

Разработка специализированной системы визуализации вычислительных сеток

В.Л. Авербух, О.Г. Анненкова, Н.А. Артемова,
М.О. Бахтерев, П.А. Васёв, М.С. Пестова,
И.С. Стародубцев, О.В. Ушакова

ИММ УрО РАН им. Н.Н. Красовского
Уральский Федеральный Университет

Две тенденции развития систем визуализации

- ◆ Использование универсальных средств визуализации для создания конкретных визуальных отображений различных объектов.
- ◆ Специализация по всем направлениям, вплоть до создания специальных графических станций с реализацией для данного случая графическим алгоритмическим и программным обеспечением.

Две тенденции развития систем визуализации

- ◆ Использование универсальных средств визуализации для создания конкретных визуальных отображений различных объектов.
- ◆ Специализация по всем направлениям, вплоть до создания специальных графических станций с реализацией для данного случая графическим алгоритмическим и программным обеспечением.

Основные позиции схемы проектирования специализированных систем визуализации:

- ◆ решаемая проблема;
- ◆ пользователь, для которого предполагается построить средства визуализации;
- ◆ программа, решающая данную проблему;
- ◆ образность визуализации и методы взаимодействия;
- ◆ методики генерации и вывода графики;
- ◆ системные вопросы.

В проектировании и разработке участвуют:

- ◆ пользователь, постановщик задачи,
- ◆ проектировщик визуализации,
- ◆ специалист в методах компьютерной графики и человеко-компьютерного взаимодействия,
- ◆ системный программист.

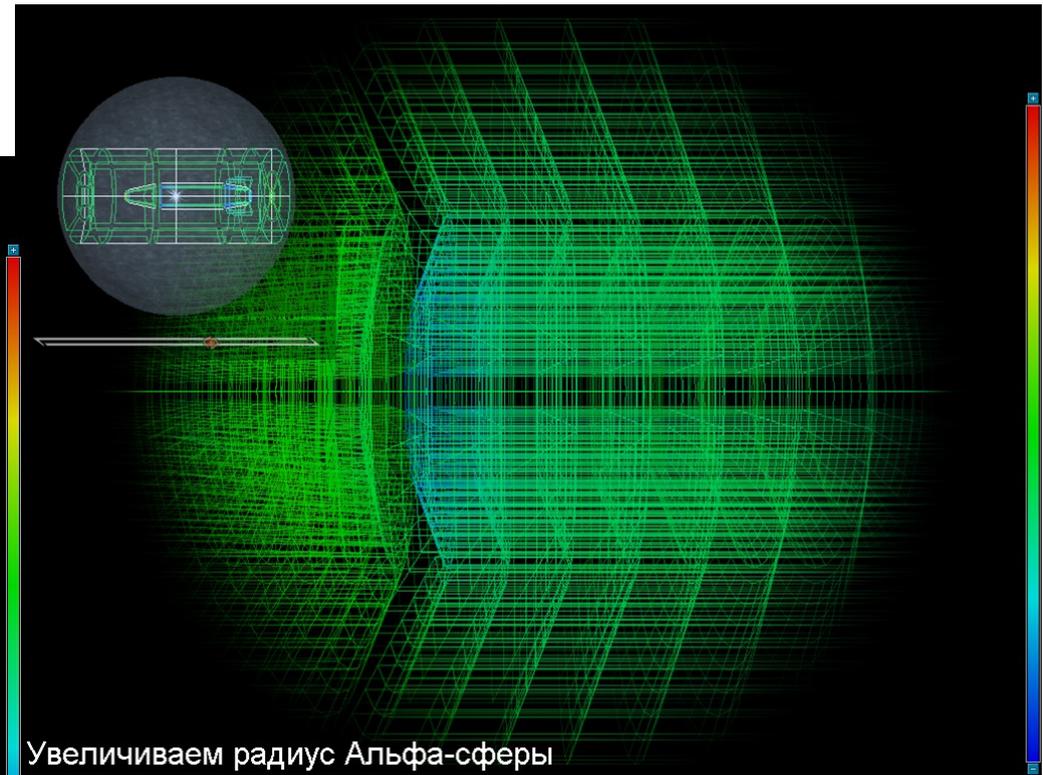
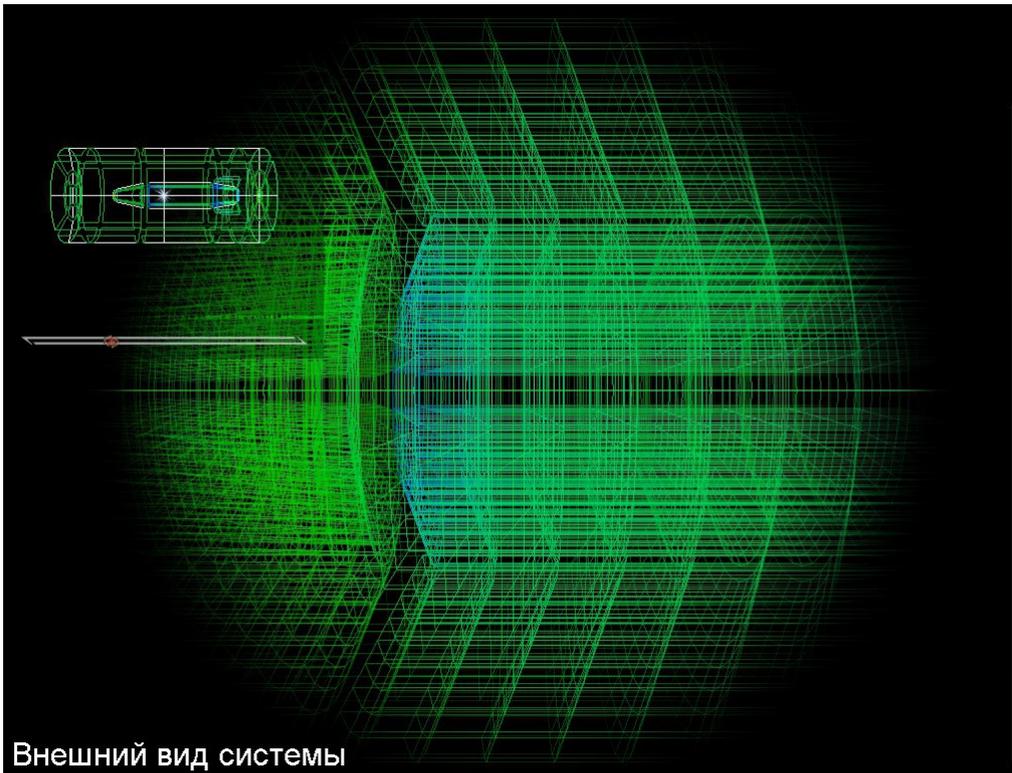
При проектировании систем необходимы:

- а) учет деятельности будущих пользователей, специалистов в области «чистой» и прикладной математике и математическом моделировании;
- б) анализ используемых методик исследования, математического и компьютерного моделирования. Выявление объектов особого интереса модели, ее структуры, топологии, наличия особых точек, аттракторов, сингулярностей и т.п.;

При проектировании систем необходимы:

- в) учет целей и задач будущего пользователя, изучение последовательности его действий, анализ требований к операциям, обеспечивающим процесс анализа визуальных объектов, а также учет личностных особенностей пользователя;
- г) проектирование и построение (совместно с пользователем) видов отображения системы;
- д) выбор или создание методик рендеринга, адекватных выбранным видам отображения.
- е) решение системных вопросов.

Визуализация сеток. Прошлый опыт



Анализ результатов

Для получения нового качества интерпретации необходимы просмотр внутренности сеток и возможности перемещения, навигации и активного взаимодействия с модельными объектами. Отсюда следует необходимость виртуальной реальности и соответствующих интерфейсов. Виртуальная реальность обеспечивает такие характеристики, как трехмерность и стереоскопичность, возможность обеспечить взгляд изнутри пространства, обеспечивая погружения в виртуальный мир, контроль над видимой частью виртуальной среды. Использование сред виртуальной реальности увеличивает возможности по анализу и интерпретации результатов.

Анализ результатов

Ограниченное число пользователей, способных адекватно интерпретировать результаты моделирования и визуализации.

Поэтому необходимо изучение личностных особенностей пользователя — восприятие виртуальной реальности (присутствие, негативные последствия).

Интерфейс не должен предполагать деятельности, противоречащей или отвлекающей пользователя от основной задачи.

Проведенные исследование и разработки

1. Инструментарий для разработки средств визуализации, в том числе:
средства удаленной визуализации, on-line визуализации, Web-визуализации;
2. конструкторы специализированных систем научной визуализации, облегчающих разработку видов отображения и реализацию систем совместно с пользователями.
3. Разработка моделей, алгоритмов и программного комплекса для построения естественного человеко-компьютерного взаимодействия на основе жестов.
4. Исследование состояния и возможностей пользователей сред виртуальной реальности при решении интеллектуальных задач.

