

计算机图形学 - Homework 1

姓名：陈明亮

学号：16340023

一、对计算机图形学的理解

- 计算机图形学(Computer Graphics)的概念，在广义上可以解释为：计算机图形学是一种使用数学算法将二维或三维图形转化为计算机显示器的栅格形式的科学。简单地说，计算机图形学的主要研究内容就是研究如何在计算机中表示图形、以及利用计算机进行图形的计算、处理和显示的相关原理与算法。虽然通常认为CG是指三维图形的处理，事实上也包括了二维图形及图像的处理。
- 狭义地理解，计算机图形学是数字图象处理或计算机视觉的逆过程：计算机图形学是用计算机来画图像的学科，数字图象处理是把外界获得的图象用计算机进行处理的学科，计算机视觉是根据获取的图像来理解和识别其中的物体的三维信息及其他信息。
- 但实际上，计算机图形学是一门综合性很强的学科，与其余多种学科均有领域上的交叉，故以上定义在严格上都是不太确切的，同时计算机图形学，数字图像处理 and 计算机视觉这几门学科的概念几近相通，可以称之为可视计算(Visual Computing)学科方向。
- 计算机图形学包含四大部分的内容：建模(Modeling)、渲染(Rendering)、动画(Animation)和人机交互(Human-Computer Interaction, HCI)
 1. 建模(Modeling) 要在计算机中表示一个三维物体，首先要有它的几何模型表达。因此，三维模型的建模是计算机图形学的基础，是其他内容的前提。表达一个几何物体可以用数学上的样条函数或隐式函数来表达；也可以用光滑曲面上的采样点及其连接关系所表达的三角网格来表达。
 2. 渲染(Rendering) 有了三维模型或场景，怎么把这些三维几何模型画出来，产生令人赏心悦目的真实感图像？这就是传统的计算机图形学的核心任务，在计算机辅助设计，影视动漫以及各类可视化应用中都对图形渲染结果的高真实感提出了很高的要求。

上个世纪80-90年代研究的比较多些，包含了大量的渲染模型，包括局部光照模型(Local Illumination Model)、光线跟踪算法(Ray Tracing)、辐射度(Radiosity)等，以及到后面的更为复杂、真实、快速的渲染技术，比如全局光照模型(Global Illumination Model)、Photo mapping、BTF、BRDF、以及基于GPU的渲染技术等。
 3. 动画(Animation)

画是采用连续播放静止图像的方法产生物体运动的效果。计算机动画借助于编程或动画制作软件生成一系列的景物画面，是计算机图形学的研究热点之一。研究方向包括：人体动画，关节动画，运动动画，脚本动画，具有人的意识的虚拟角色的动画系统等。另外，高度物理真实感的动态模拟，包括对各种形变、水、气、云、烟雾、燃烧、爆炸、撕裂、老化等物理现象的真实模拟，也是动画领域的主要问题。这些技术是各类动态仿真应用的核心技术，可以极大地提高虚拟现实系统的沉浸感。计算机动画的应用领域广泛，比如动画片制作，广告、电影特技，训练模拟，物理仿真，游戏等。

4. 人机交互(Human-Computer Interaction)

人机交互 (Human-Computer Interaction, 简写HCI) 是指人与计算机之间以一定的交互方式或交互界面，来完成确定任务的人与计算机之间的信息交换过程。简单来讲，就是人如何通过一定的交互方式告诉计算机来完成他所希望完成的任务。

- 除了以上四个计算机图形学的主要组成部分，现实生活中还有其余与计算机图形学紧密相关的学科：
 - 虚拟现实(Virtual Reality): 利用计算机图形产生器，位置跟踪器，多功能传感器和控制器等有效地模拟实际场景和情形，从而能够使观察者产生一种真实的身临其境的感觉。’
 - 可视化(Visualization): 利用计算机图形学和图像处理技术，将数据转换成图形或图像在屏幕上显示出来，并进行交互处理的理论、方法和技术。
 - 可视媒体计算与处理(Visual Media Processing): 几何数据，被认为是继声音、图像、视频之后的新一代数字媒体，是计算机图形学的研究重点。
 - 医学图像处理(Medical Imaging): 随着医学成像技术的发展与进步，图像处理在医学研究与临床医学中的应用越来越广泛。
 - 计算机艺术(Computational Arts): 计算机图形学的发展也提供给了艺术家发挥和实现想象的丰富的技术手段。

