

增强现实技术在LiDAR测绘数据可视化中的应用前景

马本言

中国能源建设集团黑龙江省电力设计院有限公司 黑龙江 哈尔滨 150078

摘要: 本文聚焦增强现实(AR)技术于LiDAR测绘数据可视化的应用前景。先介绍LiDAR测绘数据特性及AR技术原理,剖析传统可视化方法局限。进而阐述AR技术凭借沉浸式体验、实时交互等优势,改善LiDAR数据可视化效果,在多领域应用广泛。最后指出其应用挑战,展望未来发展,为相关研究与实践提供参考。

关键词: 增强现实技术; LiDAR测绘; 数据可视化; 应用

引言

在科技飞速发展的当下, LiDAR测绘技术生成海量复杂数据, 其可视化至关重要。传统方法难以满足需求, 而AR技术兴起, 将虚拟与现实融合。将其引入LiDAR数据可视化领域, 有望突破瓶颈, 带来全新视角与方式, 挖掘数据价值, 因此深入探究二者融合的应用前景极具现实意义。

1 LiDAR 测绘数据与增强现实技术基础

1.1 LiDAR测绘数据概述

LiDAR, 即激光雷达, 是一种主动式的光学遥感技术。其工作原理基于激光发射与反射测量距离。设备向目标物体发射激光束, 激光碰到物体后反射回来, LiDAR系统通过精确测量激光从发射到接收的时间延迟, 依据光速不变原理, 就能计算出自身与目标物体间的距离。这种测量方式赋予了LiDAR数据诸多显著特点。它具有高精度, 能够精确到厘米级甚至毫米级, 在地形测绘中, 可清晰分辨微小的地形起伏; 高分辨率使其能细腻地捕捉目标物体的细节, 例如城市测绘里, 建筑物的门窗、装饰线条等都能精准呈现; 还能实现大面积快速获取数据, 一架搭载LiDAR设备的无人机, 短时间内就能完成大面积区域的测绘工作。在不同领域, LiDAR数据发挥着关键作用。在城市测绘中, 能生成高精度的城市三维模型, 为城市规划、建筑设计提供详实准确的数据支撑, 助力合理布局城市空间, 提升城市建设的科学性。地形测绘方面, 通过LiDAR数据可绘制出高精度的地形图, 对地质灾害监测、水利工程建设意义重大, 像提前预判山体滑坡风险, 为水利设施选址提供精准地形信息等。

1.2 增强现实技术基础

增强现实技术, 是将虚拟信息与真实场景进行融合的技术。它打破了虚拟与现实的界限, 让用户在真实环境中感受到虚拟信息的存在并与之交互。AR系统主要由

硬件设备和软件算法构成。硬件设备中, AR眼镜是常见的终端显示设备, 它能将虚拟图像精准地叠加在用户的现实视野中。软件算法则负责对虚拟信息的生成、定位以及与现实场景的匹配等关键操作, 比如根据用户的位置和视角变化, 实时调整虚拟物体的显示位置和角度。目前, AR技术在众多领域已有广泛应用。在医疗领域, 医生借助AR技术可在手术过程中实时查看患者的内部器官结构, 提高手术的精准度和安全性; 教育领域, AR技术能将抽象的知识转化为生动直观的三维模型, 如历史古迹的重现、复杂物理现象的模拟等, 增强学生的学习兴趣和理解能力。从发展趋势来看, 随着硬件性能的提升、软件算法的优化以及5G等通信技术的普及, AR技术将朝着更加轻量化、智能化、沉浸式的方向发展, 为更多领域带来创新性变革, 在LiDAR测绘数据可视化方面的应用也将更加深入和广泛^[1]。

2 传统 LiDAR 数据可视化方法及局限

2.1 常见传统可视化方法介绍

二维地图可视化是一种较为基础且应用广泛的LiDAR数据呈现方式。它主要通过将LiDAR获取的地理空间数据, 以平面形式展现出来。在这个过程中, 通常会把不同的地理信息, 如地形高度、地物分布等, 利用颜色、等高线、符号等元素在二维平面上进行标注。例如, 利用不同的颜色来区分海拔高度不同的区域, 绿色代表地势较低的平原, 黄色表示丘陵, 而棕色则对应高山地区; 等高线则精确地描绘出地形的起伏变化, 每一条等高线都代表着相同的海拔高度, 通过等高线的疏密程度, 人们能直观感受到地形的陡峭或平缓。这种可视化方式在一定程度上能够展示地理信息的平面分布, 帮助用户快速了解区域的大致地形轮廓、地物的相对位置等信息。

