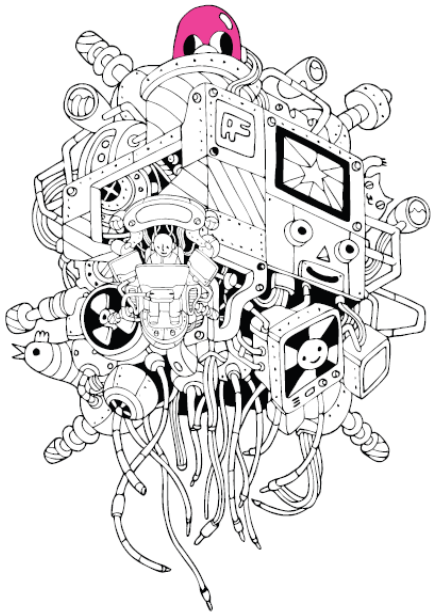
윤성우의
열혈 C 프로그래밍



윤성우 저 열혈강의 C 프로그래밍 개정판

Chapter 04. 데이터 표현방식의 이해

윤성우의

열혈 C 프로그래밍

Chapter 04-1. 컴퓨터가 데이터를 표현하는 방식

윤성우 저 열혈강의 C 프로그래밍 개정판

2진수란 무엇인가?
더불어 10진수, 16진수란 무엇인가?

