

组 11 - Week 6 任务书：车辆传感器的配置与标定

⚠ 安全警告： 车辆危险，无助教在场时，禁止使用遥控器移动车辆。请大家严格遵守，确保实训安全！

一、课程目标

完成本周学习后，学生应能够：

- 掌握传感器配置：**掌握 Apollo 6.0 系统下底盘通讯 (Canbus)、激光雷达 (Lidar)、工业相机 (Camera) 及组合导航 (GNSS / IMU) 的驱动配置与参数设置。
- 具备数据质量验证能力：**能够利用 `cyber_monitor` 和 `cyber_visualizer` 诊断传感器数据的频率、格式及状态，确认定位系统是否达到固定解 (NARROW_INT)。
- 掌握传感器标定：**掌握相机内参标定原理、传感器外参对齐方法及静态 TF 树 (`static Transform`) 的构建与验证。

二、本周教学内容

1. 全链路传感器驱动配置

- 底盘 Canbus：**Socket_CAN 驱动配置、`canbus_conf.pb.txt` 参数解析、遥控器模式切换与键盘控车。
- 激光雷达 (RS16/Helios)：**工控机静态 IP 段配置 (192.168.1.x)、点云解析驱动配置、运动去畸变补偿 (Compensator) 原理。
- 工业相机：**通过 `udev` 规则建立 `/dev/camera/front_6mm` 软连接、相机分辨率及帧率配置。
- 组合导航 (GNSS/IMU)：**Web 端 IO 输出设置 (Novatel 协议)、杆臂值 (Lever Arm) 测量与输入、UTM 投影分带参数配置。

2. 传感器状态与数据校验

- 话题监控：**使用 `cyber_monitor` 实时监控各传感器 Topic 频率。
- 定位解状态：**理解 `best_pose` 通道中 `NARROW_INT` 与 `pos_type: 56` 的含义，掌握“8”字运动初始化技巧。
- 可视化校验：**利用 `cyber_visualizer` 进行点云成像（普通点云与补偿点云）与相机图像预览（压缩前与压缩后）。

3. 系统标定与 TF 坐标管理

- 相机内参：**基于棋盘格的重投影误差计算，理解畸变模型 (`Plumb_bob`) 与内参矩阵 (K/P)。
- 传感器对齐 (Extrinsics)：**LiDAR (激光雷达) 到 Camera (相机) 的像素级对齐，LiDAR 到 INS (组合导航) 的位姿轨迹对齐。

三、本周实训任务

任务 1：传感器详细驱动配置

依据完成以下硬件与驱动配置：

1. **底盘通讯配置**：配置 Socket_CAN 通道，成功实现通过键盘 (`teleop`) 实现车轮转向。
2. **相机端口锁定**：编写 `/etc/udev/rules.d/99-webcam.rules` 规则，通过 KERNELS 序列号锁定相机挂载点，并在 `/dev/camera/` 下生成软连接。
3. **导航参数录入与网段联通**：配置工控机静态 IP，登录 GNSS Web 界面，完成 RTK 账号登录与 TCP Server 9904 端口配置，并手动测量录入定位天线到 IMU 中心的杆臂值。
4. **雷达网段联通与驱动配置**：配置工控机静态 IP，确保与雷达处于同一网段，修改 `lidar.pb.txt` 中的 IP 与端口，确保雷达驱动正常加载并成功输出数据。

任务 2：传感器状态检查与数据验证

在配置完成后，必须先进行数据质量校验：

1. **频率诊断**：
使用 `cyber_monitor`，确认以下话题频率正常：
 - `/apollo/sensor/lidar/PointCloud2` (~10Hz)
 - `/apollo/sensor/camera/front_6mm/image` (~15Hz)
 - `/apollo/sensor/gnss/best_pose` (~10Hz)
2. **定位质量验证**：在室外空旷场地，观察并截图记录 `best_pose` 是否达到固定解状态，确认 `ins_status` 为 `GOOD`。
3. **去畸变校验**：启动 GNSS 模块后，检查 `/apollo/sensor/lidar/compensator/PointCloud2` 是否有正常点云输出（该话题依赖定位信息）。

任务 3：系统标定实践

1. **相机内参标定**：使用标定工具采集不少于 60 张棋盘格样本，完成内参的标定。
2. **相机外参标定**：将点云投影至图像，通过手动调节工具实现建筑物边缘的像素级重合。
3. **激光雷达外参标定**：驾驶车辆进行“8”字运动录制数据包（“8”字运动需联系助教进行操控），使用 `pose_align` 工具计算 Lidar 与 INS 的对齐参数。

四、提交要求与方式

1. 作业形式与小组说明

本周实训以**小组**为单位开展，在实车上进行，共用一套硬件设备（车辆及工控机）。

- **资源分配**：组内各成员共用车辆与工控机，实验截图与原始数据可全组共享。
- **个人要求**：
 - **分工明确**：每人 Markdown 作业开头务必注明个人在组内的具体分工。
 - **独立思考**：严禁直接复制组员的文字描述。报告中的分析内容需体现个人思考，确保“**图同字不同**”。

2. 提交内容

A. Markdown 文档

- **关键截图**: 包含 `cyber_monitor` 界面及标定对齐预览图。
- **文字说明**: 涵盖任务执行过程及标定结果的深度分析。
- **提交方式**: 将完整文档及相关资源同步推送至小组 GitHub 仓库。

B. 标定 YAML 文件

请提交实操后更新的完整配置文件，统一放置在名为 `YAML` 的文件夹内，包含：

- **相机内参**: `front_6mm_intrinsics.yaml`
- **相机外参**: `front_6mm_extrinsics.yaml`
- **激光雷达外参**: `lidar_novatel_extrinsics.yaml`

3. 文件命名规范

- **草稿（周五截止）** : `team_name_week6_draft.md`
- **终稿（周日截止）** : `team_name_week6_final.md`

4. 提交地址

- **GitHub 仓库**: [Week 6 第11组仓库](#)

Tips: 标定方法文档已放置于系统桌面，请参考文档步骤进行。