

T/CMAX

中关村智通智能交通产业联盟团体标准

T/CMAX 21002-2020

自动驾驶仿真测试场景集要求

Requirements of Simulation Scenario Set for Automated Driving Vehicle

2020-09-27 发布

2020-09-28 实施

中关村智通智能交通产业联盟发布

目 次

前 言 II

1 范围1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义1

4 自动驾驶仿真测试场景描述要求5

5 自动驾驶仿真测试场景集要求6

6 自动驾驶仿真测试场景数字格式要求 7

附录 A13

附录 B100

参考文献 104

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中关村智通智能交通产业联盟提出并归口。

本标准起草单位：

北京百度网讯科技有限公司、北京智能车联产业创新中心、厦门金龙联合汽车工业有限公司、上海蔚来汽车有限公司、北京小马智行科技有限公司、北京滴滴无限科技发展有限公司、中国科学院自动化研究所、北京汽车集团有限公司、北京新能源汽车技术创新中心有限公司、东风汽车集团有限公司技术中心、北京四维图新科技股份有限公司、威马汽车科技集团有限公司、北京赛目科技有限公司。

本标准主要起草人：

李晴宇、杨扬、韩崢、傅轶群、刘盛翔、邢亮、彭伟、孙亚夫、吴琼、周文涵、党利冈、柯英杰、孙鹏、梁亚雄、朱振夏、武晓宇、张启超、王俊杰、刘育琦、熊庆辉、周玉祥、吴倩、程周、于洪武、孙伟、吴炜、薛晓卿。

自动驾驶仿真测试场景集要求

1 范围

本标准规定了自动驾驶仿真测试场景描述要求、自动驾驶仿真测试场景集要求和自动驾驶仿真测试场景数字格式要求，并在附录提供了自动驾驶仿真测试基础场景集样例。

本标准适用于 3 级及以上等级 M₁ 类在城市路况下运行的自动驾驶车辆，其它可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范

JTG D81 公路交通安全设施设计规范

CJJ 37 城市道路设计规范

GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志

GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线

GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

场景 scenario

场景描述了测试车辆与其所处环境之间的相对关系，是一段连续的事件序列。

3.2

测试场景 test scenario

测试场景是用于进行自动驾驶系统评价的场景，具有明确的测试目的。

3.3

功能场景 functional scenario

通过抽象的自然语言描述的场景。

3.4

逻辑场景 logical scenario

根据技术开发和测试用例生成的需要，用物理状态下的参数空间来描述的场景。

3.5

具体场景 concrete scenario

具体场景是用逻辑场景参数空间中选取的具体参数来描述的场景。

3.6

测试车辆 test vehicle

安装有自动驾驶系统并用于测试的车辆定义为测试车辆。

3.7

目标车辆 target vehicle

为了测试测试车辆而在测试场景中放置的车辆。

3.8

场景参与者 scenario participator

场景中可执行一定动作并与环境进行交互的个体，如测试车辆、目标车辆、行人等。

3.9

本车道 current lane

测试车辆正在行驶或停滞的车道。

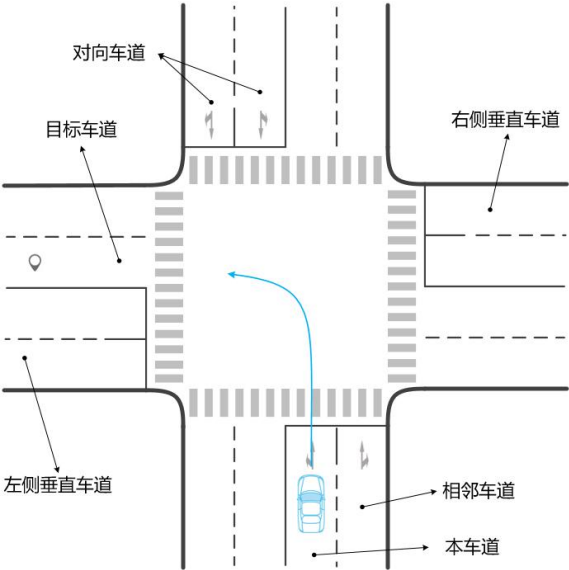


图 1 车道信息描述

3.10

相邻车道 adjacent lane

与本车道相邻且与本车道具有相同行驶方向的车道。根据相邻车道相对于测试车辆位置的不同，又分为左侧相邻车道和右侧相邻车道。

3.11

对向车道 opposite lane

与本车道行驶方向相反的车道。

3.12

垂直车道 vertical lane

与本车道行驶方向垂直的车道。根据垂直车道相对于测试车辆位置的不同，又分为左侧垂直车道和右侧垂直车道。

3.13

目标车道 target lane

测试车辆预期进入的车道。

3.14

合流车道 merging lane

与主干道交叉汇合的一段车道，其作用是将其他车道上的车流汇入主干道。

3.15

潮汐车道 tidal-flow lane

即可变车道，城市内部根据早晚交通流量不同情况，对有条件的道路设置一个或多个车辆行驶方向规定随不同时段变化的车道。

3.16

垂直停车位 vertical parking lot

车位方向与主干道垂直的车位。

3.17

平行停车位 parallel parking lot

车位方向与主干道平行的车位。

3.18

斜式停车位 diagonal parking lot

车位方向与主干道呈斜角的车位。

3.19

目标速度 target speed

测试车辆期望稳定行驶的最高车速。

3.20

测试车辆速度 test vehicle speed

测试车辆当前行驶的车速。

3.21

目标车辆速度 target vehicle speed

目标车辆当前行驶的车速。

3.22

测试车辆宽度 width of test vehicle; W_{Tst}

测试车辆的车身宽度，左右后视镜边缘之间的距离。

3.23

ODD 最大速度 maximum vehicle speed in operational design domain; V_{max_ODD}

测试车辆在设计范围内的最大行驶速度。

3.24

相对速度 relative velocity

其它交通参与者与测试车辆速度的差值，相对速度为正值表示其它交通参与者速度大于测试车辆，相对速度为负值表示其它交通参与者速度小于测试车辆，或者行驶方向与测试车辆相反。

3.25

间隔距离 distance

测试车辆车头与前方目标车辆车尾之间的距离。

3.26

预计碰撞时间 time To collision; TTC

测试车辆与目标车辆之间的相对速度不变的情况下，两车发生碰撞的时间。

3.27

间隔时间 time headway; THW

测试车辆到达目标车辆当前位置所需要的时间。

3.28

红灯时长 red light time

在一个红绿灯跳变周期内，路口指示灯保持红灯亮起状态的时长。

3. 29**黄灯时长 yellow light time**

在一个红绿灯跳变周期内，路口指示灯保持黄灯亮起状态的时长。

3. 30**绿灯时长 green light time**

在一个红绿灯跳变周期内，路口指示灯保持绿灯亮起状态的时长。

3. 31**交汇时间 time to intersection; TTI**

测试车辆与其它交通参与者轨迹线存在交汇时，测试车辆或其它交通参与者从当前位置到达轨迹线交叉点所需要的时间。

3. 32**坡度 gradient**

两点的高程差与其水平距离的百分比，计算公式：坡度 = (高程差/水平距离) x 100%。

3. 33**纵向加速度 longitudinal acceleration**

车辆行驶时沿车辆行驶方向的加速度。

3. 34**侧向加速度 lateral acceleration**

车辆行驶时与车辆行驶方向垂直的加速度。

3. 35**弯道半径 circle radius**

车道中心线的曲率半径。

3. 36**安全距离 safety distance**

测试车辆在经过障碍物时，为了保证安全，与障碍物之间应该保持的最小距离。

3. 37**偏离距离 lateral offset**

偏离距离是测试车辆或其它交通参与者与水平参考面之间的距离，例如测试车辆中心线与车辆中心线之间的距离或交通参与者与车道线之间的距离均为偏离距离。

3. 38**车道宽度 lane width**

从车道左侧车道线右边缘到右侧车道线左边缘之间的距离。

3. 39**巡航行驶 cruise**

测试车辆以固定的速度向前行驶。

3. 40**跟随行驶 following driving**

测试车辆前方存在目标车辆时，测试车辆跟随目标车辆并为之保持一段距离的驾驶行为。

3. 41**设计运行范围 operational design domain; ODD**

自动驾驶系统被设计的起作用的条件及适用范围，确保系统的能力在安全环境之内。

3.42

动态驾驶任务 dynamic driving task; DDT

自动驾驶车辆在道路上行驶所需的实时操作功能,例如变换车道和跟随行驶功能,不包括行程安排、目的地和途径地的选择等功能。

3.43

自动驾驶系统 automated driving system; ADS

自动驾驶系统指无论是否限于设计运行范围,总体上能够持续执行全部DDT的硬件和软件的统称。

3.44

自动驾驶能力 automated driving competencies

自动驾驶能力是指自动驾驶车辆在遇到的交通条件下可保证其正常运行所具备的能力。

4 自动驾驶仿真测试场景描述要求

4.1 一般要求

4.1.1 测试场景描述应尽量详细,逻辑条理清晰,具有可执行性,不应存在歧义。

4.1.2 测试场景应通过合理的方式进行描述,自动驾驶仿真测试场景描述的信息包括场景名称、场景描述、参数信息、天气条件、光照条件、道路类型和路面条件。

4.2 场景名称

测试场景描述应包括“场景名称”,“场景名称”作为识别场景的标识,应进行高度概括,并清晰地表达场景所涉及内容。

4.3 场景描述

4.3.1 测试场景描述应包括“场景描述”,“场景描述”用于描述测试场景的执行过程,“场景描述”是场景描述的核心;包括了场景参与者动作执行的先后顺序,以及场景参与者之间的位置关系。

4.3.2 测试场景描述涉及的环境信息以及场景参与者的行为信息相对复杂,场景的“场景描述”中应包括场景的图例信息,提高场景的可读性。

4.3.3 “场景描述”中应定义场景参与者和其它要素的参数,未对参数进行赋值之前,测试场景只描述了场景参与者动作执行的顺序关系以及其它要素的相关信息,测试场景并不具备可执行性。

4.3.4 “场景描述”中可包括需要采集的参数。

4.4 参数信息

4.4.1 测试场景描述应包括参数信息,参数信息为“场景描述”中定义的参数进行赋值。

4.4.2 “参数信息”可单独进行描述,也可与“场景描述”相结合进行统一描述。

4.4.3 “参数信息”应包括参数的赋值范围以及赋值的方式。

4.4.4 “参数信息”可通过表格的形式进行表达,此标准建议使用表达式对参数赋值范围及赋值方式进行描述。均匀分布的参数通过“参数变量 = [最小值: 步长: 最大值] 单位”的表达式进行描述,例如行人速度参数 v 范围为 1.0km/h-12.0km/h,参数赋值的步长选取 1.0km/h,可以通过 $v=[1.0: 1.0: 12.0]$ km/h 表达式进行描述。参数赋值方式非均匀分布的,通过“参数变量 = [值 1, 值 2, 值 3, 值 4, ..., 值 n] 单位”的表达式进行描述,例如测试场景中行人的速度参数 v 的赋值为 1.0km/h、5.0km/h 和 12.0km/h 三个值的任意值,可以通过 $v=[1.0, 5.0, 12.0]$ km/h 表达式进行描述。参数之间存在限定关系,例如测试场景中两个行人的速度相同,可以通过 $v_1=v_2$ 进行描述。

4.5 天气条件

测试场景描述宜包括“天气条件”，不进行“天气条件”描述时，默认场景所处的天气情况为“晴天”。

4.6 光照条件

测试场景描述宜包括“光照条件”，不进行“光照条件”描述时，默认场景所处环境为不会对测试场景产生影响的“良好”光照条件。

4.7 道路类型

测试场景描述应包括“道路类型”，“道路类型”可单独进行描述，也可在“场景描述”中进行相应的描述。

4.8 路面条件

测试场景描述宜包括“路面条件”，在不进行“路面条件”描述时，默认场景所处道路为不会对测试场景产生影响的“良好”路面条件。

5 自动驾驶仿真测试场景集要求

5.1 测试场景设计要求

5.1.1 测试场景设计按照表征的抽象程度进行分类，包含功能场景设计、逻辑场景设计、具体场景设计。

5.1.2 逻辑场景设计应在功能场景的基础上设计场景描述和参数信息。

5.1.3 具体场景设计应在逻辑场景的基础上设计测试场景的具体参数值。

5.1.4 测试场景的参数范围应在不违反客观事实规律的基础上，结合真实道路场景数据分析结果进行设计，尽可能多的覆盖整个场景的参数取值空间。

5.1.5 仿真测试执行的测试场景最小单元应为具体场景。

5.1.6 测试场景设计要素应包括道路类型、交通设施、测试车辆行为、其它场景参与者行为、其它场景参与者类型、其它场景参与者位置等。

5.1.6.1 测试场景设计时应参考《CJJ 37-2012 城市道路工程设计规范》，道路类型应包括直道、弯道、坡道、交叉路口、环岛。

5.1.6.2 测试场景设计时，应参考《GB 5768 -2009 道路交通标志和标线》和《GB 14886-2016：道路交通信号灯设置与安装规范》，交通设施应包括交通信号灯、交通标志、交通标线、减速带。

5.1.6.3 测试场景设计时，测试车辆行为应包括巡航行驶、跟随行驶、智能避障、靠边停车、路口直行、路口左转、路口右转、路口掉头、直路掉头、变换车道、起步、减速让行、泊车等。

5.1.6.4 测试场景设计时，应参考《GB T 15089-2016 机动车辆及挂车分类》，其它场景参与者类型应包括乘用车、货车、公交车、摩托车骑行者、自行车骑行者、行人。

5.1.6.5 测试场景设计时，其它场景参与者行为应包括静止、直行、左转、右转、掉头、变换车道、切入、起步、加速、减速、匀速、跟随行驶、并排行驶、泊车。

5.1.6.6 测试场景设计时，其它场景参与者位置应明确初始位置、与测试车辆相对位置关系或时距关系。

5.1.7 测试场景的设计在经验的基础上，应结合真实道路测试数据和采集的人工驾驶数据。

5.2 测试场景集要求

- 5.2.1 自动驾驶仿真测试场景集应以自动驾驶能力为框架进行分类。
- 5.2.2 自动驾驶能力集合应包括的基本能力如下表 1 所示：

表 1 自动驾驶能力分类

序号	能力类别
1	通过路口
2	遵守交通信号灯
3	识别并应对切入
4	自动泊车
5	车道内行驶
6	跟随行驶
7	变换车道
8	汇入车流
9	智能避障
10	识别并应对临近障碍
11	限速识别
12	靠边停车及起步
13	通过辅路
14	通过环岛
15	通过减速带
16	通过人行横道
17	掉头行驶

- 5.2.3 自动驾驶仿真测试场景集应包括附录 A 中的测试场景。

6 自动驾驶仿真测试场景数字格式要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 自动驾驶仿真测试场景的数字格式应包括场景基本字段、动态要素字段以及静态要素字段三部分内容。
- 6.1.2 自动驾驶仿真测试场景的数字格式所使用的 JSON 数据格式，应不低于 2.1.0 版本。
- 6.1.3 自动驾驶仿真测试场景数字格式参考样例见附录 B。

6.2 基本字段要求

6.2.1 场景基本信息(ADS_CONFIG)

场景基本信息应包括场景 ID、场景名称、场景类型、场景创建时间、地图信息、创建者、场景优先级和场景状态等信息，具体信息如下表 2 所示：

表 2 场景基本信息(ADS_CONFIG)字段

字段	定义	类型	取值范围
----	----	----	------

ADS_ID	场景 ID	int	0~99999999
ADS_NAME	场景名称	string	
ADS_TYPE	场景类型	enum	0: 路测开环数据 1: 路测闭环数据 2: 人工创建场景 3: 危险驾驶场景 4: 自定义
CONTROL_MODE	控制模式选择	enum	0: 完美控制模式 1: 动力学控制模式 2: 自定义
PERCEPTION_MODE	感知模式选择	enum	0: 完美感知模式 1: 传感器模型模式 2: 自定义
CREATE_TIME	场景创建时间	date	yyyy-MM-dd HH:mm:ss
CREATE_USER	创建用户	string	
MAP_REGION	场景所在地图的区域信息	string	
MAP_VERSION	地图版本信息	string	
PRIORITY	场景优先级	enum	Low: 低优先级 High: 高优先级 Middle: 中优先级
STATUS	场景状态	enum	Online: 已上线 Offline: 已下线 Pending: 处理中
SIMU_TIME	模拟仿真运行时间	int	0-9999s

6.3 动态要素字段要求

6.3.1 测试车辆信息(TEST_VEHICLE)

测试车辆信息应包括起点、终点和朝向角度等信息，具体信息如下表 3 所示：

表 3 测试车辆信息(EGO_VEHICLE)字段

字段	定义	类型	范围
HEADING	朝向角	float	$[-\pi, \pi]$
FROM	起点坐标	struct	参见表 4
TO	终点坐标	struct	参见表 4

其中 FROM 和 TO 的结构定义如下表 4 所示：

表 4 测试车辆起点与终点字段

字段	定义	类型	范围
X	位置 X	float	0-9999.9999
Y	位置 Y	float	0-9999.9999

6.3.2 障碍物信息(OBSTACLE)

障碍物信息应包括障碍物ID、障碍物类型、障碍物起始点、障碍物轨迹点和障碍物尺寸等信息，具体信息如下表5所示：

表5 障碍物信息字段

字段	定义	类型	范围
OBSTACLE_ID	障碍物ID	int	0-99999
OBSTACLE_TYPE	障碍物类型	int	0：轿车 1：货车 2：行人 3：自行车 4：摩托车 5：交通锥 6：救援车辆 7：公交车 8：自定义
START_POINT	障碍物起始状态	struct	参见表7
TRACKED_POINTS	障碍物行驶轨迹点集合	set	参见表7
CUBOIDS	障碍物形状信息	struct	参见表6

其中CUBOIDS定义如下表6所示：

表6 障碍物形状字段

字段	定义	类型	范围
LENGTH	障碍物长度值	float	0-100m
WIDTH	障碍物宽度值	float	0-10m
HEIGHT	障碍物高度值	float	0-10m

其中START_POINT定义如下表7所示：

表7 障碍物起始点字段

字段	定义	类型	范围
HEADING	障碍物朝向角	float	[-PI, PI]
SPEED	障碍物起始速度	float	[0-120.00km/h]
X	障碍物位置X	float	0-9999.9999
Y	障碍物位置Y	float	0-9999.9999

TRACKED_POINTS是一系数据的集合，其中数据点的定义如上表START_POINT。

6.3.3 交通信号灯

交通信号灯应包括信号灯ID、信号灯初始状态、信号灯转化序列和信号保持时间等字段，具体信息如下表8所示：

表8 交通信号灯字段

字段	定义	类型	范围
----	----	----	----

TRAFFIC_ID	红绿灯 ID	int	0-999999
INITIAL_STATE	红绿灯初始状态	struct	参见表 9
LOCATION	红绿灯位置	struct	参见表 10
STATE_GROUP	红绿灯状态序列	struct	参见表 9
DETECT_DISTANCE	红绿灯可见距离	int	0-999m

INITIAL_STATE字段定义如下表9所示：

表9 信号灯初始状态字段

字段	定义	类型	范围
BLINK	是否闪烁	bool	0：否 1：是
COLOR	红绿灯颜色	enum	0：绿色 1：黄色 2：红色 3：黑色 4：自定义
KEEP_TIME	红绿灯持续时间	int	0-999

LOCATION字段定义如下表10所示：

表10 信号灯位置字段

字段	定义	类型	范围
X	红绿灯所在X坐标	float	0-9999.9999
Y	红绿灯所在Y坐标	float	0-9999.9999
Z	红绿灯所在Z坐标	float	0-9999.9999

STATE_GROUP定义为状态集合，其中每个状态的定义如INITIAL_STATE中所示。

6.4 静态要素字段要求

6.4.1 天气信息(WEATHER)

天气信息应包括天气类型、天气等级等字段，支持常见的几类天气类型，具体信息如下表11所示：

表11 天气字段说明

字段	定义	类型	范围
TYPE	天气类型	enum	0：晴天 1：雨天 2：雪天 3：雾霾 4：自定义
DEGREE	天气程度	enum	0：弱 1：中 2：强 3：自定义

6.4.2 光照条件(LIGHT)

光照信息应包括光照类型、光照时间和光照等级等常见类型，具体信息如下表12所示：

表12 光照字段说明

字段	定义	类型	范围
TYPE	光照类型	enum	0：顺光 1：逆光 2：侧光 3：顶光 4：自定义
TIME	光照时间	enum	0：上午 1：中午 2：下午 3：傍晚 4：夜间 5：自定义
DEGREE	光照等级	enum	0：强 1：中 2：弱 3：自定义

6.4.3 道路类型(ROAD_TYPE)

道路类型应包括道路等级字段，道路等级应参考JTG D80《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》、JTG D81《公路交通安全设施设计规范》和CJJ37《城市道路设计规范》等道路设计规范要求，具体信息如下表13所示：

表13 道路类型字段说明

字段	定义	类型	范围
ROAD_TYPE	道路等级	enum	0：高速公路主路 1：快速路主路 2：城市主干路 3：城市次干路 4：城市支路 5：城市其他道路 6：非机动车道 7：人行道 8：园区道路 9：自定义

6.4.4 路面条件(ROAD_SURFACE)

路面条件应包括路面粗糙等级字段，路面条件应参考JTG D80《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》、JTG D81《公路交通安全设施设计规范》和CJJ37《城市道路设计规范》等道路设计规范要求，具体信息如下表14所示：

表14 路面条件(ROAD_SURFACE)字段说明

字段	定义	类型	范围
----	----	----	----

DEGREE	路面粗糙等级	enum	0：优 1：良 2：中 3：差
--------	--------	------	--------------------------

6.5 兼容性要求

6.5.1 地图格式要求

自动驾驶仿真测试场景数据格式中依赖的地图格式，应兼容ASAM OpenDRIVE（描述路网逻辑的开放文件格式）数据标准格式规范。

6.5.2 路面格式要求

自动驾驶仿真测试场景数据格式依赖的路面条件格式，应兼容ASAM OpenCRG（描述路面的开放文件格式）数据标准格式规范。

附录 A

(规范性附录)

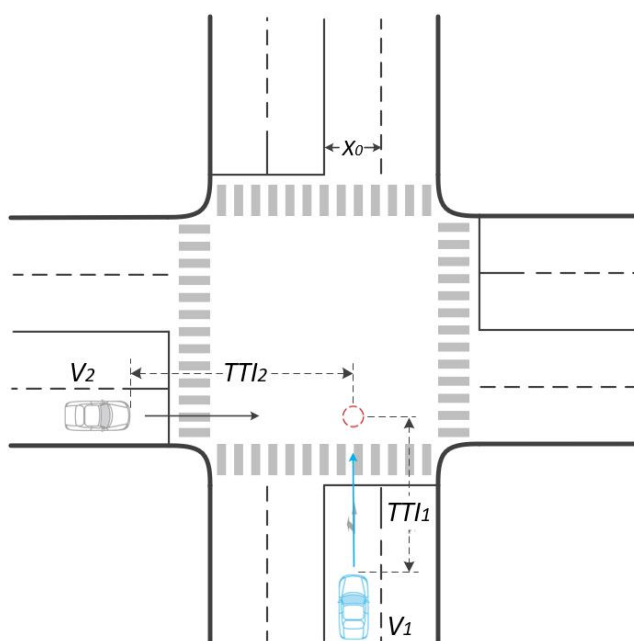
自动驾驶仿真测试基础场景集

A.1 通过路口

A.1.1 无信号灯通过路口直行

A.1.1.1 路口直行遇左侧垂直车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1=TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

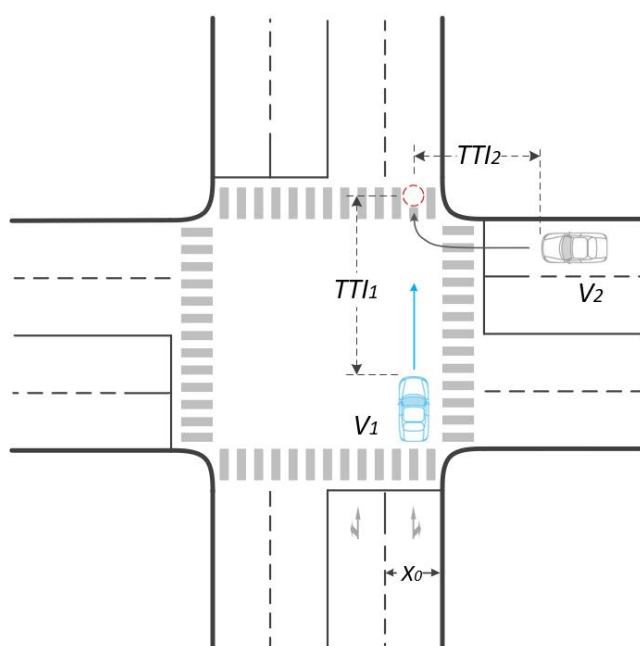
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.2 路口直行遇右侧垂直车道右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行右转的目标车辆，测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1=TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

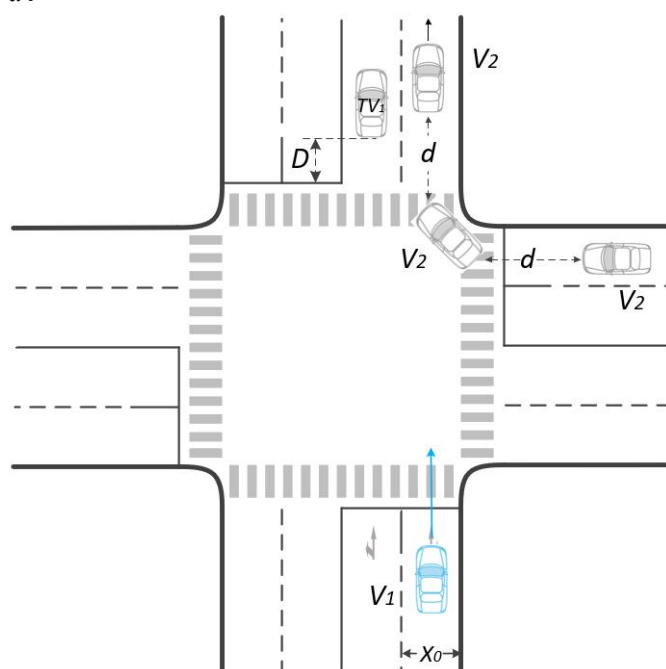
$$V_2 = [10.0: 10.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0 : 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.3 路口直行遇右侧垂直车道连续右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆目标车道的左侧相邻车道放置静止目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 与停止线之间距离为 D ；右侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行右转的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

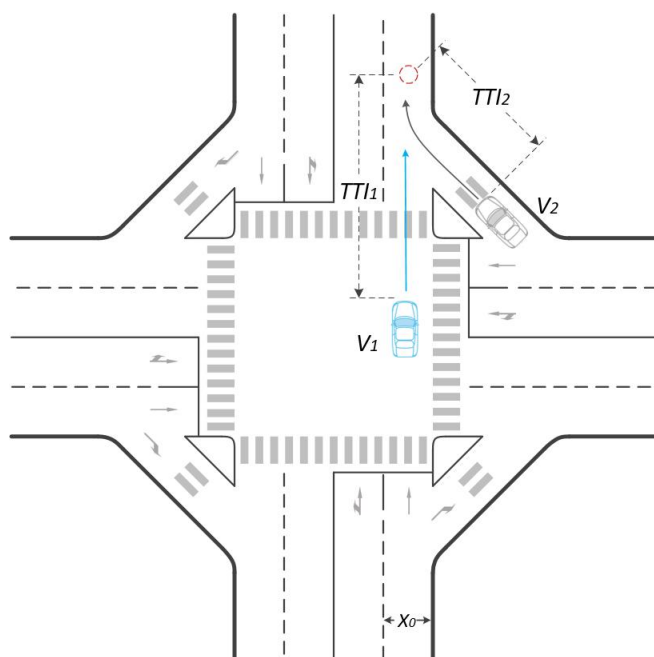
$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$D = [0.0, 5.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.4 路口直行遇右转专用道右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右转专用道上放置以车速 V_2 进行右转的目标车辆，测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

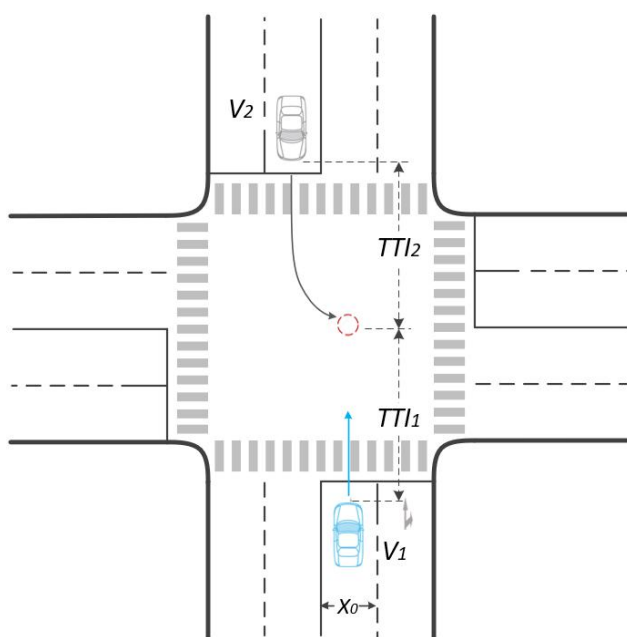
$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.5 路口直行遇对向车道左转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行左转的目标车辆，测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

