

KIẾN TRÚC MÁY TÍNH & HỢP NGỮ

ThS Võ Minh Trí – vmtri@fit.hcmus.edu.vn

02 – Biểu diễn số nguyên

Hệ cơ số q tổng quát

2

- Tổng quát số nguyên có n chữ số thuộc hệ cơ số q bất kỳ được biểu diễn:

$$x_{n-1} \dots x_1 x_0 = x_{n-1} \cdot q^{n-1} + \dots + x_1 \cdot q^1 + x_0 \cdot q^0$$

(mỗi chữ số x_i lấy từ tập X có q phần tử)

- Ví dụ:

- Hệ cơ số 10: $A = 123 = 100 + 20 + 3 = 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$

- $q = 2, X = \{0, 1\}$: hệ nhị phân (binary)

- $q = 8, X = \{0, 1, 2, \dots, 7\}$: hệ bát phân (octal)

- $q = 10, X = \{0, 1, 2, \dots, 9\}$: hệ thập phân (decimal)

- $q = 16, X = \{0, 1, 2, \dots, 9, A, B, \dots, F\}$: hệ thập lục phân (hexadecimal)

- Chuyển đổi: $A = 123_{10} = 01111011_2 = 173_{16} = 7B_{16}$

- Hệ cơ số thường được biểu diễn trong máy tính là hệ cơ số 2

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

3

□ Đặc điểm

- Con người sử dụng hệ thập phân
- Máy tính sử dụng hệ nhị phân, bát phân, thập lục phân

□ Nhu cầu

- Chuyển đổi qua lại giữa các hệ đếm ?
 - Hệ khác sang hệ thập phân (... \rightarrow dec)
 - Hệ thập phân sang hệ khác (dec \rightarrow ...)
 - Hệ nhị phân sang hệ khác và ngược lại (bin \leftrightarrow ...)
 - ...

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

[1] Decimal (10) → Binary (2)

4

- Lấy số cơ số 10 chia cho 2
 - ▣ Số dư đưa vào kết quả
 - ▣ Số nguyên đem chia tiếp cho 2
 - ▣ Quá trình lặp lại cho đến khi số nguyên = 0

□ Ví dụ: A = 123

- ▣ $123 : 2 = 61 \text{ dư } 1$
- ▣ $61 : 2 = 30 \text{ dư } 1$
- ▣ $30 : 2 = 15 \text{ dư } 0$
- ▣ $15 : 2 = 7 \text{ dư } 1$
- ▣ $7 : 2 = 3 \text{ dư } 1$
- ▣ $3 : 2 = 1 \text{ dư } 1$
- ▣ $1 : 2 = 0 \text{ dư } 1$



Kết quả: 1111011, vì 123 là số dương,
thêm 1 bit hiển dấu vào đầu là 0 vào

→ Kết quả cuối cùng: **01111011**

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

[2] Decimal (10) → Hexadecimal (16)

5

- Lấy số cơ số 10 chia cho 16
 - ▣ Số dư đưa vào kết quả
 - ▣ Số nguyên đem chia tiếp cho 16
 - ▣ Quá trình lặp lại cho đến khi số nguyên = 0
 - Ví dụ: A = 123
 - ▣ $123 : 16 = 7 \text{ dư } 12 \text{ (B)}$
 - ▣ $7 : 16 = 0 \text{ dư } 7$
- Kết quả cuối cùng: **7B**

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

[3] Binary (2) → Decimal (10)

6

- Khai triển biểu diễn và tính giá trị biểu thức

$$x_{n-1} \dots x_1 x_0 = x_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + x_1 \cdot 2^1 + x_0 \cdot 2^0$$

- Ví dụ:

$$\blacksquare 1011_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 11_{10}$$

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

[4] Binary (2) → Hexadecimal (16)

7

- Nhóm từng **bộ 4 bit** trong biểu diễn nhị phân rồi chuyển sang ký số tương ứng trong hệ thập lục phân (0000 → 0,..., 1111 → F)

