

文章编号: 2095-2163(2020)05-0071-05

中图分类号: TP29

文献标志码: A

基于 OpenMV 垃圾分类的智能垃圾桶系统设计

周宇辉, 何志琴, 胡娟, 杨莹

(贵州大学 电气工程学院, 贵阳 550000)

摘要: 为了提高垃圾分类的工作效率, 基于 OpenMV 设计智能垃圾桶分类系统。具体方法: 通过 OpenMV 模块读取垃圾的颜色信息, 利用 BP 神经网络进行颜色信息训练, 得到垃圾颜色代表, 将信息发送给单片机, 单片机收集信息以控制舵机旋转, 到达对应的垃圾分类槽, 从而提高垃圾处理率。本文主要通过对垃圾分类进行颜色处理, 对图像识别的研究进行了讨论, 通过 OpenMV 摄像头采集图像信息, 将识别后的信息处理之后, 再通过串口通信传给单片机, 单片机控制舵机转动进行垃圾槽选择, 转至对应的分类垃圾槽, 搭建 Labview 平台, 显示与调试图像信息。

关键词: 垃圾分类; OpenMV; 智能垃圾桶; BP 神经网络; 图像识别; Labview

Design of intelligent garbage can system based on OpenMV garbage classification

ZHOU Yuhui, HE Zhiqin, HU Juan, YANG Ying

(Electrical Engineering College, Guizhou University, Guiyang 550000, China)

[Abstract] In order to improve the work efficiency of garbage classification, an intelligent garbage can classification system was designed based on OpenMV. Specific method: read the garbage color information through the OpenMV module, use BP neural network to train the color information, obtain the garbage color representation, send the information to the MCU, the MCU collects the information to control the steering gear rotation, and reach the corresponding garbage sorting slot, so as to improve the garbage disposal rate. This article mainly through the study of the color of the garbage classification processing, the research of image recognition is discussed, through collecting OpenMV camera image information, after will identify information processing, through a serial port communication to the single-chip microcomputer, single-chip microcomputer control steering gear rotation are junk slot selection, transferred to the corresponding classification junk slot, structures, Labview platform, the display and debug image information.

[Key words] Garbage classification; OpenMV, Smart garbage can; BP neural network; Image recognition; Labview

0 引言

随着生活质量的提到, 科技高速发展, 环境问题也会逐渐的加剧, 有相关数据表明垃圾的产量与 GDP 是严密相关的, 随着 GDP 的增加, 垃圾产量也在进一步加大^[1]。尤其是我国人口数量基数大, 平均的垃圾产量是很庞大的, 城市的环境问题成为巨大的问题, 所以国家开始提出垃圾分类, 以便于更好的对垃圾进行合理的处置。

生活中, 并不是所有的垃圾都是完全没有利用价值的, 装饮料的易拉罐收集后, 可以重新熔炼出铝, 做出铝制用品。如何高效的对这些垃圾进行分类处理是当前整治城市环境问题的重中之重^[2]。所以对垃圾做分类处理, 诞生出了利用不同垃圾桶进行垃圾分类, 在大街上摆放不同的垃圾桶收集不同的垃圾, 现在街上主流垃圾桶分为“可回收垃圾”桶和“不可回收垃圾”垃圾桶。现在是高科技智能

时代, 将人工智能用于垃圾分类, 当不知道垃圾的具体分类时, 垃圾桶会自动帮助选择。

1 系统总体设计

本设计对智能垃圾桶进行了探讨, 基于 OpenMV 对垃圾进行颜色处理, 串口通信将信息传给 Arduino 单片机, 经过单片机的处理以后, 控制舵机旋转, 打开对应的垃圾桶, 实现自动分类垃圾。同时 Arduino 和 Labview 的通信可以实时的观察垃圾桶目前的状态, 及时更换垃圾袋。

本系统主要依靠几个模块之间进行串口通信而实现目标, 利用 OpenMV 对图像信息采集, 发送给 Arduino 单片机处理相应数据, 进而控制舵机选择对应垃圾槽。系统总体设计如图 1 所示。

