基于模糊推理的纯电动客车电机扭矩控制策略

一. 成果完成人及所在单位：周慎、左文洋、陈松，机械与汽车工程学院

指导教师：孙贵斌、邱亦睿

二.成果简介：

纯电动客车节能减排和交通中有重要作用，为提升纯电动客车的动力性和操纵性，本文提出一种基于模糊推理和驾驶意图对输出电机扭矩补偿的控制策略，首先，讨论了三种油门踏板控制策略的动力性及扭矩分布，其次，提出使用等比例油门踏板控制策略确定驾驶员意图，然后，针对解决纯电动客车加速需求扭矩大的问题，根据驾驶员对于油门踏板的控制，基于模糊推理制定一种模糊规则对扭矩进行补偿，最后，对提出的扭矩补偿控制策略进行仿真和实验。

三. 主要研究内容及创新点：

为研究纯电动客车动力性和操纵性，以电机扭矩为研究对象，通过参考绘制出的三种加速扭矩控制策略曲线并进行分析比较，确定了以等比例油门踏板开度对电机输出扭矩进行研究。由于加速踏板开度不同，纯电动客车对于驱动电机输出扭矩的要求也是不同的，提出油门踏板开度大时需要采取对扭矩进行补偿的方式输出驾驶员需求扭矩。由于驾驶员目标需求扭矩的特点，通过比较几种算法的应用，确定选用模糊推理进行研究，根据制定的规则，获得的模糊推理曲面如图 1 所示。为了验证制定策略是否可行，通过 Matlab/Simulink 搭建控制策略模型，用阶跃函数作为输入，运行模型，仿真结果表明，采用控制策略响应时间提升了 51.7%，符合实际中驾驶员增大油门踏板对大扭矩需求。对提出电机控制策略在实车上进行实验验证，选用永磁同步电机，使用该电机扭矩策略与未使用该电机控制策略的油门开度、扭矩曲线如图 2 所示，实验结果表明，在 0-1.04s 和 40.99-41.90s，起步加速响应速度提升了 44.44%，带有扭矩补偿的控制策略在短时间内输出扭矩更大；相同需求扭矩下，带有扭矩补偿控制策略在行驶状态加速响应速度提升了 62.86%，在行驶状态减速响应时间在不同开度变化率下也有所减少，即实验中第一次减速状态响应时间缩短了 0.80s，第二次行驶状态减速响应时间缩短了 0.62s。提出的电机扭矩补偿控制策略可以明显缩短响应时间，满足驾驶员对于纯电动客车扭矩需求，可以为电动汽车动力性研究提供一种新思路。

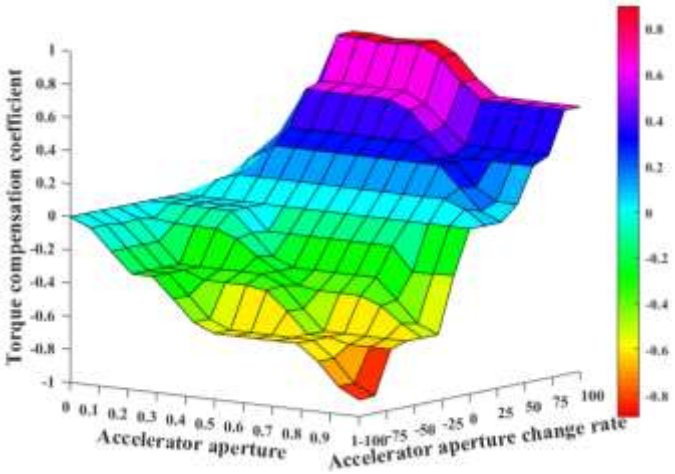


图 1 扭矩补偿模糊推理曲面

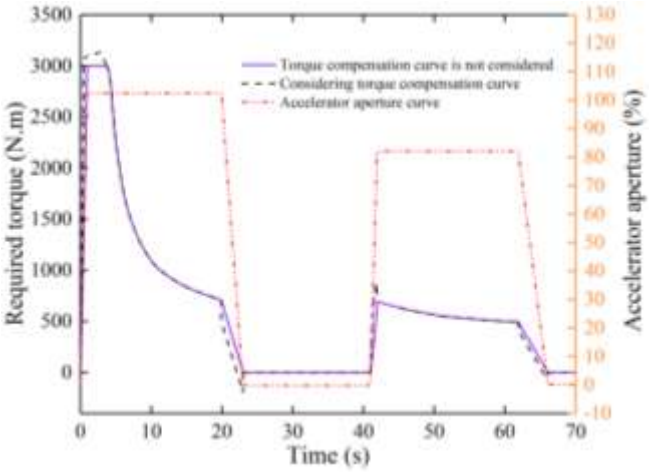


图 2 控制策略试验油门开度、扭矩曲线

四. 主要研究成果及应用情况

在 Journal of Network Intelligence 上导师第一，本人第二发表《Motor Torque Compensation Control Strategy of Pure Electric Bus Based on Fuzzy Reasoning》论文 1 篇。

联系人：周慎，电　话：18738878373　　Email:1754676934@qq.com