

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРОВ НА ГИБРИДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ С ГРАФИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССОРАМИ

А.С. Русских, А.В. Юлдашев

В настоящее время в средствах массовой информации довольно часто сообщают о причинах, последствиях и жертвах произошедших пожаров. В целях предупреждения человеческих жертв, а также уменьшения материального ущерба от пожаров устанавливаются системы сигнализации, оповещения и тушения пожаров, а также проводится анализ пожарного риска в зданиях, сооружениях и других строениях. Для этого используются компьютерные модели, позволяющие рассчитать распространение огня и других опасных факторов пожаров.

Моделирование распространения опасных факторов необходимо для оценки времени блокирования путей эвакуации, фактических пределов огнестойкости, разработки мероприятий по ее совершенствованию, при разработке планов пожаротушения (планирования боевых действий пожарных подразделений при пожаре), проведении пожарно-технических экспертиз, создании и совершенствовании систем сигнализации, оповещения и тушения пожаров и других целей.

Для проектирования компьютерных моделей и проведения расчетов часто используются следующие программы: Fire Dynamics Simulator (FDS) – симулятор, реализующий вычислительную гидродинамическую модель теплопереноса при горении; Smokeview – программа для визуализации результатов расчетов FDS; PyroSim, AspireSDS и BlenderFDS - графические редакторы создания расчетных сцен для FDS [1].

В симуляторе FDS реализовано численное решение уравнения Навье-Стокса для низкоскоростных температурно-зависимых потоков на прямоугольной сетке с учетом распространения дыма и теплопередачи.

При проведении ресурсоемких расчетов сложных моделей на мелкой сетке актуально использование параллельных версий FDS. В настоящее время существуют параллельные реализации симулятора (OpenMP и MPI), предназначенные для параллельных вычислительных систем с общей и распределенной памятью.

В процессе расчета ряда реальных моделей на кластерной системе УГАТУ [2] было произведено исследование производительности MPI-версии симулятора FDS. Отметим, что в среднем на расчет модели из ряда рассмотренных затрачивалось около 8 часов. Выяснилось, что наименьшее время выполнения MPI-программы достигается при распределении 1-2 процессов на вычислительные узлы кластера. Замедление расчета (до 2 раз) при распределении большего количества процессов на узел в основном связано с задержками из-за конкуренции при одновременной работе нескольких процессов с общей памятью многоядерных вычислительных узлов. Также было замечено, что некоторое замедление (более 20%) может проявляться при расчете на кластерной системе множества (более 10) моделей, выполняющих активный файловый вывод на общее файловое хранилище. Однако данный недостаток может быть устранен при настройке FDS на использование локальных жестких дисков узлов кластера.

В целях сокращения времени компьютерного моделирования пожаров актуально исследование возможности выполнения расчетов на гибридных вычислительных системах с графическими процессорами (GPU), которые в настоящее время широко используются для решения прикладных вычислительных задач. В [3] представлены результаты адаптации симулятора FDS к выполнению на рабочих станциях, оснащенных графическими процессорами NVIDIA. В работе показано, что перенос трудоемких вычислений на GPU позволяет сократить время расчета модельной задачи приблизительно в 20 раз при использовании вещественных чисел двойной точности. Указанная работа была положена в основу симулятора Quick Fire Dynamics Simulator (QFDS) [4], однако его получение в ознакомительных целях оказалось затруднительным.

В связи с этим на основе FDS нами создается собственный параллельный симулятор пожаров, ориентированный на выполнение на гибридных рабочих станциях и кластерных системах, построенных с использованием графических процессоров NVIDIA. В разработке задействованы технологии PGI Accelerator и CUDA. В докладе будут представлены текущие результаты по созданию параллельного симулятора пожаров для гибридных вычислительных систем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. FDS-SMV Official Website. URL: <http://www.fire.nist.gov/fds/> (дата обращения: 31.05.2011).
2. Газизов Р.К., Иванов И.В., Мухтаров А.Р. Опыт создания и эксплуатации кластерной системы УГАТУ // Труды Второй Международной научной конференции «Суперкомпьютерные системы и их применение» (SSA 2008). – Беларусь, Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – С.34-38.
3. Belaschik, Hendrik C.; Münch, Matthias; Anwendung von massiv paralleler Berechnung mit Grafikkarten (GPGPU) für CFD-Methoden im Brandschutz Artikel aus der Zeitschrift: Bauphysik ISSN: 0171-5445 Jg.: 31, Nr.4, 2009 Seite 216-226.
4. Quick Fire Dynamics Simulator. URL: <http://www.qfds.de/> (дата обращения: 31.05.2011).