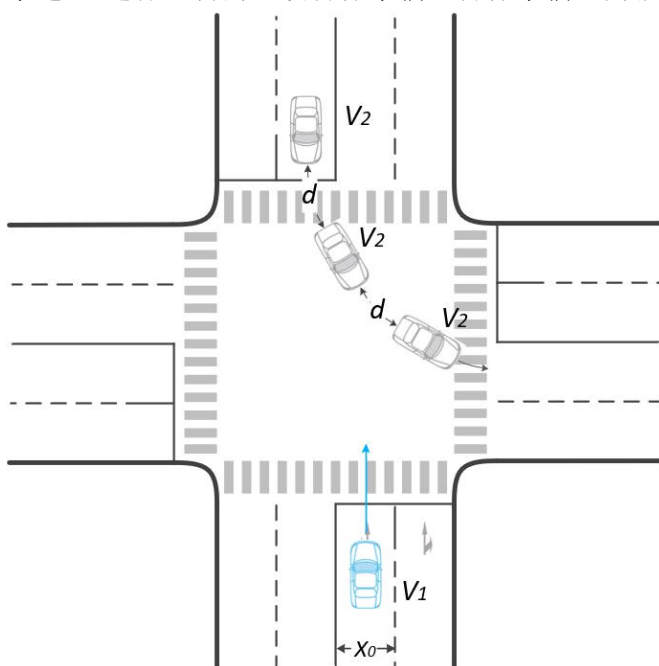
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.6 路口直行遇对向车道连续左转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆直行通过十字路口过程中，对向车道上放置以车速 V_2 进行左转的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

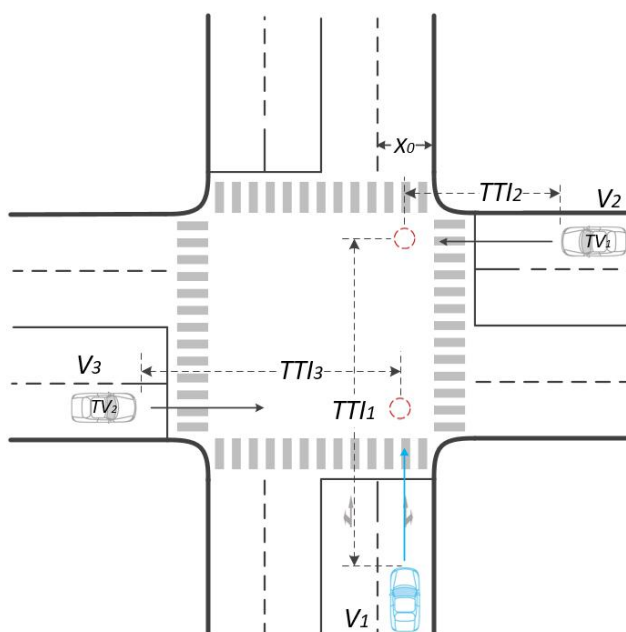
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.7 路口直行遇左侧和右侧垂直车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆 TV_1 ，右侧垂直车道上放置以车速 V_3 进行直行的目标车辆 TV_2 ，测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间为 TTI_1 ，目标车辆 TV_1 和目标车辆 TV_2 距离碰撞点所需时间为 TTI_2 和 TTI_3



$$V_1 = V_{\max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = 10.0 \text{ s}$$

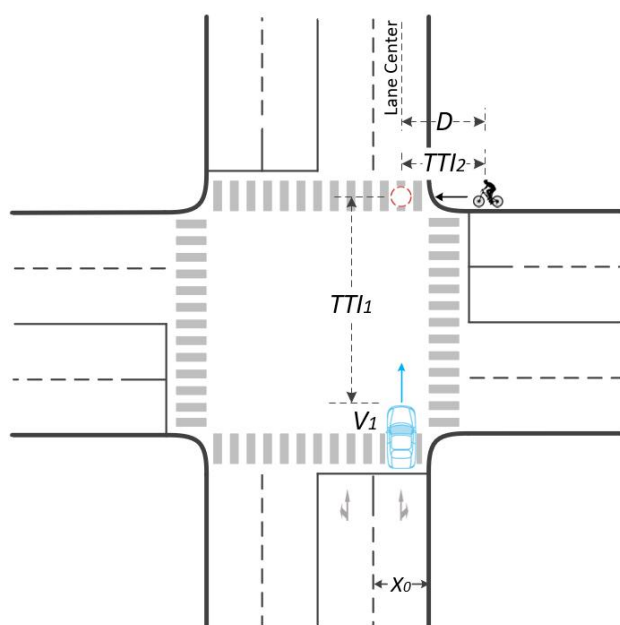
$$TTI_2 = [5.0: 1.0: 15.0] \text{ s}$$

$$TTI_3 = [5.0: 1.0: 15.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.8 路口直行遇通过目标车道人行横道骑行者

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。目标车道左/右侧放置等待通过人行横道的骑行者，骑行者与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1=TTI_2$ 时，骑行者以速度 V_2 从目标车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 30.0] \text{ km/h}$$

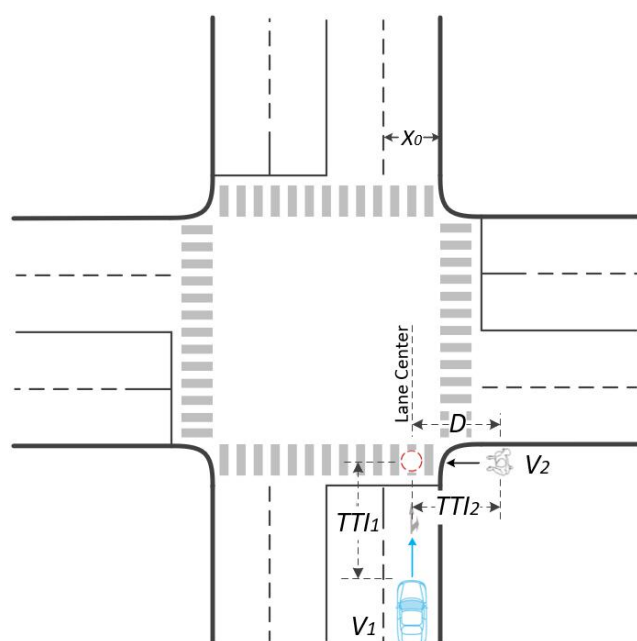
$$D = 17.0 \text{ m}$$

$$TTI_2 = \frac{D}{V_2}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.9 路口直行遇通过本车道人行横道行人

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。本车道左/右侧放置等待通过人行横道的行人，行人与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1=TTI_2$ 时，行人以速度 V_2 从本车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0, 8.0] \text{ km/h}$$

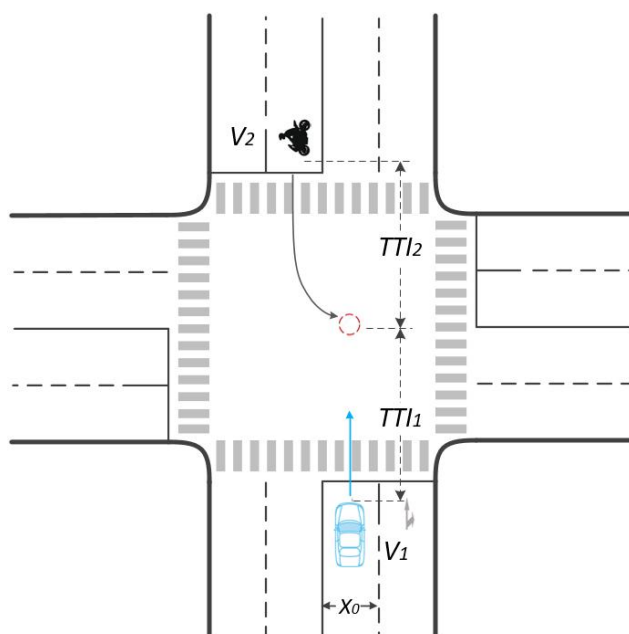
$$D = [3.0, 4.5] \text{ m}$$

$$TTl_2 = D/V_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.1.10 路口直行遇对向车道左转摩托车

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行左转的摩托车，测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与摩托车距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1=TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 30.0] \text{ km/h}$$

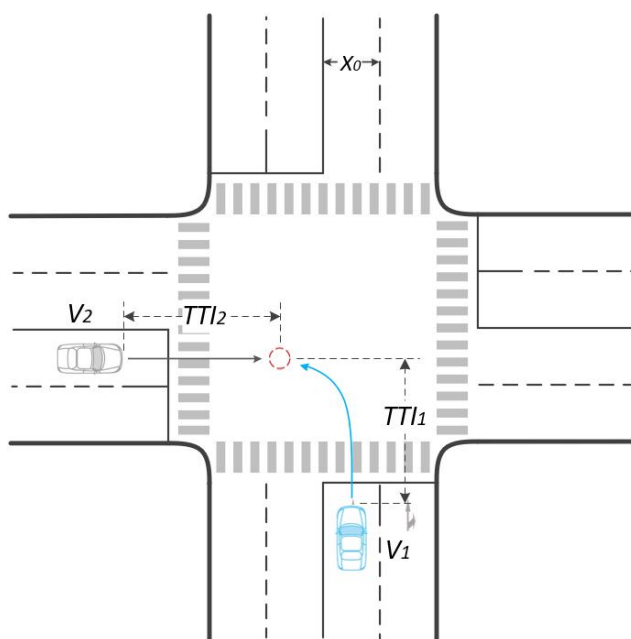
$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2 无信号灯通过路口左转

A.1.2.1 路口左转弯遇左侧垂直车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1=TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

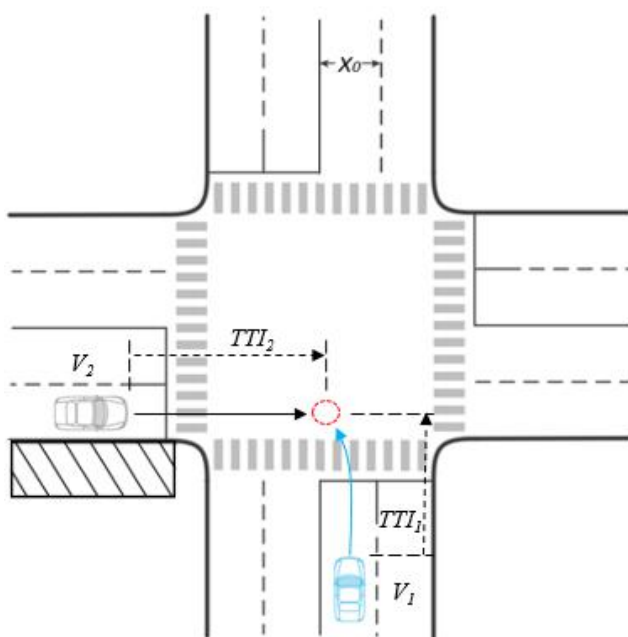
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.2 路口左转弯遇障碍物遮挡的左侧垂直车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道外放置有静止障碍物，测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行且被障碍物遮挡的目标车辆，测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

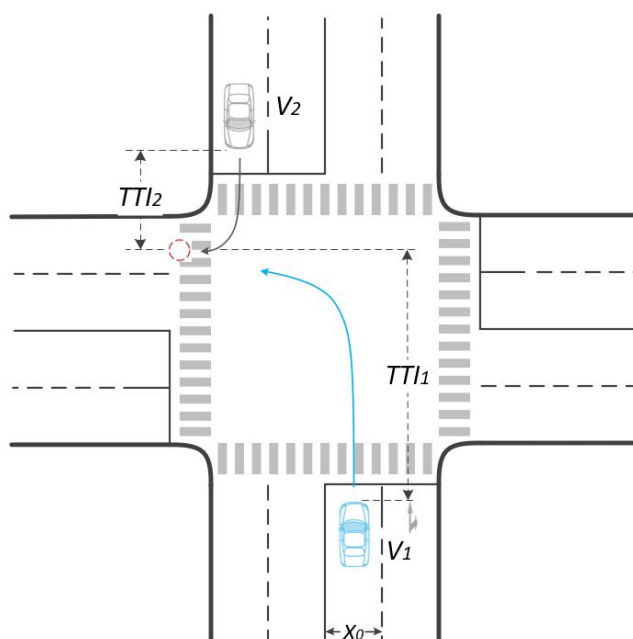
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.3 路口左转弯对向车道右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行右转的目标车辆，测试车辆左转弯通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

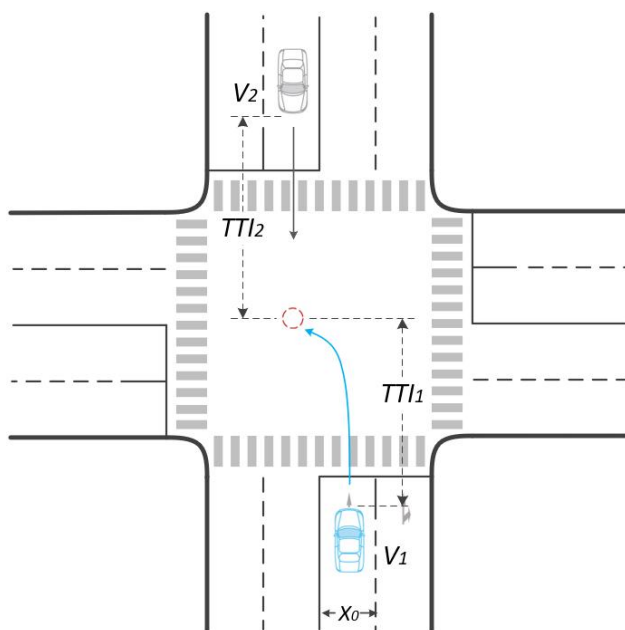
$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.4 路口左转弯对向车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆左转弯通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

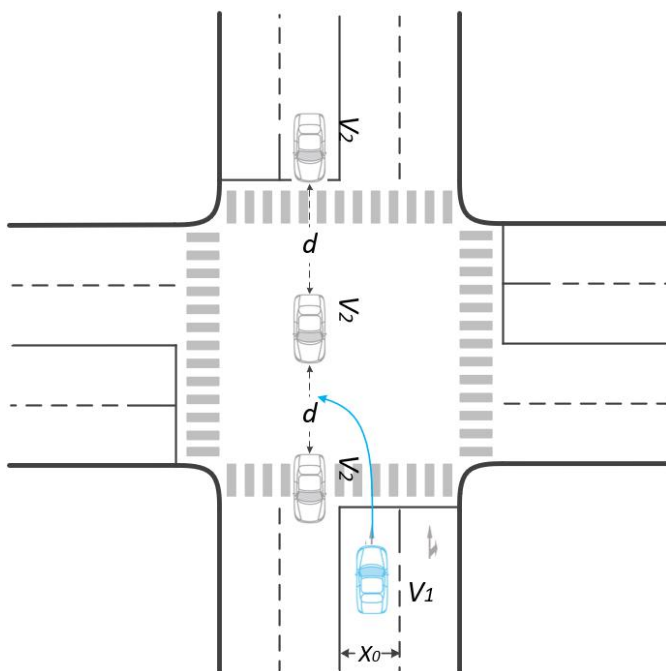
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.5 路口左转弯遇对向车道连续直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左转通过十字路口过程中，对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

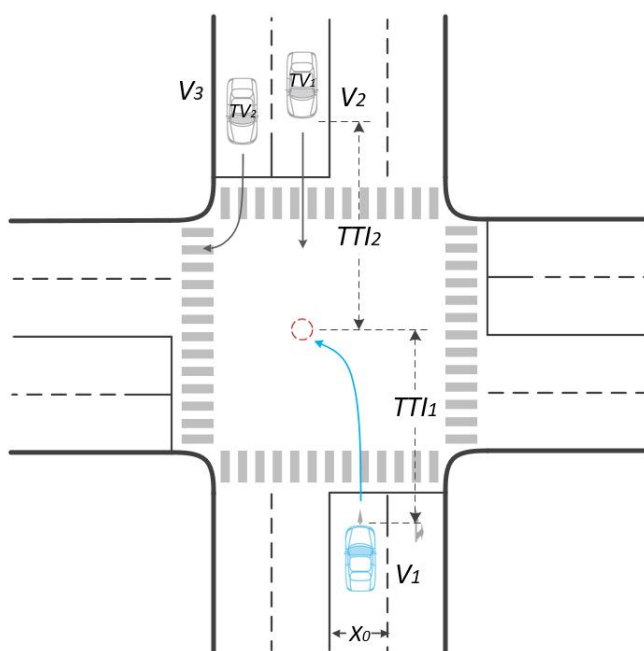
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.6 路口左转弯遇对向车道直行和右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆 TV_1 和以车速 V_3 进行右转的目标车辆 TV_2 ，测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间为 TTI_1 ，目标车辆 TV_1 距离碰撞点所需时间为 TTI_2



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [10.0: 10.0: 30.0] \text{ km/h}$$

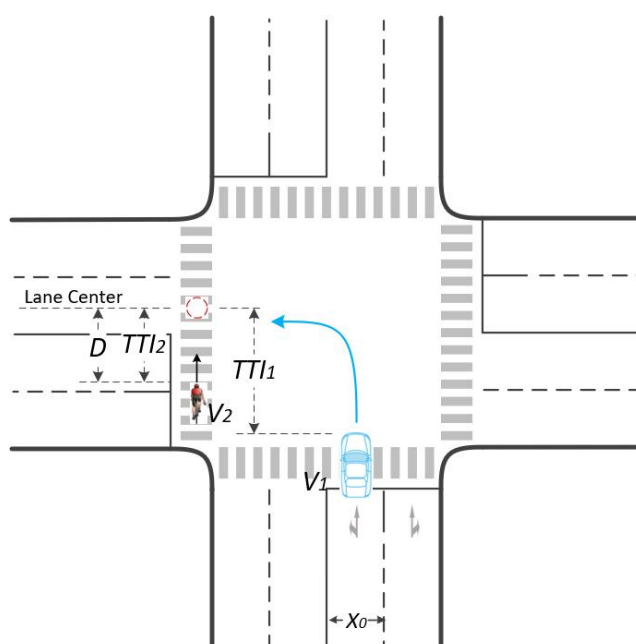
$$TTI_1 = 10.0 \text{ s}$$

$$TTI_2 = [5.0: 1.0: 15.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.7 路口左转弯遇通过左侧垂直车道人行横道骑行者

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。左侧垂直车道左/右侧放置等待通过人行横道的骑行者，骑行者与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1 = TTI_2$ 时，骑行者以速度 V_2 从本车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 30.0] \text{ km/h}$$

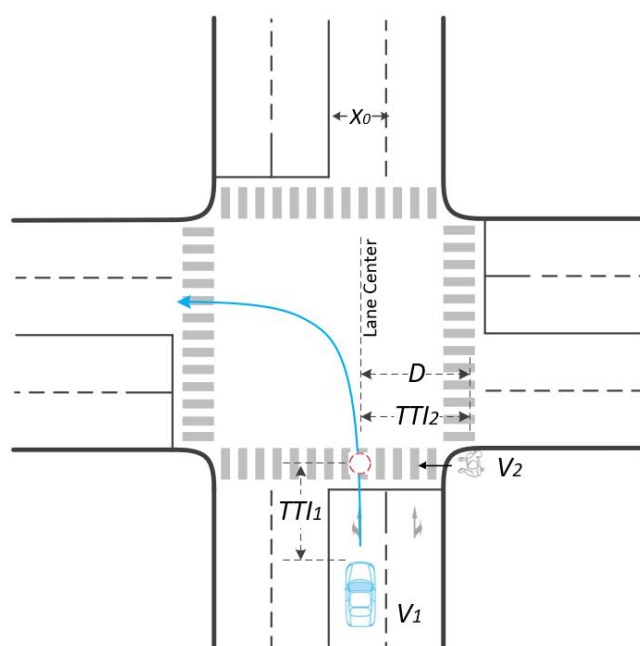
$$D = 17.0 \text{ m}$$

$$TTI_2 = \frac{D}{V_2}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.8 路口左转弯通过本车道人行横道行人

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。本车道左/右侧放置等待通过人行横道的行人，行人与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1 = TTI_2$ 时，行人以速度 V_2 从本车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0, 8.0] \text{ km/h}$$

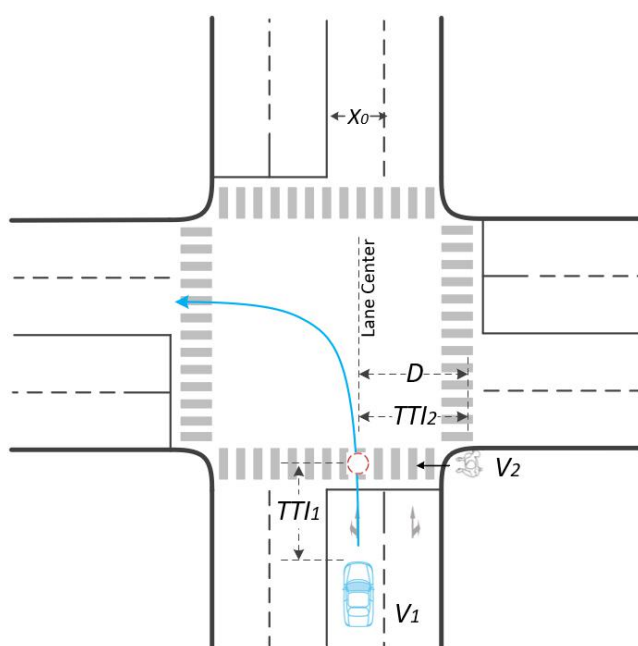
$$D = [3.0, 4.5] \text{ m}$$

$$TTl_2 = \frac{D}{V_2}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.2.9 路口左转遇对向车道直行摩托车

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的摩托车，测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与摩托车距离碰撞点所需时间相同 $TTl_1 = TTl_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

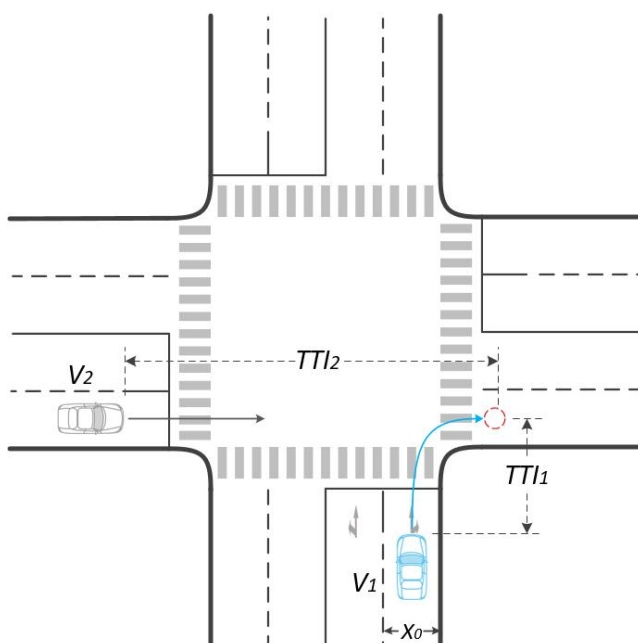
$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.3 无信号灯通过路口右转

A.1.3.1 路口右转弯遇左侧垂直车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆右转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

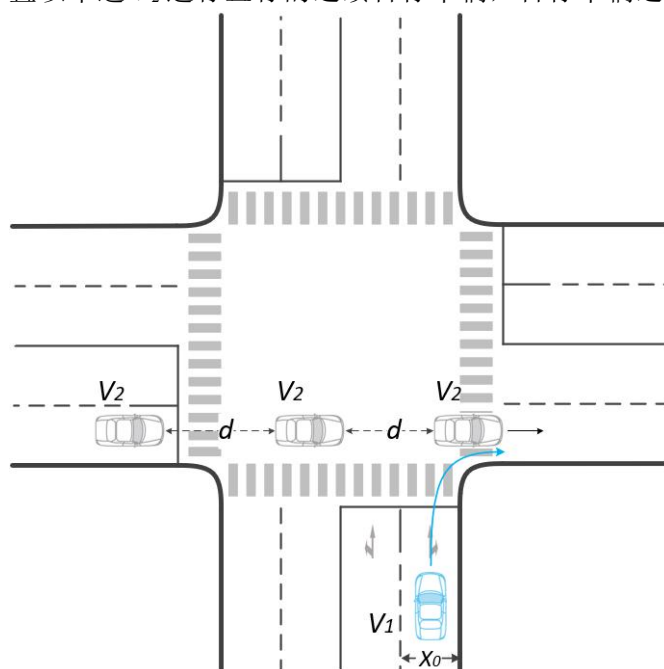
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.3.2 路口右转弯左侧垂直车道连续直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右转通过十字路口过程中，左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

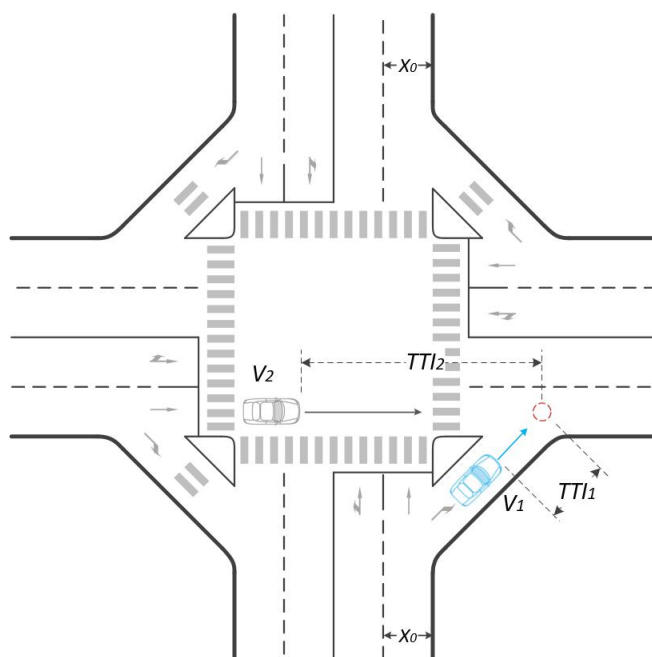
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.3.3 右转专用道右转弯左侧垂直车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆通过右转专用道右转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

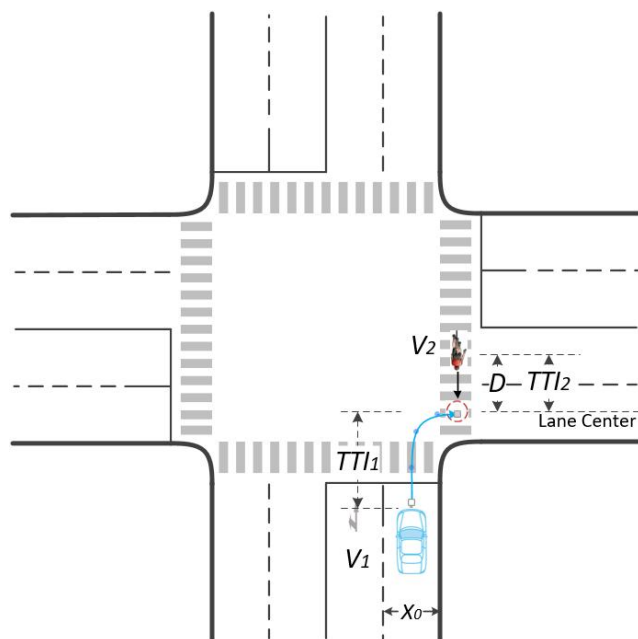
$$V_2 = [10.0 : 1.0 : 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0 : 1.0 : 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.3.4 路口右转弯通过右侧垂直车道人行横道骑行者

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。右侧垂直车道左/右侧放置等待通过人行横道的骑行者，骑行者与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆右转弯通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1 = TTI_2$ 时，骑行者以速度 V_2 从本车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 30.0] \text{ km/h}$$

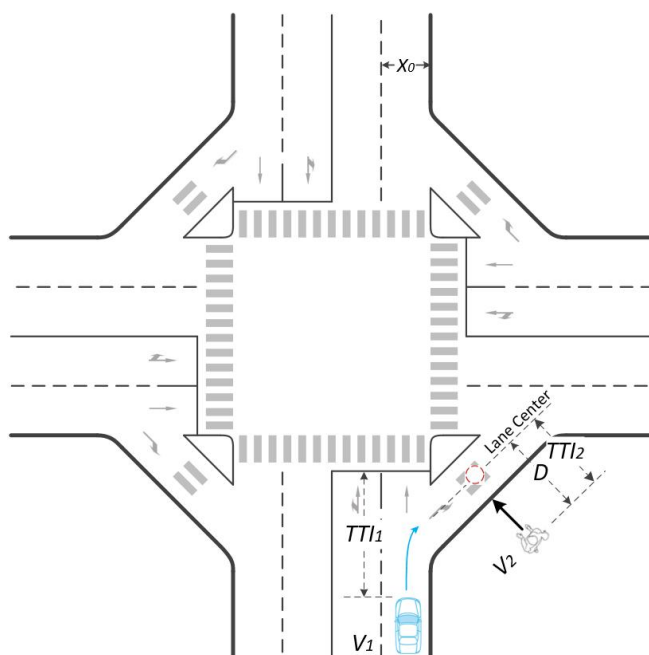
$$D = 17.0 \text{ m}$$

$$TTI_2 = \frac{D}{V_2}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.3.5 右转专用道右转遇通过人行横道行人

