## 显性交通规则数字化设计

### Rule\_E\_Score\_8：“驾驶机动车在高速公路或者城市快速路上违法占用应急车道行驶的”扣6分

#### Rule\_E\_Score\_8\_1：自动驾驶系统在高速公路或者城市快速路上不应占用应急车道行驶（黄寅飞）

##### 安全评估场景：高速公路-单车

###### 安全评估场景设计

**场景判断方法分析**：

1. 通过从高精地图中获取并判断EGO车运行区域，并构建单车scene（carla）

**关键实现说明**：

* 1. 在Carla中从OpenDRIVE格式高精地图获取EGO车运行区域
  2. 将上述得到的区域，填充到RoadAea中，新增字段ASGRoadAreaType，其中包含取值motorway、townExpressway（取值参考OpenDRIVE 1.5标准6.1节）
  3. 将上述得到的道路，填充到RoadArea中，新增字段ASGLaneType，其中包含取值shoulder、restricted（取值参考OpenDRIVE 1.5标准6.5节）
  4. 构建单车的scene，其中SituationType中新增一种类型：OnlyEgo

1. Asg-p根据传入单车scene和RoadAreaType、LaneType判断是否为高速路或城市快速路区域、且为应急车道

**场景假设说明：**

###### 安全评估模型设计

高速路应急车道检测模型

**模型名称**：其他模型之高速路应急车道检测模型

**原理说明**：通过判断道路类型、车道类型来判断是否是处于高速路应急车道。

模型参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模型参数名称 | 模型参数说明 | 来源说明（carla） |
| ASGRoadAreaType | 待评估车的当前道路 | Asg-p输入接口中新增字段 |
| ASGLaneType | 待评估车的当前车道 | Asg-p输入接口中新增字段 |
| egoVehicle.velocity | 己车车速 | Asg-p输入接口原有字段 |

模型说明

**安全评估模型（形式化）：**

**in-highway-emergency-lane ρ t = ( ego-occupancy ρ t ) ∩ highway-emergency-lane** ≠ **∅**

**∃ t ∈ complete-interval ρ. in-highway-emergency-lane ρ t ∧ moving ρ t → occupy-highway-emergency-laneρ**

**highway-emergency-lane :: (**R × R**) set**

**安全评估模型（伪代码）：** ASGRoadAreaType == motorway | townExpressway && ASGLaneType == shoulder | restricted && egoVehicle.velocity >= 30KMH

**说明：**

1. motorway表示为高速公路，townExpressway表示为城市快速路
2. shoulder表示路肩，应急车道包括路肩；restricted表示为限制车道，在高速公路上对应到应急车道
3. 允许紧急情况下在应急车道停车，但不允许占用应急车道行驶（包括超车）

模型优缺点说明

**优点**：检测简单

**缺点**：无

###### 安全状态设计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 安全评估模型输出 | 内部安全状态 | 外部安全状态 | 备注 |
| inEmergencyLane为true | 占用应急车道状态 | 严重风险 | 在高速公路场景，占用应急车道行驶为严重行为，即需扣6分，故直接映射到严重风险状态 |
| inEmergencyLane为false | 正常行驶状态 | 正常行驶 |  |

###### 安全控制场景设计

在此安全评估场景下，无需再细分安全控制场景，即遵循安全评估场景即可。

###### 安全控制动作设计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 内部安全状态 | 外部安全状态 | 安全控制动作 | 安全模型关键参数输出 | 说明 |
| 占用应急车道状态 | 严重风险 | 纵向制动-舒适制动 | 制动加速度级别 | 在应急车道不允许行驶，但允许紧急停车 |

### Rule\_E\_Score\_10：“驾驶机动车不按照规定避让校车的”扣6分

#### Rule\_E\_Score\_10\_1：自动驾驶系统应当避让同车道校车（黄寅飞）

##### 安全评估场景：同向同车道（车车）

###### 安全评估场景设计

**场景判断方法分析**：

1. 通过从高精地图中获取并判断EGO车运行区域，并构建车车scene（carla）

**关键实现说明**：

* 1. 在Carla中从高精地图获取EGO车运行区域
  2. 在他车信息中，新增车辆类型字段ASGVehicleType，其中包含取值：schoolbus
  3. 构建车车scene，其中SituationType类型设为：SameDirection

1. Asg-p根据传入车车scene和ASGVehicleType、SituationType作出判断

**场景假设说明：**

###### 安全评估模型设计

避让校车检测模型

**模型名称**：其他模型之避让校车检测模型

**原理说明**：通过判断前车类型、前车状态来判断是否是处于避让校车状态。

模型参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模型参数名称 | 模型参数说明 | 来源说明（carla） |
| object.ASGVehicleType | 他车类型 | Asg-p输入接口中新增字段 |
| object.Velocity | 他车车速 | Asg-p输入接口原有字段 |
| egoVehicle.occupiedRegions | 己车位置 | Asg-p输入接口原有字段 |
| object.occupiedRegions | 他车位置 | Asg-p输入接口原有字段 |
| egoVehicle.velocity | 己车车速 | Asg-p输入接口原有字段 |

