

# Processing and Analysis of Aerial Photogrammetry Data Based on Deep Learning

Die Hu

Shanxi Coal Geological Surveying and Mapping Institute Co., Ltd., Jinzhong, Shanxi, 030600, China

## Abstract

Aerial photogrammetry is widely used in geographic information system, urban planning, environmental monitoring and military fields. However, traditional photogrammetric data processing methods face challenges in complexity, time consuming and accuracy. In recent years, the rapid development of deep learning technology has brought new hope to the field of aerial photogrammetry. The purpose of this paper is to review the processing and analysis methods of aerial photogrammetry based on deep learning, and discuss its potential in improving data processing efficiency, enhancing data analysis ability and promoting application field expansion.

## Keywords

deep learning; aerial photogrammetry; geographic information system; multi-source data fusion

## 基于深度学习的航空摄影测量数据处理与分析

胡蝶

山西省煤炭地质物探测绘院有限公司, 中国·山西 晋中 030600

## 摘要

航空摄影测量在地理信息系统、城市规划、环境监测和军事领域等广泛应用。然而,传统的航空摄影测量数据处理方法面临着复杂性、耗时性和精度方面的挑战。近年来,深度学习技术的飞速发展给航空摄影测量领域带来了新的希望。论文旨在综述基于深度学习的航空摄影测量数据处理与分析方法,探讨其在提高数据处理效率、增强数据分析能力以及推动应用领域拓展方面的潜力。

## 关键词

深度学习; 航空摄影测量; 地理信息系统; 多源数据融合

## 1 引言

航空摄影测量作为一项跨领域的重要技术,已广泛应用于地理信息系统、城市规划、环境监测、国土安全等众多领域。其通过获取高分辨率的航拍图像和激光雷达数据,能够提供关键的地理信息和空间数据,为决策制定、资源管理以及基础设施规划等方面提供了不可或缺的支持。然而,传统的航空摄影测量方法在数据处理和分析中面临着复杂性、耗时性和精度方面的挑战。特征提取、图像匹配、三维重建和变化检测等环节存在着瓶颈,限制了数据的全面应用。传统方法往往需要大量人力和时间投入,且对数据质量和环境条件要求较高,因此需要一种更加高效、准确的方法来应对这些挑战。

## 2 传统航空摄影测量数据处理方法的问题

传统的航空摄影测量方法在数据处理和分析中面临着

多方面的挑战,限制了其在各个领域的应用。

### 2.1 特征提取的局限性

在传统方法中,特征提取是数据处理的关键一步。通常,研究人员需要手动选择或设计适合特定任务的特征,然后使用这些特征来描述图像中的对象或地物。这个过程存在以下问题:①主观性和人工干预:特征的选择通常依赖于研究人员的主观判断,因此容易受到主观偏见的影响。不同的特征可能适用于不同的情境,因此需要不断手动调整和优化。②有限的表达能力:传统特征提取方法的表达能力有限,难以捕捉复杂地物和场景的细节<sup>[1]</sup>。这在处理高分辨率图像时尤为显著,因为高分辨率图像中包含了大量的信息,需要更高级的特征来表示。

### 2.2 图像匹配的复杂性

图像匹配是航空摄影测量中的核心问题之一,它通常用于确定不同图像中相同地点的对应关系。传统图像匹配方法存在以下问题:①视差问题:由于航拍图像的角度和姿态变化,图像之间可能存在视差,使得匹配变得更加复杂。这需要复杂的几何校正和配准方法来解决。②大规模数据的处

【作者简介】胡蝶(1990-),女,中国山西武乡人,本科,助理工程师,从事测绘研究。

理：航空摄影测量生成的数据通常非常庞大，需要高效的算法来加速图像匹配过程。传统方法在大规模数据上可能效率低下。

### 2.3 三维重建的挑战

三维重建是航空摄影测量的重要任务之一，它涉及从多幅图像中恢复出地物或场景的三维结构。传统的三维重建方法存在以下问题：①计算复杂度：传统的三维重建方法通常需要大量计算，因此在大规模或高分辨率图像数据上表现不佳。这会导致处理时间长、资源需求高的问题。②稀疏性：在某些情况下，传统方法可能只能生成稀疏的三维模型，无法捕捉细节。这在需要高精度的应用中限制了其效用。

