



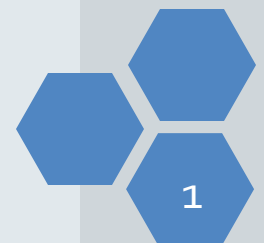
Bộ môn Công nghệ phần mềm
Khoa Công nghệ thông tin
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

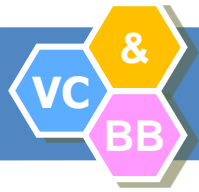
KỸ THUẬT LẬP TRÌNH

ThS. Đặng Bình Phương
dbphuong@fit.hcmus.edu.vn



CÁC KỸ THUẬT THAO TÁC TRÊN BÍT





Nội dung

1

Các toán tử logic

2

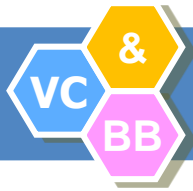
Các toán tử dịch bit

3

Các ứng dụng

4

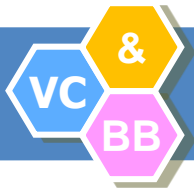
Bài tập



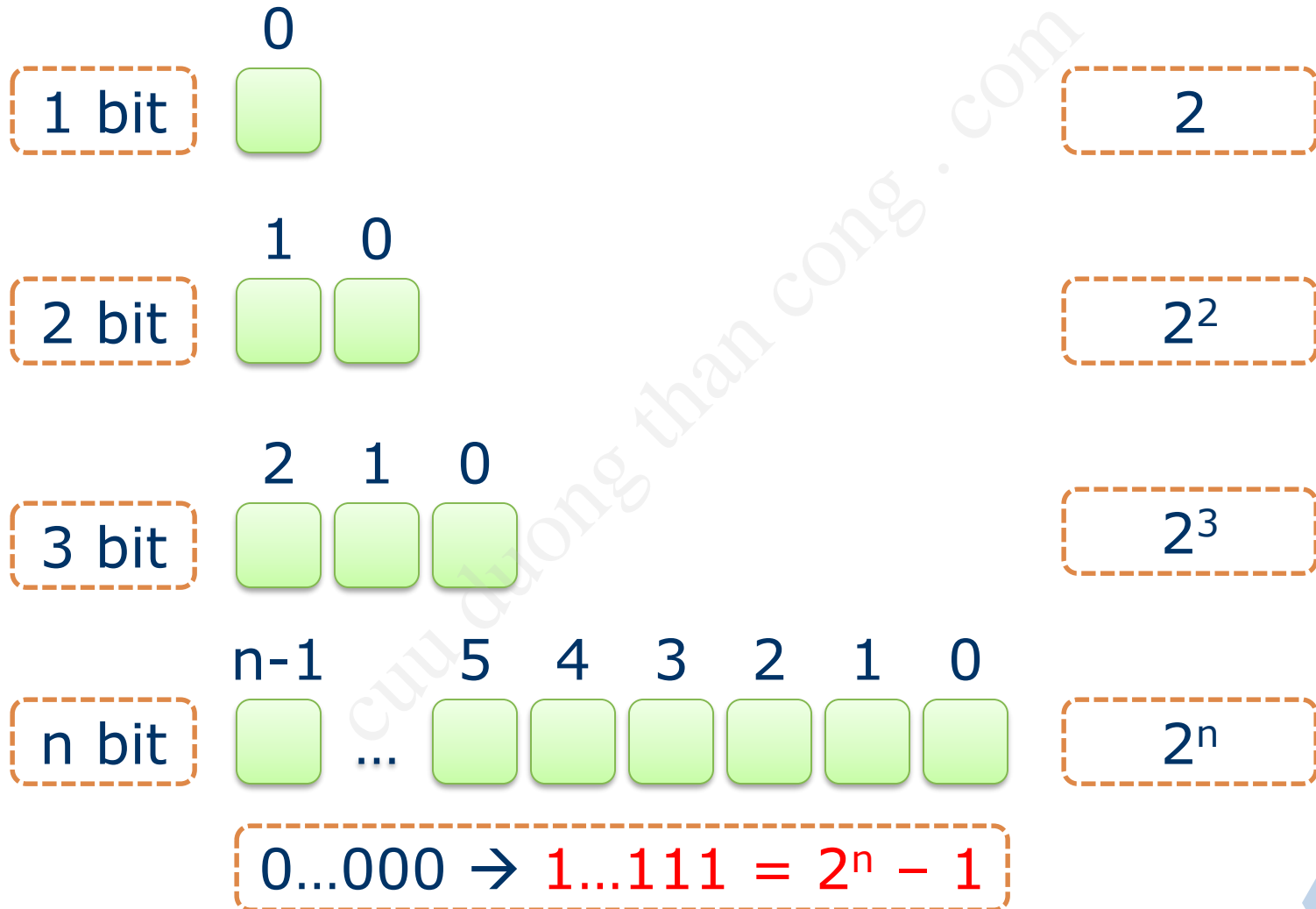
Đơn vị đo thông tin

- ❖ Hai trạng thái tắt-**0** và mở-**1** (nhị phân).
- ❖ Ký số nhị phân (**B**inary **D**igit) – **bit**
- ❖ **bit** - Đơn vị chứa thông tin nhỏ nhất.
- ❖ Các đơn vị đo thông tin lớn hơn:

Tên gọi	Ký hiệu	Giá trị
Byte	B	8 bit
KiloByte	KB	2^{10} B = 1024 Byte
MegaByte	MB	2^{10} KB = 2^{20} Byte
GigaByte	GB	2^{10} MB = 2^{30} Byte
TeraByte	TB	2^{10} GB = 2^{40} Byte
PentaByte	PB	2^{10} TB = 2^{50} Byte



Đơn vị đo thông tin





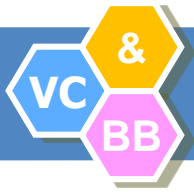
Biểu diễn thông tin trong MTĐT

❖ Đặc điểm

- Được 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).
- Biểu diễn số nguyên không dấu, số nguyên có dấu, số thực và ký tự.

❖ Hai loại bit đặc biệt

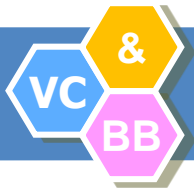
- **msb** (**m**ost **s**ignificant **b**it): bit nặng nhất (bit n)
- **lsb** (**l**east **s**ignificant **b**it): bit nhẹ nhất (bit 0)



