



日期： 2023 年 1 月 2 日

成绩： _____

学院： 智能工程学院

课程： 多智能体集群控制

主题： 面向自动驾驶场景的闭环控制仿真

专业： 智能科学与技术

姓名： 方桂安

学号： 20354027

1 实验目的及要求

1. 掌握面向自动驾驶场景的闭环仿真平台的搭建。
2. 理解自动紧急制动（autonomous emergency braking, AEB）算法的设计。
3. 熟悉多车协同控制的基本概念，为后续的实验打下基础。
4. 掌握实验报告的撰写方法，能够清晰明了地表达实验过程和结果。

2 实验方法与步骤

2.1 理解整个测试平台

运行名为 “Test Closed-Loop ADAS Algorithm Using Driving Scenario” 的 Example 示例。这个模型展示了如何在 Simulink 中测试一个闭环 ADAS（高级驾驶辅助系统）算法。在闭环 ADAS 算法中，随着模拟的推进，ego 车辆被其场景环境的变化所控制。

打开这个模型，运行 helperAEBSetUp 函数，它的作用是设置和运行一个名为 Autonomous Emergency Brake (AEB) 的模型。

整个脚本由两个部分组成：

- **初始化和清理。**这部分代码使用了 Matlab 的持久化变量（persistent）机制来保存工作空间的初始状态，并在脚本的结尾恢复这些变量。
- **创建驾驶情景并加载预构建的情景。**这部分代码使用了 Matlab 的 Driving Scenario Designer 应用程序来创建和加载预构建的驾驶情景。它还定义了一些参数，如模拟的采样时间、鸟瞰图的范围和模拟的停止时间。

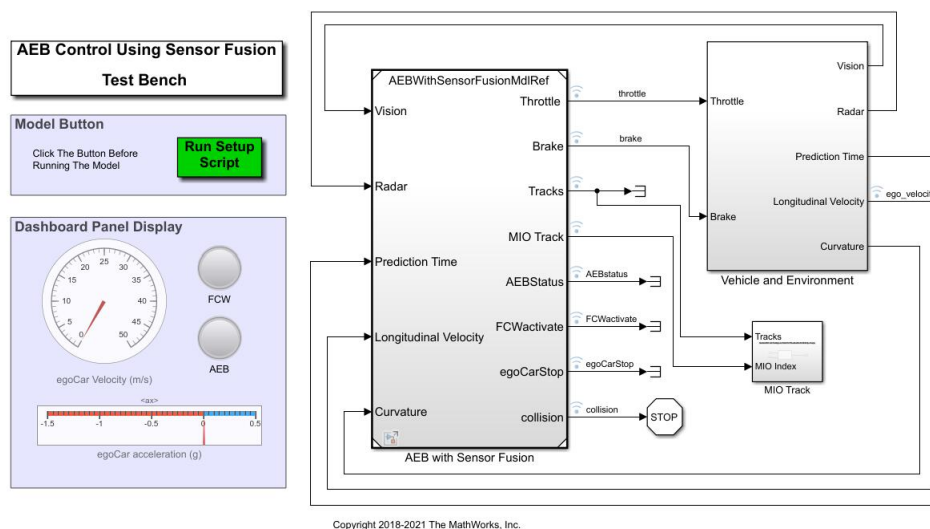


图 1: 仿真系统

2.2 学习平台中的几个重点模块

2.2.1 学习“鸟瞰图” (Bird's Eye Scope) 的使用

在 Simulink 工具条中，在 Review Results 下，点击 Bird's-Eye Scope。然后，在示波器中，单击 Find Signals 并运行仿真。

