

Реализация целых и десятичных чисел с фиксированной запятой с расширенной точностью в ClickHouse

Студент: Соколов Андрей Игоревич, БПМИ-166

Научный руководитель: Миловидов Алексей Николаевич

Модели десятичных чисел

Двоично-кодированное представление:

- каждая цифра = 4 бита
- легко конвертировать в строковое представление
- 40% битовых комбинаций не используются

0000	0	0100	4	1000	8	1100	-
0001	1	0101	5	1001	9	1101	-
0010	2	0110	6	1010	-	1110	-
0011	3	0111	7	1011	-	1111	-

Двоичное представление:

- хранится как пара
 - целое число v
 - целый параметр $scale$

$$x = v \cdot 10^{-scale}$$

Реализация в СУБД

PostgreSQL:

- массив цифр, каждая цифра занимает 1 байт
- до 131072 цифр до запятой
- до 16383 цифр после запятой

MySQL:

- двоичное представление, сгруппированы в блоки по 9 цифр
- каждый блок хранит от 0 до 999 999 999 как 32-битное целое
- до 65 десятичных цифр всего

Числа меньшей точности в ClickHouse:

- на основе 32-, 64- и 128-битных целых
- до 9, 18 и 38 цифр

=> Необходимо
=> 256-битное целое

Библиотеки для больших целых

GNU Multi-Precision (GMP):

- быстрая
- написана на языке C (неудобный интерфейс)

Boost.Multiprecision:

- перегружает операторы
- не требует инициализировать переменные вручную
- медленнее GMP

Програмная реализация

- добавлены типы UInt128, Int128
- добавлены типы UInt256, Int256
- на основе типа Int256 добавлен тип Decimal256
- все добавленные типы интегрированы в существующие функции ClickHouse

Был подготовлен пулл-реквест на GitHub,
около 2500 добавленных строк кода

Тестирование

Тестирование на виртуальной машине сервиса “Яндекс.Облако”:

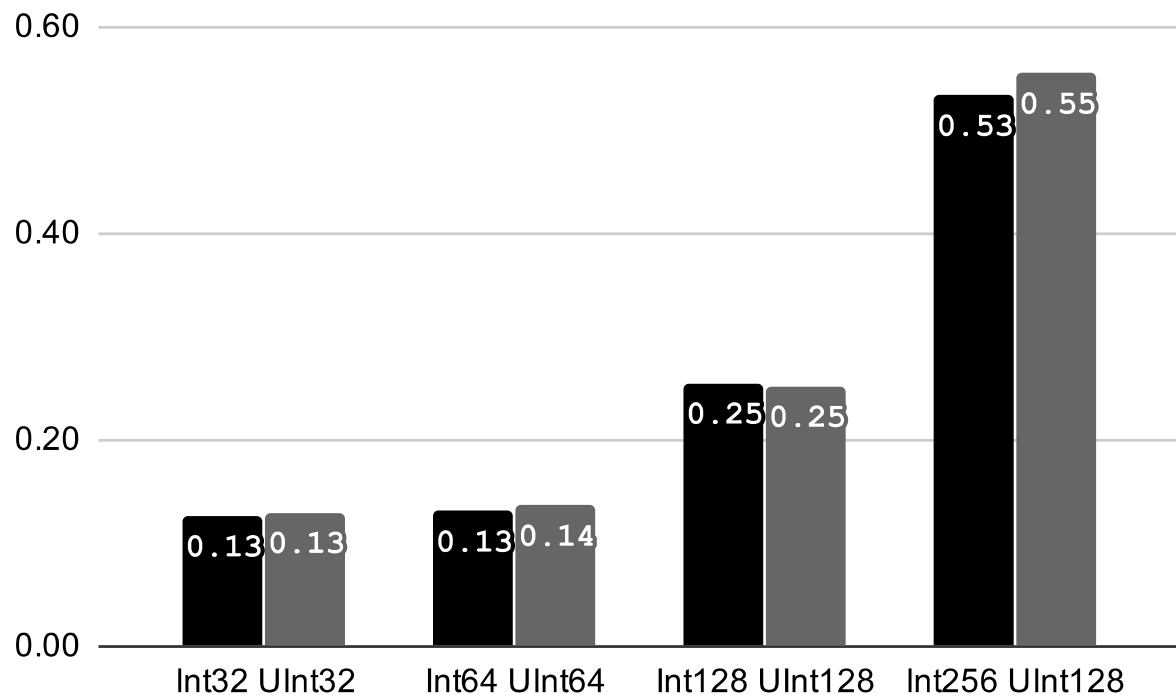
- 16 ГБ RAM

- 8 ядер, Intel Cascade Lake

(эквивалент процессора Intel Xeon Gold 6230)

