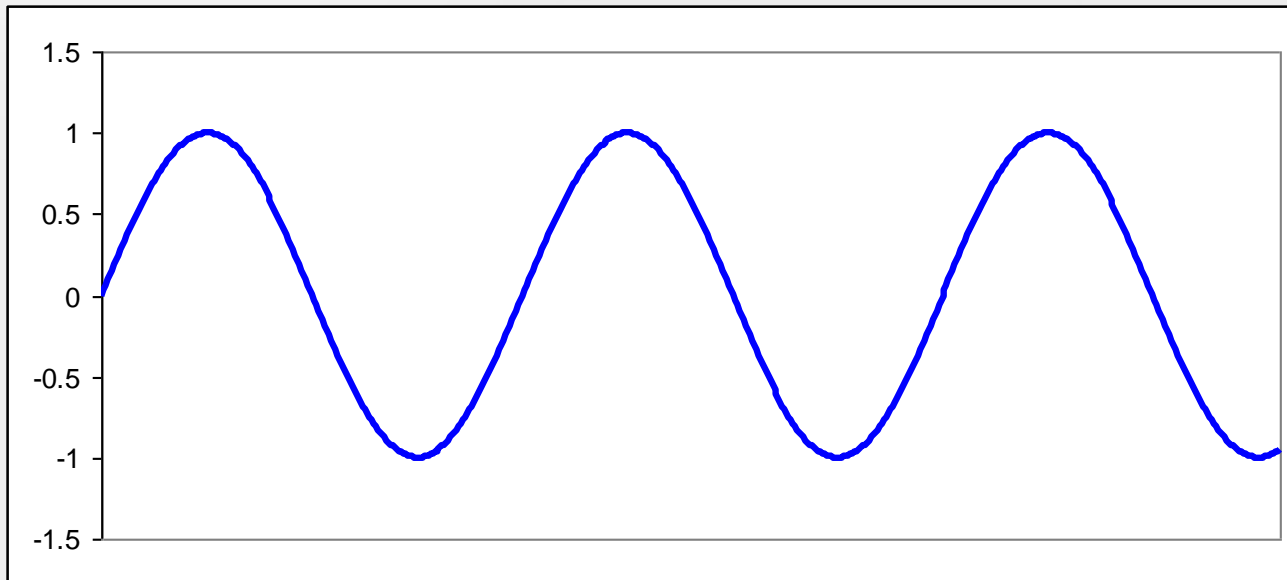
Example

- ✿ Suppose we have a sound wave with a frequency of 1 cycle per second



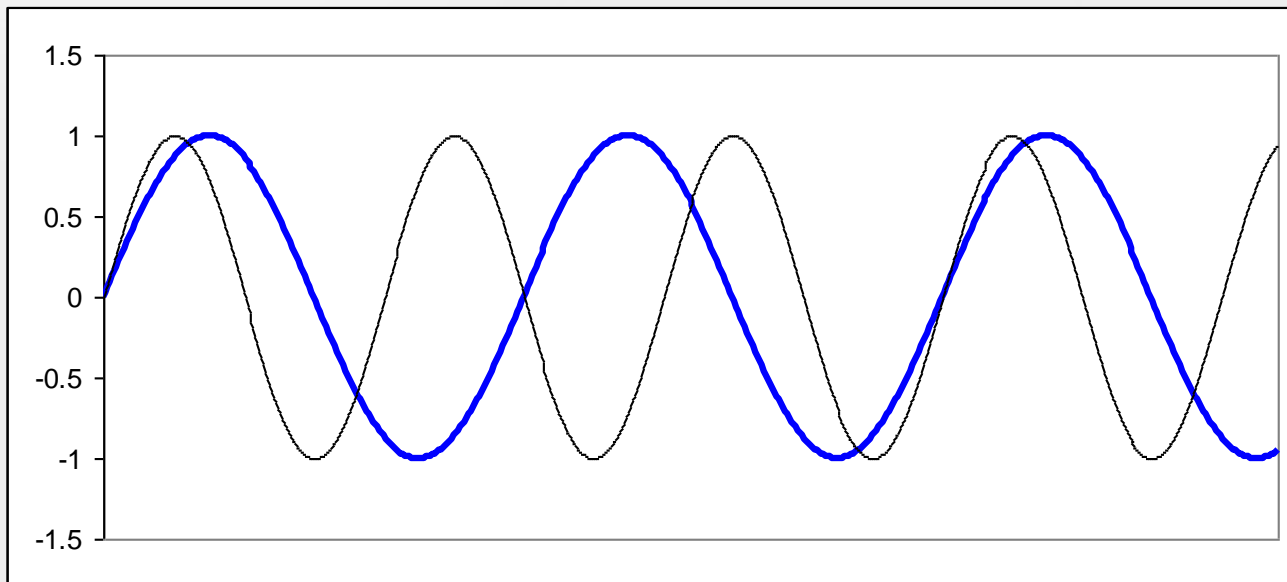
Example

- ✿ If we sample at one cycle per second, where would the sample points fall?



