

VEOS 系统

测试条件

- 固定测试场景
- 固定工况
- 不开空调（减少空调能耗干扰）
- 往返路线（减少地形差异干扰）
- 观测噪声：地形, 压缩机, 电池 SOC,(大灯,tbox,...)
- 测量驾驶风格：纵向控制问题中, 特定工况下油门踏板（和刹车踏板）的使用情况
- 通过独立的 UDP 数据记录交叉验证测量和性能
- 总共实验 1400 次

驾驶风格

- 无 AI 和带 AI 的基准驾驶风格比较

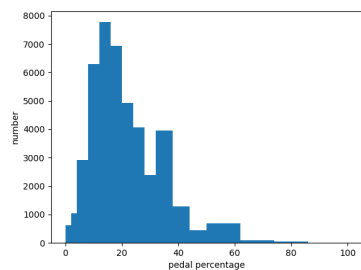


图 1.1 无 AI 的基准风格分布

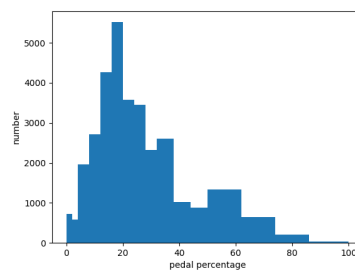


图 1.2 带 AI 的基准风格总平均分布

- 驾驶风格按周期变化：驾驶风格相对同一个司机是固定的

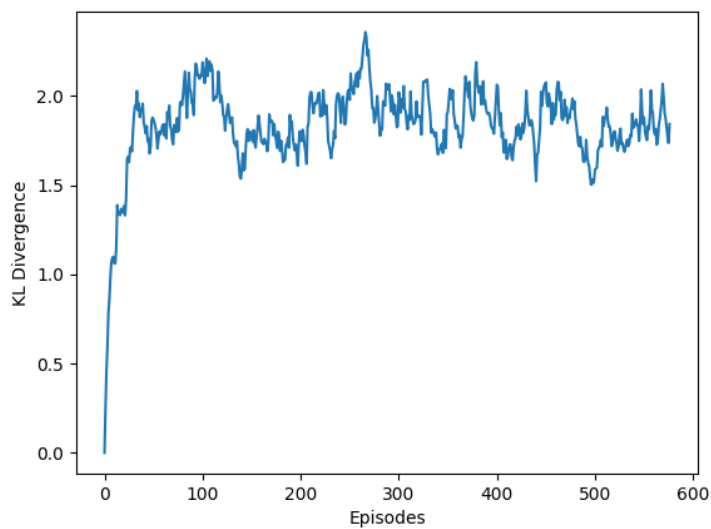


图 2 驾驶风格变化按 KL 散度评估, 风格相对固定

- 驾驶风格有 AI 和无 AI 比较

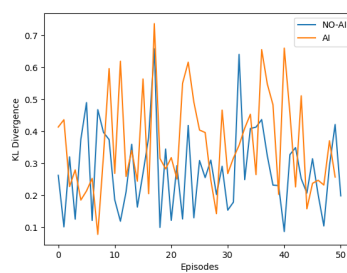
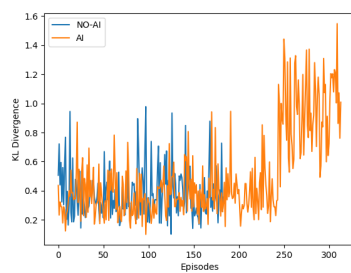


图 3.1 驾驶风格有 AI 和无 AI 比较, 后面打开 coastdown 图 3.2 另一位驾驶员有 AI 与无 AI 比较

- 不同驾驶风格与 SAC 下驾驶风格总体比较:

| | SAC | DDPG-CD | SAC-CD | Gonghao-no CD |
|------|-----|---------|--------|---------------|
| KL-D | 0 | 0.234 | 0.311 | 0.334 |

能耗

- 电动力默认 Pedal Map (PM) vs 自建 Pedal Map
 - 默认 PM: 高速时请求力矩会降低
 - 自建 PM: 分段线性, 请求力矩分段线性单调

