

虚拟现实应用开发

职业技能等级标准

目 录

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 对应院校专业	4
5 面向工作岗位（群）	5
6 职业技能要求	5
参考文献	15

前　　言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准起草单位：北京新奥时代科技有限责任公司。

本标准主要起草人：谭志彬、丁艳、黄文、龚俊辉、高峰、程聪、方炬发、薛瑞、叶云飞、姚亮、程明智、龚玉涵。

声明：本标准的知识产权归属于北京新奥时代科技有限责任公司，未经北京新奥时代科技有限责任公司同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了虚拟现实应用开发职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于虚拟现实应用开发职业技能培训、考核与评价，相关用人单位人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准；凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/Z 20156-2006 软件工程 软件生存周期过程 用于项目管理的指南

GB/T 28170.1-2011 信息技术 计算机图形和图像处理 可扩展三维组件(X3D) 第1部分：体系结构和基础组件

GB/T 17555-1998 信息技术 计算机图形与图像处理 图形标准实现的一致性测试

GB/T 5271.7-2008 信息技术 词汇 第7部分：计算机编程

GB/T 5271.15-2008 信息技术 词汇 第15部分：编程语言

YD/T 3078-2016 移动增强现实业务能力总体技术要求

GB/T 36341.1-2018 信息技术 形状建模信息表示 第1部分：框架和基本组件

3 术语和定义

国家、行业标准界定的以及下列术语的定义适用于本标准。

3.1 桌面式虚拟现实

桌面式虚拟现实是一套基于普通计算机平台或一体机的小型桌面虚拟现实系统。利用中低端图形工作站及立体显示器，产生虚拟场景，参与者使用位置跟踪器、力反馈器、三维鼠标或其它手控输入设备，通过计算机屏幕观察360度范围内的虚拟境界，并操纵其中的物体。

3.2 增强式虚拟现实

增强式虚拟现实是一种将虚拟信息与真实世界巧妙融合的技术，广泛运用了多媒体、三维建模、实时跟踪及注册、智能交互、传感等多种技术手段，将计算机生成的文字、图像、三维模型、音乐、视频等虚拟信息模拟仿真后，应用到真实世界中，两种信息互为补充，从而实现对真实世界的“增强”。

3.3 沉浸式虚拟现实

沉浸式虚拟现实是一种提供参与者完全沉浸的体验，使用户有一种置身于虚拟世界之中的感觉。其特点是利用头盔显示器把用户的视觉、听觉封闭起来，产生虚拟视觉，同时，它利用数据手套把用户的手感通道封闭起来，产生虚拟触动感。系统采用语音识别器让参与者对系统主机下达操作命令，与此同时，头、手、眼均有相应的头部跟踪器、手部跟踪器、眼睛视向跟踪器的追踪，使系统达到尽可能的实时性。

3.4 次世代

次世代是日语外来语，即下一代的意思，行业内又称之为“次世代”。次世代游戏开发技术通过增加模型和贴图的数据量使得图像画质更加逼真，让低模在游戏引擎里可以及时显示高模的视觉效果。

3.5 PBR (Physically Based Rendering) 流程

PBR是一种基于物理属性着色和渲染技术，用于更精确地描述光如何与物体表面互动。通过输出法线贴图、光泽度贴图、AO贴图等让模型表现更加接近真实。

3. 6 Render To Textures

Render To Textures是贴图烘焙，是一种把场景环境中的光照信息渲染成贴图并将其再映射到场景中还原的技术。

3. 7 UV

UV是物体贴图坐标，为了区别三维坐标轴方向（上下、左右、前后），把一个多面体的贴图都绘制在一张正方形图上并划分区域，定好每个区域对应贴哪个面。

3. 8 Render

Render是渲染，是指用软件从模型生成图像的过程。渲染是CG的最后一道工序，也是最终使图像符合3D场景的阶段，将三维软件中的模型，场景等变成动画或图片格式输出。

