

基于场景元素的智能网联汽车场景构建研究

陈韬¹, 蔡博¹, 回春²

(1. 中国汽车技术研究中心有限公司, 天津 300300; 2. 中汽研汽车检验中心(武汉)有限公司, 湖北 武汉 430056)

摘要: 在智能网联汽车测试评价中, 场景库搭建与道路测试一直都是其难点。文中对智能网联汽车功能的典型测试场景搭建及测试方法进行分析与研究, 首先分析智能网联汽车驾驶场景的来源, 从典型驾驶场景中归纳出基本场景元素库, 以场景元素库为基础实现测试场景库搭建; 然后在 PreScan 中进行场景虚拟重构, 进行自动驾驶功能模拟仿真; 最后基于真实道路场景搭建对车辆自动驾驶功能进行实车测试。

关键词: 汽车; 智能网联汽车; 场景元素; 场景库; 测试场景; 测试方法

中图分类号: U469.79

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)06-0009-04

伴随着高级驾驶辅助系统(Advanced Driver-Assistance System, ADAS)的成熟及普及应用, 现阶段智能网联汽车的研发与应用主要聚焦于 SAE 规定的 L2~L4 阶段。配套的测试评价体系是推动智能网联汽车技术发展的必备条件, 如何对智能网联汽车进行测试是行业内公认的难题, 而测试场景及其搭建是进行测试的基础与关键。

场景库在智能网联汽车测试评价体系中起到非常关键的作用, 是测试和评价的基础与出发点, 为确保测试场景的充分性, 场景库应使自动驾驶比人为驾驶所遇到的所有场景更加安全、可靠。而现实中是无法穷尽所有场景的, 当前通过多种来源数据(如采集自然驾驶数据、事故数据及大量模拟试验数据)寻找典型场景的成本较高, 任务复杂繁重。为此, 该文提出一种基于测试场景元素构建测试场景元素库的方法, 实现测试场景库的搭建, 提升测试的有效性与便捷性。

1 智能网联汽车测试评价

1.1 智能网联汽车测试技术的发展

智能网联汽车正处于技术研究和推进阶段, 国内外针对智能网联汽车的测试评价以各大汽车厂商在测试示范区的测试研究为主, 尚无完整的针对智能网联汽车的测试评价体系。目前, 北京、上海、杭州、重庆、武汉等地相继建立了智能网联汽车示范区, 其依托当地优势、特色资源, 具有容纳国内外资源的开放平台、逐步建立技术及检测标准体系及集聚创新的产业孵化能力等共同特点。示范区建成完善后将有利于集合行业专家进行智能网联汽车智能

驾驶系统评价, 建立相应评价模型, 从任务多样性、车辆控制策略、场景设计等方面建设智能网联汽车的标准测试评价体系。

智能网联汽车测试方法主要有仿真测试及实车道路测试。仿真测试主要包括: 1) 软件在环。对系统代码级别进行功能测试, 验证自动驾驶系统环境感知算法等。2) 硬件在环。将控制系统硬件作为被控对象, 将环境仿真信息输入控制系统中。目前硬件在环测试的零部件主要是毫米波雷达、摄像头及控制器等。3) 整车在环。将整车连接到虚拟的测试环境中进行测试。实车道路测试主要包括封闭场地测试和开放道路测试, 该测试方法最真实, 但效率低、灵活性差。

1.2 智能网联汽车测试及场景需求分析

场景是智能网联汽车在研发和测试阶段完善产品定义与质量保障的关键。当前测试场景来源主要包括: U-NCAP、E-NCAP 等标准法规, 如 AEB、CCR、误作用等场景; 交通事故数据归纳, 如通过 CIDAS 交通事故归纳得到的常见典型场景; 自然驾驶数据, 如通过共享出行车辆采集的场景; 仿真数据, 即从大量模拟仿真试验及理论分析中获得的测试场景。

当前智能网联汽车的测试研究主要集中在封闭测试区和开放道路上打造的智能网联环境、配备路侧单元、智能红绿灯和差分 GPS 基站等先进设备方面, 使之能与车载单元进行通信, 实现 V2I 信息交换共享。

以重庆智能网联汽车测试示范区为例, 其涵盖了西部地区 90% 以上特殊路况、全球 85% 以上路况

下的交通场景,对汽车自动驾驶系统的测试具有较强的典型性。目前对智能网联汽车的测试场景主要包括两方面,即 ADAS 相关的功能场景(如 AEB、APS 等)和典型道路场景(如隧道、桥梁、弯道、错位十字路口、施工路段等),配套的道路设备设施主要有信号灯、车道灯、路侧设备、摄像头、路侧微波监测器等,未来测试场景会向更复杂的城镇道路、高速公路、合流道、隧道等基于开放道路的混合交通场景测试评价发展。

