

几何计算前沿 课程大作业

DDL: 2025.6.30

作业要求

- 可以1-2人组队完成。如果2人组队，最终报告需要注明具体的分工。
- 大作业对工作量有一定要求，可以参考网上现有的代码，但不能是简单的clone代码仓库。
- 在第16周的课堂上（6月3日）进行开题报告，每组5分钟以内，简要介绍选题背景、核心方法、作业进展等。
- 最终提交内容包括
 - **代码**，需要包括完整的代码，能够复现报告内容，并附一个README文件，说明代码的运行环境、编译/运行方式等。
 - **报告**，内容至少包括方法介绍、实验设置、结果分析等；格式无硬性要求，可以使用LaTeX、Markdown或者Word等来写，最终导出PDF格式提交；中文英文均可。
 - **数据**，需要提交实验中所使用的数据，公开数据集可以提供下载链接或官网链接，并说明数据集的使用方式和数据预处理方式；如果使用了自采集的数据，需要说明数据的获取方式和数据格式说明
 - 如果所选题目涉及神经网络，需要提交模型参数文件
 - 以上内容打包提交教学网，如果文件过大，数据和模型参数文件可以上传北大网盘后提供下载链接，代码和报告仍需提交到教学网。

参考选题

以下题目供参考，也可以与老师或助教讨论其他选题。

点云法向估计

实现一种点云法向量估计算法，对于输入的点云，获取具有全局一致性（顺向）的法向量，并进行表面重建（这一步可以直接调用现有的工具，如MeshLab中集成的泊松重建算法）。

参考资料

- Metzer, Gal, et al. "Orienting point clouds with dipole propagation." ACM Transactions on Graphics (TOG) 40.4 (2021): 1-14.
- Lin, Siyou, et al. "Surface reconstruction from point clouds without normals by parametrizing the gauss formula." ACM Transactions on Graphics 42.2 (2022): 1-19.
- Xu, Rui, et al. "Globally consistent normal orientation for point clouds by regularizing the winding-number field." ACM Transactions on Graphics (TOG) 42.4 (2023): 1-15.

网格变形算法

实现一种网格变形算法，可以是本课程所提及的或其他感兴趣的算法；在此基础上搭建用户交互界面，可以用鼠标拖动进行变形。

参考资料

- Yu, Yizhou, et al. "Mesh editing with poisson-based gradient field manipulation." ACM SIGGRAPH 2004 Papers. 2004. 644-651.
- Igarashi, Takeo, Tomer Moscovich, and John F. Hughes. "As-rigid-as-possible shape manipulation." ACM transactions on Graphics (TOG) 24.3 (2005): 1134-1141.
- Sumner, Robert W., Johannes Schmid, and Mark Pauly. "Embedded deformation for shape manipulation." ACM siggraph 2007 papers. 2007. 80-es.

Mesh2SDF算法加速

在GPU上实现高效的从mesh中提取SDF的算法

参考资料

- Mesh2SDF代码仓库: <https://github.com/wang-ps/mesh2sdf>
- cuBVH代码仓库: <https://github.com/ashawkey/cubvh>
- Ren, Lixin et al. "Algebraic Adaptive Signed Distance Field on GPU." (2023).

泊松曲面重建算法

泊松曲面重建（Poisson Surface Reconstruction）是从带法向量点云上重建mesh的一种经典算法。

要求从头实现泊松重建算法，并找一些例子验证算法效果。

参考资料

- 泊松重建官方代码仓库: <https://github.com/mkazhdan/PoissonRecon>
- Kazhdan, Michael, Matthew Bolitho, and Hugues Hoppe. "Poisson surface reconstruction." Proceedings of the fourth Eurographics symposium on Geometry processing. Vol. 7. No. 4. 2006.
- Kazhdan, Michael, and Hugues Hoppe. "Screened poisson surface reconstruction." ACM Transactions on Graphics (ToG) 32.3 (2013): 1-13.

三维扩散模型

实现一个基于点云、体素或三平面等表达的三维扩散模型，使用三维数据直接进行训练，生成时能够将噪声去噪为三维形状。

数据集可以从ShapeNet的 airplane 、 car 、 chair 、 table 、 rifle 五类中任意选取一类，实现单类的无条件生成，有余力可以做多个类别的条件生成或文本条件生成。

参考资料

- Point-E: A System for Generating 3D Point Clouds from Complex Prompts
- SDFusion: Multimodal 3D Shape Completion, Reconstruction, and Generation

三角网格去噪

用 PyTorch 复现 Cascaded Normal Regression (CNR) 算法，用于三角网格去噪。原始的 CNR 算法基于 MATLAB 实现，要求将其改写为 PyTorch 版本，能够复现原始的 MATLAB 代码的结果。

参考资料

- 论文：Mesh Denoising via Cascaded Normal Regression
- 代码：https://1drv.ms/u/s!Ap2q01T7IZk2a6nX7K_Wm5QrDzA?e=lckXcl
- 数据：<https://1drv.ms/u/s!Ap2q01T7IZk2bZSOH43af0r8mOs?e=Ba77Q1>

其他论文实现

挑选感兴趣的、与本课程内容相关的论文进行实现，可以从SIGGRAPH、CVPR等会议上已发表论文中进行选择。

可以自行从头完成论文的复现；也可以使用论文对应的Github仓库，但应在其基础上做进一步拓展。