
Компютърна графика

Въведение

Организация на курса

■ Лекции

- сряда, 9:30 – 11:15, зала 2140
- всяка седмица

- доц. д-р Милена Лазарова
 - каб. 1300
 - milaz@tu-sofia.bg
 - приемен час
 - понеделник, сряда, 11:30 – 12:30ч.

Организация на курса

■ Лабораторни упражнения

- съгласно седмичния разпис
- зала 2108б
- на подгрупи
- по 3 часа, през седмица

- хон.ас. Силвия Димитрова

Организация на курса

- Web сайт на катедра КС (moodle)
 - cs-tusofia.eu
 - Курсове степен бакалавър-инженер – семестър VII
 - Код за записване
 - **KG2013**
 - Курсов проект
 - Курсова работа
-

Литература

- J. Hughes, A. van Dam, M. McGuire, D. Sklar, J. Foley, S. Feiner, K. Akeley, *Computer Graphics: Principles and Practice*, Addison-Wesley, 2013
- D. Shreiner, G. Sellers, J. Kessenich, B. Licea-Kane, *OpenGL Programming Guide: The Official Guide to Learning OpenGL 3.0 and 3.1*, Addison-Wesley, 2009
- P. Shirley, St. Marschner, *Fundamentals of Computer Graphics*, A K Peters, 3rd ed., 2009
- *GPU Gems 1, 2, 3*, Addison-Wesley, 2008

Литература

- OpenGL Programming Guide: The red book
 - www.glprogramming.com/red
 - OpenGL Reference Manual: The blue book
 - www.3dshaders.com/home
 - OpenGL Shading Language: The orange book
 - www.3dshaders.com/home
 - ACM SIGGRAPH
 - www.siggraph.org
 - NeHe OpenGL Tutorial
 - nehe.gamedev.net
-

Компютърна графика – същност

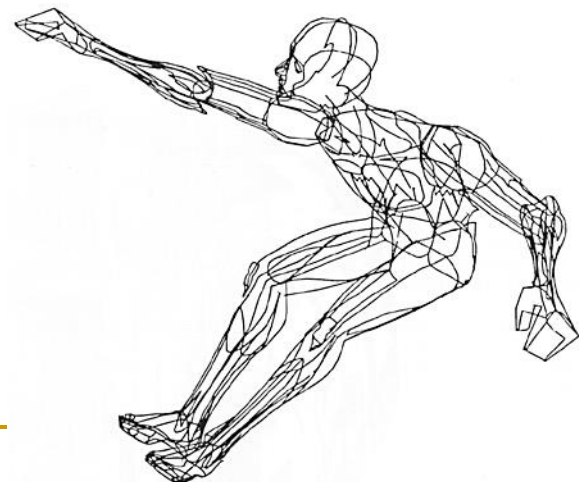
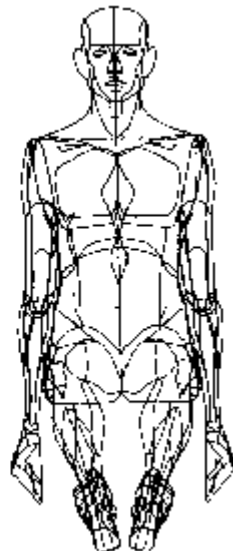
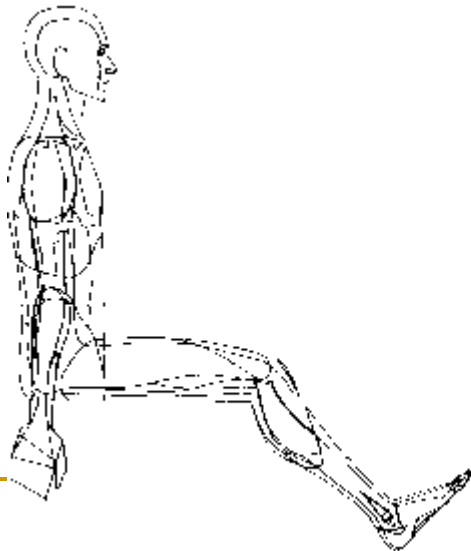
- Компютъризирано създаване, съхранение и манипулация на модели и изображения или последователности от изображения
 - хардуер
 - софтуер

- Създаването на фото реалистични изображения е сложна задача

Компютърна графика – термин

■ William Fetter

- въвежда термина “computer graphics” през 1960
- създава компютърен модел на човешко тяло
- работи за Боинг



Компютърна графика – термин

“Perhaps the best way to define computer graphics is to find out what it is not. It is not a machine. It is not a computer, nor a group of computer programs. It is not the know-how of a graphic designer, a programmer, a writer, a motion picture specialist, or a reproduction specialist.

Computer graphics is all these – a consciously managed and documented technology directed toward communicating information accurately and descriptively.”

Computer Graphics, by William A. Fetter, 1966

Компютърна графика – съпоставка

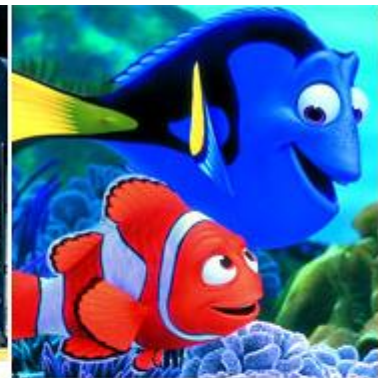
- Компютърна графика
 - **синтез** на изображения

- Компютърно зрение
 - **анализ** на изображения

Компютърна графика – приложения

■ Entertainment

□ филми



Компютърна графика – приложения

- Entertainment

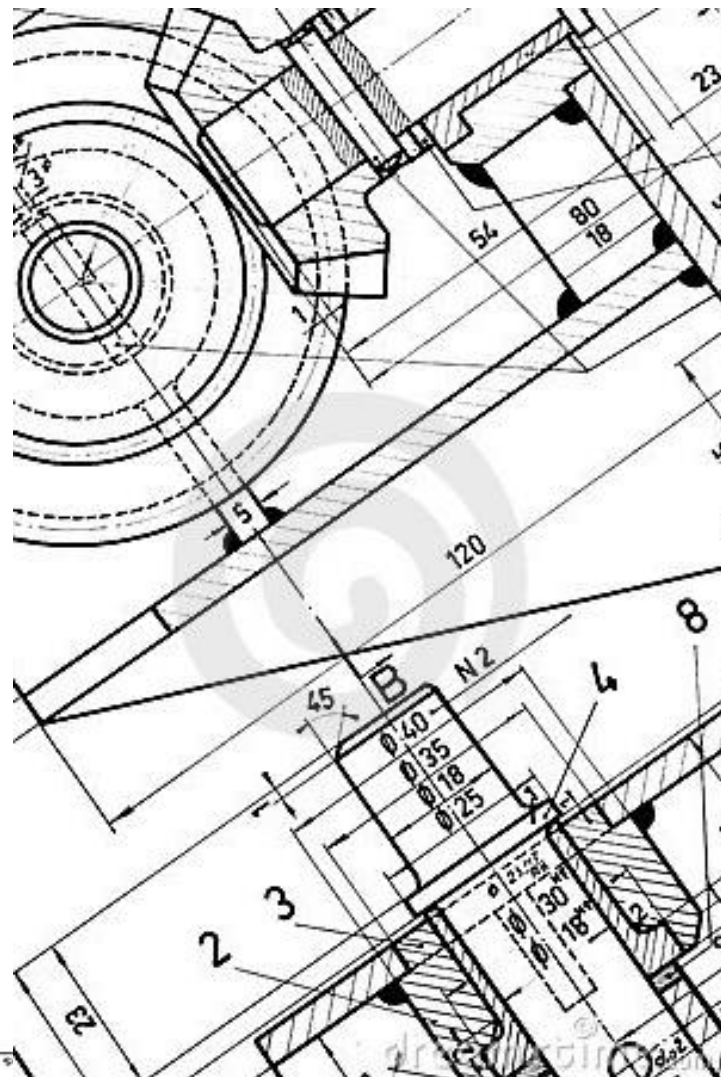
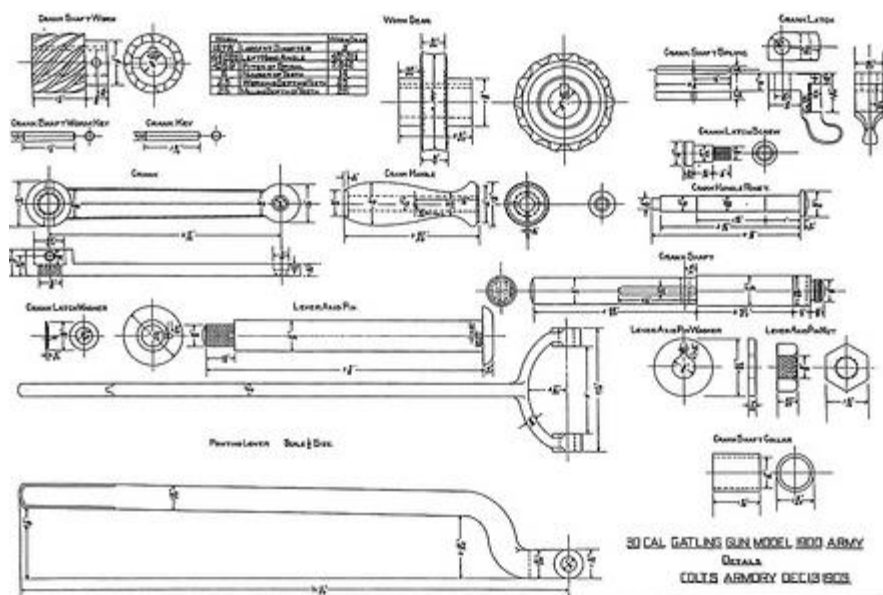
- игри



