

Параллельные алгоритмы спектрального анализа сигналов и их применение для обработки данных

Панкратов А. Н., Поволоцкий А. В., Пятков М. И.

rap@impb.ru

Пушкино, Институт математических проблем биологии РАН

Рассматривается задача приближения функции с использованием классических ортогональных базисов. Эта операция является основной и наиболее ресурсоемкой при проведении адаптивной аналитической аппроксимации сигналов для решения задач распознавания в рамках обобщенного спектрально-аналитического метода. Увеличение числа членов разложения до нескольких тысяч позволило строить более точные алгоритмы анализа и обработки данных. Реализация этих возможностей во многом зависит от эффективности вычислений.

Были рассмотрены два способа распараллеливания вычислений коэффициентов разложения по классическим ортогональным базисам. Первый способ основан на сведении задачи вычисления коэффициентов разложения к умножению матриц, второй способ основан на вычислениях по рекуррентным соотношениям для классических ортогональных базисов без использования предварительных вычислений с выделением оперативной памяти под хранение матриц преобразования. Матричная форма преобразования из пространства функций дискретного аргумента в пространство коэффициентов разложения позволяет в техническом отношении опираться на средства программирования, разработанные для задач линейной алгебры. Однако, интенсивное использование процессорами общей памяти может стать узким местом при увеличении числа ядер или процессоров. На системах с двумя ядрами прирост производительности составляет от 30% до 50% процентов для параллельной программы по сравнению с непараллельной версией программы. Поэтому были рассмотрены варианты алгоритмов, ориентированных на более интенсивные расчеты на ядрах без использования памяти под промежуточные вычисления. Как и ожидалось, эти алгоритмы показали почти линейное ускорение 100% при параллельном вычислении на тестируемых системах с двумя процессорами. Дополнительная оптимизация может быть проведена за счет учета симметрии используемого базиса. Наиболее распространенной симметрией является четность и нечетность базисных функций.

В ряде случаев необходимо вычислять коэффициенты разложения одновременно для нескольких сигналов. Например, важный частный случай разложения сразу двух сигналов возникает при спектрально-корреляционном анализе комплексных сигналов (например, сигналов ЯМР), а также при получении аналитического описания контурных объектов (для решения задач распознавания образов). Поэтому были

разработаны параллельные алгоритмы одновременного вычисления коэффициентов разложения большого числа сигналов. Параллельные алгоритмы были реализованы на языке программирования C++ с помощью директив стандарта OpenMP.

Работа поддержана РФФИ, проекты № 06-01-08039 и № 06-07-89303.