- Ví dụ

$$\blacksquare 1001011_2 = 0100\ 1011 = 4B_{16}$$

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

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

[5] Hexadecimal (16) → Binary (2)

8

- Sử dụng bảng dưới đây để chuyển đổi:

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

- Ví dụ:

$$\square 4B_{16} = 1001011_2$$

Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

[6] Hexadecimal (16) → Decimal (10)

9

- Khai triển biểu diễn và tính giá trị biểu thức

$$x_{n-1}...x_1x_0 = x_{n-1}.16^{n-1} + ... + x_1.16^1 + x_0.16^0$$

- Ví dụ:

$$\blacksquare 7B_{16} = 7.16^1 + 12 (B).16^0 = 123_{10}$$

Hệ nhị phân

10

$$x_{n-1} \dots x_1 x_0 = x_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + x_1 \cdot 2^1 + x_0 \cdot 2^0$$

- Được dùng nhiều trong máy tính để biểu diễn các giá trị lưu trong các thanh ghi hoặc trong các ô nhớ. Thanh ghi hoặc ô nhớ có kích thước 1 byte (8 bit) hoặc 1 word (16 bit).
- n được gọi là chiều dài bit của số đó
- Bit trái nhất x_{n-1} là bit có giá trị (nặng) nhất **MSB** (Most Significant Bit)
- Bit phải nhất x_0 là bit ít giá trị (nhẹ) nhất **LSB** (Less Significant Bit)

Ý tưởng nhị phân

11

- Số nhị phân có thể dùng để biểu diễn bất kỳ việc gì mà bạn muốn!
- Một số ví dụ:
 - Giá trị logic: 0 → False; 1 → True
 - Ký tự:
 - 26 ký tự (A → Z): 5 bits ($2^5 = 32$)
 - Tính cả trường hợp viết hoa/thường + ký tự lạ → 7 bits (ASCII)
 - Tất cả các ký tự ngôn ngữ trên thế giới → 8, 16, 32 bits (Unicode)
 - Màu sắc: Red (00), Green (01), Blue (11)
 - Vị trí / Địa chỉ: (0, 0, 1)...
 - Bộ nhớ: N bits → Lưu được tối đa 2^N đối tượng

Số nguyên không dấu

12

□ Đặc điểm

- Biểu diễn các đại lượng luôn dương
 - Ví dụ: chiều cao, cân nặng, mã ASCII...
- Tất cả bit đều được sử dụng để biểu diễn giá trị (không quan tâm đến dấu âm, dương)
- Số nguyên không dấu 1 byte lớn nhất là $1111\ 1111_2 = 2^8 - 1 = 255_{10}$
- Số nguyên không dấu 1 word lớn nhất là $1111\ 1111\ 1111\ 1111_2 = 2^{16} - 1 = 65535_{10}$
- Tùy nhu cầu có thể sử dụng số 2, 3... word.
- **LSB = 1** thì số đó là số đó là **số lẻ**

Số nguyên có dấu

13

- Lưu các số dương hoặc âm (số có dấu)
- Có 4 cách phổ biến:
 - [1] Dấu lượng
 - [2] Bù 1
 - [3] Bù 2
 - [4] Số quá (thừa) K
- Số có dấu trong máy tính được biểu diễn ở dạng số bù 2

Số nguyên có dấu

[1] Dấu lượng

14

- **Bit trái nhất (MSB):** bit đánh dấu âm / dương
 - 0: số dương
 - 1: số âm
- **Các bit còn lại:** biểu diễn độ lớn của số (hay giá trị tuyệt đối của số)
- **Ví dụ:**
 - **Một byte 8 bit:** sẽ có 7 bit (trừ đi bit dấu) dùng để biểu diễn giá trị tuyệt đối cho các số có giá trị từ 0000000 (0_{10}) đến 1111111 (127_{10})
 - Ta có thể biểu diễn các số từ **-127_{10} đến $+127_{10}$**
 - $-N$ và N chỉ khác giá trị bit MSB (bit dấu), phần độ lớn (giá trị tuyệt đối) hoàn toàn giống nhau

