

Mid-360复现效果展示

感谢大佬邀请！我使用Mid-360搭配海康CU050-10UC相机适配FAST-LIVO2，完成了如下重建效果：



以下分享我的复现思路：

硬件搭建

根据LIV_handhold设计了一块电源-时钟同步PCB，提供12V和5V输出供电供应开发板、雷达和相机（16V Input），并提供10Hz同步信号、1Hz伪GPS信号给海康相机-Mid360.详细教程请参考：

https://github.com/xuankuzcr/LIV_handhold https://gitee.com/gwmunan/ros2/wikis/pages?sort_id=10502383&doc_id=4855084

部分搭建设备展示：



一些常见的问题：

- 1、Mid-360是否需要倾斜安放：**倾斜安放可以增大共视FoV中的点云数量**，而FAST-LIVO2的地图构建是以点云作为基础的，所以推荐进行倾斜安放，但是要在代码中做一定的修改。当然了这些都是次要原因，主要原因是**这样帅啊！**（PS：Mid-360的FOV为-7°~53°）
- 2、如何查看采集的数据时间戳是否同步：在terminal打开 `rqt`， `Plugins->Logging->Bag`，导入录制的Rosbag查看时间戳是否对齐。一般而言Mid-360的scan和image的时间戳，偏差不超过0.02s，imu的频率为200Hz，按照4ms/6ms交替输出数据而不是规律的5ms输出。
- 3、相机、镜头选型：强烈推荐USB3.0口的海康系列相机，分辨率能达到1280x720即可，如MV-CU013-A0UC。镜头根据使用场景来选择相应的光圈和FoV。如果有3DGS项目的需求推荐使用分辨率超1920x1080的相机，如MV-CU050-90UC。
- 4、使用哪款开发板搭建硬件：个人推荐将FAST-LIVO2代码的运行在主机上运行，边缘开发板作为 `rosv bag record` 的设备。如果有边缘运行的需求推荐**rk3588/ Jetson Orin/ N97**系列开发板。

软件搭建

首先是硬件端的软件包。使用LIV_handhold中的 `mvs_ros_pkg` 搭配 `livox_ros_driver2` 能获得最佳的使用效果（海康官方的ROS包有陈年BUG并且同步效果没那么好）。但是很多人（当然也包括我）启动程序时候会遇到这一行想杀人的红色小字：

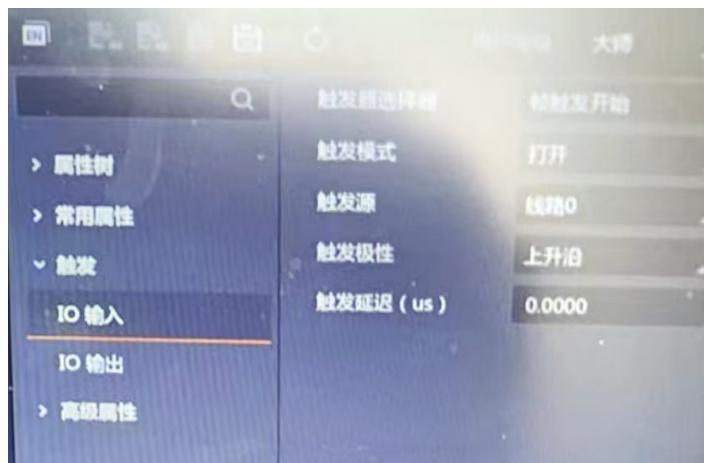
```
[ INFO] [1735283750.45822210]: Set Gamma: 0.700000
[ INFO] [1735283750.460552422]: Finish all params set! Start grabbing...
Frame Number: 0, Camera Timestamp: 469402318034 ns, Time in seconds: 4694.023180
[mvs_camera_trigger-2] process has died [pid 15583, exit code -11, cmd /home/jetson/fast_livo2/devel/lib/mvs_ros_pkg/grabImgWithTrigger /home/jetson/fast_livo2/src/mvs_ros_pkg/config/left_camera_trigger.yaml __name:=mvs_camera_trigger __log:=/home/jetson/.ros/log/655051b2-c422-11ef-9997-0242e6265691/mvs_camera_trigger-2.log].
log file: /home/jetson/.ros/log/655051b2-c422-11ef-9997-0242e6265691/mvs_camera_trigger-2*.log
```

但是你不要怕啊不要怕，这才哪到哪。无非就以下4个问题：

- 1、时钟同步信号没给到相机。请你打开MVS软件 `cd /opt/MV/bin && ./MVS.sh` 打开旁边的触发模式，查看是否有画面并且是否为10Hz。一般来说触发源是Line 0但是如果你的接线是其他信号线就请修改为Line 1/Line 2，并在

