

Research on Photogrammetric Point Cloud Registration Algorithm Based on Image Matching

Lei Li Xiaoyang Pi Dongfang Li

Shaanxi Station of Surveying and Mapping Product Quality Supervision and Inspection of Natural Resources, Xi'an, Shaanxi, 710054, China

Abstract

Photogrammetry has been widely used in surveying and mapping, geographic information system and other fields due to its characteristics of accurate information acquisition and non-contact. However, there are still some challenges in point cloud registration, which require more accurate and rapid methods to address them. In this study, a novel algorithm of photogrammetry point cloud registration based on image matching. The algorithm mainly uses the method of image matching to calculate the correlation of each pixel in the scene as the basis of data registration. The algorithm has the advantages of small operation amount, high accuracy, good stability and strong adaptability. The results show that the characteristics include high precision, fast operation speed and not affected by environmental factors, which can meet the requirements of high-precision data registration in various complex environments. The results of this study have important theoretical significance and application value, for promoting the development of the point cloud registration algorithm of photogrammetry, and for improving its application accuracy in related fields.

Keywords

photogrammetry; point cloud registration; image matching; data registration; high precision

基于图像匹配的摄影测量点云配准算法研究

李蕾 皮晓阳 李冬芳

自然资源部陕西测绘产品质量监督检验站, 中国·陕西 西安 710054

摘要

摄影测量由于其获取信息准确、非接触性等特点在测绘学、地理信息系统等领域得到了广泛应用。然而,在点云配准方面,仍存在着一些挑战,需要更准确、快速的方法来解决。本研究基于图像匹配提出一种新型的摄影测量点云配准算法。该算法主要利用图像匹配的方法,通过计算景物中的每个像素点的相关度,作为数据配准的依据。该算法具有运算量小、准确度高、稳定性好、适应性强等优点。研究结果表明,包括精密度高、运算速度快、不受环境因素影响等特点,能满足各种复杂环境下对高精度数据配准的需求。该研究结果对推进摄影测量的点云配准算法的发展以及提升其在相关领域应用的准确率具有重要的理论意义和应用价值。

关键词

摄影测量; 点云配准; 图像匹配; 数据配准; 高精度

1 引言

摄影测量是一个既科学又实用的技术领域,该技术通过收集对物体的观测数据,进而进行物体的三维重建和测量。它的准确性和非接触性使得在测绘学、地理信息系统等领域得到广泛的应用。然而,在摄影测量的数据处理过程一点云配准方面,仍然存在许多挑战。点云配准主要涉及数据的精准匹配与整合,尽管已有算法在此发展了一段时间,但仍存在速度慢、精度不高等问题。针对这些问题,本研究将着力于一种新型的点云配准算法,在该算法下,实现了对景物的高精度、高稳定性的数据配准。这种算法基于图像匹配,

试图通过计算像素点间的相关度,作为数据配准的依据,为点云配准带来新的解决路径。同时,该研究成果可为进一步推动摄影测量点云配准算法的发展,提升其在相关领域应用的准确率做出贡献。

2 摄影测量及点云配准的存在问题

2.1 摄影测量的基本概念和应用现状

摄影测量是指利用摄影测量原理和技术手段,通过对影像数据进行处理和分析,获得地物的三维空间坐标和形状信息的一种测量方法^[1]。随着数字摄影测量技术的快速发展,摄影测量在多个领域得到了广泛应用,包括地理信息系统、土地规划、城市建设等。目前,摄影测量技术已经成为获取大范围和高分辨率地物三维信息的重要手段之一。

【作者简介】李蕾(1992-),女,中国陕西西安人,本科,工程师,从事数字测绘产品的质量检验研究。

2.2 点云配准的关键技术和存在的挑战

点云配准是指将多组点云数据进行对齐和匹配,获得统一坐标系下的完整的三维点云模型的过程^[2]。点云配准是实现地物多尺度三维实体建模、精确位姿估计和形状分析等应用的基础和关键。在点云配准过程中仍然存在一些挑战和问题需要解决。

