

**学位论文开题报告登记表**

**Thesis/Dissertation Proposal Form**

|  |  |
| --- | --- |
| **学号 Student ID** |  |
| **姓名 Name** |  |
| **学生类别 Degree Program** | 选择一项。 |
| **学习形式 Study Mode** | 选择一项。 |
| **导师 Supervisor(s)** |  |
| **论文题目 Thesis title** |  |
| **学院 School** |  |
| **专业 Major** |  |
| **开题日期 Date** |  |
| **开题地点 Venue** |  |

填 报 说 明

**Instruction**

1. 校本部研究生的开题报告应通过[数字交大](http://my.sjtu.edu.cn/)在线提交申请。

The application for thesis/dissertation proposal should be submitted through [My SJTU](http://my.sjtu.edu.cn/).

1. 开题报告为A4大小，于左侧装订成册。各栏空格不够时，请自行加页。

This form should be printed with A4 papers and bound together on the left. If the space left is not enough, please feel free to add extra pages.

1. 博士生导师可以根据博士生学位论文选题情况自行确定是否进行开题查新，博士学位论文开题查新报告应由查新工作站提供。

The supervisor should decide, based on the proposed topics, whether a novelty assessment report is needed or not, which should be conducted by an authorized novelty assessment department.

1. 开题报告通过后，分别由研究生、导师、学科各存档一份。

Upon passing the dissertation proposal, three copies of this form should be prepared, one for each of the doctoral candidate, the supervisor, and the academic discipline.

1. 医学院研究生如果以函评形式开题，开题地点请填写“函评”，专家组组长签名由导师签名。

For students in the School of Medicine, if the dissertation proposal is conducted via peer review, the “Proposal venue” shall be filled with “peer review” and the “Signature of Committee Chair” shall be signed by the supervisor.

1. **开题报告正文 Thesis/Dissertation Proposal Report**

|  |  |
| --- | --- |
| 论文题目  Proposed Title | **基于高精度地图和多传感器融合的智能车定位导航系统研究** |
| 研究课题来源  Source of Research Project | 请在合适选项前画√ Please select proper options by “√”.  国家自然科学基金课题 NSFC Research Grants  国家社会科学基金 National Social Science Fund of China  国家重大科研专项 National Key Research Projects  其它纵向科研课题 Other Governmental Research Grants  企业横向课题 R&D Projects from Industry  自拟课题 Self-proposed Project  其它 Other |

1. **请综述课题****国内外研究进展、现状、挑战与意义，可分节描述。博士生不少于10,000汉字，硕士生不少于5,000汉字。请在文中标注参考文献。 Please review the frontier, current status, challenges and significance of the research topic. The citations should be marked in the context and listed in order at the end of this section. No less than 8,000 words for doctoral students and 4,000 words for master students if written in English.**

随着城市化进程的加速，城市交通问题日益严重。智能车技术作为解决城市交通安全、效率等问题的有效手段而备受关注。城市环境是智能车研究的趋势，它是一种半结构化的复杂环境。基于高精度 GPS、基于机器视觉或全景激光雷达等传统导航方法都因其固有的局限性，限制了智能车在城市环境下的广泛应用和发展。这些局限性包括：同一种导航方法无法覆盖全部导航区域、难以承受的传感器成本、导航的实时性和可靠性不高。因此找到一种能同时解决这三大主要问题的自主导航方法，对于智能车的应用发展有着重要的意义。而智能车的定位

1.1国内外研究进展与现状

从20世纪70年代开始，国内外就开始了对自动驾驶汽车的研究，从早期研究阶段的美国Carnegie-Mellon大学研制的NAVLAB自主车,中国国防科大的九十世纪初无人的车,到后来大量研究成果的展示:DARPA挑战赛,目前为止，已经有广泛的研究成果。在工业界和科技界，各企业也大力投入，国外车企如通用，在2012年, 就宣布路试其辅助驾驶系统，国内如上汽、长安等也大力发展自动驾驶，科技企业国外如谷歌专门成立Waymo自动驾驶子公司，推出无人驾驶样车并完成大量路测，国内科技企业如百度自动驾驶部门也展示出了大量的自动驾驶样车并且与各高校和企业合作推出了Apollo自动驾驶解决方案。在定位方案上面基本上都采用多传感器组合的方式，其中基于特征匹配的激光定位，视觉定位在其中扮演者重要的角色。

