



KIẾN TRÚC MÁY TÍNH

Computer Architecture

TS. Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính
 Khoa Công nghệ thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

1

N2K-HUT

Nội dung giáo trình

- Chương 1. Giới thiệu chung
- Chương 2. Hệ thống máy tính
- Chương 3. Biểu diễn dữ liệu và số học máy tính
- Chương 4. Bộ xử lý trung tâm
- Chương 5. Bộ nhớ máy tính
- Chương 6. Hệ thống vào-ra
- Chương 7. Giới thiệu kiến trúc song song

2

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG

Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

3

N2K-HUT

Nội dung

- 1.1. Máy tính và phân loại
- 1.2. Kiến trúc máy tính
- 1.3. Sự tiến hoá của máy tính

4

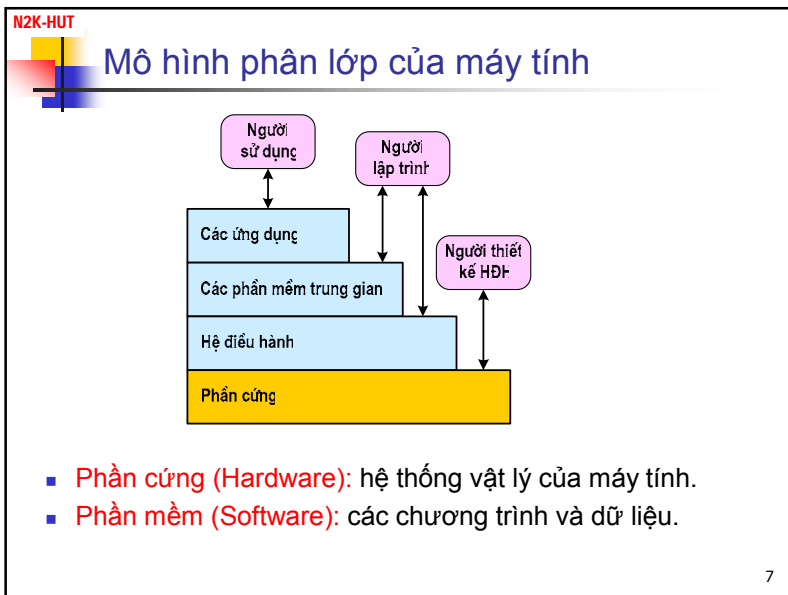
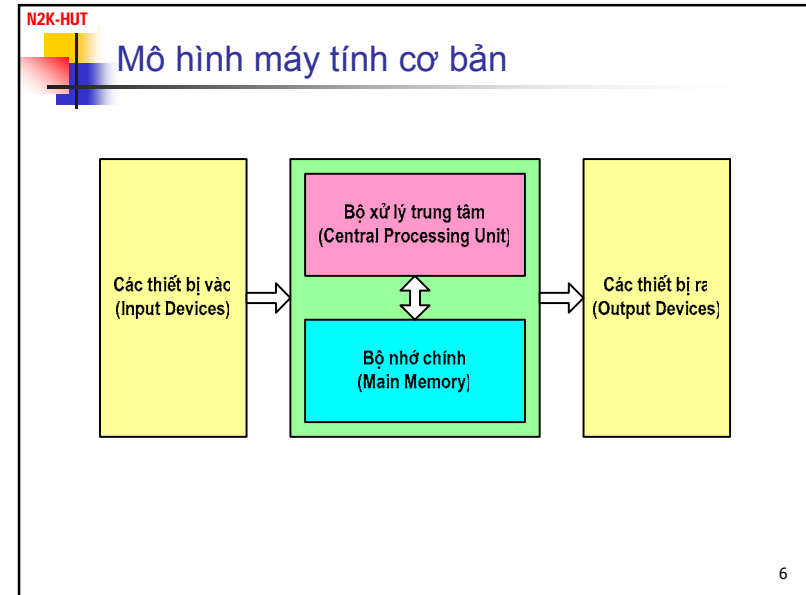
N2K-HUT

1.1. Máy tính và phân loại

1. Máy tính

- Máy tính (Computer)** là thiết bị điện tử thực hiện các công việc sau:
 - Nhận thông tin vào,
 - Xử lý thông tin theo dãy các lệnh được nhớ sẵn bên trong,
 - Đưa thông tin ra.
- Dãy các lệnh nằm trong bộ nhớ để yêu cầu máy tính thực hiện công việc cụ thể gọi là **chương trình (program)**
 → Máy tính hoạt động theo chương trình.

5



N2K-HUT

2. Phân loại máy tính

- Phân loại truyền thống:**
 - Máy vi tính (Microcomputers)
 - Máy tính nhỏ (Minicomputers)
 - Máy tính lớn (Mainframe Computers)
 - Siêu máy tính (Supercomputers)

8

N2K-HUT

Phân loại máy tính hiện đại

- Máy tính để bàn (Desktop Computers)
- Máy chủ (Servers)
- Máy tính nhúng (Embedded Computers)

9

N2K-HUT

Máy tính để bàn (Desktop)

- Là loại máy tính phổ biến nhất
- Các loại máy tính để bàn:
 - Máy tính cá nhân (Personal Computers - PC)
 - Máy tính trạm làm việc (Workstations)
- 1981 → IBM giới thiệu máy tính IBM-PC sử dụng bộ xử lý Intel 8088
- 1984 → Apple đưa ra Macintosh sử dụng bộ xử lý Motorola 68000
- Giá thành: 500USD đến 10.000USD

10

N2K-HUT

Máy chủ (Server)

- Thực chất là máy phục vụ
- Dùng trong mạng theo mô hình Client/Server (Khách hàng/Người phục vụ)
- Tốc độ và hiệu năng tính toán cao
- Dung lượng bộ nhớ lớn
- Độ tin cậy cao
- Giá thành: hàng chục nghìn đến hàng chục triệu USD.

11

N2K-HUT

Máy tính nhúng (Embedded Computer)

- Được đặt trong thiết bị khác để điều khiển thiết bị đó làm việc
- Được thiết kế chuyên dụng
- Ví dụ:
 - Điện thoại di động
 - Máy ảnh số
 - Bộ điều khiển trong máy giặt, điều hoà nhiệt độ
 - Router – bộ định tuyến trên mạng
- Giá thành: vài USD đến hàng trăm nghìn USD.

12

N2K-HUT

1.2. Kiến trúc máy tính

Kiến trúc máy tính bao gồm hai khía cạnh:

- **Kiến trúc tập lệnh** (Instruction Set Architecture): nghiên cứu máy tính theo cách nhìn của người lập trình
- **Tổ chức máy tính** (Computer Organization): nghiên cứu cấu trúc phần cứng máy tính

→ **Kiến trúc tập lệnh thay đổi chậm, tổ chức máy tính thay đổi rất nhanh.**

13

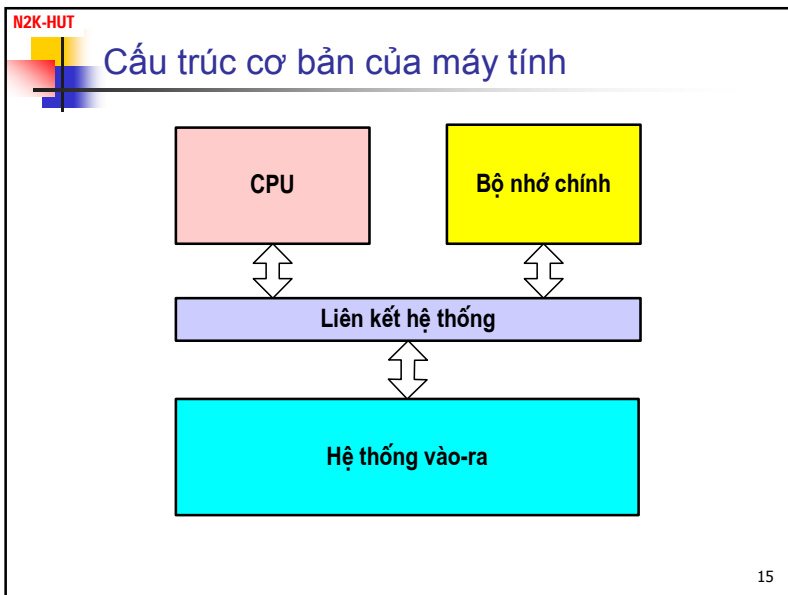
N2K-HUT

Kiến trúc tập lệnh

Kiến trúc tập lệnh của máy tính bao gồm:

- **Tập lệnh**: tập hợp các chuỗi số nhị phân mã hoá cho các thao tác mà máy tính có thể thực hiện
- **Các kiểu dữ liệu**: các kiểu dữ liệu mà máy tính có thể xử lý

14



N2K-HUT

Các thành phần cơ bản của máy tính

- **Bộ xử lý trung tâm** (Central Processing Unit): Điều khiển hoạt động của máy tính và xử lý dữ liệu.
- **Bộ nhớ chính** (Main Memory): Chứa các chương trình và dữ liệu đang được sử dụng.
- **Hệ thống vào ra** (Input/Output System): Trao đổi thông tin giữa máy tính với bên ngoài.
- **Liên kết hệ thống** (System Interconnection): Kết nối và vận chuyển thông tin giữa các thành phần với nhau.

16

N2K-HUT

1.3. Sự tiến hoá của máy tính

- Thế hệ thứ nhất: Máy tính dùng **đèn điện tử** chân không (1946-1955)
- Thế hệ thứ hai: Máy tính dùng **transistor** (1956-1965)
- Thế hệ thứ ba: Máy tính dùng **vi mạch SSI, MSI và LSI** (1966-1980)
- Thế hệ thứ tư: Máy tính dùng **vi mạch VLSI** (1981 - nay)

17

N2K-HUT

1. Máy tính dùng đèn điện tử

- **ENIAC**- Máy tính điện tử đầu tiên
 - Electronic Numerical Interpolator And Computer
 - Dự án của Bộ Quốc phòng Mỹ
 - Do John Mauchly và John Presper Eckert ở Đại học Pennsylvania thiết kế.
 - Bắt đầu từ năm 1943, hoàn thành năm 1946

18

N2K-HUT

Máy tính von Neumann

- Đó là máy tính IAS:
 - Princeton Institute for Advanced Studies
 - Được bắt đầu từ 1947, hoàn thành 1952
 - Do **John von Neumann** thiết kế
 - Được xây dựng theo ý tưởng "**chương trình được lưu trữ**" (*stored-program concept*) của von Neumann/Turing (1945)

19

N2K-HUT

Đặc điểm chính của máy tính IAS

- Bao gồm các thành phần: đơn vị điều khiển, đơn vị số học và logic (ALU), bộ nhớ chính và các thiết bị vào-ra.
- Bộ nhớ chính chứa chương trình và dữ liệu
- Bộ nhớ chính được đánh địa chỉ theo từng ngăn nhớ, không phụ thuộc vào nội dung của nó.
- ALU thực hiện các phép toán với số nhị phân
- Đơn vị điều khiển nhận lệnh từ bộ nhớ, giải mã và thực hiện lệnh một cách tuần tự.
- Đơn vị điều khiển điều khiển hoạt động của các thiết bị vào-ra
- Trở thành mô hình cơ bản của máy tính

N2K-HUT

Các máy tính thương mại ra đời

- 1947 - Eckert-Mauchly Computer Corporation
- UNIVAC I (Universal Automatic Computer)
- 1950s - UNIVAC II
 - Nhanh hơn
 - Bộ nhớ lớn hơn

21

N2K-HUT

Hãng IBM

- IBM - International Business Machine
- 1953 - IBM 701
 - Máy tính lưu trữ chương trình đầu tiên của IBM
 - Sử dụng cho tính toán khoa học
- 1955 – IBM 702
 - Các ứng dụng thương mại

22

N2K-HUT

2. Máy tính dùng transistor

- Máy tính PDP-1 của DEC (Digital Equipment Corporation) *máy tính mini* đầu tiên
- IBM 7000
- Hàng trăm nghìn phép cộng trong một giây.
- Các ngôn ngữ lập trình bậc cao ra đời.

23

N2K-HUT

3. Máy tính dùng vi mạch SSI, MSI và LSI

- Vi mạch (Integrated Circuit - IC): nhiều transistor và các phần tử khác được tích hợp trên một chip bán dẫn.
 - SSI (Small Scale Integration)
 - MSI (Medium Scale Integration)
 - LSI (Large Scale Integration)
 - VLSI (Very Large Scale Integration) (dùng cho máy tính thế hệ thứ tư)
- Siêu máy tính xuất hiện: CRAY-1, VAX
- Bộ vi xử lý (microprocessor) ra đời
 - Bộ vi xử lý đầu tiên → Intel 4004 (1971).

24

N2K-HUT

4. Máy tính dùng vi mạch VLSI

Các sản phẩm chính của công nghệ VLSI:

- Bộ vi xử lý (Microprocessor): CPU được chế tạo trên một chip.
- Vi mạch điều khiển tổng hợp (Chipset): một hoặc một vài vi mạch thực hiện được nhiều chức năng điều khiển và nối ghép.
- Bộ nhớ bán dẫn (Semiconductor Memory): ROM, RAM
- Các bộ vi điều khiển (Microcontroller): máy tính chuyên dụng được chế tạo trên 1 chip.

25

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 2

HỆ THỐNG MÁY TÍNH

Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

26

N2K-HUT

Nội dung của chương 2

- 2.1. Các thành phần của máy tính
- 2.2. Hoạt động của máy tính
- 2.3. Liên kết hệ thống

27

N2K-HUT

2.1. Các thành phần của máy tính

- Bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit)
- Bộ nhớ (Memory)
- Hệ thống vào ra (Input/Output System)
- Liên kết hệ thống (System Interconnection)

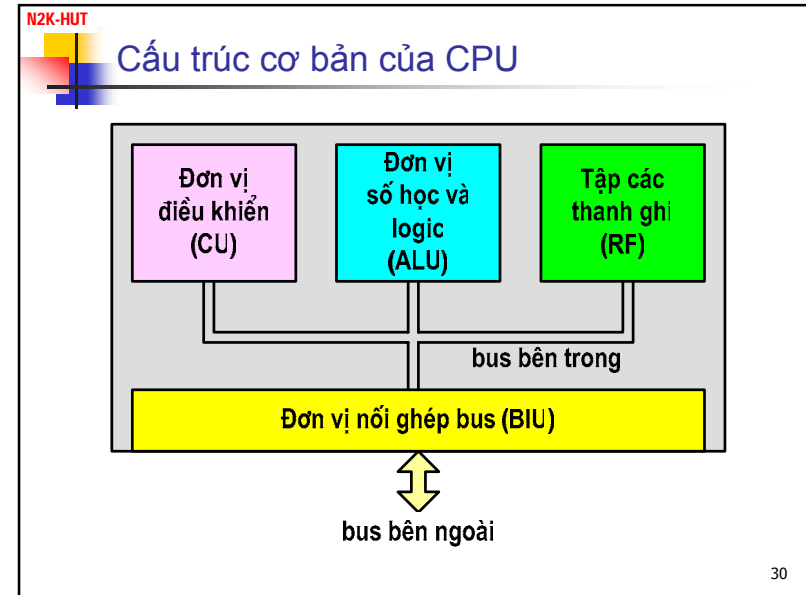
28

N2K-HUT

1. 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 chính.

29



N2K-HUT

Các thành phần cơ bản của CPU

- **Đơn vị điều khiển** (*Control Unit - CU*): điều khiển hoạt động của máy tính theo chương trình đã định sẵn.
- **Đơn vị số học và logic** (*Arithmetic and Logic Unit - ALU*): thực hiện các phép toán số học và các phép toán logic trên các dữ liệu cụ thể.
- **Tập thanh ghi** (*Register File - RF*): lưu giữ các thông tin tạm thời phục vụ cho hoạt động của CPU.
- **Đơn vị nối ghép bus** (*Bus Interface Unit - BIU*) kết nối và trao đổi thông tin giữa bus bên trong (*internal bus*) và bus bên ngoài (*external bus*).

31

N2K-HUT

Tốc độ của bộ xử lý

- **Tốc độ của bộ xử lý:**
 - Số lệnh được thực hiện trong 1 giây
 - MIPS (Millions of Instructions per Second)
 - Khó đánh giá chính xác
- **Tần số xung nhịp của bộ xử lý:**
 - Bộ xử lý hoạt động theo một xung nhịp (Clock) có tần số xác định
 - Tốc độ của bộ xử lý được đánh giá gián tiếp thông qua tần số của xung nhịp

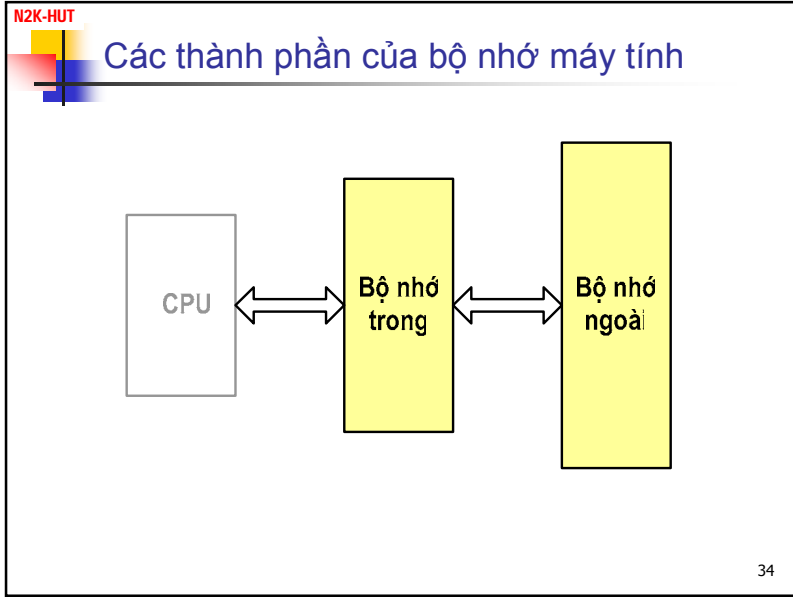
32

N2K-HUT

2. Bộ nhớ máy tính

- Chức năng: lưu trữ chương trình và dữ liệu.
- Các thao tác cơ bản với bộ nhớ:
 - Thao tác đọc (Read)
 - Thao tác ghi (Write)
- Các thành phần chính:
 - Bộ nhớ trong (Internal Memory)
 - Bộ nhớ ngoài (External Memory)

33



N2K-HUT

Bộ nhớ trong

- Chức năng và đặc điểm:
 - Chứa các thông tin mà CPU có thể trao đổi trực tiếp
 - Tốc độ rất nhanh
 - Dung lượng không lớn
 - Sử dụng bộ nhớ bán dẫn: ROM và RAM
- Các loại bộ nhớ trong:
 - Bộ nhớ chính
 - Bộ nhớ cache (bộ nhớ đệm nhanh)

35

N2K-HUT

Bộ nhớ chính (Main Memory)

- Chứa các chương trình và dữ liệu đang được CPU sử dụng.
- Tổ chức thành các ngăn nhớ được đánh địa chỉ.
- Ngăn nhớ thường được tổ chức theo byte.
- Nội dung của ngăn nhớ có thể thay đổi, song địa chỉ vật lý của ngăn nhớ luôn cố định.

Nội dung	Địa chỉ
00101011	000C
11010101	000D
00001010	001C
01011000	001D
11111011	010C
00001000	010D
1110101C	011C
00000000	011D
10011101	1000
00101010	1001
11101011	1010
00000010	1011
00101011	1100
00101011	1101
11111111	1110
1010101C	1111

36

N2K-HUT

Bộ nhớ đệm nhanh (Cache memory)

- Bộ nhớ có tốc độ nhanh được đặt đệm giữa CPU và bộ nhớ chính nhằm tăng tốc độ CPU truy cập bộ nhớ
- Dung lượng nhỏ hơn bộ nhớ chính
- Tốc độ nhanh hơn
- Cache thường được chia thành một số mức
- Cache có thể được tích hợp trên chip vi xử lý.
- Cache có thể có hoặc không

37

N2K-HUT

Bộ nhớ ngoài (External Memory)

- Chức năng và đặc điểm
 - Lưu giữ tài nguyên phần mềm của máy tính
 - Được kết nối với hệ thống dưới dạng các thiết bị vào-ra
 - Dung lượng lớn
 - Tốc độ chậm
- Các loại bộ nhớ ngoài
 - Bộ nhớ từ: đĩa cứng, đĩa mềm
 - Bộ nhớ quang: đĩa CD, DVD
 - Bộ nhớ bán dẫn: Flash disk, memory card

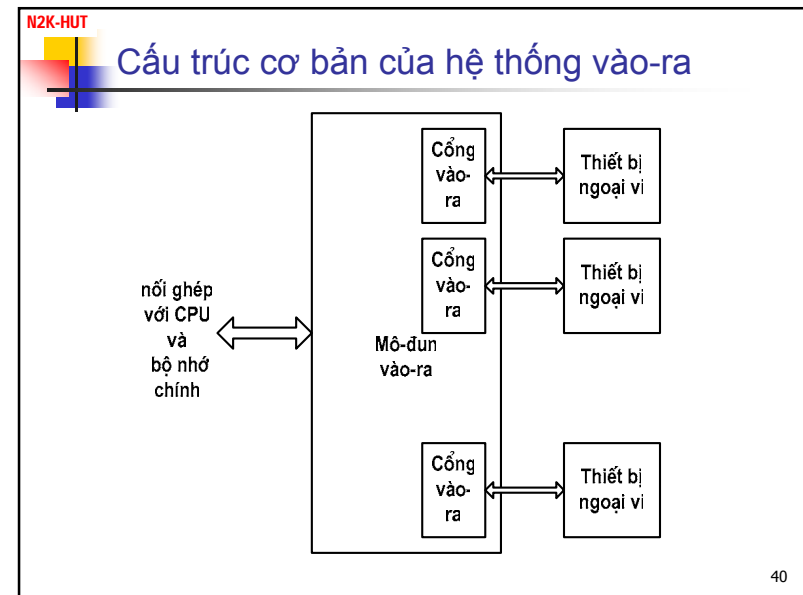
38

N2K-HUT

3. Hệ thống vào-ra (Input-Output)

- Chức năng: Trao đổi thông tin giữa máy tính với thế giới bên ngoài.
- Các thao tác cơ bản:
 - Vào dữ liệu (Input)
 - Ra dữ liệu (Output)
- Các thành phần chính:
 - Các thiết bị ngoại vi (Peripheral Devices)
 - Các mô-đun vào-ra (IO Modules)

39



N2K-HUT

Các thiết bị ngoại vi

- Chức năng: chuyển đổi dữ liệu giữa bên trong và bên ngoài máy tính
- Các loại thiết bị ngoại vi cơ bản
 - Thiết bị vào: bàn phím, chuột, máy quét ...
 - Thiết bị ra: màn hình, máy in ...
 - Thiết bị nhớ: các ổ đĩa ...
 - Thiết bị truyền thông: MODEM ...

41

N2K-HUT

Mô-đun vào-ra

- Chức năng: nối ghép các thiết bị ngoại vi với máy tính
- Mỗi mô-đun vào-ra có một hoặc một vài cổng vào-ra (I/O Port).
- Mỗi cổng vào-ra được đánh một địa chỉ xác định.
- Các thiết bị ngoại vi được kết nối và trao đổi dữ liệu với máy tính thông qua các cổng vào-ra.

42

N2K-HUT

2.2. Hoạt động của máy tính

1. Thực hiện chương trình

- Là hoạt động cơ bản của máy tính
- Máy tính lặp đi lặp lại hai bước:
 - Nhận lệnh
 - Thực hiện lệnh
 } chu trình lệnh
- Thực hiện chương trình bị dừng nếu thực hiện lệnh bị lỗi hoặc gặp lệnh dừng.

43

N2K-HUT

Chu trình lệnh

```

    graph TD
      A([BẮT ĐẦU]) --> B[Nhận lệnh]
      B --> C[Thực hiện lệnh]
      C --> D([DỪNG])
      D --> B
    
```

44

N2K-HUT

Nhận lệnh

- Bắt đầu mỗi chu trình lệnh, CPU nhận lệnh từ bộ nhớ chính.
- Bộ đếm chương trình PC (Program Counter) của CPU giữ địa chỉ của lệnh sẽ được nhận.
- CPU nhận lệnh từ ngăn nhớ được trở bởi PC.
- Lệnh được nạp vào thanh ghi lệnh IR (Instruction Register).
- Sau khi lệnh được nhận vào, nội dung PC tự động tăng để trở sang lệnh kế tiếp.

