

前言

本文主要内容为V1Pro相机定位算法模块使用示例说明，本示例基于ROS平台，经测试在Ubuntu16.04、Ubuntu18.04、Ubuntu20.04等Linux系统上编译运行，通过调用相机SDK实现建图（采图）、定位等功能。在查阅本文档前请先阅读相机SDK使用说明《LxCameraApi（C、C++）开发者指南.pdf》，同时，若运行于Linux平台请按照提示运行 `install.sh` 脚本，完成环境配置。

定位算法模块

异常代码

```
1 // status
2 // 算法返回值：异常码
3 Unknown      = -1,  //!< 重定位中
4 Tracking     = 0,  //!< 正常定位中
5 RelocFailed  = 1,  //!< 重定位失败
6 Slipping     = 2,  //!< 打滑
7 Relocating   = 6,  //!< 重定位中
8 NoTopImage   = 7,  //!< 相机图像输入异常
9 NoOdom       = 8,  //!< 里程计超时异常
10 Mapping     = 20, //!< 正常建图中，建图需要odom, 图像以及激光数据（激光数据or激光位姿至少满足一个，如无可发虚拟数据）
11 MappingFailed = 21, //!< 建图异常
12 NoLaser     = 22, //!< 激光超时异常，建图时使用
13 NoLaserPose = 23, //!< 激光位姿数据超时异常，建图时使用
14
15 // 附加返回值：重定位异常码
16 -1: Unknown      //!< 重定位中（若重定位位姿(x,y,yaw)全为0，会判断为误发，返回代码-1）
17 0: Normal        //!< 重定位成功
18 1: No image      //!< 重定位失败，图像输入异常
19 2: No detection  //!< 重定位失败，特征检测异常
20 3: No expectation //!< 重定位失败，期望地图异常
21 4: No both       //!< 重定位失败，特征检测、期望地图都异常
22 5: No match      //!< 重定位失败，检测与地图无匹配
23 6: Off>30cm     //!< 重定位失败，检测与地图存在匹配，距离超过阈值
24 7: invalid request //!< 重定位失败，重定位请求位姿无效，如NaN
```

定位置信度

在正常定位的状态（异常码为0时），可通过置信度衡量定位结果的质量，定位置信度分布于0~4，其中：

- 0：不好
- 1：较差
- 2-3：一般
- 4：较好

在正常定位的状态时，建议取置信度大于等于1时的定位结果。

建图

- 输入数据
 - 机器人里程计（绝对）的数据，类型为nav_msgs/Odometry
 - 机器人激光雷达的数据（辅助建图所需，部分场景可不用激光，可以不输入，请联系技术支持确认），类型为sensor_msgs/LaserScan
 - 机器人激光位姿的数据（若需视觉地图和激光地图坐标系统一则需传入，否则可不输入），类型为geometry_msgs/PoseStamped
- 输出数据
 - 导出相机中录制的原始数据，离线建图，然后导入视觉地图至相机

定位

- 输入数据
 - 机器人里程计（绝对）数据，类型为nav_msgs/Odometry
- 输出数据
 - 发送重定位请求，机器人重定位成功后，输出机器人在视觉地图中的位姿，类型为geometry_msgs/PoseStamped

编译

ROS节点创建步骤：

1. 进入示例程序代码文件目录 `Lanxin-MRDVS/Sample/ROS/lx_camera_node_ws`
2. `catkin_make`
3. `source devel/setup.bash`

运行

运行ROS示例前，若相机中已经部署ROS主从，需先关闭ROS主从相关设置，否则会因ROS产生相关通讯异常。若相机中有ROS环境，需上电后等待约20s左右，再运行ROS示例程序。

