



# KIẾN TRÚC MÁY TÍNH

Bộ môn Mạng và an toàn thông tin

GV: TS. Đoàn Thị Quế

# Giới thiệu môn học

- Tên môn học: Kiến trúc máy tính
- Mã số môn học: CSE370
- Phân loại môn học: Môn bắt buộc
- Số tín chỉ: 3 (39 tiết LT, 6 tiết BTTH)
- Tài liệu học tập:
  1. Phạm Thanh Bình, Nguyễn Thị Phương Thảo, Nguyễn Hằng Phương, *Kiến trúc máy tính*, Đại học Thủy Lợi, 2019.
  2. William Stallings, *Computer Organization and Architecture*, Prentice Hall, 10<sup>th</sup> Edition, Prentice Hall, 2015.
  3. Slide bài giảng, bài tập, tài liệu hướng dẫn thực hành sẽ được đưa lên <http://lms.tlu.edu.vn/>

# Giới thiệu môn học

## Đánh giá môn học

- **Điểm quá trình: 50 %**
  - Điểm chuyên cần: 10%
    - Nghỉ 1 buổi trừ 1 điểm, đi muộn 1 buổi trừ 0.5 điểm
  - Điểm kiểm tra giữa kỳ: 30%
  - Điểm kiểm tra thực hành: 10%
  - Điểm thưởng cho chữa bài, ... (cộng vào điểm bài kiểm tra)
- **Điểm thi cuối kỳ: 50%**
  - Thi viết, 60 phút
- Điều kiện dự thi kết thúc học phần: Theo Quy chế đào tạo của trường
  - Có mặt ở lớp từ 80% trở lên thời gian qui định cho học phần
  - Dự ít nhất 50% số lần kiểm tra theo qui định và đạt trung bình các bài kiểm tra từ 4 trở lên

# Nội dung môn học

Chương 1 – Giới thiệu

Chương 2 – Sự phát triển của máy tính và hiệu năng

Chương 3 – Tổng quan về máy tính và hệ thống kết nối trong máy tính

Chương 4 – Bộ nhớ Cache

Chương 5 – Bộ nhớ trong

Chương 6 – Bộ nhớ ngoài

Chương 7 – Vào/Ra

Chương 8 – Bộ xử lý số học

Chương 9 – Tập lệnh: Đặc điểm và chức năng

Chương 10 – Tập lệnh: Các chế độ địa chỉ và định dạng lệnh

Chương 11 – Tổ chức và chức năng bộ vi xử lý

# Chương 1 – Giới thiệu

1.1 Kiến trúc và tổ chức máy tính

1.2 Cấu trúc và chức năng

1.3 Các hệ đếm

# 1.1 Kiến trúc và tổ chức máy tính

## ■ Kiến trúc máy tính (*computer architecture*)

- Kiến trúc máy tính đề cập đến những thuộc tính của một hệ thống mà lập trình viên có thể nhìn thấy được.
- Các thuộc tính có tác động trực tiếp đến việc thực hiện chính xác một chương trình.

## ■ Các thuộc tính của kiến trúc

- Tập lệnh: là tập hợp các lệnh mã máy hoàn chỉnh có thể hiểu và xử lý bởi bộ xử lý trung tâm.
- Số bit dùng để biểu diễn dữ liệu.
- Cơ chế I/O.
- Kỹ thuật định địa chỉ bộ nhớ.

## ■ Tổ chức máy tính (*computer organization*)

- Các khối của máy tính và sự kết nối giữa chúng để thực hiện các đặc điểm của kiến trúc.

## ■ Các thuộc tính của tổ chức

- Chi tiết đặc tính phần cứng: Tín hiệu điều khiển, giao diện giữa máy tính và thiết bị ngoại vi, công nghệ bộ nhớ được sử dụng.

# 1.1 Kiến trúc và tổ chức máy tính (tiếp)

- Nhiều nhà sản xuất máy tính cung cấp một họ các mô hình máy tính:
    - tất cả đều có kiến trúc tương tự nhưng với sự khác biệt trong tổ chức
    - các mô hình khác nhau trong họ có mức giá khác nhau và hiệu suất khác nhau
    - Ví dụ: Các máy tính PC dùng các bộ xử lý Intel 32-bit từ 80386 đến Pentium 4
      - Cùng chung kiến trúc tập lệnh (IA-32)
      - Có tổ chức khác nhau
- ⇒ Một kiến trúc đặc biệt có thể kéo dài nhiều năm và bao gồm một số mô hình máy tính khác nhau với tổ chức của nó thay đổi với sự thay đổi công nghệ.

# Ví dụ điển hình: Kiến trúc IBM System/370

- Được giới thiệu vào năm 1970
- Bao gồm một số mô hình
- Có thể nâng cấp lên mô hình đắt tiền và tốc độ nhanh hơn mà không cần bỏ đi các phần mềm gốc
- Mỗi mẫu mô hình mới tung ra được cải tiến kĩ thuật nhưng giữ nguyên kiến trúc do đó khách hàng không cần mua phần mềm mới
- Kiến trúc này được duy trì đến ngày nay trên các dòng máy tính IBM lớn



