**电 子 科 技 大 学**

UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA

**学士学位论文**

**BACHELOR THESIS**



论文题目  **基于Unity3D引擎制作的3D坦克大战游戏**

专 业 **计算机科学与技术**

学 号 **2013060110027**

作者姓名 **黄小伟**

指导教师 杨陈/罗嘉庆

摘 要

随着科技的发展，网络的普及，电子产品的普遍流行，游戏显然已经成为人们的主要娱乐方式之一。生活节奏的加快使得人们不能再像以前那样坐在电脑前玩游戏，便于携带是手机的主要特点，手游也成为当前最热门的游戏方式之一。于此同时，Unity3D 的异军突起，使手机游戏开发多了一个方向，更方便、更快捷、更加人性化的研发方式使得Unity3D 成为当前主流的游戏开发引擎。手机硬件性能越来越强大，使得 3D 游戏在手机中得以实现。近年来，越来越多的 3D 游戏出现在手机屏幕上，其中不乏优秀的作品。本次毕设在前人的基础上进行学习研究，深入了解 Unity3D 及 C#编程语言，进行 3D 格斗游戏的开发。本文列出了 3D 格斗游戏的一些功能点、关键技术，详细阐述了游戏的设计过程。

本次毕业设计的题目为《基于Unity3D引擎制作的3D坦克大战游戏》，旨在成功的设计出一 款可以运行在智能手机和各类电脑上的休闲、娱乐游戏，在毕业设计完成时，可以通过 多个平台，不同方式体验。游戏共包含若干关卡，从易到难。提供了一种放松、休闲的方式， 实现了对上班一族的工作压力缓解。实现娱乐、休闲、交流和取得虚拟成就的具有可持续性的个体性单人游戏。

**关键词：** Unity3D、坦克、UGUI、C#、组件

ABSTRACT

With the development of science and technology, the popularity of the Internet and the popularity of electronic products, the game has become one of the main entertainment modes of people. The acceleration of the pace of life makes it impossible for people to sit in front of the computer as they used to. It is the main feature of mobile phones that are easy to carry, and hand travel has become one of the most popular forms of games. At the same time, the sudden emergence of Unity3D, mobile phone game development in more than one direction, more convenient, faster and more humane way of research and development, making Unity3D become the mainstream of the game development engine. Mobile phone hardware performance is more and more powerful, make 3D game can be realized in mobile phone. In recent years, more and more 3D games appear on the mobile phone screen, many of them are excellent works. The completion of this study is based on previous studies, in-depth understanding of Unity3D and C# programming language, 3D fighting game development. This paper lists some function points and key technologies of 3D fighting game, and expounds the design process of the game in detail.

The graduation design topic is "the Unity3D engine production 3D Tankedaizhan game" based on the successful aims to design a leisure and entertainment game can run on smart mobile phone and all kinds of computer, in the graduation design is completed, through multiple platforms, different ways of experience. The game contains a number of checkpoints, from easy to difficult. It provides a way to relax and relax and relieve the working pressure of the working class. An individual, sustainable, single game that implements entertainment, leisure, communication, and virtual achievement.

**Keywords:** Unity3D, tanks, UGUI, C#, components

目 录

[摘 要 I](#_Toc483125378)

[ABSTRACT II](#_Toc483125379)

[目 录 III](#_Toc483125380)

[第一章 绪 论 1](#_Toc483125381)

[1.1 研究工作的背景与意义 1](#_Toc483125382)

[1.2 手机游戏产业的国内外研究历史与现状 2](#_Toc483125383)

[1.3 本文的主要贡献与创新 3](#_Toc483125384)

[1.4 本论文的结构安排 3](#_Toc483125385)

[第二章 Unity3D游戏引擎基础 4](#_Toc483125386)

[2.1 主界面视图 4](#_Toc483125387)

[2.2 游戏组件 6](#_Toc483125388)

[2.2.1 Gameobject(对象) 6](#_Toc483125389)

[2.2.2 Tranform（坐标） 6](#_Toc483125390)

[2.2.3 Camera(镜头) 6](#_Toc483125391)

[2.3 脚本系统 7](#_Toc483125392)

[2.3.1 C# 7](#_Toc483125393)

[2.3.2 Javascript 8](#_Toc483125394)

[2.4 Unity3D文件 8](#_Toc483125395)

[2.5 本章小结 9](#_Toc483125396)

[第三章 3Ｄ坦克游戏设计 9](#_Toc483125397)

[3.1 游戏基本介绍 9](#_Toc483125398)

[3.2 需求分析 10](#_Toc483125399)

[3.3 技术路线 10](#_Toc483125400)

[3.4 游戏框架结构设计 10](#_Toc483125401)

[第四章　3Ｄ坦克游戏实现 10](#_Toc483125402)

[4.1 图形界面实现 10](#_Toc483125403)

[4.2 场景渲染实现 10](#_Toc483125404)

[4.3.1 天空盒 10](#_Toc483125405)

[4.3.2 地形 12](#_Toc483125406)

[4.3.3 3D模型 14](#_Toc483125407)

[4.3.3 光照和投影 15](#_Toc483125408)

[4.3.4 粒子系统 16](#_Toc483125409)

[4.3 游戏框架实现 21](#_Toc483125410)

[4.2.1 对象池 21](#_Toc483125411)

[4.2.2 事件监听 21](#_Toc483125412)

[4.4 本章小结 21](#_Toc483125413)

[第五章 游戏展示与性能分析 22](#_Toc483125414)

[5.1 游戏展示 22](#_Toc483125415)

[5.2 性能分析 22](#_Toc483125416)

[5.3 优化 22](#_Toc483125417)

[第六章 项目总结与展望 22](#_Toc483125418)

[6.1 项目总结 22](#_Toc483125419)

[6.2 后续工作展望 22](#_Toc483125420)

[致 谢 23](#_Toc483125421)

[参考文献 24](#_Toc483125422)

[外文资料原文 25](#_Toc483125423)

[外文资料译文 26](#_Toc483125424)

第一章 绪 论

1.1 研究工作的背景与意义

随着计算机技术的发展，电子游戏的形式越来越丰富，用户对于电子游戏的娱乐性需求也越来越高，追求更加真实的感官体验成为电子游戏的一条发展趋势。作为虚拟现实领域的一项的综 合应用，3D 游戏已经在电脑、手机、机顶盒等多平台得到了普及，相对于传统的2D 游戏，3D 戏让用户感觉更融入，更加享受，但所依赖的计算机技术也更加复杂，计算机图形学、物理仿真等都成为 3D 游戏开发所需要的重点研究方向。我国在电子游戏领域的发展与领先国家还具有一 定的差距，为了振兴本国电子游戏行业，对这一项综合应用所涉及的技术进行整体的梳理是完全 有必要的。