为满足自动驾驶系统多功能、复杂环境下不同

传感器、不同发展阶段的测试需求,测试场景设计将更加复杂,测试场景的构建是智能网联汽车测试技术中的重要难点。

2 智能网联汽车测试评价体系

将智能网联汽车测试评价与汽车整车产品开发过程相结合,按照产品开发过程的 V 模型建立智能网联汽车测试评价流程(见图 1)。在测试场景来源获取及归纳分析各类场景中共性及个性特征时,需确保各类场景具有较强的典型性和代表性。

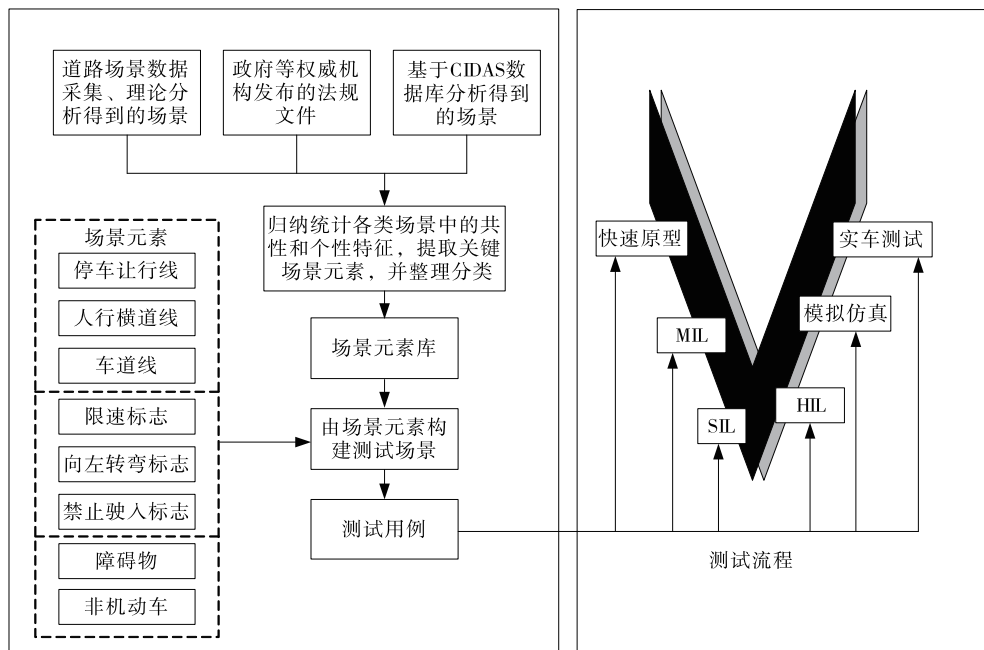


图 1 智能网联汽车测试评价流程

2.1 场景采集及场景测试分析

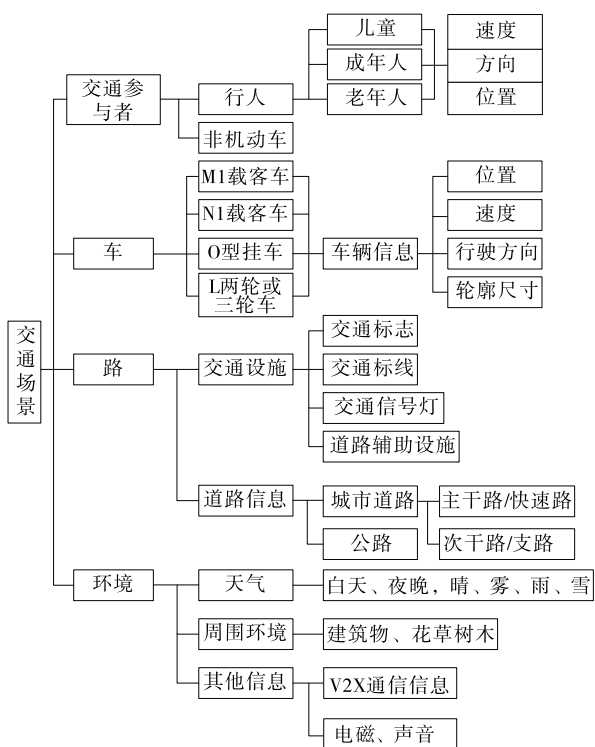
在智能网联汽车测试评价体系中,测试场景库的建设及搭建是关键。由前文可知,为确保测试场景的丰富程度,场景的来源数据需多元化,目前驾驶场景主要来源于标准法规、自然驾驶数据、交通事故数据(如 CIDAS 数据库)、仿真分析及理论分析等。

由于实际道路交通场景无法穷尽,为完成智能网联汽车测试场景库搭建,需找到各种交通场景中的共性特征。为此,以实际道路交通环境中的各种元素为基础,交通场景分类基于交通环境中的交通参与者、车、路、环境等类型元素的排列组合,以此来搭建智能网联汽车测试中的各种场景(见图 2)。