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。右转专用道位置放置等待通过人行横道的行人，行人与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆通过右转专用道右转通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1 = TTI_2$ 时，行人以速度 V_2 从本车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0, 8.0] \text{ km/h}$$

$$D = [3.0, 4.5] \text{ m}$$

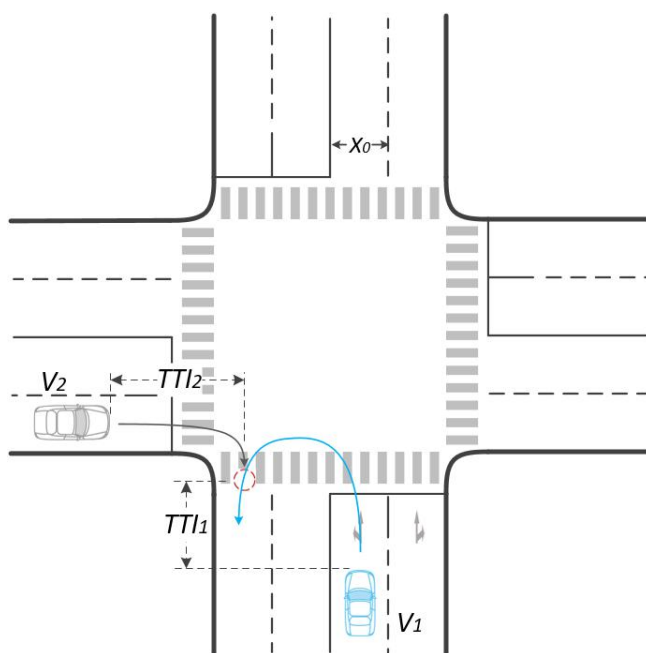
$$TTI_2 = \frac{D}{V_2}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4 无信号灯通过路口掉头

A.1.4.1 跨停止线掉头遇左侧垂直车道右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行右转的目标车辆，测试车辆跨停止线掉头通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

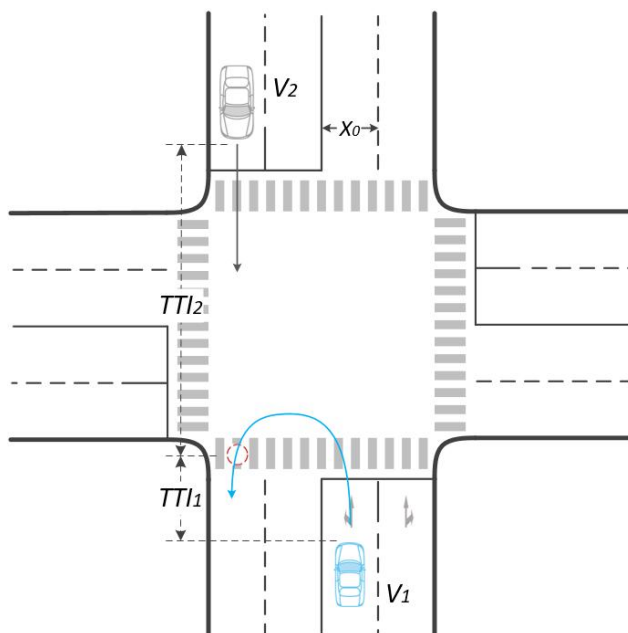
$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0: 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4.2 跨停止线掉头遇对向车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆跨停止线掉头通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

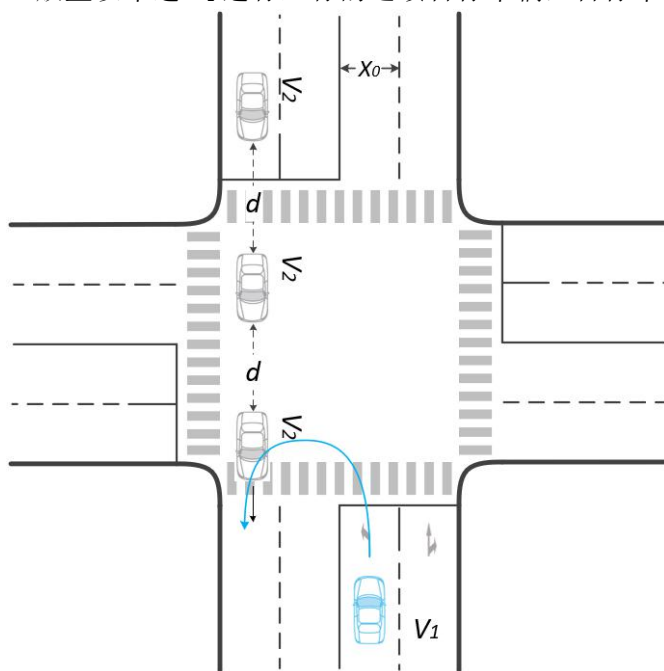
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2 = [5.0: 1.0 : 25.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4.3 跨停止线掉头遇对向车道连续直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆跨停止线掉头通过十字路口过程中，对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

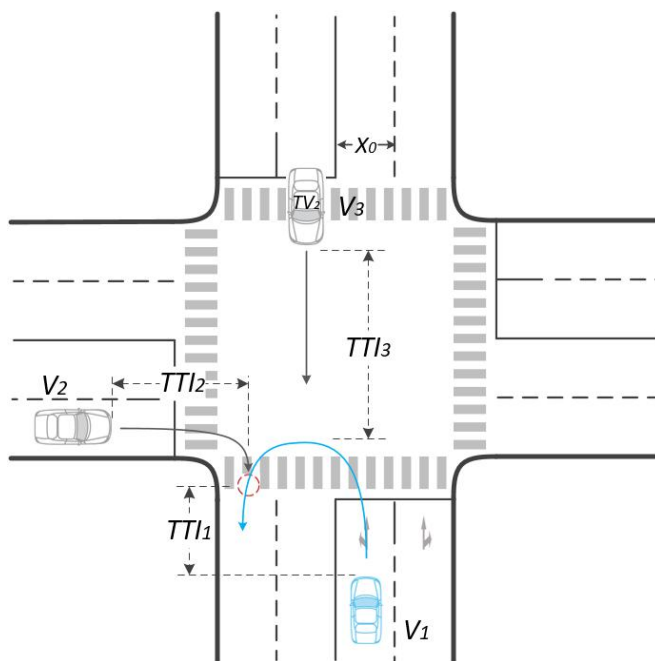
$$V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4.4 跨停止线掉头遇左侧垂直车道右转和对向车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行右转的目标车辆 TV_1 ，对向车道放置以车速 V_3 进行直行的目标车辆 TV_2 ，测试车辆跨停止线掉头通过路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间为 TTI_1 ，目标车辆 TV_1 和目标车辆 TV_2 距离碰撞点所需时间为 TTI_2 和 TTI_3



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = 10.0s$$

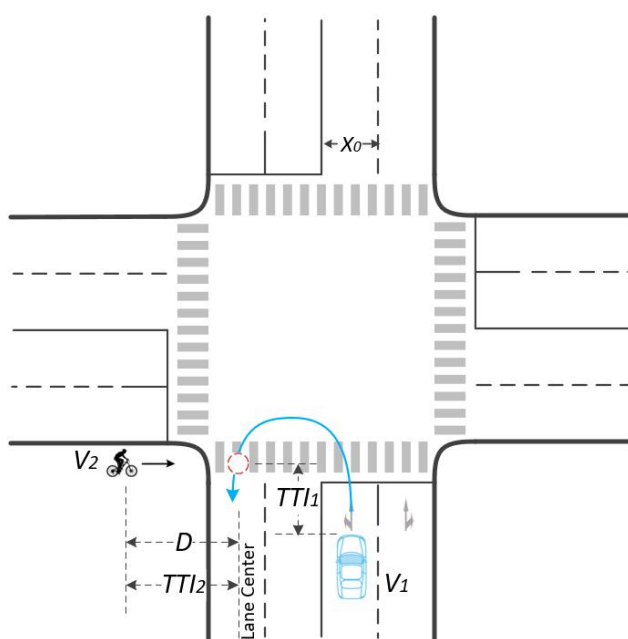
$$TTI_2 = [5.0: 1.0 \ 15.0] s$$

$$TTI_3 = [5.0: 1.0 \ 15.0] s$$

$$X_0 = 3.5 m$$

A.1.4.5 路口掉头遇通过对向车道人行横道骑行者

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道左/右侧放置等待通过人行横道的骑行者，骑行者与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆跨停止线掉头通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1=TTI_2$ 时，骑行者以速度 V_2 从对向车道左/右侧通过人行横道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

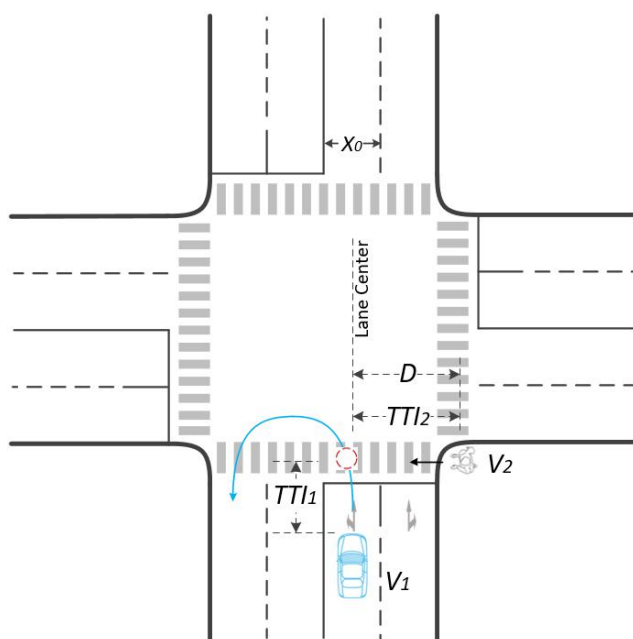
$$D = 17.0 \text{ m}$$

$$TTI_2 = \frac{D}{V_2}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4.6 停止线掉头遇通过本车道人行横道行人

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。本车道左/右侧放置等待通过人行横道的行人，行人与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆跨停止线掉头通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间 $TTI_1=TTI_2$ 时，行人以速度 V_2 从本车道左/右侧通过人行横道。



$$V1 = V_{max_ODD}$$

$$V2 = [5.0, 8.0] \text{ km/h}$$

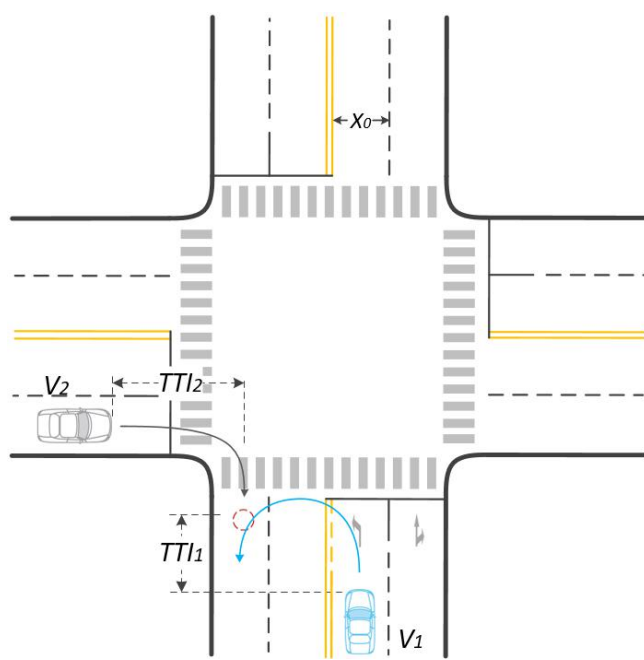
$$D = [3.0, 4.5] \text{ m}$$

$$TTI2 = \frac{D}{V2}$$

$$X0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4.7 未跨停止线掉头遇左侧垂直车道右转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行右转的目标车辆，测试车辆未跨停止线掉头通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

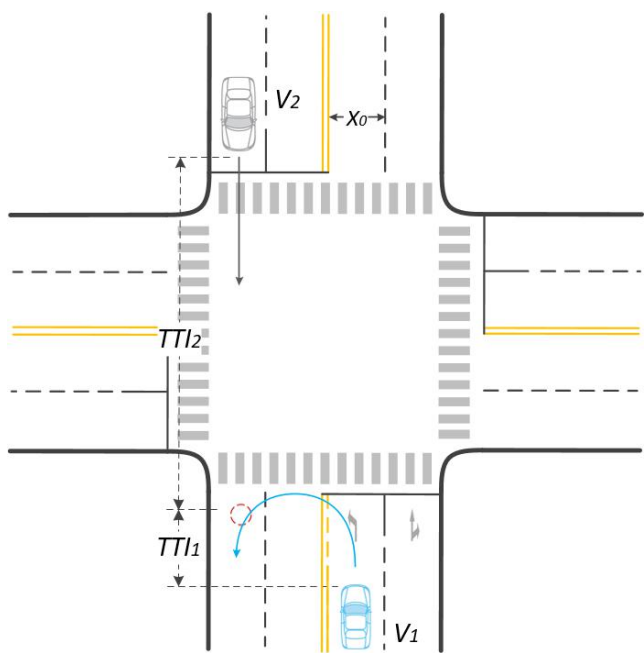
$$V_2 = [10.0: 10.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.1.4.8 未跨停止线掉头遇对向车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆未跨停止线掉头通过十字路口过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2$$

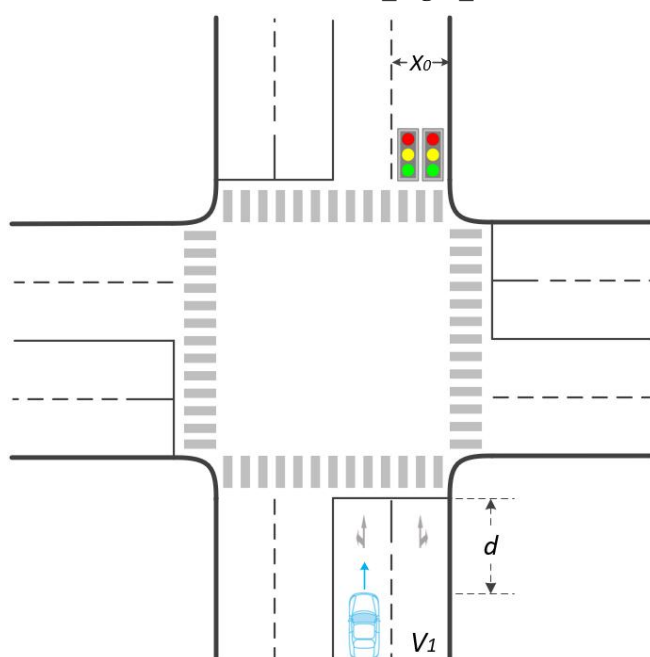
$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2 遵守交通信号灯

A.2.1 路口直行遇交通信号灯

A.2.1.1 路口直行遇红灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在直行/左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排机动车信号灯，测试车辆直行通过十字路口过程中，机动车信号灯状态默认为黄灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，机动车信号灯的状态设置为红灯；经过红灯时长 Red_Light_Time 后，机动车信号灯的状态设置为绿灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

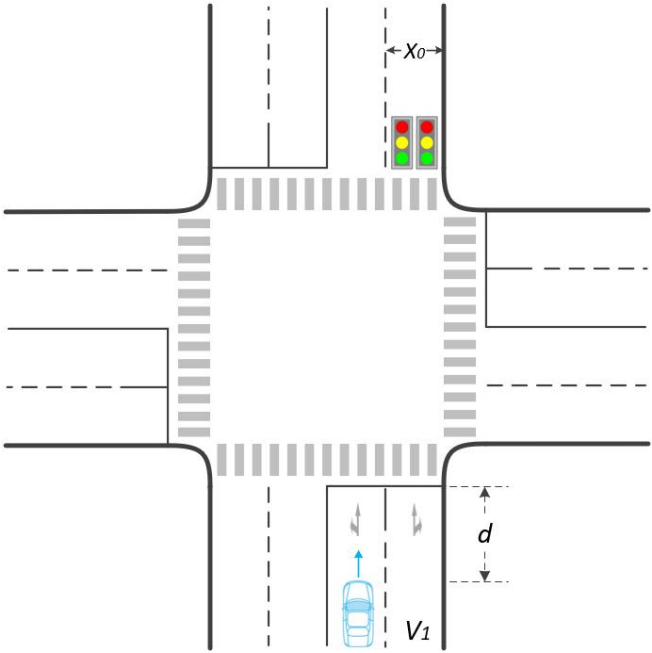
$$d = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

$$Red_Light_Time = 60.0 \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.1.2 路口直行遇红灯变绿灯

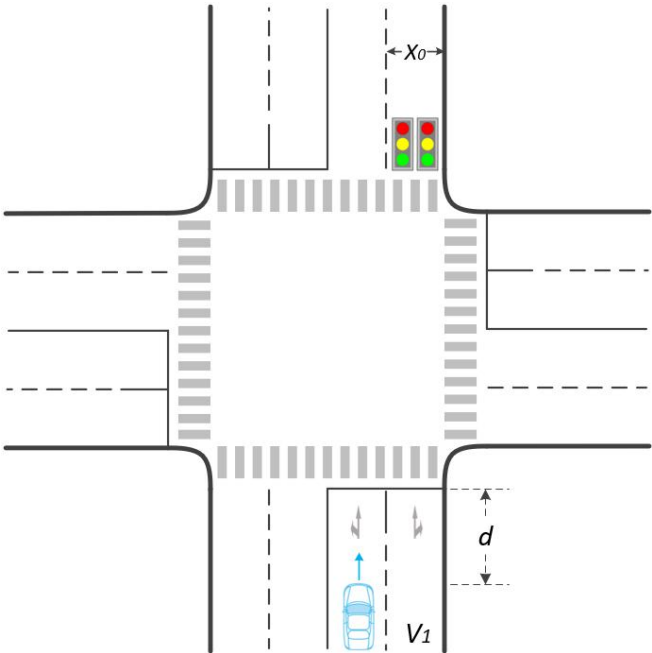
场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在直行/左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排机动车信号灯，测试车辆直行通过十字路口过程中，机动车信号灯状态默认为红灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，机动车信号灯的状态设置为绿灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$
$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$
$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.1.3 路口直行遇闪烁绿灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在直行/左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排机动车信号灯，测试车辆直行通过十字路口过程中，机动车信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，机动车信号灯的状态设置为闪烁的绿灯。

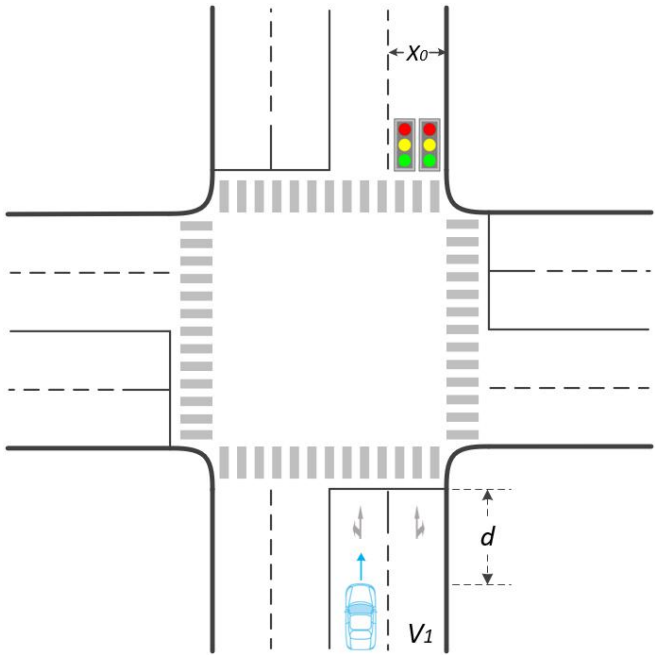


$$V_1 = V_{max_ODD}$$
$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$X_0=3.5\text{ m}$

A.2.1.4 路口直行遇闪烁黄灯

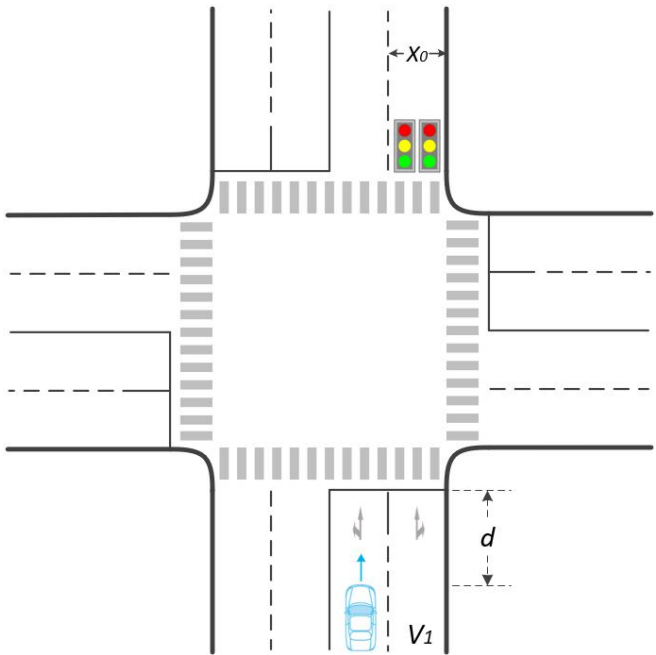
场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在直行/左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排机动车信号灯，测试车辆直行通过十字路口过程中，机动车信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，机动车信号灯的状态设置为闪烁的黄灯。



$V_1=V_{max_ODD}$
 $d=100.0\text{ m}$
 $X_0=3.5\text{ m}$

A.2.1.5 路口直行遇黄灯变红灯

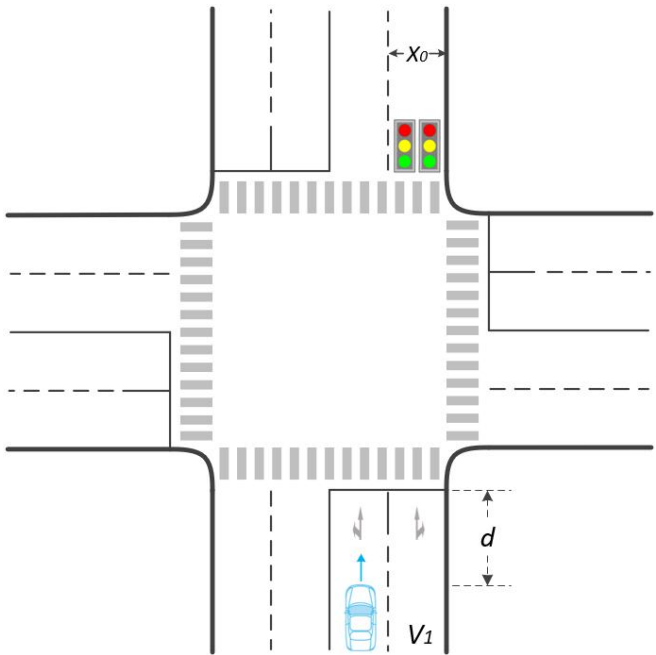
场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在直行/左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排机动车信号灯，测试车辆直行通过十字路口过程中，机动车信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，机动车信号灯的状态设置为黄灯；经过黄灯时长 $Yellow_Light_Time$ 后，机动车信号灯的状态设置为红灯。



$V_1 = V_{max_ODD}$
 $d = [5.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$
 $Yellow_Light_Time = [1.0: 0.5: 5.0] \text{ s}$
 $X_0 = 3.5 \text{ m}$

A.2.1.6 路口直行遇黑灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在直行/左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排机动车信号灯，测试车辆直行通过十字路口过程中，机动车信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，机动车信号灯的状态设置为黑灯。



$V_1 = V_{max_ODD}$

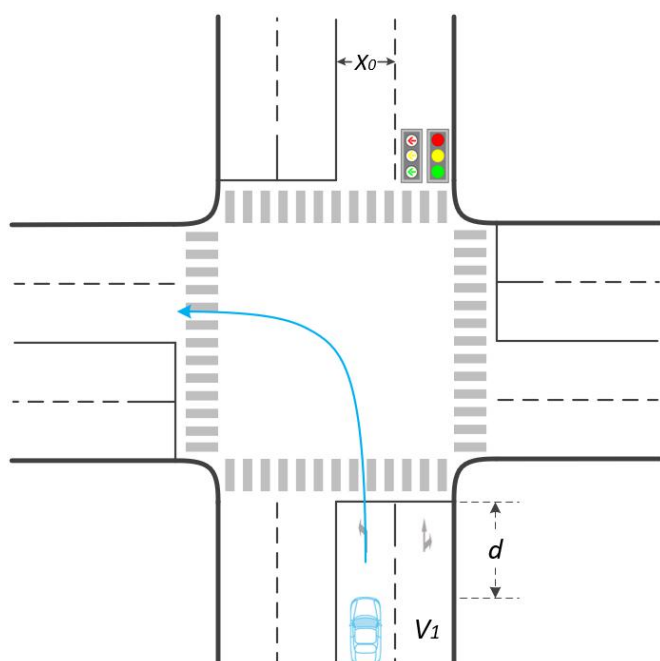
$$d = 100.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.2 路口左转弯交通信号灯

A.2.2.1 路口左转弯红灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯的状态默认为黄灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯的状态设置为红灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 *Right_Signal_Status*；经过红灯时长 *Red_Light_Time* 后，左转方向指示信号灯的状态设置为绿灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

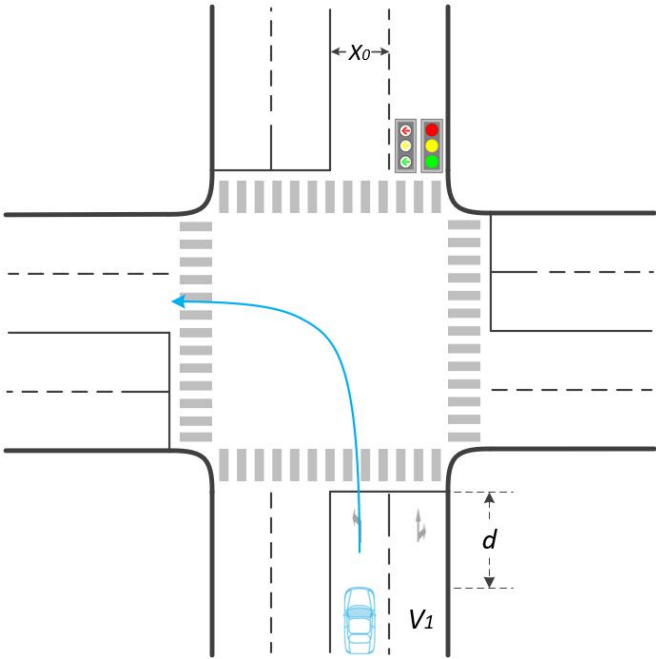
$$Right_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$Red_Light_Time = 60.0 \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.2.2 路口左转弯红灯变绿灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯状态默认为红灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯的状态设置为绿灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 *Right_Signal_Status*。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

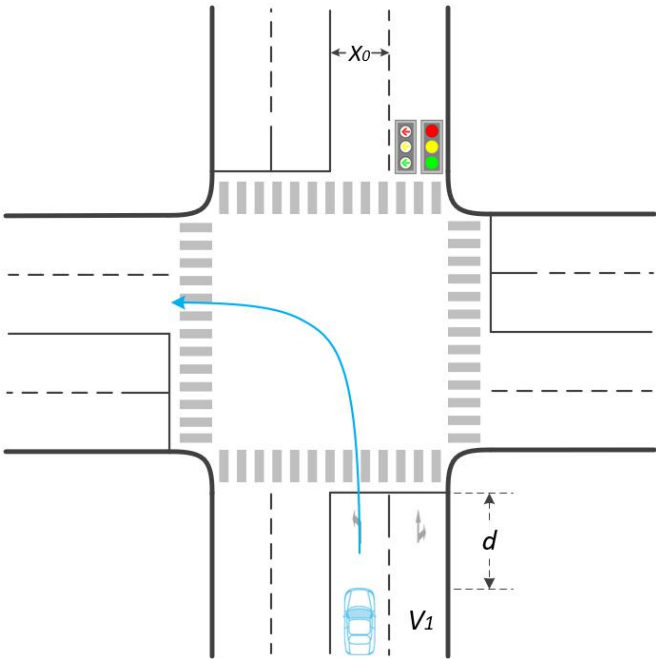
$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$Right_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.2.3 路口左转弯遇闪烁绿灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯的状态设置为闪烁的绿灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 $Right_Signal_Status$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