2 硬件设计

本文的硬件结构主要由 OpenMV 采集模块、分类模块、微处理器、通信模块、舵机和电源模块组成。

作者简介: 周宇辉(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 计算机控制; 何志琴(1971-), 女, 硕士, 教授, 硕士生导师, 贵州自动化学会理事, 主要研究方向: 计算机控制; 胡娟(1992-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 无线传感器网络。

收稿日期: 2020-03-24

其中 OpenMV 对垃圾的颜色进行采集,提取颜色信息,通过串口通信传给 Arduino 单片机,单片机与舵机相连,控制垃圾桶的旋转,电源模块为系统进行供电。系统硬件结构如图 2 所示。

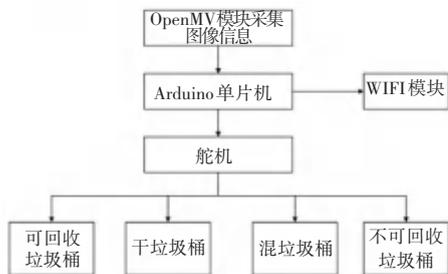


图 1 系统总体框图

Fig. 1 Overall system block diagram

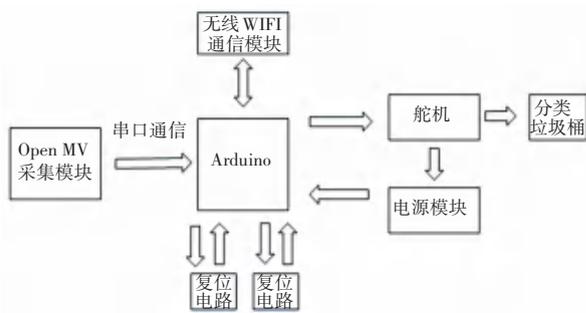


图 2 系统硬件结构设计图

Fig. 2 Design drawing of system hardware structure

2.1 图像采集模块

本文设计的图像采集模块主要是由 OpenMV 摄像头,通过串口通信连接 Arduino 单片机,传输采集颜色的对应参数,以便 Arduino 能够控制舵机转动,打开对应的分类垃圾槽^[3]。图 3 是图像采集模块 OpenMV 和 Arduino 的通信结构。

OpenMV4 H7 是本文选用的摄像头模块,它集成了一块 STM32H743,主频 400M,内存 2M,运行速度快,而且相比 OpenMV3,可选择的镜头更多,而且便于更换。



图 3 OpenMV 与 Arduino 串口通信

Fig. 3 OpenMV communicates with Arduino serial port

2.2 WiFi 模组

系统中,选用 WiFi 模块 ESP8266,该模块硬件接口丰富,可以满足本设计所需要的数据传输要求。能从串口接收数据,WiFi 输出数据,实时显示当前垃圾桶的具体状态。

ESP8266 有三种模式,分别是 STA、AP 和 STA+

AP 模式。在 Arduino IDE 环境中,能够轻易的添加 ESP8266 库模块,如图 4 所示。



图 4 Arduino IDE 添加 ESP8266 库

Fig. 4 Add the ESP8266 library to the Arduino IDE

添加库后,使用 Arduino 与 ESP8266 引脚连接实心串口通信,数据无线传输,达到实时存储、监控垃圾桶内情况的目的。Wifi 模组如图 5 所示。

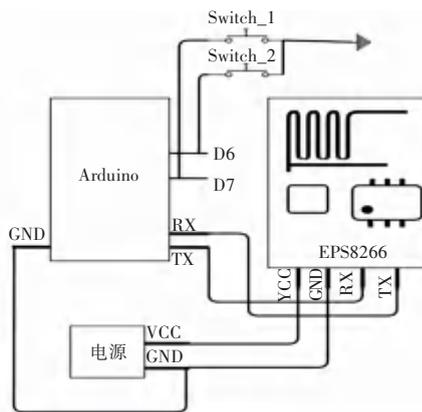


图 5 wifi 模组

Fig. 5 Wifi module

2.3 舵机模块

舵机通过 PWM 波来控制电机的旋转,用 Arduino 来控制旋转角度。舵机力矩大,符合系统的设计要求,且 Arduino 很容易对舵机进行控制,编程简单,可操作性强。舵机还包含了伺服电机的完整系统(电机、传感器和控制器),价格便宜,节约智能垃圾桶的成本。图 6 为舵机模块图。

