

基于单片机与机器视觉的沃柑智能分拣系统设计

谢雄辉 李实亮 陈科尹^{通讯作者} 张强志

(嘉应学院物理与电子工程学院, 广东 梅州 514015)

摘要: 随着科技的进步, 农业的发展, 水果的生产方式有着显著的提高, 种植规模也逐渐扩大。同片种植园种植的同种水果显然在外观参差不齐, 采摘后的水果需要比较科学的分拣, 而传统的水果分类方式多采用人工分类, 从挑拣、剔除、分类、装箱逐步包装水果, 过程不仅花费大量时间, 而且分类出来的品质良莠不齐。为此, 本文, 应用图像识别和单片机控制技术, 以树莓派 4B 及单片机系统核心, 设计一种沃柑智能分拣系统。该系统设计旨在完成对柑橘类水果的外形图像的数据保存、背景分割、轮廓提取、大小尺寸筛选、水果色泽饱和度检测、品质分级决策等操作。

关键词: 水果分类; 图像识别; 智能分拣

一、研究现状

目前国内外关于沃柑分拣的分拣方式最传统的是人工分拣, 雇佣工人将采摘下来的沃柑进行人工分拣, 这种方式劳动强度大、人工成本高, 同时效率低下且不能保证品质, 不能统一标准, 这种方式显然被市场淘汰; 较工业化的分拣有机械分拣、气吹式分拣, 机械分拣极易造成沃柑表皮破损, 其采用孔洞筛板来实现分拣; 气吹式分拣利用高压气体虽然可以将不符合品质要求的水果吹开, 但分拣设备笨重、占地空间率大且损耗机械能大, 逐渐被市场淘汰。还有一种较现代化的基于传感器的分拣, 其是采用运动学机械臂抓取方式达到分拣的目的, 操作和调试工作复杂, 且价格昂贵, 对在高速发展的社会现状下发展优势却愈发明显。

而当今的前沿技术是利用图像识别技术结合单片机技术, 完成水果分拣的。本文将介绍通过使用成本相对较低的单片机和机器视觉技术提出一款优势明显且价格低廉的设备设计方案、设计出操作简单、使用便、分拣高效的沃柑分拣机器设备。

二、设计方案

基于单片机与机器视觉的沃柑智能分拣系统通过摄像机系统、树莓派 4B 图像识别水果颜色鲜亮度、大小、形状, 以及纹理等参数, 水果经摄像机系统识别得到的图像数据使用串口 WIFI 模块的远程通信传送到单片机连接的串口 WIFI 模块。单片机首先判断此水果所属等级, 然后控制电机传送至划分好分类指标的传送带区间, 再通过舵机最终完成品质分类。能做到无损识别检测水果。摄像头系统采用工业级别的摄像头, 保证摄像头在清晰度, 性能稳定性, 温度承受范围大, 能长时间工作的特点和要求。整体设计结构如图 1 所示。

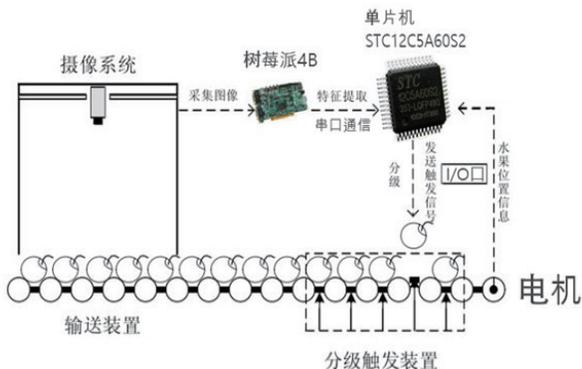


图 1 系统整体结构框架

三、设计原理

(一) 单片机系统

单片机作为本系统的核心控制元件, 对系统的稳定和性能起着重要作用, 所以本设计对芯片的选型极其重要, 本设计通过横

向与纵向比较选定 STC12C5A60S2 型号作为控制核心。该对单片机将树莓派 4B 图像处理后的输入的信号进行分析, 完成沃柑分拣和控制电机的过程。如下图 2 所示为单片机系统电路图。

