

Pupil-Intelligent Visual System Based on Deep Learning

Yinyin Li Shuo Li* Lixin Li Wenbo Shangguan Yunchao Chang

School of Electronic and Information Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning, 114051, China

Abstract

At present, there are nearly 18 million blind and low vision patients in China, and a deep learning based intelligent assistance system for visually impaired people has been designed to solve the travel problem. The main external structure of this system is a carbon fiber safety helmet, powered by a small solar panel. The OpenMV camera module and image recognition module timely obtain the surrounding environment to identify obstacles. The application of HC-SRO4 ultrasound module, GPS navigation, and voice broadcasting module can accurately locate the current position of users, provide voice input for visually impaired people, achieve automatic path planning, reflect road conditions in real time, and urgently avoid danger. Use neural network and PID and other algorithms to realize intelligent obstacle avoidance, risk prediction and other functions. STM 32 sends the AT instruction set to control the ESP8266 WIFI module to connect to Wi-Fi and establish a TCP connection with the heart weather API to obtain weather information and real-time weather warning. Using serial communication, the microcontroller and SIM800C connection, the user can contact with the family.

Keywords

intelligent guide; deep learning; obstacle avoidance; path planning; emergency avoidance

瞳孔 – 基于深度学习的视障智能辅助系统

李银银 李朔* 李丽鑫 上官文博 常允超

辽宁科技大学电子与信息工程学院, 中国·辽宁鞍山 114051

摘要

目前中国的盲人和低视力患者将近1800万,为解决视障人群出行问题设计了基于深度学习的视障智能辅助系统。本系统主要外部结构为一个碳纤维材质的安全帽,小型太阳能电池板供电。OpenMV摄像头模块和图像识别模块及时获取周围环境对障碍物进行识别,应用HC-SRO4超声波模块、GPS导航以及语音播报模块能对使用者的当前位置进行精准定位,视障人群语音输入,实现自动路径规划,实时反映路况,紧急避险。使用神经网络和PID等算法实现智能避障,危险预测等功能。STM32通过发送AT指令集来控制ESP8266 Wi-Fi模块连接Wi-Fi并与心知天气API建立TCP连接获取天气信息,实时天气预警。使用串口通信,实现单片机与SIM800C连接,使用者便可与家人联系。

关键词

智能导盲;深度学习;避障;路径规划;紧急避险

1 引言

中国的盲人和低视力患者数量将近 1800 万,盲人的日常出行还存在很多的问题,通过对市场上现有盲人辅助产品的了解以及盲人群体的日常出行需求,针对性地开发低成本盲人避障引导设备,用来满足盲人以及低视力患者的需求。根据相关统计可知,约有 30% 的视障者无法自由外出,对

【基金项目】本项目由大学生创新创业训练计划项目基金赞助。

【作者简介】李银银(2002-),女,中国甘肃庆阳人,本科,从事测控技术与仪器研究。

【通讯作者】李朔(1976-),女,中国辽宁沈阳人,讲师,从事移动通信研究。

他们来说,外面的世界存在着许多未知的风险。例如,大多数城市的盲道都存在许多的不足和隐患;导盲犬的训练周期长、消耗大、培养成功的导盲犬数量少等问题无法忽视;对于现有的导盲拐杖等产品,其结构简单产品强度较差,且价格较贵,大多数的导盲机器人仅通过超声波以及红外模块进行避障,安全问题未得到有效的保障。这些问题无法有效解决就无法使得盲人等弱视群体拥有和正常人一样的生活,这对于盲人来说,无论是经济还是心理都是不小的伤害。因此,研发出一款集障碍物识别和检测、实时天气预警、定位、通讯于一体的视障智能辅助系统是非常有必要的,搭建视障人群出行模拟交通道路系统,旨在引导视障人群安全舒适出行该系统有望为视障人群的出行带来福音。

2 系统设计

视障智能辅助系统是视力障碍人群的出行重要辅助工具。从总体设计上来看,智能导盲系统可以按照功能分为智能导航、避障及机械视觉、危险警报、图像处理、串口通信和 Wi-Fi 通讯、人机语音交互。如图 1 所示。

2.1 智能导航

为了便于视障人群的出行,我们在视障智能导盲系统的导航系统上增添了语音功能,利用 GPS 以及北斗导航双模混合导航,在最短的时间内分析出最短路径以及道路交通数据情况,使得视障人群能够根据视障智能辅助系统发出的导航消息选择路线,不仅节约了视障人群的时间,还在一定程度上缓解了道路的压力。同时,在导航的系统功能上增添了 BUG 算法以及神经网络算法。GPS 系统以及北斗导航系统已遍布于人工智能领域,且广泛地应用于汽车、手机等领域^[1]。考虑到 GPS 系统以及北斗系统混合导航可移动定位的特性以及高效率的路径选择能力,因此我们才将其加入本装置导航系统的导航模式中,通过 BUG 算法以及神经网络算法的判定,高效地为视障人群选择最适合、最快速的路径。同时在 GPS 以及北斗导航中都存在民用的标准定位服务,且无须支付高额的费用,便可以使用此功能,这在一定的程度上降低了视障人群的经济支出,也有助于视障智能辅助系统的设计。为视障智能辅助系统的导航模式加入 GPS 系统,是因为卫星轨道上遍布了超过 24 颗卫星在同时运行,其不仅为视障智能辅助系统的导航系统提供技术支持,还能够时时刻刻为本装置提供高精度的定位以及导航服务,更为视障人群提供了安全保障^[2]。