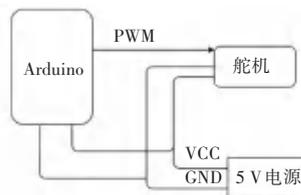


图 6 舵机模块

Fig. 6 Steering gear module

2.4 垃圾桶结构

为了更好的进行分类,设计选用圆形旋转垃圾桶,将垃圾桶内分为 3 个槽,每一个槽套上不同的垃

圾袋。当垃圾经过入口处 OpenMV 摄像头检测时, 处理颜色信息, 再把处理后的信息发送给 Arduino 单片机, Arduino 单片机接收数据, 控制驱动舵机旋转对应的角度, 使得槽到达垃圾桶的入口处, 从而回收垃圾; 按照生活规律还可以划分不同大小的垃圾区域, 使得空间更为适用, 不造成空间浪费。图 7 为垃圾桶结构设计图。

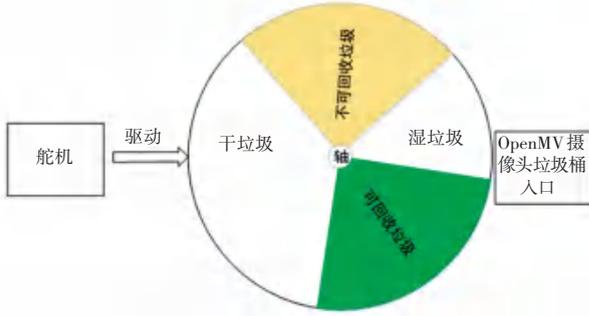


图 7 垃圾桶结构设计

Fig. 7 Structural design of dustbin

3 垃圾图像分类智能算法

图像识别系统分为三个部分, 第一部分是图像的采集和获取, 在本系统中, 担任这个任务的主要是 OpenMV 搭载的摄像头, 能对垃圾图像进行获取; 第二部分是对信息的加工和预处理, 是图像处理的核心。这一部分也由 OpenMV 处理, 将信息传给 Arduino, 为后续垃圾桶工作提供基础, 是图像处理的核心^[4]; 第三部分是识别分类的过程, 把上一步的信号转换成垃圾桶所能识别的信号。图像识别框图如图 8 所示。



图 8 图像识别框图

Fig. 8 Block diagram of image recognition

BP 神经网络是目前应用最为广泛的人工神经网络, 由输入层、隐含层和输出层组成, 各层之间的联系用权值表示。BP 网络需要解决的主要问题是算法, 传统的 BP 学习算法为最小二乘法^[5]。如图 9 为典型 BP 神经网络模型。

设计需要做灰度像素识别, 通常从 BP 神经网络模型的输入层, 隐藏层和输出层开始。

输入层设计: BP 神经网络输入层中的节点数通常由解决问题的影响因素决定。对于图像识别, 影响系数是图像识别特性。因此, 设计网络中输入节点的数量等于所使用的图像识别功能的数量。

