

SJTU 公司 立项建议书

项目名称：SJTU Flow 计算机流体模拟框架开发项目

项目组组号：2

项目组负责人： 陆昊天

联系电话：15216708599

电子邮箱：park006@qq.com

2013 年 10 月

一、项目的必要性

交大软件学院数字艺术实验室对于流体在计算机中的模拟进行了多年的潜心研究，研究并实现了流体模拟过程中的许多算法，并设计了实验场景。这些算法有效地对当今主流论文提出的许多方法进行了验证以及改进，对于后来从事流体模拟的学生和老师有极高的研究价值。但是由于没有规范地编写代码，之前实现的许多算法以及场景都不能直接使用，导致学生在进行流体场景模拟研究时，还需要自己从头实现完整的流体模拟过程、并要重新设计实验场景，这不仅仅使得之前的资源没有得到合理的利用，而且浪费了大量的时间重复编写不必更改的算法。所以，如何合理的组织整理之前的优秀代码，提高之前代码的复用性，一直是数字艺术实验室老师和学生关注的重点。

目前，在曾在流体模拟方向提出并实现了许多具有创新引导性质的方法的流体模拟先驱者——斯坦福大学，已经开始着手进行这一步的研发工作。他们将之前的代码整理了成一个完整的流体模拟框架，研究者利用这个框架编写脚本，则可以有效地进行流体模拟实验。

因此，为了将之前的许多代码进行集成复用，同时将学生的关注点从实现已有的流体算法转变为突破现有算法的局限性，以及思考创新点，结合斯坦福大学的开发经验，建立一个属于上海交通大学数字艺术实验室的流体模拟框架，并以此实现一个完整的流体模拟框架支持代码复用、算法管理、场景配置、脚本扩展已经成为如今数字艺术实验室发展的必然。

开发团队在实验室多年研究流体模拟算法基础上，提供一个完整的流体模拟框架以及衍生的软件，以支撑学生和老师的用户需求。

本项目以流体模拟技术为基础，通过分析已有代码的结构，结合斯坦福大学的软件架构，完成从已有算法到统一接口的提炼，从而构建一个易于编程及扩展的流体模拟框架，进而使得流体模拟研究者能够规范开发并集成自己设计某一步骤的算法，同时易于与同功能的其他算法进行比较，帮助研究者快速验证算法的性能与效果，以便对研究成果正确有效性及时作出正确的判断。

本项目不仅仅可以运用于流体的计算机模拟，还可以扩展到渲染、布料模拟、三维重建等计算机图形学所中的其他领域。

二、项目外部条件落实情况

1. 技术基础

数字艺术实验室一直专注于计算技术与媒体艺术的融合，面向影视特效、动画、游戏、移动多媒体和新型人机互动展示等应用领域，主要研究计算机图形学、计算机动画、图像处理与计算机视觉、虚拟现实、增强现实和人机交互等数字媒体前沿计算技术和艺术设计方法，产学研密切合作，致力于创造数字艺术与技术的未来。

近年来尤其对于计算机流体模拟方向研究深入，承担了多个国家 863 计划、国家自然科学基金、国际合作和企业合作等项目，并在计算机图形学顶级会议发表多篇流体模拟相关论文。

本项目是在实验室拥有大量流体模拟相关研究积累的基础上，力图实现一个完整的流体力学模拟框架支持代码复用、算法管理、场景配置、脚本扩展的平台，相信对实验室流体模拟方向发展和研究具有一定促进作用。

2. 研发团队

本项目研发团队由数字艺术实验室五位研一同学组成，并由杨旭波教授作为指导老师，以及多位在计算机流体模拟方向经验丰富的学长学姐作为技术支持，共同组成了一个经验互补，协作高效的研发团队。

3. 项目组织机制设计

本项目由杨旭波教授发起，按照项目管理规范和 CMM 质量管理体系和基于 SCRUM 开发模式，全程指导和监督项目开发过程；由公司董事长沈备军博士亲自担任项目总监，接受项目组的直接汇报，保证项目在预订时间内获得圆满成功。

