



LOBACHEVSKY STATE UNIVERSITY
of NIZHNI NOVGOROD
National Research University

Computing Mathematics and Cybernetics faculty
Software department

CS255. Computer Graphics Introduction Course

Компьютерная графика

Введение

Турлапов, Вадим Евгеньевич проф. каф. МО ЭВМ,

vadim.turlapov@cs.vmk.unn.ru

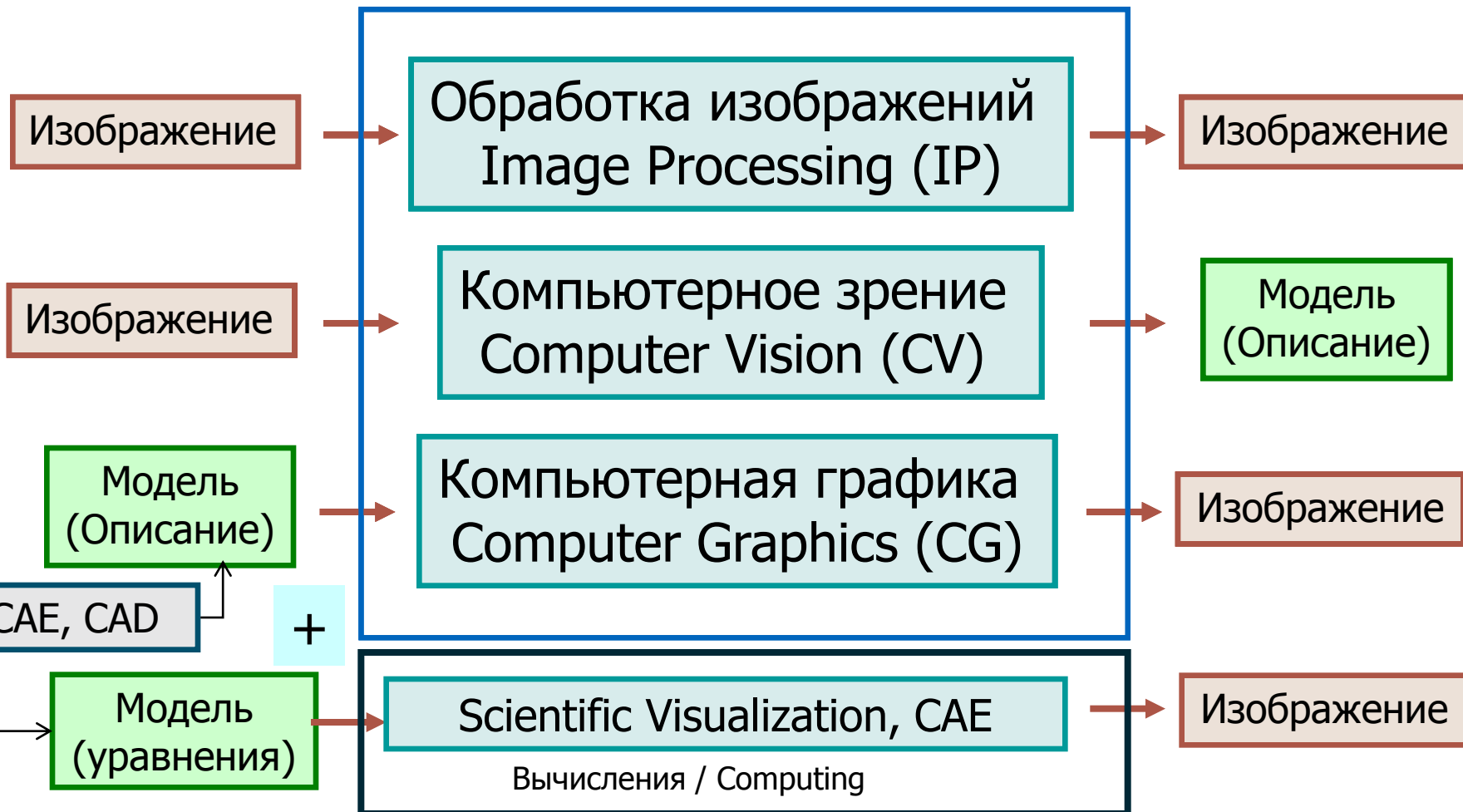
ассистенты: Носова Светлана А.; Белокаменская Александра А.

История компьютерной графики

- ▶ В 1969 году была создана SIGGRAPH (Special-Interest Group) при ACM (Association for Computing Machinery), которая ведет активную деятельность во всем мире и сегодня (зафиксировано участие в ежегодном собрании SIGGRAPH до 30000 человек).
- ▶ Международные конференции по КГ сегодня, SIGGRAPH.org, SIGGRAPH 2014, SIGGRAPH Asia 2014, Open Access SG2014-Courses.
- ▶ Первая конференция по КГ в бывшем СССР: Новосибирск, 1977.
- ▶ Далее в России - GraphiCon, при поддержке ассоциаций SIGGRAPH и EuroGraphics :
 - Москва (1991, 1992, 1997-2000, 2003-2004, 2007-2009, 2011-2012, 2015),
 - С.-Петербург (1993, 1995, 1996, 2010),
 - Н.Новгород (1994, 2001, 2002, 2016)
 - Новосибирск (2005, 2006).
 - Владивосток (2013)
 - Ростов-на-Дону (2014)Современные центры компьютерной графики в России.
- ▶ Было ли что-нибудь в СССР до 1977 года и что было между 1977 и 1991
 - Центры: ИПМ РАН (АН СССР), ИПУ РАН, МГУ, Сиб. Отд. РАН, ННГУ, СПбГУ, ИТКиБ АН БССР, НИЦАСК...
 - Конференции и выставки
- ▶ Сегодня: **ГРАФИКОН** - некоммерческое сообщество специалистов в области компьютерной графики, машинного зрения и обработки изображений. ГРАФИКОН было создано в 2010 году на базе ежегодно проводимой с 1991 года международной конференции GraphiCon, <http://graphicon.ru/>. Журнал: <http://graphicon.ru/ru/journal>

