

刘忠超,刘勇军,常有周. 基于 S7-300 PLC 和 Matlab 的苹果自动分级系统设计[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):197-200.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.048

# 基于 S7-300 PLC 和 Matlab 的苹果自动分级系统设计

刘忠超<sup>1,2</sup>, 刘勇军<sup>1</sup>, 常有周<sup>1</sup>

(1. 南阳理工学院电子与电气工程学院,河南南阳 473004; 2. 西北农林科技大学机械与电子工程学院,陕西杨凌 712100)

**摘要:**我国是苹果生产大国,自动分级对提高苹果市场竞争力、增加利润有重要意义。采用西门子 S7-300 PLC 为控制器,设计了苹果分级的硬件系统。基于 Matlab 开发了苹果图像处理系统,通过 Matlab 调用 USB 摄像头实现了苹果图像的实时采集处理,使用 WinCC 设计了自动分级上位机监控软件。并基于 OPC 通信实现了图像处理系统和上位机组态监控软件的通信。经实际运行表明,该系统达到了对苹果图像实时采集以及自动分级控制要求,提高了苹果分级的自动化水平。

**关键词:**苹果分级;PLC;Matlab;图像处理;WinCC;OPC

**中图分类号:** S24;TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)14-0197-03

我国是水果生产大国,苹果是我国产量最大的水果,已经成为我国农村经济的一大支柱产业,为促进农民增收、扩大城乡居民就业和改善生态环境作出了积极贡献<sup>[1]</sup>。虽然我国苹果产量很大,但参与国际贸易的比例一直很低,出口量不到国际水果贸易的 3%,主要以本国消费为主,其中一个重要原因就是采后商品化处理落后,外观质量较差,导致苹果的市场竞争力比较弱。分级是苹果商品化处理的重要环节,通过分级可以提高苹果产值。传统苹果分级依靠人工操作和判定,具有较大的主观性,因此建立高效的自动化分级体系势在必行<sup>[2]</sup>。本研究提出了一种基于西门子 S7-300 PLC 和 Matlab 的苹果分级系统,实现了苹果的自动化分级,减轻了人工分级的劳动强度,提升了苹果产后的质量。

## 1 系统总体设计

苹果自动分级系统主要由图像采集装置、图像处理计算机、PLC 控制分级系统以及上位机监控系统组成。系统工作原理如图 1 所示。图像采集部分由 USB 摄像头、激光对射传感器和光源组成。苹果传送装置由电机、传送带等组成,同时机械手、激光对射传感器、推料气缸组成执行装置,激光对射传感器连接到 S7-300 PLC 控制器输入端,检测苹果位置并控制计算机对苹果图像实时采集、处理分析,同时通过 OPC 技术将处理结果传送到 WinCC 组态软件设计的上位机分级监控系统,最后由组态软件将处理结果传递给 PLC 控制分级推出气缸动作,从而组成一个完整的苹果自动分级系统<sup>[3]</sup>。

## 2 系统硬件设计

根据苹果自动分级原理,系统整体硬件结构如图 2 所示。苹果自动分级系统通过传送装置输送苹果,采用西门子 S7-

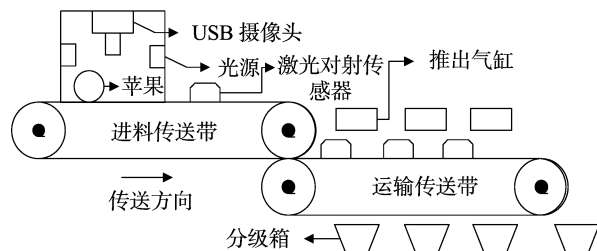


图1 系统工作原理

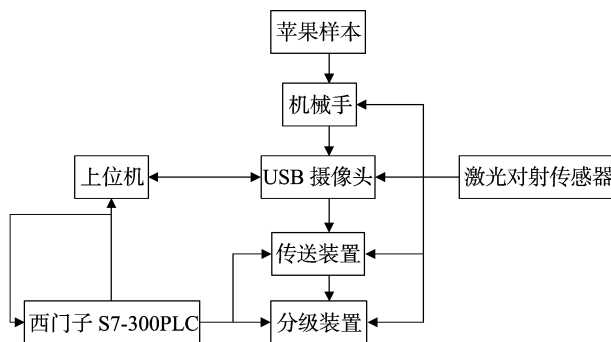


图2 系统整体硬件结构框图

300 PLC 作为控制器,激光对射传感器检测苹果位置信号,USB 摄像头采集图像,机械手推料气缸完成分级执行机构。上位机由 Matlab 图像采集处理系统和 WinCC 远程监控系统组成<sup>[4]</sup>。

### 2.1 微控制器选择

德国西门子 S7 系列 PLC 具有极高的性价比,市场占有率高。系统采用 S7-300 PLC 作为控制器<sup>[5]</sup>。苹果分级系统主要由位置开关量、光电信号等数字信号的采集,因此用到西门子 SM321 数字量输入模块和 SM322 数字量输出模块。S7-300 PLC 硬件组态配置如图 3 所示。

