

激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用

杨雨澎

泰瑞数创科技(北京)股份有限公司 北京 100081

摘要: 随着城市化进程的加速,城市规模不断扩大,城市建筑形态也日益多样化。为了更好地管理和规划城市,快速构建高精度三维城市模型已经成为一种必要的手段。传统的三维建模方法需要耗费大量的人力和物力,效率低下。而激光雷达技术作为一种新型、高效、高精度的数据采集技术,为城市三维建模提供了新的解决方案。本文主要探讨了在城市三维建筑模型中激光雷达技术应用的相关内容。

关键词: 激光雷达技术; 城市三维建筑模型; 应用

Application of Lidar Technology in Urban 3D Building Model

Yupeng Yang

Terri Digital Technology (Beijing) Co., Ltd. Beijing 100081

Abstract: With the acceleration of urbanization process, urban scale continues to expand, urban architectural forms are increasingly diversified. In order to better manage and plan the city, it has become a necessary means to construct high-precision 3D city model quickly. The traditional 3D modeling method needs a lot of manpower and material resources and is inefficient. As a new, efficient and accurate data acquisition technology, LIDAR provides a new solution for city 3D modeling. This paper mainly discusses the application of lidar technology in Urban 3D building model.

Keywords: Lidar technology; 3D building model of city; Application

随着城市化进程的加速,人们对城市建筑环境的精细化、高效化需求越来越高,建筑信息模型和三维地理信息系统已经成为了城市规划和设计的重要工具,可以通过数字化技术快速、准确地获取大量建筑物的空间数据。而激光雷达技术正是一种在城市三维建模中应用广泛的高精度、非接触式测量技术,可以快速获取城市地形、建筑物、道路等信息,为城市规划与管理提供了可靠的数据支持。

1 激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用优势

1.1 高精度数据采集和处理

激光雷达技术能够快速高效地获取大量准确的三维点云数据,从而实现了对城市建筑物的高精度测量和重建。通过激光雷达测量得到的数据具有高精度、高密度、高准确度等特点,在数据处理过程中可以进行多次滤波、配准、拟合等操作,从而得到更加真实、准确的三维建筑模型。与传统的人工测量方法相比,激光雷达技术无需人力干预,减少了人工误差,具有较高的数据采集和处理效率,同时

提高了建筑模型的准确性和可靠性。

1.2 全面快捷的建筑信息获取

利用激光雷达技术进行城市三维建筑模型建设,能够全面快捷地获取建筑物的各种信息,包括建筑物的轮廓、体积、高度、形状、结构等。这些信息对于城市规划设计、建筑改造、灾害预警等具有重要意义。同时,激光雷达技术采集的数据可以直接用于GIS软件中,便于建筑物位置的标注、管理和分析。^[1]

1.3 较低的成本和时间消耗

与传统的人工测量方法相比,利用激光雷达技术进行城市三维建筑模型建设通常可以大大降低成本和时间消耗。激光雷达仪器的价格逐渐下降,数据采集只需要一台仪器及其操作员,可以在较短的时间内采集大量数据。而在数据处理方面,采用自动化处理流程可以进一步缩短时间,并且支持批量处理,可同时处理大量建筑物数据。因此,激光雷达技术的应用能够显著提高城市建筑模型建设的效率和经济性。

1.4 多种应用场景

激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用具有广泛的应用场景，包括城市规划设计、建筑安全监测、建筑改造和重建、虚拟现实等领域。通过3D建筑模型的可视化，可以更好地展示城市建筑的形态、结构以及周边环境，助力城市规划设计。同时，对于建筑安全监测和建筑改造和重建等领域，利用激光雷达技术能够有效识别建筑变形、破损等情况，提前预警危险，为城市管理提供科学依据。此外，基于激光雷达技术建立的3D建筑模型可以用于虚拟现实场景的构建，包括游戏、教育、文化艺术等多种应用场景。^[2]

2 激光雷达技术在城市三维建筑模型中的具体应用

2.1 数据采集

在进行城市建筑物三维模型制作的过程中，数据采集是非常重要的步骤。激光雷达技术可以提供高精度、高速度和高密度的点云数据采集，为城市三维建筑物模型制作提供可靠的数据基础。在进行数据采集时，可以使用多个激光雷达仪器进行扫描，以获取更全面、精确和完整的数据。同时，采集数据时需要选择合适的扫描路线和时间，避免遮挡和光照强度差异等环境因素对数据质量的影响。采用专业的数据采集软件和配套设备，如惯性导航系统、全景影像相机等，可以提高数据采集的准确性和效率。将采集到的数据进行标定和配准，可以确保数据的一致性和整合性。

