

基于偏最小二乘法设计的蜜柚糖度无损检测装置

冯荣华, 康伟强, 叶大鹏*, 谢立敏 (福建农林大学机电工程学院, 福建福州 350002)

摘要 针对厚皮水果内部品质检测存在的问题, 采用基本水果中密度与含糖量的函数关系, 以质量和体积关系检测水果密度, 结合偏最小二乘法对水果密度和含糖量进行曲线拟合得出水果含糖量, 进而研制了一种以单片机为控制核心的厚皮水果糖度无损检测装置。实验(以蜜柚为例)表明, 蜜柚的密度和含糖量相关系数高达 0.984 6, 因此利用蜜柚密度来检测蜜柚的含糖量具有可行性。

关键词 厚皮水果; 最小二乘法; 无损检测

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)17-262-03

The Design of a Nondestructive Testing Device for Pomelo Sugar Based on Partial Least Square Method

FENG Rong-hua, KANG Wei-qiang, YE Da-peng* et al (College of Mechanical and Electronic Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract Aiming at the problems existing in the detection of internal quality of thick skin fruit, using functional relationship between density and sugar content in fruit, the fruit density was detected with relationship between quality and volume. Combining with least square method, fruit sugar content was obtained through curve fitting, a nondestructive testing device of thick skin fruit was designed with single chip microcomputer as the control core. The experiment showed that the correlation coefficient of density and sugar content of honey pomelo was up to 0.984 6, using density to detect sugar content in honey pomelo is feasible.

Key words Thick skin fruit; Least square method; Nondestructive testing

我国是世界上水果的生产和消费大国, 水果的产量居世界各国之首, 但是每年出口的数量却很少, 分析其主要的原因是我国水果检测的水平比较低^[1]。人们判断水果内部品质的传统方法主要是靠人工看外形、称重量、看色泽、拍打听声音等方式进行^[2]。水果检测的智能化、机械化水平低, 仅凭借人的主观意识去判断往往会有很大的差别^[3-4]。其次, 目前市场上存在的少量水果品质检测装置多数是利用近红外光谱进行的, 此装备价格昂贵, 而且对于蜜柚这种厚皮种类的水果进行检测时, 检测结果极不精准^[5-6]。因此, 开发一种检测精准、价格合理、操作方便、对水果不造成损害的品质检测装置, 让水果检测走进水果市场, 从而提高水果的品质是很有必要的。

基于这些基本思想, 笔者根据厚皮水果密度与含糖量的关系, 设计了以单片机为控制核心的水果糖度无损检测装置。该装置可以为果农对水果采摘的最佳时期、储存周期和分类提供有力的依据, 也可以为消费者购买品质优良的水果提供保障。

1 系统的总体设计

1.1 系统的主要构成 该系统主要以单片机为控制核心, 其外围电路主要包括电源模块、水果质量检测模块、液晶显示模块、体积检测模块和人机交互模块组成。由于水果体积的不规则性, 体积检测模块是以排水法进行的, 其主要有水箱、超声波传感器模块和直流推杆电机构成。系统的总体框架如图 1 所示。

1.2 数学模型的建立 该研究以平和琯溪蜜柚为例, 随机

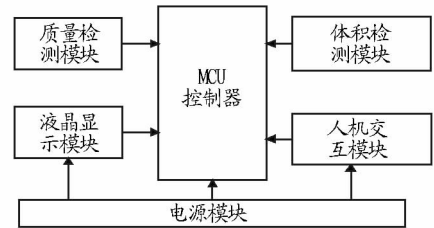


图 1 系统总体框图

Fig. 1 General block diagram of the system

挑选 200 个蜜柚进行检测, 建立起蜜柚密度和含糖量的数学关系。含糖量的检测是利用东南仪城生产的 T3-BX/RI 糖度检测仪, 密度检测是利用排水法实现^[7]。采样过程中柚子的密度范围在 9~10 g/mL, 含糖量在 9%~13%, 将所得的数据进行最小二乘法一次曲线拟合, 实验表明, 柚子的含糖量和密度高度相关, 相关系数为 0.984 6, 相关函数为: $f(x) = 9.979x + 3.066$ 。因此利用密度进行厚皮水果糖度的预测是可行的。密度与含糖量数据拟合的曲线如图 2 所示。

