

# 基于倾斜摄影的三维模型单体化方法分析

王东剑 张洛宁 周志成  
河北省地质调查院 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着倾斜摄影技术的不断发展,其生成的三维模型在各领域的应用价值日益凸显。然而,在实际应用中,如何将这种整体的三维模型进行单体化处理,使其更好地服务于各种具体需求,成为一个亟待解决的问题。本文将深入探讨基于倾斜摄影技术的三维模型单体化方法,以期对相关应用提供有益的参考。

**关键词:** 倾斜摄影; 三维模型; 单体化

## 引言

随着倾斜摄影技术的快速发展,其生成的三维模型在多个领域中得到了广泛应用。然而,由于倾斜摄影获取的是多角度的影像,其生成的三维模型往往包含多个对象,需要进行单体化处理以提取或区分出所需的特定对象。因此,研究基于倾斜摄影的三维模型单体化方法具有重要的实际意义和应用价值。

### 1 三维模型单体化的意义

首先,随着数字城市、数字国土等数字化工程的逐步开展,三维模型数据在各个领域的应用越来越广泛。在这些应用中,对三维模型的数据处理和精度要求也越来越高。三维模型单体化作为三维模型数据预处理的重要环节,其意义在于提高三维模型的精度和可用性,为后续的地理信息分析和应用提供更为准确和可靠的数据基础。其次,三维模型单体化是指将多个独立的对象从三维模型中分离出来,并对每个对象进行独立的处理和分析。这种处理方式可以提高三维模型的精度和识别率,使得地理信息的应用更加精细化和智能化。例如,在城市规划中,通过三维模型单体化技术可以将建筑物的各个独立部分分离出来,进行单独的分析 and 处理,从而更加准确地了解建筑物的结构和功能;在交通管理中,通过三维模型单体化技术可以将道路的各个独立部分分离出来,进行单独的交通流量分析和预测,从而更加准确地了解道路的通行情况和拥堵状况<sup>[1]</sup>。此外,三维模型单体化还可以提高三维模型的可读性和可操作性。在传统的三维模型中,多个对象可能会相互叠加和交叉,导致模型的可读性和可操作性较差。通过三维模型单体化技术,可以将这些对象分离出来,进行单独的处理和操作,从而提高模型的可读性和可操作性。例如,在考古研究中,通过三维模型单体化技术可以将遗址中的各个独立部分分离出来,进行单独的分析 and 处理,从而更加准确地了解遗址的分布和特点;在灾害应急响应

中,通过三维模型单体化技术可以将受灾区域的各个独立部分分离出来,进行单独的灾害评估和救援计划制定,从而提高救援的效率和效果。

## 2 倾斜摄影技术基础

### 2.1 倾斜摄影技术概述

倾斜摄影技术是近年来迅速发展的摄影测量技术,它突破了传统正射影像的局限性,通过多个不同角度的相机同步获取地面影像,能够更加真实、完整地反映地物的外观和地形。这一技术的应用,为三维模型构建、城市规划、土地调查、灾害监测等领域提供了强有力的数据支持。首先,倾斜摄影技术是近年来迅速发展的一种先进的遥感技术,其应用领域广泛,包括城市规划、交通管理、应急响应、农业监测等。倾斜摄影技术不仅提高了数据获取的效率,而且提供了高分辨率的地面三维模型,使得决策者能够从多个角度对研究对象进行全面的分析和理解。其次,倾斜摄影技术的核心是通过搭载多台高分辨率相机的高空飞行器(如无人机或直升机),从不同的角度对地面进行拍摄。这些照片经过处理后,可以生成地面的三维模型。与传统摄影技术相比,倾斜摄影技术的特点是能够获取地物的垂直和倾斜角度的照片,从而更准确地反映地面的真实情况<sup>[2]</sup>。最后,倾斜摄影技术为各个领域带来了许多实际的应用价值。例如,在城市规划中,倾斜摄影技术可以提供全面的城市建筑和地形信息,帮助规划者更好地进行决策;在交通管理中,倾斜摄影技术可以用于监测交通情况,提供实时路况信息;在农业中,倾斜摄影技术可以用于监测作物生长情况,帮助农民提高产量。

### 2.2 倾斜摄影原理及实施方法

倾斜摄影技术的基本原理是通过在同一飞行平台上搭载多台相机,同时从垂直和倾斜多个角度采集地面影像。这些影像经过后续处理,可以得到高精度的三维模型。实施倾斜摄影时,首先需要确定飞行路线和拍摄参

数, 以确保获取完整、均匀的地面覆盖。飞行高度的选择也很关键, 过高可能会导致地面细节模糊, 过低则可能无法覆盖目标区域。在拍摄过程中, 还需考虑天气、光照等因素, 以确保获取高质量的影像。