Выводы

- ◆ Специализированные системы часто ориентированы на узкий круг исследователей, способных разобраться в предлагаемом материале и сделать на основании его важные выводы.
- ◆ Разработка специализированных систем визуализации предполагает изучение и учет общих и локальных целей и задач пользователей, набора их действий и операций, необходимых для достижения результата их деятельности.
- ◆ Для оценки пригодности визуализации и интерфейсов (особенно при использовании средств виртуальной реальности) важен не только конечный результат разового использования, но условия работы пользователя в течение длительного периода времени.

Специализированная система визуализации сеточных данных

Система должна содержать средства средств поддержки разработки новых методов генерации систем невырожденных вычислительных сеток.

Для каждого трёхмерного блока задается размерность I , J , K , далее N строк, где $N = I * J * K$, в каждой из которых описывается узел с текущими индексами i , j , k : координаты $x_{i,j,k}$, $y_{i,j,k}$, $z_{i,j,k}$ и набор скалярных значений.

Требования к функционалу системы:

1. отображение ячеек на гранях и внутри блоков;
2. отображение отдельных ячеек и их внутренности;
3. отображение узлов;
4. вывод блоков, отображающих содержимое нескольких файлов.

Специализированная система визуализации сеточных данных

- ◆ Программа предназначена для визуализации структуры сеток и визуализирует сетки, записанные в формате `tesplot`. Поддерживается визуализация равномерных сеток с шестиугольными ячейками.
- ◆ Программа реализована в виде веб-приложения с выводом трехмерной графики в WebGL, что обеспечивает построение интерактивной трехмерной сцены в браузере.

Специализированная система визуализации сеточных данных

- ◆ Рендеринг 3D-графики производится на клиентской видеокарте.
- ◆ Рендеринг графики осуществляется методом рейкастинга (raycasting), Эффект прозрачности зависит от порядка добавления элементов. Алгоритм добавления полигонов (polygon mesh), являющихся совокупностями треугольников, без сортировки связан с имеющимся на сетке отношением порядка, что позволяет получать эффект псевдопрозрачности достаточный для обзора внутренней структуры.