2.2 避障及机械视觉

避障功能是应用在视障智能辅助系统中的一项关键性技术,旨在能够让本装置在随使用者行动过程中,通过视觉传感器给它提供周围环境的相关参数指标,避免用户出现碰撞。本功能将配合智能 GPS 定位与北斗导航双模式定位导航、智能动力驱动、智能语音系统、5G 通信等模块来获取到用户的经纬度,并基于完备的训练模型判断出周围障碍物的运动轨迹,安全范围的定义,防止障碍物突然进入到安全范围内影响到用户的正常出行。系统在接收到用户语音指令

后,视觉传感器将在启动之前会首先利用红外扫描一次周围环境,以及利用北斗导航定位模块,确定用户位置,做到及时且安全地避障^[3]。用红外传感器检测安全距离范围内的障碍物,超声波传感器检测安全进行界限之外的障碍物,摄像头模块 360 度全方位扫描,各部分相辅相成。传感器在检测到物体后返回信号至接收信号装置,在收到信号后进行信息分析,并将判断出障碍物的状态信息发送给本装置避障功能处理区,同时通过语音系统功能提醒用户及时避障。

2.3 人机语音交互

因为视障者不能通过双眼感受和了解世界,所以声音便成为他们感知世界的主要方式。通过语音交互,佩戴者可以发指令,也可以收到汇报。嵌入式语音播报系统共分为以下三个部分:首先百度地图返回路径信息给 STM32 主控板,然后主控板通过 IIC 通讯将含有文本信息的指令集发送到 TTS 模块,最后 TTS 模块将文本信息转换为语音信息,并通过语音播报模块将路径信息传递给使用者^[4]。

2.4 图像处理

道路斑马线、红绿灯等的识别对于视障智能辅助系统具有非常重要的意义。为了使视障者能够准确获得周围环境的位置信息,该系统先对采集到的图像数据进行深度处理,然后通过灰度幂变换增强原始图像的亮度和对比度。图像的边缘由 Sobel 算子检测,并在处理后叠加在原始图像上,最终的图像就可以显示在系统的显示屏上,有轻度视力障碍的人则可以识别障碍物。而对于重度视障者则可以运用卷积神经网络对目标进行识别,通过语音人机交互获取结果,实现避障^[5]。

2.5 串口通信

为了紧急状况下使用者能与家人迅速取得联系,本设计在视障智能辅助系统设计过程中选用 SIM800C 模块。使用了该模块的 SMS 发送功能,当使用者遇到紧急事件时,可以通过按下头盔上的按钮直接联系紧急联系人,该按钮预设为包含他们的联系信息。本项目涉及的 AT 指令如表 1 所示。当连接硬件时,微控制器串行端口(USART2)的发送器 PA2 和接收器 PA3 需要分别连接到 SIM800C 的接收器 SRXD 和发送器 STXD,并且微控制器和 SIM800C 需要共用地^[6]。

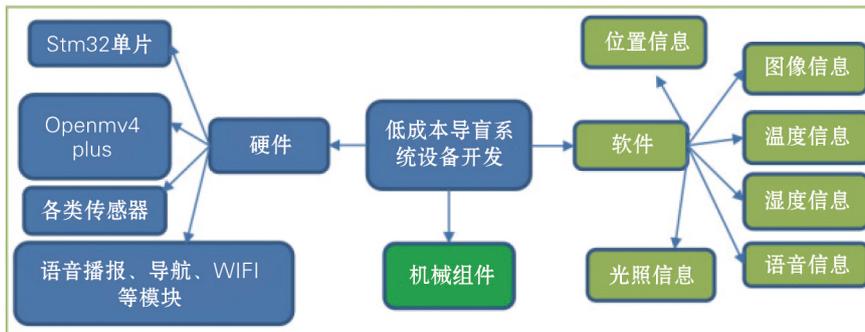


图 1 视障智能辅助系统主体结构

表 1 涉及的 AT 指令

| AT 指令 | 指令含义 |
|---------|------------------------------|
| AT+CMCF | 设置短信息模式, 0 为 PDU 模式, 1 为文本模式 |
| AT+CSCS | 用于设置终端设备 (TE) 字符集 |
| AT+CMGS | 用于预置接收方手机号 |
| 0x1A | 结束指令。在 C 语言源码中需要用“32”替代 |