国外的3D游戏起步在90年代初，他们最早完善的3D游戏引擎是美国ID公司于1993年推出的Doom引擎。国内首款自主研发的3D游戏始于2003年，到目前为止，国内在3D游戏已经有了很多的研究，但由于3D游戏开发的复杂性及经济效益的考虑，国内只有屈指可数的互联网公司拥有自主研发的3D游戏引擎，中小型公司还是使用国外较为成熟的游戏引擎和工具，如虚幻，Unity3D等。虽然近年来国内涌现一些优秀的3D网游诸如《剑侠情缘3》、《九阴真经》，但一直无法像产出世界级的3D游戏大作，大部分游戏公司还是以代理国外优秀产品为主，导致资金外流及本土文化缺失。随着移动硬件设备的日益强大，移动平台上的游戏也出现了惊人的增长，3D互动娱乐在手机领域的应用也逐渐增加。而移动领域存在诸多的操作系统，常用的有Android、Windows?Mobile、iOS?等，而在各个平台上的移植和实现对于开发商来说是不经济的，而目前国外优秀的成熟引擎已经成功解决这类需求，最为突出的要数Unity3D引擎，Unity3D中使用虚拟机技术使游戏编译结果独立于平台执行。国内对于跨平台引擎技术的研究还处于起步阶段，但熟练掌握和理解这些引擎的使用依然具有一定意义。

本次毕业设计所需要的软件为Unity3D。Unity是一款跨平台的游戏开发工具，从一开始就被设计成易于使用的产品。作为一个完全集成的专业级应用，Unity还包含了价值数百万美元的功能强大的游戏引擎。Unity3D是一个让你轻松创作的多平台的游戏开发工具，是一个全面整合的专业游戏引擎[1]

因此，利用Unity3D并且综合多重开发工具（PhotoshopCS3，Javascript等）进行的游戏开发，并利用移动平台发布会成为一个新趋势，在将来会得到更为广阔的运用。

1.2 手机游戏产业的国内外研究历史与现状

手游即手机上的游戏。随着移动互联网时代的到来，如今，手机除了满足大家发短信、通电话的基本需求外，玩游戏早已成为手机最重要的功能之一。手游早期为简单的文字游戏，随着手机像素、运行效率的提高，一些具备了简单彩色图形的手游开始面向用户，这类游戏大多使用 JAVA 语言编写实现，不论是画面，还是玩法都比上一个代提升了许多，然后是近几年的 app 应用，例如 N-Gage, N-Gage 是诺基亚在那个时代所研发的手游平台，但是由于移动网络无法很好的支持手游下载、支付渠道也稀少而复杂，N-Gage 始终没能大红大紫。Android 和 IOS 的兴起，手机在其本质工作几乎毫无进化的几年之间却在其余几乎每个领域发生了翻天覆地的变化，最简单并且最直观的一点表现就是性能参数了，手机性能参数的提高增加了应用的安装数量及功能，在这之中，手游获得的增益很大。 门槛低，投入小，回报大，是手游的主要优势，这也使很多游戏开发商纷纷转型手机游戏的开发。随着手机游戏市场的日渐升温，手游已经开始主导着整个移动互联网的发展，千万级用户，千万级收入已经不再是空话，手机行业的发展极大推动了手游的发展。近年来，手游更是有了质的飞跃，在手机行业跨越式的发展下，手机系统再也不是当年 NOKIA的塞班系统， iPhone 的诞生，及其开创的触屏潮流，不仅革新了用户操作手机的体验，而且也使手游脱离了物理键盘的局限，有了除“上下左右”之外的新的玩法。后来谷歌研发的安卓手机系统诞生，触屏智能更加便捷，得到了很快的普及，谷歌市场也出现了各种各样的安卓游戏，随后的几年安卓手游成疯狂的趋势增持。

这几年，游戏产业己经成为中国经济市场中增长速度最快的热点，是众所关注的焦点。游戏是文化创意产业里的一部分，创意经济是知识经济的核心内容，更是其经济的重要表现形式，没有创意就没有新经济。游戏设计属于文化艺术创意和商业产品的结合，对中国文化经济发展有重大意义。有利于提升中国游戏行业整体水平，并推动创意产业快速发展，提高经济产业发展水平，提升消费者的休闲体验感受。随着科技的发展，现在手机的功能也越来越多，越来越强大。而手机游戏也远远不是我们印象中的什么“俄罗斯方块”捕鱼达人“贪吃蛇”之类画面简陋，规则简单的游戏，进而发展到了可以和掌上游戏机媲美，具有很强的娱乐性和交互性的复杂形态。

由于多媒体技术以及智能手机技术的飞速发展，各式各样的手机游戏冲击着我们的视觉。其中，像一些简单二维平面游戏已经不能够满足广大游戏爱好，他们渴望一种新的三维游戏的诞生，三维游戏不仅在视觉上能给我们带来冲击，而且还给我们一种模拟现实的感觉，使游戏者感觉自己身临其境，而智能手机，平板电脑，点读设备等终端的普及和发展，为更多平台下的手机游戏提供了新的发展机遇，更多的三维体验游戏形式进入我们的生活世界，既融入了惊险刺激与游戏之中，又满足了我们的好奇心。以智能手机，平板电脑为体验终端的新型体验类游戏已经了手机游戏中的一个十分具有发展前景的模式

1.3 本文的主要贡献与创新

本次毕业设计的题目为《基于Unity3D引擎制作的3D坦克大战游戏》，旨在成功的设计出一 款可以运行在智能手机和各类电脑上的休闲、娱乐游戏，在毕业设计完成时，可以通过 多个平台，不同方式体验。游戏共包含若干关卡，从易到难。提供了一种放松、休闲的方式， 实现了对上班一族的工作压力缓解。实现娱乐、休闲、交流和取得虚拟成就的具有可持续性的个体性单人游戏。

