

基于 DSP 的鸡蛋破损检测分级装置设计*

刘俭英 田茂胜 王巧华 文友先

【摘要】 阐述了基于 DSP 的鸡蛋破损检测分级装置。设计出以 DSP 为核心的前端电路,包括声音信号检测与调理、多路选择开关和 A/D 转换电路以及后端电路,包括驱动和分级执行电路。验证了检测装置的检测与分级性能:好壳蛋判别准确率为 93.22%;破损蛋判别准确率为 85.61%;系统的总体检测准确率为 89.2%。系统完成一枚鸡蛋的检测与分级所需总时间小于 1 s,系统正常工作时可检测蛋 3 600 枚/h。

关键词: 鸡蛋 破损 检测装置 数字信号处理器

中图分类号: TN912.34; TS253.7

文献标识码: A

Design on Testing and Grading Device of Cracked Egg Based on DSP

Liu Jianying Tian Maosheng Wang Qiaohua Wen Youxian
(Huazhong Agricultural University)

Abstract

A testing and grading device of the cracked egg based on DSP was presented. The device consists of front end circuits and trailing end circuit. The front end circuits include detecting and modulating signal circuit, a circuit of threshold trigger and A/D conversion and the interface with digital signal processor (DSP). The trailing end circuit is a driving circuit for the grading machine. When the system worked steadily, it could detect 3 600 eggs per hour. The detecting accuracy of the system is 93.22% for intact eggs and 85.61% for the cracked eggs. And the total detecting accuracy is 89.2%.

Key words Egg, Crack, Detection device, Digital signal processor

引言

在蛋品加工中,剔除破损蛋是保证提高蛋产品质量的重要工序。目前蛋破损检测是通过操作工目测、耳听来鉴别的。人工识别劳动强度大,且检测效率和检测精度低。本文构造了一个基于数字信号处理器(DSP)的检测分级装置,以实现鸡蛋破损的实时检测和自动分级。

1 结构和工作原理

基于 DSP 的鸡蛋破损检测分级装置结构如图 1 所示。检测分级装置选用以 TMS320VC33-150 芯

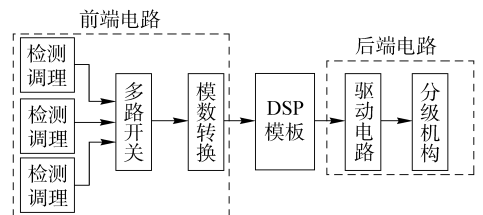


图 1 检测分级装置的结构图

Fig. 1 Structure of the device by DSP

片为核心处理器的 DSP 模板 SEED-VC33 Demo Board 作为最小系统,再配以前端电路和后端电路。外部输入直流 5 V,供给 DSP 芯片 3.3 V 外部引脚电压和 1.8 V 内核电压;有 JTAG 仿真接口,通过

收稿日期:2006-09-12

* 湖北省重点科技攻关项目(项目编号:20002P0603、2007AA201C64)和湖北省重点新产品计划项目(项目编号:2005BDS043)

刘俭英 华中农业大学工程技术学院 副教授,430070 武汉市

田茂胜 华中农业大学工程技术学院 硕士生

王巧华 华中农业大学工程技术学院 副教授 博士生

文友先 华中农业大学工程技术学院 教授 博士生导师 通讯作者

SEED-XDSPP 仿真器实现与 PC 机的实时通信；一个固有频率为 14.318 MHz 的晶体谐振器，通过选择时钟模式来确定芯片工作的主频；芯片的其他引脚全部引出至一个独立的焊盘，方便系统的扩展。

1.1 前端电路的设计

装置的前端电路主要包括蛋声音检测与调理电路、三选一模拟信号选择开关电路、A/D 转换电路以及电平转换等辅助电路。

1.1.1 蛋声音采集与调理电路

信号采集与调理电路如图 2 所示。信号检测调理电路的声音传感器采集蛋被敲击后的声音信号。综合考虑敲蛋力度、声强和声频，选用动圈式声音传感器，其频率响应范围为 50 Hz~13 kHz，灵敏度为