静态三维模型可视化则是利用LiDAR数据构建三维模型。首先, 需要对LiDAR采集到的大量点云数据进行

处理,通过数据滤波、去噪等操作,将原始数据转化为可用的格式。接着,运用建模软件,根据点云数据的空间坐标信息,构建出三维物体的表面模型。例如在城市建模中,能够精确还原建筑物的外形、道路的走向等。模型构建完成后,以静态的形式呈现,用户可以通过旋转、缩放等基本操作,从不同角度观察模型。它相较于二维地图,能够更直观地展现物体的三维形态,让用户对地理空间有更立体的认知。

2.2 传统方法的局限性分析

(1) 缺乏直观性。二维地图虽能展示地理信息的平面分布,但在呈现三维空间信息方面存在明显不足。由于其是将三维世界压缩到二维平面上,地形的高低起伏、地物的真实空间位置关系等信息会被大量丢失。用户难以从二维地图中准确感知实际场景中的高度差异和空间层次,对于复杂地形,如山谷、峡谷等,仅通过二维地图很难理解其真实形态,这极大地影响了用户对地理信息的全面理解。(2) 交互性不足。静态三维模型虽然能呈现三维形态,但缺乏实时交互性。用户只能对模型进行预设好的简单操作,如旋转、缩放等,无法与模型中的元素进行深度互动。在数据分析过程中,无法根据用户的需求实时改变模型的参数、添加或删除特定元素,以获取更多信息。例如在城市规划分析中,无法即时调整建筑物的高度、位置,观察对周边环境的影响,限制了对数据的深入挖掘和分析。(3) 信息展示单一。传统的可视化方法往往只能展示LiDAR数据本身,难以融合多源数据。在实际应用中,单一的LiDAR数据可能无法提供全面的信息。例如在文物保护项目中,除了LiDAR获取的文物外形数据,还需要结合历史文献、考古发掘数据等,才能更全面地了解文物的价值和历史背景。而传统方法无法将这些多源数据有效地整合展示,阻碍了用户获取全面信息,不利于对数据的综合分析和应用^[2]。

3 增强现实技术在 LiDAR 数据可视化中的应用优势

3.1 沉浸式体验提升空间理解

(1) 增强现实技术通过特定的技术方式,实现虚拟场景与真实环境的无缝叠加。其核心原理是利用AR设备的摄像头实时捕捉用户所处的真实环境画面,同时借助先进的定位与追踪技术,如全球定位系统(GPS)、惯性测量单元(IMU)以及计算机视觉算法等,精确确定用户的位置和视角。在此基础上,系统根据LiDAR数据构建的虚拟三维模型,按照用户的实时位置和视角,将虚拟模型准确地叠加到真实环境画面中,从而为用户营造出身临其境的沉浸式体验。(2) 在野外地质调查中,这种沉浸式体验对提升地形、地物空间关系理解的作用尤

为显著。传统的地质调查依赖于纸质地图和有限的实地观察,地质学家难以全面把握复杂地形的全貌以及不同地物之间的空间联系。而借助AR技术,地质学家佩戴AR眼镜,便能在实地直接看到LiDAR生成的高精度地形三维模型与真实地形完美融合。例如,在山区进行地质构造研究时,AR眼镜展示的虚拟模型能够清晰呈现出地下岩层的走向、褶皱的形态,与眼前真实的山脉地形相互印证。地质学家可以从不同角度观察,直观地理解断层如何穿过山脉,河流与周边地形的侵蚀关系,大大提高了对地质构造空间关系的认知准确性,为后续的研究工作提供了坚实的基础。

3.2 实时交互促进数据分析

(1) AR设备具备丰富多样的交互功能,为用户与LiDAR数据的深度互动提供了可能。常见的交互方式包括手势识别、触摸操作以及语音控制等。手势识别技术通过摄像头捕捉用户手部的动作姿态,将其转化为相应的指令,如挥手可以切换不同的数据显示模式,握拳可以选择特定的地物对象进行详细查看。触摸操作则是在AR设备的显示屏或触摸板上进行,用户通过点击、滑动等操作,实现对数据的缩放、旋转以及信息查询等功能。语音控制让用户能够通过说出指令,快速完成复杂的操作,例如说出“显示某区域的海拔数据”,系统便会立即响应。(2) 在城市规划领域,这些实时交互功能极大地促进了数据分析的效率。城市规划师使用AR设备,面对LiDAR构建的城市三维模型,能够实时调整数据显示。例如,规划师可以通过手势操作,随意改变建筑物的高度、形状和位置,即时观察这些调整对城市整体空间布局、交通流量、日照采光等方面的影响。通过这种实时交互,规划师能够快速对比多种设计方案的优劣,从不同角度深入分析数据,避免了传统方法中反复修改设计图纸、重新构建模型的繁琐过程,大大缩短了规划周期,提高了决策的科学性和准确性^[1]。