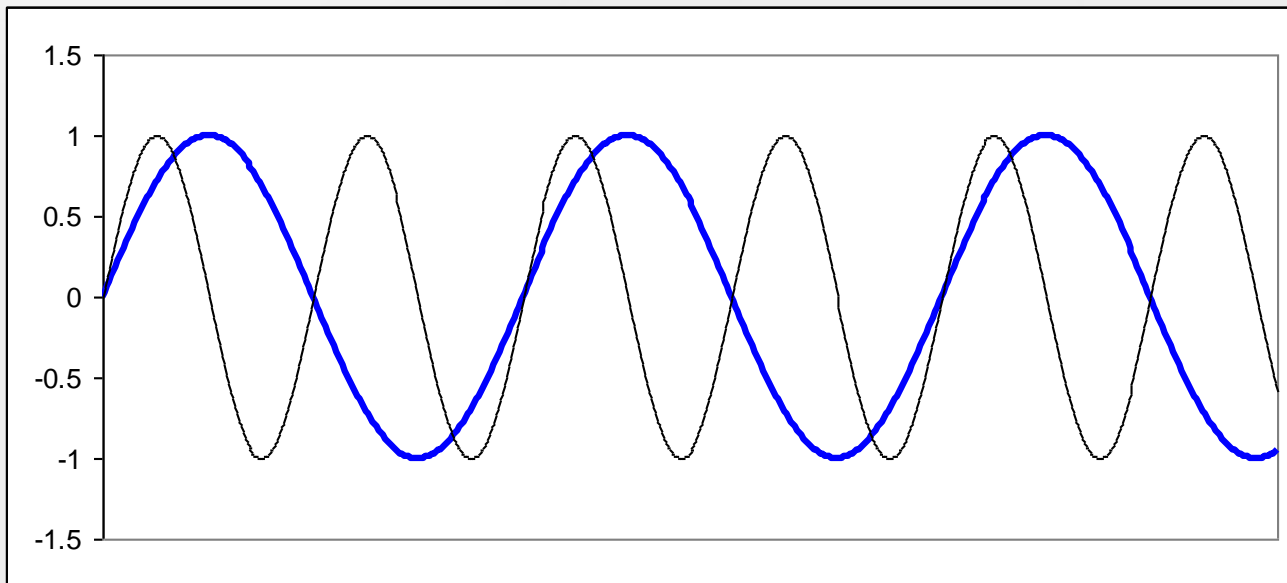
Example

- ✚ If we sample at 1.5 cycles per second, where will the sample points fall?



Example

- ✚ If we sample at two cycles per second, where do the sample points fall?



Nyquist Theorem

For lossless digitization, the sampling rate should be at least twice the maximum frequency response.

✦ In mathematical terms:

$$f_s > 2 * f_m$$

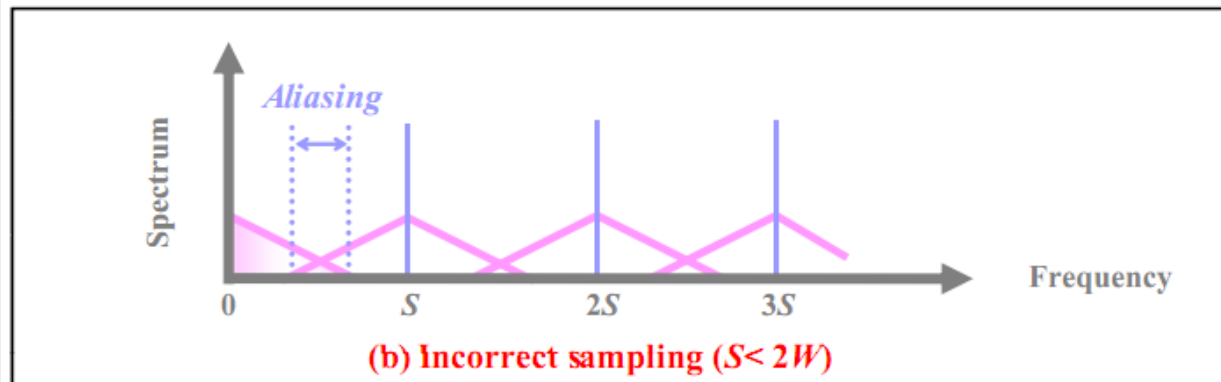
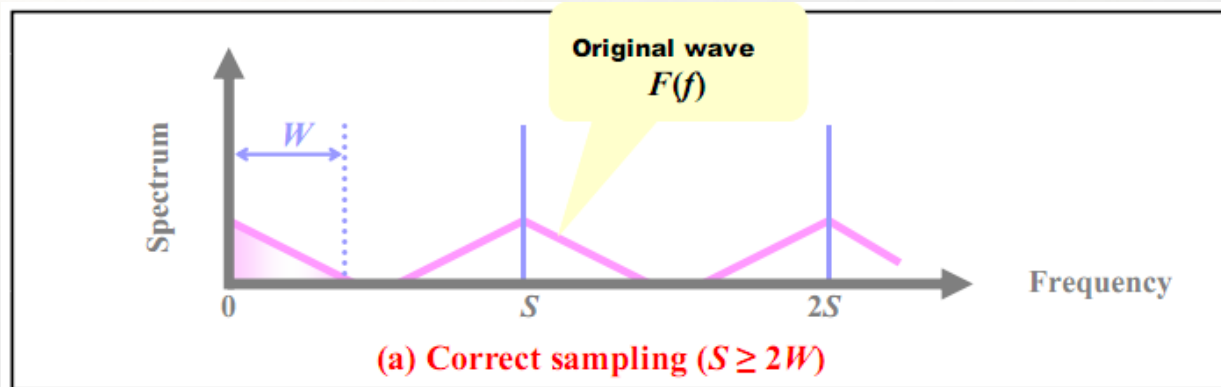
✦ where f_s is sampling frequency and f_m is the maximum frequency in the signal

