

# 计算机视觉技术在遥感卫星影像检测中的应用

王祎飞 吴一博

郑州信大先进技术研究院

DOI:10.12238/acair.v3i2.13479

**[摘要]** 随着遥感技术的快速发展,遥感卫星图像的分辨率不断攀升,生成了大量数据,对全球监测和资源管理提供了丰富的信息资源。计算机视觉技术,作为一种高效能的图像处理和手段,其在遥感卫星图像检测中的应用重要性日益增强。本文深入探讨了计算机视觉技术在遥感卫星图像检测领域的实际应用,涵盖了图像预处理、特征提取、目标识别以及分类等关键步骤。通过运用先进的计算机视觉算法,如深度学习和卷积神经网络等技术,目标是实现对遥感卫星图像的精确、高效的分析。

**[关键词]** 计算机视觉技术; 遥感卫星影像; 目标检测

**中图分类号:** G623.58 **文献标识码:** A

## Application of Computer Vision Technology in Remote Sensing Satellite Image Detection

Yifei Wang Yibo Wu

ZHENGZHOU XINDA INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY

**[Abstract]** With the rapid development of remote sensing technology, the resolution of remote sensing satellite images continues to rise, generating a large amount of data and providing rich information resources for global monitoring and resource management. Computer vision technology, as an efficient means of image processing and analysis, is increasingly important in the detection of remote sensing satellite images. This article delves into the practical application of computer vision technology in the field of remote sensing satellite image detection, covering key steps such as image preprocessing, feature extraction, target recognition, and classification. The goal is to achieve accurate and efficient analysis of remote sensing satellite images by utilizing advanced computer vision algorithms such as deep learning and convolutional neural networks.

**[Key words]** computer vision technology; Remote sensing satellite imagery; object detection

## 引言

随着遥感技术的持续演进,遥感卫星图像的产量和质量均呈现显著增长态势。据计算,近十年间,全球积累的遥感数据量激增了数个数量级,对数据处理和分析的诉求构成了重大考验。如何在这一海量信息资源中迅速且精确地提炼出关键信息,已成为全球遥感科学界共同聚焦的核心议题。在此背景下,计算机视觉技术凭借其卓越的图像解析和分析功能,逐渐显现其潜力。计算机视觉,可概括为使机器具备理解图像的能力,解析并理解图像的内容和结构。它综合运用了模式识别、机器学习、深度学习等先进技术,实现了对遥感卫星图像的自动化、智能化分析,显著提升了图像处理的效率和可靠性。

## 1 计算机视觉技术概述

计算机视觉技术是一门涉及图像处理、模式识别和人工智能等多个领域的交叉学科。它旨在使计算机系统能够像人类一样理解和解析视觉信息。通过利用摄像头、传感器等设备捕捉到的图像或视频数据,计算机视觉技术能够对这些数据进行预

处理、特征提取、目标检测、识别与跟踪等一系列操作,从而实现现实世界的感知和理解<sup>[1]</sup>。这一技术在众多领域发挥着重要作用。在自动驾驶领域,计算机视觉技术能够识别行人、车辆、道路标志等关键信息,为自动驾驶汽车赋予精确的环境感知能力。在安防监控领域,它能够实现人脸识别、行为分析等功能,有效提升了安全防范的效率。此外,在医疗影像分析、智能制造、虚拟现实等领域,计算机视觉技术也展现出巨大的应用潜力。

## 2 遥感卫星影像基础

### 2.1 遥感卫星影像的类型与特点

遥感卫星影像是一种通过非接触方式,从地球轨道上获取地球表面信息的技术。它涵盖了多种类型,每种都有其独特的特性和应用。例如,可见光卫星影像,如Landsat和Sentinel系列,利用太阳光在不同波段的反射来区分地表特征,如植被、水体和建筑物。这种影像的特点是色彩丰富,直观易懂,广泛应用于土地利用、城市规划等领域。另一方面,雷达卫星影像,如ALOS和

