

# 基于多源遥感与AI算法的土地利用动态监测系统设计与实现

步照辉

黑龙江省大庆市林甸县不动产登记中心 黑龙江 大庆 166300

**摘要:** 本文旨在设计并实现一个基于多源遥感与AI算法的土地利用动态监测系统。首先分析了土地利用动态监测的重要性和现有方法的局限性,阐述了多源遥感数据和AI算法在土地利用监测中的优势。接着详细介绍了系统的总体设计,包括系统架构、功能模块设计以及数据库设计。然后重点阐述了系统中关键AI算法的原理与应用,如深度学习在土地利用分类和变化检测中的应用。之后描述了系统的实现过程,包括开发环境、系统界面实现以及各功能模块的具体实现。

**关键词:** 多源遥感; AI算法; 土地利用; 动态监测系统

## 1 引言

土地是生存发展基础,其利用状况关乎多方面。城市化、农业现代化及自然因素致土地利用变化,及时掌握动态变化信息意义重大。传统监测靠人工实地调查,耗时耗力、更新慢,难满足实时准确要求。遥感技术覆盖广、更新快,但单一数据源有局限。多源遥感数据融合可综合优势,提高监测精度。AI算法中深度学习成果显著,能自动学习特征、有效分类。将多源遥感数据与AI算法结合构建监测系统,可快速准确监测土地利用变化,为管理决策提供依据。

## 2 系统设计目标

本系统旨在实现对土地利用状况的动态监测,能够及时、准确地获取土地利用类型信息和变化情况。具体设计目标如下:集成多源遥感数据,包括光学遥感、雷达遥感等,通过数据融合技术提高土地利用信息的提取精度。应用先进的AI算法,实现对遥感图像的自动分类和土地利用变化检测,提高监测效率和准确性。提供友好的用户界面,方便用户进行数据查询、分析和结果展示。建立完善数据库,对多源遥感数据、监测结果等进行存储和管理,实现数据的共享和更新。

## 3 系统总体设计

### 3.1 系统架构设计

本系统采用三层架构设计,包括数据层、算法层和应用层。(1)数据层:负责多源遥感数据的采集、存储和管理。数据源包括光学遥感数据、雷达遥感数据和高分辨率遥感数据等。数据存储采用数据库管理系统,如MySQL,对遥感数据进行分类存储和管理。(2)算法层:包含多源遥感数据融合算法和AI算法。多源遥感数

据融合算法用于将不同数据源的数据进行融合,提高数据的质量和可用性;AI算法主要用于土地利用分类和变化检测,如CNN算法用于土地利用分类,LSTM算法用于土地利用变化序列分析。(3)应用层:为用户提供交互界面,实现系统的各项功能,包括数据采集与预处理、土地利用分类、变化检测、结果可视化等。用户可以通过界面上传遥感数据、设置参数、查看监测结果等。

### 3.2 功能模块设计

#### 3.2.1 数据采集与预处理模块

该模块是系统的数据入口,负责从不同的数据源采集多源遥感数据,并对采集到的数据进行全面预处理。预处理过程犹如对原始数据进行一次精细的“打磨”,包括辐射校正、几何校正、图像融合等操作<sup>[1]</sup>。辐射校正旨在消除传感器本身和大气环境等因素对数据辐射值的影响,使不同时间和地点的数据具有可比性;几何校正则通过建立图像坐标与地理坐标之间的映射关系,纠正图像的几何畸变,提高数据的空间准确性;图像融合将不同分辨率或不同传感器的图像进行融合,综合各图像的优势,提高数据的信息丰富度。通过这些预处理操作,有效消除数据中的噪声和误差,为后续的分析提供高质量的数据基础。

#### 3.2.2 土地利用分类模块

利用AI算法中的CNN对预处理后的遥感数据进行土地利用分类。首先,精心构建CNN模型,根据土地利用分类的特点和需求,选择合适的网络结构和参数。例如,对于复杂的土地利用场景,可能需要增加卷积层的数量和深度,以提高模型的特征提取能力;同时,合理调整卷积核的大小,使其能够捕捉到不同尺度的特征

信息。然后,使用标注好的训练数据对模型进行充分训练,让模型学习到不同土地利用类型的特征模式。在训练过程中,采用反向传播算法和随机梯度下降等优化算法不断更新模型的参数,提高模型的分类准确率。最后,将训练好的模型应用于新的遥感数据,实现土地利用类型的自动分类,为土地资源管理和规划提供基础信息。

