

10.16638/j.cnki.1671-7988.2020.12.028

基于 Simulink 的 V2X 硬件在环测试系统研究

蔡之骏, 张莹, 杨波, 冯其高, 李晓平

(广州汽车集团汽车工程研究院智能网联中心电控开发部, 广州 广东 511434)

摘要: V2X (Vehicle-to-Everything) 技术的国际标准和国内标准已相继出台, 相关的测试需求也越来越迫切。文章提出一种基于 Simulink 的 V2X 硬件在环仿真测试系统方案, 该方案中 V2X 设备通过 CAN 信号与仿真模型和车机显示屏交互, 从而模拟真实的 V2X 设备实车前装工作环境; 同时, 本方案中的测试系统还使用 GNSS 模拟器发送实时定位数据以模拟真实 GPS 信号衰减。该方案能快速完成大量 V2X 算法场景测试及验证, 有效缩短测试和开发周期, 并能通过简单地加入驾驶模拟器即可支持 V2X 驾驶员在环 (DIL) 仿真测试。

关键词: V2X; 硬件在环仿真; 驾驶员在环仿真; Simulink

中图分类号: U495 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7988(2020)12-87-04

Research on V2X Hardware-in-the-Loop Test System Based on Simulink

Cai Zhijun, Zhang Ying, Yang Bo, Feng Qigao, Li Xiaoping

(Guangzhou Automobile Group Co., Ltd Automotive R&D Center, Guangdong Guangzhou 511434)

Abstract: As the national and international standards for V2X (Vehicle-to-Everything) technology been published in recent years, there are increasing needs to find ways to test V2X products effectively. This paper suggests a method to build V2X HIL (Hardware-in-the-Loop) test system based on Simulink models. In the system, the V2X equipment communicates with vehicle models and vehicle HMI screen to simulate the real environment for factory-installed V2X products; meanwhile, the system also employs GNSS simulator to send real-time position signals so that the GPS signal attenuation can be simulated. The system can complete lots of V2X algorithm scenario tests and verifications rapidly, reducing the test and develop periods significantly. Moreover, the system is able to do V2X DIL (Driver-in-the-Loop) tests by simply including the driving simulator.

Keywords: V2X; HIL; DIL; Simulink

CLC NO.: U495 **Document Code:** A **Article ID:** 1671-7988(2020)12-87-04

前言

V2X^[1] (Vehicle-to-Everything) 技术通过将“车-人-路-云”等交通要素有机地结合起来, 能有效构建智慧交通体系, 并使车辆获取比单车感知更多的信息。随着 V2X 国际和国内

作者简介: 蔡之骏, 广汽研究院电控开发部软件工程师, 美国哥伦比亚大学及南加州大学双硕士, 研究方向: V2X 碰撞预警算法及仿真研究。

标准的出台与推行, V2X 设备的开发与应用已经在各大厂商内纷纷展开, 相关的 V2X 测试需求也与日俱增。传统的 V2X 应用测试使用实车测试, 需要多台实车搭载相应的 V2X 设备去实际场景行驶。实车测试效果真实, 但非常耗时, 且受路况与车况的限制, 而 V2X 硬件在环仿真可以很好地提升测试效率, 并且由于仿真的车辆行驶轨迹是在仿真软件模型中搭建, 所以不受路况与车况的限制。因此, 搭建 V2X 硬件在环测试平台的重要性也与日俱增。

信模块转换为 CAN 信号传输给 LTE-V 盒子。

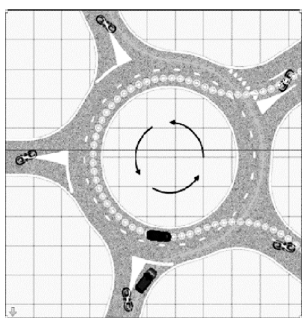


图 2 车辆轨迹模块

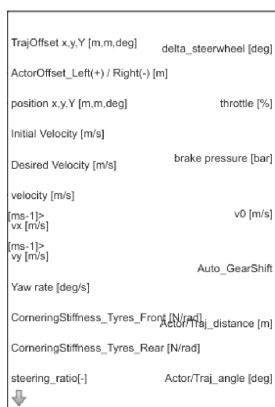


图 3 车道保持模块

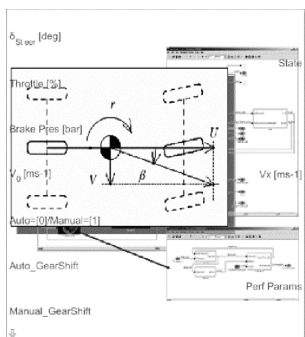


图 4 车辆动力学模块

2.2 驾驶模拟器控制模块

如图 5，驾驶模拟器控制模块为 PreScan 自动生成。该模块为可选模块，负责将驾驶模拟器的输入信号传给 Simu-link 中的主车从而实现驾驶员在环仿真测试，使用该模块时需要将主车的车道保持模块替换为该模块。

