

1. 博士论文研究方向： 无靶标环境下多传感器数据融合的毫米级精度三维模型重建

选题类别：

☐基础性研究

☒应用性研究

☐工程技术攻关研究

☐新开辟的研究方向

☐已有研究方向的继续

☐其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

三维重建过程首先使用传感器采集待重建对象信息，随后利用图形学基本原理相关、算法构建适用于计算机保存、处理、显示和交互的数字化三维模型。

基于现有使用激光雷达和图像传感器的三维重建算法调研结果，考虑到商用激光雷达测距误差（典型值为2cm）和图像传感器位姿估计偏差（通常为cm级）。因此在通常情况下，对于尺寸较大的重建对象（如尺寸范围在20-200m之间的大型不可移动文物），模型点云的位置误差要求在50mm范围内。同时，为降低增量式运动恢复结构（Shape from Motion）等位姿估计算法的累计误差，通常采用在已知位置布设靶标，提高传感器位姿估计精度。该方法已广泛应用于城市测绘、地质考察等任务中。

综上所述，当前已有的大尺度目标三维重建算法对靶标依赖程度较大，靶标布设和拆除过程需要耗费大量的人力、物力，在空间环境中情况更为严重。同时，算法生成模型点云对应厘米级的位置误差，无法达到实际任务中毫米级的精度要求。

因此，为实现在无靶标的条件下获取毫米级的高精度三维模型，需要采用多传感器数据融合的思想。在重建对象信息获取过程中，同时搭载激光雷达、摄像机以及惯性单元(IMU)等传感器进行数据采集，分别获取目标深度、颜色与纹理以及数据采集系统运动信息。对各传感器获取信息进行分别处理并进行融合，实现传感器之间的优势互补，以提高采集系统位姿估计算法和最终生成模型精度。

同时，对三维重建过程中靶标具体作用进行分析。包含靶标信息的点云、图像数据可使用基于模版匹配的经典算法，获取高质量的额外控制点位置、方向和尺度等信，用于后续的特征匹配任务中。靶标提高了特征提取和匹配过程的准确性，因此提升了后续的采集系统位姿估计算法的精度，为后续进一步获取高精度模型奠定了基础。

考虑到无靶标的情况，对于人类而言，获取靶标的特征点，与不使用靶标利用对象三维结构和图像信息提取概括的特征，在难度上没有实质的区别。然而，与人类视觉不同，计算机在使用在固定形状的靶标作为参照的情况下，使用基于模版匹配的图像处理算法提取靶标特征点和描述子，并进行匹配的难度较低。而在无靶标的情况下，由于不存在固定匹配模版。在使用基于局部像素梯度信息的经典特征提取算法时。存在着特征提取和匹配过程存在着受外界光照干扰导致特征点位置不准确甚至丢失以及匹配错误等问题。同时，经典特征描述子通常仅考虑该特征点邻域内的统计信息，难以从整体图像语义层面理解图像。

在没有靶标辅助的情况下，需要构建融合全局图像语义信息的特征提取算法，考虑将基于深度学习的图像特征提取算法整合到三维模型重建任务中。由于深度学习神经网络框架能够提取较强的特征提取和表征的能力。可使用SuperPoint、NRE(Neural Reprojection Error)等基于神经网络框架计算两张图像中匹配的特征点对并提取上述特征位置对应具有全局图像语义信息的特征描述子。

总之，首先设计并使用机械加工样件用于重建实验，随后搭建安装包含激光雷达、摄像机以及惯性单元(IMU)等传感器的数据采集平台系统，对待重建对象进行采集构建数据集。使用数据集对神经网络模型进行训练，进行采集系统位姿状态估计，用于生成三维模型并与试验件基准模型进行比较，对算法构建三维模型精度进行评估。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

北京卫星环境工程研究所合作研究课题

1. 博士论文研究方向： 制造工艺可靠性

选题类别：

☐基础性研究

☐应用性研究

☒工程技术攻关研究

☐新开辟的研究方向

☐已有研究方向的继续

☐其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

齿轮箱作为机械传动中的重要组成部分，在诸多领域中有广泛的应用。其中大型高精度齿轮传动箱在重工业、能源、交通运输等领域应用广泛，是许多重型设备的核心部件。箱体加工精度稳定是影响大型高精度齿轮传动箱传动精度和效率的重要因素之一。然而大型高精度齿轮传动箱体的加工中变形问题由于涉及到材料学、弹塑性力学、工艺学等多个学科一直是制造业公认的技术难题。而随着计算机技术和有限元技术的飞速发展，根据引起大型高精度齿轮传动箱体加工变形的关键工艺和影响因素，基于有限元建模和仿真技术能够有效地预测工件的变形趋势，可以有效的提高制造工艺稳定性。 针对大型箱体在制造过程中受大自重、大尺寸影响和约束带来的关键尺寸精度难以保持稳定性问题，开展面向其制造全过程关键制造工艺研究。以弱刚性薄壁箱体为典型研究对象，研究大型薄壁箱体焊接残余应力在位自动化检测技术，研制具有大范围、非接触、非破坏的焊接残余应力检测装备，实现焊接残余应力去除效果的定量评价。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

部委基础科研