### 3.2.3 变化检测模块

该模块主要利用LSTM算法对不同时期的土地利用分类结果进行变化检测。首先,将不同时期的土地利用分类结果按照时间顺序进行整理,转化为时间序列数据。例如,将每年或每季度的土地利用分类结果作为一个时间步,形成一个完整的时间序列,以反映土地利用随时间的变化情况。然后,构建LSTM模型,该模型具有独特的记忆单元,能够有效地处理时间序列数据中的长期依赖关系<sup>[2]</sup>。通过输入层接收时间序列数据,LSTM层对数据进行特征提取和记忆,全连接层将提取的特征进行整合,输出层输出变化检测结果。最后,输出变化检测结果,包括变化区域的位置、变化类型等信息,帮助用户及时发现土地利用的变化情况,为土地资源的动态监测和管理提供有力支持。

### 3.2.4 结果可视化模块

将土地利用分类结果和变化检测结果以直观的图形化方式展示给用户,是该模块的核心任务。可视化方式丰富多样,包括地图展示、图表展示等。地图展示能够将土地利用分类结果和变化区域准确地标注在地理地图上,使用户可以直观地看到土地利用的空间分布和变化情况;图表展示则通过柱状图、折线图等形式,展示土地利用类型的变化趋势和统计信息。用户可以通过交互操作对结果进行放大、缩小、查询等操作,深入了解土地利用的细节信息,为决策提供更加直观的依据。

## 3.3 数据库设计

数据库是系统的重要组成部分,用于存储和管理多源遥感数据、监测结果等信息。本系统采用关系型数据库和非关系型数据库相结合的方式,以满足不同类型数据的存储需求。关系型数据库主要用于存储结构化的数据,如土地利用分类结果、变化检测记录等。设计相应的数据表,包括土地利用类型表、变化检测信息表等,通过表之间的关系实现数据的关联和查询。非关系型数据库用于存储大量的遥感图像数据,采用文档型数据库(如MongoDB)进行存储。将遥感图像以二进制形式存储在数据库中,并记录图像的相关元数据,如采集时间、分辨率等,方便数据的检索和管理。

## 4 关键技术的应用

### 4.1 多源遥感数据融合

多源遥感数据融合是将不同数据源的遥感图像进行综合处理,以获得更准确、更全面的土地利用信息。本系统采用基于小波变换的融合方法,具体步骤如下:

(1)小波分解:对光学遥感图像和雷达遥感图像分别进行小波分解,得到不同层次的小波系数。小波分解可以将图像分解为低频部分和高频部分,低频部分反映了图像的整体特征,高频部分反映了图像的细节特征。(2)系数融合:对分解后的小波系数进行融合处理。对于低频系数,采用加权平均的方法进行融合;对于高频系数,采用基于区域能量的融合规则,选择能量较大的系数作为融合后的系数,以保留图像的细节信息<sup>[3]</sup>。(3)小波重构:将融合后的小波系数进行小波重构,得到融合后的遥感图像。融合后的图像综合了光学图像和雷达图像的优势,具有更高的空间分辨率和光谱信息丰富度。

### 4.2 CNN在土地利用分类中的应用

#### 4.2.1 CNN模型构建

选择经典的CNN模型,如VGGNet、ResNet等作为基础模型,并根据土地利用分类的需求进行适当的修改和优化。例如,调整卷积层的数量和卷积核的大小,增加或减少全连接层的神经元数量等。

#### 4.2.2 数据标注与训练集构建

使用专业的遥感图像标注工具对遥感数据进行标注,将图像中的不同土地利用类型进行标记。将标注好的数据划分为训练集、验证集和测试集,训练集用于模型的训练,验证集用于调整模型的参数,测试集用于评估模型的性能。

#### 4.2.3 模型训练与优化

使用训练集对CNN模型进行训练,采用反向传播算法和随机梯度下降等优化算法更新模型的参数。在训练过程中,通过调整学习率、批量大小等超参数,提高模型的训练效率和分类精度。使用验证集对训练好的模型进行验证,根据验证结果对模型进行进一步优化。

