

Design of a photovoltaic intelligent guide helmet

Yaoguang Zhao Yujie Cui Haoran Wang Chen Qiu Yu Jiang Yannan Ji*

School of Electrical and Energy Engineering, Nantong Institute of Technology, Nantong, Jiangsu, 226000, China

Abstract

By 2023, the number of visually impaired groups in China has exceeded 17 million, accounting for 17% of the disabled population, ranking first in the world. In view of the pain points such as spatial orientation and lack of environmental perception faced by visually impaired people when traveling, this research innovated and developed the photovoltaic intelligent guide helmet system. The equipment realizes auxiliary power supply range through photovoltaic power generation module. Combined with infrared and AI image recognition technology, it can accurately identify various dangerous elements including static obstacles, mobile vehicles in the range of 0.5-5 meters. The Beidou / GPS dual-mode positioning chip and offline voice navigation module equipped with the system can provide real-time voice interaction service, forming a full-link solution of "environment awareness-intelligent analysis-voice guidance", effectively improving the travel safety and independence of visually impaired groups.

Keywords

guide helmet; photovoltaic; intelligent

一种光伏智能导盲头盔的设计

赵焱光 崔宇杰 王浩然 邱晨 蒋昱 纪燕男*

南通理工学院电气与能源工程学院, 中国·江苏 南通 226000

摘要

截至2023年,我国视障群体规模已突破1700万人,占残疾人口17%,居全球首位。针对视障人群出行时面临的空间定向障碍、环境感知缺失等痛点,本研究创新研发了光伏智能导盲头盔系统。该设备通过光伏发电模组实现辅助供电续航,结合红外与AI图像识别技术,可精准识别0.5-5米范围内包括静态障碍物、移动车辆等多种危险要素。系统搭载的北斗/GPS双模定位芯片与离线语音导航模块,可提供实时语音交互服务,形成"环境感知-智能分析-语音引导"的全链路解决方案,有效提升视障群体出行安全性与独立性。

关键词

导盲头盔; 光伏; 智能

1 引言

在全球范围内,视力障碍问题一直是影响人们生活质量和社交活动的重要因素。这一庞大的群体在日常生活和出行中面临着诸多不便,尤其是缺乏安全、高效的辅助工具,严重限制了他们的独立生活能力和社会活动参与度。

为了应对这一挑战,本文设计了一款光伏智能导盲头盔,该头盔集光伏辅助供电、障碍物规避、红绿灯识别、智能语

音助手以及定位功能于一体,旨在通过智能化手段提升视障人士的出行安全性和自主性,进而改善视障人群的生活质量。

2 系统设计

2.1 电源模块

负载可由蓄电池和柔性太阳能电池供电,柔性太阳能电池采用12块全柔性PSC/CIGS(钙钛矿/铜铟镓硒)叠层太阳能电池,并实现了21.5%的光电转换效率。CIGS叠层太阳能电池可以制备在柔性衬底上,具有成本低和重量轻等优势,具有广泛的应用潜力。并且由于与入射粒子或辐射的相互作用较小,CIGS太阳能电池具有很强的耐辐照性能,辐照对载流子扩散长度影响小。CIGS的发电量对比相同功率的晶体硅太阳能电池能增加10%左右。设太阳能板的表面积为 S , S 的近似值为:

$$S = \frac{W}{\cos \theta} \times L \quad (1)$$

式中: W 为太阳能板宽度,取60cm。 θ 为太阳能板与水平面的角度,以南通本地为例,取 31° ; L 为太阳能板长度,

【基金项目】南通理工学院2024年国家级大学生创新训练计划立项项目“光伏智能导盲头盔”(项目编号:202412056005Z)。

【作者简介】赵焱光(2004-),男,中国山东菏泽人,在读本科生,从事新能源发电技术研究。

【通讯作者】纪燕男(1994-),女,中国江苏南通人,硕士,讲师,从事新能源发电、电气控制研究。

取 60cm。

根据式（1）计算可得，太阳能板面积为 4200.211cm²

安装 12 块全柔性 PSC/CIGS 叠层太阳能电池，太阳能发电量为：

$$E_p = H_A \times K \times \frac{P_A}{E_s} \quad (2)$$

式中： H_A 为太阳能日平均辐射量的数值，以南通市为例，取 3.793 kW·h/m² K 为综合系数，取 85%。 P_A 为组件功率； E_s 为标准条件下的辐照度的数值，取 1 kW·h/m²。根据式（2）可得，12 块全柔性 PSC/CIGS 叠层太阳能电池可发电约 96.7215W·h。

柔性太阳能电池在给蓄电池充电时遵守轮流充电的原则，电源模块示意图如图 1 所示。

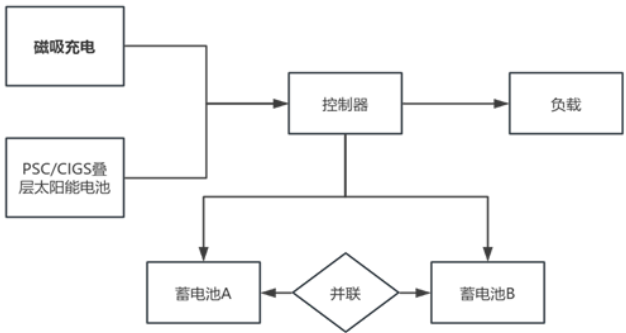


图 1 电源模块示意图

2.2 图像识别模块

该设计采用树莓派 4 代 B 型开发板为该模块的核心，树莓派 4 代 B 型开发板中内置 ARM 的微型电脑主板，运用支持多任务、支持多线程的 Linux 系统。通过使用 TensorFlow 训练一个图像分类模型，并将其转换 TensorFlow 模型并上传到树莓派中，随后使用 Python 代码加载模型并进行预处理等主要功能。树莓派模块的组成部分如图 1 所示。

图像识别模块流程图如图 2 所示。

1- 通过摄像头采集图像导入到树莓派中；2- 由树莓派生成 TensorFlow 模型；3- 将得到的图像通过 Python 进行预处理；4- 将预处理的数据输出并执行相应的指令；5- 预处理好的数据将会传送回树莓派中并储存在 SD 卡中；

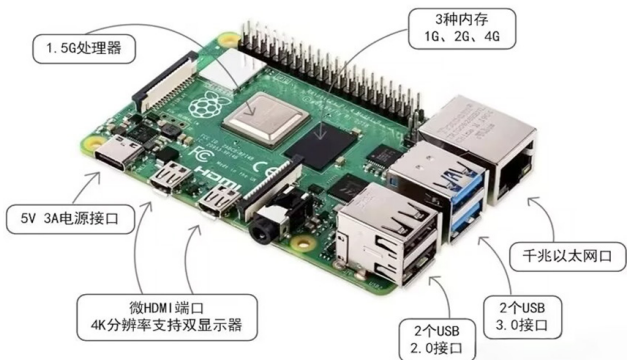


图 2 树莓派模块的组成部分

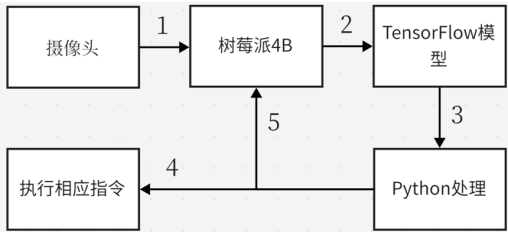


图 3 图像识别模块流程图

2.2.1 摄像头

采用 ORBBEC Astra Pro Plus 摄像头，该摄像头采用单目结构光技术，具有高精度、低功耗、响应迅速、稳定可靠的优点，开发人员可以通过选择不同的版本自由地在短距离、长距离和高分辨率 RGB 摄像机之间切换，可以更好地识别盲道、红绿灯和斑马线。ORBEC Astra Pro Plus 摄像头的组成部分如图 4 所示。