Компютърна графика – приложения

- CAD

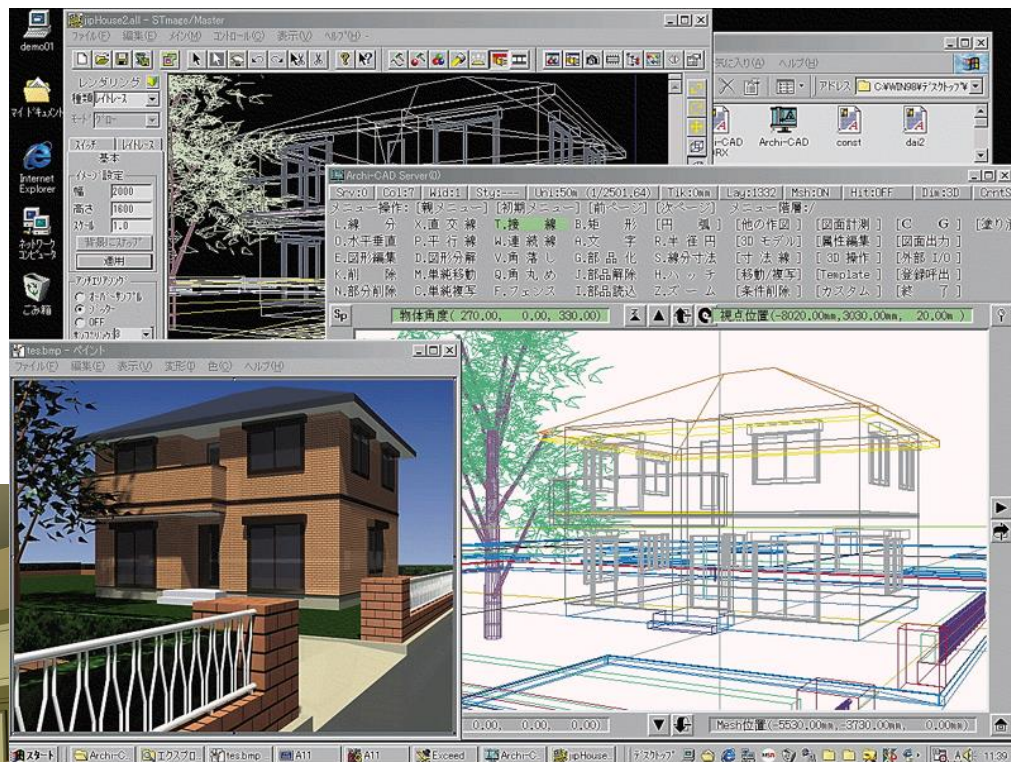
- чертежи



Компютърна графика – приложения

■ CAD

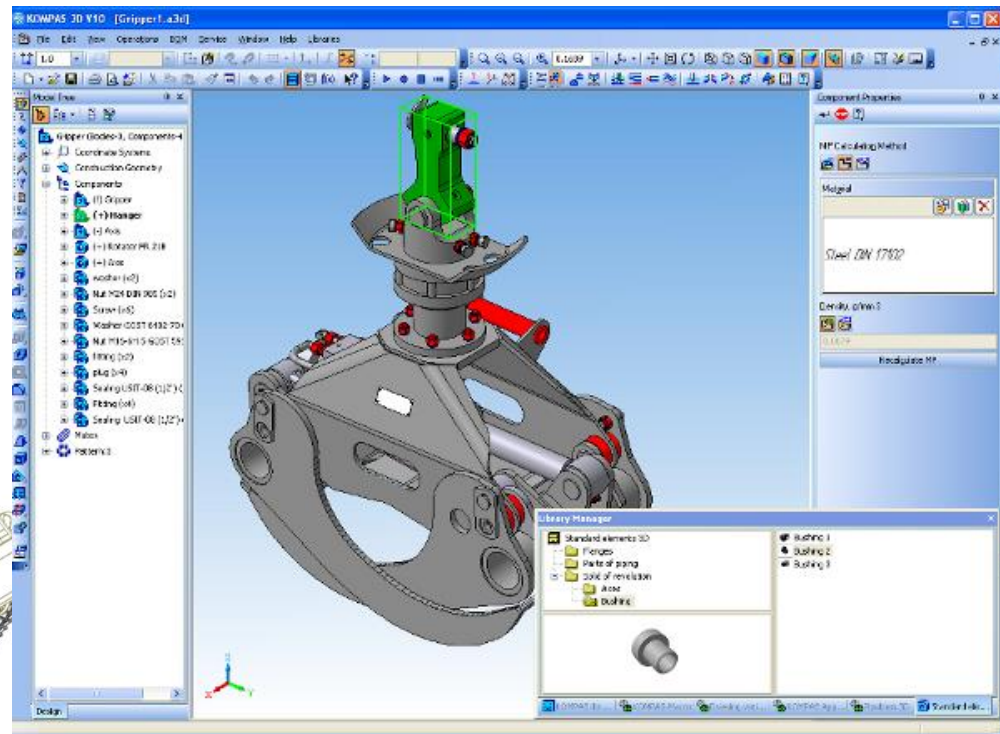
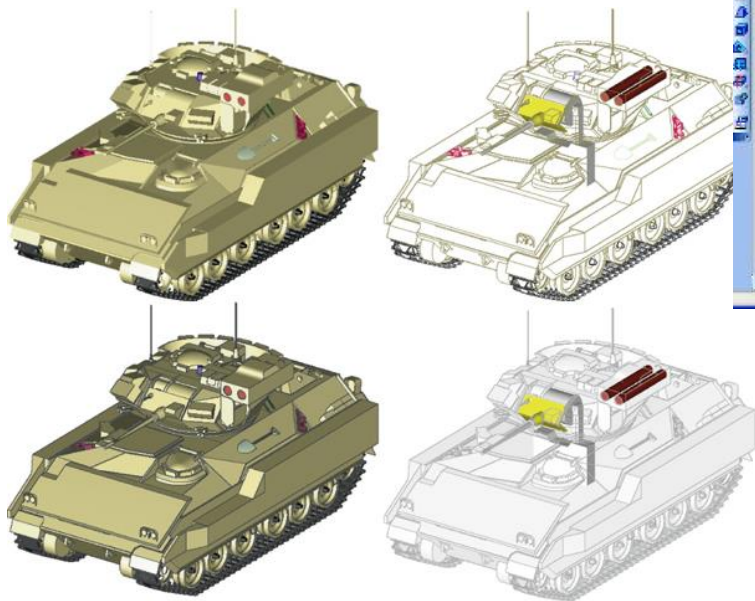
- архитектурни
 планове



