

基于深度识别模型及 GPS 路径规划的智能导盲眼镜

李天旭 包瑾瑾 陈嘉伟 刘清和 陈雨欣

塔里木大学 843399

DOI:10.32629/ems.v8i5.20212

[摘要] 视障群体的独立出行问题是民生领域受社会关注度较高的议题,目前市面上的传统导盲工具大多功能较为单一,不同使用场景下的适配性存在不足,很难匹配视障群体多元的出行需求。智能导盲眼镜属于新型助行类设备,整合了深度识别模型与 GPS 路径规划技术,可完成周边环境感知、障碍物识别、路线精准导航等核心功能,能给视障群体出行提供安全高效的支持。目前搭载深度识别模型、运用 GPS 路径规划技术的智能导盲眼镜,还存在识别精度不足、路径规划适配性差、续航时长有限等技术短板,这类问题会直接限制设备的产业化应用与后续推广。本文以视障群体的实际出行需求为基础,说明深度识别模型与 GPS 路径规划技术在智能导盲眼镜中的应用价值,梳理当前设备研发、应用环节存在的现实困境,提出对应的优化策略,结合现有技术研究成果补充相关内容,给智能导盲眼镜的技术升级、功能优化及产业化推广提供理论支撑与实践参考,支撑视障群体实现自主、安全的出行目标。

[关键词] 深度识别模型; GPS 路径规划; 智能导盲眼镜; 视障辅助; 环境感知; 精准导航; 技术优化

引言

视障群体受视觉功能缺损的影响,独自外出时无法准确感知周边环境,也很难辨别正确的行进路线,还容易遭遇各类安全风险,生活质量与社会活动参与度都会受到比较大的干扰。目前常用的传统导盲工具中,导盲犬的驯养投入高,市场保有量极低,普通导盲杖只能探测到近处的地面障碍物,本身的功能局限十分突出。人工智能和定位导航技术近年来发展速度较快,智能导盲眼镜依托集成化、智能化的技术优势,可针对性化解视障群体的各类出行障碍。深度识别模型能够精准识别周边环境与各类障碍物, GPS 路径规划技术可生成高效、安全的行进路线,两项技术结合使用,能提升智能导盲眼镜的实际助行效果。现阶段,这类智能导盲眼镜的技术研发和落地应用层面还存在不少缺陷,针对相关问题开展优化研究,可推动助视设备迭代升级,也能为视障群体的出行权益提供保障。

一、深度识别模型与 GPS 路径规划在智能导盲眼镜中的应用基础

(一) 核心技术支撑

智能导盲眼镜要实现环境感知功能,核心支撑是深度识别模型,这类模型常用的有卷积神经网络(CNN)、PP-YOLOv2 算法及语义分割技术,能实时识别并分类周边环境中的行人、车辆、红绿灯、斑马线、障碍物等要素,搭配深度传感器采集到的物体与设备间的距离数据,可精准判断通行过程中存在的风险。GPS 路径规划技术以卫星定位、地理信息系统(GIS)及导航算法为基础,结合离线地图数据,能完成起点

与终点的精准定位、最优路径规划,还可根据路况变化随时调整规划路径。两种技术配合运行,可形成“环境识别-风险预警-路径导航”的完整闭环,为视障人群提供全流程的出行辅助服务。

(二) 硬件系统架构

智能导盲眼镜的硬件部分可划分为五个模块,分别是感知、处理、导航、交互与供电模块,感知类功能的实现依托对应模块,构件包含广角摄像头、深度传感器(激光雷达或双目立体视觉传感器),主要负责周边环境图像与距离数据的采集工作。数据运算相关工作由处理模块承担,该模块搭载高性能 AI 处理芯片,可完成深度识别模型的运算与各类数据处理任务,保证识别与导航功能的实时性,定位与方向判断功能依托导航模块实现,该模块集成 GPS 定位模块与地磁传感器,可实现精准定位与方向识别。面向用户的交互功能由对应模块提供,构件包含麦克风阵列与扬声器,支持语音指令输入与语音反馈,方便视障人群操作设备、获取相关信息,电力供给功能由供电模块实现,该模块选用低功耗电池,部分设备配备太阳能辅助供电组件,可保障设备的续航能力。

(三) 软件系统协同

智能导盲眼镜的各类功能要正常运行,核心依托就是内部的软件系统,该系统主要包含四个核心组成部分,分别是深度识别算法、路径规划算法、语音交互算法与数据存储模块。针对感知模块采集到的所有图像数据,深度识别算法会完成处理工作,识别画面中的障碍物、各类环境元素,同时完成对应目标的距离测量;规划出行路线时,系统会调用路

径规划算法,以A*算法、扩展卡尔曼滤波算法为支撑,整合GPS定位数据与路况信息,输出最优出行路径,可根据环境的实时变化完成动态调整;和用户进行信息交互的环节,语音交互算法会识别输入的语音指令,输出对应的自然语言反馈,将识别结果、导航信息转化为清晰的语音提示;各类需要本地留存的运行数据,都由数据存储模块负责存放,包括离线地图、识别模型参数及用户的出行偏好数据,保障设备在离线状态下可以正常使用。

