



CUDA[®] АЛЬМАНАХ
СЕНТЯБРЬ 2013



СОДЕРЖАНИЕ

Что такое CUDA Альманах?

Новости NVIDIA CUDA

Предложения от NVIDIA

Избранные статьи научных работ
с использованием вычислений на CUDA

Контакты

РАЗРАБОТКА ВЫСОКООПТИМИЗИРОВАННОГО ПАКЕТА ПРОГРАММ ДИФРАКЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ

Н. Ю. Зятков

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПУЛЬСОВОГО ТЕЧЕНИЯ КРОВИ

Бикулов Дмитрий Александрович

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГАЗОВОЙ
ДИНАМИКИ С УЧЕТОМ УРАВНЕНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Б. П. Рыбакин, Е. В. Егорова, Л. И. Стамов

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ КРОВИ

Е. А. Погорелова, А. И. Лобанов

ОБРАБОТКА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ
В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.И. Литвин-Попович

СРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ РАБОТЫ GPU И CPU
ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССА «DATA INTENSIVE»

Черноскутов Михаил

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ПРИ ПОМОЩИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ВОЛНОВЫМ ПАКЕТАМ

В. В. Никитин

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ВБЛИЗИ ЗАРЯЖЕННОГО СПУТНИКА
МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ. 2-D ПРИБЛИЖЕНИЕ

Л. В. Зинин, С. А. Ишанов, А. А. Шарамет, С. В. Мацевский

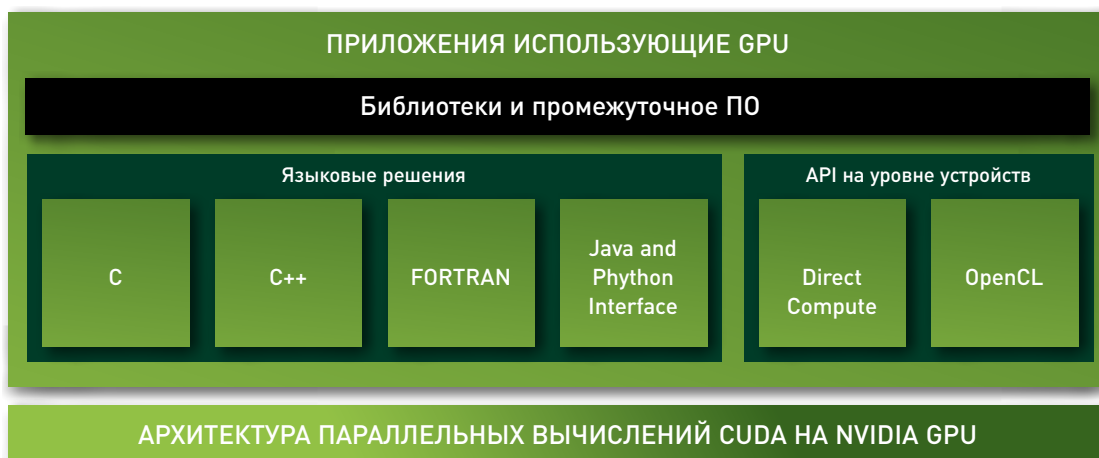
ЧТО ТАКОЕ CUDA АЛЬМАНАХ?

CUDA АЛЬМАНАХ — это периодическое издание от NVIDIA, содержащее научные работы, в которых используется архитектура параллельных вычислений CUDA.

CUDA используется в различных областях, включая обработку видео и изображений, вычислительную биологию и химию, моделирование динамики жидкостей, восстановление изображений, полученных путем компьютерной томографии, сейсмический анализ, трассировку лучей и многое другое.

Приложения, базирующиеся на архитектуре CUDA, можно разрабатывать на различных языках и API, включая C, C++, Fortran, OpenCL и directCompute. Архитектура CUDA подразумевает сотни ядер, способных исполнять тысячи параллельных потоков, а модель программирования CUDA позволяет программистам сосредоточиться на распараллеливании своих алгоритмов.

