



西南科技大学

Southwest University of Science and Technology

本科毕业设计（论文）

# 教 学 过 程 记 录 册

题 目 基于 OpenGL 的图形图像  
渲染引擎

学 院 名 称	<u>理 学 院</u>
专 业 名 称	<u>信 息 与 计 算 科 学</u>
学 生 姓 名	<u>王 必 宇</u>
学 号	<u>5120140514</u>
指 导 教 师	<u>马 新</u>

# 西南科技大学本科毕业设计（论文）任务书

题目名称	基于 OpenGL 的图形图像渲染引擎				
学生姓名	王必宇	专业班级	计算 1401	学号	5120140514
题目来源	<input type="checkbox"/> 科研项目 <input type="checkbox"/> 生产实践（社会实际） <input type="checkbox"/> 教师自拟 <input checked="" type="checkbox"/> 学生自拟		题目类型	<input type="checkbox"/> 理论研究 <input type="checkbox"/> 应用研究 <input checked="" type="checkbox"/> 设计开发 <input type="checkbox"/> 其它	
选题背景及目的	<p>渲染引擎是渲染技术和软件工程的结合产物。渲染技术说到底其本质是计算机图形学技术，渲染引擎的发展也会带动诸如人工智能中的图像识别，计算机视觉等方向的发展。渲染引擎同时也是一个软件，其架构无处不渗透着软件工程的思想，架构的优良性直接影响渲染效率。又由于计算机图形学归根结底是数学在图形领域的应用，渲染技术的发展同样也有助于数学学科的发展。</p> <p>当今游戏行业内两大引擎：Unreal 和 Unity 优点虽足，但也有不少缺点：Unreal 的价高难学以及 Unity 的渲染效率不尽人意，笔者希望能有一款底层渲染引擎，能在使用难度低的前提下尽可能地提升渲染效率。同时希望能对一些特别的物体提供渲染支持，使其适合渲染某一种物体。且上述两家最强大的引擎属国外开发团队历经数年开发，而在国内并没有开源、优秀的游戏引擎存在，如果有，那一定能大大推进国内计算机图形学的研究进度。</p> <p>故笔者结合专业所学数学知识以及自学的计算机图形学知识和编程知识，设计并实现了一款图形图像渲染引擎，这款渲染引擎采用 C++ 语言开发，图形设备接口使用 OpenGL，能实现对三维世界的部分还原。实现摄像机、天空盒、模型、地面的逻辑封装。并对渲染过程中可能出现的问题实现了解决方案，例如使用摄像机裁剪算法避免可能会遇到的硬件性能问题，使用离屏绘制技术加强表现效果等。同时在各模块设计中适当加入了设计模式和软件工程思想，优化了渲染引擎的设计，使三维世界中存在的各种各样的计算更加严谨。</p>				

工作任务及要求	<p>研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、第一人称、第三人称、2d 摄像机，3D 场景的常用元素，例如模型、天空盒、地面等的封装实验。</li> <li>2、实现对外部资源的加载、转码，和到 OpenGL 所需格式的转换。</li> <li>3、总体架构上资源管理类和渲染模块和操作系统模块分离。</li> <li>4、渲染模块下 SDK 相关和 SDK 无关部分分离。SDK 无关部分把顶点数据传到 SDK 相关部分，SDK 相关部分实现裁剪和背面剔除。</li> <li>5、场景管理上引入 BSP 技术，使游戏物体能转化为节点进行管理。</li> <li>6、实现粒子系统、海水、雾化的渲染特效。</li> </ol> <p>研究目标：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、能够实现基本的场景渲染。场景中包括模型、地面、天空盒等，能自由操作摄像机。</li> <li>2、能自由加载外部资源到内存并完成 OpenGL 格式的转换。</li> <li>3、引擎能够跨平台。</li> </ol>		
时间安排	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 开题报告：2017 年 12 月 15 日 至 2018 年 1 月 11 日。</li> <li>2. 完成初稿：2018 年 2 月 26 日 至 2018 年 5 月 25 日。</li> <li>3. 预计答辩：2018 年 6 月 6 日 至 2018 年 6 月 15 日。</li> </ol>		
以上内容由指导教师填写			
指导教师 签 字	教师姓名：  2017 年 12 月 11 日	学院  审核	审核意见：  组长签字：                    年 月 日
学生接受 任务签字	接受任务时间： 2017 年 12 月 11 日                      学生签名：		

