

Решение прямой и обратной задачи диагностики кровеносных сосудов на ЭВМ с параллельной архитектурой

Л.П. Басс¹, А.В. Быков², В.С. Кузнецов³, Е.М. Лоскутов⁴, О.В. Николаева¹,
А.В. Приезжев², Ю.В. Яхно⁴

Институт Прикладной Математики им.М.В. Келдыша РАН¹,
Московский Государственный Университет и Университет г. Оулу (Финляндия)²,
Российский Научный Центр «Курчатовский Институт»³,
Институт Прикладной Физики РАН, Н. Новгород⁴

Рассматривается задача обучения нейронной сети для определения диаметра и глубины залегания кровеносного сосуда в биоткани по отраженному от фантома излучению постоянного лазера. Обучение осуществляется на основе результатов моделирования распространения лазерного излучения в сильно рассеивающей среде методом Монте-Карло на параллельных компьютерах.

Рассматривается модельная 3D-задача определения размера и расположения кровеносного сосуда в биоткани. В качестве модели объекта рассматривается параллелепипед размером 25 мм*25 мм*20 мм с включенной цилиндрической неоднородностью (сосудом) диаметра d , залегающего на глубине h параллельно верхней грани параллелепипеда. Зондирование объекта осуществляется тонким лазерным пучком, помещенным в центре верхней грани. Диагностика выполняется по диффузно рассеянному от 3D-области лазерному излучению, детектируемому на верхней поверхности параллелепипеда матрицей приемников размером $\Delta x = \Delta y = 0.2$ мкм.

Моделирование процесса распространения лазерного излучения в сильнорассеивающей среде осуществляется методом Монте-Карло с использованием траекторий 10^9 фотонов в среде и занимает время порядка 200 минут на 100 процессорах суперкомпьютера МВС-100к. Распараллеливание вычислений осуществляется с помощью команд языка МРІ. Для проверки точности решения задачи методом Монте-Карло используется решение уравнения переноса излучения сеточным методом дискретных ординат.

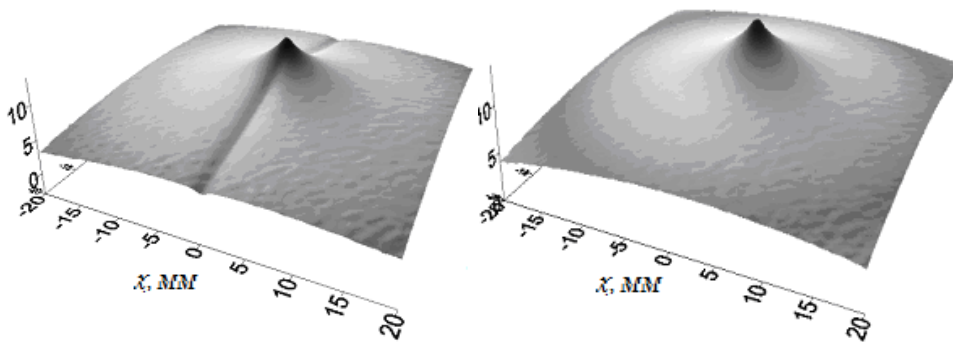


Рис. 1. Поверхностное распределение интенсивности $I(x,y)$ излучения, диффузно отраженного от сильнорассеивающей среды с цилиндрической неоднородностью (сосудом) диаметра $d=1$ мм, находящейся на глубине $h=1$ мм перпендикулярно оси x (а) и без сосуда (б).

Полученные распределения интенсивности излучения I (см. Рис 1) позволяют решить обратную задачу восстановления параметров сосуда h и d с помощью нейронной сети.

Отметим, что решение прямых задач настолько времязатратно, что возможно лишь при использовании параллельных вычислений.