典型场景下驾驶员反应特性分析以改进紧急制动策略

成果完成人及所在单位： 卢明，机械与汽车工程学院　　指导教师：韩勇

二. 成果简介：

驾驶员行为对碰撞事故发生影响较显著，但针对在典型场景下的电动两轮车事故中的驾驶员行为差异研究较少。本研究利用六自由度驾驶模拟器搭建了三种真实事故典型场景，同时考虑到自动紧急制动系统对 60km/h 以上时速的车辆避撞性能较低，分析了 40，50，60km/h 三种车辆行驶速度和驶员在不同典型场景下的行为反应差异对事故风险的影响，研究结果对提高车辆自动紧急制动系统避撞电动两轮车安全性设计提供理论参考。

三. 主要研究内容及创新点：

选取中国典型的当两轮车事故占比前三的场景，在厦门理工学院搭建的六自由度驾驶模拟器进行重建，招募了 30 名志愿者（男性 25 人，女性 5 人）进行驾驶模拟实验，采集有效样本 150 个。使用描述性统计描述各特征参数在碰撞和未碰撞，以及总体情况下的集中趋势和离散程度，是判断各参数差异的推断性统计的基础。检验各参数的在不同典型场景下驾驶员各反应特征的正态显著性。使用夏皮洛-威尔克检验来检测数据是否服从正态分布，服从正态分布的数据用平均数显示集中趋势，标准差显示离散程度，不服从正态分布的数据用中位数和四分位距来描述。对各场景间驾驶员的反应特征参数进行 Friedman 检验，分析其在各场景间是否存在显著差异；使用二元逻辑回归，判断各特征对碰撞发生的显著性，二元逻辑回归公式：

$$\ln\frac{P}{1-P}=\beta_0+\beta_1x_1+\cdots+\beta_nx_n$$

式中：P为碰撞概率（0 表示未碰撞，1 表示碰撞），x_i为解释变量，β_i是解释变量系数（$i=1,\cdots,n$），解释变量为驾驶员各反应特征（Brt，Pt，Mt，Accp，Brake，Steer）组成。

结论：1.速度差异较大时驾驶员的反应特征差异有显著性。速度为 40km/h 时刹车反应时间，感知时间和制动踏板平均开度与在速度为 60km/h 情况下有显著差异；2. 三种典型场景下驾驶员对场景一中慢慢侵入自车道的行为的警惕性较低，较其它场景有较大的刹车反应时间和较小的制动踏板平均开度；3. 在驾驶员反应特征中，刹车反应时间、制动踏板平均开度和方向盘平均转角是影响碰撞发生的重要因素。

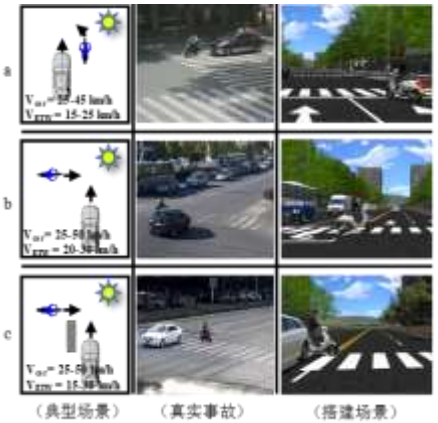


图 1 驾驶模拟场景搭建

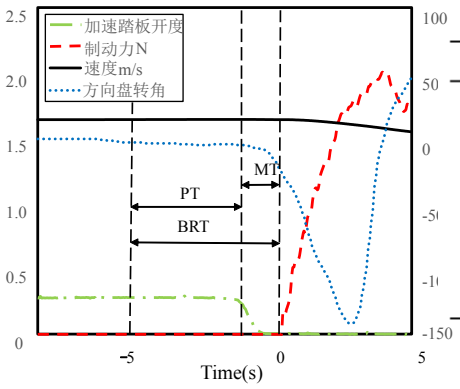


图 2 驾驶员行为特征

变量	偏回归系数	标准化回归系数	P 值
Brt	2.64	1.598	0.002
Pt	-0.16	-0.107	0.833
Mt	-0.72	-0.154	0.509
Accp	1.09	0.069	0.734
Brake	-4.00	-0.518	0.045
Steer	-23.95	-0.66	0.001

图 3 各特征二元逻辑回归结果

四. 主要研究成果及应用情况

在 2022 中国车辆控制与智能化会议（CVCI2022）发表会议论文 1 篇；第二十五届汽车安全技术学术会议发表会议论文一篇。

联系人：卢明，　　电　话：13422188714　　Email:785771295@qq.com