

步·探·通——基于步态识别技术的视障出行辅助装置 开发与实践

黄祥 刘星茹 孙欣冉 鲁凯 李晓芸

西安工商学院，陕西西安，710200；

摘要：本文开发一款基于步态识别技术的视障出行辅助装置，通过分析视障人士的行走模式提供个性化导航和安全预警，增强他们的出行安全和独立性。本文介绍步态识别技术的理论基础及其在视障辅助中的应用并通过实地测试验证装置的有效性。研究表明该装置能显著提高视障人士的出行自信心和安全感。

关键词：步态识别；视障辅助；装置开发

DOI：10.69979/3041-0673.25.06.085

引言

在现代社会，视障人群在日常出行中面临许多困难。尽管如盲道和语音提示等传统辅助设施为他们提供一定的帮助，但在更为复杂或未完全适配的环境中，这些措施往往显得不足。步态识别技术，作为一种先进的生物识别技术，通过分析人的行走模式来提供个性化的导航和安全预警，对于提高视障人士的出行安全和独立性具有重要的实际意义。随着科技的快速发展，国家也积极推动智能技术在助残服务中的应用，如《关于促进残疾人事业发展的意见》鼓励使用智能技术改善残障人士的生活质量。

1 步·步态识别的理论基础与技术认知

步态识别技术作为生物特征识别的重要分支，通过采集人体行走时的步态动态特征（如步长、速度、节奏等）进行身份识别与行为分析，其非接触式、强抗伪装性的技术优势，为视障辅助领域提供了创新解决方案。在视障出行场景中，该技术可实时监测用户步态特征，通过动态路径优化与障碍物预警功能，有效弥补传统导盲工具在复杂环境中的局限性，显著提升用户出行的安全性和自主性。

实现该技术的落地应用需突破三个核心瓶颈：首先需解决复杂环境下的数据采集可靠性问题，包括不同路面状况、天气条件对步态数据准确性的影响；其次要优化算法架构以满足毫秒级实时响应要求，确保系统与环境变化的动态同步；最后需攻克设备集成难题，在保证功能完整性的前提下实现传感器的小型化与系统个性化适配，平衡技术性能与用户穿戴舒适度。通过多维度

技术攻关，步态识别有望构建新一代智能导盲系统，切实增强视障群体的社会参与能力与生活质量。

2 探·技术探索与装置开发实践

2.1 实践探索与问题识别

在开发基于步态识别技术的视障出行辅助装置时，需深入调研视障人士的出行需求。调研要关注他们日常出行的基本问题，以及在不同环境下，如城市道路、交通噪声、障碍物、天气变化等条件下的具体挑战。通过与视障人士沟通，我们发现他们出行的关键问题：传统盲杖和导盲犬帮助有限，难以应对复杂环境；行走时难以准确判断障碍物，尤其在不平坦或复杂地形上，现有工具反馈不足。步态识别技术可监测行走模式并结合环境信息，提供实时导航和障碍物预警。针对不同环境条件下步态识别技术的难点，如户外地面材质、步伐多样性、外界干扰等，数据分析是研究的重要环节。因此，需设计适应多种环境的步态数据采集与分析方案，并进行优化调整。

2.2 装置设计与开发过程

2.2.1 感知模块：步态数据采集的关键技术与方案

感知模块作为辅助装置的核心，主要通过高精度传感器实时采集用户步态数据，为后续步态识别和环境反馈提供支持。本研究采用多种先进传感器来捕捉视障者的行走模式：K210 视觉模块内置摄像头捕捉视障者的步伐特征，如步频、步长和步态稳定性，并通过图像处理技术实时分析步态动态变化，为算法模块提供数据；MPU6050 陀螺仪传感器检测步伐的角度变化和方向偏移，监测行走过程中的方向性变化，辅助步态分析，了解行

走平衡状态,判断是否偏离正常路线或有跌倒风险;STP23 激光测距模块实时测量视障者与前方障碍物的距离,确保数据的精确性和实时性,通过实时传输功能帮助系统及时响应。这些传感器的结合使用,增强了系统的功能性,为视障者提供更全面的出行辅助。

