

Задачи компьютерной визуализации супервычислений

**В.Л. Авербух, Н.В. Авербух,
О.Г. Анненкова, М.О. Бахтерев,
П.А. Васёв, Д.В. Манаков,
М.С. Пестова, И.С. Стародубцев**

ИММ УрО РАН, Уральский федеральный
университет. Екатеринбург

Цель визуализации

– обеспечение этапов анализа и интерпретации результатов компьютерного моделирования.

Визуализация является основным инструментом анализа и интерпретации больших и очень больших массивов данных, являющихся результатами компьютерного моделирования на современных суперкомпьютерах.

«*Большие данные*» рассматриваются как результат «*большого счета*» (результат компьютерного моделирования на супервычислителях).

Средства визуализации. Аппаратное обеспечение

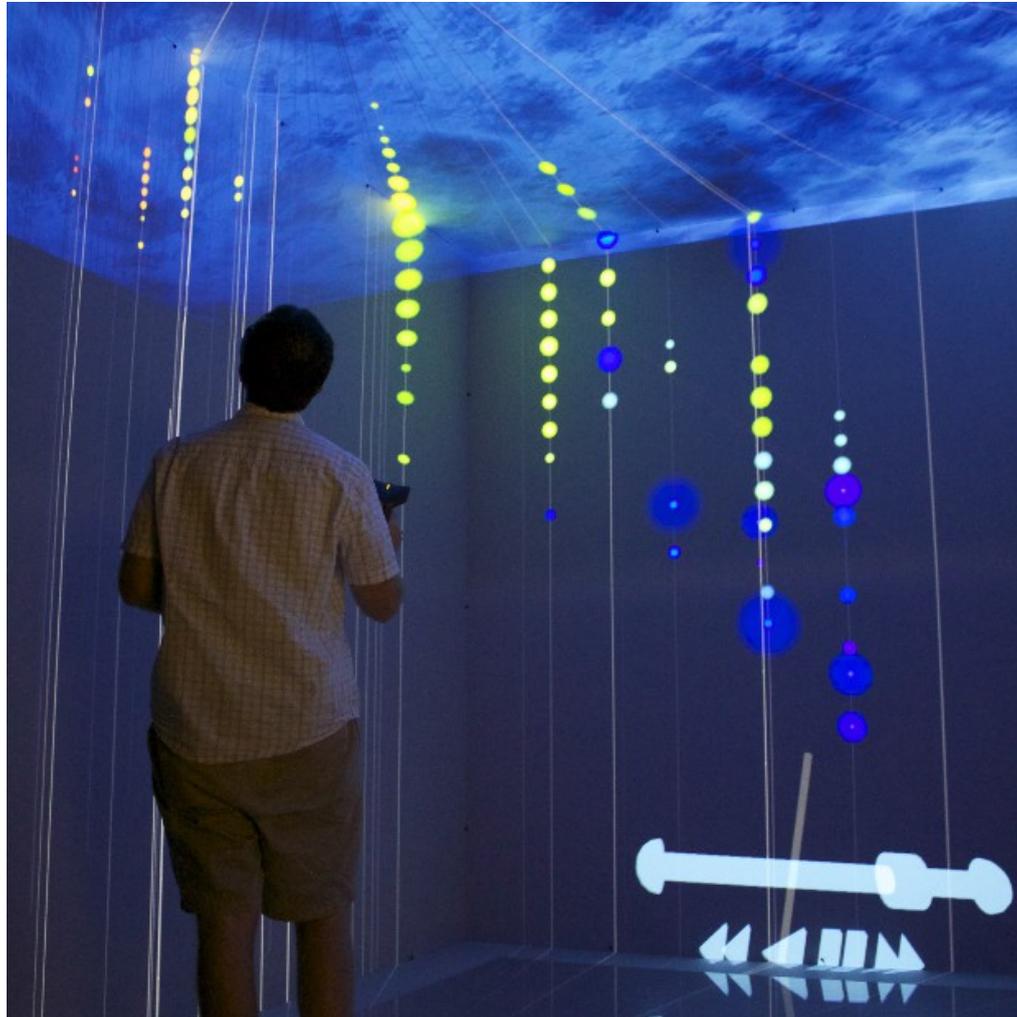
- ◆ среды виртуальной и расширенной реальности,
- ◆ «большие экраны»,
- ◆ анимация,
- ◆ 3D printing

Средства визуализации. Аппаратное обеспечение



An early version of EDEN is used to visually analyze a 1000 simulation CLM4 point ensemble data set with 81 parameters and 70 output variable on ORNL's EVEREST power wall facility which offers 11,520_3072 (35 million) pixels.

Средства визуализации. Аппаратное обеспечение



Example of neutrino detection event visualization within the CAVE.

