

Динамическая локальная адаптация сеток для задач газовой динамики

Меркулов Кирилл Дмитриевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: parovoz1991@yandex.ru

Технологии адаптации расчетных сеток широко применяются при решении практических задач численными методами. Такие сетки позволяют не только адекватно описать геометрию сложных областей, но и максимально точно передать движущиеся поверхности разрывов, ударные волны, фазовые переходы и другие области больших градиентов функций.

Представлен реализованный на C++ алгоритм по работе с двумерными локально адаптивными сетками на базе четверичных деревьев. Одной из основных трудностей при разработке подобных методов является переинтерполяция физических величин при измельчении расчетной ячейки таким образом, чтобы уменьшить информационные потери и не нарушить гладкости имеющегося численного решения. Мной предложен уникальный алгоритм аппроксимации консервативных величин в ячейках-потомках на основе технологии WENO [1].

Программный модуль предлагает возможность решения задач и движения идеального газа методом Годунова или Рusanова. Для локализации ячеек, в которых выгодно измельчать сетку, апробированы локальный вариационный критерий и глобальный на основе вейвлет-анализа [2] сеточного решения. Изучено поведение данных критериев адаптации сетки в зависимости от настраиваемых параметров.

Эффективность подхода проверена на задаче Седова о сильном точечном взрыве [3]. На тестовых задачах показаны преимущества применения адаптирующихся сеток, связанные с увеличением производительности и сокращением объема занимаемой оперативной памяти без существенного ухудшения получаемого результата. Алгоритм работы с сетками и методы анализа численного решения допускают простое обобщение на трехмерный случай и распараллеливание на системах с общей памятью. Планируется реализация используемого подхода на GPU.

Источники и литература

- 1) Тишкин В.Ф., Пескова Е.Е., Жалнин Р.В., Горюнов В. А., О построении WENO схем для гиперболических систем уравнений на неструктурированных сетках. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2014. – №. 1 (29).
- 2) Афендииков А.Л., Меркулов К.Д., Пленкин А.В. Динамическая локальная адаптация сеток на основе вейвлет-анализа в задачах газовой динамики // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2014. № 99. 26 с
- 3) Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике, 8-е изд., перераб. М.: Наука, 1977. - 440 с.