Компьютерная графика в широком смысле и Visual Computing

Visual Computing: high performance computing (HPC) in area of the **Computer Graphics** in wide sense.



Graphics and Visual Computing (GV)

Складывается также и общий термин, определяющий одновременно компьютерную графику и Visual Computing, не выделяя специально вопросы производительности вычислений: **Graphics and Visual Computing (GV)** (см. CS2001 Wiki – ACM, http://wiki.acm.org/cs2001/index.php?title=Graphics_and_visual_computing).

Вся область делится также на четыре, но уже несколько отличающихся, составляющих:

компьютерная графика; научная визуализация;
виртуальная реальность; компьютерное зрение.

Для изучения область GV делится на 13 разделов:

1)GV/FundamentalTechniques [core]; 2)GV/GraphicSystems [core];
3)GV/GraphicCommunication; 4)GV/GeometricModeling; 5)GV/BasicRendering;
6)GV/AdvancedRendering; 7)GV/AdvancedTechniques; 8)GV/ComputerAnimation;
9)GV/Visualization; 10)GV/VirtualReality; 11)GV/ComputerVision;
12)GV/ComputationalGeometry [elective]; 13)GV/GameEngineProgramming [elective].

С содержанием разделов можно познакомиться по указанной выше ссылке. В данном курсе мы познакомимся в той или иной степени со всеми разделами, кроме 13.

Обработка изображений

Image Processing

Изображение



Обработка изображений
Image Processing



Изображение



Захват кадра из видеопотока



Выделение области для распознавания



Контрастирование области распознавания



Замена цвета для усиления контраста между номером и подложкой



Компьютерное зрение Computer Vision

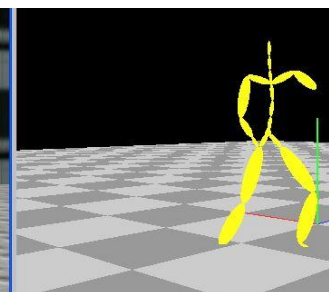
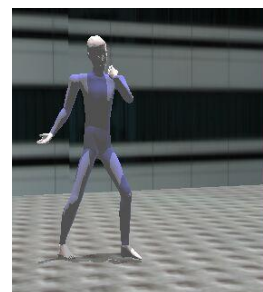
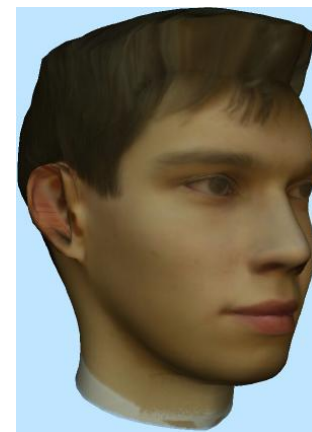
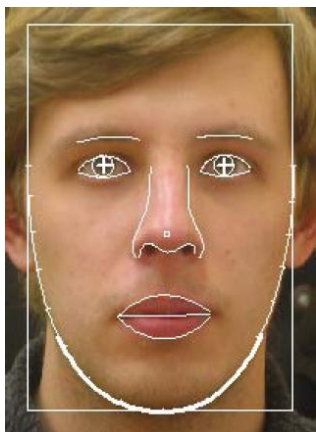
Изображение



Компьютерное зрение
Computer Vision



Модель
(Описание)



Захват движения и анимация
персонажа



Компьютерная графика Computer Graphics

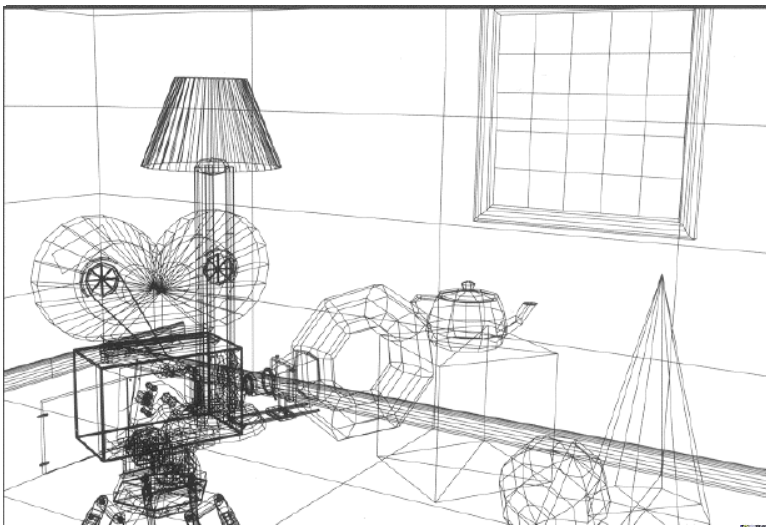
Модель
(Описание)



