

#### การจัดองค์การคอมพิวเตอร์

#### 2.3 ตัวเลขลบ ในระบบดิจิทัล

31110321 Computer Organization สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

> ทรงฤทธิ์ กิติศรีวรพันธุ์ 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
0001
       1
0010
0011
       3
0100
      4
0101
       5
0110
       6
0111
1000
       8
1001
1010
      10
1011
      11
1100
      12
1101
      13
1110
      14
1111
      15
```

มี n bit อ้างตัวเลขได้ 0..2<sup>n</sup>-1

# จากจำนวนที่มี แบ่งให้เลขลบ

3 4 5 6 -2 -3 -5 -6

#### • สร้างปัญหาภายหลัง

# Two's complement

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

## บวกเลข two's complement

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

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

### ประโยชน์ของ two complement

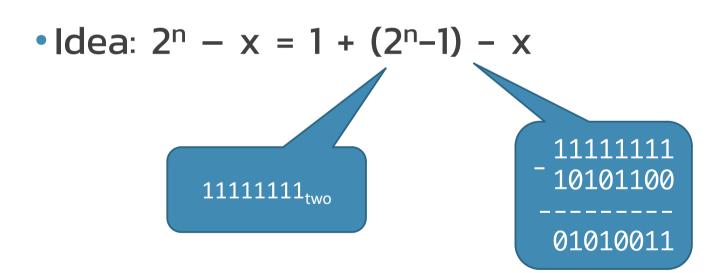
- Input : x
- Output: -x (IIUU two's complement)

• Insight: ถ้าเราได้ -x แปลว่าสามารถลบเลขได้ด้วยการบวก

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

# Computing -x

- Input: x
- Output: -x (in two's complement)



# Computing -x

- Input: 4
- Output: ได้ 12 ( -4 ใน two's complement เท่ากับ 12)

```
• Input: 0100
```

$$= (12)_{10}$$

# Coming up: W2.4 Arithmetic Logic Unit (ALU)

หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์