# 西南科技大学本科毕业设计（论文）开题报告

学 院	理学院	专业班级	计算 1401
姓 名	王必宇	学 号	5120140514
题 目	基于 OpenGL 的图形图像渲染引擎	题目类型	

一、选题背景及依据（简述国内外研究现状、生产需求状况，说明选题目的、意义，列出主要参考文献）

渲染引擎是渲染技术和软件工程的结合产物。渲染技术说到底其本质是计算机图形学技术，渲染引擎的发展也会带动诸如人工智能中的图像识别，计算机视觉等方向的发展。渲染引擎同时也是一个软件，其架构无处不渗透着软件工程的思想，架构的优良性直接影响渲染效率。又由于计算机图形学归根结底是数学在图形领域的应用，渲染技术的发展同样也有助于数学学科的发展。

当今游戏行业内两大引擎：Unreal 和 Unity 优点虽足，但也有不少缺点：Unreal 的价高难学以及 Unity 的渲染效率不尽人意，笔者希望能有一款底层渲染引擎，能在使用难度低的前提下尽可能地提升渲染效率。同时希望能对一些特别的物体提供渲染支持，使其适合渲染某一种物体。且上述两家最强大的引擎属国外开发团队历经数年开发，而在国内并没有开源、优秀的游戏引擎存在，如果有，那一定能大大推进国内计算机图形学的研究进度。

本题目的目的在于实现对于游戏开发中重复造轮子部分实现封装，向上提供可供调用的接口。并且想要对于某类对象写一套特别的渲染算法，实现对它们高性能、高质量的渲染。故笔者结合专业所学数学知识以及自学的计算机图形学知识和编程知识，设计并实现了一款图形图像渲染引擎，这款渲染引擎采用 C++ 语言开发，图形设备接口使用 OpenGL，能实现对三维世界的部分还原。实现摄像机、天空盒、模型、地面的逻辑封装。并对渲染过程中可能出现的问题实现了解决方案，例如使用摄像机裁剪算法避免可能会遇到的硬件性能问题，使用离屏绘制技术加强表现效果等。同时在各模块设计中适当加入了设计模式和软件工程思想，优化了渲染引擎的设计，使三维世界中存在的各种各样的计算更加严谨。

## 二、主要研究（设计）内容、研究（设计）思想及工作方法或工作流程

课题研究内容：

研究内容：

- 1、我的渲染引擎将分为场景管理，资源管理，渲染三大模块。
- 2、该题目主要想做的事情是将引擎底层逻辑封装起来，实现用户用 C++代码能做到组织场景、加载/卸载资源、渲染管理等，并能针对某类物体进行高质量的渲染。
- 3、最终用该引擎能完成对特定视频/小型游戏的渲染工作。

研究方法和研究思路：

- 1、底层渲染是核心模块，CPU 方式（C 语言）将内存中的数据传递到 GPU 这部分进行封装，向 Shader 传递顶点数据的部分也将进行封装。然后渲染前进行 Begin 就可以使用。
- 2、提供上层渲染方式，可以不通过 Shader 和 VBO，直接通过已有的 Object、Ground、SkyBox、Camera 等类进行渲染。
- 3、通过资源 Manager 向渲染器提供文件数据。
- 4、通过场景管理类管理多个渲染场景。

参考文献：

- [1]David H.Eberly;3D Game Engine:A Practical Approach to Rea-Time Computer Graphics.San Francisco,2001.中译本:《3D 游戏引擎设计:实时计算机图形学的应用方法(第二版)》,清华大学出版社,2013.
- [2]Peter Shirley;Fundamentals of Computer Graphics, 2001.中译本《计算机图形学基础(第二版)》,人民邮电出版社,2007.
- [3]Stanley B. Lippman/Josée Lajoie/Barbara E. Moo;C++ Primer,2013. 中译本《C++Primer(第五版)》,电子工业出版社,2013.
- [4]Jason Gregory;Game Engine Architecture,2009.中译本《游戏引擎架构》,电子工业出版社,2013.
- [5]Fletcher Dunn/Ian Parberry;3D Math for Graphics and Game Development,2002.中译本《3D 数学基础:图形与游戏开发》,清华大学出版社,2005.
- [6]Andre Lamothe;Tricks of the 3D Game Programming Gurus-Advanced 3D Graphics and Rasterization,2003.中译本《3D 游戏编程大师技巧》,人民邮电出版社,2013.
- [7]Richard S. Wright,Jr./Nicholas Haemel/Graham Sellers/Benjamin Lipchak;OpenGL SuperBible,Fifth Edition,2007.中译本《OpenGL 超级宝典(第五版)》,人民邮电出版社,2012.
- [8]John Kessenich/Graham Sellers/Dave Shreiner;OpenGL Programming Guide(Ninth Edition),2017.中译本《OpenGL 编程指南(第九版)》,机械工业出版社,2017.
- [9]毛星云;《Window 游戏编程之从零开始》,清华大学出版社,2013.