Biểu diễn số nguyên không dấu

❖ Đặc điểm

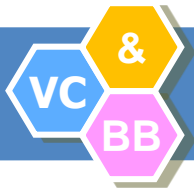
- Biểu diễn các đại lượng **luôn dương**.
- Ví dụ: chiều cao, cân nặng, mã ASCII...
- Tất cả bit được sử dụng để biểu diễn giá trị.
- Số nguyên không dấu 1 byte lớn nhất là $1111\ 1111_2 = 2^8 - 1 = 255_{10}$.
- Số nguyên không dấu 1 word lớn nhất là $1111\ 1111\ 1111\ 1111_2 = 2^{16} - 1 = 65535_{10}$.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



Biểu diễn số nguyên có dấu

❖ Đặc điểm

- Lưu các số **dương** hoặc **âm**.
- Bit **msb** dùng để **biểu diễn dấu**
 - msb = 0 biểu diễn số dương. VD: **0**101 0011
 - msb = 1 biểu diễn số âm. VD: **1**101 0011
- Trong máy tính, **số âm được biểu diễn ở dạng số bù 2**.



Số bù 1 và số bù 2

Số 5 (byte)

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

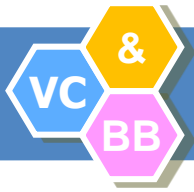
1 1 1 1 1 0 1 1

+ Số 5

0 0 0 0 0 1 0 1

Kết quả

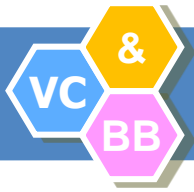
1 0 0 0 0 0 0 0



Biểu diễn số nguyên có dấu

❖ Nhận xét

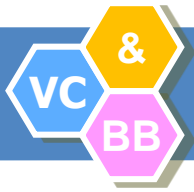
- Số bù 2 của x cộng với x là một dãy toàn bit 0 (không tính bit 1 cao nhất do vượt quá phạm vi lưu trữ). Do đó số bù 2 của x chính là giá trị âm của x hay $-x$.
- Đổi số thập phân âm -5 sang nhị phân?
 - Đổi 5 sang nhị phân rồi lấy số bù 2 của nó.
- Thực hiện phép toán $a - b$?
 - $a - b = a + (-b) \Rightarrow$ Cộng với số bù 2 của b .