Компютърна графика – приложения

■ CAD

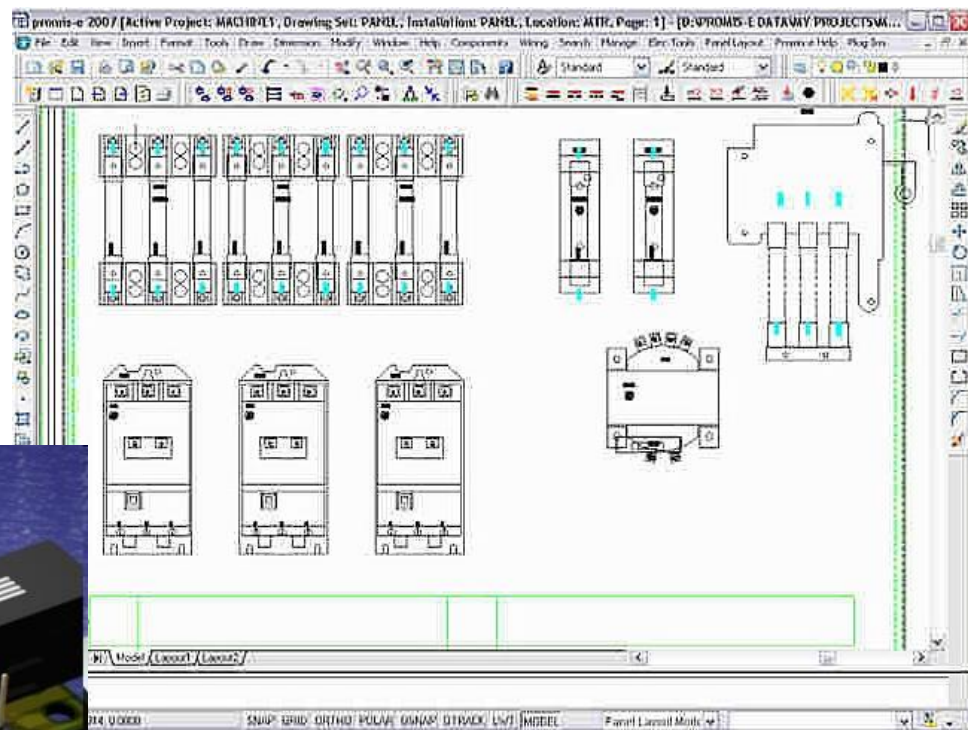
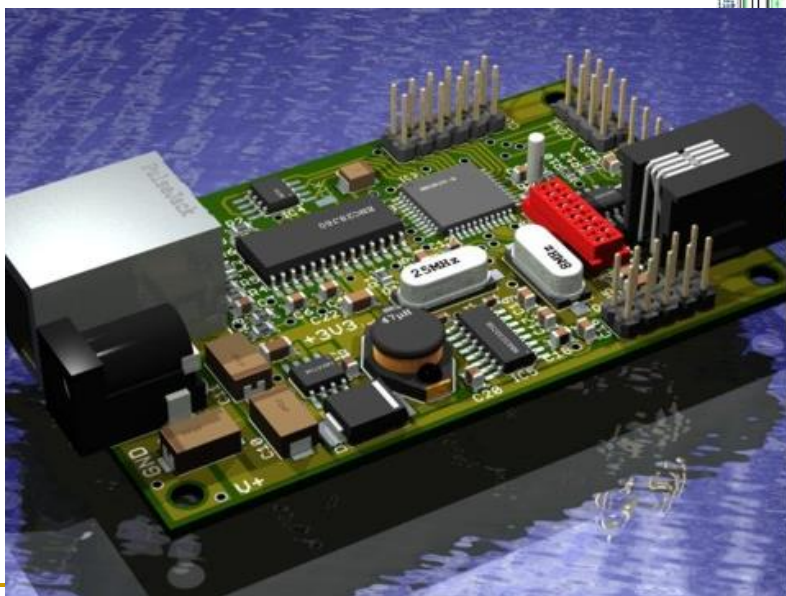
□ машинен CAD



Компютърна графика – приложения

- CAD

- електронен CAD



Компютърна графика – приложения

- Визуални симулации

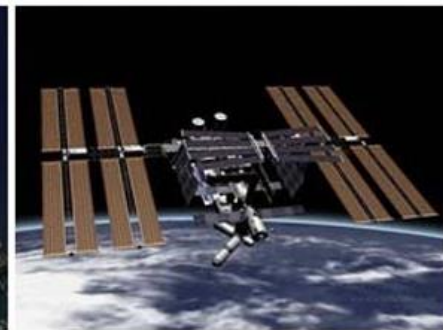
- обучение



Компютърна графика – приложения

■ Визуални симулации

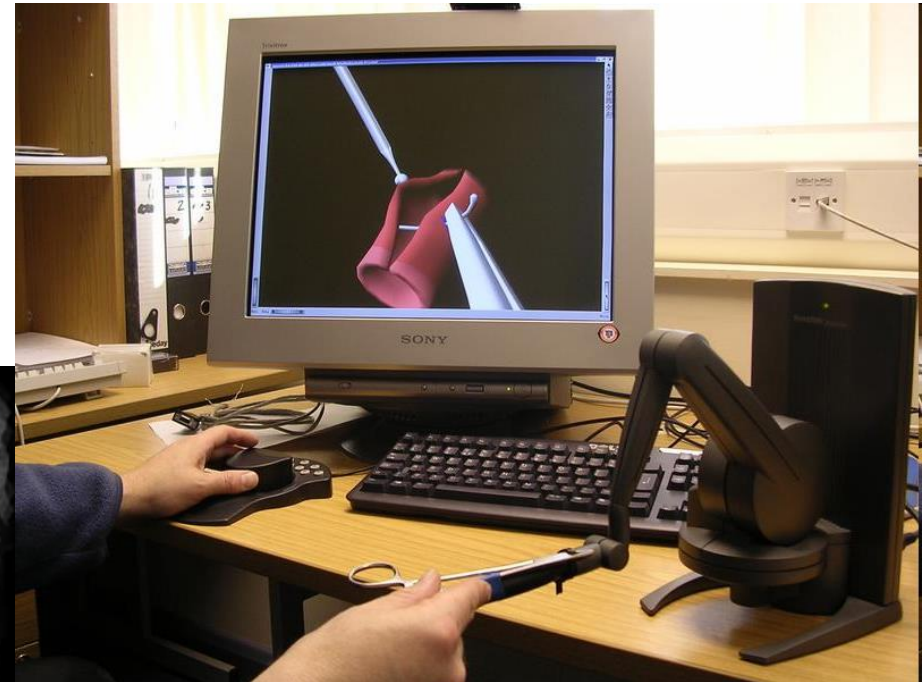
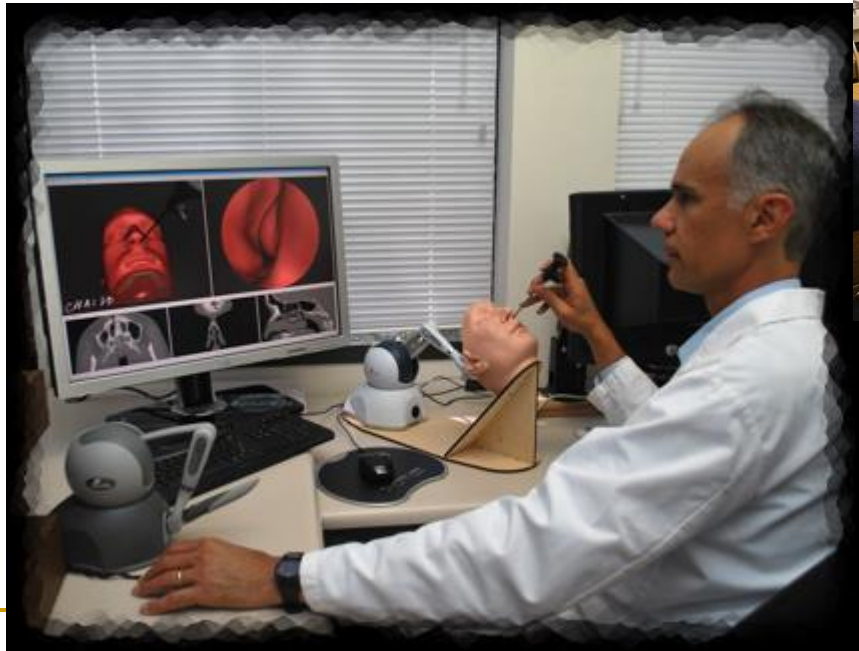
□ самолети/свалки



Компютърна графика – приложения

- Визуални симулации

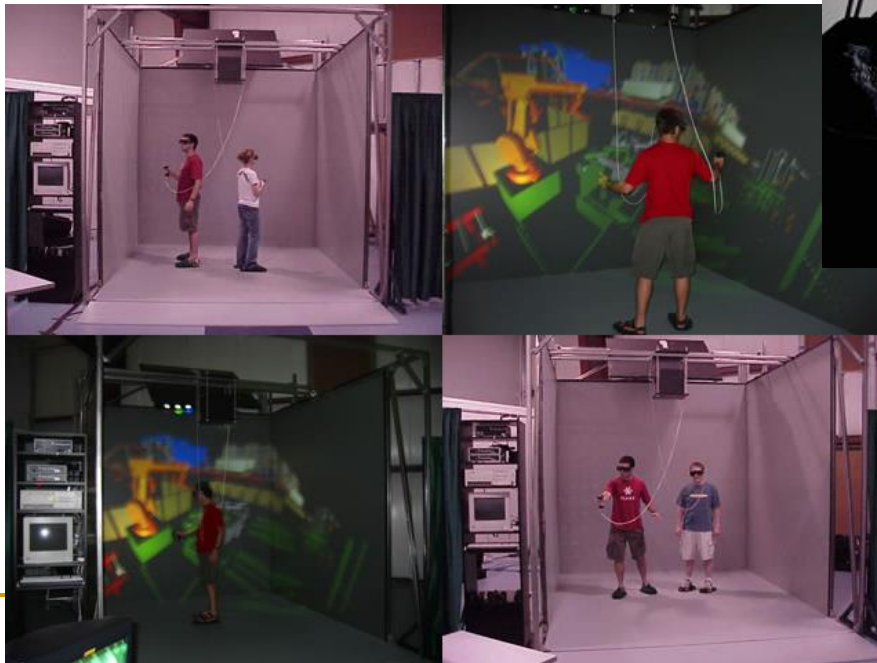
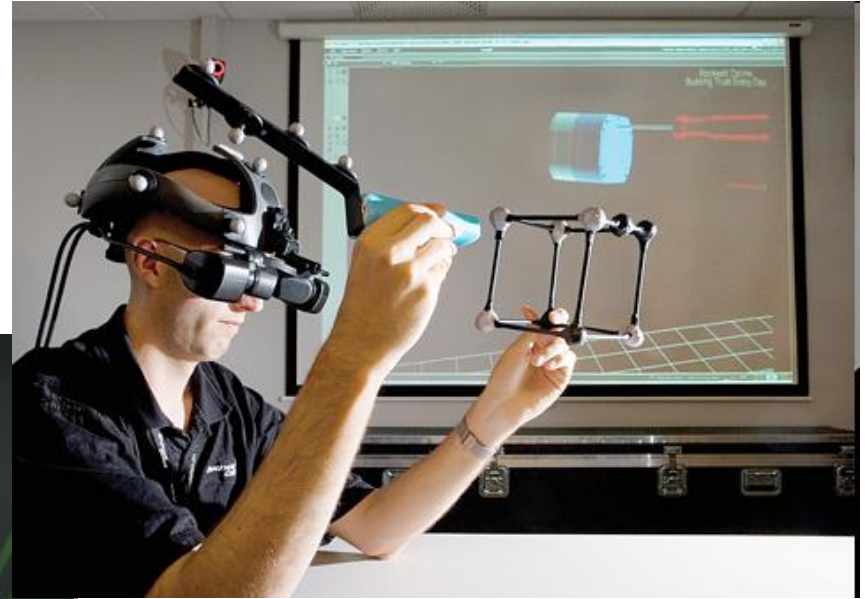
- медицина