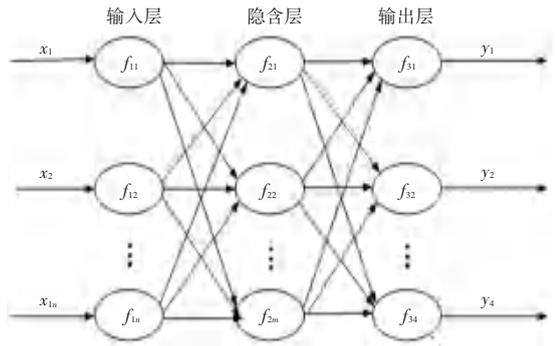


图 9 BP 神经网络模型

Fig. 9 BP neural network model

输出层设计: 输出层的节点数由输出值表达式决定, 本文要确定输出层的神经元, 必须设置目标的类别。

隐藏层设计: 当每个节点都采用 S 型函数时, 如果它是一个隐藏层, 则足以实现决策分类问题。增加屏蔽层的数量可以进一步减少错误, 提高准确性, 但会使网络变得更加复杂, 并且增加训练网络权重所需的时间。因此, 在不做具体要求的情况下, 本文选用单隐层^[6]。

4 软件仿真

在 OpenMV 软件中, 能通过搭载的摄像头识别出图像的色块, 通过多次训练, 将色块记录下来, 通过串口将数据传输给 Arduino 单片机实现后续处理, OpenMV IDE 中有许多例程能寻找色块, 本文以单色块寻找为例。

4.1 OpenMV IDE

在设计中主要运用到的函数是 find_blobs 函数, 通过 find_blobs 函数可以找到色块。设置颜色的阈值, 可以定义多个颜色列表或者单个颜色, 根据情况选择对应的阈值。假设填入的是红色色块阈值, 程序运行后, 可以看到所追踪的红色色块已经被识别出来, 红色区域全部被框出, 如图 10 所示。

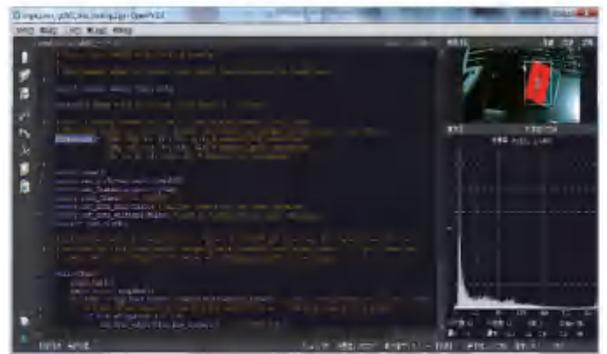


图 10 色块显示

Fig. 10 Color piece shows

如果还想寻找其他色块,但是不知道颜色阈值,可以通过 IDE 自带的颜色阈值工具来算出阈值,填入 thresholds 函数中。例如:需要观察红色旁边的绿色色块,只需要进入阈值工具,拖动滑块将除绿色外其他颜色全部变成黑色,最下面的 LAB 阈值则是需要填入的参数。具体色块阈值条节如图 11 所示。

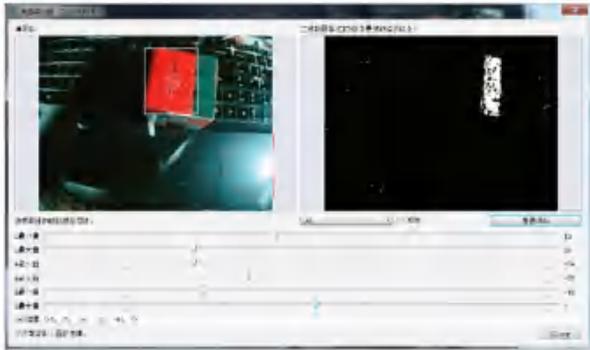


图 11 阈值调节

Fig. 11 Threshold adjustment

参数填写后,再次运行程序,就可以查找需要的色块,绿色部分已经被选中。如图 12 所示。

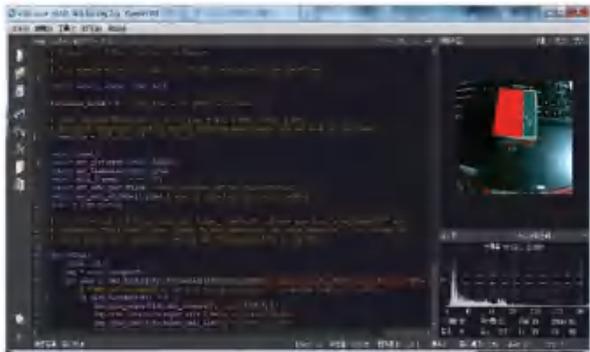


图 12 绿色色块显示

Fig. 12 The green block appears

经过多次训练以后,可以得到多个色块代表的垃圾阈值,统计这些颜色阈值,通过串口发送给 Arduino 单片机。Arduino 单片机接收到阈值信息后,可以继续通过串口通信使舵机转动,打开不同的分类垃圾桶。

