

УДК 004.94

ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФРАЗВУКА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ТКАНЯМИ



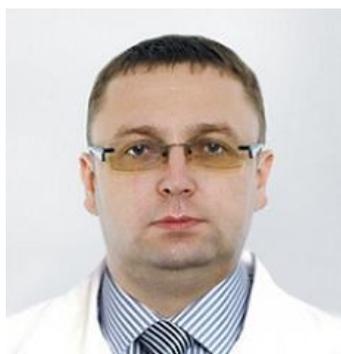
Е.И. Лецевич
аспирант БГУИР, инженер
кафедры электронной техники и
технологии БГУИР



П.В. Камлач
заместитель декана
факультета
компьютерного
проектирования, кандидат
технических наук, доцент



В.М. Бондарик
декан факультета
доуниверситетской подготовки
и профессиональной
ориентации, кандидат
технических наук, доцент



Чураков А.В.
доцент кафедры электронной
техники и технологии,
кан.мед.наук, врач
анестезиолог-реаниматолог



Ситник Г.Д.
доцент кафедры общей
врачебной практики
БелМАПО, кандидат
медицинских наук, доцент,
врач высшей категории по
неврологии



Ревинская И.И.
аспирант БГУИР,
ассистент кафедры
электронной техники и
технологии БГУИР

Е.И. Лецевич

Окончил БГУИР. Аспирант кафедры электронной техники и технологии. Область научного интереса – влияние инфразвука на биологические ткани.

П.В. Камлач

Окончил БГУИР. Доцент, кандидат технических наук, заместитель декана факультета компьютерного проектирования, доцент кафедры электронной техники и технологии БГУИР. Область научного интереса – проектирование медицинских электронных систем.

А.В. Чураков

Доцент кафедры электронной техники и технологии, кан.мед.наук, врач анестезиолог-реаниматолог

Г.Д. Ситник

Кандидат медицинских наук, доцент, врач высшей категории по неврологии. Область научного интереса – лечение больных с неврологическими проявлениями поясничного остеохондроза,

И.И. Ревинская

Окончила БГУИР. Ассистент кафедры электронной техники и технологии. Область научного интереса – медицинская электроника и обработка медицинских сигналов

В.М. Бондарик

Образование: 1983-1988 МРТИ, специальность «Конструирование и производство радиоаппаратуры», квалификация - инженер-конструктор-технолог. Область научного интереса – проектирование медицинских электронных систем, внедрение дистанционных образовательных технологий.

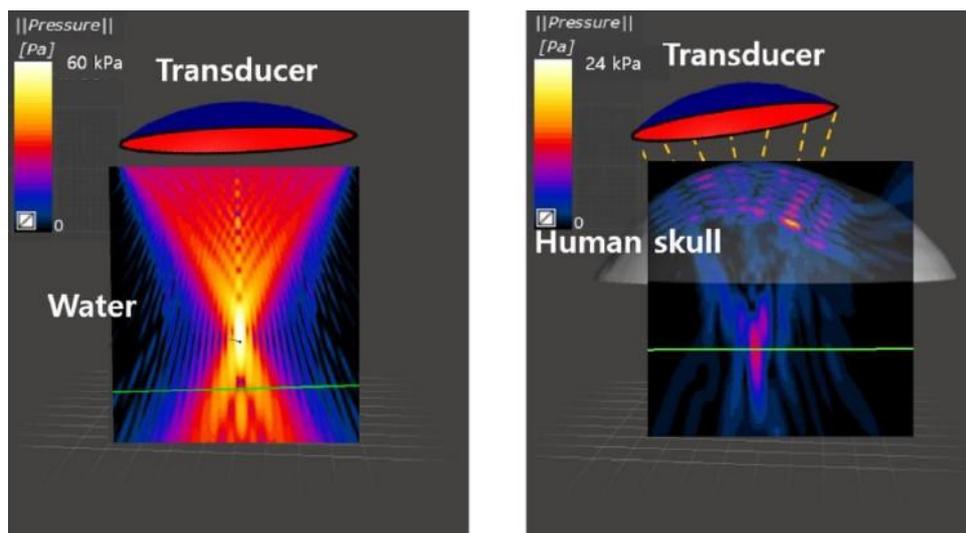
Аннотация. Рассмотрен пример обработки массива данных при процессе моделирования и симуляции в инфразвуковом диапазоне. Воздействие инфразвука на биологическую ткань.

Ключевые слова: *Big Data*, инфразвук, *SIMD*

Введение. Моделирование инфразвукового воздействия требует больших мощностей рабочей станции (PC), как правило, это многопроцессорные устройства, которые задействуют помимо центрального процессора, также и графический процессор [2]. Все это необходимо для построения модели биоткани и расчета конечного результата. Анализируя большие массивы данных, установив закономерности, можно создать модель объекта, которую можно использовать в самых разных целях [1]. С помощью модели можно изучать свойства уже описанного реального объекта, а также делать вероятностные прогнозы. В статье рассмотрен пример обработки массива данных при инфразвуковом воздействии на биоткань.