Tính giá trị có dấu và không dấu

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

- Ví dụ số word (16 bit): **1**100 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**.
=> độ lớn là giá trị của số bù 2.
 - Số bù 2 = **0011 0011 0001 0000** = **13072**.
=> giá trị là **-13072**.



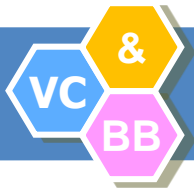
Tính giá trị có dấu và không dấu

❖ Bảng giá trị số không dấu/có dấu (byte & word)

<div>msb = 0</div> <div>msb = 1</div>	HEX	Không dấu	Có dấu	HEX	Không dấu	Có dấu
	00	0	0	0000	0	0
	01	1	1	0001	1	1
	02	2	2	0002	2	2

	7E	126	126	7FFE	32766	32766
	7F	127	127	7FFF	32767	32767
	80	128	-128	8000	32768	-32768
	81	129	-127	8001	32769	-32767

	FE	254	-2	FFFE	65534	-2
	FF	255	-1	FFFF	65535	-1



Tính giá trị có dấu và không dấu

❖ Nhận xét

- $msb=0 \rightarrow$ giá trị có dấu bằng giá trị không dấu.
- $msb=1 \rightarrow$ thì giá trị có dấu bằng giá trị không dấu trừ $2^8=256$ (byte) hay $2^{16}=65536$ (word).

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

- Ví dụ số word (16 bit): 1100 1100 1111 0000
- Giá trị không dấu là 52464.
- Giá trị có dấu: vì bit $msb = 1$ nên giá trị có dấu bằng $52464 - 65536 = -13072$.



Các toán tử trên bit

❖ Toán tử & (and)

&	0	1
0	0	0
1	0	1

❖ Ví dụ

■ `int x = 2912, y = 1706, z = x & y;`

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
&	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
544	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0



Các toán tử trên bit

❖ Toán tử | (or)

	0	1
0	0	1
1	1	1

❖ Ví dụ

■ `int x = 2912, y = 1706, z = x | y;`

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
x	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
y	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
z	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0



Các toán tử trên bit

❖ Toán tử \wedge (xor)

\wedge	0	1
0	0	1
1	1	0

❖ Ví dụ

■ `int x = 2912, y = 1706, z = x \wedge y;`

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
\wedge	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3530	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0



Các toán tử trên bit

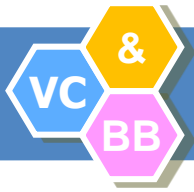
❖ Toán tử \sim (not)

\sim	0	1
	1	0

❖ Ví dụ

■ `int x = 2912, z = \sim x;`

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
\sim	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
-2913	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1



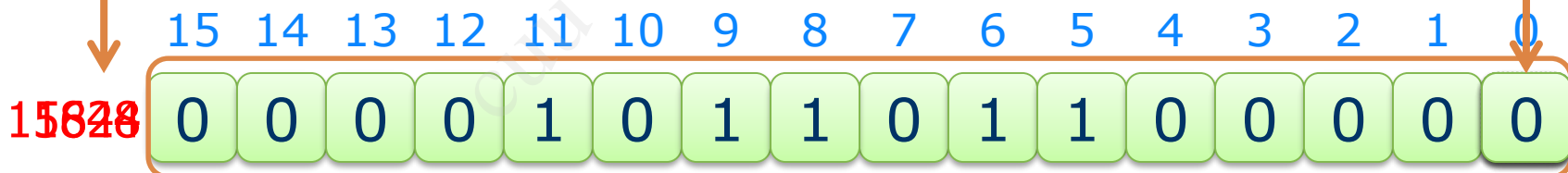
Các toán tử trên bit

❖ Toán tử $\ll n$ (shift left)

- Dịch các bit sang trái n vị trí.
- Các bit vượt quá phạm vi lưu trữ sẽ mất.
- Tự động thêm bit 0 vào cuối dãy bit.

