

Ускорение анализа акустических данных с помощью GPU в Исследовательском центре NASA Langley



Установка для испытания гибридной конструкции «крыло-фюзеляж» (перевернутой) в аэродинамической трубе с фазированной решеткой из 97 микрофонов (сверху) и микрофонной стойкой (слева).

Задача

Ускорить анализ звукозаписей с испытаний конструкций самолета в аэродинамической трубе

Решение

Использовать MATLAB и Parallel Computing Toolbox, чтобы переписать унаследованный код для обработки акустических данных. Снизить время этой обработки используя GPU для вычислительно-сложных операций.

Результаты

- Скорость вычисления возросла в 40 раз
- Переписывание кода под GPU за 30 минут
- Ускорение обработки экспериментальных данных

Области применения

Цифровая обработка сигналов

В то время, как воздушный трафик, а также жилищное и коммерческое строительство возле аэропортов растут, уменьшение шума от коммерческих воздушных судов во время взлета и посадки становится все более актуальным. Для изучения и оценки методов по уменьшению шума исследователи из Исследовательского центра NASA Langley анализируют новые конструкции самолетов, такие как «крыло-фюзеляж» (HWB).

Инженеры используют MATLAB® и Parallel Computing Toolbox™ для ускорения обработки акустических данных на базе графических процессоров (GPU) NVIDIA.

«MATLAB заменяет старые алгоритмы для обработки акустических данных, а Parallel Computing Toolbox занимается ускорением нового алгоритма путем запуска его на GPU, лишь с небольшими изменениями в коде, — говорит Кристофер Бар, инженер-исследователь отдела аэроакустики из Исследовательского центра NASA Langley. — Сейчас мы проводим анализ данных во время продувки в аэродинамической трубе, что существенно уменьшает время простоя».

Задача

Инженеры NASA используют до 126 микрофонов для записи звуков, производимых частями самолета во время исследований в аэродинамической трубе. Через каждые 30 секунд эти микрофоны перемещаются для получения очередной тридцатисекундной записи. Отдельный запуск может содержать до 14 записей. Многочисленные запуски проводятся для разных скоростей потока или различных положений самолета. Отдельное испытание может содержать сотни запусков.

Инженерами использовалась старая программа, написанная на Fortran. Для

вычисления требовалось 20–40 минут при обработке около 2 ГБ данных, полученных при каждой записи. Команде инженеров необходимо было сократить время обработки так, чтобы они могли выявлять неполадки, а также менять конфигурацию на лету. В дальнейшем планировалось обрабатывать данные на борту для уменьшения накладных расходов по передаче данных и упрощения процедуры по их защите.

Специалистам NASA было известно, что многоядерная обработка на отдельном компьютере не дала бы требуемый прирост скорости. Поэтому они сделали ставку на GPU.

Решение

Инженеры NASA переписали старый код на MATLAB и использовали возможность GPU-вычислений, предоставляемую Parallel Computing Toolbox, для уменьшения времени обработки.

Работая в MATLAB, инженеры разработали алгоритм обработки 16-битных целочисленных данных, получаемых с системы сбора данных. Алгоритм MATLAB преобразует эти данные в сигнал давления, разбивает его на блоки, переводит эти блоки в частотную область, проводит коррекцию эффектов, вызванных приборами и фильтрами, усредняет по блокам для построения матрицы ковариации. Далее по ней проводится оценка мощности, общей для каждой пары микрофонов.

Алгоритм использует оконные функции Хэмминга, Кайзера, оконную функцию с плоской вершиной из Signal Processing Toolbox™, а также быстрое преобразование Фурье (FFT) и операции по перемножению матриц. В первоначальном варианте он был разработан для вычисления на центральном процессоре (CPU).

Для проверки MATLAB-реализации было проведено сравнение результатов

«При использовании унаследованного кода на анализ результатов продувки в одной аэродинамической трубе уходило до 40 минут. С помощью MATLAB и GPU время вычисления стало меньше минуты. Для перевода нашего MATLAB-кода на работу с GPU понадобилось 30 минут, т.к. не требовалось низкоуровневого программирования на CUDA», — КРИСТОФЕР БАР, NASA

с теми, которые получались из унаследованного кода. Оказалось, что разница лежит в допустимых пределах. Затем они изменили код MATLAB, используя Parallel Computing Toolbox для передачи акустических данных на графический процессор K20 и выполнения на нем вычислительно-сложных операций.

В целях упрощения пакетной обработки записей был создан графический интерфейс в MATLAB, в котором можно задавать параметры алгоритма и выбирать нужные файлы записей. Также был разработан еще один интерфейс для отображения графиков результатов, включая узкополосные спектры и спектры третьоктавных полос. Эти графики помогли оценить поведение источника шума и качество данных, а также использовались для разработки современных моделей шумоподавления.

Также планируется разработать дополнительные усовершенствованные алгоритмы обработки в MATLAB. Они позволят более точно определять источник шума во время экспериментов.

Результаты

Скорость вычислений возросла в 40 раз. «При использовании наследуемого кода на анализ результатов продувки в одной аэродинамической трубе уходило до 40 минут, — говорит Бар. — Первичная реализация на MATLAB сократила это время до 20 минут. Использование GPU-вычислений из Parallel Computing Toolbox сократило его до менее чем одной минуты. Причем большая часть этого времени тратится на передачу данных».

Переписывание кода под GPU за 30 минут. «Многие функции, которые мы используем, включая Быстрое Преобразование Фурье (FFT) и умножение матриц, работают, в том числе, и на GPU в MATLAB, — говорит Бар. — Потребовалось менее 30 минут на то, чтобы переписать алгоритм MATLAB, изначально разработанный для вычисления на CPU, для работы на GPU без необходимости использовать низкоуровневое программирование на CUDA».

Ускорение обработки данных эксперимента. «Раньше скорость наших алгоритмов была слишком мала, чтобы использовать их для обработки акустических данных сразу во время эксперимента на аэродинамической трубе, — вспоминает Бар. — Используя код MATLAB, работающий на GPU, мы анализируем данные после каждой записи, выявляя проблемы с испытательным стендом и меняя его на лету».

Промышленность

- Аэрокосмическая и оборонная

Используемые продукты

- MATLAB
- Parallel Computing Toolbox
- Signal Processing Toolbox

Дополнительная информация и контакты

Информация о продуктах
matlab.ru/products

Пробная версия
matlab.ru/trial

Запрос цены
matlab.ru/price

Техническая поддержка
matlab.ru/support

Тренинги
matlab.ru/training

Контакты
matlab.ru

E-mail: matlab@sl-matlab.ru
Тел.: +7 (495) 232-00-23, доб. 0609
Адрес: 115114 Москва,
Дербеневская наб., д. 7, стр. 8