4. 市场前景和市场基础

随着实验对于计算机流体模拟的不断深入，目前已积累了大量的代码资源，且呈明显递增趋势，考虑到流体模拟计算步骤较为固定，各个代码工程大部分是重复出现的，并且每更换一个求解算法便要重新建立工程也严重降低了实验室研究进度。一个支持资源整合，并能灵活组织代码的平台必不可少，其应用前景广阔。

相信如果本项目开发成功，一定会使实验室在流体模拟方向的研究发展更进一步，创造出较大效益。

三、项目目标和创新点

1. 本项目的目标

本项目通过分析已有的流体模拟算法的代码，针对流体模拟过程中的不同步骤提取并设计出各自的接口，构建一个易于编程及扩展的流体模拟框架。

本项目通过提取并设计流体模拟过程中各步骤的接口，使得流体模拟研究者能够规范开发并集成自己设计某一步骤的算法，同时易于与同功能的其他算法进行比较，帮助研究者快速验证算法的性能与效果以便对研究成果正确有效性及时做出正确的判断。本项目还可扩展到渲染、布料模拟、三维重建等计算机图形学中的其他研究方向。

本项目的总体目标是：开发适合流体模拟研究者进行流体模拟实验的流体模拟框架，支持研究者在可视化界面中设计实验场景，支持研究者编写脚本调用已有算法进行实验，或将自己设计的算法集成进该流体模拟框架进行测试和检验。

整个框架由三部分构成，本项目是在实验室已有算法代码实现的基础上进行开发，再执行期间，需对这些代码结合流体模拟的具体步骤提取统一接口，同时还需设计友好的实验场景设计界面，以及流体模拟的渲染显示界面，可以适用于大部分流体研究者的需求。

1) 场景设计模块

场景设计模块即是方便研究者进行实验场景布置的模块，它支持更改实验场景的大小、维度，提供快速创建一些基本元素（如三维场景中的立方体、长方体、球，二维场景中的正方形、长方形、圆）的功能，同时研究者也可自己将模型导入，同时给研究者提供拖拽的操作方式来快速设计实验场景。

同时该模块提供保存及导入场景的功能，便于研究者在同一场景中比较不同算法的效果以及性能。

2) 流体模拟模块

首先分析已有的算法，并根据流体模拟的具体步骤，为各个步骤设计统一的接口，并改写已有算法，流体模拟模块则向外提供这些接口。

同时该模块给研究者提供脚本编辑器，研究者可在此编写脚本并结合设计好的实验场景进行流体模拟。研究者也可根据统一接口编写自己设计的算法并加入本项目的算法实现结构之中去测试自己的算法。

本项目目前主要针对欧拉框架进行流体模拟。

3) 渲染显示模块

渲染显示模块即是将流体模拟之后得到的结果图形化显示出来，让研究者能及时看到实验效果，同时提供帧率的显示以便研究者研究流体模拟的速度。同时该模块可将显示结果以及性能结果保存成文件，便于研究者后期使用。

2. 项目的创新点

- 1) 本项目提供可视化的场景设计，为流体模拟研究者节省了布置场景的时间，使得研究者能方便地实验不同的场景。

目前已有的类似的软件没有提供可视化的场景设计界面，研究者如若要进行流体模拟，则需编码实现场景的布置，而往往布置一个场景需要花费很长的时间并且没有一个直观的视觉感受。

本项目则提供一个可视化的场景设计界面，研究者可以通过简单的拖拽操作将实验场景布置出来，同时可以直观地看出当前场景的效果，便于调整及改变场景。

- 2) 本项目设计并提供统一的接口，为流体模拟研究者调用已有算法及编写新算法提供了一个规范，并使得新算法易于集成进本项目，即本项目易于扩展。

实验室已有的代码都不规范，不便于后人复用，本项目则根据流体模拟的各个步骤提取统一的接口，并将已有的代码以新接口重写。流体模拟研究者在进行流体模拟时，只需更改少数参数即能调用不同的算法；同时研究者以统一接口编写的新算法可以很容易地加入进已有的算法库中，并能快速实验观察效果，这样既便于研究者开发新算法，同时也能逐步壮大本项目的算法库。

