



УДК 004.421.2
ББК 32.973.26

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БЕССТОЛКНОВИТЕЛЬНОЙ ГРАВИТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Крылов Иван Владимирович

Магистрант кафедры информационных систем и компьютерного моделирования,
Волгоградский государственный университет
i.krilov@rambler.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Ключевые слова: моделирование N -тел, графические процессоры, параллельное программирование, ускорение вычислений, CUDA.

Введение. Задача N -тел. Модель N -тел активно используется для решения широкого круга задач, в которых важную роль играют коллективные процессы. Взаимодействие в задаче N -тел определяется между парами частиц. Сила, действующая на одну i -частицу, является суммой вкладов от всех остальных частиц. Каждое тело системы характеризуется набором параметров (масса, скорость, положение в пространстве). Для определения закона движения всех частиц необходимо уметь рассчитывать ускорения, обусловленные силовым влиянием на нее других частиц:

$$a_i = \sum_{j=1}^N \frac{F_{ij}}{m_i}, \quad (1)$$

где F_{ij} – сила, с которой j -частица действует на i -частицу.

Примеры потенциалов взаимодействия приведены в [2; 4]. Для гравитационного взаимодействия, на основании формулы (1), имеем

$$a_i = G \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{m_j}{|\vec{r}_j - \vec{r}_i|^3} (\vec{r}_j - \vec{r}_i) \quad (2)$$

Непосредственные вычисления по формуле (2) являются достаточно ресурсоемкими: для N частиц объем вычислений растет как $O(N^2)$. Поэтому помимо прямых методов

для эффективного моделирования используются и более сложные схемы, позволяющие сократить объем вычислений до $O(N \log N)$ [5].

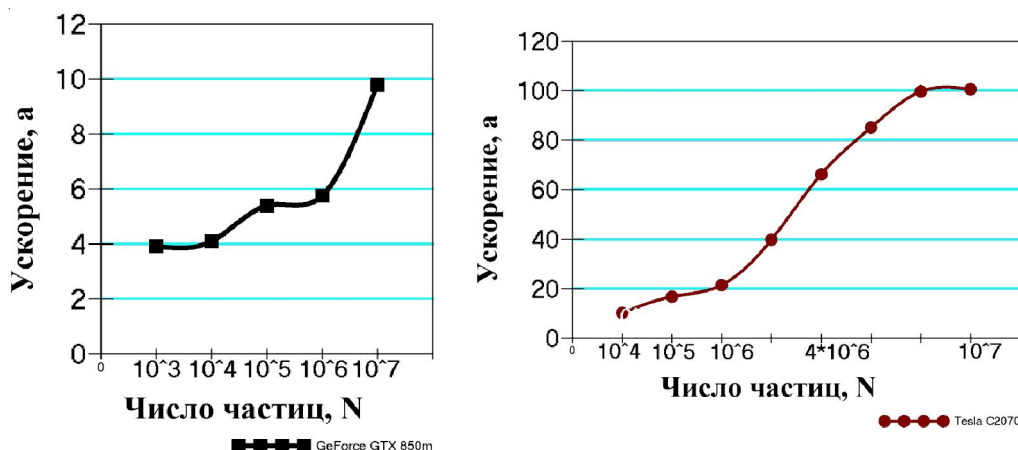
Альтернативным способом сокращения времени расчетов является использование технологий параллельных вычислений на графических процессорах. Наиболее продвинутой в настоящее время считается технология CUDA.

Параллельная реализация построена с учетом выравнивания и использованием разделяемой памяти [3]. Механизм взаимодействия нитей друг с другом в CUDA реализован при помощи встроенной функции `_syncthreads()` [1].

Были проведены тесты параллельной реализации задачи N -тел на графических процессорах GeForce GTX 850, Tesla C2070. Ускорение оценивалось по отношению к последовательному алгоритму исполняемому на CPU Intel Core i7 (см. рисунок).

Заключение. Параллельные вычисления при моделировании эволюции гравитирующей системы с использованием технологии CUDA показывают свою эффективность и могут варьироваться в зависимости от вычислительной мощности, размерности и специфики задачи, оптимальности написанного кода. Для специализированных графических процессоров в задаче N -тел ускорение вычислений может достигать порядка 100 и более раз.

Результаты моделирования



Ускорение в зависимости от размерности задачи

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боресков, А. В. Основы работы с технологией CUDA / А. В. Боресков, А. А. Харламов. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 232 с.
2. Морозов, А. Г. Физика дисков / А. Г. Морозов, А. В. Хоперсков. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2005. – 415 с.
3. Сандерс, Дж. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров / Дж. Сандерс, Э. Кэндрот. – М., 2011. – 232 с.
4. Фридман, А. М. Физика галактических дисков / А. М. Фридман, А. В. Хоперсков. – М., 2011. – 645 с.
5. Barnes, J. A hierarchical O(N log N) force-calculation algorithm / J. Barnes, P. Hut // Nature. – 1986. – Т. 324. – P. 446–449.

RESEARCH OF PARALLEL COMPUTATION EFFICIENCY WHEN MODELING COLLISIONLESS GRAVITATING SYSTEM

Krylov Ivan Vladimirovich

Master Student, Department of Informational Systems and Machine Simulation,
 Volgograd State University
 i.krylov@rambler.ru
 Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Key words: N-body simulation, GPU, parallel programming, acceleration of calculations, CUDA.