

上海汽车工业科技发展基金会

产学研课题招标指南

2021 年 4 月 28 日

招标课题：激光点云与图像的全自动高精度配准技术研究

提出课题单位：武汉中海庭数据技术有限公司

上汽大众汽车有限公司

华域汽车系统股份有限公司

要求课题完成时间：2021 年 8 月 - 2022 年 12 月

一、总体目标：

行业内将激光点云精确的三维空间信息与光学影像丰富的光谱信息、纹理信息结合起来，是高精度地图、车端定位与环境感知等领域内近年研究的热点以及难点，是多模态数据融合的核心技术之一。由于传感器之间相对位姿的标定较为复杂，并且在行车过程中会实时变化，还没有泛化性较好的解决方法，难以对应复杂的真实路况。通过产学研合作，开展激光点云与图像的自动化高精度配准技术的研究，将为高精度地图构建、三维仿真、车端环境感知与定位、海量道路数据2D/3D标注等相关技术带来重大突破。

二、阶段目标：

第一阶段：2021 年 8 月 1 日--2021 年 9 月 30 日：

- 1) 完成项目整体部署、工作大纲设计与单位分工；
- 2) 完成相关调研工作、资料收集和整理工作，并形成分析综述报告；
- 3) 明确评价指标和整体技术方案。

第二阶段：2021 年 10 月 1 日--2021 年 12 月 31 日：

- 1) 完成单线激光点云与图像的配准技术详细技术方案；
- 2) 完成单线激光点云与图像的配准技术研制，交付报告和代码。

第三阶段：2022 年 1 月 1 日--2022 年 3 月 31 日：

- 1) 完成多线激光点云与图像的配准技术详细技术方案；
- 2) 完成多线激光点云与图像的配准技术研制，交付报告和代码。

第四阶段：2022 年 4 月 1 日~2022 年 9 月 30 日：

- 1) 完成单线激光点云与图像的配准技术的工程化适配；
- 2) 完成多线激光点云与图像的配准技术的工程化适配；
- 3) 完成多场景下点云和图像配准技术的优化升级，交付报告和代码。

第五阶段：2022 年 10 月 1 日~2022 年 12 月 31 日：

- 1) 完成点云和图像配准技术的性能评估验证；
- 2) 整理资料，全面总结，撰写提交项目总结报告，申请项目验收。

三、研究内容：

（一）高校承担的研制内容

1. 激光点云与图像配准的评价模型

评价模型可以包括精度维度、泛化维度、时间维度和效果维度等。

(1)精度维度：主要考虑在于参考真值的选择和获取。主要包括但不限于：

①选择激光雷达和相机的外参作为参考真值。通过手工标定或者其它精密仪器获取提供数据的配准转换矩阵。②选择配准之后激光点云转换到对应像素点的深度作为参考真值。通过加装深度相机模组获取每一个像素点的深度。

(2)泛化性维度：主要考虑自动配准算法的实现过程中会有特征选择和提取部分以及机器学习的训练。因此不同场景下的泛化性指标也很重要。该指标可以通过计算不同场景配准误差的方差进行评价。场景包括但不限于：

(a)不同类型道路，例如高速道路、匝道、普通城市道路、国/省/县/乡道路、园区内部道路、收费站道路等；

(b)不同路面状况，例如坑洼、积水、道路维修等；

(c)不同交通状况，例如畅通、堵塞等；

(d)不同天气状况，例如晴天、阴天、雾霾天、雨天、雪天等；

(e) 不同光照状况，例如强光、阴影、白天、黑夜等；

(3) 时间维度：主要考虑配准过程中消耗的数据资源的大小以及配准结果收敛的速度。该指标的评价标准可选择自动配准过程的时间。

(4) 效果维度：该指标的评价标准可以从现有各种数据的应用效果上计算。现有的激光点云和图像来源于移动测量采集车、专包采集车(均有自有采集车和供应商采集车)。采集车上的激光雷达和相机，经常需要拆装，非完全刚性连接。静态标定的参数在长时间行驶后可能会不适用。需要一种低成本高精度的配准技术，能够在较易获取的场地内进行自标定，并能够在一定误差范围内自动纠正各种因素对点云图像配准的效果造成的影响，在较长里程内保持稳定且高效的配准效果。

2. 单线激光点云与图像的自动配准技术

(1) 单线激光点云的位置精度高、目视易解析，是中海庭地图构建的主要数据来源。中海庭主要使用的是激光雷达和 GNSS/IMU 联合解算多帧融合后的点云。针对单线激光点云与图像的配准，需要考虑融合结算单线点云的过程存在的误差。

(2) ladybug 全景相机成像是由 5 个环视相机和 1 个顶视相机成像全景拼接而成，配准技术中针对全景图像也需要考虑图像拼接过程中存在的误差。

(3) 单线激光点云中道路交通要素例如车道线边缘、地面箭头角点、护栏边缘、路缘石边缘等清晰可辨，点稠密、数据量大，配准精度、时间性能要求高。

3. 多线激光点云与图像的自动配准技术

(1) 多线激光点云有单帧使用的场景，也有多帧融合使用的场景。单帧使用时，需要精确的时间同步；多帧融合使用的时候，需要考虑融合过程对配准结果的影响。

(2) 多线激光点云相较于单线激光点云来说，点较为稀疏，不易对车道线这类较细或者较小的目标做特征提取。但是地图构建和车端环境感知中，车道线都是非常重要的交通要素，直接影响成图精度、定位精度。