Средства визуализации. Аппаратное обеспечение



A picture of the implemented CAVE2 Hybrid Reality Environment

Алгоритмическое, программное и системное обеспечение визуализации

В ТОМ ЧИСЛЕ

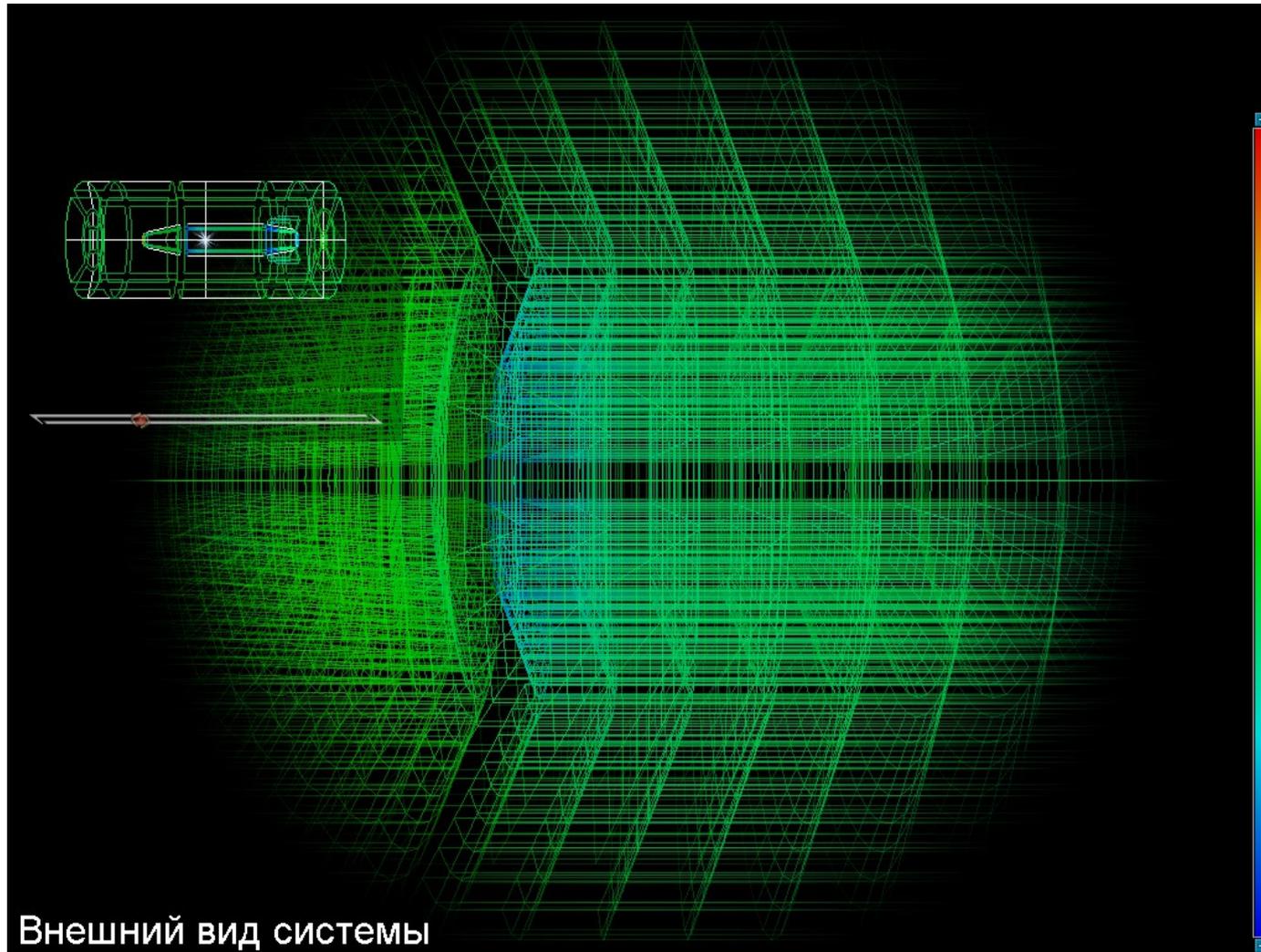
on-line визуализация,
удаленная визуализация,
web-визуализация.

Специализированные системы научной визуализации

Специализированные системы облегчают работу пользователя, а, в случае исследования принципиально новых модельных объектов, только за счет их использования можно получить наглядное представление об их природе и особенностях.

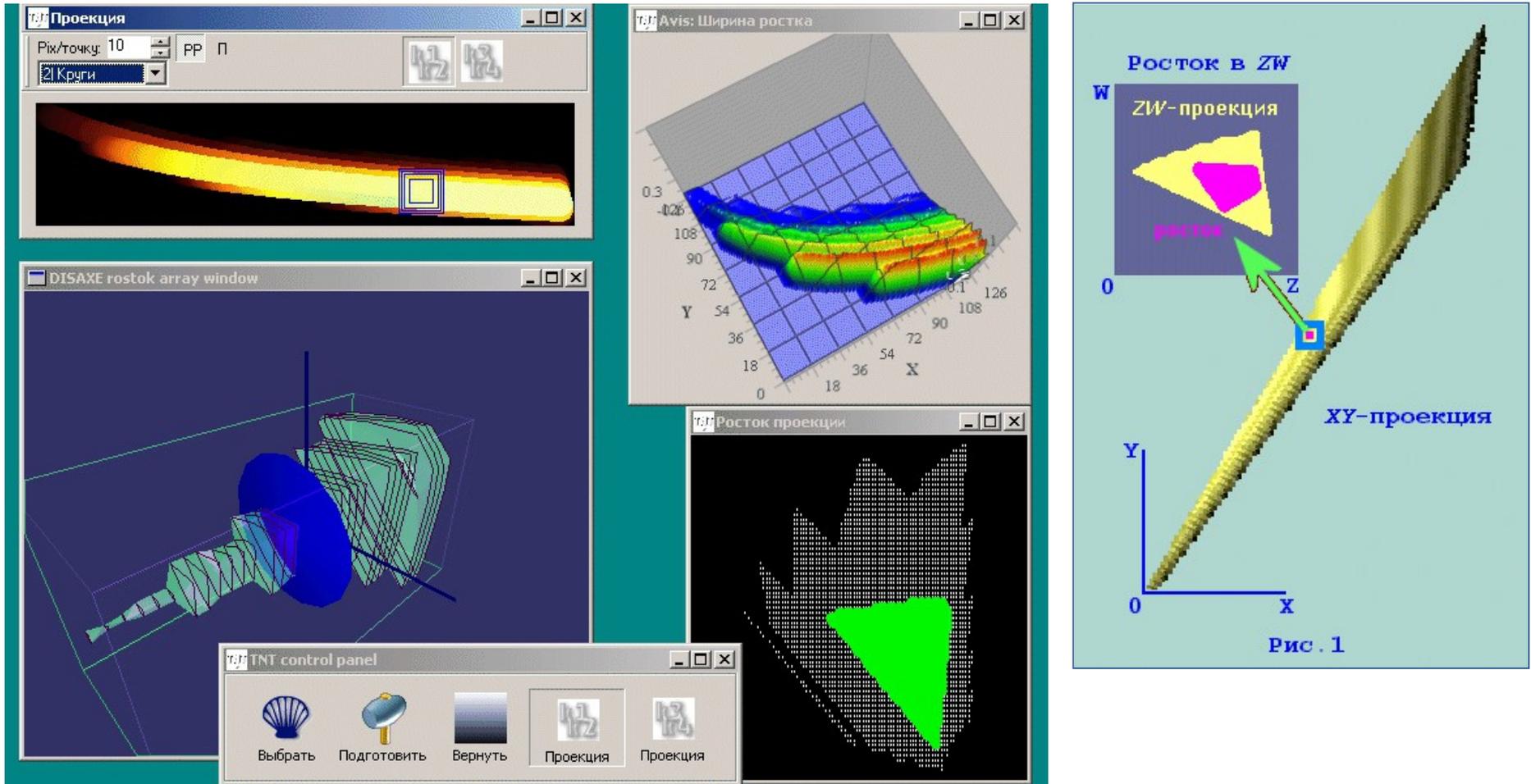
Разработка *специализированных систем* идет в самом тесном контакте с заказчиком, будущим пользователем системы.