Архитектура CUDA текущего поколения под названием Kepler — это самая передовая архитектура вычислений на GPU. Построенные на свыше семи миллиардов транзисторах, GPU Kepler делают универсальными вычисления на GPU и CPU для широкого спектра вычислительных приложений. Поддержка C++ упрощает разработку ПО для параллельных вычислений и повышает производительность широчайшего спектра приложений.



Архитектура параллельных вычислений CUDA с комбинацией ПО и аппаратной части.

Всего за несколько лет вокруг архитектуры CUDA возникла целая экосистема программного обеспечения — от различных языковых решений до широкого спектра библиотек, компиляторов и связующего ПО, которые помогают пользователям оптимизировать приложения для GPU. Разнообразие оптимизированных программных средств ускоряет научные открытия и расчет моделей во многих областях, включая математику, бионауки и производство.

[Узнать подробнее](#)

НОВОСТИ NVIDIA CUDA

NVIDIA GEOINT ACCELERATOR – ПЛАТФОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ АЭРОГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

NVIDIA представила первую в мире платформу для анализа данных аэрогеодезической разведки с GPU-ускорением – [NVIDIA® GeoInt Accelerator™](#), которая позволит специалистам по вопросам безопасности быстрее и точнее извлекать важную информацию из огромного количества данных, изображений и видео.

Платформа NVIDIA GeoInt Accelerator предоставляет специалистам по обороне и национальной безопасности инструменты, ускоряющие обработку спутниковых изображений высокого разрешения, распознавание лиц в видеонаблюдении, планирование боевых задач с помощью данных географических информационных систем (GIS), а также распознавание объектов в видео, собранных беспилотниками.

Новая платформа включает систему с ускорением GPU [NVIDIA Tesla®](#), приложения для анализа данных аэрогеодезической разведки и полноценные библиотеки для разработки приложений. [Подробнее.](#)

Используя вычислительные ресурсы ускорителей Tesla, компании Luciad удалось ускорить работу приложения LuciadLightSpeed (ситуационная ориентация при планировании заданий путем наложения изображений, данных с радаров и датчиков для анализа линии визирования) в 75 раз! [Смотреть видео.](#)

The logo for Luciad, featuring the word "LUCIAD" in a bold, dark blue, sans-serif font. The letter "I" is replaced by a stylized orange and yellow starburst or compass rose icon.

NVIDIA GEOINT ACCELERATOR – ПЛАТФОРМА ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ АЭРОГЕДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Panoptes от IntuVision – еще одно из приложений, вошедших в платформу NVIDIA GeoInt Accelerator. Программное обеспечение Panoptes от IntuVision использует возможности графических процессоров NVIDIA Tesla для ускорения анализа видеоматериалов. Это приложение включает в себя интеллектуальную систему анализа видео, которая способна определять подозрительные предметы, пропавшие/украденные объекты и вход на запрещенную территорию с высокой степенью точности, часто выявляя такие детали, которые человеческий глаз обычно упускает.



Одна из актуальных проблем анализа видеоматериалов, полученного с камер наблюдения, связана с тем, что в настоящий момент большинство устройств записывают видео круглосуточно. Соответственно, у организаций, которые осуществляют видеонаблюдение, катастрофически не хватает персонала для просмотра и анализа материалов в реальном времени и определения необходимых действий.

Система на базе двух CPU уровня Hi-End способна проанализировать одну HD видеозапись (1080p) с частотой в 15 кадров в секунду. Один GPU Tesla ускорит работу ПО Panoptes в 12 раз. [Подробнее.](#)

PORTLAND GROUP СТАНОВИТСЯ ЧАСТЬЮ NVIDIA

PGI[®]

The Portland Group (PGI), независимый разработчик компиляторов и других инструментов разработки приложений, вошла в состав компании NVIDIA. В составе NVIDIA компания PGI продолжит функционировать под брендом PGI, разрабатывая инструменты для OpenACC, CUDA Fortran, CUDA x86 и GPGPU. Целью данного шага является дальнейшее укрепление инициативы OpenACC, а также разработка новых инструментов разработчика для ускорения вычислений на GPU.