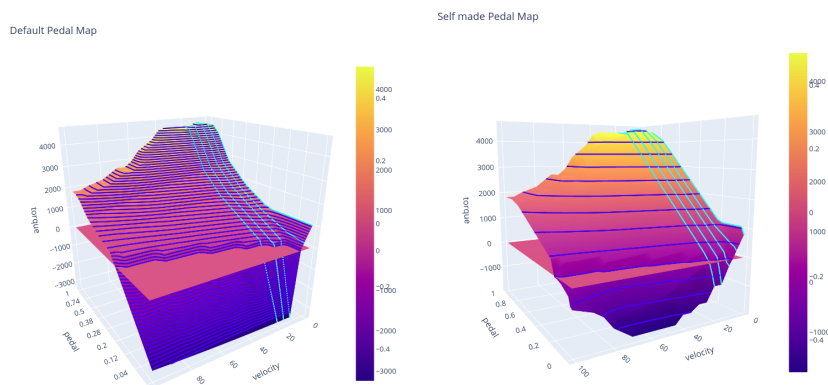


图 4.1 EP 默认 PM

图 4.2 自建 PM

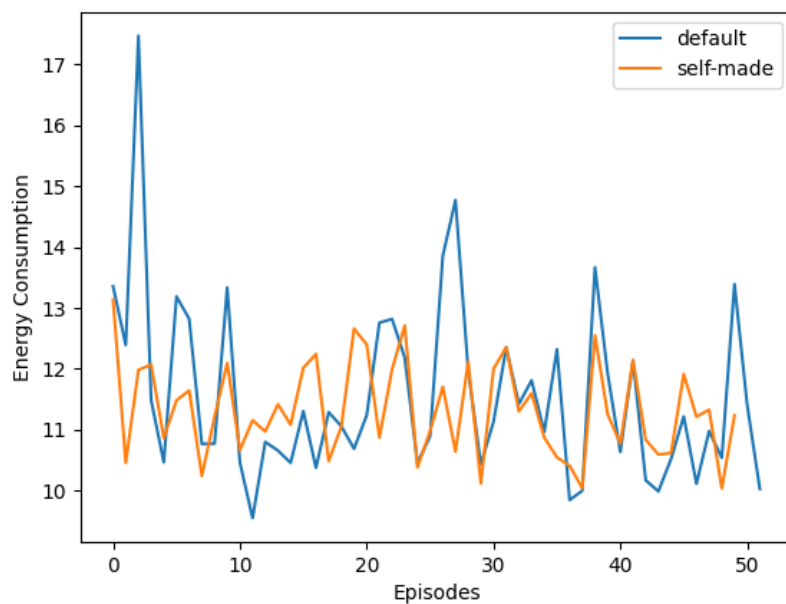


图 5 EP 默认 PM 与自建 PM 能耗比较,

- 具备较强能量回收的 pedal map

能耗结果

历次带 AI tensorboard - 襄阳 vs. 上海 (解决时间同步问题和漏帧问题) - 确认收敛过程 - 能耗持续降低过程

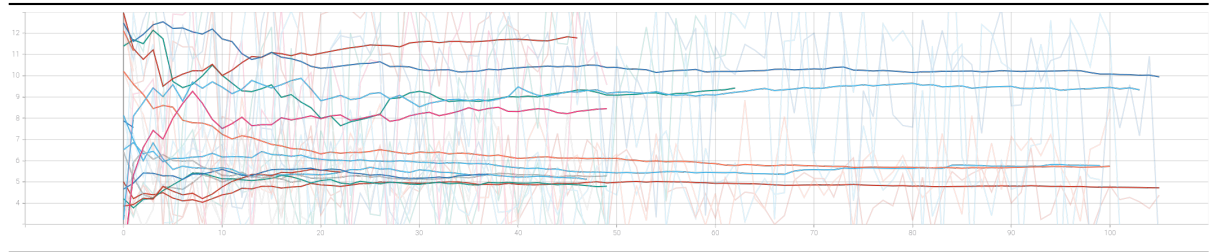


图 6 SAC 算法襄阳和上海对比

- 上海优化改进过程
— 能耗持续降低

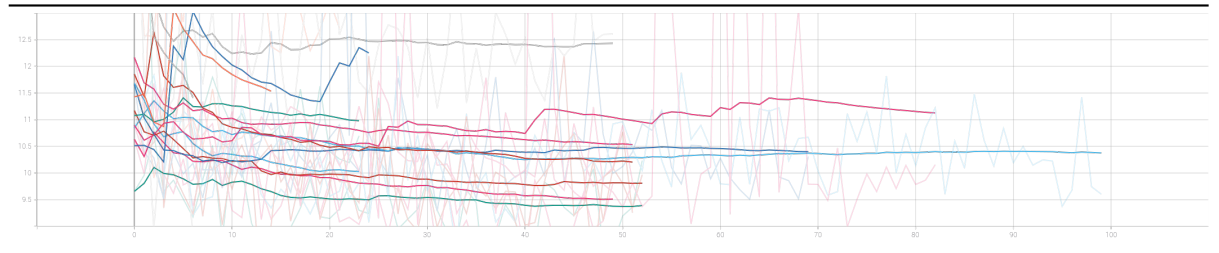


图 6 上海算法改进过程

- SAC 非持续模式

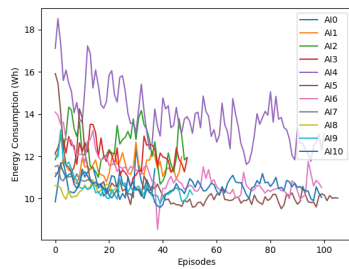


图 7.1 SAC 非持续模式能耗变化, 无 coastdown

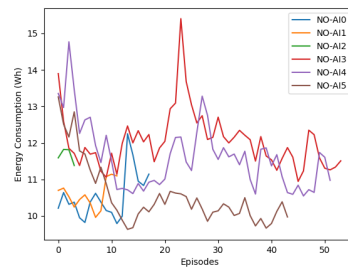