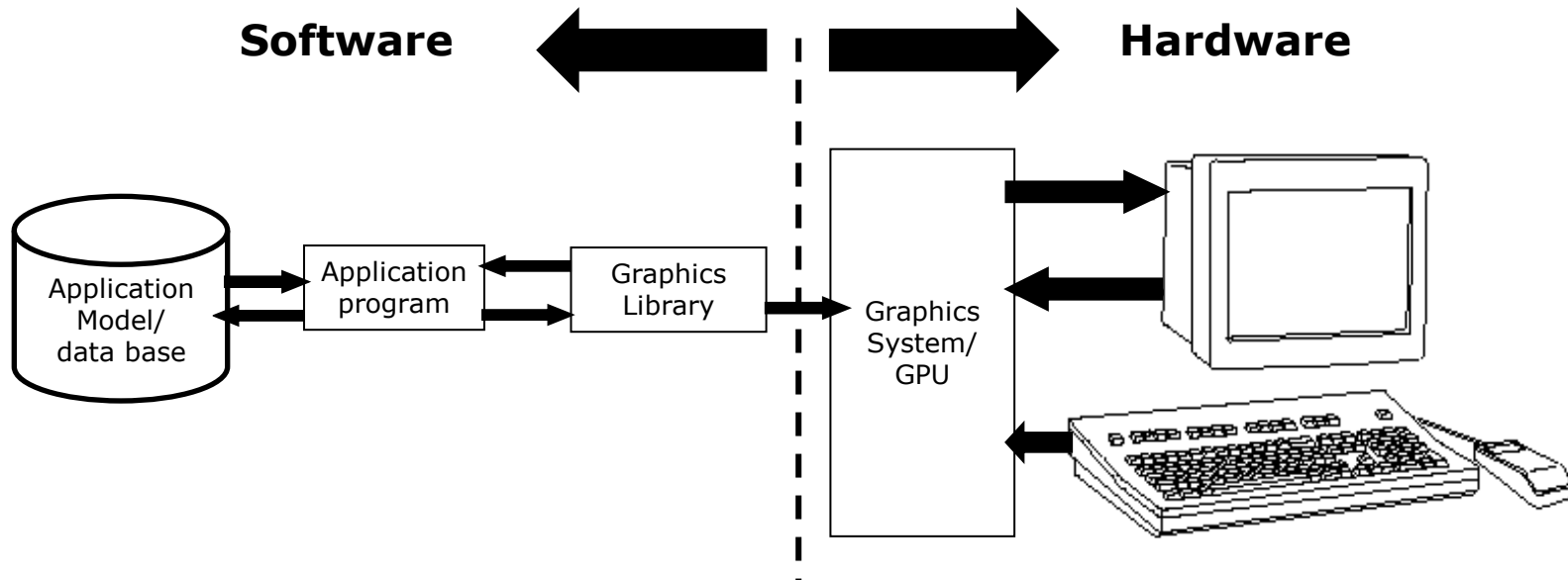
Компютърна графика – приложения

■ Визуални симулации

- виртуална реалност



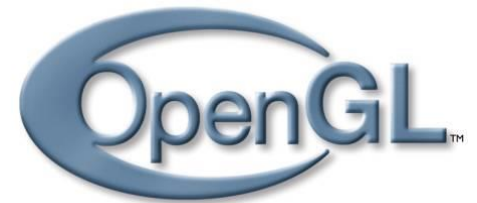
Концептуална схема



- Графичната библиотека е междинното звено свързващо приложната програма и графичния хардуер
 - приложната програма използва графичната библиотека за да визуализира модели, съдържащи графични и неграфични характеристики

Графични платформи

- Платформи
 - OpenGL™, DirectX™, Windows Presentation Foundation™ (WPF), RenderMan™
- Примитиви
 - символи, линии, полигони, мрежи, ...
- Атрибути
 - цвят
 - стил на линия
 - характеристики на материал за 3D изображения, ...
- Осветеност
- Трансформации



Съвременна компютърна графика

■ Хардуерни иновации

□ закон на Мур

- на всеки 12-18 месеца се удвоява мощността на компютърните системи за сметка на намаляване на размерите им и увеличаване на броя транзистори
- иновации на всеки 6 месеца за графичните карти
 - CPU: Intel i7 – 1 170 млн. транзистора
 - GPU: nVidia GeForce 400 – 3 000 млн. транзистора

□ високо-производителни CPU

- 64-bit, dual/quad/eight core

□ бързи GPU с вградени графични операции

- nVidia GeForce™, ATI Radeon™
- GPGPU – суперкомпютърна производителност на графичните процесори при паралелни изчисления

□ входни устройства

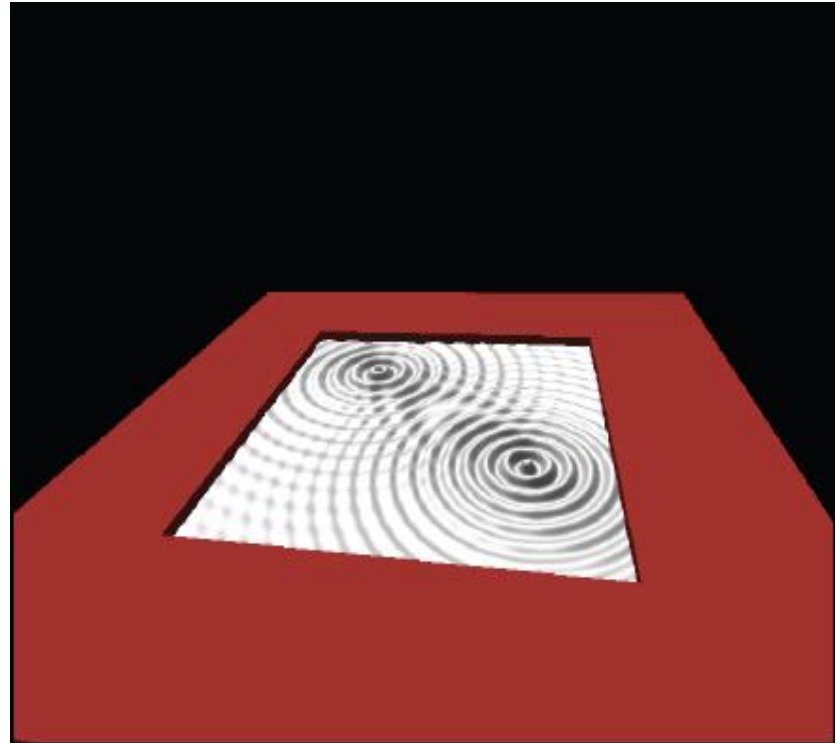
- мишка, таблет, камера, Wii, Kinect

Съвременна компютърна графика

- Софтуерни иновации
 - алгоритми и структури данни
 - моделиране на материали
 - рендериране
 - ray tracing
 - паралелни изчисления
 - повечето изчисления са “embarrassingly parallel”
 - разпределени изчисления, cloud computing