3. 9 粒子系统

粒子系统是三维计算机图形学中模拟一些特定模糊现象（例如雨、火焰等）的技术，而这些现象用其它传统的渲染技术难以表达出符合物理运动规律的真实感。

3. 10 Shader

Shader是着色器，是用来实现图像渲染并替代固定渲染管线的可编辑程序。其中Vertex Shader主要负责顶点的几何关系等的运算，Pixel Shader主要负责片源颜色等的计算。

3.11 GPU (Graphics Processing Unit)

GPU是图形处理器，又称显示核心、视觉处理器、显示芯片，是一种专门在个人电脑、工作站、游戏机和一些移动设备（如平板电脑、智能手机等）上做图像和图形相关运算工作的微处理器。

3.12 GC (Garbage Collection)

GC是垃圾收集，指当虚拟机发觉内存资源紧张的时候，就会自动地去清理无用对象所占用的内存空间，从而达到自动回收内存的目的。

3.13 贴图

贴图是3D影视动画以及游戏制作过程中的一一个环节，指用平面处理软件制作材质平面图覆于三维模型上的过程。

3.14 AO (Ambient Occlusion) 贴图

AO贴图是环境阻塞贴图，AO是一种次世代游戏中常用的贴图技术，通过计算物体间的距离，并根据距离产生一个8位的通道的贴图技术。

4 对应院校专业

中等职业学校：计算机应用、数字媒体技术应用、计算机平面设计、计算机动漫与游戏制作、移动应用技术与服务、影像与影视技术、动漫游戏、美术设计与制作等专业。

高等职业学校：虚拟现实应用技术、计算机应用技术、计算机网络技术、软件技术、动漫制作技术、移动应用开发、数字媒体应用技术、游戏设计、网络新闻与传播、影视动画等专业。

应用型本科学校：数字媒体技术、软件工程、计算机科学与技术、戏剧影视美术设计、动画、数字媒体艺术、视觉传达设计、影视摄影与制作等专业。

5 面向工作岗位（群）

【虚拟现实应用开发】(初级): 主要面向虚拟现实技术、互联网程序开发、影视出版等企业的从事图像处理、三维建模、虚拟现实环境（软硬平台）搭建与维护，以及虚拟现实程序应用等岗位的从业人员。

【虚拟现实应用开发】(中级): 主要面向虚拟现实技术、互联网程序开发、影视出版等企业的三维建模（场景和角色）、程序开发和应用测试等岗位的从业人员。

【虚拟现实应用开发】(高级): 主要面向虚拟现实技术、互联网程序开发、影视出版等企业的虚拟现实三维建模（次世代）、架构设计、程序设计、程序开发、性能优化、项目管理等岗位的从业人员。

6 职业技能等级标准

6.1 职业技能等级划分

虚拟现实应用开发职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【虚拟现实应用开发】(初级): 具有平面设计、三维建模等软件的基础应用；搭建和维护虚拟现实基本开发环境；能基于虚拟现实引擎工具进行用户界面设计与制作、场景搭建、灯光调节与烘焙等应用的能力。

【虚拟现实应用开发】(中级): 具有平面设计、三维建模（场景建模、角色建模、物理动画制作）等软件的应用；搭建、测试和维护虚拟现实基本开发环境；可基于虚拟现实引擎工具进行用户界面设计与制作、场景搭建、灯光调节等应用的能力；能基于虚拟现实引擎工具的用户界面系统、基本引擎和物理引擎，进行面向过程和面向对象的程序开发以及测试的能力。

【虚拟现实应用开发】(高级): 具有平面设计、三维建模(场景建模、角色建模、物理动画制作、次世代建模、角色动画制作)等软件的应用; 搭建和维护虚拟现实基本开发环境; 能基于虚拟现实引擎, 搭建系统架构、提取公共组件; 能基于虚拟现实引擎工具进行用户界面设计与制作、场景搭建、灯光调节与烘焙等应用的能力; 能基于虚拟现实引擎工具的用户界面系统、基本引擎、物理引擎、动画合成系统和渲染系统, 进行面向过程和面向对象的程序开发、网络编程、功能测试、系统性能优化的能力。