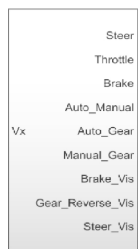


图 5 驾驶模拟器模块

2.3 CAN 通信模块

如图 6，CAN 通信模块为手动添加的 Simulink 模块，将接受的车辆动力学参数和定位信息按该模块读取的对应 dbc 文件格式转换成相应格式的 CAN 信号，配置相应的 CAN 通道，通过 usb 线发送给 CANoe 设备。



图 6 CAN 通信模块

2.4 GNSS 模块

如图 7，GNSS 模块为手动添加的 Simulink 模块，使用 S-function 结合 GNSS 模拟器远程指令实写成，用于将模块生成的主车坐标转换为经纬高，通过网线实时发送给 V2X 硬件在环系统中的 GNSS 模拟器，以此保证 GNSS 模拟器广播的定位信息与 Simulink 模型同步。

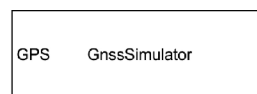


图 7 GNSS 模块

3 测试流程

本文所述 V2X 台架仿真测试流程包括 HIL 测试流程及 DIL 测试流程；测试结果根据预警算法的不同采用不同的处理方式，可以实时监控算法过程中的各个参数和变量从而得到统计结果图，用于验证算法的可靠性及效率。

3.1 V2X 硬件在环测试流程

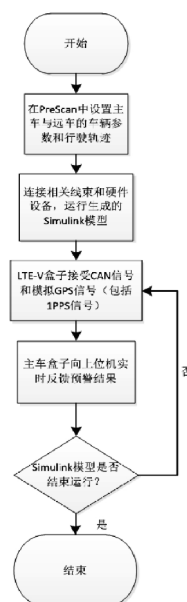


图 8 V2X 硬件在环测试流程

本文所用系统可通过切换 Simulink 模块进行 V2X 驾驶员在环测试，流程如上。

3.2 V2X 驾驶员在环测试流程

本文所用系统可通过切换 Simulink 模块进行 V2X 驾驶员在环测试，流程如下：

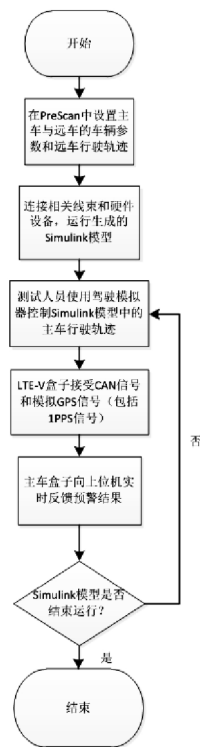


图 9 V2X 驾驶员在环测试流程

4 测试结果分析

本文所述 HIL 及 DIL 台架仿真测试结果包含 GUI 显示

内容以及自定义算法参数检测，Simulink 模型可将各个时间点对应的算法参数及变量（碰撞预警时间、预警距离等）记录下来进行分析，从而验证算法的可靠性与准确性；测试系统可自定义测试输出结果，以满足各种 V2X 预警算法的测试结果需求。

其中，Simulink 模型中可加载自动化测试脚本，使模型自动完成多个预设场景测试，从而大幅提升测试效率。

5 结论

本文提出一种基于 Simulink 模型的 V2X 硬件在环仿真测试方案。该方案模拟真实的 V2X 前装工作环境和 GPS 环境，能通过自动化脚本高效地完成大量的 V2X 算法场景测试与验证，同时还能通过简单地加载驾驶模拟器切换成驾驶员在环仿真测试系统方案。

参考文献

[1] IMT-2020(5G)推进组.C-V2X 白皮书,2018-06:2-3.

[2] 张春洲,石晶.基于 ADAS 实验平台的自动泊车系统研究[J].汽车实用技术, 2019(16):41-42.

[3] 许广吉,石晶.ADAS 实验平台硬件在环仿真[J].汽车实用技术, 2019(09):42-43.

[4] 吴利军,刘昭度,何玮.汽车 ACC 跟随控制策略研究[J].汽车工程, 2005,27(5):514-515.

[5] 齐鲲鹏,隆武强,陈雷.硬件在环仿真在汽车控制系统开发中的应用及关键技术[J].内燃机,2006(5):178- 179.

[6] 周荣宽,韩晓东,王秀锐,等.一种汽车硬件在环仿真测试系统和测试方法:中国,201410315424.7[P].2014- 07- 04.