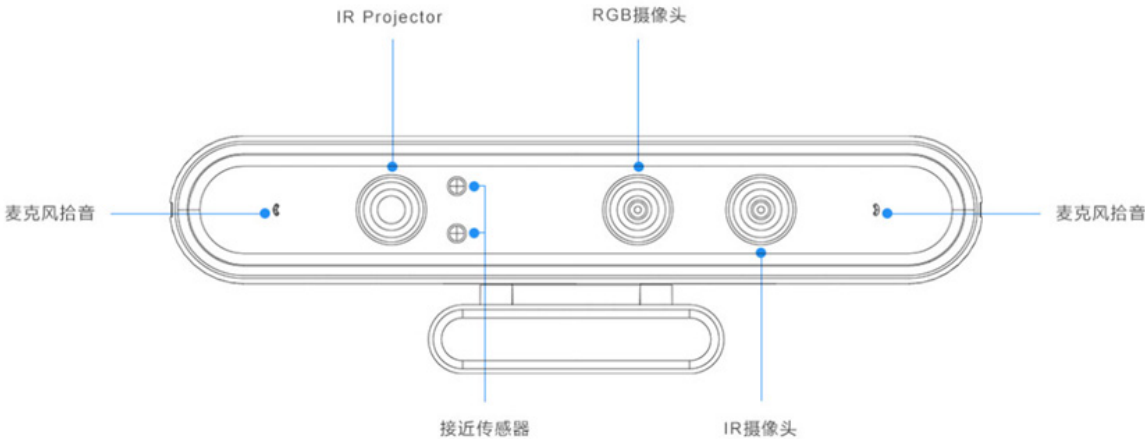


图 4 ORBBEC Astra Pro Plus 摄像头的组成部分

2.2.2 图像的预处理环节

将已训练的 TensorFlow Lite 模型部署至树莓派后，可以利用 Python 脚本轻松加载该模型。在树莓派平台上，可以灵活选择使用其内置的摄像头模块或外接的高质量摄像头来捕捉实时图像。为了适配模型输入的需求，捕获的图像需经过一系列预处理步骤，其中尤为关键的一环是将图像缩放至模型所规定的尺寸。这一缩放功能在处理如红绿灯这类可能处于较远距离的目标时显得尤为重要，它能有效调整图像比例，确保模型能够准确识别并响应。此功能可以实现图形的放大与缩小，也可以实现图形的旋转、仿射变换、拉伸等功能（采集的图像宽度为 x 和高度为 y ， x' 、 y' 为 x 、 y 按照仿射变换后的宽度和高度。 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 为变换系数，其中 a 、 d 为缩放因子； b 、 e 为旋转因子； c 、 f 为平移因子）其公式为：

$$x' = a * x + b * y + c \quad (3)$$

$$y' = d * x + e * y + f \quad (4)$$

当 a 、 d 不等于 0 时，系数 a 、 d 可以实现图形的放大与缩小，其具体表达式为：

$$x' = a * x \quad (5)$$

$$y' = d * y \quad (6)$$

其中，当 $a > 0$ 时，表示图形放大；当 $a < 0$ 时，表示图形缩小。当 $a = 0$ 时，表示图形不发生放大与缩小的变化。

2.2.3 鉴别环节

首先，由树莓派读取拍摄的图片，然后树莓派建立 TensorFlow 模型，再用 Python 算法进行处理并通过树莓派输出相应的指令提醒使用者，最后把处理好的数据回传至树莓派中并存储。

以下是关键的 Python 算法编程

图像预处理：缩放（提取关键信息，如红绿灯，斑马线及障碍物）

```
image_resized = tf.image.resize(image, [224, 224]) # 缩放图像
```