6.2 职业技能等级标准描述

表1 虚拟现实应用开发职业技能等级要求(初级)

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 平面设计	1.1 图像处理	1.1.1 能使用图像处理软件对图片进行抠图与提取。 1.1.2 能调整图片颜色饱和度、亮度、对比度。 1.1.3 能对图像进行模糊、风格化浮雕或扭曲等效果处理。 1.1.4 能对图片添加纹理、投影、图片描边等样式。 1.1.5 能通过叠加图层样式、蒙版等方法合并图片。 1.1.6 能根据网页端、客户端、移动端等不同平台效果要求, 输出相应分辨率、尺寸、格式的图片。
	1.2 图形设计	1.2.1 能使用钢笔工具设计绘制基本和不规则形状图形的图案。 1.2.2 能为设计图案添加中文、英文字体文案并设计字体形态。 1.2.3 能使用蒙版工具对图形进行遮罩剔除。 1.2.4 能使用画笔工具绘制图片形状, 涂抹图形颜色, 添加笔刷等效果。 1.2.5 能设计标志, 图标、按钮、工具条等相关的图标图形。
	1.3 图片动效	1.3.1 能根据动画运动规律, 设计对象运动过程分镜图片, 实现动画效果。 1.3.2 能根据产品特点形象, 制作图标运动过程图片, 实现图像效果。 1.3.3 能根据网页端、客户端、移动端等不同平台尺寸, 设计符合产品的图标动效。

	2.1 建模软件基本操作	<p>2.1.1能在视图窗口中创建圆形、矩形或不规则几何体模型并调节大小尺寸。</p> <p>2.1.2能在控制面板中调节模型的点、线、面等元素，改变模型形态。</p> <p>2.1.3能使用菜单栏的工具，移动、镜像、复制模型。</p> <p>2.1.4能平滑、法线翻转、挤出等命令修改模型。</p> <p>2.1.5能为模型添加颜色贴图、法线贴图、凹凸贴图等效果。</p>
2. 三维建模	2.2 制作物品模型	<p>2.2.1能通过图形命令制作家具物品、日用品、生活工具、餐厨类物品等常规室内模型。</p> <p>2.2.2能通过图形命令制作城市交通、房屋建筑、基础设施等室外建筑类模型。</p> <p>2.2.3能通过图形命令制作自然环境中花卉、草地、树木等简单的植被模型。</p> <p>2.2.4能通过设置渲染属性面板，渲染输出模型的图片或序列帧图片。</p> <p>2.2.5能通过材质球面板调节模型的材质效果。</p>
	2.3 UV贴图	<p>2.3.1能根据物品模型形状拆分模型的UV边界，使贴图能平铺模型。</p> <p>2.3.2能使用三维软件中的物体贴图坐标地图命令平铺贴图。</p> <p>2.3.3能根据模型的UV位置处理贴图，绘制贴图图形。</p>
3. 搭建与配置虚拟现实开发环境	3.1 硬件环境搭建	<p>3.1.1能按桌面式硬件组装说明书检查配件的完整性，并根据安装使用手册，安装部署设备（输入设备、输出设备、主机设备等），并确定设备能正常启动和使用。</p> <p>3.1.2能按增强式硬件组装说明书检查配件的完整性，并根据安装使用手册，安装部署设备（输入设备、输出设备、主机设备、移动端设备等），并确定设备能正常启动和使用。</p> <p>3.1.3能按沉浸式硬件组装说明书检查配件的完整性，并根据安装使用手册，安装部署沉浸式设备（主机、头盔、手柄、定位器等），并确定设备能正常启动和使用。</p>
	3.2 软件环境搭建	<p>3.2.1能安装计算机操作系统（win10）、驱动程序，使软硬件连接正常。</p> <p>3.2.2能安装虚拟现实开发编辑器，并正常启动。</p> <p>3.2.3能安装虚拟现实开发引擎，并正常启动。</p>

