

Проект комиссии Президента
по модернизации и технологическому развитию экономики России
«Создание системы подготовки высококвалифицированных кадров
в области суперкомпьютерных технологий и
специализированного программного обеспечения»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель экспертного совета
системы НОЦ СКТ, член-корр. РАН
В.В. Воеводин

" _____ " _____ 201__ г.

Программа дисциплины
«КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ГРАФИКА»

«071900.62 (230201.62) Информационные системы и технологии»

Разработчики:
к.т.н., Должиков С.В.
к.ф.-м.н. Пустовалов Е.В.
Рецензент:

Москва

Учебно-методический план курса лекций

«Компьютерная геометрия и графика» Должиков С.В., Пустовалов Е.В.

1. Аннотация курса

Данный курс является курсом вариативной части профессионального цикла для студентов IV года обучения в бакалавриате. Курс читается во I семестре. Длительность курса 108 часов, включая 36 лекционных часов, 36 часов практических занятий и 36 часов самостоятельной работы. В конце семестра сдаются курсовые работы. Авторы программы к.т.н. Должиков С.В. и к.ф.-м.н. Пустовалов Е.В. Лектор 2011/12 учебного года к.т.н. Должиков С.В. При чтении лекций используются компьютерные презентации.

2. Место дисциплины в учебном плане.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Целями освоения дисциплины (модуля) компьютерная геометрия и графика являются:

- овладение основными алгоритмами компьютерной графики;
- получить представление о форматах графических данных;
- овладение навыками программирования двух- и трехмерной графики;
- освоение параллельных алгоритмов и GPGPU в задачах компьютерной графики.

3. Содержание дисциплины.

Перечень разделов курса (в том числе перечень тем семинарских занятий, при наличии описание практикума, коллоквиума).

Программа учебного курса содержит пять разделов.

Первый раздел посвящен основным понятиям машинной (компьютерной) графики. Рассматриваются разделы и составные части машинной графики.

Второй раздел посвящен двумерным алгоритмам. Детально рассматриваются алгоритмы отсечения Коэма и Сазерленда, применение рекурсий, сглаживание кривых, тригонометрические функции и эффективность вычислений, операции быстрого поворота.

В третьем разделе рассматривается математический аппарат алгоритмов трехмерной графики. Рассматриваются вектора, детерминанты, декомпозиция полигонов на треугольники, однородные координаты и однородные координаты в матричной форме, практические замечания по трехмерным алгоритмам.

Четвертый раздел посвящен форматам графических данных. В разделе рассматриваются задачи теории представления графики, Bitmap и векторные представления, черно-белые и цветные изображения, сжатие изображений, графическое и символьное кодирование, кодирование методом Хофмана, форматы графических файлов (изображений).

В пятом разделе рассматриваются компьютерные программы обработки графических данных. Раздел посвящен программам САПР, настольные издательские системы и программы редактирования изображений. Параллельные алгоритмы в задачах компьютерной графики. Основы технологии CUDA и высокопроизводительных вычислений на графических процессорах.

4. Перечень разделов курса.

Основные понятия машинной (компьютерной) графики. Введение в машинную графику. Разделы и составные части машинной графики.

Вычислительная геометрия. Вычислительная задача. Алгоритмическая парадигма. Абстрактные типы данных.

Двумерные алгоритмы. Преобразования и новые координаты. Окна и области вывода.

Систему уравнений для преобразований координат точки в фиксированной системе. Поворот, матричная запись. Графическое представление соотношений между значениями. Размеры и положения окна. Отображение окна на области вывода.

Отсечение линий. Алгоритм отсечения Коэма и Сазерленда. Автоматический подбор размеров и позиций (окна и области вывода).

Отсечение линий вне окна. Процесс отсечения. Реализация алгоритма отсечения Коэма и Сазерленда. Масштабирования по обеим осям в горизонтальном и вертикальном направлениях. Двойной просмотр данных. Коэффициент масштабирования.

Применение рекурсий. Сглаживание кривых.

Пример “Пифагорово дерево”. Рекурсивная функция. Вариант программы дерево Пифагора. В-сплайн. Параметрическое представление кривых. правило Горнера.