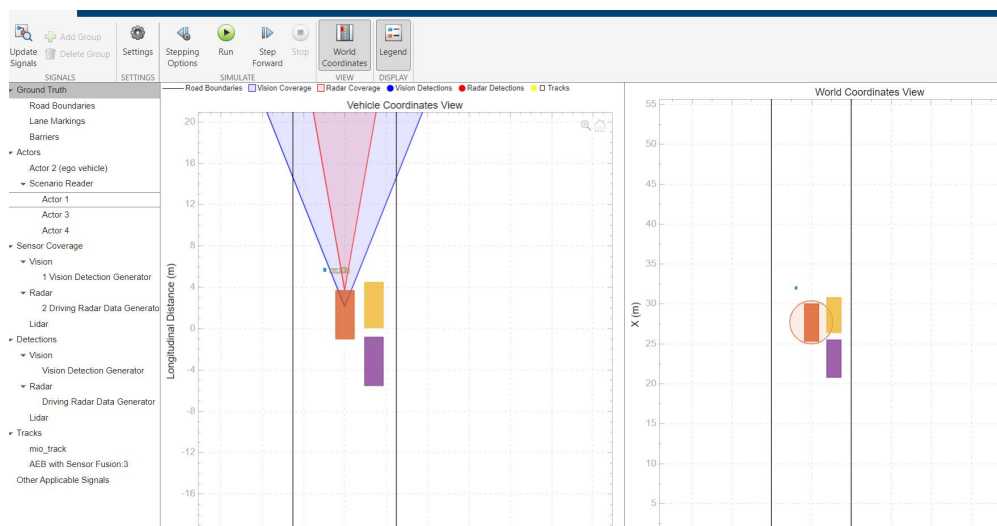


图 2: 鸟瞰图

鸟瞰图之中可以观察 vehicle coordinates 和 world coordinates 两个视角，并可以使用类似代码单步调试的 step forward 功能，逐步查看仿真的过程。除此之外，还可以查看：

1. 检查雷达、视觉和激光雷达传感器的覆盖区域。

2. 分析对参与者、道路边界和车道边界的传感器检测。

3. 分析场景中移动演员的跟踪结果。

2.2.2 学习 Scenario_Reader 的另外一个用法

Scenario Reader 块从使用 Driving Scenario Designer 应用程序创建的场景文件或从 drivingScenario 对象中读取道路和参与者。该块在 ego 车辆的坐标系或场景的世界坐标中输出演员的姿势。还可以输出车道边界或输出 ego 车辆姿态以在 3D 模拟环境中使用。该块还允许输出 ego 车辆状态，其中包括加速度测量值，以用于传感器模型。

要从输出演员姿势和车道边界生成对象和车道边界检测，需要将姿势和边界输出传递给传感器块。使用从这些传感器生成的综合检测来测试传感器融合算法、跟踪算法和其他自动驾驶辅助系统 (ADAS) 算法的性能。