Số nguyên có dấu

[2] Bù 1

15

- Tương tự như phương pháp [1], bit MSB dùng làm bit dấu
 - 0: Số dương
 - 1: Số âm
- Các bit còn lại (*) dùng làm độ lớn
- **Số âm: Thực hiện phép đảo bit tất cả các bit của (*)**
- **Ví dụ:**
 - Dạng bù 1 của 00101011 (43) là 11010100 (−43)
 - **Một byte 8 bit:** biểu diễn từ -127_{10} đến $+127_{10}$
 - Bù 1 có hai dạng biểu diễn cho số 0, bao gồm: 00000000 (+0) và 11111111 (−0) (mẫu 8 bit, giống phương pháp [1])
 - Khi thực hiện phép cộng, cũng thực hiện theo quy tắc cộng nhị phân thông thường, tuy nhiên, **nếu còn phát sinh bit nhớ thì phải tiếp tục cộng bit nhớ này vào kết quả vừa thu được**

Số nguyên có dấu

[3] Bù 2

16

- Biểu diễn giống như số bù 1 + ta phải cộng thêm số 1 vào kết quả (dạng nhị phân)
- Số bù 2 ra đời khi người ta gặp vấn đề với hai phương pháp dấu lượng [1] và bù 1 [2], đó là:
 - Có hai cách biểu diễn cho số 0 (+0 và -0) → không đồng nhất
 - Bit nhớ phát sinh sau khi đã thực hiện phép tính phải được cộng tiếp vào kết quả → dễ gây nhầm lẫn
- Phương pháp số bù 2 khắc phục hoàn toàn 2 vấn đề đó
- Ví dụ:
 - Một byte 8 bit: biểu diễn từ -128_{10} đến $+127_{10}$ (được lợi 1 số vì chỉ có 1 cách biểu diễn số 0)

Số bù 1 và Số bù 2

17

Số 5 (8 bit)

0	0	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Số bù 1 của 5

1	1	1	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

+

1

Số bù 2 của 5

1	1	1	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

+ Số 5

0	0	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

Kết quả

1	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nhận xét số bù 2

18

- (Số bù 2 của x) + x = một dãy toàn bit 0 (không tính bit 1 cao nhất do vượt quá phạm vi lưu trữ)

→ Do đó số bù 2 của x chính là giá trị âm của x hay $-x$ (Còn gọi là phép lấy đối)

- Đổi số thập phân âm -5 sang nhị phân?

→ Đổi 5 sang nhị phân rồi lấy số bù 2 của nó

- Thực hiện phép toán $a - b$?

→ $a - b = a + (-b)$ → Cộng với số bù 2 của b .

Số nguyên có dấu

[4] Số quá (thừa) K

19

- Còn gọi là biểu diễn số dịch (*biased representation*)
- Chọn một số nguyên dương K **cho trước** làm giá trị dịch
- Biểu diễn số N:
 - **+N (dương)**: có được bằng cách lấy $K + N$, với K được chọn sao cho **tổng của K và một số âm bất kỳ trong miền giá trị luôn luôn dương**
 - **-N (âm)**: có được bằng cách lấy $K - N$ (hay lấy bù hai của số vừa xác định)
- **Ví dụ:**
 - **Dùng 1 Byte (8 bit):** biểu diễn từ -128_{10} đến $+127_{10}$
 - Trong hệ 8 bit, biểu diễn $N = 25$, chọn số thừa $k = 128$, :
 - $+25_{10} = 10011001_2$
 - $-25_{10} = 01100111_2$
 - Chỉ có một giá trị 0: $+0 = 10000000_2$, $-0 = 10000000_2$