Специализированные системы научной визуализации



Система интерактивной визуализации параллельных вычислений

Визуализация 4-мерных множеств, характеризующих химическую реакцию динамического кинетического расщепления

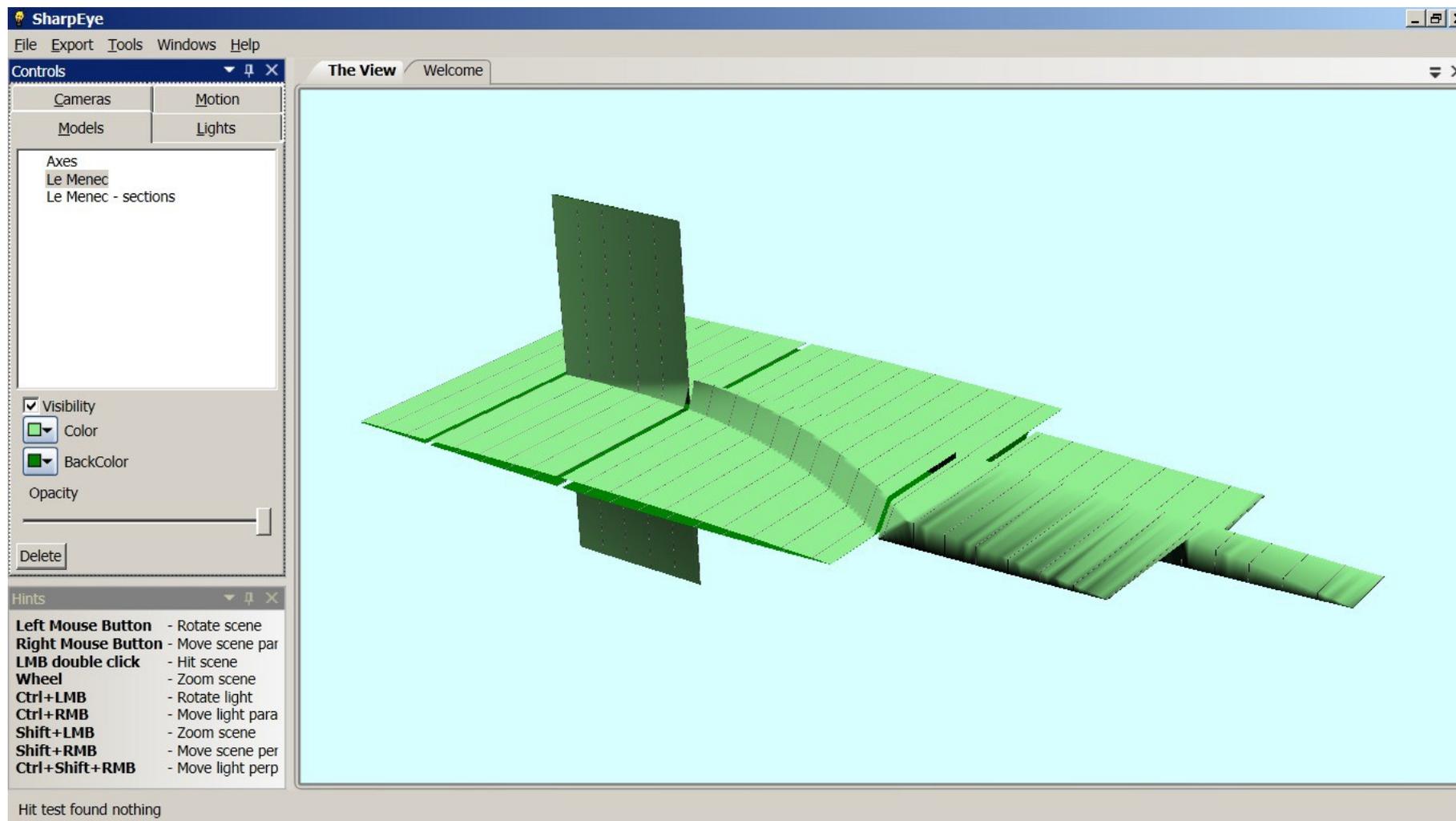


Иванов А.Г., Краснов В.П., Кумков С.И. Информационные множества констант скоростей химической реакции // Высокопроизводительные вычисления и их приложения: Труды Всероссийской научной конференции (30 октября - 2 ноября 2000 г., г. Черноголовка). - М.: Изд-во МГУ, 2000. С. 247-250.

«Конструктор систем визуализации»

1. Расширяемое ядро по отображению различных визуальных сущностей
2. Расширяемый набор средств обработки данных
3. Язык сценариев для управления средой
4. Возможность настройки пользовательского интерфейса