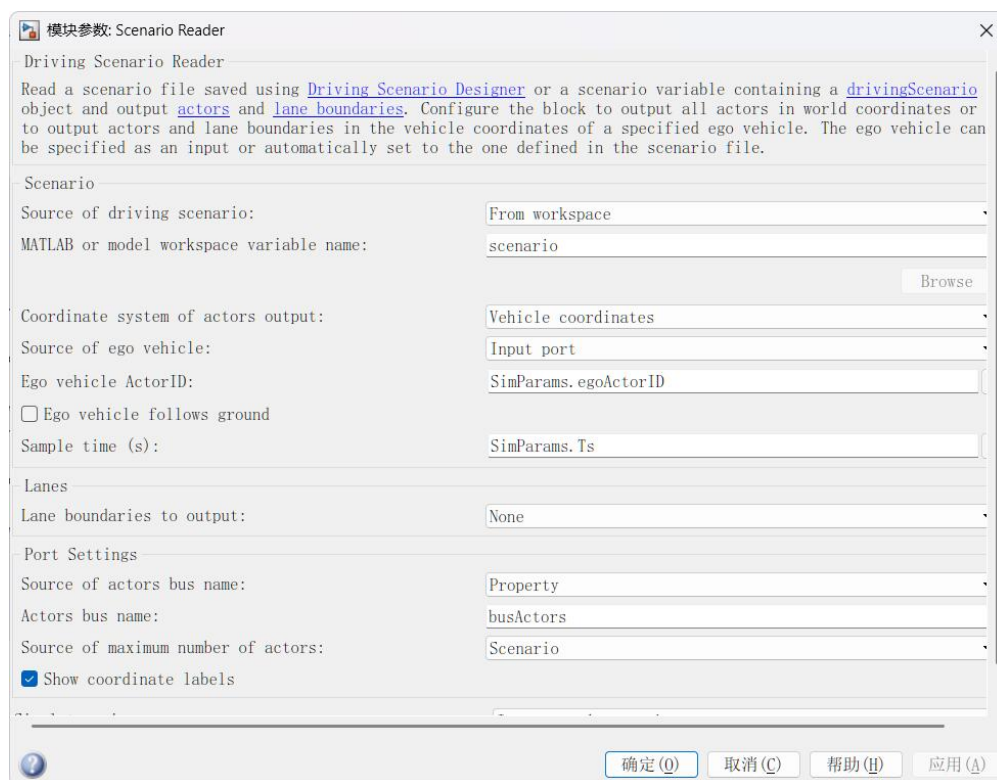


图 3: Scenario_Reader

本次实验读取场景的方法与实验二很相似，都是从工作区 workspace 读取变量 scenario。但不同的是，上次实验的 ego 车辆是场景变量中指定的，而本次实验是 input port 决定的。

尽管 Scenario_Reader 的输出端只有 Actors，但其中输出的信息也是包含 ego 车辆的，我们可以看到 Scenario_Reader 模块之前连接的部分就已经将 ego 车辆的 pos,vel,yaw,yawRate,egoActorID 等

信息输入了。即使没有将 ego 的信息单独输出，但从可视化的结果也可以得知，Actors 中是包含 ego 车辆的。

2.2.3 学习 ADAS、AEB 等概念

- **ADAS:** 高级辅助驾驶系统（英语：Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）可以实现不同级别的自动驾驶功能。

1950 年代，随着 ABS 防抱死制动系统的应用，ADAS 的概念被首次提出。早期的 ADAS 包括电子稳定控制、防抱死制动、盲点信息系统、车道偏离警告、自适应巡航控制和牵引力控制。由于这些系统可能会受到维修校准或碰撞损坏的影响，许多制造商会要求在车辆机械维护后对这些系统进行自动重置。常见的辅助驾驶系统有：

1. 车载导航系统，通常由 GPS 和 TMC 来提供实时交通信息。
2. 自适应巡航控制系统
3. 车道偏离警示系统
4. 自动变道系统
5. 防撞警示系统
6. 行人侦测

- **AEB:** 汽车防撞系统（英语：collision avoidance system）是一种利用通讯、控制与资讯科技侦测车辆周遭的动态状况，以辅助汽车驾驶人的安全科技。依各家车厂不同的命名，另有预防碰撞系统（pre-crash system）、前方碰撞预警系统（forward collision warning system）、减少碰撞系统（collision mitigating system）等异称。

方向盘信号（steering）是汽车控制系统中的一个重要信号，用于指示汽车的方向盘位置。这个信号通常由方向盘转角传感器生成，并由控制单元（如车辆动力控制单元）读取和处理。方向盘信号被用来控制汽车的转向，从而帮助驾驶员控制汽车的运动方向。它还可以用于辅助驾驶系统（如闭环辅助驾驶系统）中，帮助系统决定如何调节汽车的速度和转向角度。

在本次仿真的五个实验场景中，都是直线通路，之所以算法板块的输出给到控制板块的信号包括油门踏板开度（throttle）和刹车踏板信号（brake），然而没有传递方向盘的信号（steering），我想是因为在当前场景下不需要考虑转向，只需要通过油门和刹车即可控制防撞。