4.2 Arduino IDE 软件

Arduino 的编程与 C 语言类似,以舵机运行程序为例,图 13 为串口通信控制舵机转动的程序。当串口接收到数据,会控制舵机转动一定的角度,打开对应的垃圾桶。

4.3 OpenMV 和 Arduino 进行通信

OpenMV 与 Arduino 通信简单,通过串口 3 方式即可。当 OpenMV 观察到色块信息时,通过发送色块中间坐标,Arduino 接收信息传给电脑并进行结果

显示。所以,在 ArduinoMega 的逻辑是:读 softSerial 的数据(json),解析成数组,发送给 Serial(电脑)。



图 13 舵机运行程序

Fig. 13 Steering gear running program

例如:要寻找黄色色块,发送中心坐标给 Arduino 进行数组处理和显示。如图 14 所示,在 threshold 函数中填入黄色色块阈值,可以完成串口通信。

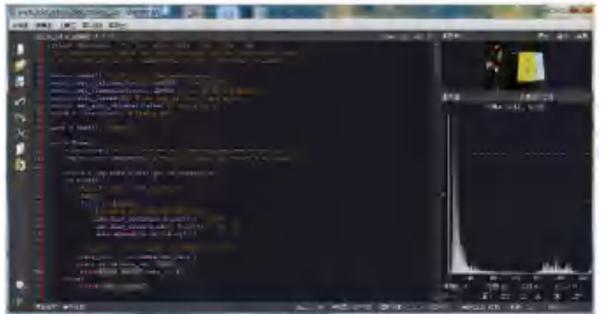


图 14 寻找黄色色块

Fig. 14 Look for yellow patches

当 Arduino 接收的数据等于设置阈值时,会控制舵机旋转相应的度数,打开不同垃圾桶。COM 口显示发送过来的数值。如图 15 为色块阈值显示。

4.4 WiFi 模块远程监控

通过 esp8266WiFi 模块,可以远程监控垃圾桶当前状态。通过设置标志位,当垃圾桶装满或者发生故障时,故障灯会亮,同时将信息传给 APP。因为 Arduino 的串口需要接入 Labview 上位机显示,所以选用软串口来连接 WiFi 模块,如图 16 所示。



图 15 舵机转角

Fig. 15 Steering Angle



图 16 WiFi 模块例程
Fig. 16 WiFi module routine

4.5 Labview 显示与调试

通过 VISA 串口,连接到单片机得到数据显示,接收的数据来自 OpenMV 追踪的图像信息,图 17 是通过 Labview 上位机显示的数据,可以远程监控垃圾桶的运行情况和状态。通过 Labview 观察 OpenMV 串口当前传送数据的情况。

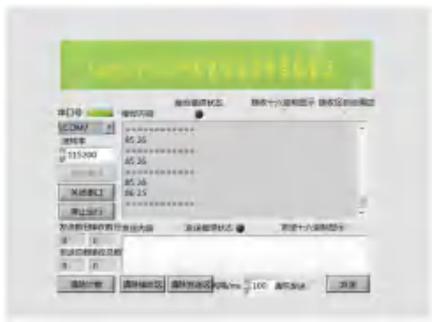


图 17 上位机显示与调节
Fig. 17 Upper computer display and adjustment

5 结束语

本文设计基于 OpenMV 垃圾分类的智能垃圾桶系统,利用 BP 神经网络构建垃圾分类模型,OpenMV 实现神经网络训练,再通过 Labview 显示和调节,实现利用智能垃圾桶分类垃圾。