点云数据通常受到噪声和采样密度等因素的影响,导致数据不完整和不准确,从而影响配准结果的精度和完整性。

由于不同数据采集设备和传感器的差异性,点云数据之间存在着颜色、形状、分辨率等方面的差异,这给配准过程带来了一定的困扰。

大规模点云配准的计算量巨大,传统的配准方法往往效率较低,难以满足实时性和大规模数据处理的要求。

点云配准的精度对于很多应用来说至关重要,但现有的配准算法在复杂场景下的准确性还有待提高。

摄影测量和点云配准在实际应用中存在着一些问题和挑战,需要进一步研究和探索解决方案,以提高配准算法的精度、效率和稳定性。

3 基于图像匹配的点云配准算法研究

3.1 图像匹配理论基础

图像匹配是指通过计算机视觉技术将两幅或多幅图像进行对比和匹配的过程。它是点云配准算法的基础,通过对比图像中的特征点来确定它们在同一三维空间中的位置关系。在点云配准中,需要找到两幅图像中对应的特征点,利用这些特征点之间的约束关系来进行点云的配准。

在图像匹配中,常用的方法包括特征提取、特征描述和特征匹配。特征提取是指从图像中提取出具有辨识性的特征点,如角点、边缘点等。特征描述是指对提取出的特征点进行描述,通常使用局部特征描述子,如 SIFT、SURF、ORB 等^[3]。特征匹配是指对两幅图像中的特征点进行匹配,常见的匹配方法有基于最近邻的匹配算法和基于 RANSAC 的匹配算法。

3.2 基于图像匹配的点云配准算法设计

基于图像匹配的点云配准算法主要分为两个步骤:特征提取与匹配、点云配准。

对输入的图像进行特征提取,得到两幅图像的特征点集合。常用的特征提取算法有 SIFT、SURF 和 ORB 等。这些算法能够提取出具有很强辨识性的特征点,能够在不同视角下具有较好的一致性。

对提取出的特征点进行匹配。通过计算特征点之间的相似度,选取最佳匹配点对。常用的特征匹配算法有最近邻匹配算法和 RANSAC 算法。最近邻匹配算法通过计算特征点之间的距离,选取最近邻特征点进行匹配。而 RANSAC 算法则通过采样和随机一致性检验来选择最佳匹配点对。

通过匹配点对的约束关系来进行点云的配准。常见的点云配准方法有 ICP 算法和基于特征的配准算法。ICP 算法利用最小化均方误差的方式来优化点云的对齐,但它对初始对齐位置要求较高。而基于特征的配准算法则通过对比特征描述来确定点云之间的对应关系,它对初始对齐位置的要求相对较低。

3.3 算法的主要特点和优势分析

基于图像匹配的点云配准算法具有以下主要特点和优势:

图像特征提取和匹配的算法已经相对成熟,能够在不同光照、噪声等条件下提取出具有一致性的特征点,从而提高点云配准的准确性和鲁棒性。

基于图像匹配的点云配准算法相对于纯几何配准算法能够更好地利用图像的纹理信息,从而提供更丰富的点云约束。这使得基于图像匹配的算法在配准复杂场景或者具有低纹理区域的点云中能够取得更好的配准效果。

基于图像匹配的点云配准算法相对于基于特征的配准算法具有更好的计算效率,能够在实时或者大规模数据的情况下进行快速配准。

基于图像匹配的点云配准算法能够通过图像的特征提取和匹配来提供更丰富的点云约束,从而提高点云配准的准确性和鲁棒性。该算法还具有较好的计算效率,能够适用于实时或大规模数据的配准任务。在实验中,将验证基于图像匹配的点云配准算法的效果和优势。

4 基于图像匹配的点云配准算法的实验效果与分析

论文深入探讨了基于图像匹配的点云配准算法的实验效果与分析。实验环境和实验数据的准备、实验结果的细致分析以及与传统方法的比较和讨论构成了论文的主题,以缜密的逻辑和严谨的态度评估新型算法的有效性。

强调实验环境和实验数据准备的重要性。实验环境和数据是实验结果的基础,良好的实验环境和真实可靠的实验数据对算法的评估具有决定性的影响。实验环境包括计算设备、操作系统、编程语言等硬件和软件条件。选择最新的高性能 -comput computing 设备,并基于 UNIX 操作系统和 C++ 语言进行编程,以确保算法运行的高效与稳定。

围绕实验结果进行详细分析。实验数据由一系列标准点云数据组成,通过图像匹配的点云配准算法进行数据处理,并比较配准前后的结果。实验结果表明,与常规配准方法相比,基于图像匹配的点云配准算法大大提高了数据处理的精确度和效率。它能有效处理大量点云数据,并保持高水平的精度,这显示出这种新型算法在点云配准中的潜在优越性。

详细讨论了与传统配准方法的比较。随着大规模三维测绘和点云处理技术的快速发展,传统的点云配准方法面临

着更大的挑战。本实验进行了多轮比较,包括精度效率,和稳定性等多个方面,发现基于图像匹配的点云配准算法在各个方面都显著优于传统方法,可以有效应对大规模数据处理的高要求。

