

浅谈神经辐射场在植物三维建模的发展及意义

冯月蕾

重庆三峡学院 重庆万州 404020

摘要: 植物三维建模是农学、地学、生物学、植物学、生态学等领域的研究热点之一。近年来, 伴随计算机图形学、数学、计算机软硬件技术和测量技术的快速发展, 植物三维建模技术得到快速发展。当前, 随着深度学习驱动的信息技术快速发展, 特别是近两年神经辐射场技术的兴起, 使得三维模型在精度、逼真度等方面都得到了不小的发展。

关键词: 三维建模、深度学习、神经辐射场

Introduction to the development and significance of neural radiation field in 3D modeling of plants

Yuelei Feng

Chongqing Three Gorges College, Wanzhou, Chongqing 404020, China

Abstract: Plant 3D modeling is one of the research hotspots in the fields of agronomy, geology, biology, botany, ecology and so on. In recent years, along with the rapid development of computer graphics, mathematics, computer software and hardware technology and measurement technology, plant 3D modeling technology has been rapidly developed. Currently, with the rapid development of information technology driven by deep learning, especially the rise of neural radiation field technology in the past two years, the 3D model has been developed in terms of accuracy and fidelity.

Keywords: 3D modeling; Deep learning; Neural radiation field

引言

植物是自然界最常见的景物之一, 其种类繁多, 结构特征性很强, 具有复杂的三维结构。近年来, 随着计算机信息技术、硬件技术、可视化数据获取技术等的发展, 三维重建技术已越来越多地应用于植物三维建模。植物三维建模是农学、地学、生物学、植物学、生态学、计算机图形学以及数学等领域的研究热点^[1]。

我们通过对植物进行三维建模的原因在于以下几个方面: (1) 研究和分析植物形态和结构: 植物形态和结构对于植物的生长发育、适应环境、物质代谢等方面具有重要的影响, 因此研究和分析植物的形态和结构可以更好地理解植物的生命过程和适应策略, 为植物科学研究提供更加全面和精确的数据基础。(2) 优化植物品种和种植技术: 通过对植物形态和结构的三维建模和分析, 可以更好地了解不同品种或不同种植环境下植物的生长发育规律和特征, 为优化植物品种和种植技术提供依据。(3) 设计和模拟植物环境: 在城市园林、景观设计和游戏等领域中, 需要对植物的环境进行设计和模拟, 通过植物的三维模型可以更加直观地了解植物在不同环境下的形态和特征, 从而更好地设计和模拟植物环境。(4) 教育和科普: 植物三维模型可以通过虚拟现实技术等手段实现对植物的可视化和交互式分析, 为植物科普和教育提供更加丰富和多样的

手段。

植物三维建模是指将真实的植物物体转化为三维数字模型的过程。这个过程通常需要大量的人工工作, 比如通过对植物进行测量和拍摄, 然后使用计算机软件进行建模。这个过程繁琐、耗时, 而且精度有限。为了解决上述问题, 研究人员开始尝试使用神经辐射场技术来改善这个过程。

神经辐射场是一种基于人工神经网络的深度学习技术, 它可以通过对输入数据的大规模训练, 学习到数据中的模式和规律, 并可以用于预测和分类等任务。最近, 神经辐射场技术在植物三维建模方面也取得了一些有趣的研究成果。神经辐射场技术可以通过对大量的植物图像进行训练, 学习到植物的形态特征和结构信息, 并且可以自动生成植物的三维模型。研究人员利用这一技术, 开发了一个基于深度学习的植物三维建模系统。这个系统使用神经辐射场技术, 对大量的植物图像进行训练, 并可以自动地生成高精度的植物三维模型。该系统的精度和效率都比传统的手工建模方法要高得多。

神经辐射场技术在植物三维建模方面的应用不仅可以提高建模的精度和效率, 还可以应用于植物生长和形态的研究。研究人员可以通过对植物的生长过程进行监测和记录, 将这些数据输入到神经辐射场中进行训练, 从而预

