2021年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 面向自动驾驶测试的虚实场景融合技术研究

选题类别：☐基础性研究 ■应用性研究 ☐工程技术攻关研究

☐新开辟的研究方向 ■已有研究方向的继续 ☐其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

发展自动驾驶的首要前提是安全。自动驾驶车辆在面向市场推广之前，需要在复杂的真实交通场景中进行相关功能和算法的测试和验证，确保自动驾驶在各种条件下的安全性和可靠性。道路测试是自动驾驶车辆积累测试数据、不断提升算法性能的有效手段，也是自动驾驶车辆能够上路前的必经阶段。按照美国高速公路管理局的数据，平均行驶85万公里才会经历一次警方报告事故，接近1.5亿公里才会出现一次致命事故。产业观点认为自动驾驶系统需要160亿公里的行驶数据来优化相关算法，按照以上数据计算，一支拥有1000辆自动驾驶测试车的车队需要大约50年的时间才能完成足够的测试里程，同时，未知的危险交通场景极难穷尽。自动驾驶实车测试的方法存在着测试场地有限、实验成本高、可重复性差、交通场景难以穷尽的缺点。

基于引擎的仿真系统为自动驾驶测试提供了另一种手段。通过构建逼真的静态环境和动态交通场景，让虚拟车辆在用户模拟真实交通场景搭建的仿真场景中行驶，从而测试自动驾驶算法，在有限的虚拟测试里程中有效提高训练价值较高的危险和边缘场景的频率和密度，为测试自动驾驶提供了一种新途径。与目前实车测试相比，自动驾驶仿真测试具有加快自动驾驶测试进程，在保证测试人员安全的同时，可有效降低测试的成本和时间。但是仿真车辆动力学模型与真实车辆之间的差异、理想型传感器模型精度不高以及环境模型真实感不足等仿真本身存在的不足，使得经仿真环境验证的自动驾驶功能在实际测试时仍然存在问题，并不能直接进入下一阶段的封闭道路测试。

结合仿真测试和道路测试的优点，将虚拟交通场景与实际交通场景融合后输入待测自动驾驶系统，使得待测车辆能够同时感知虚拟和真实的交通场景，实现车辆的虚实融合场景测试。该技术可通过融合虚拟场景数据与实时道路信息，来构建较为复杂的交通场景，具有低成本、高安全性、可重复等优点，进而加快自动驾驶发展进程。因此，面向自动驾驶测试的虚实场景融合技术的研究具有重要意义。

综上所述，博士选题将主要对自动驾驶测试的虚实场景融合技术展开研究，针对目前自动驾驶道路测试成本较高且不易重复，虚拟仿真测试虽然可以创建大规模丰富的场景，但是虚拟环境和虚拟传感器数据与真实条件存在差异的现状，通过实时融合虚实场景的图像数据及虚实场景的点云数据，提高场景丰富度，增强自动驾驶车辆的感知能力，克服基于实车测试场景成本高且难以重复的缺点，同时保证自动驾驶测试的安全性，主要开展如下研究内容：

（1）搭建自动驾驶虚拟场景。选取自动驾驶仿真平台，研究静动态场景构建技术、光照和天气效果实现、传感器仿真等技术，搭建自动驾驶虚拟场景。

（2）研究虚实场景融合的图像融合技术。推导相机成像模型，基于相机工作原理分析相机仿真技术。基于泊松融合算法实现虚实场景融合并进行算法改进，包括搭建泊松融合数学模型，并对泊松融合算法存在的伪影和渗色问题进行改进，对不同方法进行对比验证改进算法优越性。

（3）研究虚实场景融合的点云融合技术。根据激光雷达工作原理搭建其仿真模型，利用图像和点云的映射关系获取到激光雷达对应的图像像素点深度信息，并基于最近距离策略进行融合，通过试验验证算法可行性。

（4）数据集验证与仿真试验。制作真实数据集、虚拟数据集和利用算法生成的融合数据集，对于图像数据，利用YOLO-v3目标检测模型进行训练后比较三个数据集的目标检测评价指标；对于点云数据，利用SqueezeSeg点云语义分割模型训练后比较其点云分割评价指标，验证图像融合技术和点云融合技术的可行性和优越性。

（5）对虚实场景融合数据进行评估测试，通过构建车辆在环（ViL）实验验证本方法的实用性，通过和已有系统数据对比分析本方法的优越性。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题科研经费来源于哈尔滨工业大学重大科研项目培育计划(ZDXMPY20180109)和陆军装备部某型号项目(LJZ2019-CGS801)