Основная часть. Моделирование инфразвукового воздействия производилось в программной среде *Sim4Life*. *Sim4Life* это среда моделирования и симуляции, совмещающая в себе множество модулей аналогичных биологическим тканям и воздействий на них.

Инфразвуковая волна, генерируемая композитным акустическим излучателем, имеет узкую полосу частот, достигающую нескольких Гц в одном импульсе [4]. Целью данного исследования было измерение характеристик передачи инфразвуковой волны, через фантом костной ткани и жидкой среды, и сравнение результатов с результатами численного моделирования. Средние плотности и скорости звука костной были рассчитаны на основе симуляции. Коэффициенты затухания варьировались в зависимости от места измерения, формы кости и толщины. На рисунке 1 видно, как инфразвуковая волна поглощается в воде (а), и в костной ткани (б).



а)

б)

Рисунок 1. а) поглощение инфразвука в воде, б) поглощение инфразвука в костной ткани.

Для того, чтобы провести моделирование воздействия инфразвука на биоткани, платформа *Sim4Life* обращается ко всем процессорным системам рабочей станции. Чаще всего это графические процессоры для многопоточковой обработки и анализа массива данных [3].

Процесс моделирования, заключающийся в потоковой обработке данных, известен под аббревиатурой *SIMD* (от англ. *Single Instruction – Multiple Data* – одна инструкция для множества данных, рисунок 2) [5]. Процессор, работающий по принципу *SIMD*, преобразует поток данных в поток результатов, используя программу как функцию преобразования

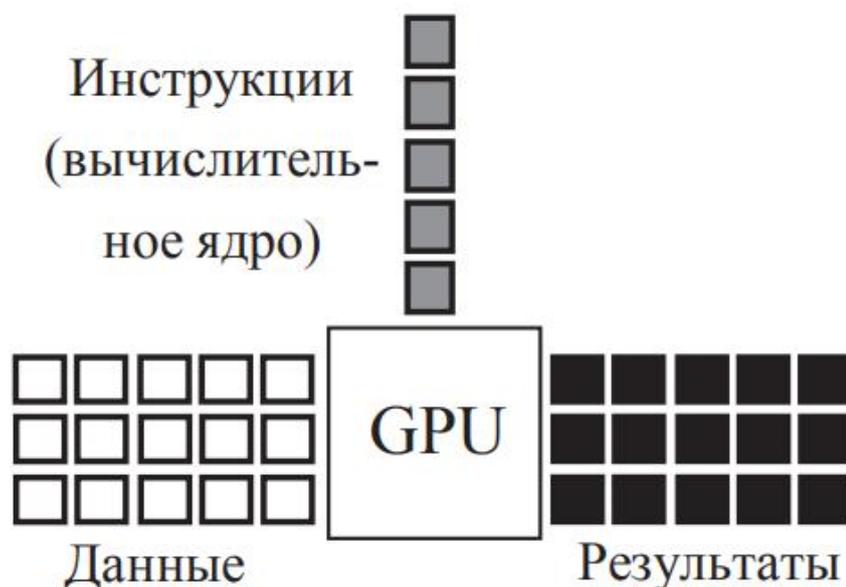


Рисунок 2. Поточно-параллельная обработка данных *SIMD*

Выбор концепции *SIMD* для графических процессоров обусловлен тем, что она обеспечивает параллельное использование большого количества «вычислителей» без явного управления ими: распределения задач, синхронизации вычислений и коммуникации между параллельными расчетами. Но графический процессор не имеет средств прямого взаимодействия с устройствами ввода-вывода (кроме монитора), а также доступа к оперативной памяти компьютера. Поэтому управление графическим процессором осуществляется только через центральный процессор [5]. Перед запуском программы, исполняемой на GPU, центральный процессор передает графическому процессору данные двух видов:

- значения констант, используемых в программе;
- один или несколько больших массивов данных для потоковой обработки.

Уже в первых графических процессорах была реализована конвейерная обработка потоков данных [5]. Заключается она в том, что каждый из параллельных «вычислителей» может одновременно обрабатывать несколько элементов потока, применяя к ним различные операции, например: загружать из памяти одно число, модифицировать другое и сохранять третье. Необходимо, чтобы операции, исполняемые конвейером одновременно, не зависели друг от друга, что как раз характерно для поточно-параллельных расчетов. Совершенствование вершинных и пиксельных шейдеров создало возможность программирования *GPU* для решения неграфических задач. Изначально при

этом вместо координат вершин требовалось передавать исходные числовые данные, алгоритм обработки которых программировали в форме вершинного шейдера. В настоящее время графические процессоры позволяют формулировать задачи общего назначения «естественным» для них образом, однако конвейерную обработку данных сохраняют. В качестве иллюстрации принципа конвейерной обработки данных на рисунке 3 показаны основные этапы графического конвейера, используемого графическим процессором визуализации трехмерных сцен.

