

Моделирование и параллельные вычисления в системе виртуальной реальности CAVE

Н.Н. Шабров, С.Г. Орлов, Н.Б. Мельникова

Первый в российских вузах программно-аппаратный комплекс виртуальной реальности CAVE 3D (COMPUTER AIDED VIRTUAL ENVIRONMENT) с тремя просветными экранами создан и введен в опытную эксплуатацию на механико-машиностроительном факультете СПбГПУ. Комплекс включает проекционно-экранную систему, оптическую трекинг систему, высокопроизводительный видеокластер, высокопроизводительный вычислительный кластер и систему видеоконференц связи для работы с удаленными пользователями. Современные средства визуализации результатов моделирования в сверхбольших задачах востребованы не столько для визуализации, сколько для понимания результатов моделирования. Важным преимуществом систем типа CAVE является эффект полного погружения наблюдателя в виртуальный мир исследуемого объекта или физического процесса. В статье и докладе обсуждаются результаты моделирования на вычислительных кластерах и анализа результатов с помощью первой в российских вузах системы виртуальной реальности типа CAVE 3D.

В последние годы системы трехмерной виртуальной получают интенсивное развитие в мире. Несомненно, что это развитие тесно связано с прогрессом в области вычислительных кластерных технологий, что в свою очередь позволяет оперировать виртуальными средами в режиме real time collaboration. Несмотря на высокую стоимость, спрос на такие системы очень велик. Диапазон применения систем виртуальной реальности достаточно широк – это трехмерная визуализация сцен виртуальной реальности при исследованиях в области авиастроения, ракетостроения, автомобилестроения, при моделировании и визуализации трехмерных процессов в газодинамике, химии, биологии, горении, геомеханике и т.д. За 10 лет оборот на рынке систем виртуальной реальности в промышленности вырос в 40 (сорок) раз.

Усилия по реализации проекта были направлены на проектирование и создание первого отечественного образца системы виртуальной реальности типа CAVE (Computer Aided Virtual Environment) 3D виртуальной реальности с тремя просветными экранами с последующей целью использования этой системы при разработке новых инновационных компьютерных и информационных технологий проектирования и моделирования.

Впервые в российских вузах создана экспериментальная система типа CAVE трехмерной виртуальной реальности с тремя просветными экранами и оптической трекинг системой, основанной на принципе инфракрасного излучения.

Разработана, создана и смонтирована система виртуальной реальности типа CAVE в Центре коллективного пользования «Компьютерные технологии проектирования и моделирования в системах виртуальной реальности» механико-машиностроительного факультета СПбГПУ. В настоящий момент эта система проходит этап экспериментальной эксплуатации для осуществления «тонких» настроек специализированного программного обеспечения и оборудования навигационной системы optical tracking system позиционирования наблюдателя в виртуальном пространстве. Выполнение работ по установке программного обеспечения и оборудования tracking system осуществлялось при участии двух бригад специалистов из Германии из Штутгартского суперкомпьютерного центра и из компании поставщика навигационного оборудования.

При этом главным назначением системы CAVE является исследования в области виртуального прототипирования изделий машиностроения в режиме реального времени. Электронные модели объектов машиностроения создаются предварительно инженерами

при помощи соответствующих CAD/PDM систем, например, таких как Pro/ENGINEER, CATIA, WindChill, SolidWorks, КОМПАС. Моделирование физических процессов поведения конструкций выполняется при помощи CAE/CFD систем, таких как ANSYS, ABAQUS, LS-DYNA, FLUENT, EDEM и программного обеспечения собственной разработки (in-house software).

Виртуальное прототипирование (virtual prototyping) является современным подходом в разработке новой продукции и представляет средство для быстрого 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.

В процессе виртуального прототипирования исследователь погружается в виртуальный мир исследуемого процесса или объекта тем самым создавая эффект присутствия и личного участия в исследуемом процессе. Виртуальное прототипирование на основе новых компьютерных технологий в дополнении с физическим прототипированием, позволяет существенно сократить сроки создания и стоимость конкурентоспособной продукции машиностроения.