### 2.2 USB 摄像头

苹果图像采集通过海康威视 DS-2CS5432B-S 摄像头获取,其 USB 接口方便与上位机的连接。其最高分辨率可达 1 920 × 1 080 像素,显示帧率为 30 帧/s,最低光照要求为 0.1 lx,能够满足对苹果图像采集的要求。

收稿日期:2017-09-16

基金项目:国家自然科学基金(编号:61504072);河南省重点科技攻关项目(编号:132102210102)。

作者简介:刘忠超(1979—),男,河南南阳人,博士,讲师,从事农业机器人、智能化检测与控制研究。E-mail: liuzhongchao2008@sina.com。



图3 PLC 硬件组态配置

2.3 激光对射传感器

系统采用 M12 激光对射传感器来检测苹果位置信号并传递给 PLC,其感应距离为 0 ~ 30 m,工作电压为直流电 10 ~ 30 V,采用 24 V 开关电源为其供电。该传感器输出为 NPN 型,检测到苹果信号时输出电压为低电平。而系统所用的 SM321 数字量输入模块属于漏型输入,电流从 PLC 的输入端

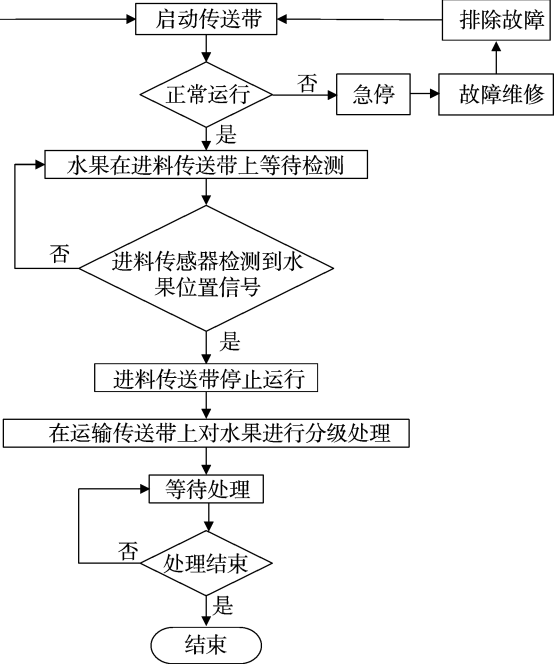
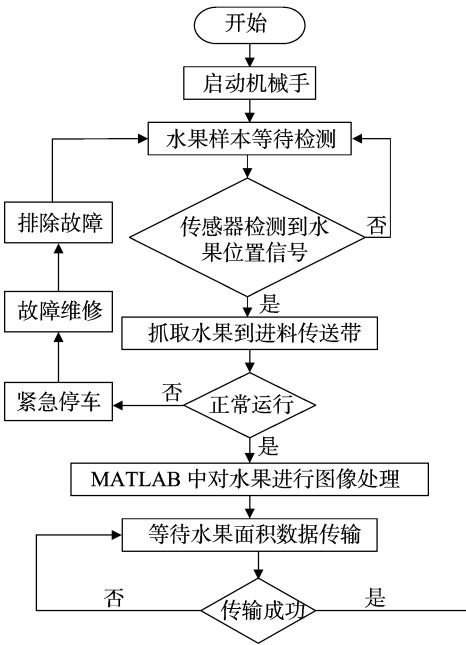


图5 主程序流程图

3.2 Matlab 苹果图像处理系统设计

Matlab 是一种高度集成的数值运算和可视化软件,不仅能够进行科学计算、矩阵变换、信号处理、图像处理,还能够创建用户界面。按照新鲜苹果分级的 GB 10651—1989 标准,苹果大小是其分级的一个重要依据<sup>[7]</sup>。Matlab 程序设计包括与 WinCC 组态软件通信程序、读取和处理苹果图像程序。苹果图像处理程序流程如图 6 所示。