# Chương 1 – Giới thiệu

1.1 Kiến trúc và tổ chức máy tính

**1.2 Cấu trúc và chức năng**

1.3 Các hệ đếm

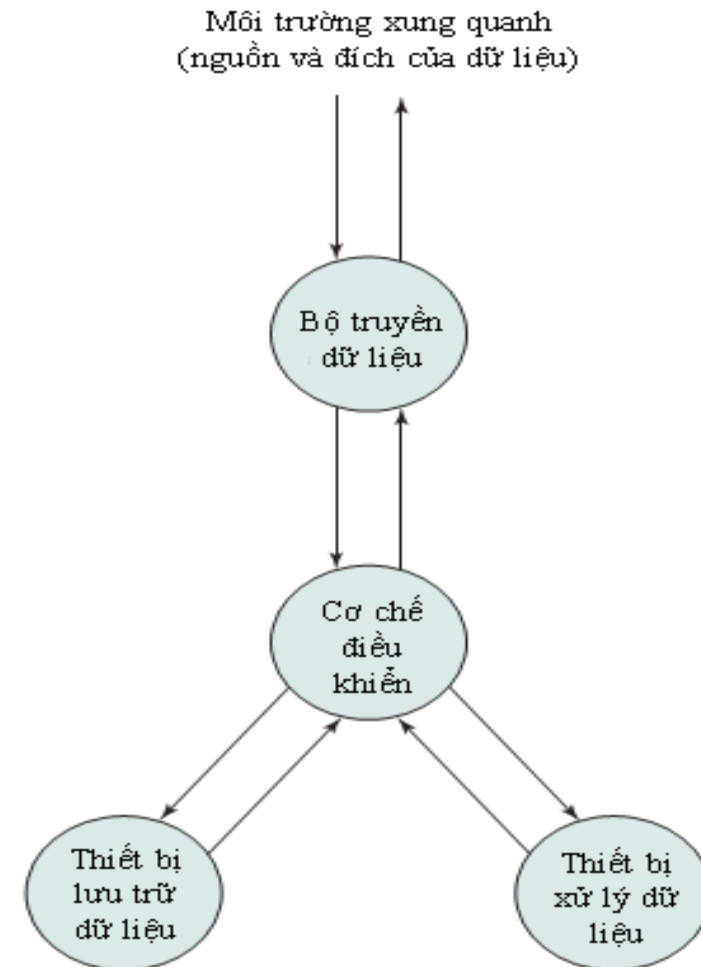
# 1.2 Cấu trúc và chức năng

- **Máy tính là một hệ thống phân cấp**
  - Gồm tập hợp các hệ thống con có liên kết với nhau theo thứ bậc
  - Tại mỗi cấp: hệ thống có các bộ phận và sự kết nối giữa chúng
  - Mỗi cấp có cấu trúc và chức năng riêng:
    - **Cấu trúc (Structure)**
      - Cách thức các bộ phận liên kết với nhau
    - **Chức năng (Function)**
      - Hoạt động của từng bộ phận trong cấu trúc

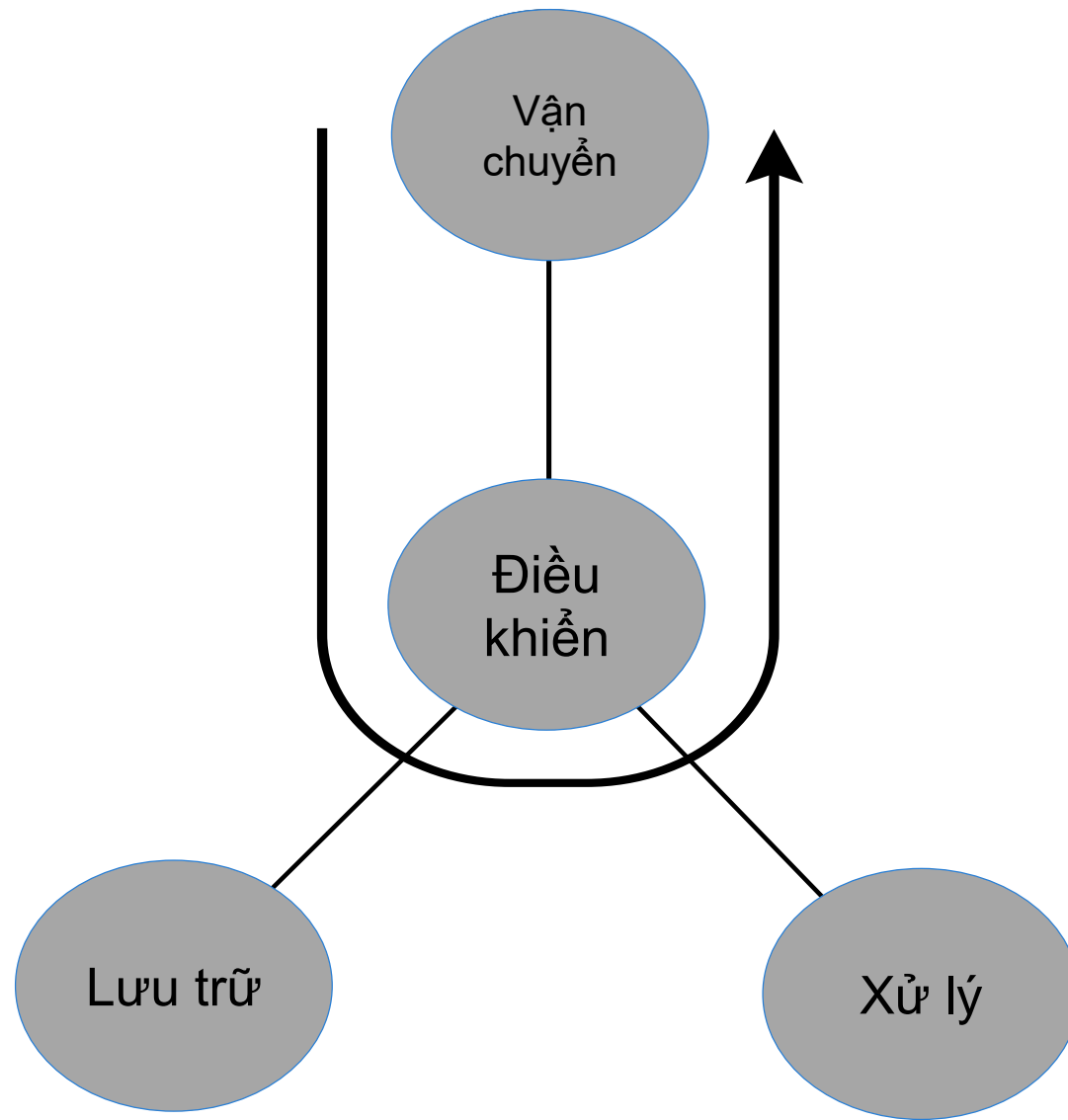
# 1.2.1 Chức năng của máy tính

## ■ Bốn chức năng cơ bản:      ■ Mô hình chức năng

- Xử lý dữ liệu (Data processing)
- Lưu trữ dữ liệu (Data storage)
- Vận chuyển dữ liệu (Data movement)
- Điều khiển (Control)