图 7.2 无 AI 模式能耗变化

- SAC 持续模式
 - 趋近稳定

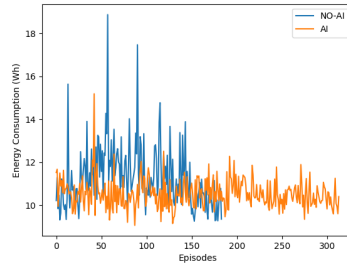


图 8.1 SAC 持续模式下能耗变化, 后面打开 coastdown, 原始数据

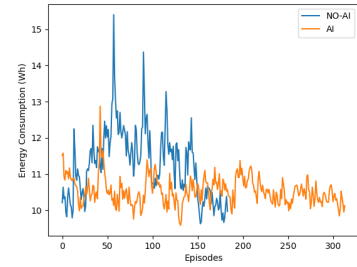


图 8.2 相同数据加平滑滤波

- SAC 对照组司机
 - 在驾驶风格不变的情况下, 加入 SAC 算法使能耗降低

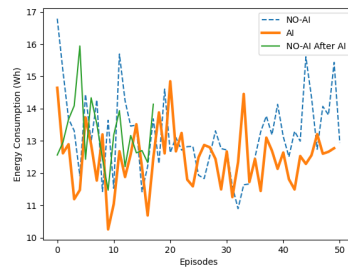


图 9.1 SAC 对照组能耗变化, 无 coastdown, 原始数据

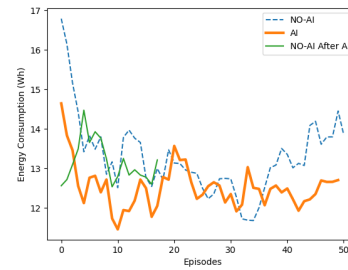


图 9.2 相同数据加平滑滤波

- SAC (未打开 Coast Down)
 - 陷于局部最优, 变成确定性策略

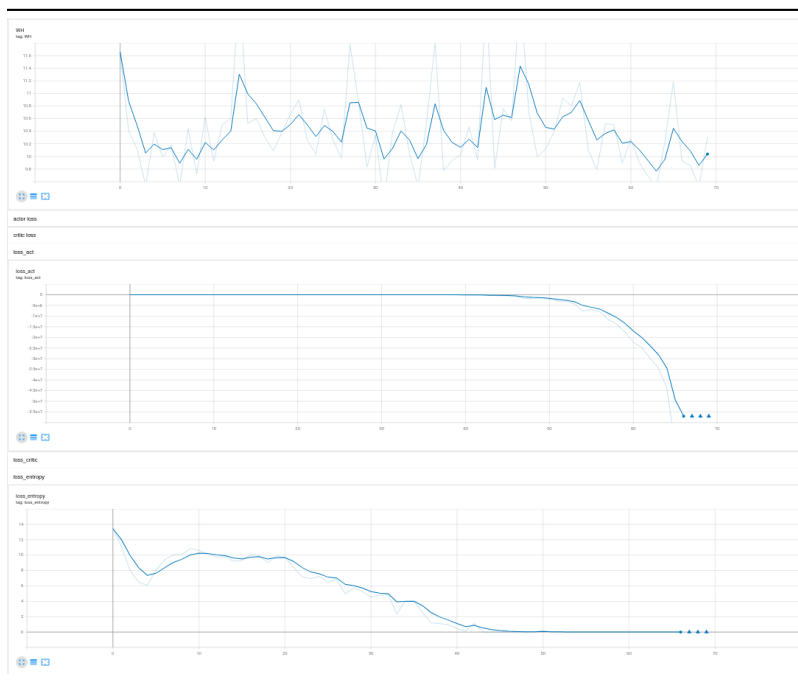


图 10 SAC 陷于确定性策略的局部最优，随机策略的熵收敛到 0