2진수

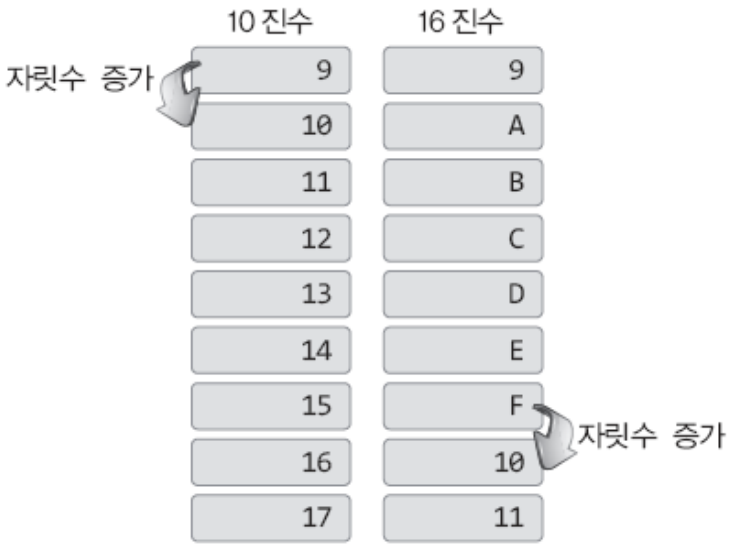
· 두 개의 기호를 이용해서 값(데이터)를 표현하는 방식

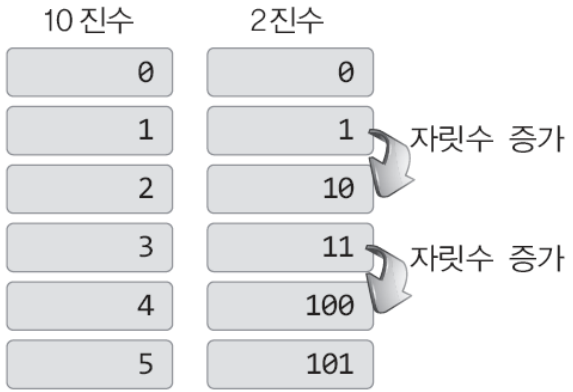
10진수

· 열 개의 기호를 이용해서 값(데이터) 을 표현하는 방식

N진수

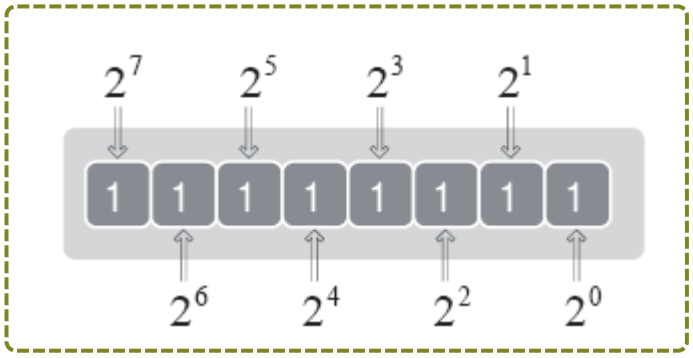
· N개의 기호를 이용해서 값(데이터) 을 표현하는 방식





데이터의 표현단위인 비트(Bit)와 바이트(Byte)

컴퓨터 메모리의 주소 값은 **1바이트당 하나의 주소가 할당**되어 있다. 따라서 바이트는 컴퓨터에 있어서 상당히 의미가 있는 단위이다.



왼쪽의 의미 있는 정보를 이용하면 2진수를 쉽게 10진수로 변환할 수 있다.

8진수와 16진수를 이용한 데이터 표현

```
int num1 = 10;      // 특별한 선언이 없으면 10진수의 표현
int num2 = 0xA;     // 0x로 시작하면 16진수로 인식
int num3 = 012;     // 0으로 시작하면 8진수로 인식
```

```
int main(void)
{
    int num1=0xA7, num2=0x43;
    int num3=032, num4=024;

    printf("0xA7의 10진수 정수 값: %d \n", num1);
    printf("0x43의 10진수 정수 값: %d \n", num2);
    printf(" 032의 10진수 정수 값: %d \n", num3);
    printf(" 024의 10진수 정수 값: %d \n", num4);

    printf("%d-%d=%d \n", num1, num2, num1-num2);
    printf("%d+%d=%d \n", num3, num4, num3+num4);
    return 0;
}
```

실행결과

```
0xA7의 10진수 정수 값: 167
0x43의 10진수 정수 값: 67
 032의 10진수 정수 값: 26
 024의 10진수 정수 값: 20
167-67=100
26+20=46
```