测植物的生长情况和形态变化。这对于研究植物的生态学和生物学意义重大。总之,神经辐射场技术在植物三维建模方面的应用为我们提供了一种新的、高效、准确的建模方法,将有助于推动植物学领域的研究和发展。

一、植物三维建模现状

植物三维建模是指利用计算机技术将真实植物的形态、结构和特征等信息,通过数字化手段进行处理和重建,形成可视化的三维模型。目前植物三维建模的方法主要包括以下几种:

1.基于图像处理的植物三维重建方法。该方法利用多张图像或视频对植物进行拍摄,然后利用计算机视觉技术将图像中的植物部分提取出来,再进行三维重建。该方法的优点是操作简单,可以使用普通相机进行拍摄,但其缺点是对拍摄环境和拍摄角度有较高的要求。

2.基于点云的植物三维建模方法。该方法通过使用激光雷达或结构光扫描仪等设备获取植物表面的点云数据,并利用三维重建算法将点云数据转换成三维模型。该方法的优点是获取的数据量大、精度高,可以对植物的外形、分枝、叶片等进行精细化建模,但其缺点是设备价格昂贵,且对植物的形态有一定的限制。

3.基于三维扫描的植物三维建模方法。该方法使用高精度三维扫描仪对植物进行扫描,然后将扫描数据转换成三维模型。该方法的优点是精度高、准确度较高,但缺点是设备成本高昂,对植物的大小和形态有一定的限制。

4.基于深度学习的植物三维建模方法。该方法利用深度学习算法对植物图像进行处理和分析,生成植物的三维模型。该方法的优点是自动化程度高、准确性较高,但其缺点是需要大量的数据进行训练和优化,且对算法的可解释性有一定的挑战。

这些方法各有优缺点,人们进行三维建模时需根据实际应用需求选择合适的方法进行植物三维建模。通过使用上述方法建立的植物三维模型,现在可用于虚拟农田试验、虚拟农田管理^[2];也可用于定量遥感中精确几何模型的建立^[3]。此外,还可以提取作物冠层的叶面积、叶面积体密度等结构参数、光能分布特征^[4]等,从而服务于作物长势监测、产量估测。

二、神经辐射场

神经辐射场(NeRF)是 Neural Radiance Fields 的缩写,其可以简要概括为用一个 MLP 神经网络去隐式地学习一个静态 3D 场景。为了训练网络,针对一个静态场景,需

要提供大量相机参数已知的图片。基于这些图片训练好的神经网络,即可以从任意角度渲染出图片的结果。NeRF 由米尔登霍尔等人^[5]在 ECCV 2020 中首次引入,它已经实现了最先进的视觉质量,产生了令人印象深刻的演示,并启发了从这种新方法中衍生出的许多后续作品。在最近的过去(2022年),NeRF 模型在照片编辑、三维表面提取、大型/城市规模的三维表示和视图合成方面得到了应用。

神经辐射场技术的原理基于神经网络的结构和工作原理。神经网络由多个神经元(节点)和它们之间的连接组成,每个神经元接收一组输入信号,并根据权重和偏差计算出输出信号,最终输出到下一层的神经元中。在神经辐射场技术中,通常使用卷积神经网络^[6](Convolutional Neural Network, CNN)作为基础模型,它特别适用于处理图像和视频等高维数据。

神经辐射场技术的核心思想是将一个大型的神经网络分为若干个较小的神经网络,每个小型神经网络被称为一个“辐射场”。每个辐射场都有自己的输入和输出,并通过反向传播算法来调整权重和偏差,从而优化网络的性能。通过将多个辐射场组合起来,可以构建出一个深层的神经网络,从而实现更高级别的任务,如图像分类、物体检测、语音识别等。

使用 NRF 进行植物三维建模的主要步骤是:首先采集大量的植物图像和相应的 3D 模型,然后通过神经网络训练得到一个较好的模型,最后利用训练好的模型对新的植物进行三维重建。与传统的基于点云或三角网格的方法相比,NRF 可以生成更加细致、真实的植物模型,并且可以处理遮挡、镜面反射等复杂情况。但其在植物三维建模方面,也具有以下优点和缺点:

1.优点:1)准确性高:神经辐射场技术可以自动学习数据中的特征和规律,从而提高建模的准确性;2)鲁棒性强:神经辐射场技术可以适应不同类型、不同状态的植物,具有较强的鲁棒性;3)自适应性好:神经辐射场技术可以通过训练自适应不同光线、环境等条件下的植物建模,具有较好的自适应性;4)时间效率高:神经辐射场技术可以通过并行计算等方式提高建模的时间效率。

2.缺点:1)数据依赖性强:神经辐射场技术需要大量的训练数据来优化模型,缺乏足够的数据会影响建模效果;2)可解释性差:神经辐射场技术的模型参数和内部结构比较复杂,导致模型解释性较差,难以理解模型的决策过程;3)建模结果不稳定:神经辐射场技术的建模结果受到多个因素的影响,如光线、环境等条件,可能导致建模

结果不稳定。

综上所述,神经辐射场技术在植物三维建模方面具有很高的准确性和鲁棒性,同时具有一定的时间效率优势。但是,由于数据依赖性强、可解释性差和建模结果不稳定等缺点,需要充分考虑数据质量、模型调优和模型解释等问题。

总之,神经辐射场技术是一种基于深度学习的人工神经网络技术,它的原理基于卷积神经网络和辐射场分解思想,具有自动学习、高效率、高准确性等优点,已经在图像识别、语音识别、自然语言处理等领域得到了广泛应用。

三、神经辐射场对植物三维建模的意义

神经辐射场是一种基于神经网络的计算机视觉算法,可以用于对图像或场景进行三维建模。在植物三维建模方面,神经辐射场可以帮助实现以下几个方面的意义:

1.提高建模精度:神经辐射场可以根据图像中的细节信息和纹理特征来进行三维建模,相比传统的方法更为精确和真实。

2.增强建模效率:神经辐射场能够自动提取图像中的信息,因此可以更快速地完成三维建模任务,提高建模效率。

3.提高交互性:神经辐射场还可以实现实时三维建模,使得用户可以实时在建模中进行交互和调整,方便快捷。

4.拓展应用领域:通过植物三维建模,可以实现植物学、生态学、农业等领域的应用。而神经辐射场的高精度、高效率、高交互性等特点,为这些领域的应用提供了更好的技术支持。

四、结束语

近年来,研究人员已经在植物三维建模中采用了 NRF 技术,并且取得了一些令人瞩目的成果。例如,一些研究人员通过采集植物表面的纹理和几何特征,使用 NRF 技术对植物进行三维建模,生成了高质量、逼真的植物模型。另外,还有一些研究人员利用 NRF 技术进行了植物的光线追踪,可以对植物的光学特性进行更加精确的模拟和分析。

总体来说,神经辐射场技术在植物三维建模方面具有广阔的应用前景,可以进一步提高植物三维建模的精度、效率和逼真度,为植物科学研究和应用提供更加强有力的支撑。

参考文献:

[1] 郭焱,李保国.虚拟植物的研究进展[J].科学通报,2001,46(4):273-280.

[2] 李文杰.基于 L-系统植物树建模方法的研究[D].合肥:合肥工业大学,2009.

[3] 郭俊,牛铮.植被三维建模及应用进展[J].计算机工程与应用,2009,45(10):26-29.

[4] 郭焱,李保国.玉米冠层的数学描述与三维重建研究[J].应用生态学报,1999,10(1):39-41.

[5] B. Mildenhall, P. P. Srinivasan, M. Tancik, J. T. Barron, R. Ramamoorthi, and R. Ng. "Nerf: Representing scenes as neural radiance fields for view synthesis," in European conference on computer vision. Springer, 2020, pp. 405 - 421.

[6] Lecun Y, Bottou L. Gradient-based learning applied to document recognition[J]. Proceedings of the IEEE, 1998, 86(11):2278-2324.