### 2.3 影像数据处理与三维模型构建

影像数据处理是倾斜摄影技术中的核心环节, 它决定了最终三维模型的质量和精度。这一过程主要包括图像预处理、特征提取、影像匹配和三角测量等步骤。下面将详细介绍这些步骤。第一, 预处理阶段是影像数据处理的第一步, 也是非常关键的一步。这一阶段的目标是对获取的原始影像进行必要的调整和修正, 以提高图像质量, 为后续的三维建模打下基础。预处理的内容包括辐射校正、去噪、色彩校正等。这些操作可以有效去除影像中的噪声、畸变和色彩偏差, 使影像更加清晰、准确。第二, 特征提取是影像处理中的一项重要技术, 它利用计算机视觉算法自动识别和提取图像中的特征点。这些特征点可以是人造结构、自然地貌等能够反映地物形状和结构的元素。特征提取的目的是为后续的影像匹配提供依据和参考点。这一步的质量直接影响到三维重建的精度和效果。第三, 影像匹配是将不同角度拍摄的影像进行配准, 将各自提取的特征点进行匹配对齐。这一步的目的是确保多角度拍摄的影像之间能够准确对应, 以便通过三角测量计算出每个像素点的三维坐标。影像匹配是建立高质量三维模型的关键环节, 需要精确、快速地完成。第四, 通过三角测量计算出每个像素点的三维坐标。三角测量的基本原理是利用已知的相机参数和几何关系, 通过内插和计算得出像素点的三维坐标。这一过程涉及到大量的数学计算和几何推理, 需要精确的算法和计算能力。计算出的三维坐标可以进一步构建出三维模型, 展示出地物的外观和结构。

### 2.4 精度评估与质量控制

在倾斜摄影技术的应用中, 精度评估与质量控制是确保其数据可靠性和应用价值的关键环节。一个高精度的三维模型对于各种实际应用, 如城市规划、地籍测量、环境监测等, 都至关重要。因此, 对倾斜摄影生成的三维模型进行精度评估和质量控制是不可或缺的。首先, 精度评估是衡量倾斜摄影技术成果质量的重要手段。精度评估的方法主要有比较法和控制点法。比较法是将倾斜摄影生成的三维模型与已知高精度数据(如卫星影像或激光雷达数据)进行对比, 通过对比分析, 计算出模型误差和精度等级。这种方法能够直观地反映出模型的精度水平, 对于找出可能存在的问题和改进方向具有指导意义。控制点法则是选取一定数量的控制点,

对控制点的坐标进行准确测量, 然后将这些坐标与倾斜摄影模型中相应点的坐标进行对比, 计算出误差。这种方法更适用于对模型精度的定量评估。其次, 为保证高质量的三维模型产出, 必须从数据采集、处理到模型构建等各个环节进行严格的质量控制。在数据采集阶段, 要选择性能良好的设备和专业的操作人员, 以确保原始数据的准确性和完整性。同时, 制定合理的飞行计划和处理参数也是关键, 这关乎到影像质量和后续处理的难度。在数据处理阶段, 预处理、特征提取、影像匹配和三角测量等步骤都需要精确的操作和严密的监控, 以防止误差的累积和扩散<sup>[3]</sup>。此外, 为保证模型的长期精度稳定性, 需要定期对设备进行校准和维护, 确保设备处于良好的工作状态。最后, 对于重要的应用项目, 仅依靠流程控制和设备维护还不足以完全确保模型的精度和质量。因此, 建立一套完整的质量控制流程和专家评审机制是必要的。质量控制流程可以对整个数据处理过程进行标准化管理, 规范各个环节的操作流程和质量标准。专家评审机制则可以借助专家的专业知识和经验, 对模型的质量进行把关, 提供有针对性的改进建议和优化方案。通过这样的机制, 可以有效提高模型的精度和质量水平, 为各类应用提供更加可靠的数据支持。

## 3 三维模型单体化方法

### 3.1 基于分割的方法

基于分割的方法是最常用的三维模型单体化方法之一。这种方法主要利用图像分割和对象识别技术, 将三维模型中的各个对象从背景中分离出来, 从而实现单体化。一方面, 自动分割算法是一种基于机器学习的三维模型单体化方法。该方法通过训练分类器, 利用模型的特征信息, 自动识别并分割出各个独立的对象。自动分割算法的优点是处理速度快, 自动化程度高, 但可能存在一定的误分割和遗漏分割的问题。另一方面, 半自动分割工具是一种基于交互式操作的三维模型单体化方法。该方法通过用户手动选取初始分割点, 利用工具对模型进行逐步细化或调整, 最终实现对象的分离。半自动分割工具的优点是精度高, 能够处理复杂的模型结构, 但需要用户具备一定的专业知识和操作技能。

