

上海汽车工业科技发展基金会

产学研课题招标指南

2022 年 3 月 15 日

招标课题：基于点云识别的感知融合及环境建模技术

提出课题单位：上海汽车集团股份有限公司技术中心 智能驾驶中心

要求课题完成时间：2022 年 7 月-2025 年 6 月

一、 总体目标：

毫米波雷达具有全天候的工作特点，是智能驾驶车辆的关键零部件之一。传统毫米波的角分辨率较低，对目标检测不灵敏，无法完全支持 L2 以上更高级别智能驾驶开发。随着感知零部件技术的发展，具有高质量点云成像的 4D 毫米波雷达及激光雷达将成为未来智能驾驶车辆的核心零部件。考虑成本及感知冗余等必要需求，摄像头、4D 毫米波雷达和激光雷达的多感知融合是未来汽车智能化发展的最佳解决方案。4D 及激光雷达点云数据进行融合计算是汽车智能驾驶领域的重点难点之一。

同步定位与地图构建 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)是汽车根据传感器的信息，一边计算自身位置，一边构建环境地图的过程，对车辆行驶相关的道路路面信息、障碍物进行数据建模，生成高精度地图。视觉 SLAM 具有成本低、配置灵活、适合大规模量产的优势，最适合进行整车量产应用，目前存在算法壁垒高、数据需要大规模的前期积累等难点。

本课题的研究目的旨在开发基于 4D 毫米波雷达与机器视觉及激光雷达的融合感知方法及低成本的视觉 VSLAM 环境建模方法。解决感知中由于恶劣雨雪雾天气和光线变化等导致的误检、漏检问题，提高感知系统在恶劣环境和不同光照条件下的精确度和可靠性；VSLAM 环境建模可解决特定场景下的车辆定位问题，更好为城市 NOS 功能服务。

为通过该项目研究，实现以下 3 点开发目标：

1. 利用车辆四路环视相机开发一套基于视觉的 VSLAM 系统，实现整车行驶过程中的车辆位置和姿态计算的同时，建立行驶过程中的环境地图，完成 VSLAM 系统主要完成建图与定位两个主要功能，实现低速场景下点对点泊车；
2. 开发一种基于 4D 毫米波雷达与机器视觉的融合感知方法，以解决感知中由于恶劣雨雪雾天气和光线变化等导致的误检、漏检问题，提高城市 NOS 功能感知系统在恶劣环境和不同光照条件下的精确度和可靠性；

3. 基于激光的探测精度及测距稳定性，匹配毫米波雷达全天候检测能力，开发一套基于激光雷达与毫米波雷达的融合感知方法。解决感知中由于恶劣雨雪雾天气、扬尘、尾气等导致的误检、漏检问题，提高感知系统在恶劣环境下的精确度和可靠性；

二、阶段目标：

总研究时长 36 个月，阶段目标如下：

2022 年 7 月-9 月:传感器及算法调研 对市场现有的 4D 毫米波雷达、激光雷达和需要的摄像机类型进行调研，综合考虑传感器技术状态、市场占比、应用状态等因素；现有融合计算方法及视觉定位技术相关文献及国内外进展进行梳理，形成分析报告及初步算法结构框架；（高校）

2022 年 7 月-2022 年 9 月:VSLAM 开发模块内部逻辑评审 构建环境评估模块负责对车辆行驶的环境进行评估，满足 VSLAM 建图与定位的环境需求，高校负责开发该模块算法软件，企业对其内部逻辑进行评审；定位模块负责利用传感器信息完成车辆自身位置和姿态的计算，并将内部逻辑关系提供上汽进行评审；地图管理模块负责多个地图之间的数据库维护，包含更新，删除，合并等操作，高校需负责该模块的开发并将内部逻辑关系提供上汽进行评审；（高校&企业）

2022 年 10 月-2022 年 12 月：视觉数采集车搭建及视觉数据采集、4D 雷达及激光雷达采购 搭建一辆满足（或接近）量产需求的包含摄像头数据采集车辆，并对 VSLAM 算法开发需求数据进行采集；对 4D 雷达、激光雷达等硬件设备采购，完成数据采集车辆布置方案；企业完数采车布置及数据采集测试方案评审；（高校&企业）

2022 年 10 月-2022 年 12 月：图像特征提取、时间同步及诊断标定等数据采集处理模块开发 高校负责图像特征提取模块开发，对图像特征点进行提取及跟踪；诊断与标定模块开发，高校负责提供融合算法及 VSLAM 系统的诊断及必要的标定；高校负责点云采集数据工具链开发，实现点云数据在线跟踪显示，包含视觉、4D 雷达及激光雷达；（高校）

2023 年 1 月-2023 年 3 月：视觉、4D 雷达及激光雷达数采集车搭建 搭建一辆满足（或接近）量产需求的包含摄像头/4D 毫米波雷达/激光雷达的数据采集车辆；（高校&企业）