Nyquist Limit

- ✿ max data rate = $2 H \log_2 V$ *bits/second*, where
 - H = bandwidth (in Hz)
 - V = discrete levels (bits per signal change)
- ✿ Shows the maximum number of bits that can be sent per second on a *noiseless* channel with a bandwidth of H, if V bits are sent per signal
 - ✿ Example: what is the maximum data rate for a 3kHz channel that transmits data using 2 levels (binary) ?
 - ✿ Solution ($2 \times 3,000 \times \ln 2 = 6,000$ bits/second)

Limited Sampling

✚ But what if one cannot sample fast enough?



Sampling in the frequency domain

Các khoảng lấy mẫu

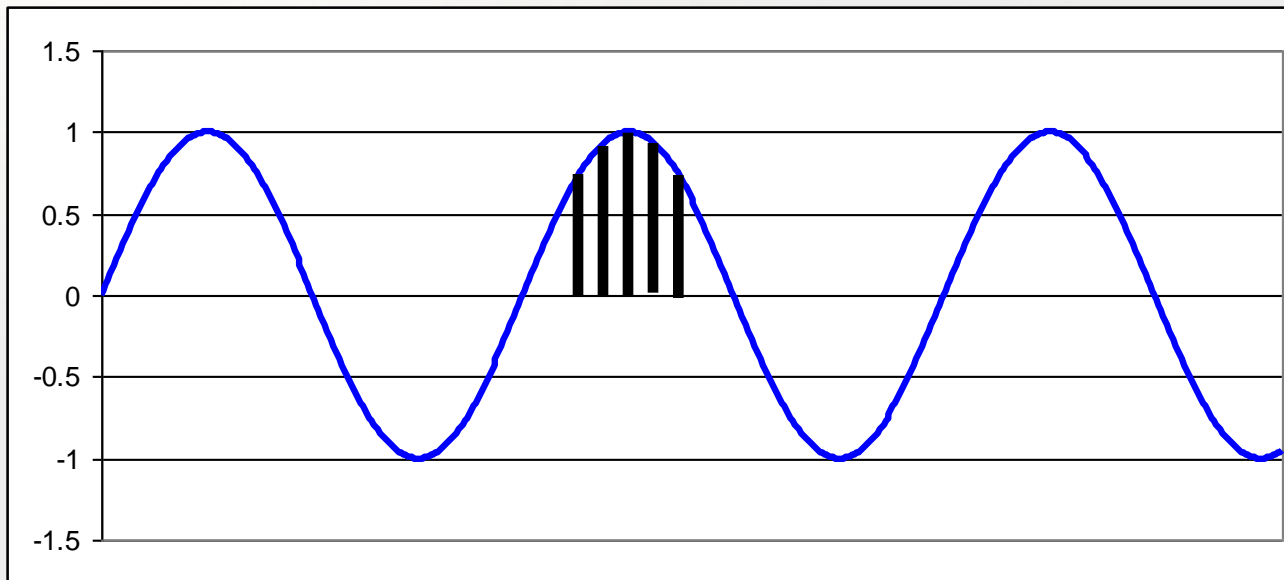
- ✿ Auditory range 20Hz to 22.05 kHz
 - ✿ must sample up to to 44.1kHz
 - ✿ common examples are 8.000 kHz, 11.025 kHz, 16.000 kHz, 22.05 kHz, and 44.1 KHz
- ✿ Speech frequency [200 Hz, 8 kHz]
 - ✿ sample up to 16 kHz
 - ✿ but typically 4 kHz to 11 kHz is used

Tốc độ lấy mẫu

The **sampling rate**, **sample rate**, or **sampling frequency** defines the number of samples per second (or per other unit) taken from a continuous signal to make a discrete signal. For time-domain signals, the unit for sampling rate is 1/s