3 实验结果与心得

3.1 实验结果

本次实验的五个场景分别为：

1. AEB_CCRs_100overlap,
2. AEB_CCRm_100overlap,
3. AEB_CCRb_2_initialGap_12m_stop_inf,
4. AEB_CCRb_6_initialGap_40m_stop_inf,
5. AEB_PedestrianChild_Nearside_50width_overrun

既可以修改 helperAEBSetUp 函数中的 defaultScenarioFcnName 字符串来切换,也可以在命令行直接输入 drivingScenarioDesigner ('场景名称.mat') 来打开。我通过前者来观察具有闭环控制的系统,而后者可以直接仿真没有 AEB 算法的场景。

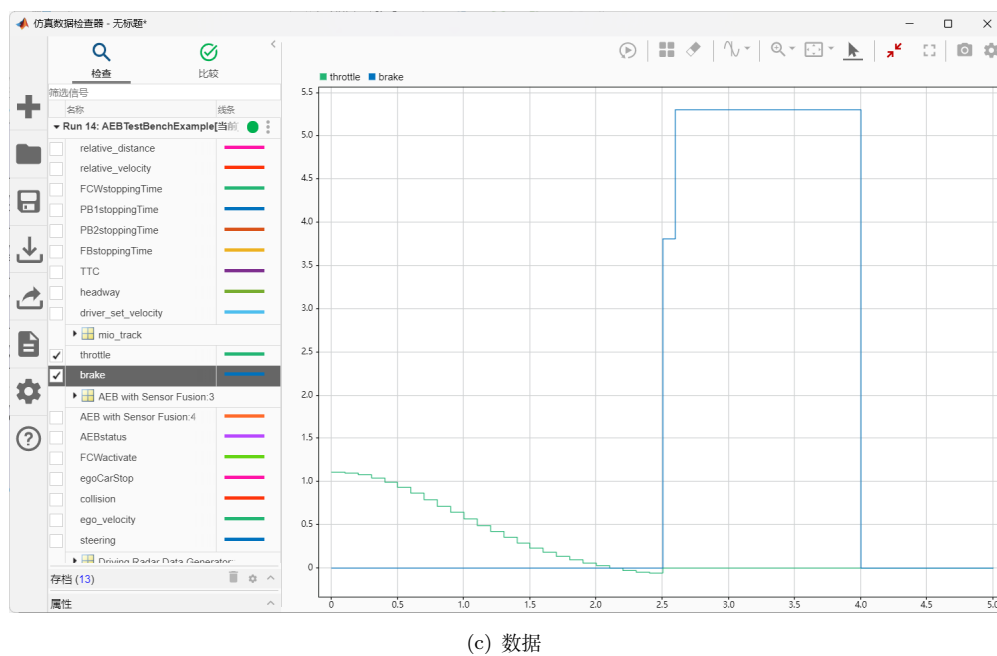
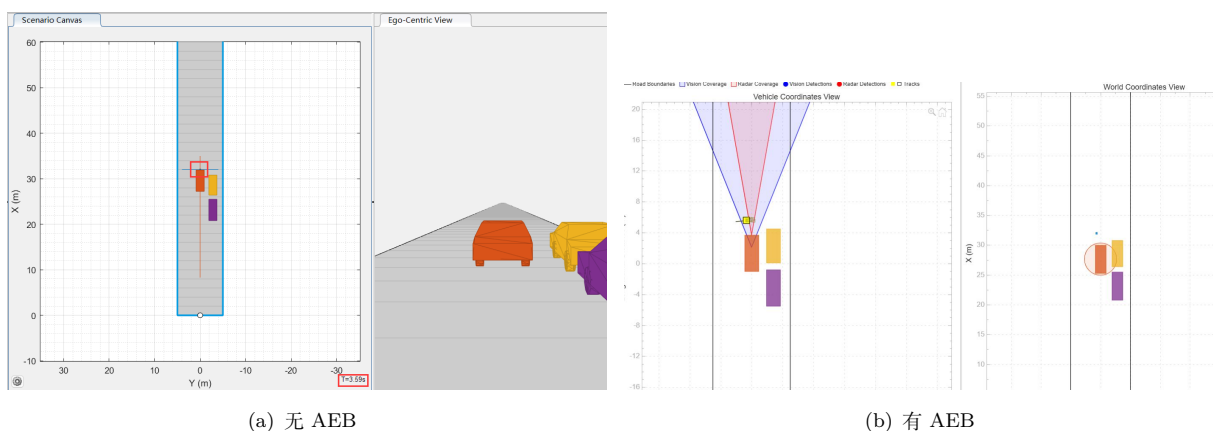