显示处理后的图像

```
plt.imshow(image_flipped.numpy().astype("uint8"))
plt.show()
```

2.3 导航模块

本系统采用中科微电子的 AT6558 芯片作为 GPS 信号接收器，配合 ATMEGA328 单片机进行数据处理。AT6558 负责接收卫星 C/A 码，而 ATMEGA328 则通过其 PD0 接口（UART 协议）与 ATGM336H-5N31 GPS 芯片的 TXD 接口相连，接收 GPS 数据；PD1 接口与 GPS 芯片的 RXD 接口相连，用于可能的双向通信。ATMEGA328 对接收到的位置信息进行解码和提取后，计算出经纬度信息，并通过 PD3 接口连接的短信模块以文本形式发送至手机。为确保数据的准确性，系统还设计了错误检测和数据校验机制。最终，视障人群可以由语音播报模块得到所需的位置信息。

2.4 SYN6288 语音播报模块

在语音模块中使用 2 种类型的芯片，分别为科大讯飞的

的 AIUI 评估板和北京宇音的 SYN6288 芯片模块，以及在科大讯飞的 AIUI 评估版中插入的讯飞星火大模型。在该头盔的智能系统中，AIUI 评估板发挥着关键作用，其赋予了头盔与使用者日常生活互动的能力。与之不同的是，SYN6288 芯片主要负责安全预警功能。在科大讯飞的 AIUI 评估版中插入的讯飞星火大模型，不仅提升了信息处理的效率和准确性，还增强了与用户的互动性和个性化服务能力。

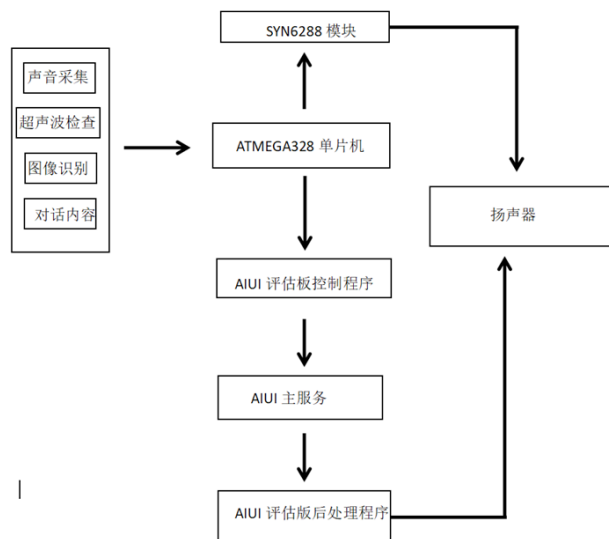


图 3

3 结语

此导盲头盔集成了规避障碍物、红绿灯识别、智能语言助手以及定位功能于一体，为视障人士提供了全方位的出行辅助。并且通过智能语言助手，用户可以与头盔进行语音交互，获取路线导航、天气查询等信息，提高了出行的便捷性和自主性。

通过不断优化设计、提升技术性能和加强用户体验，我们相信光伏智能导盲头盔将成为未来辅助视觉设备的重要发展方向。在此，我们期待更多科研人员和工程师的加入，共同推动光伏智能导盲技术的创新与发展，为视障群体点亮前行的道路，让科技之光温暖每一个需要关怀的心灵。

参考文献

- [1] 林星妍,王雨乐,薛皓闻,等.一种光伏智能导盲头盔[J].中国新技术新产品,2022,(23):11-14.
- [2] 王甜甜,王凯,李辉.铜钢镓硒(CIGS)薄膜太阳能电池研究进展[J].稀有金属,2024,48(10):1475-1501.
- [3] 周卓峰,吕世凯,王思源,等.基于树莓派的智能导盲装置[J].山西电子技术,2024,(02):20-22.
- [4] 王星,丁来国,刘超,等.基于大模型的人工智能家居语言交互研究[J].轻工标准与质量,2024,(03):107-109.
- [5] 陈雷博,陈智利.基于定位导航的多传感器导盲系统设计[J].计算机应用与软件,2023,40(10):90-93+119.