Sampling Rates	Used As...
8000	Telephony Standard, Popular in UNIX Workstations
11000	Quarter of CD rate, Popular on Macintosh
16000	G.722 Standard (Federal Standard)
18900	CD-ROM XA Rate
22000	Half CD rate, Macintosh rate
32000	Japanese HDTV, British TV audio, Long play DAT
37800	CD XA Standard
44056	Professional audio industry
44100	CD Rate
48000	DAT Rate

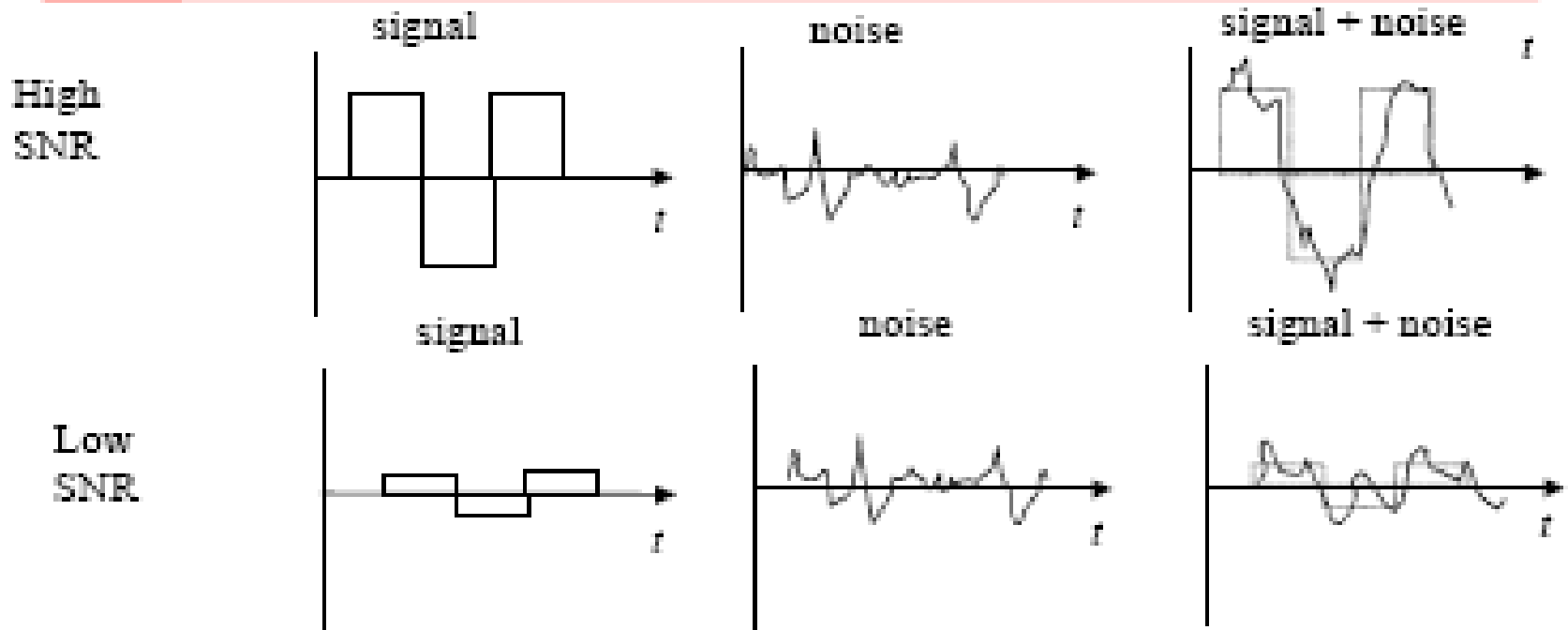
Lượng tử hóa



Lượng tử hóa

- ⊗ Typically use
 - ⊗ 8 bits = 256 levels
 - ⊗ 16 bits = 65,536 levels
- ⊗ How should the levels be distributed?
 - ⊗ Linearly? (PCM)
 - ⊗ Perceptually? (u-Law)
 - ⊗ Differential? (DPCM)
 - ⊗ Adaptively? (ADPCM)

Tỷ số tín hiệu trên nhiễu (SNR)



$$\text{SNR} = \frac{\text{Average Signal Power}}{\text{Average Noise Power}}$$

$$\text{SNR (dB)} = 10 \log_{10} \text{SNR}$$

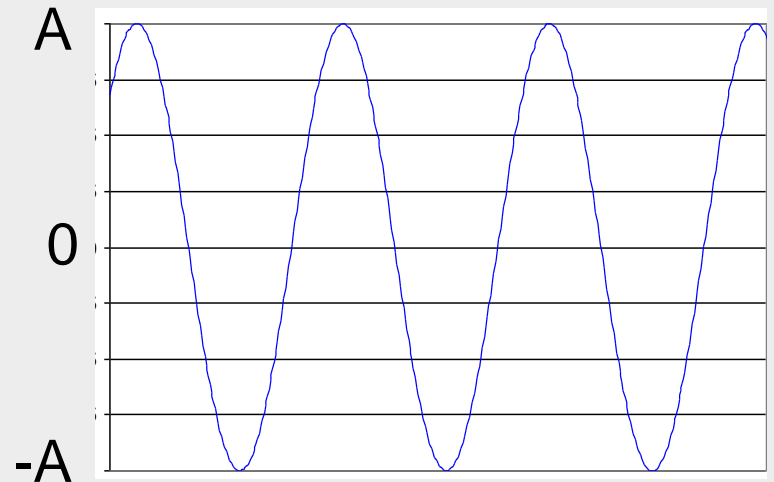
Tỷ số tín hiệu trên nhiễu (SNR)