Подробнее – [в блоге NVIDIA.](#)

ФИНАНСЫ – ЭТО ЕЩЕ ОДНА ИЗ ОБЛАСТЕЙ, В КОТОРЫХ УСКОРИТЕЛИ TESLA МОГУТ ПРИНЕСТИ ОЩУТИМУЮ ПОЛЬЗУ

Банк HSBC продемонстрировал, что может сократить расходы на вычислительные системы на миллионы долларов, перенеся процесс ценообразования на рынке ценных бумаг с процессоров Intel Xeon на графические процессоры NVIDIA Tesla.

При анализе производительности выяснилось, что выполнение процессов ценообразования на одном Tesla K20 GPU происходит в 19 раз быстрее, чем на четырехъядерном Intel Xeon E5620 CPU. При работе на системе с 3-мя GPU производительность выросла почти пропорционально, вычисления были выполнены в 57 раз быстрее, чем на процессоре Intel.

Хотя это был лишь небольшой эксперимент, который включал в себя небольшую и относительно простую часть сложных процессов корректировки стоимости кредитов (CVA), он продемонстрировал HSBC возможность высокой экономии средств. Полный набор систем на базе GPU будет стоить приблизительно \$22 000 по сравнению с системой из 600 CPU стоимостью в \$1 миллион. [Подробнее.](#)



АНАЛИЗ ДАННЫХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТАНОВИТСЯ ВОЗМОЖНЫМ

Практика видеонаблюдения находит все более широкое применение в мире из-за растущего беспокойства общества по поводу увеличивающегося числа краж, жестоких преступлений и терактов.

Исследовательская компания MarketsandMarkets прогнозирует, что мировой рынок видеонаблюдения превысит [25 миллиардов долларов к 2016 году](#) благодаря бурному распространению этой технологии в самых разных областях – от военной разведки до систем предотвращения воровства в розничной торговле.

Новые технологии делают видеонаблюдение еще более привлекательным и доступным способом получения информации. Среди них — технологии нового поколения для цифрового захвата, записи и потоковой передачи видео, которые обеспечивают качество намного выше, чем традиционные аналоговые видеосистемы и магнитные ленты, и значительно расширяют возможности военных, правоохранительных органов и органов безопасности при анализе данных видеоматериалов.

Одна из актуальных проблем анализа видеоматериалов связана с тем, что в настоящий момент большинство камер наблюдения записывают видео круглосуточно. Соответственно, у организаций, которые осуществляют видеонаблюдение, катастрофически не хватает персонала для просмотра и анализа материалов в реальном времени и определения необходимых действий.

Кроме того, при расследовании происшествий большинство видеозаписей успевают просматривать только после того, как произошел инцидент. Причем на поиск зацепок с видео, сделанного с нескольких камер, может уйти несколько суток работы аналитиков!

Программное обеспечение Panoptes от IntuVision использует возможности графических процессоров NVIDIA® Tesla® для ускорения анализа видеоматериалов. Это приложение включает в себя интеллектуальную систему анализа видео, которая способна определять подозрительные предметы, пропавшие/украденные объекты и вход на запрещенную территорию с высокой степенью точности, часто выявляя такие детали, которые человеческий глаз обычно упускает.



Благодаря аппаратной поддержке графических процессоров NVIDIA, ПО Panoptes может анализировать большие объемы записанных видеоданных с нескольких источников одновременно, что совершенно не по силам традиционным системам на базе CPU.

Система на базе двух CPU уровня Hi-End способна проанализировать одну HD видеозапись (1080p) с частотой в 15 кадров в секунду. Всего один GPU Tesla ускорит работу ПО Panoptes в 12 раз. С такой производительностью 24-часовое HD видео можно проанализировать всего за 1 час, что ускорит время сбора значимой информации в 12 раз.

Благодаря GPU-ускорению, ПО Panoptes позволяет военным и правоохранительным органам быстрее идентифицировать угрозы безопасности с высокой степенью точности.

