

基于 CARLA 模拟器的 lidar 数据采集项目

金典

2022 年 7 月 8 日

1 CARLA 设置

1.1 服务端设置

1.1.1 构建服务端

CARLA 模拟器端口 2000。traffic manager 端口默认 8000，但是由于被占用，设置为 8005。

1.1.2 添加 actor

利用 generate_traffic.py 生成车辆 60（种类随机）以及行人 40。

1.2 客户端设置

1.2.1 自车设置

自车为 Tesla 的 model3。

1.2.2 传感器设置

设置三个 lidar，高度分别为 0.4,0.8,1.6。均安装在车中心靠前（车头）半个车子长度的位置。

2 Bounding box 获取

已知每个 actor 对应 bbox 的八个角在世界坐标系下坐标：

$$\mathbf{a}_i^w = (x_i^w, y_i^w, z_i^w), i = 0, \dots, 7$$

已知世界坐标系到 lidar 坐标系的转换矩阵 \mathbf{S} ，可求得传感器坐标系下的坐标 \mathbf{a}^s ：

$$[\mathbf{a}^s, 1] = \mathbf{S} \cdot [\mathbf{a}^w, 1]$$

接下来可以求得在 actor 坐标系下三个方向的单位向量：

$$\mathbf{e}_x = (\mathbf{o}_x - \mathbf{o}) / |\mathbf{o}_x - \mathbf{o}|$$

$$\mathbf{e}_y = (\mathbf{o}_y - \mathbf{o}) / |\mathbf{o}_y - \mathbf{o}|$$

$$\mathbf{e}_z = (\mathbf{o}_z - \mathbf{o}) / |\mathbf{o}_z - \mathbf{o}|$$

其中,

$$\begin{aligned}\mathbf{o} &= (\mathbf{a}_0^s + \mathbf{a}_6^s)/2 \\ \mathbf{o}_x &= (\mathbf{a}_0^s + \mathbf{a}_2^s)/2 \\ \mathbf{o}_y &= (\mathbf{a}_0^s + \mathbf{a}_5^s)/2 \\ \mathbf{o}_z &= (\mathbf{a}_5^s + \mathbf{a}_2^s)/2\end{aligned}$$

2.1 计算 box 中点云数量

考虑点云坐标向量矩阵 \mathbf{X}_w :

$$\mathbf{X}_w = [\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}]$$

计算 box 中心到点云的向量矩阵:

$$\mathbf{X}_b = \mathbf{X}_w - \mathbf{o}$$

可以计算在 actor 坐标系下, 点云中各点坐标 \mathbf{X}_a :

$$\mathbf{X}_a = \mathbf{X}_b \cdot [\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z]^T = \begin{bmatrix} p_{x1} & p_{y1} & p_{z1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{xn} & p_{yn} & p_{zn} \end{bmatrix}$$

逐项取绝对值:

$$|\mathbf{X}_a| = \begin{bmatrix} |p_{x1}| & |p_{y1}| & |p_{z1}| \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ |p_{xn}| & |p_{yn}| & |p_{zn}| \end{bmatrix} = [\mathbf{p}_x, \mathbf{p}_y, \mathbf{p}_z]$$

统计数量:

$$c = \text{cnt}((\mathbf{p}_x \leq l) \wedge (\mathbf{p}_y \leq w) \wedge (\mathbf{p}_z \leq h))$$

2.2 计算 bounding box 有效性

对于不同距离, 设定不同阈值 ξ :

$$\xi = \begin{cases} \xi_1 & L \in [0, d_1) \\ \xi_2 & L \in [d_1, d_2) \\ \xi_3 & L \in [d_2, \infty) \end{cases}$$

其中 ξ_1, ξ_2, ξ_3 以及 d_1, d_2, d_3 为设定参数。

3 数据集导出

3.1 目录格式

ROOT/

GPS/

RGB/

[X.X]/
 lidar/
 label/
 calib/
 pics/
 posit/

3.2 模拟器参数

3.2.1 环境

其中 ξ_1, ξ_2, ξ_3 以及 d_1, d_2, d_3 为设定参数。

表 1: 设定参数

Vehicle		Pedestrian	
参数名	值	参数名	值
ξ_1	10	ξ_1	5
ξ_2	8	ξ_2	4
ξ_3	5	ξ_3	3
d_1	50	d_1	50
d_2	100	d_2	100
d_3	150	d_3	150

