**开 题 报 告（该表格由学生独立完成)**

|  |
| --- |
| **建议填写以下内容**：**1. 简述课题的作用**、**意义**，**在国内外的研究现状和发展趋势**，**尚待研究的问题**。**2. 重点介绍完成任务的可能思路和方案**。**3. 需要的主要仪器和设备等**。**4. 主要参考文献**。  **一、课题的背景、意义及前景**  悬架系统是汽车底盘功能发挥的基石，是影响汽车平顺性和操纵稳定性的重要因素。近年来，汽车工业的发展尤为迅速，这也使得人们对于车辆的舒适性与安全性的要求不断提升。预瞄控制悬架将路面预瞄器与半主动悬架相结合，通过预瞄器检测识别到的路面不平激励，实时调整悬架状态，有效缓解车辆在行驶过程中受到地面不平所引起的振动或冲击。对路面的实时检测与准确分类以及合理的控制方法对于预瞄悬架系统的性能至关重要。作为一种改善车辆平顺性与操纵稳定性的技术，预瞄电控悬架在海内外学术界、工程界得到了密切关注，是当前工程领域的研究重点。为此，本文开展对预瞄电控悬架系统研究具有重要意义。  **二、国内外研究现状**  根据标准GB/T 4970-2009制订的路面标准及平顺性指标，路面被分为两类：连续随机路面和离散冲击路面类型。  针对连续随机路面下的预瞄控制悬架。解决思路是先对连续路面进行分类识别，而后基于识别的不同路面等级进行预瞄悬架控制。Decatur (1989)利用人工神经网络提取雷达地形图像的纹理特征对图像进行路面类型的分类。秦东晨等人(2016)以簧载加速度信号作为判断依据，通过小波变换及自适应神经模糊网络（ANFIS）实现了对的路面等级识别方法。  针对离散路面预瞄悬架的研究大多是基于假设前方路面已知的前提下，研究对象为控制方法的研究,在离散路面的识别方面相关研究较少。徐闯(2017)等人提出基于天棚-地棚的切换控制策略，并通过高精度的车辆动力学模型进行仿真验证。李志强(2019)针对离散路面建立了一种阻尼力分段约束建模的方法，并在此基础上以阻尼力作为控制量设计了控制器。吉林大学赖颀(2017)基于仿真软件ADAMS/CAR建立车辆模型和离散冲击路面工况类型，参考平顺性测试标准对整车平顺性综合分析。综合看来，将检测识别前方离散路面的算法和基于离散路面的悬架控制融合起来，是未来该领域研究的一个研究方向。  当前国内外的研究大多数是分别针对连续随机路面下的预瞄电控悬架和离散路面下的预瞄电控悬架所进行的，对于能够同时处理离散路面和连续随机路面的电控悬架系统的研究相对较少。  官锌强等人(2020)提出了一种采用双目相机获取路面信息，基于融合 Census-SAD 的立体匹配算法获取路面不平度及深度数据的悬架预瞄器，并采用阶梯型天棚控制器控制作为控制器。针对离散冲击和连续随机路面两种工况，可以分别针对两种工况开发最适合的控制方法，并由切换器并根据工况在两种控制方法间转换。 Bai和Yang(2019b)在座椅减振器系统上应用了这种混合控制方法的思想，该系统的控制器器由一个用于振动控制的Skyhook控制器、一个用于冲击激励时的软着陆控制的控制器，以及判断系统当前状态切换所用控制器的切换器组成。  LSTM是循环神经RNN的一种变体，是一种深度循环神经网络。该网络每个记忆单元通过引入输入门、输出门和遗忘门三个门控开关解决了传统RNN模型的梯度消失和梯度爆炸的问题，是目前实际应用中最高效的时间序列模型。LSTM 是由 Hochreiter和 Schmidhuber(1997)提出. LSTM在时间序列数据的处理过程中充分的证明了它的有效性，该技术已经被广泛的应用于诸多领域，例如：流量预测、股票价格预测以及剩余使用寿命预测等。梁冠群等人(2021)基于LSTM网络提出了实时路面不平度等级辨识方法，该算法以利用轮心垂向加速度的时序信号作为输入，具有具有高准确率和高鲁棒性的优点。 。  YOLOv5作为一种一阶段识别算法相比于R-CNN、Fast-RCNN 等典型两阶段识别算法，具有识别速度快的优点，因此被广泛地应用于车辆在各类场景下的实时目标检测, Wu等人(2021)基于YOLOv5开发了一种实时车辆检测算法，Guo等人(2022)和左昊等人(2023)各自提出提出了一种基于改进 YOLOv5 的路面缺陷检测算法。