Конструктор систем визуализации

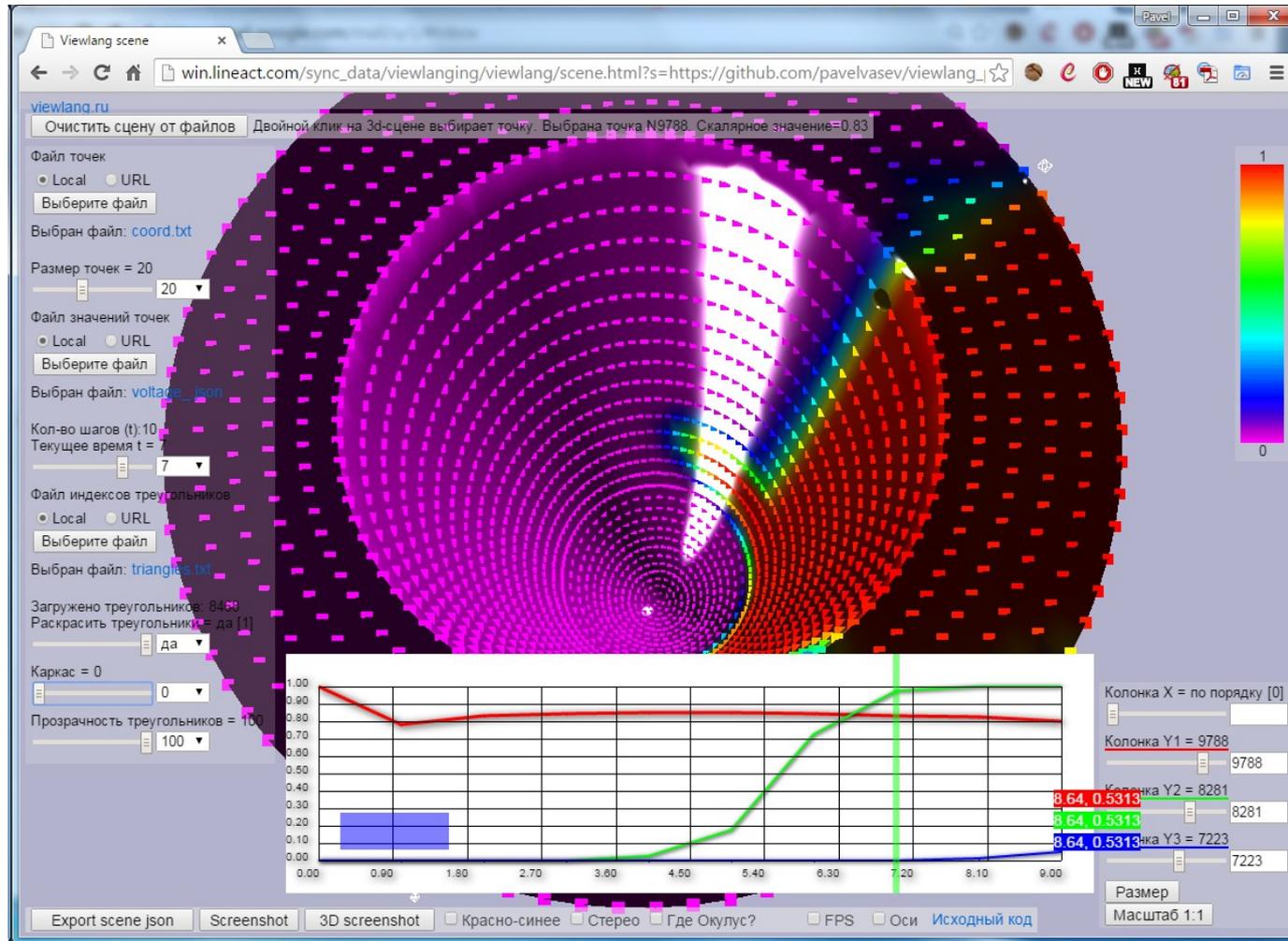


Визуализация множества достижимости в управляемых системах

«Декларативно-императивный» подход

- ◆ Метод описания сцен научной визуализации
- ◆ Описание набора данных и операций, необходимых для создания сцены визуализации как *древовидной структуры*. Эта структура по своей природе *декларативна*. Интерактивные узлы, такие как запуск подпрограмм и загрузка файлов, вычисляются только по требованию.
- ◆ Возможность запуска подпрограмм наделяет язык *императивным* свойством.

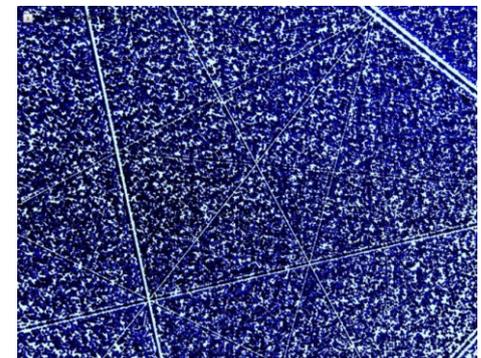
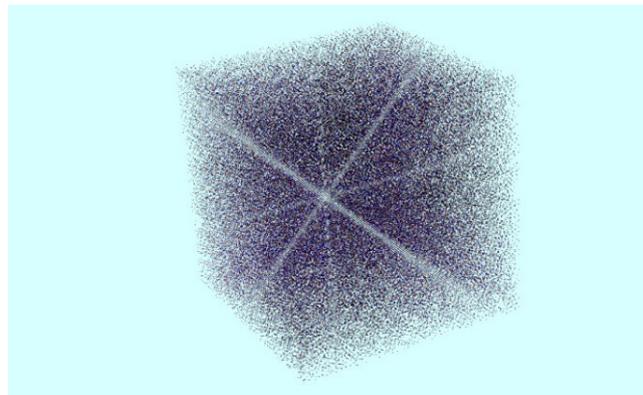
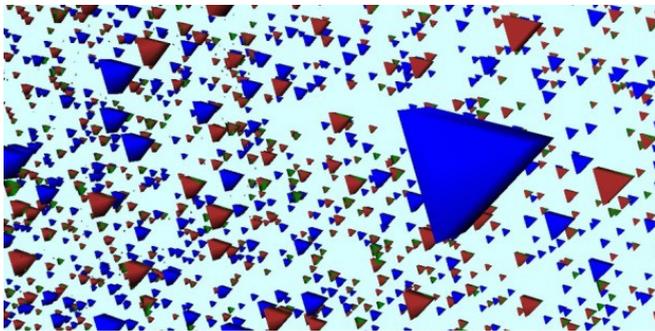
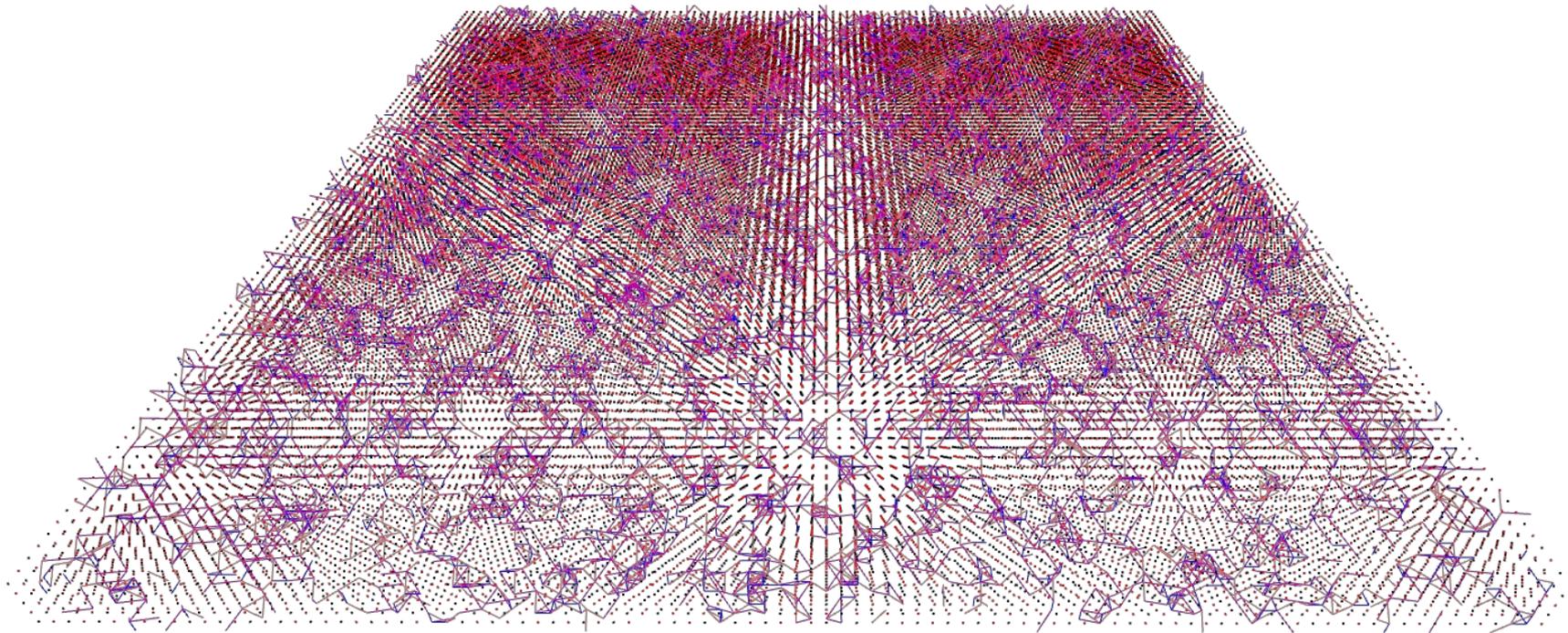
Визуализация электрофизиологической модели левого желудочка сердца