❖ Ví dụ

- `int x = 2912, z = x \ll 2;`





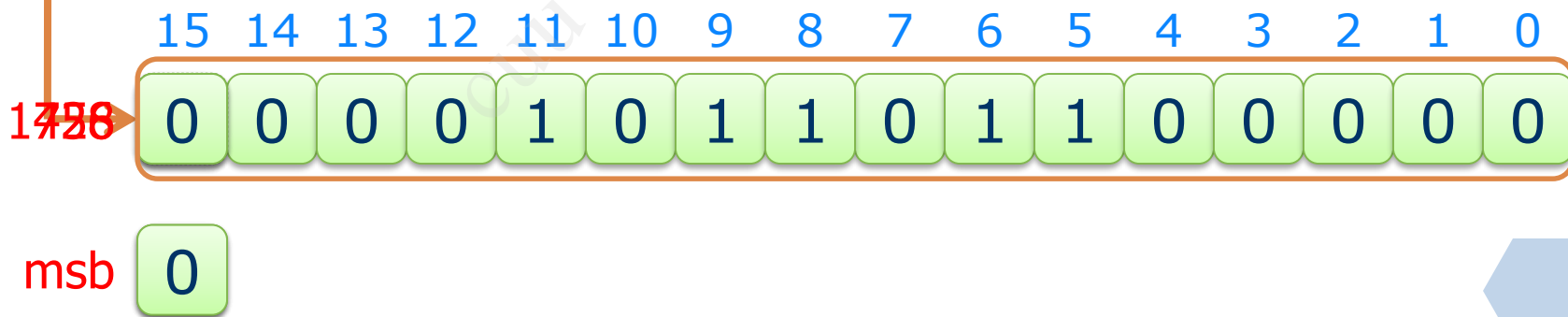
Các toán tử trên bit

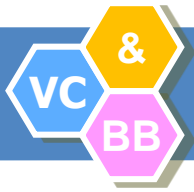
❖ Toán tử \gg n (shift right)

- Dịch các bit sang phải n vị trí.
- Các bit vượt quá phạm vi lưu trữ sẽ mất.
- Giữ lại bit nặng nhất (msb) \Leftrightarrow dấu của số

❖ Ví dụ

- `int x = 2912, z = x \gg 2;`

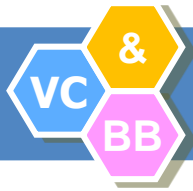




Các toán tử trên bit

❖ Lưu ý

- Không được nhầm lẫn các toán tử trên bit (&, |, ~) với các toán tử kết hợp (&&, ||, !)
- Các toán tử gộp: &= |= ^= <<= >>=
- Máy tính làm việc trên bit nên các thao tác trên hệ nhị phân sẽ nhanh hơn rất nhiều so với hệ khác.
- Phải luôn nhớ độ dài của dãy bit đang làm việc (8bit, 16bit, 32bit, 64bit, ...)



Ứng dụng trên số nguyên

❖ Ứng dụng của các toán tử $\&$, $|$, \wedge , \sim



a. Bật bit thứ i của biến n (onbit)



b. Tắt bit thứ i của biến n (offbit)



c. Lấy giá trị của bit thứ i của biến n (getbit)



d. Gán giá trị 0 cho biến n (setzero)

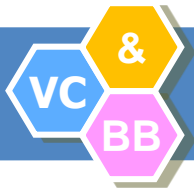
❖ Ứng dụng của các toán tử dịch bit $<<$ và $>>$



e. Nhân n với 2^i (mul2pow)



f. Chia n với 2^i (div2pow)



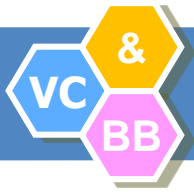
Bật bit thứ i của biến n

i = 9
↓

$$\begin{aligned} n_i \mid 0 &= n_i \\ n_i \mid 1 &= 1 \end{aligned}$$

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	n ₁₅	n ₁₄	n ₁₃	n ₁₂	n ₁₁	n ₁₀	n ₉	n ₈	n ₇	n ₆	n ₅	n ₄	n ₃	n ₂	n ₁	n ₀
i	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	n ₁₅	n ₁₄	n ₁₃	n ₁₂	n ₁₁	n ₁₀	1	n ₈	n ₇	n ₆	n ₅	n ₄	n ₃	n ₂	n ₁	n ₀

```
void onbit(int &n, int i)
{
    n = n | (0x1 << i);
}
```



