НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ

Материалы XV Всероссийской
научно-практической конференции
28-29 апреля 2011 г.
Часть 1

Кемеровский государственный университет

Томский государственный университет

Кемеровский научный центр Сибирского отделения РАН

Филиал Кемеровского государственного университета
в г. Анжеро-Судженске

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЕЖИ

Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции

28–29 апреля 2011 г.

Часть 1

Издательство Томского университета

2011

ББК 74+72

Н76

Научное творчество молодежи: материалы XV Всероссийской
Н76 научно-практической конференции (28–29 апреля 2011 г.). – Томск:
Изд-во Том. ун-та, 2011. – Ч. 1. – 322 с.

ISBN 978–5-7511–1989–8

В часть 1 вошли материалы секций «Вероятностные методы и модели», «Математика и математическое моделирование», «Информационные технологии», «Экономика и менеджмент», «Биология, экология» и «Физика, химия».

ББК 74+72

Конференция проводится при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11–06–06804-моб_г)

Ред. коллегия:
д-р физ.-мат. наук, проф. Р. Т. Якупов,
канд. физ.-мат. наук, доц. И. Р. Гарайшина,
канд. техн. наук, доц. А. С. Шкуркин

ISBN 978–5-7511–1989–8 © Кемеровский государственный университет, 2011
© Филиал КемГУ в г. Анжеро-Судженске, 2011
© Коллектив авторов, 2011

Литература

1. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, Д. М. Дайитбегов и др.; под ред. В. В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 391 с.

2. Горчаков А. А., Орлова И. В. Компьютерные экономико-математические модели: Учеб. пособие для вузов. – М.: Компьютер, ЮНИТИ, 1995. – 136 с.

3. Бережная Е. В., Бережной В. И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 432 с.

4. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА

М. В. Колупаев

Томский государственный университет

Моделирование движения жидкости является достаточно сложной и вычислительно трудоемкой задачей, особенно при высоких требованиях к точности и универсальности. С другой стороны, для графических применений достаточно небольшой точности и возможно моделирование в реальном времени.

Для большей производительности некоторые вычисления можно выполнять на графическом процессоре. Современные видеокарты обладают значительно большей производительностью, чем центральные процессоры, и достаточной универсальностью для решения некоторых задач неграфического характера. Для существующих методов моделирования жидкости возможна реализация, использующая видеокарту для всех основных вычислений. Такая реализация предложена в данной статье.

Движение жидкости описывается дифференциальными уравнениями Навье – Стокса:

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -(v \cdot \nabla)v + \eta \nabla^2 v - \nabla P,$$

$$\nabla \cdot v = 0,$$

где v – векторное поле скоростей, t – время, η – вязкость, P – давление.

Моделирование жидкости состоит в численном решении этих уравнений относительно v в последовательные моменты времени. Обычно решение разделяют на следующие независимые этапы:

1) перенос поля скоростей вдоль себя: $\frac{\partial v}{\partial t} = -(v \cdot \nabla)v$;

2) добавление внешних сил (непосредственное изменение поля скоростей);

3) рассеивание: $\frac{\partial v}{\partial t} = \eta \nabla^2 v$;

4) восстановление несжимаемости: $\nabla \cdot v = 0$.

Для решения п. 3 и 4 существуют два основных подхода: решение разреженной системы линейных уравнений итеративными методами и спектральное решение с быстрым преобразованием Фурье. Первый подход уже реализован на центральном процессоре [1] и видеокарте [2]. Для второго подхода известны реализации на центральном процессоре [3]. Мы предлагаем реализацию второго подхода с использованием видеокарты.

Предлагаемая реализация использует метод второго порядка точности (относительно времени) для переноса поля, интерактивное добавление сил, спектральный метод рассеивания и восстановления несжимаемости.

Для реализации требуемой обработки используется графическая библиотека OpenGL. Поле скоростей, результат преобразования Фурье и промежуточные данные хранятся в двумерных текстурах в видеопамяти. Для их обработки используются проходы с использованием пиксельных шейдеров, записывающие результат в другую текстуру. Для использования разных граничных условий реализованы три Фурье-подобных преобразования: преобразование Фурье действительных данных, синусное и косинусное преобразование (последние два совмещены). Для визуализации используется система частиц.

Литература

1. Jos Stam. Real-Time Fluid Dynamics for Games [Электронный ресурс] // URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.12.6736&rep=rep1&type=pdf (дата обращения: 21.01.2011).

2. Mark J. Harris. Fast Fluid Dynamics Simulation on the GPU [Электронный ресурс] // URL: http://http.developer.nvidia.com/GPUGems/gpugems_ch38.html (дата обращения: 21.01.2011).

3. Jos Stam. A Simple Fluid Solver based on the FFT [Электронный ресурс] // URL: http://www.dgp.toronto.edu/people/stam/reality/Research/pdf/jgt01.pdf (дата обращения: 21.01.2011).

4. Introduction to spectral methods for the CSC Lunchbytes Seminar Series [Электронный ресурс] // URL: http://www.eng.warwick.ac.uk/staff/rmk/teaching/ intro_spec03.pdf (дата обращения: 21.01.2011).

5. Kenneth Moreland, Edward Angel. The FFT on a GPU [Электронный ресурс] // URL: https://cfwebprod.sandia.gov/cfdocs/CCIM/docs/fftgpu.pdf (дата обращения: 21.01.2011)

6. Thilaka Sumanaweera, Donald Liu. Medical Image Reconstruction with the FFT [Электронный ресурс] // URL: http://http.developer.nvidia.com/GPUGems2/gpugems2 _chapter48.html (дата обращения: 21.01.2011).

7. Markus Puschel. COOLEY-TUKEY FFT LIKE ALGORITHMS FOR THE DCT [Электронный ресурс] // URL: http://www.ece.cmu.edu/~pueschel/papers/ctdct.pdf (дата обращения: 21.01.2011).

Научное издание

Научное творчество молодежи

Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции

28–29 апреля 2011 г.

Часть 1

Редактор – В. Г. Лихачева

Компьютерная верстка – Д. М. Кижнер

Лицензия ИД 04617 от 24.04.2001 г.

Подписано в печать 15.04.2011

Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная №1.

Печать офсетная.

Печ. л. 20,0; усл. печ. л. 18,6; уч.-изд. л. 18,4.

Тираж 300 экз. Заказ 1263

ОАО «Издательство ТГУ», 634029, г. Томск, ул. Никитина, 4.

ООО ИД «Интегральный переплет», 634040, г. Томск, ул. Высоцкого, 28, стр. 1