通讯

可以使用虚拟数据调通SDK通讯，确认与相机之间通讯正常。

1. `source devel/setup.bash`
2. `roslaunch lx_camera_ros sensor_sim.launch`

如下图所示，该节点发出虚拟的激光数据 `/sim/scan`、里程计数据 `/sim/odom` 和激光位姿数据 `/sim/scan_pose`，相机通过SDK去接收这些数据，联调通讯。

```
1  <!-- -135° -->
2  <param name="min_ang"           type="double" value="-2.35619449" />
3  <!-- 135° -->
4  <param name="max_ang"           type="double" value="2.35619449" />
5  <param name="angle_increment"    type="double" value="0.00582" />
6  <param name="time_increment"     type="double" value="0.00006167129" />
7  <param name="range_min"          type="double" value="0.05" />
8  <param name="range_max"          type="double" value="101.0" />
9  <param name="init_range"         type="double" value="100" />
10 <!-- <remap from="scan" to="scan_back"/> -->
11 <!-- 虚拟激光数据topic -->
12 <param name="laser_frame_id"     type="string" value="laser_link"
    />
```

```

13   <param name="laser_topic_name"          type="string" value="/sim/scan"
    />
14   <!-- 虚拟里程计数据topic -->
15   <param name="odom_frame_id"             type="string" value="base" />
16   <param name="odom_topic_name"          type="string" value="/sim/odom"
    />
17   <!-- 虚拟激光位姿topic -->
18   <param name="laserpose_frame_id"        type="string" value="base"
    />
19   <param name="laserpose_topic_name"      type="string"
    value="/sim/scan_pose" />

```

3. roslaunch lx_camera_ros mapping.launch

如下图所示，该节点为接收虚拟传感器数据，然后通过调用相机SDK传入数据。

```

1  <launch>
2    <node name="lx_localization_node" pkg="lx_camera_ros"
    type="lx_localization_node" output="screen">
3      <!-- 相机IP, 默认为空时按设备索引获取 -->
4      <param name="ip"                                type="string"
    value="192.168.100.82" />
5      <!-- 图像显示使能 -->
6      <param name="is_show"                            type="bool"
    value="true" />
7      <!-- 接收或发布ROS话题名 -->
8      <param name="LxCamera_UploadScan"                type="string"
    value="/sim/scan" />
9      <param name="LxCamera_UploadOdom"                type="string"
    value="/sim/odom" />
10     <param name="LxCamera_UploadLaserPose"           type="string"
    value="/sim/scan_pose" />
11     <param name="LxCamera_Error"                     type="string"
    value="LxCamera_Error" />
12     <param name="LxCamera_Command"                   type="string"
    value="LxCamera_Command" />
13     <param name="LxCamera_Mapping"                   type="string"
    value="LxCamera_Mapping" />
14     <param name="LxCamera_Location"                   type="string"
    value="LxCamera_Location" />
15     <param name="LxCamera_SetParam"                   type="string"
    value="LxCamera_SetParam" />
16     <param name="LxCamera_SwitchMap"                  type="string"
    value="LxCamera_SwitchMap" />
17     <param name="LxCamera_DownloadMap"                type="string"
    value="LxCamera_DownloadMap" />
18     <param name="LxCamera_UploadMap"                  type="string"
    value="LxCamera_UploadMap" />
19     <param name="LxCamera_LocationResult"             type="string"
    value="LxCamera_LocationResult" />
20     <param name="LxCamera_UploadReloc"                type="string"
    value="LxCamera_UploadReloc" />
21     <!-- 自动曝光期望值, 范围[0-100], 默认:50 -->
22     <param name="auto_exposure_value"                 type="int"
    value="50" />
23     <!-- 建图使能, true or false -->