1.1.1国内外智能车研究现状

1.1.2典型的智能车定位算法研究现状

无人驾驶的定位的方案介绍 有GPS、SLAM

基于点云地图的定位

基于摄像头与GPS地图的匹配

基于高精度地图的定位

王春香老师的学生在2012年利用摄像头实现了普通GPS下的导航，全局地图用的是路口的节点信息，路口识别用的是摄像头识别人行道

2011年的智能车导航方案：主要是对路口的检测和路口的行为（转向、执行）进行了探究。

1.2研究挑战与意义

参考文献 Reference：

1. Author List, *paper title*, Journal **Volume**, pages, year. （参考格式，可不同，但信息须完整、规范。Reference format, could be different but all necessary information should be provided.）
2. Authors, *book name*, publisher, pages, year. （参考格式，可不同，但信息须完整、规范。Reference format, could be different but all necessary information should be provided.）
3. **课题研究目标、主要研究内容和拟解决的关键问题。 Research objectives, main contents and key issues to be solved.**

2.1研究目标

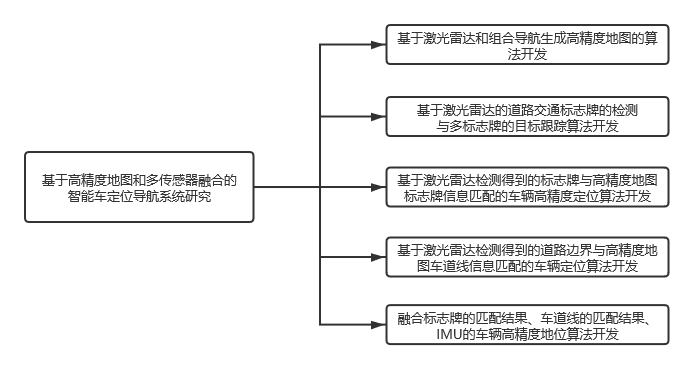
1)开发激光雷达的标志牌检测算法和多标志牌的目标跟踪算法

2)通过高精度地图的车道线信息、标志牌信息，与激光雷达检测的道路边界、标志牌的匹配，再融合IMU，得到无GPS和点云地图时车辆的高精度定位，最终实现无人车辆的导航

2.2主要研究内容

本课题综合考虑国内外无人驾驶技术中的定位技术的研究进展，提出利用高精度地图和激光雷达，以及IMU信息融合的算法，最终实现车辆在结构化道路上的无GPS和点云地图时的精确定位。

主要的研究内容如下图所示：



1)因为我们需要利用高精度地图进行车辆的定位，所以需要自己开发算法进行高精度地图的生成。

2)利用多线激光雷达进行交通标志牌的检测和识别。而一次扫描会出现多个标志牌，以及一个交通标志牌会被多次扫描，所以还需要多目标跟踪算法。

3)标志牌实时检测完成之后，还需要与高精度地图里面的标志牌进行匹配，实现车辆的反向全局定位。

4)车辆在结构化道路行的横向运动是受到限制的，所以可以利用激光雷达检测道路边界，再与高精度地图的车道线信息融合，实现横向的准确定位。

5)当我们得到各个定位信息和传感器信息后，利用滤波算法进行融合，最终得到车辆的高精度定位，并利用路径规划、路径跟踪算法实现无人驾驶车辆的导航。

2.3拟解决的关键问题

1) 基于激光雷达的道路交通标志牌的检测与多标志牌的目标跟踪

2)基于激光雷达检测得到的标志牌与高精度地图匹配的车辆高精度定位

3)无GPS和点云地图时，基于高精度地图、激光雷达、IMU的车辆的高精度定位与导航

1. **拟采取的研究方法、****研究方案及其可行性分析。Research methods and research scheme to be adopted and feasibility analysis.**

3.1研究方法

文献研究法：广泛调研高精度地图的构建算法，建立高精度地图；调研道路边界和车道线的检测算法，并在基础上进行算法的改进；调研多传感器融合定位的文献。

实验法：对于算法编写之后，应该利用实际采集的数据进行验证，最后还应该对导航算法进行无人驾驶的验证。

3.2研究方案

1)基于激光雷达和组合导航生成高精度地图

本课题车辆的定位需要用到高精度地图中的车道线和标志牌的信息，并且精度要求高，所以需要自己完成高精度地图的建立。本研究拟利用融合激光SLAM和组合导航全局定位信息的算法，来实现点云数据点的注册。首先应该需要组合导航和激光雷达的时间同步。为了避免动态目标对点云数据的干扰，所以还需要在其中加入动态目标（车辆）的点云剔除算法。当点云图生成以后，再利用软件roadrunner进行车道线和标志牌的标注，最终得到高精度地图。