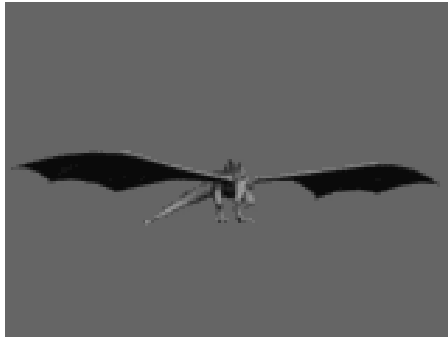
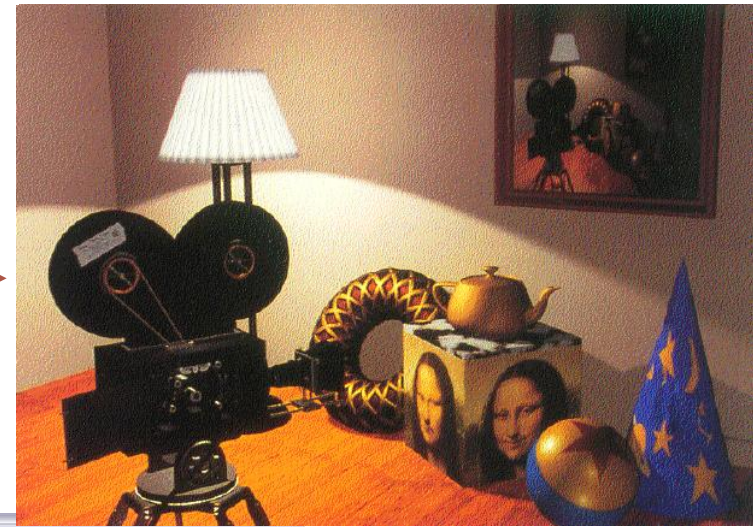
Компьютерная графика
Computer Graphics



Изображение



Графический
конвейер



Render:

3dsmax,
Природа,
Интерьер,
Паук



Computer Graphics in Modern Samples

Virtual Reality:

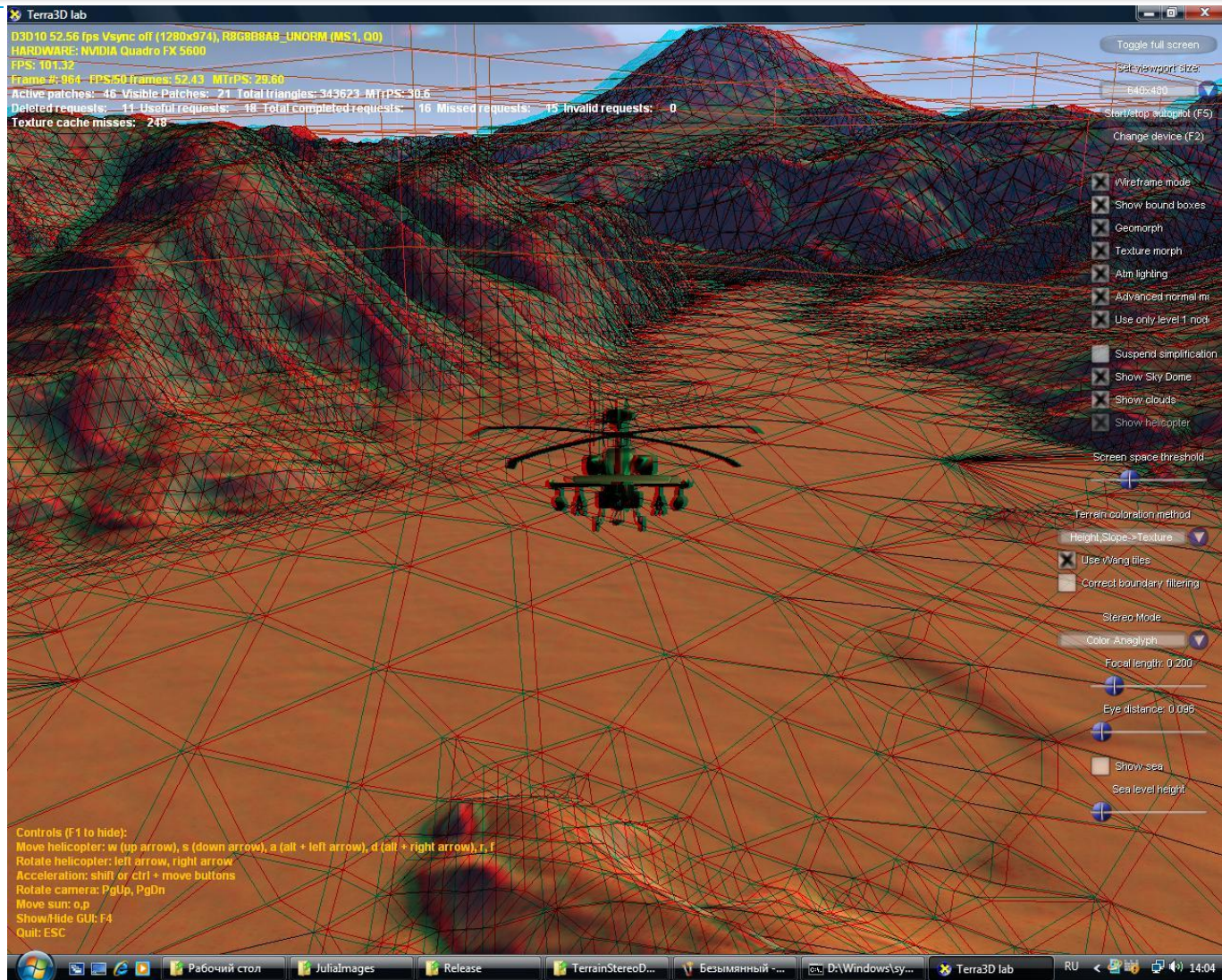
Avatar 3D, IMax format (10000 x 7000 px)