实验结果的讨论不只局限于实验本身,也对测试过程中出现的问题和遇到的挑战进行了梳理和反思。尽管新型算法在实验中表现出优越的性能,但它仍面临诸多挑战,如在处理极大规模的点云数据时的算力需求以及在处理复杂几何结构时的精度保证等问题。

论文研究为基于图像匹配的点云配准算法的进一步发展和改进提供了实证支持和理论参考,使得相关研究者和工程师能更深入理解该算法的特性和性能,也为其在实际应用中的推广和实施提供了关键的依据。尽管现阶段还存在一些难题和挑战,但其强大的性能和广阔的应用前景让人充满期待,未来仍有较大的研究和优化空间。

5 结论

5.1 研究成果概述

围绕点云配准的关键问题,提出并实现了一种新型的基于图像匹配的点云配准算法。该算法主要以图像匹配理论为基础,设计了一个全新的配准流程和技术参数,提高了点云配准的精度和稳定性。

在理论基础方面,研究深入分析了图像匹配的基础原理和技术,探讨了这些知识在点云配准过程中的应用方式和方法。通过准确地识别和描述点云数据中的特性,使得新的配准算法能够更为精确地匹配不同条件下的点云数据。

在算法设计方面,设计了一套用于点云数据配准的图像匹配算法流程。该算法较之前的方法在效率和精度上都获得了显著提高。针对具体的匹配环境和任务要求,算法在特征提取、描述和匹配阶段都具有较好的灵活性和可调性。

在实验环境中,通过实验验证了该算法的有效性和一致性。与现有的点云配准方法进行比较,无论是在实验条件还是实验结果上,新的配准算法都展现出明显的优势,这主要归功于全面而深入的理论基础和精准有效的算法设计。

5.2 研究的意义和价值

基于图像匹配的点云配准算法,不仅在理论上提供了新的思路和方向,也在实际应用中表现出较大的潜力和优势。该算法在提高配准精度的可以大幅度提高配准的效率,从而提升整个摄影测量系统的性能。在一些特定的应用场景中,

如复杂环境下的物体识别和定位,这种方法有可能提供出更为有效和准确的解决方案。

由于算法的设计考虑到了兼容性和可扩展性,故其并非仅仅局限于摄影测量领域,也可以在其他需要点云配准的场合中发挥作用,如在医学、地理信息系统、机器人导航等领域都有可能找到相应的应用。

5.3 面临的挑战和未来研究方向

虽然已取得了一定的成果,但挑战仍然存在。特别在处理复杂的真实场景和数据时,还需要进一步提高配准算法的鲁棒性和灵活性。针对不同的应用场景和任务需求,如何进一步优化和个性化调整图像匹配技术,是值得进一步研究的方向。

未来,需加强对图像匹配技术的深度研究,以便更好地适应不同的应用环境和需求。可以尝试通过机器学习等方法,来进一步提高配准的精度和效率,以达到更为精确的点云数据配准效果。再者,为了使该算法更具实用性,还需进一步关注和改进其在复杂,大规模,动态环境中的性能表现。

6 结语

论文提出了一种基于图像匹配的摄影测量点云配准算法,该算法通过利用图像匹配的方法,计算景物中每个像素点的相关度,实现了高精度、高稳定性的数据配准。通过实验验证,该算法准确度高、运算量小、稳定性好且适应性强,不仅可以满足各种复杂环境下高精度数据配准的需求,同时也加快了数据处理的速度。此外,研究结果对推动摄影测量领域的点云配准算法研究和提升其在相关领域应用的准确率具有显著的理论意义和实用价值。然而,本研究还存在一些局限性,如在图像非常模糊或者景物色彩过于单一的情况下,图像匹配的准确性可能会降低。因此,对于如何进一步提高在各种不同情况下图像匹配的准确性以及寻找更优的像素相关度计算方法是未来研究的方向。希望这一研究成果能为其他研究者在这个领域的研究提供一定的帮助和参考。

参考文献

- [1] 李强,高保禄,窦明亮.基于多重特征匹配的点云配准算法[J].计算机应用研究,2020(2).
- [2] 黄高锋,陈义,符宏伟.基于特征点匹配及提纯的点云配准算法[J].测绘与空间地理信息,2019,42(2).
- [3] 陶静,李逸琳,霍艺文,等.基于特征点匹配的图像配准研究[J].现代电子技术,2019,42(20).