基于深度网络与特征分析的非接触式引伸计形变检测框架研究

一.成果完成人及所在单位： 许清华，计算机与信息工程学院 指导教师：王晓栋

二.成果简介：

为改善工业力学拉伸测试中传统接触式引伸计精准度不高、兼容性差、效率低、人工成本高等短板，本成果结合新型非接触式视觉引伸计，利用深度神经网络与机器视觉技术实时检测目标材料拉伸形变。本成果以高速摄像机拍摄的金属材料拉伸图像为处理对象，使用深度神经网络与辅助标记点检测金属材料在竖直方向的形变，提取并分析金属材料表面特征及在水平方向的形变，得到该材料的泊松比、伸长率、弹性极限等力学性能参数，进而为后续新型材料的设计、研发、质量评估和选材等提供重要参考依据。本成果设计的算法有较好鲁棒性，可适应多种尺寸、多种属性的材料，节省检测成本，且具有测量精度高，人工成本低的特点，能满足至少 0.01mm 级精度和最高 30fps/s 的实时检测需求。本成果已成功应用于企业生产实践，并可为后续工业全自动力学拉伸测试提供可行方案。

三. 主要研究内容及创新点：

结合新型非接触式视觉引伸计（见图 1），本成果利用深度神经网络与机器视觉算法检测金属材料水平方向上和竖直方向上发生的形变。为满足工业实时检测需求，材料形变检测（见图 2）不仅要考虑检测精度还要兼顾检测效率。为兼容多种不同属性的材料，本成果使用 2 个标记点标识材料表面感兴趣区域，并使用深度神经网络模型检测每帧图像中标记的位置。深度神经网络以 Darknet53 为 backbone，使用改进的 FPN 提取多层特征图。提取的特征图被送入 detect head 检测标记点的所在位置，进而得到标记点几何中心坐标。通过计算每帧图像中 2 个标记点间距离变化以计算该区域发生的竖直形变。为保证检测精度和效率，使用图像处理算法对该形变区域进行噪声过滤、边缘平滑等预处理后提取该区域表面特征，分析提取到特征，过滤和修正该形变区域目标材料的边界。最后以边界为基准分析目标材料的水平宽度，进一步计算每帧图像中宽度的变化，即水平形变。

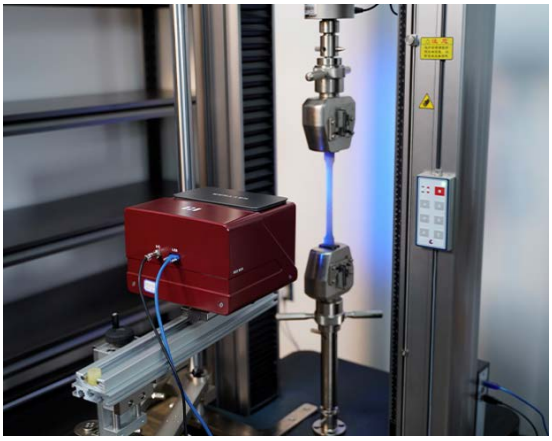


图 1 拉伸试验图

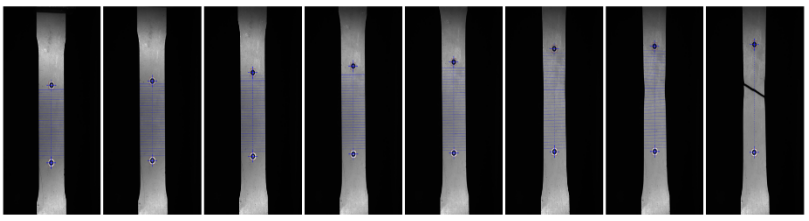


图 2 材料形变检测展示图

四. 主要研究成果及应用情况

在 2022 International Symposium on Design Studies and Intelligence Engineering (DSIE2022)发表 EI 检索论文《Non-contact Extensometer Deformation Detection via Deep learning and Edge Feature Analysis》1 篇，论文中提出的框架已在成果完成人校外实习阶段成功应用于企业生实践，并作为企业申报奖项的部分支撑材料。基于对特征学习的理论研究撰写了论文并投稿至期刊（SCI 二区，目前处于审稿阶段）。基于上述 EI 检索论文扩展优化的 SCI 期刊论文处于撰写阶段。

联系人：许清华， 电 话：17707450311 Email:1021896191@qq.com