

人脸摄像头自动调节传动机构设计

陈如伟

(广州广电运通智能科技有限公司 广东 广州 510663)

摘要: 目前,人脸识别作为生物特征识别技术中应用最广泛的一种技术,已经在各行各业推广使用,成为人们智慧出行、安全出行的重要方式,改善着人们的生活,创造出更高效、更便捷、更安全的出行方式。本文通过对人脸摄像头自动调节机构设计原理的研究,提出了自动调节、增大人脸摄像头检测角度的传动机构设计方案,从而更好地实现人脸识别技术与 AI 技术相结合的产品化应用,满足不同乘客的多样化需求,为真正实现智慧出行提供了条件。

关键词: 人脸识别摄像头; 自动调节设计; 轨道交通终端设备

0 引言

为了满足乘客多元化出行、安全出行的需要,在城市地铁、高铁、城际铁路等场所服务的设备,在安检、过闸、乘车等场景上需要满足自助、智能、安全、快捷等要求,能同时支持电子客票、身份证、护照、港澳通行证、二维码、人脸识别、指纹扫描识别等方式过闸乘车。这都需要通过基于生物识别等技术的智能自助产品来实现,而集成生物识别技术和 AI 技术的智能终端设备,在设计上与以往传统的终端设备有很大的差别。这就需要工程师具备更高的综合设计能力,在产品设计过程中使用创新的方式,解决设计中或者使用过程中可能出现的问题,实现人工智能新技术在产品上的应用。本文从自动调节人脸摄像头传动机构原理出发,简单阐述了人工智能技术对整机产品的机械设计要求,从而解决人脸摄像头检测角度不足的问题。

1 人脸识别技术简介

人脸识别是指利用摄像头等图像采集仪器,通过计算机和算法程序对被检测者的脸部特征信息进行采集、分析和比对,进而进行身份识别的一种生物特征识别技术。其基本原理是通过数字化图像处理、模式识别、计算机视觉算法等技术,将人脸图像中的特征进行数字化提取和匹配,从而实现对面脸的自动识别和认证。人脸识别技术相对于其他的生物识别技术(如指纹、掌纹、虹膜),具有可见性、非接触性和可扩展性强等优势特点。近年来,随着

计算机处理器和图像采集设备性能的提升和成本的降低,人脸识别技术广泛应用于各个领域。在地铁、铁路、机场等交通领域,生物特征识别技术与 AI 技术相结合,为人们的智慧出行提供了可靠的基础。

日常生活中常说的“刷脸”“人像识别”“面部识别”,都是指人脸识别,属于人工智能中的计算机视觉技术范畴。人脸识别通常使用摄像机或摄像头来采集含有人脸的图像或视频。为了更好地判断被检测者是否为真正的生命体,则需要使用具有红外光检测功能的摄像头来采集图像,进行活体鉴别判断;并自动在图像中检测和跟踪人脸,判断是否存在人脸,如果存在则定位出每张人脸的位置、大小与姿态,进而对检测到的人脸进行一系列特征检测(主要由眼睛、额头、鼻子、耳朵、下巴、嘴巴等部位特征组成)。人脸识别的过程主要包括人脸图像采集、人脸定位、人脸识别预处理、身份确认及查找等。人脸识别技术实现了图像或视频中人脸的检测、分析和比对,人脸识别应用技术主要包括人脸检测、人脸(特征)识别和人脸检索三大技术^[1]。实现人脸识别功能的相应配套硬件设备包括人脸检测定位、人脸属性识别和人脸比对等独立模块。

2 人脸识别摄像头的自动调节设计

2.1 人脸识别摄像头存在的问题

随着图像识别技术的不断成熟以及识别算法的不断完善,图像采集设备开始广泛应用于金融、安防、轨道交通等不同领域的多个场景中,比如地铁、高铁、城际铁路、机场等公共交通场所。由于我国人口基数

