

УДК 004.021.

## **РЕШЕНИЕ СЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ НА ГРАФИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ. МЕТОД ПИРАМИД.**

Кочуров<sup>1</sup> А.В., Головашкин<sup>2</sup> Д.Л.

<sup>1</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

<sup>2</sup>Институт систем обработки изображений РАН

Решение дифференциальных уравнений, сопровождающееся наложением сеточной области, широко применяется для компьютерного моделирования разнообразных явлений в физике, химии, экономике и других отраслях. В последние годы повышение производительности новых моделей центральных процессоров (CPU) достигается в основном путем увеличения числа ядер и добавления новых векторных расширений (SIMD) при малом росте частоты. Однако наиболее распространенная сегодня архитектура x86 обладает рядом особенностей, усложняющих масштабирование: длинный конвейер (вплоть до 31 уровня в некоторых ядрах Pentium 4), наличие кэша размером в несколько мегабайт (призванного компенсировать большой разрыв в производительности ОЗУ и CPU) и обширный набор инструкций требуют большого числа транзисторов. Это обуславливает сравнительно небольшое число ядер на одном кристалле и большую площадь каждого ядра даже при использовании самого современного техпроцесса. Архитектура графических процессоров (GPU) изначально разрабатывались для параллельных вычислений. GPU содержит до нескольких сотен ядер против 8-16 у CPU, обладает развитыми средствами синхронизации потоков, предоставляет пользователю возможность гибко управлять памятью. Благодаря этому во множестве приложений GPU достигает существенного большей производительности, нежели CPU.

В частности, алгоритмы решения сеточных уравнений характеризуются:

- высокой интенсивностью обращений к ОЗУ, преимущественно по непрерывным диапазонам адресов;

- использованием только базовых операций над числами с плавающей запятой;
- большим числом операций, которые могут быть выполнены параллельно;
- малым числом ветвлений и условных переходов.

Эти особенности дают GPU ряд преимуществ перед CPU:

- скорость передачи данных между GPU и видеопамятью выше, чем между CPU и ОЗУ;

- GPU оптимизированы для операций с числами с плавающей точкой;
- GPU могут параллельно выполнять большое число независимых операций.

Малое число условных переходов и обращения к непрерывным диапазонам адресов памяти обеспечивает максимальную производительность GPU. Однако, объем установленной оперативной памяти в современных GPU недостаточен для многих задач, в частности, связанных с исследованием и проектированием нанообъектов. В предлагаемой работе описана авторская модификация известного из теории автоматического распараллеливания метода пирамид, позволяющего сокращать количество коммуникаций между ветвями параллельного алгоритма за счет дублирования вычислений. В качестве иллюстрации применения метода исследована задача решения линейного однородного нестационарного одно- и двумерного уравнения теплопроводности с декомпозицией сеточной области по одной или нескольким осям на перекрывающиеся подобласти. Построена оценка быстродействия параллельного алгоритма, предложен метод нахождения оптимальных параметров декомпозиции. Представлен параллельный алгоритм решения сеточного аналога двумерного линейного однородного нестационарного уравнения теплопроводности для GPU GeForce GT 330M по технологии OpenCL на основе

предложенного метода для одномерной и двумерной декомпозиции сеточной области. Было произведено сравнение производительности на этом же устройстве с тривиальным алгоритмом, производящим пересылку на каждом слое. Наилучшее быстродействие было достигнуто при одномерной декомпозиции. В ходе вычислительных экспериментов было установлено восьмикратное преимущество в производительности перед тривиальным алгоритмом. Теоретические оценки быстродействия подтверждены с точностью 5-7%.

Приведенный метод актуален и для решения других дифференциальных уравнений, в частности, возможно его применение для метода FDTD для задач электродинамики.

УДК 004.932.2

### **ОБНАРУЖЕНИЕ НА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОБЛАСТЕЙ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ ИСКУССТВЕННОМУ ИЗМЕНЕНИЮ**

Кузнецов А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва  
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Искусственное изменение локальных областей на изображении фактически является его фальсификацией, производимой в политических, рекламных, зачастую попросту корыстных целях. Так, например, фальсификацию можно использовать для сокрытия информации на космическом снимке. На рис. 1 а, б приведен пример фальсификации изображения – исходный космический снимок земной поверхности и измененный со встроением изображением облака.

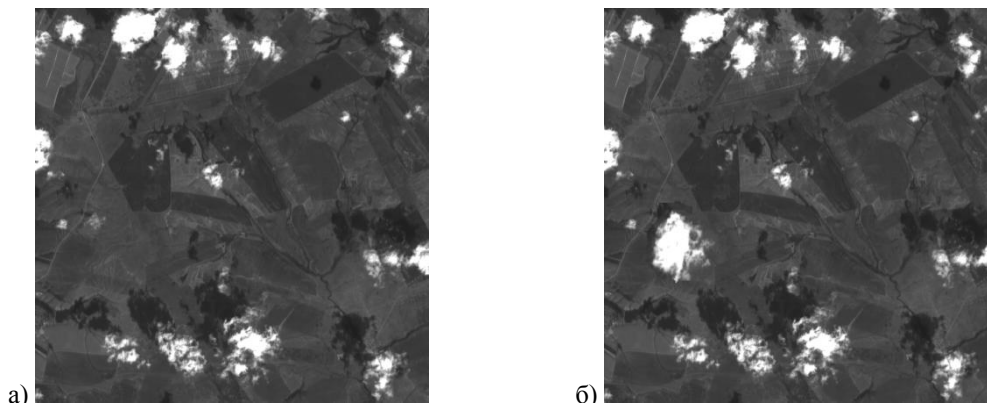


Рисунок 1. Пример фальсификации фотографии

С появлением цифровых технологий обработки изображений возможности для создания фальсифицированных изображений значительно расширились. Не представляет трудности изменить часть изображения с помощью современных редакторов цифровых изображений (например, Adobe Photoshop). Применение таких алгоритмов обработки как сглаживание границ, размытие области, увеличение и уменьшение контраста приводит к тому, что даже опытный взгляд не распознает подделку.

Распространение таких фальсифицированных изображений может нанести значительный ущерб политическим, экономическим, научным интересам общества. В связи с этим является актуальной задача разработки методов и алгоритмов выявления искусственных локальных изменений на изображениях. Именно цифровые алгоритмы