3.3 WinCC 上位机监控系统设计

为实现苹果分级远程上位机监控,采用工控组态软件 WinCC 来开发苹果分级监控系统。WinCC 全面支持 OPC 通信标准。系统采用 WinCC 作为 OPC 服务器,Matlab 苹果图像处理系统作为 OPC 客户端,通过 OPC 实现了两者之间的数据传递<sup>[9-10]</sup>。其 WinCC 和 Matlab 通信流程如图 7 所示。

流进,从公共端流出<sup>[6]</sup>。因此需要将 NPN 型传感器转换为 PNP 型,转换电路如图 4 所示。PNP 型集电极开路输出为高电平,当输出 OUT 端和 PLC 输入相连时,电流从 PLC 的输入端流入,从 PLC 的公共端流出,可以方便地与 S7-300 PLC 连接。

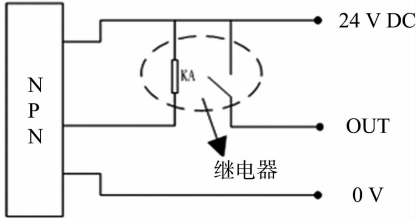


图4 NPN 型电平与 PNP 型转换电路

3 系统软件设计

3.1 S7-300 PLC 控制系统软件设计

S7-300 PLC 是苹果分级系统的控制核心,主要完成机械手抓取控制、与上位机监控组态软件通信、控制推料气缸动作等。系统主程序流程如图 5 所示。

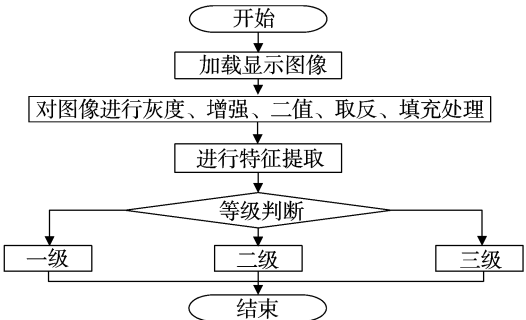


图6 Matlab 图像处理流程

4 系统功能测试

(1)如图 8 所示为系统中 Matlab 采集的苹果原始图像和

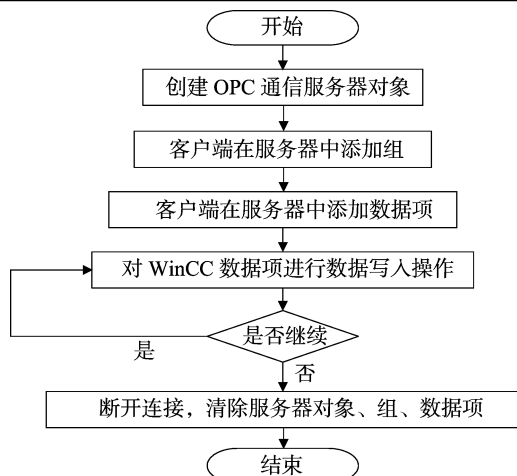


图7 WinCC 和 Matlab 通信流程

一系列处理后的图像。通过中值滤波、二值化处理和取反填充后图像显得轮廓分明,便于后续计算处理。

(2) S7-300 PLC 控制器根据 Matlab 处理的苹果图像数据来进行分级判别进而执行分级动作,并通过 WinCC 实时远程监控系统运行。其苹果面积大小的数据传输及其历史曲线如图 9 所示。

(3) 分级系统运行时如出现进料堵塞、运输皮带等故障会

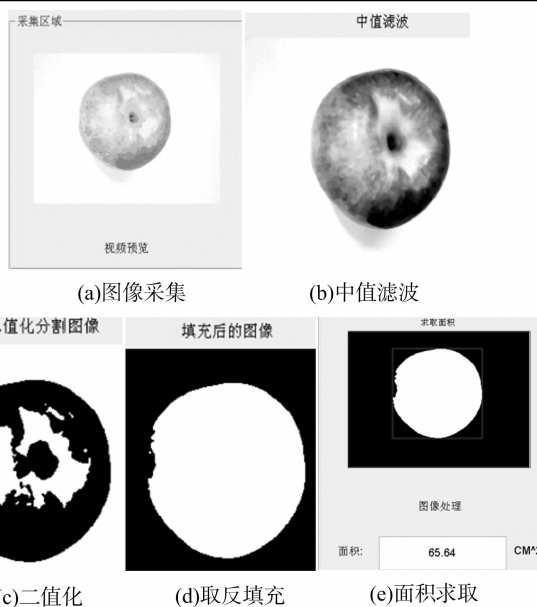


图8 Matlab 苹果图像处理结果

产生报警信号,操作人员拨动切除报警器旋钮即可切除报警;同样,在分级箱当中有一个装满时,蜂鸣器指示灯亮,并产生蜂鸣信号,工作人员拨动切除蜂鸣器旋钮即可解除报警(图 10)。