Тригонометрические функции -эффективность вычислений.

Операции быстрого поворота. Необходимость расчета тригонометрических функций. Временные затраты на вычисления тригонометрических функций. Расчет \sin и \cos через tg . Стандартная операция поворота системы координат на угол α . Метод быстрого поворота Бьюнемана.

Интерфейс пользователя.

Информации диалог "человек-компьютер". Изобразительная компьютерная графика, обработка и анализ изображений, анализ сцен (перцептивная компьютерная графика), компьютерная графика для научных абстракций.

Математический аппарат алгоритмов трехмерной графики. Вектор. Детерминанты. Декомпозиция полигонов на треугольники. Векторное произведение. Правило Крамера. Геометрические свойства. Трехмерное пространство.

Однородные координаты. Однородные координаты в матричной форме. Перспективные изображения. Вторая производная. Эффективные вычисления. Матричное произведение.

Видовое преобразование. Перспективные преобразования. Ассоциативность матричного умножения.

Практические замечания по трехмерным алгоритмам. Вычерчивание проволочных моделей. Координатные оси. Свободное пространство.

Обработка полутонов (Использование модели освещения Фонга). Удаление невидимых линий. Алгоритм определения невидимых линий. Границы поверхности. Недопустимая последовательность.

Основы пространственной фильтрации. Линейная пространственная фильтрация. Нелинейные пространственные фильтры. Алгоритм Сазерленда-Коэна.

Простая программа для удаления невидимых линий. Тестовый пример.

Полигоны и пикселы. Эффективность в задаче удаления невидимых линий. Полигональная сетка. Векторно-полигональная модель.

Форматы графических данных. Теория представления графики. Bitmap и векторные представления. Область вывода. Побитовая операция.

Черно-белые и цветные изображения. Сжатие изображений. Графическое и символьное кодирование. Физическая реальность. Четырехбитовый код.

Групповое сжатие (кодирование). Кодирование методом Хоффмана. Форматы графических файлов (изображений). Цветовые схемы и дополнительная дискретизация. Бинарное дерево Хаффмана. Арифметическое кодирование.

Компьютерные программы обработки графических данных. Программы САПР. Ядро свертки. Степень близости.

Программы редактирования изображений. Алгоритм Брезенхема. Векторная Графика.

Параллельные алгоритмы. Алгоритмы бинарных, КД деревьев в задачах растеризации трехмерных сцен. Использование графических процессоров при визуализации и обработке двумерных и трехмерных изображений.

5. Тематический план курса.

Распределение часов курса по темам и видам работ представлено в таблице 1

Таблица 1

№ п/п	Раздел Дисциплины	Всего (Часов)	Лекции (Часов)	Лабораторные работы (Часов)	Самостоятельная работа студентов (Часов)
1	Основные понятия машинной (компьютерной) графики. Введение в машинную графику. Разделы и составные части машинной графики.	2	2		1
2	Написать программу для поворота отрезка прямой линии на произвольный угол относительно заданной точки.	1			1
3	Двумерные алгоритмы. Преобразования и новые координаты. Окна и области вывода.	5	2	2	1
4	Реализовать процедуру отсечения. В заданном окне 20-50 концентрических прямоугольников, смещенных друг относительно друга на произвольный	1			1

	угол и на dR с использование процедуры отсечения.				
5	Отсечение линий. Алгоритм отсечения Коэма и Сазерленда. Автоматический подбор размеров и позиций (окна и области вывода).	5	2	2	1
6	Рассмотреть возможность модификации алгоритма отсечения с целью повышения его эффективности (возможно с применением параллельных вычислений на CUDA), сравнить эффективность для “оригинального” алгоритма и не модифицированного.	1			1
7	Применение рекурсий. Сглаживание кривых.	5	2	2	1
8	Написать программу, генерирующую полигон произвольной формы с n-вершинами (n=100). Вариант для	1			1

