

УДК 519.633

Применение технологий CUDA и OpenCL для решения задач сейсмоки сеточно-характеристическим методом

А.М. Иванов, Н.И. Хохлов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

За последние годы активно развились технологии параллельных вычислений с использованием графических процессоров. Целью данной работы являлось сравнение вычислительной производительности графических и неграфических процессоров при решении задач сейсмоки, используя сеточно-характеристический метод [1].

В данной работе были рассмотрены такие технологии написания параллельных приложений для вычислений, как CUDA [3] и OpenCL [4]. Сравнение этих технологий производилось на задаче решения уравнения линейной динамической теории упругости [2], которая описывается гиперболической системой уравнений. Измерения производились на процессорах Intel Xeon E5-2697, Intel Core i7-4820K и на графических устройствах GeForce GT 640, GeForce GTX 480, GeForce GTX 680, GeForce GTX 760, GeForce GTX 780, GeForce GTX 980, Radeon HD 7950, Tesla M2070.

Первоначально была написана последовательная версия программы выполняющаяся на центральном процессоре, которая в дальнейшем была изменена для поддержки выполнения на графических устройствах с помощью технологий CUDA и OpenCL. По результатам измерений было установлено, что использование структуры массивов, вместо массива структур, для хранения узлов сетки при вычислениях на графических устройствах дает значительный прирост производительности. Так же прирост производительности дает использование «shared memory».

Далее было произведено сравнение производительности реализаций программы используя технологии CUDA и OpenCL. Было выявлено незначительное отставание в производительности OpenCL от CUDA. Не более 9% для вычислений с одинарной точностью - float и не более 3% для вычислений с двойной точностью – double. Производительность реализации на CUDA для вычислений с одинарной точностью до 45 раз превосходила производительность выполнения на одном ядре процессора. Для двойной точности — до 17 раз. Реализация на OpenCL показала увеличение производительности примерно одинаковое для одинарной и двойной точности — до 43 раз.

Следующим шагом для CUDA версии была добавлена возможность запуска одновременно на нескольких графических устройствах и исследование эффективности прямых пересылок данных между устройствами в обход центрального процессора.

Ведется работа по переносу разработанных параллельных алгоритмов в программный комплекс решения задач сеймики и сейсмостойкости, разрабатываемый в лаборатории прикладной вычислительной геофизики МФТИ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-3383.2014.9.

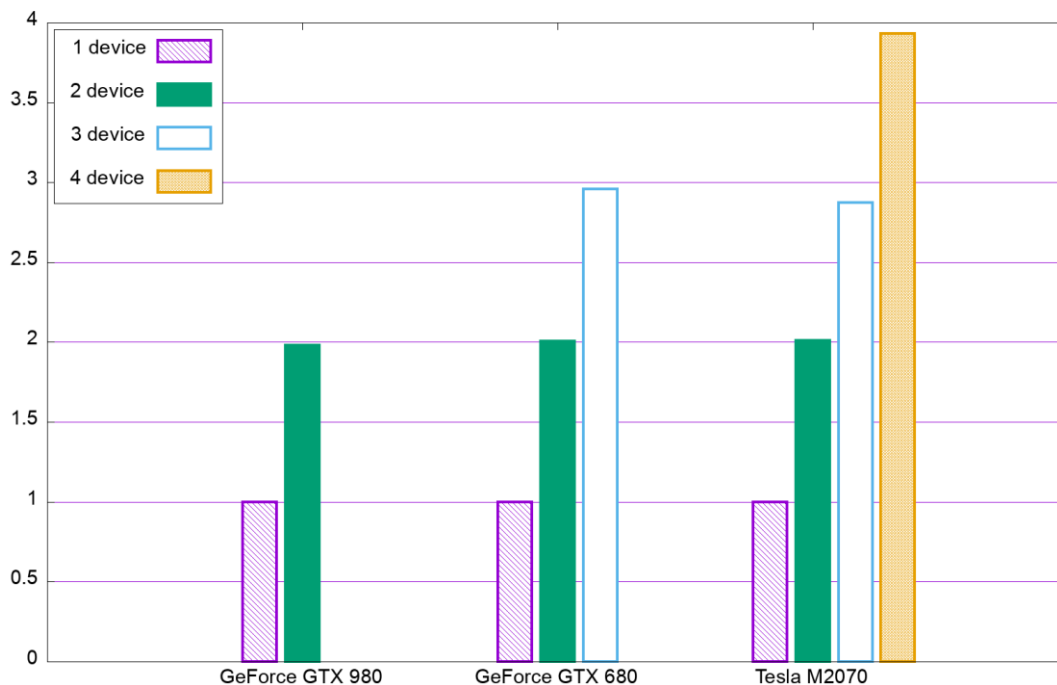


Рис. 1. Приведен график зависимости ускорения от числа графических устройств

#### Литература

1. Голубев, В. И., Петров, И. Б., Хохлов, Н. И., & Шульц, К. И. Численный расчет волновых процессов в трещиноватых средах на гексаэдральных сетках сеточно-характеристическим методом. – Журнал Вычислительной Математики И Математической Физики – 2015 – Т. 55. – № 3. – С. 512-522.
2. Петров, И. Б., & Хохлов, Н. И. Моделирование задач 3D сеймики на высокопроизводительных вычислительных системах. – 2014 – Т. 26. – № 1. – С. 83-95.
3. Jason Sanders, Edward Kandrot. CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming 1st Edition – Addison-Wesley Professional, 2010 – 312 с.
4. Aaftab Munshi [et al.] – OpenCL programming guide –Upper Saddle River, NJ [u.a.]: Addison-Wesley, 2012 – 603 с.