

激光 SLAM 系统架构设计文档

文档管理信息表

主题	机器人建图定位
版本	0.4.0
内容	机器人 SLAM 建图定位架构设计内容
关键字	SLAM，建图，定位
参考文档	
创建人	慕意（邢台）智能机器人科技有限公司
创建日期	2022/5/29

文档变更记录

更改人	日期	更改内容
慕意（邢台）智能机器人科技有限公司	2022/5/29	创建文件
慕意（邢台）智能机器人科技有限公司	2022/6/5	1，更新接口标准 2，增加系统诊断接口 3，增加二维码 VSLAM 定位 数据输出接口
慕意（邢台）智能机器人科技有限公司	2022/7/9	1，更新接口标准
慕意（邢台）智能机器人科技有限公司	2022/7/17	1，更新接口标准
慕意（邢台）智能机器人科技有限公司	2022/7/21	1，更正接口 2，合并传感器接口到定位 建图中
慕意（邢台）智能机器人科技有限公司	2022/7/31	1，添加手动回环闭环操作 2，添加手动旋转和自动旋

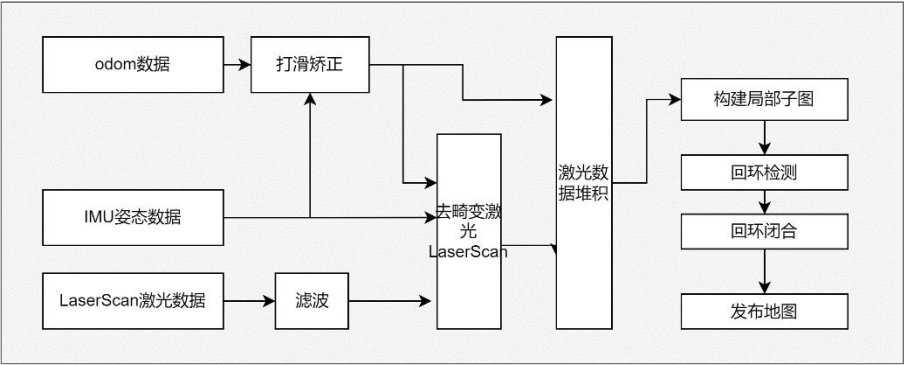
		转操作
--	--	-----

目录

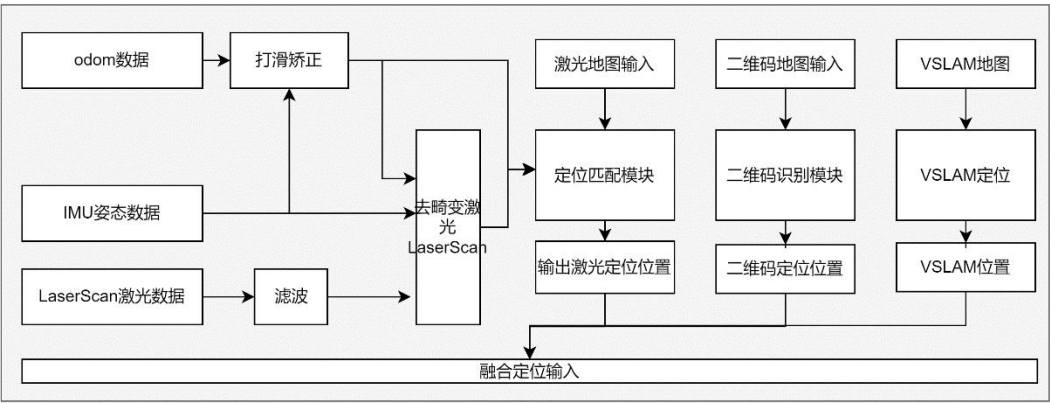
激光 SLAM 系统架构设计文档	1
1 建图与定位模块流程架构图	4
1.1 定位建图系统环境	4
1.2 传感器数据介绍	4
2 建图模块流程	5
2.1 建图模块功能设计要求	5
2.2 建图模块具体说明	5
3 定位匹配模块	6
3.1 定位匹配	6
4 接口设计标准	6
4.1 建图数据接口	6
4.2 定位数据接口	9
4.3 二维码发布数据	12
4.4 VSLAM 位置发布接口	13