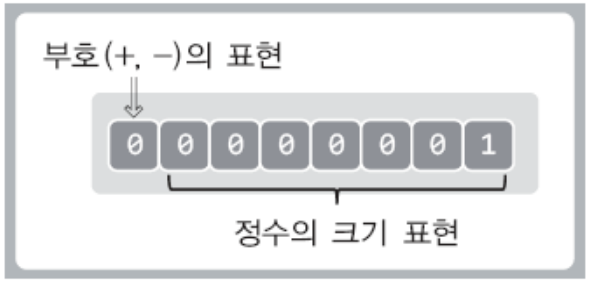
윤성우의

열혈 C 프로그래밍

Chapter 04-2. 정수와 실수의 표현방식

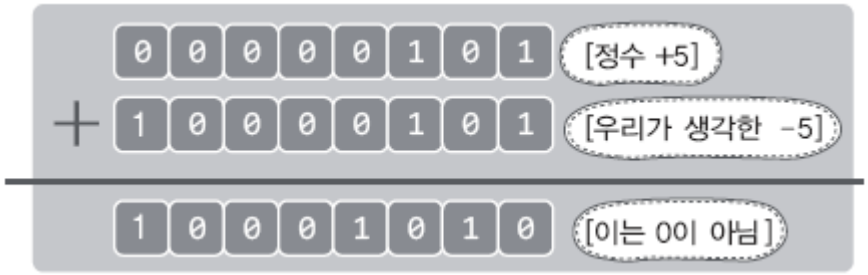
윤성우 저 열혈강의 C 프로그래밍 개정판

정수의 표현방식



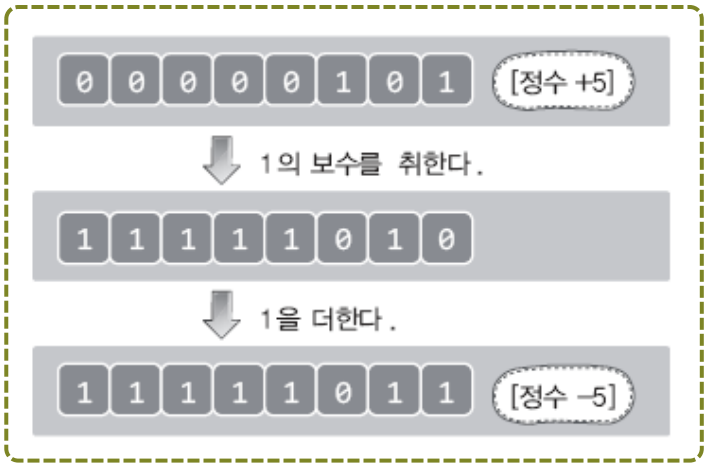
- 가장 왼쪽 비트를 MSB(Most Significant Bit)라 한다.
- MSB는 부호를 나타내는 비트이다.
- MSB를 제외한 나머지 비트는 크기를 나타내는데 사용된다.

정수의 표현방식은 바이트의 크기와는 상관 없다.
바이트의 크기가 크면 그만큼 넓은 범위의 정수를 표현할 수 있을 뿐이다.



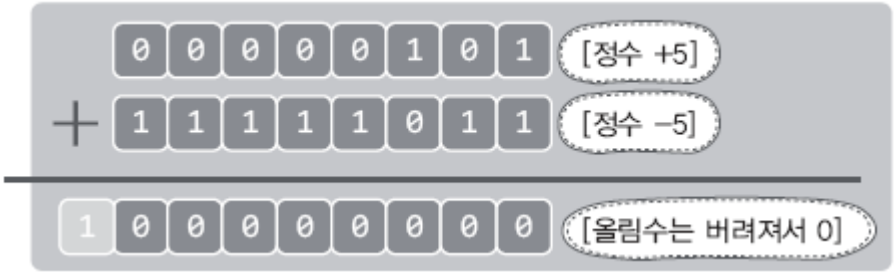
왼쪽에서는 양의 정수를 표현하는 방식으로 음의 정수를 표현하는 것이 적절치 않은 이유를 설명한다.

음의 정수 표현방식



음의 정수를 표현하는 방식

2의 보수를 취하여 음의 정수를 표현한다.



2의 보수 표현법이

음수를 표현하는데에 있어서 타당한지를 확인

실수의 표현방식

다음의 방식과 같이 정수를 표현하는 방식과 유사하게 실수를 표현하면 다음의 문제가 따른다.

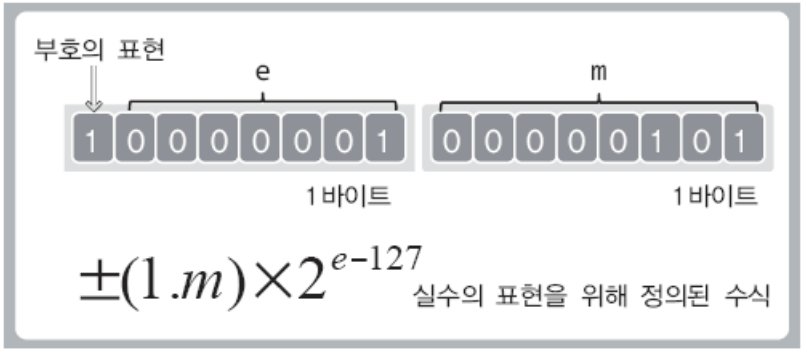
- 표현할 수 있는 실수의 수가 몇 개 되지 않는다.
- 3.12456과 3.12457 사이에 있는 무수히 많은 실수조차 제대로 표현하지 못한다.

적절하지 못한 실수의 표현방법

따라서 실수의 표현방식은 정수의 표현방식과 다르다.

- 실수의 표현방식에서는 정밀도를 포기하는 대신에 표현할 수 있는 값의 범위를 넓힌다.
- 따라서 컴퓨터는 완벽하게 정밀한 실수를 표현하지 못한다.