Tắt bit thứ i của biến n

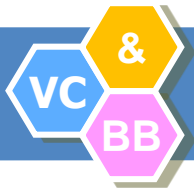
i = 9



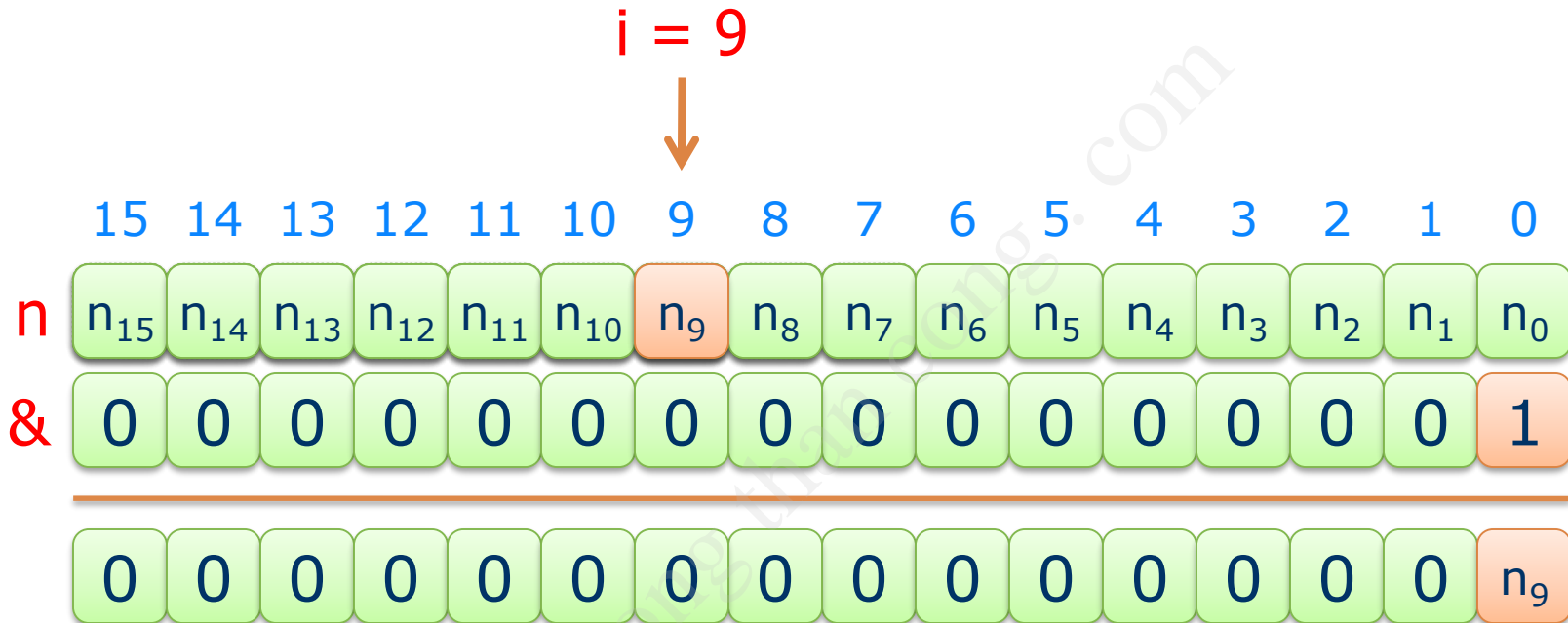
$$\begin{aligned} n_i \& 1 &= n_i \\ n_i \& 0 &= 0 \end{aligned}$$

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	n ₁₅	n ₁₄	n ₁₃	n ₁₂	n ₁₁	n ₁₀	n ₉	n ₈	n ₇	n ₆	n ₅	n ₄	n ₃	n ₂	n ₁	n ₀
&	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	n ₁₅	n ₁₄	n ₁₃	n ₁₂	n ₁₁	n ₁₀	0	n ₈	n ₇	n ₆	n ₅	n ₄	n ₃	n ₂	n ₁	n ₀

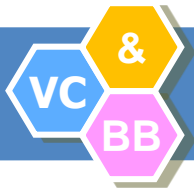
```
void offbit(int &n, int i)
{
    n = n & (~ (0x1 << i));
}
```



Lấy giá trị bit thứ i của biến n



```
int getbit(int n, int i)
{
    return (n >> i) & 0x1;
}
```