- ✿ Measures strength of signal to noise

$$\text{SNR (in DB)} = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{Signal energy}}{\text{Noise energy}} \right)$$

- ✿ Given sound form with amplitude in $[-A, A]$

- ✿ Signal energy = $\frac{A^2}{2}$



Nén âm thanh

✿ Tại sao phải nén âm thanh ?

So Many Bits, So Little Time (Space)

- CD audio rate: $2 * 2 * 8 * 44100 = 1,411,200$ bps
- CD audio storage: 10,584,000 bytes / minute
- A CD holds only about 70 minutes of audio
- An ISDN line can only carry 128,000 bps

Security: Best compressor removes all that is recognizable about the original sound

Graphics people eat up all the space

Nén âm thanh

✿ Nguyên lý của nén âm ?

Take advantage of

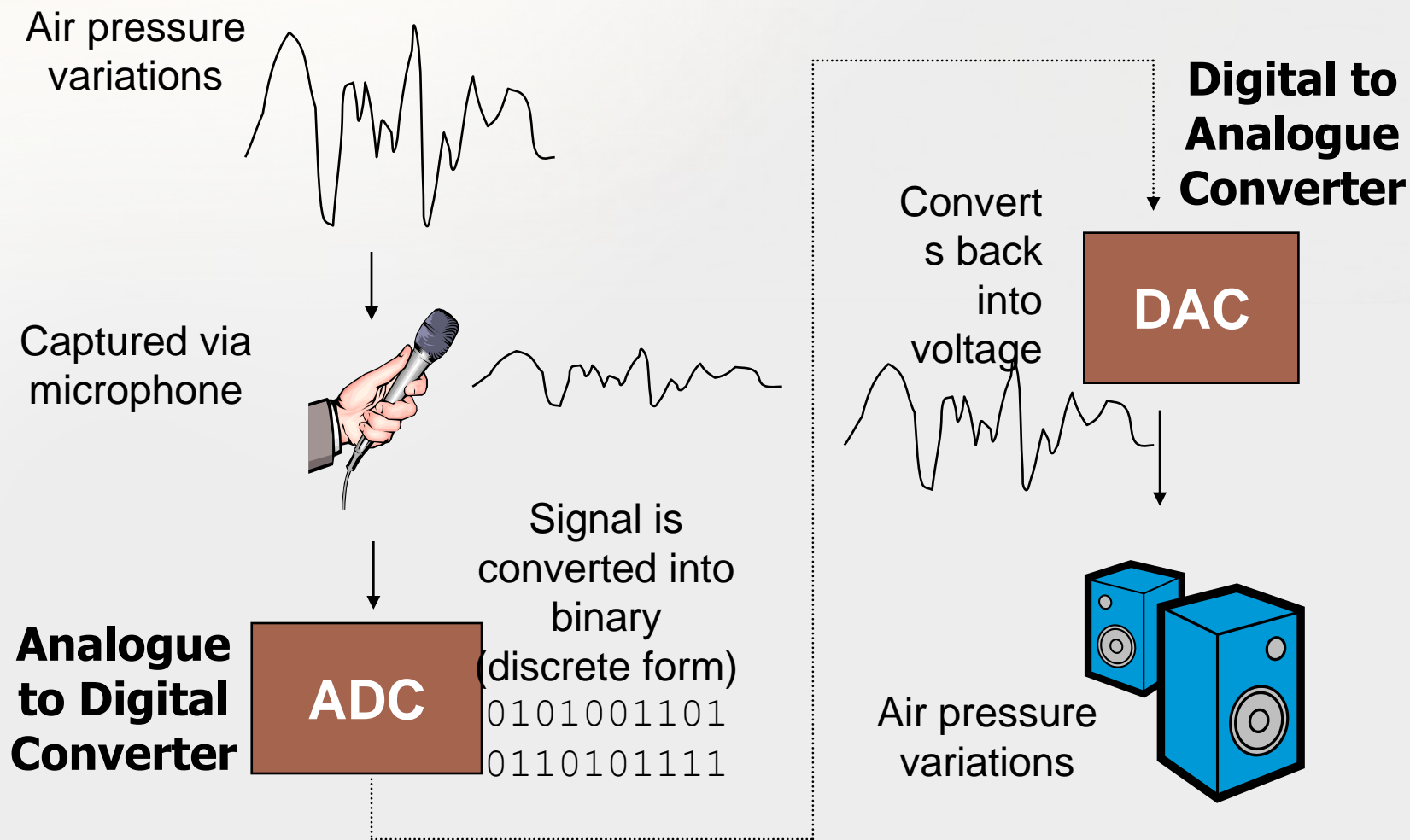
- Redundancy/Correlation
- Statistics (Local / Global)
- Assumptions / Models