http://win.lineact.com/sync_data/viewlanguing/viewlang/scene.html?s=https://github.com/pavelvasev/viewlang_pravdin_heart/blob/master/heart-may-15/se_all.vl

Sergei Pravdin, Hans Dierckx, Vladimir S. Markhasin, and Alexander V. Panfilov, "Drift of Scroll Wave Filaments in an Anisotropic Model of the Left Ventricle of the Human Heart," BioMed Research International, Article ID 389830, in press.

Задачи визуализации атомной структуры монооксида титана TiO



М. Г. Костенко, А. А. Ремпель, С. В. Шарф, А. В. Лукоянов, "Моделирование ближнего порядка в неупорядоченном кубическом монооксиде титана TiO_{1.0} *Письма в ЖЭТФ*, **97**:11 (2013), 712–717" М. G. Kostenko, A. A. Rempel, S. V. Sharf, A. V. Lukoyanov, "Simulation of the short-range order in disordered cubic titanium monoxide TiO_{1.0} *JETP Letters*, **97**:11 (2013), 616–620"

«Веб-подход» на основе Qt

- ◆ Язык Qt также является декларативно-императивным и дополнительно – реактивным.
- ◆ Существует возможность запуска кодов Qt в веб-браузерах.
- ◆ Уровень технологий трехмерной графики для браузеров WebGL3 оказался достаточно высоким для применения в научной визуализации.
- ◆ Специализированные системы визуализации реализованы полностью в веб-среде (то есть на браузере пользователя).

Программа визуализации сеток

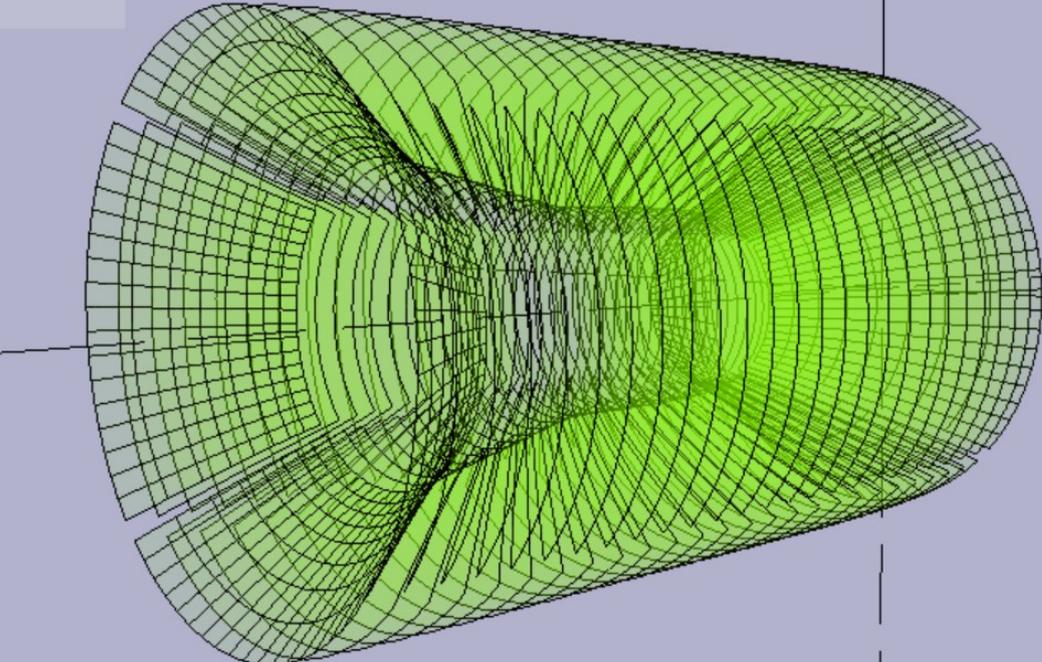
Программа визуализирует сетки, записанные в формате TESHPLLOT.

- ◆ Тип поддерживаемых сеток: равномерные с шестиугольными ячейками.
- ◆ Тип программы: веб-приложение.
- ◆ Требования к системе: наличие веб-браузера с поддержкой WebGL: Chrome версии 46+ или FireFox 41+.
- ◆ Адрес программы: <http://viewlang.ru/grid>. Для запуска программы необходимо открыть указанный адрес в браузере, подходящему под требования к системе.