[10]Eric Lengyel;Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics,Third Edition,2012.中译本《3D 游戏与计算机图形学中的数学方法》，清华大学出版社，2016.

[11]Unity Technologies;《Unity 5.x 从入门到精通》，中国铁道出版社,2016.

[12]Tomas Akenine-Moller/Eric Haines/Naty Hoffman;Real-Time 《Rendering,Third Edition》,A K Peters,Lid,2008.

[13]Scott Meters;Effective C++:55 Specific Ways to Improve You Programs and Designs,3rd Edition,2010.中译本《Effective C++:改善程序与设计的 55 个具体做法（第三版）》，电子工业出版社，2011.

[14]Samuel R. Buss;3D Computer Graphics,A Mathematical Introduction with OpenGL,2003.中译本《3D 计算机图形学（OpenGL 版）》，清华大学出版社，2006.

### 三、毕业设计（论文）工作进度安排

2017 年 12 月：安排好毕业设计的基本框架和流程，布置任务，知识补充

2018 年 1 月初： 研究论文，完成论文摘要、引言

2018 年 1 月中旬：完成开题报告，定义软件架构

2018 年 3 月下旬：完成设计总体开发

2018 年 4 月：完成最终开发

2018 年 5 月下旬：完成论文总稿

2018 年 6 月中旬：论文答辩，材料归档

指 导 教 师 意 见	<p>该设计创意新颖，采用技术较为前沿，任务工作量较大，难度较高，具有一定的实用价值。</p> <p>准备工作较为充分，任务计划安排合理，可按时完成计划内容。</p> <p>同意进行开题答辩！</p> <p style="text-align: right;">指导教师签字_____</p> <p style="text-align: right;">2018 年 1 月 5 日</p>					
院 系	难 度		综合训练程度		是否隶属科研项目	

毕 业 设 计 领 导 小 组 审 核 意 见	<div>教学院长（公章）_____</div> <div>年    月    日</div>
--	---

备注：1、题目类型分为： 理论研究、应用研究、设计开发和其它。

2、题目难度分为： A、B、C、D 四个等级。

3、综合训练程度分为： A、B、C 三个等级。

# 本科毕业设计（论文）中期检查表

（学生用表）

学生姓名 王必宇 所在学院 理学院 学生班级 计算 1401

题目： 基于 OpenGL 的图形图像渲染引擎

1、你是否按计划进度进行工作？能否完成任务书所规定的各项任务？

我是严格按照计划进度进行工作的。可以完成任务书所规定的各项任务。

2、工作态度和遵守纪律情况：

工作态度：认真严谨、塌实肯干、积极进取、责任心强、效率开发。

遵守纪律情况：查阅文献不断学习，若查询后不能得到答案则询问老师，遵守学校规定的有关纪律。

3、存在的问题和拟采取的措施：

灯光类目前还未做封装，打算在每一个场景中做一个 Light 基类集合，封装所有灯光，遍历所有游戏物体传递灯光效果。

地面只能是一种，未来将通过贴图的方式实现地面的优化。同时将加入地形系统，丰富场景元素。

模型还不能播动画，未来将加入模型骨骼动画支持。

4、平均每周与指导老师联系次数（或几小时）：

每周与指导老师联系 2 次。

注：请学生在毕业设计（论文）中期，按规定时间填写，完成后以班为单位交学院教学科研办。

填表时间：2018 年 4 月 25 日



# 本科毕业设计（论文）指导教师工作记录

填写说明：由指导教师填写与学生见面、电话、网上指导的主要内容。

## 第 1 次指导记录：

主要交流可选的题目。

由于我是游戏方向的程序员，所以就该课题讨论了游戏的机器学习、人工智能、图像识别的可能性。但是该选题如果自己搭建的话难度过高，用 Unity 引擎搭建的话效果并不好。