Envisat, 能穿透云层和植被, 提供地形的详细信息, 即使在恶劣天气条件下也能获取数据, 适用于森林监测、灾害评估等。

## 2.2 影像获取方式

遥感卫星影像的获取方式主要包括主动和被动两种。被动遥感是卫星接收地表反射的太阳辐射, 如光学遥感。主动遥感则是卫星发射电磁波并接收其在地表的回波, 如雷达遥感<sup>[2]</sup>。此外, 还有一种合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 技术, 通过特殊的方式模拟出一个大孔径天线, 从而获得高分辨率的图像。这些不同的获取方式使得遥感卫星能在不同的时间和条件下获取地球表面的详细信息。

## 2.3 影像分辨率与应用领域

遥感卫星影像的分辨率是衡量其详细程度的重要指标, 包括空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率。空间分辨率决定了影像能识别地表最小特征的大小, 如10米的分辨率可以清晰地分辨出建筑物。光谱分辨率则描述了影像能区分的光谱波段数量, 有助于识别不同的地物类型。时间分辨率是指卫星重访同一地点的周期, 如一天一次的重访频率对于灾害监测和环境变化研究至关重要<sup>[3]</sup>。不同的应用领域对遥感卫星影像的分辨率有不同的需求。例如, 高空间分辨率的影像常用于城市规划、基础设施建设, 可以精确地识别建筑物、道路等细部特征。而高光谱分辨率的影像则在农业监测、环境污染检测中发挥重要作用, 可以区分不同种类的植被或污染物。同时, 高时间分辨率的影像在灾害响应、森林变化监测等领域具有不可替代的优势。

## 3 遥感卫星目标检测算法

遥感卫星在天基成像技术中发挥着核心功能, 其成像分辨率随着光学技术的持续进步而不断提升。卫星图像的广泛覆盖范围与高分辨率相结合, 使得遥感卫星图像的信息密度极为丰富, 对地物目标的识别分析构成了高难度的科技课题。尤其值得注意的是, 当前卫星图像的特性表现为地物目标尺度变化的显著差异, 这一特性对遥感卫星的远程探测与识别技术提出了严格的要求。因此, 选取适合的神经网络算法对于确保目标检测的效能与准确性至关重要。当前常用的神经网络算法包括卷积神经网络 (Convolutional Neural Network, CNN)、区域卷积神经网络 (Region-based Convolutional Neural Network, R-CNN) 以及YOLO (You Only Look Once) 系列算法等。这些算法通过深度学习技术, 能够从复杂的遥感卫星图像中自动提取关键特征, 有效应对地物目标尺度变化带来的挑战。CNN以其强大的特征提取能力, 在遥感图像分类和目标检测中展现出卓越性能。R-CNN系列算法则在目标定位与识别方面表现出色, 通过候选区域生成与精细分类, 提高了目标检测的精度。而YOLO系列算法以其快速、准确的特点, 在实时遥感监测任务中占据优势, 能够在保证检测精度的同时, 大幅提升处理速度。

在信息密度高、处理效率要求高以及特定的遥感探测环境下, YOLO算法具有极强的适应性<sup>[4]</sup>。YOLOv7通过引入重参数化技术和模型缩放策略等新技术, 进一步优化了速度和精度的平衡, 并支持多任务检测等新功能。这些版本在目标检测领域

具有显著优势, 为实际应用提供了强大的支持。此外, 为了执行目标检测任务, 必须构建一个地物目标识别模型, 在该模型中, YOLOv7将能够充分展示其在复杂影像背景下精确识别目标的能力。

## 4 系统架构解析

### 4.1 数据库

数据库构成了系统架构的核心部分, 包括基础数据库、深度学习数据库、训练样本数据库、卫星图像数据库以及监控数据库等关键模块。这些模块各司其职, 协同工作以保障系统的高效运作。其中, 基础数据库确保了检测目标特征信息的完整性和安全性, 以维护系统数据的完整性和安全性。深度学习数据库专注于存储相关模型与神经网络算法, 为系统的持续学习与优化提供坚实的支撑<sup>[5]</sup>。训练样本数据库与深度学习数据库相互协作, 为深度学习模型的训练提供数据基础。卫星图像数据库专门管理实时及历史的卫星图像数据, 以确保数据的完整性和可访问性。同时, 独立的监控数据库负责详细记录系统运行参数及运行状态, 并实施监控, 以确保系统的稳定性和高效运行。