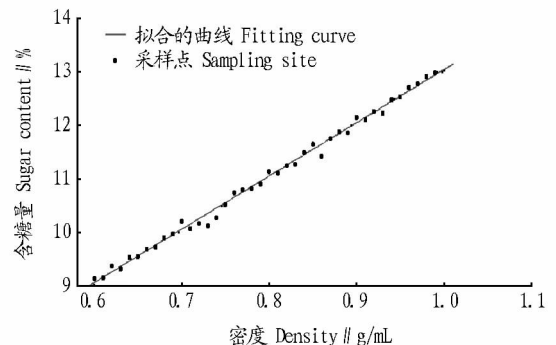


图 2 密度与含糖量拟合曲线

Fig. 2 Fitting curve of density and sugar content

2 系统硬件设计

2.1 电源模块 该系统的设计过程中, 由于直流推杆电机

基金项目 福建省科技重大专项(2014NZ0002-1); 福建省高水平大学建设重点项目(612014017)。

作者简介 冯荣华(1991-), 男, 福建漳州人, 硕士研究生, 研究方向: 生态环境检测。* 通讯作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事环境监测与控制研究。

收稿日期 2016-05-10

所需的电源电压为 24 V,而单片机系统以及外围电路所使用的电压为 5 V,直流推杆电机直接采用适配器进行供电,5 V 的电压需要经过稳压模块对 24 V 电压进行降压。该系统电源稳压模块使用三端低压差 LM7805 稳压芯片,该芯片输出的电压稳定、抗干扰能力强。该系统电源稳压模块原理如图 3 所示。

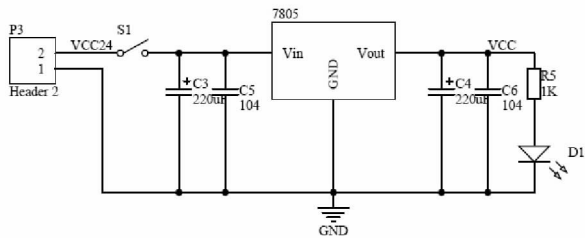


图 3 电源稳压模块原理

Fig.3 Principle of power supply voltage regulator module

2.2 单片机控制模块 该系统设计过程中,MCU 控制器采用的是宏晶公司生产的增强型 51 单片机 stc89c52 型号的单片机。该单片机具有高速、抗干扰性强、低功耗的特点,有 8k 在系统可编程的 flash 存储器。单片机的最小系统原理如图 4 所示。

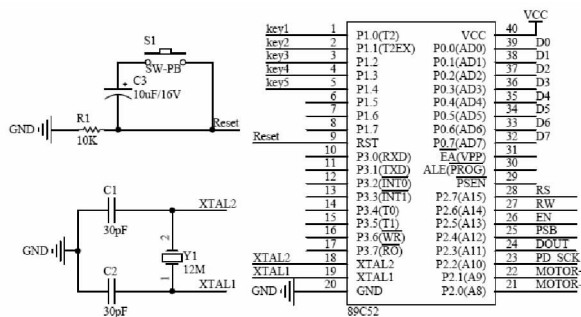


图 4 单片机最小系统原理

Fig.4 SCM minimum system principle

2.3 质量检测模块 该系统水果质量的检测采用的是电阻应变式压力传感器进行的,其灵敏度为 2 mV/V,量程为 20 kg。采用 HX711A/D 转换模块将所采集到的模拟量转换成数字量,方便单片机进行读取。质量检测模块的部分原理如图 5 所示。

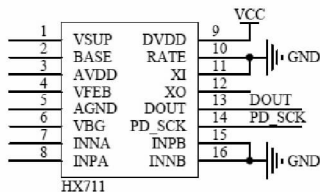


图 5 质量检测模块原理

Fig.5 Quality inspection module principle

2.4 液晶显示模块 该系统液晶显示模块采用的是长沙太阳人电子有限公司生产的 LCD12864,可与 CPU 直接接口,提供 2 种界面来连接微处理机;8 - 位并行及串行 2 种连接方式,具有多种功能:光标显示、画面移位、睡眠模式等。它与单片机的连接图如图 6 所示。

