

INSIDE: Охлаждаем суперкомпьютер

с. 30-35

Стратегическая цель

СОВСЕКРЕТНЫЙ ПОДПОЛКОВНИК

Прорыв Анатолия Ивановича Китова

с. 16

www.supercomputers.ru

3 (11) осень 2012

СУПЕР КОМПЬЮТЕРЫ

Суперкомпьютерное
образование:
ТРЕТИЙ ГОД

с. 8

Тестируем GPU-
заменители

с. 38

Метафорические
вычисления и новый
универсализм

с. 62



Облака на службе фотолюбителей

Текст Максим Кривов

Чем больше вычислительных ресурсов, тем качественнее можно решить поставленную задачу. Например, уменьшить сетку, повысить точность вычислений, увеличить размер моделируемой области. Обычно именно эту аргументацию используют при переходе на новые вычислительные системы.

Однако, хоть и крайне редко, бывают случаи, когда на базе старых технологий поставленную задачу нельзя решить в принципе, и лишь использование новых подходов позволяет исключить ее из класса нерешаемых. И именно о такой задаче и пойдет речь в данной статье. Стоит сразу оговориться, что решаемая задача достаточно «бытовая» — сделать так, чтобы заснятые фотографии и видеоролики казались

более «живыми» и естественными. Понятное дело, что это уже умеют делать сотни и даже тысячи программ, лишь бы у фотографа было желание всем этим заниматься. Поэтому к исходной постановке добавляются два ограничения, делающие задачу настоящей Задачей — (1) обработка должна идти в режиме реального времени и (2) быть доступна с любого устройства. С точки зрения пользователя За-

дача выглядит крайне простой — заснял на свою не очень дорогую камеру свою очень любимую кошку, подключил ее к планшетному компьютеру (камеру, а не кошку) и просматриваешь видеоролик голливудского качества. Однако бытовой опыт подсказывает, что что-то здесь нечисто и такое в принципе невозможно. Домашние видеоролики и фотографии получаются, мягко говоря, не очень впечатляющими. А чтобы довести их до приемлемого уровня, надо основательно «посидеть» со специализированным пакетом. И, возможно, даже оставить компьютер на ночь, так как обработка будет длиться несколько часов. А то и с десяток часов.

Так вот, теперь это вполне реально. Задача, хоть и в достаточно частной постановке, была решена в рамках проекта, выполненного ООО «ЦИФ (Центр Инженерной Физики) МГУ имени М. В. Ломоносова», в первую очередь благодаря использованию графических ускорителей и облаков. Первые позволили обеспечить скорость обработки более 25 кадров в секунду, что было невозможно сделать даже на кластере — данных мало, вычислений неприлично много, а на все про все менее 40 миллисекунд. И поэтому без нескольких терафлопс на общей памяти здесь было никак не обойтись. Вторые предоставили возможность «осуществлять» обработку хоть с планшетных компьютеров, лишь бы был быстрый канал связи до облака. И теперь времени от момента фотографирования любимой кошки до просмотра качественной фотографии проходит ровно столько, сколько необходимо для подключения камеры к компьютеру.

Алгоритм улучшения качества

Итак, в общих словах Задача сформулирована, поэтому можно переходить к тому, а что же реаль-

но было сделано. В рассматриваемом проекте была поставлена цель разработать интернет-сервис, предоставляющий возможность быстрой HDR-обработки фотографий и видео. Смысл данного преобразования достаточно прост. Любой экран, будь то LCD-монитор или планшетный компьютер, может воспроизводить не более 256 оттенков для каждого из трех основных цветов.

В то же время человеческий глаз воспринимает гораздо большее их количество, в результате чего необработанные фотографии всегда кажутся тусклыми и неестественными. В темных углах ничего не видно, хотя мы точно помним, что при фотографировании расположенные там объекты были вполне различимы. И наоборот, любой блестящий предмет, сфотографированный в солнечную погоду, имеет все шансы превратиться в белое пятно, с которым в реальности, естественно, он не имеет ничего общего.

