

一. 基于传统多视图重建 (MVS)

1. 数据采集图像预处理

要求拍摄时尽量保持口腔内静止，确保从多个角度获得牙齿区域的高分辨率图片，同时保证图像之间有一定的重叠度。

图片中除了牙齿外还包含舌头和口腔壁，可考虑利用图像分割（比如牙齿分割模型（如基于 Mask R-CNN 或 U-Net）提取牙齿区域）或手动标注，将主要目标提取出来，以提高重建精度。

2. 多视图点云重建

该阶段主要是点云的稀疏重建和稠密重建。包括稀疏重建和稠密重建两个过程，利用例如使用【COLMAP 或者 (OpenMVG /OpenMVS) 或者 Meshroom】进行多视图重建。

Colmap: 网格生成内置，纹理映射需外部工具辅助。如 Meshlab、Blender）进行纹理烘焙，利用重建的相机参数和图像数据赋予网格颜色。

OpenMVS 内置完整流程（稠密重建→网格生成→纹理映射），无需外部工具。

Meshroom: 全流程内置，无需额外软件

3. 网格生成与纹理映射

将稠密点云转换为三角网格，并映射彩色纹理，生成闭口状态下的 3D 模型。可使用 open 3D 开源库(适合算法开发)或者 PyMeshlab、Blender 等实现。也可以将点云导出到专门的软件（如 CloudCompare）中进行后续处理。

工具	定位	核心优势	典型用户
PyMeshlab	Meshlab 的编程接口	自动化网格处理，集成到三维重建 pipeline	开发者、科研人员
Blender	全能型 3D 创作平台	建模、纹理、渲染、动画全流程，可视化效果强	设计师、艺术家、影视工作者

4. 上颌与下颌分割

利用解剖学特征或者基于图像分割结果对 3D 模型进行上颌和下颌分割。

注: 传统的多视图 3D 重建方法是要求目标物体同种状态下的多视角图像, 图像之间需要有较高的重叠度，通常建议重叠度在 60% - 80% ，且对于口腔这种需要精细重建的场景，分辨率越高越好，例如 2000×2000 像素甚至更高。目前现有的图片是多种状态下的一组图片，不满足要求，且分辨率也较低。)

二. 基于深度学习的口腔 3D 重建

文献: TeethDreamer: 3D Teeth Reconstruction from Five Intra-oral Photographs/2024, 发表于医学图像顶会 MICCAI

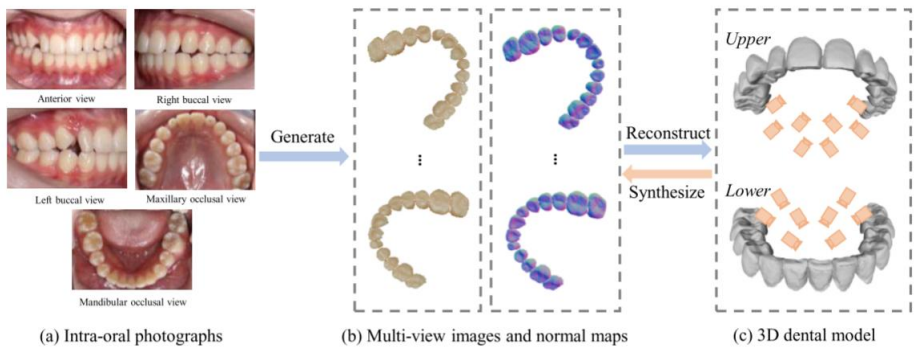
主要内容：给定一组口腔内照片（5 张），重建上下牙齿的高质量 3D 模型，重建框架有两个阶段。在第一阶段，训练扩散模型以生成多视图一致的图像和法线图，以及 3D 感知特征注意模块以强制多视图一致性。然后在第二阶段，给定生成的多视图图像和法线图，通过几何感知神经隐式表面优化重建 3D 牙齿。广泛的实验证明了当前技术的优势，并提供了远程监控正畸治疗的潜力。