3.2.2 lidar

表 2: 设定参数

参数名	值
range	150
points_per_second	576000
rotation_frequency	10

3.3 数据内容

3.3.1 GPS

可由外参 calib 得到传感器的位姿。使用时忽略该文件。

3.3.2 RGB

120 米高度俯视照片。如图1所示。



图 1: 俯视图

3.3.3 label

label/文件夹中文件每一条如下所示:

表 3: 参数介绍

参数名	值
type	当 $l \geq 4$ 时, 为 Truck。另外还有 Pedestrian, Car 和 Cyclist
truncated	缺省 1
occluded	缺省 1
alpha	$\arctan(\mathbf{o}[1]/\mathbf{o}[0]), [-\pi, \pi)$
bbox	缺省 1,1,1,1
dimensions	$2h, 2w, 2l$
location	\mathbf{o} , 前、右、上、顺时针为正方向
rotation_y	两车 yaw 角之差 $\theta = \theta_e - \theta_a, [-\pi, \pi)$
score	缺省 1

如图2所示。

3.3.4 lidar

每个 lidar 每一帧的点云二进制文件。

3.3.5 pics

每帧 lidar 点云的俯视图。有效的 bbox 为绿色, 无效的为黄色, 如图3所示。

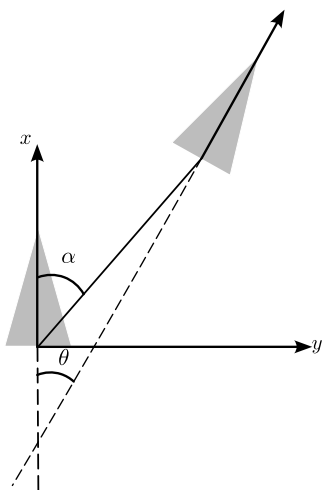


图 2: 左手系, 图示方向为各个参数正方向

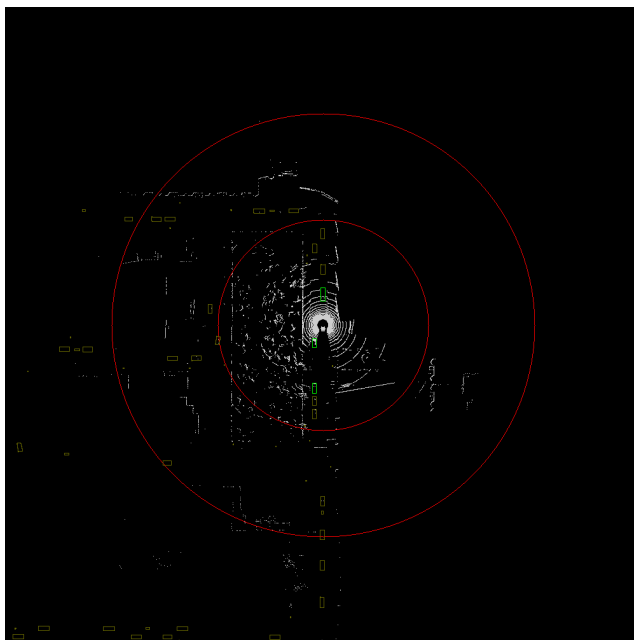


图 3: lidar 点云的俯视图

3.3.6 calib

记录了每个 lidar 每一帧的外参矩阵。

3.3.7 posit

记录了 actor 的各类信息, 用于计算点云有效性。使用时忽略该文件。

附录

A 代码托管链接

<https://github.com/CLaSLoVe/Carla-lidar-data-generator>

B 代码功能

按照表4的顺序运行代码。其中 `validate_bb_thread.py` 需要设置数据集路径作为运行参数。

表 4: 代码介绍

名称	功能
<code>server_setup.py</code>	设置服务器
<code>generate_traffic.py</code>	生成行人、车辆
<code>lidar_data_obtain_dir4.py</code>	采集数据
<code>validate_bb_thread.py</code>	多进程实现 bbox 有效性计算