

基于视觉多点跟踪方法的桥墩沉降监测技术研究

余西洋 曾璐 刘桥 刘圣明 魏琳
中建五局土木工程有限公司 湖南 长沙 410082

摘要：城市桥梁由于周边环境的复杂性，其监测过程易受人流量、交通量、周边建筑、环境温度等因素的干扰，视觉多点跟踪技术能够有效地克服这些影响，提高监测的精度和效率。本文通过案例分析，阐述了视觉多点跟踪仪在桥梁监测中的应用价值和意义，为视觉多点跟踪仪在桥梁监测领域的推广和应用提供了有益的借鉴。

关键词：视觉多点跟踪仪；桥梁监测；标靶；测量方法

引言：随着城市桥梁的需求不断增加，城市内新建桥梁的数量也日益增多，这就给桥梁监测技术带来了巨大的挑战，例如在桥梁周边进行工程施工时，如何实现实时、周期性和高精度的沉降监测。

因此，为了有效地解决这些监测难题，本文将探讨视觉多点跟踪仪在桥梁检测中的应用问题。^[1]

1 视觉跟踪仪的优势

建筑物沉降观测的传统方法主要包括水准测量法和全站仪测量法等。水准测量法是一种适用于不同类型、不同精度和不同条件的建筑物沉降观测的常用方法，它具有传统性和可靠性高的特点，但也存在操作复杂和干扰敏感的缺点。全站仪测量法是一种在沉降观测中广泛应用的方法，它与水准测量法相比，具有效率高、实用便捷、测量结果稳定的优点，但其精度相对较低。视觉多点跟踪仪是一种新型的桥梁监测技术，它是一种基于斜光轴数字图像相关（DIC）技术的视觉位移测量系统，具有自动化程度高、非接触测量、精度高等特点。^[2]

表1-1 视觉跟踪仪技术与传统监测技术对比

对比内容	视觉跟踪仪	传统方法
测量距离	10-200m	10-100m
测量精度	高	低
人工作业工作量	人工工作量小	人工工作量大
成本	低	高
安全性	高	低
环境限制	小	大
数据实时性	实时	非实时
成图速度	快	慢
前期工作准备	工作响应时间快	需要较长时间

作者简介：曾璐（1988.01--），本科，湖南省益阳市，主要从事施工技术测量管理、BIM工程师、助理工程师，e-mail: 393264138@qq.com；13510869090；通信地址：河南省郑州市二七区建设东路33号河医立交桥西500米“7401工程”隐患综合治理项目。



图1 视觉跟踪仪

2 原理介绍

视觉多点跟踪监测系统由相机、镜头、标靶、计算机、处理软件和数据平台等组成。系统利用相机和镜头采集结构的图像信息，以标靶作为视觉监测的追踪对象，通过计算机软硬件和处理软件对图像数据进行分析，得到结构的位移响应，并通过数据平台进行上传和存储，以便后续的评估和管理。视觉多点跟踪结构位移监测的具体方法取决于不同的应用场景、标靶类型和算法选择，但其一般流程可以分为以下4个步骤。

2.1 相机标定

通过建立三维世界坐标系和二维图像坐标系之间的投影映射，并消除由于透镜畸变造成的图像失真，实现从图像像素点到三维空间点的坐标转换。

2.2 特征提取

根据测量目的和场景选择合适的图像特征，如灰度、边缘、角点、轮廓、颜色、纹理等，并利用图像处理算法提取这些特征，为后续的目标跟踪和位移计算提供依据。

2.3 目标跟踪

根据提取的图像特征，采用相应的目标跟踪算法，如模板匹配、特征匹配、光流法、几何变换、粒子滤波、深度学习等，对感兴趣的标靶或标志物在视频序列或图像集中进行定位和跟踪，得到其在每一帧图像中的位置和运动状态。

2.4 位移计算

根据目标跟踪的结果，计算目标在图像平面上的位移向量，并结合相机标定的参数，将二维图像位移转换为三维空间位移，从而得到目标的三维运动信息。^[3]

3 工程应用

3.1 工程概述

基于郑州地区“7401 工程”隐患综合治理项目，针对工程中的关键风险点，选取目标区域的两个关键桥墩的监测点，应用视觉多点跟踪技术对关键结构构件的变形开展实时监测，最终确定“7401 工程”隐患综合治理项目对路面桥墩的影响。

3.2 风险点概况

两个关键桥墩的地下空间为郑州市“7401 工程”地下防空洞，在7·20郑州特大暴雨后，地下水位上升，工程全线被水包裹。而“7401 工程”隐患综合治理项目需要在地下防空洞向外部抽水，考虑到抽水时洞内积水高度和地下水位高度变化对地面地表及桥梁的各方面影响，因此，需对关键桥墩进行实时沉降监测和预警

3.3 工程实现

在两个关键桥墩处布置两个无源标靶，并在100m范围内布置无源标靶补光灯，使位于桥墩处两个无源标靶能够接收到补光灯信号。最后于桥墩处200m范围内高处布置相机和镜头，使两桥墩标靶在相机镜头范围内。^[4]



图2 标靶布置



图3 无源标靶补光灯布置



图4 相机及镜头布置

3.4 监测结果与分析

采用监测控制系统对相机采集到的图像数据进行分析。



图5 一号桥墩沉降变化图（单位：mm）



图6 二号桥墩沉降变化图（单位：mm）



图7 两个桥墩沉降变化对比图（单位：mm）

由图5和图6桥墩沉降变化图知“7401 工程”隐患综合治理项目对路面桥墩的影响在合理范围内,防空洞内抽水和地下水位变化对路面影响不大。

由图7知两个相近桥墩沉降变化趋势几乎相同,可见视觉多点跟踪仪在桥梁监测中的精度高的特点。^[5]

4 结语

随着基于机器视觉的监测技术越来越成熟,视觉多点跟踪仪技术在桥梁监测中的应用前景将会越发广阔,本文通过结合郑州“7401 工程”隐患综合治理项目过程中对视觉多点跟踪仪的应用,探讨其在桥梁监测工程中的可行性,为基于机器视觉的监测技术在桥梁监测的推广应用提供提供了有益的借鉴。

参考文献

- [1]雷冬,杜文康,基于机器视觉方法的高铁桥梁监测技术研究[J].铁道工程学报,2023(3)
- [2]陈登伟,郭双喜,机器视觉技术在地下交通枢纽施工变形监测中的应用[J].铁道科学与工程学报,2022(12)
- [3]蒋进波,基于计算机视觉的深基坑周边密集建筑群沉降监测方法[J].建筑结构,2022(2)
- [4]赵少杰,基于角点校准的暗光下桥梁位移监测研究[J].湘潭大学学报,2023
- [5]基于机器视觉的型钢梁施工过程变形监测技术研究[J].施工技术,2023(24)