

# Chương 1. BIỂU DIỄN DỮ LIỆU VÀ SỐ HỌC MÁY TÍNH HIỆU SUẤT MÁY TÍNH

## Dạng 1. Chuyển đổi từ thập phân sang dạng khác

### Bài tập 1. Chuyển đổi các số sau sang hệ nhị phân

a. Số nguyên

$$\bullet 101 = 64 + 32 + 4 + 1 = 1100101$$

$$\bullet 204 = 128 + 64 + 8 + 4 = 11001100$$

$$\bullet 187 = 128 + 32 + 16 + 8 + 2 + 1 = 10111011$$

$$\bullet 95 = 64 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 1011111$$

b. Số thập phân

$$\bullet 12,625 = 8 + 4 + 0,5 + 0,125 = 1100,101$$

$$\bullet 48,375 = 32 + 16 + 0,25 + 0,125 = 110000,011$$

$$\bullet 73,6875 = 64 + 8 + 1 + 0,5 + 0,125 + 0,0625 = 1001001,1011$$

$$\bullet 91,45 = 64 + 16 + 8 + 2 + 1 + 0,25 + 0,125 + 0,0625 + \dots$$

$$= 1011011,0111\dots$$

### Bài tập 2. Chuyển sang bát phân

$$a) 72 = 1 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 0 \cdot 8^0 = 110_8$$

$$b) 158 = 10011110_2 = 236_8$$

$$c) 214 = 11010110_2 = 326_8$$

$$d) 99 = 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 143_8$$

### Bài tập 3. Chuyển sang Hex

a)  $243 = 1111\ 0011_{(2)} = 0xF3$

b)  $187 = 10111011_{(2)} = 0xBB$

c)  $132 = 10000100_{(2)} = 0x84$

d)  $59 = 111011_{(2)} = 0x3B$

### Dạng 2. Chuyển từ nhị phân sang dạng khác

#### Bài tập 1: Chuyển các số sau từ hệ nhị phân sang hệ thập phân

(Chuyển đổi cả phần nguyên và phần thập phân nếu có)

a)  $11010011.101_2$

c)  $01101110.011_2$

b)  $10011001.1101_2$

a)  $1101\ 0011, 101 = 128 + 64 + 16 + 3 + 0,5 + 0,125 = 211,625$

b)  $10011\ 001, 1101 = 128 + 16 + 8 + 1 + 0,5 + 0,25 + 0,0625 = 153,8125$

c)  $0110\ 1110, 011 = 64 + 32 + 8 + 4 + 2 + 0,25 + 0,125 = 110,375$

#### Bài tập 2: Chuyển các số sau từ hệ nhị phân sang hệ 8 (octal)

a)  $110100101_2 = 645$

d)  $11011010_2 = 332$

b)  $101101100_2 = 554$

e)  $11110011_2 = 363$

c)  $111100111_2 = 747$

f)  $11010100_2 = 324$

#### Bài tập 3: Hãy chuyển các số nhị phân sau ra số Hex (hệ 16)

a)  $101110110011_2 = 0xBB3$

b)  $0110111100101011_2 = 0x6F2B$

c)  $1101010011101101_2 = 0xD4E0$

d)  $1110\ 1101\ 1010\ 0010\ 0001\ 0000\ 0011\ 1101_2 = 0xEDA21030$

e)  $1001\ 1110\ 0111\ 1010\ 1011\ 1101\ 0011\ 0000_2 = 0x9E7AB030$

### Dạng 3. Chuyển về thập phân

**Bài tập 1: Chuyển các số sau từ hệ 16 (hexadecimal) sang hệ thập phân**

- a)  $0xA3 = 1010\ 0011 = 128 + 32 + 3 = 163$
- b)  $0x4F = 0100\ 1111 = 64 + 8 + 4 + 2 + 1 = 79$
- c)  $0xC7 = 1100\ 0111 = 128 + 64 + 4 + 2 + 1 = 199$
- d)  $0x1D3 = 0001\ 1101\ 0011 = 1 + 2 + 16 + 64 + 128 + 256 = 467$

**Bài tập 2: Chuyển các số sau từ hệ 8 (octal) sang hệ thập phân**

- a)  $145_8 = 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = 64 + 32 + 5 = 101$
- b)  $72_8 = 7 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0 = 56 + 2 = 58$
- c)  $237_8 = 2 \cdot 8^2 + 3 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 128 + 24 + 7 = 159$
- d)  $511_8 = 5 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 1 \cdot 8^0 = 320 + 8 + 1 = 329$