```

```

24     <param name="mapping_mode"                                type="bool"
value="true" />
25     <!-- 定位使能, true or false -->
26     <param name="localization_mode"                          type="bool"
value="false" />
27     <!-- 重要: 定位时地图名需有效, 已上传相机并存在; 建图时, 如果相机中无地图可默认输入"example_map1" -->
28     <param name="map_name"                                    type="string"
value="example_map1" />
29     <!-- 相机至机器人外参, 单位:米, 度数, 格式[x, y, z, yaw, pitch, roll] -->
30     <rosparam param="camera_extrinsic_param"> [0.34, 0.00, 1.3, -90, 0,
0] </rosparam>
31     <!-- 激光雷达至机器人外参, 单位:米, 度数, 格式[x, y, yaw] -->
32     <rosparam param="laser_extrinsic_param"> [0.34, 0.11, 0.0]
</rosparam>
33     </node>
34
35 </launch>

```

4. 待算法返回异常码为20 (Mapping) 时, 通讯即正常。

建图

1. 准备好建图所需的传感器数据

- 机器人里程计 (绝对) 的topic, 类型为nav_msgs/Odometry
- 机器人激光雷达的topic (部分场景可不用激光, 请联系技术支持确认, 此时可输入虚拟激光数据), 类型为sensor_msgs/LaserScan
- 机器人激光位姿的topic (若需视觉地图和激光地图坐标系统一则需传入), 类型为geometry_msgs/PoseStamped

2. **按照要求修改launch文件夹 mapping.launch 下文件 (切记请核对)**, 修改实际传入数据的topic 名, 如激光数据 /scan、里程计数据 /odom 和激光位姿数据 /scan_pose。设置已存在地图名 (若初次使用或不知道已存在地图名, 可设置为默认 "example_map1")、相机外参、激光雷达外参等

```

1 <launch>
2   <node name="lx_localization_node" pkg="lx_camera_ros"
type="lx_localization_node" output="screen">
3     <!-- 相机IP, 默认为空时按设备索引获取 -->
4     <param name="ip"                                          type="string"
value="192.168.100.82" />
5     <!-- 图像显示使能 -->
6     <param name="is_show"                                    type="bool"
value="true" />
7     <!-- 接收或发布ROS话题名 -->
8     <param name="LxCamera_UploadScan"                       type="string"
value="/scan" />
9     <param name="LxCamera_UploadOdom"                       type="string"
value="/odom" />
10    <param name="LxCamera_UploadLaserPose"                  type="string"
value="/scan_pose" />
11    <param name="LxCamera_Error"                             type="string"
value="LxCamera_Error" />
12    <param name="LxCamera_Command"                          type="string"
value="LxCamera_Command" />
13    <param name="LxCamera_Mapping"                          type="string"
value="LxCamera_Mapping" />

```

```

14   <param name="LxCamera_Location"           type="string"
    value="LxCamera_Location" />
15   <param name="LxCamera_SetParam"           type="string"
    value="LxCamera_SetParam" />
16   <param name="LxCamera_SwitchMap"           type="string"
    value="LxCamera_SwitchMap" />
17   <param name="LxCamera_DownloadMap"         type="string"
    value="LxCamera_DownloadMap" />
18   <param name="LxCamera_UploadMap"           type="string"
    value="LxCamera_UploadMap" />
19   <param name="LxCamera_LocationResult"       type="string"
    value="LxCamera_LocationResult" />
20   <param name="LxCamera_UploadReloc"         type="string"
    value="LxCamera_UploadReloc" />
21   <!-- 自动曝光期望值, 范围[0-100], 默认:50 -->
22   <param name="auto_exposure_value"          type="int"
    value="50" />
23   <!-- 建图使能, true or false -->
24   <param name="mapping_mode"                 type="bool"
    value="true" />
25   <!-- 定位使能, true or false -->
26   <param name="localization_mode"            type="bool"
    value="false" />
27   <!-- 相机至机器人外参, 单位:米, 度数, 格式[x, y, z, yaw, pitch, roll] -->
28   <rosparam param="camera_extrinsic_param"> [0.34, 0.00, 1.3, -90, 0,
0] </rosparam>
29   <!-- 激光雷达至机器人外参, 单位:米, 度数, 格式[x, y, yaw] -->
30   <rosparam param="laser_extrinsic_param"> [0.34, 0.11, 0.0]
</rosparam>
31   </node>
32
33 </launch>

