

Пицул С.Г., Романов В.В.

УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”, Киев, Украина

Моделирование динамики жидкостей на графическом процессоре

Построение модели динамики жидкостей является одной из наиболее сложных проблем в ряде технических областей, таких как гидродинамика, акустика, аэродинамика. Моделирование динамики жидкостей заключается в решении системы дифференциальных уравнений Навье–Стокса. Поскольку отсутствует их общее аналитическое решение, исследователи создали ряд различных упрощенных методов расчета. Наибольшее распространение получили методы, которые позволяют строить в моделируемом пространстве регулярную или нерегулярную сетку, а затем численно решать дискретную форму уравнений Навье–Стокса. Другой подход к описанию текучих сред предлагает статистическая физика с использованием метода решеточных уравнений Больцмана.

В работе был выбран алгоритм основанный на численном решении уравнений Навье–Стокса. Он хорошо подходит для реализации на графическом процессоре, поскольку дискретизируется на декартовую сетку ячеек, которые можно обрабатывать параллельно. Это позволяет при моделировании получить более высокое быстродействие.

Для определения качества той или иной физической модели, было проверено, проявляются ли в этой модели явления, свойственные исследуемой системе. Для жидких сред в качестве таких явлений использовались поток Пуазейля, вихревая дорожка Кармана и закон Бернулли.

Алгоритм был реализован при помощи Direct 3D API и языка программирования шейдеров HLSL. Скорость работы измерялась как число итераций в секунду.

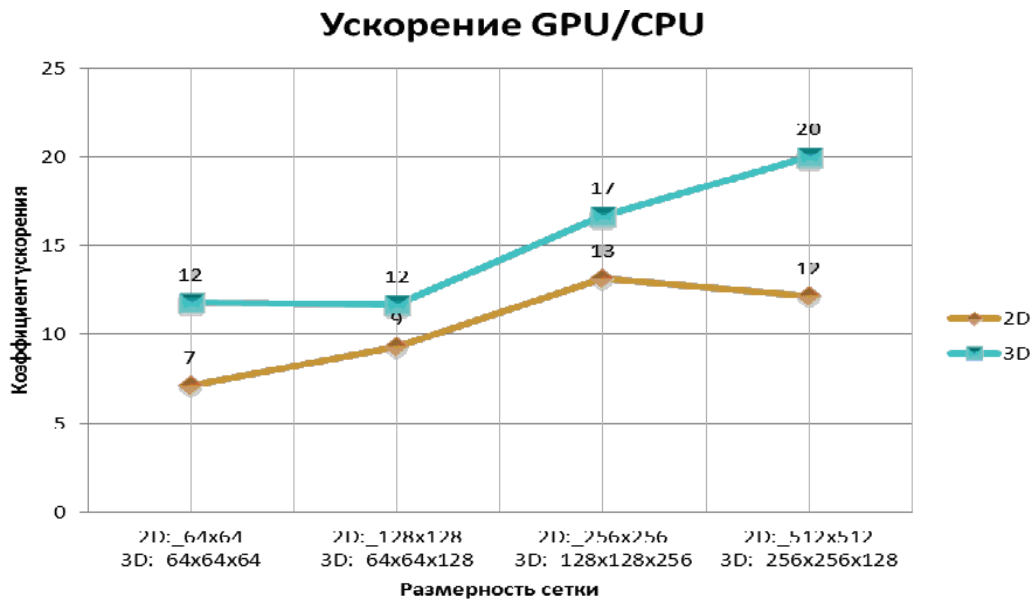


Рис. 1. Соотношение числа итераций для разных размеров решетки в двухмерном и трехмерном вариантах для разных вычислительных устройств

Полученные результаты показывают значительное преимущество графического процессора при выполнении хорошо распараллеливаемых вычислений с плавающей точкой.

Литература

1. Ferziger J.H., Peric M. Computational method for fluid dynamics, 3ed. Springer, 2001.
2. Вычисления на GPU (http://www.nvidia.ru/page/gpu_computing.html).