

浙江省交通运输科技成果推广目录申报表

一、成果概况

| | |
|----------|--|
| 成果名称 | 基于深度学习的沥青路面裂缝智能识别与分类技术 |
| 成果类型 | ●技术 ○工艺 ○材料 ○装备 |
| 专业领域 | 道路工程 |
| 申报单位 | 浙江省交通运输科学研究院 |
| 联系人及电话 | 联系人：奚晨晨；联系电话：15757196813 |
| 推广应用起止时间 | 2022年01月 ~ 2024年12月 |
| 申报单位意见 | 我单位申请将上述成果列入《浙江省交通运输科技成果推广目录》，并承诺所有关于申请单位与成果的文件、证明、陈述均真实、准确。如有违背，我单位将承担由此产生的一切后果。 申报单位法人代表签字： 申报单位公章： 年 月 日 |
| 主管部门推荐意见 | 市级交通运输主管部门或厅属单位或省级有关单位意见 公 章： 年 月 日 |

二、成果简介（可另附页）

| | |
|--------------|---|
| <p>成果简介</p> | <p>沥青路面作为公路工程的重要组成部分，是推动经济发展的重要基础设施。随着使用年限的增长，沥青路面出现了不同形式病害，其中路面裂缝已经成为浙江省内公路及城市道路的最主要病害。伴随计算机与摄像头等硬件的发展，使用综合检测车能在短时间内快速获取大量路面高质量数据，但是目前对所采集的路面图像依然依赖专业人员进行分析判断，人工分析存在工作效率低、劳动强度大、复现性差、人力成本高等问题。同时利用数字图像处理技术进行沥青路面病害识别的研究，多局限于二维灰度图像分析技术，应用效果不尽人意。基于上述不足，本成果利用工业相机采集的二维裂缝图像与线激光器采集的三维点云数据，采用深度学习技术对沥青路面裂缝进行智能分析。</p> <p>项目组在“基于深度学习的沥青路面裂缝智能识别与分类技术研究”（项目编号：2020045）浙江省交通运输厅科技计划项目的资助下，系统的开展了沥青路面裂缝智能识别与分类技术在裂缝病害检测的应用。基于工业相机采集的二维裂缝图像与线激光器采集的三维点云数据，利用深度学习技术开展沥青路面裂缝智能识别研究。通过沥青路面裂缝图像数据清洗及预处理技术，结合残差神经网络、语义分割模型进行了沥青路面裂缝分类及提取计算。基于三维点云数据开展了沥青路表纹理重构及裂缝特征指标提取技术研究。主要成果如下：</p> <p>（1）结合人工清洗和模型清洗方法，形成了以双边滤波和灰度矫正为主的裂缝图像预处理技术，能够解决裂缝图像数据噪声大、特征信息表现弱、样本总量较少的问题；</p> <p>（2）形成了裂缝图像分类与语义分割两步式方法，能够实现裂缝图像样本分类高准确率，沥青路面裂缝几何信息提取高精度；</p> <p>（3）开展了面向沥青路面裂缝数据采集的激光点云装备比选研究，形成的三维激光点云重构算法及裂缝信息特征提取算法实现了高速采集（80km/h 以上）环境下裂缝长度与面积的快速与高精度计量。</p> |
| <p>专利</p> | <p>无</p> |
| <p>软件著作权</p> | <p>无</p> |
| <p>标准规范</p> | <p>无</p> |

| | |
|----------|--|
| 其它已取得的成果 | <p>[1]Haihang Han,Tianjie Zhang,Qiao Dong,Tianyou Zhang,Yangyang Wang.Pavement Roughness Level Classification based on Logistic and Decision Tree Machine Learnings.IFRAE.2021.</p> <p>[2]Haihang Han,Hanyu Deng,Qiao Dong,Xingyu Gu,Tianjie Zhang,Yangyang Wang.An Advanced Otsu Method Integrated with Edge Detection and Decision Tree for Crack Detection in Highway Transportation Infrastructure. Advances in Materials Science and Engineering.2021.</p> <p>[3]韩海航, 迟凤霞.卷积神经网络在道路裂缝检测中的应用.科技创新与应用.2021.</p> |
|----------|--|