2021年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 基于增强现实的自动驾驶测试数据生成技术研究

选题类别：☐基础性研究 ■应用性研究 ☐工程技术攻关研究
☐新开辟的研究方向 ■已有研究方向的继续 ☐其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

安全问题是自动驾驶汽车能否实际落地的关键，直接决定了自动驾驶车辆能否达到国际标准的要求。相关研究指出自动驾驶汽车必须行驶数亿英里，有时甚至是数千亿英里，以证明其在安全方面的可靠性。即使是在相当激进的测试条件下，以现有自动驾驶实验车队的规模也需要数十年甚至数百年的时间来测试这些里程。为了解决自动驾驶汽车测试评价问题，当前的主要解决方案是建立自动驾驶测试车队，在特定的道路进行实际道路测试；或者是投入大量的人力、物力来搭建封闭的测试场地进行自动驾驶汽车的封闭场地测试。但是上述两种测试方式存在以下的缺陷：首先这些测试方案成本高昂，大幅度增加了自动驾驶车辆的开发成本，此外，一些特殊场景，如极端天气、传感器故障、道路部分路段损毁等状况无法进行有效的重复测试。而无人驾仿真系统则为解决这个难题提供了一种安全高效的解决方法。借助仿真环境中车辆动力学模型的建立、环境传感器仿真、各类交通场景仿真，可以极大地提高开发效率，验证无人驾驶环境感知、车辆定位、局部和全局路径规划、决策控制等各个模块算法的有效性。当前的仿真测试系统大多为高级驾驶辅助系统设计，并不能满足高等级自动驾驶汽车对自动驾驶仿真器高实时性、高保真度、高精细度的要求，利用现有的自动驾驶仿真技术只能完成算法理论上的分析和测试，远远达不到自动驾驶汽车仿真训练、测试验证系统的要求。

现有的自动驾驶仿真测试系统在仿真传感器、仿真测试系统的多样性等方面依然存在较多的不足之处。因此，对自动驾驶车辆仿真测试技术进行深入的研究，寻求一种可以准确还原实际道路测试环境数据的自动驾驶仿真测试方案十分关键。自动驾驶仿真测试技术的研究需要考虑图像数据、激光点云数据等信息的真实度以及在不同光照、天气情况下的变化，保证仿真得到的数据符合实际传感器的特性，避免仿真系统的失真，以确保在自动驾驶仿真环境中进行的测试能够切实有效。为了提升自动驾驶仿真系统仿真传感器数据的拟真程度，借助增强现实技术，将已有的道路采集数据进行扩展后用于自动驾驶车辆的仿真测试可以保证仿真数据和真实数据具有一致性。

综上所述，博士选题将通过增强现实技术，提升自动驾驶仿真测试系统的精细度和真实度，保证自动驾驶仿真测试系统与真实世界具有高度的一致性，主要开展如下研究内容：

（1）分析图像修复的基本理论，研究各类修复方法的实际效果与优缺点，设计构造用于图像修复的深度学习模型，以传统GAN为基础，结合语义图像与彩色图像，通过两段神经网络实现对图像孔洞的修复。

（2）利用深度学习技术，建立端到端的RGB图像和3D模型之间的神经网络，并根据车辆、行人的模型特点对网络的函数进行优化设计，得到高精细度的3D模型，同时利用色彩渲染技术对3D模型进行色彩渲染。

（3）利用生成的3D模型进行图像重建增强，包括将3D模型渲染到静态场景图像以及深度图像当中，对生成的图像进行渲染后处理，保证增强后图像数据的准确度、精细度。

（4）研究GAN中的两个神经网络，理解两个神经网络迭代的过程和设计的准则，分析生成器的理论模型，通过对图像中纹理特征的分析设计两个损失函数分别用于生成器和分类器，实现将图像数据由白昼渲染至黑夜，对增强测试数据的多样性进行扩充。

（5）分析机械旋转式激光雷达的工作原理，建立激光雷达数学模型，结合场景激光点云数据生成场景的深度、法线、纹理立方体地图，实现激光雷达仿真模型，完成激光点云的虚拟仿真合成。

（6）对虚拟仿真数据进行评估测试，通过构建车辆在环（ViL）实验验证本方法的实用性，通过和已有仿真系统仿真数据对比分析本方法的优越性。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题科研经费来源于哈尔滨工业大学重大科研项目培育计划(ZDXMPY20180109)和陆军装备部某型号项目(LJZ2019-CGS801)