Недавно ПО Panoptes было использовано для анализа материала с 29 видеокамер в центре крупного города после одного происшествия. Благодаря ускорителям NVIDIA, видео было проанализировано и проиндексировано в 3-5 раз быстрее, чем на сравнимой системе на базе CPU, что значительно сократило общее время анализа.

“Ускорение анализа материалов с камер видеонаблюдения имеет множество применений – и в области криминалистики, и в бизнес-аналитике, – говорит доктор Сэдай Джулер (Sadiye Guler), президент IntuVision. – GPU-ускорение помогает аналитикам выудить больше информации из видео за более короткий промежуток времени, значительно сокращая время анализа ключевой информации при расследовании происшествий или при сборе актуальных данных в целях безопасности или маркетинга”.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ОТ NVIDIA

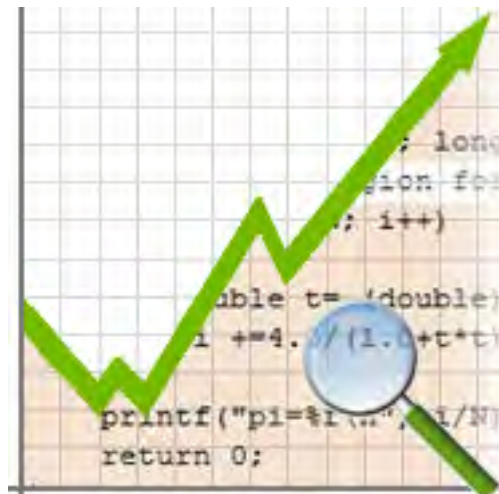
УСКОРЯЙТЕ ВАШИ НАУЧНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С OPENACC

БЕСПЛАТНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ ОТ PGI НА 30 ДНЕЙ

Получив доступ к бесплатной 30-дневной версии компилятора PGI, вы сможете воспользоваться вычислительными мощностями GPU и стандартом программирования OpenACC.

OpenACC – это:

- **Легкость:** простота добавления директив в исходный код своей программы.
- **Открытость:** используйте единый исходный код как для CPU так и для GPU.
- **Мощность:** получите быстрый доступ к вычислительной мощности GPU.



ПРОВЕДИТЕ ТЕСТ-ДРАЙВ УСКОРИТЕЛЯ TESLA K20 GPU

Воспользуйтесь нашим предложением провести простой и бесплатный тест-драйв ускорителей Tesla K20 GPU.

Самые быстрые в мире ускорители Tesla K20 GPU созданы на основе архитектуры Kepler и обеспечивают высокую производительность и энергоэффективность ваших приложений.



І ЭТАП КОНКУРСА СТИПЕНДИЙ ССОЕ МГУ 2013-2014 ГГ. ДЛЯ УЧАЩИХСЯ В МГУ

CUDA Center of Excellence МГУ объявляет прием заявок на І этап конкурса стипендий 2013-2014 гг. для учащихся МГУ, использующих в своей учебно-научной работе вычисления на графических процессорах. Стипендия выплачивается за 4 месяца (сентябрь-декабрь) в размере 7500 р. в месяц, всего 30000 р.



Конкурс проводится в 2 этапа. Расписание конкурса (даты приблизительные и могут быть скорректированы):

І этап (осенний семестр):

до 29 сентября 2013 – прием заявок;
30 сентября 2013 – 3 октября 2013 – оценка работ;
4 октября 2013 – объявление победителей;
25 декабря 2013 – отчетный семинар-конференция.

ІІ этап (весенний семестр):

до 9 февраля 2014 – прием заявок;
10-13 февраля 2014 – оценка работ;
14 февраля 2014 – объявление победителей;
30 мая 2014 — отчетный семинар-конференция.

Заявки принимаются **до 29 сентября 2013 г.**

Подробные условия конкурса размещены [на сайте](#).

С примерами работ призеров предыдущего конкурса можно ознакомиться [по ссылке](#).