(-74 ± 3) dB，输出阻抗 600 Ω ，单指向型，且对来自垂直于声传感器轴线方向的噪声抑制最大。安装中，分别调整检测鸡蛋大头、中间和小头的 3 只声音传感器 MK1~MK3 安装位置，调整好声源与传感器之间的距离和角度，以达到最佳的信号采集效果。采集的蛋声音信号一般在几十毫伏到几百毫伏，须经过放大后才能进行后续处理。本系统中选用低噪声、低失真的音频前置放大器 INA217，通过调节 RG1 和 RG2 两引脚间的 R_7 电阻值来改变放大倍数。当取 $R_7 = 50 \Omega$ 时，放大倍数为 200 倍。本系统还设计了一个由高输入阻抗和强带负载能力的高性能运算放大器 OPA134 构成的二阶低通巴特沃思有源滤波电路，在 A/D 转换之前，用其对信号进行抗混叠滤波处理。

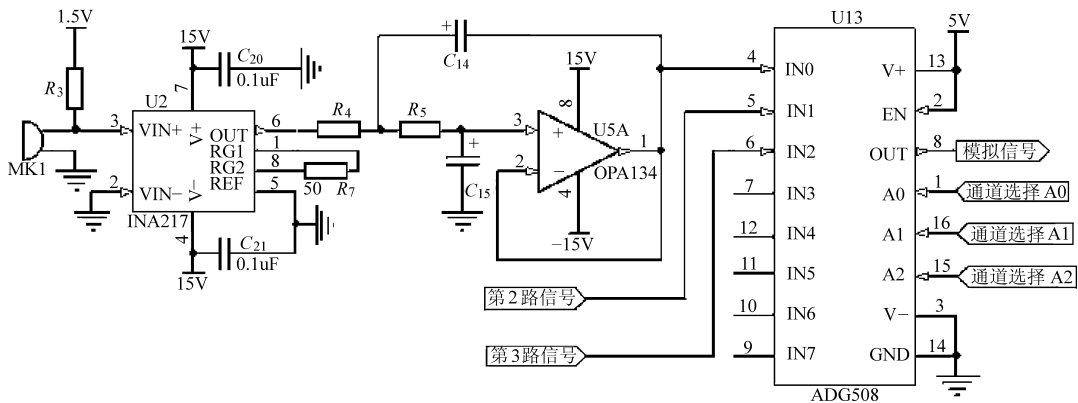


图 2 信号采集与调理电路

Fig. 2 Detecting and modulating signal circuit

1.1.2 多路开关电路

前端电路中有 3 条模拟信号输入，采用多路模拟开关 ADG508 使模拟信号共用一个 A/D 转换器 ADS7813。输入通道的选择由使能端 EN 和 3 个选通控制信号输入引脚 A0、A1、A2 来实现，其中 EN 脚接高电平，ADG508 的 A0、A1、A2 分别与 VC33 的 A0、A1、A2 相连，DSP 通过软件实现对 ADG508 的选通控制。

1.1.3 阈值触发电路

采集的声音信号经放大、滤波后，ADG508 输出的模拟信号同时到达 A/D 转换器和阈值触发电路的电压比较器，阈值触发电路如图 3 所示。电压比较器输出信号同时进入 VC33 外部中断引脚 INT1、INT2、INT3，根据系统的设置，VC33 的这 3 个外部中断引脚分别对应 3 条模拟通道，系统将通过软件来控制 VC33 外部中断的开关，从而实现不同模拟通道输出的模拟信号进行不同的中断处理。

1.1.4 A/D 转换及其接口电路

A/D 转换电路完成对 ADG508 输出端模拟信号采样、量化，使之成为 DSP 可以识别的数字信号。

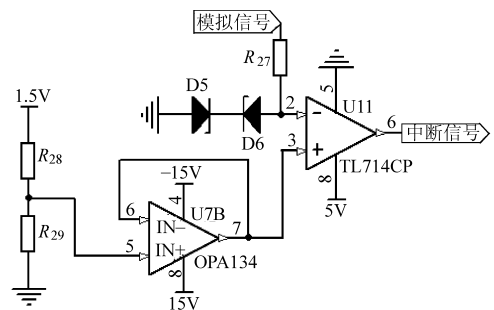


图 3 阈值触发电路原理图

Fig. 3 Circuit diagram of threshold trigger

本系统选用 ADS7813 为高速 A/D 转换器，它采用电容数字模拟转换器，内置采样保持器，其转换时间最大不超过 20 μs ，信噪比高于 87 dB；具有多种可选择的模拟信号输入范围；ADS7813 与 DSP 的串口相连接。根据需要对 ADS7813 的控制引脚进行设置，以实现不同的连接方式和功能，如图 4 所示。