2. 回答何为 OpenGL、OpenGL ES、Web GL、Vulkan、DirectX

- OpenGL 本身并非一个API(Application Programming Interface)，而是一个由 Khronos 组织指定并维护的规范。它严格规定了每个函数的执行逻辑，以及它们的输出值，然而不同的 OpenGL 库的开发者自行决定每个函数内部是如何实现(Implement)的,故不同库允许使用的实现，但规定其功能与结果必须与规范相匹配。
- OpenGL 的一大特性就是对扩展(Extension)的支持，当一个显卡公司提出一个新特性或者渲染上的大优化，通常会以扩展的方式在驱动中实现。如果一个程序在支持这个扩展的显卡上运行，开发者可以使用这个扩展提供的一些更先进更有效的图形功能。OpenGL 自身是一个巨大的状态机(State Machine)：一系列的变量描述 OpenGL 此刻应当如何运行。OpenGL 的状态通常被称为 OpenGL 上下文(Context)。我们通常使用如下途径去更改 OpenGL 状态：设置选项，操作缓冲。最后，我们使用当前 OpenGL 上下文来渲染。
- 早期的 OpenGL 使用立即渲染模式(Immediate Mode)，这个模式下绘制图形很方便，但是由于大多数功能都被库隐藏起来，开发者缺少对计算的控制自由，同时该模式效率低下，故之后则鼓励开发者在核心模式(Core-profile)下进行开发，使用现代函数编写高效率程序，令开发者可以更深入地理解图形编程。

4. **OpenGL ES** (OpenGL for Embedded Systems)是 **OpenGL三维图形 API** 的子集, 针对手机、PDA和游戏主机等嵌入式设备而设计。该API由Khronos集团定义推广, Khronos是一个图形软硬件行业协会, 该协会主要关注图形和多媒体方面的开放标准。**OpenGL ES** 是从 OpenGL 裁剪的定制而来的, 去除了glBegin/glEnd, 四边形 (GL_QUADS)、多边形 (GL_POLYGONS) 等复杂图元等许多非绝对必要的特性。
5. **WebGL** 是一种JavaScript API, 用于在不使用插件的情况下在任何兼容的网页浏览器中呈现交互式2D和3D图形。WebGL完全集成到浏览器的所有网页标准中, 可将影像处理和效果的GPU加速使用方式当做网页Canvas的一部分。WebGL元素可以加入其他HTML元素之中并与网页或网页背景的其他部分混合。**WebGL** 程序由JavaScript编写的句柄和OpenGL Shading Language (GLSL) 编写的着色器代码组成, 该语言类似于C或C++, 并在计算机的图形处理器 (GPU) 上运行。WebGL由非营利Khronos Group设计和维护。
6. **Vulkan** 是Khronos组织制定的“下一代”开放的图形显示API。是与DirectX12能够匹敌的GPU API标准。**Vulkan** 是基于AMD的Mantle API演化而来, 眼下Vulkan 1.0标准已经完毕并正式公布。
7. **DirectX** (Direct extension) 是由微软公司创建的多媒体编程接口。由C++编程语言实现, 遵循COM。被广泛使用于Microsoft Windows、Microsoft XBOX、Microsoft XBOX 360和Microsoft XBOX ONE电子游戏开发, 并且只能支持这些平台。最新版本为DirectX 13, 创建在最新的Windows10。

3. 回答 **gl.h**、**glu.h**、**glew.h** 的作用

- **gl.h** 是 **OpenGL** 中的核心库, 包含了最基本的3D函数, 引入了 **OpenGL1.1** 版本以下的基础库函数。
- **glu.h** 对 **gl.h** 库的内容进行封装, 是 **OpenGL** 中的实用库, 基于 **gl.h** 实现一些辅助的功能函数来简化开发者的程序编写过程。
- **glew.h** 负责引入 **OpenGL1.1** 及以上版本的库函数, 以及扩展功能, 是一个跨平台的C++扩展库, 有利于 windows开发平台支持 **OpenGL1.1** 版本以上的高级函数。

4. 回答使用 **GLFW** 和 **freeglut** 的目的

- **GLFW** 是一个轻量级的, 开源跨平台的, 针对于 **OpenGL** 而开发的C语言应用框架(图形库), 提供了渲染物体的最低限度接口, 支持 **OpenGL** 和 **OpenGL ES**, 用来管理窗口, 读取输入, 处理事件。
- **freeglut**是一个 **OpenGL**的工具库, 封装了各个平台初始化窗口的过程, 使得开发者只需要调用库中的初始化函数即可创建一个上下文环境, 用于初始化**OpenGL**的相关状态, 使得函数能够正常使用, 也是现代用于取代 **glut** 库的新型开源库。
- 总体上来讲, 在多平台的 **OpenGL** 使用中, **GLFW**与 **freeglut** 所起的作用是相同的, 都是跨平台的上下文环境初始化工具库, 用于创建承载图形的基本窗口, 管理输入处理用户事件等基本功能。

5. 选择 **SIGGPATH 2017/2018** 上的一个专题并介绍

- SIGGRAPH 2017 有啥意思的Project? 一文中，提到了数学优化与计算机模拟相结合的CG动画生成技术，基于物理的模拟毛发上的液体运动。该技术采用指数积分器，快速精准的求解强刚性动力系统，将毛发看成由连续粒子组成，结合连续介质力学建立物理模型，将碰撞和摩擦缩小到微观物质点，采用点方法框架去求解运动轨迹，采用计算机图形学的建模，渲染以及动画生成等CG技术，实时绘制物体运动的帧动画，首次成功地模拟发丝上液滴流动的CG动画。