庞大，地域辽阔，不同地区不同种族的人员在身高上差异较大。在使用图像采集设备时，不同的图像采集者由于面部高度不一样，可能超出或者达不到摄像头的检测范围，导致检测失败。身材比较矮小的成年人或者小孩子、乘坐轮椅的人，会由于面部高度太低而未完全达到摄像头的有效检测区域，造成人脸检测超时或失败。而身材高大（超高）的成年人，由于脸部高度超出摄像头的有效探测区域，摄像头在采集人脸图像时捕抓不到采集者的人脸，也会导致数据采集超时甚至采集失败，严重影响设备的工作效率，降低了闸机的通行率。目前轨道交通场景上使用的图像采集设备，大部分都不具备摄像头角度自动调节的功能，部分乘客只能通过下蹲或者调节与人脸摄像头的距离来实现图像采集，这样的操作给乘客带来了诸多不便。为了满足不同客户的需求，在轨道交通产品的整机设计中加入摄像头自动调节功能^[2]。

如图 1 所示，乘客一般会站在自动检票机前、距离读卡区 400mm 的地方进行操作，由于摄像头的检测角度有限（垂直角度 $\leq 50^\circ$ ），能检测到的人脸高度为 1043 ~ 1844mm，太高或者太矮的乘客站得太靠近设备就会检测不到。闸机上增加自动调节摄像头传动机构，可以实现摄像头的上下旋转调节，扩大了人脸摄像头的检测范围。

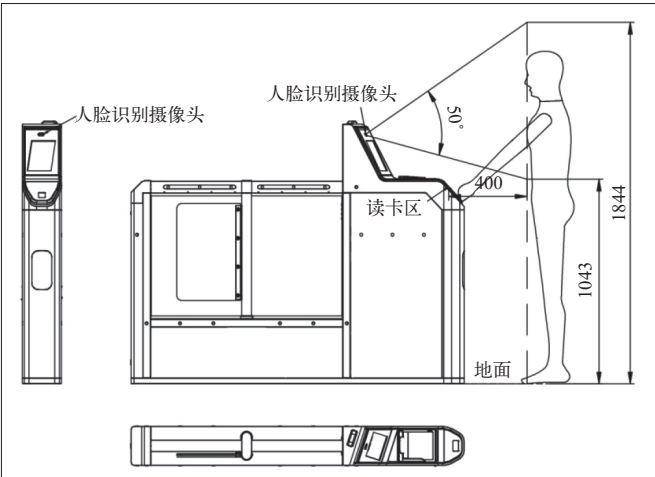


图 1 人脸摄像头检测范围图

2.2 自动调节摄像头传动机构原理

自动调节摄像头传动机构安装在闸机头部或者自动售票机的乘客显示屏上方。自动调节摄像头传动机构主要由电动机组件、摄像头组件、安装座组件、控制电路板、摆动杆、位置传感器、传感器挡片等部件组成，如图 2 所示。

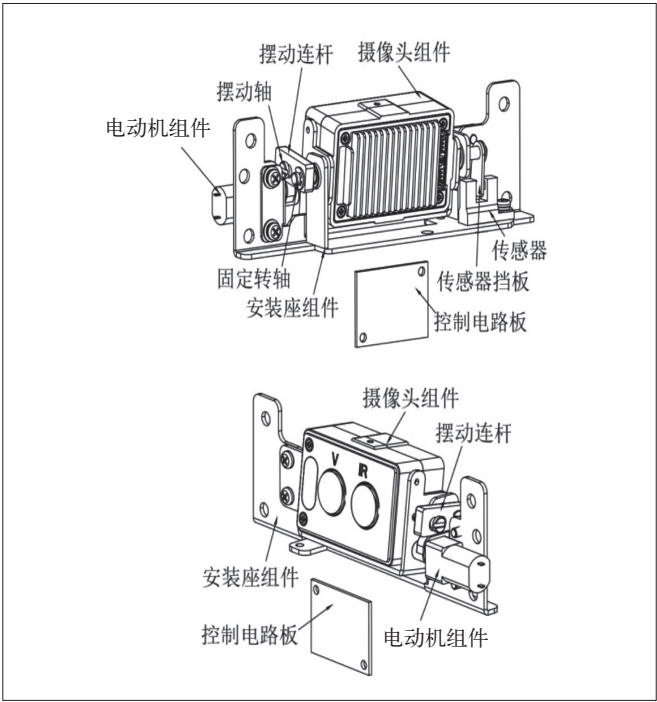


图 2 自动调节摄像头传动机构

如图 3 所示，电动机组件由电动机、电动机固定板、凸轮三部分装配组成。电动机使用螺丝安装在电动机固定板上，凸轮使用卡位固定在电动机的转轴上。控制电路板使用螺丝固定安装在传动机构的附近（就近安装），通过线缆与电动机、传感器连接，给电动机和位置传感器提供控制信号和供电。