1.2 后端电路的设计

检测分级装置的后端电路见图 5，其工作过程为：如果被测鸡蛋被 DSP 确定为好蛋，则 DSP 的 XF1 引脚发出信号（高电平），经 74LS244 进行功率

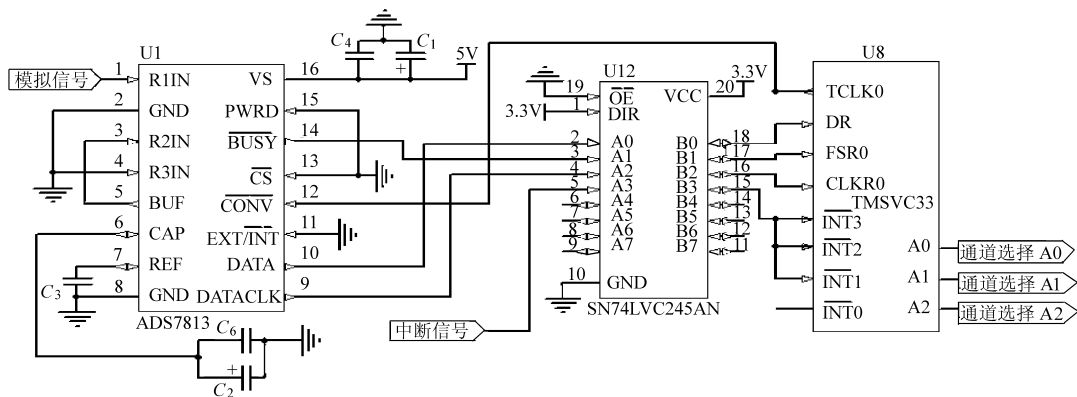


图 4 A/D 转换及其与 DSP 的接口电路

Fig. 4 A/D conversion and the interface with DSP

放大后驱动红色发光二极管 DS1 使其发光一段时间,表示被测蛋正常;如果被测鸡蛋被 VC33 确定为破损蛋,则 DSP 的 XF0 引脚发出信号(高电平),经三态总线驱动器 74LS244 进行功率放大后,驱动光电隔离器件 U18 的发光二极管使其发光,U18 的光电三极管接收发光二极管的光信号后导通,继电器线圈得电,开关 K 被吸合,电磁铁通电并开始动作,将破损蛋剔除。

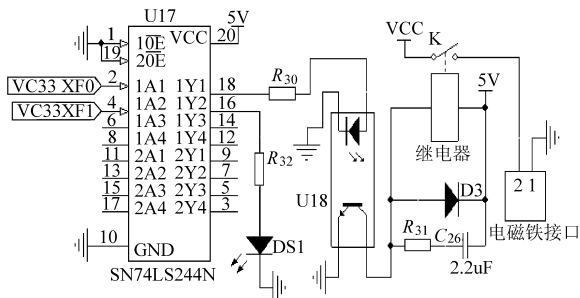


图 5 分级执行机构驱动电路

Fig. 5 Driving circuit for the grading machine

2 检测分级装置软件设计

DSP 系统软件主要由主程序、数据采集程序、数据处理程序和延时分级执行程序 4 部分组成。采用中断嵌套的方式对其顺序控制。

系统上电以后,软件首先对 VC33 进行初始化,对相关寄存器进行设置,开放外部中断 INT1,并选择 ADG508 模拟量通道 IN0,然后进入动态停止状态,等待 INT1 中断信号。第 1 次敲蛋所产生的中断信号同时到达 INT1、INT2、INT3,由于只开放了 INT1,故系统只响应 INT1 中断申请,进入 INT1 中断服务程序。在 INT1 中断服务程序中首先保护现场并屏蔽所有外部中断,接着采集数据和处理,调用判别模型,判别鸡蛋是否破损,并将判别结果存储。然后,选择 ADG508 模拟量通道 IN1,开放外部中断 INT2,并进入延时状态,等待 INT2 中断信号。第 2

次敲蛋所产生的中断信号也同时到达 3 个外部中断引脚,但此时只有 INT2 开放,故系统只响应 INT2 中断申请而进入 INT2 中断服务程序。同样,第 3 次敲蛋所产生的中断信号只能触发 INT3 中断,系统响应 INT3 中断申请,采集数据并分析处理及判别。随后程序综合上述 3 次判别的结果,当被测蛋 3 次都被判定为好壳蛋时,系统将其作为好壳蛋处理,否则系统将其作为破损蛋处理。在 INT3 中断服务程序中处理完成后,首先返回 INT2 中断服务程序,完成 INT2 中断服务程序末尾的延时,再返回 INT1 中断服务程序并完成其末尾的延时,最后返回主程序,再次选择 ADG508 模拟量通道 IN0,开启 INT1,等待下一个蛋的到来。