- SAC 打开 Coast Down

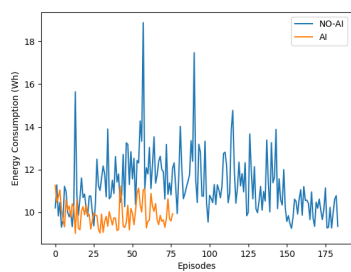


图 10.1 SAC 打开 coastdown, 原始数据

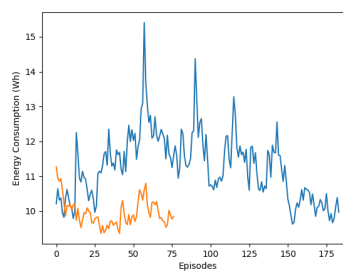


图 10.2 相同数据加平滑滤波

- DDPG 打开 Coast Down

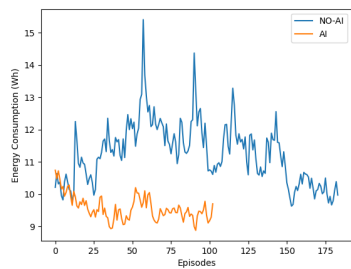


图 11.1 DDPG 打开 coastdown, 带平滑

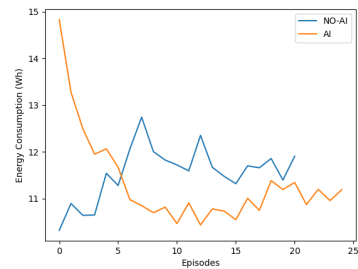
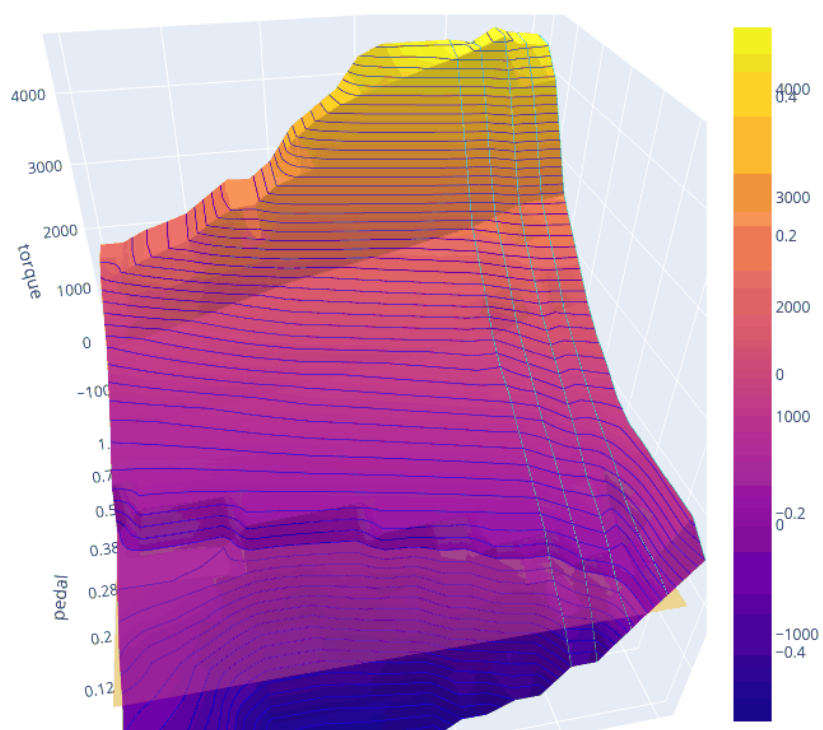


图 11.2 对照组司机数据, 带平滑

0-0.csv



DDPG Pedal Map 变化表

方法

强化学习方法, 以大数据为基础的奖励驱动优化方法

- **没有模型**
 - 车辆动力学的模型和知识
 - 电机模型
 - 电源管理系统模型
- 符合学习直觉:
 - 利用大数据建立内部模型
 - 自适应动态过程