然后讨论了做人工智能方向论文的可行性。由于该题目与我的就业方向不符合，并且在研究生阶段才更适合做人工智能方向的研究。

最后决定写关于渲染方向的题目，与方向相同但是更底层了，我能完成该题并能从该题目的开发研究中获得长足进步。

填写时间 2017 年 12 月 10 日

教师签名

学生签名

## 第 2 次指导记录：

尝试讨论分析目前已完成设计的部分，并讨论非核心部分以及优化部分如何更好地完成。

就论文论文已完成的前两章进行讨论，得出结论：论文出现较多代码，需要用更可视化的方式改善论文正文。

填写时间：2018 年 4 月 22 日

教师签名

学生签名

## 第 3 次指导记录：

目前论文以及设计已完成，主要讨论如何更加清晰地表达出研究内容，改善了可视化文档、以及论文的编辑方式。

并对设计已完成的部分进行讨论，总结设计的优劣处。

填写时间：2018 年 6 月 6 日

教师签名

学生签名

# 西南科技大学

## 本科毕业设计（论文）成绩评定表

题目名称： 基于 OpenGL 的图形图像  
渲染引擎

学生姓名： 王必宇

学生学号： 5120140514

专    业： 信息与计算科学

教师姓名： 马新

学院(部)： 理学院

指导教师对学生毕业设计（论文）进行情况、完成情况和成果质量的评价意见：

论文基于 OpenGL 实现了一种新的图形图像渲染引擎，对当前 3D 动画场景渲染、游戏场景渲染等实际工作具有重要意义。

- 1、 论文对当前国内外游戏引擎渲染技术的综述较为全面，能较好总结出当前存在的主要问题。
- 2、 论文较为清晰地叙述了游戏引擎技术所需的理论以及具体技术基础。
- 3、 引擎总体架构设计清晰，具体功能模块较为完善，对 OpenGL 的运用和说明较为清楚。
- 4、 最终实现的引擎实际渲染效果较好，场景之间切换自然，但未能使用较为直观的技术指标对其性能进行进一步的评价。

综上，该论文实现难度和工作量都较大，作者能够熟练运用 OpenGL 实现图形图像渲染底层模块，并对各部件之间的说明较为清晰，是一篇优秀的本科学位论文。

毕业设计（论文）成绩（指导教师评分）：

90

是否具备答辩资格：☒具备， ☐不具备

指导教师签名：\_\_\_\_\_ 职称：\_\_\_\_\_

2018 年 6 月 3 日

对毕业设计（论文）实际完成情况的评审意见：

该论文通过文献调研，对国内外游戏引擎渲染技术的发展及问题进行了较全面的综述，详细叙述了游戏引擎技术的理论基础、技术基础以及引擎总体架构设计，并采用 OpenGL 编程实现资源管理、场景管理和低层渲染，从实现效果来看引擎实际渲染效果较好，场景之间切换自然，但未能使用较为直观的技术指标对其性能进行评价。该论文内容叙述较详细，符合规范要求，图示清晰，论文格式规范，实现难度和工作量都较大。该设计符合学生培养目标要求，其系统有一定的实用价值。

同意参加毕业论文答辩。

毕业设计（论文）成绩（评审教师评分）：

90

是否具备答辩资格：☒具备， ☐不具备

评审教师签名：\_\_\_\_\_ 职称：\_\_\_\_\_

2018 年 6 月 6 日

学院（部）意见：

毕业设计（论文）成绩：

\_\_\_\_\_

学院（部）分管领导 签名：\_\_\_\_\_

学院（部）盖章

年 月 日

## 一、英文原文

# 3D game engine technology developed by researchers

Xie Jingming

(Guangzhou Panyu Polytechnic College of Software Engineering, Guangzhou Panyu 511483)

**Abstract:** The game engine is the core of the game development technology, development is difficult and costly. In order to better develop the game talent, according to the characteristics of teaching the game, made specifically for teaching game development engine platform, the platform was designed with the general framework of the game engine, the game engine has a major functional characteristics, is a commercial game engine shrink abbreviated version of the game engine technology for the accumulation of experience and teaching the game provides a feasible method of operation.

