

激光雷达技术在城市测绘中的应用

郭亚兴¹ 郭津²

1 吉林省基础测绘院 2 北京市测绘设计研究院

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1626

[摘要] 随着科技的不断进步,激光雷达技术也得到了飞速的发展。在城市测绘工作中,激光雷达技术主要用于采集城市建筑物的三维点云数据,并对点云数据进行分析处理,从而获取建筑物的平面和高程信息。通过激光雷达技术采集得到的点云数据具有精度高、信息丰富等优点。近年来,激光雷达技术在城市测绘中发挥着越来越重要的作用。本文从城市测绘中激光雷达技术的应用现状入手,分析了激光雷达技术在城市测绘中的优势,并对其应用前景进行了展望。

[关键词] 激光雷达技术; 城市测绘; 实际应用

中图分类号: TN958.98 文献标识码: A

Application of lidar technology in urban mapping

Yaxing Guo¹ Jin Guo²

1 Jilin Provincial Institute of Basic Surveying and Mapping

2 Beijing Institute of Surveying and Mapping Design and Research

[Abstract] With the development of science and technology, lidar technology has also been a rapid development. In the urban surveying and mapping work, lidar technology is mainly used to collect the 3-dimensional point cloud data of urban buildings, and to analyze and process the point cloud data, so as to obtain the plane and elevation information of buildings. The point cloud data collected by lidar technology has the advantages of high accuracy and rich information. In recent years, lidar technology is playing an increasingly important role in urban mapping. Based on the application status of lidar technology in urban mapping, this paper analyzes the advantages of lidar technology in urban mapping, and discusses its application prospect.

[Key words] lidar technology; urban surveying and mapping; practical application

引言

随着城市的快速发展和人口的增加,城市规模不断扩大,对城市空间信息的获取和管理变得尤为重要。城市测绘是一种获得精确的城市空间数据的方法,以支持城市规划、土地管理、基础设施建设等决策制定。激光雷达技术作为一种高精度、高效率的测绘工具,在城市测绘中得到了广泛应用。该技术通过发射激光束并测量其在空间中的反射时间来获取地面、建筑物、植被等目标的三维坐标和形状信息。通过大量的激光点云数据,可以重建出真实世界中的城市模型,提供准确、详细的城市空间数据。它能够为城市规划、建设和管理提供准确、详细的空间数据,促进城市的可持续发展和智能化建设。

1 激光雷达技术概述

激光雷达技术是利用激光脉冲测量目标三维信息的技术,具有测量精度高、速度快、测量范围广等优点,常用于地形测绘、三维建模等领域。激光雷达系统由激光发射装置和接收装置两部分组成,激光发射装置负责发射脉冲激光,接收装置负责接收

激光反射回的信号。通过对信号进行分析和处理,可以获取目标的三维坐标信息。

激光雷达技术通过对目标表面进行扫描,得到目标表面的三维坐标数据,再将这些数据传输给计算机处理系统进行分析 and 处理,从而获得目标的相关参数。根据对数据的分析结果可以得出目标的相关参数信息,如反射强度、高程、平面坐标等。根据这些参数信息可以得出目标在空间中的位置信息,如平面坐标、高程、形状等。

由于激光雷达技术具有操作简单、自动化程度高、测量精度高等优点,因此在城市测绘中得到了广泛应用。尤其是在城市三维建模中,可以对建筑物进行快速精确的建模,可以实现对建筑物三维模型的任意编辑和修改。此外,还可以实现建筑物内结构物与外部环境之间的自动测量。

2 城市测绘现状

随着我国城市建设的快速发展,城市测绘技术也得到了长足的发展。传统的城市测绘主要是指地形图测绘,其主要用于城

市建设、交通运输、环境保护等方面。近年来,随着计算机技术和数字处理技术的不断发展,现代测绘技术已经由传统的测量方式向数字化、自动化和智能化方向发展。

2.1 技术的进步

近几年随着科技的发展,高科技在测绘中的应用也越来越多,这也推动了我国测绘技术的进步。

航空摄影技术,该技术主要是利用航空摄影,对地面进行高分辨率、高密度的影像采集,利用计算机对影像数据进行处理,形成数字地形图。该技术得到的数字地形图精度高、纹理清晰、色彩真实,但是成本较高。

传统三维激光扫描技术,它是在数字摄影测量系统的基础上发展起来的,具有自动化程度高、数据采集速度快等优点,但是需要耗费大量的人力和财力进行数据采集。传统三维激光扫描技术在一定程度上提高了采集效率,但是存在成本高、效率低等缺点。