	3.3环境配置	3.3.1能配置虚拟现实开发引擎参数（项目名称、包名、项目类型、发布版本等），并创建项目工程。 3.3.2能配置虚拟现实编辑器参数（发布平台、帧率等）与硬件设备相匹配。 3.3.3能搭建项目工程目录结构，并按目录结构存储图片、模型、音频、视频等资源。
4. 虚拟现实引擎工具操作	4.1界面、场景操作	4.1.1能使用场景组件创建场景、保存场景、修改场景名称等。 4.1.2能使用物体创建组件创建一些简单的立体模型（正方形、长方形、圆形）。 4.1.3能使用物体参数面板对物体的大小、位置进行修改。 4.1.4能使用地形编辑系统，创建一个简单地形图。 4.1.5能使用树编辑组件创建树的模型。
	4.2渲染操作	4.2.1能使用灯光组件创建点光源、直射光、投射光。 4.2.2能使用灯光组件修改调整场景亮度、对比度、阴影等灯光参数。 4.2.3能使用灯光烘培组件对灯光进行烘培渲染并保存灯光亮度、对比度、阴影等信息。 4.2.4能使用材质系统创建物体的材质。 4.2.5能使用粒子系统，实现简单粒子特效。 4.2.6能使用摄像机模块对物体进行层的显示与隐藏。
5. 基于虚拟现实引擎开发	5.1用户界面设计	5.1.1能使用按钮控件、文本控件、单选框控件、复选框控件等进行用户界面的设计。 5.1.2能使用水平、垂直等界面布局方法，规划基础的界面布局。 5.1.3能结合场景风格进行用户界面的选色。
	5.2用户界面制作	5.2.1能使用用户界面基础控件创建按钮、文本、图片等基本控件。 5.2.2能使用用户界面进行界面美化，设置图片、颜色等。 5.2.3能使用文本控件属性设置，对文本字体的颜色、大小、格式、对齐方式等参数进行修改。 5.2.4能使用按钮的移入、移出事件参数设置，触发颜色变化或图片切换等。 5.2.5能使用按钮等用户界面控件的事件监听方法实现软件的场景跳转、触发动画播放等交互功能。

表2 虚拟现实应用开发职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 三维建模	1.1 制作场景模型	<p>1.1.1 能通过图形命令制作游戏场景中的道具、摆设物品等模型。</p> <p>1.1.2 能通过图形命令制作山川、石头、地形模型和花草、树木模型等。</p> <p>1.1.3 能通过图形命令制作古代建筑类场景、现代建筑类场景、科幻建筑类场景等不同风格的模型。</p> <p>1.1.4 能使用图形图像软件画笔手绘卡通风格、写实风格等模型贴图。</p> <p>1.1.5 能调节三维软件中场景灯光参数（白天、夜晚或不同色调光影效果），渲染不同场景气氛效果。</p>
	1.2 制作角色模型	<p>1.2.1 能制作古代、现代、科幻等不同风格的男女老少人物角色的人体模型。</p> <p>1.2.2 能制作自然界动物、游戏怪物、异形类等不同风格生物模型。</p> <p>1.2.3 能根据角色类型结构拆分UV线条并绘制角色皮肤和服装贴图。</p> <p>1.2.4 能使用三维雕刻软件雕刻高精度角色类模型。</p>
	1.3 制作物理动画	<p>1.3.1 能通过动画编辑器制作常规物品几何体的移动，旋转，缩放动画。</p> <p>1.3.2 能调节摄像机的移动轨迹来制作镜头动画。</p> <p>1.3.3 能用层级、连接做出符合机械原理的动画。</p> <p>1.3.4 能制作三点或以上约束的机械动画。</p> <p>1.3.5 能使用表达式高级约束，联动做出复杂机械原理动画。</p>
2. 虚拟现实程序开发	2.1 面向过程编程	<p>2.1.1 能运用编程工具输出编程过程中需要查看的调试信息。</p> <p>2.1.2 能使用变量和运算符表达式。</p> <p>2.1.3 能运用循环和条件分支语句。</p> <p>2.1.4 能运用隐式转换和显示转换实现基础类型变量的转换。</p> <p>2.1.5 能运用多维数组来存储数据。</p> <p>2.1.6 能运用带参函数实现代码的重用。</p>
	2.2 面向对象编程	<p>2.2.1 能运用自定义类的多构造函数。</p> <p>2.2.2 能使用类的继承创建子类。</p> <p>2.2.3 能使用自定义虚函数，实现多态。</p> <p>2.2.4 能自定义委托，实现业务需求的数据传递。</p>

