

# Моделирование и визуализация в виртуальных и индуцированных средах

Н.Н. Шабров, С.Г. Орлов, Н.Н. Куриков,  
С. Петербургский государственный политехнический университет

Рассматривается проблема эффективного взаимодействия in-house и коммерческих специализированных программных систем. Решается задача переноса данных из in-house программной CAE системы в систему стерео визуализации Covise и организации динамического изменения (анимации) моделей согласно результатам, полученных в CAE системе. Созданы компоненты для системы Covise/OpenCover, которые позволили реализовать анимацию импортированных объектов, в том числе с динамически изменяемыми параметрами. Для обеспечения анимации динамически деформируемых объектов в визуализаторе создается модуль расширения системы OpenCover. Использование НРС видеокластера и технологии вертексных шейдеров позволило повысить скорость визуализации 3D изображений в программно-аппаратном комплексе виртуальной реальности CAVE 3D.

Рассматривается проблема эффективного взаимодействия in-house и коммерческих специализированных программных систем в рамках программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности CAVE 3D, созданного на кафедре «Компьютерные технологии в машиностроении» СПбГПУ. Программно-аппаратный комплекс CAVE 3D представляет собой киберпространство, ограниченное с трех сторон просветными экранами размерами 1.8\*2.5 метра. Видеоизображение подается на экраны с помощью 6 проекторов и обрабатывается на видеокластере на 56 ядрах на базе процессора Quad Xeon. Навигация в киберпространстве осуществляется при помощи оптической трекинг системы.

Исследуются две технологии виртуальной реальности – технология виртуального окружения и технология создания индуцированных сред. Технологии виртуального окружения (Virtual Reality) оперируют только с виртуальными объектами. Технологии индуцированных сред (Augmented Reality) позволяет расширить возможности технологий виртуальной реальности и оперировать с комбинациями виртуальных и реальных объектов.

В качестве in-house CAE системы используется разработанная на кафедре «Компьютерные технологии в машиностроении» Механико-Машиностроительного факультета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета прикладная программная система моделирования динамики сложных систем деформируемых тел.

Программная система Covise предназначена для визуализации сложных структурированных трехмерных данных. Основной сферой применения данного программного продукта является визуализация научного или вычислительного эксперимента. Множество встроенных в систему расширений, а также возможность создания таких расширений сторонними разработчиками делают систему достаточно гибкой и позволяют приспособить ее для решения широкого круга нестандартных задач.

Основной целью работы является создание программных модулей, которые позволяют визуализировать результаты расчетов, полученные в in-house CAE системах с помощью программного обеспечения Covise/OpenCover. Наличие такой возможности позволило бы представлять результаты расчетов в системах стереоскопической визуализации и системах виртуальной реальности. В свою очередь, применение такой визуализации предоставляет большие возможности для визуальной оценки и анализа результатов расчета.

Для реализации требуемой функциональности решены задачи переноса данных из CAE системы в систему Covise и организации динамического изменения (анимации) моделей согласно результатам моделирования. Помимо собственно геометрических данных в систему передается мета информация о структуре визуализируемой системы объектов. Предварительные исследования показали, что суммарный объем информации, который необходимо передавать в Covise, составляет значение в несколько мегабайт для моделей средней сложности.

По данному исследованию решены проблемы:

- Переноса данных из САЕ системы в систему Covise. При этом переносе в системе Covise воспроизводиться как геометрия и визуальные свойства объектов, так и их структура, т.е. топология и иерархические связи;
- Загрузки данных вышеуказанного формата в систему Covise и формировании на их основе данных для модуля визуализации OpenCover;
- Минимизации объема обрабатываемых данных и времени загрузки информации в систему Covise/OpenCover;
- Создания компонент для системы Covise/OpenCover, которые бы позволяли реализовать анимацию импортированных объектов, в том числе с динамически изменяемыми параметрами.

В ходе решения поставленных проблем созданы следующие программы и компоненты:

- Дополнен и реализован интерфейс, воспроизводящий в максимальном объеме интерфейс библиотеки OpenGL. Данная реализация необходима для того, чтобы внесением минимальных изменений в код САЕ программного комплекса получить и сохранить геометрию, из которой формируется трехмерная система объектов;
- Библиотека объектов, представляющих контейнеры для геометрических данных, соответствующих объектам иерархии и данным OpenGL. Для всех классов этой библиотеки реализуются методы сохранения и восстановления данных;
- Модуль расширения программного комплекса Covise, в котором реализуется функциональность преобразования информации из сохраненных файлов в структуры данных Covise. Данный компонент формирует иерархическую структуру данных, которая используется для последующего динамического формирования геометрии в OpenCover;
- Модуль расширения OpenCover, предназначенный для генерации и подмены геометрии для создания анимации. Модуль при загрузке из программы Covise данных сопоставляет каждому объекту, который должен динамически модифицироваться последовательность анимационных данных, которые загружает из внешнего файла.

В результате выполненных исследований существенно расширены возможности программной системы COVISE в части ее взаимодействия с in-house программными системами

Применение технологий индуцированной реальности (среды) направлено на создание гибридной модели объекта. Гибридная модель является комбинацией реального физического объекта и некоторого связанного с ним виртуального объекта. Виртуальный объект содержит дополнительную информацию о реальном объекте, которая отсутствует в визуальном восприятии человека, например, количественные характеристики физических процессов, связанных с реальным объектом – поля температур, давлений, скоростей, структуры потоков, электромагнитные поля и т. д.

Технология создания гибридных моделей заключается в совмещении изображения визуализированного объема данных и изображения, регистрируемого видеокамерой. Взаимное положение этих изображений однозначно задается путем расположения системы координат, связанной с виртуальным объектом, в системе координат реального пространства. Технологии индуцированной реальности могут применяться в различных сферах человеческой деятельности, таких как научные исследования, производство, медицина, образование, проектирование городского строительства и т.д.

Общая технология создания гибридной модели может быть проиллюстрирована на примере создания на кафедре «Компьютерные технологии в машиностроении» СПбГПУ первой гибридной модели автомобиля.

Процесс создания гибридной модели состоит из ряда этапов.

- Пространственное сканирование модели автомобиля 3D сканером.
- Реконструкция формы кузова автомобиля и получение электронной модели с помощью САD-системы.
- Моделирование процесса обтекания автомобиля набегающим потоком воздуха с помощью CFD-системы.

Технологии индуцированной реальности являются перспективными средствами визуализации данных в различных областях человеческой деятельности. Гибридные прототипы предоставляют возможность взаимодействовать с реальным объектом исследования, что значительно облегчает восприятие и понимание предмета исследования и его результатов. Технология индуцированной реальности объединяет широкий спектр компьютерных технологий проектирования, моделирования, прототипирования и визуализации, каждая из которых применяется на определенном этапе создания гибридной модели.

Авторы доклада благодарят РФФИ за поддержку в части проведенных исследований в рамках гранта № 09-07-12020 офи\_м.