Nhận xét

20

- **Số bù 2 [3]** → lưu trữ số có dấu và các phép tính của chúng trên máy tính (**thường dùng nhất**)
 - ▣ Không cần thuật toán đặc biệt nào cho các phép tính cộng và tính trừ
 - ▣ Giúp phát hiện dễ dàng các trường hợp bị tràn.
- **Dấu lượng [1] / số bù 1 [2]** → dùng các thuật toán phức tạp và bất lợi vì luôn có hai cách biểu diễn của số 0 (+0 và -0)
- **Dấu lượng [1]** → phép nhân của số có dấu chấm động
- **Số thừa K [4]** → dùng cho số mũ của các số có dấu chấm động

Biểu diễn số âm (số bù 2)

21

$$x_{n-1} \dots x_1 x_0 = x_{n-1} \cdot (-2^{n-1}) + x_{n-2} \cdot 2^{n-2} \dots + x_1 \cdot 2^1 + x_0 \cdot 2^0$$



Phạm vi lưu trữ: $[-2^{n-1}, 2^{n-1} - 1]$

□ Ví dụ:

$$\begin{aligned} \square \text{ 1101 0110}_2 &= -2^7 + 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 \\ &= -128 + 64 + 16 + 4 + 2 = \\ &= -42_{10} \end{aligned}$$

Ví dụ (số bù 2)

22

$$+123 = 01111011b$$

$$-123 = 10000101b$$

$$0 = 00000000b$$

$$-1 = 11111111b$$

$$-2 = 11111110b$$

$$-3 = 11111101b$$

$$-127 = 10000001b$$

$$-128 = 10000000b$$

Tính giá trị không dấu và có dấu

23

- Tính giá trị không dấu và có dấu của 1 số?
 - Ví dụ số word (16 bit): 1100 1100 1111 0000
 - Số nguyên không dấu ?
 - Tất cả 16 bit lưu giá trị → giá trị là 52464
 - Số nguyên có dấu ?
 - Bit MSB = 1 do đó số này là số âm
 - Áp dụng công thức → giá trị là -13072

Tính giá trị không dấu và có dấu

24

□ Nhận xét

- Bit **MSB** = 0 thì giá trị có dấu bằng giá trị không dấu.
- Bit **MSB** = 1 thì giá trị có dấu bằng giá trị không dấu trừ đi 256 (2^8 nếu tính theo byte) hay 65536 (2^{16} nếu tính theo word).

□ Tính giá trị không dấu và có dấu của 1 số?

- Ví dụ số word (16 bit): **1**100 1100 1111 0000
- Giá trị không dấu = **52464**
- Giá trị có dấu: vì bit **MSB** = 1 nên giá trị có dấu = 52464 – 65536 = **-13072**

Phép dịch bit và phép xoay

25

- **Shift left (SHL):** 1100 1010 → 1001 0100
 - Chuyển tất cả các bit sang trái, bỏ bit trái nhất, thêm 0 ở bit phải nhất
- **Shift right (SHR):** 1001 0101 → 0100 1010
 - Chuyển tất cả các bit sang phải, bỏ bit phải nhất, thêm 0 ở bit trái nhất
- **Rotate left (ROL):** 1100 1010 → 1001 0101
 - Chuyển tất cả các bit sang trái, bit trái nhất thành bit phải nhất
- **Rotate right (ROR):** 1001 0101 → 1100 1010
 - Chuyển tất cả các bit sang phải, bit phải nhất thành bit trái nhất

Phép toán Logic

AND, OR, NOT, XOR

26

AND	0	1
0	0	0
1	0	1

“Phép nhân”

OR	0	1
0	0	1
1	1	1

“Phép cộng”

XOR	0	1
0	0	1
1	1	0

“Phép so sánh khác”

NOT	0	1
	1	0

“Phép phủ định”

$$\begin{array}{r} \text{AND} \quad 11010011 \\ \quad \quad 00001111 \\ \hline \quad \quad 00000011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{OR} \quad 00000011 \\ \quad \quad 01100000 \\ \hline \quad \quad 01100011 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{XOR} \quad 01100011 \\ \quad \quad 01100011 \\ \hline \quad \quad 00000000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{NOT} \quad 11010011 \\ \hline = \quad 00101100 \end{array}$$