45

N2K-HUT

Thực hiện lệnh

- Bộ xử lý giải mã lệnh đã được nhận và phát tín hiệu điều khiển thực hiện thao tác mà lệnh yêu cầu.
- Các kiểu thao tác của lệnh:
 - Trao đổi dữ liệu giữa CPU và bộ nhớ chính
 - Trao đổi dữ liệu giữa CPU và mô-đun vào-ra
 - Xử lý dữ liệu: thực hiện các phép toán số học hoặc phép toán logic với các dữ liệu.
 - Điều khiển rẽ nhánh
 - Kết hợp các thao tác trên.

46

N2K-HUT

2. Ngắt (Interrupt)

- Khái niệm chung về ngắt: Ngắt là cơ chế cho phép CPU tạm dừng chương trình đang thực hiện để chuyển sang thực hiện một chương trình khác, gọi là *chương trình con phục vụ ngắt*.
- Các loại ngắt:
 - Ngắt do lỗi khi thực hiện chương trình, ví dụ: tràn số, chia cho 0.
 - Ngắt do lỗi phần cứng, ví dụ lỗi bộ nhớ RAM.
 - Ngắt do mô-đun vào-ra phát tín hiệu ngắt đến CPU yêu cầu trao đổi dữ liệu.

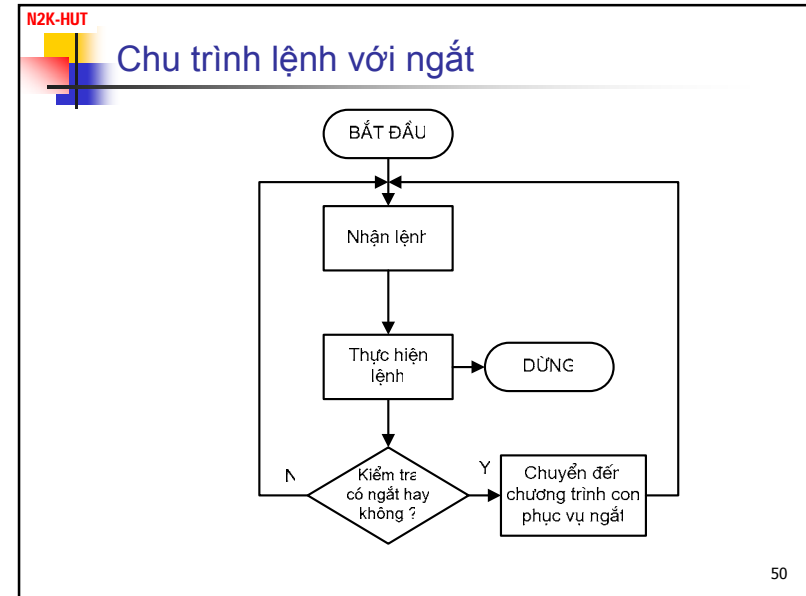
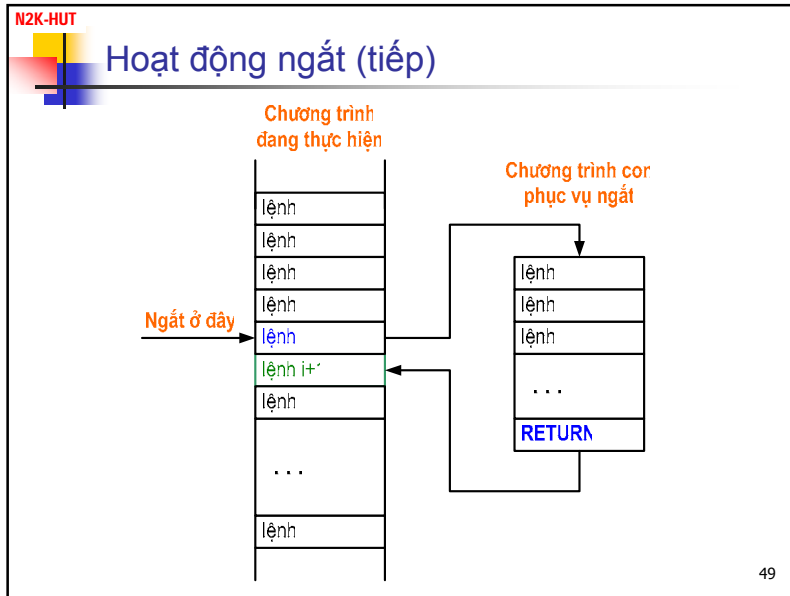
47

N2K-HUT

Hoạt động ngắt

- Sau khi hoàn thành mỗi một lệnh, bộ xử lý kiểm tra tín hiệu ngắt
- Nếu không có ngắt → bộ xử lý nhận lệnh tiếp theo của chương trình hiện tại
- Nếu có tín hiệu ngắt:
 - Tạm dừng chương trình đang thực hiện
 - Cắt ngữ cảnh (các thông tin liên quan đến chương trình bị ngắt)
 - Thiết lập PC trở đến chương trình con phục vụ ngắt
 - Chuyển sang thực hiện chương trình con phục vụ ngắt
 - Cuối chương trình con phục vụ ngắt, khôi phục ngữ cảnh và tiếp tục chương trình đang bị tạm dừng

48



- N2K-HUT**
- ### Xử lý với nhiều tín hiệu yêu cầu ngắt
- Xử lý ngắt tuần tự
 - Khi một ngắt đang được thực hiện, các ngắt khác sẽ bị cấm.
 - Bộ xử lý sẽ bỏ qua các ngắt tiếp theo trong khi đang xử lý một ngắt
 - Các ngắt vẫn đang đợi và được kiểm tra sau khi ngắt đầu tiên được xử lý xong
 - Các ngắt được thực hiện tuần tự
 - Xử lý ngắt ưu tiên
 - Các ngắt được định nghĩa mức ưu tiên khác nhau
 - Ngắt có mức ưu tiên thấp hơn có thể bị ngắt bởi ngắt ưu tiên cao hơn → xảy ra ngắt lồng nhau
- 51

- N2K-HUT**
- ### 3. Hoạt động vào-ra
- Hoạt động vào-ra: là hoạt động trao đổi dữ liệu giữa thiết bị ngoại vi với bên trong máy tính.
 - Các kiểu hoạt động vào-ra:
 - CPU trao đổi dữ liệu với mô-đun vào-ra
 - Mô-đun vào-ra trao đổi dữ liệu trực tiếp với bộ nhớ chính.
- 52

N2K-HUT

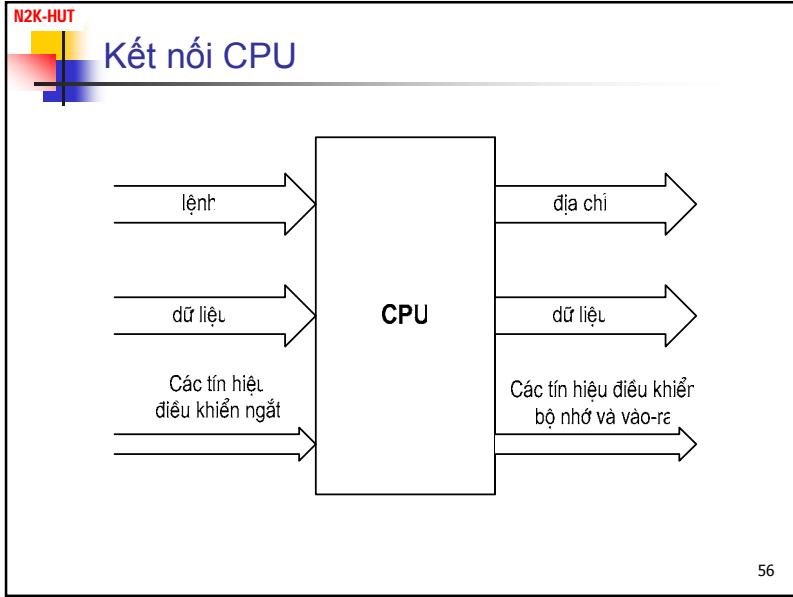
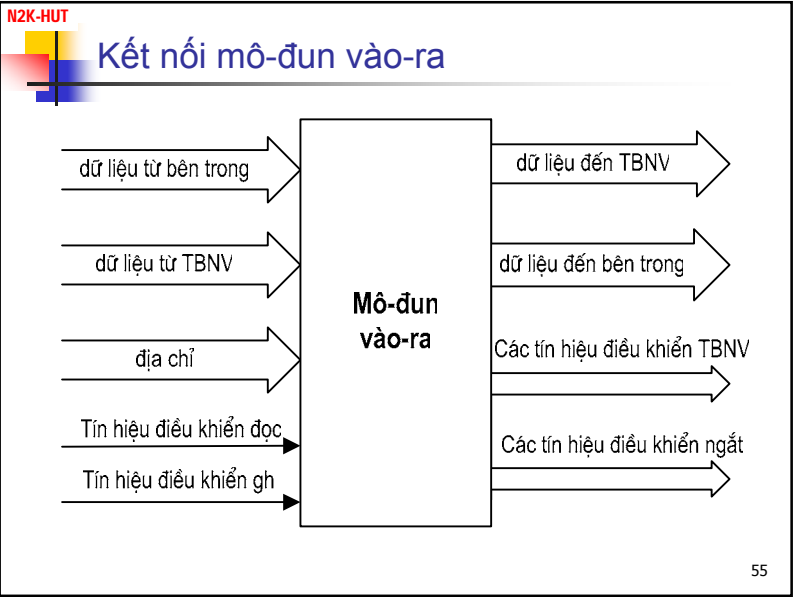
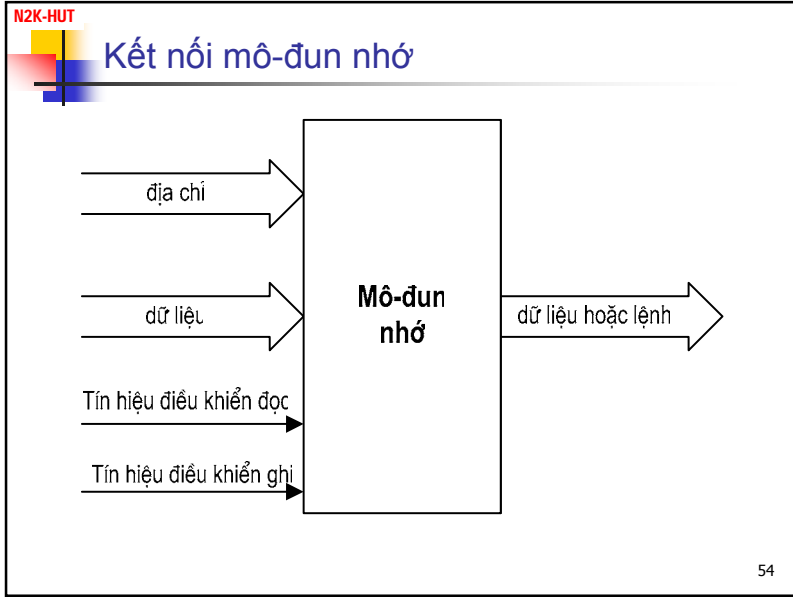
2.3. Liên kết hệ thống

1. Luồng thông tin trong máy tính

- Các mô-đun trong máy tính:
 - CPU
 - Mô-đun nhớ
 - Mô-đun vào-ra

➔ cần được kết nối với nhau

53

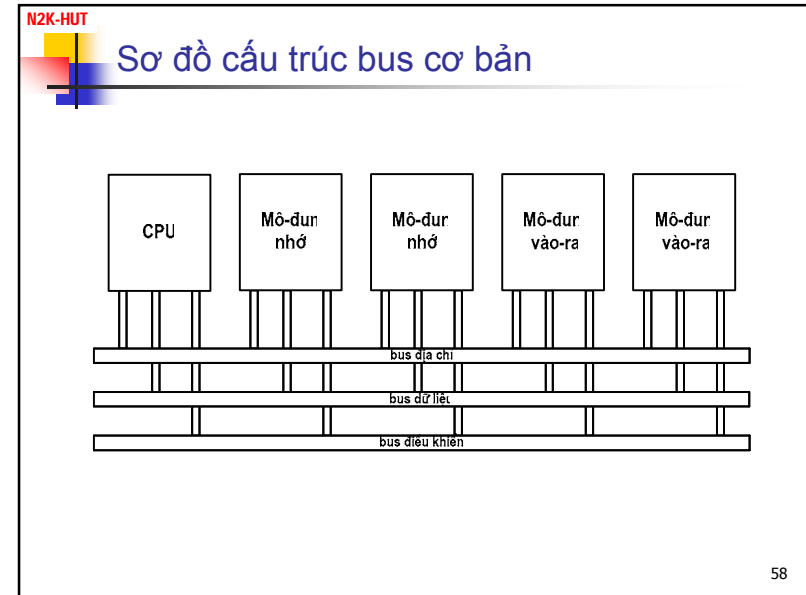


N2K-HUT

2. Cấu trúc bus cơ bản

- **Bus:** tập hợp các đường kết nối dùng để vận chuyển thông tin giữa các mô-đun của máy tính với nhau.
- **Các bus chức năng:**
 - Bus địa chỉ
 - Bus dữ liệu
 - Bus điều khiển
- **Độ rộng bus:** là số đường dây của bus có thể truyền các bit thông tin đồng thời (chỉ dùng cho bus địa chỉ và bus dữ liệu)

57



N2K-HUT

Bus địa chỉ

- **Chức năng:** vận chuyển địa chỉ để xác định ngăn nhớ hay cổng vào-ra
- **Độ rộng bus địa chỉ:** xác định dung lượng bộ nhớ cực đại của hệ thống.
Nếu độ rộng bus địa chỉ là N bit :
 $A_{N-1}, A_{N-2}, \dots, A_2, A_1, A_0$
→ có thể đánh địa chỉ tối đa cho 2^N ngăn nhớ
- **Ví dụ:** Bộ xử lý Pentium có bus địa chỉ 32 bit
→ không gian địa chỉ là 2^{32} byte = 4GBytes (đánh địa chỉ theo byte)

59

N2K-HUT

Bus dữ liệu

- **Chức năng:**
 - vận chuyển lệnh từ bộ nhớ đến CPU
 - vận chuyển dữ liệu giữa CPU, các mô-đun nhớ và mô-đun vào-ra với nhau
- **Độ rộng bus dữ liệu:** Xác định số bit dữ liệu có thể được trao đổi đồng thời.
 - M bit: $D_{M-1}, D_{M-2}, \dots, D_2, D_1, D_0$
 - M thường là 8, 16, 32, 64, 128 bit.
- **Ví dụ:** Các bộ xử lý Pentium có bus dữ liệu 64 bit

60

N2K-HUT

Bus điều khiển

- **Chức năng:** vận chuyển các tín hiệu điều khiển
- **Các loại tín hiệu điều khiển:**
 - Các tín hiệu phát ra từ CPU để điều khiển mô-đun nhớ và mô-đun vào-ra
 - Các tín hiệu từ mô-đun nhớ hay mô-đun vào-ra gửi đến yêu cầu CPU.

61

N2K-HUT

Đặc điểm của cấu trúc đơn bus

- Bus hệ thống chỉ phục vụ được một yêu cầu trao đổi dữ liệu tại một thời điểm
- Bus hệ thống phải có tốc độ bằng tốc độ bus của mô-đun nhanh nhất trong hệ thống
- Bus hệ thống phụ thuộc vào cấu trúc bus (các tín hiệu) của bộ xử lý → các mô-đun nhớ và các mô-đun vào-ra cũng phụ thuộc vào bộ xử lý.
- Vì vậy cần phải phân cấp bus → đa bus

62

N2K-HUT

3. Phân cấp bus trong máy tính

- Phân cấp bus cho các thành phần:
 - Bus của bộ xử lý
 - Bus của bộ nhớ chính
 - Các bus vào-ra
- Phân cấp bus khác nhau về tốc độ
- Bus bộ nhớ chính và các bus vào-ra không phụ thuộc vào bộ xử lý cụ thể.

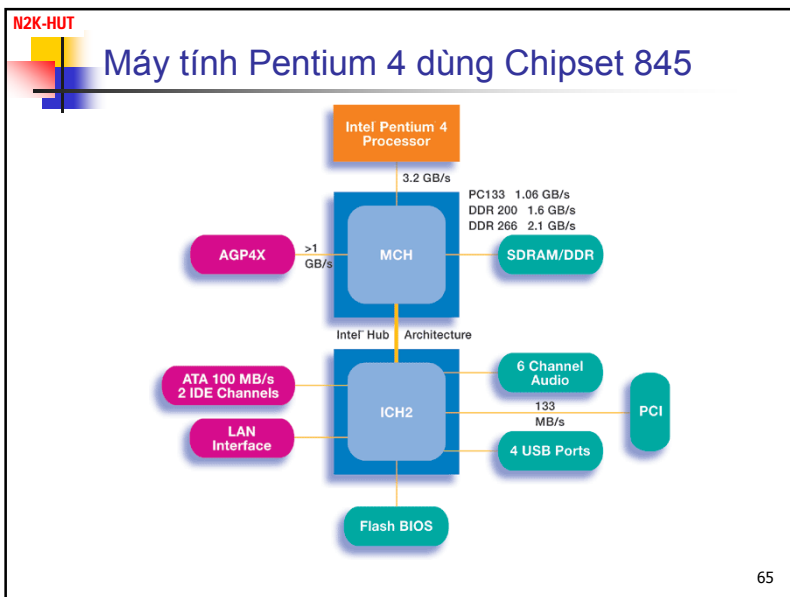
63

N2K-HUT

Các bus điển hình trong PC

- Bus của bộ xử lý (Front Side Bus - FSB): có tốc độ nhanh nhất
- Bus của bộ nhớ chính (nối ghép với các mô-đun RAM)
- AGP bus(Accelerated Graphic Port) - Bus đồ họa tăng tốc: nối ghép card màn hình tăng tốc.
- PCI bus(Peripheral Component Interconnect): nối ghép với các thiết bị ngoại vi có tốc độ trao đổi dữ liệu nhanh.
- USB (Universal Serial Bus): Bus nối tiếp đa năng
- IDE (Integrated Device Electronics): Bus kết nối với ổ đĩa cứng hoặc ổ đĩa CD, DVD

64



- N2K-HUT**
- ### 4. Các vấn đề liên quan đến thiết kế bus
- Các kiểu bus
 - Phân xử bus
 - Định thời bus
- 66

- N2K-HUT**
- ### Các kiểu bus
- Bus dành riêng (Dedicated):
 - Các đường địa chỉ và dữ liệu tách rời
 - Ưu điểm: điều khiển đơn giản
 - Nhược điểm: có nhiều đường kết nối
 - Bus dồn kênh (Multiplexed)
 - Các đường dùng chung cho địa chỉ và dữ liệu
 - Có đường điều khiển để phân biệt có địa chỉ hay có dữ liệu
 - Ưu điểm: có ít đường dây
 - Nhược điểm:
 - Điều khiển phức tạp hơn
 - Hiệu năng hạn chế
- 67

- N2K-HUT**
- ### Phân xử bus
- Có nhiều mô-đun điều khiển bus
 - ví dụ: CPU và bộ điều khiển vào-ra
 - Chỉ cho phép một mô-đun điều khiển bus ở một thời điểm.
 - Phân xử bus có thể là tập trung hay phân tán.
- 68

N2K-HUT

Phân xử bus (tiếp)

- Phân xử bus tập trung
 - Có một Bộ điều khiển bus (Bus Controller) hay còn gọi là Bộ phân xử bus (Arbiter)
 - Có thể là một phần của CPU hoặc mạch tách rời.
- Phân xử bus phân tán
 - Mỗi một mô-đun có thể chiếm bus
 - Có đường điều khiển đến tất cả các mô-đun khác

69

N2K-HUT

Định thời bus (Timing)

- Phối hợp các sự kiện trên bus
- Bus đồng bộ
 - Các sự kiện trên bus được xác định bởi một tín hiệu xung nhịp xác định (clock)
 - Bus Điều khiển bao gồm cả đường Clock
 - Tất cả các mô-đun có thể đọc đường clock
- Bus không đồng bộ
 - Không có đường tín hiệu Clock
 - Kết thúc một sự kiện này trên bus sẽ kích hoạt cho một sự kiện tiếp theo

70

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 3

BIỂU DIỄN DỮ LIỆU VÀ SỐ HỌC MÁY TÍNH

Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

71

N2K-HUT

Nội dung chương 3

- 3.1. Các hệ đếm cơ bản
- 3.2. Mã hóa và lưu trữ dữ liệu trong máy tính
- 3.3. Biểu diễn số nguyên
- 3.4. Thực hiện các phép toán số học với số nguyên
- 3.5. Số dấu phẩy động
- 3.6. Biểu diễn ký tự

72

N2K-HUT

3.1. Các hệ đếm cơ bản

- Hệ thập phân (Decimal System)
 - con người sử dụng
- Hệ nhị phân (Binary System)
 - máy tính sử dụng
- Hệ mười sáu (Hexadecimal System)
 - dùng để viết gọn cho số nhị phân

73

N2K-HUT

1. Hệ thập phân

- Cơ số 10
- 10 chữ số: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Dùng n chữ số thập phân có thể biểu diễn được 10^n giá trị khác nhau:
 - 00...000 = 0
 - 99...999 = $10^n - 1$

74

N2K-HUT

2. Hệ nhị phân

- Cơ số 2
- 2 chữ số nhị phân: 0 và 1
- chữ số nhị phân gọi là **bit** (binary digit)
- Bit là đơn vị thông tin nhỏ nhất
- Dùng n bit có thể biểu diễn được 2^n giá trị khác nhau:
 - 00...000 = 0
 - 11...111 = $2^n - 1$

75

N2K-HUT

Chuyển đổi số nguyên thập phân sang nhị phân

- Phương pháp 1: chia dần cho 2 rồi lấy phần dư
- Phương pháp 2: Phân tích thành tổng của các số 2^i → nhanh hơn

76

N2K-HUT

Chuyển đổi số lẻ thập phân sang nhị phân

- Ví dụ 1: chuyển đổi $0.6875_{(10)}$
 - $0.6875 \times 2 = 1.375$ phần nguyên = 1
 - $0.375 \times 2 = 0.75$ phần nguyên = 0
 - $0.75 \times 2 = 1.5$ phần nguyên = 1
 - $0.5 \times 2 = 1.0$ phần nguyên = 1

↓

- Kết quả : $0.6875_{(10)} = 0.1011_{(2)}$

77

N2K-HUT

3. Hệ mười sáu (Hexa)

- Cơ số 16
- 16 chữ số: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F
- Dùng để viết gọn cho số nhị phân: cứ một nhóm 4-bit sẽ được thay bằng một chữ số Hexa

78

N2K-HUT

3.2. Mã hóa và lưu trữ dữ liệu trong máy tính

1. Nguyên tắc chung về mã hóa dữ liệu

- Mọi dữ liệu đưa vào máy tính đều phải được mã hóa thành số nhị phân
- Các loại dữ liệu
 - Dữ liệu nhân tạo: do con người qui ước
 - Dữ liệu tự nhiên: tồn tại khách quan với con người

79

N2K-HUT

Mã hoá dữ liệu nhân tạo

- Dữ liệu số nguyên: mã hóa theo một số chuẩn qui ước
- Dữ liệu số thực: mã hóa bằng số dấu phẩy động
- Dữ liệu ký tự: mã hóa theo bộ mã ký tự

80

N2K-HUT

Mã hóa và tái tạo tín hiệu vật lý

Các dữ liệu vật lý thông dụng

- Âm thanh
- Hình ảnh

81

N2K-HUT

Độ dài từ dữ liệu

- Độ dài từ dữ liệu là số bit được sử dụng để mã hóa loại dữ liệu tương ứng
- Thường là bội của 8-bit
- VD: 8, 16, 32, 64 bit

82

N2K-HUT

2. Thứ tự lưu trữ các byte của dữ liệu

- Bộ nhớ chính thường được tổ chức theo byte
- Độ dài từ dữ liệu có thể chiếm từ một đến nhiều byte
→ cần phải biết thứ tự lưu trữ các byte trong bộ nhớ chính với các dữ liệu nhiều byte.
- Có hai cách lưu trữ:
 - Lưu trữ đầu nhỏ (*Little-endian*): Byte thấp được lưu trữ ở ngăn nhớ có địa chỉ nhỏ hơn, byte cao được lưu trữ ở ngăn nhớ có địa chỉ lớn hơn.
 - Lưu trữ đầu to (*Big-endian*): Byte cao được lưu trữ ở ngăn nhớ có địa chỉ nhỏ hơn, byte thấp được lưu trữ ở ngăn nhớ có địa chỉ lớn hơn.