文章的主要内容：

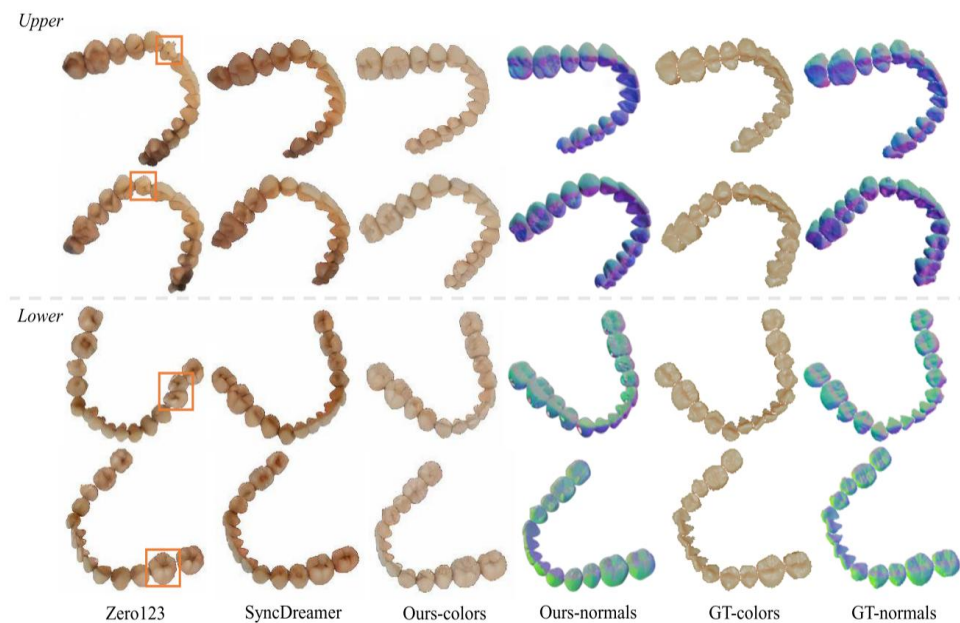
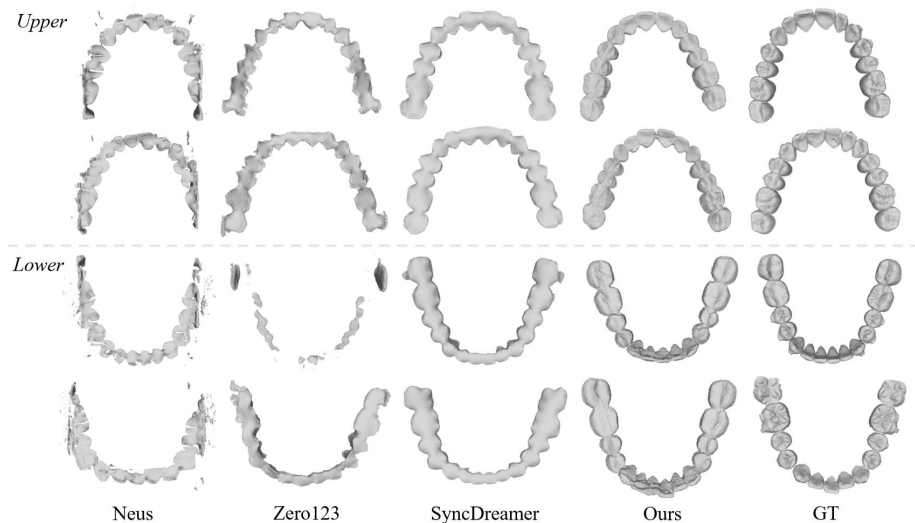
给定一组口内照片，我们的目标是重建高质量的上下牙齿 3D 模型。我们的重建框架分为两个阶段。

在第一阶段，我们训练一个扩散模型（见第 2.1 节）以生成多视图一致性图像和法线图，并训练一个 3D 感知特征注意模块来增强多视图一致性（见第 2.2 节）。然后在第二阶段，

基于生成的多视图图像和法线图，我们通过几何感知的神经隐式表面优化重建 3D 牙齿（见第 2.3 节）。图 2 展示了所提方法的概览。



下面是展示的本模型和其他模型以及高精度获取的真实模型（GT）比较图



- Neus: 仅利用分割图像直接重建 3D 牙齿，存在数据稀疏及姿态不确定性问题；
- Zero123: 基于扩散模型从单一输入生成新视角图像，但生成视角间缺乏一致性；
- SyncDreamer: 在重建整体形状上表现较好，但细节恢复不足。

Ours 是本实验的结果，Neus, Zero123, SyncDreamer 是一些进行对比实验的模型，GT 是专业口腔扫描仪得到的 3D 模型，ours-colors 颜色逼真度，ours-normals 是几何准确性

注: 需要考虑的点, 论文中提到需要用到一个预训练的扩散模型来增强图像视角,

这个扩散模型是基于作者自己提供的 3200 个案例来训练的扩散模型，每个案例包括五张口腔内照片和一个口腔内扫描模型配对，由于作者训练数据来自特定的口腔扫描和渲染流程，我们的新数据可能在纹理、颜色和噪声方面有所不同，模型生成结果可能会出现细节不一致或者风格偏差。直接使用作者的预训练的模型可能效果不理想，需要进行微调。

其次，仅能实现分别重建上牙和下牙的独立 3D 模型，不能实现闭口模型。并且从结果图上来看效果虽然优于其他模型但是和 CT 或者激光扫描的效果还是有差距的。