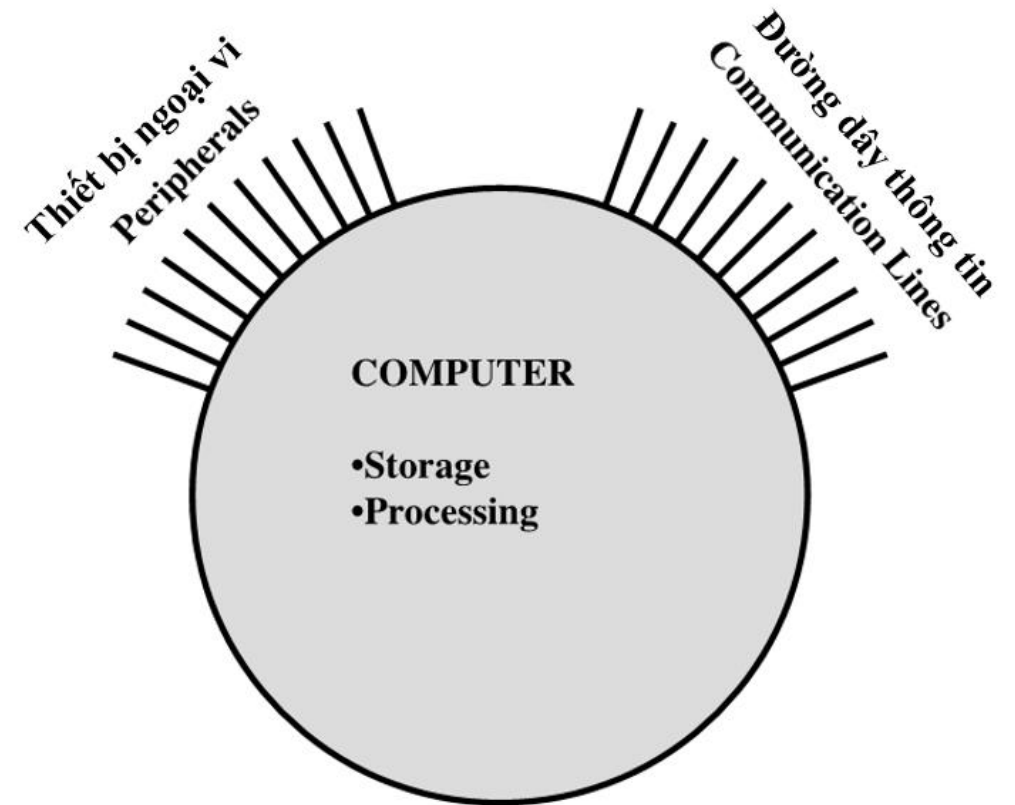


# Vận chuyển dữ liệu (Data movement)

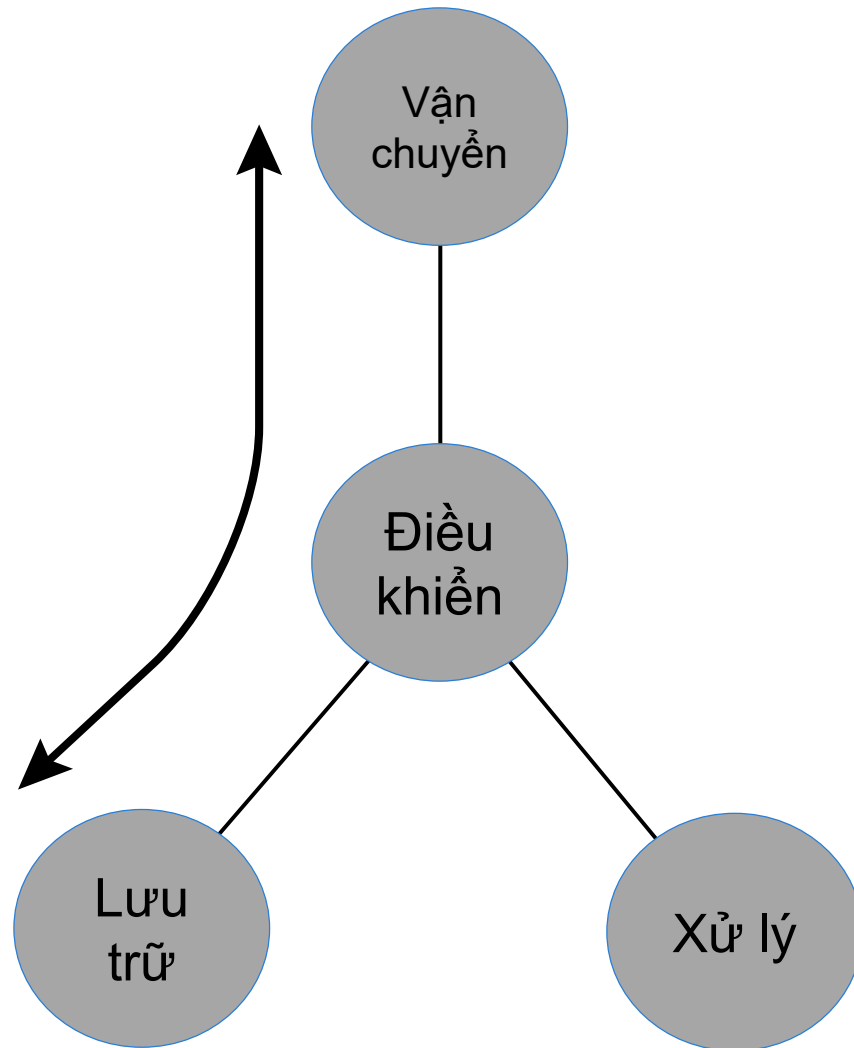


(a)

