

智能网联汽车测试评价技术及体系研究

韩磊

麦格纳卫蓝新能源汽车技术(镇江)有限公司北京分公司 北京 100000

【摘要】 本文就智能网联车辆技术及相关测试方法展开分析。从测试场景、测试场地、测试标准、仿真测试技术这几个方面入手,提出切实可行的开发方式,让测试和评价活动稳定落实。系统的阐述智能网联汽车测试评价体系的建设内容,为开展智能网联汽车测试和评价提供真正的参考。

【关键词】 智能网联汽车 测试评价技术 体系分析 测试场景

引言:智能网联汽车中含有先进的车载传感器、控制器、执行器等装置,并充分融合了现代通信与网络技术的新一代汽车。智能网联汽车的环境感知、智能决策、协同控制和执行等功能都相对较优,车辆与外部节点之间具备信息共享与控制协同的能力,可以实现“零伤亡、零拥堵”,安全,舒适,高效,节能,甚至可以代替人们工作。但是目前,智能网联汽车的发展还不成熟,需要完整的测试和评估系统,为产品开发提供参考依据。

1. 智能网联汽车仿真测试技术

目前,大部分智能网联车辆都是在仿真测试环境中完成的检测,考虑到实际测试场景搭建的复杂性和危险性在仿真设计中主要从道路设施要素、交通参与要素、电磁空间要素等方面入手,建立仿真测试场景,借助互联网AR技术实现不同元素的交叉组合,验证智能网联车辆的安全性,也可以采用MIL、SIL、HIL等虚拟场景测试。新时期的,仿真测试真实度大幅度提高,借助场景数据库,为测试人员提供不同的环境,配合实地测试,测试效果可以最大化。驾驶场景数据是智能和互联汽车开发和测试的基本数据资源,是评估互联智能汽车功能安全性的重要“案例库”,是重新定义智能汽车水平的中心数据库,测试必须首先定义为标准数据格式。当前的国际数据格式包括OpenDrive和OpenScenario。数据中心正在积极开发不同的广告案例数据格式,以符合中国的管理特点。满足多链路端口工具的需求。国内外有10多种虚拟仿真工具,实时实现静态/动态特征建模、环境渲染和驱动仿真场景,极大地丰富了应用技术和工具,以及虚拟场景应用库。模拟测试的难度包括三种模拟场景:恶劣的天气环境,复杂的道路交通和典型的交通事故,可以说是危险条件模拟的情况。试点事件数据资源中心通过分析现场参数统计信息,从大量危险工作条件的自然数据库中带来各种影响。除此之外,数据资源中心分析,输入和模拟该危险工作条件数据。场景构建,危险工作条件的参数化,用于扩展生成更多极端和边缘场景。仿真系统的体系结构如图1所示。车

辆动力学模型包括车身动力学模型、发动机悬架模型、控制系统模型、悬架系统模型、制动系统模型、轮胎模型、动力传输系统模型和空气动力学学习模型,包括车载CAN总线和车载以太网通信板。

在常规乘用车上使用ADAS传感器来捕获和收集测试场景。例如,高精度地图使用雷达在道路附近发射无线电,探测反射无线电,确定路况,并搜索与道路数据对应的数据库。以准确定位地图,将误差精确定位到厘米水平。通过概念验证,可以使用雷达提高高精度地图的效率和准确性。雷达传感器发送的数据量是摄像机传感器发送数据的一半,探测范围可达250米,比摄像机传感器探测范围宽100米。

