**2024《面向对象程序设计训练》大作业**

**构建三维世界**

**Construct 3D World**

**1.背景**

三维游戏，可以理解为是以计算机图形学为基础，通过和用户的实时交互，进行真实感渲染的过程。看到这是不是觉得要写个游戏？猜错了！我们要写一个简陋的三维建模软件Demo。

**特别强调：面向对象！面向对象！！面向对象！！！**

**无论写什么，先考虑OOP思想、原则！**

**先问是不是，再问为什么**

**先想该不该，再想好不好，最后想怎么做**

**优雅的设计 > 功能的实现**

**修修补补的架构不可能产生优雅的实现**

**优雅的架构，怎么写也不会太差**

**2.软件基本功能要求**

1. 三维模型导入。根据给定文件名，将以特定格式编码存储的三维模型文件，导入到内存，转化为可在内存中编辑的类对象。三维模型文件格式有很多种，要求至少支持obj格式（示例模型文件为cube.obj；obj文件格式说明见附录；示例和自己通过软件导出的obj模型文件可以通过<https://3dviewer.net>在线查看和交互渲染）。说明：要求“至少支持obj格式”的目的（支持导入多种格式的功能，不加分），是促进类架构设计优化，从可能支持多种模型格式的角度，需要考虑导入器(Importer)类的继承体系，而非单独写一个为本作业专用obj导入器。
2. 三维模型导出。将内存中的三维模型对象，根据给定文件名，以特定格式编码写入三维模型文件。三维模型文件格式有很多种，要求至少支持obj格式（示例模型文件为cube.obj；obj文件格式说明见附录；示例和自己通过软件导出的obj模型文件可以通过<https://3dviewer.net>在线查看和交互渲染）。说明：要求“至少支持obj格式”的目的（导出多种格式的功能，不加分），是促进类架构设计优化，从可能支持多种模型格式角度出发，则需要考虑导出器(Exporter)类的继承体系，而非单独写一个为本作业专用obj导出器。
3. 三维模型修改。逻辑上，一个三维模型（Model3D）包含了两类元素（Element3D）：面（Face3D）和线（Line3D）。Face3D描述的是空间三角形，由三个顶点（Point3D）构成。空间共面多边形（闭合图形，所有点共面）和空间非共面多边形（闭合图形，不需所有点共面）均拆分为多个Face3D，无需单独表示，可不考虑额外的类设计。Line3D描述的是空间线段，两个端点均为Point3D。

2.3.1 列出所有Face3D对象，显示其序号和三个顶点坐标，面积。显示格式自拟。

2.3.2 删除指定Face3D对象。

2.3.3 通过给定三顶点坐标，向模型中添加一个非重复的Face3D（模型中不能存在两个完全重合的Face3D）。

2.3.4 列出指定Face3D对象中的所有Point3D对象，显示其序号和坐标。显示格式自拟。

2.3.5修改指定Face3D对象包含的任一顶点坐标。修改后，Face3D三顶点不可重合。预期修改后Face3D也不可与模型中已有的任何一个Face3D完全重合，如重合则不可修改。注：此为Face3D修改模式。如果存在2个Face3D对象，有顶点重合，修改一个Face3D的顶点，不影响另一个Face3D的顶点。

2.3.6 列出所有Line3D对象，显示其序号和两个顶点坐标，长度。显示格式自拟。

2.3.7 删除指定Line3D对象。

2.3.8通过给定两顶点坐标，向模型中添加一个非重复的Line3D（模型中不能存在两个完全重合的Line3D）

2.3.9 列出指定Line3D对象中的所有Point3D对象，显示其序号和坐标。显示格式自拟。

2.3.10修改指定Line3D对象任一顶点坐标。修改后，Line3D对象中两顶点不可重合。预期修改后Line3D也不可与模型中已有的任何一个Line3D完全重合，如重合则不可修改。注：此为Line3D修改模式。如果存在2个Line3D对象，有顶点重合，修改一个Line3D的顶点，不影响另一个Line3D的顶点。