Computer Graphics in Modern Samples

3D-stereo (Color Anaglyph)



Стереографика

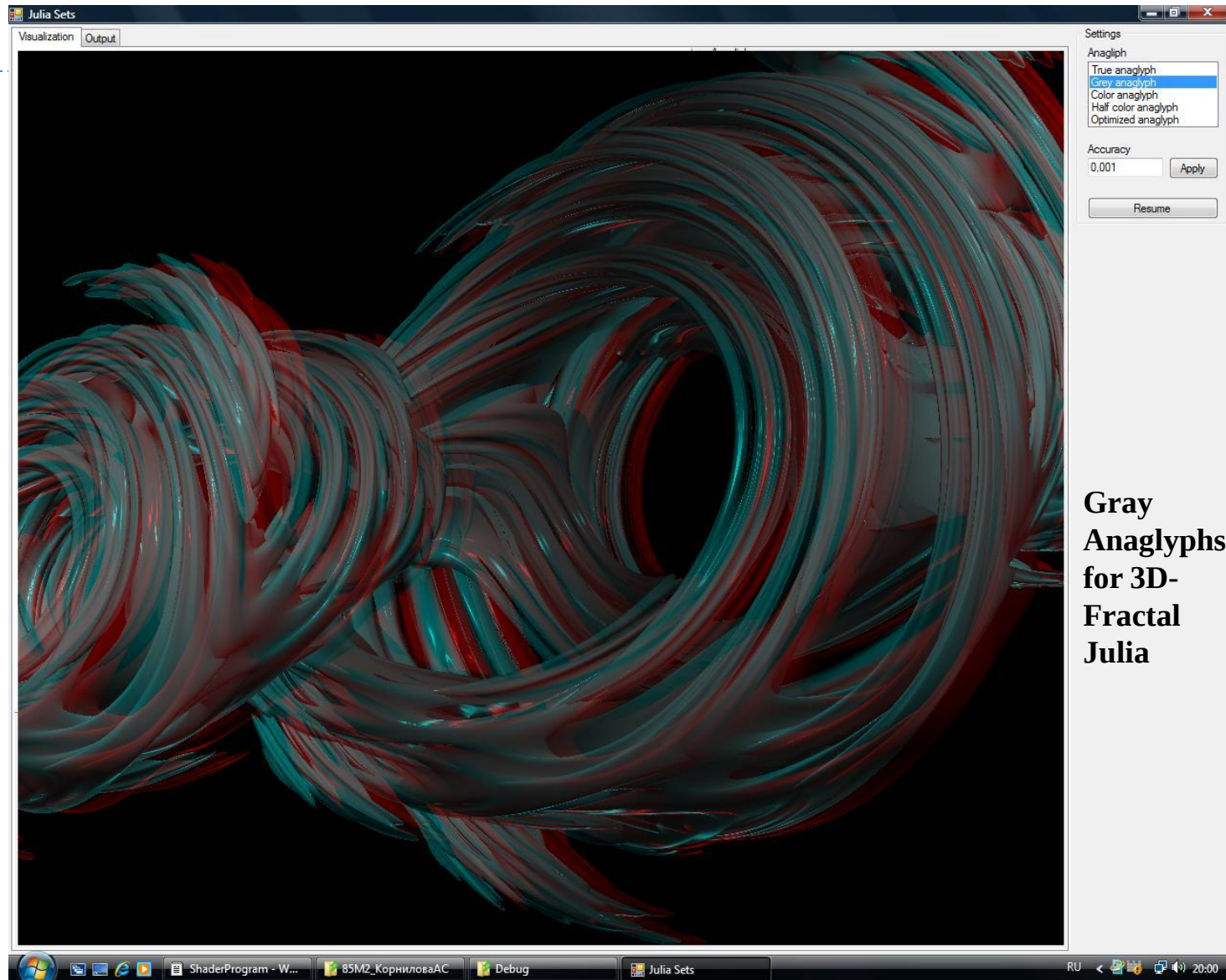
Полуцветной анаглиф (Half Color Anaglyphs)

$$\begin{pmatrix} r_a \\ g_a \\ b_a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} r_1 \\ g_1 \\ b_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} r_2 \\ g_2 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