Специализированная система визуализации сеточных данных

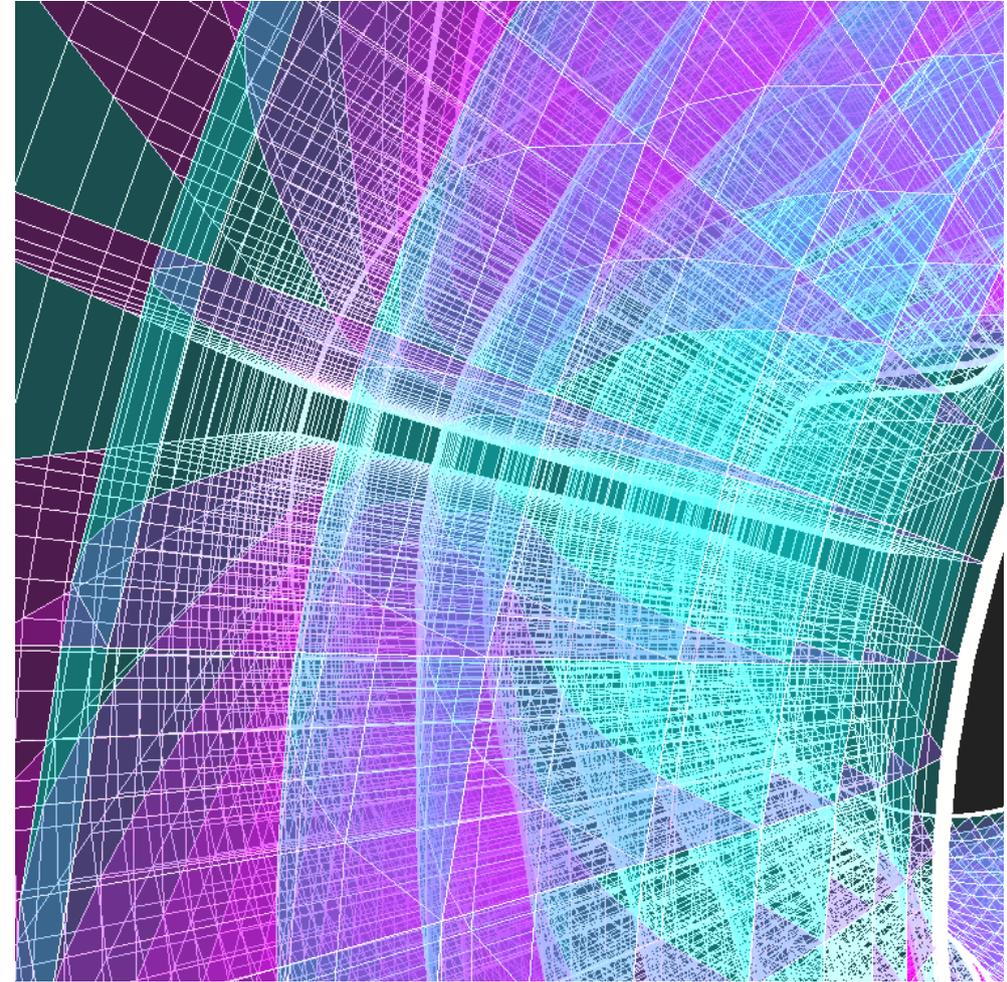
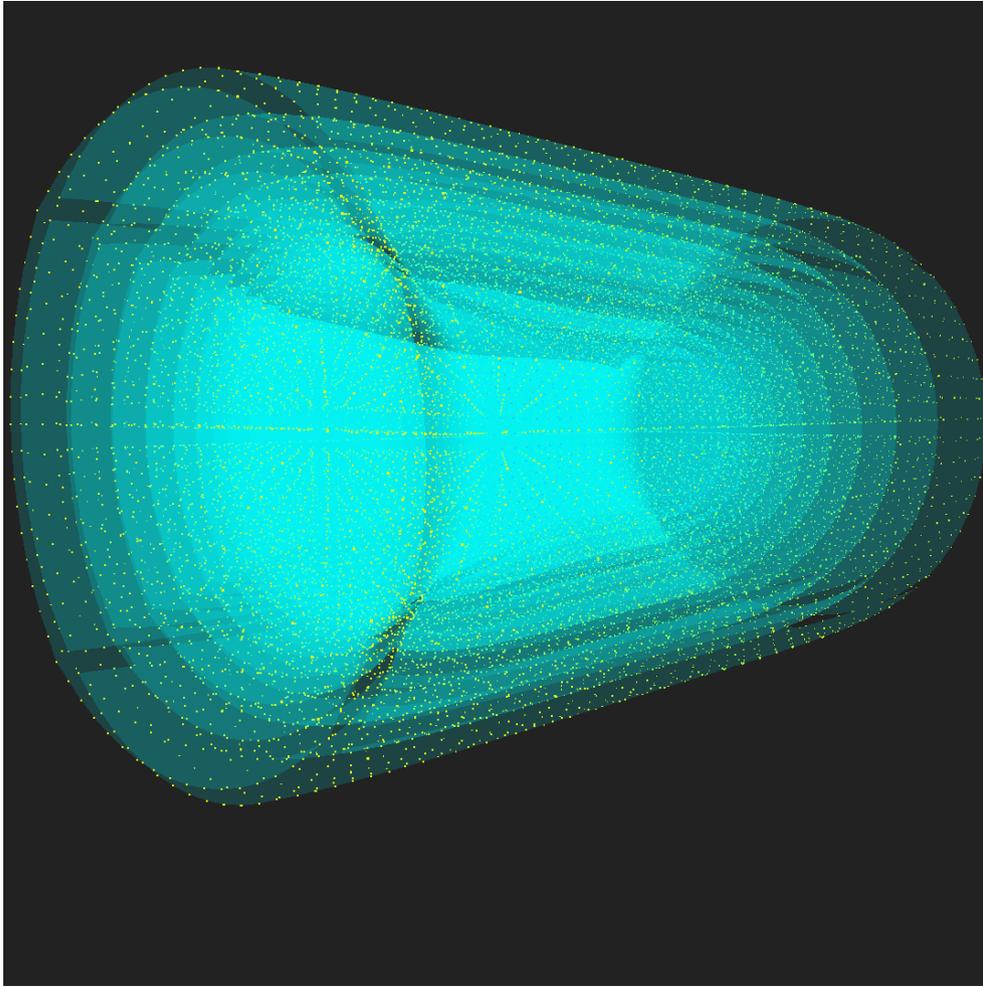
- ◆ Обеспечивается взаимодействие с устройствами виртуальной реальности.
- ◆ Программа загружает локальные файлы и данные из сети (из интернета, суперкомпьютера, и т.д.). Допустимые размеры сеток и производительность зависят от количества свободной оперативной памяти и возможностей видеокарты.