2.2 数据处理

采集到的原始数据需要经过一系列的处理算法进行滤波、分割和配准等处理，以去除数据中的噪声和干扰点，区分和分类不同地物类型或功能，消除数据之间的位置偏差和形状误差等，为后续的建模操作提供可靠的数据基础。在数据处理中，滤波算法可以去除数据中的噪声和干扰点，分割和分类算法可以将点云数据按照不同的地物类型或功能进行区分和分类。配准和拟合算法可以消除数据之间的位置偏差和形状误差，重构和优化算法可以提高数据的精度和完整性。可视化和分析算法可以对数据进行可视化和分析，以方便用户对数据进行理解和应用。

2.3 建筑模型制作

在数据采集和处理完成后，可以将点云数据转化为三维模型，根据不同的建筑类型和功能进行模型的细分和组合。在建筑模型制作过程中，可以应用机器学习等人工智能技术，以提高建筑模型制作效率和准确性。例如可以使用自动分割算法将点云数据自动分割为不同的建筑物部分，然后对每个部分进行自动建模，从而实现快速且精确

的建筑模型制作。同时，还可以进行纹理映射、光照计算和阴影效果等处理，以提高模型的真实感和可视化效果。总之，激光雷达技术在城市三维建筑模型中的建筑模型制作应用可以帮助用户快速地制作出高质量、精确的建筑模型，并且可根据需求进行相应的修改和优化。^[3]

2.4 城市规划与管理

通过建立城市三维建筑模型，可以实现城市环境的全方位展示和管理，包括建筑物分析、交通管理、安全预警等方面。对于建筑物分析，激光雷达技术可以提供高精度、高密度的数据支持，包括建筑物的高度、形状、体积、表面特征等细节信息。这些信息对于进行城市规划和管理非常有帮助，可作为制定规划和决策的依据。对于交通管理，激光雷达技术可以提供高精度的道路和桥梁数据，以及车辆和行人的运动轨迹数据。可以将数据用于交通拥堵分析、快速路线规划和交通事故分析等，从而提高城市交通管理的效率和安全性。对于安全预警，激光雷达技术可以提供高精度、高速度的数据采集和处理，可用于进行灾害预警和监测、海岸线、河流等水域污染的监测和预警等应用。总之，激光雷达技术在城市三维建筑模型中的城市规划和管理应用可以帮助城市管理部门进行高效、精准的决策和规划，从而提高城市的管理水平和品质。

3 激光雷达技术在城市三维建筑模型中应用存在的问题

3.1 数据采集难度大

激光雷达技术虽然能够快速、高效地获取建筑物表面的各种细节和细微变化，但在实际应用中，数据采集难度大是一个常见问题。城市建筑物密集，结构复杂，如何避免扫描到其他物体、减少遮挡死角等都需要注意。此外，对于高层建筑、斜坡面等复杂场景，采集数据时还需要考虑到激光雷达扫描角度和位置的选择，从而保证数据的完整和准确性。这些问题都会导致数据采集难度增加，从而影响到三维建模质量。

3.2 数据处理效率低

激光雷达采集的数据可能会比较庞大，而这些数据的处理复杂度也比较高，需要进行滤波、重采样、配准等多个环节的处理，这些处理过程可能会耗费大量时间和计算资源。虽然近年来自动化处理技术得到了快速发展，但仍无法完全替代人工处理，这意味着数据处理效率还需进一步提高。因此，如何提高数据处理效率成为了激光雷达技术在城市三维建筑模型应用中的一个重要问题。

3.3 采集噪声和误差

在城市三维建筑模型应用激光雷达技术中，进行数据采

集过程中难免会出现一些误差和噪声，这可能是由于传感器自身性能导致的，也可能是由于环境因素影响的，如天气、温度等。误差和噪声的存在会影响数据的准确性，从而干扰三维建模的质量和精度。因此，在应用中需要对数据进行滤波、校正等多项处理，以保证数据的准确性。^[4]