### 2.4 变化检测的难题

在许多应用中，如城市规划和环境监测，需要检测地表的变化。传统的变化检测方法存在以下问题：①复杂的背景：地表变化通常发生在复杂多变的环境中，传统方法难以区分真正的变化和其他因素导致的差异，例如季节性变化或遮挡。②时间成本高昂：传统方法通常需要进行大规模的图像配准和对比，这需要大量时间和计算资源，因此难以实现及时的变化检测。总之，传统航空摄影测量方法在特征提取、图像匹配、三维重建和变化检测等方面存在一系列问题，这些问题限制了其在各个领域的应用。

## 3 深度学习在航空摄影测量中的应用

深度学习技术，尤其是卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）和生成对抗网络（GAN），在航空摄影测量领域取得了显著的进展。

### 3.1 卷积神经网络（CNN）在高分辨率图像处理中的作用

卷积神经网络（CNN）在处理高分辨率航拍图像方面发挥了重要作用。其主要应用包括：①特征提取和物体检测：CNN可以自动学习图像中的特征，无需手动设计。这对于提取地物和物体的特征非常有用，例如建筑物、道路、植被等。物体检测技术基于CNN能够准确地定位和识别这些目标。②语义分割：CNN还可以进行图像语义分割，将图像中的每个像素分配到特定的类别，从而生成高分辨率地物分类图。这对于城市规划和土地利用研究等应用非常重要。③图像增强：CNN可以用于降噪、超分辨率和图像增强，提高图像质量，从而提高后续数据处理和分析的准确性。

### 3.2 循环神经网络（RNN）在时间序列数据分析中的应用

航空摄影测量数据通常包含时间序列信息，如航拍图像的拍摄时间、植被的季节性变化等。循环神经网络（RNN）在处理这些时间序列数据方面具有独特的优势：①时间序列建模：RNN可以捕捉数据之间的时序关系，对于预测植被覆盖、土地利用变化以及地表特征的时序演化非常有用。②序列标注：RNN可以用于航拍图像中的对象跟踪、道路

提取和水体边界检测等任务，通过序列标注方法实现精确的地物提取。

### 3.3 生成对抗网络（GAN）在数据增强和建筑物提取中的应用

生成对抗网络（GAN）是一种强大的深度学习框架，已广泛应用于航空摄影测量数据处理中的以下方面：①数据增强：GAN可以生成具有高度逼真性质的合成图像，这对于扩展训练数据集、改善模型泛化能力以及增加数据多样性非常有用。在航空摄影测量中，GAN可用于合成不同季节、不同光照条件或不同视角下的图像，以增加数据的多样性。②建筑物提取：GAN可以用于改进建筑物提取的精度。通过生成合成的建筑物图像，可以训练更准确的建筑物检测和分割模型，有助于城市规划和资源管理。

总之，深度学习技术如CNN、RNN和GAN已在航空摄影测量领域产生了深远影响。它们提供了强大的工具来处理高分辨率图像、分析时间序列数据、提高数据质量并提高地物提取的准确性。这些应用不仅提高了数据处理效率，还拓展了航空摄影测量在各个领域的实际应用。

## 4 成功案例和应用

### 4.1 高分辨率地图生成

深度学习技术已在高分辨率地图生成方面取得了显著的突破。通过使用卷积神经网络（CNN）进行图像语义分割，航空摄影测量数据可以转化为高分辨率地图，例如城市规划和土地利用规划中常用的基础地图。这些地图不仅具有更高的精度，还能够提供详细的地物分类信息<sup>[2]</sup>。应用案例：深度学习技术已在全球范围内用于城市地图的更新和生成。例如，通过CNN分割方法，可以准确提取建筑物、道路、绿地等地物，并生成高分辨率城市地图，支持城市规划、导航系统和紧急救援等应用。

### 4.2 建筑物提取和分类

深度学习技术在建筑物提取和分类中具有强大的能力。卷积神经网络（CNN）可以学习建筑物的特征，从而实现自动化的建筑物检测和分类。这对于城市建设、灾害评估和资源管理非常重要。应用案例：在城市规划中，深度学习模型可以自动检测并分类不同类型的建筑物，如住宅、商业和工业建筑。这些信息有助于市政规划者更好地理解城市结构，优化资源配置，提高城市的可持续性。