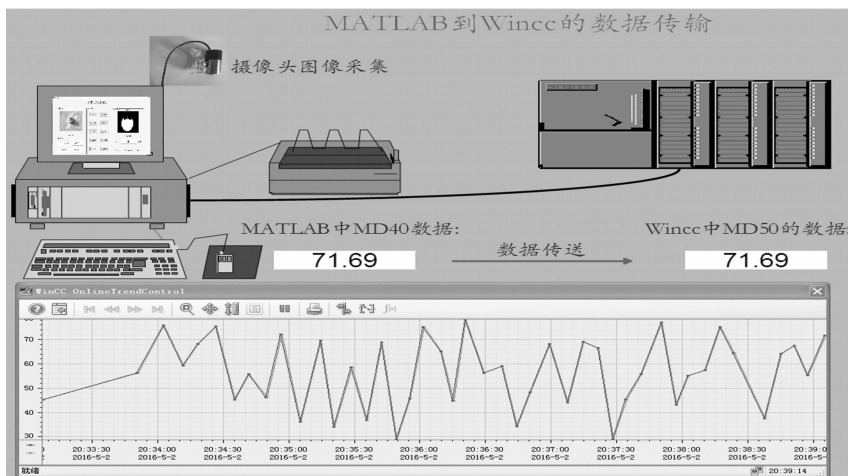


图9 苹果大小特征的数据传输监控

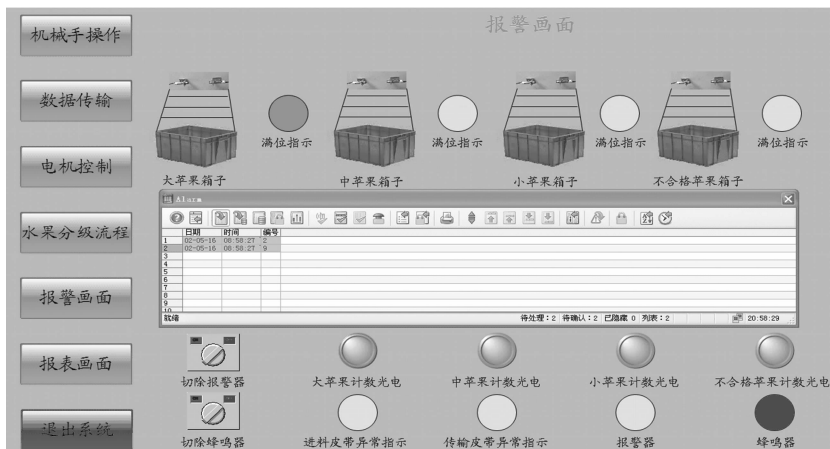


图10 运行报警及解除画面

邓帆,王立辉,高贤君,等. 基于多时相遥感影像监测江汉平原油菜种植面积[J]. 江苏农业科学,2018,46(14):200-204.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.14.049

# 基于多时相遥感影像监测江汉平原油菜种植面积

邓帆<sup>1</sup>,王立辉<sup>2</sup>,高贤君<sup>1</sup>,王庆<sup>1</sup>,魏薇<sup>1</sup>,张佳华<sup>1,3</sup>

(1. 长江大学地球科学学院,湖北武汉 430100; 2. 中国科学院测量与地球物理研究所,湖北武汉 430000;  
3. 中国科学院遥感与数字地球研究所,北京 100094)

**摘要:**油菜是我国最重要的油料作物,江汉平原是其主要的种植区域,及时准确地监测江汉平原的油菜种植面积具有重要意义。时序遥感影像能够反映作物出苗、成熟和收获的生长过程,可以提高农作物种植面积的遥感监测精度。以江汉平原为研究区,采用 2012 年 9 月 15 日至 2013 年 6 月 13 日期间 9 期空间分辨率为 30 m 的 HJ-1A/B 卫星电荷耦合元件(charge-coupled device,简称 CCD)影像,在归一化植被指数(normalized difference vegetation index,简称 NDVI)时间序列特征分析的基础上,结合作物物候,采用决策树分类算法提取江汉平原 2013 年油菜种植面积及空间分布,探求利用多时相遥感影像提取大尺度油菜分布信息的方法。结果表明,油菜的分类总体精度达到 95.64%,Kappa 系数为 0.928 78。研究区油菜种植面积提取结果与国家统计数据相比总体精度达 98% 以上,分县(市、区)统计对比的精度大多在 95% 以上。结果表明,利用覆盖研究区油菜关键生育期的时间序列 HJ 卫星 CCD 遥感数据,能有效监测油菜种植面积并直观反映其空间分布格局,为江汉平原地区油菜种植结构调整提供科学依据。