Для решения этой проблемы за последние 10–20 лет было разработано множество алгоритмов, известных под общим названием *tone mapping*. С их помощью можно отобразить различные глазами тысячи оттенков в тех 256 доступных, да так, что при просмотре на мониторе фотография будет казаться намного более «натуральной». Понятно, что чудес не бывает и результат также не очень соответствует действительности – например, темный-темный угол внезапно становится таким же светлым, как и все остальные объекты на фотографии. Но для глаза обработанная фотография начинает казаться намного более «родной» и естественной, чем исходная. А ведь в этом и заключается Задача.

Другим моментом, о котором стоит упомянуть, является способ получения тех самых «тысяч оттенков», которые в дальнейшем будут отображаться в 256 доступных. Подавляющее большинство камер

на выходе выдает JPG-фотографии, в которых те самые оттенки уже благополучно утеряны, и, как следствие, улучшать там особо нечего. Для этого существует три пути – (1) купить профессиональные камеры, которые сохраняют до 1024–4096 оттенков на цветовой канал, (2) сделать несколько одинаковых фотографий с разной засветкой, а потом «склеить» их в одну с большим цветовым диапазоном и (3) просто проинтерполировать существующие оттенки, а дальше заново, но «правильно» их отобразить в 256 доступных. Причем третий путь, известный как «псевдо-HDR-преобразование», позволяет с минимальными затратами достичь вполне приличного качества.

Техническая реализация

В большинстве случаев подобные алгоритмы работают крайне долго – обработка одной 8-мегапиксельной фотографии с помощью существующих программ может занять от 10 секунд до нескольких минут. А про видеоролики можно и не заикаться – для этого потребуются дни, если не недели.

В рассматриваемом проекте для решения этой проблемы был разработан проприетарный алгоритм HDR-преобразования, который при примерно одинаковом качестве на центральном процессоре работает в разы быстрее своих собратьев. А дальнейший его перенос на графические ускорители позволил обеспечить дополнительное 100-кратное ускорение. И, как результат, на одном ускорителе NVIDIA GeForce 580GTX удается достичь скорости обработки в 40–50 мегапикселей за секунду. Много это или мало? Ответ – много. Обычная фотография будет обработана за 0.1–0.2 секунды, что человеку уже сложно заметить. Если же взять видеоролик HD-качества (формат 1920x1080, 25 кадров в секунду), то получим как раз видеопоток в 50 мегапиксе-

лей в секунду. Другими словами, достигнутой производительности достаточно, чтобы в режиме реального времени обрабатывать даже самые «тяжелые» видеофайлы HD-качества. А с точки зрения пользователя это и означает – щелкнул на любой заснятый видеоролик и просматриваешь его улучшенную версию, не задумываясь ни о какой конвертации, обработке и т. д. Второй момент – а как все это организовать? Упомянутый ускоритель GeForce 580GTX является достаточно большим, дорогим и шумным, потребляет под 200 Ватт и явно не претендует на роль «народного выбора».

К тому же вряд ли кто-то будет собирать 1.5-терафлопсную систему только ради возможности HDR-обработки видео в режиме реального времени. Как раз здесь и появляются облака. Все вычисления производятся на виртуальном кластере из узлов, оснащенных несколькими графическими ускорителями. Причем количество самих узлов может динамически изменяться в зависимости от числа пользователей. Даже более того, к данному кластеру могут быть подключены узлы из других сетей, что позволяет, например, при пиковой нагрузке арендовать часть ресурсов облаков Amazon EC2, а в обычном режиме обходиться исключительно собственными мощностями. Описание технической реализации явно выходит за рамки статьи, поэтому стоит лишь отметить, что классические кластерные технологии типа MPI для озвученных идей оказались неприменимы в принципе, так как в этом виртуальном кластере все, что только можно, неоднородно и имеет привычку куда-нибудь «пропадать». Поэтому потребовалось разрабатывать соответствующие надстройки для работы с произвольными станциями как с облаком, для чего были использованы стандартные средства Linux – ssh, NFS, bash, а также ряд других. ■■■