### 4.2 客户端

客户端的主要任务是建立与用户的交互界面, 它直接与中央数据库连接, 按照预设的权限规则执行数据库中的数据查询任务。同时, 它具备外部接口的整合能力, 以适应不断变化的数据导入需求。通过这一系统, 操作人员能够全面监测系统运行的状态, 以及卫星图像中的特定目标识别结果, 既能获取图像数据, 也能获取精确的统计分析信息。此外, 客户端集成了数据管理功能, 包括数据保存、迁移及调整等操作, 以保证数据的完整性和适应不同场景的使用需求<sup>[6]</sup>。更加重要的是, 客户端允许对系统配置进行详细设定, 工作人员可根据实际的影像目标检测需求, 适时调整检测参数和信息获取参数设置, 以达到最佳的运行效果, 确保工作的规范性和效能。

### 4.3 处理流程

#### 4.3.1 深度学习模型训练模块

在深度学习模型训练模块中, 首先需要将遥感卫星影像进行预处理, 包括去噪、增强对比度以及标准化等操作, 以提高影像的质量并减少后续处理的难度。接着, 利用标注好的数据集对深度学习模型进行训练。训练过程中, 通过不断调整模型的参数, 使其能够准确识别影像中的目标特征。此外, 还需引入正则化、dropout等技术来防止模型过拟合, 确保模型的泛化能力。当模型训练完成后, 还需通过验证集进行性能评估, 以检验模型的准确性和鲁棒性。

#### 4.3.2 地物检测模块

(1) 地理要素探测。启动地理要素探测模块的识别功能, 确保其与深度学习模型数据库、基础信息数据库以及卫星影像数据库实现无缝对接。依托定制化的地物识别模型数据, 该数据严格符合精度标准, 对目标地物的影像数据进行深入的属性解析和精确定位, 以确保产生准确无误的识别结果<sup>[7]</sup>。

(2) 动态变化检测。启动地物探测模块的动态变化监测功能,

实现与深度学习模型数据库、基础信息数据库以及连续时间序列卫星影像数据库的无缝对接。运用符合精度要求的地物识别模型数据,融合不同时间点的影像数据,进行属性识别和空间定位的对比分析。通过坐标位置的逐项比较,识别出地物的增减或消失变化,最终形成的地物变化监测报告。见下图1所示。

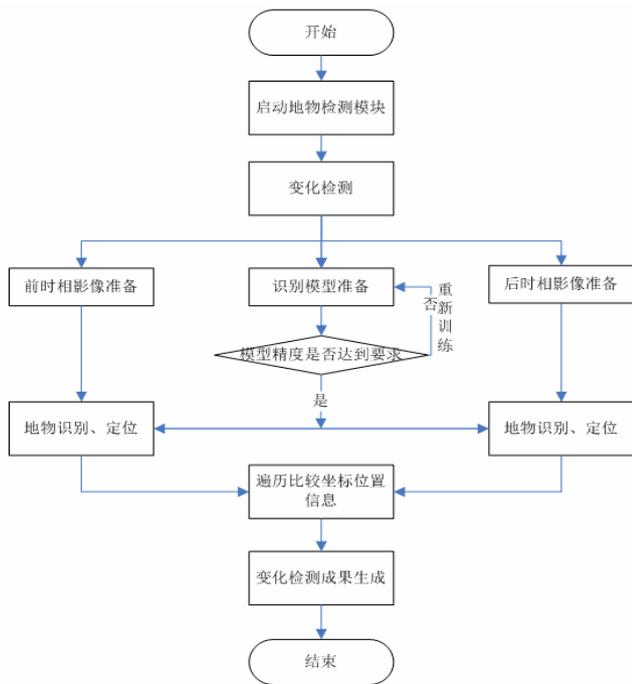


图1 模型训练与变化检测

(3) 成果输出模块。作为系统输出端口的关键组成部分,本模块自动导出地物探测模块的识别成果以及变化监测数据。此外,该模块还具备通过数据查询接口,将上述成果数据有序地导入至检测成果数据库的功能,以实现有效的存储和管理。