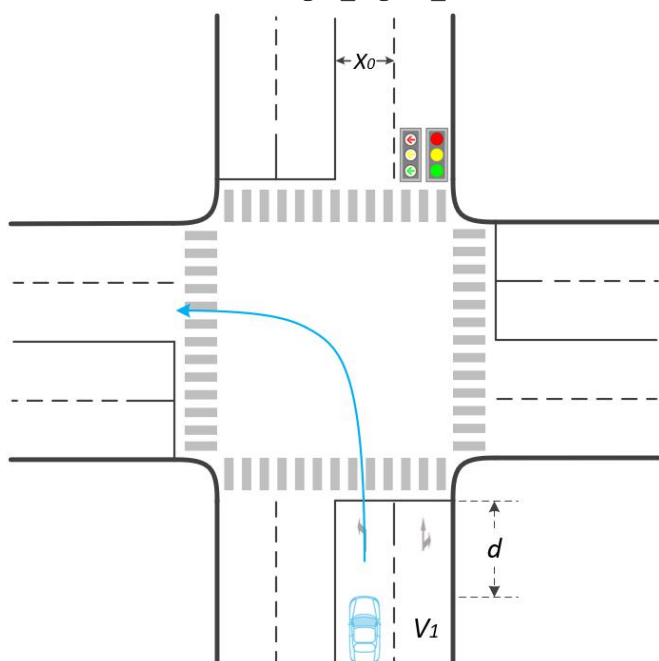
$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$Right_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.2.4 路口左转弯遇闪烁黄灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯的状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯的状态设置为闪烁的黄灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 $Right_Signal_Status$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

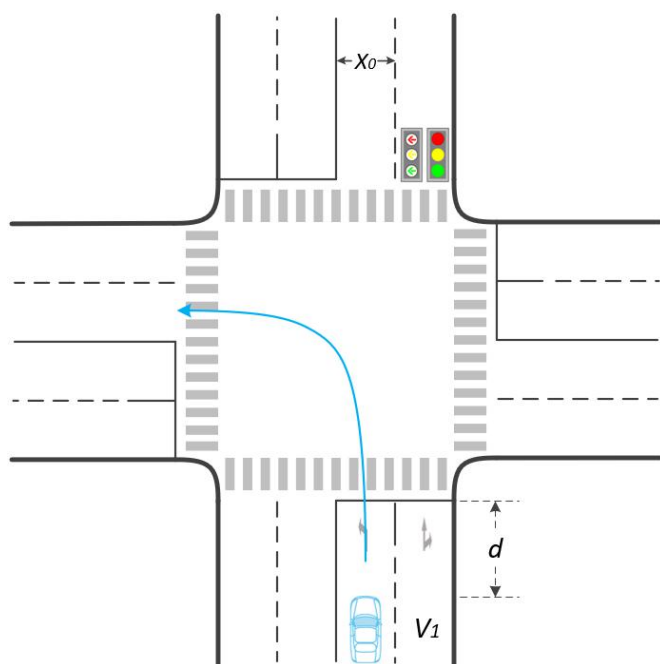
$$d = 100.0 \text{ m}$$

$$Right_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.2.5 路口左转弯遇黄灯变红灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯的状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯的状态设置为黄灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 $Right_Signal_Status$ ；经过黄灯时长 $Yellow_Light_Time$ 后，左转方向指示信号灯的状态设置为红灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [5.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

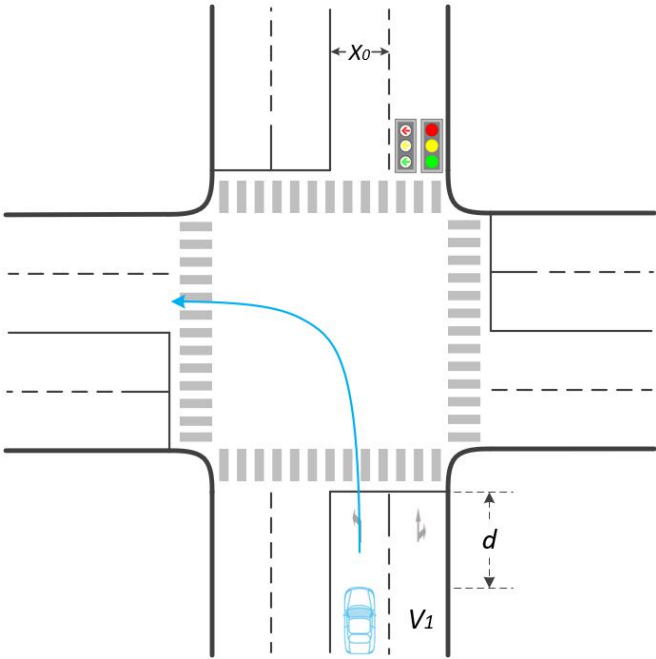
$$Right_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$Yellow_Light_Time = [1.0: 0.5: 5.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.2.6 路口左转弯黑灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯的状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯的状态设置为黑灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 $Right_Signal_Status$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = 100.0 \text{ m}$$

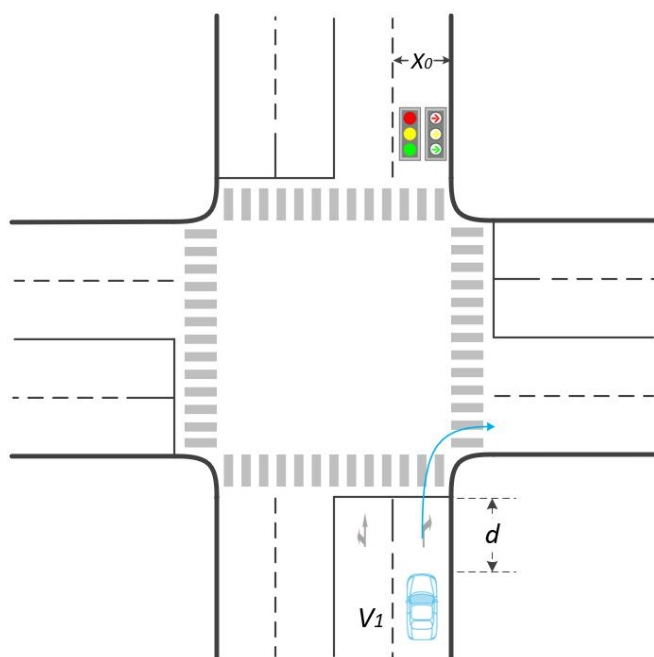
$$Right_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.3 路口右转弯交通信号灯

A.2.3.1 路口右转弯红灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为机动车信号灯，右侧为方向指示信号灯。测试车辆右转通过十字路口过程中，右转方向指示信号灯的状态默认为黄灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，右转方向指示信号灯的状态设置为红灯，左侧机动车信号灯的状态设置为 $Left_Signal_Status$ ；经过红灯时长 Red_Light_Time 后，右转方向指示信号灯的状态设置为绿灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

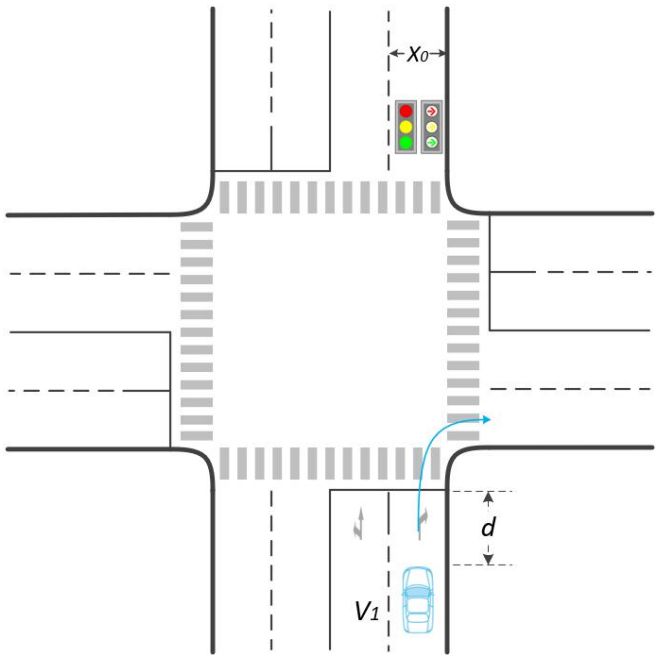
$$Left_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$Red_Light_Time = 60.0 \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.3.2 路口右转弯遇红灯变绿灯

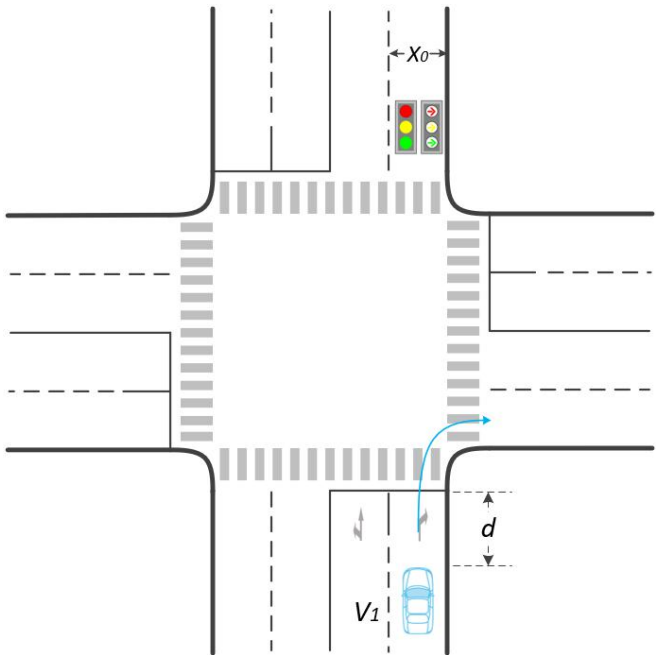
场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为机动车信号灯，右侧为方向指示信号灯。测试车辆右转通过十字路口过程中，右转方向指示信号灯状态默认为红灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，右转方向指示信号灯的状态设置为绿灯，左侧机动车信号灯的状态设置为 $Left_Signal_Status$



$V_1 = V_{max_ODD}$
 $d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$
 $Left_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$
 $X_0 = 3.5 \text{ m}$

A.2.3.3 路口右转弯闪烁绿灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为机动车信号灯，右侧为方向指示信号灯。测试车辆右转通过十字路口过程中，右转方向指示信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，右转方向指示信号灯的状态设置为闪烁的绿灯，左侧机动车信号灯的状态设置为 $Left_Signal_Status$ 。



$$V_I = V_{max_ODD}$$

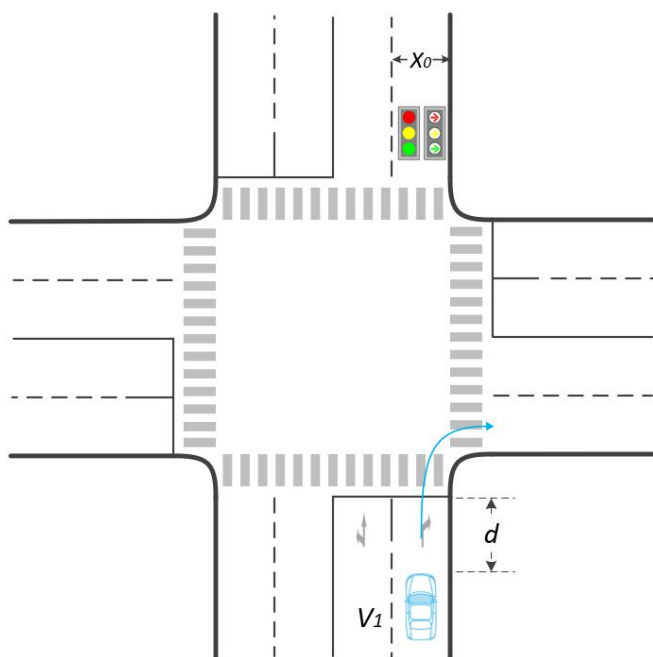
$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$Left_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.3.4 路口右转弯遇闪烁黄灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_I 在右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为机动车信号灯，右侧为方向指示信号灯。测试车辆右转通过十字路口过程中，右转方向指示信号灯的状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，右转方向指示信号灯的状态设置为闪烁的黄灯，右侧机动车信号灯的状态设置为 $Left_Signal_Status$ 。



$$V_I = V_{max_ODD}$$

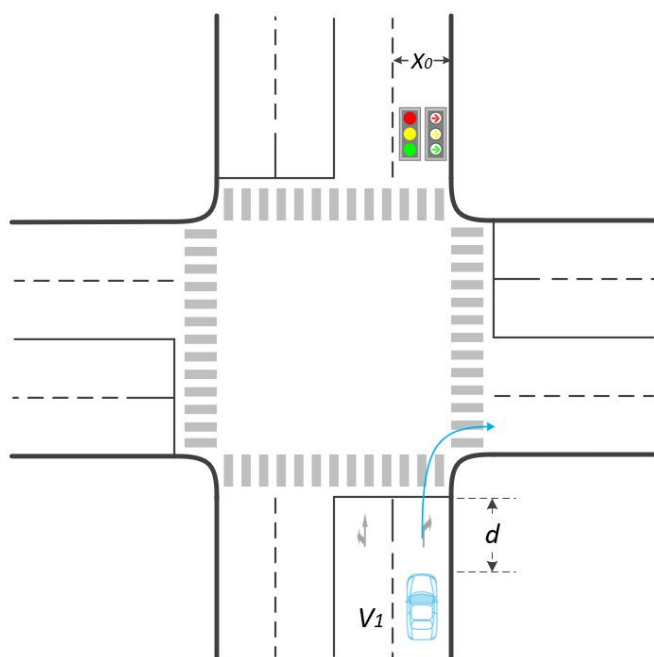
$$d = 100.0 \text{ m}$$

$$Left_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.3.5 路口右转弯遇黄灯变红灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_I 在右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为机动车信号灯，右侧为方向指示信号灯。测试车辆右转通过十字路口过程中，右转方向指示信号灯的状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，右转方向指示信号灯的状态设置为黄灯，左侧机动车信号灯的状态设置为 $Left_Signal_Status$ ；经过黄灯时长 $Yellow_Light_Time$ 后，右转方向指示信号灯的状态设置为红灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [5.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

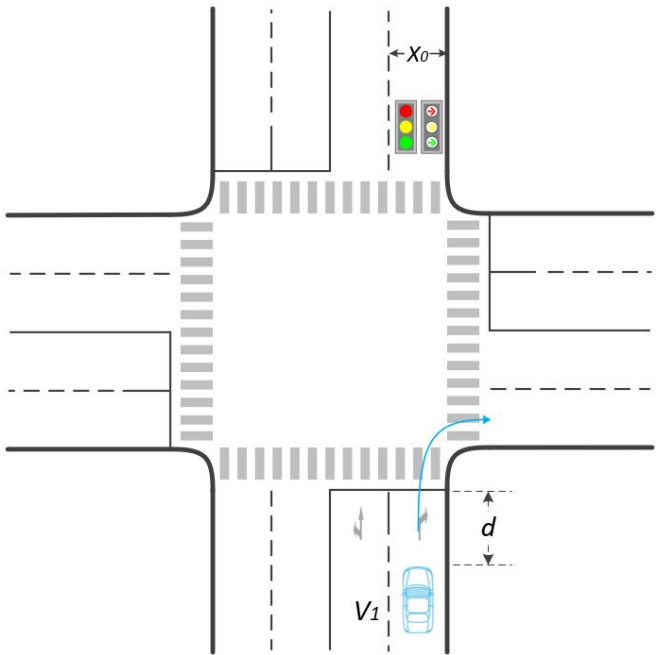
$$Left_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$Yellow_Light_Time = [1.0: 0.5: 5.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.3.6 路口右转弯黑灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为机动车信号灯，右侧为方向指示信号灯。测试车辆右转通过十字路口过程中，右转方向指示信号灯的状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，右转方向指示信号灯的状态设置为黑灯，左侧机动车信号灯的状态设置为 $Left_Signal_Status$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = 100.0\text{ m}$$

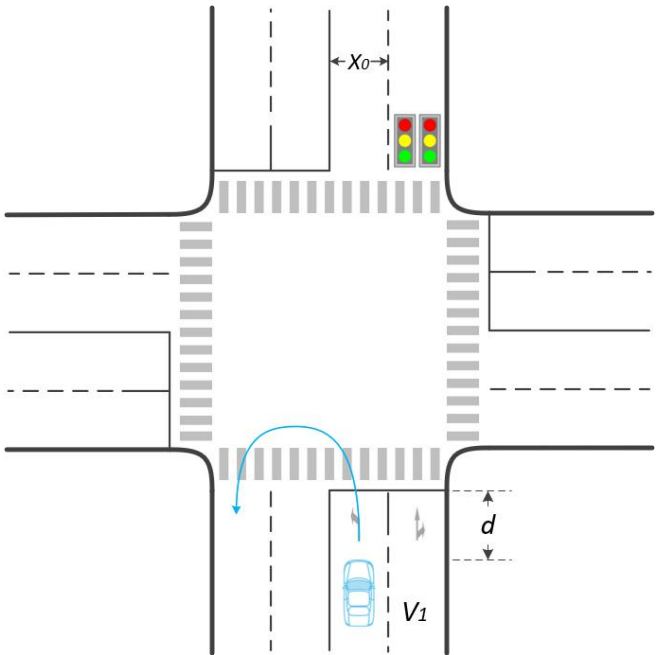
$$Left_Signal_Status = [red, yellow, yellow_flash, green, green_flash, failure]$$

$$X_0 = 3.5\text{ m}$$

A.2.4 路口掉头遇交通信号灯

A.2.4.1 路口掉头遇红灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为黄灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为红灯；经过红灯时长 Red_Light_Time 后，信号灯的状态设置为绿灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

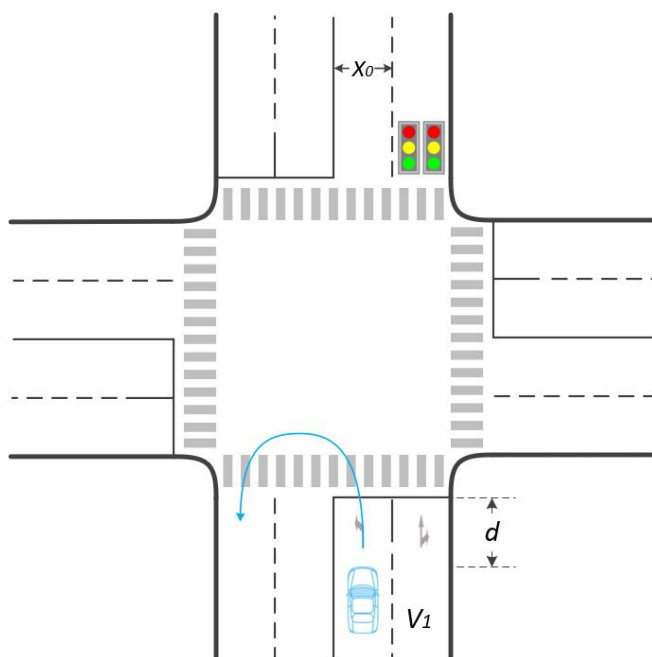
$$d = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

$$Red_Light_Time = 60.0 \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.4.2 路口掉头遇红灯变绿灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为红灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为绿灯。



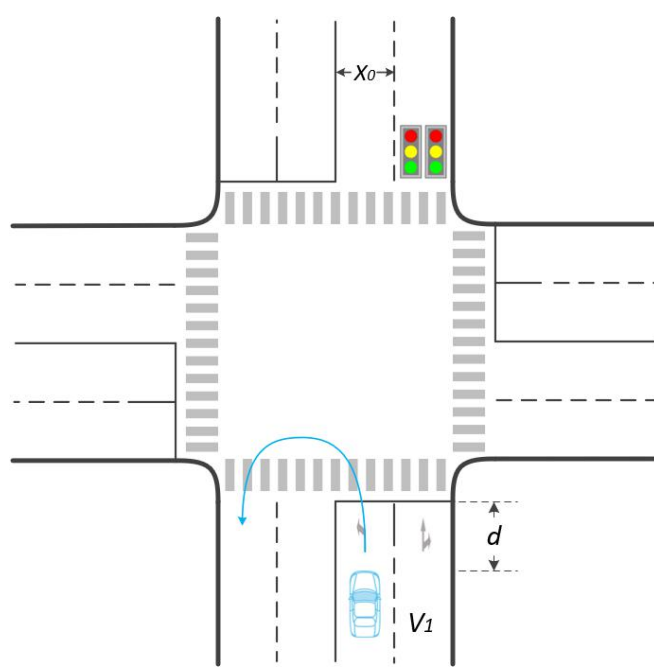
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.4.3 路口掉头遇闪烁绿灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为闪烁的绿灯。



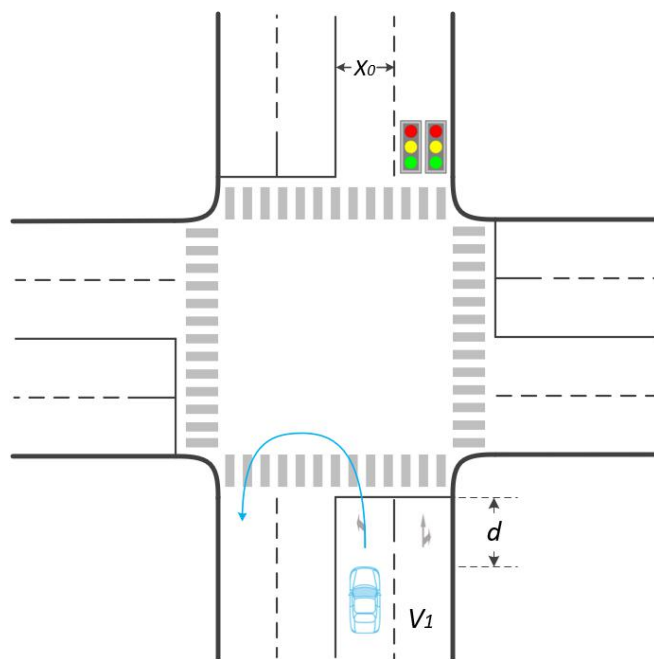
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.4.4 路口掉头遇闪烁黄灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为闪烁的黄灯。



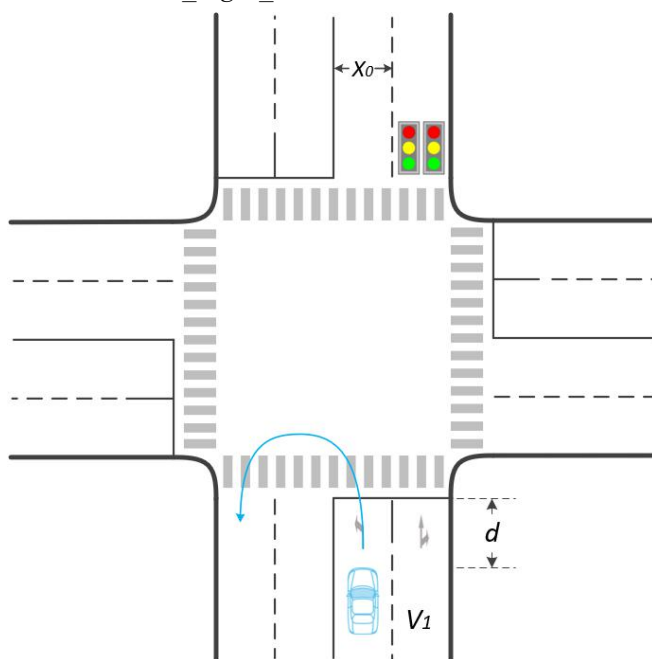
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = 100.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.4.5 路口掉头遇黄灯变红灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为黄灯；经过黄灯时长 $Yellow_Light_Time$ 后，信号灯的状态设置为红灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

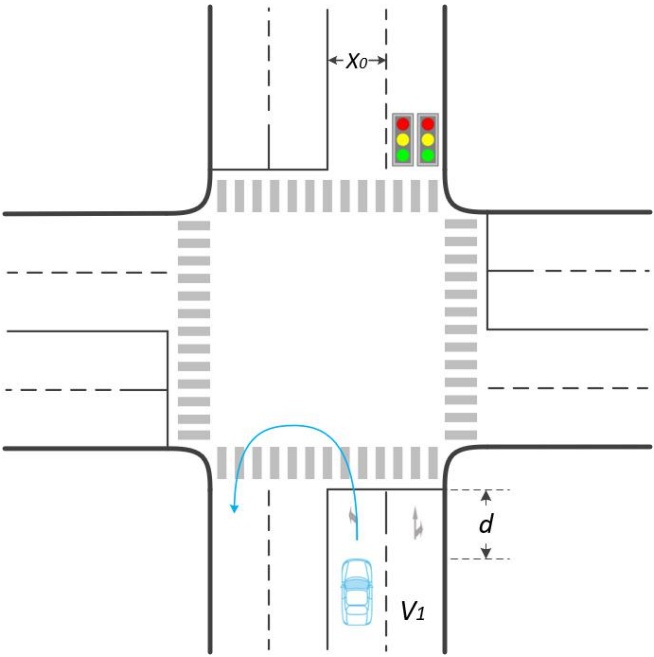
$$d = [5.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

$$Yellow_Light_Time = [1.0: 0.5: 5.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.4.6 路口掉头遇黑灯

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为绿灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为黑灯。



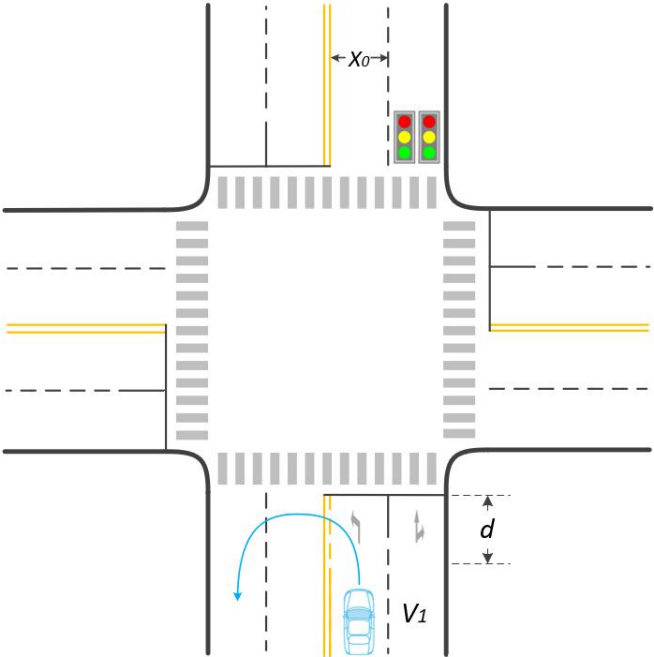
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = 100.0\text{ m}$$

$$X_0 = 3.5\text{ m}$$

A.2.4.7 未跨越停止线掉头遇机动车信号灯-红灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆未跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为黄灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为红灯；经过红灯时长 Red_Light_Time 后，信号灯的状态设置为绿灯。



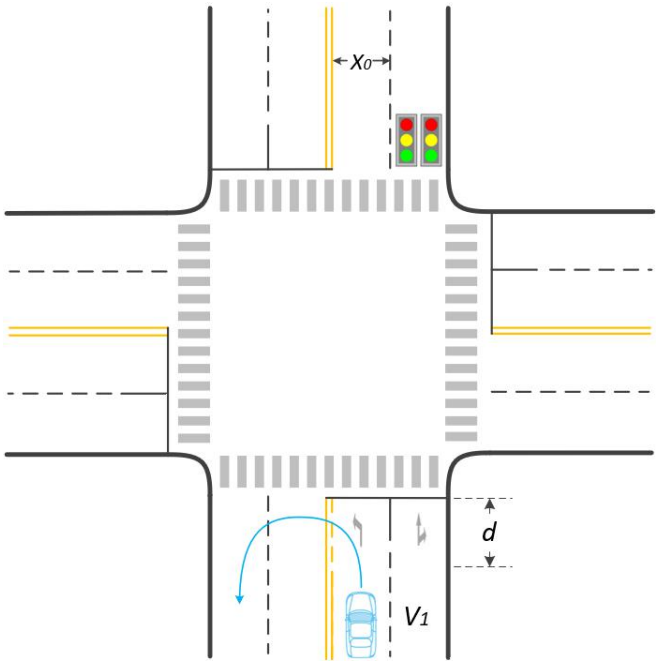
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [10.0: 10.0: 50.0]\text{ m}$$

$Red_Light_Time=30.0\ s$
 $X_0=3.5\ m$

A.2.4.8 未跨越停止线掉头遇机动车信号灯-红灯变绿灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置信号灯，测试车辆未跨越停止线掉头通过十字路口过程中，信号灯状态默认为红灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，信号灯的状态设置为绿灯。

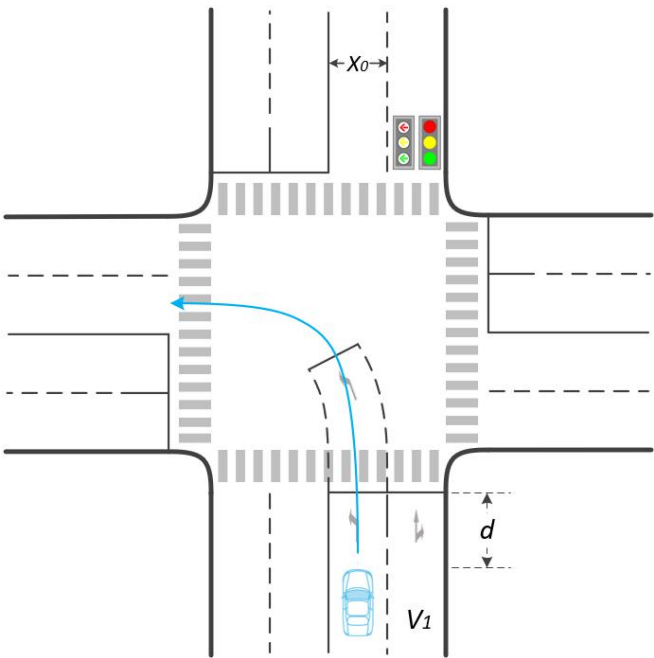


$V_1=V_{max_ODD}$
 $d=[10.0:10.0:100.0]\ m$
 $X_0=3.5\ m$

A.2.5 待转区左转弯遇交通信号灯

A.2.5.1 左转待转区左转弯遇左转红灯/直行红灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，左转车道处设置左转待转区，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯状态默认为黄灯，直行信号灯状态默认为黄灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，左转方向指示信号灯状态默认为红灯，直行信号灯状态默认为红灯。经过红灯时长 Red_Light_Time 后，直行信号灯状态设置为绿灯；经过绿灯时长 $Green_Light_Time$ 后，左转方向指示信号灯状态默认为绿灯，直行信号灯状态设置为红灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