Keywords: game engine; engine framework; Game Training; games teaching mode

CLC: TP311.5 Document code: A

## 1 .Introduction

At present, China's game industry is in a period of rapid development, according to International Data Corporation (IDC) report shows that in 2008 the financial crisis, China's online game market is still actual sales revenue reached 18.38 billion yuan, an increase of 76.6% compared to 2007, on the contribution related industries reached 47.84 billion yuan, forecast to 2013, China's online game actual sales income will reach 39.76 billion yuan. In recent years, actively support the development of animation industry, Shanghai, Hangzhou, Chengdu, Guangzhou, Shenzhen and other places have introduced a series of policies to fight

Making the city's "animation capital." Guangzhou as the national development of online games and cartoon industry base, the animation industry in 2008 exceeded 10 billion yuan output value, accounting for about 1/5.

With the increasing demand for the players, the game uses the technology becomes more complex, which gives the game industry has brought great challenges. Game development game engine provides the main technical framework that enables developers to be able to focus on the gameplay and content. A good game engine can effectively improve the efficiency and robustness of game development, accelerate time to market. Although the game industry has been rapid development in recent years, but for development time, technical difficulty and research and development costs and other factors to consider, most of

the enterprises of the game to take direct way to buy the game engine. Selectable game engine room while not large, the lack of mature self-developed domestic commercial game engine, game engine foreign companies licensing fees of up to hundreds of million to domestic game companies brought greater economic burden. Therefore, in order to grasp the core of the gaming industry Technology to reduce the cost of training personnel game and avoid similar to other development actors foundry industry, China should increase the game engine core technology research efforts.

## **2 .game engine development status**

From the early 1990s, Europe and other developed countries began to develop the game engine, the current world leader in research and development level of the famous game engines such as Quake III, Unreal Tournament, LithTech, Source, BigWorld, CryENGINE2 etc from the U.S. and Europe game company. Domestic Only Perfect, target software, graffiti software game engine with a handful of companies

R & D capabilities, but mainly for personal use. Domestic colleges and universities in the game engine research in the field is relatively weak, still in the initial exploration phase.

## **3. game engine general framework**

Game engine has evolved into a plurality of sub-systems together constitute a complex platform. Current mainstream 3D game engine in functionality and performance despite its advantages, but their classification framework and main modules are similar. Figure 1 according to the level of the game engine to summarize the main components. Figure 1 game engine game engine hierarchy is determined by the lowest level of resource management, network engine, I / O library and graphics math library composed of four parts, mainly for dealing with platform dependent components. Including resource management to manage game resources, provides memory allocation and release, in the case of limited memory resources properly scheduling; math library provides 3D graphics data structures, such as vectors, matrices, quaternions, line, plane, etc., and the corresponding operations, such as matrix transpose, inverse, etc.; networking engine interactive two kinds of LAN and the Internet, data communication solutions, concurrent users, system management, billing and props issues; I / O library provides keyboard, mouse, joystick, and other peripheral input devices.

The second layer of the game engine by the physical engine, and sound renderer engine of three parts. Which provides game physics engine on the one hand between the world of

objects, objects and collision detection between scenes and mechanical simulation, simulation of the movement of objects on the other hand offers; renderer provides a realistic image, including graphics, textures, models and animation rendering, lighting and material handling, LOD management, etc., is one of the core game engine; sound engine provides audio, voice and background music. The third layer is the game engine by the entity module, animation system, scene management and effects support four parts. Which entity module objects in the game world as a common abstract data structures, providing relevant operating; animation system provides gradual animation, skinning skeletal animation; scene management organizations in the outdoor game objects (indoor) location and related features; support the provision of special effects and natural particle system simulation (such as watermarks, rain, smoke, etc.), the game screen is more beautiful.

The fourth layer of the game engine by a specific type of game the two components and AI components, mainly for logic control. Wherein the particular type of game-related components to provide specialized application-specific processing method such as FPS, SLG, RPG game component;

AI provides running game logic processing, the use of intelligent technology to improve gameplay.

Game engine on the fifth floor by the control logic framework, games and game development tools GUI consists of three parts, mainly for supporting the development of the game. Wherein the control logic framework for different types of games, provide the appropriate framework for the game engine to integrate the various sub-modules.

Game development tool includes level editor, scene editor, particle editor, material editor, DCC software plug-ins and other auxiliary development tools.