- 3) 本项目是国内首个集成众多算法的流体模拟框架，对流体模拟入门者有着极大的帮助。

国内目前研究流体的实验室并不多，可能是流体模拟涉及众多算法公式，门槛太高，同时网上的代码鱼龙混杂，不便于初学者入门。本项目则对于流体模拟过程中的各个步骤都提供了一个统一规范的接口，易于初学者理解该算法的具体功能，并且本项目将每个步骤明确地分开，便于初学者一步一步的攻克。同时初学者使用本项目构建的流体模拟框架，能快速观测到流体模拟的效果，而且也能快速变更模拟中的算法，观测出不同算法的不同效果。

目前流体模拟方向还有着许多未知的方法，还有许多值得改进的地方，本项目能快速帮助初学者入门，使更多的人加入流体模拟的研究之中，去挖掘那些潜在的创新点，也能壮大国内的流体研究。

四、项目方案和可行性分析

1. 项目方案

1) 项目概要需求

本项目是开发适合研究者进行流体模拟实验的计算机流体动画模拟框架，支持研究者在可视化界面中设计实验场景，支持研究者编写脚本调用已有算法进行实验，支持将研究者自己设计的算法集成进流体模拟框架中，并支持多平台应用。

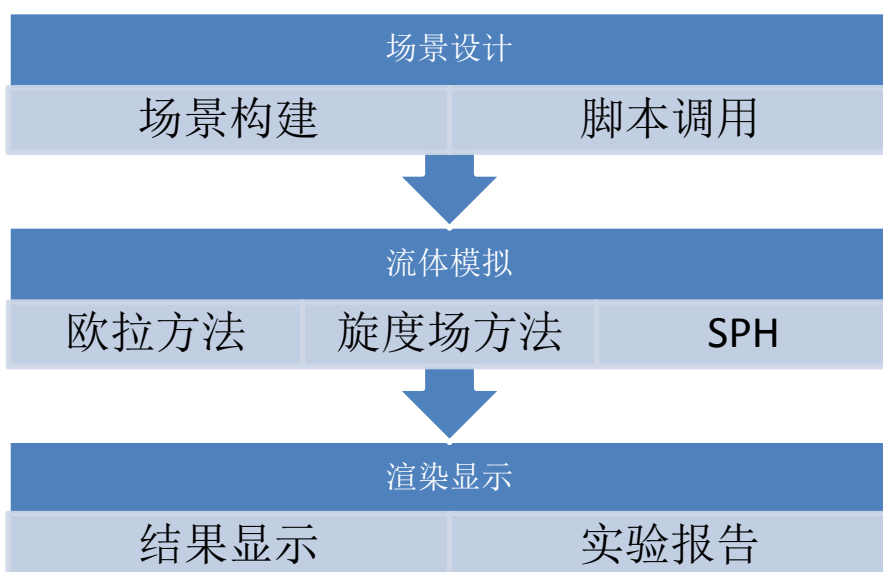
对于实验场景设计，要求可以在可视化环境中，快速创建一些基本元素，如长方体、球、四边形、圆等。同时要求可以导入已有模型。

对于流体模拟框架，要求每个流体模拟框架下，可以选择每个步骤的计算方法，即用户可以根据自身需求，拼接出适合自身的流体模拟流程。同时，要求提供多种流体模拟框架，如欧拉框架、基于旋度场的框架、SPH 等。

对于模拟场景脚本编写，要求支持一种或多种脚本语言，使得用户可以使用这种脚本语言，调用流体模拟框架进行流体模拟实验。

对于算法集成，要求提供相应的算法接口，使得用户可以根据接口实现自定义算法，并集成到流体模拟框架中，以供测试调用。

2) 项目技术架构



3) 拟采用的开发方法、语言及工具

本项目拟采用 SCRUM 软件开发过程。本项目属于实验室预研项目，项目规模小、存在可能的需求变更、开发周期短、项目干系人少；并且开发团队隶属于同一实验室，沟通方便；开发人员有责任感，积极向上。因此，本项目适用于 SCRUM 软件开发方法。