오차가 존재하지만 적절한 실수의 표현방법



실수 표현의 오차 확인하기


```
int main(void)
{
    int i;
    float num=0.0;

    for(i=0; i<100; i++)
        num+=0.1;   // 이 연산을 총 100회 진행하게 됩니다.

    printf("0.1을 100번 더한 결과: %f \n", num);
    return 0;
}
```

실행결과

```
0.1을 100번 더한 결과: 10.000002
```

이론적으로 오차 없이 모든 실수를 완벽하게 표현할 능력이 있는 컴퓨팅 환경은 존재하지 않는다.
즉, 실수 표현에 있어서의 오차 발생은 C언어의 특성이 아닌 컴퓨터의 기본적인 특성이다.

윤성우의
열혈 C 프로그래밍

Chapter 04-3. 비트 연산자

윤성우 저 열혈강의 C 프로그래밍 개정판

비트 연산자(비트 이동 연산자)

연산자	연산자의 기능	결합방향
&	비트단위로 AND 연산을 한다. 예) num1 & num2;	→
|	비트단위로 OR 연산을 한다. 예) num1 | num2;	→
^	비트단위로 XOR 연산을 한다. 예) num1 ^ num2;	→
~	단항 연산자로서 피연산자의 모든 비트를 반전시킨다. 예) ~num; // num은 변화 없음, 반전 결과만 반환	←
<<	피연산자의 비트 열을 왼쪽으로 이동시킨다. 예) num<<2; // num은 변화 없음, 두 칸 왼쪽 이동 결과만 반환	→
>>	피연산자의 비트 열을 오른쪽으로 이동시킨다. 예) num>>2; // num은 변화 없음, 두 칸 오른쪽 이동 결과만 반환	→

& 연산자: 비트단위 AND


```
int main(void)
{
    int num1 = 15;     // 00000000 00000000 00000000 00001111
    int num2 = 20;     // 00000000 00000000 00000000 00010100
    int num3 = num1 & num2;     // num1과 num2의 비트단위 & 연산
    printf("AND 연산의 결과: %d \n", num3);
    return 0;
}
```

- 0 & 0 0을 반환
- 0 & 1 0을 반환
- 1 & 0 0을 반환
- 1 & 1 1을 반환

```
AND 연산의 결과: 4
```

실행결과

```
      00000000 00000000 00000000 00001111
& 연산 00000000 00000000 00000000 00010100
-------------------------------------------
      00000000 00000000 00000000 00000100
```

| 연산자: 비트단위 OR


```
int main(void)
{
    int num1 = 15;    // 00000000 00000000 00000000 00001111
    int num2 = 20;    // 00000000 00000000 00000000 00010100
    int num3 = num1 | num2;
    printf("OR 연산의 결과: %d \n", num3);
    return 0;
}
```

```
OR 연산의 결과: 31
```

실행결과

- 0 & 0 0을 반환
- 0 & 1 1을 반환
- 1 & 0 1을 반환
- 1 & 1 1을 반환

```
      00000000 00000000 00000000 00001111
| 연산 00000000 00000000 00000000 00010100
-------------------------------------------
      00000000 00000000 00000000 00011111
```

^ 연산자: 비트단위 XOR


```
int main(void)
{
    int num1 = 15;    // 00000000 00000000 00000000 00001111
    int num2 = 20;    // 00000000 00000000 00000000 00010100
    int num3 = num1 ^ num2;
    printf("XOR 연산의 결과: %d \n", num3);
    return 0;
}
```

- 0 & 0 0을 반환
- 0 & 1 1을 반환
- 1 & 0 1을 반환
- 1 & 1 0을 반환

```
XOR 연산의 결과: 27
```

실행결과

```
      00000000 00000000 00000000 00001111
^ 연산 00000000 00000000 00000000 00010100
-------------------------------------------
      00000000 00000000 00000000 00011011
```

~ 연산자

```
int main(void)
{
    int num1 = 15;    // 00000000 00000000 00000000 00001111
    int num2 = ~num1;
    printf("NOT 연산의 결과: %d \n", num2);
    return 0;
}
```

```
NOT 연산의 결과: -16
```