ИЗБРАННЫЕ СТАТЬИ НАУЧНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА CUDA

РАЗРАБОТКА ВЫСОКООПТИМИЗИРОВАННОГО ПАКЕТА ПРОГРАММ ДИФРАКЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ

Н. Ю. Зятыков

Сейсмический метод исследования недр Земли использует различные методы решения обратной задачи, основанные на подборе функции Грина в сложной среде, которая адекватно описывает наблюдаемое волновое поле. Недавно был предложен аналитический подход к описанию функции Грина слоистой среды, основанный на физически реализуемом фундаментальном решении для слоя. Такое решение имеет вид суперпозиции функции Грина безграничного пространства и каскадной дифракции, представленной в виде бесконечной суммы дифракционных поправок. Дифракционная поправка n -го порядка вычисляется как действие операторов распространения-поглощения на дифракционную поправку $(n-1)$ -го порядка.

В данной работе представлен улучшенный высокооптимизированный алгоритм для моделирования каскадной дифракции в первом приближении, основанный на матрицах распространения-поглощения.

При реализации вычислительного алгоритма использовались библиотека Intel MKL и технология NVIDIA CUDA. Точность, устойчивость и эффективность алгоритма иллюстрируются на примере моделирования волн в акустическом полупространстве с выпукло-вогнутой границей W -формы. Корректность алгоритма подтверждается сравнением времён пробега и амплитуд волновых импульсов, формирующих волновую структуру физически реализуемого фундаментального решения с учётом первого приближения (сумма однократно- и двукратно-дифрагированных волн), с точными решениями.

[Подробнее](#)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПУЛЬСОВОГО ТЕЧЕНИЯ КРОВИ

Бикулов Дмитрий Александрович

В рамках работы реализована модель пульсового течения крови в сосуде с эластичными стенками. Получены профили пульсовых волн для различных параметров модели: жесткости стенок сосуда, длительности сердечного цикла и амплитуды входной волны. Течение жидкости описывается с помощью метода решеточных уравнений Больцмана, подвижные стенки реализованы в виде клеточных автоматов, расчет производится на суперкомпьютерном комплексе МГУ «Ломоносов».

Метод решеточных уравнений Больцмана представляет собой способ моделирования гидродинамики на основе дискретизированного по времени, координатам и направлениям скоростей кинетического уравнения Больцмана. Он позволяет решать широкий круг задач и сравнительно просто учитывать разнообразные физические эффекты. Метод сейчас продолжает набирать популярность из-за своей гибкости и возможности высокоэффективной реализации на CUDA.

Пульсовое течение крови возникает из-за периодического выброса сердцем крови. При этом пульсовая волна давления распространяется на порядок быстрее среднего течения крови. В зависимости от эластичных свойств стенки сосуда, под действием повышения давления крови диаметр сосуда может увеличиваться, что также влияет на характер распространения области повышенного давления.

Целью работы является построение гидродинамической модели распространения пульсовой волны в сосуде с гибкими стенками и изучение формы этой волны в зависимости от параметров модели.

Модель основана на методе решеточных уравнений Больцмана с одним временем релаксации, интеграл столкновений записан в форме, предложенной Бхатнагаром, Гроссом и Круком. Граничные условия с заданным давлением основаны на работе Зоу и Хе. Подвижные стенки сосудов реализованы с помощью подхода клеточных автоматов. Пульсовое течение моделируется заданием синусоидальных колебаний давления на границе сосуда. Модель реализована на CUDA с использованием MPI и оптимизирована для работы на суперкомпьютерном комплексе МГУ «Ломоносов».

[Подробнее](#)

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ С УЧЕТОМ УРАВНЕНИЙ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Б. П. Рыбакин, Е. В. Егорова, Л. И. Стамов

Представлены результаты расчетов двумерных и трехмерных задач газодинамики с учетом уравнений химической кинетики. Решение системы газодинамических уравнений проводилось с помощью схем высокой разрешающей возможности типа TVD (Total Variation Diminishing). Расчеты, обсуждаемые в настоящей статье, проводились на гибридной системе, содержащей помимо центральных процессоров графические ускорители. Проведенные расчеты показывают хорошее распараллеливание газодинамических задач и задач химической кинетики на системах с графическими сопроцессорами.

