

АЛГОРИТМЫ ДЛЯ РАБОТЫ С ТОПОЛОГИЕЙ ДИНАМИЧЕСКИ АДАПТИВНЫХ СЕТОК НА РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

С.К. Григорьев

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г.Москва

sergejgri@gmail.com

Современные суперкомпьютерные системы предоставляют широкие вычислительные возможности, что необходимо учитывать при разработке прикладного программного обеспечения.

Широко распространено численное моделирование физических процессов с помощью динамически адаптивных сеток, для чего разработано большое количество прикладных программ, например: Chombo [1], p4est [2], AMReX [3], и другие. В рамках работы рассматриваются алгоритмы для динамической адаптации трёхмерной древовидной расчетной сетки на распределённой вычислительной системе на примере библиотеки *oostreemesh*.

Динамическая адаптация на распределённой вычислительной системе выполняется в несколько этапов: разметка области при помощи структурного и функционального критериев, укрупнение ячеек, измельчение ячеек, согласование топологии виртуальных ячеек. В силу того, что во время процедуры дробления и укрупнения сеточных элементов перерасчёт новых значений сеточных функций производится непосредственно во время изменения элементов, а также для получения новых значений требуются значения сеточных функций из смежных элементов, независимая адаптация виртуальных ячеек не представляется возможной.

Этап синхронизации предполагает глобальный обмен данными. Количество обменов зависит от ширины поля виртуальных ячеек, текущего разбиения и структурного критерия. Получена оценка количества обменов в наихудшем – $O(\min(p, \text{maxlevel}))$, и в наилучшем – $O(1)$ возможных случаях, где *maxlevel* – максимально допустимый уровень дробления ячеек. Для реализации перестроения сетки реализовано разделение обработки топологии сеточных элементов каждого домена и процедуры синхронизации топологии виртуальных элементов между MPI-процессами.

Список литературы:

1. Adams M. et al. Chombo software package for AMR applications-design document. 2015. 206 p.
2. Burstedde C., Wilcox L.C., Ghattas O. p4est: Scalable algorithms for parallel adaptive mesh refinement on forests of octrees // SIAM J. on Sci. Computing. 2011. V. 33(3). P. 1103–1133.
3. Zhang W., Myers A., Gott K., Almgren A., Bell J. AMReX: Block-structured adaptive mesh refinement for multiphysics applications // The International Journal of High Performance Computing Applications. 2021. V. 35(6). P. 508–526.