

РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГРАММНЫХ КОДОВ НА НОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ АРХИТЕКТУРАХ

Н.Н. Шабров, С.Г. Орлов, Н.Н. Куриков

Интерпретация результатов научных исследований является одним из этапов работы над изучением объекта или процесса. Как процесс преобразования данных к форме, легко воспринимаемой человеком, современные технологии визуализации приобретают особое значение. Стремительно усложняющиеся предметы научных исследований и увеличивающиеся объемы получаемой информации делают традиционные способы визуализации данных недостаточными для быстрого, полного восприятия и глубокого понимания результатов. Технологии виртуальной (virtual) и дополненной (augmented) реальности являются перспективными средствами, позволяющими упростить процесс восприятия и понимания результатов исследований, а также ускорить процесс принятия решений и обезопасить его от возможных ошибок. Программно-аппаратный комплекс CAVE 3D виртуальной реальности кафедры «Компьютерные технологии в машиностроении» СПбГПУ включает следующие основные компоненты: проекционно-экранное оборудование (три просветных экрана и шесть проекторов), высокопроизводительный видео кластер (1,4 TF), оптическую трекинг-систему, систему видеоконференцсвязи с удаленными клиентами, программное обеспечение.

Виртуальное прототипирование (prototyping) является современным подходом в разработке новой продукции и представляет собой инновационные технологии воспроизведения виртуального образа продукта перед запуском его в реальное производство. Специалисты-вычислители, связанные с моделированием на очень больших сетках с числом степеней свободы до нескольких миллионов отмечают, что системы виртуальной реальности в процессе научной визуализации полученных результатов играют ключевую роль. Виртуальное прототипирование в дополнении с физическим прототипированием, позволяет существенно сократить сроки создания и стоимость конкурентоспособной продукции машиностроения.

Частью виртуального прототипирования является создание гибридных прототипов. Гибридным прототипом является комбинация реального физического объекта и некоторого объема электронных данных, представляющих результат компьютерного моделирования процессов, связанных с этим объектом. Наличие реального объекта позволяет исследователю более полно воспринимать объект или исследуемый процесс.

Технология создания гибридных прототипов заключается в совмещении изображения визуализируемого объема данных, полученных при моделировании на многопроцессорных вычислительных системах, и изображения, регистрируемого видеокамерой. Взаимное положение этих изображений однозначно задается с помощью специальных маркеров, закрепленных на объекте или в непосредственной близости с ним. Видео-поток, поступающий от видеокамеры, обрабатывается специальным программным обеспечением (ARToolkit [2]) кадрово. На каждом кадре происходит обнаружение маркера и определяется его положение относительно видеокамеры. Накладываемое на видео-поток изображение преобразуется с помощью вновь определенных преобразований.

Весной 2009 года на кафедре «Компьютерные технологии в машиностроении» СПбГПУ был проведен первый в России эксперимент по созданию гибридного прототипа. Было осуществлено моделирование процесса обтекания автомобиля встречным потоком воздуха. Работа состояла из следующих этапов: пространственное сканирование масштабной модели автомобиля, выполненное 3D сканером, реконструкция формы кузова автомобиля, получение электронной модели кузова, проведение моделирование процесса обтекания автомобиля набегающим потоком воздуха на вычислительном кластере с помощью CFD пакета, визуализация линий тока набегающего на автомобиль потока воздуха с наложением на видеоизображение реальной модели автомобиля.

В целях повышения эффективности программных кодов на новых вычислительных архитектурах с использованием GPU графических карт видео-кластера системы CAVE 3D исследуются технологии CUDA. Для исследования возможностей этих технологий была рассмотрена задача Коши для двумерного волнового уравнения на прямоугольной области с дополнительными нелинейными слагаемыми, имеющими смысл сил упругости, внутренней диссипации и внешней диссипации. Задача численно решалась явным методом Эйлера. Производилось сравнение быстродействия реализаций алгоритма решения на CPU и GPU. При этом фактически было создано множество реализаций алгоритма на GPU, в которых благодаря оптимизации с учетом особенностей архитектуры GPU было получено значительное увеличение быстродействия (последней реализации по сравнению с первой).

В процессе тестирования реализаций алгоритма было получено представление о том, что следует ожидать от GPU, и в каких случаях выигрыш в быстродействии может оказаться большим, а в каких нет. Например, для рассмотренного алгоритма решения волнового уравнения оказывается, что высокое быстродействие GPU-реализации по сравнению с CPU-реализацией достигается на больших сетках. Так, на сетке 1024x1024 GPU-реализация работает в 430 раз быстрее, чем CPU-реализация; на сетке 16x16 GPU-реализация лишь в 1.8 раза быстрее, чем реализация на CPU.