

Celestial Mechanics: Final Recap

2 ноября 2023 г.

Problem

Сейчас наша модель, в силу своей простоты, довольно медленная и поддерживает симуляцию лишь малого числа частиц (до 1000). Соответственно, цель - добавить поддержку для большего числа частиц.

Solution

Создадим определенный grid в нашем пространстве, разбив его тем самым на блоки. Будем детектить столкновения в рамках только одного блока. Сложность все еще останется квадратичной, но константа будет сильно меньше.

Solution

Создадим определенный grid в нашем пространстве, разбив его тем самым на блоки. Будем детектировать столкновения в рамках только одного блока. Сложность все еще останется квадратичной, но константа будет сильно меньше.

Заметим, что этот алгоритм очень хорошо ложится на несколько потоков. Поэтому распараллелим его (пока только на CPU).

Solution

Step 1: Для каждой частицы считаем хеш (который можно воспринимать как просто id блока частицы, соответственно, у частиц из одного блока хеш будет одинаковый)

$$HASH = (a.x \div CELLSIZE) \ll XSHIFT \mid (a.y \div CELLSIZE) \ll YSHIFT \mid (a.z \div CELLSIZE) \ll ZSHIFT$$

Solution

Step 1: Для каждой частицы считаем хеш (который можно воспринимать как просто id блока частицы, соответственно, у частиц из одного блока хеш будет одинаковый)

$$HASH = (a.x \div CELLSIZE) \ll XSHIFT \mid (a.y \div CELLSIZE) \ll YSHIFT \mid (a.z \div CELLSIZE) \ll ZSHIFT$$

Step 2: Radix Sort по хешам частиц ($O(N)$)

Solution

Step 1: Для каждой частицы считаем хеш (который можно воспринимать как просто id блока частицы, соответственно, у частиц из одного блока хеш будет одинаковый)

$$HASH = (a.x \div CELLSIZE) \ll XSHIFT \mid (a.y \div CELLSIZE) \ll YSHIFT \mid (a.z \div CELLSIZE) \ll ZSHIFT$$

Step 2: Radix Sort по хешам частиц ($O(N)$)

Step 3: Проверить коллизии для каждого блока

Problem

Имеет ли смысл параллелить на видеокарте?

Problem

Имеет ли смысл параллелить на видеокарте?

Видимо, нет, ведь, распараллелив алгоритм на CPU, мы уже получили возможность запускать симуляцию на несколько сотен тысяч частиц (~ 700000)

Problem

Проверить, выполняется ли гипотеза Джоуля-Томсона (об изменении температуры газа, приближенного по свойствам к идеальному, при медленном его просачивании через дырку).

Solution

Сделаем дырку в нашем сосуде.

Solution

Сделаем дырку в нашем сосуде.

Заметим, что через дырку выходят преимущественно красные частицы (они же горячие, они же быстрые).

Solution

Сделаем дырку в нашем сосуде.

Заметим, что через дырку выходят преимущественно красные частицы (они же горячие, они же быстрые).

Гипотеза проверена. Profit.