

广东省科技创新战略专项资金
作品申报书
(科技发明制作类)

申报者基本情况	姓名	杨至立	学校	南方科技大学	
	学历	本科生	系别、专业、 年级	系统设计与智能制造学院 工业设计专业 大二	
	联系电话	13979300723	电子邮箱	12112711@mail.sustech.edu.cn	
	项目名称		面向元宇宙的多模态三维全景感知		
合作者情况	姓名	性别	所在单位	专业	学历
	姬宇杰	男	系统设计与智能制造学院	智能制造与机器人	硕士生
	王礼安	男	系统设计与智能制造学院	电子科学与技术	硕士生
	安轩	男	系统设计与智能制造学院	智能制造与机器人	硕士生
	常旭峰	男	系统设计与智能制造学院	工业设计	本科生
	童杨磊	男	深港微电子学院	微电子科学与工程	本科生
	邓宇航	男	计算机科学与工程系	计算机科学与技术	本科生
	朱骐	男	理学院	数学系	本科生
指导教师	姓名	职称	所在单位		联系方式
	马兆远	教授	系统设计与智能制造学院		13366751739
	李俊杰	研究助理	系统设计与智能制造学院		13051911776
	尉进	工程师	系统设计与智能制造学院		15999633796

项目所属领域	<p>(B) A. 机械与控制（包括工程与技术科学基础学科、测绘科学技术、矿山工程技术、冶金工程技术、机械工程、动力与电气工程、土木建筑工程、水利工程、交通运输工程、航空、航天科学技术等）</p> <p>B. 信息技术（包括信息科学与系统科学、电子、通信与自动控制技术、计算机科学技术等）</p> <p>C. 数理（包括数学、力学、物理学、天文学、地球科学等）</p> <p>D. 生命科学（包括生物学、农学、林学、畜牧、兽医科学、水产学、基础医学、临床医学、预防医学与卫生学、军事医学与特种医学、药学、医学、中医学与中药学等）</p> <p>E. 能源化工（包括化学、材料科学、能源科学与技术、化学工程、纺织科学技术、食品科学技术、环境科学技术、安全科学技术等）</p>
--------	--

项目设计、
发明的目的
和基本思路

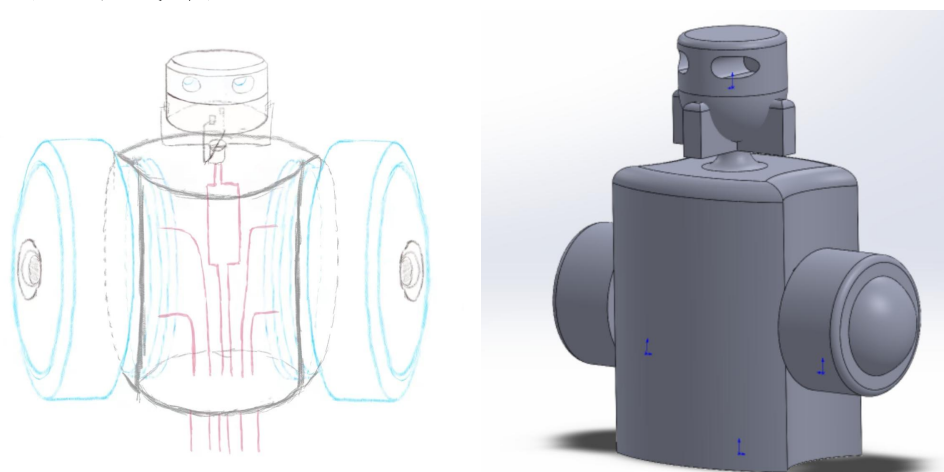
项目设计：

此项目旨在设计出一款用于元宇宙中实时采集并传输三维立体全景的视觉产品。将改进后的二维激光雷达与鱼镜头结合，实现低成本的带景深的全景视频的采集与数据融合，并传输和呈现于用户端。