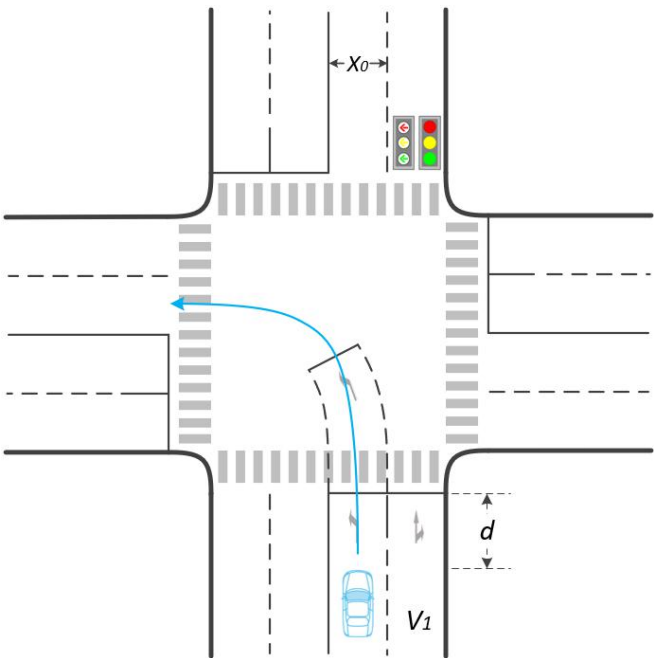
$$d = [10.0: 10.0: 50.0] \text{ m}$$

$$Red_Light_Time = 30.0 \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.2.5.2 左转待转区左遇左转红灯/直行红灯变绿灯

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 在左转车道上行驶，左转车道处设置左转待转区，车道宽度为 X_0 。十字路口位置放置双排信号灯，左侧为方向指示信号灯，右侧为机动车信号灯。测试车辆左转通过十字路口过程中，左转方向指示信号灯状态默认为红灯，直行信号灯状态默认为红灯，测试车辆与本车道停止线之间的纵向距离为 d 时，直行信号灯状态设置为绿灯。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

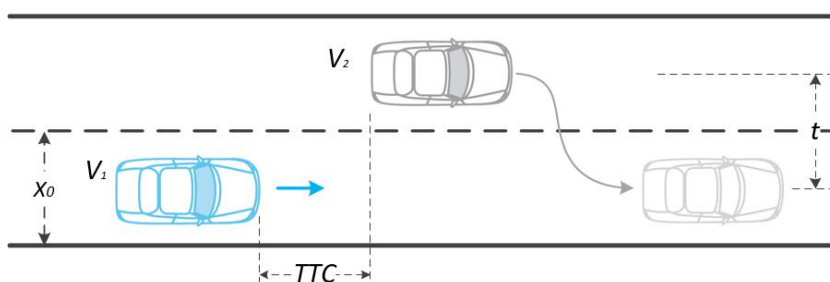
$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3 识别并应对切入

A.3.1 慢速目标车辆切入

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。相邻车道前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ 。测试车辆与目标车辆之间的碰撞时间为 TTC 时，目标车辆保持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，目标车辆完成变道后，继续沿本车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 - 10.0: -1.0: 10.0] \text{ km/h}$$

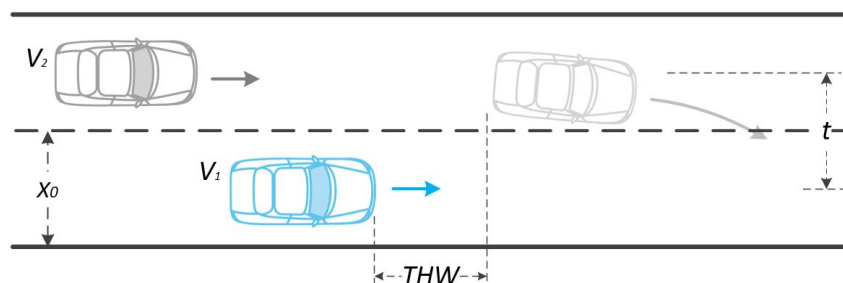
$$t = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$TTC = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.2 快速目标车辆切入

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。相邻车道前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 > V_1$ 。测试车辆与目标车辆之间的碰撞时间为 THW 时，目标车辆保持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，目标车辆完成变道后，继续沿本车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 + 10.0: 1.0: 2V_1] \text{ km/h}$$

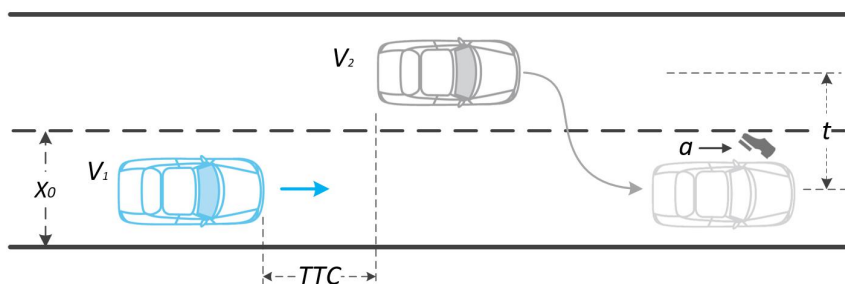
$$t = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$THW = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.3 目标车辆切入后制动

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。相邻车道前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ 。测试车辆与目标车辆之间的碰撞时间为 TTC 时，目标车辆保持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，目标车辆完成变道后，目标车辆以减速度 a 进行制动。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 - 10.0: -1.0: 10.0] \text{ km/h}$$

$$t = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

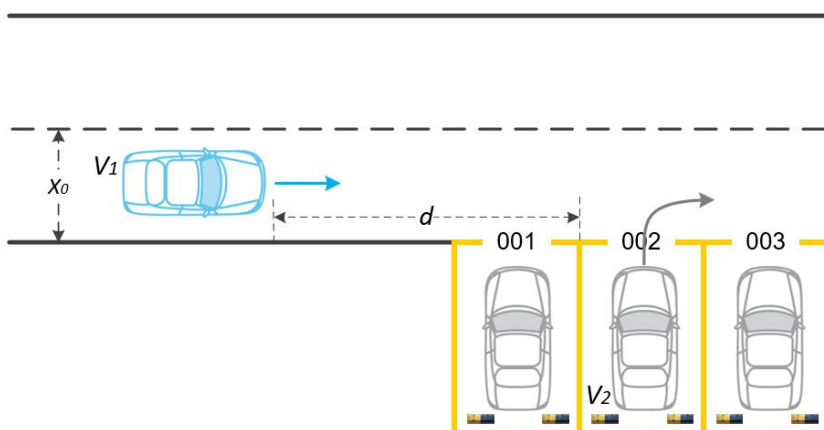
$$TTC = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$a = [-1.0: -1.0: -4.0] \text{ m/s}^2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.4 目标车辆从停车位驶出

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右侧停车位内放置静止目标车辆，测试车辆与目标车辆之间的纵向距离为 d 时，目标车辆以速度 V_2 从停车位右转驶入本车道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

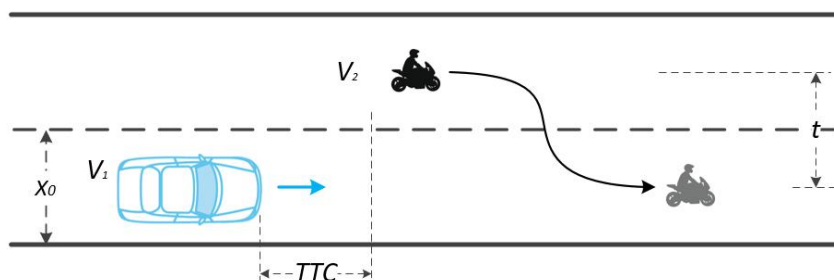
$$V_2 = 10.0 \text{ km/h}$$

$$d = [30.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.5 摩托车切入

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。相邻车道前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的摩托车， $V_2 < V_1$ 。测试车辆与摩托车之间的碰撞时间为 TTC 时，摩托车保持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，摩托车完成变道后，继续沿本车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 - 10.0: -1.0: 10.0] \text{ km/h}$$

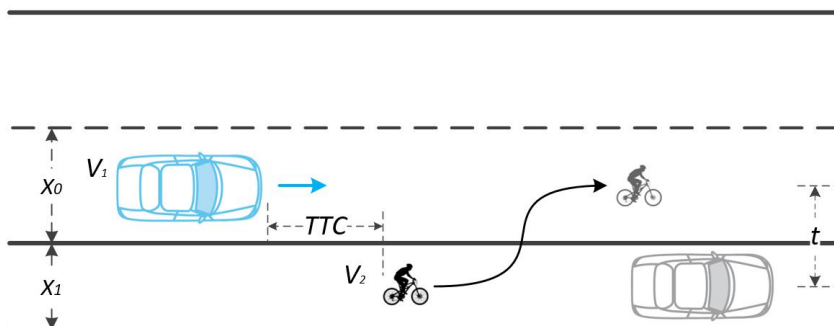
$$t = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$TTC = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.6 骑行者切入

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。相邻非机动车道内放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的骑行者，非机动车道宽度为 X_1 ， $V_2 < V_1$ 。测试车辆与骑行者之间的碰撞时间为 TTC 时，骑行者保持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，骑行者完成变道后，继续沿本车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$t = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$TTC = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

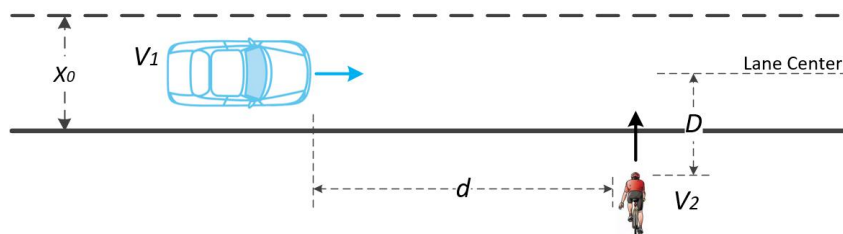
$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$X_1 = 3.0 \text{ m}$$

A.3.7 骑行者穿行

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车

道线为实线，车道宽度为 X_0 。本车道左/右侧放置等待穿行本车道骑行者，骑行者与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆与骑行者之间的纵向距离为 d 时，骑行者以速度 V_2 从测试车辆左/右侧穿行本车道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

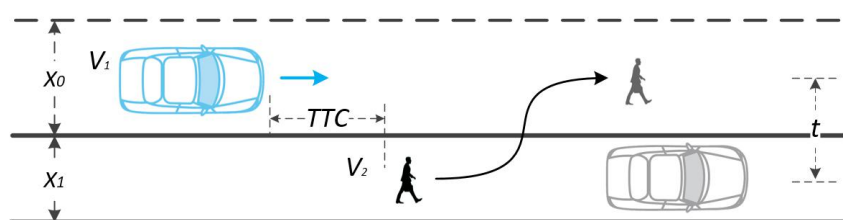
$$D = 17.0 \text{ m}$$

$$d = [40.0: 1.0: 80.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.8 行人切入

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。相邻非机动车道内放置以速度 V_2 沿车道中心线运动的行人，非机动车道宽度为 X_1 ， $V_2 < V_1$ 。测试车辆与行人之间的碰撞时间为 TTC 时，行人保持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，行人完成变道后，继续沿本车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [3.0: 1.0: 12.0] \text{ km/h}$$

$$t = [4.0: 1.0: 10.0] \text{ s}$$

$$TTC = [2.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

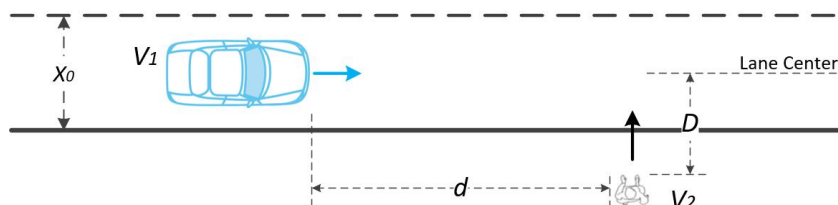
$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$X_1 = 3.0 \text{ m}$$

A.3.9 行人穿行

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。本车道左/右侧放置等待穿行本车道行人，行人与车

道中心线之间的距离为 D 。测试车辆与行人之间的纵向距离为 d 时，行人以速度 V_2 从测试车辆左/右侧穿行本车道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [3.0: 1.0: 12.0] \text{ km/h}$$

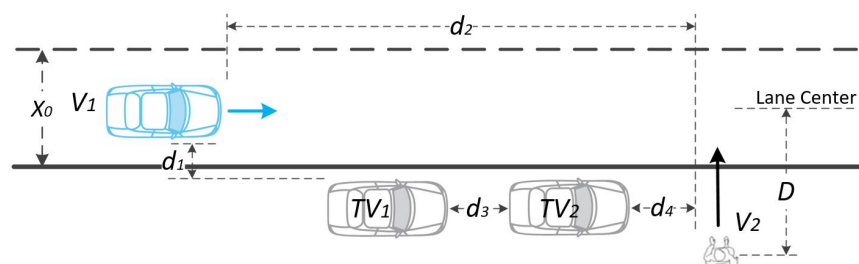
$$D = [3.0, 4.5] \text{ m}$$

$$d = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.10 行人从停靠车辆后方穿行

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右侧放置停止的目标车辆 TV_1 和目标车辆 TV_2 ，目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 之间的纵向距离为 d_3 ，目标车辆与测试车辆之间的横向距离为 d_1 。目标车辆 TV_2 前方放置等待穿行本车道行人，目标车辆 TV_2 与行人之间纵向距离为 d_4 ，行人与车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆与行人之间的纵向距离为 d_2 时，行人以速度 V_2 从测试车辆右侧穿行本车道



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [3.0: 1.0: 12.0] \text{ km/h}$$

$$D = [3.0, 4.5] \text{ m}$$

$$d_1 = d_3 = d_4 = 1.0 \text{ m}$$

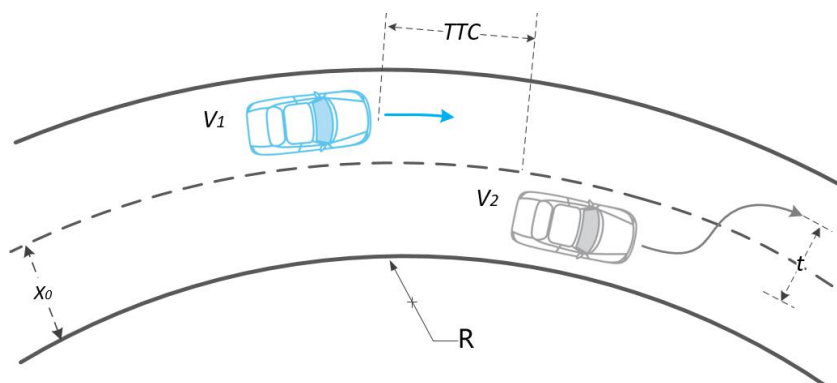
$$d_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.3.11 目标车辆弯道处切入

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径为 R 弯道上行驶，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。相邻车道前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ 。测试车辆与目标车辆之间的碰撞时间为 TTC 时，目标车辆保

持速度不变，以变道周期 t 向本车道变道，目标车辆完成变道后，继续沿本车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 - 10.0 : -10.0 : 10.0] \text{ km/h}$$

$$t = [1.0 : 1.0 : 6.0] \text{ s}$$

$$TTC = [1.0 : 1.0 : 6.0] \text{ s}$$

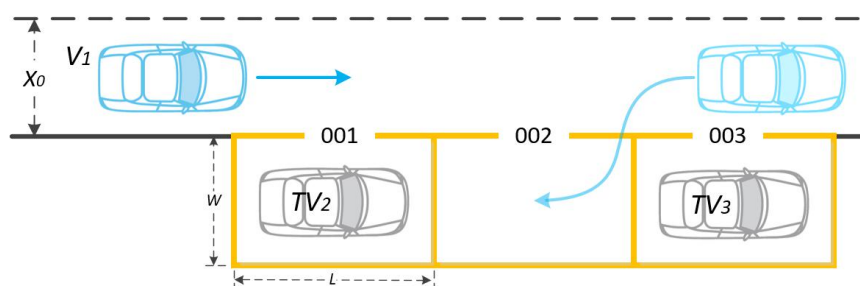
$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$R = [100.0 : 50.0 : 250.0] \text{ m}$$

A.4 自动泊车

A.4.1 自动泊入平行车位

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆目标车位设置为平行车位，停车位长度为 L ，宽度为 W 。目标车位两侧车位放置静止目标车辆 TV_1 和静止目标车辆 TV_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

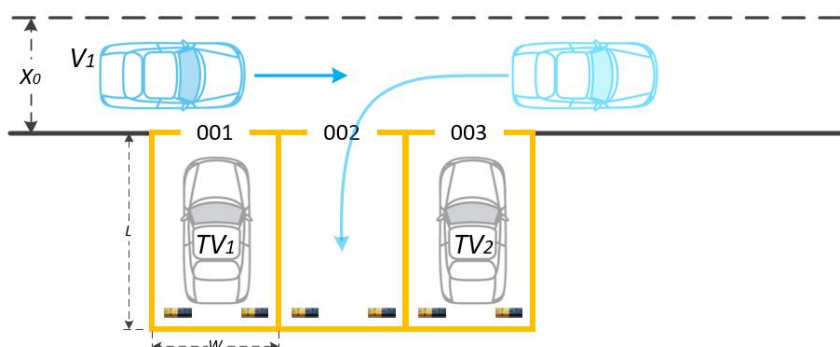
$$L = 6.0 \text{ m}$$

$$W = 3.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.4.2 自动泊入垂直车位

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆目标车位设置为垂直车位，停车位长度为 L ，宽度为 W 。目标车位两侧车位放置静止目标车辆 TV_1 和静止目标车辆 TV_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

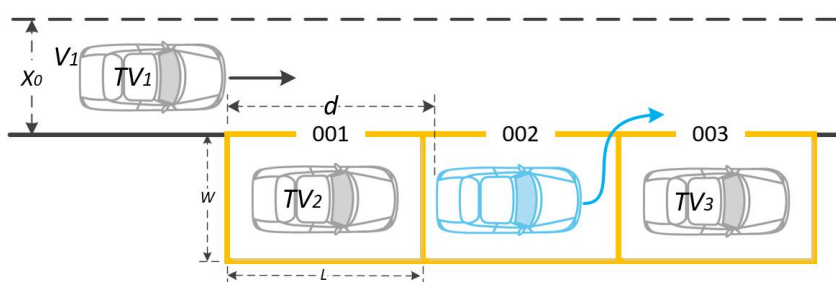
$$L = 6.0 \text{ m}$$

$$W = 3.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.4.3 平行车位自动泊出过程中遇直行车辆

场景描述：测试车辆停入平行车位，停车位长度为 L ，宽度为 W 。测试车辆左右车位放置静止目标车辆 TV_2 和静止目标车辆 TV_3 。测试车辆相邻车道放置以速度 V_1 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。目标车辆与测试车辆距离为 d 时，测试车辆进行自动驶出动作。



$$V_1 = [10.0: 1.0: 70.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

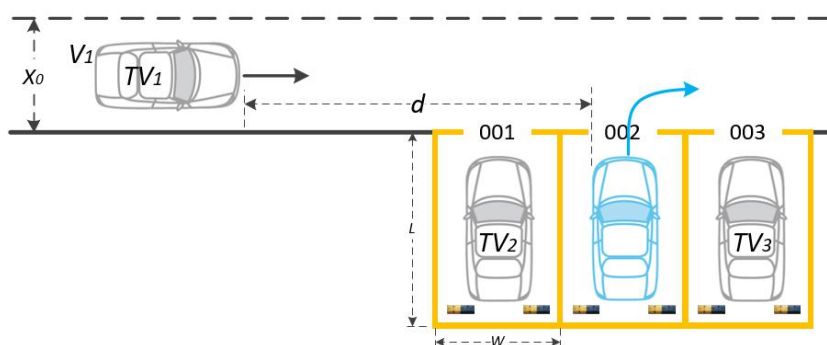
$$L = 6.0 \text{ m}$$

$$W = 3.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.4.4 垂直车位自动泊出过程中遇直行车辆

场景描述：测试车辆停入垂直车位，停车位长度为 L ，宽度为 W 。测试车辆左右车位放置静止目标车辆 TV_2 和静止目标车辆 TV_3 。测试车辆目标车道放置以速度 V_1 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。目标车辆与测试车辆距离为 d 时，测试车辆进行自动驶出动作。



$$V_1 = [10.0: 1.0: 70.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$L = 6.0 \text{ m}$$

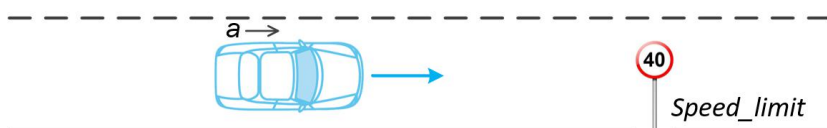
$$W = 3.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.5 车道内行驶

A.5.1 直路起步行驶

场景描述：测试车辆在直线车道上静止，道路限制速度设置为 $Speed_limit$ ，测试车辆起步过程中，采集测试车辆加速 a 。

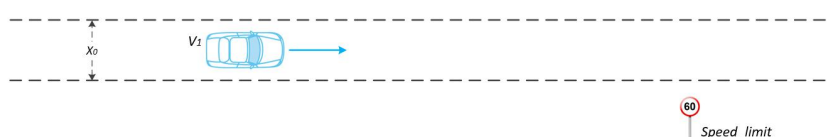


$$Speed_limit = [20.0: 10.0: 120.0] \text{ km/h}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.5.2 双虚线车道直路行驶

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在直线车道上行驶，道路限制速度设置为 $Speed_limit$ 。测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。



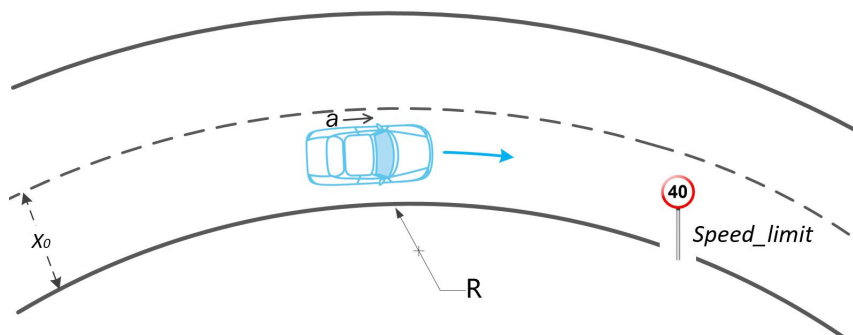
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$Speed_limit = [20.0: 10.0: 120.0] \text{ km/h}$$

$$X_0 = [3.0: 0.5: 5.0] \text{ m}$$

A.5.3 弯道起步行驶

场景描述：测试车辆在半径 R 的弯道上静止，道路限制速度设置为 $Speed_limit$ ，测试车辆起步过程中，采集测试车辆加速度 a 。



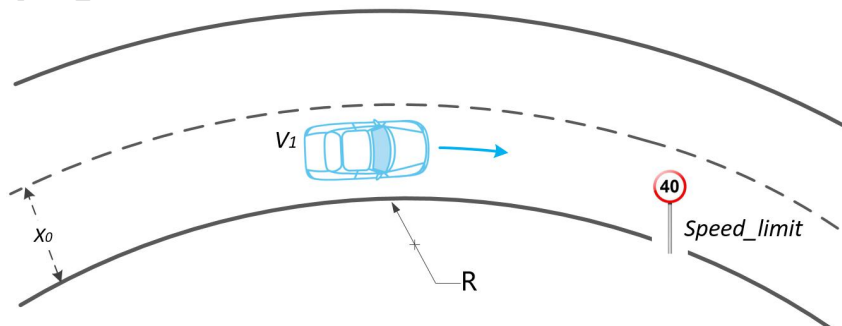
$$V_I = V_{max_ODD}$$

$$Speed_limit = [20.0: 10.0: 120.0] \text{ km/h}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.5.4 弯道顺时针方向行驶

场景描述：测试车辆以目标车速 V_I 在半径 R 的弯道上顺时针方向行驶，道路限制速度设置为 $Speed_limit$ 。测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。



$$V_I = V_{max_ODD}$$

$$Speed_limit = [20.0: 5.0: 150.0] \text{ km/h}$$

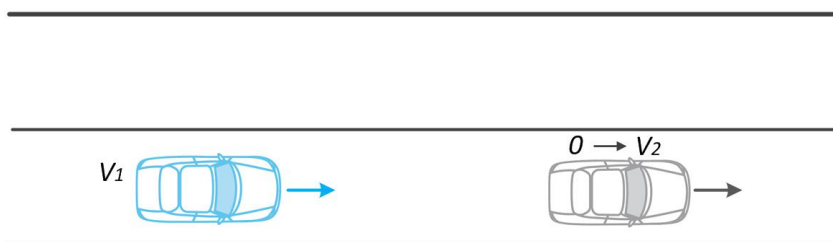
$$R = [50.0: 50.0: 500.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.6 跟随行驶

A.6.1 直路跟随起步

场景描述：测试车辆以目标速度 V_I 在直线道路上行驶，测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置静止目标车辆，测试车辆以稳定速度 V_I 接近目标车辆，测试车辆在目标车辆后方停止 10 s 后，目标车辆以加速度 a_2 加速到车速 V_2 ，测量测试车辆加速度 a_I 及测试车辆速度 V_{Tst} 。



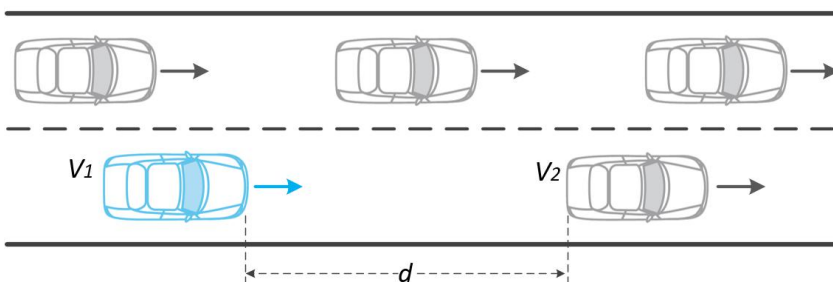
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$a = [2.0: 0.5: 4.0] \text{ m/s}^2$$

A.6.2 直路跟随行驶

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆。

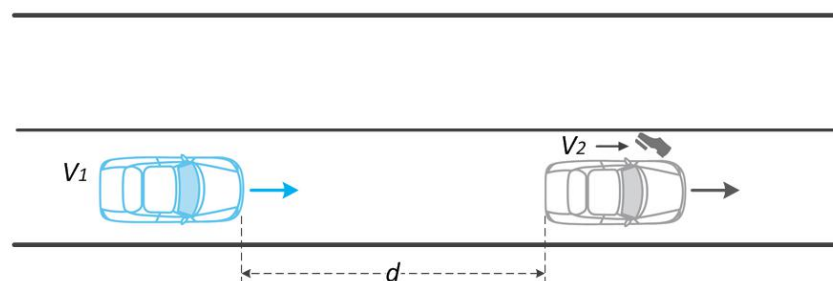


$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

A.6.3 直路跟随停止

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆，测试车辆稳定跟随行驶时，目标车辆以减速度 a 进行制动，测试车辆停止后，测量测试车辆与目标车辆之间的距离 d 。



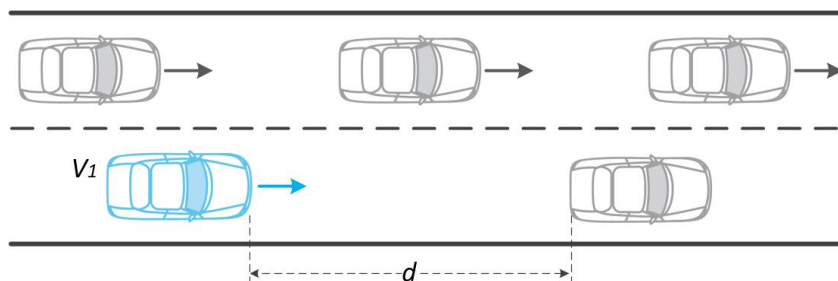
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$a = [-2.0: -2.0: -10.0] \text{ m/s}^2$$