실행결과

- ~ 0 1을 반환
- ~ 1 0을 반환

~ 연산 전 00000000 00000000 00000000 00001111

~ 연산 후 11111111 11111111 11111111 11110000

<< 연산자: 비트의 왼쪽 이동(Shift)

- num1 << num2 num1의 비트 열을 num2칸씩 왼쪽으로 이동시킨 결과를 반환
- 8 << 2 정수 8의 비트 열을 2칸씩 왼쪽으로 이동시킨 결과를 반환

```
int main(void)
{
    int num = 15;     // 00000000 00000000 00000000 00001111

    int result1 = num<<1;    // num의 비트 열을 왼쪽으로 1칸씩 이동
    int result2 = num<<2;    // num의 비트 열을 왼쪽으로 2칸씩 이동
    int result3 = num<<3;    // num의 비트 열을 왼쪽으로 3칸씩 이동

    printf("1칸 이동 결과: %d \n", result1);
    printf("2칸 이동 결과: %d \n", result2);
    printf("3칸 이동 결과: %d \n", result3);
    return 0;
}
```

실행결과

```
1칸 이동 결과: 30
2칸 이동 결과: 60
3칸 이동 결과: 120
```

00000000 00000000 00000000 000**11110** // 10진수로 30

00000000 00000000 00000000 00**111100** // 10진수로 60

00000000 00000000 00000000 0**1111000** // 10진수로 120

왼쪽으로 한 칸씩 이동할 때마다 정수의 값은 **두 배씩 증가한다.**

반대로 오른쪽으로 한 칸씩 이동할 때마다 정수의 값은 **반으로 줄어든다.**

>> 연산자: 비트의 오른쪽 이동(Shift)


```
11111111 11111111 11111111 11110000      // -16
```

CPU에 따라서 달라지는 연산의 결과

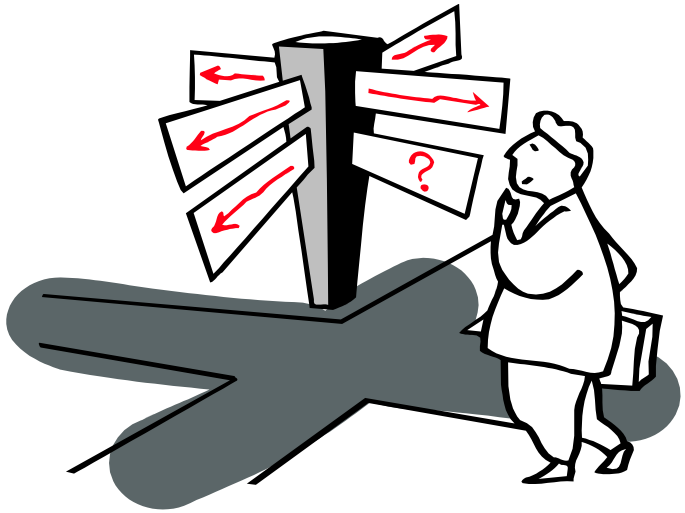
```
00111111 11111111 11111111 11111100      // 0이 채워진 경우

11111111 11111111 11111111 11111100      // 1이 채워진 경우
```

왼쪽 비트가 0으로 채워진 음수의 경우 오른쪽으로 비트를 이동시킨 결과는 CPU에 따라서 달라진다.
따라서 호환성이 요구되는 경우에는 >> 연산자의 사용을 제한해야 한다.

```
int main(void)
{
    int num = -16;    // 11111111 11111111 11111111 11110000
    printf("2칸 오른쪽 이동의 결과: %d \n", num>>2);
    printf("3칸 오른쪽 이동의 결과: %d \n", num>>3);
    return 0;
}
```

실행결과

```
2칸 오른쪽 이동의 결과: -4
3칸 오른쪽 이동의 결과: -2
```



Chapter 04가 끝났습니다. 질문 있으신지요?