2.2 市场的需求

激光雷达技术在城市测绘中的应用主要是对三维数字城市的构建。我国的数字城市建设正处于起步阶段,传统的测绘方法,如地形图测绘、摄影测量等已不能满足城市快速发展的需求,而三维数字城市的建设是对传统测绘方式的一次革命。利用激光雷达技术对城市三维地形进行建模,可以在较短的时间内对三维地形模型进行构建,同时还可以获取城市地面上任意位置的点、线、面的三维坐标和三维模型,为城市规划、交通规划等提供数据支持。

以广州市为例,在建立三维数字城市过程中,激光雷达技术为构建三维地形模型提供了有效的技术手段,通过对地面上不同位置点、线、面进行采集,可以快速、准确地获得三维地形模型。如利用激光雷达技术获取广州市某一区域的地面点数据,然后通过对这些数据进行处理得到广州市某一区域的平面图及高程图,通过分析这些数据可以得到该区域的详细地貌信息。

2.3 技术存在的问题

从数据获取来讲,激光雷达系统的工作原理决定了激光雷达系统必须采用机载LiDAR设备,而机载LiDAR设备的数据获取是通过高精度的激光雷达进行测量,这样就必然要受到外部环境条件的影响,如空气密度、气象条件、地面植被覆盖情况、城市建筑物和树木遮挡等等,这些因素都会对测量结果产生较大的影响,从而导致数据质量难以得到保证。

从数据处理来讲,目前激光雷达系统的处理技术还不是很成熟,尽管LiDAR系统已经在海外得到广泛应用,但是由于国内尚没有统一的技术标准和规范,所以在数据处理时无法实现数据共享。^[1]

从总体上看,我国城市测绘主要以遥感测量和地理信息系统为基础,其技术水平与国外先进国家相比还有很大差距。具体表现为:我国大部分地区还未形成完善的城市地理信息系统,数据获取能力较弱;大部分城市地理信息系统还处于研发阶段,应用范围有限;我国在数字地形图、数字高程模型、数字正射

影像图、数字地图等方面还需要大量资金投入和技术支持;在城市空间数据库建设方面,虽然我国也取得了一定的进展,但与发达国家相比仍存在较大差距。

3 城市测绘工作流程

根据城市测绘工作流程,城市测绘主要分为数据采集、数据处理和成果输出三个步骤。

在数据采集阶段,首先要进行现场实地勘察,了解建筑的具体情况,结合实际情况确定所需测量的建筑物区域;其次,对建筑区域内的建筑物进行测量,对测量得到的点云数据进行处理。在处理过程中,首先要通过外业采集得到的点云数据,利用三维激光扫描技术采集建筑物内部的点云数据。然后根据点云数据进行建筑物平面和高程的重建。在三维激光扫描技术的帮助下,不仅能快速地对城市建筑进行三维重建,还可以很好地提高工作效率。最后,通过分析处理得到建筑物的平面和高程信息。

在数据处理阶段,首先要通过外业采集得到建筑区域内的点云数据;然后对点云数据进行预处理,通过对点云数据进行滤波、点云分类和点云分割等操作获得建筑物的平面和高程信息;最后利用三维激光扫描技术对建筑物表面进行重建。

在成果输出阶段,首先要将三维激光扫描技术得到的点云数据通过软件进行处理生成数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)等成果;然后将这些成果与原有地面点成果叠加得到数字地面模型(DTM)。最后将DTM导入到计算机中,以DEM为基础生成数字正射影像图(DOM)和数字线划图(DLG)等成果。在这一过程中,还需要对DEM和DLG等成果进行进一步的编辑和处理,最终得到城市测绘中所需的各类成果。

4 点云数据处理

点云数据处理是对激光雷达获取的点云数据进行分析、解译,并对建筑物进行分类、建模等工作。在城市测绘中,激光雷达技术获取的数据主要以点云形式存在,即由大量的三维点组成的数据集。为了有效地利用这些点云数据,需要进行点云数据处理。目前,主要的点云数据处理方法包括:

4.1 数据过滤和去噪

激光雷达获取的点云数据中可能存在一些无效数据或噪声。通过数据过滤和去噪的方法,可以剔除这些无效点,保留有效的点云数据。常用的方法包括基于距离、密度或统计特征的滤波方法,例如高斯滤波、中值滤波等。

4.2 数据配准

激光雷达获取的点云数据可能来自于不同的扫描位置或时间,因此需要进行数据配准,即将多个点云数据集合并到同一坐标系下。配准方法常见的有基于特征的方法、迭代最近点算法等。通过数据配准,可以获取更完整、一致的城市模型。

4.3 物体分割和分类

点云数据中可能包含多个不同的物体,如建筑物、道路、树木等。通过物体分割和分类的方法,可以将点云数据中的不同物体进行区分和识别。常用的方法包括基于形状特征、统计特征或机器学习方法进行的点云分割和分类。