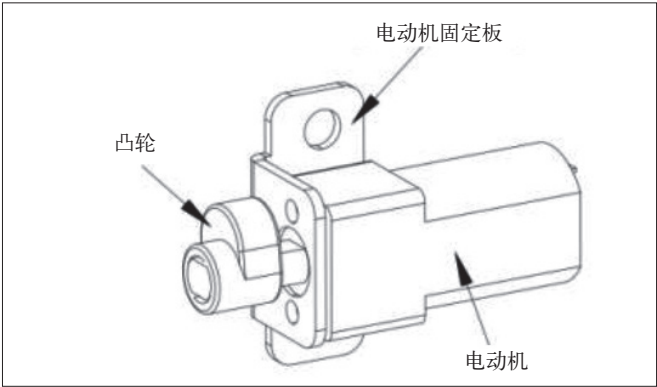


图 3 电动机组件示意图

如图 4 所示，摄像头组件由摄像头、摄像头支架、轴承、摄像头支架转轴 1、摄像头支架转轴 2 和摆动轴组成。摄像头使用螺丝固定在摄像头支架上，摄像头支架转轴 1 和摄像头支架转轴 2 两根转轴焊接在摄像头支架两侧，且两轴的轴心共线。两轴上各安装有轴承，使用开口 E 型挡圈进行轴承限位，轴承分别与安装座组件的主支架和侧支架固定连接。

在摄像头支架转轴1的旁边安装有摆动轴,连接摄像头支架和摆动杆。

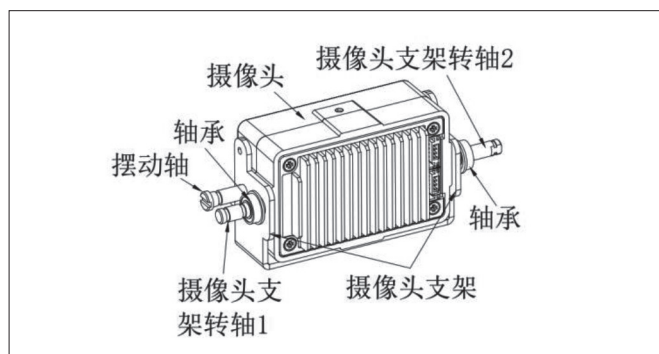


图4 摄像头组件示意图

如图5所示,安装座组件由安装座主支架和安装座侧支架用螺丝装配而成。位置传感器用螺丝固定在安装座主支架上,传感器挡片套在摄像头支架转轴2上,使用开口E型挡圈固定。当摄像头组件绕着摄像头支架转轴2转动时,带动传感器挡片在位置传感器感应区内转动,通过遮挡或不遮挡状态来判断摄像头的转动角度和位置。

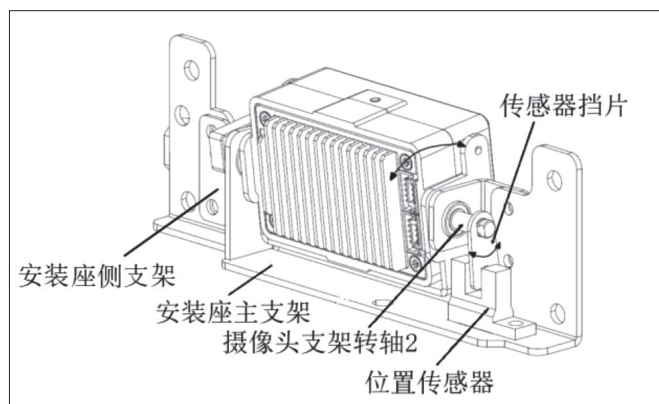


图5 位置传感器、传感器挡片示意图

电动机组件使用螺丝固定在安装座组件上,摄像头组件与安装座组件使用轴承连接固定,使摄像头组件可以绕着摄像头支架转轴1旋转。摆动连杆一端套在摄像头支架转轴1上,使用开口E型挡圈固定,摆动连杆另一端开腰型孔套在摆动轴上。