发明的目的：

随着 VR/AR、元宇宙的兴起，全景视频传输得到广泛应用；场景和物体的三维建模也在无人驾驶的驱动下进入快速发展阶段。然而当前尚未有成熟的全景三维视频传输技术，且三维立体感知方面的测距技术还未有低成本、轻量化的解决方案。本发明能很好地利用鱼镜头全景视频和激光雷达空间测距，实现低成本的全景感知，进而为元宇宙的发展解决关键问题。

手绘和三维建模图：



左图中左右两侧蓝色圆柱凸体为鱼镜头，头顶部分为二维激光雷达以及其十字支架，中间红色部分为电线线路，黑色部分为框架。

基本思路：

基于已有成果即四目鱼镜头的全景视频拼接校正算法软件一套，可以将两个 180° 以上范围视角的鱼镜头成像结果拼接为一个 360° 全景视频。本项目将开发算法来减少鱼眼相机数目至两个，通过对双目鱼眼相机的产出图形校正畸变，并进行拼接得到一个完整 360° 的全景图片。

运用已有的激光振镜运动控制系统一套，可以实现平面上沿两条垂直轴线的机械摆动，在本项目中可用于二维激光雷达的改造，从而让二维激光雷达实现三维扫描，并得到三维点云，将三维点云与全景视频融合形成带景深三维全景视频。

项目的科学性、先进性及独特之处	<p>项目的科学性：</p> <p>此次全景图像的校正拼接采用一种特别的标定环境用来创建更多的环境特征点，采用 SIFT 算法来寻找出两幅等距柱状投影图之间的控制点。然后优化这些特征点从而得到外参和径向畸变方程的系数。最后得到等距柱状投影图拼接得到的球形全景图。三维激光雷达本质上是许多二维激光雷达堆叠而成，而通过改进二维激光雷达测距装置可以仅使用一个二维雷达实现低成本的三维扫描，获得三维点云数据。最后将利用视频拼接技术得到的全景视频与激光雷达点云进行数据融合，将场景内物体与背景的距离信息投射到视频画面的特征点上，得到带景深信息的三维全景视频。</p> <p>项目的先进性及独特之处：</p> <p>1. 鱼眼镜头与激光雷达实现三维全景感知</p> <p>三维重建和全景感知都有比较成熟的应用，将二者结合的三维全景感知有望提升 VR、AR、元宇宙、机器人操控等领域的沉浸感和交互体验。受限于需要处理的巨大数据量，这一技术尚处在萌芽阶段。本项目采用两个 180 度鱼眼镜头合成 360 度全景，有效减少视觉感知的数据量；二维激光雷达模拟三维激光扫描测距，降低激光点云数据的输出规模。本项目实现的经济三维全景感知能在边缘计算设备上运行，将会大大拓展技术的应用前景。</p> <p>2. 改进的激光雷达三维重建方法</p> <p>三维重建技术包含双目视觉、激光雷达、结构光、TOF 等。双目视觉匹配采用的三角测量原理基于图像处理与特征匹配，通过寻找两个图像中的相同特征点得到匹配点，从而得到深度值。然而，双目使用的是物体本身的特征点，对表面颜色和纹理特征不明显的物体（如颜色单一的墙壁），会产生匹配误差较大甚至匹配失败的问题。激光测距并不依赖于物体的颜色和纹理，能有效解决该问题。激光雷达主要分为二维激光雷达与三维激光雷达两类。二维激光雷达扫描时采用单束点状激光，因此只能采集一个平面的距离信息；三维激光雷达的主要设计是将多个激光发射器同时排列在装置上，同时发出多道激光，以达到采集三维立体距离信息的效果，但是三维激光雷达因为其高复杂度的装置构造，价格昂贵，使用场景受限。本项目设计中提出了一种低成本 3D 激光雷达解决方案并加以实现，原理是以一个普通二维扫描激光雷达为基本设备，再在其下安装一个舵机俯仰装置，将普通二维激光雷达和数字舵机相结合，通过数字舵机在另一个轴的旋转，让二维测距装置沿其扫描平面内的一条直线为轴高速旋转，进而以极坐标的形式完成对整个三维空间各个方向点云数据的采集，即实现三维测距。</p> <p>3. 视觉和三维点云的融合</p> <p>人眼感知世界，得到的是连续的三维场景图像。在计算机中三维数据通常可以用不同的格式表示，点云是其中一种常用的格式，而点云又存在着很多的挑战：（1）点云具有稀疏性；（2）点云具有无序性；（3）点云具有几何变换问题。本项目研究算法以融合鱼眼镜头采集的全景图像与激光雷达三维点云两种模态的数据，获得具有景深信息和立体感的三维全景视频流。这种方式既保留了鱼眼镜头成像面广、拍摄效率高的优点，也保留了三维点云中物体的深度信息，提升了场景重建的精确性与鲁棒性，更符合人眼观看真实立体世界的观感和心理期待，对于提升元宇宙用户体验有重要价值。</p>
-----------------	--