Компютърна графика – подобласти

- Геометрия
- Рендериране
- Анимация

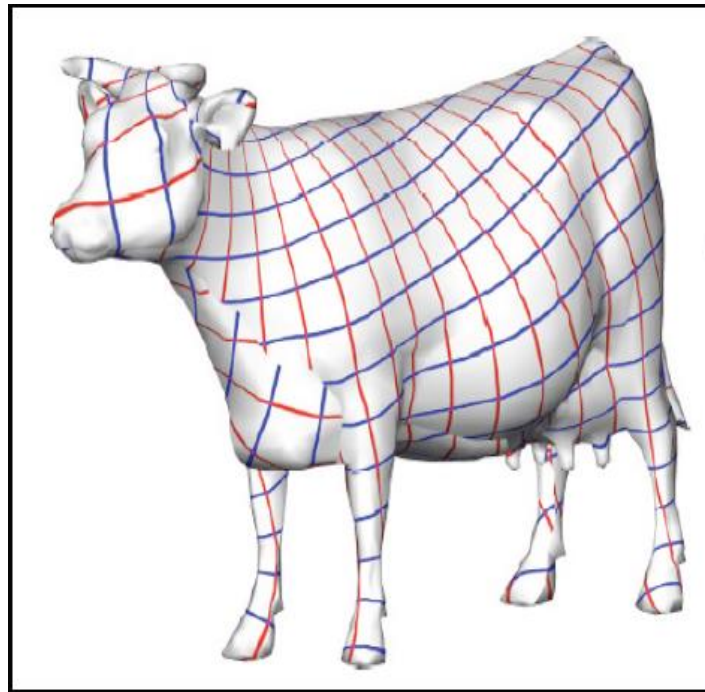


Компютърна графика – подобласти

- Геометрия
 - генериране на модел на сцената
 - математическо представяне на 3D форма, разположение, материали
- Рендериране
 - генериране на 2D изображение от модела на сцената
 - проектиране на обектите, видимост, осветеност
- Анимация
 - генериране на последователност от изображения
 - специфициране на движението на обектите

Компютърна графика – подобласти

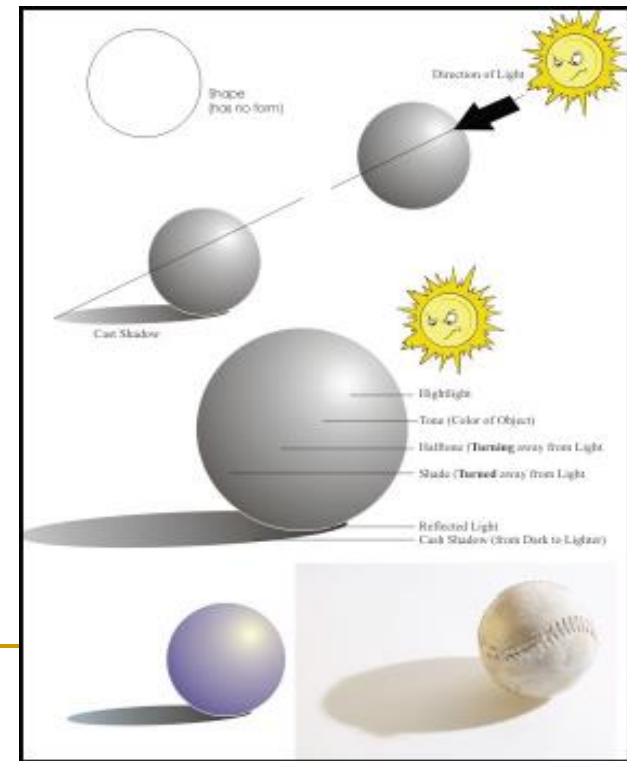
- Геометрия
 - как се представят и как се обработват повърхности



Компютърна графика – подобласти

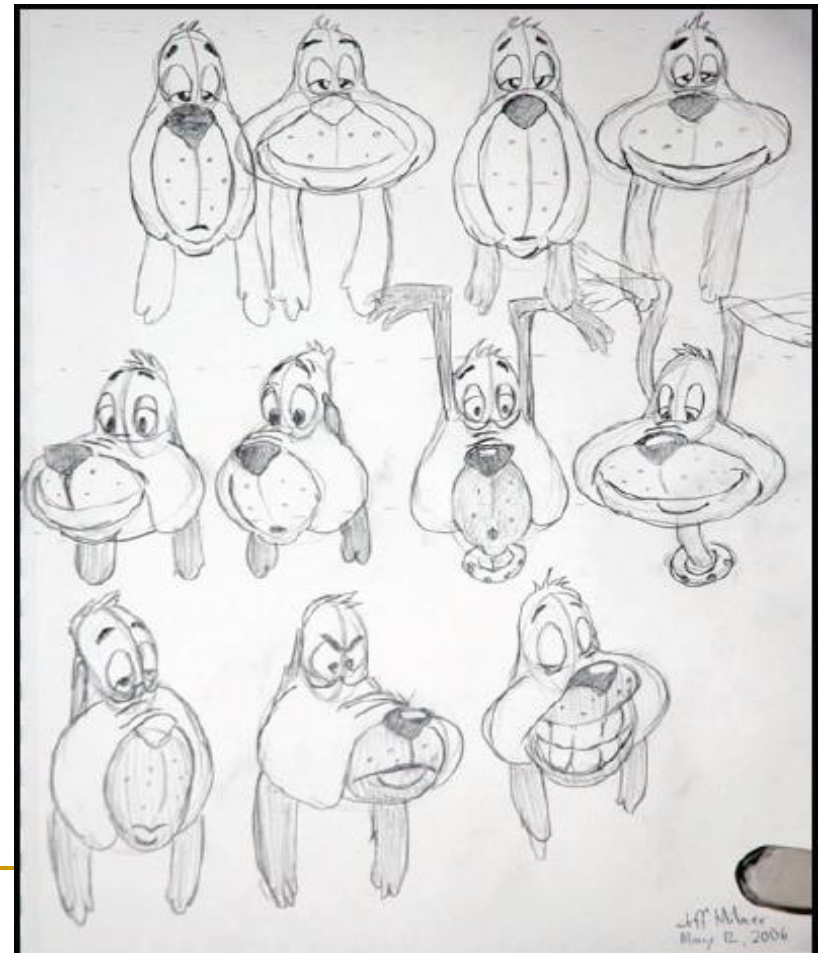
■ Рендериране

- как се представя осветеност/засенчване/закриване



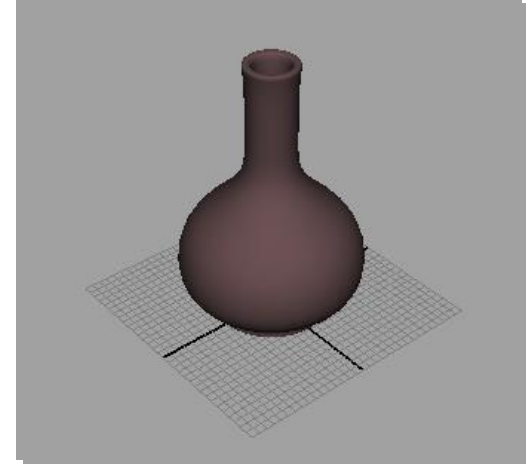
Компютърна графика – подобласти

- Анимация
 - как се представя и как се манипулира/управлява движение



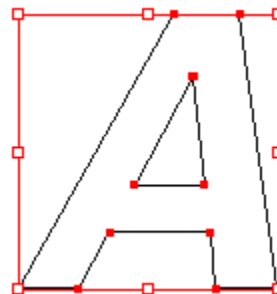
Компютърна графика – подобласти

- Създаване на модел
- Прилагане на материал към модела
- Поставяне на модела в сцена
- Поставяне на светлинни източници
- Поставяне на камера
- Рендериране
 - генериране на изображение



Компютърна графика

- Модели за представяне на данните
 - растерен модел
 - дискретни стойности на пиксели (точки)
 - векторен модел
 - геометричен модел от примитиви (вектори)