本文对垃圾分类进行了研究,对智能垃圾桶目前的现状进行了讨论;搭建出一种基于 OpenMV 的垃圾分类垃圾桶,对垃圾桶的内部结构进行改造,设计硬件控制电路,通过 OpenMV 实现了图像的处理,完成了垃圾特征的提取,通过 BP 神经网络算法输入样本,完成 BP 神经网络的训练。最后,利用串口通信方式将系统串联,实现了智能分类垃圾桶的设计。

设计的结果对于真正的应用有着一定的帮助,但还在具有局限性,用于分类的垃圾样品少,在扩大样本后,有待于后续研究。

参考文献

[1] 张园,江民欢,阚辉昂. 基于 Arduino 控制器的校园智能垃圾桶设计[J]. 智能城市,2019, 5(6):15-16.
 [2] 胡中艳,曹阳,孙建华. 模式识别技术在自动分类垃圾桶概念设计中的应用[J]. 包装工程,2018(12):214-216.
 [3] 朱俊. 基于 Arduino 的自动饮水机设计与研究[J]. 电脑知识与技术,2020,16(1):279-281.
 [4] 李慧敏,樊记明,杨笑. 基于 STM32 和 OV7670 的图像采集与显示系统设计[J]. 传感器与微系统,2016(9):114-117.
 [5] 张云,李岚. 基于级联卷积神经网络的人脸特征点识别算法实现[J]. 兰州理工大学学报,2020,46(3):105-109.
 [6] 许皓,李刚,马培松. 基于机器视觉的焊缝图像识别预处理的研究[J]. 广西大学学报,2017(5):1693-1700.

(上接第 70 页)

[2] YANG Y, YANG Y C, JANSEN B J, et al. Computational advertising: A paradigm shift for advertising and marketing? [J]. IEEE Intelligent Systems, 2017, 32(3): 3-6.
 [3] MIN-QI Z A Y Z, XUE-QING G. Computational Advertising: A Data - Centric Comprehensive Web Application [J]. Chinese Journal of Computers, 2011, 10.
 [4] DAVE K, VARMA V. Computational advertising: Techniques for targeting relevant ads[J]. Foundations and Trends in Information Retrieval, 2014, 8(4-5): 263-418.
 [5] Lee Kuang-chih, Orten Burkay, Dasdan Ali, et al. Estimating Conversion Rate in Display Advertising from Past Performance Data[P]. US, US 20140046754 A1,2014.
 [6] AHMED A, DAS A, SMOLA A J. Scalable hierarchical multitask learning algorithms for conversion optimization in display advertising [C]//Proceedings of the 7th ACM international conference on Web search and data mining. 2014: 153-162.
 [7] OENTARYO R J, LIM E P, LOW J W, et al. Predicting response in mobile advertising with hierarchical importance - aware factorization machine [C]//Proceedings of the 7th ACM international conference on Web search and data mining. 2014: 123-132.
 [8] ZHANG W, DU T, WANG J. Deep learning over multi-field categorical data [C]//European conference on information retrieval. Springer, Cham, 2016: 45-57.
 [9] YANG H, LU Q, QIU A X, et al. Large scale cvr prediction through dynamic transfer learning of global and local features [C]//Workshop on Big Data, Streams and Heterogeneous Source Mining: Algorithms, Systems, Programming Models and Applications. 2016: 103-119.
 [10] LU Q, PAN S, WANG L, et al. A practical framework of conversion rate prediction for online display advertising [M]//Proceedings of the ADKDD'17. 2017: 1-9.
 [11] KE G, MENG Q, FINLEY T, et al. Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree [C]//Advances in neural information processing systems. 2017: 3146-3154.
 [12] FRIEDMAN J H. Stochastic gradient boosting [J]. Computational statistics & data analysis, 2002, 38(4): 367-378.
 [13] YE J, CHOW J H, CHEN J, et al. Stochastic gradient boosted distributed decision trees [C]//Proceedings of the 18th ACM conference on Information and knowledge management. 2009: 2061-2064.