### Dạng 4. Chuyển về nhị phân

**Bài tập 1: Chuyển các số sau từ hệ 8 (octal) sang hệ nhị phân**

a. Số nguyên:

- $123_8 = 1010\ 011$
- $72_8 = 111\ 010$
- $145_8 = 1100\ 101$
- $256_8 = 10101\ 110$

b. Số thập phân:

- $123.5_8 = 1010\ 011, 101$
- $72.3_8 = 111\ 010, 011$
- $145.7_8 = 1100\ 101, 111$
- $256.12_8 = 10101\ 110, 001\ 01$

**Bài tập 2: Chuyển các số sau từ hệ 16 (hexadecimal) sang hệ nhị phân**

a. Số nguyên:

- 1) •  $0x1F3A0C12$
- 2) •  $0xD4B50EFA$
- 3) •  $0xACB1E239$
- 4) •  $0xD903FA42$

b. Số thập phân:

- 5) •  $0xA9.5$
- 6) •  $0xF3.7$
- 7) •  $0x1C5.4$
- 8) •  $0xB7.8$

1)  $0x1F3A0C12 = 0001\ 1111\ 0011\ 1010\ 0000\ 1100\ 0001\ 0010$

2)  $0xD4B50EFA = 1101\ 0100\ 1011\ 0101\ 0000\ 1110\ 1111\ 1010$

$$3) 0x ACB1E239 = 1010\ 1100\ 1011\ 0001\ 1100\ 0010\ 0011\ 1001$$

$$4) 0x 0903FA42 = 1101\ 1001\ 0000\ 0011\ 1111\ 1010\ 0100\ 0010$$

$$5) 0x A9,5 = 1010\ 1001,0101$$

$$6) 0x F3,7 = 1111\ 0011,0111$$

$$7) 0x 1C5,4 = 0001\ 1100\ 0101,01$$

$$8) 0x B7,8 = 1011\ 0111,1$$

## Dạng 5. Cộng trừ trong nhị phân

### Bài tập 1: Phép cộng trong hệ nhị phân

$$a) 1101 + 1011 = 11000$$

$$b) 11111 + 10101 = 110100$$

$$c) 110110 + 101001 = 1011111$$

$$d) 1010110 + 1101001 = 10111111$$

$$e) 10101 + 1101 = 100010$$

### Bài tập 2: Phép trừ trong hệ nhị phân

$$a) 10101 - 1101 = 1000$$

$$b) 11100 - 1011 = 10001$$

$$c) 110110 - 100101 = 10001$$

$$d) 1001011 - 110011 = 11000$$

$$e) 1010101 - 1001101 = 1000$$

## Dạng 6. Cộng số nguyên và xét tràn nhớ

### Bài tập 1: Cộng số nguyên không dấu 8 bit và xét tràn nhớ

$$a) 150 + 75 = 10010110 + 01001011 = 11010001 \text{ (không tràn)}$$

$$b) 200 + 50 = 11001000 + 00110010 = 11111010 \text{ (không tràn)}$$

$$c) 210 + 80 = 11010010 + 01010000 = 100100010 \text{ (tràn)}$$

$$d) 130 + 140 = 10000010 + 10001100 = 100001110 \text{ (tràn)}$$

$$e) 100 + 120 = 01100100 + 01111000 = 11011100 \text{ (không tràn)}$$

### Bài tập 2. Cộng số nguyên có dấu 8 bit và xét tràn nhớ

$$a) 50 + 30 = 00110010 + 00011110 = 01010000 \text{ (không tràn)}$$

$$b) 60 + (-100) = 00111100 + \text{CP}_2(01100100) \\ = 00111100 + 10011100 = 11011000 \text{ (không tràn)}$$

$$c) -50 + (-80) = \text{CP}_2(00110010) + \text{CP}_2(01010000) \\ = 11001110 + 10110000 = 01111110 \text{ (tràn)}$$

$$d) 40 + 90 = 00101000 + 01011010 = 10000010 \text{ (tràn)}$$

$$e) -70 + 40 = \text{CP}_2(01000110) + 00101000 \\ = 10111010 + 00101000 = 11000010 \text{ (không tràn)}$$



## Dạng 7. Số dấu chấm động

Bài tập 1: Biểu diễn dạng nhị phân với chuẩn IEEE 754 (độ chính xác đơn 32 bit) cho các số thực sau

a) 12.75

b) -20.5

c) 7.125

d) -5.5

e) 31.25

a)  $12,75 = 8 + 4 + 0,5 + 0,25 = 1100,11 = 1,10011 \times 2^3$

•  $S = 0$

•  $E = 3 + 127 = 130 = 128 + 2 = 10000010$

•  $F = 1001100 \dots 00$  (23 bit)