A.6.4 行驶过程中遇静止目标车辆

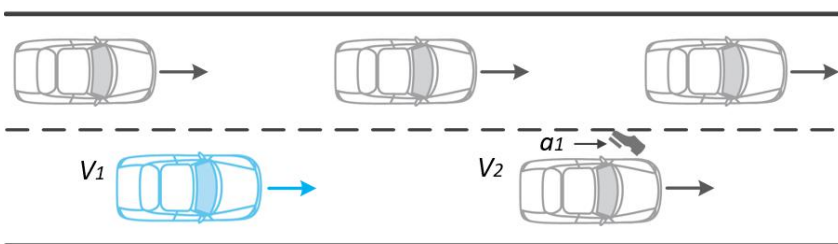
场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置静止目标车辆，测试车辆以稳定速度 V_1 接近静止目标车辆。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

A.6.5 跟随行驶过程中目标车辆加速后减速

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ 。测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆，测试车辆稳定跟随行驶时，目标车辆以加速度 a_1 加速到速度 V_3 ，之后目标车辆以减速度 a_1 减速到速度 V_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

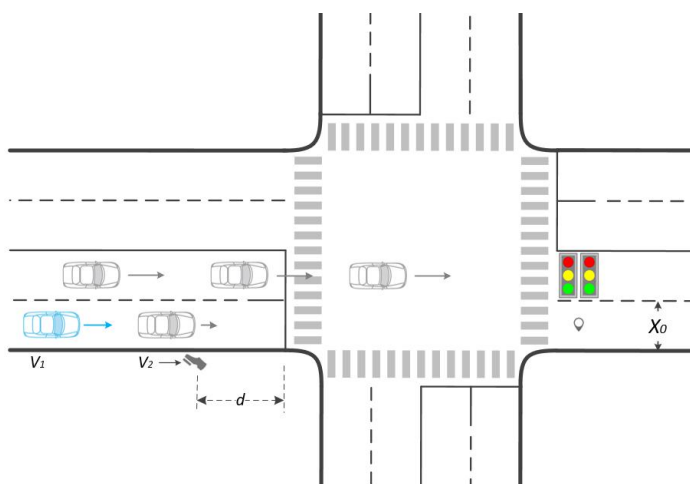
$$V_2 = [10.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = 1.5V_2$$

$$a_1 = [1.0, 2.0] \text{ m/s}^2$$

A.6.6 路口跟随直行过程中目标车辆制动

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在直行/右转车道上行驶，车道宽度为 X_0 ，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ ，测试车辆以稳定速度跟随目标车辆行驶。测试车辆跟随直行通过路口过程中，十字路口位置信号灯状态为红灯，目标车辆与停止线之间的距离为 d 时，以减速度 a 进行制动停在停止线附近。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 50.0] \text{ km/h}$$

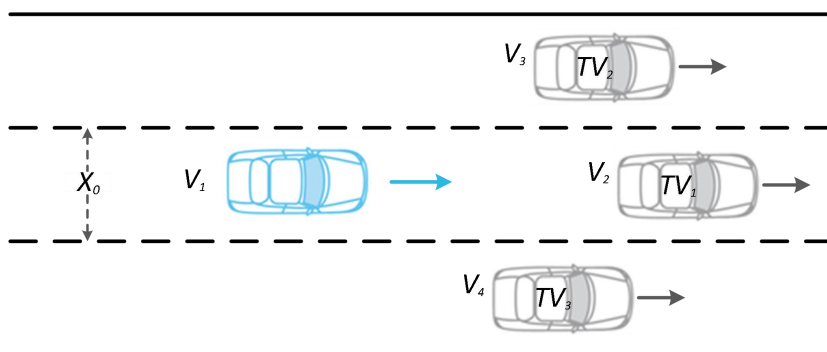
$$d = [10.0: 50.0] \text{ m}$$

$$a = [-0.5: -4.0] \text{ m/s}^2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.6.7 多车道直路跟随行驶

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在三车道直线道路中间车道上行驶，测试车辆两侧均为虚线车道线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ， $V_2 < V_1$ 。测试车辆左侧车道放置以速度 V_3 行驶的目标车辆 TV_2 。测试车辆右侧车道放置以速度 V_4 行驶的目标车辆 TV_3 。测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆 TV_1 并跟随行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 - 10.0: 10.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [0.0: 1.0: V_1 - 10.0] \text{ km/h}$$

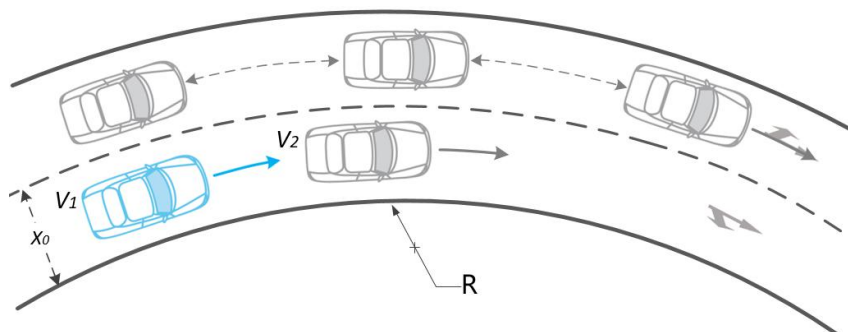
$$V_4 = [0.0: 1.0: V_1 - 10.0] \text{ km/h}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.6.8 弯道跟随行驶

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径 R 的弯道上顺时针方向行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ 。测试车辆以稳定

速度 V_1 接近目标车辆。



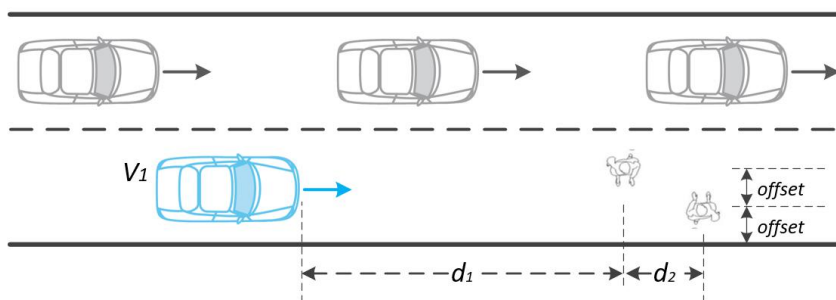
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_1 - 5.0 : -2.0 : 2.0] \text{ k m/h}$$

$$R = [100.0 : 50.0 : 500.0] \text{ m}$$

A.6.9 行驶过程中遇静止行人

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置 2 个静止行人，行人之间的纵向距离为 d_2 ，行人之间的横向距离为 $offset$ ，行人与车道线之间的距离同样为 $offset$ 。测试车辆以稳定速度 V_1 接近静止行人，测试车辆停止后，测量测试车辆与行人之间的距离 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

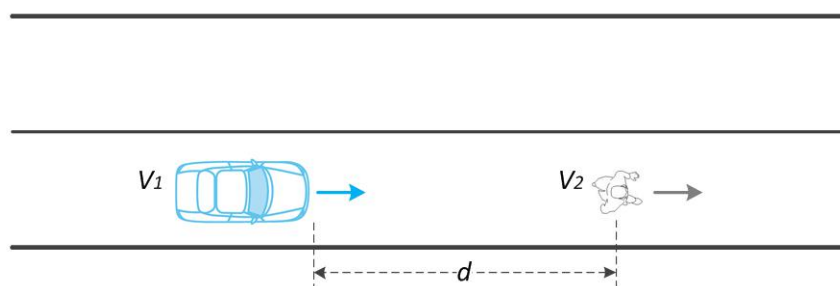
$$d_2 = 1.0 \text{ m}$$

$$offset = \frac{1}{3} X_0$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.6.10 跟随运动行人

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆两侧均为实线车道线。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线运动的行人， $V_2 < V_1$ 。测试车辆以稳定速度 V_1 接近运动行人，测量测试车辆与行人之间的距离 d 及测试车辆速度 V_{Tst} 。

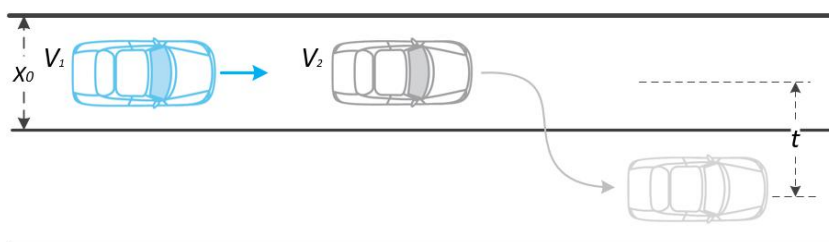


$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [1.0: 12.0] \text{ km/h}$$

A.6.11 目标车辆切出

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ 。测试车辆稳定跟随行驶时，目标车辆保持速度不变，以变道周期 t 向相邻车道变道，目标车辆完成变道后，继续沿相邻车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

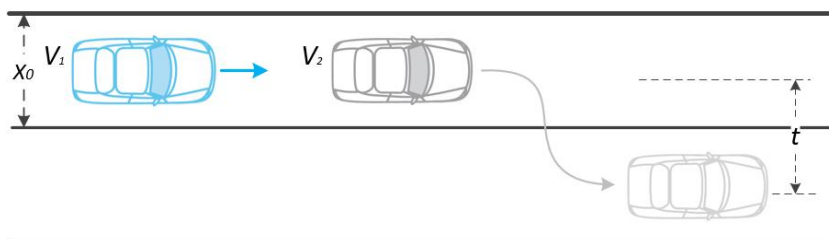
$$V_2 = [10.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$t = [1.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.6.12 目标车辆切出后遇静止车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_1 ，测试车辆跟随目标车辆 TV_1 行驶。目标车辆 TV_1 前方放置静止目标车辆 TV_2 。目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 之间的纵向距离为 d 时，目标车辆 TV_1 保持速度不变，以变道周期 t 向相邻车道变道，目标车辆 TV_1 完成变道后，继续沿相邻车道中心线行驶。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

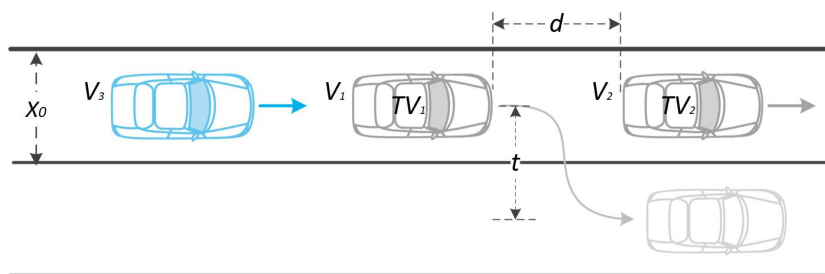
$$d = [10.0: 10.0: 50.0] \text{ m}$$

$$t = [1.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.6.13 目标车辆切出后遇运动车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_3 在直线道路上行驶，测试车辆右侧为实线车道线，左侧为连续车辆避免测试车辆换道，或者测试车辆两侧均为实线车道线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_1 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_1 ，测试车辆跟随目标车辆 TV_1 行驶。目标车辆 TV_1 前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_2 ， $V_2 < V_1$ 。目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 之间的纵向距离为 d 时，目标车辆 TV_1 保持速度不变，以变道周期 t 向相邻车道变道，目标车辆 TV_1 完成变道后，继续沿相邻车道中心线行驶。



$$V_1 = [10.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$V_2 = [10.0, 15.0, 20.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = V_{\max_ODD}$$

$$d = [10.0: 10.0: 50.0] \text{ m}$$

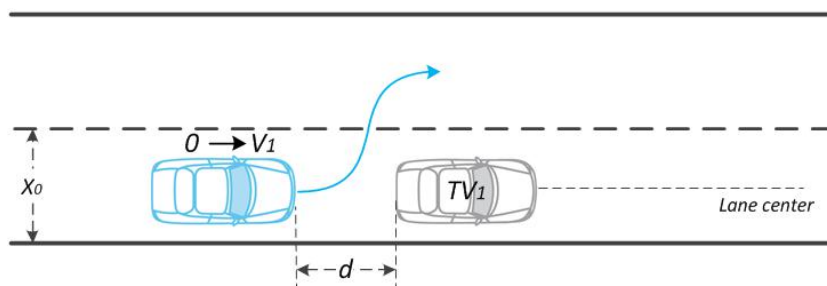
$$t = [1.0: 1.0: 6.0] \text{ s}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7 变换车道

A.7.1 起步换道

场景描述：测试车辆在车道内静止，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置静止目标车辆 TV_1 ，测试车辆与目标车辆中心线均与车道中心线重合，测试车辆与目标车辆 TV_1 之间的纵向距离为 d ，观察测试车辆是否可以起步换道。

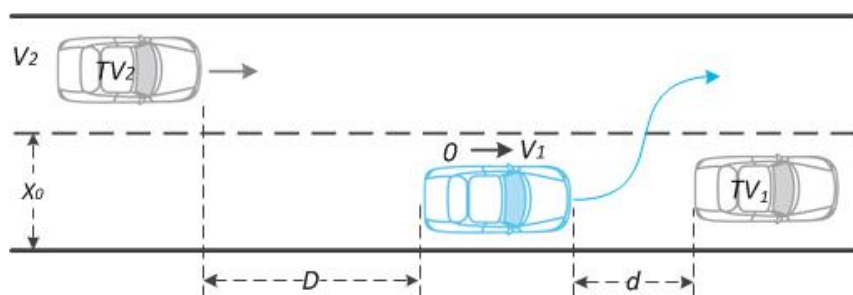


$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$d = [1: 0.1: 10] \text{ m}$$

A.7.2 起步换道遇目标车道运动车辆

场景描述：测试车辆在右侧车道内静止，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方距离 d 处放置静止的目标车辆 TV_1 ，目标车辆中心线与车道中心线重合。测试车辆左侧相邻车道后方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_2 ，目标车辆 TV_2 与测试车辆之间的纵向距离为 D ，触发测试车辆起步，观察测试车辆行为。



$$V_2 = [5.0: 1.0: 60.0] \text{ km/h}$$

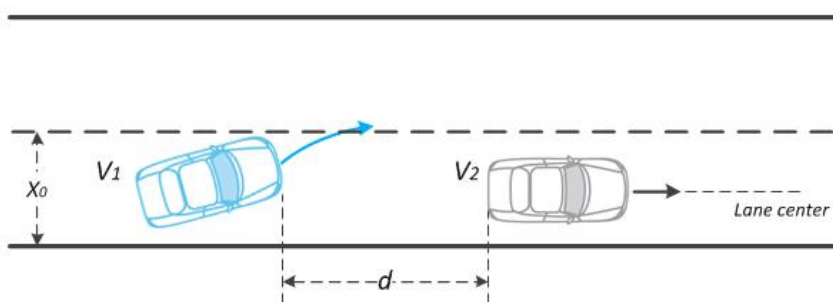
$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$D = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$d = 6 \text{ m}$$

A.7.3 直行遇本车道目标车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆，测试车辆与目标车辆中心线均与车道中心线重合，两车初始纵向距离大于 100m。测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆。



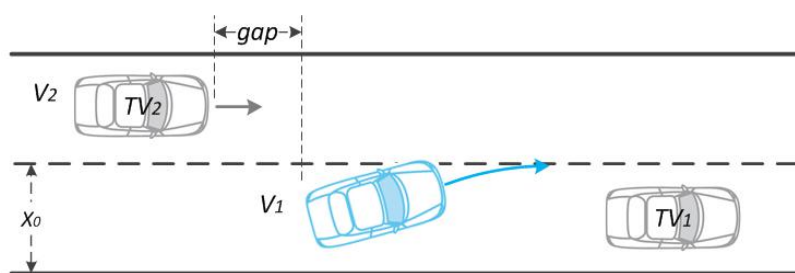
$$V_1 = V_{\max_ODD}$$

$$V_2 = [0: 1.0: 55.0] \text{ km/h}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7.4 直行换道遇目标车道运动车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置静止目标车辆，测试车辆与目标车辆 TV_1 初始纵向距离大于 100m；测试车辆左侧相邻车道后方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_2 ，其与测试车辆初始纵向距离为 d 。测试车辆以稳定速度接近前方静止目标车辆 TV_1 ，测量测试车辆换道时与左后方目标车辆 TV_2 之间的时距 gap 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

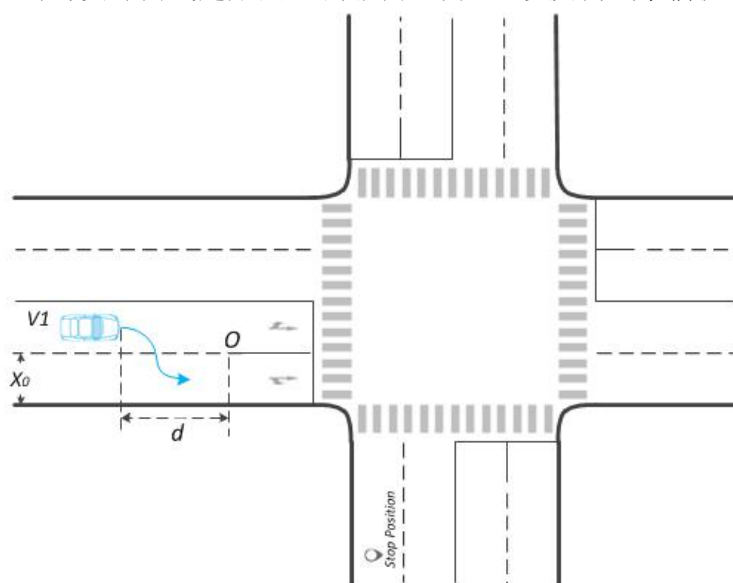
$$V_2 = [30: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$d = [50: 1.0: 100] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7.5 路口转弯提前规划换道

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在直行车道内行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 ，测试车辆与路口停止线初始纵向距离大于 100m。测试车辆在路口有右转需求。测试车辆以稳定速度 V_1 接近路口，记录测试车辆换道时与实导向线起始点 O 的纵向距离 d ，以及测试车辆换道时刻的车速值。

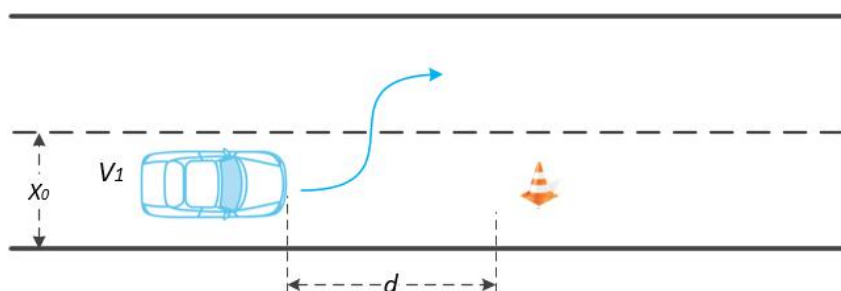


$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7.6 直行遇本车道交通锥

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在双车道直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置锥桶，测试车辆以稳定速度 V_1 接近锥桶。

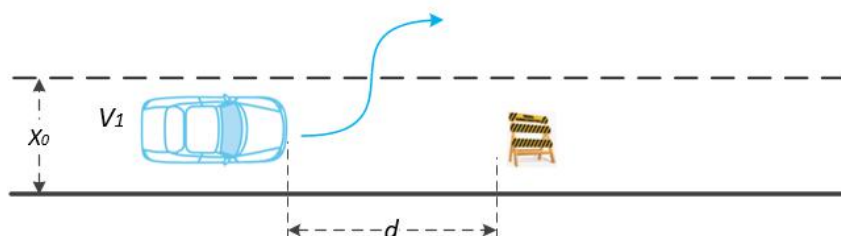


$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7.7 直行遇本车道施工牌

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在双车道直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置施工牌，测试车辆以稳定速度 V_1 接近施工牌。

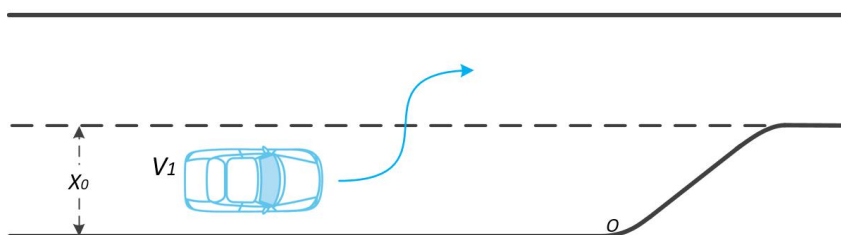


$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7.8 行驶过程中遇合流车道

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在合流车道上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆以稳定速度 V_1 接近合流车道交汇处。



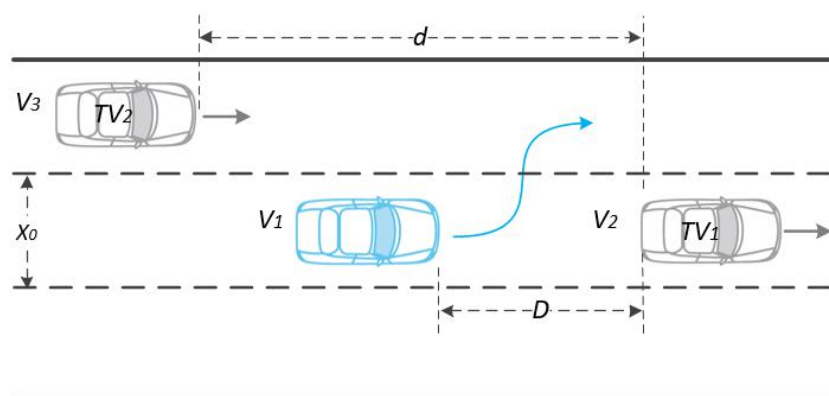
$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.7.9 三车道直行换道遇目标车道目标车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在三车道直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_1 ，测试车辆与目标车辆 TV_1 之间纵向距离为 D 。测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_3 沿车道中心线行驶的目标车辆 TV_2 ，目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 之间纵向距

离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [0.0: 5.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [0.0: 5.0: V_{max_ODD} + 10.0] \text{ km/h}$$

$$d = [-100.0: 10.0: 100.0] \text{ m}$$

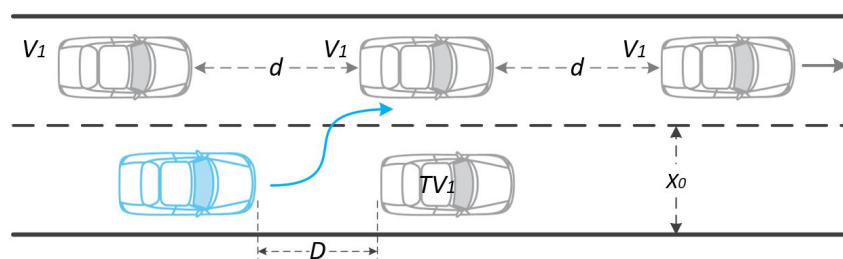
$$D = 100.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.8 汇入车流

A.8.1 直路起步汇入车流

场景描述：测试车辆静止在直线车道上，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置静止目标车辆 TV_1 ，测试车辆与目标车辆 TV_1 之间的纵向距离为 D 。测试车辆起步变道过程中，遇左侧相邻车道以速度 V_1 行驶的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = [5.0: 1.0: V_{max_ODD} + 10.0] \text{ km/h}$$

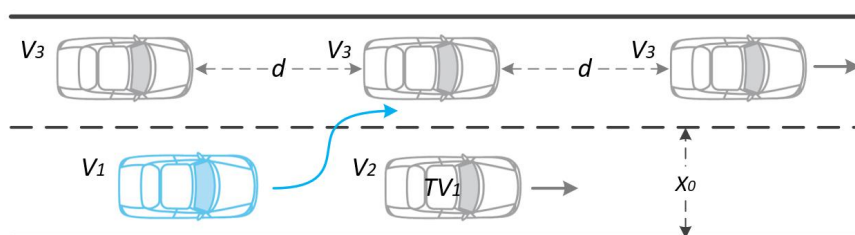
$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$D = 6.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5$$

A.8.2 直路行驶汇入车流

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 跟随目标车辆 TV_1 在直行/右转车道上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左转通过路口过程中，左侧相邻车道放置以速度 V_3 行驶的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: V_1] \text{ km/h}$$

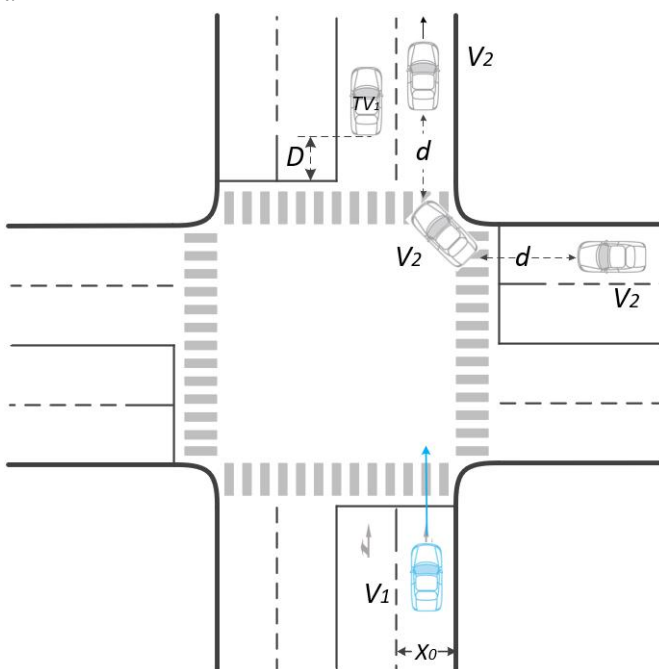
$$V_3 = [5.0: 1.0: V_1 + 10.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5$$

A.8.3 路口直行汇入右侧垂直车道右转车流

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆直行通过十字路口过程中，测试车辆目标车道的左侧相邻车道放置静止目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 与停止线之间距离为 D ；右侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行右转的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

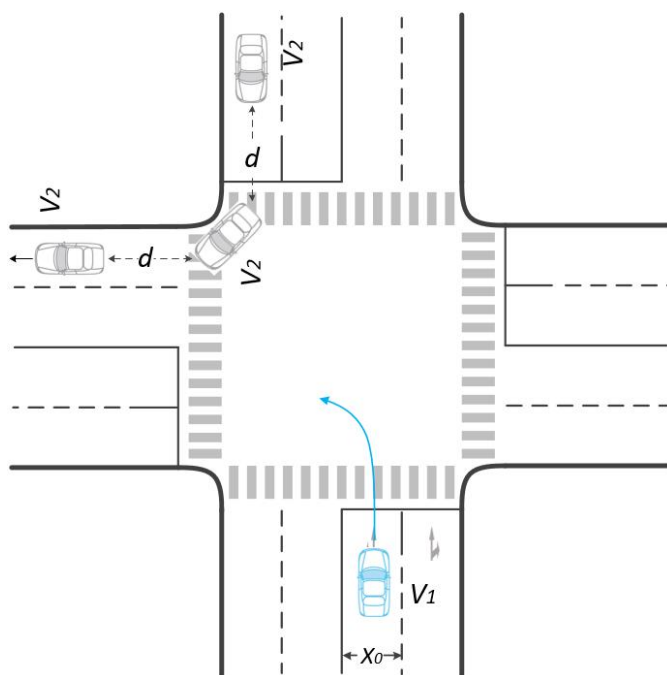
$$D = 0.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.8.4 路口左转汇入对向车道右转车流

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左转通过十字路口过程中，对向车道上放置以

车速 V_2 进行右转的连续目标车辆驶入右侧相邻车道，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

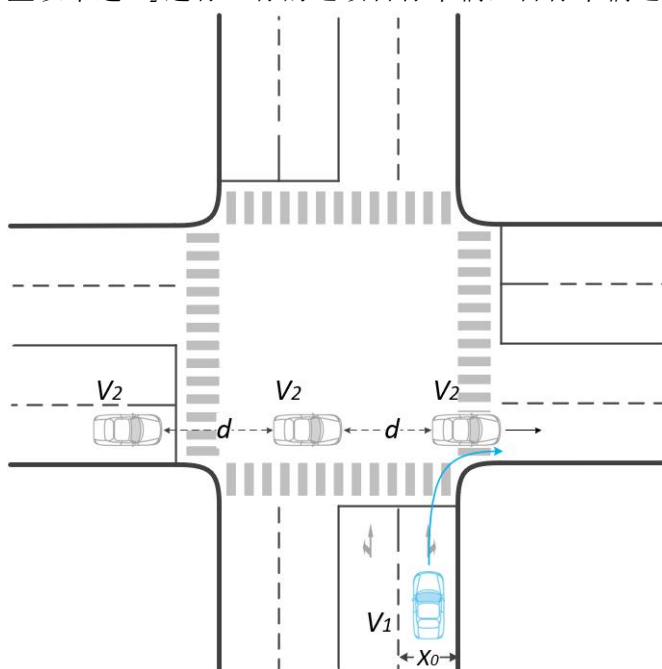
$$V_2 = [10.0: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.8.5 路口右转汇入左侧垂直车道直行车流