<p>项目的应用价值和转化前景</p>	<p>元宇宙是目前的技术研究热点之一，但是其关键技术实现依然存在现实应用难题。本项目将研究重点聚焦于元宇宙视觉（MetaVision）上，经过远程信号传输，用户可以通过 VR 视觉设备远程观察到实时场景的全景图像和景深。三维全景重建技术是实现元宇宙的关键之一，本发明能够为现实实时场景的三维重建提供更加丰富的数据，同时也能使距离测量更加精确，结合穿戴设备为用户带来更真实的体验。用户使用 VR 眼镜和手柄，远程接入机器人，就可以看到机器人身边的真实场景，并可以根据机器人周边环境及用户自身意愿进行下一步活动，由于本发明对距离的测量更加精确，相较于传统的远程操控机器人，使用者可以有更准确的判断并做出更细致的操控。这种新式的元视觉人机交互模式，在自动驾驶、抗险救灾、机器人医疗手术、地图探索与重建、文物数字化保护、数字城市建设、人体三维重建、珍惜动植勘测和保护上有着很好的应用前景。</p>
<p>项目已有研究成果</p>	<p>已有研究成果：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 四目鱼镜头的全景视频拼接矫正算法软件一套，可以将两个 180° 以上范围视角的鱼镜头成像结果拼接为一个 360° 全景视频。在本项目中可用于实现视频拼接，作为与点云数据融合的视频源；2. 激光振镜运动控制系统一套，可以实现平面上沿两条垂直轴线的机械摆动，在本项目中可用于二维激光雷达的改造。 <p>已有成果图：</p> <div data-bbox="371 1023 1398 1480"></div> <p>左图为四目鱼眼相机；右图为激光振镜。</p>

项目研究的未来工作安排（主要研究内容、进度安排及拟解决关键问题）

<p>主要研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 将二维激光测距装置进行改进，使其在小范围内可以进行高频的三维测距，获取三维空间的点云数据，以达到实时追踪的需求；2. 通过鱼眼摄像头成像技术，获取 360 度实景图像，再进行拼接校正编码传输等步骤，基本实现实时图像的生成；3. 将鱼眼镜头获取的全景实景图像与激光雷达获取的三维点云数据准确匹配，生成带有图像的距离基本的三维空间信息，基本达到建模需求。	
--	--

- | | |
|--|--|
| <p>主要研究内容：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 将二维激光测距装置进行改进，使其在小范围内可以进行高频的三维测距，获取三维空间的点云数据，以达到实时追踪的需求；2. 通过鱼眼摄像头成像技术，获取 360 度实景图像，再进行拼接校正编码传输等步骤，基本实现实时图像的生成；3. 将鱼眼镜头获取的全景实景图像与激光雷达获取的三维点云数据准确匹配，生成带有图像的距离基本的三维空间信息，基本达到建模需求。 | |
|--|--|