2023 年 1 月-2023 年 3 月:验证台架搭建 搭建测试验证台架，包括 HIL 台架、车辆测试

方案、测试案例等；（高校&企业）

2023 年 4 月-2023 年 6 月:视觉、雷达点云数据采集 采集不同环境和天气状况下的数据集，并进行标定，高校对采集数据进行分析及预处理，企业对数据进行验收；（高校&企业）

2023 年 1 月-2023 年 4 月：点对点泊车场景 VSLAM 算法开发 高校按照企业要求完成点对点泊车场景下的 VSLAM 算法开发。（高校）

2023 年 5 月-2023 年 6 月：点对点泊车场景 VSLAM 算法开发台架验证及实车验证 高校按照企业要求完成点对点泊车场景下的 VSLAM 算法台架及实车验证，企业对验证效果进行评审。（高校&企业）

2023 年 7 月-2023 年 8 月：点对点泊车场景 VSLAM 算法优化迭代 高校按照企业要求完成点对点泊车场景下的 VSLAM 算法进行优化（高校&企业）

2023 年 9 月-2023 年 12 月：VSLAM 算法 高校按照企业要求完成 VSLAM 算法落地量产开发支持（高校&企业）

2023 年 7 月-2023 年 12 月：融合算法开发 高校负责对 4D 毫米波雷达及激光雷达点云进行处理，形成完成度 99%初版前融合算法交付，全面提升对行人、静态障碍物、小物体的检测能力，实现最高厘米级测距精度。企业负责对算法逻辑及检测效果等进行评审；（高校&企业）

2024 年 1 月-2024 年 6 月：融合算法优化及移植 高校负责融合算法进行台架测试，并对城区自动转向灯变道,无保护左转，窄路通行等场景下感知融合算法效果进行多轮优化，企业负责对算法逻辑及检测效果等进行评审，完成量产车辆算法移植及道路测试；（高校&企业）

2024 年 7 月-2024 年 12 月:智驾系统城市 NOS 融合算法研究 高校基于点云识别完成障碍物预测等感知算法研究，交付优化融合算法，企业负责对算法逻辑及检测效果进行评审；

（高校&企业）

2025 年 1 月-2025 年 6 月:性能验收及培训 高校应负责点云感知融合算法、VSLAM 功能、性能以及道路测试并提供相关的测试报告，企业对结果进行评审，高校协助上汽完成算法在智能驾驶系统上性能验收测试；高校负责对测试反馈问题进行优化，直至满足上汽交付要求，软件更新及维护及配套访问接口培训（高校&企业）

三、研究内容：

1. VSLAM 基于视觉的环境建模技术开发

- 1) 按照目标市场强制法规及 SMC/SMTC 所制定的企业标准，**完成 VSLAM 软件的设计与开发**。在**建图阶段**，驾驶员人为控制车辆从功能开启点行驶至停车位并泊入车辆，在此过程中，VSLAM 系统通过图片信息生成一系列特征点，利用车身运动信息计算车辆的三维位置及三维姿态，将局部的 2D 图像特征点转换为全局的 3D 地图点。在泊入完成后，将 3D 地图及车辆行驶的轨迹进行存储。在**定位阶段**，当车辆进入到存在先验地图的环境，能够在 2s 内完成地理围栏判断，将先验地图加载到内存中，并完成车辆在地图中的重定位，在行驶过程中，持续输出车辆的位置和姿态信息。

具体要求如下：

- a) VSLAM 系统需要具备自诊断功能，用于判断当前的工作状态是否正常
 - b) VSLAM 系统需包含但不限于以上几个软件模块；
 - c) VSLAM 系统软件和数据需要支持 OTA 升级。能够及时更新高精度地图软件和数据；
 - d) VSLAM 系统软件和数据需要支持数据读取、强制输出、以及 DTC 等诊断功能。
 - e) VSLAM 系统需支持不大于三层停车场应用；
 - f) VSLAM 系统需支持不高于 3km 的车辆行驶里程；
 - g) VSLAM 系统应支持不低于 50 个停车场地图数据存储与更新；
- 2) 需**提供详细的技术方案**给 SAIC，SAIC 在项目开始前期对技术方案进行评审。
 - 3) 提供测试验证手段，包括 HIL 台架、**车辆测试方案、测试案例库**等。
 - 4) 负责 VSLAM 功能、性能以及道路测试并提供相关的测试报告。

- 5) 配合上汽工程师完成 VSLAM 在智驾系统上的性能验收测试。现场级道路评估，测试结果作为项目结题依据。
- 6) 上汽测试及验证高精度地图模块时，高校必须支持整车的集成、测试和评估工作，并提供所需的必要工具、数据参数及算法优化建议，并提供必要的现场支持，以保证高精度地图模块的顺利开发。
- 7) 据上汽要求，供应商负责性能测试报告发布、分析以及问题的解决。除开发阶段外还包括：支持和完成售后问题的分析、解决、整改，提交问题分析报告。
- 8) 配合上汽完成产品落地相关工作，并提供软件发布文档。
- 9) 为配合项目落地，在 ADV 计划中，高校须明确对车辆需求的数量、时间以及配置要求。在满足试验需求的情况下，尽可能的去考虑那些能给 SMPV/SMTC 带来重大成本降低的方案。详细的 ADV 计划须提前发出并通过 SMTC 认可。