Специализированная система визуализации сеточных данных

В ходе разработки возможности системы были дополнены.

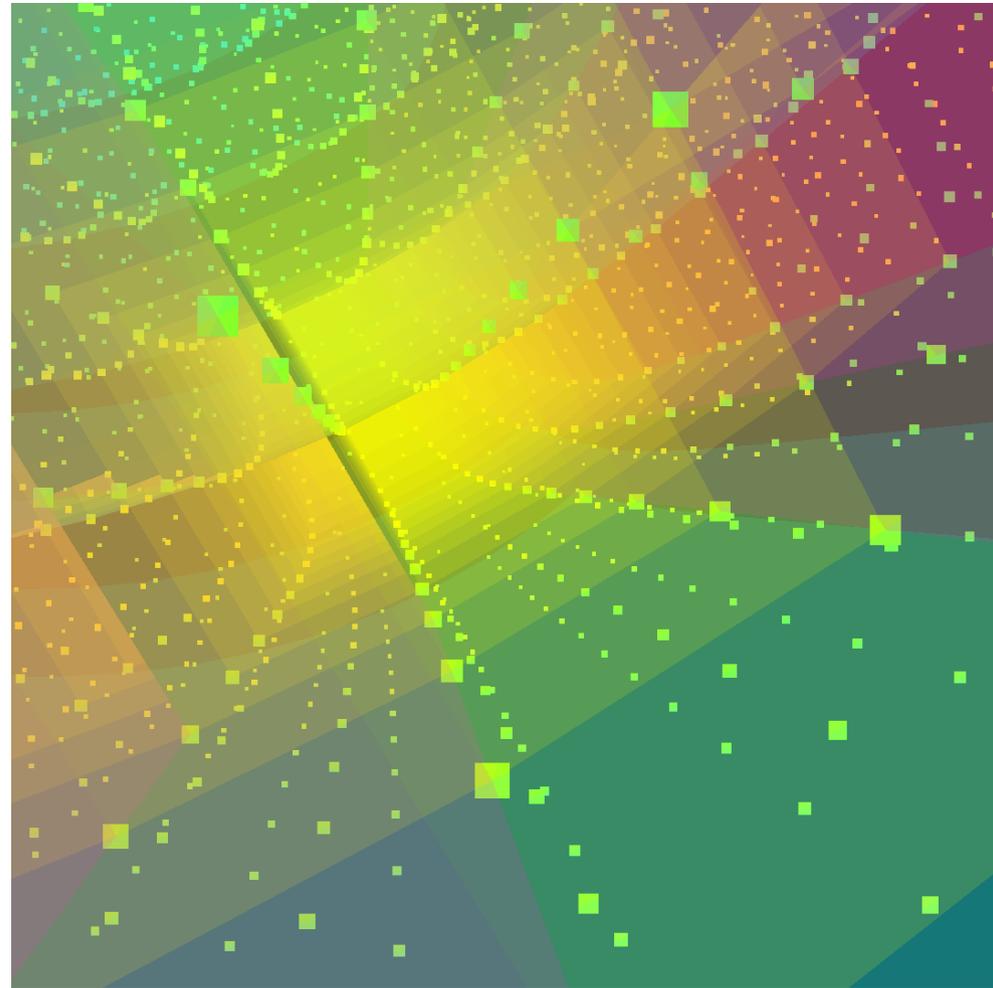
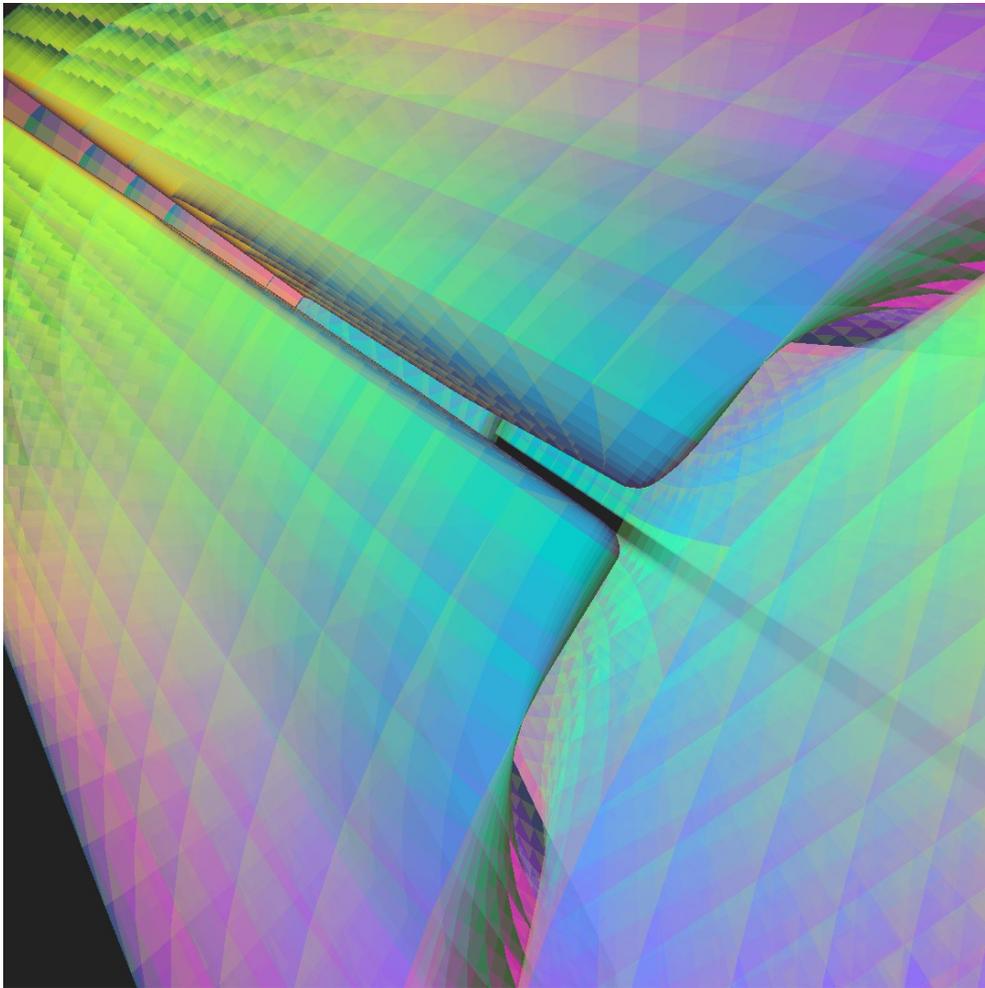
- ◆ Обеспечен показ всех ячеек сетки, включая внутренние, реализованы линии и плоскости с псевдопрозрачностью с выбором цветов, направлений и шага плоскостей, обеспечена прозрачность, а также показ граней (набора ячеек), обеспечена фильтрация для выбора внутренней части по параметрам.
- ◆ Обеспечена возможность показывать значения в узлах цветом, по указанию на узел показывать информацию о нем (координаты, числовые значения, номер блока).
- ◆ Система может функционировать в двух вариантах – с использованием монитора и очков виртуальной реальности.