	параллельных вычислений на CUDA				
9	Тригонометрические функции - эффективность вычислений. Операции быстрого поворота.	5	2	2	1
10	Написать программу для разбиения полигонов на треугольники (треугольники раскрасить разным цветом). Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
11	Интерфейс пользователя.	5	2	2	1
12	Написать программу для вычерчивания проволочной модели куба в трехмерном пространстве. Начало мировых координат выбирается в центре куба. Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
13	Математический аппарат алгоритмов трехмерной графики Вектор. Детерминанты. Декомпозиция полигонов на	5	2	2	1

	треугольники.				
14	Написать программу для вычерчивания проволочных моделей (пирамида, параллелепипед, и т.п.). Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
15	Однородные координаты. Однородные координаты в матричной форме. Перспективные изображения.	5	2	2	1
16	Вычертить сложную фигуру. (индивидуальное задание). Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
17	Видовое преобразование. Перспективные преобразования.	7	2	4	1
18	Написать программу для моделирования освещения объектов по Фонгу (двух сфер). Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
19	Практические замечания по трехмерным алгоритмам.	7	2	4	1

	Вычерчивание проволочных моделей.				
20	Написать программу для удаления невидимых линий. Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
21	Обработка полутонов (Использование модели освещения Фонга). Удаление невидимых линий. Алгоритм определения невидимых линий.	5	2	2	1
22	Вычертить пирамиду из брусков. Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
23	Простая программа для удаления невидимых линий. Тестовый пример. Полигоны и пиксели. Эффективность в задаче удаления невидимых линий.	5	2	2	1
24	Реализовать алгоритм группового кодирования. Вариант для параллельных	1			1

	вычислений на CUDA				
25	Форматы графических данных Теория представления графики. Bitmap и векторные представления.	5	2	2	1
26	Реализовать алгоритм кодирования по Хоффману. Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
27	Черно-белые и цветные изображения. Сжатие изображений. Графическое и символьное кодирование	5	2	2	1
	На различных примерах (текстовые файлы и бинарные файлы) сравнить эффективность сжатия по Хоффману и группового кодирования. Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
28	Групповое сжатие (кодирование). Кодирование	5	2	2	1

	методом Хоффмана. Форматы графических файлов (изображений). Цветовые схемы и дополнительная дискретизация.				
29	Реализовать программы для записи и воспроизведения изображений в различных форматах. Вариант для параллельных вычислений на CUDA	1			1
30	Компьютерные программы обработки графических данных. Программы САПР.	8	2	4	2
31	Настольные издательские системы.	4	2		2
32	Программы редактирования изображений	4	2		2
ИТОГО		108	36	36	36

6. Литература и Web-источники

а) основная литература:

1. Аммерал Л. «Принципы программирования в машинной графике» Пер. с англ. М.:Сол.систем., 1992, 224с.
2. Аммерал Л. «Машинная графика на персональных компьютерах» Пер. с англ. М.:Сол.систем., 1992, 232с.

3. Аммерал Л. «Интерактивная трехмерная машинная графика» Пер. с англ. М.:Сол.систем., 1992, 317с.

4 . Котов Ю.В. Как рисует машина. М.:Наука, 1988, 224с.

5. Гардан И., Люка М. Машинная графика и автоматизация конструирования. М.Мир, 1987, 272с.

6. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.:ДМК Пресс, 2011, -232 с.

7. Воеводин Вл. В., Жуматий С. А. Вычислительное дело и кластерные системы. –М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.

8. М.Петров, В.Молочков “Компьютерная графика. Учебник для вузов (+ CD-ROM)” -С.-Пб.:Питер. 2006. -816с.

9. Дональд Херн, М. П. Бейкер «Компьютерная графика и стандарт OpenGL» - М.:Вильямс. 2005.-1168с.

10. Е. В. Шикин, А. В. Боресков «Компьютерная графика. Полигональные модели» -М.:Диалог-МИФИ, 2005, -464с.

б) дополнительная литература:

1. Карриган Дж. Компьютерная графика. Пер. с англ. М.:Энтроп, 1995, 352с.

2. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. – М.: «Диалог-МИФИ», 1995. – 288с.

3. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Полигональные модели. – М.: «Диалог-МИФИ», 2000. – 464с.

4. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на С++. Пер. с англ. – М.: «Издательство БИНОМ», 1997. – 304с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Visual Studio 2010

2. MSDN <http://msdn.microsoft.com>