测试中,以各类型场景元素作为单个变量进行排列组合,通过组合不同元素,可设计不同的测试场景,如“下雨天+湿滑路面+支路 T 字形路口+行

人横穿马路+嘈杂环境”的组合,从而进行相对应的场景测试。

下面以常见 T 形丁字路口场景为例介绍基于场景元素库构建测试场景的方法。结合理论分析,提取 T 形丁字路口中的关键场景元素:1) 车。测试车辆信息,以常见的 M1 型乘用车为主,车速设定为 30 km/h,方向均为直线行驶,从左至右、从右至左,位置为在给定时间内有与左转/右转车辆碰撞的可能之处。2) 路。交通设施主要有交通标线(左转/右转标线、人行横道线、车道线等)和交通标志(人行横道线前的行人标志牌、左转交通信号灯,暂无交通辅助设施)。3) 交通参与者。即行人(视情况横穿马路)和非机动车。4) 环境。白天,天气良好,视线良好,非嘈杂环境,无严重电磁干扰,旁边无可能遮挡车辆驾驶员视线的建筑物等。



分析提取驾驶场景元素后,对场景元素在仿真软件 PreScan 中进行三维虚拟重构(见图3)。

测试场景为:直行道上车辆自右向左匀速行驶,同时对向车辆自左向右行驶,前方左转车辆减速慢行视左转红绿灯情况左转,右转车辆视行人、直行车

辆情况右转,同时行人横穿马路,存在左转车辆与直行车辆碰撞、右转车辆与直行车辆碰撞、行人与车辆碰撞的风险。

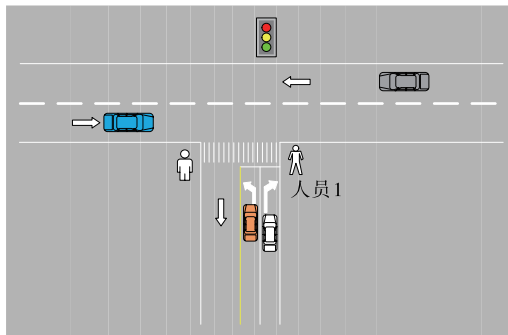


图3 T形丁路口场景示意图

验证上述预警规则,需考虑试验的真实性、有效性及试验成本、安全性等问题。选择由 TNO 公司开发的 PreScan 软件和 MATLAB/Simulink 进行联合仿真,其中 PreScan 软件可提供可视化的智能网联汽车场景仿真平台,包括建立各种形式的道路、添加各种交通元素(如交通标志、标线、红绿灯、不同类型行人等),且与 MATLAB、Carsim 等软件具有良好的兼容性。基于实际道路状况和测试认证需要,在 PreScan 中对场景元素进行三维虚拟重构,设置相关参数(车道为宽 3.5 m 的直线路段),添加机动车信号灯、人行横道线,联合 Simulink 进行仿真,并连接红绿灯控制及加减速的控制算法(见图4)。