2) 基于激光雷达的道路交通标志牌的检测与多标志牌的目标跟踪算法开发

本课题需要利用车辆实时检测得到的标志牌信息与高精度地图里面的标志牌进行匹配。因此拟采用激光雷达进行标志牌的实时检测。初步方案是：首先因为标志牌的高度都在一个区间内，所以可以根据点云高度进行点云滤除工作，然后再利用标志牌对激光雷达的反射性比较好的性质，利用反射强度可以得到标志牌的点云。再利用聚类算法对于剩余点云进行聚类，分割，做PCA降维分析，得到标志牌相对于车辆的精确位置、法向量方向信息。因为一次激光雷达扫描里面可能出现多个标志牌，并且一个标志牌会被连续多帧检测，所以还需要利用多目标的跟踪算法，这样也可以去除误检测为标志牌的噪声点云的干扰，以及更准确识别被部分遮挡的标志牌。

3) 基于激光雷达检测得到的标志牌与高精度地图标志牌信息匹配的车辆高精度定位算法开发

当激光雷达较为准确地识别出标志牌相对于车辆的精确位置、法向量方向信息之后，就可以与高精度地图里面的标志牌信息进行匹配。因为这实际是一个二分图的最大匹配问题，因此可以利用匈牙利匹配算法对实时监测得到的多个标志牌和高精度地图里的多个标志牌进行最大匹配，进而反推出车辆的位置信息。

4) 基于激光雷达检测得到的道路边界与高精度地图车道线信息匹配的车辆定位算法开发

因为在结构化道路上，车辆的行驶是沿着固定的道路走的，所以车辆的横向运动范围是有限的，因此可以利用激光雷达对车道线信息进行检测，并结合高精度地图的车道线信息，得到车辆在车道中的位置，可以抑制其他定位方法产生的横向漂移，可以实现横向的高精度定位

5) 融合标志牌的匹配结果、车道线的匹配结果、IMU的车辆高精度地位算法开发

当我们有了标志牌反推得到的车辆定位信息，车道线检测得到的横向定位信息，以及IMU信息后，初步方案是利用EKF算法对多个定位信息进行融合，最终得到车辆的高精度定位。

6)当我们有了高精度定位后，再利用A\*算法在高精度地图中进行路径规划，再利用Stanley跟踪算法进行车辆寻迹，并利用激光雷达做障碍物检测识别，做AEB，最终实现无人驾驶小车在无GPS和点云地图时的车辆导航。

3.3可行性分析

1)理论分析

激光SLAM算法比较完善，开源项目较多，可以广泛地学习，然后再根据自己的特殊需求，进行对应的改进，可以满足高精度地图的建立需求。

学术界有多目标跟踪算法，可以学习、改进，最终实现我们的需求。

多传感器融合算法较多，典型的代表有KF、EKF、UKF等等滤波算法，我们可以进行对比实验，最终一定能够选出一个合适的方案实现我们的需求。

路径规划算法、路径跟踪算法有很多成熟的方案，比如A\*、Hybrid A\*、Dijkstra、Stanley、纯跟踪算法等等，可以择优实现无人驾驶车辆的导航。

2)实验分析

实验室也有自动驾驶车辆，并配备了组合导航、32线激光雷达、16线激光雷达、IMU等等传感器，后期可以很方便地对算法进行实车实验，验证算法的鲁棒性和泛化能力。

3)研究人的研究经验

研究人在研究生期间主要学习的是自动驾驶算法的开发，对于激光雷达SLAM算法以及高精度地图和多传感器融合有一定的了解，对于实验室的自动驾驶车辆的操作比较熟悉，实验器材使用熟练，后期做实验比较方便。

