

1. 结合上述参考链接（或其他参考资料），谈谈自己对计算机图形学的理解。

**Answer:**

计算机图形学(Computer Graphics, 简称 CG)是利用计算机研究图形的表示、生成、处理和显示的一门计算机学科分支。近年来,随着计算机及互联网技术的迅速发展,计算机图形学在图形视频处理,工业建模,游戏制作,生物信息,医药医疗等各行各业都有着及其重要的作用。

在学科开创之初,计算机图形学研究的是如何在计算机中表示三维几何图形,以及如何利用计算机进行图形的生成、处理和显示的相关原理与算法,产生令人赏心悦目的真实感图像。随着时代的发展,计算机图形学的研究内容更加广泛,如图形硬件、图形标准、图形交互技术、光栅图形生成算法、曲线曲面造型、实体造型、真实感图形计算与显示算法,以及科学计算可视化、计算机动画、自然景物仿真、虚拟现实等。

计算机图形学主要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)。

2. 结合上述参考链接(或其他参考资料),回答什么是 OpenGL? OpenGL ES? Web GL? Vulkan? DirectX?

**Answer:**

OpenGL 是一个由 Khronos 组织制定并维护的规范(Specification)。OpenGL 规范严格规定了每个函数该如何执行,以及它们的输出值。至于内部具体每个函数是如何实现(Implement)的,将由 OpenGL 库的开发者自行决定。因为 OpenGL 规范并没有规定实现的细节,具体的 OpenGL 库允许使用不同的实现,只要其功能和结果与规范相匹配(亦即,作为用户不会感受到功能上的差异)。实际的 OpenGL 库的开发者通常是显卡的生产商。你购买的显卡所支持的 OpenGL 版本都为这个系列的显卡专门开发的。

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。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。经过多年发展,现在主要有两个版本,OpenGL ES 1.x 针对固定管线硬件的,OpenGL ES 2.x 针对可编程管线硬件。

WebGL (Web Graphics Library)是一种 JavaScript API,用于在任何兼容的 Web 浏览器中呈现交互式 3D 和 2D 图形,而无需使用插件。WebGL 通过引入一个与 OpenGL ES 2.0 紧密相符合的 API,可以在 HTML5 <canvas> 元素中使用。

Vulkan 是一个跨平台的 2D 和 3D 绘图应用程序接口(API)。同 OpenGL 一样,Vulkan 也由 Khronos 集团开发。它是 AMD Mantle 的后续版本,继承了前者强大的低开销架构,使软件开发人员能够全面获取 Radeon GPU 与多核 CPU 的性能、效率和功能。Vulkan API 还提供超高的 OS 兼容性、渲染特性和硬件效率。

DirectX, (Direct eXtension, 简称 DX)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。Microsoft DirectX 是这样一组技术:它们旨在使基于 Windows 的计算机成为运行和显示具有丰富多媒体元素(例如全色图形、视频、3D 动画和丰富音频)的应用程序的理想平台。DirectX 包括安全和性能更新程序,以及许多涵盖所有技术的新功能。应用程序可以通过使用 DirectX API 来访问这些新功能。

3. gl.h glu.h glew.h 的作用分别是什么?

**Answer:**

gl.h 是 OpenGL 的核心库,包含了最基本的 3D 函数;

glu 是实用库, 包含有 43 个函数, 函数名的前缀为 glu。glu 为了减轻繁重的编程工作, glu 对 gl 中的函数进行部分封装, glu 函数通过调用核心库的函数, 为开发者提供相对简单的用法, 实现一些较为复杂的操作。如果算术好, 在不使用 glu 库的情况下, 使用 gl 库可以实现同样的效果。

glew 库是 C++ 的扩展库, 只要包含 glew.h, 在调用 opengl 相关函数时, 不必每次都用函数指针的方式, 检查机器是否支持此 gl 函数。

#### 4. 使用 GLFW 和 freeglut 的目的是什么?

**Answer:**

GLFW 的开发目的是用于替代 glut 的, 它是一个轻量级的, 开源的, 跨平台的库。支持 OpenGL 及 OpenGL ES, 用来管理窗口, 读取输入, 处理事件等。因为 OpenGL 没有窗口管理的功能, 所以很多热心的人写了工具来支持这些功能, 比如早期的 glut, 现在的 freeglut 等。glut 太老了, 最后一个版本还是 90 年代的。freeglut 完全兼容 glut, 算是 glut 的替代品, 功能齐全, 但是 bug 太多, 稳定性也不好, GLFW 应运而生。

各种教程和书里常见的是闭源的 GLUT。但由于 GLUT 的作者已经很久没更新过了, 所以其他人另外做了一个接口兼容 GLUT 的 freeglut, 开源而且一直在维护中。可以理解为 glut 的替代库。

#### 5. 结合上述参考链接 (或其他参考资料), 选择一个 SIGGRAPH 2017/2018 上你最喜欢的专题, 介绍该专题是做什么的, 使用了什么 CG 技术? (不少于 100 字)

**Answer:**

我最喜欢的专题是 VR 专题。VR, 即虚拟现实, 是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统。虚拟现实技术利用计算机生成一种模拟环境, 是一种多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为的系统仿真使用户沉浸到该环境中。VR 所用到的 CG 技术有: 模糊技术 (如 ChromaBlur), 人机交互, Light Field 技术, 跨越复杂扫描和建模, 高级实时 UE4 图形的集成。