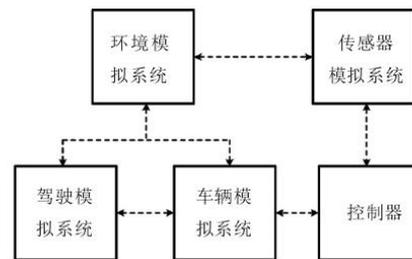


图1 仿真测试架构

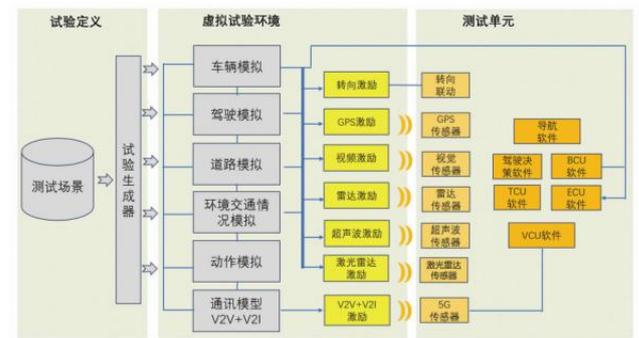


图2 仿真测试过程示意图

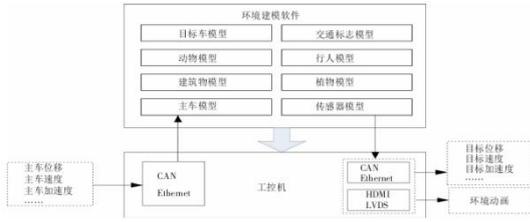


图 3 环境建模系统处理平台

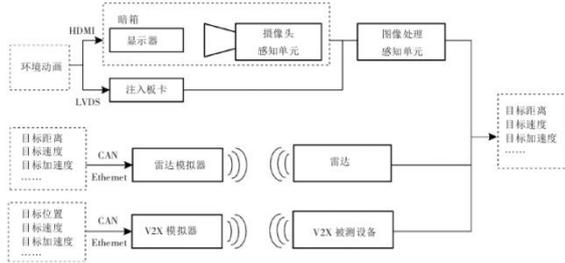


图 4 传感器模拟系统

2. 智能网联汽车测试场景

智能网联汽车和传统汽车最大的区别在于，其安全、舒适、高效、节能，并且可以替代人来操作去最新的汽车，但各方面性能并不稳定，需要展开全面的测试和评价。从目前来看，智能网联汽车采用的是一种无人化发展思路，代替人体感官感知作用，汽车提供您过云端获取数据，借助算法完成操作，实现后台监控功能。想要确保智能网联汽车的整体性能，就要确定合理的措施方法。首当其冲需要解决的就是测试场景问题，尤其是复杂场景、工况下进行测试非常重要。外国学家提出想要充分验证智能网联汽车的整体性能，至少需要 1 亿英里。但是，有许多类型的联网智能汽车、车辆配置和软件版本都非常复杂，而且一些传感器本身还存在弱点，需要从整体环境出发，进行测试。综合考虑除了道路交通外的车辆、行人等多种不同的影响因素。一般情况下，测试场景中含有三大要素分别为“人、车、环境”，通过逐步提高真实度的方式，完成测试工作。场景库是智能网络车辆测试和评估系统中必不可少的关键。几年来，场景库内的素材日益丰富，可以更好的为仿真分析测试服务，同时，它可以缩短测试周期并提高测试评估效率。比如，构建出一个基于三维建模技术的测试场景，根据测试评价指标，展开具体的分析设计，在场景中主要考察复杂度、性能表现和危险度，借助三维空间内的情况展开综合性的评价。但需要注意的是，目前的场景模拟无法真正给出定量数值。但在建立好的三维模型中，可以实现横向对比分析，以此切实提高场景测试的使用效率。比如，智能网联汽车 U 型调头测试场景，虽然复杂度、危险度以及表现都相对较低，但作为一项基础能力必

须要得到落实。另外，躲避连续障碍物测试场景、遮挡行人横穿马路测试场景、探测并避让对向来车测试场景等也是非常重要的内容，先根据具体指标判断该项场景的难度，然后从实际出发，展开具体的措施活动。综合来看，无论何种测试场景都可以在三维场景中指导，并且展开相应的测试。如图 1 所示，虽然场景的整体复杂度较低，但如果性能表上另外一个指标解除与较高难度，那么在测试智能网联汽车的过程中，必须要有一个全面的系统，以此实现量化交智能网联汽车生产发展，进一步完善相应的技术内容。当前阶段，智能网联汽车的测试评价要以 5-8 号空间测试为主，1-4 号空间复杂度较低，可以适当降低关注度，但如果在开发测试过程中，1-4 号空间内存在性能表现较差的情况，就需要投入密切的关注度，以此实现迭代升级。

