

Компьютерная графика

лектор Захаров Андрей Алексеевич,
к.ф.-м.н., доцент кафедры ФН-11 МГТУ им. Баумана,
моб. 8-910-461-70-04, e-mail: azaharov@bmstu.ru

Знакомство с курсом

- Отчетность – контрольные мероприятия, зачет/экс. ?
- Лабораторные работы: библиотека OpenGL.
Будет проводить аспирант Коряков М.Н.

Проблемы преподавания в 1-м семестре:

- Используются математические методы из аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциальной геометрии, основ исчисления и численного анализа, теории комплексных чисел, кватернионов.

- Навыки программирования и минимальные знания языка программирования C.

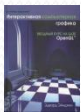
- Литература по курсу:



- Божко А.Н., Жук Д.М., Маничев В.Б. Компьютерная графика: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. (Серия Информатика в техническом университете.)



- Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL, 3-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс». 2005.



- Э. Эйнджел. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL, 2 изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.

Лекция 1. Введение в компьютерную графику

Важность, определение, оснащение (что входит и что изучается), развитие, направления и области использования



Важность изучения КГ

- XXI в. – век информационных и коммуникационных технологий.
- Эффективное использование ИТ ↔ уровень развития КГ.
- КГ → проблема взаимодействия человека и ВТ (проблема HCI – Human Computer Interaction).
- Органы чувств, зрение.
- Классические (некомпьютерные) графические технологии и их роль в человеческом обществе:
 - Графические планы при строительстве сооружений.
 - Географические карты.
 - ...

Определение

Компьютерная графика (computer graphics) – это область информатики (науки о компьютерах – computer science), обучающая методам создания, хранения и обработки моделей геометрических объектов и их графических изображений с помощью ЭВМ.

Оснащение (что изучается)

1. Технические средства.
2. Математические методы, модели и алгоритмы.
3. Графические библиотеки – API.
4. Программные продукты.

Возможности компьютерной графики в целом определяются уровнем развития технических средств и в особенности средств визуализации графических изображений.

Развитие КГ

1963 год – разработан первый интерактивный графический интерфейс для ЭВМ: световое перо, которое позволяло рисовать на экране векторного дисплея простые геометрические фигуры и осуществлять с ними различные манипуляции.

Менее чем за полвека своего развития компьютерная графика проделала громадный путь и сейчас это самая динамично развивающаяся отрасль информационных технологий:

- На рынке графических ускорителей регулярно (каждые полгода) происходят смены поколений графических процессоров:
 - Снижается стоимость графических рабочих станций (как простейших, так и профессиональных).
 - Значительно более доступными по цене стали специализированные графические платы для ПК
- Растут, совершенствуются функциональные возможности КГ.
- Развитие рынка киноиндустрии:
 - «Звездные войны» (суперкомпьютер Cray) – «Терминатор-2», «Вавилон-5» - «Аватар» - ...
 - Громадный зрительский и коммерческий успех.
 - Включение в кинофильмы эффектных сцен, сделанных с помощью компьютера, стало в последние годы не исключением, а нормой, и подчас такие сцены неотличимы от снятых на «натуре».
- Компьютерная графика стала стандартом в прикладном программном обеспечении и компьютерных системах вообще.

Большая часть исследований в области компьютерной графики связана с повышением эффективности, реализма и скорости генерации изображений.

Компьютерная графика занимает важное место в сети Internet – все больше совершенствуются способы передачи визуальной информации, разрабатываются более совершенные графические форматы, ощутимо желание использовать трехмерную графику и т.д.

Направления КГ

- Изобразительная КГ (графика, созданная средствами геометрического моделирования).