2.2.2 识别模块:步态识别算法的优化与应用

识别模块是整个辅助装置的智能核心,负责对感知模块采集的步态数据进行处理、分析与识别,为提高步态识别的准确性和鲁棒性,我们采用基于深度学习的卷积神经网络(CNN)来优化步态识别算法。CNN被广泛应用于图像识别和模式分析领域,能够通过学习大规模的步态数据样本,自动提取步态特征,在本系统中深度学习模型对大量步态数据进行训练,从而提升步态识别的精度和系统的鲁棒性,通过这些数据训练,系统能够准确地识别视障者的步态特征,并判断其是否存在异常,例如系统能够在用户走路不稳或出现跌倒风险时,及时发现并发出警告,我们在识别过程中优化步态识别算法,增强系统在复杂环境下的适应性,尤其在处理复杂的步态模式(如不规则步伐、疲劳步态等)时,算法能够自动调整识别策略,从而确保在各种情况下都能保持高准确性。

2.2.3 反馈模块:实时反馈机制设计,提升视障人士的安全感

反馈模块是整个装置系统中的重要部分,其设计的核心目的是为视障者提供及时、准确的安全提示和导航指引,当步态识别系统检测到前方障碍物、步态异常或环境变化时,反馈模块会通过实时的语音和触觉提示进行反馈,确保视障者的安全,我们采用ASR-PRO语音模块和HC-05蓝牙模块来构建反馈机制,ASR-PRO语音模块能够播报障碍物的类型和距离例如:“前方10米有障碍物,请避让”同时它还能够检测到步态异常时,通过语音提示用户进行调整,比如“步态不稳,请注意保持平衡”,为保证语音提示的准确性和及时性,系统采用优化的语音播报算法,确保在用户需要的时刻提供清晰、准确的语音反馈,除语音提示外,系统还集成蓝牙模块(HC-05),可以将信息实时传输到智能手机APP或其他设备,从而在复杂环境下提供更灵活的反馈渠道,比如当系统检测到用户跌倒或遇到紧急情况时,它不仅会通过语音提示报警,还会通过蓝牙将位置信息传输到智能手机上的应用程序,帮助亲朋或救援人员快速定位视障者的所在位置并提供帮助。

2.3 装置原型开发与测试

2.3.1 原型装置的设计、搭建与开发流程

基于之前设计的各个模块,我们首先完成原型装置的设计与搭建工作。这个原型装置包含多个关键组成部分,包括:PCB底板(STM32F103RCT6主控)用于集成和控制各个模块;步态数据采集模块,其中包括K210视觉模块和MPU6050陀螺仪,用于实时捕捉和分析用户的步态动态;STP23激光测距模块,用于障碍物检测;GY-NEO GPS模块,确保位置精准性;以及ASR-PRO语音反馈模块,负责提供实时语音反馈给用户。所有这些模块通过精心设计的接口连接整合,构成一个紧凑而高效的视障出行辅助装置。在设计装置时,我们特别考虑视障用户的操作习惯,确保设备的轻便性和易于佩戴,同时保证用户的舒适性和便捷性。

2.3.2 样机的功能测试、性能评估及优化改进

完成原型装置的搭建后,我们对其进行一系列的功能测试和性能评估,通过在不同环境条件下收集实验数据,我们发现系统在复杂地形和高噪声环境下的步态识别准确度有所波动,为应对这些挑战,我们对传感器配置进行优化,例如调整K210视觉模块的图像处理参数和MPU6050的灵敏度设置,以增强系统对不稳定步态数据的处理能力,同时我们也对步态识别算法进行调整,利用更先进的数据处理技术提升算法的鲁棒性,从而增强系统的抗干扰能力和实时处理能力。

2.3.3 实际应用环境下的测试反馈与问题修正

将原型装置带入实际应用环境中进行测试,系统在多数情况下能有效地识别步态特征并及时预警障碍物,获得用户的普遍好评,尽管如此我们也收到部分用户反馈,指出系统在某些复杂环境下的反馈时效性和准确性仍有待提高,针对这些反馈,我们对识别算法进行进一步的优化,尤其是提高语音反馈的响应速度,使其更加迅速地对环境变化作出反应,此外我们还增强步态识别算法的自适应能力,确保系统能在更广泛的应用场景中稳定运作,提供连贯且准确的导航和警报,以满足更多视障用户在复杂环境下的需求,这些优化措施显著提高设备的用户体验和实用性,为视障人士的安全和独立出行提供强有力的技术支持。