3. 基于虚拟现实引擎开发	3.1 用户界面开发	<p>3.1.1能运用按钮控件、文本控件、单选框控件、复选框控件等界面控件创建用户界面。</p> <p>3.1.2能运用锚点，使用户界面适配不同分辨率的设备。</p> <p>3.1.3能运用用户界面组件，对用户界面进行排列并设置排列参数。</p> <p>3.1.4能运用用户界面组件进行界面美化，丰富界面效果。</p> <p>3.1.5能运用用户界面组件中控件的事件监听方法实现调节音量、颜色变化、图片切换等交互功能。</p>
	3.2 基本引擎应用（交互逻辑实现）	<p>3.2.1能搭建角色、物品构造的应用场景，并能合理的设计场景子系统的结构关系。</p> <p>3.2.2能运用资源类库实现对角色、物品资源的动态加载和资源的销毁。</p> <p>3.2.3能通过输入设备（如鼠标、键盘、手柄、手势等）对角色、物品进行拖拽、缩放、复位等操作。</p> <p>3.2.4能运用文件流进行数据文件的读取和保存，并对角色、物品进行数据初始化。</p> <p>3.2.5能运用消息系统实现角色、物品间的信息通讯。</p>
	3.3 物理引擎应用	<p>3.3.1能运用刚体组件实现物体受重力影响自由下落的效果。</p> <p>3.3.2能运用碰撞体组件实现物体间的碰撞检测。</p> <p>3.3.3能运用恒力组件实现物体向前加速效果。</p> <p>3.3.4能运用关节组件实现铰链效果。</p>
4. 虚拟现实应用测试	4.1 编写测试用例	<p>4.1.1能运用功能测试需求分析方法，根据需求列表、原型交互、用户界面设计、脚本等，编写功能测试用例。</p> <p>4.1.2能运用性能测试需求分析方法，制定测试场景性能指标，选定性能测试工具，设计性能测试用例。</p> <p>4.1.3能运用用户体验需求分析方法，根据测试方案选型，制定分区域测试、探索性测试等用户体验方案，设计用户体验测试用例。</p>
	4.2 用户界面测试	<p>4.2.1能检验界面整体布局、界面风格、窗口位置、界面背景、颜色、图标、字体、大小、提示信息等与用户界面原型的符合度。</p> <p>4.2.2能检验针对鼠标、触控笔、键盘、手柄等不同操作设备，在悬浮提示、高亮描边等情况下与用户界面原型的符合度。</p> <p>4.2.3能针对不同硬件分辨率，在图形界面显示、转变、分割、重排、扩展等情况下，进行界面自适应测试。</p>

	4.3 用户体验测试	<p>4.3.1能运用用户体验测试方法，从用户角度验证操作界面的引导性、交互的便利性、提示信息的友好性等方面与用户需求的符合度。</p> <p>4.3.2能运用用户体验测试方法，以角色代入的方式，针对虚拟现实空间的视觉特性、操作特性、移动特性等进行体验测试。</p> <p>4.3.3能运用用户体验测试方法，以角色代入的方式，针对用户使用习惯、使用环境等进行体验测试。</p>
--	------------	--