2.6 Wi-Fi 通信部分

使用 Wi-Fi 模块 ESP8266, 及时获取天气信息, 实时天气预警, STM32 通过发送 AT 指令集来控制 ESP8266 Wi-Fi 模块连接 Wi-Fi 并与心知天气 API 建立 TCP 连接获取天气信息, 以达到让视障人群规避天气带来的不便。

3 核心算法及实验结果

3.1 核心算法

本系统主要使用了 BUG 算法和神经网络算法, BUG1 算法就完成了最基本的向目标方向直行, 并绕行车辆的动作思想, BUG 二算法中, 也有另外二个运动: 沿着目标的方向直行, 还是沿着边界方向绕行。而 Tangent BUG 算法是对 BUG2 的改进, 它可以使用机器人距离传感器的读数提前避开障碍物, 从而实现更短、更平滑的路径^[7]。神经网络是一种具有局部记忆单元和局部反馈连接的递归神经网络。神经网络适应时变特征, 具有短期记忆功能, 可以内部反馈、存储和利用过去时刻的输出信息^[8]。因此, 他们可以记录盲人的行走路径和具体位置。其记忆功能的原理是接收层存储隐藏层神经元前一刻的输出值, 然后接收层将隐藏层神经元前一刻的输出值返回给隐藏层的输入。这不仅对动态信息具有较强的处理和计算能力, 而且增强了网络的全局稳定性, 适合应用于快速优化和时间序列预测。数学模型如下:

$$Y(t) = g(w_3X(t)) + Y'(t) \quad (1)$$

$$X(t) = f(w_1U(t-1) + w_2X_c(t)) \quad (2)$$

$$X_c(t) = X(t-1) \quad (3)$$

式中, $U(f)$ 为网络输入; $X_c(t)$ 是接收层的输出; $X(t)$ 为隐层输出; $Y(t)$ 是网络输出。神经网络数据集可以识别和迁移常见的适应度对象, 并可以应用于多个分类 (一个子类别数据集 Cifar 100 可以达到 100 个类)。建立和训练神经网络是该系统的关键步骤。首先构建采集到的数据, 建立波形数据集, 然后构建并训练模型, 用训练好的模型预测新的

样本, 最后比较得到的结果与预测值的差异^[8]。

3.2 实验成果

搭建视障及视盲人群出行模拟交通道路系统, OpenMV 实现对周围环境中障碍物、人脸、斑马线、红绿灯的实时检测识别播报并引导使用者避开障碍物, 应用 HC-SRO4 超声波模块、GPS 导航、语音播报模块, 能对使用者实现精准定位, 视障人群语音输入, 实现自动路径规划, 实时反映路况, 紧急避险。STM32 通过发送 AT 指令集来控制 Wi-Fi 模块连接 Wi-Fi 并与心知天气 API 建立 TCP 连接获取天气信息, 实现实时天气预警。通过串行通信, 微控制器可以与 SIM800C 模块通信, 使视障人士可以与亲人联系。

4 结语

本视障智能辅助系统作为新兴科学技术可以有效地缓解导盲设备过少的社会问题。符合中国相关法律规定, 满足现今社会高速发展的需要, 也为视障人群融入现代化社会提供了更优质的条件。同时, 在如今人工智能的数据化时代背景下, 此项目不仅运用高科技的技术为视障人群提供生活上的帮助, 也反映出人们渐渐地适应了科学技术高速发展的新时代。经试验, 本设计在复杂的外界环境下也能发挥重要作用, 且性价比较高, 具有良好的社会适用性, 发展前景广阔。

参考文献

- [1] 牛鱼龙.GPS知识与应用[M].深圳:海天出版社,2004.
- [2] 李奇才,舒远仲,洪宇轩.一种蚁群算法与自适应机制的路径规划算法优化[J].机械科学与技术,2022,41(7):1095-1101.
- [3] 王毅,王恺,张艺谭,等.基于超声波传感器的智能跟随系统设计[J].传感器与微系统,2021,40(8):92-95.
- [4] 杨馥语,陈娟.基于嵌入式图像处理及路径规划的智能导盲仪[J].流体测量与控制,2022(3):3.
- [5] 董冠廷,胡昊迪,吴泽琨,等.基于异构计算与深度学习的导盲系统设计[J].电子技术与软件工程,2018,136(14):101-102.
- [6] 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(3):41.
- [7] 支金柱.动态环境下室内移动机器人路径规划研究[D].西安:西安工业大学,2021.
- [8] 陈威宇,朱颖,钟其麟,等.基于神经网络的智能盲人物体识别和避障仪设计[J].机电工程技术,2021,50(10):149-152.