- Частичная цветопередача (немного хуже, чем в цветном анаглифе)
- Более благоприятен для сетчатки глаз



Стереографика

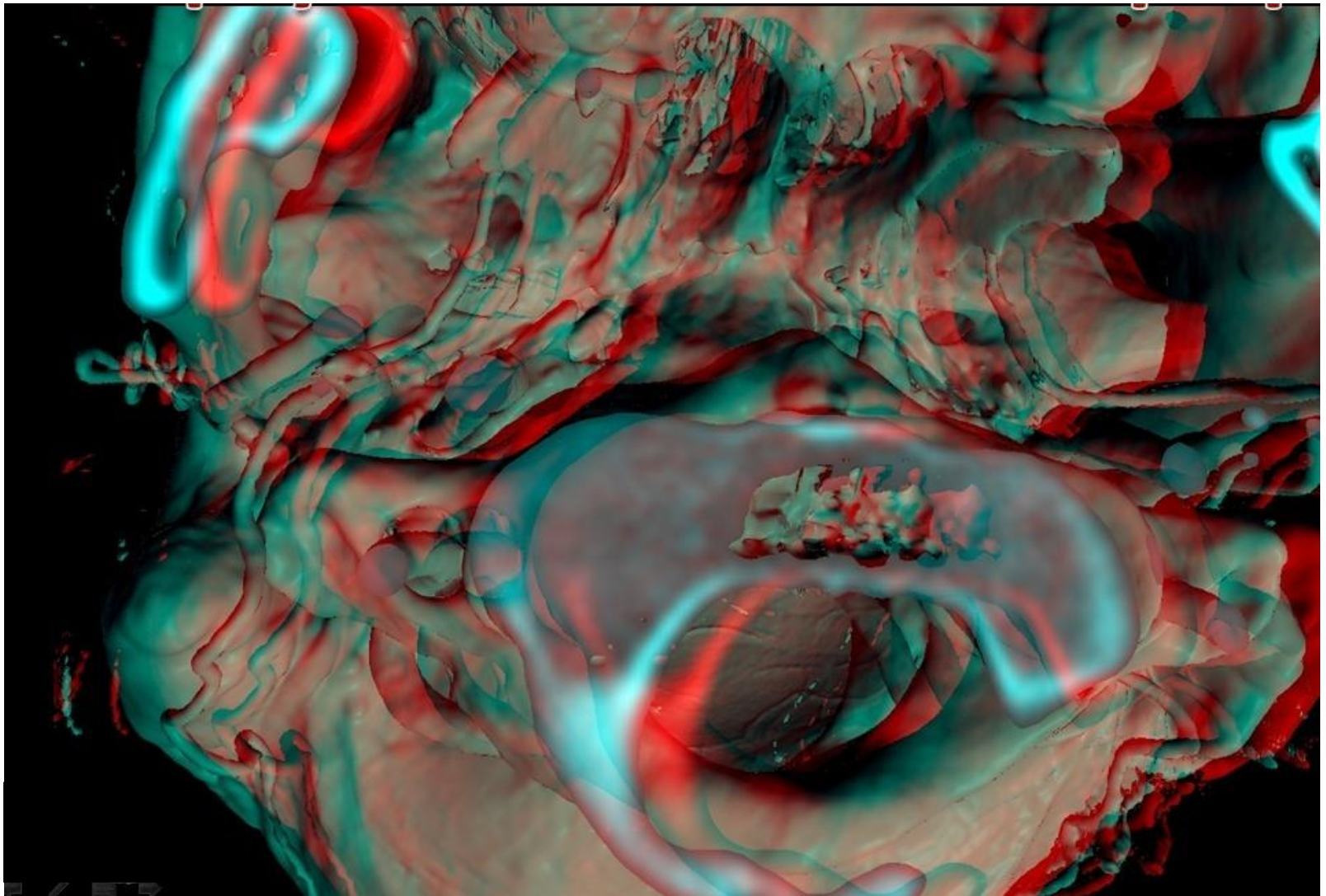


**Gray
Anaglyphs
for 3D-
Fractal
Julia**

Стереографика. Stereo-view of cranium:

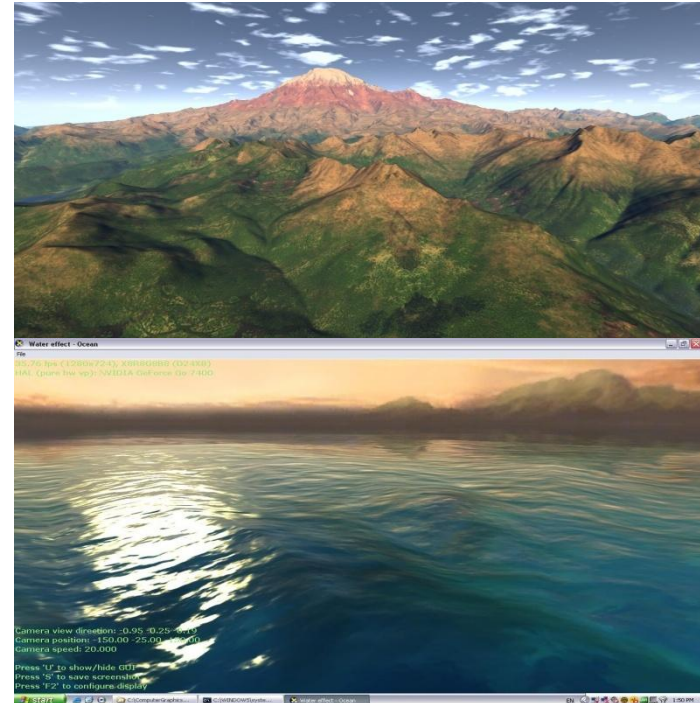
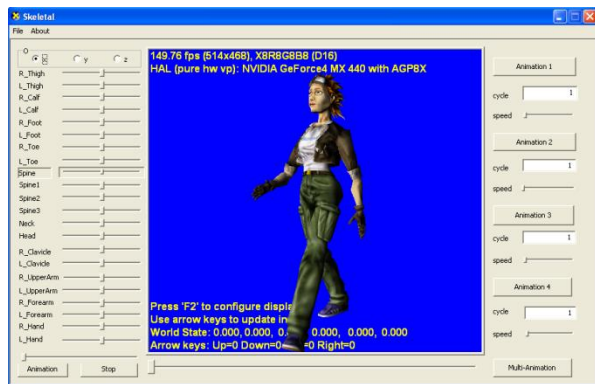
4 different stereoscopic visualization modes are supported

InVols



Примеры задач. Моделирование сложных динамических 3D-сцен в реальном времени. Анимация персонажей

- ➡ Моделирование сложных динамических 3D-сцен в реальном времени
- ➡ Анимация персонажей



Примеры из лабораторных работ:

- Визуализация неограниченного рельефа в реальном времени
- Фотореалистичная визуализация поверхности воды

Примеры задач.

Компьютерное зрение, обработка изображений.
Видеонаблюдение. Захват движения

➡ Конкурс
ETISEO
Улица

➡ Конкурс
ETISEO
Метро



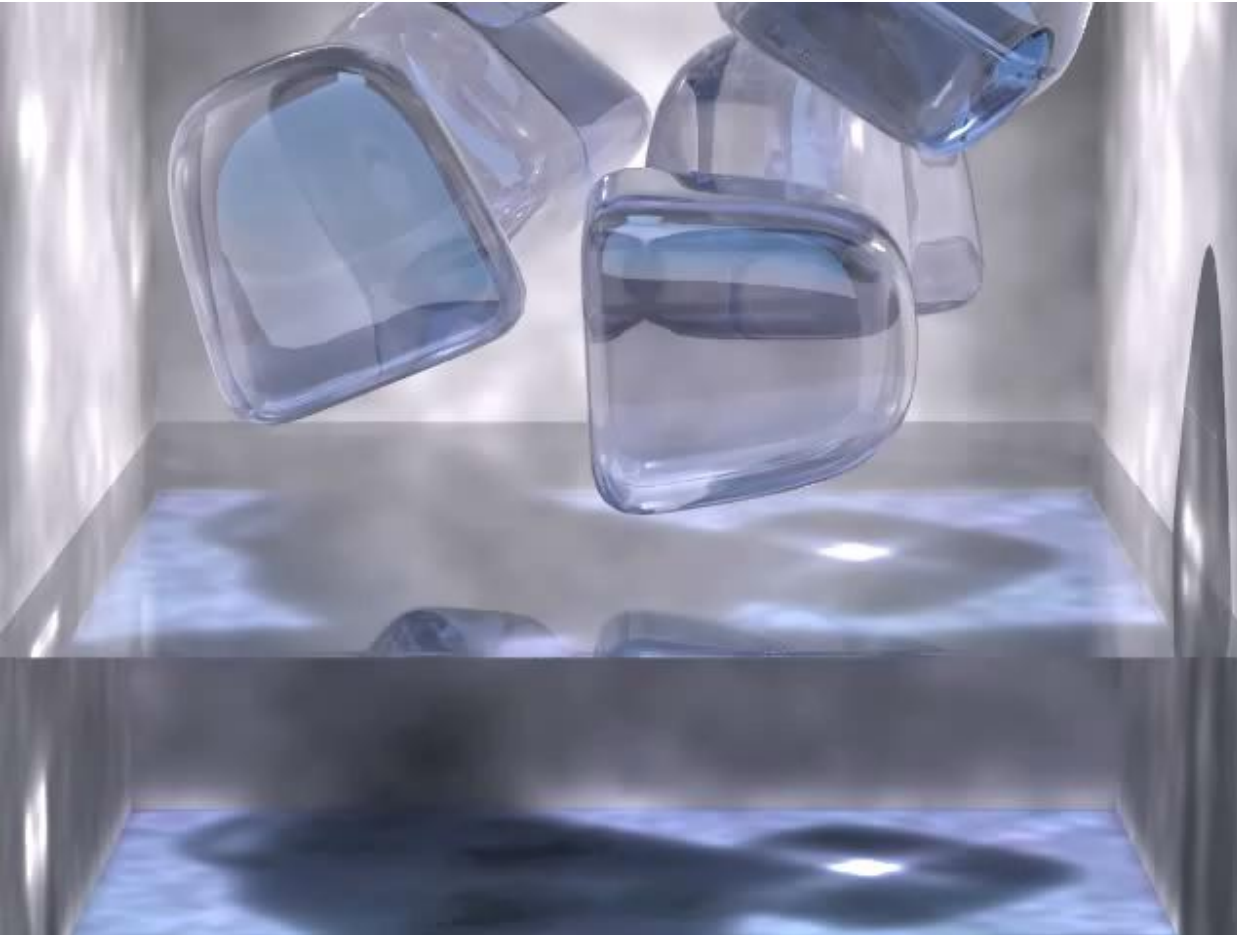
Примеры достижений.