83

N2K-HUT

Ví dụ lưu trữ dữ liệu 32-bit

0001 1010 0010 1011 0011 1100 0100 1101

1A	2E	3C	4D
----	----	----	----

4D	300
3C	301
2E	302
1A	303

1A	410
2E	411
3C	412
4D	413

little-endian
big-endian

84

N2K-HUT

Lưu trữ của các bộ xử lý điển hình

- Intel 80x86 và các loại Pentium:
 - Little-endian
- Motorola 680x0 và các bộ xử lý RISC:
 - Big-endian
- Power PC và Itanium: cả hai (bi-endian)

85

N2K-HUT

3.3. Biểu diễn số nguyên

Có hai loại số nguyên:

- Số nguyên không dấu (Unsigned Integer)
- Số nguyên có dấu (Signed Integer)

86

N2K-HUT

1. Biểu diễn số nguyên không dấu

- Nguyên tắc tổng quát: Dùng n bit biểu diễn số nguyên không dấu A:

$$a_{n-1}a_{n-2} \dots a_2a_1a_0$$

Giá trị của A được tính như sau:

$$A = \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$$

Dải biểu diễn của A: từ 0 đến $2^n - 1$

87

N2K-HUT

Với n = 8 bit

Biểu diễn được các giá trị từ 0 đến 255

0000 0000 = 0	Chú ý: 1111 1111 + 0000 0001 1 0000 0000 Vậy: 255 + 1 = 0 ? → do tràn nhớ ra ngoài
0000 0001 = 1	
0000 0010 = 2	
0000 0011 = 3	
...	
1111 1111 = 255	

88

N2K-HUT

Trục số học với n = 8 bit

Trục số học:

Trục số học máy tính:

89

N2K-HUT

Với n = 16 bit, 32 bit, 64 bit

- n = 16 bit: dải biểu diễn từ 0 đến 65535 ($2^{16} - 1$)
 - 0000 0000 0000 0000 = 0
 - ...
 - 0000 0000 1111 1111 = 255
 - 0000 0001 0000 0000 = 256
 - ...
 - 1111 1111 1111 1111 = 65535
- n = 32 bit: dải biểu diễn từ 0 đến $2^{32} - 1$
- n = 64 bit: dải biểu diễn từ 0 đến $2^{64} - 1$

90

N2K-HUT

2. Biểu diễn số nguyên có dấu

a. Số bù chín và Số bù mười

- Cho một số thập phân A được biểu diễn bằng n chữ số thập phân, ta có:
 - Số bù chín của A = $(10^n - 1) - A$
 - Số bù mười của A = $10^n - A$
- Số bù mười của A = (Số bù chín của A) + 1

91

N2K-HUT

Số bù chín và Số bù mười (tiếp)

- Ví dụ: với n=4, cho A = 3265
 - Số bù chín của A:

9999	($10^4 - 1$)
- 3265	(A)
6734	
 - Số bù mười của A:

10000	(10^4)
- 3265	(A)
6735	

92

N2K-HUT

b. Số bù một và Số bù hai

- Định nghĩa: Cho một số nhị phân A được biểu diễn bằng n bit, ta có:
 - Số bù một của $A = (2^n - 1) - A$
 - Số bù hai của $A = 2^n - A$
 - Số bù hai của $A = (\text{Số bù một của } A) + 1$

93

N2K-HUT

Số bù một và Số bù hai (tiếp)

Ví dụ: với $n = 8$ bit, cho $A = 0010\ 0101$

- Số bù một của A được tính như sau:

$$\begin{array}{r} 1111\ 1111 \quad (2^8 - 1) \\ - 0010\ 0101 \quad (A) \\ \hline 1101\ 1010 \\ \rightarrow \text{đảo các bit của } A \end{array}$$
- Số bù hai của A được tính như sau:

$$\begin{array}{r} 1\ 0000\ 0000 \quad (2^8) \\ - 0010\ 0101 \quad (A) \\ \hline 1101\ 1011 \\ \rightarrow \text{thực hiện khó khăn} \end{array}$$

N2K-HUT

Quy tắc tìm Số bù một và Số bù hai

- Số bù một của A = đảo giá trị các bit của A
- (Số bù hai của A) = (Số bù một của A) + 1
- Ví dụ:
 - Cho $A = 0010\ 0101$
 - Số bù một = $1101\ 1010$
 - Số bù hai = $1101\ 1011$
- Nhận xét:

$$\begin{array}{r} A = 0010\ 0101 \\ \text{Số bù hai} = + 1101\ 1011 \\ \hline 1\ 0000\ 0000 = 0 \\ \text{(bỏ qua bit nhớ ra ngoài)} \end{array}$$

\rightarrow Số bù hai của $A = -A$

N2K-HUT

c. Biểu diễn số nguyên có dấu bằng mã bù hai

Nguyên tắc tổng quát: Dùng n bit biểu diễn số nguyên có dấu A:

$$a_{n-1} a_{n-2} \dots a_2 a_1 a_0$$

- Với A là số dương: bit $a_{n-1} = 0$, các bit còn lại biểu diễn độ lớn như số không dấu
- Với A là số âm: được biểu diễn bằng số bù hai của số dương tương ứng, vì vậy bit $a_{n-1} = 1$

96

N2K-HUT

Biểu diễn số dương

- Dạng tổng quát của số dương A:

$$0a_{n-2} \dots a_2 a_1 a_0$$
- Giá trị của số dương A:

$$A = \sum_{i=0}^{n-2} a_i 2^i$$
- Dải biểu diễn cho số dương: 0 đến $2^{n-1}-1$

97

N2K-HUT

Biểu diễn số âm

- Dạng tổng quát của số âm A:

$$1a_{n-2} \dots a_2 a_1 a_0$$
- Giá trị của số âm A:

$$A = -2^{n-1} + \sum_{i=0}^{n-2} a_i 2^i$$
- Dải biểu diễn cho số âm: -1 đến -2^{n-1}

98

N2K-HUT

Biểu diễn tổng quát cho số nguyên có dấu

- Dạng tổng quát của số nguyên A:

$$a_{n-1} a_{n-2} \dots a_2 a_1 a_0$$
- Giá trị của A được xác định như sau:

$$A = -a_{n-1} 2^{n-1} + \sum_{i=0}^{n-2} a_i 2^i$$
- Dải biểu diễn: từ $-(2^{n-1})$ đến $+(2^{n-1}-1)$

99

N2K-HUT

Với n = 8 bit

Biểu diễn được các giá trị từ -128 đến +127

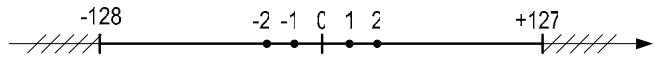
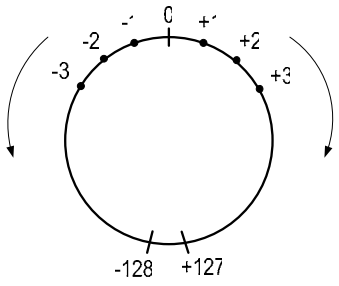
0000 0000	=	0	
0000 0001	=	+1	
0000 0010	=	+2	
0000 0011	=	+3	
...			
0111 1111	=	+127	
1000 0000	=	-128	
1000 0001	=	-127	
...			
1111 1110	=	-2	
1111 1111	=	-1	

Chú ý:
 $+127 + 1 = -128$
 $-128 - 1 = +127$
 → do tràn xảy ra

100

N2K-HUT

Trục số học số nguyên có dấu với n = 8 bit

- Trục số học:
 
- Trục số học máy tính:
 

101

N2K-HUT

Với n = 16 bit, 32 bit, 64 bit

- Với n=16bit: biểu diễn từ -32768 đến +32767
 - 0000 0000 0000 0000 = 0
 - 0000 0000 0000 0001 = +1
 - ...
 - 0111 1111 1111 1111 = +32767
 - 1000 0000 0000 0000 = -32768
 - ...
 - 1111 1111 1111 1111 = -1
- Với n=32bit: biểu diễn từ -2^{31} đến $2^{31}-1$
- Với n=64bit: biểu diễn từ -2^{63} đến $2^{63}-1$

102

N2K-HUT

3. Biểu diễn số nguyên theo mã BCD

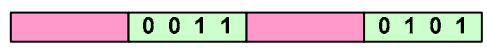
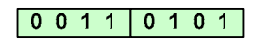
- Binary Coded Decimal Code
- Dùng 4 bit để mã hóa cho các chữ số thập phân từ 0 đến 9:

0 → 0000	5 → 0101
1 → 0001	6 → 0110
2 → 0010	7 → 0111
3 → 0011	8 → 1000
4 → 0100	9 → 1001
- có 6 tổ hợp không sử dụng: 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111

103

N2K-HUT

Các kiểu lưu trữ số BCD

- BCD không gói (Unpacked BCD): Mỗi số BCD 4-bit được lưu trữ trong 4-bit thấp của mỗi byte.
 - Ví dụ: Số 35 được lưu trữ như sau:
 
- BCD gói (Packed BCD): Hai số BCD được lưu trữ trong 1 byte.
 - Ví dụ: Số 35 được lưu trữ như sau:
 

104

N2K-HUT

3.4. Thực hiện các phép toán số học với số nguyên

1. Phép cộng số nguyên không dấu

Bộ cộng n-bit

105

N2K-HUT

Nguyên tắc cộng số nguyên không dấu

Khi cộng hai số nguyên không dấu n-bit, kết quả nhận được là n-bit:

- Nếu không có nhớ ra khỏi bit cao nhất thì kết quả nhận được luôn luôn đúng ($C_{out}=0$).
- Nếu có nhớ ra khỏi bit cao nhất thì kết quả nhận được là sai, ta nói có **tràn nhớ ra ngoài** ($C_{out}=1$)
- **Tràn nhớ ra ngoài** (Carry Out) xảy ra khi tổng $> 2^n - 1$

106

N2K-HUT

2. Phép đảo dấu

- Ta có:

+ 37	=	0010 0101
bù một	=	1101 1010
	=	+ <u> 1</u>
bù hai	=	1101 1011 = -37
- Lấy bù hai của số âm:

- 37	=	1101 1011
bù một	=	0010 0100
	=	+ <u> 1</u>
bù hai	=	0010 0101 = +37
- Kết luận: Phép đảo dấu trong máy tính thực chất là lấy bù hai

107

N2K-HUT

3. Cộng số nguyên có dấu

Khi cộng hai số nguyên có dấu n-bit **không quan tâm đến bit C_{out}** và kết quả nhận được là n-bit:

- Cộng hai số khác dấu: **kết quả luôn luôn đúng.**
- Cộng hai số cùng dấu:
 - nếu dấu kết quả cùng dấu với các số hạng thì **kết quả là đúng.**
 - nếu kết quả có dấu ngược lại, khi đó có **tràn xảy ra (Overflow)** và **kết quả bị sai.**
- Tràn xảy ra khi tổng nằm ngoài dải biểu diễn:

$$[-(2^{n-1}), +(2^{n-1}-1)]$$

108

4. Nguyên tắc thực hiện phép trừ

- Phép trừ hai số nguyên: $X - Y = X + (-Y)$
- Nguyên tắc: Lấy bù hai của Y để được $-Y$, rồi cộng với X

109

5. Nhân số nguyên không dấu

- | | |
|----------|-----------------------|
| 1011 | Số bị nhân (11) |
| x 1101 | Số nhân (13) |
| 1011 | } Các tích riêng phần |
| 0000 | |
| 1011 | |
| 1011 | } Tích (143) |
| 10001111 | |

110

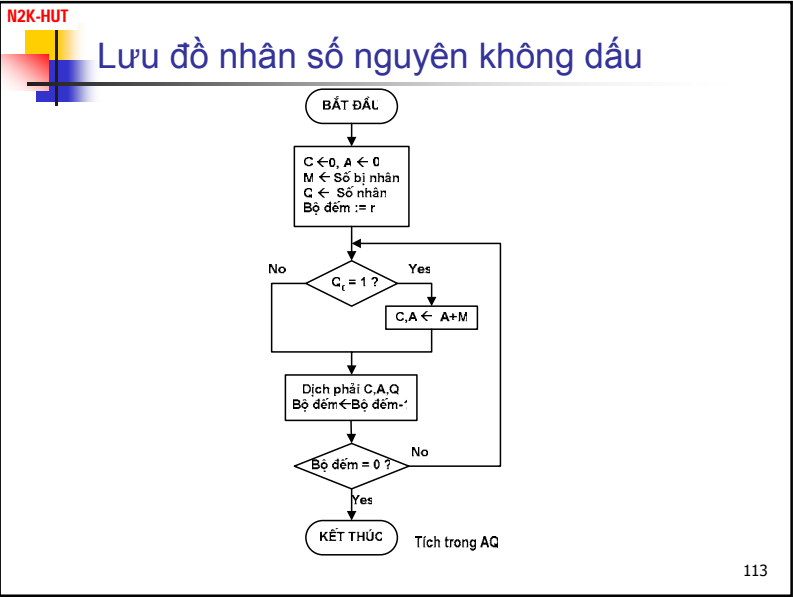
Nhân số nguyên không dấu (tiếp)

- Các **tích riêng phần** được xác định như sau:
 - Nếu bit của số nhân bằng 0 → tích riêng phần bằng 0.
 - Nếu bit của số nhân bằng 1 → tích riêng phần bằng số bị nhân.
 - Tích riêng phần tiếp theo được dịch trái một bit so với tích riêng phần trước đó.
- Tích bằng tổng các **tích riêng phần**
- Nhân hai số nguyên n-bit, tích có độ dài 2n bit (không bao giờ tràn).

111

Bộ nhân số nguyên không dấu

112



- N2K-HUT
- ### 6. Nhân số nguyên có dấu
- Sử dụng thuật giải nhân không dấu
 - Sử dụng thuật giải Booth (tham khảo tài liệu)
- 114

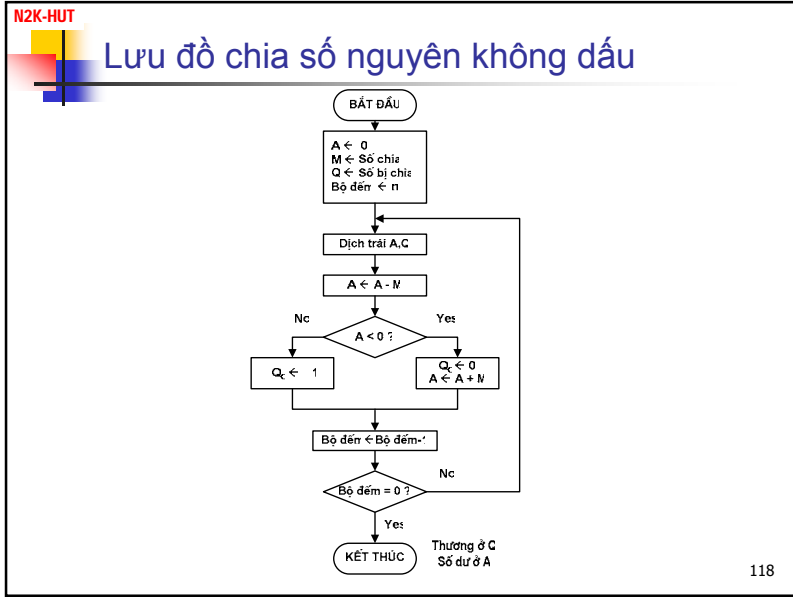
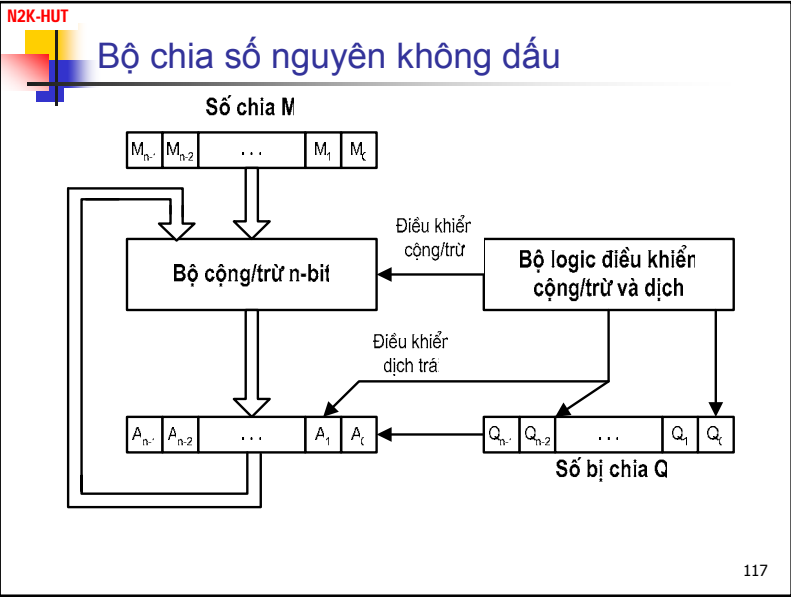
- N2K-HUT
- ### Sử dụng thuật giải nhân không dấu
- Bước 1. Chuyển đổi số bị nhân và số nhân thành số dương tương ứng
 - Bước 2. Nhân hai số dương bằng thuật giải nhân số nguyên không dấu, được tích của hai số dương.
 - Bước 3. Hiệu chỉnh dấu của tích như sau:
 - Nếu hai thừa số ban đầu cùng dấu thì tích nhận được ở bước 2 là kết quả cần tính.
 - Nếu hai thừa số ban đầu là khác dấu thì ta đảo dấu của tích bằng cách lấy bù hai của tích đã nhận được bởi bước 2, vì tích thực sự là âm.
- 115

N2K-HUT

7. Chia số nguyên không dấu

Số bị chia	10010011	1011	Số chia
	<u>1011</u>	00001101	Thương
	001110		
	<u>1011</u>		
	001111		
	<u>1011</u>		
	100		Phần dư

116



8. Chia số nguyên có dấu

- Bước 1. Chuyển đổi số bị chia và số chia về thành số dương tương ứng.
- Bước 2. Sử dụng thuật giải chia số nguyên không dấu để chia hai số dương, kết quả nhận được là thương Q và phần dư R đều là dương
- Bước 3. Hiệu chỉnh dấu của kết quả như sau:
(Lưu ý: phép đảo dấu thực chất là thực hiện phép lấy bù hai)

Số bị chia	Số chia	Thương	Số dư
dương	dương	giữ nguyên	giữ nguyên
dương	âm	đảo dấu	giữ nguyên
âm	dương	đảo dấu	đảo dấu
âm	âm	giữ nguyên	đảo dấu

119

3.5. Số dấu phẩy động

1. Nguyên tắc chung

- Floating Point Number → biểu diễn cho số thực
- Tổng quát: một số thực X được biểu diễn theo kiểu số dấu phẩy động như sau:

$$X = M * R^E$$
 - M là phần định trị (Mantissa),
 - R là cơ số (Radix),
 - E là phần mũ (Exponent).

120

N2K-HUT

2. Chuẩn IEEE754/85

- Cơ số $R = 2$
- Các dạng:
 - Dạng 32-bit
 - Dạng 44-bit
 - Dạng 64-bit
 - Dạng 80-bit

121

N2K-HUT

Các dạng biểu diễn chính

32-bit format: S (1 bit), e (8 bits, bits 23-30), m (23 bits, bits 0-22). Bit 31 is the sign bit.

64-bit format: S (1 bit), e (11 bits, bits 52-62), m (52 bits, bits 0-51). Bit 63 is the sign bit.

80-bit format: S (1 bit), e (15 bits, bits 64-78), m (63 bits, bits 0-63). Bit 79 is the sign bit.

122

N2K-HUT

Dạng 32 bit

- S là bit dấu:
 - S = 0 → số dương
 - S = 1 → số âm
- e (8 bit) là mã *excess-127* của phần mũ E:
 - $e = E + 127 \rightarrow E = e - 127$
 - giá trị 127 gọi là độ lệch (bias)
- m (23 bit) là phần lẻ của phần định trị M:
 - $M = 1.m$
- Công thức xác định giá trị của số thực:

$$X = (-1)^S \cdot 1.m \cdot 2^{e-127}$$

123

N2K-HUT

Các quy ước đặc biệt

- Các bit của e bằng 0, các bit của m bằng 0, thì $X = \pm 0$
 $x000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \rightarrow X = \pm 0$
- Các bit của e bằng 1, các bit của m bằng 0, thì $X = \pm \infty$
 $x111\ 1111\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \rightarrow X = \pm \infty$
- Các bit của e bằng 1, còn m có ít nhất một bit bằng 1, thì nó không biểu diễn cho số nào cả (NaN - not a number)

124

N2K-HUT

Dải giá trị biểu diễn

- 2^{-127} đến 2^{+127}
- 10^{-38} đến 10^{+38}

-2¹²⁷ -2¹²⁷ 0 2¹²⁷ 2¹²⁷

125

N2K-HUT

Dạng 64-bit

- S là bit dấu
- e (11 bit): mã *excess-1023* của phần mũ E → $E = e - 1023$
- m (52 bit): phần lẻ của phần định trị M
- Giá trị số thực:

$$X = (-1)^S \cdot 1.m \cdot 2^{e-1023}$$
- Dải giá trị biểu diễn: 10^{-308} đến 10^{+308}

126

N2K-HUT

Dạng 80-bit

- S là bit dấu
- e (15 bit): mã *excess-16383* của phần mũ E → $E = e - 16383$
- m (64 bit): phần lẻ của phần định trị M
- Giá trị số thực:

$$X = (-1)^S \cdot 1.m \cdot 2^{e-16383}$$
- Dải giá trị biểu diễn: 10^{-4932} đến 10^{+4932}

127

N2K-HUT

3. Thực hiện phép toán số dấu phẩy động

- $X1 = M1 \cdot R^{E1}$
- $X2 = M2 \cdot R^{E2}$
- Ta có
 - $X1 \cdot X2 = (M1 \cdot M2) \cdot R^{E1+E2}$
 - $X1 / X2 = (M1 / M2) \cdot R^{E1-E2}$
 - $X1 \pm X2 = (M1 \cdot R^{E1-E2} \pm M2) \cdot R^{E2}$, với $E2 \geq E1$

128

N2K-HUT

Các khả năng tràn số

- Tràn trên số mũ (Exponent Overflow): mũ dương vượt ra khỏi giá trị cực đại của số mũ dương có thể. ($\rightarrow \infty$)
- Tràn dưới số mũ (Exponent Underflow): mũ âm vượt ra khỏi giá trị cực đại của số mũ âm có thể ($\rightarrow 0$).
- Tràn trên phần định trị (Mantissa Overflow): cộng hai phần định trị có cùng dấu, kết quả bị nhớ ra ngoài bit cao nhất.
- Tràn dưới phần định trị (Mantissa Underflow): Khi hiệu chỉnh phần định trị, các số bị mất ở bên phải phần định trị.

