电子科技大学研究生

创新创业开放基金申报书

**2017年度**

项 目 名 称 基于vSLAM的室内自主移动机器人

项 目 负 责 人 李亚毓

负责人校内所在单位 通信与信息工程学院

填 写 日 期 2017年3月22日

研究生院 制

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 申  报  课  题 | 项目名称 | | | | 基于vSLAM的室内自主移动机器人 | | | | | | |
| 起止时间 | | | | 2017.3～2017.12 | | 成果形式 | | | 一款基于vSLAM的自主移动机器人产品原型 | |
| 项目领域 | | | | 高档数控机床和机器人 | | | | | | |
| 负责人姓名 | | | 李亚毓 | | | | 联系电话 | | 15008425710 | | |
| 学号 | | | 201622010338 | | | | E-mail | | li\_yayu@qq.com | | |
| 申报项目介绍，包括项目研究方向、已有基础、产业应用前景等，重点描述产业价值：   1. **申报项目介绍**   **1.1 项目研究背景**  目前业界的机器人以磁条引导和激光引导居多。不过它们成本较高，使用寿命有限（尤其是激光类设备），在大型场景下（如大型工厂，园区等）系统铺设及维护成本很高。  而基于计算机视觉的自主移动机器人技术将是未来的趋势。它最大的特点是无需对应用场地预先铺设辅助设施（如辐射源路标，磁条，轨道等），且摄像头成本相对其他探测设备（如激光器等）成本低廉，它可以适用于各类应用场景。  vSLAM（visual simultaneous localization and mapping）正是基于计算机视觉理论，实现机器人同时定位及地图构建的技术。vSLAM技术给予机器人以双眼和方向感，让机器人模仿人类的视觉，通过廉价的摄像头采集环境图像并进行分析，感受自己所处的位置，在此基础上实现自主导航。相比于其他的SLAM技术（如基于激光雷达的SLAM），视觉SLAM的成本低廉，适合大规模推广应用，这项技术越来越受到学界和业界的重视。  并且，本项目拟采用单目摄像头结合低成本IMU来实现vSLAM，从技术角度上说，单目SLAM大于双目SLAM大于激光雷达SLAM，但是其对应的产品成本却是单目SLAM最低，其次双目SLAM，成本最高的是激光雷达SLAM。  **1.2 项目研究方向**  本项目研究的方向是在单目摄像头作为主传感器的情况下，辅以其他辅助传感器（如IMU）来实现自主移动机器人的地图构建与导航，实现在室内范围内的地图构建。在地图构建完成的基础上，实现对单个机器人的路径规划。  **1.3 已有基础**  课题组在过去的几年中接触了大量的实践项目，积累了大量有关建模、计算机视觉、智能系统等方面的项目经验。先将一部分陈列如下，保证下面信息真实可靠，可以复验：  **2011.3-2011.8 人脸自动检测与识别技术研究**  项目描述：该项目重点研究了自然环境中人脸自动检测与识别方法，为进一步提高自然环境下检测识别人脸提供技术方案。  责任描述：课题组成员作为主要完成人，负责人脸检测识别算法设计与代码实现，撰写分析报告，设计实现软件平台。  **2011-2012 与武汉某科技公司合作，车牌识别**  项目描述：分析并处理摄像头拍摄的路口交通图像，通过车牌定位、车牌字符分割和车牌字符识别三个步骤检测并识别出图像中出现的每辆车对应的车牌信息。  责任描述：课题组成员作为主要技术骨干研究人员，负责车牌的定位算法以及使用LBP和HOG特征的SVM分类器的训练。  **2012.2-2012.4 与深圳某科技公司合作，烟雾、火焰检测，速度异常、逆行异常行为检测**  项目描述：分析固定摄像头输入的视频图像数据，通过对场景背景使用GMM建模来检测目标前景，并通过分析检测前景的变化来识别烟雾、火焰以及行人。  责任描述：课题组成员作为主要参与人员，承担背景建模算法和部分特征算法的C++实现。  **2012 与杭州某科技公司合作， 交通路口红绿等区域机动车违规撞线检测**  项目描述：分析路口视频序列图像，对背景进行建模，检测出前景车辆，对其撞线行为进行报警。  责任描述：课题组成员作为项目组成员，设计能够消除阴影干扰的目标检测算法及C++实现。  **2012-2013 与武汉某科技集团合作，视频摘要系统**  项目描述：通过分析监控摄像头输入的视频流，提取运动目标和背景图片，然后对各个目标的运动轨迹及特征进行分析，并将它们按照时间轴最优化分布原则，重新排列在时间轴上，根据新生成的视频轴位置和各种场景挑选出来的背景图像，重新合成新的摘要视频。最终生成的目标索引能够通过一系列特征检索并快速定位到其原始视频中的位置，从而实现录像的快速查看和检索。  **2013.8-2014.5 基于固定摄像头的电线线缆限高自动警示系统**  项目描述：该项目为解决在城郊与水面大跨度电线线缆下来往车辆与船舶可能超过线缆高度而造成线路损坏的问题，提出固定摄像头对来往交通工具进行检测，自动估算车辆船只的高度，并对可能超高的对象进行警告。  责任描述：课题组成员负责检测算法与高度估计算法设计  **2014-2016 电子科技大学指静脉识别系统**  项目描述：使用近红外等和专用相机组合，捕获手指静脉特有图像，再指静脉数据库中进行识别，判断验证人的身份。  责任描述：余翊森作为绝对骨干技术人员，参与指静脉识别系统设计与算法实现。  所获成就：研究成果先后获得了“菁蓉杯全球创新创业大赛”季军、“互联网+大学生创新创业大赛”金奖等11个奖项  **2015-2016 非规则、被动获取式二维三维图形数据处理与 3D 打印一体化系统**  项目描述：该系统定位于处理非规则的、被动获取式图像图形数据。融合了二维与三维的图像图形处理,打通 3D 打印的前端图形生成与后端实物制造。  **2015-2016 面向 VR 的眼球跟踪系统研究**  项目创新点：本项目提出了一种有效的眼球检测定位算法。该算法采用 Blob 点检测算法从图像中检测定位眼睛瞳孔的精确位置,并且对于眼睛的尺度变化、灰度非一致性、图像干扰等因素具有良好的鲁棒性。同时，本项目较为系统地给出了一种可行、可靠并有效的眼球跟踪框架,所提出的眼球跟踪方案,能够在一定条件下,保证处理的实时性、稳定性和准确性,为 VR 设备的人机自动交互提供了一种切实可行的技术手段。  总之，上面的项目只是课题组成员参与技术实践的很少的一部分，通过这些实际项目，课题组成员积累了丰富的计算机视觉、图像处理、VR技术相关的经验，对这次基于vSLAM的室内自主移动机器人项目具有重大帮助。  **1.4 项目方案设计**  对于单目视觉SLAM而言，业界已经有ORB-SLAM这一成熟的框架。ORB-SLAM是一个完整的单目SLAM实现方案，集合了当前流行的SLAM新的处理算法。但是这个框架并没有考虑与辅助传感器联合应用的情况，本项目拟在此框架基础上进行改进，实现用辅助传感器提高单目SLAM的定位精度。  **1.3.1 ORB\_SLAM简介**  ORB\_SLAM是一种基于ORB特征的三维定位与地图构建算法。ORB\_SLAM算法的一大特点是在所有步骤统一使用图像的ORB特征。ORB特征是一种非常快速的特征提取方法，具有旋转不变性，并可以利用金字塔构建出尺度不变性。使用统一的ORB特征有助于SLAM算法在特征提取与追踪、关键帧选取、三维重建、闭环检测等步骤具有内生的一致性。  **1.3.2 项目方案设计**  基于vSLAM的自主移动机器人有地图构建，单机器人路径规划两项核心技术。  **（1）地图构建模块**  地图构建有：视觉里程计，滤波或图优化，回环检测，建图四大步骤。其中机器人以单目摄像头为主传感器，以IMU或码盘为辅助传感器，利用辅助传感器来提高主传感器的定位精度，实现视觉里程计。  各个步骤的工作流程如下图所示。     1. **视觉里程计**     在视觉里程计里，处理前后两帧图像，得到特征点（ORB特征）后，进行数据关联，得到特征点直接的匹配关系，从而可以估计相机（机器人）姿态的变化。   1. **优化**   本项目中拟采用图优化的方法，估计出相机（机器人）的姿态，以避免像滤波算法中，仅仅考虑临近帧而造成的积累误差。   