1 建图与定位模块流程架构图

激光SLAM建图流程图



激光定位算法



1.1 定位建图系统环境

定位建图系统开发环境为 Ubuntu 环境，主要使用的通信系统为 ROS 环境。目前运行平台主要为 x86 平台，主要开发环境为 vscode。

1.2 传感器数据介绍

1.2.1 Odom

原始数据

Odom 为里程计信息，通过机器人的轮子上的光电编码器计算得来。坐标系为笛卡尔坐标系，主要数据包含坐标 x,y,yaw(机器人的航向)。

打滑矫正

使用的里程计信息需要通过打滑矫正以及融合 IMU 陀螺仪传感器的信息，保证比较高的精度，可以在左右打滑的情况下，保证里程计的精度。

1.2.2 IMU

IMU 为陀螺仪数据，包含机器位置的航向角，航向选择速度，加速度等，最低频率需要 100hz。

1.2.3 激光数据

激光数据来源于原始的激光传感器。主要数据为包含周围障碍物的测量距离信息。去畸变激光处理模块将融合陀螺仪与里程计的信息，将激光数据进行去运动畸变处理。

2 建图模块流程

2.1 建图模块功能设计要求

功能设计要求	解释
地图回正功能	在地图创建的开始，检查地图中最长的直线方向作为地图的横坐标方向。 或者接受指定方向作为回正方向
回环检测功能	地图模块可以自动检测回环，并回环
原地回环检测功能	在地图结束时候，可以进行原地闭环。
地图指定位置回环功能	在创建地图过程中，可以在指定位置上进行回环检测并回环。

2.2 建图模块具体说明

2.2.1 激光数据堆积模块

激光数据堆积模块将原始的激光雷达与里程计数据保存在本地缓存。

2.2.2 构建局部子图模块

地图构建模块从缓存中调取，激光 SLAM 数据，并通过激光匹配算法，计算激光雷达在子图中位置，逐帧将激光插入到局部子图中。

2.2.3 回环检测模块

回环检测步骤，主要通过局部子图与历史子图进行重合度检测，如果重合度高于某个阈值，将更新本帧子图在地图里面的位置。

2.2.4 回环闭合模块

当回环检测模块检测到回环的情况下，通过优化算法迭代，更新全局所有激光帧的相对位置，产生新的地图位置。
回环闭环的功能有

- 自动检测回环
 - 在建图过程中，算法自动检测回环，并进行闭环操作。
- 原地闭环
 - 在建图结束情况下，请求原地位置的闭环。
- 在指定位置处闭环
 - 人为给定位置，在指定位置处闭环。目前该功能接收一个闭环位置，并随之在进来把下一帧可用激光的位置矫正设置为外部输入的回环位置，并尝试进行闭环，该动作只进行一次。下次失效。具体使用配置Readme.md. 使用。

2.2.5 地图发布模块

发布 ROS 系统使用的地图数据。

3 定位匹配模块

3.1 定位匹配

定位匹配模块主要通过激光信息与里程计信息，对激光在原始的地图中进行定位操作，最后输出激光的位置。

4 接口设计标准

4.1 建图数据接口

功能	话题	消息类型	模式	描述
模式控制	slam/mode_cmd	common_msg/SlamControl	Service	enum SlamRequest { // 请求获取当前状态 SLAM_R_GET= 0;

			<pre>//停止建图 SLAM_R_STOP; // 开始建图 SLAM_R_START; // 机器人回到原地位置，进行原地闭环 SLAM_R_CLOSE_LOOP_IN_PLACE; // 接收 slam/mark_pose 内的方向，在该位置处附近进行闭环检测 SLAM_R_CLOSE_LOOP_AT_SPEC; //在指定位置处闭环 // 接收 slam/control_pose 内的方向，设定坐标系方向 SLAM_R_X_AXIS_SET; } enum SlamMode { //休眠中 SLAM_SLEEPING = 100, //运行中 SLAM_RUNNING, //预留 SLAM_UPDATING, //闭环中 SLAM_CLOSING_LOOP,</pre>
--	--	--	--

				<div>//错误</div> <div>SLAM_ERROR = 200,</div> <div>//里程计 frame id 不存在</div> <div>SLAM_ERROR_ODOM_NOT_EXISTED,</div> <div>// 里程计输入低频</div> <div>SLAM_ERROR_ODOM_LOW_FREQ,</div> <div>// 激光 frameid 不存在</div> <div>SLAM_ERROR_SCAN_NOT_EXISTED,</div> <div>// 激光低频</div> <div>SLAM_ERROR_SCAN_LOW_FREQ,</div> <div>};</div>
激光数据输入	slam/scan	sensor_msgs/LaserScan	Topic	<div>1，角分辨小于 0.1 度</div> <div>2，频率不低于 10hz</div>
旋转设置输入	/slam/rotate_map	common_msg/RotateMap		<div>type: 1 （自动旋转 ）rotate_angle_deg: 0.0</div> <div>type: 2 （手动旋转 ）rotate_angle_deg: 0.0" 手动旋转的角度</div>
位置输入	/slam/control_pose	geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped	Topic	闭环或者设定方向需要的位置数据
里程计输入	odom	nav_msgs/Odometry	Topic	<div>1，精度 <1%</div> <div>2，保证横向打滑情况下的精度</div> <div>3, 大于 50hz</div>
IMU 数据输入	imu_raw	sensor_msgs/Imu	Topic	<div>陀螺仪 100 到 200hz，具体根据陀螺仪实际数据</div> <div>频率不低于 100Hz，动态不稳定性 <8°/h</div>