2. 4D 毫米波雷达与机器视觉的融合感知方法及 SLAM 技术

- 1) 对市场现有的 4D 毫米波雷达和需要的摄像机类型进行调研，并分析应用的车辆参数；根据感知设备 and 应用车辆的参数初步提出车辆感知设备布设方案，其中重点在于对不同传感器的类型和参数进行分析，平衡传感器数目与感知范围，最终在满足感知需求的前提下降低传感器数目与布设难度，形成一套车载传感器布设方案。
- 2) 首先研究数据采集需求与采集的数据集的标注方法，其中重点在于根据 4D 毫米波雷达的特性拟定详细的数据采集场景，要包含不同雨、雪等不同天气情况，包含白天、夜晚、路灯、隧道等不同光照条件，包含常见的车辆行驶情况和车车交互情况，此外需要开发适合 4D 毫米波雷达的数据标注方法以便完成数据段的标注；搭建数据采集车在合适的场景完成数据采集，并根据准备的标注方法完成数据标注。
- 3) 开发基于 4D 毫米波雷达和摄像机的融合感知算法，其中重点在于对 4D 毫米波雷达的数据特征进行分析，开发新型的基于点云的 4D 毫米波雷达与视觉的前融合策略，并在保证实时性的前提下有效完成包含道路、交通标志和路面上不同物体的识别与跟踪；接下来对 SLAM 中的异构信息融合方法进行研究，并进一步去除天气与光照条件变化对 SLAM 建图的影响，最终实现基于 4D 毫米波雷达与机器视觉感知融合的全天候 SLAM 建图。
- 4) 企业负责对算法性能进行实车验证，高校提供人员及技术支持，并对验证结果进行优化。

3. 激光雷达与毫米波雷达融合感知方法研究

- 1) 对市场现有的激光雷达和需要的毫米波雷达类型进行调研，并提供应用的车辆参数信息；根据感知设备 and 应用车辆的参数初步提出车辆感知设备布设方案，其中重点在于对不同传感器的类型和参数进行分析，平衡传感器数目与感知范围，最

终在满足感知需求的前提下降低传感器数目与布设难度，形成一套车载传感器布设方案。

- 2) 首先对**数据采集需求与采集的数据集的标注方法**进行研究，其中重点在于根据激光雷达的特性拟定详细的数据采集场景，要包含不同雨、雪等不同天气情况，包含白天、夜晚、路灯、隧道等不同光照条件，包含常见的车辆行驶情况和车车交互情况；接下来搭建数据采集车在合适的场景完成数据采集，并采用合适的标注方法完成数据标注。
- 3) **开发基于激光雷达和毫米波雷达的融合感知算法**，其中重点在于对激光雷达和毫米波雷达面向不同目标的数据特征进行分析，开发新型的基于激光雷达与毫米波雷达的前融合策略，并在保证实时性的前提下有效完成包含道路和路面上不同物体的识别与跟踪。
- 4) 算法移植到实验车上进行调试，企业负责算法实车验证，高校支持。
4. 高校需按照上汽的项目开发节点要求（以最终输入要求为准），制定并提交软件开发工程计划，此工程计划作为 SMTC 和供应商在产品开发、项目执行阶段和项目最终认可的记录，在 SMTC 启动技术评审之前需要得到 SMTC 批准。在项目开发过程中，如涉及开发进度更新，需立刻通知 SMTC 并获得 SMTC 批准。
5. 进行项目知识积累，完成专利 3 篇，论文 3 份。

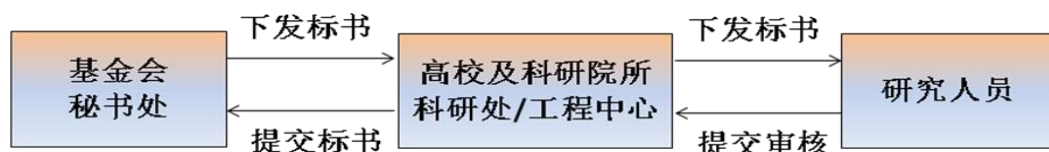
四、资助金额：

人民币 200 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 2022 年 4 月 20 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》一式两份，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；**答辩时间一般安排在当年的 5 月 4 日~31 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 5 月 15 日~18 日有出国计划、5 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：王燕文 孙代豫

电 话：021-22011216 22011226

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

上海汽车工业科技发展基金会

秘书处

2022 年 3 月 15 日