1. **回环检测**     在机器人运动过程中，需要同步进行回环检测，避免运动状态估计的积累误差。  **D. 建图**    构建地图的点的来源，实际上是每帧图像分析得到的特征点，这些特征点可以从图像坐标系转到世界坐标系，因此可以积累而构成地图。  **（2）单机器人路径规划**  在已经构建好地图的基础上，首先，机器人利用视觉信息对自身当前位置进行定位。得到当前位置与目的地位置后，再对路径进行规划。全局路径规划有dijkstra，A\* ，D\*等算法。局部路径规划有自适应动态窗法等算法。  另外在并且在机器人运动过程中，考虑到实际应用场景下，环境可能会发生变化，因此需要根据实时图像来判断道路区和非道路区，以避开障碍物。这里拟使用图像识别的方法来判断机器人可通行的区域，以避开障碍物。  **1.5 产业应用前景**  随着人工智能等先进技术的发展，越来越多的新技术朝着包括制造业在内的诸多传统行业的渗透。智能机器人作为工业4.0的重要技术支撑点，已经受到越来越多的先进制造企业的重视。  自主移动机器人，在制造，物流，娱乐等很多领域都有应用。但是机器人的定位及导航问题仍然是一个业界与学界的难题，也制约了机器人在这些领域内的进一步应用。而基于视觉移动机器人自主定位与地图创建，由于获得环境信息丰富适用性强，而引起研究者广泛关注。  现在主要有如下应用：  1)在未知环境以及危险环境利用机器人实现排障排险工作，需要机器人感知环境信息，进行自主导航;  2)探测器登陆未知环境的星球进行科研研究，探测器面对复杂的大规模环境，而无法对其进行实时遥控时，必须通过实现同步定位与地图创建才能完成导航任务，例如美国“机遇号”、“勇气号”以及“好奇号”等火星探测器;  3)未知海底环境下的水下航行器（AUV）导航技术研究。  4)由于摄像机善于捕捉运动信息，视觉信号抗干扰能力强等优点，可以利用视觉信息实现无人机同步自主导航。在无人机下方安置摄像机系统，可以利用其采集的视觉信息进行无人机自主定位和导航。  此外，vSLAM技术可以扩展到更多方面。比如在AR、室内机器人、无人机、无人驾驶等人工智能方面。SLAM技术一定会颠覆未来科技的方方面面。 | | | | | | | | | | | |
| 课 题 组 其 他 成 员 情 况 及 签 名 | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 姓 名 | | 学号 | | 专 业 | | 分工情况 | | | 签 名 |
| 1 | | 朱光扬 | | 201621010314 | | 电子科技大学/  通信与信息系统 | | 副组长、全程参与 | | |  |
| 2 | | 陈飞飞 | | 外校博士 | | 华中科技大学/  计算机视觉 | | 全程参与 | | |  |
| 3 | | 余翊森 | | 201421020393 | | 电子科技大学/  信息与信号处理 | | 算法设计、视觉里程计设计、回环检测 | | |  |
| 4 | | 陈阳 | | 已毕业 | | 电子科技大学/  通信与信息系统 | | 图优化、建图 | | |  |
| 5 | |  | |  | |  | |  | | |  |
| 6 | |  | |  | |  | |  | | |  |
| 预期成果：  在预研期，拟实现一款基于vSLAM的自主移动机器人产品原型，该原型实现以下功能。  在一个场地区域S内，如50m\*50m，有道路区和非道路区之分。在地图构建阶段，机器人在区域S内进行巡航并构建S的地图。在系统运行阶段，机器人利用已有地图信息，从某点A出发，经自主路径规划，到指定地点B（如物料领取地点），再经某条路径到达目的地C点，最后返航回到A点。 | | | | | | | | | | | |
| 所在单位意见：  （盖章） | | | | | | | | | | | |

**注：“项目领域”一栏请填写**：新一代信息技术产业；高档数控机床和机器人；航空航天技术；节能与新能源汽车；电力装备；高性能医疗设备；新型材料；互联网+ 中的一项，如以上8个领域都不符合本项目，请填写“其他”