Vận chuyển dữ liệu:  
✓ input–output (I/O)  
✓ data communications

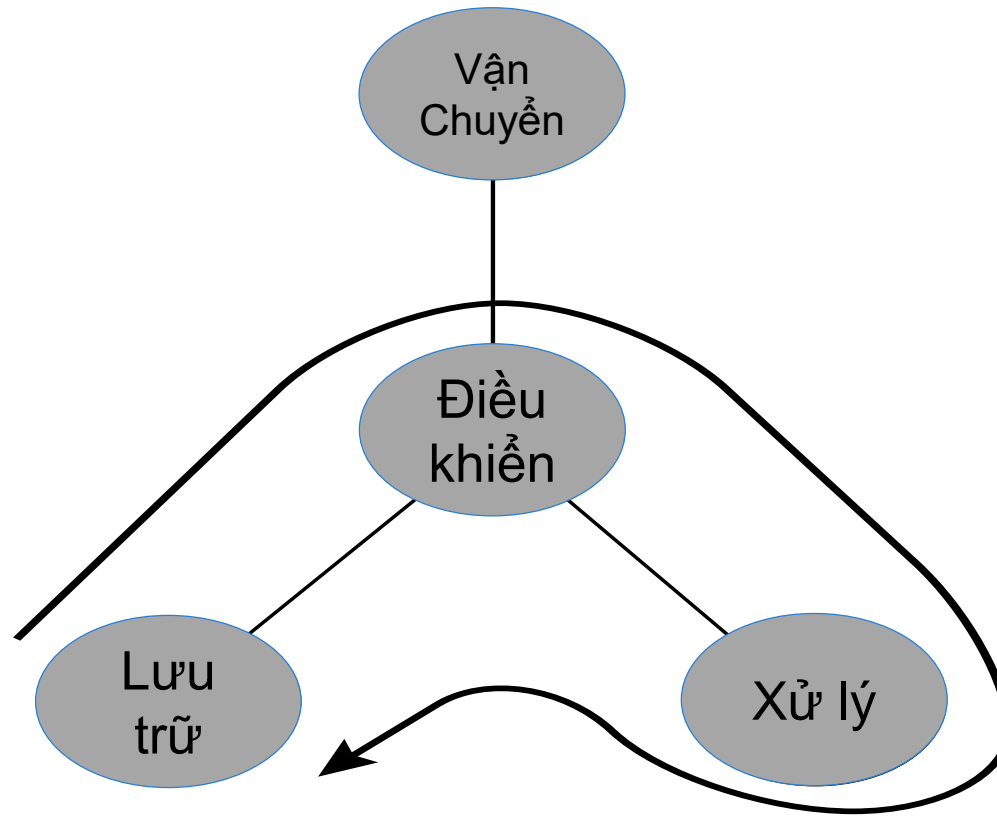


# Lưu trữ dữ liệu (Data storage)



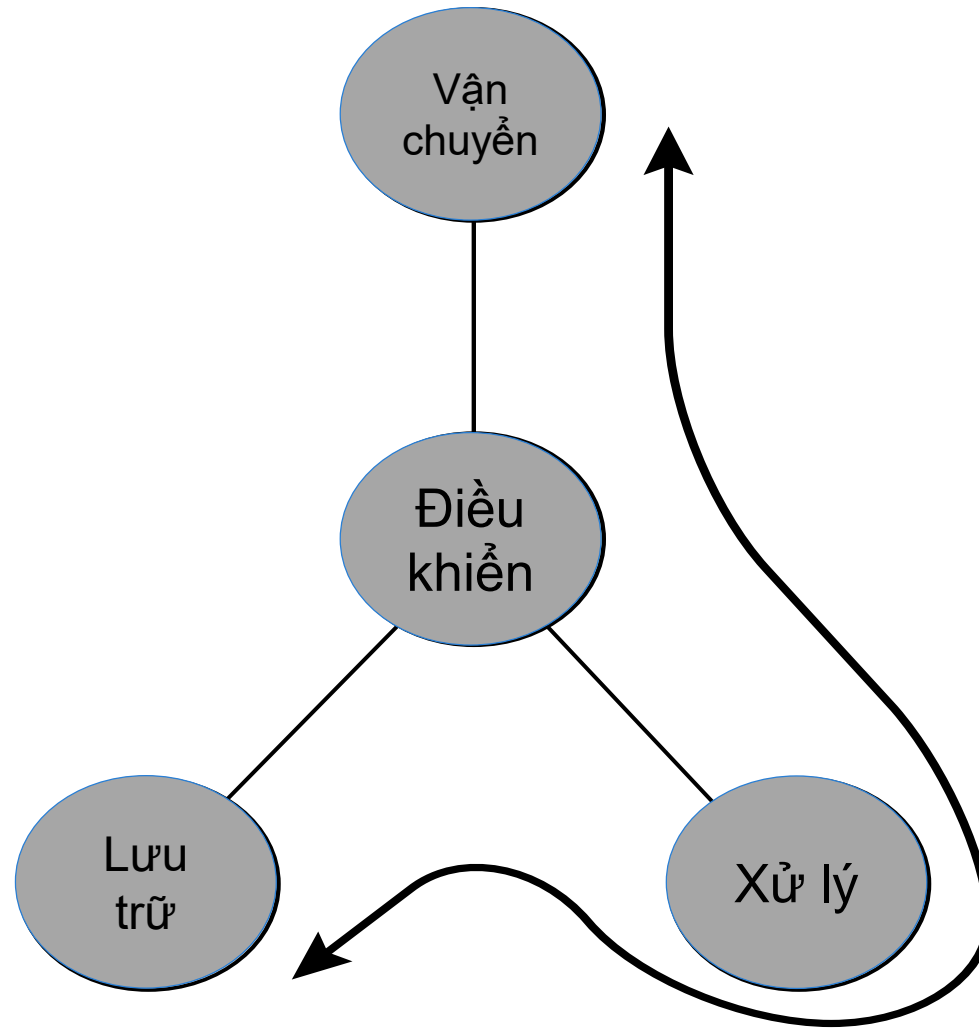
(b)