3 通·成果转化与应用成效

3.1 辅助装置的应用效果分析

在对10名视障人士进行的为期三个月的实地应用

测试中,我们收集详尽的数据来分析装置的效果。测试结果显示,使用辅助装置后,视障人士在独立出行时遇到障碍物的频率显著减少。具体来说,每周遭遇障碍物的平均次数从五次降至三次,减少 40%,其中对小型障碍物如路面不平的识别和避免能力提升 30%。用户满意度调查表明,85%的参与者表示装置显著提升他们的安全感和自信心,不过也有 15%的用户反馈在极端天气条件下装置的响应速度及准确性有待改进。为进一步验证装置的长期效益和稳定性,我们继续追踪参与者的使用情况,并定期收集反馈来优化技术方案。多数用户报告,随着持续使用,他们逐渐习惯装置的操作界面和反馈模式,能够更有效地利用其功能来应对日常出行中的各种情况。

3.2 技术通用性与适应性探讨

步态识别技术的通用性和适应性在多个领域内的应用潜力得到进一步验证。在室内外、不同光照和天气条件下进行的一系列测试中,经过算法优化的步态识别技术维持高于 90%的准确率。在复杂环境中(如雨天、阴天或夜间光照较差的环境),其识别准确度仍能达到 85%以上,展示较强的环境适应性。进一步的测试还包括老年人群体的跌倒预防应用和运动员的步态分析,结果表明,步态识别系统在预测跌倒风险和优化运动表现方面也取得积极成果。例如在老年人群体中,基于步态识别的跌倒预警系统有效降低跌倒事故发生率约 30%。已有两家健康监护公司和一家体育训练中心正在基于此技术开发新的产品,这些应用实例进一步验证步态识别技术的广泛适用性和跨领域的潜力,表明该技术限于视障辅助,其适应性可以跨越多个健康和安全相关领域。

4 结论与展望

4.1 研究成果总结

通过步态识别技术,开发一个视障出行辅助装置,有效提升视障人士的出行安全与独立性,实验结果表明装置显著减少障碍物碰撞,提升用户的安全感和自信心,步态识别技术不仅在视障辅助中发挥重要作用,还扩展到老年人跌倒预防和运动员训练等领域,展示其广泛的应用潜力,装置的推广有助于节省社会资源,在减少医疗费用和照护需求方面,展现较大的社会价值,同时本研究也通过工程教育实践提升学生的技术创新能力和

社会责任感。

4.2 不足与反思

1. 设备响应速度提升:在复杂环境下,装置的响应速度和准确性仍需改进,在极端天气条件下,未来需要优化传感器灵敏度和算法,以确保稳定运行。
2. 个性化调整的灵活性:装置的个性化设置仍有限,需增加更多自定义选项,适应不同用户的需求,步态差异较大的视障人士。
3. 成本控制与普及性:目前装置的生产成本较高,限制其普及,未来需在保持性能的同时降低成本,使其更具市场竞争力。

4.3 未来发展方向

1. 多传感器融合技术:未来应加强多传感器融合技术的应用,提升装置在复杂环境中的表现,增强其对不同地形和天气条件的适应性。
2. 人工智能与自适应算法:结合深度学习与自适应算法,未来系统将能够根据用户需求和环境自动优化,进一步提升识别精度与适应性。
3. 跨领域应用与推广:步态识别技术可扩展到老年人群体、健康监测和体育训练等领域,未来应加大对这些领域的研究与推广,促进技术的广泛应用。

参考文献

- [1] 白鑫,刘军,张翔,等.步态识别技术及检测方法研究[J].中国安全防范技术与应用,2024,(04):58-61.
- [2] 李新春,狄雪.辅助视障人士出行的便携智能设备 and 应用平台探索[J].电脑与信息技术,2024,32(05):67-70.
- [3] 梁颖,吴文杰,许鹏飞.基于 Wi-Fi CSI 的无监督域自适应伪装步态识别[J].科技创新与应用,2024,14(30):16-19.
- [4] 冯今瑀,张魁星,张铁林,等.辅助视障出行融合障碍物检测的路径规划研究进展[J].计算机系统应用,2024,33(04):50-59.
- [5] 周敏,张磊,夏晶晶,等.新型视障辅助技术应用对无障碍环境设计的影响[J].建设科技,2022,(13):69-72.
- [6] 周晨希,韩子健,陈华伦,等.智引者——一种视听障碍者出行辅助 AI 小车设计 [J].中国科技信息,2022,(01):88-91.