表3 虚拟现实应用开发职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 三维建模	1.1 制作次世代模型	<p>1.1.1 能通过图形命令制作次世代游戏道具武器物品、写实机械物品、科幻舰艇等物品类高低模模型。</p> <p>1.1.2 能通过图形命令制作人类、自然界动物、异形怪物等角色类高低模模型。</p> <p>1.1.3 能使用次世代PBR流程制作模型贴图、烘焙法线贴图、高光贴图和凹凸贴图等。</p> <p>1.1.4 能使用图形图像软件画笔工具手绘制作次世代风格的角色类贴图和物品道具类贴图效果。</p> <p>1.1.5 能通过引擎着色器制作具有发光、透明或渐变等贴图效果的贴图材质。</p>
	1.2 制作角色动画	<p>1.2.1 能使用三维软件中的骨骼命令绑定人物角色，编辑人物蒙皮，调节分配权重，使角色表面形变过渡自然。</p> <p>1.2.2 能使用动画编辑器调节角色行为动画，使动画节奏自然。</p> <p>1.2.3 能绑定和制作四足或怪物等各类生物动画。</p> <p>1.2.4 能使用动作捕捉数据制作动画。</p> <p>1.2.5 能使用高级绑定制作肌肉、面部表情动画。</p>
	1.3 制作特效	<p>1.3.1 在引擎中创建粒子系统，能调节粒子数量、大小、颜色等属性改变模型效果。</p> <p>1.3.2 能使用图形图像软件绘制光影拖尾、颜色渐变等特效素材贴图及特效序列帧图片。</p> <p>1.3.3 能使用粒子系统中的控制面板序列动画等设置制作自然界风、雨、雷、电的等流体或爆炸特效效果。</p> <p>1.3.4 能使用粒子系统中的渲染器属性、粒子轨迹属性等制作场景中的人物法术特效、物品动画特效和图片特效。</p> <p>1.3.5 能使用三维软件中的流体插件制作流体序列帧图片，并用于粒子特效中。</p> <p>1.3.6 能使用引擎中的着色器系统制作渐变、溶解、燃烧等效果。</p>
2. 架构设计	2.1 架构需求分析	<p>2.1.1 能根据用户需求梳理所有需求用例和场景。</p> <p>2.1.2 能梳理需求详细功能与划分子系统。</p> <p>2.1.3 能设计需求业务子系统结构层级。</p> <p>2.1.4 能抽象出面向系统的业务应用模块框架。</p> <p>2.1.5 能规划和优化系统架构。</p>

	2.2 架构概要设计	2.2.1能对整个系统进行模块功能划分。 2.2.2能分析定义子系统模块之间的交互关系。 2.2.3能通过设计视图来描述整个系统的架构。 2.2.4能根据视图搭建系统架构图。
	2.3 架构详细设计	2.3.1能初步搭建系统框架，提取公共复用组件单元。 2.3.2能对系统框架进行完善和优化。 2.3.3能封装稳定可靠、可扩展的系统基础框架及结构描述。 2.3.4能根据业务需求，封装通用业务框架。 2.3.5能对业务逻辑进行模块化功能开发。
3. 虚拟现实应用编程	3.1 面向过程编程	3.1.1能运用编程工具输出系统日志，能正确解决代码调试的常见问题。 3.1.2掌握枚举、结构体。 3.1.3掌握逻辑与、或、非运算。 3.1.4能运用函数实现模块化编程。
	3.2 面向对象编程	3.2.1会单例模式、代理模式、观察者模式等设计模式。 3.2.2能运用重载，实现运算符的重载。 3.2.3能运用自定义继承等技术，实现方法重载，提高系统性能。 3.2.4能运用事件，实现各业务模块之间的低耦合高内聚。 3.2.5能运用接口，实现接口的继承，以及提高系统的高度可扩展性。
	3.3 网络编程	3.3.1能运用无连接的传输协议相关接口，实现一个低延时的网络实例。 3.3.2能运用面向连接的传输协议相关接口，实现一个长连接的网络实例。 3.3.3能运用简单的请求-响应协议相关接口，实现一个基于网页连接形式的网络实例。 3.3.4能运用协议编解码工具库插件，实现数据的序列化并传输。 3.3.5能运用网络异步接口，实现数据的异步接收和传输。
4. 基于虚拟现实引擎开发	4.1 动画合成	4.1.1能使用动画组件创建三维物体缩放、位移、旋转动画。 4.1.2能使用动画组件实现多个动画之间的过渡； 4.1.3能使用动画组件实现动画过程中插入事件； 4.1.4能运用动画混合和动画层实现复杂的动画组合； 4.1.5能运用逆运动组件实现头部、左右手、左右脚的复杂逆运动动画。