4.4 特征提取和分析

点云数据中的每个点都包含有丰富的信息,例如点的坐标、强度、法向等。通过特征提取和分析,可以从点云数据中提取出各种有用的特征,如表面曲率、法线方向、几何特征等。这些特征可以支持进一步的分析和应用,如建筑物检测、表面分析等。

4.5 建模与可视化

通过点云数据处理,可以将点云数据转化为几何模型并进行可视化展示。常见的方法包括计算三角网格模型、多边形拟合、体素化等。这些模型可以用于城市规划、虚拟实境等领域的可视化展示和分析。^[2]

综上所述,点云数据处理是城市测绘中的重要环节,通过合理的数据处理方法,可以提取有用的信息,支持城市规划、建设和管理的决策制定。

5 立体模型构建

在城市测绘工作中,利用激光雷达技术采集城市建筑物的三维点云数据,可以通过构建立体模型的方式获取建筑物的三维空间信息,从而实现对建筑物进行三维建模的目的。立体模型构建是利用激光雷达技术获取城市建筑物点云数据的基础,在构建立体模型时,可以将点云数据按照一定的规则进行分类,通过对点云数据中每个像素点坐标的计算,可以计算出每个像素点的三维坐标。在构建立体模型时,需要结合点云数据的分类结果以及建筑结构的实际情况,对建筑物进行分类处理,从而构建出完整的立体模型。在构建立体模型时,需要对点云数据进行分类处理、坐标变换等操作,从而得到每个像素点的三维坐标。在构建立体模型时,需要对不同类型建筑物进行多次尝试。通过不断地尝试和对比,可以得出一套完整的构建立体模型的方法和流程。

6 应用前景展望

在城市测绘工作中,激光雷达技术能够以三维点云数据为基础,通过对建筑物等目标物体进行扫描,获取目标物体的平面和高程信息,并在此基础上,采用合理的手段进行处理。激光雷达技术不仅能够获取精确的三维点云数据,同时还能够获取其三维坐标数据。随着科学技术的不断发展,激光雷达技术已经在城市测绘中得到了广泛的应用。在未来的发展过程中,激光雷达技术将会朝着智能化、自动化等方向发展,其应用范围也将会越来越广。

6.1 机载LiDAR系统的工作原理

LiDAR系统的基本工作原理是:通过测量机载激光扫描系统(以下简称“激光扫描系统”)从地面发射的脉冲激光脉冲,到达

目标并被反射的时间间隔来获取目标三维点云,可分为脉冲激光扫描和连续波扫描。

脉冲激光扫描系统通过脉冲激光发射装置,以每秒约2万个脉冲发射激光脉冲,并由一套接收和处理系统对数据进行分析处理。通过发射激光脉冲的时间间隔可获得目标的三维点云;连续波扫描系统在接收和处理过程中,通过接收并对不同的目标进行检测,可以得到不同频率的光强曲线,通过与设定的参考标准进行比较来获得目标的三维点云。

6.2 数据处理

激光点云数据的滤波。当采用多站点的点云数据时,其数据的形态是复杂的,同时也存在着噪声问题。在滤波时,需要根据其噪声强度、分布等信息,选取合适的滤波参数,并进行适当的滤波处理。以LiDAR系统获得的数据为例,其点云中有许多地面点和交通地点。通过对这些点云数据进行滤波处理,可以去除那些噪声较大的地物以及一些明显不规则的交通地点。

数据融合。机载LiDAR系统获得的点云数据通常是一个不规则体,其表面形状较为复杂,因此在对其进行处理时往往需要一定的难度,但也需要合理的方法进行融合。^[3]

7 结束语

作为一种新型的测绘技术,激光雷达技术在城市测绘工作中的应用越来越广泛,技术优势也越来越明显,但由于激光雷达技术在城市测绘中应用在国内仍处于发展阶段,所以该技术的应用范围还十分有限,还有许多问题需要解决。本文对激光雷达技术在城市测绘工作中的应用进行了探讨和分析,并指出了该技术存在的问题和发展趋势,希望能够为相关研究人员提供借鉴和参考。

[参考文献]

[1]申勇智,刘伟.机载激光雷达测量技术在城市测绘中的应用研究[J].中国科技博览,2012(30):300.

[2]查立.激光雷达测绘技术在工程测绘中的应用分析[J].城市道桥与防洪,2015(11):209-211.

[3]沈建营.激光雷达技术在工程测绘中的应用[J].中国金属通报,2021(7):231-232.

作者简介:

郭亚兴(1968--),男,汉族,吉林省梨树县人,本科,正高级工程师,从事基础测绘工作。

郭津(1994--),男,汉族,吉林省四平市人,硕士研究生,工程师,从事航测遥感研究工作。