1.4 本论文的结构安排

本文第二章介绍了Unity3Dy游戏引擎的基础，主要有它的一些基本的简介，一些特色等等，然后对Unity3D的常用技术做一个简单的介绍；

第三章介绍了本次毕设3D坦克游戏的整体设计包括游戏的目标，游戏的框架，游戏的界面，所需使用到的各种技术；

第四章主要是讲了游戏的功能实现，包括游戏地图实现，游戏场景中树木 坦克prefab的创建，坦克AI控制以及碰撞检测的实现等等。

第五章展示了最终的游戏成果，进行了性能分析，反省做的不足的地方。

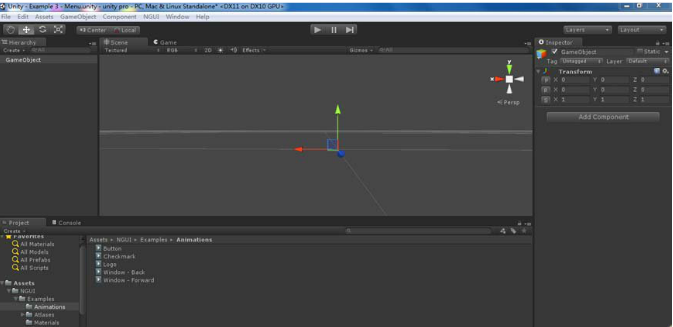
第六章对全文进行一个概括和总结。

第二章 Unity3D游戏引擎基础

Unity3D 游戏引擎 Unity3D是一款集三维视频游戏、建筑可视化、实时三维动画于一身的专业游戏引擎[1]，其多平台性表现在它可将已完成的游戏项目打包成 Windows、Mac、Wii、iPhone、Windows phone 8 和 Android 等多种平台所对应的文件格式。具有高度优化的图形渲染管道和内建的NVIDIA PhysX 物理引擎，使其能够较为真实地模拟 3D 物体的运动和碰撞。对 DirectX 和0penGL 拥有高度优化的图形渲染管道，使其能够比较真实、清晰的显示各种材质、贴图。它支持大部分主要的文件格式，并能和大部分相关应用程序协同工作，使用者不再需要使用其他转换格式的软件，用起来更加方便快捷。Unity3D 能够对编辑器、跨平台发布、地形编辑、着色器、脚本、网络、物理、版本控制等进行全面整合，优化使用界面，降低操作重复性，提高操作效率。这些都使 Unity3D 成为独一无二的游戏引擎。关于 Unity3D 的使用，需要了解以下几个方面的内容

2.1 主界面视图

主界面视图 Unity3D 界面上方为菜单栏，所有功能都可以在菜单栏中找到。菜单栏下方为具有各种功能的窗口，负责游戏项目的大部分操作，可将部分用得相对频繁的窗口单独拖出来放在外面，方便使用。Hierarchy 窗口、Project 窗口、Console 窗口、inspector 窗口、Scene窗口和 Game 窗口为主要的窗口，具体如图 2-1 所示：



一个完整的 lJnity3d 程序是由若干个场景（Scene)组合起来的，每个场景中又 包含有许多游戏对象（GameObject），每个对象可以具有若干组件（Component），其 中的继承自 MonoBehavior 的脚本组件进行初始化、更新等操作，而我们在场景所看 到的内容是由摄像头（Camera)来呈现并控制的

2.1.1 Hierarchy 窗口

　Hierarchy 窗口主要用于放置 Gameobject，可以对 Gameobject 进行选中、重命名、拖动分层、添加组件等操作，并且 Hierarchy 的所有内容都会在 scence 窗口中显示出来。

2.1.2 Project 窗口

Project 窗口为项目工程的文件入口，游戏项目的所有文件都可以在 project 中找到，进行资源替换、查找都要在这个窗口下操作。

2.1.3 Console 窗口

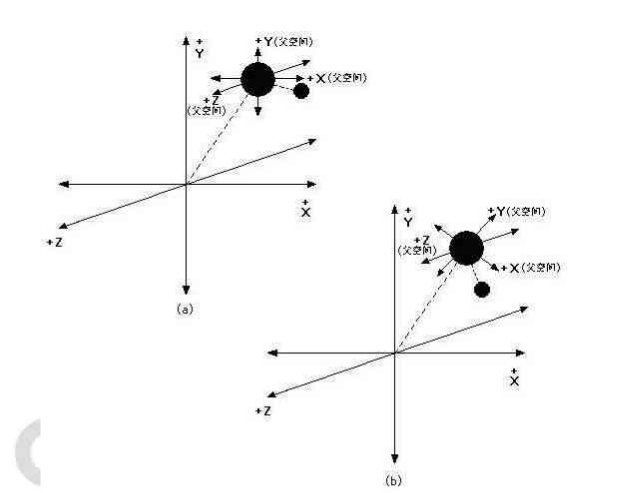
Console 窗口为一个指令提示窗口，项目运行的各种情况都会在这边以 CSharp 语言的形式显示出来，包括错误、警告、运行成功等，通过查看此窗口，可以轻松找出报错的根源。

2.1.4 Inspector 窗口

Inspector 窗口为 Gameobject 的编辑窗口，包括 Gameobject 的坐标、大小、附加控件及添加脚本等，一个 Gameobject 对应一个 inspector，默认显示被选中的 Gameobject的 inspector 窗口。

2.1.5 Scene 窗口

Scene 窗口真实地显示 Hierarchy 窗口中 Gameobject 的样式和 Tranform 位置，可对Gameobject 进行选中、拖动、旋转等操作。场景是Unity3D程序的基本组成单位，任何一个Unity3D程序都是由若干场景组合而成，程序通过脚本在这些场景之间跳转。场景通过场景图的形式组织，场景图实际上是一种树形结构，其中每个节点就是一个游戏对象。对象与对象之间存在父子关系，即当父级对象移动、旋转、缩放时，子级对象也跟着一起变换



2.1.6 Game 窗口

Game 窗口为运行项目时所呈现出来的真实游戏效果，为映入屏幕的画面。

2.2 游戏组件

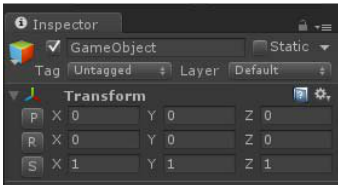
组件可以是网格（Mesh）、光源（Light）、摄像机（Camera）、 粒子系统（Particle）、物理碰撞体（Collider）、布料（Cloth）、连接体（Joint）、 声音（Audio）、动画（Animation）以及最重要的脚本（Script）。Unity3D 的设计是 以面向对象理论为基础，Unity3D 支持 C#、JavaScript Boo三种脚本语言，如果 对象继承自 MonoBehavior 脚本对象，生命周期将交给 Unity3D 来管理

2.2.1 Gameobject(对象)

Gameobject就是一个Component容器，Unity3D 中的任何组件、目标、模型都必须用 Gameobject来承载，它可以是一张图片、一段单一的文字、或是一个简单的模型，取决于你给它添加什么内容。从 Unity3D 菜单栏的“Gameobject”中可以轻松创建一个空的 Gameobject，快捷键 ctrl+shift+N 比较常用。如在一个空的 Gameobject 中添加一个 Directional light(单向灯光控件)，则此 Gameobject 就是个灯光，可在 inspector 窗口编辑。Gameobject 支持重命名功能，使开发者能一眼就看出 Gameobject 内的内容，提升工作效率，Gameobject 还可以嵌套子 Gameobject，方便进行资源的整合。

2.2.2 Tranform（坐标）

Tranform（坐标）的理解 如下图

inpector 窗口中的 Tranfrom 所示，Gameobject 的坐标包含“P”“R”“S”三个坐标，“P”即 position，为 Gameobject 的位置坐标，用于控制目标的方位信息。“R”即 rotate,为 Gameobject 的旋转坐标，调节 P 坐标将使目标作出相应转向。例如将上面提到的单向灯光的 Tranform“R”中的 X 坐标从 0 改成 90，则此灯光从横向灯变成纵向灯。“S”即 scale，为 Gameobject 的大小坐标，控制目标的大小尺寸，x、y、z 对应 Gameobject 的长宽高。一个 Gameobject 至少包含一个 tranform，有且仅有一个 tranform。