如图6所示,当控制电路板控制电动机转动时,电动机带动凸轮转动,由于凸轮的转动特性,带动摆动连杆绕着摄像头支架转轴1上下旋转一定角度,摆动连杆随之带动摆动轴上下移动。摆动轴固定在摄像头支架上,整个摄像头组件会绕着轴承上下转动一定角度,从而实现摄像头的上下转动调节,摄像头原有有效拍摄角度增大。

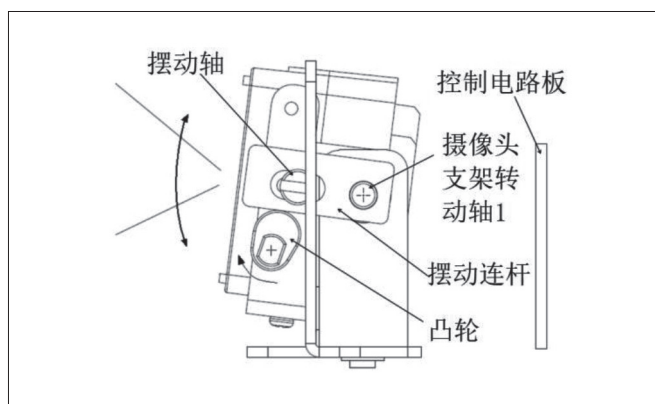


图6 摄像头转动调节原理示意图(隐藏电动机)

摄像头的默认初始位置(最佳检测角度)由设计师根据使用场景确定。摄像头在初始位置时,传感器挡片会遮挡住传感器(传感器为U型对射传感器),可以满足身高为1.3~1.8m的乘客操作。当乘客的身高范围超出了有效检测范围,人脸图像采集失败,并会把结果反馈给上层系统,上层服务器(或者工控机)会下发信号给图像采集控制电路板。此时,控制电路板控制电动机转动一周,摄像头和传感器挡片在电动机和凸轮的带动下上下摆动,当传感器挡片两次遮挡传感器时,电动机停止运行,摄像头又回到默认初始位置。电动机和凸轮每转动一周,摄像头自上而下往返转动一个来回,即一个转动周期。

凸轮是机械联动装置中的旋转或转动件,是将旋转运动转化为往复运动或摆动运动的装置。摄像头的转动角度由凸轮的形状决定,具体来说是由凸轮的大、小(两个)半径值决定的,设计凸轮的最大转动角度为 $\pm 5^\circ$ 。如果想控制摄像头的实时转动角度(比如在转动到 3° 时停下来),可以把传感器挡片设计成光栅状,传感器每次被遮挡都会反馈信号给控制板,从而让电动机停止运行。

如图7所示, O 点是摄像头支架转轴1的圆心, A 点是电动机转轴圆心(也是整个凸轮转动的圆心,也是凸轮小圆的圆心), r 是凸轮小圆的半径,即基圆半径; B 点是凸轮大圆的圆心, R 是凸轮大圆的半径; f 为 A 、 B 两圆心的距离; D 点是摄像头调节的最高点,凸轮曲率半径 $AD=R+f$,摆动角度为 α ; C 点是摄像头调节的最低点,半径 $AC=r$,摆动角度为 β ;且 $AD \perp OD$, $AC \perp OC$; θ 为从动件的摆动角度,凸轮调节的最大角度值 $\theta = \alpha - \beta$ 。则可得到下述公式:

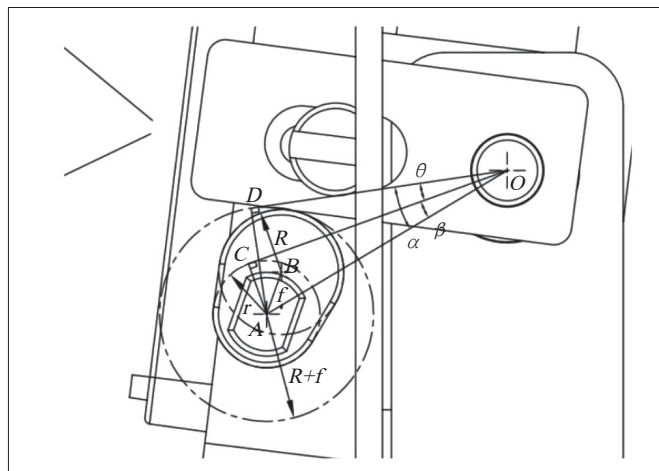


图7 摄像头转动调节角度原理图

$$\sin \alpha = \frac{AD}{AO} = \frac{R+f}{AO}; \quad \sin \beta = \frac{AC}{AO} = \frac{r}{AO}$$

