

骑行行为检测及预警系统

徐梦洁^{1,2}, 夏晨艳, 莫佳辉, 杨涛, 杨玉坤, 刘鑫龙, 王鹤霖

(合肥工业大学, 合肥 230009)

摘要: 设计了一种基于智能手机传感器的, 可对在骑行过程中采集到的数据进行预处理并利用机器学习算法识别骑行者危险行为的预警 APP, 选用 SVR (支持向量回归) 算法和随机森林分类器进行机器学习部分算法的开发和模型的训练。本设计对超速骑行的有效识别率达 96%, 极大地提升了骑行安全性。

关键词: 行为识别; 支持向量回归; 随机森林分类器; 加速度传感器

中图分类号: TP29 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1050

1 传感器设计背景和应用价值

设计背景: 近年来, 非机动车事故发生率逐年上升, 2022 年发生的 26 万起非机动车事故中, 92% 的人员伤亡是由非机动车驾驶人违规行驶引起的, 从伤亡人员的交通方式上看, 驾驶非机动车排名第三, 仅次于步行和驾驶摩托车的伤亡人员数量。其中 58.4% 的人员受伤、35.0% 的人死亡是由非机动车骑行者自身肇事引起。同时, 平均每一起非机动车肇事会导致 1.14 人受伤, 平均每 7 起非机动车肇事会导致 1 人死亡。如何保障非机动车骑行安全已成为亟待解决的公共安全问题。

应用价值: 本设计利用传感器采集骑行速度、加速度等量, 可识别多种骑行行为, 并在用户产生超速、急刹等危险行为时发出警报, 最大限度预防非机动车事故的发生。本设计对超速骑行的有效识别率达 96%, 有效解决了如何保障骑行安全这一迫切的社会问题。

2 创新点与优势

1) 传统的行为识别主要采用定制的穿戴设备传感器或者外接式传感器, 其成本高且设备穿戴复杂, 因此这些传感器难以被应用于日常生活。本设计利用手机内置传感器配合 APP 检测用户的骑行行为, 使用方式便捷, 易于推广, 具有广阔的市场前景和经济效益。

2) 本设计采用阈值法和支持向量机相结合的行为识别方式, 阈值法为机器学习模型提供质量更高的数据, SVM 模型为阈值法提供进一步精准判断的能力, 二者结合解决了阈值

¹第一作者信息: (徐梦洁, 女, 讲师, 新型惯性传感器的研制, xumj@hfut.edu.cn)

²通讯作者信息: (徐梦洁, 女, 讲师, 新型惯性传感器的研制, xumj@hfut.edu.cn)

法检出率较低以及支持向量机实时性不强的问题。

3) 目前市面上大多数同类产品只聚焦于具体动作的识别, 却忽略了将识别动作归类为不同的具体行为, 对此, 本设计创新采用机器学习方法完成动作转换的分析研究。

3 实现方案简介

3.1 设计原理

首先, 为从数据中获得学习模型, 本设计需要进行大量的数据采集, 采集的数据包括在右转、左转、急刹三种行为模式下加速度计、陀螺仪、磁力计三种传感器产生的数据, 去除部分采集时行为不明显或者行为偏差过大的数据, 挑选四十组进行机器学习。首先, 本设计使用卡尔曼滤波和滑动窗口法对数据进行预处理。而后, 选用 SVR (支持向量回归) 算法和随机森林分类器进行机器学习部分算法的开发和模型的训练, SVR 的主要思想是在特征空间中找到一个最优的超平面, 使得该超平面与训练样本之间的最大间隔被最小化, 从而实现对新数据的预测。而随机森林分类器的核心是将新的输入样本传递给每个决策树, 然后对每个决策树的分类结果进行投票, 选择得票最多的分类结果作为最终的输出, 从而建立针对不同骑行行为的识别模型。

3.2 设计方法

为实现 APP 的实时数据处理和对骑行行为的实时分析, 本设计选择阿里云服务器作为云上服务器, 在完成服务器配置和调试后, 将上述算法上传至服务器中。

最后, 本设计开发了一款基于 Android Studio 的 APP, 该 APP 的主要功能包括: 注册获取手机的传感器信息并调用传感器, 读取传感器数值并保存, 调用服务器接口并返回输出值, 显示并记录用户骑行数据, 在用户产生危险骑行行为时发出警报。

3.3 实验验证过程

参考文献:

- [1]李达, 瞿伟, 张勤, 李久元, 凌晴. 融合多层感知机和优化支持向量回归的滑坡位移预测模型[J]. 武汉大学学报(信息科学版). 2023(08): 1380-1388.
- [2]朱红蕾, 卫鹏娟, 徐志刚. 基于骨架的人体异常行为识别与检测研究进展[J]. 控制与决策. 2023: 987-994.
- [3]葛罗棋. 基于移动终端的人体复杂行为识别方法研究[D]. 浙江工业大学. 2020(02).
- [4]刘庆利, 李蕊, 乔晨昊. 基于改进支持向量回归的空战飞行动作识别. 现代防御技术.2022:

237-241.