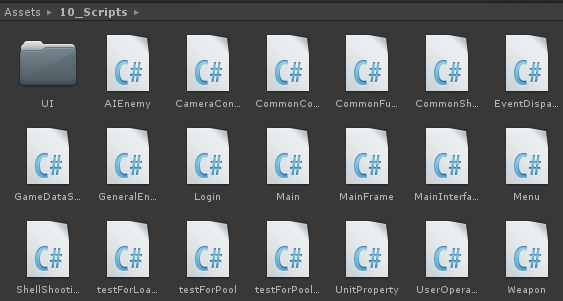
2.2.3 Camera(镜头)

正如电影导演手中的摄像机将故事呈现给观众一样，Unity3D 中的 Camera 用于将游戏画面呈现给玩家，即 Game 窗口中的内容。一个视图中至少应该放置一个镜头，否则呈现出来的画面只会是一片漆黑。镜头的放置位置也决定了游戏体验，镜头应尽量放置在能看清整个场景的位置，距离适中，太近的镜头视距太短看不到远方的路障，太远的镜头看不清前方的物体，影响游戏体验。Unity3D 中新建的工程都有提供一个 main camera 镜头。另外，可以给镜头添加一些功能，如 animation 动画，在镜头上添加具有短位移的 animation动画可以使其抖动。

2.3 脚本系统

unity3D的脚本语言在Unit3D游戏开发中占据了主角地位。它提供了三种脚本语言的支持：Javascript、C#、Boo。脚本语言的动态特性让我们可以方便的通过名称、层次结构、tags 等方式访问所有的对象。更大的好处就是脚本语言的跨平台性，绝大部分平台相关的代码都放到了引擎的内部，而游戏内容相关的代码都可以跨

本次毕设用的是 C#语言，如需要让某些 Gameobject 实现特定功能，可通过编写 C#脚本，保存起来，并将脚本拖动到 Gameobject 所对应的 inspector 窗口，这样该 Gameobject 就具有脚本所描述的功能。



2-4 Unity3D 中的C#脚本文件

2.3.1 C#

C#读作C Sharp。它是由Microsoft公司的开发团队设计的。C#是一种安全的、稳定的、简单的、优雅的，由C和C++衍生出来的面向对象的编程语言,它继承了 C 和 C++的强大功能，并简化了 C 和 C++的一些复杂特性，使其成为当前.NET 开发的首选语言。C#使得C++程序员可以高效的开发程序，且因可调用由 C/C++ 编写的本机原生函数，因此绝不损失C/C++原有的强大的功能。因为这种继承关系，C#与C/C++具有极大的相似性，熟悉类似语言的开发者可以很快的转向C#。因为它强大的操作能力、优雅的语法风格、创新的语言特性和便捷的面向组件编程，使其成为系统开发和应用开发的最佳使用语言。

C#是运行于.NET Framework之上的高级程序设计语言。并定于在微软职业开发者论坛(PDC)上登台亮相。C#是微软公司研究员Anders Hejlsberg的最新成果。C#看起来与Java有着惊人的相似；它包括了诸如单一继承、接口、与Java几乎同样的语法和编译成中间代码再运行的过程。但是C#与Java有着明显的不同，它借鉴了Delphi的一个特点，与COM（组件对象模型）是直接集成的，而且它是微软公司 .NET windows网络框架的主角。

2.3.2 Javascript

Javascript是一种基于对象和事件驱动并具有相对安全性的客户端脚本语言。同时也是一种广泛用于客户端Web开发的脚本语言，常用来给HTML网页添加动态功能，比如响应用户的各种操作。，是一种动态、弱类型、基于原型的语言，内置支持类。Javascript是Sun公司的注册商标。

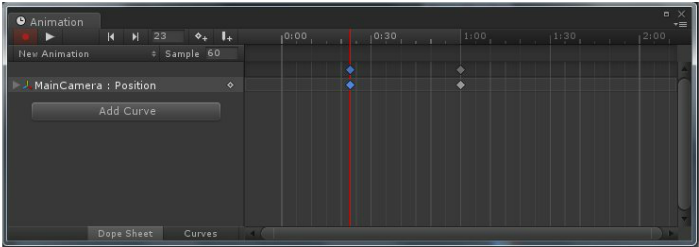
不同于服务器端脚本语言，例如PHP与ASP，Javascript是客户端脚本语言，也就是说Javascript是在用户的浏览器上运行，不需要服务器的支持而可以独立运行。

Javascript是一种脚本语言，其源代码在发往客户端运行之前不需经过编译，而是将文本格式的字符代码发送给浏览器由浏览器解释运行

2.4 Unity3D文件

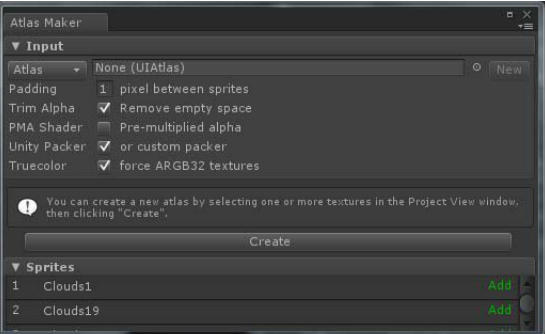
在 Unity3D 中的 Gameobject 文件，均被保存为后缀为.perfebs 文件，也是 Unity3D 可读取识别的文件。

做游戏项目资源是必不可少的，Unity3D 自带的资源也是有限的，例如一些 Unity3D里面没有的贴图、材质、animation 动画等资源[3]，需要通过其他途径查找，然后导入到Unity3D 中使其变成可用元素。Unity3D 也支持自制 animation 动画，在 Unity3D 菜单栏的“windows”中选择 animation 窗口进行动画的自制，将 animation 动画挂在 Gameobject 上可实现 Gameobject 的位移、放大缩小、渐变或其他更高级的效果。



2-5-1animation 制作工具

游戏中的各种图标 Texture 文件需要制作成 Atlas 图集的形式，Unity3D 提供 atlas maker工具，将想要的图标素材导入到 Unity3D 中，然后利用 atlas maker 工具将素材更新到所需要的图集里。



2-5-2atlas maker 界面

第三章 3Ｄ坦克游戏设计

3.1 时域积分方程时间步进算法的阻抗元素精确计算

3.2

3.1 游戏基本介绍

预期成果是开始游戏后，随机生成若干辆敌方坦克，可以操作玩家在场景中移动，并向前发射子弹，子弹碰撞到敌方坦克则会爆炸并消灭敌方坦克，敌方坦克会向玩家坦克移动，并在攻击距离内向玩家发射炮弹。玩家被敌方坦克命中后扣除血量。血量降到0则游戏结束。