三、有关指标（可另附页）

| | |
|------------|---|
| 技术指标 | <p>(1) 成果提出的基于残差神经网络的图像分类算法对于总体样本清洗结果的精确率、召回率和 F1 值均已超过 95%，其中 F1 值已经达到了 96.8%。</p> <p>(2) 成果提出的基于卷积注意力模块（CBAM）改进 ResNet50 的图像分类算法对于裂缝图像样本分类结果的准确率均已超过 90%。</p> <p>(3) 成果融合了基于 CBAM 改进的 ResNet50 算法和 U-Net 算法，构建了用于沥青路面裂缝几何信息提取的两步式方法；通过模型训练最终的 MIoU（均交并比）结果达到了 0.4967，表明该算法在裂缝语义分割中能够实现较高的精度；在模型训练数据集中，各类裂缝长度和面积计算误差均在 13% 以内，但在实际工程应用中各类裂缝长度和面积计算误差均在 15% 以内。</p> <p>(4) 成果基于激光点云的沥青路面裂缝检测技术适用于 1mm 宽以上的路面裂缝检测，对标《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018），该技术可满足高速公路、国省道、县乡道路况评定与精细化检测的应用需求。</p> |
| 经济指标 | <p>利用高精图像/视频和三维点云数据建立裂缝识别平台，为浙江省内路面裂缝检测的标准化、智能化、路网化提供了可能。若采用深度学习的模型智能地对裂缝图像进行分类和分级，处理速度可以达到 80km/h，统计效率大约是人工的 10-15 倍。该技术改变了传统的人工检测的主观性和低效性，对于形成体化产品，推动行业智能化、现代化，实现经济模式改型，有着非常重要的意义。</p> |
| 可采取的推广应用措施 | <p>(1) 成果基于深度学习的裂缝图像智能分类与分级可为浙江省检测行业内单位提供智能化、现代化的道路检测一体化方案，可深入应用于道路工程检测项目中，提高路面病害检测技术水平及检测效率。</p> <p>(2) 深入浙江省高速公路、国省道、县乡道沥青路面建设与养护全过程技术服务，实现路面裂缝等病害检测及路况评定的标准化、智能化、快速化，为可视化与精细化的养护决策服务。</p> <p>(3) 聚焦数字经济，结合自主研发的基于工业相机和三维激光点云的裂缝识别与分类模型、人工智能算法，拓展新型人工智能检测业务，突破道路智能感知与绿色管养技术，为我省数字公路建设与人工智能科研成果产业化开辟良好的应用场景。</p> |

| | |
|---------------------|--|
| <p>申报单位及其推广能力简介</p> | <p>浙江省交通运输科学研究院是省交通运输厅直属的公益二类事业单位。2018 年启动与浙江公路水运工程咨询有限责任公司、浙江交科工程检测有限公司等行业科创资源融合提升,打造浙江未来交通科创中心。2021 年,科研、经营板块,以“一体两翼、双轮驱动”发展宗旨深度融合,在战略规划政策、智慧交通(人工智能)创新研究、通用航空发展、轨道交通发展、公路水运技术创新研究、运输与绿色安全发展研究、工程技术审查评估、产业发展与成果转化等领域开展科研与技术服务;在公路水运工程咨询管理(全过程咨询,规划研究、勘察设计、咨询评估、招标代理、建设管理、施工监理)、高速公路智能收费管理及拓展业务、信息化(开发、运营、维护、应用)、工程检测、港航经济、物业管理、电子口岸开展经营业务。交科院共有在职员工 1700 余人,其中高级职称 370 多名(含正高 55 名),拥有部省级专家 60 名,浙江省 151 人才 3 名,交通运输部科技英才 3 名,加盟院士首席科学家 3 名、领军人才 6 名、中国公路学会百优工程师 4 人。科研板块下设 6 所 2 中心,经营板块下设 12 个公司。拥有 4 大省部级科研平台,包括新一代人工智能技术应用交通运输行业研发中心、物联网技术应用交通运输行业研发中心、浙江省道桥检测与养护技术研究重点实验室、浙江省交通运输发展战略与政策研究基地。</p> <p>全院坚持条件建设、队伍建设、资质提升、质量提升、体制机制创新,全面推进协调发展,取得了一大批创新成果,并通过成果推广应用转化为生产力,在桥梁健康监测、道路无损检测与性能评估、智慧交通等领域开展了大量成果推广应用,取得了显著的社会与经济效益。</p> |
| <p>推广应用实例</p> | <p>依托本技术成果先后服务于多个国省道及高速公路工程项目施工控制及服役性能评估中,取得了良好的社会和经济效益。其中,成果应用单位—浙江交工高等级公路养护有限公司依托本成果,在龙庆高速公路工程 K2700+780-K2753+750 路段开展沥青路面裂缝智能检测。结果显示,基于三维激光点云的沥青路面裂缝智能检测技术在行车速度 80km/h 及以上可准确识别 1mm 宽以上的路面裂缝,病害定位精度可控制在 3-5cm 误差范围。由此表明,本成果研发的基于三维激光点云的沥青路面裂缝智能检测技术可用于高速公路沥青路面裂缝病害检测。该技术成果在高速公路沥青路面裂缝病害调查的成功应用,具有明显的经济社会效益和广泛的推广应用价值;成果应用单位—诸暨市公路与运输管理中心依托本成果,在 G235(新海线)K0+212-K2+320 开展路面表观裂缝智能分类识别技术的工程应用。经数据采集,随后通过项目开发的基于深度学习的沥青路面裂缝智能识别与分类技术进行路表裂缝智能识别,其结果与人工统计分析的结果进行对比验证。测试结果显示,基于深度学习的沥青路面病害分类准确率达到了人工统计水平的 93%左右。由此表明,项目研发的科研成果能应用于国省道和农村公路的裂缝智能分类识别,并且具有较高的检测精度,具备良好的经济社会效应和广泛的推广应用价值。</p> |