进度安排:		
起始时间	截止时间	进行项目
2022 年 12 月 1 日	2023 年 1 月 15 日	项目前期调研工作, 调查目前国内外已有的研究成果, 并为后几个月制作提供理论算法指导。
2023 年 1 月 15 日	2023 年 3 月 31 日	双目鱼眼镜头的全景图像形成以及校正与拼接, 然后基本实现实时图像的生成。
2023 年 3 月 31 日	2023 年 5 月 31 日	通过设计使二维激光雷达能进行三维扫描, 并准确获取三维点云数据
2023 年 5 月 31 日	2023 年 8 月 31 日	将全景视频数据与三维空间点云数据准确地匹配与融合, 生成带有景深信息的全景视频。撰写论文、专利, 完成投稿或申请。
2023 年 8 月 31 日	2023 年 10 月 31 日	制作系统原型机, 运行和测试, 改进算法与硬件的设计。
2023 年 10 月 31 日	2023 年 11 月 31 日	进一步测试系统原型机, 完成项目验收。

进度安排:		
起始时间	截止时间	进行项目
2022 年 12 月 1 日	2023 年 1 月 15 日	项目前期调研工作, 调查目前国内外已有的研究成果, 并为后几个月制作提供理论算法指导。
2023 年 1 月 15 日	2023 年 3 月 31 日	双目鱼眼镜头的全景图像形成以及校正与拼接, 然后基本实现实时图像的生成。
2023 年 3 月 31 日	2023 年 5 月 31 日	通过设计使二维激光雷达能进行三维扫描, 并准确获取三维点云数据
2023 年 5 月 31 日	2023 年 8 月 31 日	将全景视频数据与三维空间点云数据准确地匹配与融合, 生成带有景深信息的全景视频。撰写论文、专利, 完成投稿或申请。
2023 年 8 月 31 日	2023 年 10 月 31 日	制作系统原型机, 运行和测试, 改进算法与硬件的设计。
2023 年 10 月 31 日	2023 年 11 月 31 日	进一步测试系统原型机, 完成项目验收。

拟解决的关键问题：

1. 以一个普通二维扫描激光雷达为基本设备，将普通二维激光雷达和数字舵机相结合，让二维测距装置沿其扫描平面内的一条直线为轴高速旋转，进而以极坐标的形式完成对整个三维空间各个方向点云数据的采集，实现三维测距。
2. 双目鱼眼镜头广角视频高效合成全景视频的算法设计，采用两个 180 度鱼眼镜头合成 360 度全景，有效减少视觉感知的数据量。基于 VR 设备的、用户友好的呈现方式；
3. 采用深度学习实现全景视频数据与三维空间点云的准确、高效匹配技

- 拟解决的关键问题：
1. 以一个普通二维扫描激光雷达为基本设备，将普通二维激光雷达和数字舵机相结合，让二维测距装置沿其扫描平面内的一条直线为轴高速旋转，进而以极坐标的形式完成对整个三维空间各个方向点云数据的采集，实现三维测距。
 2. 双目鱼眼镜头广角视频高效合成全景视频的算法设计，采用两个 180 度鱼眼镜头合成 360 度全景，有效减少视觉感知的数据量。基于 VR 设备的、用户友好的呈现方式；
 3. 采用深度学习实现全景视频数据与三维空间点云的准确、高效匹配技

预期成果形式和效益	<p>预期成果形式：</p> <p>基于二维激光雷达、双目鱼眼镜头的全景视频生成设备 1 套；面向三维全景视频生成的多源数据融合算法软件 1 套。</p> <p>基于以上两个成果申请专利 2 个。</p> <p>效益：</p> <p>1. 获取具有三维信息的全景视频，为用户提供更丰富、准确的现场信息，能提高用户的临场体验与沉浸感；</p> <p>2. 利用低成本二维激光雷达实现轻量化的三维扫描，结合全景视频采集得到全景信息，有望为机器人感知技术提供新思路；</p> <p>3. 有望服务于全景视频的交互式体验，促进 VR 领域以及元宇宙的发展。</p>
学校团委 推荐意见	<div>(盖章)</div> <div>年 月 日</div>