#### **4. game engine discussions of key technologies**

Game engine technology covered by many, as computer hardware, software and network technology continues to develop, especially graphics and computing hardware to improve processor performance, the game engine will further towards the direction of realism to create games for gamers provide a more realistic graphics, object movement and behavior experience. Dynamic real-time computing is one of the hot spots, such as real-time rendering, real-time collision detection. To improve computing performance, in addition to parallel computing, multi-threading technology, a large number of advanced algorithms have been proposed, the following were the main industry on the current research focus of several discussions:



(1) Rendering engine is the game engine is the most complex components, whose role is to efficiently display a clear picture, it is powerful or not directly determine the final output quality, often require time and processing resources in limited circumstances, to meet the players on the graphics quality requirements, there is the famous open source rendering engine OGRE, Irrlicht, etc., usually when developing DirectX and OpenGL as the underlying API. Accurately simulate the real world takes a lot of computing shape, 3D games using real-time rendering quality goal is to do more and more like photos, enhance the game's realism. Addition to the usual cut frustum pick, pick block cut, material level of detail LOD management, from front to back rendering technology, but also through real-time ray tracing, multi-threaded rendering technology, 64-bit high dynamic range rendering HDR, dynamic shadow volume, per-pixel lighting and other technical means comprehensive implementation. 1999 NVIDIA GPU proposed concept is implemented in the GeForce 256 hardware transform and lighting calculations, and introduced real-time rendering Cg language. Both Microsoft and 3D Labs were also introduced HLSL and GLSL language.

These real-time rendering language development, which greatly facilitates the work of the game graphics computing.

## (2) physics engine

Physics engine is to give the object's physical properties make it a movement, rotation and collision realistic objective world of the law, especially for fluid handling, rigid body and clothing fabric sports complex physics simulations do dedicated support and optimization. Currently there are well-known physics engine Havok and PhysX, physical computing and processing power has been recognized by the industry, has received the support of more than 400 games, in addition to the more famous open source engine with ODE, Tokamak and so on. The research focuses on the physics engine world physics modeling and collision detection two fields, including physics world including soft body and rigid two parts, pre-technical and more focused on the rigid body simulation, the current hot spot is a soft body simulation, such as soft fabrics and simulation of the surface. The hot spot is the real-time collision detection collision detection, the study's focus on discrete collision detection algorithms and collision detection based on object space. 2005 NVIDIA released its first physical with hardware acceleration computing unit PPU, will require heavy CPU or GPU for physics calculations into the PPU, in order to flexibly deal with the physical movement brings convenience, Unreal Engine3, Gamebryo, BigWorld and other game engine is to provide support for this.

### (3) Artificial Intelligence

Artificial intelligence is to control the game in a variety of activities the object behavior, so that they behave with common sense logic. Application of artificial intelligence to be just right to make the game's difficulty is moderate, high playability. AI techniques common in the game, including finite state machines, scripting languages , fuzzy logic, decision trees, neural networks, genetic algorithms, group behavior simulation. Different types of games on the complexity of the application of artificial intelligence techniques have different requirements, such as real-time strategy game RTS need to solve the dynamic path of thousands of objects found the problem; first person shooter FPS need to further improve the NPC in tactical coordination, perceptual awareness level of intelligence and other capabilities, and the introduction of a richer story. Relative to other parts of the game engine, AI research efforts to be further strengthened.

As more and more sophisticated machine learning techniques to be applied to the game, in the near future is likely to be the emergence of specialized AI engine, with the rest of the game organically combine to provide a more exciting gaming world.

## **5. Conclusion**

Game industry in recent years, the focus of the IT industry, the game brings to people's leisure life a rich entertainment experience, so it has broad prospects for development. Game engine to game developers can bring great convenience, more and more domestic industry and academic attention. Propose a teaching platform game engine development programs, personnel training and core technology has accumulated two important aspects, the next step is a thorough research work within each of the core game engine modules to optimize improvements.

## 二、英文翻译

### 3D 游戏引擎技术开发的研究

谢景明

(广州番禺职业技术学院 软件学院, 广州 番禺 511483)

**摘 要:** 游戏引擎是游戏开发技术的核心, 引擎的开发难度大并且费用高。为了更好地培养游戏人才, 根据游戏课程教学的特点, 提出开发专门用于教学的游戏引擎平台, 平台的设计采用游戏引擎的一般框架, 具备游戏引擎的主要功能特征, 是商业游戏引擎的缩略版, 为积累游戏引擎技术经验和游戏课程教学提供了一种可行的操作方法。