二、基于深度识别模型及GPS路径规划的智能导盲眼镜现存困境

现阶段搭载深度识别模型与GPS路径规划技术的智能导盲眼镜,已经完成核心功能的初步落地,在技术性能、功能适配、用户体验及产业化应用等方面仍存在不少阻碍,难以充分满足视障人群的实际出行需求。

(一) 深度识别精度不足,环境适配性差

光照、天气、周边环境复杂度对深度识别模型精度影响显著,强光、弱光、雨雪雾等复杂场景下,模型易对障碍物漏判、误判,对碎石、树枝等小型、不规则障碍物识别效果不佳,误差明显上升。模型对城市道路、小区、地下通道等不同出行场景适配能力不足,识别效率与精度波动较大,难以实现全场景精准识别,埋下安全隐患。部分模型运算速度慢,识别结果与语音反馈存在延迟,环境元素复杂时延迟更突出,既影响使用体验,也可能引发安全事故;另有部分模型缺乏自学习能力,无法随使用场景变动自主优化参数,适配性进一步受限。

(二) GPS路径规划合理性不足,适配性欠缺

GPS路径规划常存在不符合实际、响应慢等问题,未充分适配视障群体出行特征,部分产品仅参考距离指标,未避开施工路段、陡坡、无盲道区域等不便通行位置,实用价值低且增加出行负担。GPS定位本身存在偏差,在高楼密集区、隧道等信号薄弱区域,定位精度大幅下滑甚至丢失,导致导航中断,影响出行连续性。路径规划动态调整能力不足,无法及时适配突发拥堵、临时施工等路况变化,难以保障出行效率与安全;部分产品未结合北斗等多卫星系统优势,仅依赖GPS定位,进一步放大大局限,定位稳定性难以保障。

(三) 设备性能与用户体验有待优化

智能导盲眼镜普遍存在续航不足问题,多数产品单次续航约6小时,无法满足视障人群长时间外出需求,且充电耗时久,使用便利性欠佳。部分产品体积大、重量沉,眼镜本体约80g、配套控制器约230g,长时间佩戴易疲劳,不符合

人体工学设计。语音交互系统存在识别准确率低、反馈模糊等问题,易受环境噪音干扰,且语速、音量无法个性化调整,提示内容冗余,用户难以快速获取核心信息。操作流程复杂,部分功能需多步触发,视障人群难以快速掌握;部分产品缺失应急求助功能,用户遇突发状况无法及时获得帮扶。

(四) 产业化应用受限,推广难度较大

智能导盲眼镜研发投入大,高性能AI芯片、深度传感器等核心元器件采购成本高,导致终端售价偏高,超出多数视障人群消费能力,阻碍大范围推广。行业缺乏统一产品标准,不同厂商设备的技术参数、功能配置无统一规范,兼容性差,后续维护困难,干扰用户选购与使用。配套售后服务不完善,设备故障后难以获得及时维修调试,且缺乏面向视障人群的专属操作培训,部分用户即便购入设备也无法充分利用全部功能。社会层面对该设备认知度低,多数视障人群仍依赖传统导盲工具,使用习惯与认知局限进一步制约其产业化应用与推广。

三、基于深度识别模型及GPS路径规划的智能导盲眼镜优化策略

当前智能导盲眼镜在技术、性能、应用层面仍存在不少发展困境,本文结合视障人群实际出行需求与现有技术发展情况,围绕技术升级、功能优化、用户适配、产业化推广四个方向梳理对应优化策略,推进设备提质增效,扩大设备应用覆盖范围,切实保障视障人群的出行权益。

(一) 升级深度识别技术,提升识别精度与环境适配性

本文调整深度识别模型的整体架构,将CNN与激光雷达融合技术融入设计中,提高模型的识别精度和抗干扰能力,对PP-YOLOv2算法开展优化,降低复杂环境下漏判、误判的出现概率,强化对小型、不规则障碍物的识别效果,扩充可识别的目标种类,同步提升识别速率与定位精度。用覆盖不同光照、天气、出行场景的大规模多类数据完成模型训练,提高模型对各类场景的适配性,实现全场景下的精准识别,对模型的运算效率开展优化,采用轻量化设计思路搭建模型,压缩运算产生的延迟。保证识别结果输出、语音反馈都能及时传递,把整体延迟控制在合理范围之内,新增距离预警模块,按照障碍物与用户的实际距离划分等级,分别推送语音提示和震动反馈,给视障人群预留充足的反应时间,模型还引入自学习算法,可根据用户使用场景的变化自主调整识别参数,进一步提升环境适配性。