# Xử lý dữ liệu (Data processing)



(c)

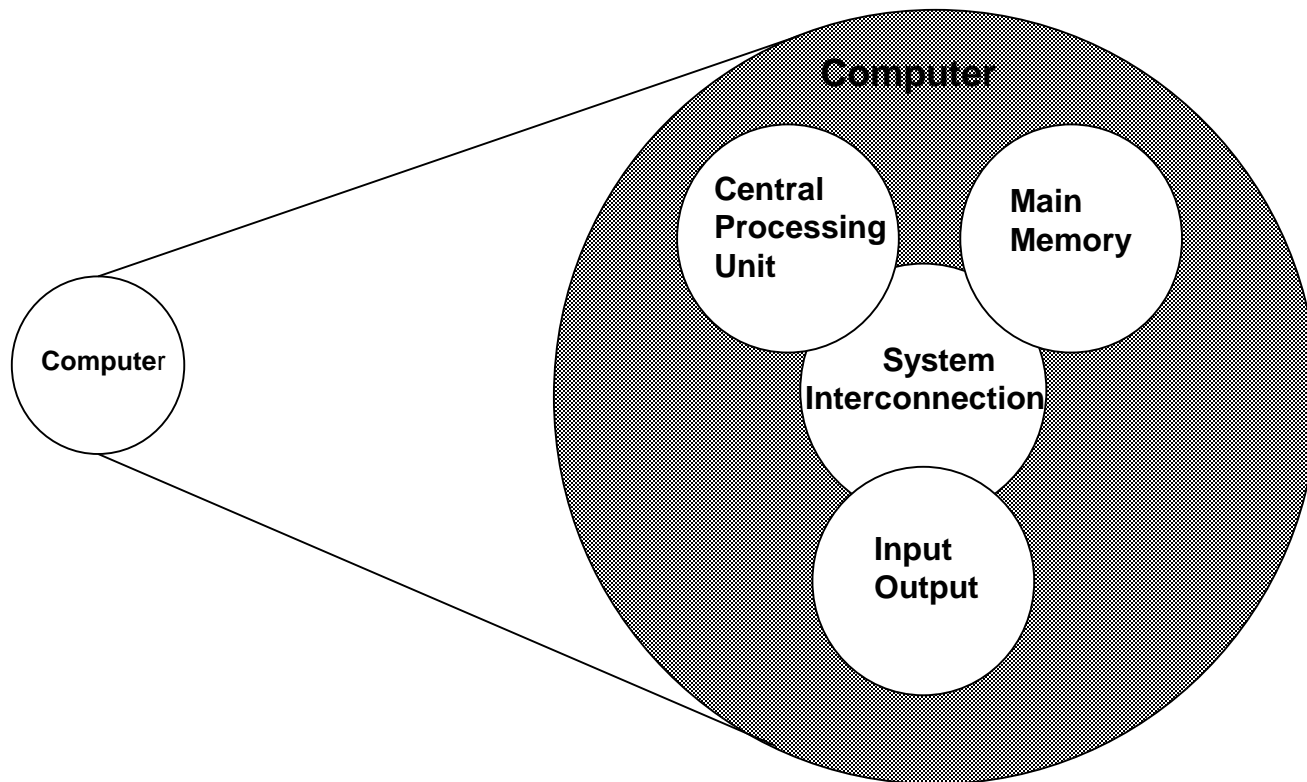
# Điều khiển (Control)



(d)

# 1.2.2 Cấu trúc máy tính ở mức cao nhất

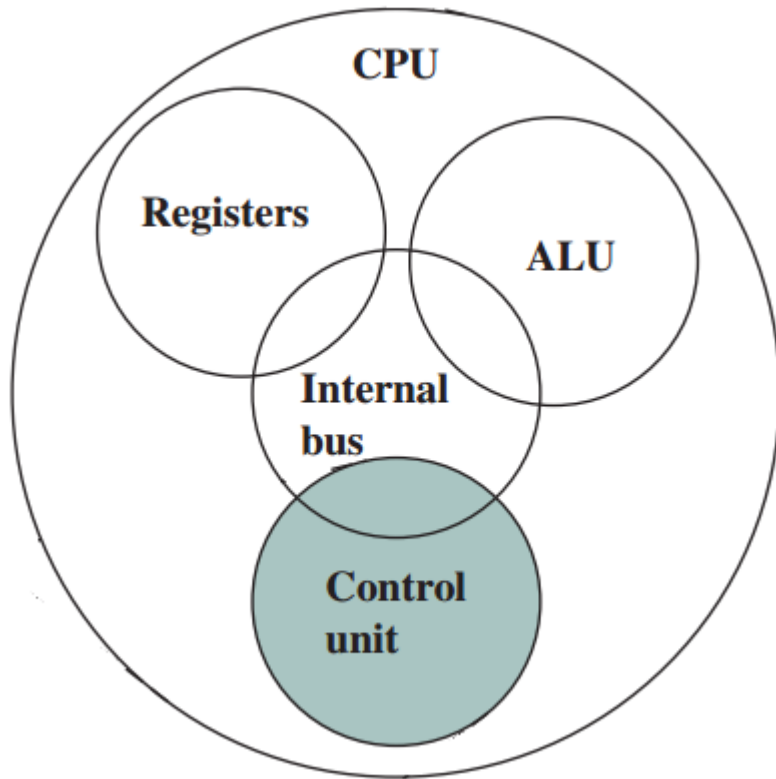
- Cấu trúc bên trong của một máy tính thông thường