**关键词:** 游戏引擎; 引擎框架; 游戏人才培养; 游戏教学模式

**中图分类号:** TP311.5      **文献标识码:** A

## 1. 引言

目前, 我国的游戏产业正处于一个飞速发展的时期, 根据国际数据公司 (IDC) 报告显示, 在 2008 年金融危机中我国网络游戏市场实际销售收入达 183.8 亿元, 较 2007 年增长 76.6%, 对相关产业的贡献达到了 478.4 亿元, 预测到 2013 年, 我国网络游戏实际销售收入将达到 397.6 亿元。近年来, 我国积极扶持动漫产业的发展, 上海、杭州、成都、广州、深圳等地纷纷出台一系列政策, 这些政策来打造城市的“动漫之都”。在这些城市之中, 广州作为国家网游动漫发展产业基地之一, 它的动漫产业 2008 年的产值超过了 100 亿元, 占全国的 1/5 左右。

随着玩家要求的提高, 游戏采用的技术也越来越复杂, 这给游戏产业界带来了很大挑战。游戏引擎提供了游戏开发的主要技术框架, 使开发者能够将主要精力放在游戏的可玩性和内容上。一款优秀的游戏引擎能够有效地提高游戏的开发效率和健壮性, 并且加快产品的上市时间。虽然游戏产业近几年得到了快速发展, 但出于开发时间、技术难度和研发费用等因素的考虑, 我国游戏企业大多采取直接购买游戏引擎的方式。同时游戏引擎的可选择余地并不大, 国内缺乏成熟的自主研发的商用游戏引擎, 外国公司对游戏引擎的授权费高达上百万元, 给国内游戏企业带来了较大的经济负担。因此为了掌握

游戏产业中的核心技术，减低培养游戏人才的成本，避免类似于其他产业的代工厂发展角色，我国应加大对游戏引擎核心技术的研发力度。

## 2. 游戏引擎的发展现状

从 20 世纪 90 年代初开始，欧美等发达国家就开始大力发展游戏引擎，目前在研发水平上居世界领先的著名游戏引擎例如 Quake III、Unreal Tournament、LithTech、Source、BigWorld、CryENGINE2 等均出自欧美的游戏公司。国内只有完美时空、目标软件、涂鸦软件等少数几家公司具有游戏引擎的研发能力，而且以自用为主。国内高校在游戏引擎领域的研究较为薄弱，尚处于起步探索的阶段。

## 3. 游戏引擎的一般框架

游戏引擎已经发展成为一套由多个子系统共同构成的复杂平台。当前主流的 3D 游戏引擎在功能和性能上尽管各有不同，但是他们的框架和主要模块分类上大同小异。游戏引擎的最底层是由资源管理、网络引擎、I/O 库和图形数学库四部分组成，主要用于处理与平台相关的组件。其中资源管理能够管理游戏资源，提供内存的分配和释放，在内存有限的情况下正确地调度资源；图形数学库提供有关 3D 的数据结构，如向量、矩阵、四元数、直线、平面等，以及相应的操作，如矩阵的转置、求逆等；网络引擎分局域网和互联网交互两种，解决数据通信、用户并发、系统计费 and 道具管理等方面的问题；I/O 库提供键盘、鼠标、摇杆和其它外设输入设备的支持。

游戏引擎的第二层由物理引擎、渲染器和声音引擎三部分组成。其中物理引擎一方面提供游戏世界中的物体之间、物体和场景之间的碰撞检测和力学模拟，另一方面提供物体的运动模拟；渲染器提供具有真实感的图像，包括图形、纹理、模型和动画的渲染、光照和材质处理、LOD 管理等，是游戏引擎的核心之一；声音引擎提供音效、语音和背景音乐的播放。游戏引擎的第三层由实体模块、动画系统、场景管理和特效支持四部分组成。其中实体模块将游戏世界中的物体抽象为通用的数据结构，提供相关的操作；动画系统提供渐变动画、蒙皮骨骼动画效果；场景管理组织游戏物体在室外（室内）的位置和相关的特性；特效支持提供粒子系统和自然模拟（如水纹、雨、烟等），使游戏

画面更为漂亮。

游戏引擎的第四层由特定类型游戏有关的组件和人工智能两部分组成，主要用于逻辑控制。其中特定类型游戏有关的组件针对特定应用提供专门的处理方法，例如 FPS、SLG、RPG 游戏组件；

人工智能提供游戏运行的逻辑处理，运用智能技术提高游戏的可玩性。

游戏引擎的第五层由控制逻辑框架、游戏GUI和游戏开发工具三部分组成，主要用于游戏的辅助开发。其中控制逻辑框架是针对不同类型的游戏，提供相应的框架将游戏引擎的各个子模块整合起来。