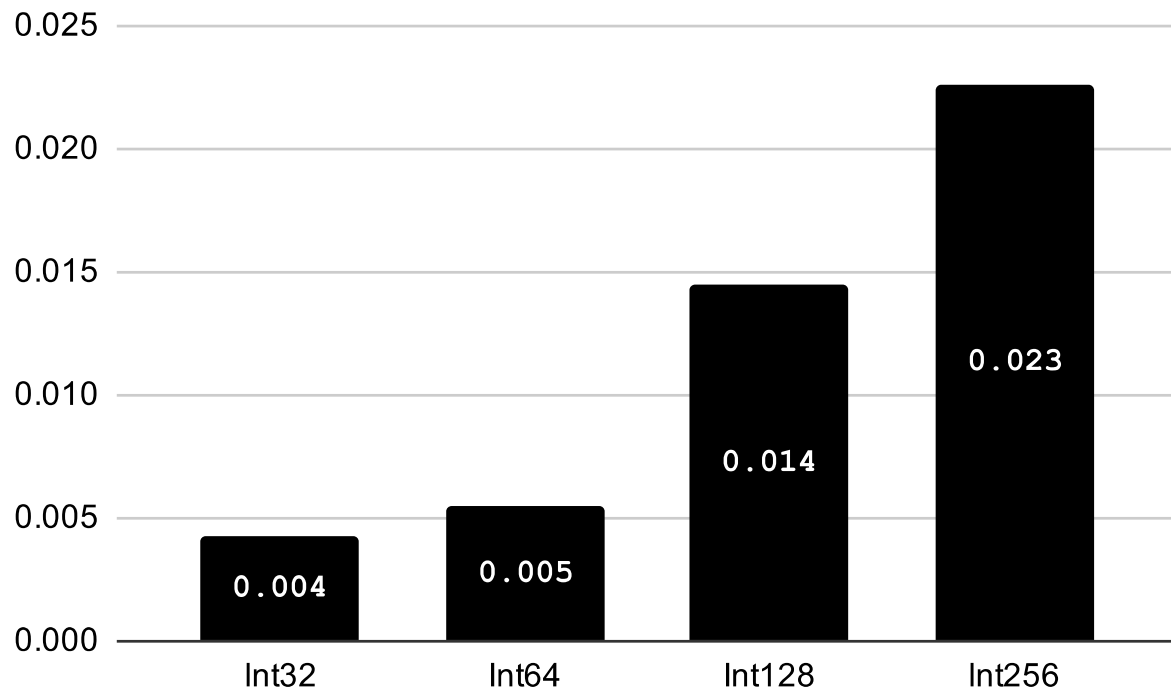
Для измерения времени - в ClickHouse таймер времени исполнения запросов на сервере.

Результаты



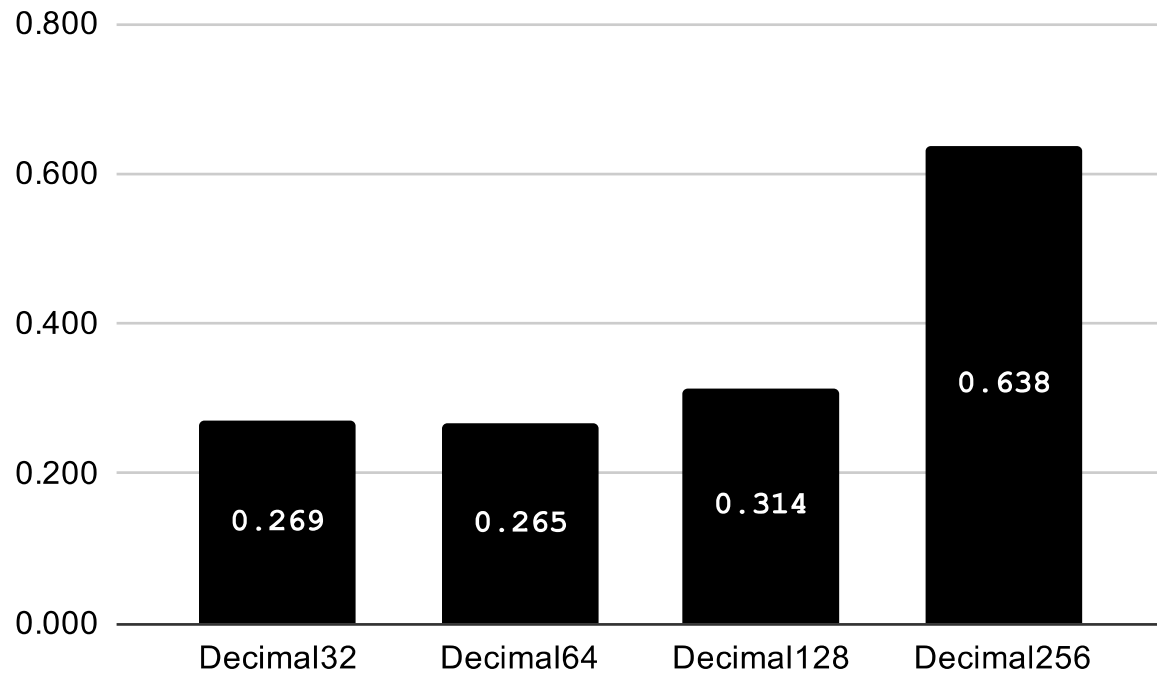
Время выполнения запросов,
строковые преобразования,
секунды

Результаты



Время выполнения запросов,
агрегирующие функции,
секунды

Результаты



Время выполнения запросов,
строковые преобразования,
секунды

Спасибо за внимание!