

数字图像识别技术在桥梁荷载试验中的应用

申 琨

宁夏公路工程质量检测中心(有限公司) 宁夏 银川 750000

摘 要: 桥梁项目荷载监测是结构项目研究工作的关键推进力,桥梁位移是桥梁荷载监测的重要参数,也是桥梁安全评价工作的关键指标,所以需要采用前沿技术开展检测工作。对此,本文介绍了数字图像识别技术概述,分析了桥梁荷载试验中数字图像应用方法,并结合S工程介绍了该技术的实施要点。

关键词: 数字图像; 桥梁工程; 荷载试验

Application of Digital Image Recognition Technology in Bridge Load Test

Shen Kun

Ningxia Highway Engineering Quality Testing Center (Co., Ltd.) Ningxia Yinchuan 750000

Abstract: Bridge project load monitoring is the key propulsion force of structural project research work, bridge displacement is an important parameter of bridge load monitoring, but also the key index of bridge safety evaluation work, so cutting-edge technology is needed to carry out the detection work. This paper introduces the overview of digital image recognition technology, analyzes the application method of the digital image in the bridge load test, and introduces the implementation points of the technology combined with S engineering.

Keywords: Digital Image; Bridge Engineering; Load Test

前言:桥梁项目在日常运营时,需要承受人群荷载、碰撞、风压力、雪压力、水压力、冰压力、预应力、土压力、自重、汽车荷载以及其他荷载作用。为了检验桥梁承载力可以充分满足设计要求,为工程竣工验收提供良好决策保障。或是对现役桥梁展开检测,为桥梁加固决策、养护以及维修等工作提供决策保障。所以研究荷载试验,对于保障桥梁稳定运行具有重要作用^[1]。

1 数字图像识别技术概述

对于数字图像识别技术来讲,属于深入应用计算机技术过程中的延伸技术,借助计算机技术能够针对图像展开去噪声、特征分割以及提取等处理。就是借助转化技术对图像信号进行数字信号转化,之后借助计算机技术开展相关处理工作。最初,相关人员主要采用增强功能处理图像,然而在科技快速发展过程中,数字图像技术在林业、工业等领域中也得到广泛应用。

该技术一般涵盖摄像机、图像信息采集器、显示终端以及图像信息处理计算机等装置,对这些装置进行合理结合,就是数字图像识别过程中。与传统图像技术相比,该技术具有自动化程度突出、图像再现、应用范围广等特点^[2]。

2 桥梁荷载试验中数字图像应用分析

2.1 荷载提取

一些荷载提取方法主要是在噪声少、目标清晰、图像质量好的基础展开处理,但是桥梁结构较为复杂,会存在一些噪声问题,对荷载参数提取效果产生严重影响。所以,在荷载检测过程中,荷载目标提取方法非常重要。

在荷载目标提取过程中,选择滤波器、分割灰度阈值、噪声去除阈值选择、提取特征、计算特征值等。对于原始图像来讲,会存在噪声问题,需要科学采用滤波器开展滤波处理,可以充分抑制图像中相关噪声问题。灰度阈值的分割情况也会对后续图像分析结果产生影响,进而影响荷载参数提取以及测试等工作。在图像处理中,阈值选择施工属于难点问题,相关人员可以选择迭代法、自定义方法等对阈值进行确定。二值图像完成分割之后,会存在一些白色连通部位,按照经验可以对小面积区域直接判定为噪声,然而需要合理设定阈值展开筛选。提取特征时,结合图像中荷载区域对挠度等特征量进行提取^[3]。

2.2 数字图像去噪

(1) 中值滤波。该方法属于非线性滤波方法,可以对图像中噪声进行有效抑制,其主要指导思想为:噪声一般以散点形式为主,此类散点仅对应少量像素数量,图像有效成分主要通过像素面积大、数量多的部分组成。种植滤波较为简单,主要是借助一个图像对图像展开扫描处理,对窗口中