游戏开发工具包含关卡编辑、场景编辑、粒子编辑、材质编辑、DCC 软件插件等辅助开发工具。

## 4. 游戏引擎关键技术的讨论

游戏引擎所涵盖的技术领域较多，随着计算机软硬件和网络技术的不断发展，特别是图形硬件和计算处理器性能的提高，游戏引擎将进一步朝着营造游戏真实感的方向发展，为玩家提供更为逼真的图形、物体运动和真实的体验。动态实时计算是其中的热点，例如实时渲染，实时碰撞检测。为了提高运算的性能，除了并行计算，多线程技术之外，大量先进的算法被提出，下面分别就当前业界主要的研究热点进行讨论：

(1) 渲染引擎是游戏引擎中最复杂的部件，其作用是高效地显示清晰的画面，它的强大与否直接决定着最终的输出质量，往往要求在时间和处理资源有限的情况下，满足玩家对图形质量的要求，著名的开源渲染引擎有OGRE、Irrlicht等，开发时通常把DirectX和OpenGL作为底层的API。准确地模拟现实世界中的形态需要花费大量的计算，3D游戏采用实时渲染的目标是做到画质越来越像照片，提高游戏的真实感。除了常用的平截体拣切、遮挡拣切、材质细节等级LOD管理、由前至后渲染等技术之外，还可以通过实时光线跟踪、多线程渲染技术、64位高动态光照渲染HDR、动态阴影体、逐像素光照等多种技术手段综合实现。1999 年NVIDIA提出GPU的概念，在GeForce 256中实现了硬件变换和光照计算，并推出Cg实时绘制语言。同时微软和3D Labs也分别推出HLSL和GLSL语言。

这些实时绘制语言的发展，极大地方便了游戏图形计算的工作。

### (2) 物理引擎

物理引擎是赋予物体真实的物理属性使其运动、旋转和碰撞符合现实客观世界的规律，特别是对流体的处理、刚体和衣物布料的运动等复杂物理效果模拟做专门的支持和

优化。目前著名的物理引擎主要有Havok和PhysX，物理计算和处理能力已得到业界的一致认可，至今得到了超过400款游戏的支持，此外较有名的开源引擎有ODE、Tokamak等。物理引擎的研究集中在物理学世界建模和碰撞检测两个领域，其中物理学世界包括柔体和刚体两部分，前期技术多侧重于刚体的模拟，当前热点是对柔体的模拟，例如对柔软织物和水面的模拟。碰撞检测的热点是实时碰撞检测，研究的重点放在离散碰撞检测算法和基于物体空间的碰撞检测。2005年NVIDIA发布了首款具有硬件加速功能的物理运算单元PPU，将需要CPU 或者GPU进行的繁重物理计算放到PPU中，为灵活处理物理运动带来了便利，Unreal Engine3、Gamebryo、BigWorld等多个游戏引擎已对此提供支持。

### (3) 人工智能

人工智能是控制游戏中各种活动对象的行为方式，使它们的逻辑表现符合常理。人工智能的应用要恰到好处，使游戏的难度适中，可玩性高。游戏中常见的人工智能技术包括有限状态机、脚本语言、模糊逻辑、决策树、神经网络、遗传算法、群体行为的模拟等。不同类型游戏对应用人工智能技术的复杂程度有不同的要求，例如即时策略类游戏RTS需要实时解决数千个对象的动态路径发现问题；第一人称射击游戏FPS需要进一步提高NPC在战术配合、感知意识能力等方面的智能水平，并引入更丰富的故事情节。相对于游戏引擎的其他部分，人工智能的研究力度还有待进一步加强。

随着更多更复杂的机器学习技术被应用到游戏中，在不久的将来很可能会出现专门的AI引擎，与游戏的其他部分有机地结合起来，提供更为精彩的游戏世界。

## 5. 结束语

游戏产业是近年来 IT 业关注的焦点，游戏给人们的业余生活带来了丰富的娱乐体验，因此具有广阔的发展前景。游戏引擎能够给游戏开发带来很大的便利，越来越受到国内产业界和学术界的重视。开发者是否能够提出一个游戏引擎教学平台的开发方案，这具有人才培养和核心技术积累两方面的重要意义。下一步的研究工作是深入游戏引擎内部的各个核心模块，并且对其进行优化改进。