*Problem: Much of this doesn't work
directly on sound waveform data*

Nén âm thanh

- ❁ Sound is difficult to compress using lossless methods, except for special cases.
- ❁ Some compression of audio can be obtained by run-length encoding samples that fall below a threshold that can be considered to represent silence.
- ❁ Companding uses non-linear quantization to compress speech.
- ❁ μ -law and A-law companding are used for telephony.

Thu và phát âm thanh số



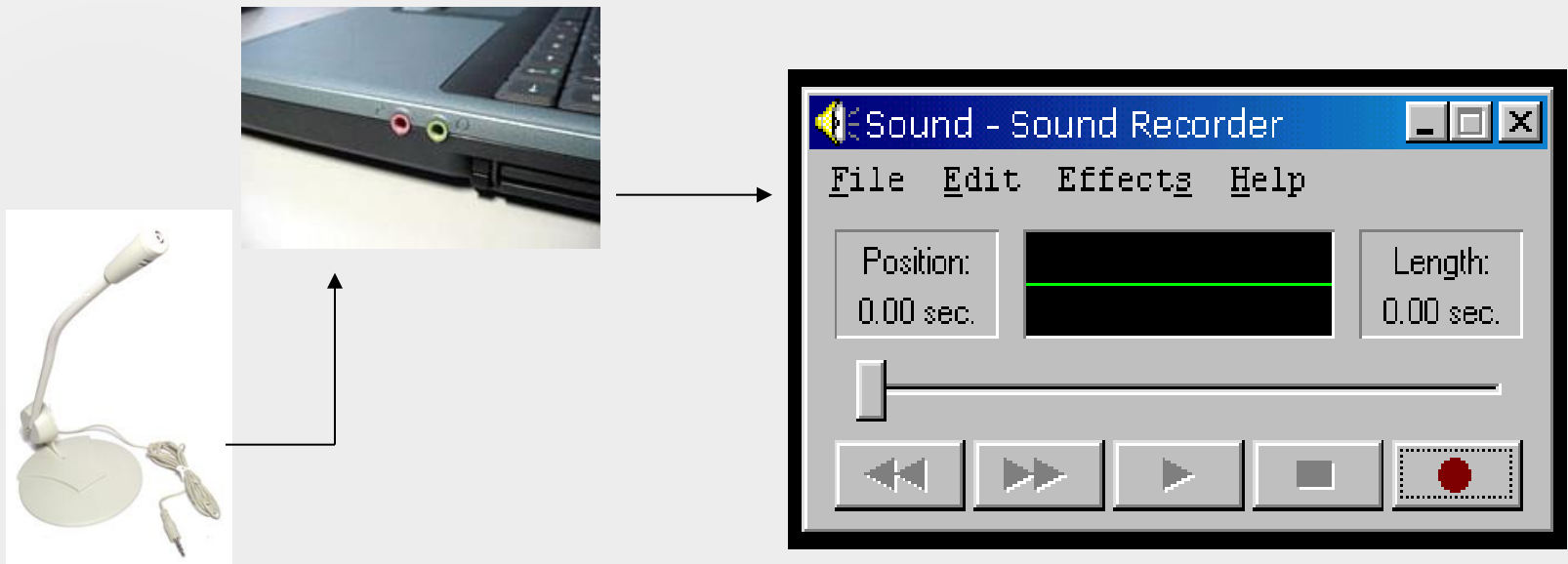
Ghi file âm thanh

Recording Audio Files on the pc

Uses either:

i. Microphone

- connect microphone to the microphone port and record using sound recorder



Ghi file âm thanh

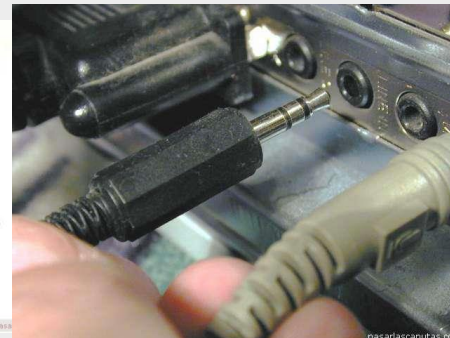
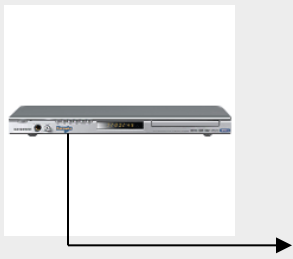
ii. CD-ROM Drive

- ☛ Move music files from CD to hard drive or;
- ☛ Play the cd and then record using the sound recorder.



iii. Line-in

- ☛ pressing play on the audio source, which is connected to the computer's audio line-in socket. Record using the sound recorder.