## 4.3 LSTM在土地利用变化检测中的应用

### 4.3.1 时间序列数据构建

将不同时期的土地利用分类结果按照时间顺序排列,构建土地利用变化的时间序列数据。例如,将每年或每季度的土地利用分类结果作为一个时间步,形成一个时间序列。

### 4.3.2 LSTM模型构建

构建LSTM模型,包括输入层、LSTM层、全连接层和输出层。输入层接收时间序列数据,LSTM层对时间序

列数据进行特征提取和记忆，全连接层将提取的特征进行整合，输出层输出变化检测结果。

#### 4.3.3 模型训练与变化检测

使用标注好的时间序列数据对LSTM模型进行训练，训练过程中采用合适的损失函数和优化算法<sup>[4]</sup>。训练好的模型可以对新的时间序列数据进行变化检测，判断土地利用是否发生变化以及变化类型。

### 5 系统实现

#### 5.1 开发环境

系统开发采用Python语言，Python具有丰富的库和框架，能够方便地实现深度学习算法和数据处理功能。利用TensorFlow、Keras等深度学习框架实现AI算法，TensorFlow是一个功能强大、广泛使用的深度学习框架，具有高效的计算能力和灵活的模型构建方式；Keras则是一个高级神经网络API，能够简化深度学习模型的开发过程。数据库管理系统采用MySQL，它具有稳定、可靠、易于管理等特点，能够满足系统对结构化数据的存储和管理需求。前端界面开发使用PyQt框架，PyQt提供了丰富的界面组件和交互功能，能够开发出美观、实用的用户界面。

#### 5.2 系统界面实现

系统界面采用简洁明了的设计风格，主要包括菜单栏、工具栏、数据展示区和结果输出区等部分。菜单栏提供系统的各项功能选项，如数据采集、预处理、分类、变化检测等，用户可以通过菜单栏方便地访问系统的各个功能模块。工具栏提供常用的操作按钮，如打开文件、保存结果、放大、缩小等，使用户能够快速进行常见的操作。数据展示区用于显示遥感数据和监测结果，支持多种图像格式的显示，用户可以通过交互操作对图像进行查看和分析。结果输出区用于输出文字信息，如分类准确率、变化检测结果等，为用户提供详细的监测报告。整个界面布局合理，操作方便，能够满足用户的使用需求。

#### 5.3 功能模块实现

##### 5.3.1 数据采集与预处理模块实现

使用GDAL库实现遥感数据的读取和写入操作，利用OpenCV库进行图像的辐射校正和几何校正。对于多源遥感数据融合，采用主成分分析法实现像素级融合。

##### 5.3.2 土地利用分类模块实现

使用TensorFlow和Keras框架构建CNN模型，通过训练集对模型进行训练，使用验证集调整模型参数。在分类过程中，将预处理后的遥感数据输入到训练好的模型中，得到土地利用分类结果。

##### 5.3.3 变化检测模块实现

将不同时期的土地利用分类结果转化为时间序列数据，构建LSTM模型。使用标注好的时间序列数据对模型进行训练，训练好的模型可以对新的时间序列数据进行变化检测，输出变化检测结果。

##### 5.3.4 结果可视化模块实现

使用Matplotlib库和Basemap库实现结果的可视化。将土地利用分类结果和变化检测结果以地图和图表的形式展示给用户，用户可以通过交互操作对结果进行查看和分析。

### 结语

本文设计并实现了一个基于多源遥感与AI算法的土地利用动态监测系统。通过多源遥感数据融合和AI算法的应用，提高了土地利用分类和变化检测的精度和效率。实验结果表明，系统能够准确地监测土地利用的变化情况，为土地资源管理和决策提供了科学依据。未来的研究可以进一步优化多源遥感数据融合方法和AI算法，提高系统的性能和稳定性。同时，可以拓展系统的功能，如增加土地利用变化预测功能、与其他地理信息系统（GIS）进行集成等，为土地资源管理提供更全面的支持。此外，随着遥感技术和AI技术的不断发展，可以探索新的数据源和算法，进一步提高土地利用动态监测的精度和实时性。

### 参考文献

- [1]于秀娟,庞绪峰.基于多源高分遥感影像的土地利用动态监测[J].科技创新与应用,2023,13(02):16-19.
- [2]朱广伟.多源遥感数据融合在土地监测中的应用[J].中国资源综合利用,2025,43(05):95-97.
- [3]李志强.基于卫星遥感的土地利用智能动态监测研究[J].科技资讯,2023,21(18):215-218.
- [4]孙平,陈超,赵朋,等.基于遥感智能解译技术的土地利用时空变化特征及驱动因素分析[J].测绘通报,2025,(S1):138-142+150.