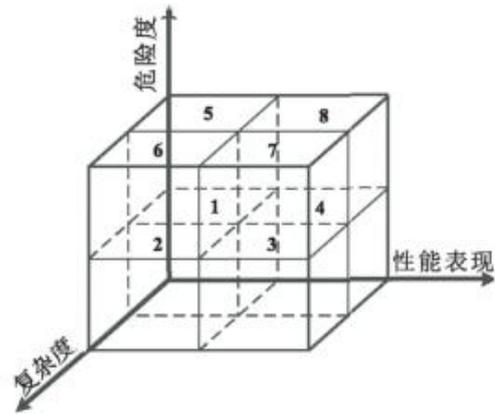


图 5 智能网联汽车测试场景三维模型

表 1 智能网联汽车测试三维场景构建

检测项目	测试场景
交通标志和标线的识别及响应	限速标志
	停车让行标志标线
	车道线
	人行横道线
交通信号灯识别及响应	机动车信号灯
	方向指示信号灯
前方车辆行驶状态识别及响应	车辆驶入
	对向车辆借道本车车道行驶
障碍物识别及响应	障碍物测试
	误作用测试
行人和非机动车识别及避让	行人横穿马路
	行人沿道路行走
	两轮车横穿马路
	两轮车沿道路骑行

跟车行驶	稳定跟车行驶
	停一走功能
靠路边停车	靠路边应急停车
	最右车道内靠边停车
超车	超车
并道	邻近车道无车并道
	邻近车道有车并道
	前方车道减少
交叉路口通行	直行车辆冲突通行
	右转车辆冲突通行
	左转车辆冲突通行
环形路口通行	环形路口通行
自动紧急制动	前车静止
	前车制动
	行人横穿
人工操作接管	人工操作接管
联网通讯	长直路段车车通讯
	长直路段车路通讯
	十字路口车车通讯
	编队行驶测试

3. 智能网联汽车测试标准

2018 年以来, 测试技术和智能网联车辆系统得到了极大发展, 智能网联车辆示范区陆续启动, 包括封闭区域和开放区域。但在测试评价标准上还有待完善, 安全性、智能性、平稳性、舒适性都是非常重要的内容, 但需要一个科学的衡量标准, 来作为参考。从实际应用情况上看, 智能网联汽车主要评价目标分为用户、乘客、公共社会这三点, 常用的评价方法就是借助数学统计法进行分析, 结合智能网联汽车在实际测试过程中出现事故的概率, 计算平均智能水平 SP, 对比传统汽车的 SPbench。同时, 统计事故发生率趋势, 做出事故预测, 只要事故发生率不高于预测思故乡, 那么就不会产生负面影响。智能互联车辆通常分为驾驶辅助, 分部智能驾驶, 智能条件驾驶, 非常智能驾驶和完全智能驾驶。检测技术中主要评价环境感知能力、观察能力等内容, 比如在进行 ADAS 测试过程中, 主要是自适应检测控制系统, 早期车道保持系统、自动应急制动系统、盲点检测功能系统要从实际情况出发, 深入分析应用方面存在的问题, 打造出科学系统的标准。当前的家庭标准系统主要集中于高级驾驶员辅助系统 (ADAS), 自动驾驶 (AD), 汽车信息安全 (CS) 以及联网功能和应用 (CFA)。目前, 已完成 54 项指标, 由汽标委智能网联汽车分标委牵头组织及标准建立, 在年会上提出相应的标准制定需求。与此同时, 国家的智能网联汽车正式进

