

Реальные достижения виртуальной реальности

Технологии виртуального прототипирования применительно к промышленному использованию начали формироваться на рубеже 80-х и 90-х годов и с тех пор стремительно распространяются в различные области машиностроения. Популярность этих технологий в промышленности была обусловлена возможностью существенного сокращения как расходов, так и сроков создания конкурентоспособной продукции. Корпорация General Motors была одной из первых, применивших в 1994 году технологии виртуального прототипирования в производстве и получившая при этом огромную экономию средств в процессе разработки новых моделей автомобилей. Данные технологии реализуются на программно-аппаратных комплексах виртуальной реальности типа CAVE 3D (Computer Aided Virtual Environment) в сочетании с набором компьютерных технологий предсказательного моделирования на основе пакетов программ CAD/CAE/CFD/3DiVR/PLM как коммерческих, так и оригинальной разработки (in-house). В настоящее время все ведущие автомобильные компании мира имеют центры виртуального прототипирования, оснащенные комплексами CAVE 3D, которые все чаще называют центрами принятия решений (Immersive Decision Making).

Виртуальное прототипирование – это современный подход к разработке новой продукции, представляющий собой инновационные технологии воспроизведения виртуального образа изделия при создании конкурентоспособной продукции машиностроения.

Программно-аппаратные комплексы CAVE 3D представляют собой сложные инженерные сооружения, в состав которых входит проекционно-экранная система, система навигации в киберпространстве и высокопроизводительный видеокластер. Проекционно-экранная система образует киберпространство, ограниченное просветными экранами. Системы CAVE 3D различаются размерами экранов, их количеством, типом проекторов, качеством трекинг-системы (системы навигации), степенью разрешения системы в целом и стоимостью. Наиболее продвинутые системы CAVE 3D содержат шесть экранов, которые замыкают киберпространство в виде куба с высотой ребра 3,5 метра при степени разрешения системы в целом порядка 100 мегапикселей. Высокотехнологичные компании охотно вкладывают средства в создание программно-аппаратных комплексов CAVE 3D,

окупая расходы сокращением сроков создания высокотехнологичной конкурентоспособной продукции и скорейшим выводом ее на рынок. Это особо относится к компаниям, работающим на высококонкурентных рынках, к которым, без всякого сомнения, относится и автомобильный (рис. 1). К слову сказать, только одно Министерство обороны США ежегодно тратит на развитие технологий виртуального прототипирования до 4 млрд долларов.



Рис. 1. Система CAVE 3D, установленная в Центре конструирования Mercedes-Benz

Концепция виртуального прототипирования дает возможность исследователям на ранних стадиях проектирования всесторонне проанализировать такие параметры создаваемого изделия, как дизайн формы в масштабе 1:1, работоспособность, а также эргономику, технологию изготовления и логистику производственного процесса.

В России пока незаслуженно мало внимания уделяется развитию программно-аппаратных комплексов виртуального окружения. Тем не менее, имеются примеры успешного использования систем виртуальной реальности в научных и прикладных исследованиях. Первые подобные системы были созданы в МФТИ и СПбГПУ. Работы по созданию таких установок постоянно поддерживаются грантами Российского фонда фундаментальных исследований.

Работы по применению технологий виртуального прототипирования в научных и инженерных исследованиях и в частности в автомобильной промышленности на кафедре "Компьютерные технологии в машино-



Рис. 2. Моделирование креш-теста на вычислительном кластере

строении" СПбГПУ ведутся на протяжении ряда лет. Для выполнения этих работ кафедра располагает высокопроизводительными вычислительными и программными ресурсами. На кафедре впервые в России совместно с ОАО "АВТОВАЗ" было выполнено моделирование на высокопроизводительных кластерах креш-тестов серийных моделей автомобилей АВТОВАЗа (рис. 2). Исследовано несколько десятков вариантов моделей автомобилей, конечно-элементные модели которых содержали порядка 6 млн степеней свободы. Вычислительные ресурсы кафедры вместе с использованием одноэкранный системы VR Workbench позволили специалистам АВТОВАЗа за короткий срок выполнить подробный анализ конструктивных особенностей моделей автомобилей и выбрать рациональные пути улучшения конструкций.