Программа визуализации сеток

viewlang.ru

Grid file:
 Local URL
Choose File
Выбран файл: ris5.dat



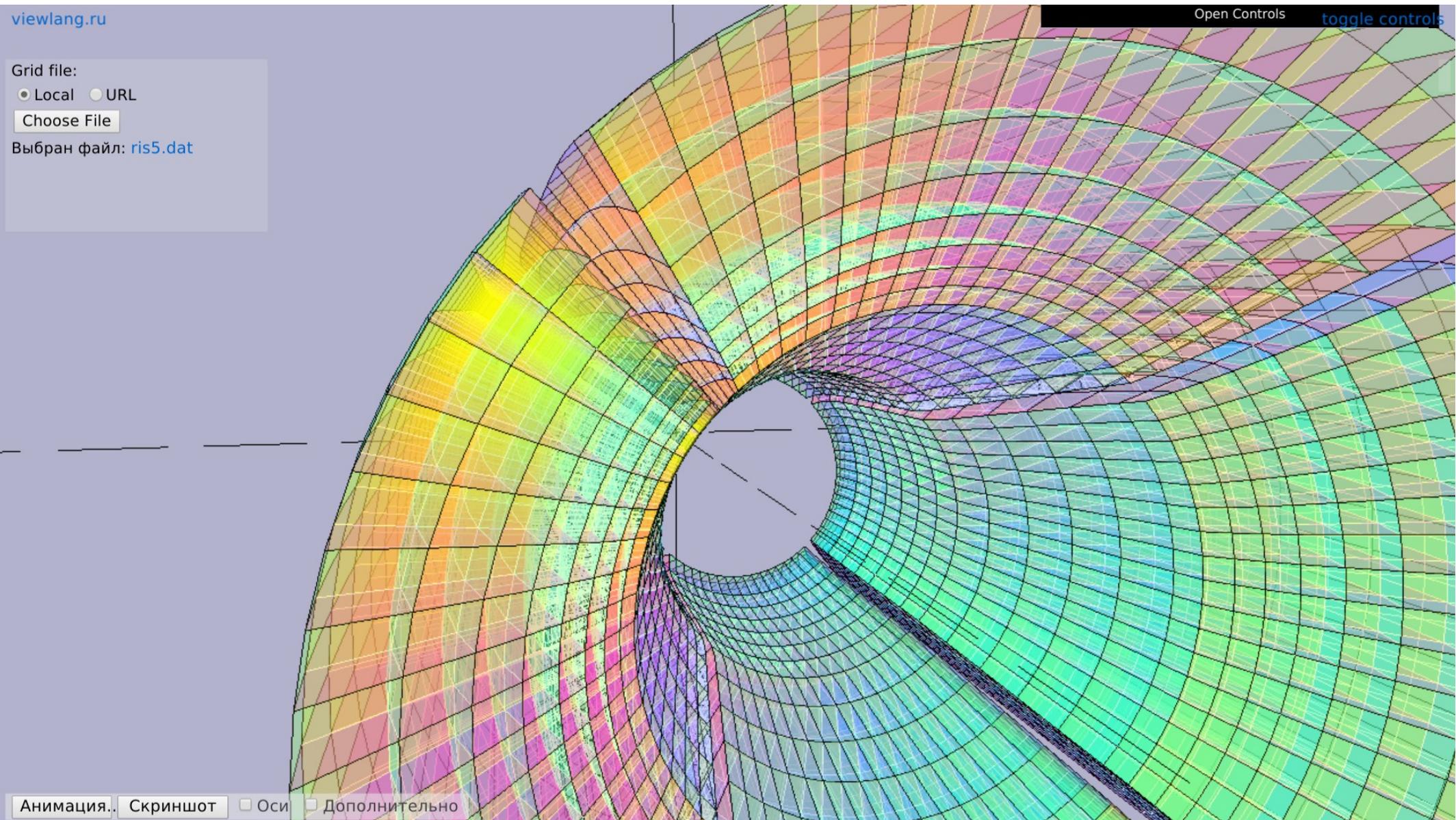
Blocks toggle controls

- Visible
- Detail
- Default Style
- Lines Style
- Faces Style
 - faces ij
 - faces ik
 - faces jk
 - faces ij color #00ffff
 - faces ik color #ff00ff
 - faces jk color #8bff00
 - faces opacity 0.1
- Filter
- Points
- Export
 - *.png
 - *.svg [slow]

Close Controls

Анимация. Скриншот Оси Дополнительно

Программа визуализации сеток



Программа визуализации сеток

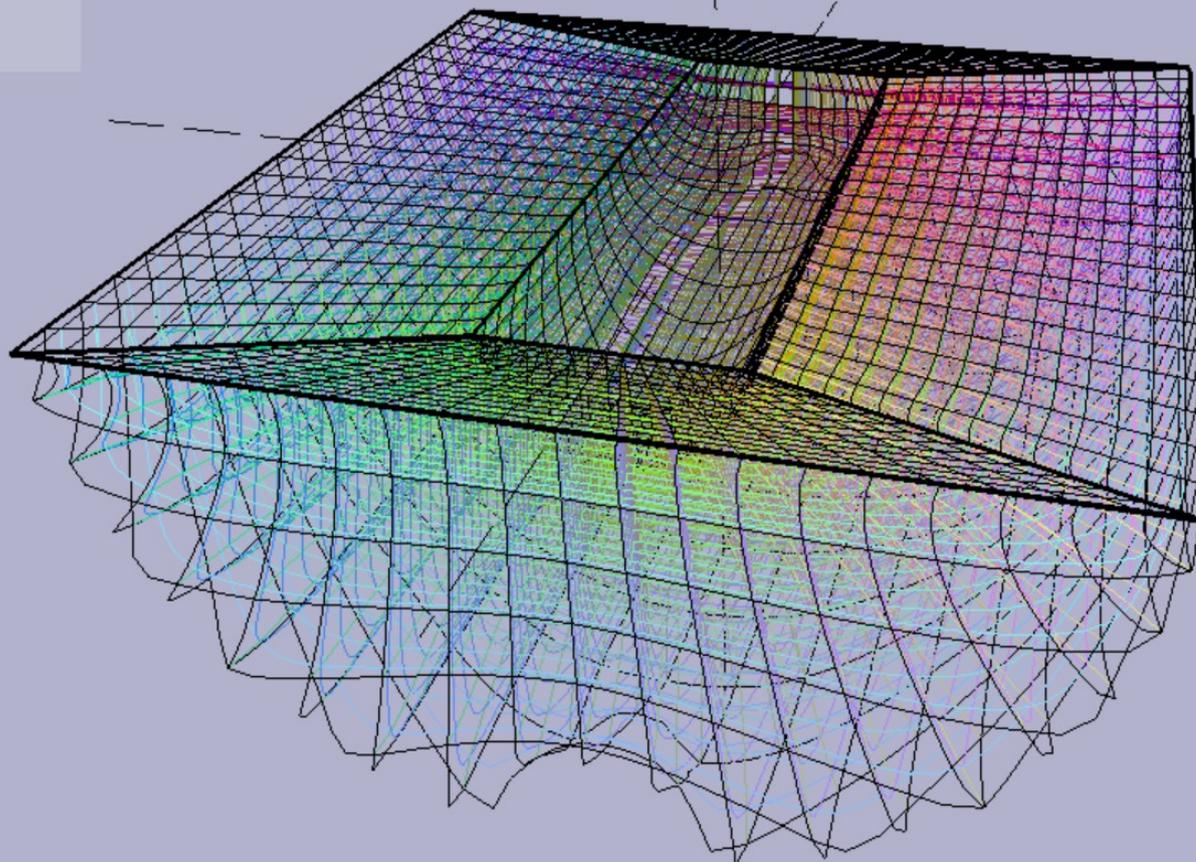
viewlang.ru

Grid file:

Local URL

Choose File

Выбран лок. файл: fnodes_cor.c



toggle controls

- Blocks
- Visible
 - #1 visible
- Detail
 - #1 (61, 81, 30) $d_i = 3, d_j = 4, d_k = 2$
 - all points
 - Default Style
- Filter
- Points
- Export