```

3. source devel/setup.bash

4. roslaunch lx_camera_ros mapping.launch

5. 待算法返回异常码为20（Mapping）时，可以推动机器人录制数据

6. 导出录制数据。通过SDK接口实现该功能，**需先关闭建图使能**，然后导出。或者通过示例的 rostopic pub 的形式导出数据，示例如下：

先关闭建图使能：

```

1 rostopic pub -1 /lx_localization_node/LxCamera_Mapping std_msgs/String
  "data: '0'"

```

然后，请根据实际情况修改路径，示例：

```

1 rostopic pub -1 /lx_localization_node/LxCamera_DownloadMap
  std_msgs/String "data: 'your_dir/Lanxin-
  MRDVS/Sample/ROS/lx_camera_node_ws/src/lx_camera_ros/map/download_map'"

```

同时通过 /lx_localization_node/LxCamera_Message 话题查看下发情况：

```

1 rostopic echo /lx_localization_node/LxCamera_Message | grep DownloadMap

```

若返回结果如下，且在则导出相应路径中可以看到导出的地图，例如在 `/home/fr1511b/v1pro/Lanxin-MRDVS/Sample/ros-v1pro/map` 路径下生成 `download_map.zip` 文件，则导出数据成功。然后请联系MRDVS相关人员技术支持，并提供建图数据。

```
1 data: "{\"cmd\":\"LxCamera_DownloadMap\",\"result\":0}
```

7. 建图完成后，**需先关闭建图使能**，然后将地图包（20240826之前的SDK版本，地图名后缀为.zip；20240826及之后的SDK版本，地图名后缀更改为.bin）导入至相机。通过SDK接口实现该功能，或者通过示例的rostopic pub的形式导入数据，示例如下：

```
1 rostopic pub -1 /lx_localization_node/LxCamera_UploadMap std_msgs/String
  "data: '/home/fr1511b/v1pro/Lanxin-MRDVS/Sample/ros-v1pro/map/xz9_231216.bin'"
```

同时通过 `/lx_localization_node/LxCamera_Message` 话题查看下发情况：

```
1 rostopic echo /lx_localization_node/LxCamera_Message | grep UploadMap
```