129

N2K-HUT

Phép cộng và phép trừ

- Kiểm tra các số hạng có bằng 0 hay không
- Hiệu chỉnh phần định trị
- Cộng hoặc trừ phần định trị
- Chuẩn hoá kết quả

130

N2K-HUT

3.6. Biểu diễn ký tự

- Bộ mã ASCII (American Standard Code for Information Interchange)
- Bộ mã Unicode

131

N2K-HUT

1. Bộ mã ASCII

- Do ANSI (American National Standard Institute) thiết kế
- Bộ mã 8-bit \rightarrow có thể mã hóa được 2^8 ký tự, có mã từ: $00_{16} \div FF_{16}$, trong đó:
 - 128 ký tự chuẩn có mã từ $00_{16} \div 7F_{16}$
 - 128 ký tự mở rộng có mã từ $80_{16} \div FF_{16}$

132

N2K-HUT

Các ký tự chuẩn

- Các ký tự hiển thị chuẩn:
 - Các chữ cái Latin
 - Các chữ số thập phân
 - các dấu câu: . , ; ...
 - các dấu phép toán: + - * / % ...
 - một số ký hiệu thông dụng: &, \$, @, #
 - dấu cách
- Các mã điều khiển
 - Các mã điều khiển định dạng văn bản
 - Các mã điều khiển truyền số liệu
 - Các mã điều khiển phân tách thông tin
 - Các mã điều khiển khác

133

N2K-HUT

HEXA	0	1	2	3	4	5	6	7
0	<NUL> 0	 16	<space> 32	0 48	@ 64	P 80	` 96	p 112
1	<SOH> 1	<DC1> 17	! 33	1 49	A 65	Q 81	a 97	q 113
2	<STX> 2	<DC2> 18	" 34	2 50	B 66	R 82	b 98	r 114
3	<ETX> 3	<DC3> 19	# 35	3 51	C 67	S 83	c 99	s 115
4	<EOT> 4	<DC4> 20	\$ 36	4 52	D 68	T 84	d 100	t 116
5	<ENQ> 5	<NAK> 21	% 37	5 53	E 69	U 85	e 101	u 117
6	<ACK> 6	<SYN> 22	& 38	6 54	F 70	V 86	f 102	v 118
7	<BEL> 7	<ETB> 23	' 39	7 55	G 71	W 87	g 103	w 119
8	<BS> 8	<CAN> 24	(40	8 56	H 72	X 88	h 104	x 120
9	<HT> 9	 25) 41	9 57	I 73	Y 89	i 105	y 121
A	<LF> 10	<SUB> 26	* 42	: 58	J 74	Z 90	j 106	z 122
B	<VT> 11	<ESC> 27	+ 43	; 59	K 75	[91	k 107	{ 123
C	<FF> 12	<FS> 28	, 44	< 60	L 76	\ 92	l 108	 124
D	<CR> 13	<GS> 29	- 45	= 61	M 77] 93	m 109	} 125
E	<SO> 14	<RS> 30	. 46	> 62	N 78	^ 94	n 110	~ 126
F	<SL> 15	<US> 31	/ 47	? 63	O 79	_ 95	o 111	>DEL< 127

134

N2K-HUT

Các ký tự hiển thị chuẩn

- 26 chữ cái hoa 'A' đến 'Z' có mã từ $41_{(16)}$ đến $5A_{(16)}$ (65 đến 90):
 - 'A' → 0100 0001 = $41_{(16)}$
 - 'B' → 0100 0010 = $42_{(16)}$
 - 'C' → 0100 0011 = $43_{(16)}$
 - ...
 - 'Z' → 0101 1010 = $5A_{(16)}$
- 26 chữ cái thường 'a' đến 'z' có mã từ $61_{(16)}$ đến $7A_{(16)}$ (97 đến 122):
 - 'a' → 0110 0001 = $61_{(16)}$
 - 'b' → 0110 0010 = $62_{(16)}$
 - 'c' → 0110 0011 = $63_{(16)}$
 - ...
 - 'z' → 0111 1010 = $7A_{(16)}$

135

N2K-HUT

Các ký tự hiển thị chuẩn (tiếp)

- 10 chữ số thập phân từ 0 đến 9 có mã từ $30_{(16)}$ đến $39_{(16)}$ (48 đến 57):
 - '0' → 0011 0000 = $30_{(16)}$
 - '1' → 0011 0001 = $31_{(16)}$
 - '2' → 0011 0010 = $32_{(16)}$
 - ...
 - '9' → 0011 1001 = $39_{(16)}$

136

N2K-HUT

Các ký tự hiển thị chuẩn (tiếp)

- Các ký hiệu khác:
 - các dấu câu: . , : ; ...
 - các dấu phép toán: + - * / % ...
 - một số ký hiệu thông dụng: &, \$, @, #
 - dấu cách

137

N2K-HUT

Các mã điều khiển: có mã $00_{16} \div 1F_{16}$ và $7F_{16}$

Các mã ký tự điều khiển định dạng (điều khiển màn hình, máy in ...)	
BS	Backspace – Lùi lại một vị trí: Ký tự điều khiển con trỏ lùi lại một vị trí.
HT	Horizontal Tab - Tab ngang: Ký tự điều khiển con trỏ dịch tiếp một khoảng đã định trước.
LF	Line Feed – Xuống một dòng: Ký tự điều khiển con trỏ chuyển xuống dòng dưới.
VT	Vertical Tab – Tab đứng: Ký tự điều khiển con trỏ chuyển qua một số dòng đã định trước.
FF	Form Feed - Đẩy sang đầu trang: Ký tự điều khiển con trỏ di chuyển xuống đầu trang tiếp theo.
CR	Carriage Return – Về đầu dòng: Ký tự điều khiển con trỏ di chuyển về đầu dòng hiện hành.

138

N2K-HUT

Các mã điều khiển (tiếp)

Các mã ký tự điều khiển truyền tin	
SOH	Start of Heading - Bắt đầu tiêu đề: Ký tự đánh dấu bắt đầu phần thông tin tiêu đề.
STX	Start of Text - Bắt đầu văn bản: Ký tự đánh dấu bắt đầu khối dữ liệu văn bản và cũng chính là để kết thúc phần thông tin tiêu đề.
ETX	End of Text – Kết thúc văn bản: Ký tự đánh dấu kết thúc khối dữ liệu văn bản đã được bắt đầu bằng STX.
EOT	End of Transmission - Kết thúc truyền: Chỉ ra cho bên thu biết kết thúc truyền.
ENQ	Enquiry – Hỏi: Tín hiệu yêu cầu đáp ứng từ một máy ở xa.
ACK	Acknowledge - Báo nhận: Ký tự được phát ra từ phía thu báo cho phía phát biết rằng dữ liệu đã được nhận thành công.
NAK	Negative Acknowledge - Báo phủ nhận: Ký tự được phát ra từ phía thu báo cho phía phát biết rằng việc nhận dữ liệu không thành công.
SYN	Synchronous / Idle - Đồng bộ hoá: Được sử dụng bởi hệ thống truyền đồng bộ để đồng bộ hoá quá trình truyền dữ liệu.
ETB	End of Transmission Block – Kết thúc khối truyền: Chỉ ra kết thúc khối dữ liệu được truyền.

139

N2K-HUT

Các mã điều khiển (tiếp)

Các mã ký tự điều khiển phân cách thông tin	
FS	File Separator - Ký hiệu phân cách tập tin: Đánh dấu ranh giới giữa các tập tin.
GS	Group Separator - Ký hiệu phân cách nhóm: Đánh dấu ranh giới giữa các nhóm tin (tập hợp các bản ghi).
RS	Record Separator - Ký hiệu phân cách bản ghi: Đánh dấu ranh giới giữa các bản ghi.
US	Unit Separator - Ký hiệu phân cách đơn vị: Đánh dấu ranh giới giữa các phần của bản ghi.

140

N2K-HUT

Các mã điều khiển (tiếp)

Các mã ký tự điều khiển khác	
NUL	Null - Ký tự rỗng: Được sử dụng để điền khoảng trống khi không có dữ liệu.
BEL	Bell - Chuông: Được sử dụng phát ra tiếng bip khi cần gọi sự chú ý của con người.
SO	Shift Out – Dịch ra: Chỉ ra rằng các mã tiếp theo sẽ nằm ngoài tập ký tự chuẩn cho đến khi gặp ký tự SI.
SI	Shift In – Dịch vào: Chỉ ra rằng các mã tiếp theo sẽ nằm trong tập ký tự chuẩn.
DLE	Data Link Escape - Thoát liên kết dữ liệu: Ký tự sẽ thay đổi ý nghĩa của một hoặc nhiều ký tự liên tiếp sau đó.
DC1÷DC4	Device Control - Điều khiển thiết bị : Các ký tự dùng để điều khiển các thiết bị phụ trợ.
CAN	Cancel – Huỷ bỏ: Chỉ ra rằng một số ký tự nằm trước nó cần phải bỏ qua.
EM	End of Medium – Kết thúc phương tiện: Chỉ ra ký tự ngay trước nó là ký tự cuối cùng có tác dụng với phương tiện vật lý.
SUB	Substitute – Thay thế: Được thay thế cho ký tự nào được xác định là bị lỗi.
ESC	Escape – Thoát: Ký tự được dùng để cung cấp các mã mở rộng bằng cách kết hợp với ký tự sau đó.
DEL	Delete – Xóa: Dùng để xóa các ký tự không mong muốn.

141

N2K-HUT

Các ký tự mở rộng

- Các ký tự mở rộng được định nghĩa bởi:
 - nhà chế tạo máy tính
 - người phát triển phần mềm.
- Ví dụ:
 - Bộ mã ký tự mở rộng của IBM → IBM-PC.
 - Bộ mã ký tự mở rộng của Apple → Macintosh.
 - Có thể thay đổi các ký tự mở rộng để mã hoá cho các ký tự riêng của tiếng Việt, ví dụ như **bộ mã TCVN3**.

142

N2K-HUT

2. Bộ mã hợp nhất: Unicode

- Do các hãng máy tính hàng đầu thiết kế
- Bộ mã 16-bit
- Bộ mã đa ngôn ngữ
- Có hỗ trợ các ký tự tiếng Việt

143

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 4

BỘ XỬ LÝ TRUNG TÂM

(Central Processing Unit - CPU)

Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

144

N2K-HUT

Nội dung của chương 4

- 4.1. Cấu trúc cơ bản của CPU
- 4.2. Tập lệnh
- 4.3. Hoạt động của CPU
- 4.4. Kiến trúc của các bộ xử lý tiên tiến
- 4.5. Kiến trúc Intel

145

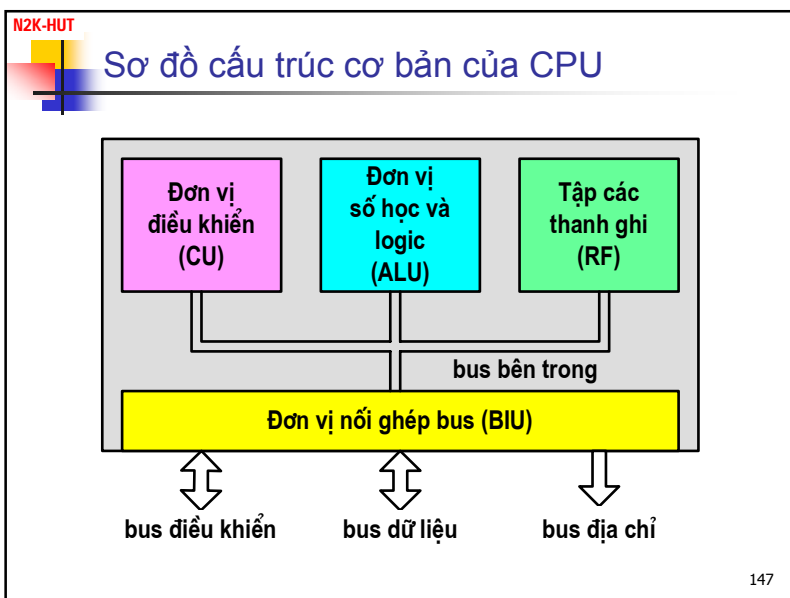
N2K-HUT

4.1. Cấu trúc cơ bản của CPU

1. Nhiệm vụ và cấu trúc của CPU

- **Nhiệm vụ của CPU:**
 - Nhận lệnh (Fetch Instruction): CPU đọc lệnh từ bộ nhớ.
 - Giải mã lệnh (Decode Instruction): xác định thao tác mà lệnh yêu cầu.
 - Nhận dữ liệu (Fetch Data): nhận dữ liệu từ bộ nhớ hoặc các cổng vào-ra.
 - Xử lý dữ liệu (Process Data): thực hiện phép toán số học hay phép toán logic với các dữ liệu.
 - Ghi dữ liệu (Write Data): ghi dữ liệu ra bộ nhớ hay cổng vào-ra

146

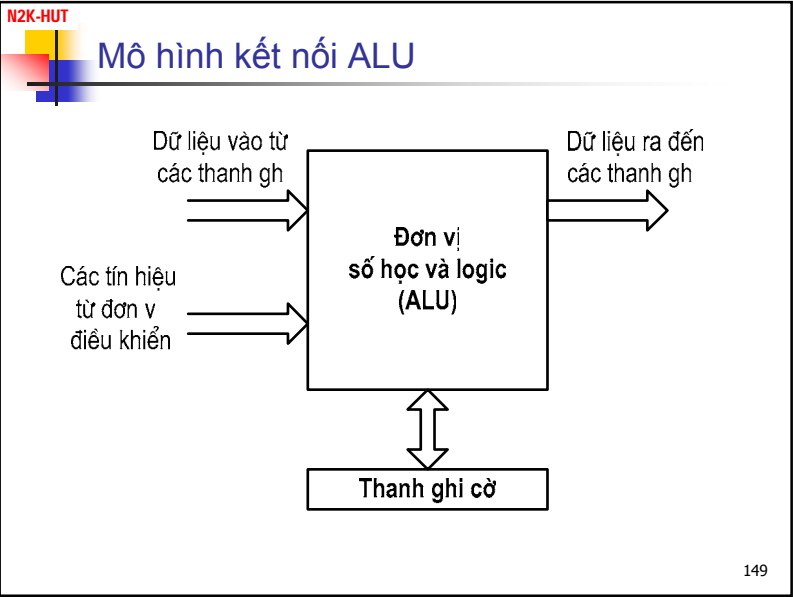


N2K-HUT

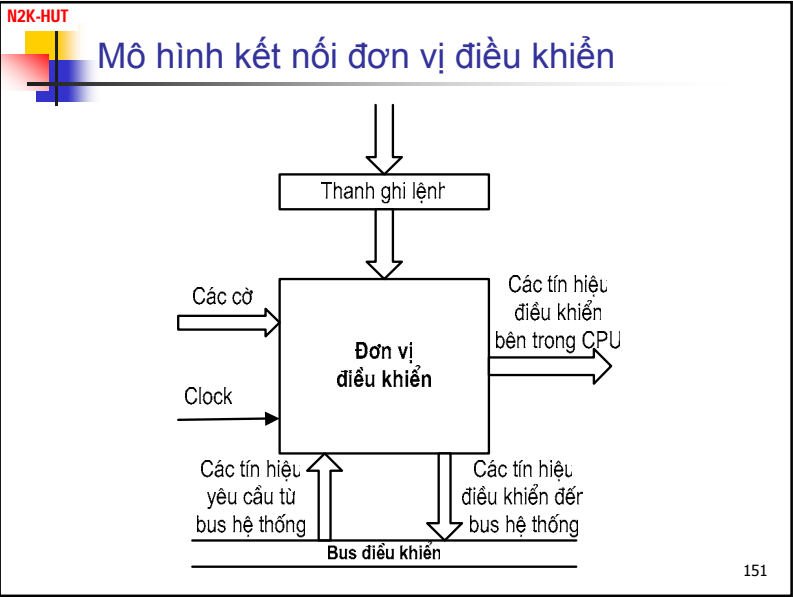
2. Đơn vị số học và logic

- **Chức năng:** Thực hiện các phép toán số học và phép toán logic:
 - Số học: cộng, trừ, nhân, chia, tăng, giảm, đảo dấu
 - Logic: AND, OR, XOR, NOT, phép dịch bit.

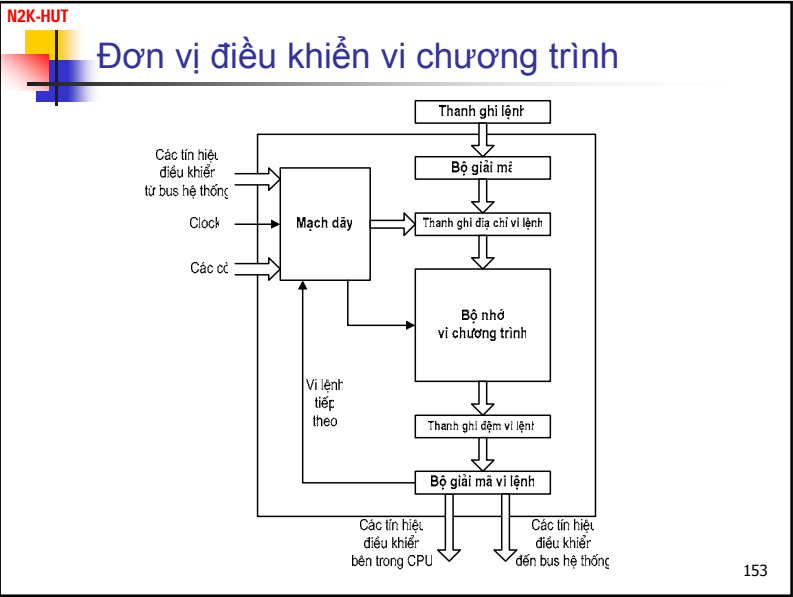
148



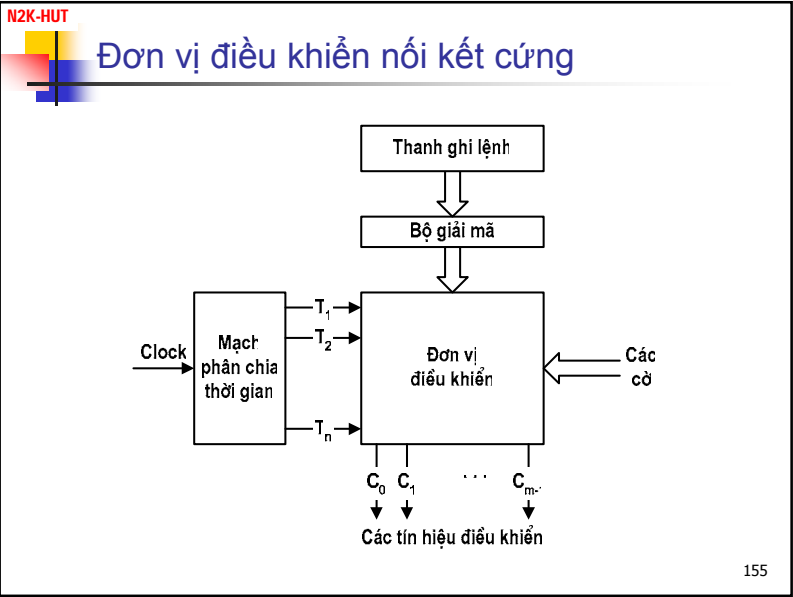
- N2K-HUT**
- ### 3. Đơn vị điều khiển
- Chức năng
 - Điều khiển nhận lệnh từ bộ nhớ đưa vào thanh ghi lệnh
 - Tăng nội dung của PC để trở sang lệnh kế tiếp
 - Giải mã lệnh đã được nhận để xác định thao tác mà lệnh yêu cầu
 - Phát ra các tín hiệu điều khiển thực hiện lệnh
 - Nhận các tín hiệu yêu cầu từ bus hệ thống và đáp ứng với các yêu cầu đó.
- 150



- N2K-HUT**
- ### Các phương pháp thiết kế đơn vị điều khiển
- Đơn vị điều khiển vi chương trình (Microprogrammed Control Unit)
 - Đơn vị điều khiển nối kết cứng (Hardwired Control Unit)
- 152



- N2K-HUT**
- ### Đơn vị điều khiển vi chương trình (tiếp)
- Bộ nhớ vi chương trình (ROM) lưu trữ các vi chương trình (microprogram)
 - Một vi chương trình bao gồm các vi lệnh (microinstruction)
 - Mỗi vi lệnh mã hoá cho một vi thao tác (microoperation)
 - Để hoàn thành một lệnh cần thực hiện một hoặc một vài vi chương trình
 - Tốc độ chậm
- 154



- N2K-HUT**
- ### Đơn vị điều khiển nối kết cứng (tiếp)
- Sử dụng mạch cứng để giải mã và tạo các tín hiệu điều khiển thực hiện lệnh
 - Tốc độ nhanh
 - Đơn vị điều khiển phức tạp
- 156

N2K-HUT

4. Tập thanh ghi

- Chức năng và đặc điểm:
 - Tập hợp các thanh ghi nằm trong CPU
 - Chứa các thông tin tạm thời phục vụ cho hoạt động ở thời điểm hiện tại của CPU
 - Được coi là mức đầu tiên của hệ thống nhớ
 - Tùy thuộc vào bộ xử lý cụ thể
 - Số lượng thanh ghi nhiều → tăng hiệu năng của CPU
 - Có hai loại thanh ghi:
 - Các thanh ghi lập trình được
 - Các thanh ghi không lập trình được

157

N2K-HUT

Một số thanh ghi điển hình

- Các thanh ghi địa chỉ
 - Bộ đếm chương trình PC (Program Counter)
 - Con trỏ dữ liệu DP (Data Pointer)
 - Con trỏ ngăn xếp SP (Stack Pointer)
 - Thanh ghi cơ sở và thanh ghi chỉ số (Base Register & Index Register)
- Các thanh ghi dữ liệu
- Thanh ghi trạng thái

158

N2K-HUT

Bộ đếm chương trình PC

- Còn được gọi là con trỏ lệnh IP (Instruction Pointer)
- Giữ địa chỉ của lệnh tiếp theo sẽ được nhận vào.
- Sau khi một lệnh được nhận vào, nội dung PC tự động tăng để trở sang lệnh kế tiếp.

159

N2K-HUT

Minh họa bộ đếm chương trình

160

N2K-HUT

Thanh ghi con trỏ dữ liệu

- Chứa địa chỉ của ngăn nhớ dữ liệu mà CPU muốn truy nhập
- Thường có một số thanh ghi con trỏ dữ liệu

161

N2K-HUT

Minh họa thanh ghi con trỏ dữ liệu

The diagram illustrates a vertical stack of memory cells. From top to bottom, the cells are labeled: 'Dữ liệu', 'Dữ liệu', 'Dữ liệu', 'Dữ liệu cần đọc/ghi', 'Dữ liệu', 'Dữ liệu', 'Dữ liệu', and 'Dữ liệu'. A box labeled 'DP' (Data Pointer) has an arrow pointing to the fourth cell from the top, which is labeled 'Dữ liệu cần đọc/ghi'.

162

N2K-HUT

Ngăn xếp (Stack)

- Ngăn xếp là vùng nhớ có cấu trúc LIFO (Last In - First Out)
- Ngăn xếp thường dùng để phục vụ cho chương trình con
- Đáy ngăn xếp là một ngăn nhớ xác định
- Đỉnh ngăn xếp là thông tin nằm ở vị trí trên cùng trong ngăn xếp
- Đỉnh ngăn xếp có thể bị thay đổi

163

N2K-HUT

Con trỏ ngăn xếp SP (Stack Pointer)

- SP chứa địa chỉ của ngăn nhớ đỉnh ngăn xếp
- Khi cất một thông tin vào ngăn xếp:
 - Nội dung của SP tự động giảm
 - Thông tin được cất vào ngăn nhớ được trỏ bởi SP
- Khi lấy một thông tin ra khỏi ngăn xếp:
 - Thông tin được đọc từ ngăn nhớ được trỏ bởi SP
 - Nội dung của SP tự động tăng
- Khi ngăn xếp rỗng, SP trở vào đáy

164

N2K-HUT

Minh họa con trỏ ngăn xếp SP

The diagram illustrates a vertical stack of memory cells. The top cell is labeled 'Đỉnh Stack' (Top of Stack) and the bottom cell is labeled 'Đáy Stack' (Bottom of Stack). A box labeled 'SP' (Stack Pointer) has a dashed arrow pointing to the 'Đỉnh Stack' cell, indicating its current position.

