End-to-end Driving via Conditional Imitation Learning 复现记录

杨安东

目录

1 说明

本报告将介绍实验的整体设计并在最后记录每周进度与下一周计划。

2 实验环境

2.1 部署设计

实验使用 CARLA 模拟器，其分为客户端服务端两部分，部署设计框架如图 1所示。在训练阶段只需要数据集即可，网络模型不需要与 CARLA 进行交互。模型测试阶段网络模型与 CARLA 客户端交互获取图像并发送控制命令。之后通过日志记录进行本地可视化。

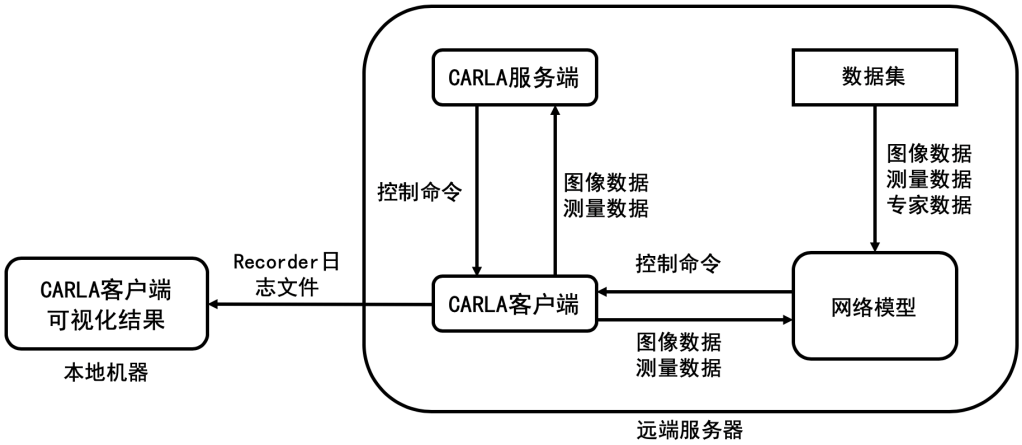

图1 实验设计框架

2.2 训练数据收集

原始训练数据分为一幕一幕收集，包含图像数据，测量数据即车辆速度 (是可选项，若在实际车辆中噪声较大则不用)，专家控制命令（转向角和加速度）三部分。每一幕从不同的位置开始，提供目的地，让专家控制车辆前往目的地。

图像数据 (200*88) 从车辆前方的三个摄像头获取，左右两个摄像头的数据作为错误数据，中间摄像头数据作为正常数据。每帧图像附带对应的专家的控制命令，为前文提到的错误数据提供使得车辆恢复到正常路线的控制命令。为了增强鲁棒性，偶尔在专家控制中叠加扰动，让专家从扰动中恢复，控制命令只记录专家采取的命令，不记录叠加命令。如图 2所示。

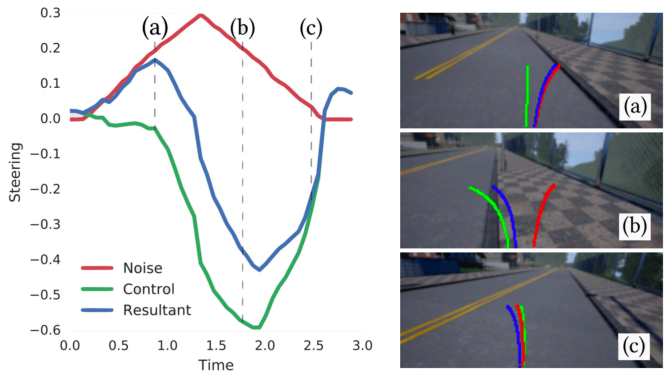

图2 添加控制命令扰动

对于采集到的原始数据进行数据增强，从一系列变换中选取一部分对图像进行处理。变换包括：

1. 亮度，对比度变化
2. 扭曲畸变
3. 高斯模糊，高斯噪声，椒盐噪声
4. 区域丢弃（随机选取一定数量的长方形丢弃，每个长方形占全图面积 1%）
5. 不涉及几何变换例如旋转，对称等

总的来说数据集包含：图像与对应车辆速度、专家转向角、专家油门、专家刹车、控制命令（沿车道行驶、左转、右转、直行）。

实验计划使用论文给出的收集好的训练数据集，大小为 24G，链接如下：

`https://github.com/carla-simulator/imitation-learning/blob/master/README.md`

3 神经网络实现

神经网络将图像、车速（可选）、控制命令作为网络输入。输出为转向角、油门、刹车、预测车速。

3.1 网络结构

网络输出包含转向角，油门，刹车，预测速度，四个部分。

论文中所示的网络结构在最后具有一个选择类型的结构，为了训练方便，每次都计算 4 个分支网络，之后根据控制命令添加掩码将对应分支之外的网络输出变为 0，从而使得反向传导时不影响权重，只训练控制命令对应的分支。

