

Рецензия на выпускную квалификационную работу студентки 2-го курса магистратуры кафедры  
Системного программирования Математико-механического факультета СПбГУ

Леоновой Анны Васильевны

"Система для расчета скоростей звука в особых областях по данным УЗИ-томографии"

Проведение медицинской ультразвуковой томографии является актуальной областью исследований. УЗИ — безопасный и сравнительно дешевый метод медицинской диагностики по сравнению с магнитно-резонансной и компьютерной томографией. В то же время обработка данных, полученных в результате УЗ-томографии является существенно более сложной задачей по сравнению с МРТ и КТ. Экспериментальные установки для медицинской ультразвуковой томографии создаются единичными ведущими профильными научно-исследовательскими центрами.

Представленная работа выполнена в рамках совместного исследования с Хуачжунским научно-техническим университетом (Huazhong University of Science and Technology).

В работе предложен подход к расчету скоростей звука для восстановления изображения сканируемой области и представлен прототип системы, реализующий указанный подход для данных, получаемых в результате УЗИ. Скорости звука вычисляются на основе времени прихода отраженных и преломленных сканирующих сигналов на датчики.

Задача нахождения времени распространения УЗ-сигнала в различных секторах сканируемой области сформулирована в виде нелинейной задачи оптимизации, а именно минимизации квадрата нормы разности вектора времени прохождения сигнала по секторам сканируемой области, построенного на основе вычисленных скоростей, и вектора реального времени прохождения сигнала на основе результатов эксперимента. Нахождение скоростей распространения звука в различных секторах исследуемой области сводится к указанной оптимизационной задаче с помощью уравнения эйконала.

В работе приводится краткий обзор существующих систем УЗ-томографии, формулируются требования к системе для расчета скоростей звука по данным УЗИ, приводится формулировка решаемой оптимизационной задачи, описывается реализация прототипа системы для расчета скоростей звука в особых областях, разработанный и реализованный прототип апробируется на реальных данных УЗИ.

По тексту работы имеются следующие замечания.

-Стр. 3. При описании работы УЗ-аппарата QT Ultrasound сказано: "Quantitative Transmission Ultrasound (QTUS) — томографический метод передачи ультразвука, который способен генерировать трехмерные карты скорости звука в объектах в поле зрения". Однако из приведенного в тексте описания скорее следует, что QTUS является методом ультразвуковой томографии, в свете чего формулировка "томографический метод передачи ультразвука" выглядит некорректной.

-Стр. 10. Формула (2) соответствует формуле, указанной в сноске не только с точностью до обозначения, но еще с точностью до перестановки левой и правой частей уравнений. В формуле (2) вектор времен распространения сигнала находится в левой части, а в формуле, указанной в сноске — в правой.

-Стр. 11. В описании структуры матрицы  $A(F)$  допущена ошибка в нумерации строк и столбцов, а именно приведены формулы  $(i \bmod N + 1)$  для номера столбца и  $(\lfloor i / N \rfloor + 1)$  для номера строки, при этом индекс  $i$  принимает значения в диапазоне от 1 до  $N^2$ . Однако, из текста ясно, какие значения

подразумевались и указанный недочет существенно не влияет на понимание структуры указанной матрицы.

-Стр. 31. "Цифра обозначает размер объекта в сантиметрах, буква — местоположение." Из приведенного описания не ясно каким образом с помощью буквенного обозначения кодируется местоположение объекта исследования в проведенных экспериментах.

-Стр. 33. Для характеристики времени работы алгоритма приводится довольно громоздкая формулировка, имеющая два подлежащих. "Для эксперимента 4В-2D время извлечения TOF для реализации поиска первого сигнала прибытия с помощью модифицированного метода с использованием критерия Акаике время обработки одного среза данных составило 8685.45 секунд". Впрочем, ясно, что имелось в виду время обработки одного среза данных при извлечении TOF. Замечание справедливо также для аналогичной формулировки на стр. 31 для эксперимента 2D.

-Сокращение "номер тома", "No." в списке литературы принято указывать с большой буквы. Впрочем, сокращение применено единообразно во всех библиографических ссылках, где оно встречается.

-В отдельных местах в тексте встречаются опечатки.

Указанные замечания не влияют существенно на ясность изложения и не снижают общего хорошего впечатления от работы. Выпускная квалификационная работа Леоновой Анны Васильевны выполнена на высоком уровне и заслуживает оценки "отлично".

к.ф.-м.н., старший научный сотрудник лаб. Управление сложными системами ИПМаш РАН

Иванский Юрий Владимирович