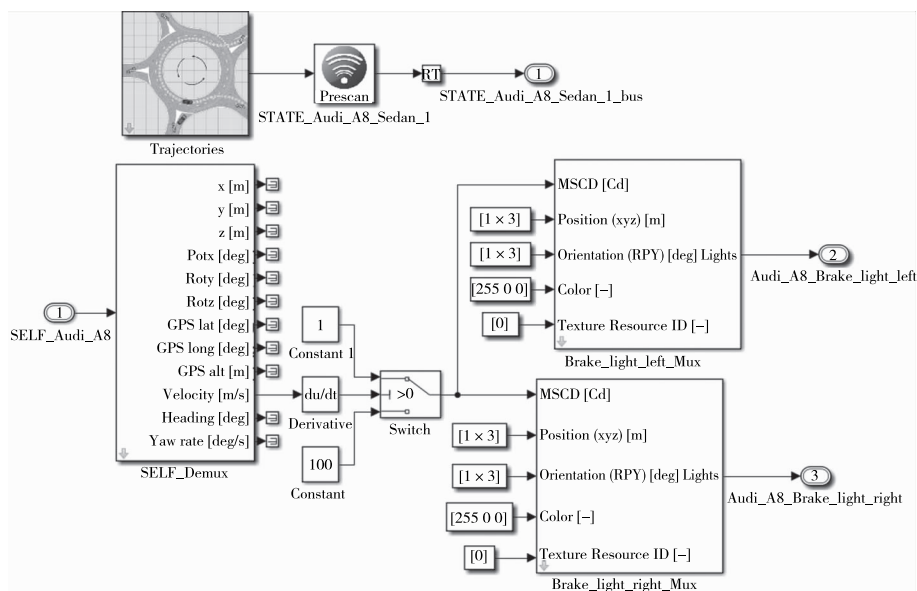


图4 Simulink 控制模拟图

自动驾驶测试场景为:自动驾驶车辆沿着道路中央匀速行驶,在左转车道上并开启左转方向灯,检

测到行人时减速慢行,行人匀速通过后且左转红绿灯为红色时车辆稳定起步,检测到可能与左边直行

车辆有碰撞危险时停车避让,直行车辆通过后测试车辆再稳定左转并随时检测与右边直行车辆的碰撞可能性以避免碰撞。

2.2 场景搭建及实车道路测试

前文在仿真环境下基于场景元素进行了驾驶场景搭建,对智能网联汽车自动驾驶功能进行了仿真测试,对智能网联汽车的特定自动驾驶功能进行了验证。但对智能网联汽车来说,最真实有效、最直接的测试车辆驾驶安全性、车辆性能的手段还是道路实车测试。因此,需在满足要求的道路上,基于各场景元素进行测试场景搭建及实车道路测试,验证自动驾驶功能的有效性 with 真实性。

目前,道路测试主要集中在各地区的智能网联汽车示范区,以封闭区域为主,逐步向半开放道路扩展。在国家政策的积极推动下,智能网联汽车的测试和评价会越来越完善。

3 结语

当前智能网联汽车在公共道路上的测试技术还不成熟,测试场景搭建及测试主要在封闭测试场进行,不同于传统测试设施及场景的单一不变的特点,智能网联汽车因需随时搭建各种场景,可移动性、可组合性成为场景搭建及测试需考虑的重要因素。

由于道路测试场景较复杂,无法完全列举出来,因而测试场景数据库的搭建一直都是智能网联汽车测试评价体系中的重点与难点。该文对智能网联汽车测试场景需求进行分析,剖析标准法规、自动驾驶数据、交通事故数据、仿真数据等场景,结合理论分析,提取其中的关键测试场景元素,分析各类场景中的共性和个性特征,基于测试场景元素构建测试场景库,搭建道路典型驾驶场景;通过在 PreScan 等软

件中进行自动驾驶功能模拟仿真,结合实际道路状况与理论分析,根据场景元素在真实道路上搭建测试场景进行车辆自动驾驶功能的实车认证测试,其结果可为真实道路下智能网联汽车测试提供铺垫与参考,对智能网联汽车的场景搭建及道路测试具有一定参考价值与应用意义。

参考文献:

- [1] 余卓平,邢星宇,陈君毅.自动驾驶汽车测试技术与应用进展[J].同济大学学报:自然科学版,2019,47(4).
- [2] 和福建,张晋崇,石娟.智能网联汽车测试技术研究[J].汽车电器,2019(3).
- [3] 刘生.智能网联汽车驾驶场景数据采集的研究及应用[J].汽车纵横,2018(8).
- [4] 蔡勇,李秀文.智能网联汽车测试评价体系研究[J].中国汽车,2018(10).
- [5] 黎宇科,刘宇.国内智能网联汽车发展现状及建议[J].汽车与配件,2016(41).
- [6] 石娟,田晓笛,王建培.自动驾驶分级方法及测试技术[J].汽车工程师,2018(9).
- [7] 王艺帆.自动驾驶汽车测试体系与现状探究[J].汽车与安全,2016(10).
- [8] 李霖,朱西产.智能汽车安全技术评价方法研究[A].2015 中国汽车工程学会年会论文集[C].2015.
- [9] 狄佐龙.智能网联汽车仿真测试方法[J].汽车工程师,2019(4).
- [10] 葛如海,储亚婷,谢永东,等.基于 Prescan 的换道预警规则研究[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2016,35(1).
- [11] 赵佳,刘清波.自动驾驶汽车高精定位导航技术路线分析[J].客车技术与研究,2018(4).

收稿日期:2019-07-04

《公路与汽运》杂志 2020 年征订启事

《公路与汽运》杂志由长沙理工大学主办,是一份介绍汽车、道路、桥梁等公路交通领域科技信息的面向国内外公开发行的技术类科技期刊。国际标准刊号:ISSN1671-2668,国内统一刊号:CN43-1362/U。发行代号:国内 42-95,国外 DK43002。为首届(2006 年)中国高校特色科技期刊、湖南省一级期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊,被中国期刊全文数据库及中文科技期刊数据库全文收录、万方数据-数字化期刊群全文上网,并荣获首届《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊奖。双月刊,逢单月 25 日出版。每期定价 15 元,全年 90 元。欢迎订阅。

通信地址:长沙理工大学金盆岭校区 8 号信箱 邮编:410076

联系电话:0731-83528400

开户行:长沙市农行高云支行

户名:长沙理工大学 账号:18-051401040000158