Задачи изобразительной графики:

- построение модели сцены по реальному или идеальному прообразу;
 - преобразование модели сцены для получения требуемых технических параметров или визуального эффекта;
 - визуализация и вывод сцены на устройство печати или экран монитора.
- Обработка и анализ изображений;
 - Анализ сцен и распознавание образов;
 - Когнитивная КГ (синтез и визуализация абстрактных изображений, не имеющих реальных физических аналогов и первообразов). Задачи когнитивной графики:
 - разработка техники визуализации данных и знаний;
 - представление знаний в компактной форме, доступной для восприятия и обработки наблюдателем;
 - синтез правил, гипотез, механизмов объяснения и предсказания.

Области использования КГ

От простейших текстовых редакторов до сложнейших компьютерных игр, а также в:

- обучающих тренажерах;
- производстве музыкальных клипов и рекламных роликов;
- кроя одежды;
- анализе данных;
- научных исследованиях;
- медицине;

Особое место компьютерная графика занимает в составе систем автоматизированного проектирования и пакетов, предназначенных для создания художественных и анимационных фильмов. В этих прикладных областях используются разнообразные технологии и аппаратные решения.

Интерес к компьютерной графике проявляют представители самых различных специальностей:

- программисты компьютерных игр;
- web-разработчики;
- инженеры-конструкторы;
- технологи;
- исследователи в различных научных или прикладных областях;
- специалисты по компьютерной верстке и оформители полиграфической продукции;
- авторы мультимедиа презентаций;
- медики;
- дизайнеры;
- фотографы;
- кинорежиссеры;
- художники-мультипликаторы;
- модельеры тканей и одежды;
- клипмейкеры;
- специалисты в области видеомонтажа;
- ...

Графики и диаграммы

Демонстрация простых графиков данных - одна из первых областей применения компьютерной графики, которые, как правило, строились с помощью буквенно-цифрового принтера. Построение графиков до сих пор остается самым распространенным примером применения компьютерной графики, но сегодня можно запросто создавать диаграммы для печатных отчетов и презентаций, демонстрирующие очень сложные взаимосвязи данных. Графики и диаграммы, как правило, используют для обобщения финансовых, статистических, математических, научных, технических и экономических данных при оформлении научных докладов, административных отчетов и публикаций других видов. Типичные примеры графического изображения данных – это линейные графики, гистограммы, секторные диаграммы (см. рис. 1). Один или несколько секторов секторной диаграммы можно выделять особо, выдвинув их в радиальном направлении, в результате чего получится «взорвавшаяся» секторная диаграмма. Трехмерные графики и диаграммы используются для того, чтобы показать дополнительную информацию о параметрах, хотя иногда ими пользуются просто, чтобы произвести больший впечатляющий эффект или представить зависимость данных более привлекательным образом (см рис. 2 и 3).