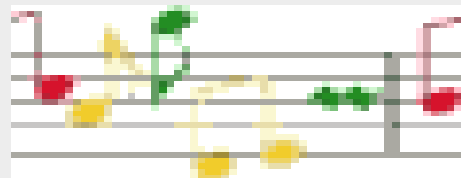
Line in port
on the pc

Audio cable

Midi Audio

❁ Musical Instrument Digital Interface

- ❁ Before there was a wide use of mp3 and high bandwidth network, MIDI format audio is popular when an audio is required to be put on a website.
- ❁ Provides a standardized and efficient means of conveying musical performance information as electronic data.
- ❁ Is a easiest and quickest way to compose our own score.
 - (provided we have knowledge of musical instrument and composing)
- ❁ It is in the form of music score and not samples or recording.



Midi Audio: Requirements

- ✿ To make MIDI score, we need:
 1. Midi keyboard / Midi keyboard software
 2. Sequencer software
 3. Sound synthesizer (built-in in to sound card)

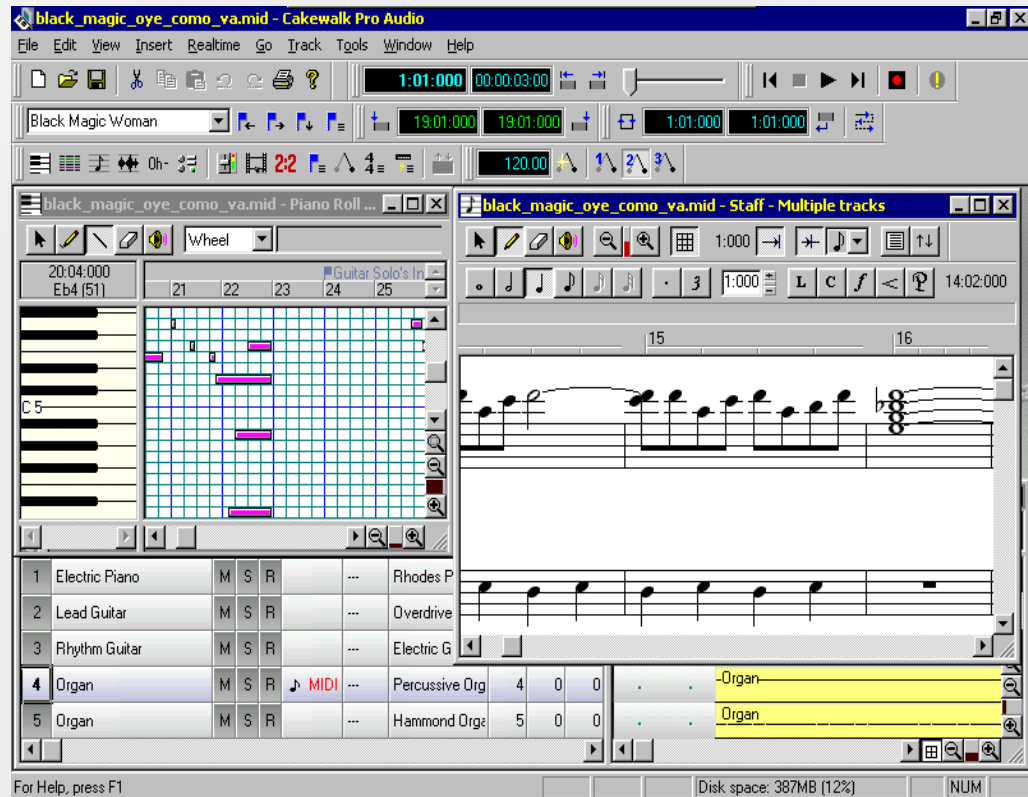
Midi Keyboard

- ❖ MIDI keyboard is used to simplify the creation of music scores (MIDI information)
 - ❖ MIDI information is transmitted in "MIDI messages", which can be thought of as instructions which tell a music synthesizer how to play a piece of music.
 - ❖ The synthesizer receiving the MIDI data must generate the actual sounds.



Midi Sequencer

- ✿ A **MIDI sequencer** software lets us to record and edit MIDI data like a word processor
 - ✿ Cut and paste
 - ✿ Insert / delete



Midi Audio Facts

- ✿ Since they are small, MIDI files embedded in web pages load and play.
- ✿ Length of a MIDI file can be changed without affecting the pitch of the music or degrading audio quality.
- ✿ Working with MIDI requires knowledge of music theory.



Recording MIDI Files

Recording MIDI Files

- ✦ MIDI files can be generated:
 - ✦ by recording the MIDI data from a MIDI instrument (electronic keyboard) as it is played.
 - ✦ by using a MIDI sequencer software application.