Ví dụ

27

□ $X = 0000\ 1000b = 8d$

→ $X\ \text{shl}\ 2 = 0010\ 0000b = 32d = 8 \cdot 2^2$

→ $(X\ \text{shl}\ 2)\ \text{or}\ X = 0010\ 1000b = 40d = 32 + 8$

□ $Y = 0100\ 1010b = 74d$

→ $((Y\ \text{and}\ 0Fh)\ \text{shl}\ 4) = 1010\ 0000$

OR

OR

→ $((Y\ \text{and}\ F0h)\ \text{shr}\ 4) = 0000\ 0100$

= $1010\ 0100 = 164d$ (không dấu)

= $(164 - 2^8) = -92d$ (có dấu)

Một số nhận xét

28

- $x \text{ SHL } y = x \cdot 2^y$
- $x \text{ SHR } y = x / 2^y$
- **AND** dùng để tắt bit (AND với 0 luôn = 0)
- **OR** dùng để bật bit (OR với 1 luôn = 1)
- **XOR, NOT** dùng để đảo bit (XOR với 1 = đảo bit đó)
- $x \text{ AND } 0 = 0$
- $x \text{ XOR } x = 0$

- **Mở rộng:**
 - Lấy giá trị tại bit thứ i của x : $(x \text{ SHR } i) \text{ AND } 1$
 - Gán giá trị 1 tại bit thứ i của x : $(1 \text{ SHL } i) \text{ OR } x$
 - Gán giá trị 0 tại bit thứ i của x : $\text{NOT}(1 \text{ SHL } i) \text{ AND } x$
 - Đảo bit thứ i của x : $(1 \text{ SHL } i) \text{ XOR } x$

Các phép toán tử

29

- Phép Cộng (+)
- Phép Trừ (-)
- Phép Nhân (*)
- Phép Chia (/)

Phép cộng

30

- Nguyên tắc cơ bản:

$$\begin{array}{r|rr} + & 0 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 10 \end{array}$$

- Ví dụ:

$$\begin{array}{r} \\ \\ \\ \\ \\ \hline 1 \end{array}$$

Phép cộng

31

$$\begin{array}{r} 1001 = -7 \\ +0101 = 5 \\ \hline 1110 = -2 \end{array}$$

(a) $(-7) + (+5)$

$$\begin{array}{r} 1100 = -4 \\ +0100 = 4 \\ \hline 10000 = 0 \end{array}$$

(b) $(-4) + (+4)$

$$\begin{array}{r} 0011 = 3 \\ +0100 = 4 \\ \hline 0111 = 7 \end{array}$$

(c) $(+3) + (+4)$

$$\begin{array}{r} 1100 = -4 \\ +1111 = -1 \\ \hline 11011 = -5 \end{array}$$

(d) $(-4) + (-1)$

$$\begin{array}{r} 0101 = 5 \\ +0100 = 4 \\ \hline 1001 = \text{Overflow} \end{array}$$

(e) $(+5) + (+4)$

$$\begin{array}{r} 1001 = -7 \\ +1010 = -6 \\ \hline 10011 = \text{Overflow} \end{array}$$

(f) $(-7) + (-6)$

Phép trừ

32

- Nguyên tắc cơ bản: Đưa về phép cộng

$$A - B = A + (-B) = A + (\text{số bù 2 của } B)$$

- Ví dụ: $11101 - 10011 = 11101 + 01101$

The diagram illustrates the binary addition of 11101 and 01101. The numbers are represented by boxes of digits. A carry of 1 is shown above the first column. The result is shown below a horizontal line.