### 4.3 地物变化检测

深度学习技术在地物变化检测中也发挥了关键作用。通过比较不同时间拍摄的航拍图像，深度学习模型可以自动检测和分析地物的变化，包括建筑物的新建、拆除、植被的生长等。应用案例：地物变化检测在城市更新、自然资源管理和环境监测中具有广泛应用。深度学习技术可以实时监测城市变化、森林覆盖率的变动以及水体的泛滥情况，为决策制定提供及时的数据支持。

#### 4.4 自动飞行控制系统中的应用

深度学习技术在自动飞行控制系统中的应用为航空摄影测量带来了更高的自动化和智能化水平。深度学习模型可以用于自主飞行路径规划、避障、图像稳定和飞行性能优化。应用案例：自动飞行控制系统配备深度学习技术可用于各种任务，如无人机的自主巡航、航线规划以及航拍图像的实时处理和分析。这些应用在军事侦察、自然灾害监测和土地测绘等领域有着广泛的应用前景。

总之，深度学习技术在航空摄影测量领域的应用广泛且多样化。它们已经成功地用于高分辨率地图生成、建筑物提取和分类、地物变化检测以及自动飞行控制系统的开发。这些应用不仅提高了数据处理效率，还为各种实际应用领域提供了有力的支持，推动了航空摄影测量技术的发展。

### 5 深度学习对航空摄影测量的影响

深度学习技术已经成为航空摄影测量领域的一项重要推动力，它在多个方面对该领域产生了深远的影响。

#### 5.1 提高数据处理效率

深度学习技术通过自动化和高度并行化的方式显著提高了航空摄影测量数据的处理效率。传统的数据处理方法通常依赖于人工干预和复杂的算法流程，需要大量的时间和人力资源。而深度学习模型能够自动学习特征、提取信息、进行图像匹配和分类，从而大大减少了数据处理的时间和成本<sup>[1]</sup>。例如，传统的建筑物提取和分类通常需要耗费大量的人力来标注图像中的建筑物。但借助深度学习模型，可以实现自动的建筑物检测和分类，极大地提高了处理效率。

#### 5.2 增强数据分析能力

深度学习技术不仅提高了数据处理效率，还显著增强了数据分析的能力。传统的方法通常依赖于手动设计的特征

和规则，这限制了数据的分析深度和精度。深度学习模型能够自动学习数据的特征，从而更好地理解 and 解释数据。例如，深度学习在地物变化检测中的应用能够自动检测和分析地表的变化，无需手动比对不同时间的图像。这使得变化检测更加准确和实时。

#### 5.3 推动应用领域拓展

深度学习技术推动了航空摄影测量在各个应用领域的拓展。传统的方法受限于其局限性和复杂性，难以适应不同领域的需求。深度学习模型具有通用性和灵活性，可以应用于多种应用场景，从城市规划到环境监测再到资源管理等各个领域。例如，在自动飞行控制系统中，深度学习模型的使用使得无人机能够自主完成更多复杂任务，如地形识别、目标跟踪和自主避障，从而拓展了航空摄影测量的应用范围。

### 6 结语

深度学习技术已经成为航空摄影测量领域的一颗明珠，为其注入了新的活力和创新。在论文中，深入探讨了深度学习在航空摄影测量中的多重应用，包括高分辨率地图生成、建筑物提取和分类、地物变化检测以及自动飞行控制系统中的应用。这些应用不仅提高了数据处理的效率，还增强了数据分析的能力，为决策制定、城市规划、资源管理和环境监测等各个领域提供了更准确和及时的信息支持。

#### 参考文献

- [1] 朱孝军.基于多源数据融合的社会治理信息系统设计[J].电脑知识与技术,2023,19(16):7-10.
- [2] 张涛,何龙.海河流域防汛抗旱地理信息系统设计探讨[C]//河海大学,河北工程大学.2021首届城市水利与洪涝防治研讨会论文集.[出版者不详],2022:319-327.
- [3] 邹清林,唐健,张元胜,等.多源数据融合的调度操作风险评估与辅助决策系统设计[J].电网与清洁能源,2018,34(3):38-45.