

ОГЛЯД ФОРМАТУ POSIT

Posit арифметика - це новий тип даних, який розроблений як альтернатива float арифметиці стандарту IEEE754. Основна відмінність у формуванні числа posit перед float полягає у тому, що число posit має змінну довжину дробової частини (мантиси), а також з'являється додаткове поле режиму числа, яке теж має змінну довжину. Лише поля знаку та експоненти мають фіксоване значення, визначається в залежності від реалізації.

Формат числа posit:

MSB (старший розряд)		LSB (молодший розряд)	
Sign (S, знак)	Regime (R,режим)	Exponent (E,експонента)	Fraction (F,дробова частина)
1 біт	rs бітів	es бітів	n-rs-es-1 бітів

Стандарт posit диктує наступний розмір поля експоненти:

$$es = \log_2 \frac{n}{2^r}, \quad (1)$$

де n – кількість бітів.

Мінімальний розмір числа у форматі posit складає 8 біт.

Мантиса має ті ж властивості, що й в типі float, проте можливо що біти режиму заповнять весь допустимий простір і буде отримано пусту мантису, тобто її значення дорівнює 0. Також існує ціла частина – так званий віртуальний біт, який завжди рівний одиниці.

Оскільки при розмірі формату 8 біт, експонента буде нульовою, за множник будуть відповідати біти режиму. Біти режиму – це послідовність однакових знаків, яка закінчується знаком протилежної величини. Таким чином можна зрозуміти де закінчилось поле режиму та почалась експонента. Знаючи фіксовану довжину експоненти, можна дізнатись де починається дробова частина.

У табл. 1. відображена розшифровка бітів режиму в число k.

Таблиця 1.

Розшифровка бітів режиму в число k

R	k	R	k
10	0	01	-1
110	1	001	-2
1110	2	0001	-3

Поле режиму дає досить специфічне значення для числа загалом. Саме режим визначає додатній або від'ємний степінь числа, а експонента грає менш впливову роль, регулюючи певний діапазон значень, обмежений її бітами. Для визначення значення режиму використовується наступна формула:

$$Regime = useed^k \quad (2)$$

$$useed = 2^{2^{es}} \quad (3)$$

В даному випадку кількість біт експоненти визначає базис режиму, який підноситься у степінь k, що отриманий з режимних бітів.

Залежність базису режиму (useed) від кількості біт експоненти показано в таблиці 2.

Таблиця 2

Залежність базису (useed) від кількості біт експоненти (es)

es	0	1	2	3	4
useed	2	4	16	256	65536

Таким чином, posit-число можна порахувати за наступною формулою:

$$x = (-1)^s \times useed^k \times 2^e \times \left(1 + \sum_{i=1}^{fn-1} b_{fn-1-i} 2^{-i} \right), \quad (4)$$

де fn – кількість бітів дробової частини, b – певний біт дробової частини, e – значення експоненти.

В posit арифметиці існує лише один режим округлення: округлити до найближчого, прив'язати до найближчого парного, таке, яким є за замовчуванням режим округлення для IEEE 754. Якщо програміст або користувач відчуває потребу в інших трьох режимах, які підтримуються float (округлення вниз, округлення вгору, округлення до нуля), це означає, що програма вимагає числа valid (режим точного числа у стандарті posit, являє собою діапазон між 2 значеннями), а не posit або, можливо, просто правильного інструменту налагодження.

Проаналізуємо переваги та недоліки формату posit.

До переваг відноситься:

1. динамічний режим полів, який дозволяє досягнути кращої точності в певному діапазоні;
2. простота апаратної реалізації;
3. відсутність понять переповнення або втрати значимості;
4. мала кількість виключень, а саме NaN (не є числом), нескінченність, underflow;
5. переповнення ніколи не відбувається, окрім випадку $1/0$;
6. на відміну від float, має лише 1 значення NaN, коли у float їх кількість може досягати 9 квадрильйонів;
7. підтримка доповняльного коду, що дозволяє виконувати порівняння чисел формату posit як знакові цілі числа;
8. єдина система правил округлення.

Недоліки:

1. в деяких випадках доведеться виконувати додаткові операції віднімання для порівняння чисел;
2. на сьогоднішній день немає апаратної реалізації у комерційних продуктах;
3. формат числа недостатньо досліджений відносно float чисел.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. *Posit Standard Documentation.* URL: https://posithub.org/docs/posit_standard.pdf (дата звернення: 28.03.2023).
2. *Posit lookup table.* URL: <https://posithub.org/widget/lookup> (дата звернення: 28.03.2023).