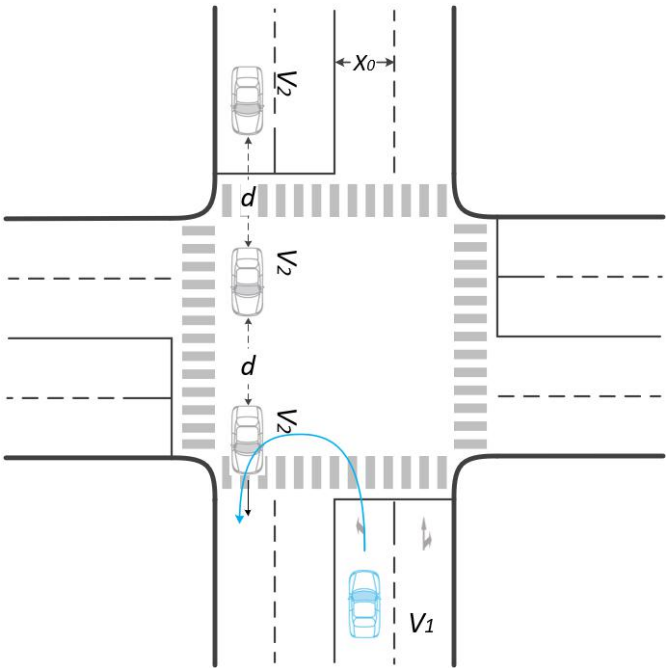
场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右转通过十字路口过程中，左侧垂直车道上放置以车速 V_2 进行直行的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$V_1 = V_{max_ODD}$
 $V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$
 $d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$
 $X_0 = 3.5 \text{ m}$

A.8.6 跨停止线掉头汇入对向车道直行车流

场景描述： 测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆跨停止线掉头通过十字路口过程中，对向车道上放置以车速 V_2 进行直行的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。

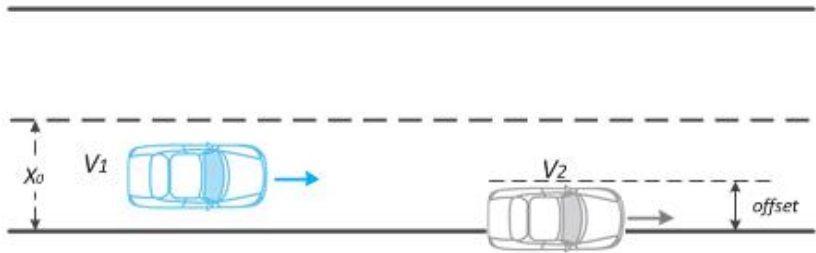


$V_1 = V_{max_ODD}$
 $V_2 = [10.0: 1.0: 50.0] \text{ km/h}$
 $d = [10.0: 1.0: 120.0] \text{ m}$
 $X_0 = 3.5 \text{ m}$

A.9 智能避障

A.9.1 直行遇侵入车道目标车辆

场景描述： 测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆， $V_2 < V_1$ ，目标车辆左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

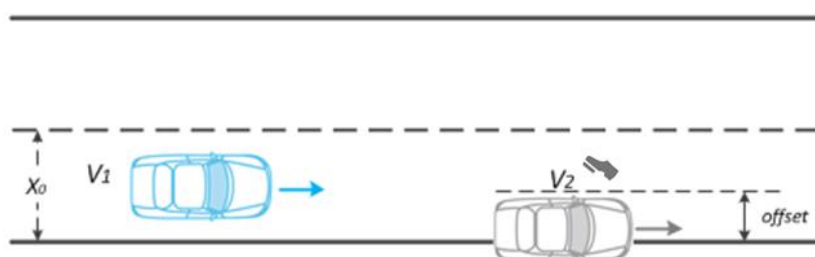
$$V_2 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.2 直行遇侵入车道目标车辆并刹停

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆两侧均为虚线车道线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆，目标车辆左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ 。测试车辆稳定跟随行驶时，目标车辆以减速度 a 进行制动，测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆，测量测试车辆与目标车辆之间的横向距离 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

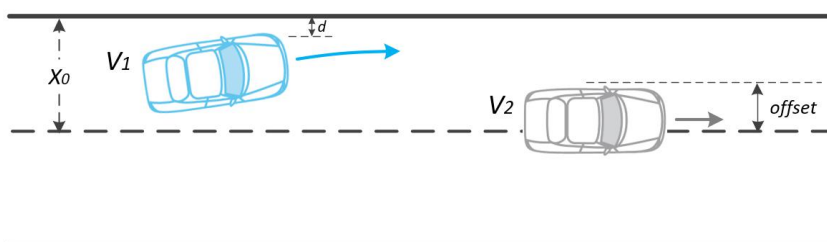
$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$a = [-2.0: -0.5: -8.0] \text{ m/s}^2$$

A.9.3 直行向实线侧避让

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线类型为 $lane_mark_type$ ，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 行驶的目标车辆，目标车辆左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ 。测试车辆以稳定速度接近目标车辆，测量测试车辆与左侧实线车道线之间距离 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

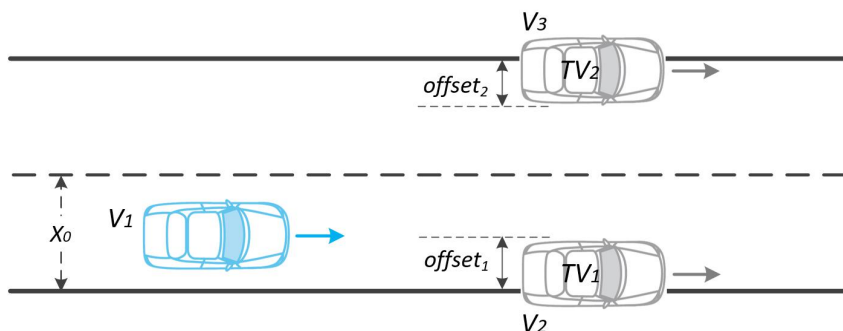
$$lane_mark_type = [Solid, Dashed]$$

$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.4 直行向虚线侧避让

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以车速 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset_1$ ；测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_3 行驶的目标车辆 TV_2 ，目标车辆 TV_2 右侧边界与左侧相邻车道左侧车道线距离为 $offset_2$ ；目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 平行放置，且目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 速度相同 $V_2 = V_3$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

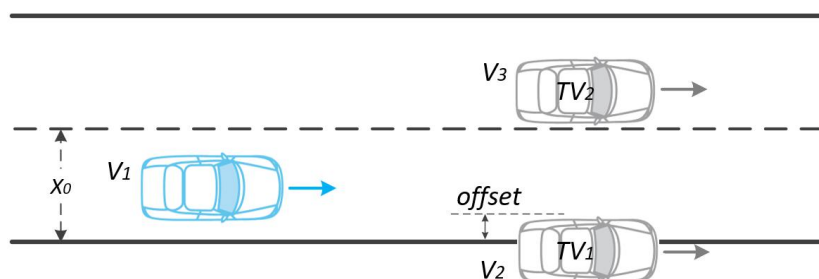
$$offset_1 = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$offset_2 = 1.0 \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.5 直行向障碍物侧避让

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以车速 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset_1$ ；测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_3 行驶的目标车辆 TV_2 ，且目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 速度相同 $V_2 = V_3$ ，目标车辆 TV_2 右侧边界与测试车辆左侧车道线重合；目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 平行放置，测试车辆以稳定速度 V_1 接近目标车辆，测量测试车辆与目标车辆 TV_1 之间的横向距离 d_1 ，以及与目标车辆 TV_2 之间的横向距离 d_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

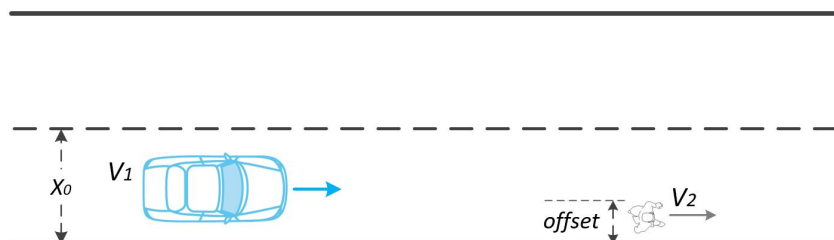
$$V_3 = [0.0: 1.0: V_1 - 5.0] \text{ km/h}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.6 直行遇侵入车道行人

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 同向运动的行人， $V_2 < V_1$ ，行人左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近行人。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

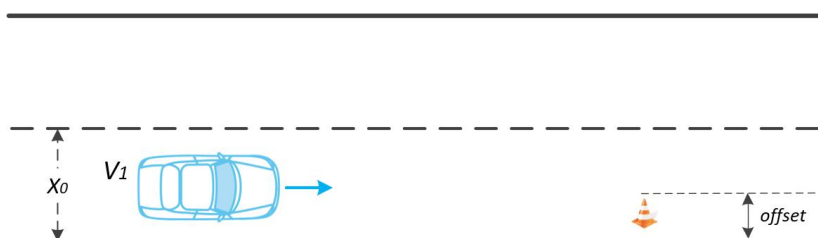
$$V_2 = [0.0: 1.0: 10.0] \text{ km/h}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.7 直行遇侵入车道交通锥

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置交通锥，交通锥与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近交通锥。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$offset = [0:0.1:1.5] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.8 直行遇侵入车道逆向骑行者

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 逆向运动的骑行者，骑行者左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近骑行者。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

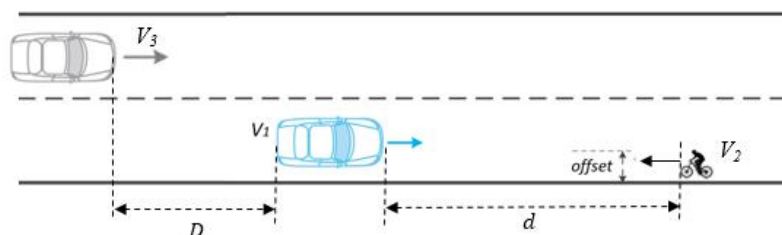
$$V_2 = [0.0: 5.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.9.9 直行遇侵入车道逆行骑行者和相邻车道运动车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆前方放置以速度 V_2 逆向行驶的骑行者， $V_2 < V_1$ ，骑行者左侧边界与测试车辆右侧车道线距离为 $offset$ ，测试车辆以稳定速度 V_1 接近骑行者，测试车辆左侧相邻车道后方放置以速度 V_3 行驶的目标车辆，目标车辆与测试车辆之间的纵向距离为 D 。测量测试车辆换道时与左后方目标车辆之间的时距 gap 。



$$V_1 = [30.0: 1.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$V_2 = [10: 1.0: 30.0] \text{ km/h}$$

$$V_3 = [5.0: 1.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 2.0] \text{ m}$$

$$d = [40.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

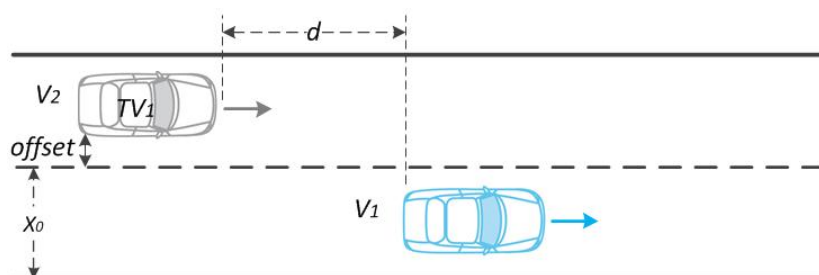
$$D = [10.0: 1.0: 100.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10 识别并应对临近障碍

A.10.1 直行时左侧相邻车道后方有车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 右侧边界与虚线车道线横向距离为 $offset$ 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_{Tst}: 1.0: 2V_{max_ODD}] \text{ km/h}$$

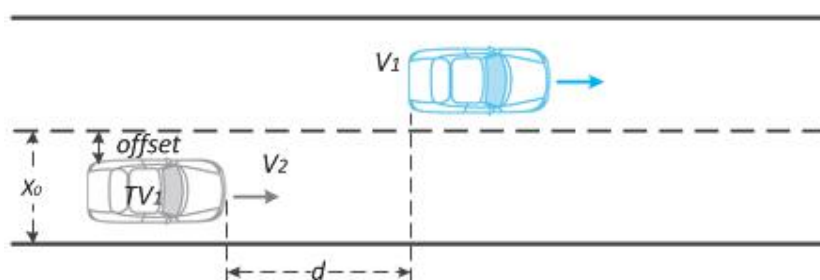
$$d = [50: 1.0: 100] \text{ m}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 1.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.2 直行时右侧相邻车道后方有车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右侧相邻车道放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与虚线车道线横向距离为 $offset$ 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_{Tst}: 1.0: 2V_{max_ODD}] \text{ km/h}$$

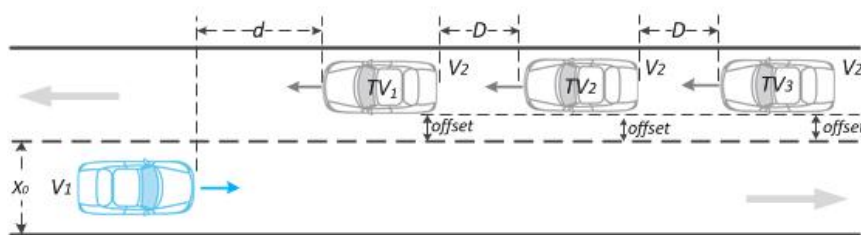
$$d = [50: 1.0: 100] \text{ m}$$

$$offset = [0.0: 0.1: 1.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.3 直行时遇对向车道连续车辆会车

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_2 对向行驶的目标车辆 TV_1 ， TV_2 ， TV_3 ，车辆间隔为 D ，目标车辆 TV_1 ， TV_2 ， TV_3 左侧边界与虚线车道线横向距离为 $offset$ 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [20: 1.0: 2V_{max_ODD}] \text{ km/h}$$

$$d = [50: 1.0: 100] \text{ m}$$

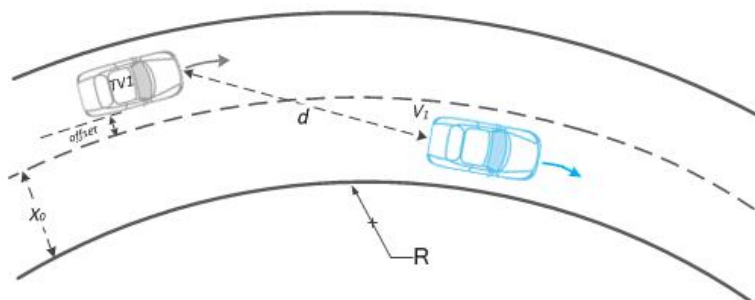
$$D = [20: 1.0: 50.0] \text{ m}$$

$$\text{offset} = [0, 0.5] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.4 单实线弯道，左侧相邻车道后方有车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径 R 的弯道上顺时针方向行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 右侧边界与虚线车道线横向距离为 offset 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_{max_ODD} + 10: 10: 120] \text{ km/h}$$

$$R = [50, 150, 250] \text{ m}$$

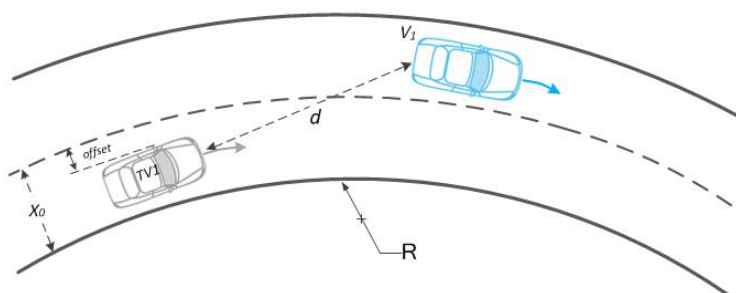
$$d > 50 \text{ m}$$

$$\text{offset} = [0: 0.1: 1.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.5 单实线弯道，右侧相邻车道后方有车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径 R 的弯道上顺时针方向行驶，测试车辆右侧车道线为虚线，左侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右侧相邻车道放置以速度 V_2 行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与虚线车道线横向距离为 offset 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [V_{max_ODD} + 10 : 10 : 120] \text{ km/h}$$

$$R = [50, 150, 250] \text{ m}$$

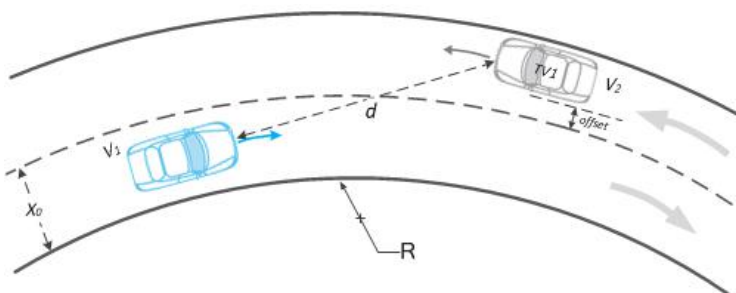
$$d > 50 \text{ m}$$

$$\text{offset} = [0.0 : 0.1 : 1.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.6 弯道顺时针行驶遇相邻车道对向车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径 R 的弯道上顺时针方向行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_2 对向行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与虚线车道线横向距离为 offset 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10 : 10 : V_{limit}] \text{ km/h}$$

$$R = [50, 150, 250] \text{ m}$$

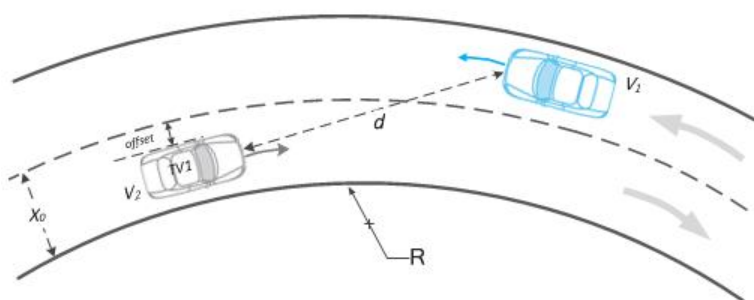
$$d > 50 \text{ m}$$

$$\text{offset} = [0 : 0.1 : 1.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.7 弯道逆时针行驶遇相邻车道对向车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径 R 的弯道上逆时针方向行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧相邻车道放置以速度 V_2 对向行驶的目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与虚线车道线横向距离为 offset 。目标车辆 TV_1 与测试车辆初始纵向距离为 d 。注： V_{Tst} 为测试车辆当前车速。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10:10: V_{limit}] \text{ km/h}$$

$$R = [50, 150, 250] \text{ m}$$

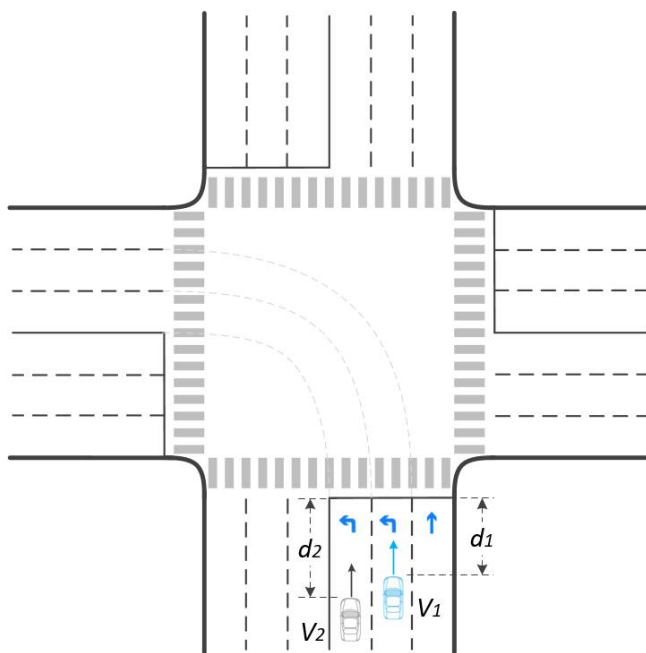
$$d > 50 \text{ m}$$

$$\text{offset} = [0.0: 0.1: 1.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.8 路口左相遇左侧相邻车道左转车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆左侧相邻车道上放置以车速 V_2 进行左转的目标车辆，测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆与停止线距离为 d_1 时，目标车辆与停止线之间距离为 d_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 30.0] \text{ km/h}$$

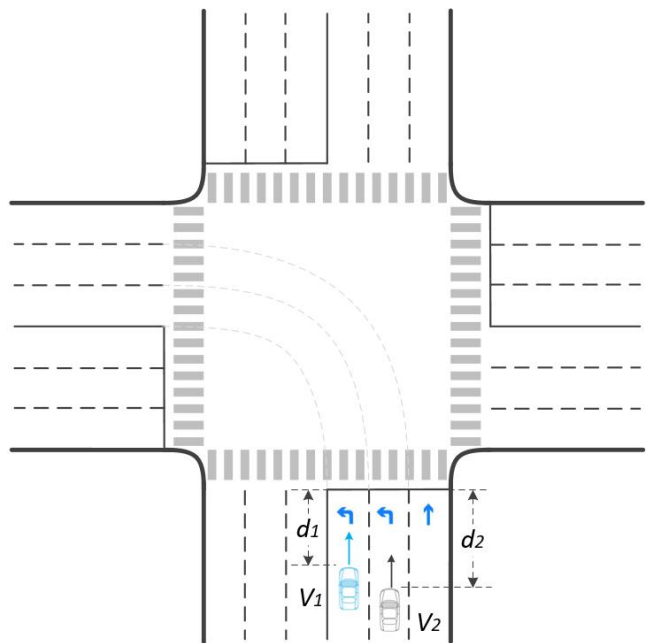
$$d_1 = 50.0 \text{ m}$$

$$d_2 = [0.0: 10.0: 100.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.10.9 路口左相遇右侧相邻车道左转车辆

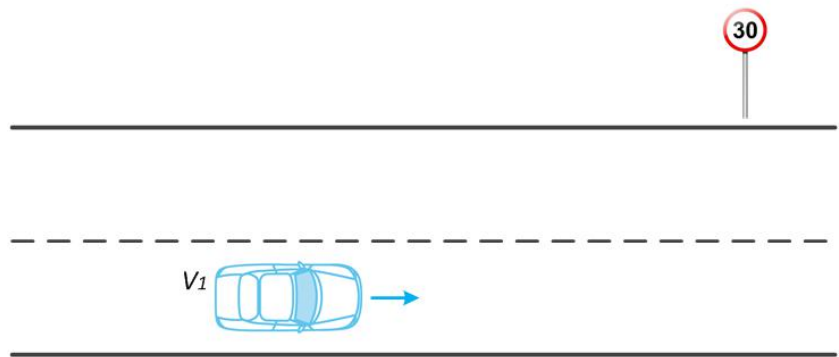
场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 接近十字路口，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆右侧相邻车道上放置以车速 V_2 进行左转的目标车辆，测试车辆左转通过十字路口过程中，测试车辆与停止线距离为 d_1 时，目标车辆与停止线之间距离为 d_2 。



$V_1=V_{max_ODD}$
 $V_2=[10.0: 10.0: 30.0] \text{ km/h}$
 $d_1= 50.0 \text{ m}$
 $d_2= [0.0: 10.0: 100.0] \text{ m}$
 $X_0= 3.5 \text{ m}$

A.11 限速识别

场景描述：测试车辆以速度 V_1 的直线车道上行驶，测试车辆前方放置限速 V_2 装置。速度稳定后，测量测试车辆实际车速，并判断是否超过限速。

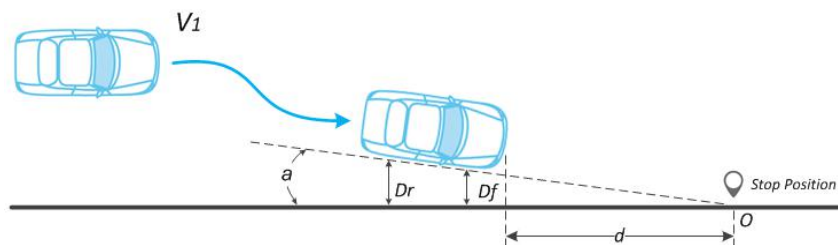


$V_1=[10: 10: 70] \text{ km/h}$
 $V_2=[30: 10: 70] \text{ km/h}$

A.12 靠边停车及起步

A.12.1 靠边停车基本功能测试

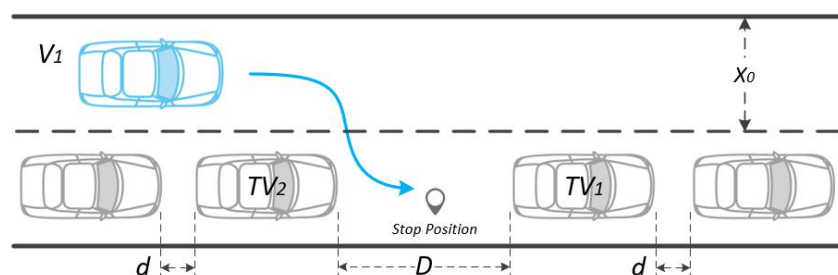
场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在平直路上行驶，接驳点 O 设置在最外侧车道内，测试车辆与接驳点的初始纵向距离大于 200m。靠边停车完成后，测量测试车辆与接驳点的纵向距离 d ，测量测试车辆中心线相对路缘的角度 a ，测量测试车辆前轮相对路缘的距离 D_f ，测量测试车辆后轮相对路缘的距离 D_r 。保持接驳点位置不变进行 10 次试验。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

A.12.2 靠边停车空间范围测试

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。站点区域放置静止目标车辆 TV_1 和目标车辆 TV_2 ，目标车辆 TV_1 与目标车辆 TV_2 之间纵向距离为 D ，目标车辆 TV_1 前方放置间隔为 d 连续静止目标车辆，目标车辆 TV_2 后方放置间隔为 d 连续静止目标车辆，测试车辆以稳定速度 V_1 接近站点。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

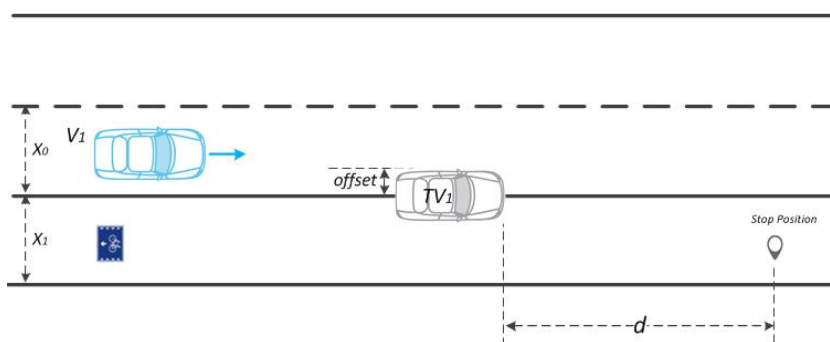
$$d = 1.0 \text{ m}$$

$$D = [5.0: 1.0: 30.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.12.3 靠边停车时非机动车道内有静止目标车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在车道内直线行驶，车道宽 X_0 ，接驳点设置在最外侧非机动车道内，车道宽 X_1 ，测试车辆与接驳点的初始纵向距离大于 200m。在与接驳点距离为 d 的位置放置静止目标车辆，目标车辆左侧边界与非机动车道右侧车道线的距离为 $offset$ ，观察测试车辆响应。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d = [0:5:50]m$$

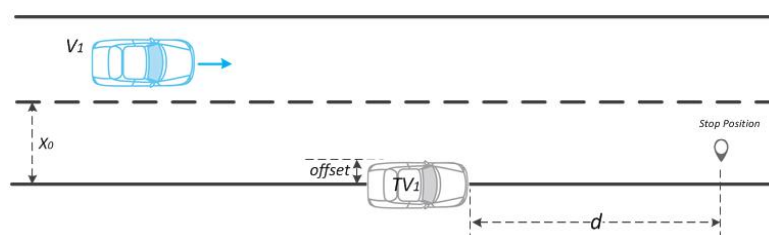
$$offset = [0:0.1:1.0]m$$

$$X_0 = 3.5m$$

$$X_1 = 3.5m$$

A.12.4 靠边停车时机动车内道有侵入目标车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在车道内直线行驶，车道宽 X_0 ，接驳点设置在最外侧机动车道内，车道宽 X_1 ，测试车辆与接驳点的初始纵向距离大于 200m。在与接驳点距离为 d 的位置放置静止目标车辆，目标车辆左侧边界与外侧车道线的横向距离为 $offset$ ，观察测试车辆响应。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