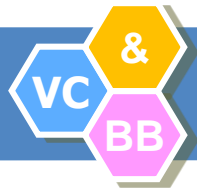


Gán giá trị 0 cho biến n

$$n_i \wedge n_i = 0$$

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
n	n_{15}	n_{14}	n_{13}	n_{12}	n_{11}	n_{10}	n_9	n_8	n_7	n_6	n_5	n_4	n_3	n_2	n_1	n_0
^	n_{15}	n_{14}	n_{13}	n_{12}	n_{11}	n_{10}	n_9	n_8	n_7	n_6	n_5	n_4	n_3	n_2	n_1	n_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

```
void setzero(int &n)
{
     $n = n \wedge n;$ 
}
```

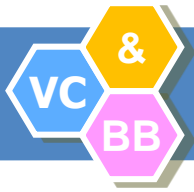



Nhân n với 2^i

❖ Đặc điểm toán tử $<<$

- $n = \sum(n_j 2^j)$ với $j \in [0, k]$ (k là chỉ số bit **msb**)
- Dịch trái **i** bit \rightarrow số mũ mỗi ký số tăng thêm i
- $\rightarrow n << i = \sum(n_j 2^{j+i}) = 2^i \sum(n_j 2^j) = 2^i n$
- Vậy, dịch trái i bit \Leftrightarrow nhân với **2^i**

```
int mul2powi(int n, int i)
{
    return n << i;
}
```

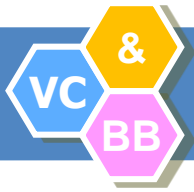


Chia n với 2^i

❖ Đặc điểm toán tử $>>$

- $n = \sum(n_j 2^j)$ với $j \in [0, k]$ (k là chỉ số bit **msb**)
- Dịch phải **i** bit \rightarrow số mũ mỗi ký số giảm đi i
- $\rightarrow n << i = \sum(n_j 2^{j-i}) = 2^{-i} \sum(n_j 2^j) = 2^{-i} n = n/2^i$
- Vậy, dịch phải i bit \Leftrightarrow chia cho **2^i**

```
int div2powi(int n, int i)
{
    return n >> i;
}
```



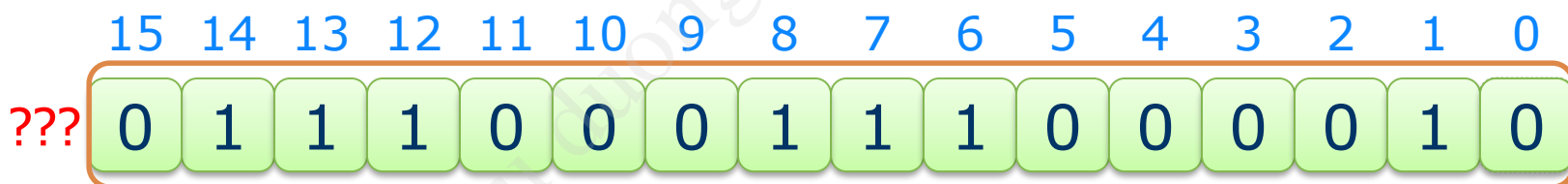
Bài tập

- ❖ **Bài 1:** Viết hàm thực hiện các thao tác trên bit.
- ❖ **Bài 2:** Viết **bitcount** đếm số lượng bit 1 của một số nguyên dương n .
- ❖ **Bài 3:** Cho mảng a gồm n số nguyên khác nhau. Viết hàm liệt kê các tổ hợp $1, 2, \dots, n$ phần tử của số nguyên đó (không cần theo thứ tự)
Ví dụ, $n = 3$, mảng $a = \{1, 2, 3\}$
 $\rightarrow \{1\}, \{2\}, \{3\}, \{1, 2\}, \{1, 3\}, \{2, 3\}, \{1, 2, 3\}$
- ❖ **Bài 4:** Giống bài 3 nhưng chỉ liệt kê các **tổ hợp k phần tử** ($1 \leq k \leq n$)

- ❖ Bài 5: Viết hàm **RotateLeft**(n, i) thực hiện thao tác “xoay” các bit của n (kô dấu) sang trái i vị trí và các bit bị mất sẽ được đưa vào cuối dãy bit.

Ví dụ:

■ `int n = 291282; n = RotateLeft(n, 2);`



- ❖ Bài 6: Tương tự bài 2 nhưng viết hàm **RotateRight**(n, i) để xoay bit sang phải.

	a	b	c
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

{			}
{			c
{		b	
{		b	c
{	a		
{	a		c
{	a	b	
{	a	b	c