图 4: AEB_PedestrianChild_Nearside_50width_overrun

如图所示，原始场景在大约 3.6s 时撞上了“行人”（车辆与行人重叠穿过）。而使用了 AEB 算法之后 ego 车辆约在 2.5s 开始刹车减速并最终成功避让行人。

利用类似的方法我运行了其他 4 个场景，他们都是两车追击相遇的仿真，没有使用 AEB 算法的都相撞了，而使用 AEB 算法之后可以很好的避免碰撞。

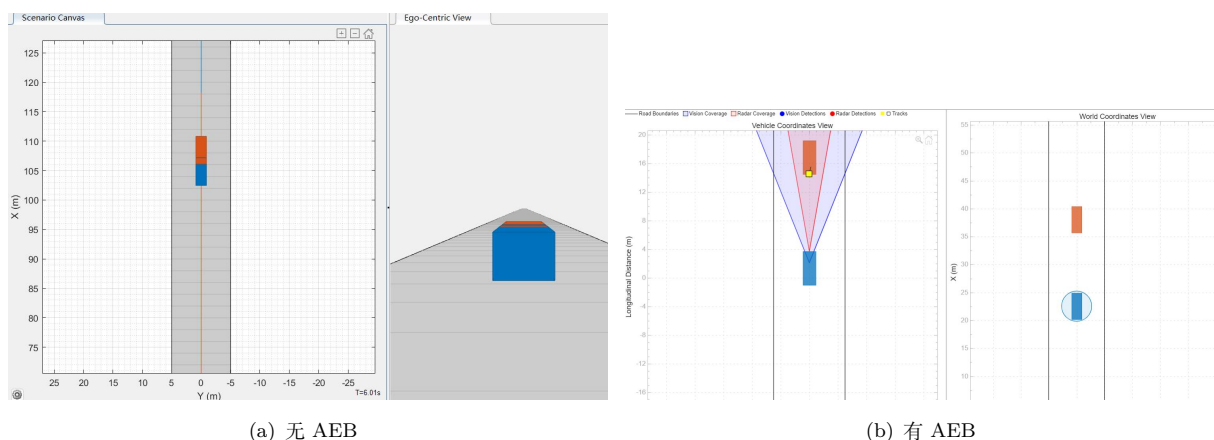


图 5: AEB_CCRb_2_initialGap_12m_stop_inf

3.2 实验心得

通过本次实验，我更加深刻地了解了以下概念的含义：

闭环控制是一种控制理论，用于描述和分析系统的行为。在闭环控制中，输出信号会反馈到系统的输入端，从而影响系统的运行状态。这种反馈机制使得系统能够自我调节，并通过调整输入来控制输出。闭环控制在很多领域都有应用，如电力系统、燃油系统、汽车动力学系统等。

自动驾驶是指汽车能够在没有人类驾驶员的情况下自动驾驶的能力。这需要汽车具备一系列传感器和计算机系统，能够感知周围环境并进行决策。自动驾驶系统可以通过自动调节汽车的加速、制动和转向来控制汽车的运动，并通过闭环控制机制来维护汽车的稳定性和安全性。自动驾驶系统的出现可以使交通运输更加高效和安全，但也带来了一些新的挑战，如如何应对意外情况、如何保护隐私等。