



การจัดองค์การคอมพิวเตอร์

2.3 ตัวเลขลบ ในระบบดิจิทัล

31110321 Computer Organization

สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ทรงฤทธิ์ กิตติศรีวรพันธุ์

songrit@npu.ac.th

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยนครพนม

Outline

- 2.1 เลขไบนารี
- 2.2 การบวกเลขไบนารี
- 2.3 **ตัวเลขลบ ในระบบดิจิทัล**
- 2.4 Arithmetic Logic Unit (ALU)
- 2.5 โปรเจ็คสัปดาห์ 2
- 2.6 ภาพรวม

Representing number (4 bits)

0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

มี n bit อ้างตัวเลขได้
 $0..2^n-1$

จากจำนวนที่มี แบ่งให้เลขลบ

ใช้บิตแรกเป็น
สัญลักษณ์ลบ

0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	-0
1001	-1
1010	-2
1011	-3
1100	-4
1101	-5
1110	-6
1111	-7

- สร้างปัญหาภายหลัง
 - $0000 = 0$
 - $1000 = -0$?
 - $x + (-x)$ ไม่เท่ากับ 0

Two's complement

0000	0	
0001	1	
0010	2	
0011	3	
0100	4	
0101	5	
0110	6	
0111	7	
1000	-8	(16 - 8)
1001	-7	(16 - 9)
1010	-6	(16 - 10)
1011	-5	(16 - 11)
1100	-4	(16 - 12)
1101	-3	(16 - 13)
1110	-2	(16 - 14)
1111	-1	(16 - 15)



Two's Complement

0000	0		}	positive numbers range: $0 \dots 2^{n-1} - 1$
0001	1			
0010	2			
0011	3			
0100	4			
0101	5			
0110	6			
0111	7			
1000	-8	(16 - 8)	}	negative numbers range: $-1 \dots -2^n - 1$
1001	-7	(16 - 9)		
1010	-6	(16 - 10)		
1011	-5	(16 - 11)		
1100	-4	(16 - 12)		
1101	-3	(16 - 13)		
1110	-2	(16 - 14)		
1111	-1	(16 - 15)		

ဘာလဲ two's complement

$$\begin{array}{r} -2 \\ + \\ -3 \\ \hline -5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ + \\ 13 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1110 \\ + \\ 1101 \\ \hline 11011 \end{array}$$

- Two's complement rationale:
 - Representation is absolute value

$$11011 = 27_{\text{ten}}$$

$$1011 = 11_{\text{ten}}$$

ประโยชน์ของ two complement

- Input : x
- Output: $-x$ (แบบ two's complement)
- Insight: ถ้าเราได้ $-x$ แปลว่าสามารถลบเลขได้ด้วยการบวก

$$y - x = y + (-x)$$

Computing $-x$

- Input: x
- Output: $-x$ (in two's complement)
- Idea: $2^n - x = 1 + (2^n - 1) - x$

11111111_{two}

```
11111111
- 10101100
-----
01010011
```

Computing $-x$

- Input: 4
- Output: ໄດ້ 12 (-4 ໃນ two's complement ເທົ່າກັບ 12)

- Input: 0100
- Flip bit 1011
- ບວກ 1 + 1
- Output 1100
= $(12)_{10}$

Coming up: W2.4

Arithmetic Logic Unit (ALU)

หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์