

Программный комплекс клеточно-автоматного моделирования газопорошковых потоков*

Ю.Г. Медведев

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

В работе рассмотрена двумерная модель газовой струи, несущей в себе нанокристаллические порошки FHP-GP [1]. Она является параллельной композицией [2] целочисленной модели FHP-MP [3], описывающей поведение газового компонента, и булевой модели FHP [4], описывающей поведение порошков.

Применять клеточные автоматы для моделирования газодинамических процессов стали не так давно. Клеточно-автоматные модели не доведены не только до практического применения, но также нет хотя бы удобного инструмента для их исследования. В настоящей работе представлен такой инструмент — программный комплекс, реализующий клеточно-автоматную модель FHP-GP и предназначенный как для последовательного, так и для параллельного исполнения.

Программный комплекс состоит из трех модулей: конструктора граничных условий, симулятора потока и модуля осреднения и визуализации и позволяет проводить вычислительные эксперименты с моделью FHP-GP, задавая различные параметры и начальные условия. Исходный текст программ написан на языке Си. Симулятор имеет параллельную реализацию с динамической балансировкой загрузки процессоров и может эффективно выполняться на тысячах ядер кластера [5]. Параллелизм реализован с помощью библиотеки MPI. Комплекс работает под операционными системами Windows и Linux.

Конструктор граничных условий позволяет задавать начальные и граничные условия в виде графических примитивов с атрибутами, соответствующими физическим и модельным величинам. Симулятор имеет набор предустанавливаемых параметров, позволяющих управлять ходом моделирования. При помощи модуля осреднения можно получить осредненные значения модельных величин в виде числовых массивов на любом этапе моделирования. Визуализатор позволяет строить графическое изображение поля давления газа, поля концентрации порошка, поля скорости потока, а также линии тока. Осреднение и визуализация результатов на протяжении процесса моделирования с определенным шагом по времени позволяют построить анимированные изображения протекания процесса.

В перспективе программный комплекс планируется расширить серией симуляторов других клеточно-автоматных моделей потока семейства FHP.

Литература

1. Медведев Ю.Г. Клеточно-автоматная модель формирования порошковой струи // Прикладная дискретная математика. 2009. №3. С. 50–58.
2. Bandman O.L. Cellular Automata composition techniques for spatial dynamics simulation // Bull. Nov. Comp. Center, Comp. Science, 27 (2008), P. 1–39.
3. Медведев Ю.Г. Многочастичная клеточно-автоматная модель потока жидкости FHP-MP // Вестник Томского государственного университета, серия «Управление, вычислительная техника и информатика» – №1(6) — 2009 С. 33–40.
4. Frish U., Crutchfield J.P., Hasslacher B., Lallemand p., Rivet L.-P. Lattice-Gas hydrodynamics in two and three dimensions // Complex Systems.– Vol.1.– 1987. – P.49–70.
5. Medvedev Yu. Dynamic Load Balancing for Lattice Gas Simulations on a Cluster // V. Malyskhin (Ed.): PaCT 2011, LNCS 6873, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2011), pp. 175–181.

* Работа выполнена при поддержке: гранта РФФИ №11-01-00567-а.