在实现中断嵌套的过程时,INT1 和 INT2 中断服务程序的最后都处于延时等待状态,下一个外部中断申请都发生在这段延时的时间内,因此这段延时时间的长度必须计算准确。由设计可知,自动敲击装置连续两次敲击鸡蛋的时间间隔为 0.186 s,因此将中断服务程序的延时等待时间设定为 0.2 s,可以满足系统的要求。

3 试验

为了验证该装置的检测与分级性能,取 250 枚鸡蛋(好壳蛋 118 枚和破损蛋 132 枚混放)在 DSP 鸡蛋破损检测装置上测试。试验表明,118 个好壳蛋中有 8 个判断错误,好壳蛋判别准确率为 93.22%;132 个破损蛋中有 19 个判断错误,破损蛋判别准确率为 85.61%;系统的总体检测准确率为 89.2%。被误判的好壳蛋大多数为钢壳蛋和外形几何尺寸相对差异比较大的鸡蛋,而被误判的破损蛋则大多数是由于敲击位置偏离裂纹处较远而造成的。系统完成对一个鸡蛋检测与分级所需的总时间小于 1 s,系统正常工作时的检测能力可达每小时检测 3 600 枚蛋。

4 结束语

针对鸡蛋破损检测问题,设计了一种基于 DSP 鸡蛋破损检测装置。该装置通过采集调理和抗混叠

滤波抑制了噪声,放大了蛋声音信号;而多一选择电路、阈值触发以及 A/D 转换电路实现了信号选通、中断和转换;后端电路实现蛋破损分级。系统软件协调硬件电路的工作,保证了破损检测的可靠和准确。

参 考 文 献

- 1 公茂法,汤元信,李其才. 禽蛋质量自动检测方法与实践[J]. 自动化与仪器仪表,1995(5):35~39.
- 2 陈红,王巧华,宗望远,等. 禽蛋品质检测现状及展望[J]. 湖北农业科学,2003(2):85~87.
- 3 文友先,王巧华,宗望远,等. 鸭蛋破损检测的试验研究[J]. 华中农业大学学报,2001,21(3):285~287.
- 4 王树才,任奕林,陈红,等. 利用敲击声音信号进行禽蛋破损检测和模糊识别[J]. 农业工程学报,2004,20(4):130~133.
- 5 陈家焱. 鸭蛋破损声检与分级技术的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2004.
- 6 刘金刚. 基于 DSP 的鸡蛋破损检测系统的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2005.
- 7 李克新,刘泊. DSP 数据采集处理系统在工务报警仪中的应用[J]. 哈尔滨理工大学学报,2003,8(6):54~57.
- 8 王巧华,任奕林,文友先. 基于 BP 神经网络的鸡蛋新鲜度无损检测方法[J]. 农业机械学报,2006,37(1):104~106.
- 9 潘磊庆,屠康,赵立,等. 敲击振动检测鸡蛋裂纹的初步研究[J]. 农业工程学报,2005,21(4):11~15.

(上接第 112 页)

参 考 文 献

- 1 黎海彬,李琳. 药用植物有效成分提取技术[J]. 现代化工,2002(5):59~62.
- 2 薛焰,郭立玮,沈静,等. 超临界萃取与溶剂法联用提取滁菊有效成分的工艺研究[J]. 南京中医药大学学报,2004,20(2):102~103.
- 3 丁利君,吴振辉,蔡创海,等. 菊花中黄酮类物质提取方法的研究[J]. 食品工业科技,2002,23(2):20~22.
- 4 易克传,岳鹏翔,汪维云. 超声波强化提取滁菊花有效成分的试验研究[J]. 包装与食品机械,2005,23(6):5~8.
- 5 易克传,岳鹏翔,汪维云. 动态逆流提取设备在天然产物提取中的应用研究[J]. 包装与食品机械,2005,23(4):25~28.
- 6 易克传,岳鹏翔,汪维云. 新型天然产物有效成分提取设备的设计和开发[J]. 轻工机械,2006,24(2):138~140.
- 7 陈发奎. 常用中草药有效成分含量测定[M]. 北京:人民卫生出版社,1997:617~619.
- 8 乔俊缠,陈理,刘涛,等. 线叶菊总黄酮含量测定[J]. 中草药,1998,29(7):453~454.