					1
	1	1	1	0	1
+	0	1	1	0	1
<hr/>					
1	0	1	0	1	0

Phép trừ

33

$$\begin{array}{r} 0010 = 2 \\ +1001 = -7 \\ \hline 1011 = -5 \end{array}$$

(a) $M = 2 = 0010$
 $S = 7 = 0111$
 $-S = 1001$

$$\begin{array}{r} 0101 = 5 \\ +1110 = -2 \\ \hline 10011 = 3 \end{array}$$

(b) $M = 5 = 0101$
 $S = 2 = 0010$
 $-S = 1110$

$$\begin{array}{r} 1011 = -5 \\ +1110 = -2 \\ \hline 11001 = -7 \end{array}$$

(c) $M = -5 = 1011$
 $S = 2 = 0010$
 $-S = 1110$

$$\begin{array}{r} 0101 = 5 \\ +0010 = 2 \\ \hline 0111 = 7 \end{array}$$

(d) $M = 5 = 0101$
 $S = -2 = 1110$
 $-S = 0010$

$$\begin{array}{r} 0111 = 7 \\ +0111 = 7 \\ \hline 1110 = \text{Overflow} \end{array}$$

(e) $M = 7 = 0111$
 $S = -7 = 1001$
 $-S = 0111$

$$\begin{array}{r} 1010 = -6 \\ +1100 = -4 \\ \hline 10110 = \text{Overflow} \end{array}$$

(f) $M = -6 = 1010$
 $S = 4 = 0100$
 $-S = 1100$

Phép nhân

34

- Nguyên tắc cơ bản:

\times	0	1
0	0	0
1	0	1

Phép nhân

35

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} \times \\ 10001 \\ 110 \end{array} \\ \hline \begin{array}{r} 00000 \\ 10001 \\ 10001 \end{array} \\ \hline 1100110 \end{array}$$

Phép nhân

36

$$\begin{array}{r} 1011 \\ \times 1101 \\ \hline 1011 \\ 0000 \\ 1011 \\ 1011 \\ \hline 10001111 \end{array}$$

$= 11$
 $= 13$
 $= 143$

$$\begin{array}{r} 1011 \\ \times 1101 \\ \hline 00000000 \\ + 1011 \\ \hline 00001011 \\ + 0000 \\ \hline 00001011 \\ + 1011 \\ \hline 00110111 \\ + 1011 \\ \hline 10001111 \end{array}$$