3 语音识别模块的布局方案

语音识别模块由语音信号采集器（语音识别麦克风和读唇摄像头）和语音控制盒两部分组成，语音控制盒安装在语音信号采集器（语音识别麦克风和读唇摄像头）附近（就近原则），以减短信号线缆的长度从而减少信号的衰减。语音信号采集器的语音识别麦克风和读唇摄像头，在整机设备的布局上，则需要满足图8所示的要求，以便增强语音采集效果。读唇摄像头安装在语音识别麦克风阵列的中心线上。

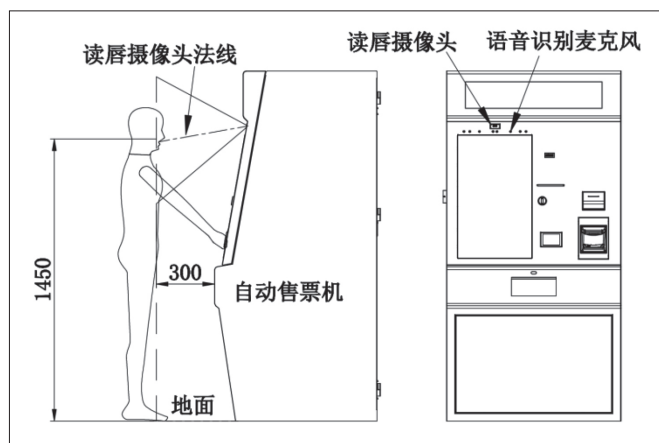


图8 语音识别模块检测范围图

读唇摄像头与人脸识别摄像头的功能相似，可以对站在设备前面的操作者的嘴唇特征进行检测，对操作人员的嘴唇动作进行判断识别；同时，语音识别麦克风阵列的拾音器对操作人员的声音进行采集和识别。当读唇摄像头垂直方向的法线与距离自

动售票机300mm的操作人员高度线的交点高度为1450mm时，为最佳的图像检测点和声音采集点。根据《中国居民营养与慢性病状况报告（2020年）》^[3]，中国18~44岁男性和女性的平均身高分别为169.7cm和158cm，1450mm是我国成人平均身高中嘴巴的高度尺寸，最适合进行读唇检测和声音检测，读唇摄像头满足此要求，语音和读唇采集效果将会更好。

随着人工智能技术在轨道交通领域中的应用越来越普遍，对产品结构工程师的创新思维和设计能力的要求也越来越高。只有不断了解人工智能技术，不断提升自身的设计能力，才能更好地实现人工智能数字化技术在产品上的应用，才能设计出符合客户需求、满足乘客智慧出行要求的轨道交通产品。

4 结语

本文通过电动机、凸轮、轴承等一系列机械传动机构，利用传感器和控制电路板作为控制单元，带动人脸摄像头模块和读唇摄像头模块进行小角度的上下转动，增大了摄像头检测角度，解决了乘客在人脸识别和语音识别过程中由于身高太矮或者身高太高而检测失败的问题。此设计方案选择小功率电动机，使用凸轮进行传动，整体结构尺寸较小，可安装在空间有限的面板上，可以在高铁进站、地铁过闸，机场安检、海关过关等场景上使用，能够提高通行效率。

此机械传动设计由于采用了低功率电动机和凸轮结构，在角度调节的幅度上存在着不足，调节幅度在5°以内，不能满足大幅度的角度调节要求。若需要实现大幅度角度调节，在机械结构上则需要使用交流电动机和连杆传动机构。

参考文献：

- [1] 陈如伟. 浅谈人脸识别技术在机场领域的应用[J]. 通讯世界, 2019, 26(9): 10-11.
- [2] 广州广电运通智能科技有限公司. 可调角度的安装支架与图像采集设备: CN202020250473.8[P]. 2021-02-02.
- [3] 刘月姣. 《中国居民营养与慢性病状况报告（2020年）》发布[J]. 农产品市场周刊, 2021(2): 58-59.

作者简介: 陈如伟(1980.05-), 男, 汉族, 广东广州人, 本科, 工程师, 研究方向: 轨道交通领域智能产品整机机械设计开发。