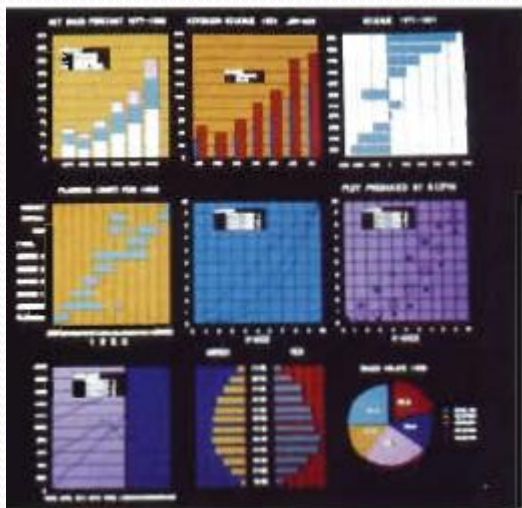


Рис. 1



Рис. 2

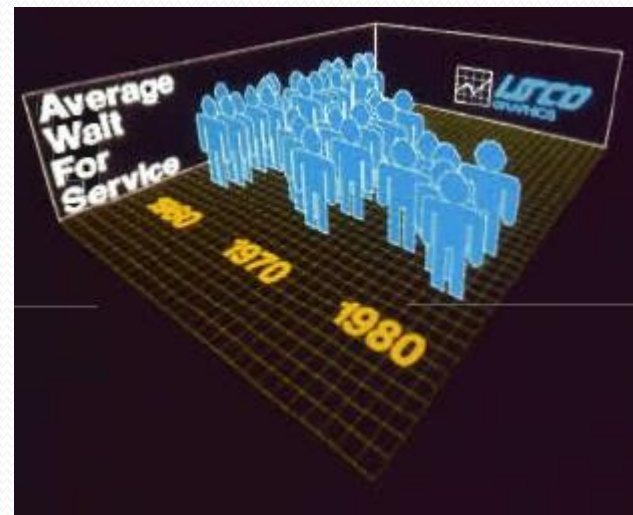


Рис. 3

Автоматизированное проектирование (АП, САПР, CAD – computer-aided design)

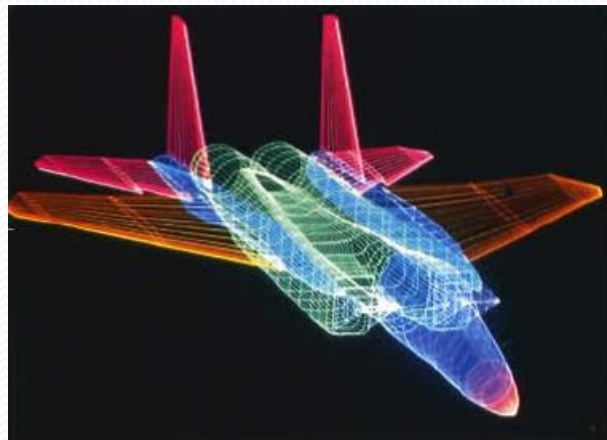
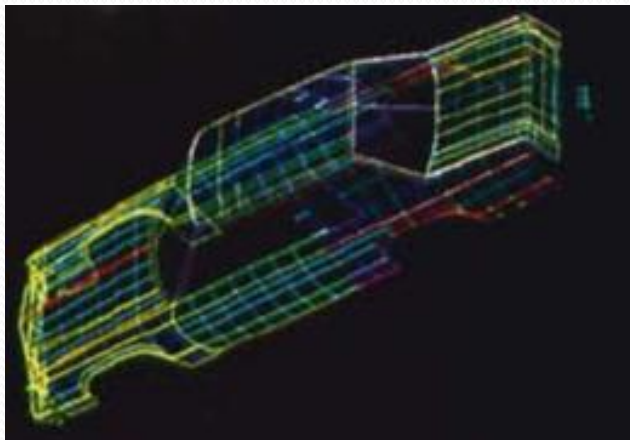


Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

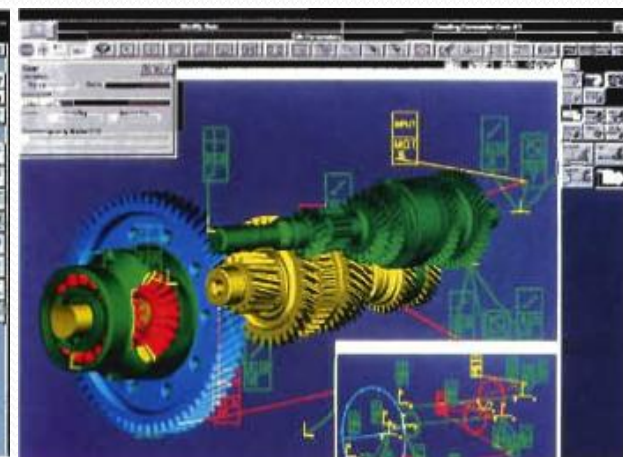
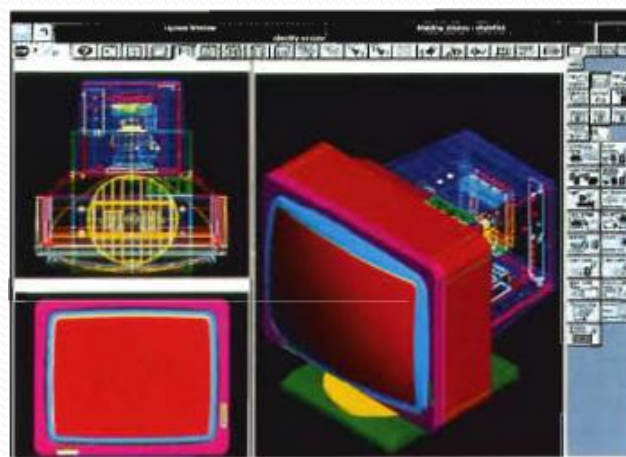