3.2 需求分析

3.3 技术路线

3.4 游戏框架结构设计

第四章　3Ｄ坦克游戏实现

4.1 图形界面实现

4.1.1 开始界面

4.1.2 加载界面

4.1.3 游戏界面

4.2 场景渲染实现

考虑到游戏的需求， 整个场景主要包括几类渲染对象， 如天空盒、 水面、 地形、外部导入的 3D 模型、 投影、 粒子系统等，

图4-3游戏场景中渲染对象

下面主要介绍一些重要渲染模块的具体实现：

4.3.1 天空盒

所谓天空盒， 就是用一个作为远景贴图的立方体。 在立方体的前后左右上五个面贴上纹理（ 需要时底面也可以帖）。 在简单的天空盒实现中， 只需要填写好六个面的24 个顶点， 并设置立方体随着视点的移动而移动， 这样就会给玩家带来天空是在极远处的错觉。 但在较为复杂的应用中， 还需要使用天空盒的纹理来生成 Cube Map，并用之来做水面倒影、 云影等特效的贴图。



图 4-2 天空盒由六个面映射而成

在 Unity3D 中对天空盒有很好的支持， 开发人员 只需要几个简单的步骤：

1. 创建一个材质；

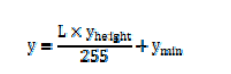
2. 并设置 Shader 为 Unity3D 自 带的 RenderFX-&gt;Skybox；

3. 为天空的各个面选择贴图；

 4. 选中场景中的摄像机对象，然后点选菜单栏中的“Component”——>“Rendering”——>“Skybox”为摄像机添加一个天空盒。添加成功之后，您就能在摄像机的属性面板中找到刚才添加的天空盒了，在 Render Setting 中设置天空材质为前面创建的材质。 图 4-3 为实现的效果图：

图 4-3 实现的天空效果

4.3.2 地形

 在 Unity3D 中通过高度图来实现地形， 高度图实际上是一张矩形的灰度图， 在灰度模式中， 颜色通过 0~255 来表示， 0 代表黑色， 255 代表白色， 像素越亮代表地势越高， 255 的像素代表此次顶点最高， 反之亦然， 所以像素灰度值和顶点的高度可以用公式 4-3 表示，

其中 L 为像素的灰度值，、yheight ymin分别为 Unity3D 中定义的地形高度和地形最低点， 求得网格顶点的高度 y。 公式 4-3 程序在需要渲染地形时通过读取这张图片， 并按照灰度生成顶点高度不一的矩形网格。 这样大大减少了 游戏模型体积。 Unity3D 中的地形模块不但可以导入高度图， 还可以用笔刷为绘制地形纹理、 树、草和岩石， 所见即所得， 大大减少了 开发人员 的工作量。 图 4-3-2 为小岛的效果图：

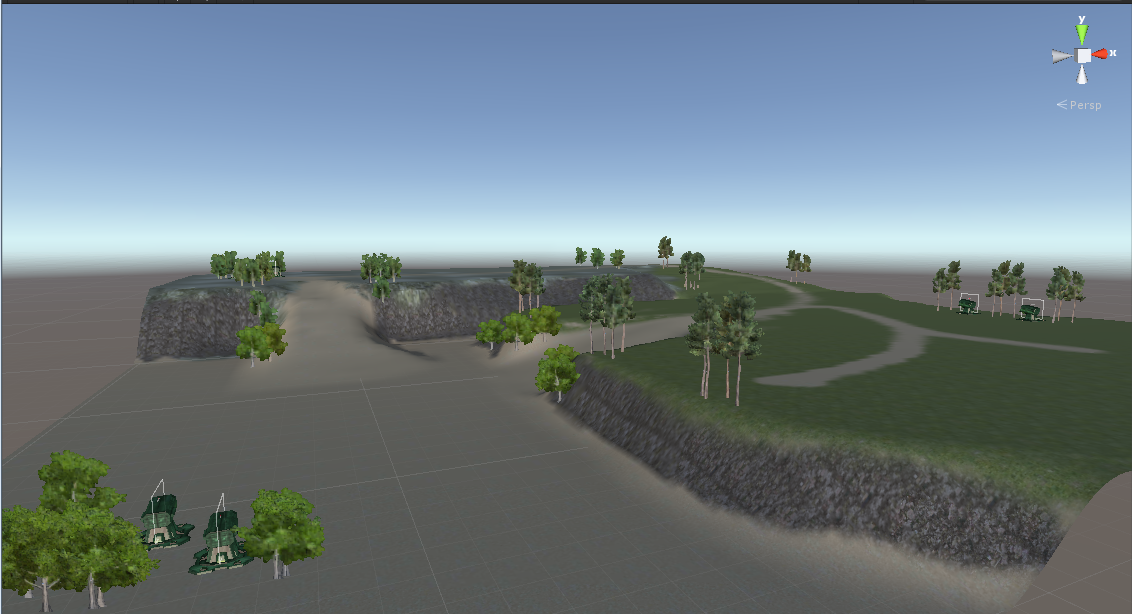
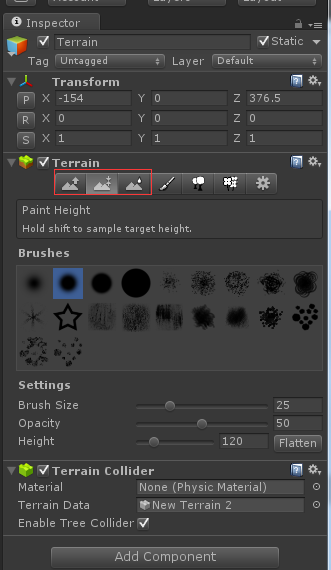


图 4-3-2 小岛地形效果图

地形创建步骤如下:



地形绘制：首先创建一个地形Terrain->Create Terrain；可以在Terrain菜单下设置地形大小、分辨率、导入高度等。

点击“Game Object”——>“Create Other” ——>“Camera”，在场景中创建一个摄像机，这时您就可以在Game【动画面板】中观看到摄像机所观察到的景象了。

在地形的属性（Inspector）这一层中，可以看到很多绘制地形的工具。第一个工具是抬高工具，可以用来绘制山脉或者是一些河道的效果。第二个工具是绘制高度，可以用来踏平一个地形。第三个工具是柔滑高度，就是使地面变得比较光滑。

地形贴图：选择第四个工具之后，点击Edit Texture来添加纹理。在弹出的对话框下选择地形纹理后，点击Add按钮即可。添加之后选中草地的材质，在地形中进行绘制，绘制前还是可以设置笔刷的大小、强度和融合度。

植物的种植：第五个工具是用来在地形上种植树木的。选中第五个工具，并添加要种植的树的模型。选中树，并对其参数值进行设定后，就可以在场景中进行种植树了。种植树时，直接点击左键即可。可以根据滚动条设置笔刷的大小、树的密度、树的颜色的随机性、树的高度、高度的随机性、树的宽的、宽的随机性。