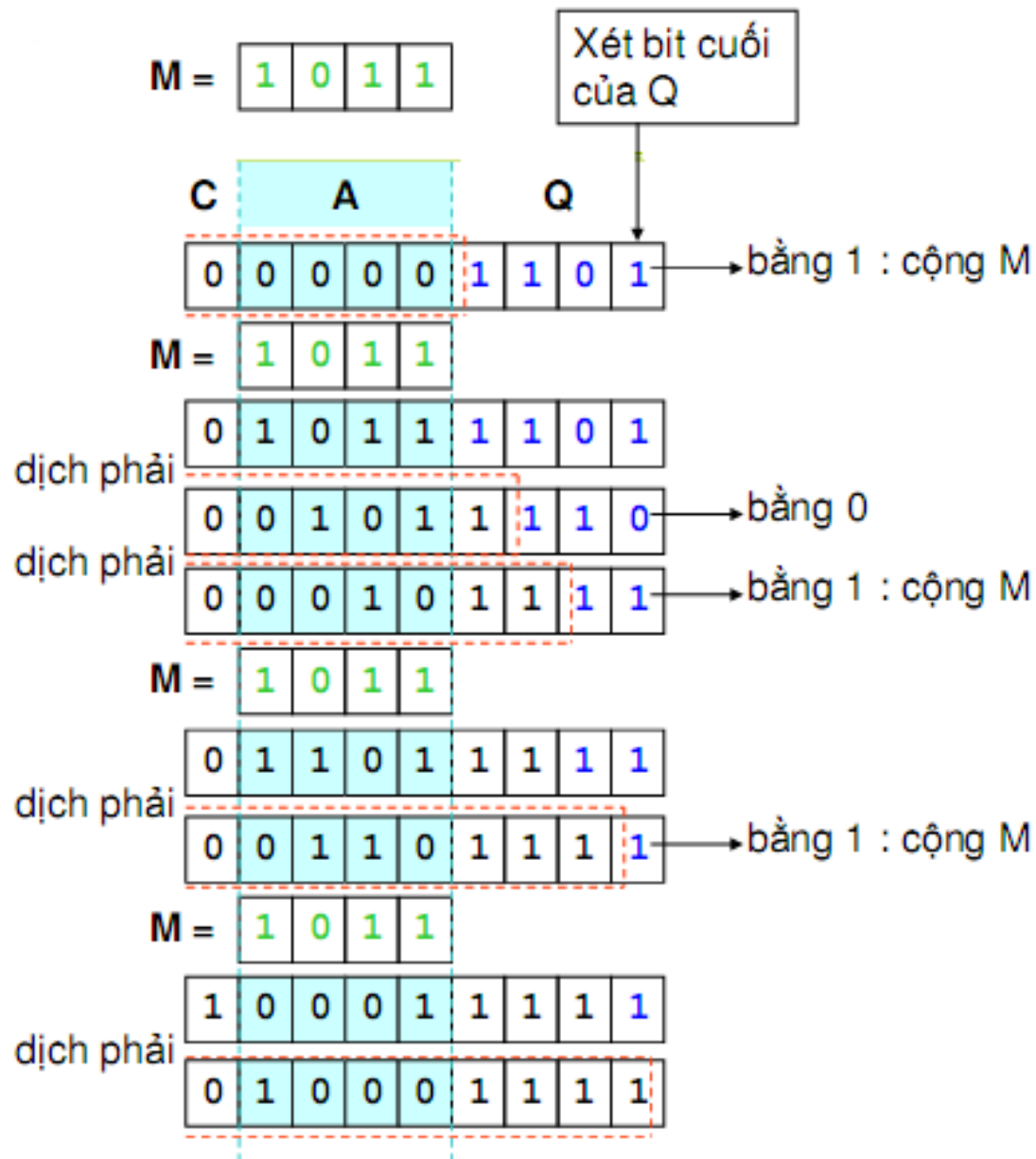
Thuật toán nhân

37

- Giả sử ta muốn thực hiện phép nhân $M \times Q$ với
 - ▣ Q có n bit
- Ta định nghĩa các biến:
 - ▣ C (1 bit): đóng vai trò bit nhớ
 - ▣ A (n bit): đóng vai trò 1 phần kết quả nhân ($[C, A, Q]$: kết quả nhân)
 - ▣ $[C, A]$ ($n + 1$ bit) ; $[C, A, Q]$ ($2n + 1$ bit): coi như các thanh ghi ghép
- Thuật toán:

```
Khởi tạo:  $[C, A] = 0$ ;  $k = n$ 
Lặp khi  $k > 0$ 
{
    Nếu bit cuối của  $Q = 1$  thì
        Lấy  $(A + M) \rightarrow [C, A]$ 

    Shift right  $[C, A, Q]$ 
     $k = k - 1$ 
}
```



Thuật toán nhân cải tiến (số không/có dấu)

39

Khởi tạo: $A = 0$; $k = n$; $Q_{-1} = 0$ (thêm 1 bit = 0 vào cuối Q)

Lặp khi $k > 0$

{

 Nếu 2 bit cuối của Q_0Q_{-1}

 {

 = 10 thì $A - M \rightarrow A$

 = 01 thì $A + M \rightarrow A$

 = 00, 11 thì A không thay đổi

 }

 Shift right $[A, Q, Q_{-1}]$

$k = k - 1$

}

Kết quả: $[A, Q]$

Ví dụ

$M = 7, Q = -3, n = 4$

40

	A	Q	Q ₋₁	M
Khởi đầu	0000	1101	0	0111
Bước 0: $A=A-M$	1001	1101	0	0111
shift	1100	1110	1	0111
Bước 1: $A=A+M$	0011	1110	1	0111
shift	0001	1111	0	0111
Bước 2: $A=A-M$	1010	1111	0	0111
shift	1101	0111	1	0111
Bước 3: shift	1110	1011	1	0111

