

Параллельный алгоритм оптимизации и распутывания трехмерных расчетных сеток

В.А. Гаранжа<sup>1</sup>, Л.Н. Кудрявцева<sup>2</sup>

*Вычислительный центр им. Дородницына ФИЦ ИУ РАН*

*Московский физико-технический институт (государственный университет)*

garan@ccas.ru<sup>1</sup>, liukudr@yandex.ru<sup>2</sup>

Алгоритмы построения расчетных сеток должны быть надежными, и должны позволять получать сетки, удовлетворяющие заданным требованиям, за приемлемое время. В настоящее время существуют программные пакеты с большими возможностями для построения расчетных сеток. При этом создание надежного автоматического алгоритма построения качественных сеток по-прежнему является актуальным. В частности, востребованным является эффективный алгоритм распутывания трехмерных сеток в областях сложной формы.

В данной работе рассматривается вариационный алгоритм построения расчетных сеток, основанный на результатах нелинейной теории упругости [1]. Решается задача построения упругой деформации, минимизирующей значение функционала запасенной энергии деформации. Решение ищется численно методом градиентного спуска с предобусловливателем. Управление степенью неявности метода осуществляется за счет выбора предобусловливателя – положительно-определенной блочно-диагональной части матрицы Гессе. Явный метод показал эффективность при решении задачи оптимизации сетки, но для задачи распутывания сетки он требует слишком большого числа итераций. Для решения этой задачи используется неявный метод, для реализации которого необходимо решать систему линейных уравнений большой размерности. При решении жестких задач производится дополнительное масштабирование предобусловливателя.

Предложенный метод доказал свою эффективность на жестких тестовых примерах.

На рис. 1. показан результат работы алгоритма для двух тестовых примеров.

Одним из способов ускорения работы сеткопостроителя является использование технологии MPI. Сетка разбивается на число подобластей равное числу процессов с наложением в ряд вершин. Для корректного вычисления значения функционала, градиента и предобусловливателя вершины и ячейки каждой подобласти маркируются как «белые», т.е. принадлежащие данной подобласти, и «черные», заимствованные у соседних подобластей (см. рис. 2.)

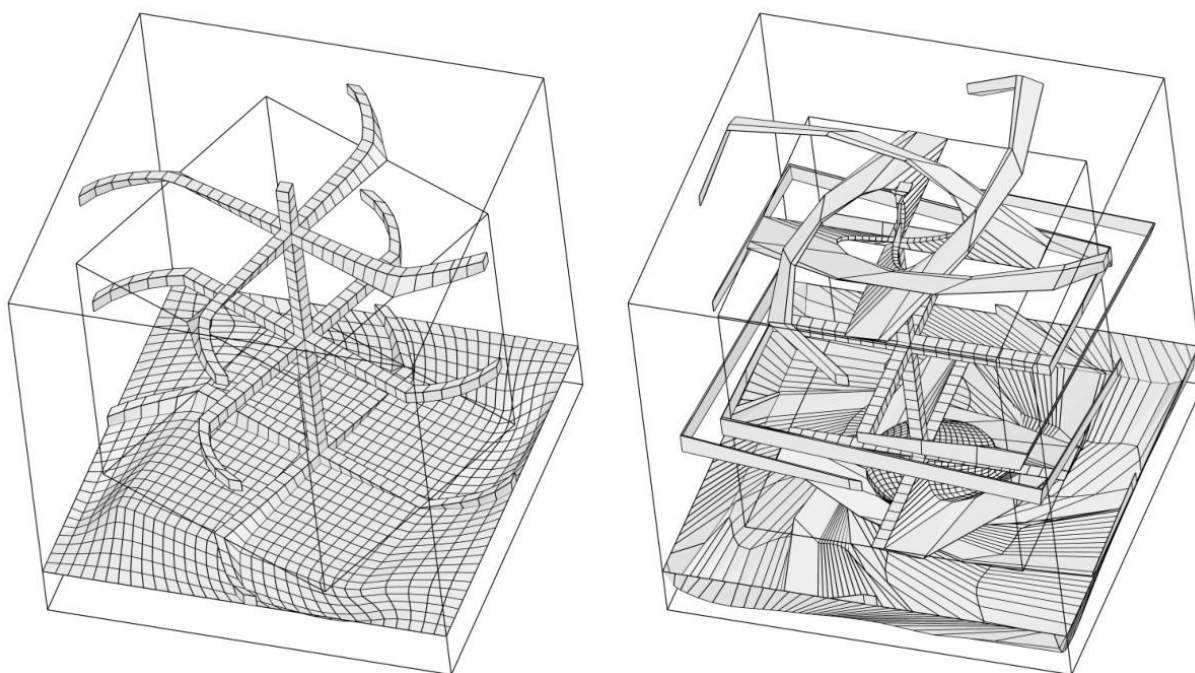


Рис. 1. Результат работы алгоритма. Сетки корректны.

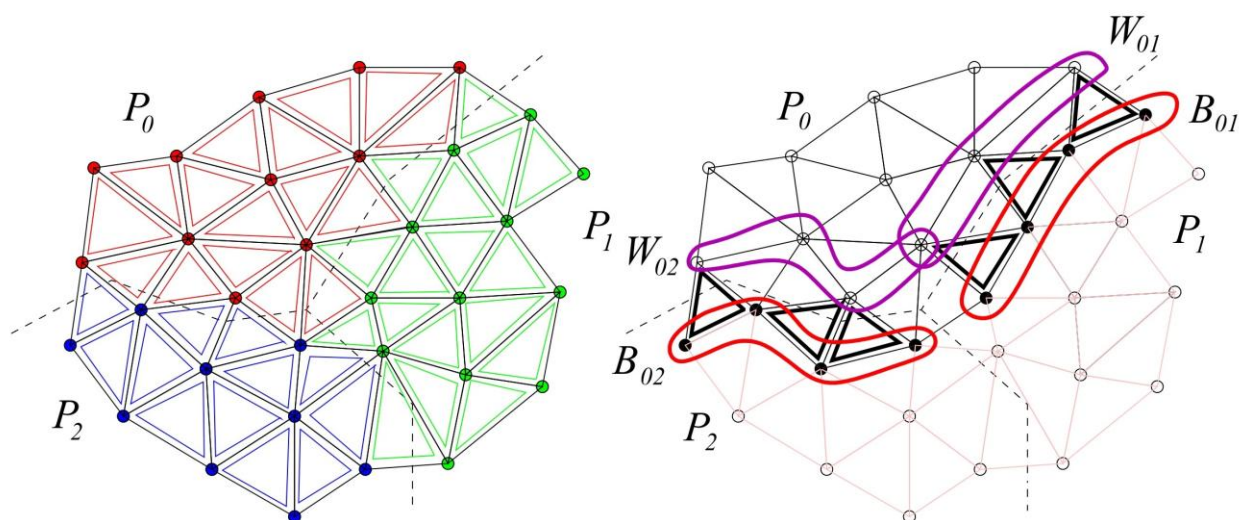


Рис. 2. Разбиение на подобласти и разделение на «белые» и «черные» вершины на примере области  $P_0$

Для эффективной реализации неявного алгоритма с двойным масштабированием предобусловливателя зона наложения необходимо расширять на один уровень для того, чтобы избежать обменов на этапе балансировки матрицы.

#### Литература

1. *Garanzha V.A., Kudryavtseva L.N., Utyzhnikov S.V.* Untangling and optimization of spatial meshes // *Journal of Computational and Applied Mathematics.* – 2014. – October. – V. 269 – P. 24–41.