Система CAVE также становится необходимой при визуализации результатов моделирования сверхбольших моделей, содержащих огромное количество данных, и приобретает ключевое значение не столько для визуализации, сколько для понимания результатов моделирования физических процессов, выполненных на вычислительных кластерах, к которым в первую очередь следует отнести сложные процессы горения и газодинамики в турбомашинах. В Центре коллективного пользования «Компьютерные технологии проектирования и моделирования в системах виртуальной реальности» на механико-машиностроительном факультете СПбГПУ система CAVE используется для стерео визуализации креш-тестов автомобилей, процессов газодинамики в турбомашинах, проектирования изделий машиностроения и объектов гражданского строительства.

Привлекаются и участвуют в НИР на системе CAVE аспиранты университета, выполняющие свои исследования на основе наукоемких компьютерных технологий проектирования и моделирования в виртуальных средах. Представители промышленности С. Петербурга проводят в ЦКП апробацию новых технологий при создании совершенных образцов изделий машиностроения с последующей целью приобретения систем подобного типа. Одной из целей создания виртуальных сред является компьютерная поддержка совместной распределенной работы географически распределенных групп исследователей по моделированию и визуализации на основе систем виртуальной реальности типа CAVE. Кафедра Компьютерные технологии в машиностроении ММФ располагает обученными специалистами, которые имеют уникальную компетенцию в России в области проектирования и создание систем виртуальной реальности промышленного типа.

В мае 2008 года впервые в России осуществлен сеанс международной распределенной совместной работы в двух CAVE системах. Одна из этих систем установлена в суперкомпьютерном центре университета Штуттгарта в Германии. Связь осуществлялась посредством оборудования видео-конференцсвязи. Специалисты из Германии удаленно управляли объектом в системе CAVE, расположенной в ЦКП, а специалисты из ЦКП управляли объектом в системе CAVE в Штуттгарте. Компьютерные технологии совместной работы в виртуальных средах – это инновационные формы работы исследовательских групп, расположенных удаленно в различных географических точках. Работа осуществляется так, как будто команды, участвующие в сеансе распределенной работы находятся в одной комнате или в одном КБ.

Большое внимание авторы работы уделяют созданию альтернативного специализированного программного обеспечения, ориентированное на использование новых вычислительных архитектур. Дело в том, что современное состояние мирового развития компьютерных технологий в машиностроении характеризуется устойчивой тенденцией растущего разрыва архитектуры специализированного коммерческого прикладного программного обеспечения и архитектуры многопроцессорных многоядерных вычислительных систем. Архитектура многопроцессорных вычислительных систем в настоящее время переживает бурное (революционное) развитие. В то время как архитектура специализированного коммерческого программного обеспечения (software) является более консервативной по отношению к изменению архитектуры hardware и ее изменение требует кардинальной переработки структуры программной системы и программного кода. Анализ потребностей рынка показывает, что программные пакеты многоцелевого назначения, развитие которых пришлось на конец 80х годов прошлого века, не справляются с решением, так называемых, экстраординарных задач, которые и определяют конкурентоспособность современного наукоемкого предприятия. Создание конкурентоспособной продукции обеспечивается уникальными прорывными технологиями моделирования и производства. В связи с этим крупные промышленные компании, выпускающие наукоемкую и высокотехнологичную продукцию (автомобилестроение, авиастроение, машиностроение), для решения специализированных экстраординарных задач вынуждены инвестировать средства в разработку собственного (in-house software) специализированного программного обеспечения, которое ориентировано на эффективное использование новых вычислительных архитектур.

Программно-аппаратный комплекс CAVE 3D также ориентирован на использование результатов моделирования, полученных на вычислительных системах с использованием **in-house** программного обеспечения.

Авторы доклада благодарят РФФИ за поддержку в части проведенных исследований в рамках гранта № 06-07-89246-а