3.4 大规模场景建模困难

城市三维建筑模型涉及的场景往往比较庞大，包括街道、广场、公园等。而激光雷达技术在数据采集上的优势往往局限于小范围场景内。因此，在大规模场景的建模中，激光雷达技术的优势就不再明显。针对这个问题，近年来出现了一些基于机器学习和深度学习的技术，如基于图像识别的建筑物自动分割方法等，可以辅助激光雷达技术实现城市三维建筑模型的大规模场景建模，但仍需进一步的优化与改进。

4 激光雷达技术在城市三维建筑模型中应用优化策略

4.1 合理设计测量方案

激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用需要进行合理的设计测量方案，以保证数据的准确性和完整性。首先，在进行城市三维建筑模型的测量过程中，需要调整激光雷达的扫描角度，以保证对建筑物各个角度的准确测量和建模。对于高楼大厦，激光雷达需要从不同的角度进行扫描，比如侧面、正面和倾斜侧面等多个角度，以覆盖整个建筑物。其次，激光雷达扫描会产生大量点云数据，因此需要在测量过程中控制扫描密度，避免重复扫描或者产生过多噪点数据。通过调整激光雷达扫描参数和控制扫描速度来控制扫描密度，可以获得更加准确和稳定的点云数据。再次，激光雷达扫描距离是影响建模准确性和扫描效率的重要参数。需要根据建筑物的实际高度和形状，选择合适的扫描距离，保证对建筑物的各个部位进行准确测量，同时避免由于距离过远或过近导致数据失真和误差。最后，在进行城市三维建筑模型测量时，周围环境因素也会影响测量结果，如天气、照明等，因此需要在实际操作时合理考虑周围环境因素，选取合适的测量时间和测量地点，以获得稳定的数据质量。

4.2 优化数据采集方案

激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用关键在于数据的采集。为了减少数据采集的难度和提高数据采集的效率，可以针对不同场景采取不同的数据采集方案。首先，对于小范围的场景，可以采取手持或者移动式激光雷达设备进行数据采集，并且可以加入自动避障等机制以降低采集难度。其次，对于大规模场景，可以采用固定激光雷达设备进行采集，从而覆盖更大的范围。此外，激光雷达数

据采集的精度和准确性与传感器本身的特性有关，因此在选购设备时要选择精度和稳定性较高的设备，并且需要在采集时注意校准设备，以保证采集结果的精度和准确性。^[5]

4.3 加强对先进技术手段的应用

一方面，除了激光雷达技术外，还有其他的数据采集手段，例如摄影测量、卫星影像等。这些数据采集手段所采集到的数据与激光雷达采集到的点云数据具有互补性，因此可以采用多源数据融合的策略来提高建模精度和效率。例如，利用摄像机拍摄的图像数据与激光雷达采集到的点云数据相结合，可以实现更加真实和精确的三维建筑模型。同时，卫星影像数据可以作为城市整体的背景参考，为建模提供更为全面和准确的信息。另一方面，机器学习和深度学习技术对于优化激光雷达技术的应用具有重要意义。例如，可以利用卷积神经网络对点云数据进行特征提取和分类，从而实现自动化的建筑物分割和识别。此外，也可以通过迁移学习的方式，将预训练好的模型应用于不同领域的建筑物模型生成和识别任务中，从而提高建模效率和准确性。

5 结语

综上所述，在城市三维建筑模型应用中激光雷达技术具有显著的优势，在数据采集、数据处理、建筑模型制作以及城市规划与管理环节中发挥着重要作用。针对当前应用中存在的问题，要合理设计测量方案、优化数据采集方案、加强对先进技术手段的应用，从不同方面出发推动激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用。

参考文献：

- [1] 李丹丹. 激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(14): 261-262.
- [2] 田奇丁, 陆玉明, 宗婷婷, 张蓓, 孙涛. 基于激光雷达技术在城市三维建筑模型中的分析应用[J]. 北京测绘, 2016(02): 91-93.
- [3] 孙涛, 王毅, 张蓓. 基于激光雷达技术在城市三维建筑模型中的分析应用[J]. 黑龙江科技信息, 2015(35): 182-183.
- [4] 李艳玲, 杜殿斌, 刘丽茹. 激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用[J]. 测绘, 2010, 33(01): 42-44.
- [5] 王利超, 张聪, 吕学军. 机载三维激光雷达技术在数字城市三维模型中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2017(11): 4-5.

作者简介：

杨雨澎(1994.8.6-)男, 汉, 辽宁省沈阳市, 本科, 助理工程师, 研究方向: 地理信息系统。