(二) 优化GPS路径规划技术,提升导航合理性与精准性

本文优化路径规划算法,匹配视障人群的实际出行特征,

把通行安全性、便利性、舒适性三类指标加入路径规划评价体系, 主动排除不适合视障人群通行的区域, 优先筛选路面平整、无障碍设施齐全、信号覆盖稳定、盲道布设完善的路线, 提高路径规划的实际使用价值。选用 GPS 与北斗双模定位技术, 利用多卫星系统的互补优势, 融合惯性测量单元、地磁传感器采集的各项数据, 对扩展卡尔曼滤波算法开展优化, 提高定位精度, 降低信号覆盖薄弱区域的定位误差, 防止定位结果丢失, 保障导航的连续性。增设实时路况监测功能, 汇集交通大数据, 完成路径的动态调整, 及时避开拥堵、道路施工等突发状况, 保障视障人群的出行效率。

(三) 优化设备性能, 提升用户使用体验

设备硬件设计方面本文做调整, 优先选用轻量化、小型化的元器件, 降低设备自重, 同步调整眼镜和控制器的结构, 推出符合人体工学的镜架, 改善佩戴时的舒适感, 适配视障人群长时间佩戴的实际需要, 进一步压缩设备的整体重量。本文对供电模块做升级, 选用大容量低功耗电池, 提升单次续航时长, 常规款设备的续航可提升至 8 小时以上, 同步优化充电技术, 搭配快充模式, 减少充电所需时间。部分机型可额外加设太阳能辅助供电功能, 进一步提升续航水平, 解决续航偏短的问题。本文对语音交互系统做优化, 提高语音指令的识别准确率, 增强设备的抗噪音干扰能力, 支持用户个性化调整语速、音量, 输出的语音提示清晰简洁, 没有冗余表述, 方便视障人群快速理解。本文对设备操作流程做简化处理, 设置一键启动、语音控制等便捷操作功能, 删减多余的操作步骤, 配套专门的操作培训内容, 帮助视障人群快速掌握使用方法。本文新增应急求助功能, 设置一键求助按钮, 按下后可快速联系家属或救助人员, 提高设备使用的安全性。

(四) 推动产业化发展, 降低推广难度

在技术研发环节增加资金投入, 优化现有生产工艺, 对核心元器件实行集中批量采购, 压缩设备研发及生产环节的成本, 合理划定设备的售价区间, 提高设备的性价比, 让更多视障群体有能力承担购买费用。推进全行业统一标准的建立, 对设备的技术参数、功能配置、接口规范、安全标准等作出明确规范, 增强设备的兼容性与通用性, 方便后续开展维护与升级操作, 给视障群体带来更顺畅的使用感受。优化现有售后服务体系, 组建专门的维修服务团队, 提供上门维修、设备调试服务, 压缩单次维修的周期, 同步推出面向视障群体的专属操作培训, 采用语音教学、

一对一指导等形式, 帮助视障群体完全掌握设备的各项功能。做好相关宣传推广工作, 依托公益宣传、社区推广、媒体报道等渠道, 普及智能导盲眼镜的功能与优势, 提高社会各界对这类产品的认知程度; 主动争取政策支持与社会帮扶, 推出对应补贴政策, 进一步降低视障群体的购买支出, 推进这类设备在视障群体中的普及, 推动助视设备产业实现高质量发展。

四、结论

搭载深度识别模型与 GPS 路径规划模块的智能导盲眼镜, 融合人工智能与定位导航两类技术, 解决了传统导盲工具存在的诸多短板, 可支持视障人群独立完成外出活动, 还能改善视障人群生活质量, 推动社会公平建设。深度识别模型和 GPS 路径规划技术形成协同效应, 可完成环境感知、障碍物识别、精准导航三类核心操作, 覆盖导盲全流程, 搭建起助行服务框架。现阶段该类智能导盲眼镜还存在四类问题, 分别是识别精度不够, 路径规划不符合实际使用需求, 设备性能需要优化, 产业化推广难度大一些。可从四个方向解决现存问题, 分别是迭代深度识别技术, 优化 GPS 路径规划算法, 完善设备性能, 推进产业化布局, 最终提升设备的实用性、安全性与易用性。后续要进一步推进技术的融合, 参考视障人群的个性化需求, 持续优化设备功能, 让智能导盲眼镜朝着更精准、更便捷、更人性化的方向迭代, 还要完善行业规范、争取社会支持, 扩大设备的应用范围, 帮助视障人群实现自主、安全、便捷的出行。

[参考文献]

- [1] 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(4): 50-59.
- [2] 冯今瑀, 张魁星, 张铁林, 李延军. 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(4): 50-59.
- [3] 王远新, 闫凯航, 邓炬鑫, 等. 基于 CNN 和激光雷达融合的智能语音避障导盲眼镜的研究与设计[J]. 电子制作, 2024, (12): 1-4.
- [4] 江永池. 基于百度地图 API 的主动定位研究与实现[J]. 韩山师范学院学报, 2021, 42(3): 66-72.
- [5] 李毅, 谢嘉荣, 邱志业, 等. 智能导盲眼镜系统的设计与实现[J]. 物联网技术, 2025, 23(23): 97-102.