

2023 年度中国智能交通协会科技进步奖申报项目的公示

一、项目名称：车路云群体智能协同控制与虚实交互测试验证关键技术及应用

二、申报单位：北京交通大学；清华大学；长安大学；北京星云互联科技有限公司；中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司；武汉理工大学；北京易华录信息技术股份有限公司

三、申报类型及申报等级：科技进步奖、二等奖

四、项目简介

智能车路云一体化技术是当今国际智能交通领域的前沿技术和必然发展趋势，是提高效率、优化能耗、降低排放的有效手段，将从根本上改变传统道路交通的发展模式，构建新一代智能交通系统。但随着道路交通基础设施数字化、智能化、信息化系统建设的不断深入与车路群体的大量融入和交互频繁，传统交通环境将衍变为由数量众多、不同等级的数字交通基础设施和自动驾驶车辆构成的混合异构交通环境，车路自组织、网络化、非线性、强耦合、泛随机、异粒度等群体特征凸显，环境感知融合不充分、交互资源匹配不均衡、计算能力水平不足等情况普遍存在，迫切需要研究车路云一体化的群体智能控制理论与方法。除此之外，现有测试手段存在测试机制不灵活、测试场景限制多、测试对象单一的问题，在云端的支撑下缺乏支撑车路多对象协同效能验证的高效测试手段。因此，需要深入分析车路系统测试需求，设计可拓展、高可靠的测试体系框架，攻克车路协同虚实交互测试技术。

在上述背景下，团队突破了一系列难题，主要科技创新成果如下：

（1）突破了基于多源数据融合和可信交互策略的交通态势全域感知增强技术，研究了基于雷视融合的车辆自主感知方法，通过空间标定和时间对准实现了雷视数据的时空配准，基于注意力机制将低分辨率的雷达点云与高分辨率的视觉图像进行有效融合。分析了车车、车路云信息交互流程和不同模式下的交互需求，在云端服务器的算力支撑下，形成了车路云环境下基于交通业务特征理解的可信交互策略，扩大了自动驾驶车辆的自主感知范围、改善复杂交通环境下的遮挡所导致的感知盲区问题。

（2）提出了基于合作竞争博弈的车路云群体协同决策与多目标智能控制方法，研究了车路主体协同决策合作运行机理，解析多交通主体路权竞争和运行序列竞争模型，建立车路群体行为随时空迁移的耦合演化机制。突破了车路主体多态耦合特征与竞争合作特征的柔性组合、整合与聚合方法，能够考虑不同场景切片下安全、效率、舒适、节能等多目标优化需求，进而实现多主体多目标车路群体合作博弈决策，保障了车路云群体多目标优化的动态平衡。

（3）攻克了混合交通全要素运行模型特征解析与数字孪生场景快速生成技术，项目研究了基于混合交通场景要素解析的车路云测试案例生成方法，大幅度提高了测试案例的多样性和覆盖度，实现了多车效率类、单车安全类仿真测试场景生成。将感知、交互、决策功能设备映射至虚拟测试环境，形成包含真实交通运行、孪生状态推演、虚拟交通运行的虚实交互测试验证环境，实现不同数字化、智能化等级的虚拟仿真车辆/交通基础设施的模拟运行，支撑了车路交通试验设

备、核心部件功能模块、虚拟仿真主体多元在环的协同效能测试验证。

(4) 实现了大规模异构交通群体智能协同行为虚实交互测试与效能验证技术,研究了仿真场景自动化、模块化构建技术,提出了仿真加速的优化方法,实现了大规模仿真场景快速建模。利用支持人工/自动混驾的多层级硬件在环,实现了大规模异构交通主体群体智能协同行为仿真、测试与评估。评价了不同类型的指标对指标体系颗粒度、客观性、模糊性的影响程度,形成了客观测量值和能力水平、主观分析值和模糊水平、整车级和系统级指标对应的方案,建立了基于整车级与系统级指标的群体智能协同行为全元素评价指标体系。