Close Controls

Анимация. Скриншот Оси Дополнительно

Программа визуализации сеток

viewlang.ru

Grid file:
 Local URL
Choose File
Выбран файл: ris5.dat

Blocks [toggle controls](#)

Filter

Block	1 ▾
i (26)	from 5 to 17 by 1
j (18)	from 6 to 14 by 1
k (9)	from 6 to 6 by 1

Default Style

Points

Export

Close Controls

Анимация. Скриншот. Оси. Дополнительно

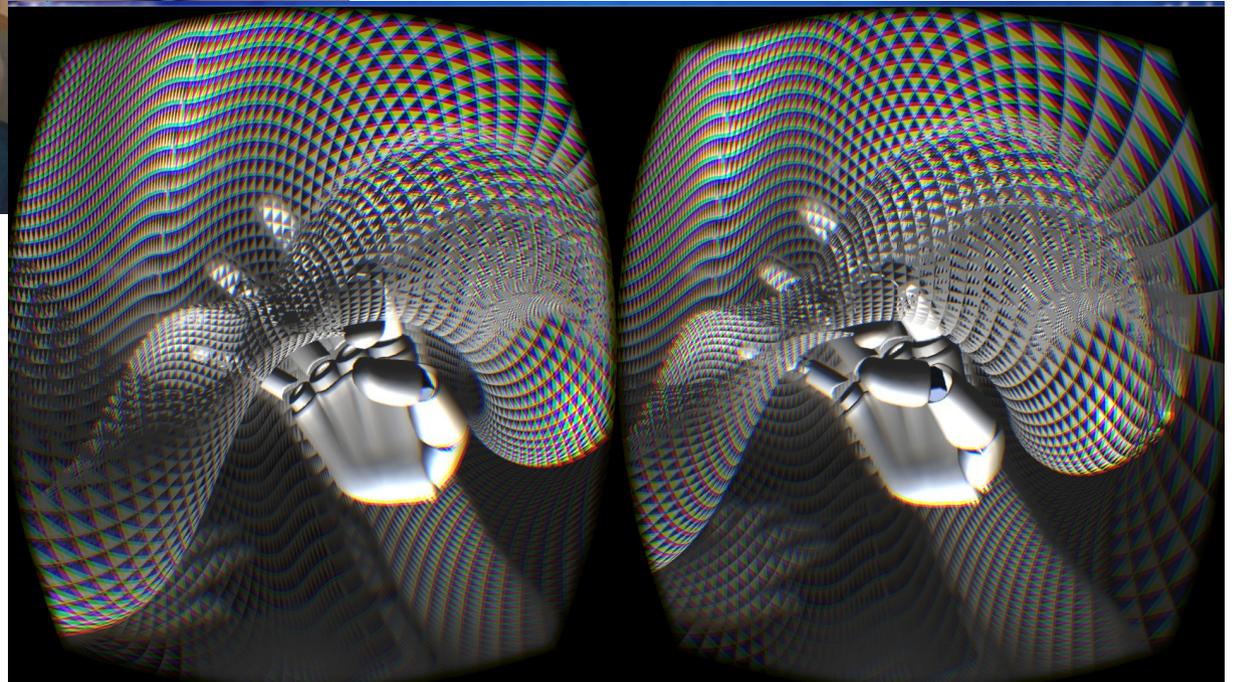
Среды виртуальной реальности

- ◆ трехмерность и стереоскопичность;
- ◆ динамичность;
- ◆ мультисенсорность (подача информации на несколько органов чувств);
- ◆ контроль над видимой частью виртуальной среды;
- ◆ возможность обеспечить взгляд изнутри (пространства), обеспечивая погружения в виртуальный мир.

Человеко-компьютерное взаимодействие

Реализована систем естественного интерфейса, основанного на распознавании жестов. Проведены испытания средств жестового взаимодействия на базе использования устройства Leap Motion, закрепленного на стерео-очках Oculus Rift

Человеко-компьютерное взаимодействие. Жестовые интерфейсы



Виртуальный испытательный стенд

- ◆ Программно-аппаратные среды, обеспечивающие возможность многократного запуска программы с различными параметрами
- ◆ Среды поддержки вычислительного эксперимента на базе сопряжения реальных объектов и их компьютерных моделей

Физическая визуализация

Технологии 3D-печати были использованы для полноразмерного построения множеств достижимости в задачах управления.