Специализированная система визуализации сеточных данных



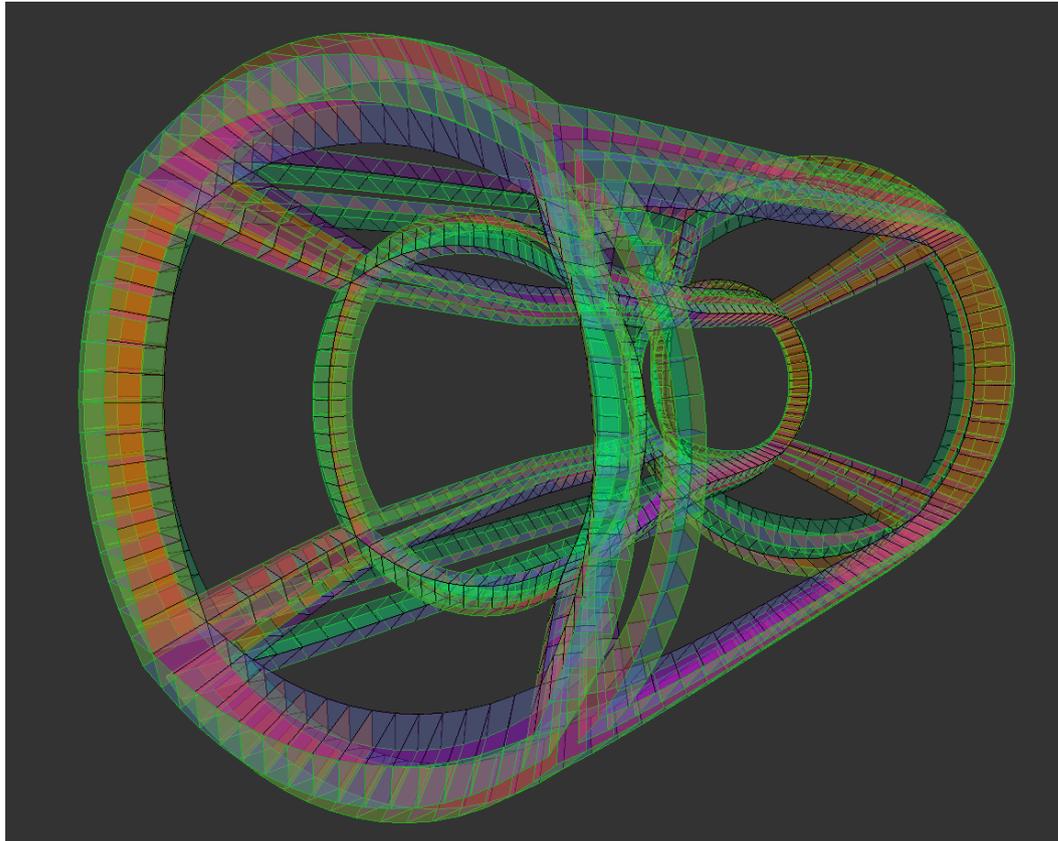
Поверхности одного (слева) и двух (справа) направлений.

Специализированная система визуализации сеточных данных



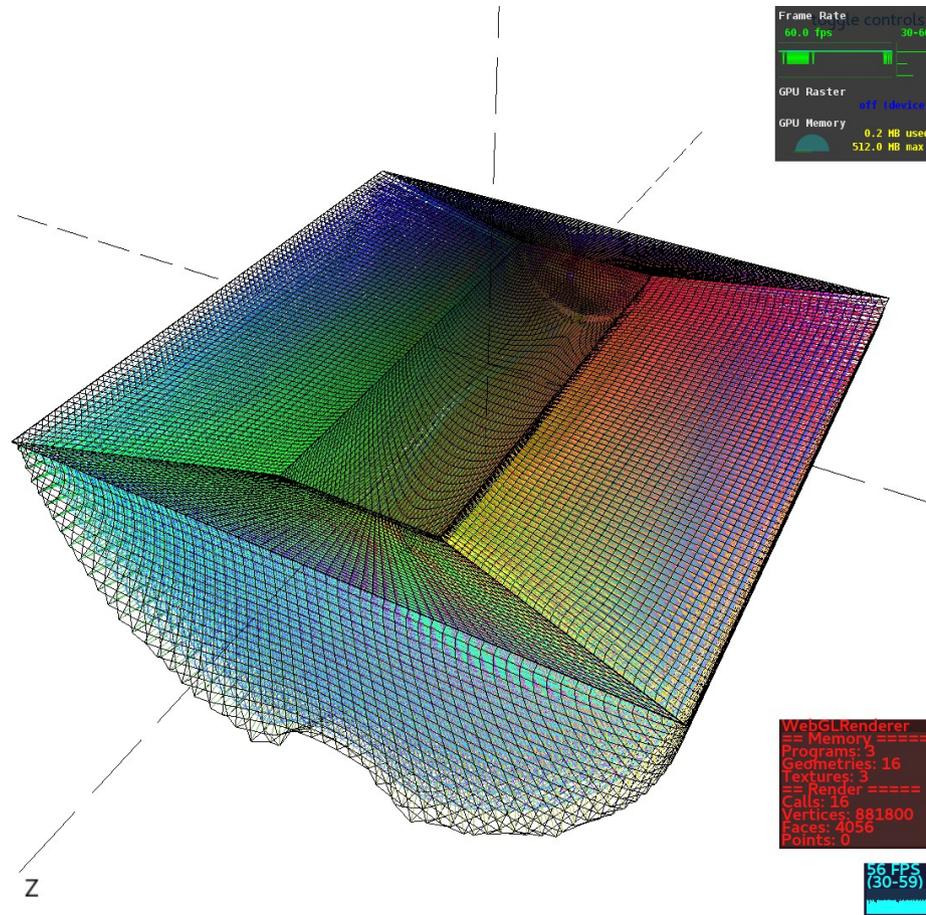
Наружный (слева) и внутренний (справа) вид сетки.