**关键词:**多时相影像;江汉平原;油菜;遥感监测;种植面积

**中图分类号:** S127;TP79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)14-0200-05

油菜是我国非常重要的食用植物油原料和饲料蛋白原料,也是我国种植面积比较大的油料作物之一,它具有至关重要的经济价值。近年来,油菜种植面积在全国油料作物中所占比例约为 50%,其产量占油料作物总产量的 40% 以上。

收稿日期:2017-10-16

基金项目:国家自然科学基金(编号:31571565、31671585);国家重点研发计划(编号:2016YFD0300101);长江青年基金(编号:2015cqy28);山东省自然科学基金重大基础研究(编号:ZR2017ZB0422)。

作者简介:邓帆(1983—),男,湖北武汉人,博士,讲师,从事资源环境遥感研究工作。E-mail:dengfan@yangtzeu.edu.cn。

2012 年全国油料作物的种植面积为 1 393 万  $\text{hm}^2$ ,总产量是 3 436.8 万 t,其中,油菜作物的种植面积为 743.2 万  $\text{hm}^2$ ,油菜籽的产量为 1 400.7 万 t<sup>[1]</sup>。与其他农作物相比,油菜在低温条件下也能生长发育,可以充分利用冬季的空闲土地,因此,油菜对扩大作物复种指数和提高土地的利用率有着重大作用,在调整种植业结构中也具有重要地位<sup>[2]</sup>。另外,油菜花还有一定的观赏价值,大规模种植可以为地方带来旅游收益。因此,及时准确地监测国家尺度和局部区域尺度油菜的种植面积和空间分布,对于加强油菜生产和管理,准确估算其产量,优化农作物的种植结构,辅助相关部门制定科学合理的决策,满足国家制定宏观调控政策的信息需求,保护国家粮食

## 5 结论

本研究提出了一种基于 S7-300 PLC 和 WinCC 组态软件的苹果自动分级系统,设计了苹果分级的控制系统,可根据分级标准对苹果进行快速分级。

借助于 Matlab 强大的图像处理能力,设计了苹果分级特征提取处理系统,实现了对苹果大小和形状的识别、处理,实现了对苹果的无损检测,减少了对苹果果实的损伤。

基于 OPC 技术,实现了 PLC 和 Matlab 之间的通信,Matlab 负责苹果图像采集处理,PLC 负责系统控制,系统实时性好,处理速度快,提高了苹果分级的自动化水平,具有实际推广应用价值。

## 参考文献:

- [1] 白菲,孟超英. 水果自动分级技术的现状与发展[J]. 食品科学,2005,26(增刊1):145-148.
- [2] 钱中华. 计算机视觉技术在红富士苹果自动分级系统中的应用

- [J]. 农机化研究,2018,40(3):181-184.
- [3] 朱培逸,王引佳,高珏,等. 基于 PLC 和组态王的水果品质分级系统设计[J]. 农机化研究,2013,35(10):103-106.
- [4] 任杰,李婷婷. 基于 PLC 的水果大小连续分级设备设计[J]. 机械工程与自动化,2015(6):100-101.
- [5] 陈海霞,柴瑞娟. 西门子 S7-300/400 PLC 编程技术及工程应用[M]. 北京:机械工业出版社,2011.
- [6] 刘忠超,盖晓华. 西门子 S7-300 PLC 编程入门及工程实践[M]. 北京:化学工业出版社,2015.
- [7] 王术兰,徐晓辉,胡慧. 苹果的特征检测与 Matlab 实现[J]. 计算机与信息技术,2006(增刊1):91-92.
- [8] 冯康,王维新,王静,等. 基于 Matlab GUI 的成熟棉花特征提取系统设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):397-400.
- [9] 殷华文,刘忠超. 基于 OPC 技术的 Simulink 在线实时过程控制系统[J]. 南阳理工学院学报,2010,2(6):10-12.
- [10] 夏璐杰,孙首群,卢华阳. 基于 OPC 与 PLC 的远程监视系统的研究[J]. 自动化仪表,2017,38(2):22-24.