$\Rightarrow 0 \ 10000010 \ 1001100 \dots 00$  (32 bit)

b)  $-20,5 = -(16 + 4 + 0,5) = -10100,1 = -1,01001 \times 2^4$

•  $S = 1$

•  $E = 4 + 127 = 131 = 10000011$

•  $F = 0100100 \dots 00$  (23 bit)

$\Rightarrow 1 \ 10000011 \ 0100100 \dots 00$  (32 bit)

c)  $7,125 = 4 + 2 + 1 + 0,125 = 111,001 = 1,11001 \times 2^2$

•  $S = 0$

•  $E = 2 + 127 = 129 = 10000001$

•  $F = 1100100 \dots 00$  (23 bit)

$\Rightarrow 0 \ 10000001 \ 1100100 \dots 00$  (32 bit)

d)  $-5,5 = -(4 + 1 + 0,5) = -101,1 = -1,011 \times 2^2$

•  $S = 1$

•  $E = 2 + 127 = 129 = 10000001$

•  $F = 01100 \dots 00$  (23 bit)

$\Rightarrow 1 \ 10000001 \ 01100 \dots 00$  (32 bit)

$$e) 31,25 = 16 + 8 + 4 + 2 + 1 + 0,25 = 11111,01 = 1,111101 \times 2^4$$

$$\bullet S = 0$$

$$\bullet E = 4 + 127 = 131 = 10000011$$

$$\bullet F = 11110100 \dots 00 \text{ (23 bit)}$$

$$\Rightarrow 0 \ 10000011 \ 11110100 \dots 00 \text{ (32 bit)}$$

**Bài tập 2:** Biểu diễn dạng thập phân cho các biểu diễn dạng nhị phân chuẩn IEEE 754 với độ chính xác đơn (32 bit) sau:

$$a) 0 \ 10000001 \ 010 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

$$b) 1 \ 01111111 \ 111 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

$$c) 0 \ 10000010 \ 100 \ 1001 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

$$d) 1 \ 10000000 \ 101 \ 0100 \ 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

$$a) \bullet S = 0 \rightarrow \text{số dương}$$

$$\bullet E = 10000001 = 129 = y + 127 \Rightarrow y = 2$$

$$\bullet F = 0100 \dots 00 \text{ (23 bit)}$$

$$\Rightarrow 1,01 \times 2^2 = 101_{(2)} = 5_{(10)}$$

$$b) \bullet S = 1 \rightarrow \text{số âm}$$

$$\bullet E = 01111111 = 127 = y + 127 \Rightarrow y = 0$$

$$\bullet F = 11100 \dots 00 \text{ (23 bit)}$$

$$\Rightarrow -1,111 \times 2^0 = -1,111 = -1,875$$

$$c) \bullet S = 0 \rightarrow \text{số dương}$$

$$\bullet E = 10000010 = 130 = y + 127 \Rightarrow y = 3$$

$$\bullet F = 100100100 \dots 00 \text{ (23 bit)}$$

$$\Rightarrow 1,1001001 \times 2^3 = 1100,1001 = 12,5625$$

$$d) \bullet S = 1 \rightarrow \text{số âm}$$

$$\bullet E = 10000000 = 128 = y + 127 \Rightarrow y = 1$$

- $F = 1010100...00$  (23 bit)

$$\Rightarrow -1,10101 \times 2^1 = -11,0101 = -3,3125$$

**Bài tập 3: Biểu diễn dạng thập phân cho các biểu diễn dạng số Hex (chuẩn IEEE 754 với độ chính xác đơn 32 bit) sau:**

a)  $0x42C80000 = 0 \ 10000101 \ 1001000000000000000000$

b)  $0xC1F80000 = 1 \ 10000011 \ 1111000000000000000000$

c)  $0x42340000 = 0 \ 10000100 \ 0110100000000000000000$

d)  $0xC2000000 = 1 \ 10000100 \ 0000000000000000000000$

e)  $0x40D00000 = 0 \ 10000001 \ 1010000000000000000000$

a) •  $S = 0 \rightarrow$  số dương  
 •  $E = 133 = y + 127 \Rightarrow y = 6$   
 •  $F = 100100...00$  (23 bit)