[5]程傲霜, 王强. 改进随机森林算法在手指手势识别中的应用[J].传感器与微系统. 2023(08): 165-168.

[6]Pradhan Kumar Akinapalli, Digvijay S. Pawar, Hussein Dia, Classification of motorized two-wheeler riders' acceleration and deceleration behavior through short-term naturalistic riding study[J], Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 96, 2023, 92-110.

[7]Zichen Zhang, Shifei Ding, Yuting Sun, Multiple birth support vector regression[J], 2021, SO INFORMATION SCIENCES, 0020-0255.

[8]Andreas Artemiou, Yuexiao Dong, Seung Jun Shin, Real-time sufficient dimension reduction through principal least squares support vector machines[J], Pattern Recognition, Volume 112, 2021, 107768.

[9]Y. Sun, Y. Li, Q. Zeng and Y. Bian, "Application Research of Text Classification Based on Random Forest Algorithm," 2020 3rd International Conference on Advanced Electronic Materials, Computers and Software Engineering (AEMCSE), Shenzhen, China, 2020, pp. 370-374.

首先进行 MATLAB 仿真验证：读取预处理好的数据，通过代码完成数据表格的行列变换，使其随机划分为训练集与测试集。依靠已确定数据的标签与对应的多维特征值进行支持向量的界定，进而将训练集得到的支持向量边界带入到测试集里评价，最终得到训练模型的准确度。

通过大量样本的学习，并有顺序地使其互为训练集与预测集，最终得到的骑行行为分类的总体精准度在 93% 以上，准确率达到 96%，能够精准地完成如左转、右转、急刹、超速等行为的分类。为后续 Python 程序的实现提供了仿真基础。

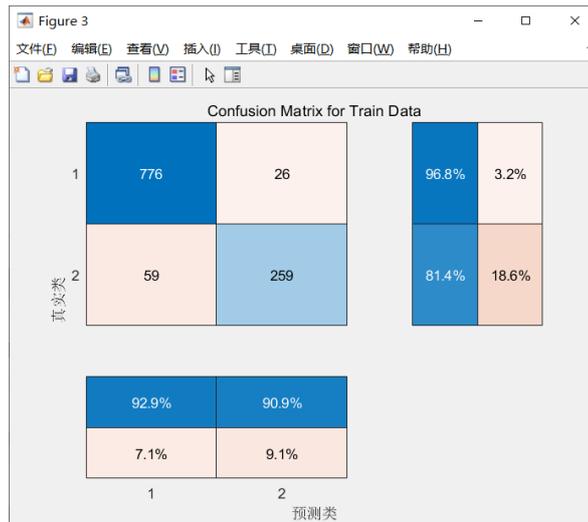


图 1 模型训练结果

基于上述研究，我们开发了一款基于 Android Studio 的 APP，其实际使用情况如下：

1.将包含传感器的移动设备平稳放置在车筐中，开始骑行：

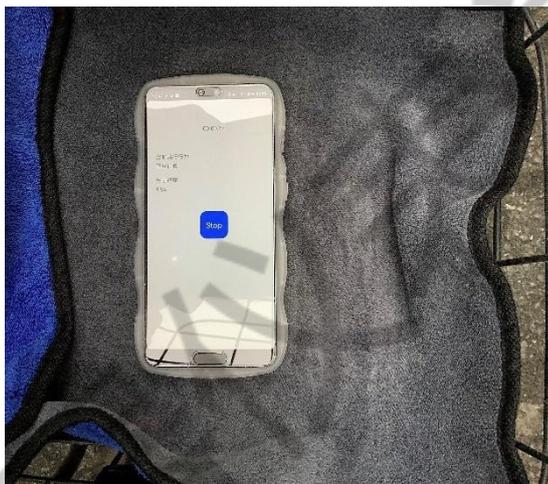


图 2 传感器使用场景图

2.多次骑行，预设左转、右转、急刹等不同危险行为，检验传感器的有效识别率：



图 3 传感器实际使用图

通过对传感器及 APP 的长期实际用情况进行记录，可以计算出本设计对超速骑行的有效识别率达 96%，极大地提升了骑行安全性。

中国仪器仪表学会