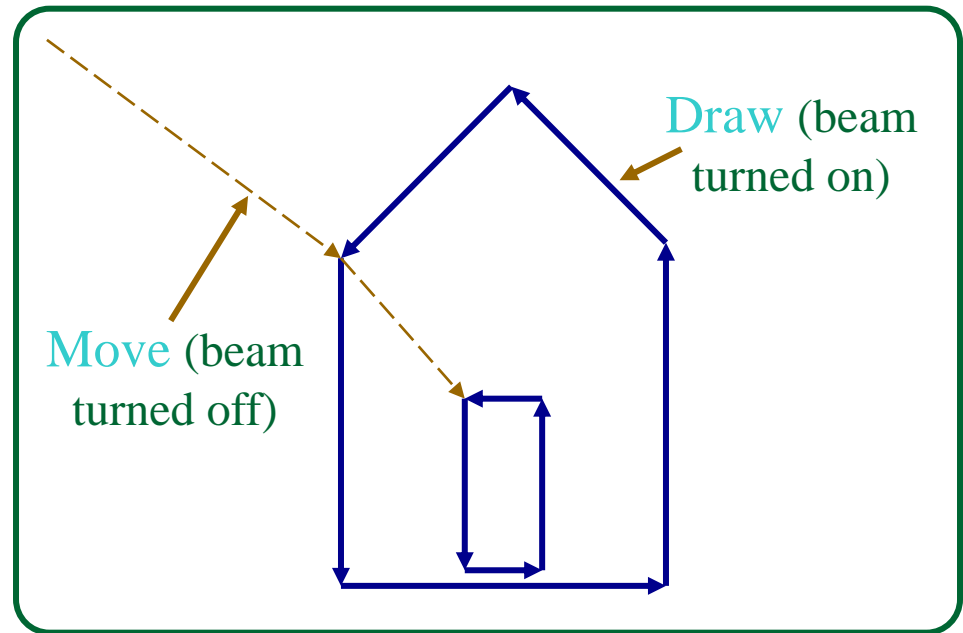
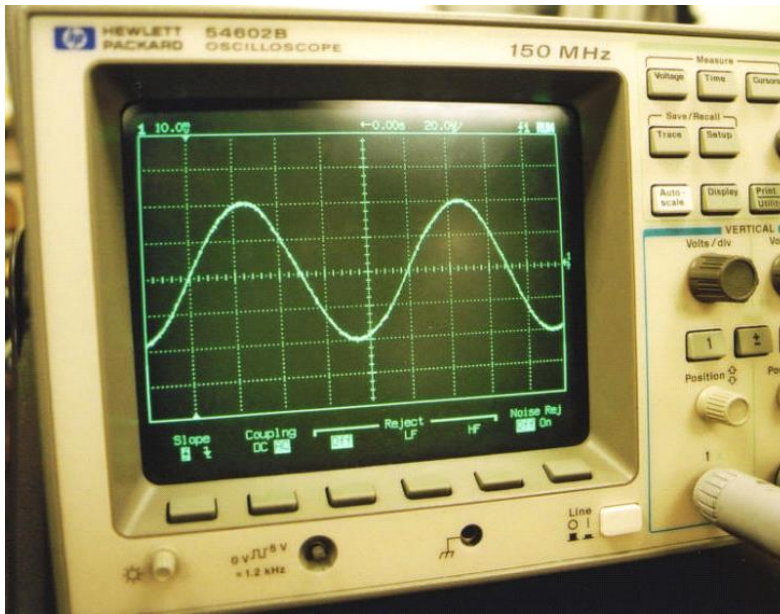


Векторен модел

- Представяне на изображенията чрез геометрични линии (вектори)
 - примитиви (възел, отсечка, полилиния, полигон) и атрибутите им
- Предимства
 - малък обем съхранявани данни (компактна структура на данните)
 - добра графика
- Недостатъци
 - сложна структура на данните
 - изчислително сложни са операции и трансформации

Векторна графика

- Използва се в първите графични системи
- Рядко приложение днес
 - трудно се визуализират запълнени региони

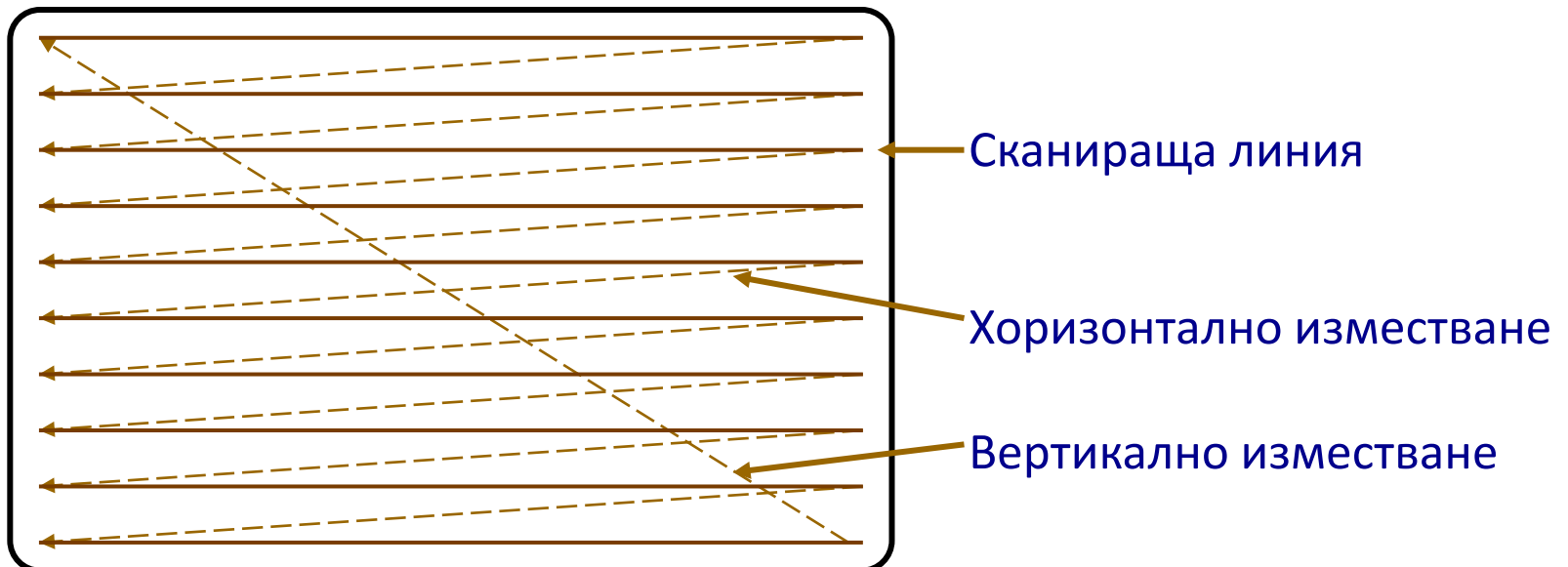


Растерен модел

- Представяне на изображението чрез отделни точки (пиксели)
 - всеки пиксел има конкретни стойности на атрибутите си
 - цвят, яркост
- Предимства
 - проста структура на данните
 - лесни операции
- Недостатъци
 - голям обем данни
 - «груба» графика
 - изчислително сложни трансформации

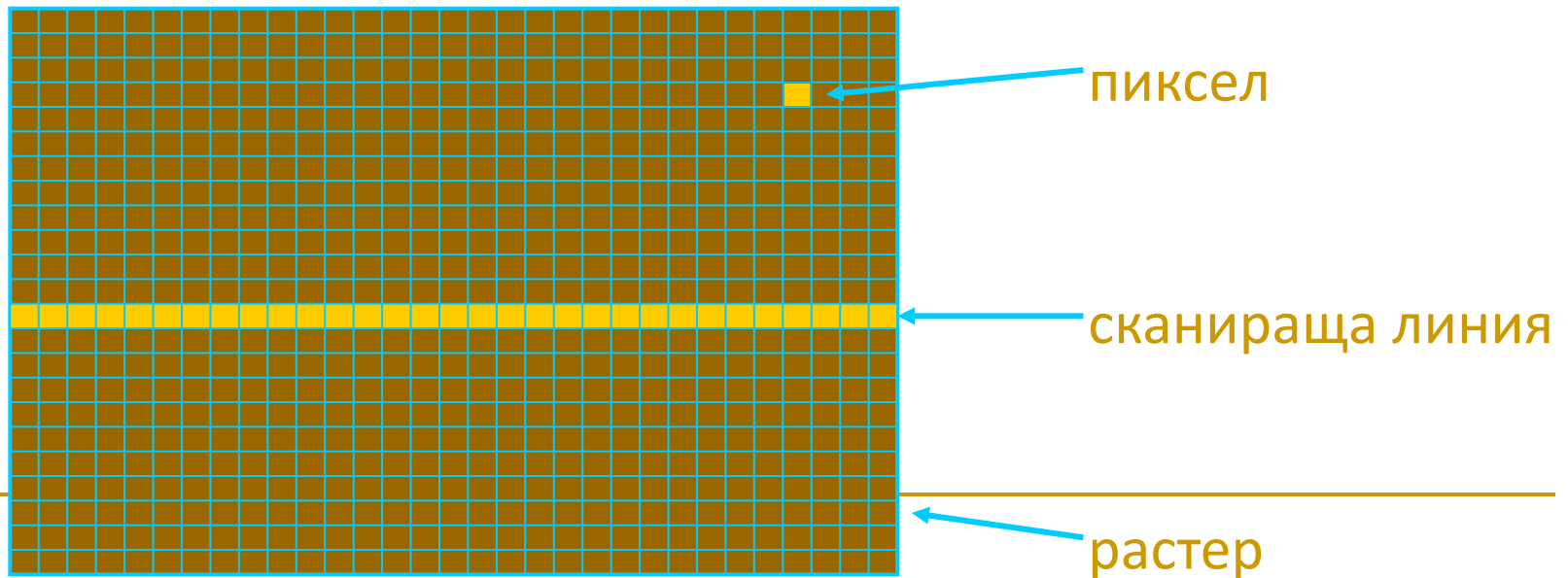
Растрна графика

- Дисплея се обновява многократно
 - например 60 пъти в секунда
- Наслагване
 - редува се визуализиране на четни/нечетни сканиращи линии



Растрна графика

- CRT (Cathode Ray Tube)
- LCD (Liquid Crystal Displays)
- LED (Light Emitting Diode)
- Plasma display