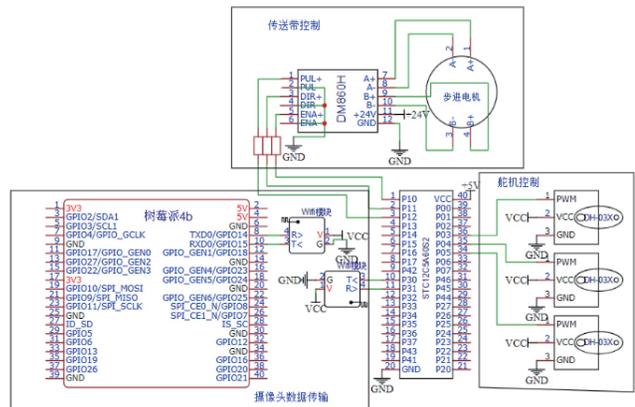


图 2 单片机系统电路图

图 2 中, 34、35、36 引脚分别链接三个舵机, 起到将水果分类的作用。舵机分别放在传送带的同一侧, 舵机之间相隔 50cm, 负责将沃柑阻挡滑至出口处, 每一个舵机代表一个沃柑的品级。1、2、3 引脚连接步进电机控制器 DM860H, 起控制步进电机链接的传送带的作用, 沃柑在步进电机控制的传送带上运行。10、11 引脚连接 WIFI 传感器, 与树莓派 4B 链接的 WIFI 传感器进行实时通信, 将树莓派 4B 获取的沃柑照片信息, 处理后通过 WIFI 模块发送至 STC12C5A60S2 单片机, 进而控制不同品级的舵机门。

(二) 电机模块

采用两种类型电机, 一种是型号为 DM860H 的步进电机, 另一种电机是型号为 DH-03X 的舵机。步进电机承担分拣系统的传送带控制, 控制转速、停止和启动。在摄像区域缓慢通过, 在非品级区域速度加快, 到达品级区域传送带停止。在分拣舵机放置在分拣区域, 三个舵机表示四种品级, 前三种品级在传送带两侧, 第四种品级在传送带尾部, 即为表示次品品级或淘汰品级。传送带在分级区域停止时相应品级的舵机将水果送入下一包装通道。分拣装置实物, 如图 3 所示。

(三) 摄像头模块

工业级摄像头通过支架被放置于传送带上方 30cm 处固定, 此方式为了将收集图片的大小与实际大小固定比值, 避免系统误判。摄像头模块通过给沃柑拍照的方式采集信息, 每个沃柑都进行标号区分。采集完成后通过图像分割算法分析、特征提取, 设定沃柑特征作为一种级别。只需将沃柑放置在摄像区域内, 摄像系统会对该沃柑拍照, 进行目标识别, 图像深度计算解析, 最终

给水果判定级别, 传回信号给单片机进而控制不同品级舵机。如下图4所示为基于图像识别的水果分级流程图



图3 分拣装置实物图

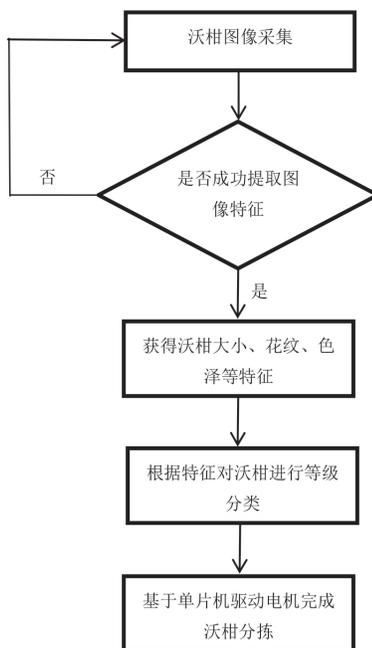


图4 基于图像识别的水果分级流程图

(四) WIFI 模块

WIFI 模块一般与 51 单片机通过串口连接, 通过 WIFI 模块接收到数据再传至于单片机。WiFi 模式具有三大模式, 即 AP、STA、STA+AP 模式, 本设计采用的 AP 模式可以提供无线网络连接服务, 模块可以作为无线 WiFi 热点, 其他设备可以通过无线连接到本模块。摄像头与树莓派将采集识别到的沃柑水果数据用 WiFi 模块传送到单片机。单片机根据接收到的数据进行其他模块的控制。

