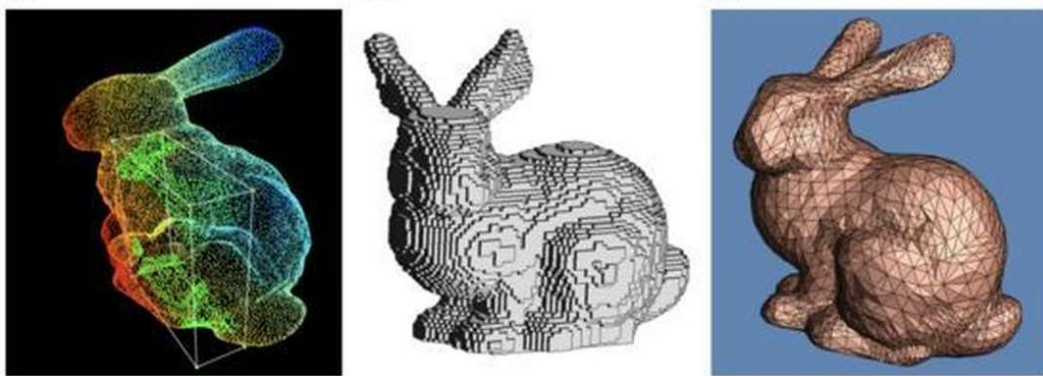


模式识别与机器学习实训课程

三维视觉基础：三维模型文件读写和简单几何计算

0. 三维模型文件格式

真实的三维世界是一个连续、致密场景空间，需要将真实世界三维物体以原生的形式存储成数据，是一件不可能的事情，所以我们需要为三维模型的建立设计规范化的数据结构。常见的三维表示方法如下图所示，分别是点云（Point cloud）、体素（Voxel）、网格（Mesh）。



本次实验核心是要理解基于顶点（vertex）、平面（surface）定义的常用三维模型文件格式，如上图的第三只兔子，是由最基本多边形和顶点组成的。

1. 实验环境准备

编程环境：Python ≥ 3.6

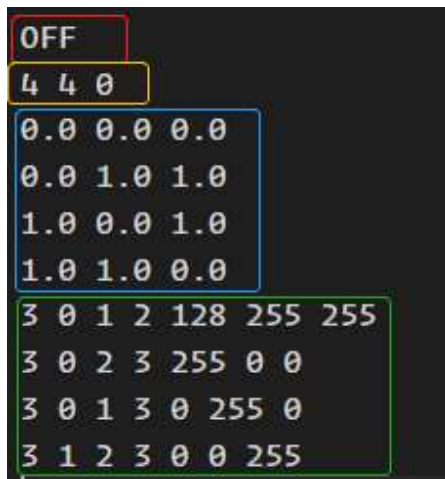
三维模型可视化软件：MeshLab 2022.02

编辑器：VS Code 或自选

2. OFF 文件

OFF 也是一种过定义点、线、面的方式来描述 3D 物体的文件格式。其定义相比于 PLY 的格式要简洁，但不可以自定义参数属性。

我们还是以四面体为例，新建一个 tet.off 文件，内容如下所示。



```
OFF
4 4 0
0.0 0.0 0.0
0.0 1.0 1.0
1.0 0.0 1.0
1.0 1.0 0.0
3 0 1 2 128 255 255
3 0 2 3 255 0 0
3 0 1 3 0 255 0
3 1 2 3 0 0 255
```

OFF 标识符（红色部分）：文件以“OFF”字符开始，固定格式；

顶点、平面、边的数量（黄色部分）：三个整数，分别表示顶点数、平面数、边数，固定格式；

顶点坐标（蓝色部分）：定义顶点，分别为 x, y, z 坐标空间坐标，均为浮点数。

平面定义（绿色部分）：定义平面，每行描述一个面的信息，第一个为组成平面的顶点数，随后是该平面的顶点索引（从 0 编号，按上一部分顶点顺序），最后三个 0-255 的整数，或者 0.0-1.0 的浮点数，用于表示颜色的 RGB 分量。

边定义（无）：如有连边需要则定义定点编号对，这里边数设为 0，故不作定义。

同样的，我们使用 MeshLab 打开 tet.off 文件，会获得一个四面体。

3. 命令行参数解析包

我们所运行的程序，特别是命令行程序，大多数都包含可指定的参数，用于处理不同的需求，这是一个

计算机应用的专业常识。例如，用于管理独立 Python 环境的 Conda，就有很多参数可供填写。

很多研究的实验代码，也习惯将某个程序的执行参数进行保存，这是实验的“配方”，特别是在控制变量进行实验效果对比（也叫消融实验，Ablation study）的时候也大有用处。因此掌握这种编程方式，是一种必备的专业技能，可以参考 Python 的 Argparse 模块文档学习基本用法。

参考文档：<https://docs.python.org/zh-cn/3/howto/argparse.html>

本次实验要求掌握 ArgumentParser 类的初始化和解析，学会添加参数，指定默认值，指定参数类型，指定参数选择项目，使用解析好的参数类。

4. Python 的基本文件读写

参考文档：<https://docs.python.org/zh-cn/3/tutorial/inputoutput.html>

计算机的任务是数据计算，数据计算的前提是数据处理，数据处理的基本是文件读写。

今天我们介绍基本的 Python 数据读写，用来读取本文三维数据文件。当然二进制的读取方式类似，可以触类旁通。

此外，还将学习使用常用的数据处理操作，用于从读取到的字符串中获取数据，学习使用 f-string（格式化字符串）对数据进行格式化处理。

5. 实训作业和思考题

使用今天所学习的内容，实现一个计算几何体数据的程序，要求如下：

- 1) 支持 off 格式文件的读写操作，处理好空的 off 文件。
- 2) 实现如下几何体的数据（顶点、面、面颜色）计算：三棱锥，金字塔（四棱锥），正十七边形，立方体，五棱柱，圆柱，星形柱（五角星或更多角），自定义（按自己喜好计算一个较为复杂的模型），并支持将所计算的数据导出成 off 文件。
- 3) 几何体的大小可以给定参数指定或者随机，导出模型的颜色依据喜好而定。
- 4) 上述导出的 off 文件要求均可使用 MeshLab 等可视化工具进行检视。
- 5) 要求设计尽可能周全的命令行功能，参数实用，例如可以提供单一、所有支持几何体的数据计算命令，又例如可以传入几何体大小、颜色参数等。
- 6) 尽可能复用设计的接口，设计合理的类管理数据方式（类），设计良好的程序模块，并在实验报告中讲解设计思路。

最终提交：

一份可执行的源代码，要求可以自动生成 off，因此无需提交所生成的 off 文件。

一份实验报告，包含实际操作的关键实验过程，例如包含所设计模块思路解析，关键函数接口的设计，例如生成几何体的截图。

加分项：

用程序代码计算生成了复杂而有美感的几何体。

几何数据计算代码程序化程度高，减少手搓，计算巧妙。

为小程序添加了实用的函数接口或者功能，实验报告中记得写明。

设计了统一的模型数据类型，尽可能综合了读写和计算等功能。