草地绘制:第六个工具用来绘制细节。选中第六个工具用来绘制草地。添加一个草地的材质。在弹出的对话框中选择相应的草地，同时可以根据自己的需要修改下面的参数值。也可以在绘制完后再进行调整。点击Add按钮即可。

细节的实现：第六个工具是有关地形的细节的设置。具体的参数有网格优化的容差，Map的距离，光晕图的设置等。

4.3.3 3D模型

在3DS Max中，点击File【文件】——>export【导出】，将模型文件导出为FBX文件，保存到 “Turret”文件夹中的“Assets”【资源】文件夹下面。

打开3dMax软件制作一个坦克模型，分为上下两部分，导出格式为fbx，再将制作好的模型保存在“Turret”文件夹中的“Assets”文件夹下边。来到Unity环境中，找一个合适的位置，将我们的炮塔拖拽上去。在这里可以在它的属性面板中找到“Scale Factor ”，来改变它的大小。 将其制作成prefab 保存为资源文件，供程序使用

4.3.3 光照和投影

在一般 3D 应用程序中，光照和投影是各自独立的计算过程，光照既可以使用固定管线、 也可以再 Shader 自 定光照模型实现。 投影则是一个双过程的技术：

1. 首先， 场景以光源的位置为视点被渲染。 每个渲染图像的像素的深度值被记录在一个“深度纹理” 中， 被称为阴影贴图。

2. 然后， 场景从眼睛的位置渲染， 但是用标准的投影纹理把阴影贴图从灯的位置通过投影矩阵运算混合到场景中。 在每个像素， 深度采样值 （ 从被投影的深度纹理中）与片段到灯的距离进行比较。 如果后者小， 这意味着这个片段不是阴影， 不需要和投影纹理进行混合。

图 4-3-3 举例说明了 阴影的深度比较。 在图的左边， 正要被着色的点 P 在阴影中，因为这个点的深度值（ ZB） 比记录的阴影贴图的深度值（ ZA） 大。 相反， 在图的右边显示了 点 P 的深度值与在阴影贴图中记录的值相同的情况。 这意味着在在 P 和灯源之间没有任何物体， 因此 P 不再阴影中。

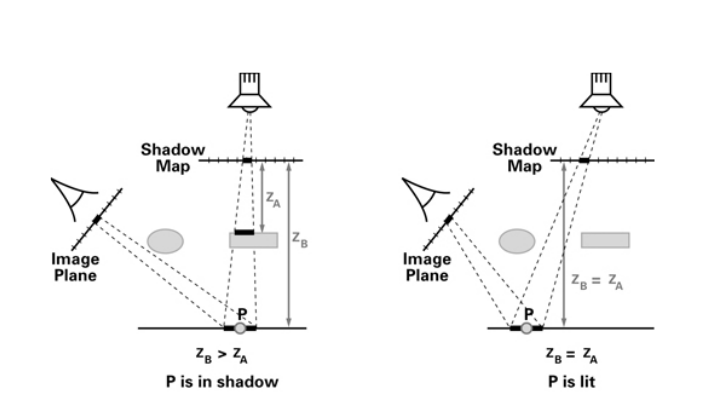


图 4-3-3 投影的深度比较

对于静态物体的投影渲染的第一过程计算， 可以在游戏开发过程中进行。 Unity内置的光照贴图烘培工具是 Illuminate Labs 的 Beast， 其主要原理是对场景中所有静态物体的光照和投影进行计算， 并利用特殊的. exr 光照贴图格式用以记录光照和投影两种信息， 在游戏运行时用光照贴图对模型原有材质进行混合渲染， 即可得到正确的光照和投影效果。 这样大大减少了 游戏运行过程中计算量， 提高游戏效率。 如图4-10 所示， 进行一些参数设置（ 实际上是设置光照模型和投影过程二的阴影纹理），选择“Bake Scene” 即可为场景生成光照贴图。



图 4-10 光照贴图烘焙窗口

创建光照：点击“GameObject”——>“Create Other”——>“Directional Light”创建一个太阳光。

太阳光和自身的位置没有多大的关系，只与自身的角度有关，这和我们平时生活中的太阳光是一致的。所以为了让场景变得更亮，我们就需要用到场景调整工具中的旋转按钮来对太阳光进行旋转。当然您也可以在属性面板（Rotation）中对它进行调节。根据我们生活的常识，当太阳光90°直射地面的时候，光线最强。

4.3.4 粒子系统

粒子基本上是在三维空间中渲染的二维图像。它们主要用于诸如烟、火、水滴、或树叶等效果。一个粒子系统是由三个独立部分组成：粒子发射器、粒子动画器、和粒子渲染器。如果你想要一个静态粒子系统，你可以用一个粒子发射器和渲染器来完成。粒子动画器将在不同的方向移动粒子和改变粒子的颜色。你还可以通过脚本使用粒子系统中的每一个粒子，因此你可以创建自己独特的（粒子）行为。本次研究利用Unity3D的粒子系统实现坦克 及炮弹的爆炸特效，下面简单说明下例子面板中一些主要模块:

1. 粒子系统初始化模块：



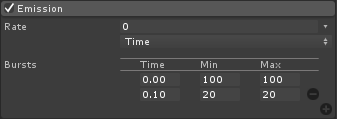
图4-3-4 粒子系统初始化模块

表4-3-4 粒子系统模块参数说明:

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| 持续时间 (Duration) | 粒子系统 (Particle System) 发射粒子的持续时间。 |
| 循环 (Looping) | 粒子系统 (Particle System) 是否循环 |
| 预热 (Prewarm) | 只可预热循环系统，这意味着，粒子系统 (Particle System) 在游戏一开始时就发射粒子，就像已发射了一个周期的粒子。 |
| 初始延迟 (Start Delay) | 粒子系统(Particle System) 发射粒子之前等待的延迟，以秒为单位。请注意，预热的循环系统不能使用初始延迟。 |
| 初始生命 (Start Lifetime) | 粒子存活时间，以秒为单位 |
| 初始速度 (Start Speed) | 粒子发射时的速度 |
| 初始大小 (Start Size) | 粒子发射时的大小 |
| 初始旋转 (Start Rotation) | 粒子发射时的旋转 |
| 初始颜色 (Start Color) | 粒子发射时的颜色 |
| 重力修改器 (Gravity Modifier) | 粒子在存活期间受到的重力影响 |
| 继承速度 (Inherit Velocity) | 控制粒子速率的因素应继承粒子系统 (Particle System) 的转换（对于移动中的粒子系统） |
| 模拟空间 (Simulation Space) | 模拟本地坐标系或世界坐标系中的粒子系统 (Particle System) |
| 唤醒时播放 (Play On Awake) | 如果启用该项，粒子系统 (Particle System) 会在其创建时自动开始播放 |
| 最大粒子数 (Max Particles) | 粒子系统 (Particle System) 可发射的最大粒子数量 |

（2） 发射模块:

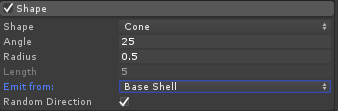
控制粒子发射的速率，允许在某个时刻生成大量粒子（粒子系统 (Particle System) 存续期间）。在爆炸时非常有用，那时需要一次创建大量粒子。



|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| 速率 (Rate) | 单位时间 (Time)（每秒）或单位距离 (Distance)（每米）发射的粒子数量 |
| 突发 (Bursts)（仅限时间 (Time) 选项下） | 添加粒子系统 (Particle System) 存续期间发生的粒子爆发 |
| 时间和粒子数量 (Time and Number of Particles) | 指定发射规定数量粒子的时间（在存续期内，以秒为单位）。用“+”和“-”调节爆发数量 |

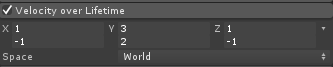
(3) 形状模块

定义发射器的形状：球体 (Sphere)、半球体 (Hemishpere)、圆锥 (Cone)、立方体 (Box) 和网格 (Mesh)。可沿着表面法线或随机方向施加初始力。选择不同的形状，下面各个参数不一样：



|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **作用** |
| **球体((Sphere)** |  |
| 半径 (Radius) | 球体的半径。（也可以在场景视图 (Scene View) 中用手柄操作）。 |
| 从外壳发射 (Emit from Shell) | 从球体外壳发射。如果禁用此项，粒子将从球体内部发射。 |
| 随机方向 (Random Direction) | 粒子是在随机方向还是沿着球体表面法线方向发射？ |
| **半球体 (Hemisphere)** |  |
| 半径 (Radius) | 半球体的半径。（也可以在场景视图 (Scene View) 中用手柄操作）。 |
| 从外壳发射 (Emit from Shell) | 从半球体外壳发射。如果禁用此项，粒子将从半球体内部发射。 |
| 随机方向 (Random Direction) | 粒子是在随机方向还是沿着半球体表面法线方向发射？ |
| **圆锥 (Cone)** |  |
| 角度 (Angle) | 圆锥的角度。如果角度为 0，粒子将在一个方向发射。（也可以在场景视图 (Scene View) 中用手柄操作）。 |
| 半径 (Radius) | 发射点的半径。如果值接近零，则将从一点发射。如果值超过 0，将创建一个帽子状的圆锥，粒子从一个圆盘而非一个点发射。 |
| 长度 (Length) | 发射量的长度。仅从内部 (Volume) 或内部外壳 (Volume Shell) 发出时可用。（也可以在场景视图 (Scene View) 中用手柄操作） |
| 发射位置 (Emit From) | 确定从哪里发射出。可能的值有底部 (Base)、底部外壳 (Base Shell)、内部 (Volume) 和内部外壳 (Volume Shell)。 |
| 随机方向 (Random Direction) | 粒子是在随机方向还是沿着圆锥方向发射？ |
| **立方体 (Box)** |  |
| 立方体 X 轴 (Box X) | 立方体 X 轴的缩放 |
| 立方体 Y 轴 (Box Y) | 立方体 Y 轴的缩放。 |
| 立方体 Z 轴 (Box Z) | 立方体 Z 轴的缩放。（也可以在场景视图 (Scene View) 中用手柄操作）。 |
| 随机方向 (Random Direction) | 粒子是在随机方向还是沿着立方体 Z 轴方向发射？ |
| **网格 (Mesh)** |  |
| 类型 (Type) | 粒子可从顶点 (Vertex)、边 (Edge) 或面 (Triangle) 发射。 |
| 网格 (Mesh) | 选择网格 (Mesh) ? 作为发射形状。 |
| 随机方向 (Random Direction) | 粒子是在随机方向还是沿着网格表面方向发射？ |

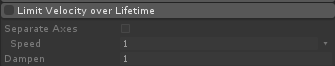
（4）存活时间的速度模块:

 直接动画化粒子的速率。主要用于具有复杂物理特性的粒子，不过只演示简单的视觉行为（例如飘荡的烟雾和温度降低），与物理世界的互动很少。

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| XYZ | 使用曲线常量值或曲线间的随机值来控制粒子的运动。 |
| 空间 (Space) | 本地 (Local)/ 世界 (World)：速度值是本地坐标系还是世界坐标系中的值？ |

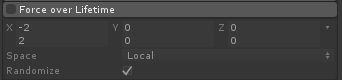
（5）存活时间的限制速度模块:

基本上用于模拟阻力。如果超过某些阈值，就会抑制或固定速率。可以按每个轴或每个向量长度配置。



|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| 分离轴 (Separate Axis) | 用于设置每个轴控制。 |
| 速度 (Speed) | 指定量级为常数或由限制所有轴速率的曲线指定量级。 |
| 阻尼 (Dampen) | (0-1) 值，控制应减慢的超过速率的幅度。例如，值为 0.5，则将超过的速率减慢 50%。 |

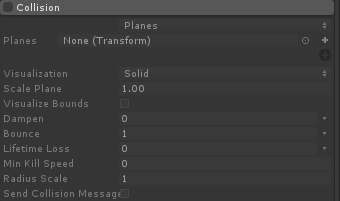
（6）存活时间的受力模块



|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| XYZ | 使用曲线常量值或曲线间的随机值来控制作用于粒子上的力 |
| 空间 (Space) | 本地 (Local)/世界 (World)：速度值是本地坐标系还是世界坐标系中的值 |
| 随机化 (Randomize) | 随机化每帧作用于粒子上的力。 |

（7）**碰撞模块**

为该粒子系统 (Particle System) 中的粒子设置碰撞。现在支持世界碰撞和平面碰撞。平面碰撞对简单碰撞检测而言非常有效。通过引用场景中的现有变换或为此创建新的空游戏对象 (GameObject) 来设置平面。平面碰撞的另一个优势是具有碰撞平面的粒子系统可设为预设。世界碰撞采用光线投射，所以必须小心使用，以确保良好性能。然而，在近似碰撞可接受的情况下，低 (Low) 或中等 (Medium) 质量的世界碰撞非常有效。



任何碰撞模块 (Collision Module) 的常见属性

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| 平面/世界 (Planes/World) | 指定碰撞类型：平面 (Planes) 指平面碰撞，世界 (World) 指世界碰撞。 |
| 阻尼 (Dampen) | (0-1) 粒子碰撞时，其将保持这一速度比例。除非设置为 1.0，否则粒子在碰撞后变慢 |
| 反弹 (Bounce) | (0-1) 粒子碰撞时，其会保持这一速度分量比例，该分量与碰撞平面垂直。 |
| 生命减弱 (Lifetime Loss) | (0-1) 每次碰撞后初始生命周期 (Start Lifetime) 减弱比例。生命周期达到 0 后，粒子死亡。例如，如果粒子应该在第一次碰撞时死亡，则将该属性设为 1.0。 |
| 最小杀死速度 (Min Kill Speed) | 粒子在被杀死前的最小速度。 |