В 2005 году в Бирмингеме (Великобритания) оргкомитет 5-ой Европейской конференция пользователей CAE-системы LS-DYNA из всех докладов, представленных на конференцию российскими организациями, отобрал лишь доклад по материалам научных исследований, выполненных на кафедре "Компьютерные технологии в машиностроении" СПбГПУ совместно с ОАО "АВТОВАЗ". Компания Livermore Software Technology Corporation – главный организатор конференции – является разработчиком CAE-системы LS-DYNA, которая предназначена для моделирования поведения конструкций, подверженных быстро изменяющимся во времени нагрузкам. Эта система де-факто признана в мире в качестве стандарта при моделировании креш-тестов автомобилей и широко используется ведущими автомобильными компаниями северной Америки.

В 2007 году в СПбГПУ была введена в эксплуатацию система CAVE 3D (рис. 3) с тремя просветными экранами, оптической трекинг-системой, включающей шесть IR-камер, многопроцессорным видеокластером с пиковой производительностью 1,4 TF и системой видеоконференцсвязи с удаленными клиентами. Комплексы типа CAVE 3D являются необходимыми при визуализации в режиме реального времени результатов анализа сверхбольших

моделей, содержащих огромное количество данных, и их использование приобретает ключевое значение не только для визуализации, но и для понимания результатов моделирования физических процессов, выполненных на высокопроизводительных вычислительных системах.

Возможности систем виртуального прототипирования существенно расширяются при использовании технологий проектирования и исследования гибридных моделей в индуцированных средах (Augmented Reality). На кафедре "Компьютерные технологии в машиностроении" впервые в России создана и исследована гибридная модель автомобиля на основе технологий моделирования в индуцированных средах. Индуцированные среды позволяют совмещать в одной модели виртуальные и реальные объекты или процессы и являются необходимыми при исследовании эргономики реальных изделий машиностроения – важной составляющей конкурентоспособности изделия. Гибридным прототипом является комбинация реального физического объекта и некоторого объема электронных данных, представляющих результат компьютерного моделирования процессов, связанных с этим объектом. Гибридные модели, созданные в индуцированных средах, дают возможность наглядно сопоставлять результаты моделирования и результаты физического эксперимента с целью верификации корректности физических и математических моделей.

Технология создания гибридных прототипов заключается в совмещении изображения визуализации