Нестационарные газодинамические задачи, возникающие на практике, представляют большой интерес. Решение таких задач в трехмерной постановке с учетом процессов горения и детонации требует значительного количества вычислительных ресурсов вследствие влияния гравитационных и магнитных полей на газодинамические процессы.

Указанные задачи исключительно важны для проектирования перспективных двигателей нового поколения и гиперзвуковых летательных аппаратов, повышения отдачи нефтеносных пластов с помощью процессов управляемого горения и др. Для моделирования взрывов сверхновых звезд, исследования формирования галактик, моделирования климата и предсказания погоды также необходимо проводить большой объем вычислительной работы. При проведении таких расчетов используются эффективные разностные схемы высокого разрешения, которые позволяют проводить математическое моделирование указанных выше процессов с большой степенью точности.

Большой интерес в этой связи вызывает использование новых технологий — графических процессоров (ГП, англ. Graphics Processing Unit, GPU) и технологии CUDA. Применение технологии CUDA позволяет дополнить существующие методы распараллеливания. Повышение производительности графических процессоров привело к тому, что в настоящее время количество ядер в ГП достигло нескольких тысяч. В новой архитектуре Kepler количество ядер достигает трех тысяч. На этих ядрах можно запустить несколько десятков тысяч параллельных нитей. Использование графических процессоров дает возможность разрабатывать новые параллельные алгоритмы для проведения интенсивных математических расчетов. Алгоритмы, которые разрабатываются для ГП, требуют особого подхода, и не для всех задач удастся получить хорошее ускорение. Это связано с тем, что моделирование сложных динамических процессов предъявляет повышенные требования к применяемым разностным схемам. Такие схемы должны максимально точно воспроизводить поведение среды в окрестности больших разрывов, для этого необходимо применять схемы высокого разрешения, в то время как в областях гладкого решения можно применять более экономичные разностные схемы. Кроме того, задачи, в которых исследуются процессы горения и детонации, требуют большого количества дополнительных вычислений. Для хранения переменных, описывающих химические реакции, необходимо дополнительно использовать значительные объемы быстродействующей памяти — регистровой или разделяемой.

[Подробнее](#)

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ КРОВИ

Е. А. Погорелова, А. И. Лобанов

Приведен обзор методов моделирования движения и реологических свойств крови как суспензии взвешенных частиц. Рассмотрены методы граничных интегральных уравнений, решеточных уравнений Больцмана, конечных элементов на подвижных сетках, диссипативной динамики частиц, а также агентные модели. Приведен анализ применения этих методов при расчетах на высокопроизводительных системах различной архитектуры.

Жизненно важным органом животных и человека является кровь. Она выполняет целый ряд функций. Во-первых, это снабжение кислородом всех органов и тканей. Во-вторых, это функции, связанные с иммунитетом и иммунной реакцией. В-третьих, это защитные функции, обеспечиваемые системой гемостаза — одной из древнейших систем организма. Список функций, которые выполняет кровь в организме, можно существенно расширить.

Гемостаз — одна из самых интересных функций крови. Система гемостаза обеспечивает остановку кровотечения и поддерживает кровь в жидком состоянии внутри сосудов. Составной частью системы гемостаза является система свертывания крови, при повреждении сосуда переводящая плазму крови из жидкого состояния в гелеобразное. Даже лучшие лекарства не способны остановить кровотечение без опасности развития тромбоза и подавить патологическое свертывание без побочного кровотечения.

Одна из актуальных задач медицины — научиться предсказуемо и стабильно управлять системой свертывания. Функционирование свертывания крови как единой системы изучено не полностью, предстоит выяснить роль отдельных реакций. Гемостаз включает в себя тромбоцитарное звено, в ходе которого тромбоциты слипаются между собой и с поврежденным участком сосуда, и плазменное, которое обеспечивается каскадом ферментативных реакций белков плазмы крови. Выделяют внешний путь свертывания, который запускается при повреждении сосуда, и внутренний — обеспечивающий самоподдерживающийся процесс роста сгустка. Для эффективного образования сгустков необходима нормальная работа обоих путей. Например, при гемофилии нарушен внутренний путь свертывания.