## 5 实验与结果分析

在本次实验中,采用遥感技术,针对两种特定的目标进行了精准识别,主要识别对象包括舰船与汽车。这些图像资料均源自高分辨率卫星拍摄,确保了数据的真实性和可靠性。在实验过程中,对获取的卫星图像进行预处理,包括去噪、增强和几何校正等步骤,以提升图像质量,便于后续的分析工作。针对舰船和汽车的识别,采用YOLOv7模型,通过大量标注数据的训练,模型能够准确识别出图像中的目标。

### 5.1 舰船目标检测

首先,舰船的检测结果中,遥感图像中目标较小,并且十分模糊。而YOLOv7的检测结果表现出色,准确识别出了舰船的位置,且形状轮廓与标准检测结果高度一致。

### 5.2 汽车目标检测

对于汽车的检测,原遥感图像中的汽车目标较小,虽然汽车目标被准确地标注出来,但受背景干扰较大。YOLOv7模型同样展

现出了强大的检测能力,准确识别出了图像中的汽车目标,且检测结果与标准检测结果高度吻合。

## 6 未来趋势

随着技术的持续演进,计算机视觉技术在遥感卫星图像检测的应用前景将更加广阔。预计会出现以下主要趋势:首先,算法的不断优化将提高检测的精度和效率,以适应更广泛的使用需求;其次,深度学习等先进技术的集成运用,将促进遥感图像的智能解析达到新的层次,为环境监控、城市规划等提供更精确的数据支持;最后,跨领域的协同将不断强化,计算机视觉技术与地理信息系统、大数据分析等领域的深度融合,将为遥感卫星图像检测开辟更多创新应用路径。这些趋势共同昭示着计算机视觉技术在遥感卫星图像检测领域的未来将展现出更为深远的潜力。

## 7 总结

综上所述,在当前的科技发展趋势下,计算机视觉技术在遥感卫星图像分析中的作用日益显现,其显著提高了数据处理效率并增强了地表特征识别的准确性。尽管如此,这仅揭示了其潜力的一小部分,因为在面对动态环境变化、大量图像数据管理等复杂任务时,该技术仍存在诸多挑战。

## 参考文献

- [1]李想,特日根,赵宇恒,等.针对遥感影像的MSA-YOLO储油罐目标检测[J].电子技术应用,2022,48(11):24-32,40.
- [2]徐建军.计算机视觉技术在遥感卫星影像目标检测中的应用研究[J].信息记录材料,2023,24(5):62-64.
- [3]Lawrance N A, Angel T S S. Performance evaluation of image fusion techniques and implementation of new fusion technique for remote sensing satellite data[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems: Applications in Engineering and Technology, 2023, 44(2): 3353-3367.
- [4]甘斌斌. 卫星遥感技术在建筑拆迁补偿评估中的应用[D]. 北京:北京工业大学,2020.
- [5]Li Z, Shen H, Weng Q, et al. Cloud and cloud shadow detection for optical satellite imagery: Features, algorithms, validation, and prospects[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2022, 188: 89-108.
- [6]唐华康. 基于深度学习的喀斯特地区遥感影像土地利用/覆盖变化检测研究[D]. 贵州:贵州大学,2022.
- [7]陈海燕,张燕宁,常莹. 计算机视觉技术在遥感卫星影像目标检测中的应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2022(10): 157-159.

## 作者简介:

王祎飞(1985--),女,汉族,河南省周口市淮阳县人,硕士学位,郑州信大先进技术研究院。