3.3 多源数据融合丰富信息展示

(1) 增强现实技术能够融合多种类型的数据,极大地丰富了LiDAR数据可视化的信息展示维度。可融合的数据类型涵盖高分辨率影像、地理信息系统(GIS)数据、传感器数据等。高分辨率影像提供了丰富的地表纹理信息,使LiDAR生成的三维模型更加逼真,能够清晰显示建筑物的外立面材质、植被的分布状况等细节。GIS数据包含了丰富的地理属性信息,如土地利用类型、行政区划边界等,与LiDAR数据结合,能够为用户提供更全面的地理背景信息。传感器数据,如空气质量传感器、交通流量传感器收集的数据,可以实时叠加到AR场

景中,让用户直观了解环境参数和动态变化。(2)以交通管理为例,通过融合LiDAR数据、高分辨率影像、GIS数据以及交通流量传感器数据,交通管理者在AR环境中能够获得全面的交通信息。他们可以看到城市道路的三维地形状况、周边建筑物分布,结合实时交通流量数据,直观判断拥堵路段的位置和严重程度。同时,借助GIS数据中的交通规则信息,如车道划分、禁行区域等,管理者能够快速制定交通疏导方案,如临时调整车道、设置单行线等,并通过AR场景实时模拟方案实施后的效果,为科学决策提供有力支持。

3.4 远程协作提高工作效率

(1)在AR支持下,远程协作的技术实现方式主要依托于高速网络通信和云服务平台。现场工作人员佩戴AR设备,将实时采集的LiDAR数据以及现场画面通过网络传输至云端服务器。远程专家或团队成员通过自己的终端设备,如电脑、AR眼镜等,登录云平台,即可同步查看现场的实时数据和画面。同时,远程人员可以利用AR技术的交互功能,在虚拟场景中进行标记、注释、绘制等操作,这些操作会实时反馈到现场工作人员的AR设备上,实现双方的实时互动。(2)在大型基础设施建设项目中,这种远程协作模式展现出了显著的优势。例如,在桥梁建设过程中,现场施工人员遇到复杂的技术问题时,可通过AR设备将施工现场的LiDAR数据以及实际情况实时传输给位于千里之外的专家团队。专家团队借助AR技术,如同亲临现场一般,对施工细节进行查看和分析,并通过虚拟标记和语音沟通,向现场人员提供精确的指导意见。这种远程协作不仅提高了问题解决的效率,减少了专家往返现场的时间和成本,还能够整合各方资源,充分发挥不同地区专业人员的智慧,保障项目的顺利推进。

3.5 潜在应用领域拓展

(1)在文化遗产保护领域,增强现实技术具有巨大的应用潜力。古建筑承载着丰富的历史文化信息,通过LiDAR技术可以获取其高精度的三维数据。将这些三维

数据与历史资料,如古籍记载、老照片、考古发掘报告等相结合,利用AR技术,人们可以在实地参观古建筑时,通过AR设备看到古建筑在不同历史时期的风貌,了解其建筑结构的演变过程。例如,在参观一座古老的寺庙时,游客借助AR眼镜,不仅能看到眼前寺庙的现状,还能通过虚拟场景呈现出寺庙在鼎盛时期的宏伟模样,还原其曾经的建筑装饰细节,使游客更深入地理解古建筑的历史价值和文化内涵,也为古建筑的保护和修复工作提供了更全面的参考依据。(2)在教育领域,AR技术为地理、地质教学提供了强大的工具。传统的地理、地质教学往往依赖于书本图片、静态模型,学生难以直观理解复杂的地理现象和地质构造。而利用AR技术,结合LiDAR数据,教师可以为学生创建逼真的虚拟学习场景。例如,在讲解火山喷发的地理现象时,学生通过AR设备,能够身临其境地观察LiDAR构建的火山三维模型,看到岩浆如何从地下涌出、火山灰如何扩散,感受火山喷发对周边地形和环境的影响。这种沉浸式的学习体验,能够极大地激发学生的学习兴趣,提高他们对知识的理解和记忆效果,培养学生的空间思维能力和探索精神,推动教育方式的创新变革。

结语

综上,AR技术为LiDAR测绘数据可视化带来变革,显著提升可视化效果与应用价值。尽管面临设备成本、数据处理等挑战,但随着技术进步,有望解决。未来,二者融合将在更多领域创新突破,持续推动行业发展,为科研与实践开拓新思路。

参考文献

- [1]罗万波.大范围LiDAR点云可视化分析[J].测绘与空间地理信息,2021,44(12):144-149.
- [2]杨立波.工程测绘中激光雷达测绘技术的应用探析[J].中国金属通报,2020,(03):162.-163.
- [3]王凌云,汤敏丽.增强现实技术发展趋势分析[J].电脑知识与技术,2024,20(13):107-109.