Специализированная система визуализации сеточных данных



Фильтр ячеек на границах блоков

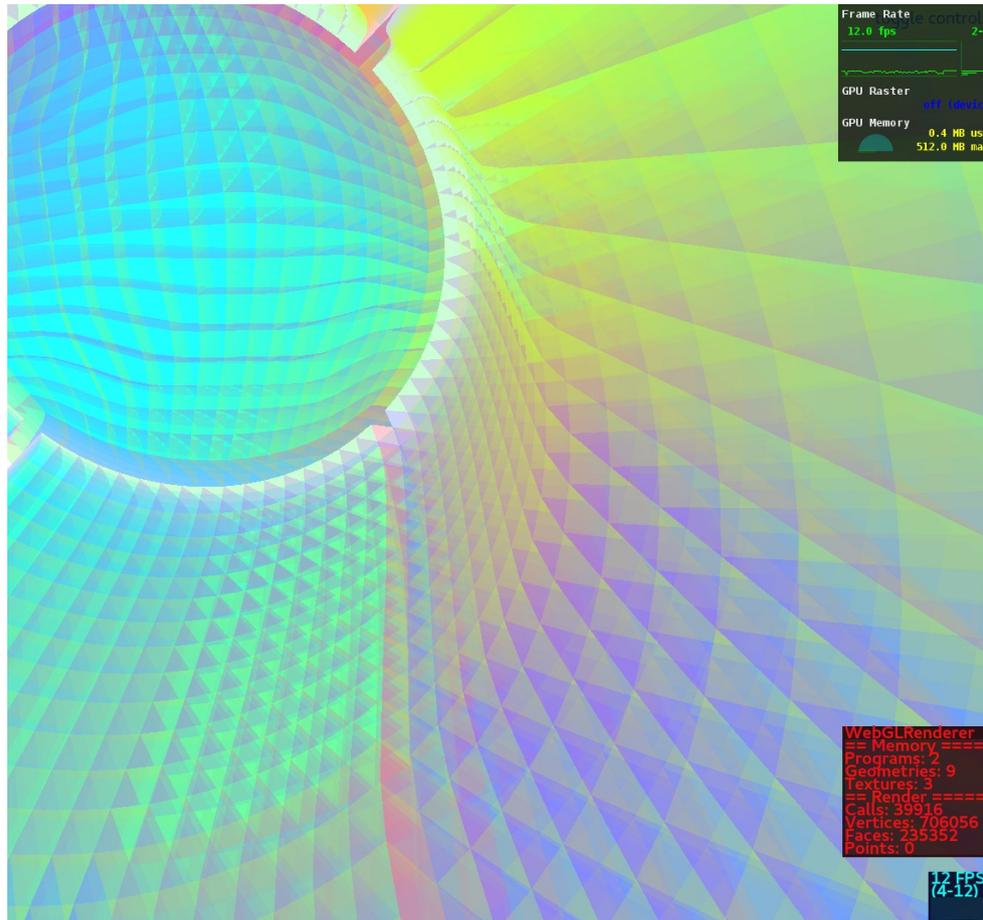
Специализированная система визуализации сеточных данных



Все линии сетки: около 56-60 FPS для сетки 12.8Mb (блок
размерностью $61 * 81 * 30$)

Frames Per Second (FPS)- Кадровая частота.

Специализированная система визуализации сеточных данных



Поверхности всех направлений: около 11-12 FPS для сетки 2.1Mb.

Разработка персонализированного интерфейса

Разработан язык жестов для обеспечения управления работой системы и навигации в виртуальной среде. Язык жестов включает в себя жест для определения объекта, с которым пользователь хочет взаимодействовать, жесты, обеспечивающие движение в пространстве, а также жесты управления работой. Пользователи системы указали на необходимость реализации жестов, обеспечивающих повороты сетки и ее отдельных частей. Реализация языка жестов использует технологии, основанные на захвате движений (Leap Motion) и программное обеспечение Unity 3D с языком программирования c#. В качестве основы взяты библиотеки из LeapMotionCoreAssets.

Разработка персонализированного интерфейса