若返回结果如下，则导入地图成功。

```
1 data: "{\"cmd\":\"LxCamera_UploadMap\",\"result\":0}
```

定位

1. 准备好建图所需的传感器数据
 - 机器人里程计的topic，类型为nav_msgs/Odometry
2. **按照要求修改launch文件夹下 `localization.launch`（切记请核对）**，设置地图名（已有地图名，如刚才导入的地图）、相机内参等

```
1 <launch>
2   <node name="lx_localization_node" pkg="lx_camera_ros"
  type="lx_localization_node" output="screen">
3     <!-- 相机IP，默认为空时按设备索引获取 -->
4     <param name="ip" type="string"
  value="192.168.100.82" />
5     <!-- 图像显示使能 -->
6     <param name="is_show" type="bool"
  value="true" />
7     <!-- 接收或发布ROS话题名 -->
8     <param name="LxCamera_UploadScan" type="string"
  value="/scan" />
9     <param name="LxCamera_UploadOdom" type="string"
  value="/odom" />
10    <param name="LxCamera_UploadLaserPose" type="string"
  value="/scan_pose" />
11    <param name="LxCamera_Error" type="string"
  value="LxCamera_Error" />
12    <param name="LxCamera_Command" type="string"
  value="LxCamera_Command" />
13    <param name="LxCamera_Mapping" type="string"
  value="LxCamera_Mapping" />
```

```

14     <param name="LxCamera_Location"           type="string"
value="LxCamera_Location" />
15     <param name="LxCamera_SetParam"           type="string"
value="LxCamera_SetParam" />
16     <param name="LxCamera_SwitchMap"          type="string"
value="LxCamera_SwitchMap" />
17     <param name="LxCamera_DownloadMap"        type="string"
value="LxCamera_DownloadMap" />
18     <param name="LxCamera_UploadMap"          type="string"
value="LxCamera_UploadMap" />
19     <param name="LxCamera_LocationResult"      type="string"
value="LxCamera_LocationResult" />
20     <param name="LxCamera_UploadReloc"        type="string"
value="LxCamera_UploadReloc" />
21     <!-- 自动曝光期望值, 范围[0-100], 默认:50 -->
22     <param name="auto_exposure_value"         type="int"
value="50" />
23     <!-- 建图使能, true or false -->
24     <param name="mapping_mode"                type="bool"
value="false" />
25     <!-- 定位使能, true or false -->
26     <param name="localization_mode"           type="bool"
value="true" />
27     <!-- 重要: 定位时地图名需有效, 已上传相机并存在; 建图时, 如果相机中无地图可默认输入"example_map1" -->
28     <param name="map_name"                    type="string"
value="xz9_231216" />
29     <!-- 相机至机器人外参, 单位:米, 度数, 格式[x, y, z, yaw, pitch, roll] -->
30     <rosparam param="camera_extrinsic_param"> [0.34, 0.00, 1.3, -90, 0,
0] </rosparam>
31     <!-- 激光雷达至机器人外参, 单位:米, 度数, 格式[x, y, yaw] -->
32     <rosparam param="laser_extrinsic_param"> [0.34, 0.11, 0.0]
</rosparam>
33     </node>
34
35 </launch>

```

3. source devel/setup.bash

4. 发送重定位请求。将机器人移动至指定地点, 发送该点位在视觉地图中的坐标即可 (一般地, 录图起始点坐标为(x=0, y=0, yaw=0)) (**注意: 直接发重定位请求位姿 (x=0, y=0, yaw=0) 会被当成误发, 可以规避坐标零点, 如重定位请求位姿 (x=0.01, y=0.00, yaw=0)), 此部分可以通过SDK接口实现, 或在示例的rostopic pub的形式发布重定位请求:**

```
1 rostopic pub -1 /lx_localization_node/LxCamera_UploadReloc
  geometry_msgs/PosewithCovarianceStamped "header:
2   seq: 0
3   stamp:
4     secs: 0
5     nsecs: 0
6   frame_id: ''
7 pose:
8   pose:
9     position: {x: 0.1, y: -0.1, z: 0.0}
10    orientation: {x: 0.0, y: 0.0, z: 0.0, w: 1.0}
11    covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
0.0, 0.0, 0.0,
12    0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
0.0, 0.0,
13    0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
```

同时通过 `/lx_localization_node/LxCamera_Message` 话题查看下发情况：

```
1 rostopic echo /lx_localization_node/LxCamera_Message | grep UploadReloc
```

若返回结果如下，则导入地图成功。

```
1 data: "{\"cmd\":\"LxCamera_UploadReloc\",\"result\":0}"
```

5. 待算法返回异常码为0（Tracking）时，并且可以订阅

到 `/lx_localization_node/LxCamera_LocationResult` 即定位OK。此时，相机返回的为机器人在视觉地图中的位姿。

常见问题

运行该示例出现问题时，可通过相机SDK日志快速排查，常见问题如下：

1. 若通过ROS示例会出现卡顿、数据通讯异常，考虑ROS主从问题，去掉相关设置即可
2. 若关闭ROS示例程序后重新运行失败，考虑相机流占用问题，请耐心等待10-20s，再重新打开
3. 若出现SDK库加载失败、网络频繁丢包等问题，请确认配置脚本 `install.sh` 是否运行生效
4. 重定位成功时程序崩溃，考虑ROS相机内部配置问题，请联系相关人员解决

参考

- LxCameraApi（C、C++）开发者指南.pdf
- LxCameraViewer使用说明书.pdf
- V1Pro用户使用手册.pdf