(五) 糖度检测模块

糖度检测模块工作原理是利用光线在不同介质之间传播产生折射现象, 且两者入射角正弦值比例恒为定值, 此数值常称为折光率。在同温同压之下水果可溶性固状物的折光率成正比, 因此通过测定折光率即可求出水果的含糖量。因此需要检测时我们需

要一组对照组, 需要采用蒸馏水或标准液作为样液。检测步骤如下: 第一步, 滴入几滴蒸馏水或样液, 进行调零校验。第二步将蒸馏水或样液擦拭干, 滴入水果汁液再进行检测。获取数值及为所需糖度值。重复步骤直到将所有实验样品的水果汁液检测完, 并记录, 用于形成糖度数据库。

四、实验调试

结合实验统计需求共收集 379 个沃柑的图像和对应糖度值、尺寸大小。最后将沃柑水果的分拣条件设定好初值, 该系统利用初值条件将水果分为四个等级: 第一级精品级别, 果表皮鲜黄色且色泽鲜明, 纹理较少无变褐色, 无压伤、无腐烂, 大小在 70mm 以上, 糖度在 12% 以上; 第二级优秀级别, 果表皮颜色为黄色且色泽鲜明, 纹理较多变褐色, 无压伤、无腐烂, 大小在 70mm 以上, 糖度在 12% 以上; 第三级良品级别, 颜色为黄红色且色泽鲜明, 纹理较少, 无压伤、无腐烂大小在 60mm-69mm 之间, 糖度在 10% 以上; 第四级次品级别, 有明显压伤、腐烂及其他三个品级无法识别的产品。以上分级是通过实验样品 379 个沃柑生成的数据库而做出的设定值, 参数设置经反复多次实验测得结果表明该系统在单位时间内能够高效准确地分拣出不同目标的水果。

五、应用前景展望

该沃柑智能分拣系统设计充分结合了图像识别技术和单片机控制技术, 具有结构简单、安全可靠、性能稳定、高效、智能、经济等特点。在一定程度上达到减轻水果分拣人员的负担, 缩短水果从采摘到上市的时间周期, 降低其间的生产成本, 同时也能解除重复劳动, 具有较高的市场应用价值。除此之外, 如果调节不同参数改变分拣目的便可分拣出不同大小形状的果蔬, 也可广泛应用于不同品种的水果, 具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 赵利平, 吴德刚. 基于小波与模糊相融合的苹果分级算法 [J]. 食品与机械, 2020, 36 (04): 142-145.
 - [2] 成开元. 基于 3D 视觉在线智能分拣系统设计与实现 [D]. 北京工商大学, 2019.
 - [3] 许文杰, 张晓力, 杜鑫熠, 边超. 基于单片机的水果分拣机器人设计 [J]. 河北农机, 2019 (04): 35-36.
 - [4] 祁晓. 水果分拣机器人中 3D 视觉分类与识别算法研究 [D]. 上海应用技术大学, 2020.
 - [5] 王成军, 韦志文, 严晨. 基于机器视觉技术的分拣机器人研究综述 [J]. 科学技术与工程, 2022, 22 (03): 893-902.
 - [6] 胡磊. 基于机器视觉的机械臂分拣技术研究 [D]. 重庆邮电大学, 2020.
 - [7] 王晓峰. 步进电机的精准控制 [D]. 内蒙古科技大学, 2020.
 - [8] 魏蔚. 增益曲面型液体折射率计灵敏度研究 [D]. 山东大学, 2021.
 - [9] 许文杰, 张晓力, 杜鑫熠, 边超. 基于单片机的水果分拣机器人设计 [J]. 河北农机, 2019 (04): 35-36.
- 基金项目: 本文得到国家自然科学基金地区基金项目 (项目编号: 61863011); 2019 年梅州市应用型科技专项资金项目 (项目编号: 2019B0201005); 大学生创新创业训练 (项目编号: 202010582012) 项目的资助。
- 作者简介: 谢雄辉 (1998-), 男, 主要研究领域电子信息工程农业方面研究。
- 通讯作者: 陈科尹 (1982-), 男, 主要研究领域为农业图像处理、机器视觉方面研究。