- Một máy tính gồm 4 thành phần chính:
  - **Bộ xử lý trung tâm (CPU – Central Processing Unit):** điều khiển hoạt động của máy tính và thực hiện chức năng xử lý dữ liệu.
  - **Bộ nhớ chính (Main Memory):** lưu trữ dữ liệu, gồm các ngăn nhớ, mỗi ngăn nhớ có một số bit nhất định và chứa thông tin mã hoá ở dạng nhị phân.
  - **Bộ phận nhập/xuất thông tin (I/O – Input/Output):** thực hiện giao tiếp giữa máy tính và người dùng hay giữa các máy tính trong cùng mạng.
  - **Kết nối hệ thống (System Interconnection):** một số cơ chế cung cấp cho việc truyền thông tin giữa CPU, bộ nhớ chính và I/O.



# Bộ xử lý trung tâm (CPU)



- Chức năng:
  - Điều khiển hoạt động của máy tính
  - Xử lý dữ liệu
- Nguyên tắc hoạt động cơ bản:
  - CPU hoạt động theo chương trình nằm trong bộ nhớ
- Các thành phần:
  - Bộ điều khiển (Control Unit - CU)
    - Điều khiển hoạt động của CPU và cả máy tính
  - Bộ số học và logic (Arithmetic and Logic Unit - ALU)
    - Thực hiện chức năng xử lý dữ liệu
  - Thanh ghi (Registers)
    - Cung cấp lưu trữ nội bộ cho CPU
  - Các kết nối trong CPU
    - Một số cơ chế dùng để cung cấp thông tin liên lạc giữa các khối CU, ALU và các thanh ghi.

# Chương 1 – Giới thiệu

1.1 Kiến trúc và tổ chức máy tính

1.2 Cấu trúc và chức năng

**1.3 Các hệ đếm**

# 1.3 Cơ sở toán học về các hệ đếm

## 1.3.1. Tổng quan về hệ đếm

- Hệ đếm là một tập hữu hạn các ký hiệu để biểu diễn các số và xác định giá trị của các biểu diễn số.
- Phân loại:
  - Hệ đếm không vị trí
  - Hệ đếm có vị trí

# Hệ đếm có vị trí

- Nguyên tắc chung:
  - Số ký hiệu được dùng gọi là cơ số của hệ đếm, ký hiệu là  $r$
  - Trọng số bất kỳ của một hệ đếm là  $r^i$  ( $i$  là số nguyên âm hoặc dương) giúp phân biệt giá trị biểu diễn của các chữ số khác nhau.
  - Mỗi số được biểu diễn bằng một chuỗi các chữ số, trong đó số ở vị trí thứ  $i$  có trọng số  $r^i$ .

# Dạng tổng quát của biểu diễn một số trong hệ đếm cơ số $r$

$$A = (a_{n-1}a_{n-2} \dots a_1a_0.a_{-1}a_{-2} \dots a_{-m})_r$$

- Trong đó
  - $a_i$ : là số nguyên trong khoảng  $0 \leq a_i < r$ .

- Giá trị của A:

$$\begin{aligned} A &= (a_{n-1} \times r^{n-1} + a_{n-2} \times r^{n-2} + \dots + a_1 \times r^1 + a_0 \times r^0 + a_{-1} \times r^{-1} + a_{-2} \times r^{-2} \dots + a_{-m} \times r^{-m})_{10} \\ &= \sum_{i=n-1}^{-m} a_i \times r^i \end{aligned}$$

- Lưu ý: Trong một số trường hợp, ta phải thêm chỉ số để tránh nhầm lẫn giữa các hệ đếm.
  - Ví dụ:  $36_{10}$  ,  $36_{16}$

## 1.3.2. Các hệ đếm liên quan đến máy tính

Tên hệ đếm	Các ký hiệu	Cơ số (r)
Hệ nhị phân (Binary)	0, 1	2
Hệ thập phân (Decimal)	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	10
Hệ thập lục phân (Hexadecimal)	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F	16

# Hệ thập phân

- 10 chữ số: **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**
  - Cơ số  **$r = 10$**
  - Dùng  **$n$**  chữ số thập phân có thể biểu diễn được  **$10^n$**  giá trị khác nhau:
    - $00...000 = 0$
    - $99...999 = 10^n - 1$
- Ví dụ: Dùng 2 chữ số biểu thị được 100 giá trị khác nhau (từ 0 – 99)

# Hệ thập phân (tiếp)

- Biểu diễn số A trong hệ thập phân:

$$A = (a_{n-1}a_{n-2} \dots a_0.a_{-1}a_{-2} \dots a_{-m})_{10}$$

- Giá trị của A được tính như sau:

$$A = a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + a_{-2} \times 10^{-2} \dots + a_{-m} \times 10^{-m}$$



# Ví dụ số thập phân

Trọng số	$10^2$	$10^1$	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$
	↓	↓	↓	↓	↓
	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
	↑				↑
	MSD				LSD
	(Most significant digit)				(Least significant digit)

$$472,38 = 4 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 2 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

# Hệ nhị phân

- 2 chữ số: **0, 1**
- Cơ số  **$r = 2$**
- Chữ số nhị phân (0 hoặc 1) gọi là ***bit***
- Bit là đơn vị thông tin nhỏ nhất
- Dùng  **$n$**  bit có thể biểu diễn được  **$2^n$**  giá trị khác nhau:
  - $00\dots000 = 0$
  - $11\dots111 = 2^n - 1$

Ví dụ: Dùng 2 bit  $\Rightarrow$  4 giá trị khác nhau: 00, 01, 10, 11

Dùng 8 bit biểu diễn được bao nhiêu giá trị khác nhau?