$$\left\{ \Rightarrow 1,1001 \times 2^6 = 1100100 = 100 \right.$$

b) •  $S = 1 \rightarrow$  số âm  
 •  $E = 131 = y + 127 \Rightarrow y = 4$   
 •  $F = 111100...00$  (23 bit)

$$\left\{ \Rightarrow -1,1111 \times 2^4 = -11111 = -31 \right.$$

c) •  $S = 0 \rightarrow$  số dương  
 •  $E = 132 = y + 127 \Rightarrow y = 5$   
 •  $F = 0110100...00$  (23 bit)

$$\left\{ \Rightarrow 1,01101 \times 2^5 = 101101 = 45 \right.$$

d) •  $S = 1 \rightarrow$  số âm  
 •  $E = 132 = y + 127 \Rightarrow y = 5$   
 •  $F = 000...00$  (23 bit)

$$\left\{ \Rightarrow -1 \times 2^5 = -32 \right.$$

e) •  $S = 0 \rightarrow$  số dương  
 •  $E = 129 = y + 127 \Rightarrow y = 2$   
 •  $F = 10100...00$  (23 bit)

$$\left\{ \Rightarrow 1,101 \times 2^2 = 110,1 = 6,5 \right.$$

## Dạng 8. Hiệu suất máy tính

1.5 [4] Xét ba bộ xử lý khác nhau P1, P2 và P3 thực hiện cùng một tập lệnh. P1 có tần số xung nhịp 3 GHz và CPI là 1.5. P2 có tần số xung nhịp 2.5 GHz và CPI là 1.0. P3 có tần số xung nhịp 4.0 GHz và CPI là 2.2.

- Bộ xử lý nào có hiệu năng cao nhất tính theo số lệnh mỗi giây?
- Nếu mỗi bộ xử lý đều thực thi một chương trình trong 10 giây, hãy tìm số chu kỳ xung nhịp và số lệnh.
- Chúng ta đang cố gắng giảm thời gian thực thi xuống 30% nhưng điều này dẫn đến CPI tăng 20%. Tần số xung nhịp cần có để đạt được mức giảm thời gian này là bao

$$a) \text{IPS}_1 = \frac{f_1}{\text{CPI}_1} = \frac{3 \cdot 10^9}{1,5} = 2 \cdot 10^9 \text{ (I/s)}$$

$$\text{IPS}_2 = \frac{f_2}{\text{CPI}_2} = \frac{2,5 \cdot 10^9}{1,0} = 2,5 \cdot 10^9 \text{ (I/s)} \rightarrow \text{Hiệu suất cao nhất}$$

$$\text{IPS}_3 = \frac{f_3}{\text{CPI}_3} = \frac{4 \cdot 10^9}{2,2} = 1,8 \cdot 10^9 \text{ (I/s)}$$

$$b) \text{Ta có } NC = ET \cdot f$$

$$NI = \frac{NC}{\text{CPI}}$$

$$\text{Với } P_1: NC_1 = 10 \cdot 3 \cdot 10^9 = 3 \cdot 10^{10} \text{ cycles}$$

$$NI_1 = \frac{3 \cdot 10^{10}}{1,5} = 2 \cdot 10^{10} \text{ instructions}$$

$$\text{Với } P_2: NC_2 = 2,5 \cdot 10^{10} \rightarrow NI_2 = 2,5 \cdot 10^{10}$$

$$\text{Với } P_3: NC_3 = 4 \cdot 10^{10} \rightarrow NI_3 = 1,8 \cdot 10^{10}$$

$$c) ET = \frac{NI \cdot \text{CPI}}{f} \Rightarrow f \sim \frac{\text{CPI}}{ET}$$

$$\Rightarrow \frac{f}{f'} = \frac{\text{CPI} \cdot ET'}{\text{CPI}' \cdot ET} = \frac{\text{CPI} \cdot 70\% ET}{120\% \text{CPI} \cdot ET} = \frac{7}{12} \Rightarrow f' = 1,71 f$$



**1.6 [20]** Xét hai cài đặt khác nhau của cùng một kiến trúc tập lệnh. Các lệnh có thể được chia thành bốn lớp theo CPI (lớp A, B, C, và D). P1 với tần số xung nhịp 2.5 GHz và CPI tương ứng 1, 2, 3, và 3; và P2 với tần số xung nhịp 3 GHz và CPI tương ứng 2, 2, 2, và 2. Cho một chương trình với số lệnh động là 1.0E6 lệnh được chia thành các lớp như sau: 10% lớp A, 20% lớp B, 50% lớp C, và 20% lớp D, cài đặt nào nhanh hơn?