Рис. 7

Вычислительный эксперимент на ЭВМ (CAE – computer-aided engineering)

После создания геометрической модели объекта выполняется исследование его физических свойств путем постановки численных экспериментов. Как правило, расчеты проводятся на специализированных расчетных системах (суперкомпьютеры, кластеры, мощные серверы или рабочие станции). Результаты представляются с помощью методов научной визуализации. По их результатам конструктор принимает решение о внесении в модель необходимых изменений.

Автоматизированное производство (CAM – computer-aided manufacturing)

Компьютерное описание проектируемых объектов → автоматизация выпуска продукции:

1. Чертеж изделия (печатной платы).
2. Описание отдельных технологических процессов, необходимых для формирования поверхности (электронной сети).
3. Контроллер станка, как правило, представляет собой микро- или миникомпьютер (механические станки с ЧПУ). На языке программирования станков с ЧПУ описывается производство отдельной детали.
4. Автоматическое изготовление механической детали.

Визуализация данных

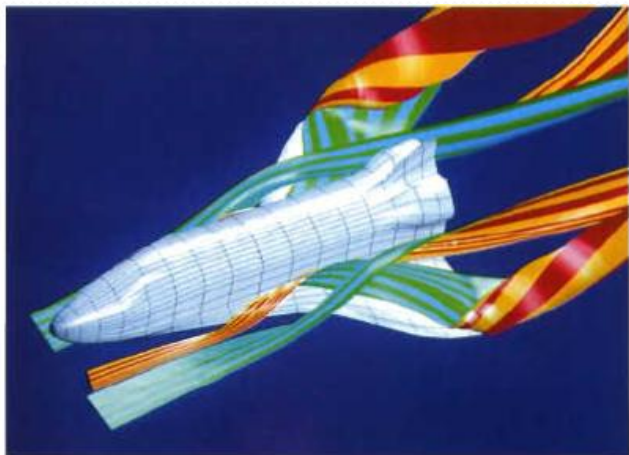


Рис. 8



Рис. 9

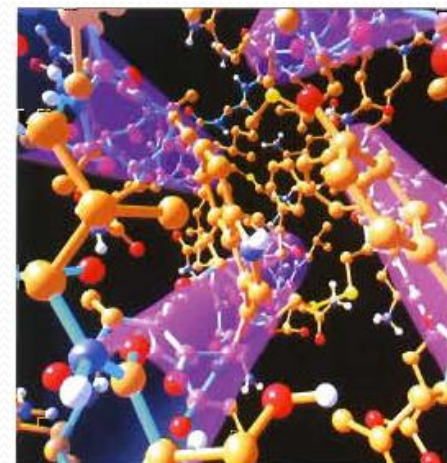


Рис. 10

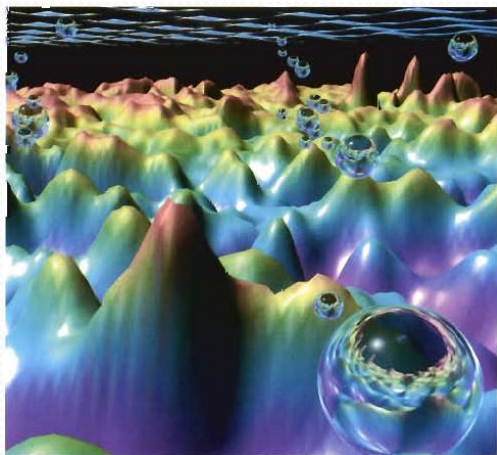


Рис. 11

Научная визуализация - создание графических отображений научных, технических и медицинских данных и процессов (см. рис. 8-11).