### 3.2 基于聚类的方法

基于聚类的方法是一种基于统计分析的三维模型单体化方法, 该方法通过将相似的对象聚集成一类, 将各个独立的对象从聚类结果中分离出来, 从而实现单体化。其中, 空间聚类是一种常用的聚类算法, 通过将空间上接近的对象聚集成一类, 实现对象的分离。空间聚类的优点是简单易行, 适用于大规模数据的处理, 但可

能存在聚类结果不准确的问题。空间聚类算法通常采用距离度量方法,将空间上接近的对象归为一类。常见的空间聚类算法包括K-means聚类、层次聚类等。这些算法通过迭代或递归的方式,将相似的对象不断合并成更大的群组,最终形成独立的对象。空间聚类的优点在于其简单易行,适用于大规模数据的处理。然而,由于只考虑了空间上的接近程度,而忽略了对象的其他特征信息,因此可能存在聚类结果不准确的问题。对于复杂的模型结构,单纯的基于空间距离的聚类方法可能无法达到理想的单体化效果。另外,层次聚类是一种自上而下的聚类方法,通过不断将相似的对象合并成更大的群组,最终形成独立的对象。层次聚类的优点是能够处理复杂的模型结构,但计算复杂度较高,处理速度较慢<sup>[4]</sup>。层次聚类算法从最初的单个对象开始,通过不断合并相似的对象,形成越来越大的群组。在这个过程中,可以同时考虑对象的空间信息和特征信息,以便更准确地合并相似对象。常见的层次聚类算法包括BIRCH算法、CURE算法等。层次聚类的优点在于其能够处理复杂的模型结构,能够更好地应对各种形状和大小的对象。然而,由于其计算复杂度较高,处理速度较慢,因此在实际应用中可能存在一定的限制。

### 3.3 基于深度学习的方法

近年来,深度学习在计算机视觉和图形处理领域取得了巨大的成功。基于深度学习的方法在三维模型单体化中也开始得到广泛的应用。以下介绍两种常用的基于深度学习的方法:卷积神经网络(CNN)和生成对抗网络(GAN)。首先,卷积神经网络(CNN)是一种深度学习的算法,广泛应用于图像分类、目标检测等领域。在三维模型单体化中,CNN可以用于自动分割和识别模型中的各个对象。CNN通过多层卷积和池化操作,自动提取输入数据的特征。在三维模型单体化中,可以将三维模型转换为二维图像表示,然后利用CNN对图像进行分类和分割。常见的做法是使用预训练的CNN模型(如VGG、ResNet等)对图像进行特征提取,然后利用分类

器对每个像素或区域进行分类,从而实现对象的分割。CNN在三维模型单体化中的优点是能够自动提取特征并进行分类,处理速度快且精度较高。然而,对于复杂的模型结构,可能需要更多的训练数据和计算资源来获得更好的单体化效果。其次,生成对抗网络(GAN)是一种生成模型,通过训练生成器和判别器之间的对抗来生成新的数据样本。在三维模型单体化中,GAN可以用于从复杂的场景中生成独立的对象模型。GAN由一个生成器和一个判别器组成。生成器的任务是生成与真实数据尽可能相似的对象模型,而判别器的任务是判断生成的模型是否与真实数据相似。通过不断优化生成器和判别器,最终可以生成独立的对象模型。GAN在三维模型单体化中的优点是可以生成与真实数据相似且独立的对象模型,尤其适用于复杂场景的单体化。但是,GAN的训练过程较为复杂,需要大量的训练数据和计算资源,且可能存在模式崩溃等问题。

### 结束语

总之,通过上述分析,我们可以看到基于倾斜摄影的三维模型单体化方法在多个领域都有着广泛的应用前景。它不仅提高了三维模型的精度和真实性,同时也为GIS数据分析和应用提供了更为准确和详细的基础数据。随着倾斜摄影技术的进一步发展和优化,相信这种单体化方法将在更多领域得到应用,为我们的生活和工作带来更多的便利和价值。

### 参考文献:

- [1]孙松梅,黄天进,孙颖.城市高精度实景三维单体模型建设及应用[J].测绘通报,2021,(01):108-111.
- [2]张语涵.基于无人机航拍的实景三维建模在消防重大安保中的应用[J].消防界(电子版),2021,7(01):71-72+74.
- [3]于进江,刘文斌,刘国梁,封博卿.基于倾斜摄影技术的铁路三维实景系统开发与应用[J].中国铁路,2021,(01):111-116.
- [4]陈洪.无人机倾斜摄影实景三维应用于土方测量工程[J].城市勘测,2020,(06):92-96.