Современные графические процессоры могут эффективно решать очень многие задачи. Основное требование к таким задачам – возможность распараллеливания по данным или по задачам, а также алгоритм, в котором вычисления превалируют над условными переходами и обменом данными между параллельными процессами. Наряду с симуляцией реальных процессов, GPU используются и для визуализации (отображение результатов томографии, представление сложных молекул и больших систем)

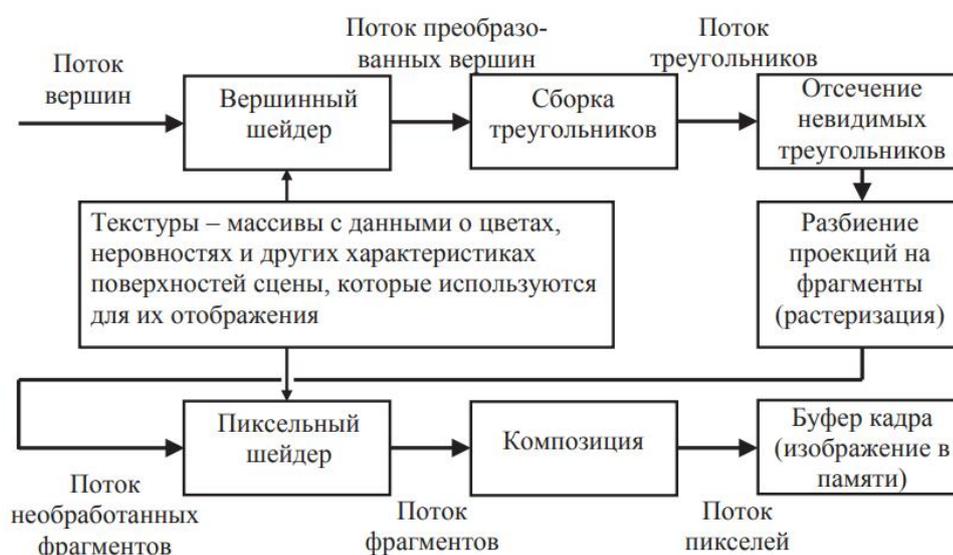


Рисунок 3. Этапы графического конвейера, выполняемые на графическом процессоре

Заключение. В статье были рассмотрены принципы обработки данных в процессе моделирования взаимодействия инфразвука с биологической тканью, в данном случае исследовалась костная ткань. Параллельная работа центрального и графического процессора, ускоряют обработку массива данных.

Список литературы

- [1] Трифонова О. П., Ильин В. А. «Большие данные» в биологии и медицине/Acta Naturae / Медицина и здравоохранение, ГРНТИ: Научная библиотека, 2013, № 3
- [2] Турлапов В., Гаврилов Н., Сапрыкин. В. Платформа цифровой медицины «Открытые системы», № 05, 2014 <http://www.osp.ru/os/2014/05/13041824>
- [3] Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Попов С.Б., Парингер Р.А. «Особенности использования технологий Big Data в задачах медицинской диагностики. Системы высокой доступности» – 2016.
- [4] Сокол Г. И. «Особенности акустических процессов в инфразвуковом диапазоне частот». — Днепропетровск: Проминь, 2000. — 143 с.
- [5] Некрасов К.И., Поташников С.И., Боярченков А.С., Купряжкин А.Я., «Параллельные Вычисления Общего Назначения На Графических Процессорах» -2016.

Авторский вклад

Авторы внесли равный вклад в написание статьи.

**BIG DATA PROCESSING IN STUDYING THE INTERACTION OF
INFRASOUND WITH BIOLOGICAL TISSUE**

E.I. Leshchevich

*Postgraduate student of
the BSUIR, assistant of
the Department of
Electronic Engineering
and Technology of BSUIR*

P.V. Kamlach

*Deputy Dean of of Computer-
Aided Design, PhD, Associate
Professor at the Department of
Electronic Technique and
Technology*

V. M. Bandarik

*Dean of the
Faculty of Pre-University
Preparation and Occupational
Guidance, PhD, Associate
Professor*

A.V. Churakov

*PhD, Associate Professor
at the Department of Electronic
Technique and Technology*

G.D. Sitnik

*PhD, Associate Professor
at the Department of Belarusian
Medical Academy of Postgraduate
Education, doctor of the highest
category in neurology*

I.I. Revinskaya

*Postgraduate at the Department
of Electronic Technique and
Technology*

Abstract. An example of processing a data array under infrasonic influence on biological tissue is considered.

Keywords: Big Data, infrasound, SIMD