Метод решения обратной двумерной задачи Радона для малоракурсной томографии

Д.А. Скопинцев, А.В. Хованский

Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, г. Троицк, Московская область, Россия, hovansky@triniti.ru

В работе исследуется возможность работы в «реальном времени» нового варианта алгоритма K-метода [1] с универсальной настраиваемой схемой сканирования для решения 2D обратной задачи Радона — основной задачи компьютерной томографии [2]. Так как новый вариант является упрощением старого варианта, его сложность снизилась с O(Ng4) до O(Ng2) flops (Ng(opt) = 90 — число вейвлетов–гауссиан). В частности алгоритм может применяться для восстановления профиля нейтронного источника на установке ИТЭР [3] и других токамаках, а также для вычисления таких важных физических параметров как положение центра плазменного шнура с точностью до 10% при 10% Пуассоновском шуме детекторов и 10% гауссовом фоне рассеянных нейтронов.

Специфика данного алгоритма состоит в том, что он рассчитан на малоракурсную (1 – 3 ракурса) томографию [4] в условиях больших шумов детекторов, в силу быстропротекаемости исследуемых физических процессов (Пуассоновский шум до 10% с вероятностью 99%), а также большого фона рассеянных нейтронов (также до 10%). Кроме того, алгоритм учитывает априорную информацию о плазме токамака (анизотропию диффузии плазмы), без чего другие алгоритмы оказываются неустойчивыми.

Применялись различные схемы сканирования с одним (20 детекторов), двумя (11 = 5 + 6 детекторов) и тремя ракурсами (до 40 = 10 + 20 + 10 детекторов) на различных моделях. Настраиваемость схемы сканирования позволяет оптимизировать схему на стадии проектирования и восстанавливать профиль при наличии дефектных детекторов путём их отключения в алгоритме. Алгоритм поддаётся распараллеливанию в Ng раз, хотя и без этого имеет сложность O(Ng2) flops на потоке. Алгоритм имеет теоретическое обоснование и проверялся на реальных данных.

Литература

1. A V. Khovanskiy, Fast Variant of the K–Method with the Universal Adjustable Scheme of Scanning for Few View of Sight Computed Tomography on Tokamaks. *ISSN 2070\_0482, Mathematical Models and Computer Simulations, 2014, Vol. 6, No. 1, pp. 80–91. © Pleiades Publishing, Ltd., 2014.*
2. Ф. Наттерер, Математические аспекты компьютерной томографии. М, Мир, 1990.
3. А.В. Хованский, Итоговый отчёт по нейтронной томографии ИТЭР, 10 октября 2012, ТРИНИТИ.
4. А.В. Хованский,Оптимизация схемы сканирования для задач малоракурсной томографии на токамаках. ГНЦ РФ ТРИНИТИ. Отделение физики токамаков – реакторов. Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в 2012 г., 2013.