

硕士研究生学位论文

|  |  |
| --- | --- |
| 题目： | **基于UE5的真实感水体** |
|  | **渲染技术研究与实现** |

|  |  |
| --- | --- |
| 姓 名： | 邱松涛 |
| 学 号： | 2001210398 |
| 院 系： | 软件与微电子学院 |
| 专 业： | 计算机技术 |
| 研究方向： | 虚拟与增强现实 |
| 导师姓名： | 王平 教授 |
|  | 许捷 讲师 |

二〇二三 年 六 月

版权声明

任何收存和保管本论文各种版本的单位和个人，未经本论文作者同意，不得将本论文转借他人，亦不得随意复制、抄录、拍照或以任何方式传播。否则，引起有碍作者著作权之问题，将可能承担法律责任。

# 摘 要

水体渲染不论在离线渲染还是实时渲染中都是十分重要的一个课题，一直是计算机图形学和游戏开发领域的核心难点之一。随着计算机技术及硬件的不断发展，水体渲染的技术在不断发展着。目前业界主流的水体渲染技术主要分成了几大类，比较常用的如基于波形叠加方法的正弦波和Gerstner波，基于统计模型的快速傅里叶变换方法，基于粒子物理的欧拉方法、拉格朗日方法等。其中基于波形的方法适用于大规模的水体，如海洋等的渲染，但是在互动和水流的物理逼真程度上不如基于粒子物理的方法。基于粒子物理的方法则是利用流体力学的原理，模拟粒子之间的黏性和碰撞，水互动方面也是基于物理实现，效果十分逼真。但缺点在于性能耗费较高。

目前计算机硬件的逐渐强大，同时Unreal Engine提供了强大粒子物理引擎Niagara，所以本文将利用Niagara粒子引擎强大的并行特性，在其上构建一套基于流体力学模拟的水体系统，其中包括水体粒子的粘度、压力、速度解算，水体材质渲染、场景交互实现等一系列工作。本文也将探索和解决基于流体模拟的真实感水体系统的性能优化方案，以便在实时渲染项目和游戏中推广普及该方法，使得虚拟世界变得更加真实。

本文将介绍项目背景和研究意义，并分析相关技术的发展现状以及市场案例。同时会给出水体模拟的理论依据，以及在UE的Niagara中的具体实现。同时还会对整个系统进行优化，提升性能和效果表现。

关键词：实时渲染，流体模拟，水体渲染

Research on PaperYes Paper Layout Technology Based on Artificial Intelligence

Author Name ( Major )

Directed by your Supervisor

# **ABSTRACT**

KEY WORDS: , ,

# 目 录

[第一章 绪论 4](#_Toc125643631)

[1.1 研究背景与意义 4](#_Toc125643632)

[1.2 研究现状与文献综述 4](#_Toc125643633)

[1.3 项目概述与创新 4](#_Toc125643634)

[1.4 本章小结 4](#_Toc125643635)

[第二章 5](#_Toc125643636)

[2.1 5](#_Toc125643637)

[2.1.1 5](#_Toc125643638)

[第三章 6](#_Toc125643639)

[3.1 6](#_Toc125643640)

[3.1.1 6](#_Toc125643641)

[第四章 结论 7](#_Toc125643642)

[4.1 7](#_Toc125643643)

[4.1.1 7](#_Toc125643644)

[参考文献 8](#_Toc125643645)

[附录 A 9](#_Toc125643646)

[致 谢 10](#_Toc125643647)

[北京大学学位论文原创性声明和使用授权说明 11](#_Toc125643648)

# 绪论

## 研究背景与意义

电子游戏伴随着信息产业的发展而诞生，至今已有数十年的历史。其发展至今，不仅仅成为了人们生活娱乐的方式，本身对文化的承载也让它成为了国家民族文化输出的载体。在我国，2022年游戏用户已达到了6.66亿人的规模，仅上半年就创造了1477.89亿元的销售收入[1]。电子游戏产业的不断发展和用户需求的不断变化也要求游戏工业技术的不断迭代。图形硬件和相关的图形开发技术与游戏产业相辅相成，共同促进，不断带给玩家更为逼真和精致的游戏画面。

现在的真实感渲染技术力求做到照片般的画面，采用了PBR（基于物理的渲染 ）技术，包括基于物理光照系统、基于物理的材质、基于物理的相机。而PBR所能构建的只是一个静态的世界。真实的世界不仅仅包括各种光照和材质效果，同时也包括和世界中各种物体运动的交互，所以基于物理的模拟也是让虚拟世界真正活起来的关键所在。水是生命之源，在真实世界中无处不在，发挥着重要作用，点缀着绚丽多彩的世界。所以在虚拟世界中，对于水体的渲染也是我们在还原真实世界的工作中必不可少的一部分。

水体渲染技术伴随着电子游戏技术的发展一同进步，目前市面上大多数游戏的水体渲染还是通过波形叠加对网格体进行偏移实现水波，然后编写相应的着色器实现水体效果，例如经典的Gerstner Wave方法。这一方法简单高效，但是在水体交互以及水流模拟上由于只能采用贴图绘制的方法而显得不够真实。基于流体力学的流体模拟技术则提供了另外一种水体渲染的方法，它通过流体动力学中的Navier-Stokes方程，根据流体粒子之间的粘度、压力等物理特性，计算出粒子的速度场从而实现流体的模拟。这种方法在物理上是准确的，同时对水体交互也有很好的表现效果，但是由于有大量的粒子需要参与解算，性能上耗费很高。

得益于当前GPU和游戏引擎技术的发展，GPU的并行性得到了充分的利用，最新的DirectX12图形API可以实现CPU和GPU之间完全的并行，极大解放了GPU的算力。同时Unreal Engine（以下简称UE）提供了Niagara粒子引擎，可以充分利用GPU强大的并行计算能力，实现各种复杂的粒子效果。这些都为本文的项目提供了坚实的技术基础。

UE发展至今已经迭代到了5.1版本，在渲染方面，最新的版本提供了诸如Lumen、Nanite等强大的功能特性，使得虚拟世界更加真实。同时它也更新了在4.26版本中加入的Niagara粒子引擎系统，提供了最新的空间网格划分结构，极大加速了粒子模拟的效率。

## 研究现状与文献综述

目前水体渲染技术主要包括以下几种

## 项目概述与创新

## 本章小结

# 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

## 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

### 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

# 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

## 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

### 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

# 结论

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

## 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

### 

>>>>>>>>>[图加软件《论文抽屉》，一站式毕业论文插件！](http://www.tujiastudio.com/prod_tad/ch/intro.html)

# 参考文献

1. 2022年1-6月中国游戏产业报告，2022



# 致 谢

# 北京大学学位论文原创性声明和使用授权说明

**原创性声明**

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名： 日期： 年 月 日

**学位论文使用授权说明**

本人完全了解北京大学关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：

* 按照学校要求提交学位论文的印刷本和电子版本；
* 学校有权保存学位论文的印刷本和电子版，并提供目录检索与阅览服务，在校园网上提供服务；
* 学校可以采用影印、缩印、数字化或其它复制手段保存论文；
* 因某种特殊原因需要延迟发布学位论文电子版，授权学校□一年/□两年/□三年以后，在校园网上全文发布。

（保密论文在解密后遵守此规定）

论文作者签名： 导师签名：

日期： 年 月 日