本项目通过算法联调、合作部署、协同应用,所提出技术能够有效提升交通运输效率,构建的仿真平台能够支持 229 个节点路网和 4069 个交通主体的群体协同行为仿真,具备 5 种智能交通主体仿真模型作为仿真系统底层模型支撑,能够重构 51 种交通典型场景,提供了灵活的仿真测试接口,能够满足各种扩展场景需求,接入多种协同控制算法、支持硬件在环仿真测试、具备测试与效能评估功能,能够有效支撑智能车辆安全避碰、跟驰换道、自主巡航、协同编队、信号协同控制等功能。开发了大型枢纽机场低速无人驾驶演示系统,实现了 30 余种场景、20 余种调度任务、4 种无人驾驶智能等级下的仿真测试。相关技术与平台在实际试验场进行了多次实地测试和演示,为我国自主研发的车路云系统提供了关键技术和示范应用支撑。

五、全部完成人姓名(含排序)

上官伟;张毅;柴琳果;蔡伯根;惠飞;郭蓬;王易之;褚端峰;郑四发;贾宁波

六、本校完成人情况

排名	完成人	职称	现工作单位	成果完成单位	对本项目的主要贡献
5	惠飞	教授	长安大学	长安大学	对创新 2, 3 做出了较大贡献,参与完成了基于合作竞争演化和资源均衡分配的车路群体智能控制技术研究及技术开发工作,在群体智能控制与混合交通场景要素解析方法方面取得了重要理论成果。在项目中主要研究了基于合作竞争演化和资源均衡分配的车路群体智能控制,突破了车路主体多态耦合特征与竞争合作特征的柔性组合、整合与聚合方法,能够考虑不同场景切片下安全、效率、舒适、节能等多目标优化需求,进而实现多主体多目标车路群体合作博弈决策,保障了车路云环境下群体多目标优化的动态平衡。并建立了自动

					驾驶车辆与信号控制系统的迭代协同控制反馈机制，实现基于车路云的群体自学习决策优化与智能协同控制。
--	--	--	--	--	--

七、全部完成单位名称（含排序）

北京交通大学；清华大学；长安大学；北京星云互联科技有限公司；中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司；武汉理工大学；北京易华录信息技术股份有限公司

八、代表性成果目录公示

知识产权（标准）名称	国家（地区）	授权号	授权日期	完成人
车路协同环境下的交互式视景仿真系统	中国	ZL201610055784.7	2018-08-21	上官伟;蔡伯根;王剑;郭弘倩;
车路协同环境下的无信号交叉口优化控制方法和系统	中国	ZL201510065215.6	2016-07-13	上官伟;蔡伯根;王剑;刘江;郑子茹;崔晓丹
车路协同信息交互仿真系统及方法	中国	ZL201310017182.9	2016-01-06	上官伟;蔡伯根;严细辉;张树忠;王剑;刘江
车路协同系统仿真交通量统计分析软件	中国	2017SRBJ0625	2017-08-10	柴琳果;上官伟;蔡伯根;王剑;刘江;陈俊杰
智能车路协同多车协同运行控制仿真软件	中国	2017SRBJ0622	2017-08-10	柴琳果;上官伟;蔡伯根;王剑;陈俊杰;刘江
基于 GNSS-INS-UWB 组合的室内外无缝定位方法	中国	ZL201910924441.3	2021-09-21	姜维;蔡伯根;王剑;上官伟;刘江;柴琳果
利用 INS 和 DTM 确定 GNSS 误差的方法	中国	ZL201810763731.X	2020-07-17	靳成铭;蔡伯根;王剑;陈俊杰
一种基于视频图像的危化品运输车辆检测与识别方法	中国	ZL201810541843.0	2022-06-17	惠飞;景首才;宋欢欢
一种车辆异常	中国	ZL201810500886.4	2022-03-01	惠飞;景首

驾驶行为的检测方法				才；吴丽宁；彭娜；贾硕
-----------	--	--	--	-------------