

Разработка принципов выполнения Q-эффективных реализаций численных алгоритмов на параллельных вычислительных системах¹

В.Н. Алеева, Н.В. Валькевич, Ю.С. Лаптева, Д.Е. Тарасов

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

Повышение производительности параллельных вычислительных систем может быть достигнуто за счет использования ресурса параллелизма алгоритмов. Одним из подходов к распараллеливанию алгоритмов является концепция Q-детерминанта, основанная на представлении алгоритма в форме Q-детерминанта [1]. Концепция позволяет выявить ресурс параллелизма любого численного алгоритма. Представление алгоритма в форме Q-детерминанта описывает все реализации алгоритма, в том числе Q-эффективную реализацию, которая, с формальной точки зрения, является максимально быстрой, так как все операции выполняются, как только они готовы к выполнению, т. е. определены значения их операндов.

В настоящее время концепция Q-детерминанта дает возможность исследовать машинно-независимые свойства алгоритмов, но не учитывает особенности их выполнения на параллельных вычислительных системах. Q-эффективная реализация алгоритма показывает, в каком порядке выполнять операции, чтобы реализовать алгоритм максимально быстро, однако параллельная вычислительная система накладывает ограничения на её выполнение. В связи с этим необходимо разработать принципы выполнения Q-эффективных реализаций численных алгоритмов на вычислительных системах, позволяющие минимизировать ограничения.

Целью данной работы является разработка принципов выполнения Q-эффективных реализаций алгоритмов на суперкомпьютере «Торнадо ЮУрГУ». Для достижения цели проводится экспериментальное исследование с использованием алгоритмов для решения задач линейной алгебры, Q-детерминанты которых содержат все типы Q-термов: безусловные Q-термы (алгоритм умножения плотных матриц), условные Q-термы (алгоритм умножения разреженных матриц и метод Гаусса-Жордана для решения СЛАУ), условные бесконечные Q-термы (метод Якоби для решения СЛАУ).

Экспериментальное исследование заключается в разработке для каждого из алгоритмов параллельных программ для выполнения Q-эффективной реализации. Разрабатываемые программы используют, как общую, так и распределенную память. Суть разработки каждой из программ заключается в программировании Q-эффективной реализации, при этом каждая программа ориентирована на определенные особенности архитектуры суперкомпьютера «Торнадо ЮУрГУ». Производится сравнение быстродействия разработанных программ.

На основе результатов исследования планируется сформулировать принципы выполнения Q-эффективных реализаций алгоритмов на суперкомпьютере «Торнадо ЮУрГУ», использование которых приводит к наименьшим ограничениям на выполнение Q-эффективной реализации, а также расширить математическую модель концепции Q-детерминанта с целью учета потерь, возникающих при работе с памятью. При работе с распределенной памятью исследования ограничиваются методикой вычислений по принципу «Мастер-Рабочие», которая часто используется на кластерных вычислительных системах. Для реализации алгоритмов на параллельных вычислительных системах концепция Q-детерминанта применяется впервые.

Литература

1. Алеева В.Н. Анализ параллельных численных алгоритмов. Новосибирск, 1985 (Препринт ВЦ СО АН СССР; № 590).

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-00865 а, при поддержке Правительства РФ в соответствии с Постановлением №211 от 16.03.2013 г. (соглашение № 02.A03.21.0011).