

Проблемы перехода от последовательной программы к параллельной при решении задач математической физики на сложных сетках

А.Н.Андрианов, К.Н. Ефимкин

Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН
125047, Москва, Миусская пл., 4

e-mail: and@a5.kiam.ru

Эффект применения высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем для решения сложных прикладных задач существенно снижается из-за большой сложности разработки эффективных параллельных программ для таких систем. Распараллеливающие компиляторы и интерактивные системы распараллеливания на уровне исходного текста пока не оправдывают возлагавшихся на них надежд – эффективность получаемых параллельных программ низкая.

В докладе рассматриваются проблемы, возникающие при создании параллельных программ для решения вычислительных задач сеточными методами, и предлагаются некоторые способы их решения. Предлагаемый подход основан на учете особенностей классов сеток, или, другими словами, особенности информационных зависимостей между переменными программы. Используется опыт решения на параллельных системах с распределенной архитектурой задач на статических регулярных сетках, статических нерегулярных сетках и динамических нерегулярных сетках.

В регулярных сетках “соседние” данные определяются прямоугольной системой координат и задаются смещением в индексах, в нерегулярных сетках “соседние” данные определяются при помощи нерегулярного графа. Последнее существенно усложняет распараллеливание, поскольку усложняются как проблемы написания программ для поддержки распределения данных и вычислений, так и проблемы эффективности выполнения, связанные с минимизацией обменов между процессорами и с балансировкой загрузки процессоров.

Основные проблемы создания параллельных программ на регулярных сетках и методы их решения иллюстрируются на примере системы параллельного программирования Норма [1,2].

Для программ на нерегулярных сетках предлагается методика распараллеливания, основанная на применении универсального параллельного

интерфейса, то есть набора поддерживающих распараллеливание подпрограмм и правил их включения в последовательную программу, ориентированных на возможно меньшие изменения кода последовательной программы. Методика определяет:

- 1) базовые структуры данных, которые являются “характеристическими” для рассматриваемого класса задач и методы их распределения по процессорам;
- 2) структуры данных параллельного интерфейса, содержащие общие параметризованные переменные, необходимые для реализации набора поддерживающих подпрограмм;
- 3) библиотеку подпрограмм, поддерживающую работу с базовыми структурами данных на параллельной системе;
- 4) правила модификации текста исходной последовательной программы.

Библиотека поддерживающих подпрограмм реализована таким образом, что параметрами подпрограмм являются только имена переменных – расчетных величин, определенных пользователем.

Предлагаемая методика распараллеливания обобщается на случай динамических адаптивных нерегулярных сеток (случай возникновения и удаления узлов сетки в процессе счета).

Приводимые результаты могут оказаться полезными как для прикладного специалиста, который сталкивается с необходимостью разработки параллельной программы для решения своей расчетной задачи, так и при разработке систем анализа и распараллеливания программ.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант N 01-01-00411.

1. А.Н.Андрианов, А.Б.Бугеря, К.Н.Ефимкин. НОРМА - специализированная система параллельного программирования. В сб. Сибирская школа-семинар по параллельному программированию, Томск, 2002, с.33-45.

2. <http://www.keldysh.ru/pages/norma>