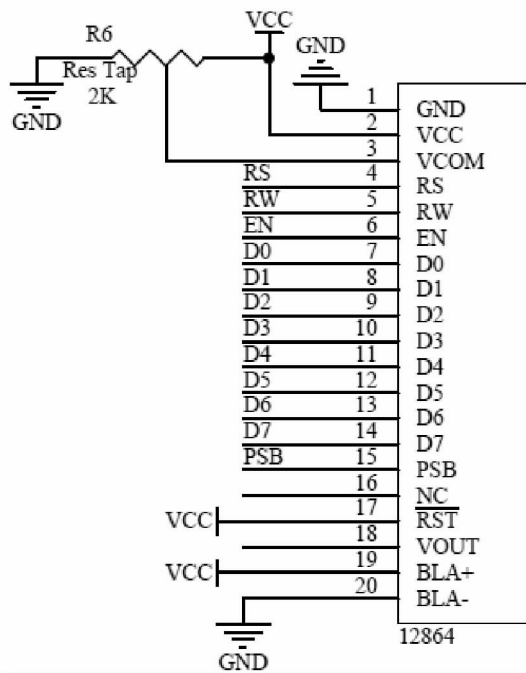


图 6 液晶显示模块

Fig.6 Liquid crystal display module

2.5 体积检测模块 该系统设计过程中考虑到厚皮水果的体积是不规则的,因此检测方式是采用排水法进行。检测过程中采用了直流推杆电机、底面积固定的水箱(400 cm²)以及超声波传感器。推杆电机主要是将水果完全推入水中,超声波传感器用来检测水箱前后液位的变化,进而计算出厚皮瓜果的体积。排水法的方式对于厚皮瓜果的果品质量影响小,而且对不规则物体体积的检测精准、开发费用低,容易实现。系统装置实物图如图 7 所示。

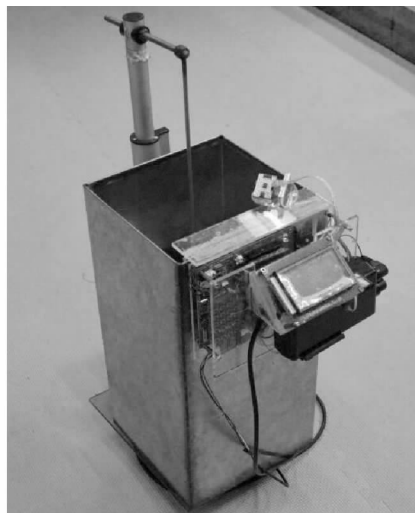


图 7 系统装置实物图

Fig.7 System device physical map

3 系统软件设计

该系统设计过程中,软件采用 C 语言进行编写,开发方便、可读性强、扩展性好。

3.1 系统主程序流程图 系统上电,首先进行初始化,初始化完成之后控制直流推杆电机操作配合超声波传感器和称

重传感器测量并计算出放入水箱中蜜柚的密度,最后根据密度预测其含糖量。其主程序流程如图8所示。

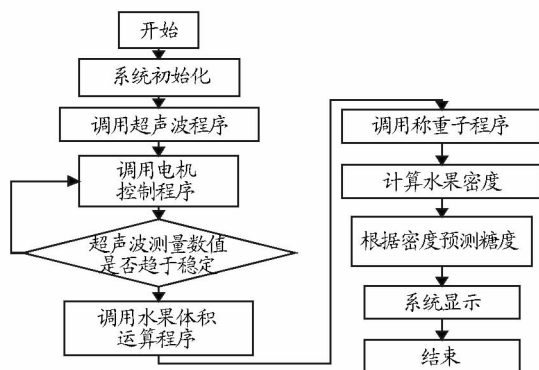


图8 系统主程序流程

Fig.8 System main program flow

3.2 液晶显示模块软件设计 操作液晶显示屏显示的时候,首先进行初始化操作,然后写入数据在液晶当中显示的地址,其次判断液晶显示屏是否正在写数据,如果“是”则继续等待,“否”则进行数据的写入。液晶显示程序流程如图9所示。

4 结论

该系统以MCU控制模块、液晶显示模块、体积检测模块和质量检测模块,设计了一套厚皮瓜果糖度无损检测装置。首先,选取厚皮水果样本,测试密度与其含糖量,并利用偏小二乘法建立密度与含糖量的数学模型(相关性系数0.9846)。