`mvs_ros_pkg/src/grab_trigger.cpp` 中做相应修改：

```
1  nRet =
    MV_CC_SetEnumValue(handle,
        "TriggerSource",
        MV_TRIGGER_SOURCE_LINE2); //
    比如我从LINE0修改成LINE2
```



2、驱动没链接上（有可能会导导致rviz显示黑屏而不报错）。x86电脑输入：

```
1 export LD_LIBRARY_PATH=/opt/MVS/lib/64:/lib/x86_64-linux-  
gnu:$LD_LIBRARY_PATH
```

Arm电脑输入：

```
1 export LD_LIBRARY_PATH=/opt/MVS/lib/aarch64:/lib/aarch64-linux-  
gnu:$LD_LIBRARY_PATH
```

3、timeshare同步文件读写问题。打开 `mvs_ros_pkg/src/grab_trigger.cpp` 搜索 `timeshare` 文件，查看该路径下是否有这么一个文件并且权限允许read & write。实在不行就自己创建一个并修改相应路径。 `livox_ros_driver2` 的timeshare路径在 `src/lddc.cpp` 下。

4、相机格式不对。有的相机支持的格式不是RGB8，请查询手册确认格式后在 `mvs_ros_pkg/config/left_camera_trigger.yaml` 中修改 `PixelFormat`。没有支持的格式那就自己修改代码咯（比如我在代码中添加了BayerGR8格式并成功运行）。

还有可能遇到OpenCV报错（Warning or Error）或者启动节点就死的问题，参考解决方案：【FAST-LIVO】1.0 FAST-LIVO编译以及运行程序时崩溃的解决办法_哔哩哔哩_bilibili

另外最好用SSD硬盘而不是TF卡做数据存储，TF速率不足容易让时间戳不匹配。

然后就是内外参标定问题。

内参标定推荐工具：[ROS-camera-Calibration](#)，[kalibr](#)（前者简单后者更准）

外参标定推荐工具：[direct_visual_lidar_calibration](#)（用其提供的Docker配置更快，但是启动Docker时一定要启动GPU支持！！）

PS：

1、使用郑博的 `mvs_ros_pkg` 录制并不带有Camera_info的Topic（包含的是内参数据），所以需要手动输入内参。参考：[direct_visual_lidar_calib环境部署及应用_direct lidar calibration-CSDN博客](#)

2、DVLC的标定结果我记得是Camera to Lidar的，需要求逆转为Lidar to Camera，后续FAST-LIVO2会用到。教程和求逆工具参考：[dvlc - Gitee.com](#)

标定效果影响FAST-LIVO2的最终效果，特别是外参！！

接着是FAST-LIVO2环境配置。推荐不安装Malloc。可以使用我已经配置好环境的Docker：

```
1 docker pull pcl5pcl5/fast_livo2
```

也可以自行配置，暂时不推荐安装Malloc，可能会导致内存占用过大的问题。

最后是如何将FAST-LIVO2适配Mid-360。最简单的办法，可以在<https://github.com/pcl5/FAST-LIVO2/tree/main>中获取我适配的软件包。workspace文件结构如下：

```
1  |— CMakeLists.txt
2  |— FAST-LIVO2
3  |— livox_ros_driver
4  └─ rpg_vikit
```

编译后启动：

```
1 roslaunch fast_livo mapping_mid360.launch
```

如果遇到rpg_vikit编译报错请自行CSDN，有修改教程。**有实时运行需求的朋友看下面：**

因为FAST-LIVO2目前依赖的是Livox_ros_driver，而Mid-360依赖Livox_ros_driver2，导致代码段产生冲突，所以有两种解决方案：

- 1、替换FAST-LIVO2中所有 `livox_ros_drvier` 代码段为 `livox_ros_driver2`。但我懒，所以我选择：
- 2、启动硬件设备时用另一个工作空间：

```
1 another_ws:
2   |— build
3   |— devel
4   └─ src
5       |— livox_ros_driver2
6       └─ mvs_ros_pkg
```

和FAST-LIVO2的工作空间隔开（带livox_ros_driver），所有终端同时 `source /home/xxx/another_ws/devel/setup.bash`，FAST-LIVO2就能自动识别到Mid-360的数据啦，**因为1和2的驱动数据格式是相同的。**

最后，感谢郑博，郭伟哥的代码和教程！也希望我的复现过程能帮到大家！欢迎交流！