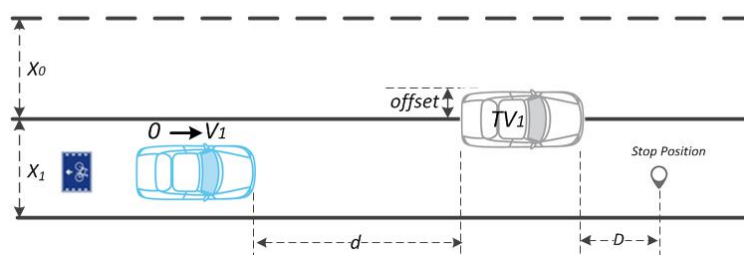
$$d = [0:5:50]m$$

$$offset = [0:0.1:1.0]m$$

$$X_0 = 3.5m$$

A.12.5 起步时遇本车道内目标车辆

场景描述：接驳点设置在车道宽 X_1 的非机动车道内，测试车辆驶入接驳区域后静止，本车道前方距离 d 位置处放置静止目标车辆 TV_1 ，目标车辆 TV_1 左侧边界与实车道线之间的横向距离为 $offset$ ，触发测试车辆起步，观察测试车辆响应。



$$d=[2: 1: 20]m$$

$$offset=[-0.4:0.2:1.2]m$$

$$D=10m$$

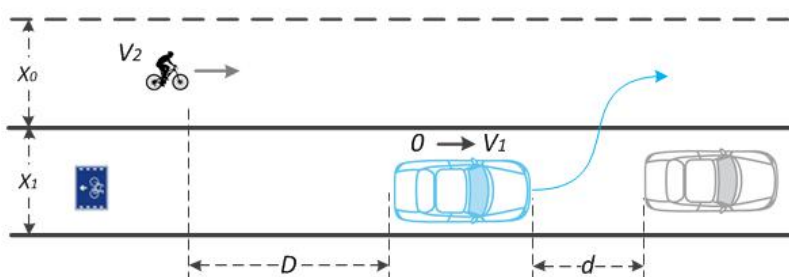
$$X_0=3.5m$$

$$X_1=3.5m$$

A.12.6 起步时遇目标车道内骑行者

场景描述：

接驳点设置在车道宽 X_1 的非机动车道内，测试车辆驶入接驳区域后静止，测试车辆前方放置静止目标车辆，测试车辆与目标车辆之间纵向距离为 d 。测试车辆起步时，遇相邻车道左后方以速度 V_2 运动的骑行者，测试车辆与骑行者之间纵向距离为 D 。



$$V_2=[5.0: 5.0: 30.0] km/h$$

$$d=6.0m$$

$$D=[-30.0: 1.0: 30.0] m$$

$$X_0=3.5m$$

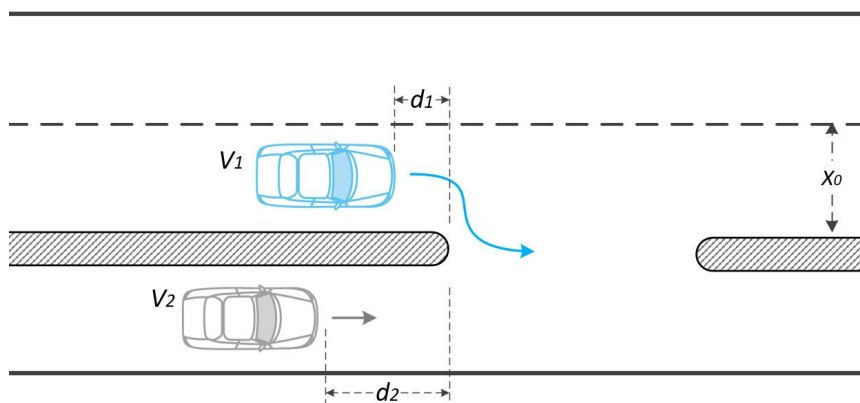
$$X_1=3.5m$$

A.13 通过辅路

A.13.1 驶入辅路过程中遇辅路直行车辆

场景描述：

测试车辆以目标速度 V_1 在主路上行驶，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶入辅路过程中，测试车辆与辅路入口距离为 d_1 时，遇辅路以速度 V_2 直行目标车辆，目标车辆与辅路入口距离为 d_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 1.0: 70.0] \text{ km/h}$$

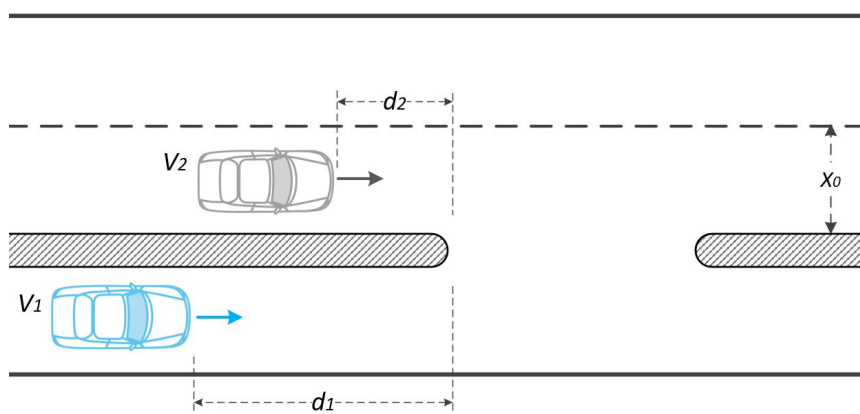
$$d_1 = 100.0 \text{ m}$$

$$d_2 = [0.0: 1.0: 200.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.13.2 辅路行驶过程中遇主路直行车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在辅路上行驶，车道宽度为 X_0 。主路放置以速度 V_2 行驶的目标车辆，测试车辆与辅路入口距离为 d_1 时，目标车辆与辅路入口距离为 d_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 1.0: 70.0] \text{ km/h}$$

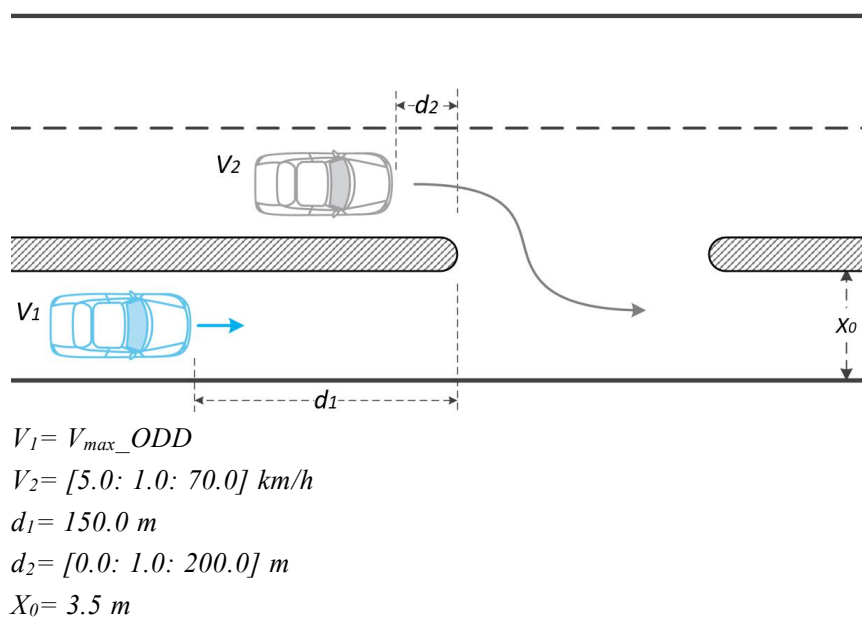
$$d_1 = 150.0 \text{ m}$$

$$d_2 = [0.0: 1.0: 200.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

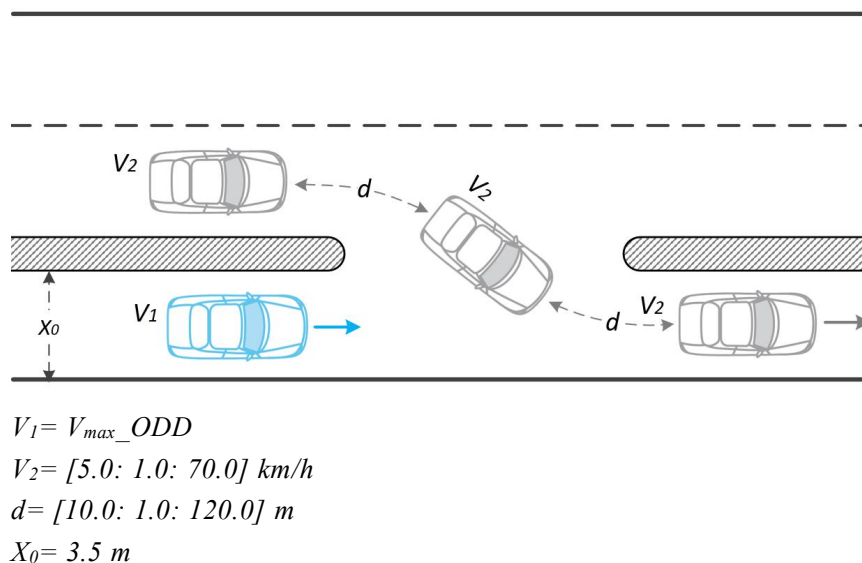
A.13.3 辅路行驶过程中遇驶入辅路车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在辅路上行驶，车道宽度为 X_0 。主路放置以速度 V_2 驶入辅路的目标车辆，测试车辆与辅路入口距离为 d_1 时，目标车辆与辅路入口距离为 d_2 。



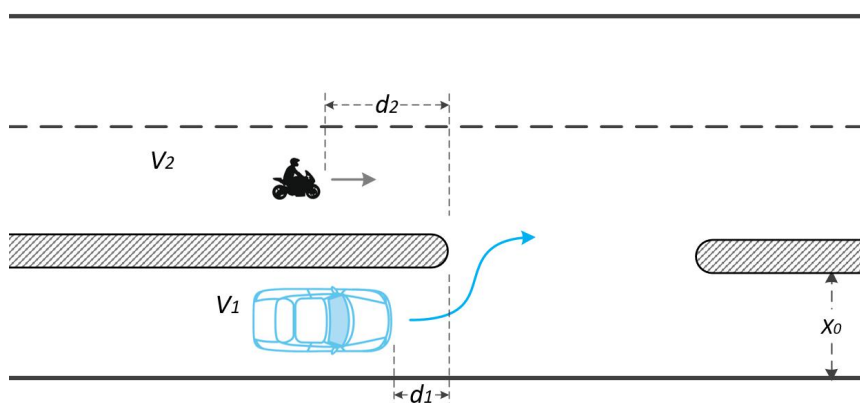
A.13.4 辅路行驶过程中遇驶入辅路连续车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在辅路上行驶，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶过辅路入口过程中，主路放置以速度 V_2 驶入辅路的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



A.13.5 驶入主路过程中遇主路直行摩托车

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在辅路上行驶，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶入主路过程中，测试车辆与主路入口距离为 d_1 时，遇主路以速度 V_2 直行摩托车，摩托车与主路入口距离为 d_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 1.0: 70.0] \text{ km/h}$$

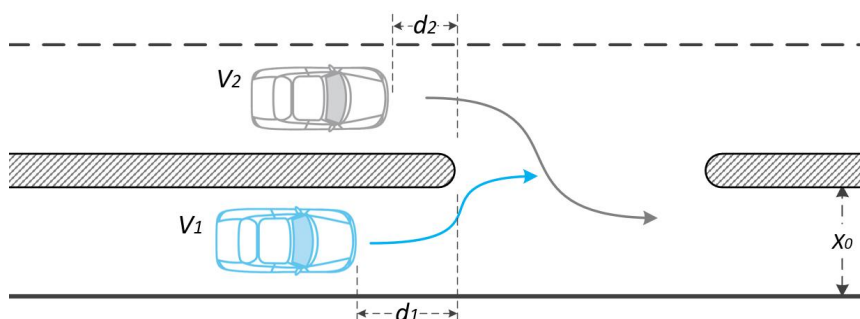
$$d_1 = 100.0 \text{ m}$$

$$d_2 = [0.0: 1.0: 200.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.13.6 驶入主路过程中遇驶入辅路车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在辅路上行驶，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶入主路过程中，测试车辆与主路入口距离为 d_1 时，遇以速度 V_2 驶入辅路目标车辆，目标车辆与主路入口距离为 d_2 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 1.0: 70.0] \text{ km/h}$$

$$d_1 = 100.0 \text{ m}$$

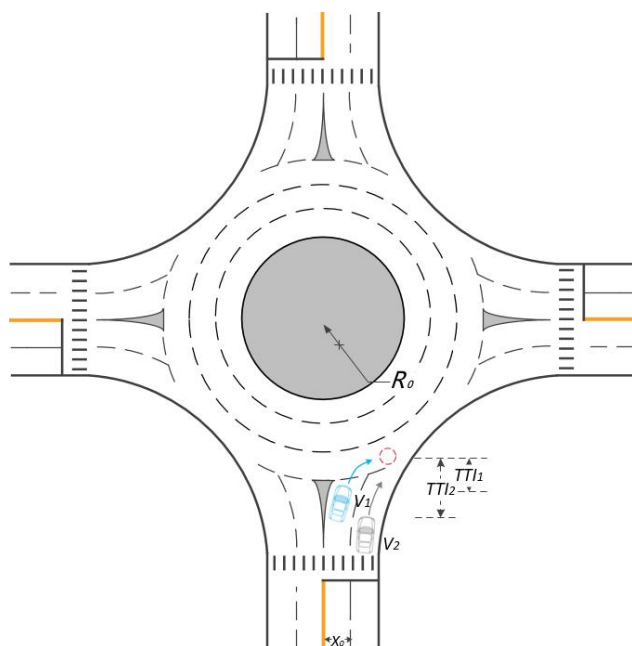
$$d_2 = [0.0: 1.0: 200.0] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.14 通过环岛

A.14.1 驶入环岛遇环岛内行驶目标车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 接近半径为 R_0 环岛，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶入环岛过程中，右侧相邻车道放置以速度 V_2 驶入环岛目标车辆，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 50.0] \text{ km/h}$$

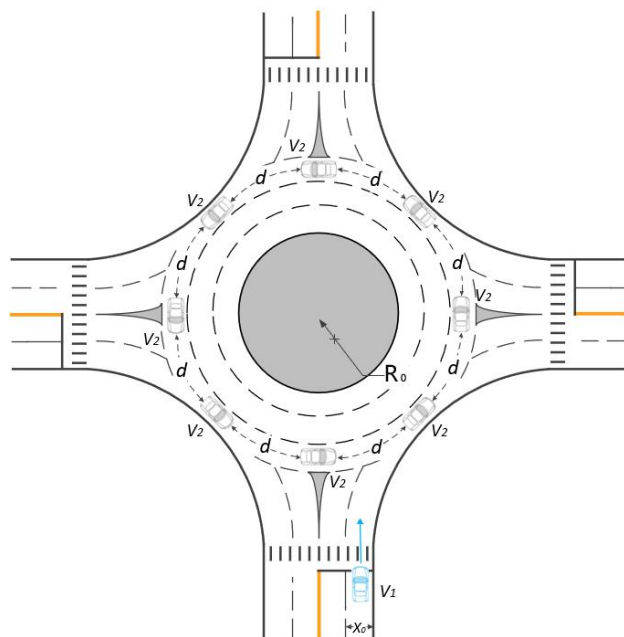
$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$R_0 = [50, 100] \text{ m}$$

A.14.2 驶入环岛遇连续目标车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 接近半径为 R_0 环岛，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶入环岛过程中，环岛最外侧车道放置以速度 V_2 行驶的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 50.0] \text{ km/h}$$

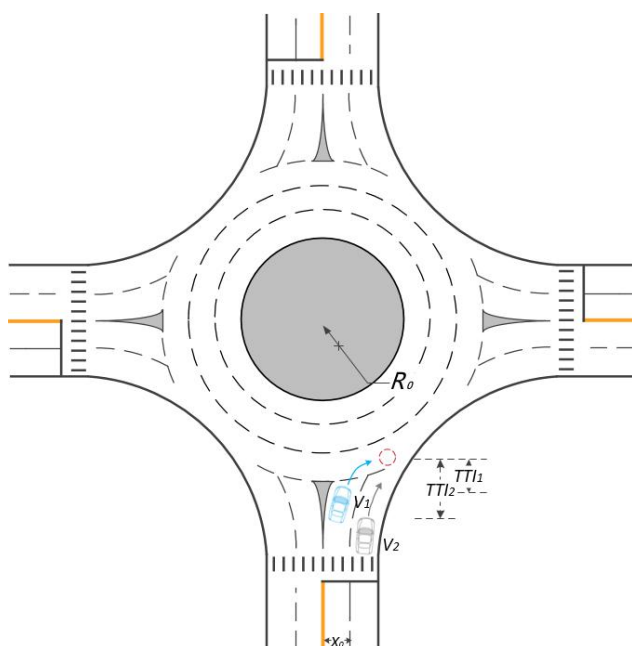
$$d = [10.0: 50.0] \text{ m}$$

$$R_0 = [50, 100] \text{ m}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.14.3 驶入环岛遇相邻车道驶入环岛目标车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 接近半径为 R_0 环岛，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶入环岛过程中，右侧相邻车道放置以速度 V_2 驶入环岛目标车辆，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 50.0] \text{ km/h}$$

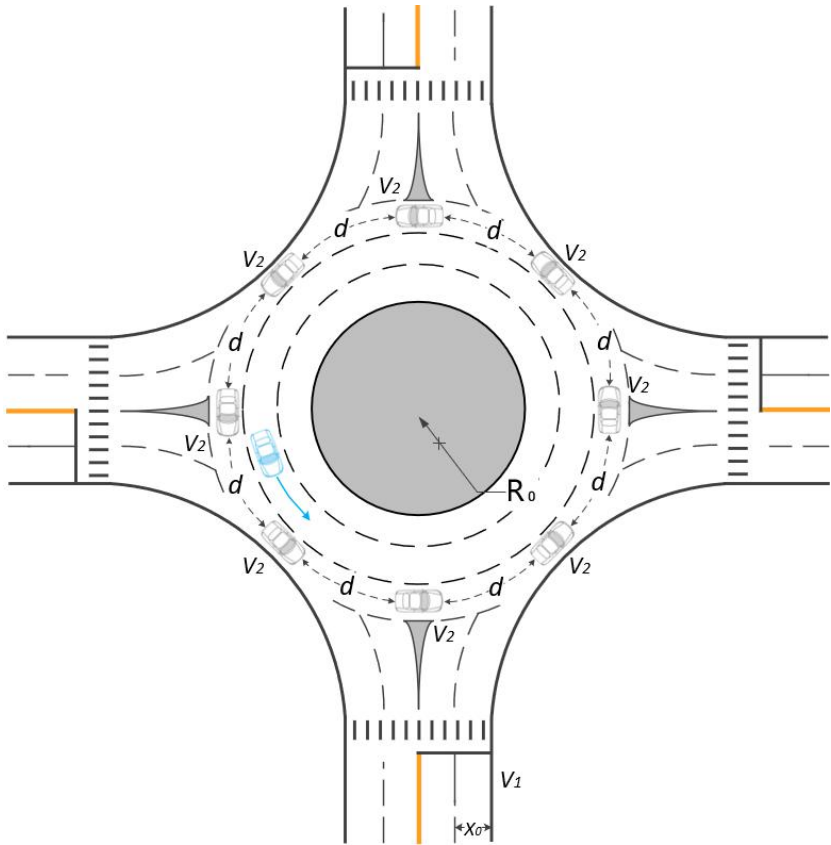
$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$R_0 = [50, 100] \text{ m}$$

A.14.4 驶出环岛遇右侧相邻车道连续目标车辆

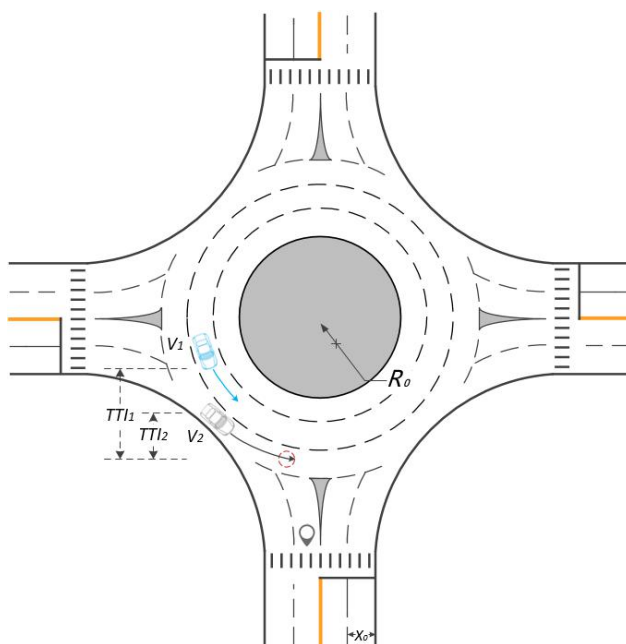
场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在半径为 R_0 环岛内侧车道行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶出环岛过程中，环岛最外侧车道放置以速度 V_2 行驶的连续目标车辆，目标车辆之间纵向距离为 d 。



$V_1 = V_{max_ODD}$
 $V_2 = [5.0: 5.0: 50.0] \text{ km/h}$
 $d = [10.0: 10.0: 50.0] \text{ m}$
 $X_0 = 3.5 \text{ m}$
 $R_0 = [50, 100] \text{ m}$

A.14.5 驶出环岛遇右侧相邻车道行驶目标车辆

场景描述： 测试车辆以目标速度 V_1 在半径为 R_0 环岛内侧车道行驶，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。测试车辆驶出环岛过程中，环岛最外侧车道放置以速度 V_2 行驶的目标车辆，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 50.0] \text{ km/h}$$

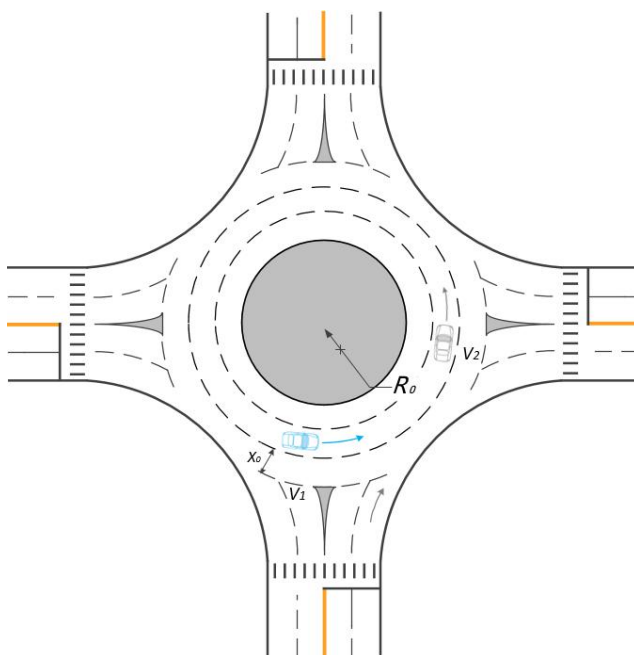
$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$R_0 = [50, 100] \text{ m}$$

A.14.6 环岛内行驶遇本车道目标车辆

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 行驶在半径为 R_0 环岛，测试车辆左侧车道线为虚线，右侧车道线为实线，车道宽度为 X_0 。测试车辆环岛内行驶过程中，本车道放置以速度 V_2 行驶目标车辆。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [5.0: 5.0: 50.0] \text{ km/h}$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

$$R_0 = [50, 100] \text{ m}$$

A.15 通过减速带

场景描述：测试车辆在直线道路上以目标车速 V_1 行驶，测试车辆行驶路径上放置减速带装置，测试车辆与减速带之间的距离为 d 。

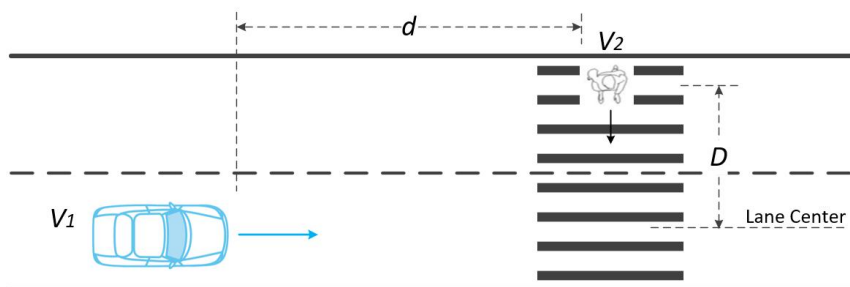


$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$d > 20 \text{ m}$$

A.16 通过人行横道

场景描述：测试车辆以目标速度 V_1 在直线道路上行驶，测试车辆左侧为虚线，右侧为实线，车道宽度为 X_0 。本车道左侧放置等待穿行本车道行人，行人与本车道中心线之间的距离为 D 。测试车辆与行人之间的纵向距离为 d 时，行人以速度 V_2 从测试车辆左侧穿行本车道。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [2.0: 1.0: 12.0] \text{ km/h}$$

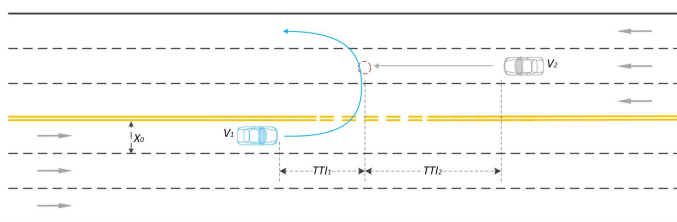
$$D = 7.5 \text{ m}$$

$$d = [50.0: 1.0: 260.0] \text{ m}$$

A.17 掉头行驶

A.17.1 双向六车道掉头遇对向车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在双向六车道左侧车道行驶，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道中间车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆在直路掉头过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

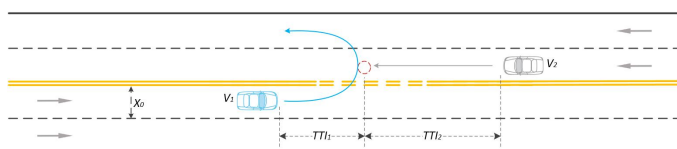
$$V_2 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

A.17.2 双向四车道掉头遇对向车道直行车辆

场景描述：测试车辆以目标车速 V_1 在双向四车道左侧车道行驶，测试车辆左侧车道线为实线，右侧车道线为虚线，车道宽度为 X_0 。对向车道中间车道上放置以车速 V_2 进行直行的目标车辆，测试车辆在直路掉头过程中，测试车辆距离碰撞点所需时间与目标车辆距离碰撞点所需时间相同 $TTI_1 = TTI_2$ 。



$$V_1 = V_{max_ODD}$$

$$V_2 = [10.0: 10.0: 60.0] \text{ km/h}$$

$$TTI_1 = TTI_2$$

$$X_0 = 3.5 \text{ m}$$

附录 B

(资料性附录)

自动驾驶仿真测试场景数字格式样例

B.1 自动驾驶仿真测试场景数字格式样例

```

{
  "ADS_CONFIG":
  {
    "ADS_ID":12314124
    "ADS_NAME":"路口左转遇到对向直行车辆"
    "ADS_TYPE":1,
    "CONTROL_MODE": 1, //0表示完美控制，1表示使用动力学模型
    "PERCEPTION_MODE": 1, //0表示完美感知，1表示使用传感器模型
    "CREATE_TIME":"2019-10-10 03:14:15",
    "CREATE_USER":"zhangsan"
    "MAP_VERSION":"YongFengChanYeJiDi-EWS-V1.5.1.0", //使用高精地图的版本
    "MAP_REGION":"YongFengChanYeJiDi-EWS"
    "PRIORITY": "high",
    "STATUS":"online",
    "SIMU_TIME":120,
  },
  "DYNAMIC_SENARIO":
  {
    "TEST_VEHICLE":
    {
      "HEADING":-3.0233,
      "FROM": //起点
      {
        "X": 460023.99913729343,
        "Y": 4401430.291782541,
      },
      "TO": //终点
      {
        "X": 460023.99913729343,
        "Y": 4401430.291782541,
      },
    },
    "OBSTACLE":
    {
      "OBSTACLE_ID": 12313,
      "OBSTACLE_TYPE": 0, //0表示普通汽车
      "CUBOIDS"

```

```

{
  "LENGTH": 5.5
  "WIDTH": 3
  "HEIGHT": 2.5
},
"START_POINT":
{
  "HEADING": -3.0233
  "SPEED": 9
  "X": 460087.99913729343,
  "Y": 4401449.291782541
}
"TRACKED_POINTS"
[
  {
    "SPEED": 5,
    "HEADING": -3.0233
    "X": 460087.99913729343,
    "Y": 4401449.291782541
  },
  {
    "SPEED": 6,
    "HEADING": -3.0233
    "X": 460087.99913729343,
    "Y": 4401449.291782541
  },
  {
    "SPEED": 7,
    "HEADING": -3.0233
    "X": 460087.99913729343,
    "Y": 4401449.291782541
  },
  {
    "SPEED": 8,
    "HEADING": -3.0233
    "X": 460087.99913729343,
    "Y": 4401449.291782541
  },
],
"TRAFFIC_LIGHTS": [
{
  "TRAFFIC_ID": 1231,

```

```

"DETECT_DISTANCE":40,
"LOCATION":{
  "X":434453.672423554,
  "Y":4436579.793873487,
  "Z":0
},
"INITIAL_STATE":
{
  "BLINK": false,
  "COLOR": 3,
  "KEEP_TIME": 0
},
"STATE_GROUP": [
{
  "BLINK": false,
  "COLOR": 0, #绿灯
  "KEEP_TIME": 20
},
{
  "BLINK": false,
  "COLOR": 1, #黄灯
  "KEEP_TIME": 3
},
{
  "BLINK": false,
  "COLOR": 2, #红灯
  "KEEP_TIME": 3
},
}]
]
}
"STATIC_SCENARIO":
{
  "WEATHER":
  {
    "DEGREE":1,
    "TYPE":2,
  },
  "LIGHT":
  {
    "TYPE":0,
    "TIME":3
    "DEGREE":2,

```

```
    },  
    "ROAD_TYPE":  
    {  
        "ROAD_TYPE": 2  #城市主干路  
    },  
    "ROAD_SURFACE":  
    {  
        "DEGREE": 0  #优  
    },  
},  
}
```

参考文献

- [1] GB/T 28592-2012 降水量等级
- [2] GB/T 27964-2011 雾的预报等级
- [3] GB 14887 道路交通信号灯
- [4] CJJ 45 城市道路照明设计标准
- [5] 智能网联汽车道路测试管理规范(试行)
- [6] 自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法