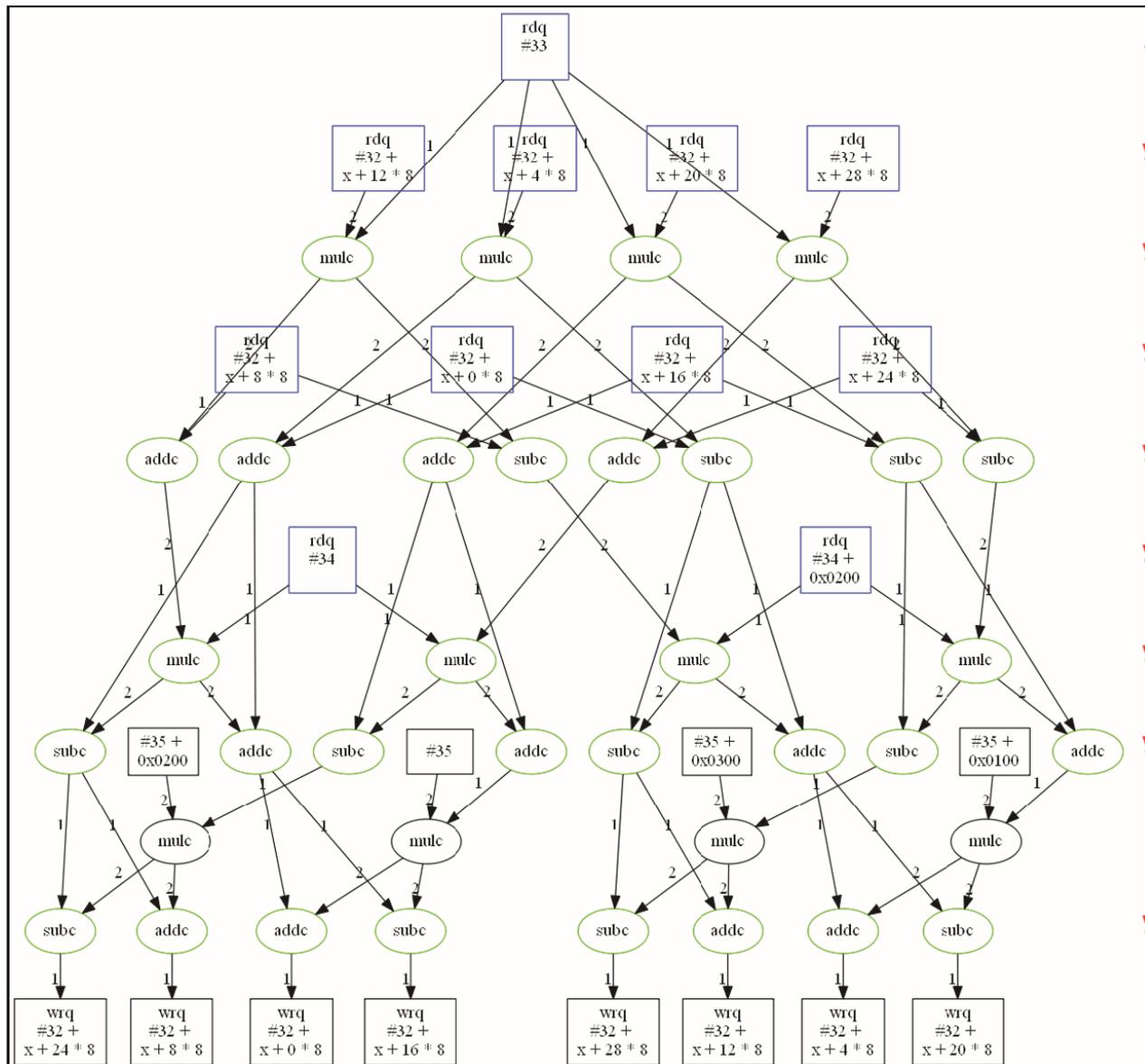
Физическая визуализация



Визуализация программного обеспечения

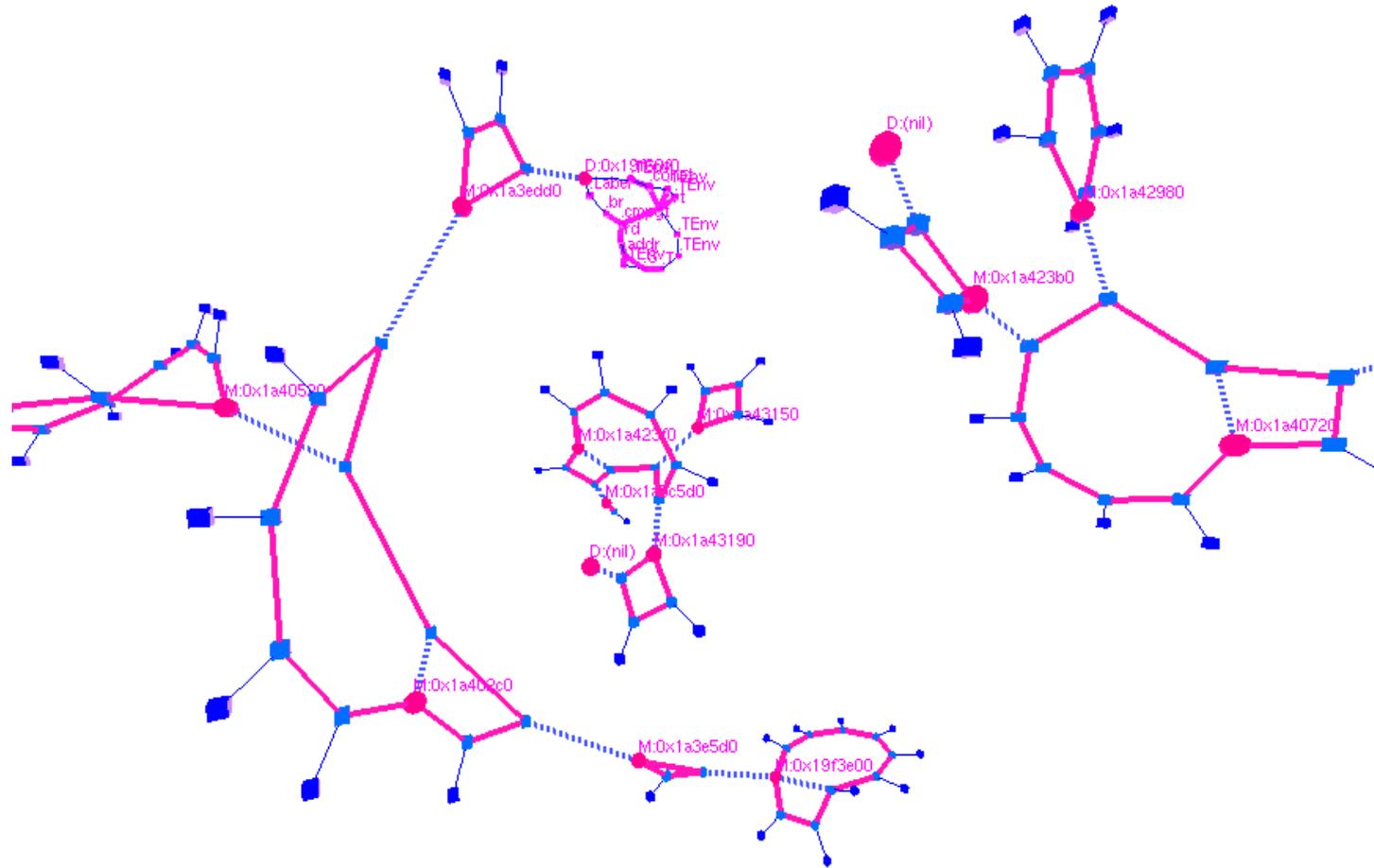
Специализированные системы сопровождения
процесса разработки программного обеспечения

Специализированные системы сопровождения процесса разработки программного обеспечения



Визуализация графа
участка программы на
ассемблере процессора
семейства Мультиклет:
улучшение структуры

Специализированные системы сопровождения процесса разработки программного обеспечения



Визуализация структуры графа трансляции. Скриншот анимации

Верификация и валидация систем визуализации

Необходимо определить какими свойствами должна обладать система визуализации, чтобы работа с ней была эффективной; необходимо провести анализ чувствительности решения в зависимости от параметров прикладной задачи (модели), от параметров параллельной программы и от параметров визуализации.

Формальная верификация визуализации нужна для оценки ее эффективности.

Адекватность визуализации

- ◆ оценка пригодности видов отображения: естественности, устойчивости к масштабированию, возможности вывода сверхбольших объемов данных, возможности для представления сложных структур, а также объектов особого интереса (особых точек, аттракторов, сингулярностей).
- ◆ вопросы восприятия больших объемов графических данных, а также эффективности работы пользователей в средах виртуальной реальности и при использовании естественных интерфейсов.

Спасибо за внимание

<http://cv.imm.uran.ru/>

e-mail: averbukh@imm.uran.ru