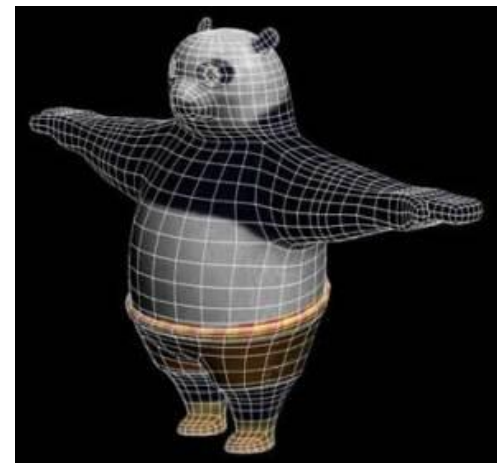
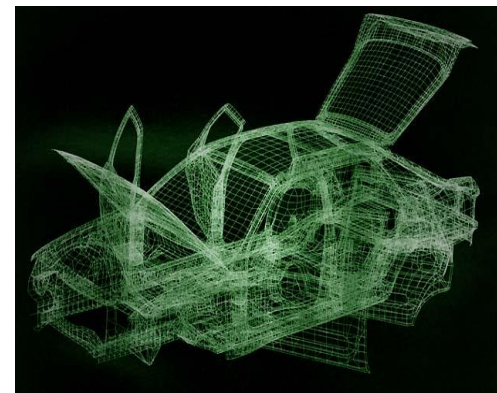
Растрни графични приложения

- Растрно-базирано представяне на визуалната информация чрез дискретни пиксели
 - пикселите се създават с дигитализиране на изображение или съответни приложения за “рисуване”
 - Примерни приложения
 - Adobe Photoshop™, GIMP™, Adobe AfterEffects™



Векторни графични приложения

- Геометрично-базирано представяне чрез геометричен модел
 - нарича се още *scalable vector graphics* или *object-oriented graphics*
 - Примерни 2D приложения:
 - Adobe Illustrator™, Adobe Freehand™, Corel CorelDRAW™
 - Примерни 3D приложения:
 - AutoCAD2010™, Maya™, 3D Studio Max™

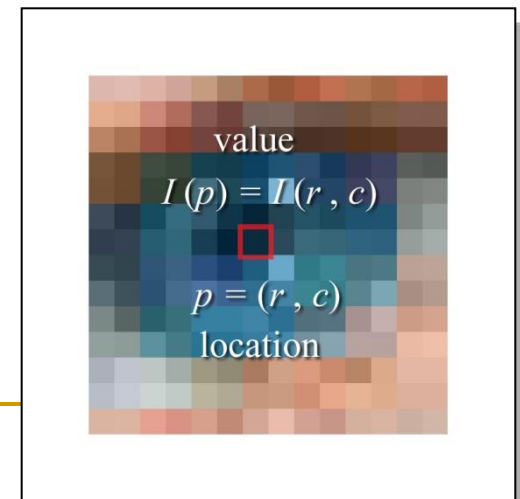
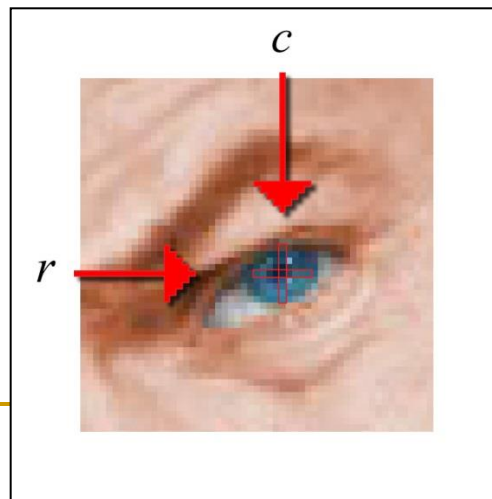
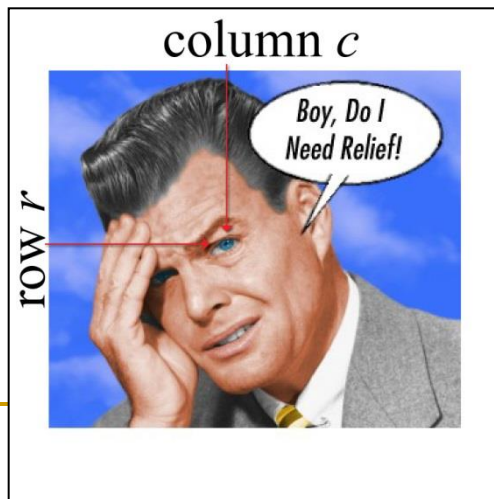


Пиксел

- Цифрово изображение I
 - преобразуване на двумерно правоъгълно пространство съдържащо равномерно разположени дискретни точки $\{p = (r, c)\}$ в множество положителни целочислени стойности $\{I(p)\}$ или множество от векторни стойности, например $\{[R\ G\ B]^T(p)\}$
 - r е номер на ред
 - c е номер на колона
- Двойката $(p, I(p))$ се нарича ***pixel***

Пиксел

- Позиция на пиксел
 - $p = (r, c)$
 - ред r , колона c
- Стойност на пиксел на позиция p
 - $I(p) = I(r, c)$



Цифрово изображение

- Монохромно изображение

- $I(p)$ е единствена стойност

- $p = (r, c) = (272, 277)$

- $I(p) = 118$

- Многоканално изображение

- $I(p)$ е вектор (подреден списък от стойности)

- $p = (r, c) = (272, 277)$

$$I(p) = \begin{bmatrix} \text{red} \\ \text{green} \\ \text{blue} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 \\ 43 \\ 61 \end{bmatrix}$$

Цифрово изображение

- Правоъгълна област от елементи (пиксели) съдържащи стойност

- **цветни**

- изображения**

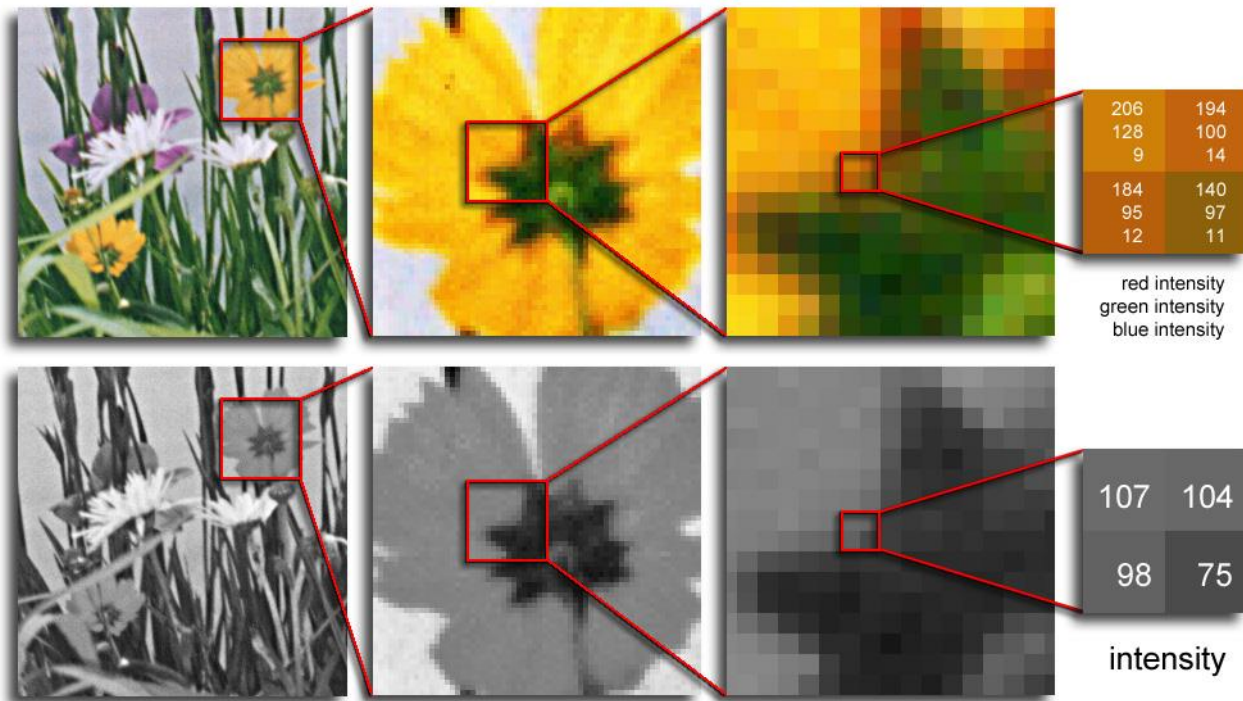
- 3 стойности за всеки пиксел

- основните цветове

- **монохромни** изображения

- 1 стойност за всеки пиксел

- интензитет



Цветни изображения

R, G, B канали на
цветно
изображение,
представени като
монохромни
изображения в
сиви нюанси

