

视障人群辅助出行产品设计策略研究

何彬杰 添

(广东科技学院, 广东 东莞 523083)

摘要: 在日常生活中, 作为社会弱势群体的视障人群在日常生活中受到的影响尤为不便, 因此一些导盲辅助工具被设计出来以方便他们的生活。本文从视障人群的行为特征出发, 进行全面调研, 从而获取视障人士的真实需求。并结合目前产品进行调研与对比分析, 了解其优势、劣势以及设计趋势, 旨在引起大众对视障人群这一特殊群体的重视, 为视障人群智能出行产品的相关研究者提供一些新思路。

关键词: 视障人群; 出行产品; 安全便利

引言

随着全球人口老龄化加剧及慢性眼病发病率上升, 视障人群规模持续扩大。据世界卫生组织统计, 2020 年全球视力受损者已达 2.5 亿, 其中全盲患者约 3600 万, 中国视障群体规模更突破 1700 万, 成为全球最大的视力残疾人口国。对于那些视力存在缺陷的个体而言, 他们会因视功能的不足而面临“社会能力障碍”的困境。例如, 由于视力障碍导致大众对该群体存在一定偏见, 要么过分关注照顾要么嗤之以鼻; 又如由于视力缺陷影响了日常的出行活动对他们的学习进程、日常生活以及职业发展造成显著的困扰等, 而对于视障人群他们想要的只是平等对待的机会以及安全自由方便的出行体验。

电子技术和信息智能化的进步使社会出现了一系列智能辅助导盲出行产品装置, 利用嵌入式单片机为处理核心, 通过图像采集分析判断路况、盲道及斑马线识别, 又利用视觉信息采集分析转换为声音, 为视障人群在识别环境及避障等方面提供了安全出行的可能性。

1 传统导盲辅助物的组成及应用

1.1 传统导盲出行产品

传统导盲出行产品多以导盲手杖为主, 它分为直杖、折叠杖、伸缩杖和支撑杖四种, 目的是为了适应视障者的不同视力状况以及不同的使用需求。是较为传统、原始视障者出行的辅助工具, 在今天仍有大量的使用群体。有的盲杖甚至是取自天然, 用一根“木棍”代替。这种“天然木棍”在人类发展初期在生产力极其低下的年代被沿用数千年。时代的进步, 也让盲杖从工艺、造型、材质和色彩上都较有了很大层面的提高。例如色彩上以白色或者银白色为主色, 而杖头部分则贴有反光条, 便于路人进行识别注意; 在材质上对它的要求是更加结实、传导性更好且更加轻便, 所以常使用铝合金、玻璃钢或更轻的碳纤维制造而成。但是传统导盲杖是直到触碰到障碍物才被自动弹开, 需要使用者自行去判断障碍信息, 假如没有接触到具体障碍物是无法感知的。

1.2 导盲犬

导盲犬是专门为视障人士提供帮助训练有素的伙伴, 性格通常是聪明、温顺、友好, 在帮助视障人士过程中, 不仅具有比产品更强烈的安全感和准确引导的能力, 更能让视障人士增强独立的生活的自信。但为了保障导盲犬的准确引导的能力, 其工作年限很短, 而且需要大量的时间和高额的经费来培养。另外在比较复杂的大型空间公共环境中, 有些导盲犬自身会出现恐慌症等情况; 也有些公共空间不能接纳导盲犬进入; 甚至由于导盲犬的生理问题, 在区分色彩的交通标识下, 并不能完全替代人类的视觉

感知。以上种种都使得导盲犬并不能作为视障人士辅助出行的最佳选择。

2 新型导盲辅助物的组成及应用

对于新型导盲出行产品其款式多样, 功能繁复, 但归结分类有以下三种类型。

2.1 手杖类出行辅助产品

与传统导盲手杖相比, 新型导盲手杖在造型上与其相似, 一般由腕带、手柄、杖体、杖尖四部分组成。但在舒适度、抓握方式、重量、质地、传导性等方面有了显著变化。特别是传达性等方面, 从原来的直接接触感知逐渐转变为基于超声波传感、智能单片机控制、TOF 雷达测距、红外传感器技术、视觉感知技术、RFID、与 GPS 定位实现环境识别、路径查看语音提醒和振动反馈的导盲杖。(见图 2-1)