Компьютерное зрение, обработка изображений. Роботы

➡ Big Dog
DARPA



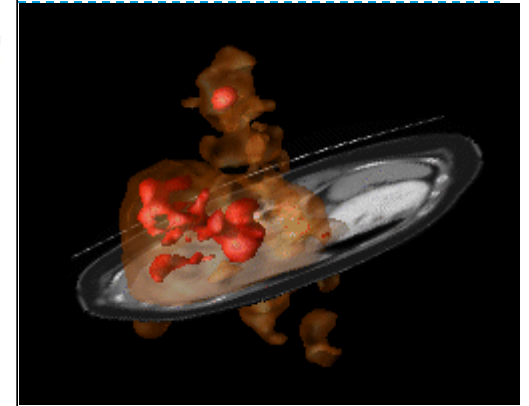
Scientific Visualization



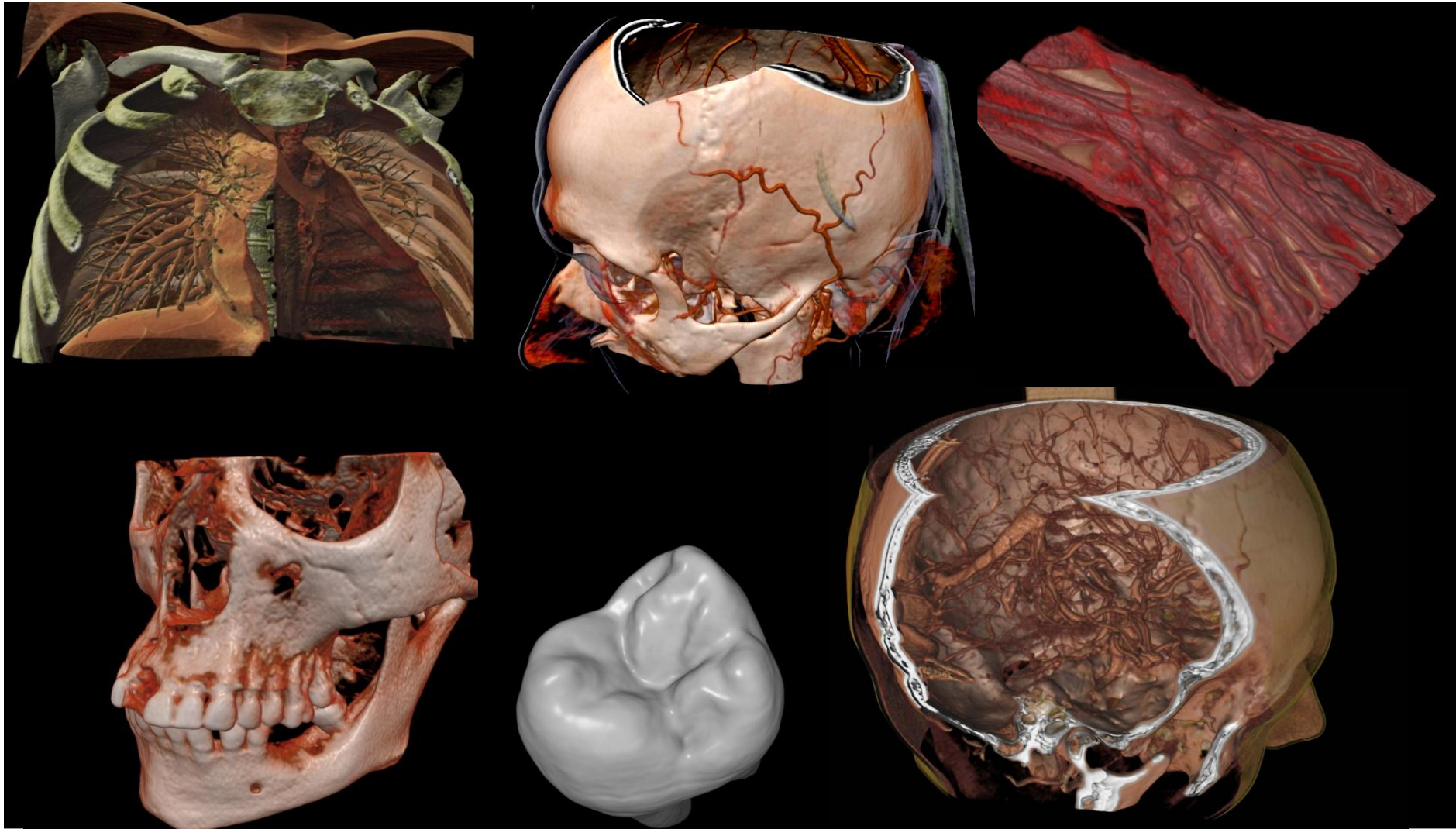
From [Ron Fetkiw](#) site

Volume Rendering With Ray Casting

Медицинская 3D визуализация это, прежде всего, 3D визуализация томограмм, состоящих из последовательности плоских слоев и образующих, в итоге, трехмерное поле скалярных величин. Значения поля в ходе визуализации преобразуются посредством Transfer Function в цвет и прозрачность.