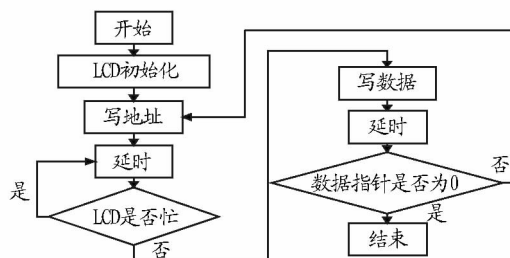


图9 液晶显示程序

Fig.9 Liquid crystal display program

之后,利用该数学模型检测厚皮水果的密度,可以预测其含糖量。经过试验表明,该系统可以检测厚皮瓜果的含糖量,而且操作方便、可拓展性强。该系统可进一步进行优化,增加水果的检测参数,如水果皮厚程度、果肉松软程度以及果酸含量等参数。

参考文献

- [1] 介邓飞. 麒麟瓜内部品质在线无损检测技术的实验研究[D]. 杭州:浙江大学,2014.
- [2] 赵巍. 机器视觉在西瓜无损检测与分级中的应用[D]. 武汉:华中农业大学,2013.
- [3] 刘燕德, 应义斌. 光纤传感技术在水果内部品质检测中的应用研究[J]. 传感技术学报, 2003(2): 170-174.
- [4] 李娜, 杨星星, 戴素明, 等. 冰糖橙果实品质无损在线检测分级技术的建立与应用[J]. 中国农业科学, 2016(1): 132-141.
- [5] 付兴虎, 付广伟, 毕卫红. 近红外光谱技术在水果品质无损检测中应用的研究与现状[J]. 红外, 2006(2): 33-37, 48.
- [6] 李光辉, 任亚梅. 近红外技术在果品品质无损检测中的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2012(10): 207-211, 240.
- [7] 彭佳权. 测量密度的方法例谈[J]. 科学咨询(决策管理), 2009(8): 48.

(上接第259页)

理、分析并得出正确结论的能力。④创新能力。经过农业生产实践的系统化训练,具备作物新品种和农业新技术的研发和推广示范能力。⑤管理能力。具备农业生产的指导和管理能力,能够承担涉农企事业单位相关部门或岗位的管理工作。

3.3 成绩评定 学校教学(包括理论教学和实践教学)部分根据课程大纲进行多样化考核,成绩为综合考核的结果,如对于一门课程成绩可包含理论成绩(60%)和实践成绩(40%)两部分。企业实践环节考核由学院和企业共同进行,评估学生在企业实习实训的工作表现。总评成绩构成:企业考核50%(出勤和纪律25%;工作业绩25%),学校考核50%,包含实习总结30%,实习汇报20%。

参考文献

- [1] 教育部. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)[EB/OL]. (2010-02-28)[2015-03-11]. http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_838/201008/93704.html.

- [2] 国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020年)[EB/OL]. (2010-06-06)[2014-04-15]. http://www.gov.cn/jrzq/2010-06/06/content_1621777.htm.
- [3] 张莹, 刘春媛. 关于应用型本科实施“卓越计划”的探索[J]. 出国与就业(就业教育), 2011(8): 141.
- [4] 周长梅, 王晓云, 樊东. 植保专业卓越农艺师培养模式探究[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2014, (6): 86-88.
- [5] 李震华, 赵光武, 蒋玉蓉, 等. 卓越农艺师实践教学体系探究[J]. 现代农业科技, 2016(5): 339-341.
- [6] 吴锡冬, 张磊, 乔秀柏, 等. 新形势下农学专业教学内容整合与课程体系改革的探讨[J]. 天津农学院学报, 2003(10): 5-7.
- [7] 邹晓燕. 高校公共基础课程促进创新型人才培养的路径研究[J]. 湖北社会科学, 2012(5): 170-173.
- [8] 马韬, 杨飞宇. 高职院校公共基础课程项目化考核方式改革研究与实践[J]. 吉林广播电视大学学报, 2011(12): 44-45.
- [9] 瞿敬平. 高校思政课多元化考核评价方式的再思考[J]. 经济研究导刊, 2012(18): 254-255.
- [10] 肖云, 刘慧, 陈刚. 不同性质用人单位对大学生核心素质需求的比较研究[J]. 当代青年研究, 2007(11): 68-73.