165

N2K-HUT

Thanh ghi cơ sở và thanh ghi chỉ số

- Thanh ghi cơ sở: chứa địa chỉ của ngăn nhớ cơ sở (địa chỉ cơ sở)
- Thanh ghi chỉ số: chứa độ lệch địa chỉ giữa ngăn nhớ mà CPU cần truy nhập so với ngăn nhớ cơ sở (chỉ số)
- Địa chỉ của ngăn nhớ cần truy nhập = địa chỉ cơ sở + chỉ số

166

N2K-HUT

Minh họa thanh ghi cơ sở và thanh ghi chỉ số

The diagram shows a vertical stack of memory cells. The top cell is labeled 'Ngăn nhớ cơ sở' (Base Memory) and the bottom cell is labeled 'Ngăn nhớ cần truy nhập' (Memory to be accessed). A box labeled 'Thanh ghi cơ sở' (Base Register) has an arrow pointing to the 'Ngăn nhớ cơ sở' cell. A box labeled 'Thanh ghi chỉ số' (Index Register) has an arrow pointing to the 'Ngăn nhớ cần truy nhập' cell. A vertical double-headed arrow between these two boxes indicates the offset between the base and the target memory location.

167

N2K-HUT

Các thanh ghi dữ liệu

- Chứa các dữ liệu tạm thời hoặc các kết quả trung gian
- Cần có nhiều thanh ghi dữ liệu
- Các thanh ghi số nguyên: 8, 16, 32, 64 bit
- Các thanh ghi số dấu phẩy động

168

N2K-HUT

Thanh ghi trạng thái (Status Register)

- Còn gọi là thanh ghi cờ (Flag Register)
- Chứa các thông tin trạng thái của CPU
 - Các cờ phép toán: báo hiệu trạng thái của kết quả phép toán
 - Các cờ điều khiển: biểu thị trạng thái điều khiển của CPU

169

N2K-HUT

Ví dụ cờ phép toán

- Cờ Zero (cờ rỗng): được thiết lập lên 1 khi kết quả của phép toán bằng 0.
- Cờ Sign (cờ dấu): được thiết lập lên 1 khi kết quả phép toán nhỏ hơn 0
- Cờ Carry (cờ nhớ): được thiết lập lên 1 nếu phép toán có nhớ ra ngoài bit cao nhất → cờ báo tràn với số không dấu.
- Cờ Overflow (cờ tràn): được thiết lập lên 1 nếu cộng hai số nguyên cùng dấu mà kết quả có dấu ngược lại → cờ báo tràn với số có dấu .

170

N2K-HUT

Ví dụ cờ điều khiển

- Cờ Interrupt (Cờ cho phép ngắt):
 - Nếu $IF = 1$ → CPU ở trạng thái cho phép ngắt với tín hiệu yêu cầu ngắt từ bên ngoài gửi tới
 - Nếu $IF = 0$ → CPU ở trạng thái cấm ngắt với tín hiệu yêu cầu ngắt từ bên ngoài gửi tới

171

N2K-HUT

4.2. Tập lệnh

1. Giới thiệu chung về tập lệnh

- Mỗi bộ xử lý có một tập lệnh xác định
- Tập lệnh thường có hàng chục đến hàng trăm lệnh
- Mỗi lệnh là một chuỗi số nhị phân mà bộ xử lý hiểu được để thực hiện một thao tác xác định.
- Các lệnh được mô tả bằng các ký hiệu gọi nhớ → chính là các lệnh của hợp ngữ

172

N2K-HUT

Các thành phần của lệnh máy

Mã thao tác	Địa chỉ của các toán hạng
-------------	---------------------------

- Mã thao tác (operation code → opcode): mã hóa cho thao tác mà bộ xử lý phải thực hiện
- Địa chỉ toán hạng: chỉ ra nơi chứa các toán hạng mà thao tác sẽ tác động
 - Toán hạng nguồn: dữ liệu vào của thao tác
 - Toán hạng đích: dữ liệu ra của thao tác

173

N2K-HUT

2. Các kiểu thao tác

- Chuyển dữ liệu
- Xử lý số học với số nguyên
- Xử lý logic
- Điều khiển vào-ra
- Chuyển điều khiển (rẽ nhánh)
- Điều khiển hệ thống
- Xử lý số dấu phẩy động
- Xử lý các dữ liệu chuyên dụng

174

N2K-HUT

Các lệnh chuyển dữ liệu

- MOVE** Copy dữ liệu từ nguồn đến đích
- LOAD** Nạp dữ liệu từ bộ nhớ đến bộ xử lý
- STORE** cất dữ liệu từ bộ xử lý đến bộ nhớ
- EXCHANGE** Trao đổi nội dung của nguồn và đích
- CLEAR** Chuyển các bit 0 vào toán hạng đích
- SET** Chuyển các bit 1 vào toán hạng đích
- PUSH** Cất nội dung toán hạng nguồn vào ngăn xếp
- POP** Lấy nội dung đỉnh ngăn xếp đưa đến toán hạng đích

175

N2K-HUT

Các lệnh số học

- ADD** Cộng hai toán hạng
- SUBTRACT** Trừ hai toán hạng
- MULTIPLY** Nhân hai toán hạng
- DIVIDE** Chia hai toán hạng
- ABSOLUTE** Lấy trị tuyệt đối toán hạng
- NEGATE** Đổi dấu toán hạng (lấy bù 2)
- INCREMENT** Tăng toán hạng thêm 1
- DECREMENT** Giảm toán hạng đi 1
- COMPARE** Trừ hai toán hạng để lập cờ

176

N2K-HUT

Các lệnh logic

- **AND** Thực hiện phép AND hai toán hạng
- **OR** Thực hiện phép OR hai toán hạng
- **XOR** Thực hiện phép XOR hai toán hạng
- **NOT** Đảo bit của toán hạng (lấy bù 1)
- **TEST** Thực hiện phép AND hai toán hạng để lập cờ

177

N2K-HUT

Các lệnh logic (tiếp)

- **SHIFT** Dịch trái (phải) toán hạng
- **ROTATE** Quay trái (phải) toán hạng

178

N2K-HUT

Các lệnh vào ra chuyên dụng

- **INPUT** Copy dữ liệu từ một cổng xác định đến đích
- **OUTPUT** Copy dữ liệu từ nguồn đến một cổng xác định

179

N2K-HUT

Các lệnh chuyển điều khiển

- **JUMP (BRANCH)** Lệnh nhảy không điều kiện:
 - nạp vào PC một địa chỉ xác định
- **JUMP CONDITIONAL** Lệnh nhảy có điều kiện:
 - điều kiện đúng → nạp vào PC một địa chỉ xác định
 - điều kiện sai → không làm gì cả
- **CALL** Lệnh gọi chương trình con:
 - cất nội dung của PC (địa chỉ trở về) ra một vị trí xác định (thường ở Stack)
 - Nạp vào PC địa chỉ của lệnh đầu tiên của chương trình con
- **RETURN** Lệnh trở về từ chương trình con:
 - Khôi phục địa chỉ trở về trả lại cho PC để trở về chương trình chính

180

N2K-HUT

Các lệnh điều khiển hệ thống

- HALT Dừng thực hiện chương trình
- WAIT Tạm dừng thực hiện chương trình, lập kiểm tra điều kiện cho đến khi thoả mãn thì tiếp tục thực hiện
- NO OPERATION Không thực hiện gì cả
- LOCK Cấm không cho xin chuyển nhượng bus
- UNLOCK Cho phép xin chuyển nhượng bus

181

N2K-HUT

3. Các phương pháp định địa chỉ (addressing modes)

Khái niệm về định địa chỉ (addressing)

- Toán hạng của lệnh có thể là:
 - Một giá trị cụ thể nằm ngay trong lệnh
 - Nội dung của thanh ghi
 - Nội dung của ngăn nhớ hoặc cổng vào-ra
- Phương pháp định địa chỉ là cách thức địa chỉ hóa trong trường địa chỉ của lệnh để xác định toán hạng

182

N2K-HUT

Các phương pháp định địa chỉ thông dụng

- Định địa chỉ tức thì
- Định địa chỉ thanh ghi
- Định địa chỉ trực tiếp
- Định địa chỉ gián tiếp qua thanh ghi
- Định địa chỉ gián tiếp
- Định địa chỉ dịch chuyển

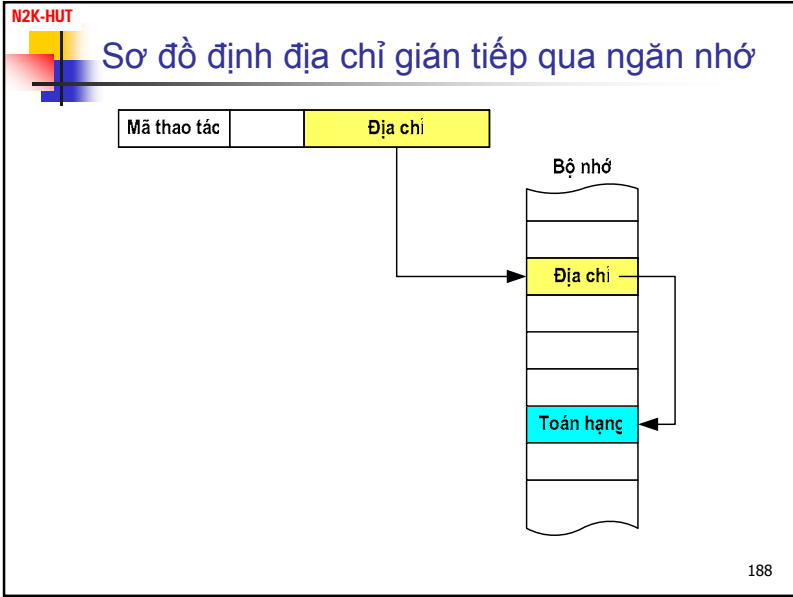
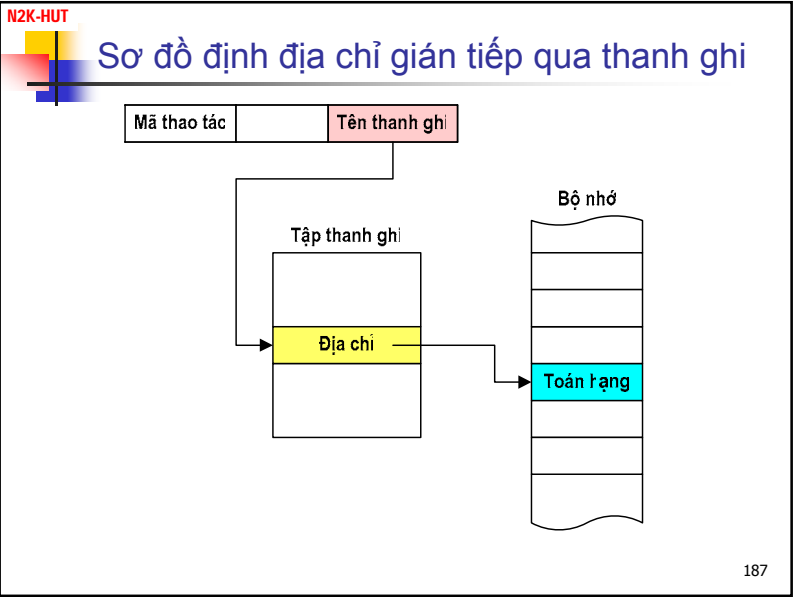
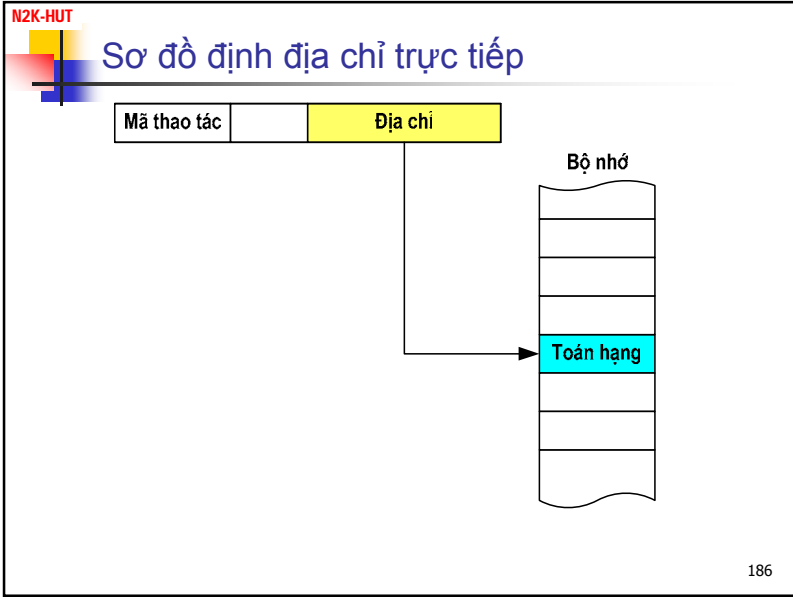
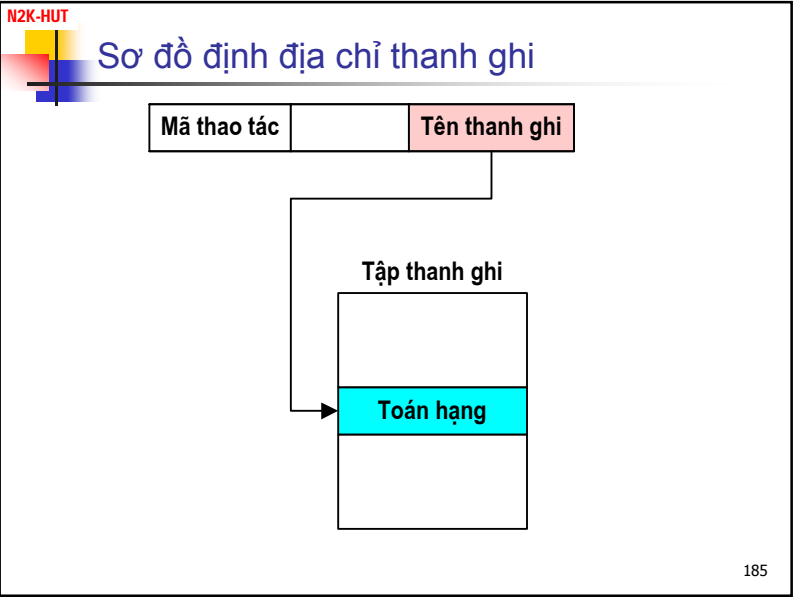
183

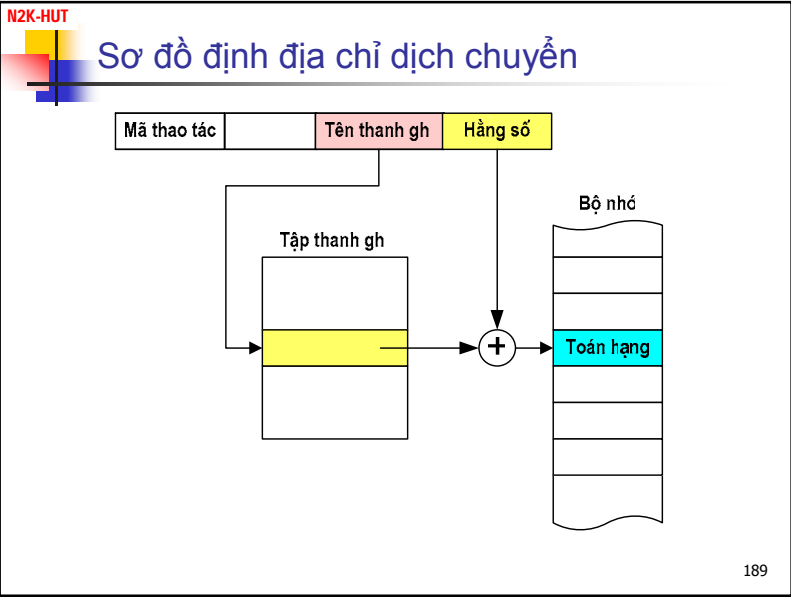
N2K-HUT

Sơ đồ định địa chỉ tức thì

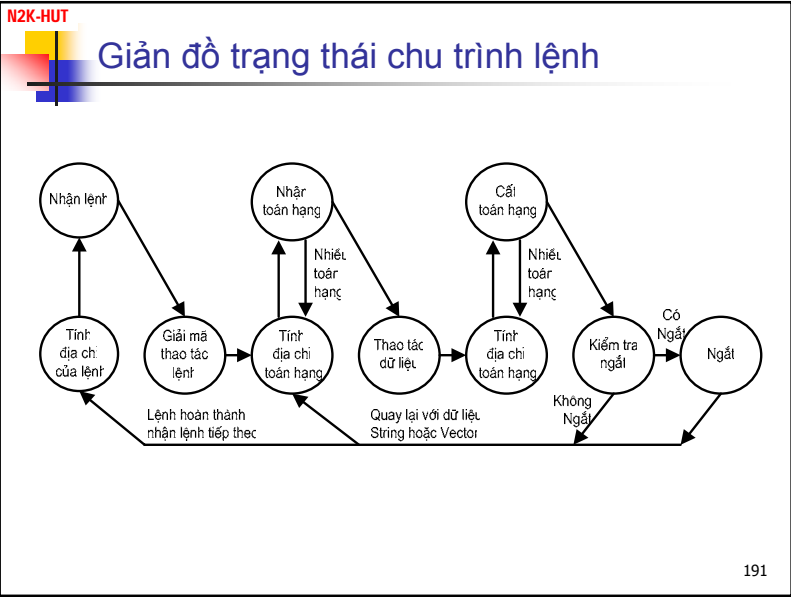
Mã thao tác		Toán hạng
-------------	--	-----------

184

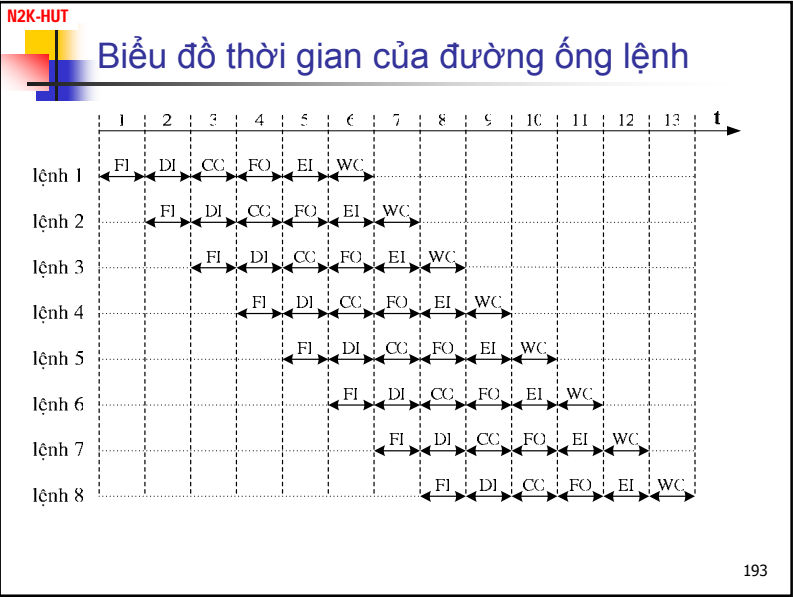




- N2K-HUT
- ### 4.3. Hoạt động của CPU
- #### 1. Chu trình lệnh
- Nhận lệnh
 - Giải mã lệnh
 - Nhận toán hạng
 - Thực hiện lệnh
 - Cất toán hạng
 - Ngắt
- 190

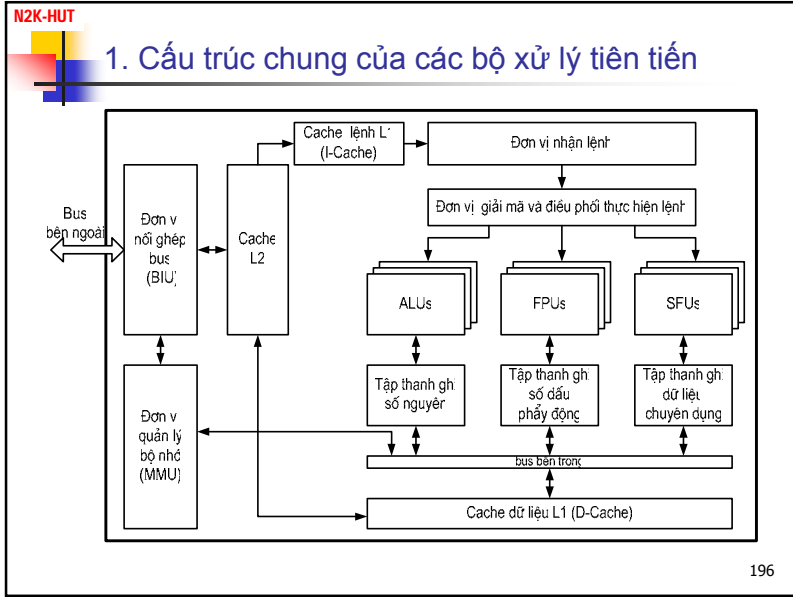


- N2K-HUT
- ### 2. Đường ống lệnh (Instruction Pipelining)
- Chia chu trình lệnh thành các công đoạn và cho phép thực hiện gối lên nhau (như dây chuyền lắp ráp)
 - Chặng hạn có 6 công đoạn:
 - Nhận lệnh (Fetch Instruction - FI)
 - Giải mã lệnh (Decode Instruction - DI)
 - Tính địa chỉ toán hạng (Calculate Operand Address - CO)
 - Nhận toán hạng (Fetch Operands - FO)
 - Thực hiện lệnh (Execute Instruction - EI)
 - Ghi toán hạng (Write Operands - WO)
- 192



- N2K-HUT**
- ### Các xung đột của đường ống lệnh
- Xung đột cấu trúc: do nhiều công đoạn dùng chung một tài nguyên
 - Xung đột dữ liệu: lệnh sau sử dụng dữ liệu kết quả của lệnh trước
 - Xung đột điều khiển: do rẽ nhánh gây ra
- 194

- N2K-HUT**
- ### 4.4. Các kỹ thuật tiên tiến của bộ xử lý
- Cấu trúc chung của các bộ xử lý tiên tiến
 - Các kiến trúc song song mức lệnh
 - Kiến trúc RISC
- 195



N2K-HUT

Các đơn vị xử lý dữ liệu

- Các đơn vị số nguyên
- Các đơn vị số dấu phẩy động
- Các đơn vị chức năng đặc biệt
 - Đơn vị xử lý dữ liệu âm thanh
 - Đơn vị xử lý dữ liệu hình ảnh
 - Đơn vị xử lý dữ liệu vector

197

N2K-HUT

Bộ nhớ cache

- Được tích hợp trên chip vi xử lý
- Bao gồm hai mức cache:
 - Cache L1 gồm hai phần tách rời:
 - Cache lệnh
 - Cache dữ liệu
 → giải quyết xung đột khi nhận lệnh và dữ liệu
 - Cache L2: chung cho lệnh và dữ liệu

198

N2K-HUT

Đơn vị quản lý bộ nhớ

- Chuyển đổi địa chỉ ảo thành địa chỉ vật lý
- Cung cấp cơ chế phân trang/phân đoạn
- Cung cấp chế độ bảo vệ bộ nhớ

199

N2K-HUT

2. Các kiến trúc song song mức lệnh

- Siêu đường ống (Superpipeline & Hyperpipeline)
- Siêu vô hướng (Superscalar)
- VLIW (Very Long Instruction Word)

200

N2K-HUT

Superpipeline

Lệnh 1: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 2: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 3: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 4: F, DI, CO, FO, EI, WO

201

N2K-HUT

Superscalar

Lệnh 1: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 2: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 3: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 4: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 5: F, DI, CO, FO, EI, WO

Lệnh 6: F, DI, CO, FO, EI, WO

202

N2K-HUT

VLIW (Very Long Instruction Word)

Từ lệnh thông thường

Opcode	Operands
--------	----------

Từ lệnh dài

Opcode 1	Opcode 2	Opcode 3	Operands	Operands	Operands
----------	----------	----------	----------	----------	----------

203

N2K-HUT

3. RISC

- CISC và RISC
 - CISC → Complex Instruction Set Computer:
 - Máy tính với tập lệnh phức tạp
 - Các bộ xử lý truyền thống: x86, 680x0
 - RISC → Reduced Instruction Set Computer:
 - Máy tính với tập lệnh rút gọn
 - RISC đối nghịch với CISC

204

N2K-HUT

Các đặc trưng của RISC

- Số lượng lệnh ít
- Hầu hết các lệnh truy nhập toán hạng ở các thanh ghi
- Truy nhập bộ nhớ bằng các lệnh LOAD/STORE
- Thời gian thực hiện lệnh là một chu kỳ máy
- Các lệnh có độ dài cố định (32 bit)

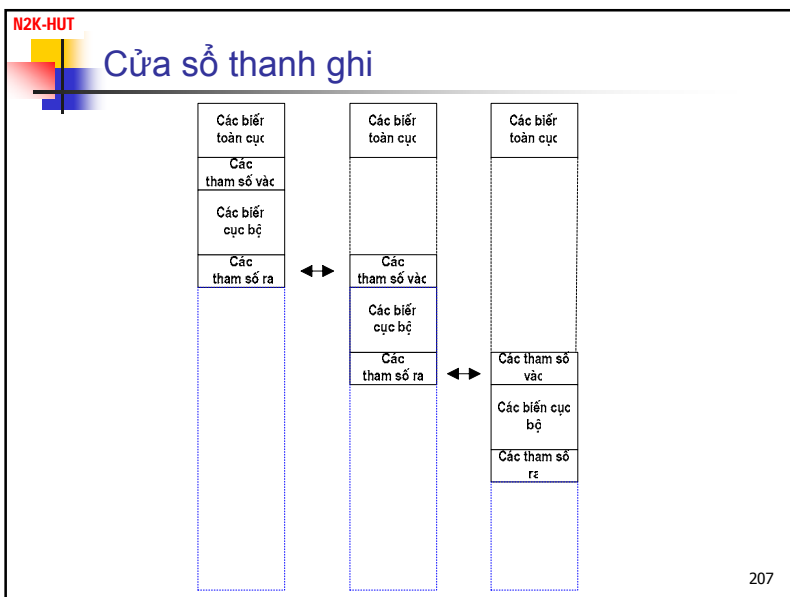
205

N2K-HUT

Các đặc trưng của RISC (tiếp)

- Số lượng khuôn dạng lệnh là ít (≤ 4)
- CPU có tập thanh ghi lớn
- Có ít mode địa chỉ (≤ 4)
- Hỗ trợ các thao tác của ngôn ngữ bậc cao
- Luôn được thiết kế kiểu pipeline lệnh

206



N2K-HUT

4.5. Kiến trúc Intel

- Kiến trúc 4-bit: 4004
- Kiến trúc 8-bit: 8008, 8080, 8085
- Kiến trúc 16-bit: 8086/8088, 80186, 80286
- Kiến trúc 32-bit: 80386, 80486, Pentium, Pentium II, Celeron, Pentium III, Pentium 4
- Kiến trúc 64-bit: Itanium
- 128 bit ?