Shaded Direct Volume Rendering (sDVR)



Scientific Visualization in medicine (via VR)



Программа курса (Lectures). Практикум

Первая часть. «Компьютерная графика. Основы»

Практические задачи и навыки:

- интерфейс исследовательского приложения (C#);
- знакомство с 2D-графикой GDI+;
- обработка изображений;

Вторая часть. «Конвейер. Шейдеры. Библиотеки»

- координатный метод;
- локальные модели освещения;
- наложение текстур;
- трассировка лучей, реализация для простой сцены (прим.1, прим.2)

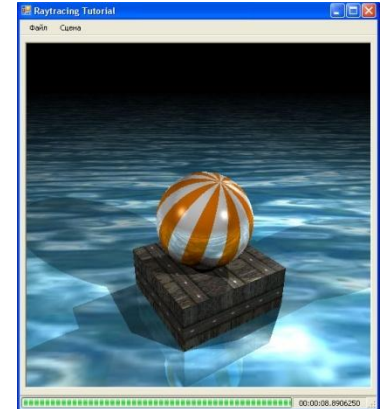
Практические задачи и навыки:

- OpenGL 2.1, шейдеры на GLSL.
- Или MS DirectX, шейдеры на HLSL.

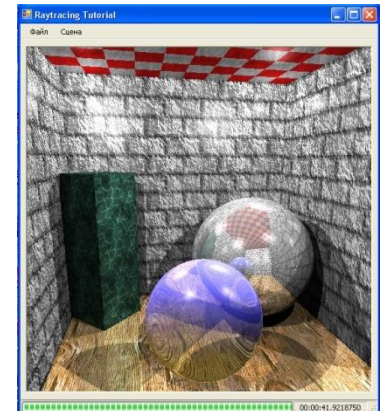
Рекомендуемая литература, источники и методические материалы (www.itlab.unn.ru/?doc=959) по курсу

Обзор курсов по компьютерной графике 9 университетов мира (версия от 28.03.2008)

Международные рекомендации Computing Curricula 2001 по курсу Компьютерная графика



Пример 1



Пример 2

Лабораторные работы по курсу ([link](#))

1. Тема "Знакомство с C# ". Реализовать простейший Image Browser. Поддерживаемый функционал:
а)Открытие изображения; б)Сохранение изображения в файл.
2. Тема "Цветовые модели". Реализовать приложение, позволяющее конвертировать цвет из одной цветовой модели в другую. Поддерживаемые модели: а)RGB; б)CMYK; в)HSV; г)XYZ; д)Lab и др.
3. Тема " Гистограмма. Бинаризация". Расширить функционал Image Browser. Реализовать фильтры:
 1. реализовать перевод цветного изображения в серое; построение гистограммы для изображения;
 2. реализовать перевод в черно-белое изображение с порогами разных типов.
4. Тема "Обработка изображений". Расширить функционал Image Browser. Реализовать следующие фильтры (по одному из каждой группы):
 1. Коррекция цвета: а)серый мир б)идеальный отражатель; в)растяжение контрастности; г)коррекция с опорным цветом;
 2. Статистическая цветокоррекция (по цветовым пространствам: см.2);
 3. Геометрические преобразования: а)сдвиг по оси x|y на выбранное количество пикселей (параметры выбираются пользователем); б)поворот изображения на выбранный пользователем угол; в)горизонтальные волны; г)вертикальные волны; д)случайный сдвиг (эффект "стекла").



Лабораторные работы по курсу ([link](#))

5. Тема "Шумоподавление".
 1. Бинарные изображения. Мат. морфология. Реализовать операции: а)Расширение; Сужение; б)Раскрытие; Открытие; с)опционально: Морфологический градиент; "Цилиндр"; "Эффект черной шляпы";
 2. Устранение шума на цветных или полутоновых изображениях. Реализовать фильтры: а)Усреднение; б)Медианный фильтр; с)Фильтр Гаусса; d)*Адаптивный фильтр (по желанию).
6. Тема "OpenGL". Основные шаги:
 1. Реализовать сложноструктурированную 3D сцену с использованием базовых объектов OpenGL.
 2. Текстурировать разработанную сцену.
 3. Реализовать динамическую сцену .
7. Тема "Локальное освещение". Лучевой метод Ray Casting.
 1. Диффузная поверхность;
 2. "Бликовая" поверхность;
8. Тема "Программирование шейдеров. Глобальное освещение".
 1. Разработка простейшей пары шейдеров для визуализации сферы;
 2. Процедурное текстурирование с использованием шумов Перлина;
 3. Реализация алгоритма ray tracing на GPU/CPU: а)Зеркальная поверхность; б)Стеклянная поверхность.