入了高速发展阶段, 相应的交通标准也发布了相应试行版本, 由工业和信息化部, 公安部和交通运输部联合发布《智能网联汽车道路测试管理规范 (试行)》, 并正式投入使用。目前尚未形成国家标准, 主要测试标准主要围绕着自动化、网联化两个方面开展。不同级别的智能网联汽车对计算能力的标准存在区别, 比如: 相对于 ADAS 高级驾驶辅助, L3 级自动驾驶系统至少有五倍以上的数据量和计算量, 同时, 将更多模块添加到 L3 自治驱动器中。L4 级自动驾驶更具挑战性, 计算量将增加 50 倍。为了在城市道路条件下实现自动驾驶, 机器可以达到人工驾驶员的水平, 并添加额外的安全机制。与 L4 相比, L5 自动驾驶水平现在将产生双重计算量。不仅是高端核心驱动模块, 而且还添加了许多其他计算功能, 例如驾驶员面部识别和嘴唇识别, 语音识别等。以丰田智能网联汽车, 搭建了 V2X 标准, 进行展开测试。网联化主要测试标准分为三个方面, ①汽车内外信息流的全面贯通; ②实现汽车智能化水平的提升; ③基于网联化与智能化发展的前提, 构建面向汽车、面向交通的全方位新的服务业态。多家已经在这内容落实到具体的法律法规中, 中国政府还完善了该测试标准, 《中国制造 2025》战略倡导智能交通等产品的研发和产业化, 并提出了实施车载互联网等具体工作要求。“部门间网络网联协调机制”的“5+2”汽车网络展示区初步形成。

4. 智能网联汽车测试场地

当前, 许多国家正在尝试建立封闭的测试站点和示范区域, 以有效解决实际到位的智能网络车辆的安全性和可靠性问题。国外的一些封闭测试场或演示区在封闭测试中设想了一些真实的测试环境, 甚至在某些区域引入了无人机系统以创建装卸平台, 海港和其他场景。在家中, 已经在智能网联工具上投入了大量精力, 并发布了一些规则来测试和评估智能网联工具。在试用阶段, 它还还为智能网络工具提供了良好的开发机会。将进一步开发智能网络车辆的实际测试站点, 为在公共场所进行测试提供参考, 并促进整个行业的进步。

由上可知, 场地分为两种, 分别为封闭场地和社会道路, 封闭场地中分需要搭建测试场景, 包括五大类要素, 道路设施要素、交通参与要素、信息通讯要素、气候要素、电磁空间要素。2018 年以来, 道路测试的应用获得了极大的发展, 不少地区陆续推出了智能网联汽车示范区, 确定了可进行道路测试的封闭区域和开放区域, 到目前为止, 10 个城市已经建立了一个智能区来展示汽车网络测试, 其中 8 个城市已经制定了测试标准或指导方针。2019 年 11 月, 首个完全自主的区级驾驶人员测试网络开业, 并且还开始了对 Apollo 自动驾驶车队当地人员的测试。

例如以自动驾驶考试和国家经营的道路为例。作为正常的封闭场所，高速公路综合交通试验区占地 3600 英亩，道路综合交通试验区总长超过 30 公里。测试道路，例如智能驾驶测试道路，动态广场，高速环路，长直线性测试道路，标准坡道和用于驾驶测试的干式控制道路。建立了 5 个自动驾驶研究与测试实验室，配备了 110 余套相关设备。在道路车辆协作技术测试中，它主要侧重于测试商用车辆上的 V2X 应用案例，交通行业的标准是《运营车辆服务车路交互信息集》。应用案例包括安全，效率和信息服务。在第 18 类的场景中，同时对商用车辆进行了恳求驾驶测试，学习可行性，如何驾驶，能源效率和安全。但是，建筑标准不统一，意见分歧很大。施工协调不力，数据共享困难；建设成本高，营业收入不好；创新的商业模式缺乏测试和验证。这些问题都需要得到解决，否则会对后续的发展产生严重的负面影响。

参考文献：

- [1] 冯春林.我国智能网联汽车产业的发展困境与应对策略[J].当代经济管理,2018,40(005):64-70.
- [2] 蔡勇,李秀文.智能网联汽车测试评价体系研究[J].中国汽车,2018,000(010):P.27-33.
- [3] 路鹏飞,薛晓卿,丁文龙,等.智能网联汽车网络安全水平定量评价方法研究[J].中国科技纵横,2019,000(001):23-26.



图 6 智能网联汽车测试场地

总结：综上所述，智能网联车辆飞速发展的过程中，让整个行业看到了未来的主要发展方向，同时认识到汽车的复杂性，在测试时必须优先考虑用户和公共安全。目前，智能网络车辆测试场景、测试场地、测试标准、仿真测试技术还没有得到全面的落实，尤其是场景建设，还有待进一步开发，从而打造出一个完善的测试评价体系，推动行业得到全面的发展。