	4.2 运动学原理应用	<p>4.2.1能运用三维坐标函数类, 来表示物体的位置、旋转和缩放。</p> <p>4.2.2能运用三维坐标函数类, 实现物体的移动和旋转效果。</p> <p>4.2.3能运用两个点的坐标值, 来表现物体的运动方向及动态方向的调整。</p> <p>4.2.4能运用三维坐标函数类, 求出向量的大小和长度。</p> <p>4.2.5能运用三维坐标函数类, 进行插值计算和平滑。</p> <p>4.2.6能运用三角函数, 求出两向量的夹角数值。</p> <p>4.2.7能运用三维坐标函数类, 实现局部坐标和世界坐标的变换。</p> <p>4.2.8能运用矩阵相关的函数, 实现物体的坐标变换。</p> <p>4.2.9能运用四元数, 实现物体的旋转。</p> <p>4.2.10能运用向量的计算, 实现鼠标拖动物体的功能。</p> <p>4.2.11能运用摄像机函数, 实现摄像机坐标和世界坐标的变换。</p>
	4.3 渲染系统应用	<p>4.3.1能运用顶点着色器函数编写顶点动画实现顶点的位移。</p> <p>4.3.2能运用片段着色器函数编写片段动画实现物体贴图坐标的滚动。</p> <p>4.3.3能运用着色器代码编写光照模型, 实现物体的光照变化。</p> <p>4.3.4能运用表面着色器编写整体的渲染实现物体的边缘高光效果。</p> <p>4.3.5能运用着色器代码采样噪声贴图编写物体的溶解效果。</p> <p>4.3.6能运用脚本和着色器代码编写对画质的颜色进行修改。</p> <p>4.3.7能运用着色器代码的数据结构和逻辑运算对着色器的性能进行优化。</p>
5. 性能优化	5.1 性能优化分析	<p>5.1.1能使用性能优化工具分析图像处理器、中央处理器、内存、渲染和音频等的性能。</p> <p>5.1.2能分析影响帧率性能指标的主要因素。</p> <p>5.1.3能分析底层画面渲染原理及渲染过程。</p>
	5.2 基本性能优化	<p>5.2.1 能运用对象池、垃圾回收、批处理技术、实例化对象缓存等方法对中央处理器的性能进行优化。</p> <p>5.2.2 能运用优化着色器、灯光、顶点计算等方法对图像处理器渲染计算的性能进行优化。</p> <p>5.2.3 能运用优化资源纹理、网格、对象创建等方</p>

		法对内存的性能进行优化。
5.3 高级性能优化		5.3.1能运用遮挡剔除、多层次细节、全局光照对渲染模块进行优化。 5.3.2能通过减少字符拼接、内存池、规避频繁申请内存空间防止内存过高。 5.3.3能通过预加载、动静分离、图集管理、内存池优化用户界面组件。 5.3.4能通过减少碰撞集和复杂度，对物理引擎组件进行性能优化。 5.3.5能运用内存对纹理、网格等资源的管理，防止内存泄漏和资源泄漏。

参考文献

- [1]GB/T 8567-2006 计算机软件文档编制规范
- [2]GB/Z 31102-2014 软件工程 软件工程知识体系指南