模型说明

**安全评估模型（形式化）：**

**∃ t ∈ complete-interval ρ. schoolbus tpid ∧ moving ρ t ∧** ¬ **(moving ρ tpid t) ∧ front ( tp-occupancy ρ tpid t) (ego-occupancy ρ t) ∧ (lane-occupied ρ tpid t) = (lane-occupied ρ t) → no-wait-schoolbusρ**

**安全评估模型（伪代码）：** object.ASGVehicleType = schoolbus && object.Velocity == 0 && egoVehicle.velocity >= 30KMH && inSameLane(egoVehicle.occupiedRegions, object.occupiedRegions) && inFront(object.occupiedRegions , egoVehicle.occupiedRegions)

**说明：**

1. 首先判断他车为校车，且他车处于停车状态
2. 分析两车位置，判断两车处于同一车道，且他车在前

模型优缺点说明

**优点**：检测简单

**缺点**：无

###### 安全状态设计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 安全评估模型输出 | 内部安全状态 | 外部安全状态 | 备注 |
| noWaitSchoolBus为true | 不避让校车状态 | 严重风险 | 不避让校车为严重行为，即需扣6分，故直接映射到严重风险状态 |
| noWaitSchoolBus为false | 正常行驶状态 | 正常行驶 |  |

###### 安全控制场景设计

在此安全评估场景下，无需再细分安全控制场景，即遵循安全评估场景即可。

###### 安全控制动作设计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 内部安全状态 | 外部安全状态 | 安全控制动作 | 安全模型关键参数输出 | 说明 |
| 不避让校车状态 | 严重风险 | 纵向制动-舒适制动 | 制动加速度级别 | 《校车安全管理条例》第三十三条规定：“校车在同方向只有一条机动车道的道路上停靠时，后方车辆应当停车等待，不得超越。” |

#### Rule\_E\_Score\_10\_2：自动驾驶系统应当避让相邻车道校车（黄寅飞）

##### 安全评估场景：同向多车道（车车）

###### 安全评估场景设计

**场景判断方法分析**：

1、通过从高精地图中获取并判断EGO车运行区域，并构建车车scene（carla）

**关键实现说明**：

* 1. 在Carla中从高精地图获取EGO车运行区域
  2. 在他车信息中，新增车辆类型字段ASGVehicleType，其中包含取值：schoolbus
  3. 构建车车scene，其中SituationType类型设为：SameDirection

2、Asg-p根据传入车车scene和ASGVehicleType、SituationType作出判断

###### 安全评估模型设计

避让校车检测模型

**模型名称**：其他模型-避让校车检测模型

**原理说明**：通过判断前车类型、前车状态来判断是否是处于避让校车状态。

模型参数说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 模型参数名称 | 模型参数说明 | 来源说明（carla） |
| object.ASGVehicleType | 他车类型 | Asg-p输入接口中新增字段 |
| object.Velocity | 他车车速 | Asg-p输入接口原有字段 |
| egoVehicle.occupiedRegions | 己车位置 | Asg-p输入接口原有字段 |
| object.occupiedRegions | 他车位置 | Asg-p输入接口原有字段 |
| egoVehicle.velocity | 己车车速 | Asg-p输入接口原有字段 |

模型说明

**安全评估模型（形式化）：**

**∃ t ∈ complete-interval ρ. schoolbus tpid ∧ moving ρ t ∧** ¬ **(moving ρ tpid t) ∧ front ( tp-occupancy ρ tpid t) (ego-occupancy ρ t) ∧ (lane-occupied ρ tpid t) = {lane-id – 1, lane-id + 1} → no-wait-schoolbusρ**

**其中：lane\_id = (lane-occupied ρ t)**

**安全评估模型（伪代码）：** object.ASGVehicleType = schoolbus && object.Velocity == 0 && egoVehicle.velocity >= 30KMH && inNeighbouringLane(egoVehicle.occupiedRegions, object.occupiedRegions) && inFront(object.occupiedRegions , egoVehicle.occupiedRegions)

**说明：**

1. 首先判断他车为校车，且他车处于停车状态
2. 分析两车位置，判断两车处于相邻车道，且他车在前

模型优缺点说明

**优点**：检测简单

**缺点**：无

###### 安全状态设计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 安全评估模型输出 | 内部安全状态 | 外部安全状态 | 备注 |
| noWaitSchoolBus为true | 不避让校车状态 | 严重风险 | 不避让校车为严重行为，即需扣6分，故直接映射到严重风险状态 |
| noWaitSchoolBus为false | 正常行驶状态 | 正常行驶 |  |

外部安全状态分为：正常行驶、轻微风险、中度风险、严重风险、危险状态（临界态）、极限状态、碰撞无法避免状态、碰撞发生状态等八级。

###### 安全控制场景设计

在此安全评估场景下，无需再细分安全控制场景，即遵循安全评估场景即可。

###### 安全控制动作设计

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 内部安全状态 | 外部安全状态 | 安全控制动作 | 安全模型关键参数输出 | 说明 |
| 不避让校车状态 | 严重风险 | 纵向制动-舒适制动 | 制动加速度级别 | 《校车安全管理条例》第三十三条规定：“校车在同方向有两条以上机动车道的道路上停靠时，校车停靠车道后方和相邻机动车道上的机动车应当停车等待。” |