208

N2K-HUT

1. Kiến trúc 16-bit (IA-16)

- Các thanh ghi bên trong: 16-bit
- Xử lý các phép toán số nguyên với 16-bit
- Quản lý bộ nhớ theo đoạn 64KBytes
- Mở đầu cho dòng máy tính IBM-PC

209

N2K-HUT

2. Kiến trúc 32-bit (IA-32)

- Các thanh ghi bên trong: 32-bit
- Xử lý các phép toán số nguyên với 32-bit
- Có ba chế độ làm việc:
 - Chế độ 8086 thực (Real 8086 mode): làm việc như một bộ xử lý 8086
 - Chế độ 8086 ảo (Virtual 8086 mode): làm việc như nhiều bộ xử lý 8086 (đa nhiệm 16-bit)
 - Chế độ bảo vệ (Protected mode)
 - đa nhiệm 32-bit
 - quản lý bộ nhớ ảo
- Xử lý các phép toán số dấu phẩy động (từ 80486)

210

N2K-HUT

3. Kiến trúc 64-bit (IA-64)

- Các thanh ghi bên trong: 64-bit
- Xử lý các phép toán số nguyên với 64-bit
- Xử lý các phép toán số dấu phẩy động
- Không tương thích phần cứng với các bộ xử lý trước đó
- Tương thích phần mềm bằng cách giả lập môi trường

211

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 5

BỘ NHỚ MÁY TÍNH

Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

212

N2K-HUT

Nội dung của chương 5

- 5.1. Tổng quan về hệ thống nhớ
- 5.2. Bộ nhớ bán dẫn
- 5.3. Bộ nhớ chính
- 5.4. Bộ nhớ cache
- 5.5. Bộ nhớ ngoài
- 5.6. Bộ nhớ ảo
- 5.7. Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân

213

N2K-HUT

5.1. Tổng quan về hệ thống nhớ

1. Các đặc trưng của hệ thống nhớ

- Vị trí
 - Bên trong CPU:
 - tập thanh ghi
 - Bộ nhớ trong:
 - bộ nhớ chính
 - bộ nhớ cache
 - Bộ nhớ ngoài: các thiết bị nhớ
- Dung lượng
 - Độ dài từ nhớ (tính bằng bit)
 - Số lượng từ nhớ

214

N2K-HUT

Các đặc trưng của hệ thống nhớ (tiếp)

- Đơn vị truyền
 - Từ nhớ
 - Khối nhớ
- Phương pháp truy nhập
 - Truy nhập tuần tự (băng từ)
 - Truy nhập trực tiếp (các loại đĩa)
 - Truy nhập ngẫu nhiên (bộ nhớ bán dẫn)
 - Truy nhập liên kết (cache)

215

N2K-HUT

Các đặc trưng của hệ thống nhớ (tiếp)

- Hiệu năng (performance)
 - Thời gian truy nhập
 - Chu kỳ nhớ
 - Tốc độ truyền
- Kiểu vật lý
 - Bộ nhớ bán dẫn
 - Bộ nhớ từ
 - Bộ nhớ quang

216

N2K-HUT

Các đặc trưng của hệ thống nhớ (tiếp)

- Các đặc tính vật lý
 - Khả biến / Không khả biến (volatile / nonvolatile)
 - Xoá được / không xoá được
- Tổ chức

217

N2K-HUT

2. Phân cấp hệ thống nhớ

The diagram illustrates the memory hierarchy. On the left, the CPU contains Registers (Tập thanh ghi), L1 Cache (Bộ nhớ Cache L1), and L2 Cache (Bộ nhớ Cache L2). These are connected to Main Memory (Bộ nhớ chính), which is connected to External Memory (Bộ nhớ ngoài). External memory is represented by a stack of documents labeled 'Bộ nhớ mạng' (Network memory).

Từ trái sang phải:

- dung lượng tăng dần
- tốc độ giảm dần
- giá thành/1bit giảm dần

218

N2K-HUT

3. Phát hiện và hiệu chỉnh lỗi trong bộ nhớ

- Nguyên tắc chung: cần tạo ra và lưu trữ thêm thông tin dư thừa.
- Từ dữ liệu cần ghi vào bộ nhớ: m bit
- Cần tạo ra và lưu trữ từ mã: k bit
→ Lưu trữ $(m+k)$ bit
- Khi đọc ra có các khả năng sau:
 - Không phát hiện thấy dữ liệu lỗi
 - Phát hiện thấy dữ liệu lỗi và có thể hiệu chỉnh dữ liệu thành đúng
 - Phát hiện thấy lỗi nhưng không có khả năng hiệu chỉnh → cần phát ra tín hiệu báo lỗi.

219

N2K-HUT

Sơ đồ phát hiện và hiệu chỉnh lỗi

The flowchart shows the error detection and correction process. It starts with 'Dữ liệu vào' (Input data) of m bits entering a 'Bộ nhớ' (Memory) block. A 'Bộ tạo mã' (Code generator) block takes the m bits and produces a k bit code. This code is stored in the memory along with the data. When data is read, it goes to another 'Bộ tạo mã' block, which produces a k bit code. This code is compared with the stored code in a 'Bộ so sánh' (Comparator) block. The comparator outputs a 'Tín hiệu báo lỗi' (Error signal). The data and the error signal then go to a 'Bộ hiệu chỉnh và đưa dữ liệu ra' (Correction and output) block, which produces the final 'Dữ liệu ra' (Output data) of m bits.

220

N2K-HUT

Ví dụ mã sửa lỗi Hamming (m=4, k=3)

221

N2K-HUT

5.2. Bộ nhớ bán dẫn

1. Phân loại

Kiểu bộ nhớ	Tiêu chuẩn	Khả năng xoá	Cơ chế ghi	Tính khả biến
Read Only Memory (ROM)	Bộ nhớ chỉ đọc	Không xoá được	Mặt nạ	Không khả biến
Programmable ROM (PROM)				
Erasable PROM (EPROM)	Bộ nhớ hầu như chỉ đọc	bằng tia cực tím, cả chip	Bằng điện	
Electrically Erasable PROM (EEPROM)		bằng điện, mức từng byte		
Flash memory	Bộ nhớ đọc-ghi	bằng điện, từng khối	Bằng điện	Khả biến
Random Access Memory (RAM)		bằng điện, mức từng byte		

222

N2K-HUT

ROM (Read Only Memory)

- Bộ nhớ không khả biến
- Lưu trữ các thông tin sau:
 - Thư viện các chương trình con
 - Các chương trình điều khiển hệ thống (BIOS)
 - Các bảng chức năng
 - Vi chương trình

223

N2K-HUT

Các kiểu ROM

- ROM mặt nạ:
 - thông tin được ghi khi sản xuất
 - rất đắt
- PROM (Programmable ROM)
 - Cần thiết bị chuyên dụng để ghi bằng chương trình → chỉ ghi được một lần
- EPROM (Erasable PROM)
 - Cần thiết bị chuyên dụng để ghi bằng chương trình → ghi được nhiều lần
 - Trước khi ghi lại, xóa bằng tia cực tím

224

N2K-HUT

Các kiểu ROM (tiếp)

- EEPROM (Electrically Erasable PROM)
 - Có thể ghi theo từng byte
 - Xóa bằng điện
- Flash memory (Bộ nhớ cực nhanh)
 - Ghi theo khối
 - Xóa bằng điện

225

N2K-HUT

RAM (Random Access Memory)

- Bộ nhớ đọc-ghi (Read/Write Memory)
- Khả biến
- Lưu trữ thông tin tạm thời
- Có hai loại: SRAM và DRAM (Static and Dynamic)

226

N2K-HUT

SRAM (Static) – RAM tĩnh

- Các bit được lưu trữ bằng các Flip-Flop
→ thông tin ổn định
- Cấu trúc phức tạp
- Dung lượng chip nhỏ
- Tốc độ nhanh
- Đắt tiền
- Dùng làm bộ nhớ cache

227

N2K-HUT

DRAM (Dynamic) – RAM động

- Các bit được lưu trữ trên tụ điện
→ cần phải có mạch làm tươi
- Cấu trúc đơn giản
- Dung lượng lớn
- Tốc độ chậm hơn
- Rẻ tiền hơn
- Dùng làm bộ nhớ chính

228

N2K-HUT

Các DRAM tiên tiến

- Enhanced DRAM
- Cache DRAM
- Synchronous DRAM (SDRAM): làm việc được đồng bộ bởi xung clock
- DDR-SDRAM (Double Data Rate SDRAM)
- Rambus DRAM (RDRAM)

229

N2K-HUT

2. Tổ chức của chip nhớ

- Sơ đồ cơ bản của chip nhớ

230

N2K-HUT

Các tín hiệu của chip nhớ

- Các đường địa chỉ: $A_{n-1} \div A_0 \rightarrow$ có 2^n từ nhớ
- Các đường dữ liệu: $D_{m-1} \div D_0 \rightarrow$ độ dài từ nhớ = m bit
- Dung lượng chip nhớ = $2^n \times m$ bit
- Các đường điều khiển:
 - Tín hiệu chọn chip CS (Chip Select)
 - Tín hiệu điều khiển đọc OE (Output Enable)
 - Tín hiệu điều khiển ghi WE (Write Enable)

Các tín hiệu điều khiển tích cực với mức 0

231

N2K-HUT

Tổ chức của DRAM

- Dùng n đường địa chỉ dồn kênh \rightarrow cho phép truyền $2n$ bit địa chỉ
- Tín hiệu chọn địa chỉ hàng RAS (Row Address Select)
- Tín hiệu chọn địa chỉ cột CAS (Column Address Select)
- Dung lượng của DRAM = $2^{2n} \times m$ bit

232

N2K-HUT

5.3. Bộ nhớ chính

1. Các đặc trưng cơ bản

- Chứa các chương trình đang thực hiện và các dữ liệu đang được sử dụng
- Tồn tại trên mọi hệ thống máy tính
- Bao gồm các ngăn nhớ được đánh địa chỉ trực tiếp bởi CPU
- Dung lượng của bộ nhớ chính nhỏ hơn không gian địa chỉ bộ nhớ mà CPU quản lý.
- Việc quản lý logic bộ nhớ chính tùy thuộc vào hệ điều hành

233

N2K-HUT

2. Tổ chức bộ nhớ đơn xen

- Độ rộng của bus dữ liệu để trao đổi với bộ nhớ: $m = 8, 16, 32, 64, 128 \dots$ bit
- Các ngăn nhớ được tổ chức theo byte
→ tổ chức bộ nhớ vật lý khác nhau

234

N2K-HUT

$m=8\text{bit} \rightarrow$ một băng nhớ tuyến tính

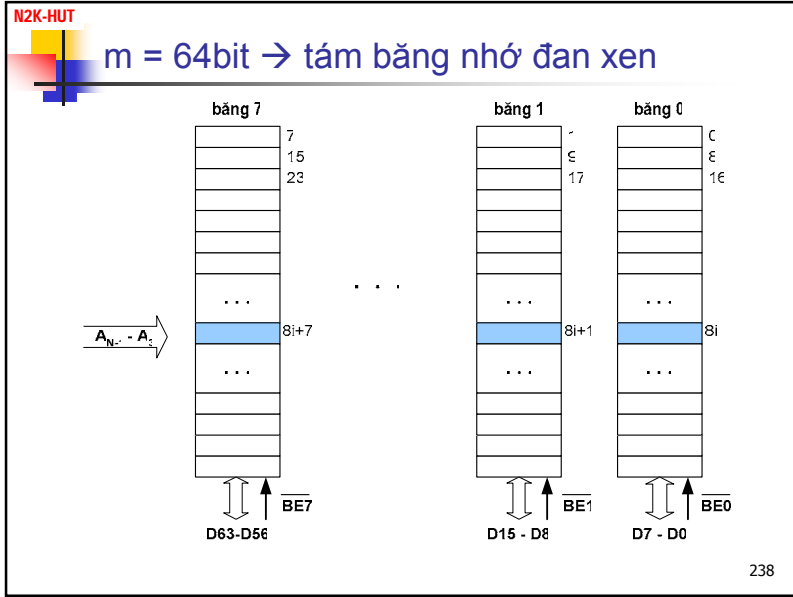
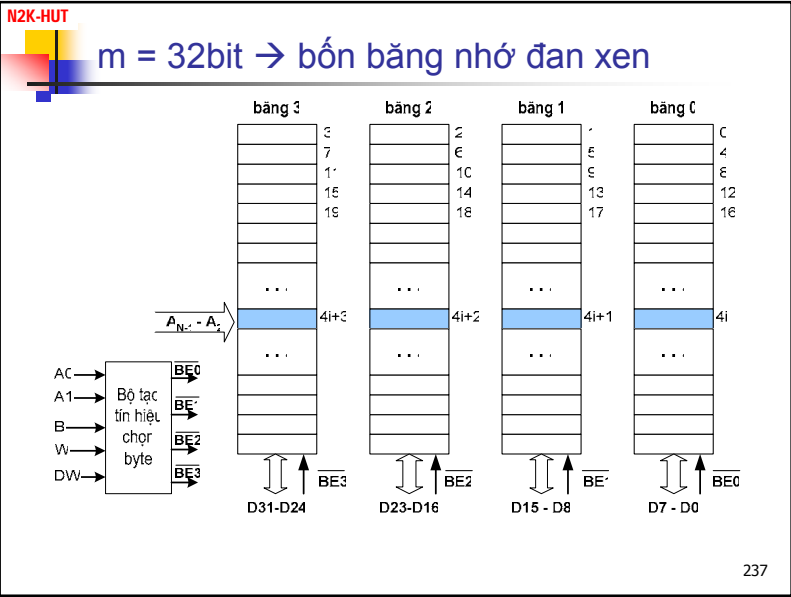
235

N2K-HUT

$m = 16\text{bit} \rightarrow$ hai băng nhớ đơn xen

BE ₁	BE ₀	Chọn byte
0	0	Chọn cả hai byte
0	1	Chọn byte cao
1	0	Chọn byte thấp
1	1	không chọn

236



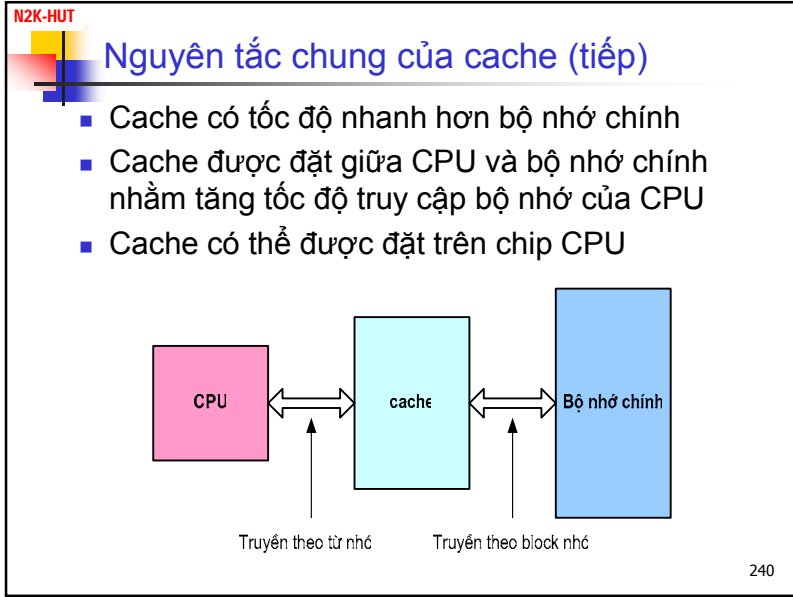
N2K-HUT

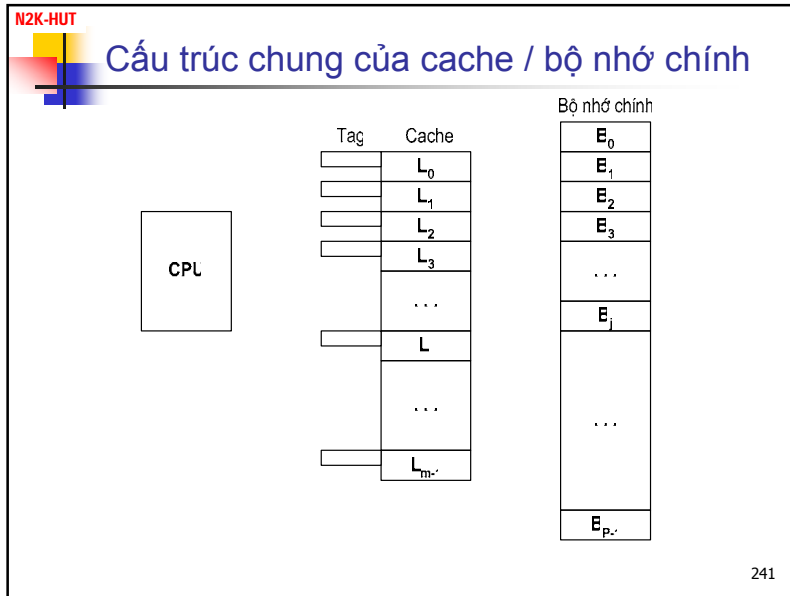
5.4. Bộ nhớ đệm nhanh (cache memory)

1. Nguyên tắc chung của cache

- Nguyên lý cục bộ hoá tham chiếu bộ nhớ: Trong một khoảng thời gian đủ nhỏ CPU thường chỉ tham chiếu các thông tin trong một khối nhớ cục bộ
- Ví dụ:
 - Cấu trúc chương trình tuần tự
 - Vòng lặp có thân nhỏ
 - Cấu trúc dữ liệu mảng

239





- N2K-HUT
- ### Cấu trúc chung của cache / bộ nhớ chính (tiếp)
- Bộ nhớ chính có 2^N byte nhớ
 - Bộ nhớ chính và cache được chia thành các khối có kích thước bằng nhau
 - Bộ nhớ chính: $B_0, B_1, B_2, \dots, B_{p-1}$ (p Blocks)
 - Bộ nhớ cache: $L_0, L_1, L_2, \dots, L_{m-1}$ (m Lines)
 - Kích thước của Block = 8,16,32,64,128 byte
- 242

- N2K-HUT
- ### Cấu trúc chung của cache / bộ nhớ chính (tiếp)
- Một số Block của bộ nhớ chính được nạp vào các Line của cache.
 - Nội dung Tag (thẻ nhớ) cho biết Block nào của bộ nhớ chính hiện đang được chứa ở Line đó.
 - Khi CPU truy nhập (đọc/ghi) một từ nhớ, có hai khả năng xảy ra:
 - Từ nhớ đó có trong cache (cache hit)
 - Từ nhớ đó không có trong cache (cache miss).
- 243

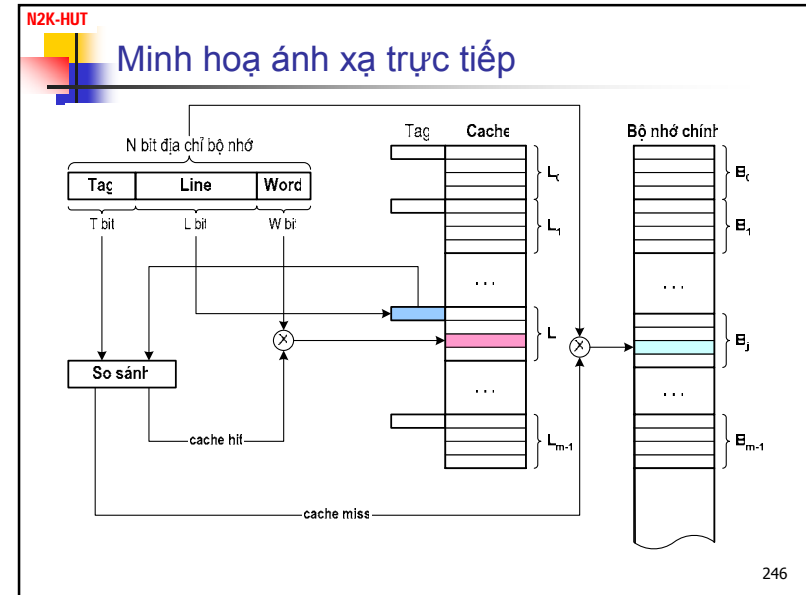
- N2K-HUT
- ### 2. Các phương pháp ánh xạ
- Ánh xạ trực tiếp
(Direct mapping)
 - Ánh xạ liên kết toàn phần
(Fully associative mapping)
 - Ánh xạ liên kết tập hợp
(Set associative mapping)
- 244

N2K-HUT

Ánh xạ trực tiếp

- Mỗi Block của bộ nhớ chính chỉ có thể được nạp vào một Line của cache:
 - $B_0 \rightarrow L_0$
 - $B_1 \rightarrow L_1$
 -
 - $B_{m-1} \rightarrow L_{m-1}$
 - $B_m \rightarrow L_0$
 - $B_{m+1} \rightarrow L_1$
 -
- Tổng quát
 - B_j chỉ có thể nạp vào $L_{j \text{ mod } m}$
 - m là số Line của cache.