Audio File Formats

⊕ MIDI

⊕ *.MID, *.KAR, *.MIDI, *.SMF

⊕ AUDIO DIGITAL

⊕ WINDOWS → *.WAV

⊕ MACINTOSH → *.AIFF

⊕ UNIX → *.AU

⊕ REALAUDIO → *.RA

⊕ MPEG3 → *.MP3

MIDI versus Digital Audio

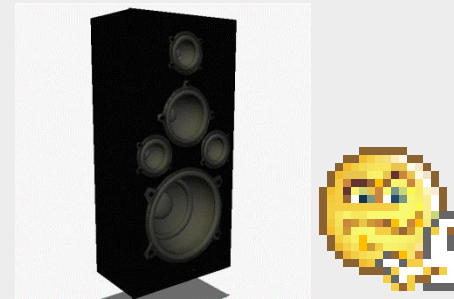
- ✿ Advantages of MIDI over digital audio:
 - ✿ MIDI files smaller than digital audio files.
 - ✿ Because small file, MIDI files embedded in web pages load and play more quickly.
 - ✿ If MIDI sound sources are high quality – sound better.
 - ✿ Can change the length of MIDI files without changing the pitch of the music or degrading the audio quality.

MIDI versus Digital Audio

- ✿ Disadvantages of MIDI over digital audio:
 - ✿ Because MIDI data does not represent the sound but musical instruments, playback will be accurate only if the MIDI playback (instrument) is identical to the device used in the production.
 - ✿ Higher cost and requires skill to edit.
 - ✿ Cannot emulate voice, other effects.

Adding Sound to MM Project

- ❑ **File formats** compatible with multimedia authoring software being used along with delivery mediums, must be determined.
- ❑ Sound **playback capabilities** offered by end user's system must be studied.
- ❑ The type of sound, whether background music, special sound effects, or spoken dialog, must be decided.
- ❑ Digital audio or MIDI data should be selected on the basis of the location and time of use.



Audio file sizes

How much space is needed for 1 minute on a CD?

- Two channels (stereo)
- 16 bits per channel (bit depth) (65,536 quanta)
- Sampling rate of 44,100 Hz

$$60 \text{ s} \times 44,100 \text{ samples/s} \times 16 \text{ bits/sample} \times 2 \\ = 84,672,000 \text{ bits} = 10,584,000 \text{ bytes} \\ \approx 10 \text{ MB}$$

So an 800MB CD can hold about 80 minutes of music....

Audio file sizes

To reduce file size:

- Reduce sampling rate
- Reduce bit depth
 - 8 bits will work for speech, but not music
- Reduce channels (ie just mono)
 - Halves file size – could work for games
- (Reduce duration? Unlikely)
- Use **compression** techniques
 - Be aware of **lossy** vs **lossless** compression



MP3



MPEG-1 Audio Layer 3

- Lossy compression (ie loses some information)
◀ (so don't use this for `master' copies when editing)
- Reduces size by factor of 11 compared to CD
- Reduces accuracy of sounds which are unlikely to be heard
- Based on `psychoacoustic models'
- Emerged in early 1990's

(Moving Picture Experts Group)

MIDI

Musical Instrument Digital Interface

- Purely digital music created by a processor
- Often used as a keyboard attached to a computer
- Note information from a digital source
- Small size (60s in 2KB)
- Easily edited
- Sound depends on local device



Ưu nhược điểm của việc sử dụng âm thanh

- ✿ Sound adds life to any multimedia application and plays important role in effective marketing presentations.

✿ Advantages

- ✿ Ensure important information is noticed.
- ✿ Add interest.
- ✿ Can communicate more directly than other media.

✿ Disadvantages

- ✿ Easily overused.
- ✿ Requires special equipment for quality production.
- ✿ Not as memorable as visual media.

Summary

- ✿ There are two main types of digital audio
 - ✿ **Sampled audio**
 - Captured by sampling an analogue waveform at a set rate
 - ✿ **MIDI data**
 - Instructions on how to perform some musical composition
- ✿ Sampled audio requires more storage space than MIDI information

Chu trình thu phát âm thanh



IV.6 Tài liệu tham khảo của chương

Chương IV: Màu sắc

IV.1 Mục tiêu của chương

IV.2 Lý thuyết về màu sắc

IV.3 Các không gian màu

IV.4 Hiệu chỉnh màu sắc

IV.5 Tổng kết

IV.6 Tài liệu tham khảo

- ✦ Bài giảng, CSDL Đa phương tiện, H. Tran, ĐHBK, 2010
- ✦ Bài giảng, Introduction to Multimedia, Chapter 7, Fatimah Khalid, Jabatan Multimedia, FSKTM, UPM, 2005
- ✦ Bài giảng, Audio for game, Chapter 9, Alexander Brandon
- ✦ Ebook, Digital Multimedia, Chapter 7
- ✦ Bài giảng, COSC1078 Introduction to Information Technology, Lecture 6, James Harland
- ✦ Bài giảng, Introduction to Audio Compression and Representation, Perry R. Cook, Princeton Computer Science