				(运动持续 1 小时，航向偏差不超过 8°)
地图输出	slam/map	nav_msgs/ OccupancyGrid	Topic	输入创建的地图
输出	system/diagnostics	common_msg/Diagnostic	Topic	输入系统目前诊断 内容为当前节点 node_id 11 和模式(SlamMode)

4.2 定位数据接口

功能	话题	话题类型	消息类型	描述
定位地图输入	map	nav_msgs/OccupancyGrid	Topic	用于接收定位所用的地图
初始位置/ 重定位位置	initialpose	geometry_msgs/ PoseWithCovarianceStamped	Topic	接收初始化位姿
控制模	loc/mode_cmd	common_msg/LocControl	Service	enum LocRequest {

式			<pre>// 定位模式获取 LOC_R_GET = 0, //定位模式结束 LOC_R_STOP, //定位模式开始 LOC_R_START, //请求全局重定位 LOC_MODE_GLOBAL, }; enum LocResponse { //定位节点休眠 LOC_SLEEPING =100; //定位模式运行中 LOC_RUNNING; //定位模式更新中 LOC _UPDATING; //定位模式错误 LOC_ERROR = 200; //定位错误 //地图未收到 LOC_ERROR_MAP_NOT_RECEIVED, //里程计 frame id 不存在</pre>
---	--	--	--

				<div>LOC_ERROR_ODOM_NOT_EXISTED,</div> <div>// 里程计低频</div> <div>LOC_ERROR_ODOM_LOW_FREQ,</div> <div>// 激光 frameid 不存在</div> <div>LOC_ERROR_SCAN_NOT_EXISTED,</div> <div>// 激光 frameid 低频</div> <div>LOC_ERROR_SCAN_LOW_FREQ,</div> <div>}</div>
激光数据输入	loc/scan	sensor_msgs/LaserScan	Topic	<div>3, 角分辨小于 0.1 度</div> <div>4, 频率不低于 10hz</div>
里程计输入	odom	nav_msgs/Odometry	Topic	<div>1, 精度 <1%</div> <div>2, 保证横向打滑情况下的精度</div> <div>3, 大于 50hz</div>
IMU数据输入	imu_raw	sensor_msgs/Imu	Topic	<div>陀螺仪 100 到 200hz ,具体根据陀螺仪实际数据</div> <div>频率不低于 100Hz , 动态不稳定性 <8°/h</div> <div>(运动持续 1 小时 , 航向偏差不超过 8°)</div>
当前定位位	loc/loc_pose	<div>geometry_msgs/</div> <div>PoseWithCovarianceStamped</div>	Topic	<div>当前定位结果</div>

置				
系 统 诊 断	system/diagnostics	common_msg/Diagnostic	Topic	输入系统目前诊断 内容为当前节点 node_id 12 和模式(LocMode)

4.3 二维码发布数据

TagDectinon.msg	<p>TagDetection.msg</p> <p># Tag ID(s). If a standalone tag, this is a vector of size 1. If a tag bundle,</p> <p># this is a vector containing the IDs of each tag in the bundle.</p> <p>int32[] id</p> <p># Tag size(s). If a standalone tag, this is a vector of size 1. If a tag bundle,</p> <p># this is a vector containing the sizes of each tag in the bundle, in the same</p> <p># order as the IDs above.</p> <p>float64[] size</p> <p># Pose in the camera frame, obtained from homography transform. If a standalone</p> <p># tag, the homography is from the four tag corners. If a tag bundle, the</p> <p># homography is from at least the four corners of one member tag and at most the</p> <p># four corners of all member tags.</p> <p>geometry_msgs/PoseWithCovarianceStamped pose</p>
TagDectionArray.msg	<p>std_msgs/Header header</p> <p>AprilTagDetection[] detections</p>

功能	话题	话题类型	消息类型	描述
二维 码输出	tag/dections	TagDectionArray	Topic	基于相机坐标系的位置

4.4 VSLAM 位置发布接口

功能	话题	话题类型	消息类型	描述
当前 定位 位置	vslam/localization_pos	geometry_msgs/ PoseWithCovariance Stamped	Topic	当前 vslam 地图中定位结果