Рис. 3. Визуализация креш-теста автомобиля в системе CAVE 3D в СПбГПУ

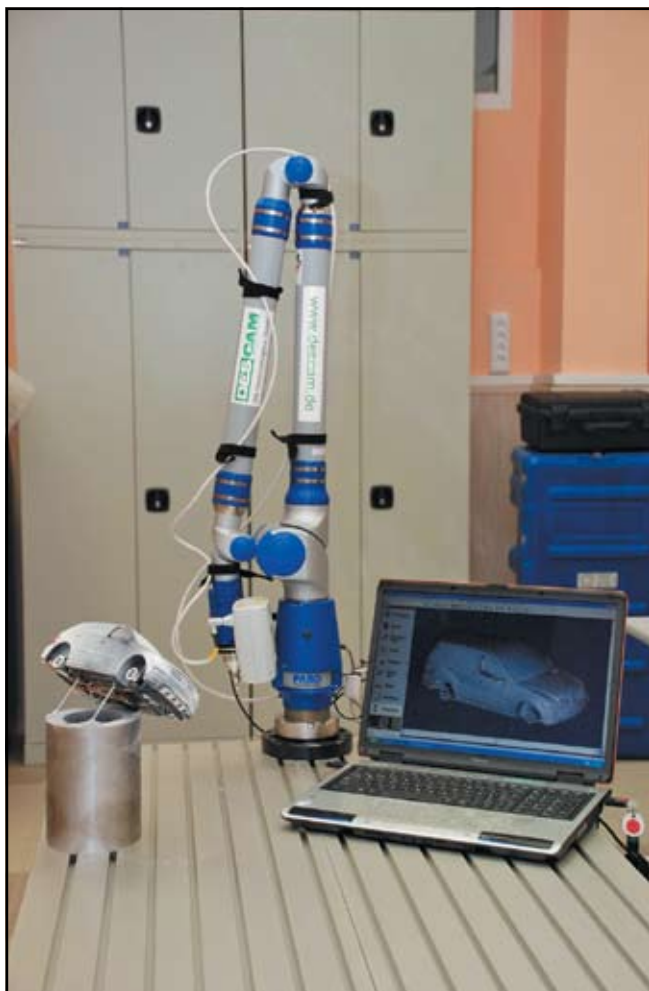


Рис. 4. Сканирование 3D-сканером поверхности реальной модели автомобиля

зированной объема данных и изображения, регистрируемого видеокамерой. Взаимное положение этих изображений однозначно задается с помощью специальных маркеров, закрепленных на объекте или в непосредственной близости с ним. Видеопоток, поступающий от видеокамеры, обрабатывается специальным программным обеспечением по кадрам. На каждом кадре происходит обнаружение маркера и определяется его положение относительно видеокамеры. Накладываемое на видеопоток изображение преобразуется с помощью вновь определенных параметров относительного расположения маркера и видеокамеры. В 2009 году на кафедре был проведен эксперимент по созданию гибридного прототипа на примере реальной модели автомобиля. Виртуальной составляющей гибридной модели являлись результаты моделирования процесса обтекания корпуса автомобиля встречным потоком воздуха.

Создание гибридной модели состоит из ряда этапов: 3D-сканирование масштабной модели автомобиля (рис. 4); восстановление формы кузова автомобиля и получение электронной модели с помощью CAD-системы (рис. 5); CFD-моделирование процесса обтекания автомобиля набегающим потоком воздуха; визуализация линий тока набегающего на автомобиль потока воздуха с наложением на видеоизображение

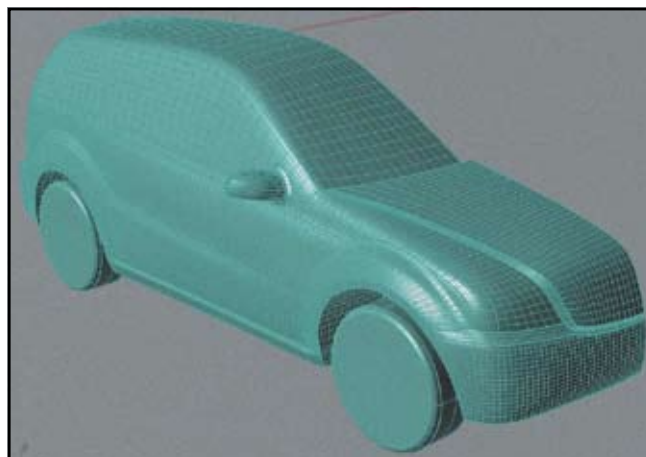


Рис. 5. Формирование поверхности модели автомобиля на основе результатов сканирования

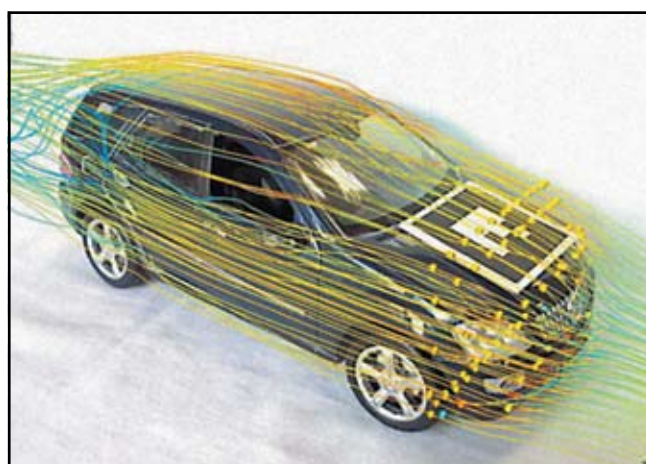


Рис. 6. Гибридная модель автомобиля

реальной модели автомобиля с помощью специализированного программного обеспечения (рис. 6).

В последние годы в мире проводятся представительные международные конференции по исследованиям в области систем и технологий виртуального прототипирования. Среди них следует отметить ежегодную международную конференцию WINVR по инновационным технологиям в системах виртуального окружения, проходящую под эгидой Американского общества инженеров-механиков (American Society of Mechanical Engineers, ASME). На конференции в 2010 в университете штата Айова было представлено 27 тематических направлений. Это свидетельствует об огромном интересе в мире со стороны научных организаций и промышленных предприятий к развитию технологий виртуального прототипирования практически во всех областях знаний.

**Н. Н. Шабров, д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой
“Компьютерные технологии в машиностроении”,
Механико-машиностроительный факультет,
СПбГПУ, научный руководитель
Научно-Образовательного Центра
“Параллельные компьютерные технологии и
моделирование в системах виртуального окружения”**