在上述基于YOLOv5的检测算法基础上，基于YOLOv5编写离散路面的识别算法是一种可行的技术方案。  **三、研究目的及内容**  （1）建立车辆悬架系统动力学模型；  （2）建立基于LSTM网络深度学习算法的整车悬架系统在连续随机路面上的路面等级辨识算法；  （3）设计基于YOLOv5的离散路面检测算法；  （4）设计基于预瞄结果的智能悬架系统的阻尼比混合控制算法；  （5）进行相应的硬件在环试验。   1. **可能的研究思路和方案** 2. 运用MATLAB建立连续随机路面激励模型，并将MATLAB生成的各级路面不平度曲线数据导入Carsim中获得车轮垂向位移的响应数据。使用车轮垂向位移数据训练LSTM网络，从而搭建基于LSTM网络深度学习算法的连续路面等级辨识算法。 3. 在Pycharm平台训练基于YOLOv5的离散路面检测算法，并尝试将当前的YOLOv5算法的改进方案整合进离散路面检测算法中以提高算法的泛化能力。 4. 在Simulink上搭建混合控制器模型并结合悬架系统动力学模型进行仿真验证控制策略的可行性，从车身垂向加速度、悬架动行程及轮胎动载荷等方面评价控制效果； 5. 在所有子模块调试完成后，将整个预瞄电控悬架部署在试验台架上进行硬件在环试验。     **五、主要参考文献**  .  Bai, X. X. F., & Yang, S. (2019). Hybrid controller of magnetorheological semi-active seat suspension system for both shock and vibration mitigation. Journal of Intelligent Material Systems and Structures, 30(11), 1613-1628.  Decatur, S. E. (1989). Application of neural networks to terrain classification. Proceedings of IJCNN (Washington DC, USA), 1, 283-288.  官锌强.(2020).基于双目视觉的半主动悬架预瞄控制技术研究(硕士学位论文,西南交通大学).<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD202102&filename=1021574722.nh>  Guo, G., & Zhang, Z. (2022). Road damage detection algorithm for improved YOLOv5. Scientific reports, 12(1), 1-12.  赖颀. (2018). 典型路面冲击工况整车平顺性分析 (Doctoral dissertation, 长春: 吉林大学).  李志强. (2019). 离散冲击路面工况下汽车半主动悬架控制方法研究 (Master's thesis, 哈尔滨工业大学).  梁冠群, 赵通, 王岩, & 危银涛. (2021). 基于 LSTM 网络的路面不平度辨识方法. 汽车工程, 43(4), 509-517.  秦东晨, 黄一鸣, 朱玉刚, & 王婷婷. (2021). 典型路面的车辆悬架预瞄控制系统研究. 机械设计与制造.  徐闯. (2020). 离散冲击路面下电磁阀式半主动悬架控制方法研究 (Master's thesis, 哈尔滨工业大学).  左昊 & 牛晓伟.(2023).基于改进YOLOv5的路面缺陷检测算法研究. 信息技术与信息化(01),50-53. |
| **指导教师评语：**（建议填写内容：对学生提出的方案给出评语，明确是否同意开题，提出学生完成上述任务的建议、注意事项等）  **同意开题。**  **指导教师签名：**  **2023年3月 日** |