1. 显示统计信息：模型中Face3D总数和总面积，Line3D总数和总长度，Point3D总数（空间坐标重叠的顶点重复计数），包围盒体积（能框住所有Point3D的最小立方体体积，立方体各边分别与三维坐标轴平行）。

**3.设计与实现要求**

1. 除程序主函数（广义的主函数）、用于运算符重载的友元函数、必要的lambda表达式外，不允许出现任何一个非类成员函数。
2. 不可使用非类成员的全局变量（文件作用域或全局作用域）。
3. 不可将任何受访问规则限制的数据成员作为公有成员。
4. 任何不改变对象状态（不改写自身对象数据成员值）的成员函数均需显示标注const。
5. 全部类分为三大类：界面类（开发环境提供的、与图形/非图形交互界面相关的类， MVC模式中的V）、业务流程/控制器类（用于和界面实现耦合，可以认为是没有界面的整个软件功能集合，MVC中的C）、**可重用类**（**包括但不限于支撑本软件底层功能实现的类，特别重要之处在于：可重用类不是仅为本软件独特需求设计，而是可以脱离大作业特定要求的、尽可能便利的、在其他应用中被重用的类**，MVC中的M）。**（此条为强烈建议，未实现界面类和可重用类的解耦将严重影响成绩）**

**举例：Model3D、Point3D、Line3D、Face3D等都可脱离大作业，在计算机图形领域独立大量运用的，其类体系和封装设计不能仅仅考虑做大作业“刚好够用”。**

1. 界面类必须以类的形式存在，不可直接写为main函数，或其他不属于类非静态成员的函数。
2. 仅有界面类可以用开发环境自动生成代码框架。**（图形界面不加分，非图形界面不减分）**
3. 仅在业务流程/控制器类可以使用开发环境提供的数据类型和函数。比如，用QT做图形化界面，控制器类可接收来自界面的QT独有的QString类型输入，而Model3D的Name属性则不可使用QString类型。
4. 业务流程/控制器类，特别限定：在不被修改代码的前提下，任何情况都只能产生1个对象实例（设计时需使用单例模式）。
5. 可重用类只允许使用C++11及之后标准支持的标准语法、标准模板库。不依赖于具体编辑器特性，可以跨开发环境、编译环境、操作系统编译运行。
6. 不可在自己编写的代码（一定包含业务流程/控制器类、可重用类，可能包含界面类）中直接调用操作系统API。
7. 任何第三方库（非C++标准提供、非操作系统提供、非开发环境提供）的使用，只能处于源代码级别，不可依赖lib/so/dylib文件等（静态库也不可以）和DLL文件。全部第三方库/代码，来自网络示例代码及改编代码，均需标注来源和版权信息，且需要根据编码规范调整。
8. **大作业是OOP的大作业不是C++的大作业，需要综合运用课上知识和技能，侧重于以优雅的设计，实现多个、可被更多场合、更应用便捷使用的类。一切以“我为人人”为出发点，而不是为了实现大作业功能“刚好够用”。**

**4.代码注释要求**

1. 通过开发环境自动生成的界面类代码，可做少量注释。
2. 全部自行编写的代码，均需遵循编码规范要求，见学堂编码规范V1.2。

**5.分数构成、比例与考察重点**

1. 基本功能分10%。只考虑功能是否实现、是否鲁棒，不考虑背后的实现机制。以编译运行、OBJ文件导入导出、测试用例的手工编辑效果评价。
2. 类设计实现分60%。以code review为依据。MVC模式运用15%；流程/控制器类的合理性10%；可重用类的合理性（这些类是否应该存在、类与成员名的可理解性、属性与行为是否符合课上讲的提取准则、属性与行为的从属关系、类间关系、知识点运用覆盖率等）10%、正确性（语法、逻辑、潜在错误等）10%、**可重用性（是否从普适性角度进行了抽象和封装，是否对超出完成大作业最小类集合的、可以更好支撑其他应用的类进行了抽象和封装，是否可仅仅依靠头文件阅读进行方便的重用）15%**。
3. 代码规范分30%。以code review为依据，每有1处违反代码规范要求，扣1%，扣完为止。
4. **特别说明：小作业不计分，大作业得分为本课程最终得分。**