1. **课题的创新点 Novelties of the proposed topic.**

基于激光雷达的标志牌检测与标志牌的多目标跟踪算法。标志牌目标丢失。

1. **计划进度、预期成果 Research schedule, and expected outcomes**

5.1 计划进度：

2021.1.1-2021.2.1广泛查阅文献，确定具体的研究方案

2021.2.1-2021.3.1 改进开源的激光SLAM算法，融合组合导航的定位信息，并开发动态目标点云去除算法，得到点云地图

2021.4.1-2021.5.1学习roadrunner的使用，手工标注点云地图，得到高精度地图

2021.5.1-2021.6.1基于激光雷达的道路交通标志牌的检测与多标志牌的目标跟踪算法开发

2021.6.1-2021.7.1 基于激光雷达检测得到的标志牌与高精度地图标志牌信息匹配的车辆高精度定位算法开发

2021.7.1-2021.8.1 基于激光雷达检测得到的道路边界与高精度地图车道线信息匹配的车辆定位算法开发

2021.8.1-2021.9.1 融合标志牌的匹配结果、车道线的匹配结果、IMU的车辆高精度地位算法开发

2021.9.1-2021.10.1 进行实车的导航实验

2021.10.1- 书写毕业论文，做答辩PPT

5.2 预期成果

1) 开发出基于激光雷达的标志牌检测与标志牌的多目标跟踪算法

2)开发出基于激光雷达检测识别的道路交通标志牌与高精度地图的标志牌匹配的车辆反向定位算法

3)实现无GPS和点云地图时融合标志牌的匹配结果、车道线的匹配结果、IMU信息的车辆高精度地位算法开发

1. **与本课题有关的工作积累、****已有的研究工作成绩。Prior experience and accomplished achievements related to the proposed topic.**

利用激光雷达和组合导航生成高精度地图的工作已经熟悉

对于多传感器融合有一定的了解

**本人承诺：开题报告中的内容真实无误，若有不实，愿承担相应的责任和后果。****I hereby declare and confirm that the details provided in this Form are valid and accurate.** **If anything untruthful found, I will bear the corresponding liabilities and consequences.**

**学生签字/Signature of Student： 日期/Date：** 2020-12-25

全文字数统计：1559。

**二、开题报告评审 Review of the Thesis/Dissertation Proposal** (注：通过数字交大在线流程进行时，本页及后续内容不用填写、上传；特殊情况下，经研究生院同意，可用此表线下进行开题报告记录汇报时，需填写本页及后续内容。This section does not need to be filled or uploaded to the system if the thesis/dissertation proposal application is submitted through My SJTU.)

1. **课程学习情况 Coursework** （本栏由研究生填写，导师负责核对确认This table shall be filled by the graduate student, and verified by the supervisor.）

|  |  |
| --- | --- |
| 培养计划中是否尚有未通过课程？Is there any unpassed course remained in the training plan? | ○ 是Yes ○ 否No |
| 培养方案要求总学分、GPA学分  Total credits and GPA credits required by the program |  |
| 培养计划总学分、GPA学分  Total credits and GPA credits of the training plan |  |
| 已修课程总学分、GPA学分  Total credit and GPA credits acquired hitherto |  |
| 已修课程GPA（硕士生、直博生）  GPA of the finished courses (if applicable) |  |

1. **导师意见Comments of Supervisor**
2. 请确认课程学习情况信息的准确性 Please confirm if the information provided in the *Coursework* section is valid/accurate or not:

○ 准确无误Valid and accurate ○ 有不确切处Inaccurate

1. 请对研究生开题报告规范性，论文选题的学术性（学术型）、实践性或实用性（专业型）、前沿性，研究方案的可行性等进行评述。Please comment on the thesis/dissertation proposal.
2. 对研究生学业进展、研究能力、治学态度的综合评价。Please comment on the academic progress, research potential, altitude of the graduate student.

**签名/Signature： 日期/Date：** 2020-12-25

1. **专家组评审 Committee Review**
2. 专家组成员 **Review Committee Members**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号**  **Index** | **姓名 Name** | **工号**  **Work ID** | **职 称**  **Title** | **工 作 单 位**  **Affiliation** | **本人签名**  **Signature** |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| **秘书** |  |  |  |  |  |

1. **专家组意见Comments**
2. **审查结论/Conclusion：**

○ 通过/Pass ○ 不通过/Fail

（通过票数/Votes for pass: ； 不通过票数/Votes for fail: ）

**组长签名/Signature of Committee Chair： 日期/Date：** 2020-12-25

1. **院系意见School Review**

○ 通过 Pass。

○ 不通过 Fail。

**○** 建议下次重新开题 Retake the thesis/dissertation proposal next semester (仅限第一次开题未通过时)

**○** 建议转为硕士生培养 Transfer to master program (仅限博士生第二次开题未通过时)

**○** 建议退学 Suggest to withdraw from the university

主管领导签字Signature 盖章Stamp 日期Date:

**备注Remarks:**

注：研究生开题报告评审记录应通过数字交大在线流程系统提交，本表格不存档。特殊情况下，经研究生院同意，可用此表格线下进行；在此情况下，本表格由院系研究生教务办负责存档。考核完成后，院系应在一周内将考核结果提交至研究生院。

**附件/Attachment:**

**查新中心站管理编号/ No. of the Novelty Assessment Department:**

**科技查新报告**

**Sci-tech Novelty Assessment Report**

|  |  |
| --- | --- |
| **课题名称 Project Title：** |  |
| **委托单位 Entrusted by:** |  |
| **报告日期 Report date:** |  |
| **认证单位 Certified by:** |  |