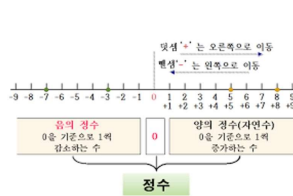
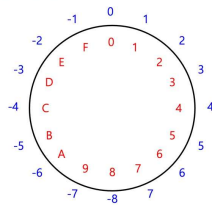


실수; Floating Point Number; 소수점이 고정되지 않고 움직이는 부동(浮動)부동(動)수(數) (동)

수학에서의 수체계와 컴퓨터에서의 수체계



수학에서는 무한대의 수가 존재



컴퓨터에서는 유한개의 수가 존재 (순환 버퍼의 개념)

고정소수점: 표현할 수 있는 실수의 범위가 고정
부동소수점: 표현할 수 있는 실수의 범위가 부동

그러면, 어떻게 가능한가요? → 소수점을 이동시킬 수 있는 비트로 훨씬 더 넓은 범위의 실수 표현이 가능해짐

30

부호, 지수, 가수

-1234.5678

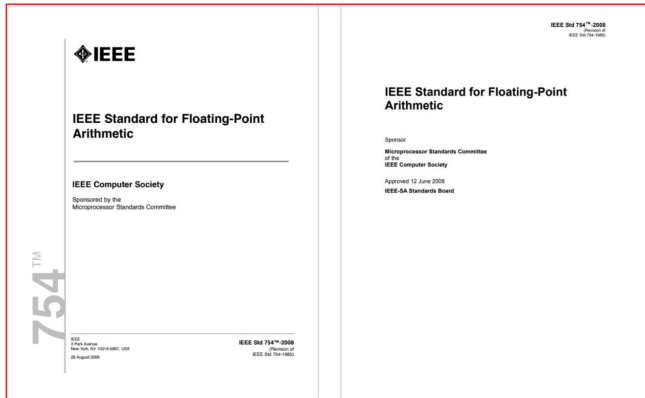
부호(Sign) 가수(Mantissa) 지수(Exponent)

-0.12345678 × 10⁴

-0.12345678 E4

03 실수 표현

- 컴퓨터의 **부동소수점수**는 **IEEE 754표준**을 따른다.
- **부호**(sign), **지수**(exponent), **가수**(mantissa; fraction)의 세 영역으로 표시
- 부호(S)가 0일 때는 양수를 나타내고, 1일 때는 음수를 나타낸다.
- 단 정 도 (single precision) 부 동 소 수 점 수 와 배 정 도 (double precision) 부동소수점수의 두 가지 표현 방법이 있다.



<https://irem.univ-reunion.fr/IMG/pdf/ieee-754-2008.pdf>

32

단정도(Single Precision), 배정도(Double Precision)

바이어스: 지수의 음/양을 구분하기 위해 바이어스를 이용: 2^{10} , 2^{-10}
 $127+10$, $127-10$

구분	IEEE 754 표준 부동 소수점 수의 비트 할당	바이어스
단정도 부동 소수점 수	<div> <div>8비트</div> <div>23비트</div> <div> <div>31 30 29 ... 24 23 22 21 ... 1 0</div> <div> <div>S</div> <div>지수</div> <div>가수</div> </div> </div> </div>	127
배정도 부동 소수점 수	<div> <div>11비트</div> <div>52비트</div> <div> <div>63 62 61 ... 53 52 51 50 ... 1 0</div> <div> <div>S</div> <div>지수</div> <div>가수</div> </div> </div> </div>	1023

그림 2-5 단정도 및 배정도 부동 소수점 수에 할당된 비트 수

단정도(단일정밀도): 32비트 배정도(2배정밀도): 64비트

float

double

03 실수 표현

❑ 정규화(normalization) : 과학적 표기방법

❖ 2진수의 정규화

$$\begin{aligned} 75.6875 &= 1001011.1011_{(2)} \\ &= 1.0010111011_{(2)} \times 2^6 \\ &= 1.0010111011_{(2)} \times 2^{110_{(2)}} \end{aligned}$$

1. 2진수로 변환한다
2. 정수부분이 1. 으로 되도록 소수점을 왼쪽으로 이동한다
3. 2의 지수부분도 2진수로 변환한다.
4. 부호(양수 0, 음수 1)
5. 지수(바이어스+지수부분)
6. 가수(1.을 생략한 숫자)

❖ 바이어스(bias) : 지수의 양수, 음수를 나타내기 위한 방법

- IEEE 754 표준에서는 바이어스 127(단정도) 또는 1023(배정도)을 사용
- 표현 지수 = 바이어스 + 2진 지수 값

부호	지수(바이어스 127)	가수(1.xxx ₍₂₎)
양수	01111111(127) + 110(6)	1.을 생략한 가수
0	10000101	001011101100000000000000

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

32비트 단정도 (single precision) 부동소수점 표현.

03 실수 표현

❖ 10진수 -0.2를 단정도 부동소수점으로 표현

- 2진수로 변환하고 정규화한다.

$$\begin{aligned} -0.2 &= -0.00110011001100110011001..._{(2)} \\ &= -1.100110011001100110011001..._{(2)} \times 2^{-3} \\ &= -1.100110011001100110011001... \times 2^{-11_{(2)}} \end{aligned}$$

부호	지수(바이어스 127)	가수(1.xxx ₍₂₎)
음수	01111111(127) - 11(3)	1.을 생략한 가수
1	01111100	10011001100110011001100

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

32비트 단정도 (single precision) 부동소수점 표현.