只在平面模式 (Planes Mode) 中可用的属性

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| 平面 (Planes) | 平面通过向变换分配引用来定义。该变换可为场景中的任何变换，且可动画化。可以使用多平面。注意：Y 轴用作平面法线。 |
| 可视化 (Visualization) | 仅用于将平面可视化：网格 (Grid) 或实体 (Solid)。 |
| 反弹 (Bounce) | (0-1) 粒子碰撞时，其会保持这一速度分量比例，该分量与碰撞平面垂直。 |
| 网格 (Grid) | 渲染为小图示，能快速指出在世界中的位置和方向。 |
| 实体 (Solid) | 在场景中渲染平面，用于精确定位平面。 |
| 缩放平面 (Scale Plane) | 调整可视化平面大小。 |
| 粒子半径 (Particle Radius) | 因碰撞目的假设的粒子半径。（因此，粒子视为球体。） |

只在世界模式 (World Mode) 中可用的属性

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 作用 |
| 碰撞对象 (Collides With) | 世界碰撞的质量。 |
| 高质量 (High) | 每帧的所有粒子进行场景光线投射。注意：这是 CPU 密集型应用，只能使用 1000 个（场景宽度）或更少的同步粒子。 |
| 中等质量 (Medium) | 在每帧中，粒子系统接收一部分全局设置粒子光线投射计划 (Particle Raycast Budget)（请参阅粒子光线投射计划）。粒子以循环方式更新，其中在给定帧中不接收光线投射的粒子将查找和使用高速缓存中存储的较旧碰撞物。注意：这类碰撞属于近似碰撞，会遗漏一些粒子，特别是在角落处。 |
| 低质量 (Low) | 除了粒子系统每四帧获得一部分粒子光线投射计划 (Particle Raycast Budget)之外，其他与中等质量 (Medium) 相同。 |
| 体素大小 (Voxel Size) | 用于缓存中等 (Medium) 和低 (Low) 质量设置中所用交集的体素密度。体素大小以场景单位为单位给出。通常会使用 0.5 ? 1.0（假设使用公制单位）。 |

4.3 游戏框架实现

4.2.2 事件监听

4.3.3 摇杆系统

4.2.1 对象池

对象池作用: 提升性能和内存的使用

对象池原理：将对象存储在一个池子中，当需要时在再次使用，而不是每次都实例化一个新的对象。池的最重要的特性，也就是对象池设计模式的本质是允许我们获取一个“新的”对象而不管它真的是一个新的对象还是循环使用的对象

对象池实现:

4.3.3 日志系统

4.4 游戏功能实现

4.3.6 武器系统

4.3.6 坦克系统

4.3.5 坦克AI系统

4.3.6 寻路系统

第五章 游戏展示与性能分析

5.1 游戏展示

5.2 性能分析

5.3 优化

本次基于Unity3D的设计，最后发布的游戏原型，实现了基本的游戏效果。3D的地形效果比较真实，游戏中的天空、光照效果也基本实现。坦克360°旋转行走，可以发射炮弹，并且有爆炸效果，游戏界面中有炮弹状态的图形和文字效果。不过由于自身水平有限，加上时间也不够充足，设计存在很多不足之处：

1. 游戏原型比较简陋，功能较少。

2. 炮塔填装效果未实现，不够完善。

3. 模型设计不够美观

第六章 项目总结与展望

6.1 项目总结

本文以时域积分方程方法为研究背景，主要对求解时域积分方程的时间步进算法以及两层平面波快速算法进行了研究。

……

6.2 后续工作展望

时域积分方程方法的研究近几年发展迅速，在本文研究工作的基础上，仍有以下方向值得进一步研究：

……

致 谢

本论文的工作是在我的导师 杨陈 罗嘉庆 的亲切关怀与细心指导下完成的。从课题的选择到论文的最终完成，两位老师始终都给予了细心的指导和不懈的支持。在进度和效果方面，老师不断的给我提示和意见，让我能更好的完成毕业设计。

还要感谢长期以来给我诸多帮助的同学们，设计中的遇到问题都能及时给予我帮助。你们的友情将是我一生最值得珍惜的财富和最值得怀念的情感。

转眼间,四年的大学生活即将结束，感谢我的父母、老师、同学以及所有帮助过我的人，祝每个人开心快乐。

……

参考文献

1. W. C. Chew, J. M. Jin, E. Michielssen, et al. Fast and efficient algorithms in computational electromagnetics[M]. Boston: Artech House, 2000
2. 盛新庆.计算电磁学要论[M].北京:科学出版社, 2004
3. 王秉中.计算电磁学[M].北京:科学出版社, 2001
4. 吕英华.计算电磁学的数值方法[M].北京:清华大学出版社, 2006
5. 王长清.现代计算电磁学基础[M].北京:北京大学出版社, 2005
6. 潘小敏.计算电磁学中的并行技术及其应用[D].北京:中国科学院电子学研究所, 2006
7. 中华人民共和国国家技术监督局.GB3100-3102.中华人民共和国国家标准--量与单位[S]. 北京:中国标准出版社, 1994年11月1日
8. W. C. Gibson. The method of moments in electromagnetics[M]. New York: Chapman and Hall/CRC, 2008
9. 胡俊.复杂目标矢量电磁散射的高效算法——快速多极子方法及其应用[D].成都:电子科技大学, 2000
10. H. C. Martin, G. F. Carey. Introduction to finite element analysis: theory and application [M]. New York: McGraw Hill, 1973
11. 金建铭 (著), 王建国 (译).电磁场有限元方法[M].西安:西安电子科技大学出版社, 1998
12. M. Clerc. Discrete particle swarm optimization: a fuzzy combinatorial box[EB/OL]. http://clere.maurice.free.fr/pso/Fuzzy\_Discrere\_PSO/Fuzzy\_DPSO.htm, July 16, 2010
13. S. P. Walker, C. Y. Leung. Parallel computation of integral equation methods for three-dimensional transient wave propagation[J]. Communications in Numerical Methods in Engineering, 1997, 11(6): 515-524
14. 肖珍新.一种新型排渣阀调节降温装置[P].中国,实用新型专利,ZL201120085830.0, 2012年4月25日
15. X. F. Liu, B. Z. Wang, W. Shao. A marching-on-in-order scheme for exact attenuation constant extraction of lossy transmission lines[C]. China-Japan Joint Microwave Conference Proceedings, Chengdu, 2006, 527-529

外文资料原文



外文资料译文

基于多载波索引键控的正交多路复用系统的误码率上界

二．基于多载波索引键控的正交频分多路复用系统模型

我们考虑一个端到端的M-QAM，Nc子载波的基于多载波索引键控的正交频分多路复用系统有n个簇，每个簇有N个子载波（Nc=nN）。M-QAM的符号流经过串并转换之后每n个符号组成一个相量，是和传统正交频分多路复用一样是用来调制子载波的，但是不同的是只有这n个活跃子载波进行了调制。……

……