245



N2K-HUT

Đặc điểm của ánh xạ trực tiếp

- Mỗi một địa chỉ N bit của bộ nhớ chính gồm ba trường:
 - Trường Word** gồm W bit xác định một từ nhớ trong Block hay Line:
 - $2^W =$ kích thước của Block hay Line
 - Trường Line** gồm L bit xác định một trong số các Line trong cache:
 - $2^L =$ số Line trong cache = m
 - Trường Tag** gồm T bit:
 - $T = N - (W+L)$
- Bộ so sánh đơn giản
- Xác suất cache hit thấp

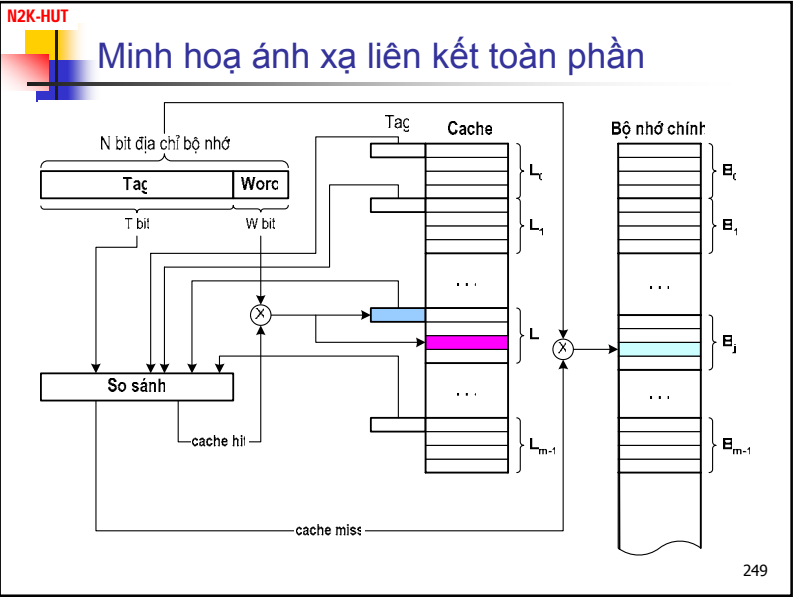
247

N2K-HUT

Ánh xạ liên kết toàn phần

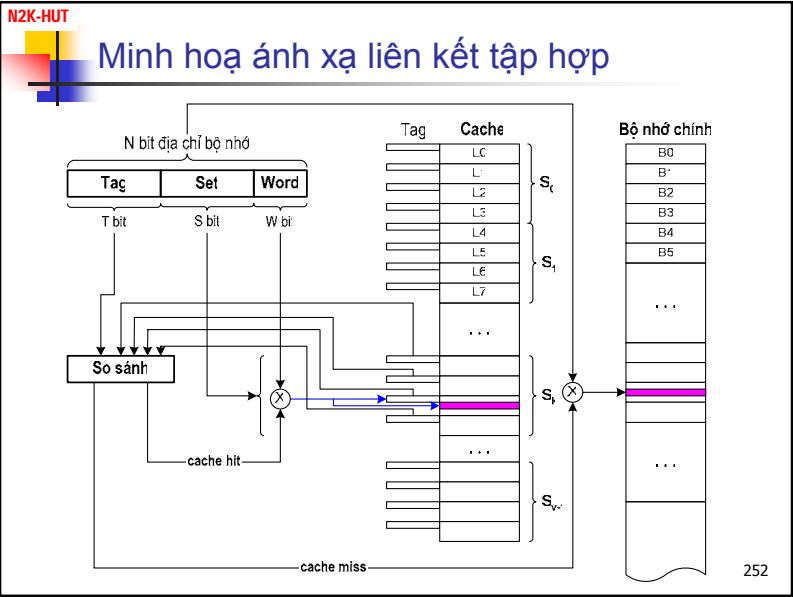
- Mỗi Block có thể nạp vào bất kỳ Line nào của cache.
- Địa chỉ của bộ nhớ chính bao gồm hai trường:
 - Trường Word giống như trường hợp ở trên.
 - Trường Tag dùng để xác định Block của bộ nhớ chính.
- Tag xác định Block đang nằm ở Line đó

248



- N2K-HUT**
- ### Đặc điểm của ánh xạ liên kết toàn phần
- So sánh đồng thời với tất cả các Tag \rightarrow mất nhiều thời gian
 - Xác suất *cache hit* cao.
 - Bộ so sánh phức tạp.
- 250

- N2K-HUT**
- ### Ánh xạ liên kết tập hợp
- Cache được chia thành các Tập (Set)
 - Mỗi một Set chứa một số Line
 - Ví dụ:
 - 4 Line/Set \rightarrow 4-way associative mapping
 - Ánh xạ theo nguyên tắc sau:
 - $B_0 \rightarrow S_0$
 - $B_1 \rightarrow S_1$
 - $B_2 \rightarrow S_2$
 -
- 251



N2K-HUT

Đặc điểm của ánh xạ liên kết tập hợp

- Kích thước *Block* = 2^W Word
- Trường *Set* có S bit dùng để xác định một trong số $V = 2^S$ *Set*
- Trường *Tag* có T bit: $T = N - (W+S)$
- Tổng quát cho cả hai phương pháp trên
- Thông thường 2,4,8,16Lines/Set

253

N2K-HUT

3. Thuật giải thay thế (1): Ánh xạ trực tiếp

- Không phải lựa chọn
- Mỗi *Block* chỉ ánh xạ vào một *Line* xác định
- Thay thế *Block* ở *Line* đó

254

N2K-HUT

Thuật giải thay thế (2): Ánh xạ liên kết

- Được thực hiện bằng phần cứng (nhanh)
- **Random**: Thay thế ngẫu nhiên
- **FIFO** (First In First Out): Thay thế *Block* nào nằm lâu nhất ở trong *Set* đó
- **LFU** (Least Frequently Used): Thay thế *Block* nào trong *Set* có số lần truy nhập ít nhất trong cùng một khoảng thời gian
- **LRU** (Least Recently Used): Thay thế *Block* ở trong *Set* tương ứng có thời gian lâu nhất không được tham chiếu tới.
- Tối ưu nhất: **LRU**

255

N2K-HUT

4. Phương pháp ghi dữ liệu khi cache hit

- Ghi xuyên qua (Write-through):
 - ghi cả cache và cả bộ nhớ chính
 - tốc độ chậm
- Ghi trả sau (Write-back):
 - chỉ ghi ra cache
 - tốc độ nhanh
 - khi *Block* trong cache bị thay thế cần phải ghi trả cả *Block* về bộ nhớ chính

256

N2K-HUT

5. Cache trên các bộ xử lý Intel

- 80486: 8KB cache L1 trên chip
- Pentium: có hai cache L1 trên chip
 - Cache lệnh = 8KB
 - Cache dữ liệu = 8KB
- Pentium 4: hai mức cache L1 và L2 trên chip
 - Cache L1:
 - mỗi cache 8KB
 - Kích thước Line = 64 byte
 - ánh xạ liên kết tập hợp 4 đường
 - cache L2
 - 256KB
 - Kích thước Line = 128 byte
 - ánh xạ liên kết tập hợp 8 đường

257

N2K-HUT

5.5. Bộ nhớ ngoài

1. Các kiểu bộ nhớ ngoài

- Băng từ
- Đĩa từ
- Đĩa quang
- Flash Disk

258

N2K-HUT

2. Đĩa từ

259

N2K-HUT

Các đặc tính đĩa từ

- Đầu từ cố định hay đầu từ di động
- Đĩa cố định hay thay đổi
- Một mặt hay hai mặt
- Một đĩa hay nhiều đĩa
- Cơ chế đầu từ
 - Tiếp xúc (đĩa mềm)
 - Không tiếp xúc

260

N2K-HUT

Đĩa mềm

- 8", 5.25", 3.5"
- Dung lượng nhỏ: chỉ tới 1.44Mbyte
- Tốc độ chậm
- Thông dụng
- Rẻ tiền
- Tương lai có thể không dùng nữa ?

261

N2K-HUT

Đĩa cứng

- Một hoặc nhiều đĩa
- Thông dụng
- Dung lượng tăng lên rất nhanh
 - 1993: 200MB
 - 2004: 30GB, 40GB
- Tốc độ đọc/ghi nhanh
- Rẻ tiền

262

N2K-HUT

RAID

- Redundant Array of Inexpensive Disks
- Redundant Array of Independent Disks
- Hệ thống nhớ dung lượng lớn

263

N2K-HUT

Đặc điểm của RAID

- Tập các đĩa cứng vật lý được OS coi như một ổ logic duy nhất → **dung lượng lớn**
- Dữ liệu được lưu trữ phân tán trên các ổ đĩa vật lý → **truy cập song song (nhanh)**
- Có thể sử dụng dung lượng dư thừa để lưu trữ các thông tin kiểm tra chẵn lẻ, cho phép khôi phục lại thông tin trong trường hợp đĩa bị hỏng → **an toàn thông tin**
- 7 loại phổ biến (RAID 0 – 6)

264

N2K-HUT

3. Đĩa quang

- CD-ROM (Compact Disk ROM)
- CD-R (Recordable CD)
- CD-RW (Rewriteable CD)
- Dung lượng thông dụng 650MB
- Ổ đĩa CD:
 - Ổ CD-ROM
 - Ổ CD-Writer: Ghi một phiên hoặc ghi nhiều phiên
 - Ổ CD-RW
- Tốc độ đọc cơ sở 150KByte/s.
- Tốc độ bội, ví dụ: 48x, 52x,...

265

N2K-HUT

3. Đĩa quang (tiếp)

- DVD
 - Digital Video Disk: chỉ dùng trên ổ đĩa xem video
 - Digital Versatile Disk: ổ trên máy tính
 - Ghi một hoặc hai mặt
 - Một hoặc hai lớp trên một mặt
 - Thông dụng: 4,7GB/lớp

266

N2K-HUT

4. Flash Disk

- Thường kết nối qua cổng USB
- Không phải dạng đĩa
- Bộ nhớ bán dẫn cực nhanh (flash memory)
- Dung lượng tăng nhanh
- Thuận tiện

267

N2K-HUT

5.6. Bộ nhớ ảo (Virtual Memory)

- Khái niệm bộ nhớ ảo: là bộ nhớ bao gồm bộ nhớ chính và bộ nhớ ngoài mà được CPU coi như là một bộ nhớ duy nhất.
- Các kỹ thuật thực hiện bộ nhớ ảo:
 - Kỹ thuật phân trang: Chia không gian địa chỉ bộ nhớ thành các trang nhớ có kích thước bằng nhau và nằm liền kề nhau
Thông dụng: kích thước trang = 4KBytes
 - Kỹ thuật phân đoạn: Chia không gian nhớ thành các đoạn nhớ có kích thước thay đổi, các đoạn nhớ có thể gối lên nhau.

268

N2K-HUT

5.7. Hệ thống nhớ trên PC hiện nay

- Bộ nhớ cache: tích hợp trên chip vi xử lý
- Bộ nhớ chính: Tồn tại dưới dạng các mô-đun nhớ RAM
 - SIMM – Single Inline Memory Module
 - 30 chân: 8 đường dữ liệu
 - 72 chân: 32 đường dữ liệu
 - DIMM – Dual Inline Memory Module
 - 168 chân: 64 đường dữ liệu
 - RIMM – Rambus DRAM

269

N2K-HUT

Hệ thống nhớ trên PC (tiếp)

- ROM BIOS chứa các chương trình sau:
 - Chương trình POST (Power On Self Test)
 - Chương trình CMOS Setup
 - Chương trình Bootstrap loader
 - Các trình điều khiển vào-ra cơ bản (BIOS)
- CMOS RAM:
 - Chứa thông tin cấu hình hệ thống
 - Đồng hồ hệ thống
 - Có pin nuôi riêng
- Video RAM: quản lý thông tin của màn hình
- Các loại bộ nhớ ngoài

270

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 6

HỆ THỐNG VÀO-RA

Nguyễn Kim Khánh

Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

271

N2K-HUT

Nội dung của chương 6

- 6.1. Tổng quan về hệ thống vào-ra
- 6.2. Các phương pháp điều khiển vào-ra
- 6.3. Nối ghép thiết bị ngoại vi
- 6.4. Các cổng vào-ra thông dụng trên PC

272

N2K-HUT

6.1. Tổng quan về hệ thống vào-ra

1. Giới thiệu chung

- Chức năng của hệ thống vào-ra: Trao đổi thông tin giữa máy tính với thế giới bên ngoài
- Các thao tác cơ bản:
 - Vào dữ liệu (Input)
 - Ra dữ liệu (Output)
- Các thành phần chính:
 - Các thiết bị ngoại vi
 - Các mô-đun vào-ra

273

N2K-HUT

Đặc điểm của vào-ra

- Tồn tại đa dạng các thiết bị ngoại vi khác nhau về:
 - Nguyên tắc hoạt động
 - Tốc độ
 - Khuôn dạng dữ liệu
- Tất cả các thiết bị ngoại vi đều chậm hơn CPU và RAM

→ Cần có các mô-đun vào-ra để nối ghép các thiết bị ngoại vi với CPU và bộ nhớ chính

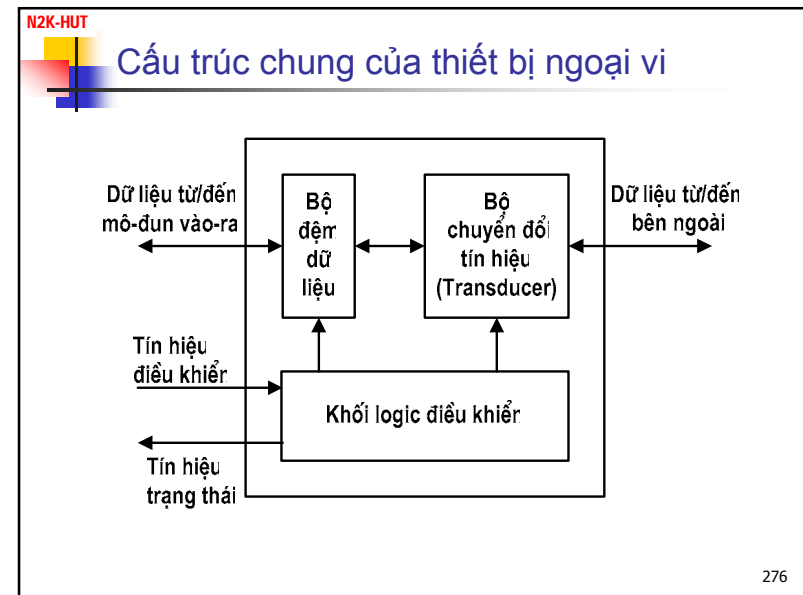
274

N2K-HUT

2. Các thiết bị ngoại vi

- Chức năng: chuyển đổi dữ liệu giữa bên trong và bên ngoài máy tính
- Phân loại:
 - Thiết bị ngoại vi giao tiếp người-máy: Bàn phím, Màn hình, Máy in,...
 - Thiết bị ngoại vi giao tiếp máy-máy: gồm các thiết bị theo dõi và kiểm tra
 - Thiết bị ngoại vi truyền thông: Modem, Network Interface Card (NIC)

275



N2K-HUT

Các thành phần của thiết bị ngoại vi

- Bộ chuyển đổi tín hiệu: chuyển đổi dữ liệu giữa bên ngoài và bên trong máy tính
- Bộ đệm dữ liệu: đệm dữ liệu khi truyền giữa mô-đun vào-ra và thiết bị ngoại vi
- Khối logic điều khiển: điều khiển hoạt động của thiết bị ngoại vi đáp ứng theo yêu cầu từ mô-đun vào-ra

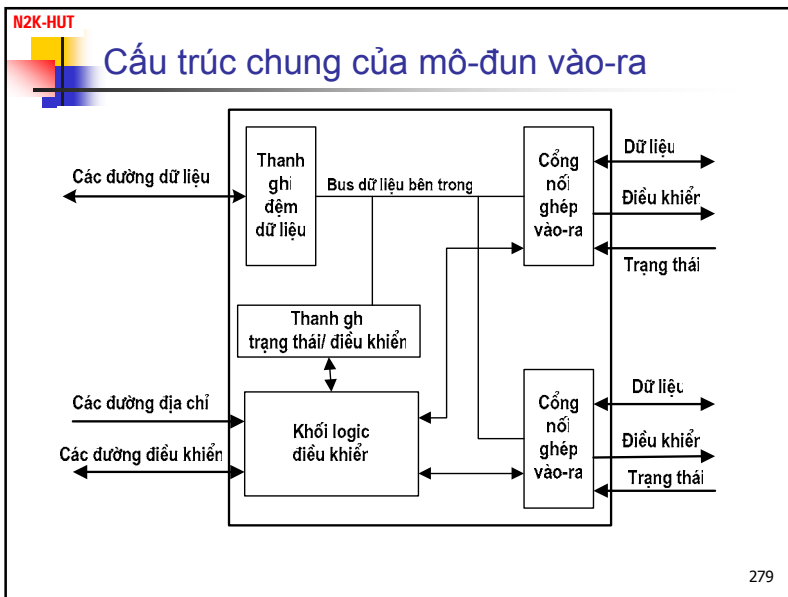
277

N2K-HUT

3. Mô-đun vào-ra

- Chức năng của mô-đun vào-ra:
 - Điều khiển và định thời
 - Trao đổi thông tin với CPU
 - Trao đổi thông tin với thiết bị ngoại vi
 - Đệm giữa bên trong máy tính với thiết bị ngoại vi
 - Phát hiện lỗi của thiết bị ngoại vi

278



N2K-HUT

Các thành phần của mô-đun vào-ra

- Thanh ghi đệm dữ liệu: đệm dữ liệu trong quá trình trao đổi
- Các cổng vào-ra (I/O Port): kết nối với thiết bị ngoại vi, mỗi cổng có một địa chỉ xác định
- Thanh ghi trạng thái/điều khiển: lưu giữ thông tin trạng thái/điều khiển cho các cổng vào-ra
- Khối logic điều khiển: điều khiển mô-đun vào-ra

280

N2K-HUT

4. Địa chỉ hóa cổng vào-ra

a. Không gian địa chỉ của bộ xử lý

Không gian địa chỉ bộ nhớ N bit

000...00C
000...001
000...01C
000...011
000...10C
000...101
111...11'

Không gian địa chỉ vào-ra N₁ bit

00...00
00...0'
00...1C
00...1'
11...11'

281

N2K-HUT

Không gian địa chỉ của bộ xử lý (tiếp)

- Một số bộ xử lý chỉ quản lý duy nhất một không gian địa chỉ:
 - không gian địa chỉ bộ nhớ: 2^N địa chỉ
- Ví dụ: Các bộ xử lý 680x0 (Motorola)

282

N2K-HUT

Không gian địa chỉ của bộ xử lý (tiếp)

- Một số bộ xử lý quản lý hai không gian địa chỉ tách biệt:
 - Không gian địa chỉ bộ nhớ: 2^N địa chỉ
 - Không gian địa chỉ vào-ra: 2^{N_1} địa chỉ
 - Có tín hiệu điều khiển phân biệt truy nhập không gian địa chỉ
 - Tập lệnh có các lệnh vào-ra chuyên dụng
- Ví dụ: Pentium (Intel)
 - không gian địa chỉ bộ nhớ = 2^{32} byte = 4GB
 - không gian địa chỉ vào-ra = 2^{16} byte = 64KB
 - Tín hiệu điều khiển M/\overline{IO}
 - Lệnh vào-ra chuyên dụng: IN, OUT

283

N2K-HUT

b. Các phương pháp địa chỉ hoá cổng vào-ra

- Vào-ra riêng biệt
(Isolated IO hay IO mapped IO)
- Vào-ra theo bản đồ bộ nhớ
(Memory mapped IO)

284

N2K-HUT

Vào-ra riêng biệt

- Cổng vào-ra được đánh địa chỉ theo không gian địa chỉ vào-ra
- CPU trao đổi dữ liệu với cổng vào-ra thông qua các lệnh vào-ra chuyên dụng (IN, OUT)
- Chỉ có thể thực hiện trên các hệ thống có quản lý không gian địa chỉ vào-ra riêng biệt

285

N2K-HUT

Vào-ra theo bản đồ bộ nhớ

- Cổng vào-ra được đánh địa chỉ theo không gian địa chỉ bộ nhớ
- Vào-ra giống như đọc/ghi bộ nhớ
- CPU trao đổi dữ liệu với cổng vào-ra thông qua các lệnh truy nhập dữ liệu bộ nhớ
- Có thể thực hiện trên mọi hệ thống

286

N2K-HUT

6.2. Các phương pháp điều khiển vào-ra

- Vào-ra bằng chương trình (Programmed IO)
- Vào-ra điều khiển bằng ngắt (Interrupt Driven IO)
- Truy nhập bộ nhớ trực tiếp - DMA (Direct Memory Access)

287

N2K-HUT

1. Vào-ra bằng chương trình

- Nguyên tắc chung:
CPU điều khiển trực tiếp vào-ra bằng chương trình:
 - Kiểm tra trạng thái của thiết bị ngoại vi
 - Phát tín hiệu điều khiển đọc/ghi
 - Trao đổi dữ liệu

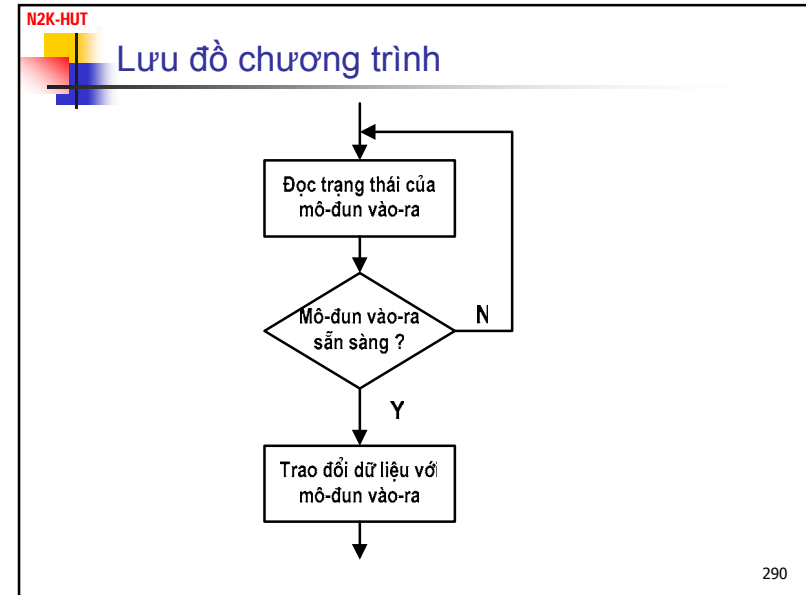
288

N2K-HUT

Hoạt động của vào-ra bằng chương trình

- CPU yêu cầu thao tác vào-ra
- Mô-đun vào-ra thực hiện thao tác
- Mô-đun vào-ra thiết lập các bit trạng thái
- CPU kiểm tra các bit trạng thái:
 - Nếu chưa sẵn sàng thì quay lại kiểm tra
 - Nếu sẵn sàng thì chuyển sang trao đổi dữ liệu với mô-đun vào-ra

289



N2K-HUT

Đặc điểm

- Vào-ra do ý muốn của người lập trình
- CPU trực tiếp điều khiển vào-ra
- CPU đợi mô-đun vào-ra → tiêu tốn thời gian của CPU