Применение высокопроизводительных систем предоставляет дополнительные требования к вычислительным методам, применяемым для решения задач, — должен быть внутренний параллелизм программы. После появления направления GPGPU и технологий NVIDIA CUDA и OpenCL, стали возможными расчеты на видеокартах а не только на CPU. На высокопроизводительных системах, основанных на видеокартах, или гибридных системах целесообразно проводить численное решение задач, которые не требуют высокой точности расчетов и нечувствительны к ошибкам округления.

[Подробнее](#)

ОБРАБОТКА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.И. Литвин-Попович

Радиолокационные системы применяются для измерения координат, скоростей и ускорений различных объектов, а также для бесконтактного зондирования атмосферы, поверхности суши и воды. Для ряда применений, требуется высокий темп выдачи получаемых результатов. Распространенным подходом к реализации систем цифровой обработки радиолокационных сигналов является разбиение последовательности операций на ряд относительно несложных действий, каждое из которых выполняется отдельным сигнальным процессором либо программируемой логической матрицей. Такое решение обеспечивает необходимое быстродействие, однако время разработки такой системы и ее себестоимость весьма значительны.

Несмотря на интенсивное развитие вычислительной техники, производительности центральных процессоров (ЦП) персональных компьютеров до сих пор недостаточно для реализации всех процедур обработки радиолокационных сигналов с приемлемой скоростью. Невозможность создания существенно более производительных процессоров привела к появлению систем параллельной обработки на базе нескольких ЦП (многопроцессорные системы), ЦП с несколькими арифметико-логическими устройствами и ЦП с несколькими ядрами (многоядерные ЦП), а также специализированных сопроцессоров, рассчитанных на быстрое выполнение определенного набора действий.

Применение многопроцессорных вычислительных систем ставит дополнительную задачу при разработке алгоритмического и программного обеспечения обработки радиолокационных сигналов. Для эффективного использования имеющихся вычислительных ресурсов, необходимо разделить процедуру обработки на ряд независимых операций, которые могут проходить одновременно. В данной статье рассматривается реализация ряда методов обработки радиолокационных сигналов на базе систем параллельной обработки. В качестве вычислительных устройств рассмотрены четырехъядерные ЦП современных персональных компьютеров, а также графические процессоры (ГП) фирмы NVIDIA, допускающие проведение математических расчетов со значительной производительностью. Применение распространенных комплектующих позволяет реализовать достаточно низкую стоимость системы обработки, и при этом получить высокую производительность.

[Подробнее](#)

СРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ РАБОТЫ GPU И CPU ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАССА «DATA INTENSIVE»

Черноскутов Михаил

В последнее время растет популярность использования ГПУ в качестве вычислителей общего назначения, с помощью которых потенциально можно запрограммировать решения самых разнообразных задач. Сейчас ГПУ используются в основном для приложений, которые принято называть вычислительно-интенсивными («computing intensive tasks»): механика сплошных сред, молекулярная динамика, трассировка лучей и т.д. Однако растет потребность и в задачах совершенно другой природы – «data intensive tasks», которые характеризуются работой с большими массивами данных и активным использованием нерегулярного доступа в память. На данный момент уже появился специализированный рейтинг Graph500 (аналог рейтинга Top500), целью которого является оценка производительности вычислительных систем при обработке больших массивов данных.

Современные вычислительные элементы, доступные для широкого рынка, такие как ГПУ и ЦПУ, предназначены для решения вычислительно-интенсивных задач, т. к. ориентированы на работу с хорошо структурированными наборами данных и обработку вещественных чисел. «Data intensive» задачи, напротив, требуют быстрого извлечения информации из огромных массивов данных (часто еще и неструктурированных) и целочисленную арифметику. Однако ГПУ обладают большим количеством вычислительных модулей и широким каналом доступа в свою внутреннюю память, что может положительно сказаться на скорости параллельной обработки больших массивов данных. Следовательно, актуальной является задача оценки эффективности использования ГПУ при решении «data intensive» задач.