本项目拟采用基于 UML 的面向对象开发方法。使用面向对象开发方法进行开发，项目易于理解和维护。同时，开发人员熟悉面向对象的开发方法，可以降低技术风险。

建模工具使用 Power Designer, 编程语言使用 C++和 Python, 编程工具使用

Microsoft Visual Studio。

2. 可行性分析

1) 开发团队优势

本项目的团队成员均来自上海交通大学软件学院数字媒体实验室，熟悉软件开发流程，团队成员间沟通效率高，团队执行力强。同时，实验室导师与学长组成顾问团队，可以解答技术和相关领域问题。

实验室经过多年的积累，已有丰富的流体模拟经验，并且存有大量的流体模拟代码，可用来作为测试数据。

2) 开发团队劣势

团队成员不具备开发流体模拟相关软件的经验，但可以通过团队成员学习相关技术进行弥补。

本项目属于实验室预研项目，无外部资金支持，但可以通过团队成员对于研究的积极性进行弥补。

3) 市场前景与机遇

本项目的市场前景广阔，国内在这一领域尚属空白。本项目的成功推广实施，可以填补国内流体模拟框架的空白，对我国计算机流体动画模拟研究有着重要意义。

4) 存在威胁

目前国外已存在斯坦福等流体模拟框架，属于同类竞争产品。本项目要着重于软件功能的完整性、易用性和可扩展性，开发出能够满足用户需求并且简单易用的流体模拟框架。

五、 计划进度

本项目从 2103 年 11 月 4 日起至 2014 年 1 月 5 日止，用 63 天的时间完成。

2013. 11. 4-2013. 11. 24

1. 分析客户（即导师和实验室师兄）的需求，解决需求风险
2. 学习相关技术，解决技术风险
3. 设计不同模块之间、不同函数之间的接口，初步系统架构
4. 完成系统的界面原型，并进行测试，完成测试报告

2013. 11. 25-2013. 12. 15

1. 维护并更新文档
2. 用户根据原型进行反馈，更新用户需求
3. 根据需求变更修改系统
4. 参考已有系统，完成系统架构设计，解决架构风险
5. 开发流体模拟模块和场景设计模块。
6. 完善系统功能，并进行测试，完成测试报告

2013. 12. 16-2014. 1. 5

1. 维护并更新文档
2. 根据需求修改系统
3. 完成渲染显示模块，并进行测试
4. 完成系统并测试，对源码打包并完成用户使用说明
5. 完成《项目总结报告》，通过项目验收

六、项目预期成果

本项目最终成果包括以下几部分：文档，源代码，安装包

1. 文档

本项目最终生成文档包括：

立项建议书

软件开发计划书

产品订单 (Product Backlog)

冲刺订单 (Sprint Backlog), 每个冲刺有一份冲刺订单

燃尽图 (Burndown Backlog), 每个冲刺有一份燃尽图

软件需求规约文档

软件架构文档

软件测试计划文档

软件测试用例文档

软件测试报告文档

项目总结报告

用户使用说明书

风险清单

术语表

2. 源代码

本项目的源码包括 C++代码（算法模块和场景模块）和 Python 代码（调用 C++代码所写的模块，进行场景配置，脚本扩展）。

3. 安装包

所有代码将打包以供部署时调用。

七、项目社会效益

1. 社会效益

本项目的产品主要针对用户为大学实验室和企业实验室。本项目的产品主要用于实现流体力学框架的代码复用、算法管理、场景配置和脚本扩展，针对以前在计算机流体研究领域每当有新的算法需要场景实现时，没有现成的模块直接调用，有大量重复代码，浪费时间进行模拟场景配置。使用我们的产品可以使得实验室的算法和场景模块化，从而达到提高效率的作用。不同实验室之间可以遵循共通的接口，自由的互相交换代码和场景模块，只需通过修改脚本配置文件，能大大促进流体领域的科研交流。

2. 经济效益

由于本产品致力于把已有的算法与场景模块化，通过配置文件来灵活的组合调用，因此可以大大减少科研人员的开发时间和成本，提高科研效率。目前国内尚无同类产品，因此在不论是开源还是进行市场推广都有十分良好的前景。

导师意见

签章：

年 月 日

授课教师意见：

签章：

年 月 日