像素根据灰度级降序、升序等方法进行排列处理,选择灰度值居中像素灰度值用于窗口像素灰度,进行种植滤波处理之后,灰度值如下:

$$g(m,n)=\text{Median}\{f(m-k,n-l), (k,l)\in w\} \quad (1)$$

一般窗口像素数值是奇数,保证中间存在像素值。因为中值滤波无需进行除法、乘法运算,因此处理速度较快。

(2) 低通滤波。该方法属于频率域处理技术,以频率特性对图像进行分析过程中,一帧图像颗粒噪声、跳跃与边缘部分在频域中体现出高频分量,面积体现出图像信号具体低频分量情况。即采用二维傅里叶对图像进行变换处理,噪声频率通常处于高空间频率区域中,图像频率分量主要位于低空间频率区域中,所以可以借助低通滤波方法,有效抑制高频分量,顺利通过低频分量,进而提高图像平滑度。见下式:

$$G(u, v)=F(u, v)H(u, v) \quad (2)$$

其中, $H(u, v)$ 代表滤波器实际频率响应。 $F(u, v)$ 原始图像中的傅里叶频谱。 $G(u, v)$ 代表图像平滑之后图像的傅里叶频谱。

2.3 图像分割

(1) 以灰度值方图为基础的阈值分割。该方法主要是对直方图中涵盖2个波峰,之后借助阈值 T 从背景中对目标进行提取。之后借助全局阈值开展图像二值化处理过程中,应该对最佳阈值进行分析。此过程中,应该结合实际问题进行分析,通常可以借助实验确定。针对相关给定图像,应该借助直方图分析对最佳阈值进行确定。在直方图双峰较为显著情况下,一般采用2个峰值中点用于最佳阈值。

(2) 迭代阈值。设定图像中点 (i, j) 灰度值为图片中 $f(x, y)$ 以及 $f(i, j)$, 点 (i, j) 权重系数为 $N(i, j)$, 采用点 (i, j) 灰度概率确定 $N(i, j)$ 。

① 对图像中 f_k (灰度最小值)、 f_l (灰度最大值) 阈值初始值进行计算:

$$T_0=(f_k+f_l)/2 \quad (3)$$

② 按照 T_k 情况分割图像变为背景、目标2部分,对两部分灰度均值 F_B 与 F_0 进行计算:

$$F_B=\frac{\sum_{f(i,j)>T_k} f(i,j) \times N(i,j)}{\sum_{f(i,j)>T_k} N(i,j)}, F_0=\frac{\sum_{f(i,j)<T_k} f(i,j) \times N(i,j)}{\sum_{f(i,j)<T_k} N(i,j)} \quad (4)$$

③ 对新阈值 T_{k+1} 进行计算:

$$T_{k+1}=(F_B+F_0)/2 \quad (5)$$

④ 如果 $T_k=T_{k+1}$, 结束运算。若是两者不相等,那么转向步骤②。

⑤ 步骤④结束之后,获得的 T_k 就是最佳阈值。

但是应用该方法过程中,需要投入大量时间,同时迭代过程中赋予初值情况会对迭代次数情况产生影响,因此,需要结合具体情况是否考虑应用。

(1) 光斑图像阈值。因为光斑图像面积大、背景区域暗

以及目标区域面积小、并且量的特点,可以结合光斑图像的特点合理选取阈值,该方法属于最大类间方差优化算法,主要指导思想就是采用目标与背景的最小类内方差、最大类间方差,同时引入最大背景目标面积比,用于判定准则,对 δ^2 (目标函数) 进行构建,对 T 值进行改变,促使 $\delta^2(T)$ 达到最大状态,那么图像阈值就是 T ,借助该阈值对图像展开二值化处理。 T 值计算公式如下:

$$\delta^2(T)=\omega_1(T)[u_1(T)-u_2(T)]^2/\omega_1(T)\sigma_1^2(T)+\omega_2(T)\sigma_2^2(T) \quad (6)$$

其中, $\sigma_2^2(T)$ 目标区的类间方差。 $\sigma_1^2(T)$ 为背景区的类间方差。 $u_2(T)$ 为目标均值。 $u_1(T)$ 为背景均值。 $\omega_2(T)$ 为目标概率。 $\omega_1(T)$ 为背景概率。