Деловая визуализация – отображение наборов данных, относящихся к торговле, промышленности и другим ненаучным отраслям.

Что отличает эти визуализации от визуализации графиков и диаграмм:

- большие объемы исходной информации;
- изучение протекания процессов высокой сложности.

Численное компьютерное моделирование, спутниковые камеры и другие записывающие устройства → файлы, содержащие тысячи или миллионы значений.

Просмотр этих огромных наборов цифр с целью определения тенденций и взаимосвязей – утомительное и неэффективное занятие. Преобразование этих данных в визуальную форму → видны тенденции и общий рисунок.

Методика визуализации также используется для облегчения понимания и анализа сложных математических функций.

Распознавание и обработка изображений

Используется в

- системах искусственного зрения (зрение роботов и систем специального назначения);
- авиационной и космической картографии;
- системах распознавания текстов;
- оцифровке чертежей или схем (векторизация)
- растровая изобразительная графика (оцифровка и преобразование фотографий, рисунков)

В качестве исходного материала служат:

- отсканированные изображения;
- космические снимки;
- радиолокационные или инфракрасные изображения;
- ...

Цель распознавания:

- выделение отдельных элементов (букв текста на изображении документа или условных знаков на изображении карты);
- классификация изображения в целом (распознавание воздушных аппаратов или установление персоны по отпечаткам пальцев).

Цель обработки:

- переместить отдельные части изображения;
- увеличить контрастность цветов;
- уменьшить шумы, повысить качество изображения;
- ...

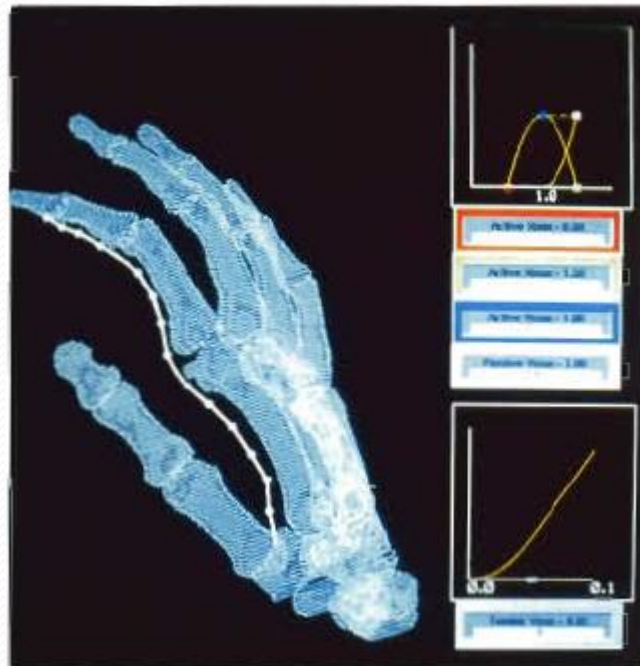


Рис. 12

В медицине методы обработки изображений также интенсивно используются для усиления изображений рентгеновских снимков, при томографии, магниторезонансных обследований, ультразвукового зондирования и для моделирования хирургических операций. Томография – это методика фотографирования в рентгеновских лучах для визуального наблюдения органов, закрытых мягкими тканями (рис. 12). Хотя сами первичные данные формируются специальной медицинской аппаратурой, последующая компьютерная обработка и созданное цветное изображение позволяют специалистам достаточно просто интерпретировать их.

Графические пользовательские интерфейсы (GUI)



Рис. 13

В последнее время визуальная парадигма стала доминирующей в сфере взаимодействия пользователя с компьютером.

Главный элемент графического интерфейса – это блок управления окнами, позволяющий пользователю видеть на экране многочисленные прямоугольные участки, которые называются окнами (рис. 13).