В качестве «data intensive» задачи выбран обход графа в ширину. Алгоритм обхода графа (как в ширину так и в глубину) заключается в разметке всех вершин в графе, начиная с одной заранее заданной, в определенном порядке. Он используется и в качестве ядра теста Graph500 (пока реализация доступна только для ЦПУ). Данный выбор обусловлен следующими обстоятельствами:

- алгоритм обхода графа в ширину часто используется в реальных научных и технических приложениях (поиск сообществ в социальных сетях, перебор большого количества данных для нужд информационной безопасности крупных компаний, анализ месторождений при нефтедобыче)
- структура графов отображает реальные наборы данных, которые встречаются в задачах
- результаты масштабирования задачи обхода графов должны хорошо соответствовать масштабированию реальных приложений

[Подробнее](#)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ВОЛНОВЫМ ПАКЕТАМ

В. В. Никитин

Из года в год стремительно растет объем данных сейсморазведочных работ, которые должны быть оперативно обработаны, для чего в производстве используются большие кластерные вычислительные системы. Для этих целей кажется целесообразным использовать гибридные системы на основе графических ускорителей (GPU), т.к. многие алгоритмы обработки имеют высокий уровень параллелизма и когерентности — параллельно обрабатываемые фрагменты лежат рядом и обращаются к близко расположенным участкам памяти. Всё это хорошо укладывается в модель GPU вычислений: большое число независимо обрабатываемых потоков, наличие различных видов памяти быстрого доступа (в том числе 2D и 3D текстурной памяти).

Алгоритм прямого и обратного преобразования по трехмерным волновым пакетам был реализован на базе 1 GPU при помощи технологии CUDA.

В работе была выполнена адаптация программы для гибридных систем (CPUs и GPUs). Рассмотрены два варианта распределения вычислений по процессорам, а затем при помощи закона Амдала проведён анализ масштабируемости для большого количества карт. В одном из вариантов с увеличением количества GPU наблюдается практически линейный рост производительности: в 7.7 раз для 8 карт.

Полученная программа тестировалась на кубе синтетических сейсмических данных. Были реализованы процедуры сжатия, подавления шумов и регуляризации (заполнение пропущенных трасс).

[Подробнее](#)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ВБЛИЗИ ЗАРЯЖЕННОГО СПУТНИКА МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ. 2-D ПРИБЛИЖЕНИЕ

Л. В. Зинин, С. А. Ишанов, А. А. Шарамет, С. В. Мацевский

Рассмотрена математическая модель взаимодействия разреженной тепловой плазмы с положительно заряженным космическим аппаратом упрощенной формы. Использовался метод молекулярной динамики. Результаты моделирования показывают наличие скопления протонов в области перед спутником и ионной тени сразу за ним.

При постановке и интерпретации экспериментов на космических аппаратах необходимо проводить анализ распределения электрического поля вблизи заряженного спутника ввиду того, что сравнительно небольшой потенциал спутника способен внести существенные искажения в функцию распределения частиц. Потенциал в несколько вольт приводит к тому, что масс-спектрометрические измерения легких ионов, таких как H^+ , становятся невозможны. Даже в случае небольших потенциалов спутника для анализа экспериментальных измерений необходимо знать распределение электрического поля вблизи спутника, чтобы оценить его влияние на траектории частиц, степень и характер искажения функции распределения ионов.

В рамках данного исследования использовалась графическая карта на базе архитектуры nVidia Tesla, программирование для которой имеет ряд особенностей. При программировании применялась программно-аппаратная архитектура CUDA — расширение языка C/C++.

[Подробнее](#)

КОНТАКТЫ

Если вы хотите, чтобы ваша статья появилась в следующем выпуске CUDA Альманах пишите нам на: landreeva@nvidia.com

По вопросам обучения CUDA обращайтесь в наш тренинговый центр: www.parallel-compute.ru

По вопросам приобретения NVIDIA GPU и по прочим техническим вопросам пишите нам на: adzhoraev@nvidia.com

Протестируйте PGI OpenACC compiler бесплатно в течение месяца: www.nvidia.ru/openacc