**6. 作业提交**

1. 作业提交截止时间**初定为2024年8月18日23点59分**（在与教务部门确认教师提交成绩的DDL后，可能会推迟作业提交时间，注意：是可能，不是一定。今年课堂200人整，比以往多了接近60人，作业评阅压力骤增，希望有充足时间认真对待每位同学辛勤付出的成果）。**以网络学堂计时为准**，请充分考虑网络拥堵、本机时间与网络学堂时间不一致等一切可能出现的负面因素，尽早完成并提交大作业。**（每年都有各种高估自己coding、debug耗时、高估网络带宽、高估其他各种因素，导致无法按时提交大作业，而第二年重新上课的同学，请一定力求靠谱）**
2. 提交1个压缩包。压缩包内最顶层为**以学号命名的文件夹**，里面存有：（1）所有CPP和HPP文件，不需要编译后的可执行文件，不需要工程文件，不需要编译过程中产生的一系列中间文件；（2）开发环境版本的说明txt文件：操作系统版本(如windows11专业版-64bit)、编辑器版本（如vsCode 11.3）、编译器版本（如GCC14.1 x86-64）。请保证提交的所有文件都是必要的，不要放入整个debug文件夹。

附录：

**OBJ文件格式说明**

1. 概述

OBJ（或 .OBJ）是一种几何定义文件格式，最初由 Wavefront Technologies 为其高级可视化器动画包开发。 该文件格式是开放的，已被其他 3D 图形应用程序供应商采用。本次使用的OBJ文件格式，为其标准规范的简化版本。

1. 文件结构

OBJ文件为多行ASCII码文件，仅包含英文字符。每行表示下列之一的内容：

* 行首为1个#字符，表示注释行，后接空格，空格后为注释内容，持续到换行符。
* 行首为1个v字符，表示三维点。后接空格，空格后为3个浮点数（每个浮点数之后有1个空格），之后为换行符。
* 行首为1个l字符（Love首字母的小写），表示空间线段。后接空格，空格后为2个整数（每个整数之后有1个空格），之后是换行符。整数表示三维点索引号（三维点在文件中出现的先后顺序，最小为1）。
* 行首为1个f字符，表示空间三角形。后接空格，空格后为3个整数（每个整数之后有1个空格），之后是换行符。整数表示三维点索引号（三维点在文件中出现的先后顺序，最小为1）。
* 行首为1个g字符，表示模型名称。后接空格，空格后为一个不再包含空格的连续字符串，之后为换行符。一个文件中仅仅包含一个g开头的行。

OBJ文件同时满足下列规则：

* 所有v开头的行，一定连续出现，且均在所有以l和f开头的行之前。
* 所有l开头的行，一定连续出现。
* 所有f开头的行，一定连续出现。

1. 示例

大作业压缩包中的cube.obj文件，用文本编辑器打开后，为以下内容：

# cube.obj

g cube

v 0.0 0.0 0.0

v 0.0 0.0 1.0

v 0.0 1.0 0.0

v 0.0 1.0 1.0

v 1.0 0.0 0.0

v 1.0 0.0 1.0

v 1.0 1.0 0.0

v 1.0 1.0 1.0

v 2.0 2.0 3.0

l 8 9

f 1 7 5

f 1 3 7

f 1 4 3

f 1 2 4

f 3 8 7

f 3 4 8

f 5 7 8

f 5 8 6

f 1 5 6

f 1 6 2

f 2 6 8

f 2 8 4

第1行，为注释行，注释内容为文件名

第2行，为对象名称cube

第3~11行，为三维顶点坐标，每行1个，索引号1~9。其中，前8个表示立方体的8个顶点。

第12行，为线段。线段两个顶点的索引号分别为8和9。其中，第8号点为立方体的一个顶点，第9号点位于立方体之外，坐标2.0, 2.0，3.0。

第13行之后，均为由立方体顶点构成的空间三角形。立方体的每个正方形表面，被划为2个三角形。