大家好我是fjn, 是我们小组的一个新人, 首先感谢李老师, 也请学长学姐多多指教.

今天我将对近期我个人对NeRF的研究调查做一个报告, 内容大致如下.

首先 大致向大家介绍一下NeRF是什么, 以及他的主要原理和实现流程.

然后 是关于NeRF近几年来的研究进展的部分论文的总结介绍, 其目的在于通过已有的研究来发现未来NeRF, 也就是神经辐射场这一研究方向发展的大体走向.

接着 我会展示我自己在复现NeRF项目的一些结果.

最后是简单的总结和展望

由于总结的内容比较多, 细节理论方面我选择性展开了部分

1. NeRF

好的, 让我们首先来看一下NeRF

所谓NeRF就, 就是神经辐射场的简称. 先来拆解一下这几个词的含义.

NeRF属于广义上的三维重建方法. 一般三维重建都需要生成具体的mesh, 贴图等, 但NeRF只是给出了一个场, 辐射场, 这里的辐射就是指光辐射, 所以也可以说是光场. 光场就涉及了NeRF的一个假设, 这在之后会提到. 而神经就是指神经网络, 表明这个辐射场是由神经网络隐式定义/ 表示的.

那么具体是怎么表示的呢? -- ppt

然后我们来看一下这张图, 它讲述了NeRF网络的实现流程. -- ppt

1. 发展基础

然后我们来看一下NeRF的发展基础, 看看NeRF这个方法是如何自然发展而来的.

1. 体渲染

很明显这些假设是根据现实世界的物理规律来设定的.

假设越细越接近现实世界, 渲染效果一般来说会越好, 但是考虑到计算机的性能问题, 又必须从中取一个平衡点.

而NeRF在此基础上还进行了更简化的假设.

[NeRF入门之体渲染 (Volume Rendering) - 知乎 (zhihu.com)](https://zhuanlan.zhihu.com/p/595117334)

1. 实现细节

一个通俗的理解: 对于 Positional Encoding, 从一方面来讲, 它将欧式空间的样本点投影到频率空间, 也就是将点打散了, 在欧式空间相近的点在频率空间就会很远. 原本 MLP 很难拟合出“狭小”的欧式空间中的剧烈变化. 但在 Positional Encoding 将样本点投影到频率空间后, 这些“剧烈变化”在频率空间就显得相对平滑得多,  MLP 就能够很轻易地在频率空间拟合出这些变化, 但频率空间相较于欧式空间得求解空间大得多, 所以 MLP 依旧需要花费大量的时间去拟合.

另一个理解: NeRF 想做的事情是表征欧式空间中的一个场, 而 Positional Encoding 则是对欧式空间的三个轴分别引入了一组正交基函数, 此时 MLP 的任务就可以看作是学习得到这三组正交基函数的\*\*系数表示\*\*, 这个任务相比于让 MLP 去拟合高频特征显然要简单得多.

1. 分层体积采样. 即使用两个网络 (粗略& 精细) 来表示场景. 先在粗采样点 $N\_c$ 采样, 利用颜色计算采样光线上每个点可能为高密度点的概率, 再对密度高的区域点 $N\_f$ 进行精细采样. 在所有 $N\_c+N\_f$ 个样本的基础上, 使用 之前的估计方程 计算光线的最终渲染颜色 $\hat{C}\_f(r)$. 这有利于提升渲染精度, 提升训练/ 渲染速度.

    - 作者粗细两个层分为两个MLP. 其本质是粗MLP输入的点稀疏, 这就决定了他能渲染出的细节的上限, 所以需要另一个细MLP.

1. 缺点

当然也包括其他缺点, 只是这四个是主要的. 此外, 我还把部分缺点进行了整合.

1. Nerfstudio

这是一个框架, 我认为将来许多学者关于NeRF的工作很大概率会在这样一个框架上进行. 当然目前已经有了. 不过虽然这个模块化的框架对于开发者研究人员很方便, 但在实际应用中比不上instant-ngp这样定制cuda/ gpu代码的更底层的方法.

关于我是怎么找到NeRFstudio的, 也是比较巧合. 最开始几天看了很多NeRF的论文, 就想这么多得分方法其实都很好啊, 而且很多都是不同方向去改进NeRF, 完全可以共存, 能否将他们整合到一起呢, 所以上网一搜, 确实有人做了这个工作. Nerfstudio 最初于 2022 年 10 月由伯克利人工智能研究 （BAIR） 的 KAIR 实验室的伯克利学生作为开源项目推出.

1. 改进训练渲染

我从四个角度大致归类了学者改进训练渲染选择的方向. 只是大致归类, 并不严谨.

另外, 选取的论文大多数都是有代表性的, 根据为谷歌学术引用次数与发表年份, 研究方向热门度与前景

从某种程度上来说训练渲染的提速与提高质量是一体的, 但是会有侧重性. 提速可能侧重于改进原方法的耗时部分, 提升质量则侧重解决原方法渲染方面的缺陷, 比如锯齿伪影.

首先是体素表示.

然后是从数值计算的角度去改进NeRF的一些论文