图 2-1 视觉摄像机导盲杖

2.2 智能穿戴类出行辅助产品

智能穿戴设备是一种将穿戴技术和传感器集成的新型设备, 其穿戴位置包括头部、肩颈、腰部、手腕、腿脚等处。例如智能辅助盲帽就是专门为视障人士打造的头戴式助行器, 可以用视觉识别周围环境信息以较快的识别速度自动播放当前一定范围内的道路信息, 且将在线 OCR 功能替换为离线 OCR, 对各种生活场景信息均能捕捉。另外也可以在相应同步开发的专业软件上制定行进路线, 甚至基于 AI 技术将视觉信息转化为语音信息反馈播报给用户, 实现识别文字、识别物品、识别货币等书面信息。另外也有一些盲帽设备还具有收音机、播放器、联网等功能, 以此获取更加丰富的信息资讯。又如瑞士新创 biped 推出的导引系统(见图 2-2), 外观看似肩颈按摩器, 但它其实可以通过第三方视角, 利用自动驾驶技术指引视障人士前行。biped 采用的软件为 copilot, 根据分析使用者的行行动向以及追踪其他物体动线并预测其轨迹, 如果设备识别到使用者前方有危险或是出现障碍物将再次筛选出最重要讯息, 并借由音频通知用户, 运算过程非常迅速。



图 2-2 瑞士新创 biped 穿戴式盲用导引设备

2.3 移动类出行辅助产品

移动类出行辅助产品，主要是移动式导盲机器人，可以在无需人工辅助的情况下，能够根据预设的路线或实时导航信息，带领使用者安全前行，它相较于穿戴类出行辅助产品更加具有地形适应性。但是此类设备普遍价格昂贵、体积较大、质量重、不易携带，且十分依赖电源，假如在使用过程中电源耗尽，则不易搬运。

3 视障人群行为特点调研

视障人群由于视力上的缺陷，很难或者无法通过眼睛去获取外界信息，则会利用感官代偿，不得不转而更多地去依赖别的感官去获取外界的信息。通过行为观察法、深入访谈和问卷调查等方法对视障人士的基本状况、日常出行状况以及出行产品的使用情况进行了解。

3.1 视障人群突发事件行为特点

经调研，大多视障人士有外出需求，但在外出时又会遇到许多困难以及各种突发事件，在这种情况下通常不会采取原地不动或者不理睬这些被动的行为，反而会表现出向周边询问等主动、积极行为，以了解周围发生的事件从而更好地决定接下来的行为。

3.2 视障人群集体行为特点

视觉障碍人群的步行能力与正常人群相比较，在任何条件状态下都存在一定差距，但他们更倾向向集中式活动，在有人引导下能显示出更高效的行动能力。所以表现出来的社会属性行为模式往往以“自我行走—集中行走—引导行走”的模式层层递进，更为符合相关人群的行为需要。

4 视障人群辅助出行产品设计实践

4.1 导盲场景的核心需求及痛点

其一，视障人群出行时，往往身处相对复杂的公共环境中，要规避很多危险情况，例如交通枢纽如何辨别红绿灯的同行、路面是否有障碍物会导致磕碰、是否有台阶步行梯会出现跌落、是否有人群聚集需要规避等潜在的危險情况。由于视障人群无法通过视觉判断路况，所以对辅助出行产品的要求则需要更强大的检测能力识别危险源，甚至是预测潜在的危險；其二，除了物理安全，视障人士还需要心理上的安全感。可靠的导盲工具能够增强他们独立出行的信心。拥有导盲犬的视障人群出行概率之所以远超使用传统导盲工具的视障人群，就是由于导盲犬所带来的更多是心理上的安全，减少了视障人群对未知环境的恐惧；其三在复杂的环境中，导盲工具需要精准识别目标位置，如公交站、电梯口、商店入口等，帮助视障人士快速找到所需地点。障人士需要实时了解周围环境的变化，如车辆行驶、人群流动、突发障碍等。导盲工具必须能够快速感知并传递这些信息，以便及时调整行动。导盲工具需要与视障人士进行实时交互，例如通过语音提示、振动反馈等方式，及时传达关键信息，帮助他们做出正确决策。