# Hệ nhị phân (tiếp)

- Biểu diễn số A trong hệ nhị phân:

$$A = (a_{n-1}a_{n-2} \dots a_0.a_{-1}a_{-2} \dots a_{-m})_2$$

- Giá trị của A được tính như sau:

$$\begin{aligned} A &= a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + a_1 \times 2^1 + a_0 \times 2^0 + a_{-1} \times 2^{-1} \\ &+ a_{-2} \times 2^{-2} \dots + a_{-m} \times 2^{-m} = \sum_{i=n-1}^{-m} a_i \times 2^i \end{aligned}$$

# Ví dụ số nhị phân

Trọng số  $\rightarrow$   $2^2$   $2^1$   $2^0$   $2^{-1}$   $2^{-2}$

$\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$

**1** **0** **1** , **1** **1**

$\uparrow$   $\uparrow$

MSB LSB

(Most significant bit) (Least significant bit)

$$101,11_2 = (1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2})_{10} = 5,75_{10}$$

# Nhận xét

Hệ thập phân	Hệ nhị phân
<ul style="list-style-type: none"><li>– Quen dùng, dễ nhận biết</li><li>– Cách biểu diễn gọn</li><li>– Khả năng biểu diễn của hệ lớn</li><li>– Mất ít thời gian đọc và viết</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Không quen dùng, khó nhận biết</li><li>– Cách biểu diễn cồng kềnh</li><li>– Khả năng biểu diễn của hệ nhỏ</li><li>– Tốn nhiều thời gian đọc và viết</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Thể hiện bằng thiết bị kỹ thuật khó khăn và phức tạp</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Thể hiện bằng thiết bị kỹ thuật rất dễ</li></ul>

# Hệ thập lục phân

- 16 chữ số: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
- Cơ số  $r = 16$
- Dùng để viết gọn cho số nhị phân

# Hệ thập lục phân (tiếp)

- Biểu diễn số nhị phân trong hệ thập lục phân:
  - Cứ một nhóm 4 bit sẽ được thay thế bằng 1 chữ số hệ thập lục phân

4-bit	Chữ số Hexa
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

Ví dụ chuyển đổi số nhị phân → số thập lục phân

$$0000\ 0000_2 = \mathbf{00}_{16}$$

$$1011\ 0011_2 = \mathbf{B3}_{16}$$

$$010\ 1101\ 1001\ 1010_2 = 0010\ 1101\ 1001\ 1010_2 \\ = \mathbf{2D9A}_{16}$$

$$1111\ 1111\ 1111\ 1111_2 = \mathbf{FFFF}_{16}$$

## 1.3.3. Chuyển đổi giữa các hệ đếm

1. Chuyển đổi từ hệ cơ số bất kỳ sang hệ cơ số 10
2. Chuyển đổi từ hệ cơ số 10 sang các hệ khác
3. Chuyển đổi giữa hệ nhị phân và hệ thập lục phân



# 1. Chuyển đổi từ hệ cơ số bất kỳ sang hệ cơ số 10

- Số A ở hệ cơ số r:

$$\mathbf{A} = (\mathbf{a}_{n-1}\mathbf{a}_{n-2} \dots \mathbf{a}_0, \mathbf{a}_{-1}\mathbf{a}_{-2} \dots \mathbf{a}_{-m})_r$$

- Giá trị của A ở hệ 10:

$$\mathbf{A} = (\mathbf{a}_{n-1} \times \mathbf{r}^{n-1} + \mathbf{a}_{n-2} \times \mathbf{r}^{n-2} + \dots + \mathbf{a}_1 \times \mathbf{r}^1 + \mathbf{a}_0 \times \mathbf{r}^0 + \mathbf{a}_{-1} \times \mathbf{r}^{-1} +$$

## 2. Chuyển đổi từ hệ cơ số 10 sang các hệ khác

- Chuyển đổi phần nguyên
- Chuyển đổi phần phân số

# Chuyển đổi phần nguyên


**Chuyển đổi phần nguyên từ hệ 10 sang hệ cơ số bất kỳ:**

- Lấy số đó chia cho cơ số mới.
- Lấy thương tạo thành chia lặp lại cho cơ số mới. Thực hiện cho tới khi kết quả của phép chia bằng 0 thì dừng.
- **Lấy số dư** sau mỗi lần chia, viết **đảo trật tự của các số dư** sẽ được số nhị phân cần tìm.

# Ví dụ

■  $59_{10} = ( ? )_2$


$59 : 2 = 29$	dư <b>1</b>
$29 : 2 = 14$	dư <b>1</b>
$14 : 2 = 7$	dư <b>0</b>
$7 : 2 = 3$	dư <b>1</b>
$3 : 2 = 1$	dư <b>1</b>
$1 : 2 = 0$	dư <b>1</b>



Kết quả:  $59_{10} = 111011_2$

■  $59_{10} = ( ? )_{16}$

$59 : 16 = 3$	dư <b>11</b> → <b>B</b>
$3 : 16 = 0$	dư <b>3</b>



Kết quả:  $59_{10} = 3B_{16}$

# Chuyển đổi phần phân số

## ▪ Chuyển đổi phần thập phân của hệ 10 sang hệ cơ số 2:

- Nhân liên tiếp phần phân số của số thập phân với 2
- Phần phân số của tích tạo thành ở bước trước được sử dụng làm số bị nhân trong bước tiếp theo.
- Phép nhân dừng lại khi phần thập phân của tích tạo thành bằng không hoặc số nhị phân tạo thành đạt đến một độ chính xác nhất định.
- Lấy tuần tự phần nguyên của tích thu được sau mỗi lần nhân là kết quả cần tìm.