(3) 多线 360° 扫描式激光点云、固态振镜扫描式激光点云在纹理上各有差异，相应的处理算法或深度学习模型都需要能够适配。

(二) 企业承担的研制内容

武汉中海庭数据技术有限公司：提供单线点云、360° 扫描式多线点云、相应的相机数据、轨迹等实验数据以及实验数据使用相关的技术指导；参与制定点云与图像配准的评价模型与整体技术方案；负责将点云图像配准技术成果工程化应用与地图构建相关的技术路线。

上汽大众汽车有限公司：提供固态振镜扫描式多线点云、相应的相机数据、其他相关数据以及实验数据使用相关的技术指导；参与制定点云与图像配准的评价模型与整体技术方案；负责将点云图像配准技术成果相关工程化应用。

华域汽车系统股份有限公司：参与制定点云与图像配准的评价模型与整体技术方案；探索该技术部分应用于毫米波雷达数据和图像的配准技术的可行性。

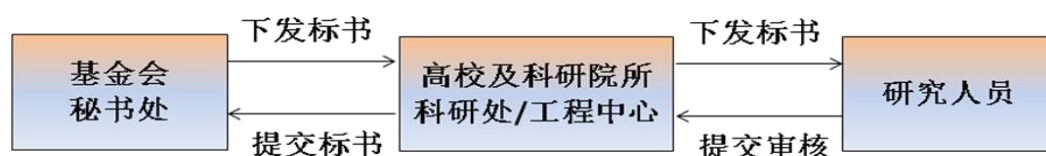
四、资助金额：

人民币 50 万元（资助款直接支付给高校或科研院所，若费用不够，由企业补充+高校或科研院所自筹。）

五、其它：

1、招投标材料含《招投标指南》、《资质认定表》、《标书（项目可行性方案）》。

2、竞标团队应通过高校/科研院所科研主管部门统一在 2021 年 5 月 31 日前向上汽科技基金会秘书处提交书面《资质认定表》一份，书面《标书》一式十份，同时通过邮件提交上述材料电子文档，过期不候。《资质认定表》和《标书》中需盖章处应加盖高校/科研院所、或其科研主管部门印章，否则视作无效标书（不能盖高校所属院系、科研院所所属部门印章）。



3、高校/科研院所应标团队应事先在各自高校/科研院所科研主管部门备案，同一所高校/科研院所只允许一个团队参与同一个课题竞标，如遇两个及以

上团队参与同一个课题应标，由科研主管部门协调推荐，否则，基金会秘书处有权优先选择在科研主管部门备案的团队参与后续招投标评审答辩工作，仅在同一个课题只有一所高校/科研院所、且有多个团队应标的情况下，才允许同校/同所的不同团队同台竞标。

4、应标团队所有成员不得同期参与两个及以上课题应标，在基金会已有课题且未结题验收的课题中所有团队成员也不得参与应标，凡发现有重名现象的课题，均被视为无效标书。

5、竞标团队负责人应具有副教授及以上职称或博士毕业及以上学历，担任院系及学校领导职务的人员不宜担任应标团队负责人；应标团队每个成员必须要有相应的研制任务，杜绝“沾亲带故”，“徒有虚名”现象，如果在后续实施过程中发现有长期不参加项目研制工作人员的情况，比如，秘书处每三个月召集一次课题研制工作例会，连续两次不参加课题研制工作例会的成员，基金会秘书处有权向应标团队及其所在高校/科研院所科研主管部门发出“除名”告示，如果涉及的是课题负责人，必须由课题负责人出具书面承诺（保证按要求参加后续基金会秘书处召集的季度研制工作例会，且本人亲笔签名）、并经其所在高校/科研院所担保（盖章）方可，否则，基金会秘书处有权直接向课题组以及所属高校/科研院所科研主管部门发出“中止课题研制工作”的告示。

6、竞标单位在编制标书期间，可通过基金会秘书处协助，与课题申请单位进行适当的技术交流。

7、由基金会秘书处对竞标团队负责人资质进行认定，符合竞标条件的团队，由基金会秘书处通过邮件告知其进入后续评标答辩环节；**答辩时间将安排在 6 月 15 日~30 日期间**，采用腾讯视频会议方式举行。在答辩期间内如有特殊情况（比如 6 月 15 日~18 日有出国计划、6 月 21 日下午有课，等等），请提前告知，以便基金会秘书处酌情（避让）安排。

8、答辩前应标团队须提前通过邮件提交 PPT 版电子文档，PPT 介绍材料应根据标书（可行性方案）章节顺序及其内容编制。

9、评标结果（指经领导审批）由基金会秘书处通过邮件告知参与该课题应

标的所有团队负责人及其所在高校/科研院所科技主管部门，如有异议，应标团队负责人可通过所在高校/科研院所科技主管部门与基金会秘书处沟通，基金会秘书处不接待个人质询。

10、上汽科技基金会秘书处联系方式：

地 址：上海市静安区威海路 489 号上汽大厦 2103 室 邮编：200041

联系人：孙代豫 王燕文

电 话： 22011226 22011216

Email : sundaiyu@saicmotor.com wangyanwen@saicmotor.com

上海汽车工业科技发展基金会

秘书处

2021 年 4 月 28 日