Kết quả 11101011 = -21

Phép chia

41

□ Giả sử ta muốn thực hiện Q / M với

Khởi tạo: $A = n$ bit 0 nếu $Q > 0$; $A = n$ bit 1 nếu $Q < 0$; $k = n$

Lặp khi $k > 0$

{

Shift left (SHL) $[A, Q]$

$A - M \rightarrow A$

Nếu $A < 0$: $Q_0 = 0$ và $A + M \rightarrow A$

Ngược lại: $Q_0 = 1$

$k = k - 1$

}

Kết quả: Q là thương, A là số dư

Ví dụ phép chia

42

A	Q	M = 0011	A	Q	M = 1101
0000	0111	Initial value	0000	0111	Initial value
0000	1110	Shift	0000	1110	Shift
1101		Subtract	1101		Add
0000	1110	Restore	0000	1110	Restore
0001	1100	Shift	0001	1100	Shift
1110		Subtract	1110		Add
0001	1100	Restore	0001	1100	Restore
0011	1000	Shift	0011	1000	Shift
0000		Subtract	0000		Add
0000	1001	Set $Q_0 = 1$	0000	1001	Set $Q_0 = 1$
0001	0010	Shift	0001	0010	Shift
1110		Subtract	1110		Add
0001	0010	Restore	0001	0010	Restore

(a) $(7)/(3)$

(b) $(7)/(-3)$

Prefix in byte (Chuẩn IEC)

43

- International Electrotechnical Commission (IEC)

Name	Abbr	Factor
kibi	Ki	$2^{10} = 1,024$
mebi	Mi	$2^{20} = 1,048,576$
gibi	Gi	$2^{30} = 1,073,741,824$
tebi	Ti	$2^{40} = 1,099,511,627,776$
pebi	Pi	$2^{50} = 1,125,899,906,842,624$
exbi	Ei	$2^{60} = 1,152,921,504,606,846,976$
zebi	Zi	$2^{70} = 1,180,591,620,717,411,303,424$
yobi	Yi	$2^{80} = 1,208,925,819,614,629,174,706,176$

Prefix in byte (Chuẩn SI)

44

□ International System of Units (SI)

Name	Abbr	Factor	SI size
Kilo	K	$2^{10} = 1,024$	$10^3 = 1,000$
Mega	M	$2^{20} = 1,048,576$	$10^6 = 1,000,000$
Giga	G	$2^{30} = 1,073,741,824$	$10^9 = 1,000,000,000$
Tera	T	$2^{40} = 1,099,511,627,776$	$10^{12} = 1,000,000,000,000$
Peta	P	$2^{50} = 1,125,899,906,842,624$	$10^{15} = 1,000,000,000,000,000$
Exa	E	$2^{60} = 1,152,921,504,606,846,976$	$10^{18} = 1,000,000,000,000,000,000$
Zetta	Z	$2^{70} = 1,180,591,620,717,411,303,424$	$10^{21} = 1,000,000,000,000,000,000,000$
Yotta	Y	$2^{80} = 1,208,925,819,614,629,174,706,176$	$10^{24} = 1,000,000,000,000,000,000,000,000$

- **Chú ý:** khi nói “kilobyte” chúng ta nghĩ là 1024 byte nhưng thực ra nó là 1000 bytes theo chuẩn SI, 1024 bytes là kibibyte (IEC)
- Hiện nay chỉ có các nhà sản xuất đĩa cứng và viễn thông mới dùng chuẩn SI
 - **30 GB** → $30 * 10^9 \sim \mathbf{28} * 2^{30}$ bytes
 - 1 Mbit/s → 10^6 b/s

Homework

45

- Đọc chương 9, sách của W.Stalling
- Đọc trước slide bài giảng số thực