4.2 结构设计

基于需求分析结果，确立了视障群体智能助行系统的核心设计逻辑，在产品架构设计层面，需综合考量人机工程学适配性、环境感知可靠性、多模态交互效率及功能模块集成度等关键要素。

第一，为实现良好的道路障碍物探测反馈功能，产品结构上可以利用多传感器融合方案，通过超声波与 ToF 激光测距实现实时避障。通过环形布局的 6 组高频超声波探头实现 120° 主探测区及 60° 侧向辅助区的覆盖，结合 ToF 激光测距模块构建冗余检测机制，确保复杂环境下的感知可靠性；第二，由于这类产品应具有的交通信息识别提醒功能，在结构上利用一种多模态融合的交叉口通行辅助方案。硬件层面集成 120° 广角全局快门摄像头与 850nm 红外补光模块，结合 UWB/GPS 双模定位实现亚米级空间定位，构建由 NPU 加速器驱动的异构计算架构。

4.3 外观设计

外观设计上可采用符合人体工学的 P 形握柄结构，通过卡扣式接口实现模块化扩展，同时继承传统导盲杖的伸缩折叠特性，兼顾便携性与功能拓展需求。在颜色上尽量采用象征着稳重与科技感的色调以适合各种环境使用。在助行器上端设计骨传导耳机放置以及充电处，方便使用者随取随用。在前端设计夜间使用灯光，以此来提醒使用者周围的人以及车辆。

结语

随着科技的不断进步，导盲机器人正逐渐成为视障人士出行的有力助手。它不仅弥补了导盲犬数量不足的短板，还通过智能化、人性化的交互体验，为视障群体提供了更广阔的生活空间和更高的出行自由度。从复杂的城市道路到多变的自然环境，导盲机器人凭借其先进的感知技术和灵活的自主决策能力，为视障人士的安全出行保驾护航。未来，随着技术的进一步完善和普及，导盲机器人有望成为视障群体生活中不可或缺的伙伴，助力他们更好地融入社会，享受科技带来的便利与温暖。但具体何种具身智能体是最适合导盲的形态，还需要市场的验证和用户的反馈。

参考文献：

- [1] 世界视觉报告 (World report on vision)[R]. 世卫组织, ISBN978-92-4-000856-4
- [2] “十四五”全国眼健康规划 (2021-2025 年)[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2022,29(02):10-13
- [3] 左炳辉, 范志文, 邱宇. 基于机器视觉的智能导盲杖[J]. 自动化技术与应用, 2022,41(3):150-152.
- [4] 钱鹏飞. 基于多传感器融合的新型智能导盲杖设计[J]. 科技创新与应用, 2022,12(7):78-79.
- [5] 李艳乔. 视障人群智能出行产品设计研究[D]. 北方工业大学, 2024(06).
- [6] 王政博, 唐勇, 陈国栋, 等. 基于机器视觉的智能导盲机器人系统设计[J]. 河北水利电力学院学报, 2021,31(4):17-22.
- [7] 刘世龙, 谢典, 唐志远, 等. 智能导盲拐杖的语音交互方法[J]. 物联网技术, 2024,14(3):128-130.
- [8] 潘虹, 党小娟, 陈江萍. 基于物联网技术的智能导盲系统设计[J]. 物联网技术, 2024,14(2):90-92.
- [9] 张云, 陈尚, 屈克非. 基于 MSP430 的智慧导盲小车设计[J]. 电子制作, 2024,32(1):87-89.
- [10] 陆翔, 吴冕, 杨新宇, 等. 基于视听感知替代的虚拟环绕声导盲系统设计[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2022,41(6):120-128.