	CPI			
P1 (2.5 GHz)	1	2	3	3
P2 (3 GHz)	2	2	2	2
Instruction	$1 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	$5 \times 10^5$	$2 \times 10^5$

- CPI tổng quát (global CPI) cho mỗi cài đặt là bao nhiêu?
- Tìm số chu kỳ xung nhịp cần thiết trong cả hai trường hợp.

$$a) \text{CPI}_{\text{global}_1} = 1 \cdot 10\% + 2 \cdot 20\% + 3 \cdot 50\% + 3 \cdot 20\% = 2,6$$

$$\text{CPI}_{\text{global}_2} = 2 \cdot 10\% + 2 \cdot 20\% + 2 \cdot 50\% + 2 \cdot 20\% = 2$$

$$b) \text{NC}_1 = 2,6 \cdot 10^6 \text{ clock cycles}$$

$$\text{NC}_2 = 2 \cdot 10^6 \text{ clock cycles}$$

**1.7 [15]** Trình biên dịch có thể ảnh hưởng sâu sắc đến hiệu năng của một ứng dụng. Giả sử rằng với một chương trình, trình biên dịch A tạo ra số lệnh động là 1.0E9 và có thời gian thực thi là 1.1 giây, trong khi trình biên dịch B tạo ra số lệnh động là 1.2E9 và thời gian thực thi là 1.5 giây.

- Tìm CPI trung bình cho mỗi chương trình, biết rằng bộ xử lý có chu kỳ xung nhịp là 1 ns.
- Giả sử các chương trình đã biên dịch chạy trên hai bộ xử lý khác nhau. Nếu thời gian thực thi trên hai bộ xử lý là như nhau, xung nhịp của bộ xử lý chạy mã từ trình biên dịch A nhanh hơn bao nhiêu lần so với bộ xử lý chạy mã từ trình biên dịch B?
- Một trình biên dịch mới được phát triển, chỉ sử dụng 6.0E8 lệnh và có CPI trung bình là 1.1. Tốc độ tăng (speedup) khi sử dụng trình biên dịch mới này so với sử dụng trình biên dịch A hoặc B trên bộ xử lý ban đầu là bao nhiêu?

$$a) \text{ Với trình A: } \text{CPI}_A = \frac{\text{ET}_A}{\text{NI} \cdot T} = \frac{1,1}{10^9 \cdot 10^{-9}} = 1,1$$

$$\text{ Với trình B: } \text{CPI}_B = \frac{\text{ET}_B}{\text{NI} \cdot T} = \frac{1,5}{1,2 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9}} = 1,25$$

$$b) \text{ET} = \frac{\text{NI} \cdot \text{CPI}}{f} \Rightarrow f \sim \frac{\text{NI} \cdot \text{CPI}}{\text{ET}}$$

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\text{NI}_A \cdot \text{CPI}_A \cdot \text{ET}}{\text{NI}_B \cdot \text{CPI}_B \cdot \text{ET}} = \frac{10^9 \cdot 1,1}{1,2 \cdot 10^9 \cdot 1,25} = 0,74 \Rightarrow f_A = 0,74 f_B$$

Vậy A nhanh gấp 0,74 lần B

$$c) \quad ET_{new} = \frac{6 \cdot 10^8 \cdot 1,1}{109} = 0,66s$$

$$Speed \ up \ A = \frac{1,1}{0,66} = 1,67$$

$$Speed \ up \ B = \frac{1,5}{0,66} = 2,27$$

### Bài tập 1: Tính MIPS từ thông số hệ thống

Giả sử một bộ vi xử lý có tần số xung nhịp là 3 GHz và số CPI là 1.2. Tính MIPS của bộ vi xử lý này.

$$MIPS = \frac{f}{CPI \cdot 10^6} = \frac{3 \cdot 10^9}{1,2 \cdot 10^6} = 2500$$

### Bài tập 2: Tính MIPS và hiệu suất chương trình

Một bộ vi xử lý có tần số xung nhịp 2.0 GHz và CPI là 2. Tính thời gian cần thiết để hoàn thành chương trình có  $3.0E6$  lệnh. Sau đó, tính MIPS của bộ vi xử lý.

$$ET = \frac{3 \cdot 10^6 \cdot 2}{2 \cdot 10^9} = \frac{3}{1000} = 3 \cdot 10^{-3} (s)$$

$$MIPS = \frac{2 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^6} = 1000$$