Интерфейсы также служат для изображения меню или панели кнопок для выбора соответствующих действий и устройств указания, таких как мышь.

Преимущество кнопок: занимают меньше места на экране, чем соответствующие текстовые описания, и при удачном дизайне их назначение можно понять намного быстрее. С точки зрения пользователя оконные операционные системы – Microsoft Windows, графические оболочки для Linux (типа X Windows), Mac OS- отличаются только деталями.

Сейчас уже миллионы людей пользуются услугами Internet. Доступ к этой сети немислим ,без графических программ-браузеров, таких как Internet Explorer, Mozilla Firefox, которые используют, по сути, одни и те же графические средства интерфейса, также относящиеся к компьютерной графике.

Обучение



Рис. 14

Создание различных тренажеров для практических занятий или обучения капитанов кораблей (рис. 14), пилотов самолетов, космонавтов, авиадиспетчеров, водителей автомобилей.

Общепринятой практикой стало обучение пилотов с помощью систем моделирования реальной ситуации, как она видится из кабины самолета во время пилотирования, создание изображений виртуального динамического мира во всем его многообразии в реальном масштабе времени.

Результат - значительное снижение стоимости обучения, гарантируя при этом его высокое качество и безопасность.

Виртуальная реальность



Рис. 15

Виртуальная реальность (VR – virtual reality) – комплекс аппаратных и программных средств имитации окружающей среды с помощью видео, аудио, тактильных и других эффектов.

Используется:

- специальный шлем с парой миниатюрных дисплеев, на экранах которых формируются разные изображения для правого и левого глаза для создания стереоэффекта. Положение и ориентация головы наблюдателя постоянно анализируется и соответственно изменяется изображение на экранах дисплеев.
- различные сенсоры, соприкасающиеся с телом;
- средства «влияния» на виртуальную среду - перчатки с датчиками, которые позволяют «брать» изображаемые предметы, передвигать и переворачивать их, взаимодействовать с ними различными способами.
- звуковое сопровождение.

В результате создается полная иллюзия погружения в виртуальную среду, наблюдатель чувствует себя участником происходящего. Это становится уже не только развлечением, но и инструментом для практического применения. Например, с помощью такой системы хирург может отработать методику проведения операции, космонавт может подготовиться к выходу в открытый космос и проведению ремонтных работ, водитель тяжелой техники освоить рычаги управления (см. рис. 15).

Архитектурное проектирование



Рис. 16

Применение:

1. Анализ внешнего вида архитектурного сооружения до строительства в целях выбора облика здания, его согласованности с ландшафтом и исторической застройкой (см. рис. 16).
Просмотр реалистичной модели:
 - для наземного наблюдателя;
 - из окна;
 - с крыши;
 - с соседних зданий;
 - с вертолета.Подбор:
 - строительных материалов;
 - окраски и других оптических свойств стен;
 - освещение.
2. Создание планов этажей и квартир (расположение комнат, дверей, лестниц, выступов, стоек и других элементов здания – см. рис. 17). Распределение пространства в офисе или в производственном помещении.
3. Расположение электропроводки, розеток, системы пожарной сигнализации и т.п.



Рис. 17

Развлечения



Рис. 18



Рис. 19



Рис. 20

Широкое применение в телевизионной продукции, кинофильмах и музыкальных клипах.

Графические изображения:

- дополняют игру живых актеров и реальные сцены (см. рис. 18);
- полностью заменяют «натурную» съемку (см. рис. 19 и 20).

Стоимость создания сравнима + спецэффекты, создания изображений компьютерных чудовищ, имитация стихийных бедствий и других элементов.

Компьютерное искусство



Рис. 21



Рис. 22

Применение:

- в изобразительном искусстве;
- в полиграфии (верстка, оформление).

Научная литература (много формул) – система верстки LaTeX.

Рисование картин. Использование графического планшета с пером, которое может имитировать различные мазки кистью, разную ширину кисти и разные цвета (см. рис. 21 и 22).