网络结构如图 3所示：

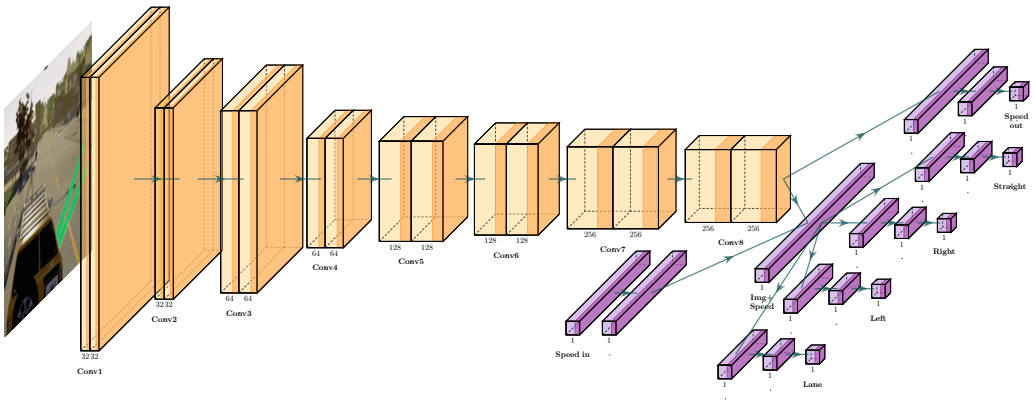

图3 神经网络结构

3.2 参数

1. 损失函数使用均方损失 nn.MSELoss()
2. 优化器使用 adam，学习率 0.0002
3. batch = 4 每个控制命令的 batch 数目一样
4. 训练轮数由实际训练效果决定
5. batch_size 和 DataLoader 的 num_workers 由处理器核心数决定

4 代码结构设计

代码整体设计如图 4所示。数据读取数据读取主要使用 torch.utils.data.DataLoader，其需要 Dataset 类型，torch.utils.data.Dataset 是抽象类，通过继承 Dataset 类并重写 ___len___ 与 ___getitem___ 方法来实现自定义数据读取。数据读取后 main 函数读取网络进行实例化，之后通过 train 函数进行训练，完成一定次数训练后通过 output_log 函数输出日志文件。将日志文件下载到本地后可视化观察训练效果。同时通过将参数单独设置为一个类，统一参数设置数据。

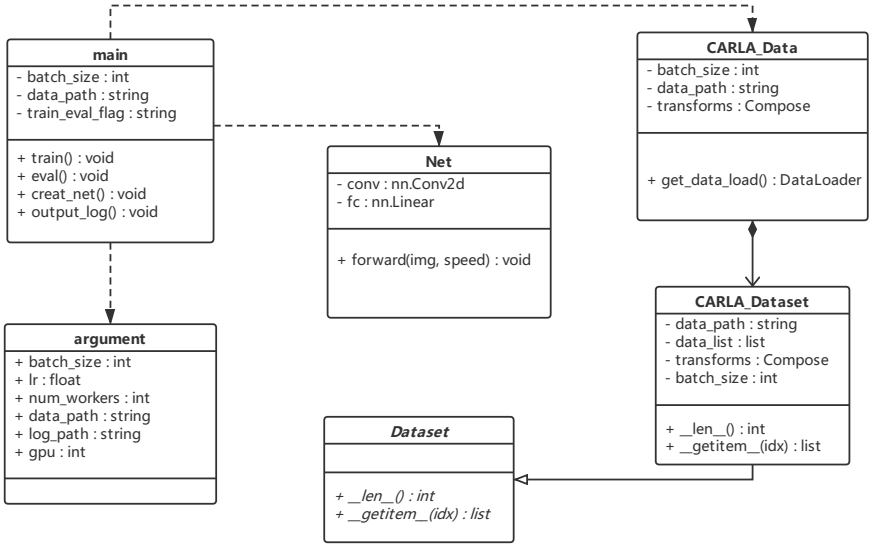

图4 代码 UML 类图

5 结果分析

指定一个起点和终点，记录车辆从起点到终点错过的转弯数，需要人为干预的次数和用时来衡量方法有效性。不断重复此过程，取平均获得最终评价结果。同时将测试过程可视化。

使用 driving-benchmarks 实现测试部分。链接:`https://github.com/carla-simulator/driving-benchmarks`，其提供一个测试函数 run_driving_benchmark()，主要参数包括:

1. agent：根据环境输入作出决策
2. experiment_suites：指定起点与终点，点在 carla 环境中已经定义
3. carla 服务端的 IP 与端口

通过调用 run_driving_benchmark，即可根据指定的起点终点，测试 agent 的表现，结果会以统计数据形式输出，包含:

1. 任务完成概率
2. 完成任务平均路程
3. 各类碰撞次数
4. 冲出道路次数

6 想法记录

1. 考虑过路口的时候加入红绿信号的影响。
2. 考虑其他车辆转向灯的影响。

7 进度记录

github 仓库：`https://github.com/andongyang/Re-implement`

7.1 第一周

1. 完成实验方案设计，确定代码结构、神经网络结构。
2. 编写神经网络部分代码，编写部分数据读取部分代码编写。
3. 学习 CARLA 使用方法。
4. 搭建 CARLA 环境。

7.2 第二周

1. 学习 CARLA 提供的 benchmarks-CoRL2017
2. 完成训练部分代码编写
3. 测试 h5 文件读取部分功能

7.3 第三周

1. 测试 CARLA 日志文件还原场景。
2. 借用 CoRL2017 完成测试部分代码编写。
3. 完成模型训练，获得一个初步的训练结果。

7.4 第四周计划

1. 解决连接服务端 timeout 问题。
2. 测试获得的训练结果并根据反馈进行参数调整。
3. 获得最终训练结果。

7.5 第四周计划

1. 暂停一周。