**Ví dụ:  $0,375_{10} = ( ? )_2$**

$0,375 \times 2 = 0,75$  phần nguyên là **0**

$0,75 \times 2 = 1,5$  phần nguyên là **1**

$0,5 \times 2 = 1,0$  phần nguyên là **1**



Kết quả:  $0,375_{10} = 0,011_2$  (chính xác)

# Ví dụ: $0,2_{10} = ( ? )_2$

$0,2 \times 2 = 0,4$  phần nguyên là **0**

$0,4 \times 2 = 0,8$  phần nguyên là **0**

$0,8 \times 2 = 1,6$  phần nguyên là **1**

$0,6 \times 2 = 1,2$  phần nguyên là **1**

$0,2 \times 2 = 0,4$  phần nguyên là **0**

$0,4 \times 2 = 0,8$  phần nguyên là **0**

$0,8 \times 2 = 1,6$  phần nguyên là **1**

$0,6 \times 2 = 1,2$  phần nguyên là **1**

Kết quả:  $0,2_{10} \approx 0,00110011_2$  (xấp xỉ)

### 3. Chuyển đổi giữa hệ nhị phân và hệ thập lục phân

- Mỗi chữ số ở hệ thập lục phân thay bằng một nhóm 4 bit nhị phân tương ứng
- Ví dụ:

$$2AF5_{16} = ( 0010 \ 1010 \ 1111 \ 0101 )_2$$



# Bài tập áp dụng

1. Biểu diễn số thập phân sau sang nhị phân: 10.25
2. Biểu diễn số nhị phân sau sang thập phân: 100101.011
3. Biểu diễn số thập phân sau sang thập lục phân: 54.375
4. Biểu diễn số thập lục phân sau sang thập phân: AB.C
5. Biểu diễn số nhị phân sau sang thập lục phân:  
1001001.0010
6. Biểu diễn số thập lục phân sau sang nhị phân: AB.C12

# Từ khóa

- **Arithmetic and logic unit (ALU):** khối (đơn vị) số học và logic
- **Central processing unit (CPU):** khối (đơn vị) xử lý trung tâm
- **Computer architecture:** Kiến trúc máy tính
- **Computer organization:** Tổ chức máy tính
- **Control unit (CU):** Khối (đơn vị) điều khiển
- **Input/Output (I/O):** Vào/ra
- **Main memory:** Bộ nhớ chính (**ROM, RAM**)
- **Processor:** Vi xử lý
- **Register:** Thanh ghi
- **System bus:** Bus hệ thống

# Tổng kết chương

- Tổ chức máy tính
- Kiến trúc máy tính
- Chức năng của máy tính
  - Xử lý dữ liệu
  - Lưu trữ dữ liệu
  - Vận chuyển dữ liệu
  - Điều khiển
- Cấu trúc máy tính ở mức cao nhất
  - CPU
  - Bộ nhớ chính
  - I/O
  - Kết nối hệ thống
- Thành phần cấu trúc của CPU
  - Bộ điều khiển (CU)
  - Bộ số học và logic (ALU)
  - Thanh ghi
  - Kết nối CPU
- Các hệ đếm (hệ cơ số 2, 10, 16)

# Câu hỏi ôn tập và bài tập

1. Sự khác nhau giữa kiến trúc và tổ chức máy tính.
2. Sự khác nhau giữa chức năng và cấu trúc máy tính.
3. Trình bày bốn chức năng chính của máy tính.
4. Liệt kê và định nghĩa tóm tắt bốn thành phần chính của máy tính.
5. Liệt kê và định nghĩa tóm tắt bốn thành phần chính của CPU.
6. Khái niệm hệ đếm, phân biệt hệ đếm có vị trí và hệ đếm không vị trí
7. Khái niệm cơ số của hệ đếm
8. Dạng tổng quát của biểu diễn một số trong hệ đếm cơ số  $r$
9. Cách tính giá trị của một số biểu diễn ở các hệ đếm khác nhau
10. Chuyển đổi giữa các hệ đếm: Hệ 2, hệ 10 và hệ 16

# Câu hỏi ôn tập và bài tập

11. Biểu diễn số thập phân sang nhị phân

- a. 25.125
- b. 124.75
- c. 100
- d. 25.25

12. Biểu diễn số nhị phân sang thập phân

- a. 100011111.01
- b. 110110.1
- c. 1101.101

13. Biểu diễn số thập phân sang thập lục phân

- a. 142.5
- b. 101.25
- c. 204.125
- d. 255.875

14. Biểu diễn số thập lục phân sang thập phân

- a. 10D.E
- b. A98.03
- c. ABCD
- d. EBA.C

15. Biểu diễn số nhị phân sang thập lục phân

- a. 11110000.11
- b. 101101100.001
- c. 001100
- d. 110011.10011

16. Biểu diễn số thập lục phân sang nhị phân

- a. 14D.E
- b. A78.03

17. Sắp xếp các số theo thứ tự giá trị tăng dần:  $(1.1)_2$ ,  $(1.4)_{10}$ ,  $(1.5)_{16}$

Hình ảnh và nội dung trong bài giảng này tham khảo từ cuốn sách và slide bài giảng “Computer Organization and Architecture”, 10th Edition, của tác giả William Stallings.