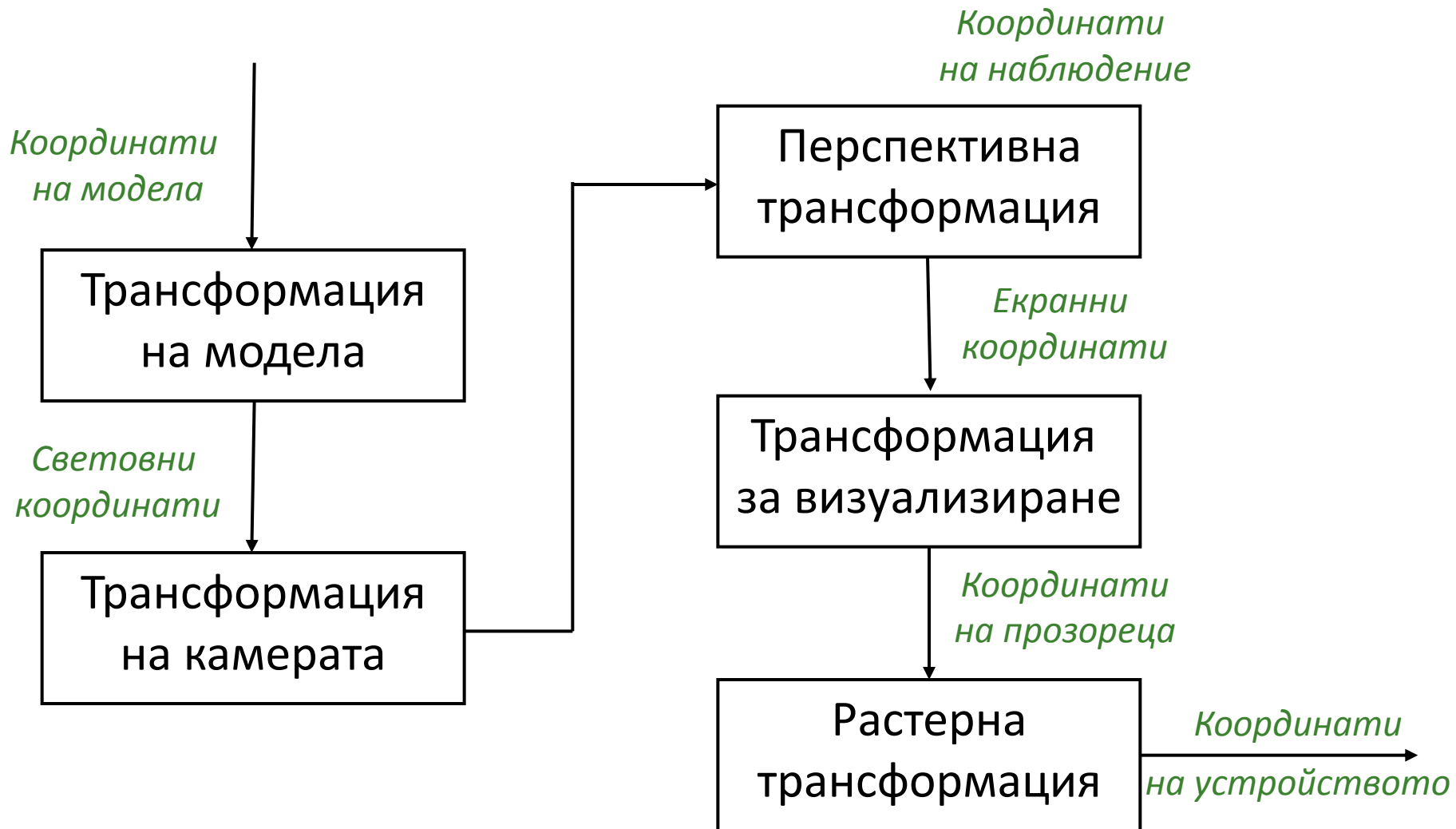


Цветни изображения

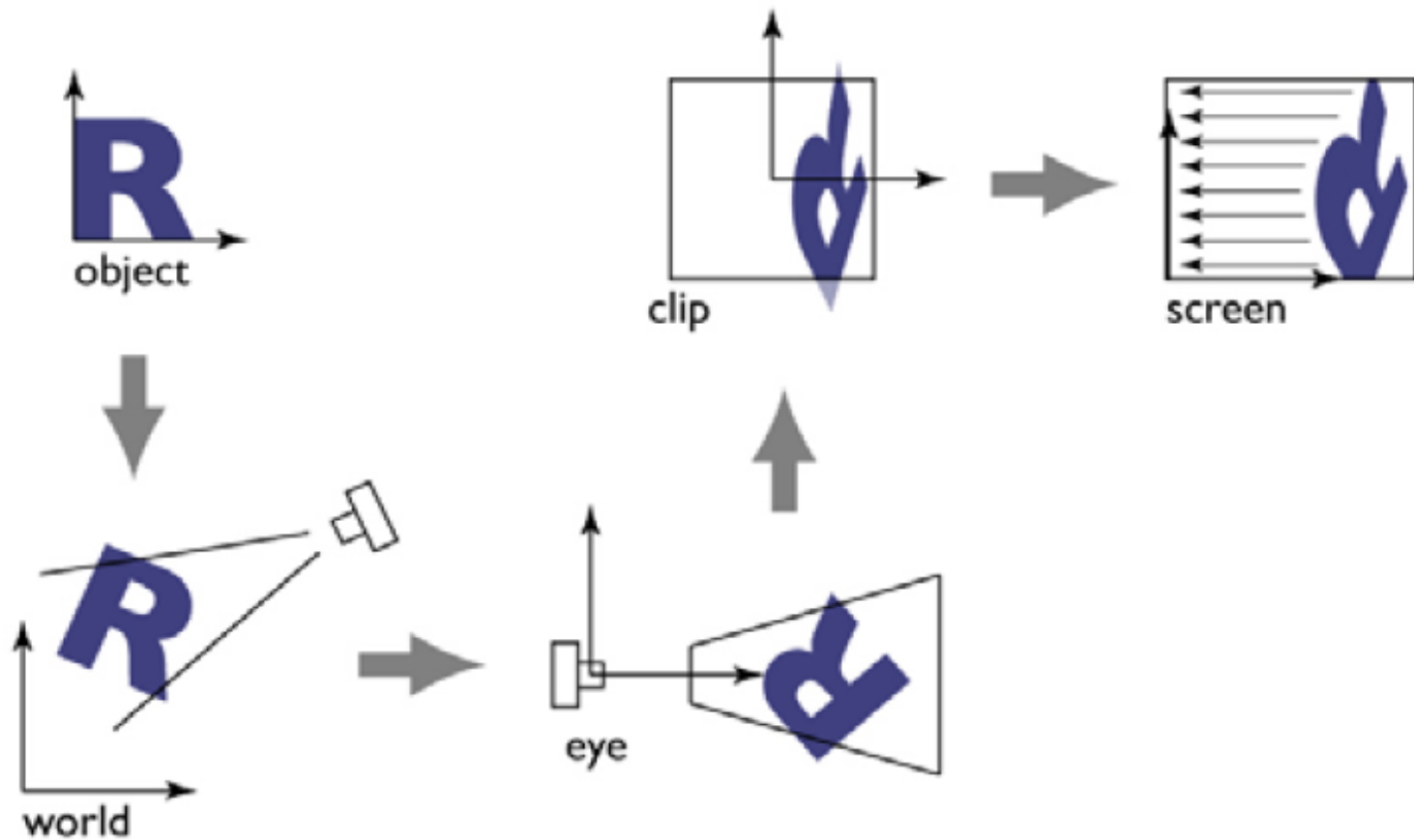
R, G, B канали
на цветно
изображение



Основен графичен конвейер



Основен графичен конвейер



Основни теми в курса по КГ

- Манипулиране на примитиви с геометрични трансформации (транслация, ротация и мащаб)
 - за създаване на модели чрез композиране на сложни обекти от по-прости компоненти
 - йерархичните модели и геометричните трансформации са от съществено значение за анимацията
- Генериране на 2D изображение от 3D модел
 - или на 3D/2D модел от 2D входни данни получени от съответно устройство (например мишка или писалка)
- Синтезиране на изображение с отчитане на свойствата на материалите и светлинните ефекти

Тематика на курса

Седмица	Дата	Лекция
1	2.X	Въведение
2	9.X	Двумерни геометрични трансформации
3	16.X	Построяване на двумерен изглед
4	23.X	Основни алгоритми за растеризация
5	30.X	Тримерни геометрични трансформации
6	6.XI	Проекции. 3D визуализация
7	13.XI	Пространствени криви и повърхнини
8	20.XI	Контролна работа 1
9	27.XI	Премахване на скрити стени и обекти
10	4.XII	Осветеност
11	11.XII	Рендериране с трасиране на лъчи
12	18.XII	Визуализиране на текстури
13	8.I	Анимация в компютърната графика
14	15.I	Моделиране, фрактали. Графични процесори
15	22.I	Контролна работа 2

КРАЙ

Следваща тема:

Двумерни геометрични трансформации