

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА «ФОТОФОРЕЗ И ДИНАМИКА АЭРОЗОЛЯ»

Никитин В. Н.

научный руководитель канд. техн. наук Кузьмин Д. А.

Сибирский федеральный университет

На основе метода Монте-Карло была построена модель[1], целью которой является изучение явления фотофореза, движения аэрозольных частиц под влиянием фотофоретической силы[2,3]. Модель разработана для аэрозольных частиц произвольной формы, а также агломератов частиц — аэрозольных кластеров. Кроме того, она пригодна и для расчётов в аэрозольных системах, состоящих из отдельных разрозненных аэрозольных частиц[4].

Расчёты производятся в программном комплексе «Фотофорез и динамика аэрозоля», который состоит из вычислительного ядра и подсистемы визуализации. Целью данной работы является разработка этой подсистемы.

В целом, подсистема визуализации представляет собой приложение с графическим пользовательским интерфейсом, которое является промежуточным слоем между пользователем и вычислительным ядром. Одной из её функций является возможность генерации произвольных аэрозольных кластеров с последующей их передачей в вычислительное ядро для проведения расчётов, а также получение и отображение результатов расчёта.

Дизайн пользовательских интерфейсов является отдельной нетривиальной задачей, учитывающей индивидуальные особенности предметной области[7].

Отдельную задачу представляет алгоритм генерации аэрозольного кластера. Как известно, аэрозольные кластеры зачастую являются фрактальными структурами[5,6]. При генерации аэрозольного кластера, одним из требований является построение кластера с заданной фрактальной размерностью. Обобщённых алгоритмов, которые позволяют построить аэрозольный кластер с заданным значением фрактальной размерности нет, и эта задача решается индивидуально, на основе существующих моделей построения аэрозольных кластеров.

При разработке комплекса «Фотофорез и динамика аэрозоля» немаловажное значение имеет кроссплатформенность. Использование комплекса должно быть возможным на самых разных программных платформах. С этой целью было принято решение отказаться от специфических API разных операционных систем, и использовать общедоступные библиотеки. В подсистеме визуализации две основные составляющие: графический интерфейс пользователя и система трёхмерного отображения.

Для построения интерфейса используется библиотека QT. Эта библиотека является кроссплатформенной, для неё есть реализации под большинство самых распространённых программно-аппаратных платформ. При этом библиотека позволяет создавать интерфейсы с единым видом.

Для реализации трёхмерного отображения наилучшим инструментом является OpenGL, в силу его открытости и доступности, а также присутствия в большинстве ОС. Кроме того, эта библиотека предоставляет простой API для создания трёхмерных сцен и может быть интегрирована вместе с QT.

При создании приложений с большим акцентом на вычисления сейчас активно используются современные разработки в области графических процессоров. Многие математические расчётные задачи могут быть распараллелены. Графические

процессоры современного поколения позволяют добиться высокой степени параллелизма, что существенно ускоряет вычисления.

Особых успехов в разработке GPU ориентированных на вычисления обобщённого вида достигла компания NVIDIA. Их технология CUDA[8] в настоящее время активно развивается и широко распространена. В комплексе «Фотофорез и динамика аэрозоля» также используется эта технология, в частности вычислительное ядро практически целиком построено на CUDA.

[1] A. Cheremisin, Transfer matrices and solution of the heat-mass transfer problem for aerosol clusters in a rarefied gas medium by the monte carlo method, Russian Journal Numeric Analysis Mathematics 25 (2010) 209–233.

[2] A. Cheremisin, Y. Vassilyev, H. Horvath, Gravito-photophoresis and aerosol stratification in the atmosphere, Journal of Aerosol Science 36 (11) (2005) 1277 – 1299.

[3] A. A. Cheremisin, Yu. V. Vassilyev, and A. V. Kushnarenko. Photophoretic forces for bispherical aerosol particles. volume 5027, pages 21–32. SPIE, 2003.

[4] Черемисин А.А., Кушнарченко А.В. Оценка фотофоретического взаимодействия аэрозольных частиц в стратосфере Оптика атмосферы и океана. 2010. Т. 23. № 6. С. 475-479.

[5] Е.Ф. Михайлов, С.С. Власенко Образование фрактальных структур в газовой фазе Успехи физических наук/Обзоры актуальных проблем 1995 Т. 165 №3 С. 263-283

[6] Шведчиков А.П., Красоткина И.А., Бекешев В.Г., Понизовский А.З Структура кластеров сажи, полученных при воздействии электрического поля короны постоянного тока на углеводородное пламя. Химическая физика. 2010. Т. 29. № 8. С. 55-59.

[7] Мандел Т. Разработка пользовательского интерфейса: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 416 с., ил. (Серия «Для программистов»).

[8] Боресков А. В., Харламов А. А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 232 с.: ил.