3 应用实例分析

3.1 S工程概况

S工程为S桥梁位移监测项目,因为桥梁监测工作中,位移测量属于关键构成内容,可以将桥梁形变情况充分反映出来,进而确定是否处于安全要求内,能够为桥梁结构健康监测以及损伤识别等提供良好参数,要相对技术数字图像识别方法在桥梁项目健康检测中应用状况进行验证,选择S工程展开实验验证。

S桥梁是JH山与W省道重点项目,其长度设计为380m,在TP湖中设置主墩,跨桥两边采用对称布置方式,跨径组合是(190+190)m。S桥选择梁塔墩固结体系,S桥基础选择高桩承台,同时桥面的纵向坡度设计为0.5%,塔高度设计为86.8m,横断宽度设计为18.2m,进行中央分隔带设置,上行与下行车道数量为4个,不设置人行道,防撞墙宽度设计为0.5m,分隔带宽度设计为3.2m。中轴线的锚固带中斜拉索两侧进行钢护栏设置,在防撞墙中进行监控交通标志、照明以及其他设施设置。

3.2 数字图像法在S工程中的应用分析

为了对数字图像法在健康监测工作中可行性以及准确性进行有效验证,选择桥塔位置固定相机用于不动点,专门定做支架放置相机,支架选择大刚度合金进行焊接处理,同时选择膨胀螺栓对支架与桥墩进行连接处理。

将LED灯靶标固定在桥梁跨中部位,为了对跨中位移数据进行准确测量,在跨中钢架中固定灯靶标,紧固桥梁与跨中钢架。

对S大桥在2022年2月11日22:00—2月12日22:00一天的位移数据进行测量。桥梁位移变化趋势与相应温度波动趋势较为温和,就是从11日22:00至12日06:00之间呈现出下降趋势,从06:00—17:00温度逐渐上升,之后温度从18:00—22:00温度开始趋于原始状态。并且桥梁位移并未出现较大变化,11日14:00是温度最高时刻,此时桥梁下挠值达到最大状态,在温度不断下降过程中,位移开始恢复,在12日22:00恢复至初始位置。同时,在06:00—18:00车辆荷载处于高峰期,同时,在02:00—04:00车辆荷载最大。

通过数字图像技术获取信息过程中进行频谱分析工作,对S桥前三阶的频率进行识别。借助振动加速度开展桥梁参数识别以及动力分析工作,该方法在其他工程的荷载测试中具有良好应用^[4]。

将加速度传感器设置与LED等靶标位置,获得相关加速度数据,同时展开频谱分析,并对S桥前三阶频率展开识别处理,用于对比分析工作。对比数据如下所示:(1)一阶。图像方法获得的频率值为0.445,加速度传感器获得的频率值为0.446,两者之间相对误差为0.22%。(2)二阶。图像方法获得的频率值为0.713,加速度传感器获得的频率值为0.706,两者之间相对误差为0.99%。(3)三阶。图像方法获得的频率值为1.155,加速度传感器获得的频率值为1.203,两者之间相对误差为3.99%。

通过上述数据能够发现,数字图像识别频率和传感器的识别频率之间并无较大差异,一阶与二阶频率的相对误差在

1%以内,虽然三阶的相对误差比较大,然而保持在4%以内。

结语:综上所述,荷载是桥梁安全评价中关键指标,所以在结构工程行业中得到了广泛重视。数字图像识别技术具有成本低、精度高以及非接触等特点,因此深受工程领域的相关人员青睐,可以进行无损检测以及检测等工作。

参考文献:

[1]舒小娟,赵洋,刘浩.基于图像处理技术的桥线形识别方法[J].山西大同大学学报:自然科学版,2021,37(05):4-4.

[2]常建芳,李丽荣,王晓刚,等.基于数字图像处理的轨面竖向动位移远程采集方法[J].铁道建筑,2022,62(03):5-5.

[3]张华军,兰虎,于治水,等.一种大型起重机箱梁焊接制造的变形数字孪生优化方法:,CN112276388A[P].2021.

[4]周庆祥.从平面到互动:数字信息图像的应用与挑战——以台湾媒体为样本的生产分析[J].新闻记者,2014(03):9-9.