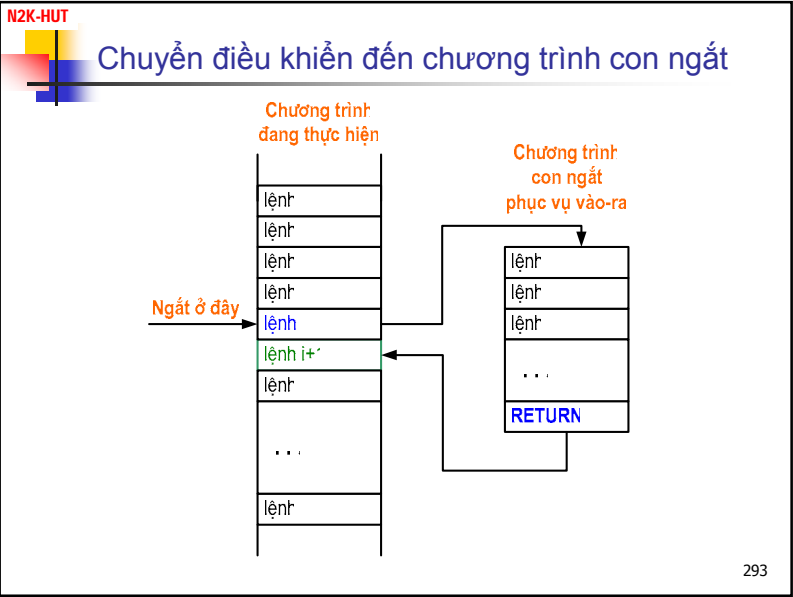
291

N2K-HUT

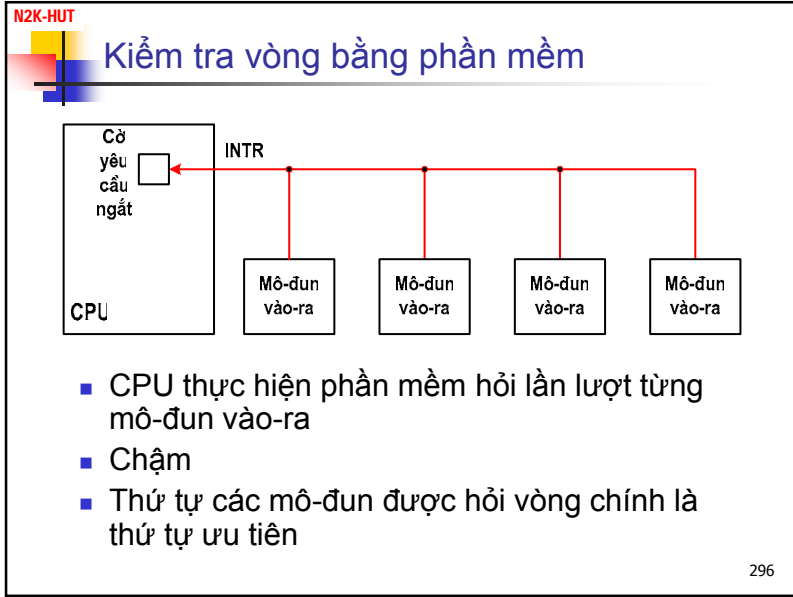
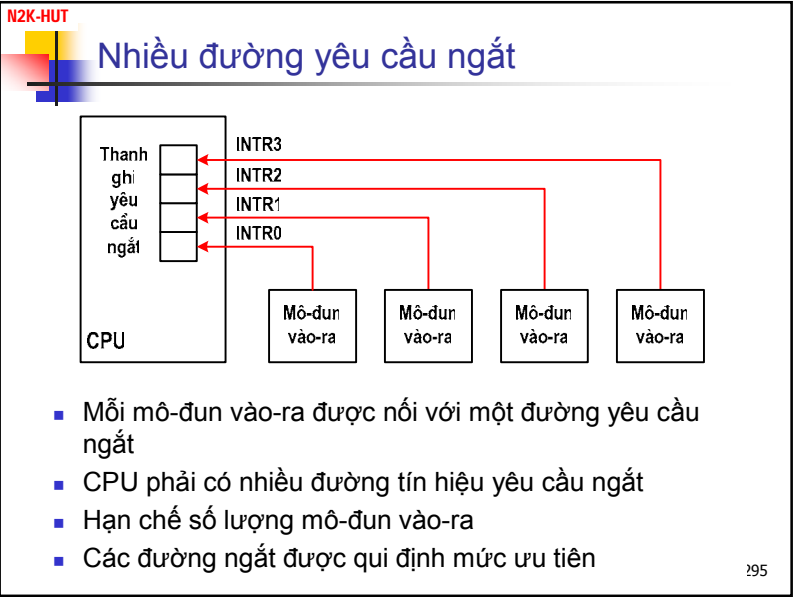
2. Vào-ra điều khiển bằng ngắt

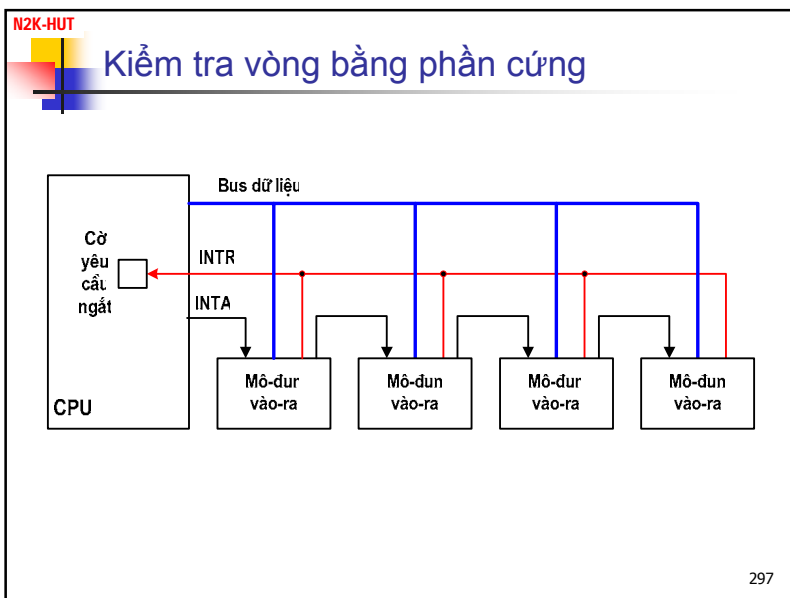
- Nguyên tắc chung:
 - CPU không phải đợi trạng thái sẵn sàng của mô-đun vào-ra, CPU thực hiện một chương trình nào đó
 - Khi mô-đun vào-ra sẵn sàng thì nó phát tín hiệu ngắt CPU
 - CPU thực hiện chương trình con vào-ra tương ứng để trao đổi dữ liệu
 - CPU trở lại tiếp tục thực hiện chương trình đang bị ngắt

292

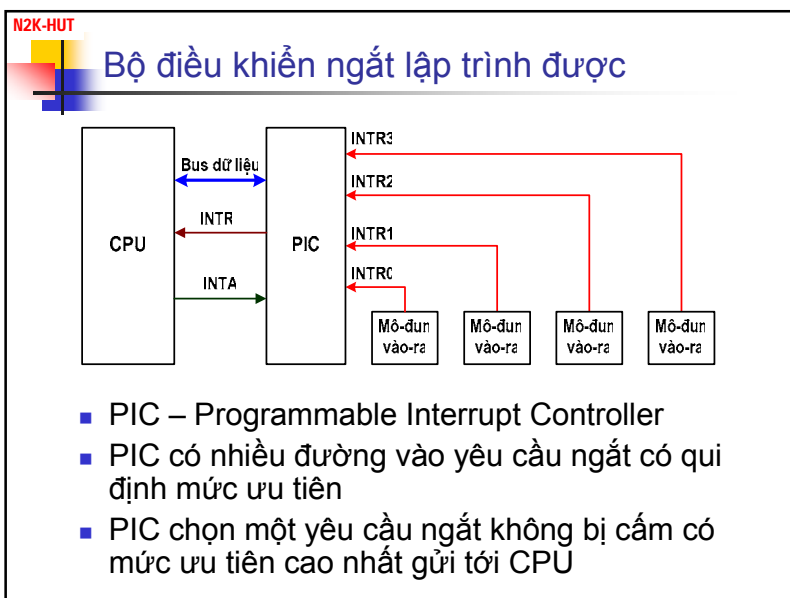


- N2K-HUT**
- ### Các phương pháp nối ghép ngắt
- Sử dụng nhiều đường yêu cầu ngắt
 - Kiểm tra vòng bằng phần mềm (Software Poll)
 - Kiểm tra vòng bằng phần cứng (Daisy Chain or Hardware Poll)
 - Sử dụng bộ điều khiển ngắt (PIC)
- 294





- N2K-HUT
- ### Kiểm tra vòng bằng phần cứng (tiếp)
- CPU phát tín hiệu chấp nhận ngắt (INTA) đến mô-đun vào-ra đầu tiên
 - Nếu mô-đun vào-ra đó không gây ra ngắt thì nó gửi tín hiệu đến mô-đun kế tiếp cho đến khi xác định được mô-đun gây ngắt
 - Mô-đun vào-ra gây ngắt sẽ đặt vector ngắt lên bus dữ liệu
 - CPU sử dụng vector ngắt để xác định nơi chứa chương trình con điều khiển ngắt
 - Thứ tự các mô-đun vào-ra kết nối trong chuỗi xác định thứ tự ưu tiên
- 298



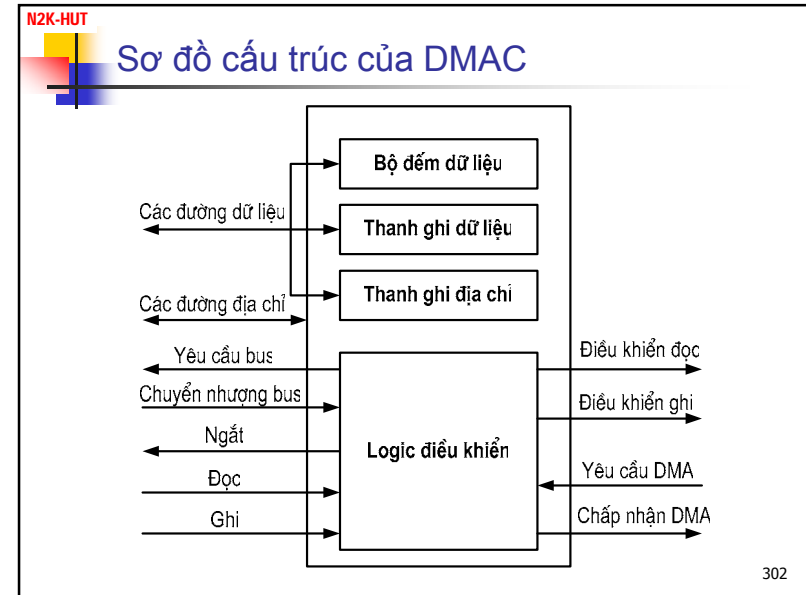
- N2K-HUT
- ### Đặc điểm của vào-ra điều khiển bằng ngắt
- Có sự kết hợp giữa phần cứng và phần mềm
 - Phần cứng: gây ngắt CPU
 - Phần mềm: trao đổi dữ liệu
 - CPU trực tiếp điều khiển vào-ra
 - CPU không phải đợi mô-đun vào-ra → hiệu quả sử dụng CPU tốt hơn
- 300

N2K-HUT

3. DMA (Direct Memory Access)

- Vào-ra bằng chương trình và bằng ngắt do CPU trực tiếp điều khiển:
 - Chiếm thời gian của CPU
 - Tốc độ truyền bị hạn chế vì phải chuyển qua CPU
- Để khắc phục dùng DMA
 - Thêm mô-đun phần cứng trên bus → DMAC (Controller)
 - DMAC điều khiển trao đổi dữ liệu giữa mô-đun vào-ra với bộ nhớ chính

301



N2K-HUT

Các thành phần của DMAC

- Thanh ghi dữ liệu: chứa dữ liệu trao đổi
- Thanh ghi địa chỉ: chứa địa chỉ ngăn nhớ dữ liệu
- Bộ đếm dữ liệu: chứa số từ dữ liệu cần trao đổi
- Logic điều khiển: điều khiển hoạt động của DMAC

303

N2K-HUT

Hoạt động DMA

- CPU “nói” cho DMAC
 - Vào hay Ra dữ liệu
 - Địa chỉ thiết bị vào-ra (cổng vào-ra tương ứng)
 - Địa chỉ đầu của mảng nhớ chứa dữ liệu → nạp vào thanh ghi địa chỉ
 - Số từ dữ liệu cần truyền → nạp vào bộ đếm dữ liệu
- CPU làm việc khác
- DMAC điều khiển trao đổi dữ liệu
- Sau khi truyền được một từ dữ liệu thì:
 - nội dung thanh ghi địa chỉ tăng
 - nội dung bộ đếm dữ liệu giảm
- Khi bộ đếm dữ liệu = 0, DMAC gửi tín hiệu ngắt CPU để báo kết thúc DMA

304

N2K-HUT

Các kiểu thực hiện DMA

- DMA truyền theo khối (Block-transfer DMA): DMAC sử dụng bus để truyền xong cả khối dữ liệu
- DMA lấy chu kỳ (Cycle Stealing DMA): DMAC cưỡng bức CPU treo tạm thời từng chu kỳ bus, DMAC chiếm bus thực hiện truyền một từ dữ liệu.
- DMA trong suốt (Transparent DMA): DMAC nhận biết những chu kỳ nào CPU không sử dụng bus thì chiếm bus để trao đổi một từ dữ liệu.

305

N2K-HUT

Cấu hình DMA (1)

The diagram shows a horizontal line representing the System Bus. Below it, five boxes are connected to the bus: CPU, DMAC, I/O Module, I/O Module, and Memory.

- Mỗi lần truyền, DMAC sử dụng bus hai lần
 - Giữa mô-đun vào-ra với DMAC
 - Giữa DMAC với bộ nhớ

306

N2K-HUT

Cấu hình DMA (2)

The diagram shows a horizontal line representing the System Bus. Below it, four boxes are connected to the bus: CPU, DMAC, DMAC, and Memory. The first DMAC box has an I/O Module box connected to its bottom. The second DMAC box has two I/O Module boxes connected to its bottom.

- DMAC điều khiển một hoặc vài mô-đun vào-ra
- Mỗi lần truyền, DMAC sử dụng bus một lần
 - Giữa DMAC với bộ nhớ

307

N2K-HUT

Cấu hình DMA (3)

The diagram shows a horizontal line representing the System Bus. Below it, three boxes are connected to the bus: CPU, DMAC, and Memory. Below the DMAC box, there is another horizontal line representing the IO Bus. Three I/O Module boxes are connected to the IO Bus, with the middle one followed by an ellipsis.

- Bus vào-ra tách rời hỗ trợ tất cả các thiết bị cho phép DMA
- Mỗi lần truyền, DMAC sử dụng bus một lần
 - Giữa DMAC với bộ nhớ

308

N2K-HUT

Đặc điểm của DMA

- CPU không tham gia trong quá trình trao đổi dữ liệu
- DMAC điều khiển trao đổi dữ liệu giữa bộ nhớ chính với mô-đun vào-ra (hoàn toàn bằng phần cứng) → tốc độ nhanh
- Phù hợp với các yêu cầu trao đổi mảng dữ liệu có kích thước lớn

309

N2K-HUT

4. Kênh vào-ra hay là bộ xử lý vào-ra

- Việc điều khiển vào-ra được thực hiện bởi một bộ xử lý vào-ra chuyên dụng
- Bộ xử lý vào-ra hoạt động theo chương trình của riêng nó
- Chương trình của bộ xử lý vào-ra có thể nằm trong bộ nhớ chính hoặc nằm trong một bộ nhớ riêng
- Hoạt động theo kiến trúc đa xử lý

310

N2K-HUT

6.3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

1. Các kiểu nối ghép vào-ra

- Nối ghép song song
- Nối ghép nối tiếp

311

N2K-HUT

Nối ghép song song

The diagram shows a central rectangular box labeled 'Mô-đun vào-ra song song'. On the left side, there are five horizontal lines representing the system bus, with the text 'Đến bus hệ thống' next to them. On the right side, there are five horizontal lines representing external devices, with the text 'Đến thiết bị ngoại vi' next to them.

- Truyền nhiều bit song song
- Tốc độ nhanh
- Cần nhiều đường truyền dữ liệu

312

N2K-HUT

Nối ghép nối tiếp

- Truyền lần lượt từng bit
- Cần có bộ chuyển đổi từ dữ liệu song song sang nối tiếp hoặc/và ngược lại
- Tốc độ chậm hơn
- Cần ít đường truyền dữ liệu

313

N2K-HUT

2. Các cấu hình nối ghép

- Điểm tới điểm (Point to Point)
 - Thông qua một cổng vào-ra nối ghép với một thiết bị ngoại vi
- Điểm tới đa điểm (Point to Multipoint)
 - Thông qua một cổng vào-ra cho phép nối ghép được với nhiều thiết bị ngoại vi
 - Ví dụ:
 - SCSI (Small Computer System Interface): 7 hoặc 15 thiết bị
 - USB (Universal Serial Bus): 127 thiết bị
 - IEEE 1394 (FireWire): 63 thiết bị

314

N2K-HUT

6.4. Các cổng vào-ra thông dụng trên PC

- Các cổng PS/2: nối ghép bàn phím và chuột
- Cổng nối ghép màn hình
- Cổng LPT (Line Printer): nối ghép với máy in, là cổng song song (Parallel Port) – 25 chân
- Cổng COM (Communication): nối ghép với MODEM, là cổng nối tiếp (Serial Port) - 9 hoặc 25 chân
- Cổng USB (Universal Serial Bus): Cổng nối tiếp đa năng, cho phép nối ghép tối đa 127 thiết bị, nhờ các USB Hub
- ...

315

N2K-HUT

Kiến trúc máy tính

Chương 7

GIỚI THIỆU

KIẾN TRÚC SONG SONG

Nguyễn Kim Khánh
 Bộ môn Kỹ thuật Máy tính, Khoa Công nghệ Thông tin
 Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

316

N2K-HUT

Nội dung của chương 7

- 7.1. Phân loại kiến trúc máy tính
- 7.2. Một số kiến trúc song song thông dụng

317

N2K-HUT

7.1. Phân loại kiến trúc máy tính

- Phân loại của Michael Flynn (1966)
 - SISD - Single Instruction Stream, Single Data Stream
 - SIMD - Single Instruction Stream, Multiple Data Stream
 - MISD - Multiple Instruction Stream, Single Data Stream
 - MIMD - Multiple Instruction Stream, Multiple Data Stream

318

N2K-HUT

SISD

```

    graph LR
      CU[CU] -- IS --> PU[PU]
      PU <--> |DS| MU[MU]
  
```

- CU: Control Unit
- PU: Processing Unit
- MU: Memory Unit
- Một bộ xử lý
- Đơn dòng lệnh
- Dữ liệu được lưu trữ trong một bộ nhớ
- Chính là Kiến trúc von Neumann

319

N2K-HUT

SIMD

```

    graph LR
      CU[CU] -- IS --> PE1[PE1]
      CU -- IS --> PE2[PE2]
      CU -- IS --> PE_n[PE_n]
      PE1 <--> |DS| LM1[LM1]
      PE2 <--> |DS| LM2[LM2]
      PE_n <--> |DS| LM_n[LM_n]
  
```

320

N2K-HUT

SIMD (tiếp)

- Đơn dòng lệnh điều khiển đồng thời các phần tử xử lý PE (processing elements)
- Mỗi phần tử xử lý có một bộ nhớ dữ liệu riêng LM (local memory)
- Mỗi lệnh được thực hiện trên một tập các dữ liệu khác nhau
- Các mô hình SIMD
 - Vector Computer
 - Array processor

321

N2K-HUT

MISD

- Một luồng dữ liệu cùng được truyền đến một tập các bộ xử lý
- Mỗi bộ xử lý thực hiện một dãy lệnh khác nhau.
- Không tồn tại máy tính thực tế
- Có thể có trong tương lai

322

N2K-HUT

MIMD

- Tập các bộ xử lý
- Các bộ xử lý đồng thời thực hiện các dãy lệnh khác nhau trên các dữ liệu khác nhau
- Các mô hình MIMD
 - Multiprocessors (Shared Memory)
 - Multicomputers (Distributed Memory)

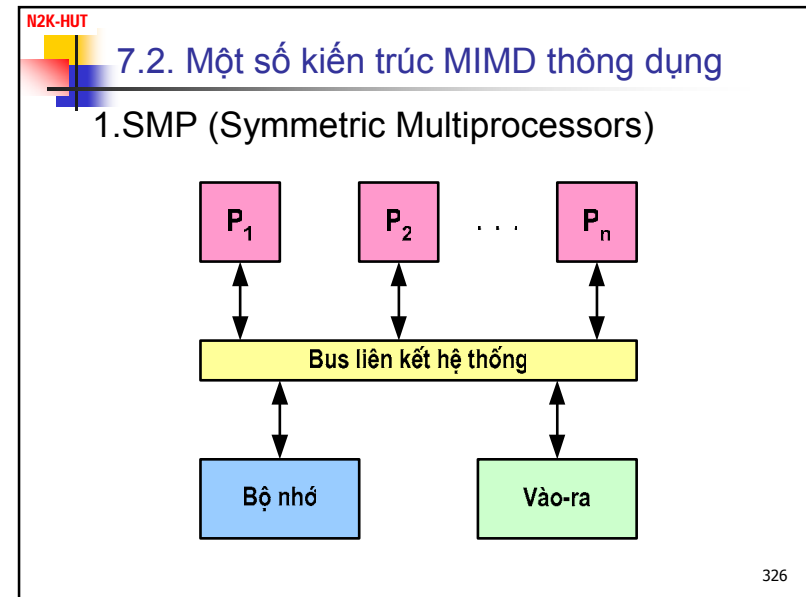
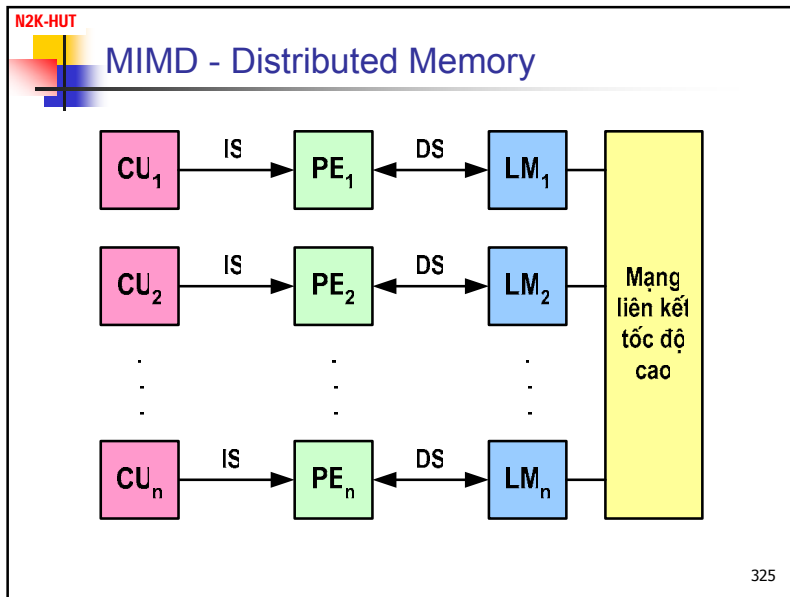
323

N2K-HUT

MIMD - Shared Memory

The diagram illustrates the MIMD - Shared Memory architecture. It shows three rows of components. Each row consists of a pink box labeled CU_1 , CU_2 , or CU_r on the left, a green box labeled PE_1 , PE_2 , or PE_r in the middle, and a blue vertical box labeled "Bộ nhớ dùng chung" (Shared Memory) on the right. An arrow labeled "IS" (Instruction Stream) points from each CU box to its corresponding PE box. A double-headed arrow labeled "DS" (Data Stream) connects each PE box to the shared memory box.

324



- N2K-HUT
- ### SMP (tiếp)
- Một máy tính có $n \geq 2$ bộ xử lý giống nhau
 - Các bộ xử lý dùng chung bộ nhớ và hệ thống vào-ra
 - Thời gian truy cập bộ nhớ là bằng nhau với các bộ xử lý
 - Tất cả các bộ xử lý chia sẻ truy nhập vào-ra
 - Các bộ xử lý có thể thực hiện chức năng giống nhau
 - Hệ thống được điều khiển bởi một hệ điều hành phân tán
- 327

- N2K-HUT
- ### Ưu điểm của SMP
- Hiệu năng
 - Các công việc có thể thực hiện song song
 - Tính sẵn dùng
 - Các bộ xử lý có thể thực hiện các chức năng giống nhau, vì vậy lỗi của một bộ xử lý sẽ không làm dừng hệ thống
 - Khả năng mở rộng
 - Người sử dụng có thể tăng hiệu năng bằng cách thêm bộ xử lý
- 328

N2K-HUT

2. Cluster

- Nhiều máy tính được kết nối với nhau bằng mạng liên kết tốc độ cao (~ Gbps)
- Mỗi máy tính có thể làm việc độc lập
- Mỗi máy tính được gọi là một node
- Các máy tính có thể được quản lý làm việc song song theo nhóm (cluster)
- Toàn bộ hệ thống có thể coi như là một máy tính song song

329

N2K-HUT

Cluster (tiếp)

- Dễ dàng xây dựng và mở rộng
- Tính sẵn sàng cao
- Khả năng chịu lỗi
- Giá thành rẻ với hiệu năng cao

330

