

基于 BP 神经网络的棉花水分检测仪设计*

王 伟¹ 宗望远^{1*} 吴文福² 孙少杰¹ 孙永华¹

1. 塔里木大学机械电气化工程学院, 阿拉尔 843300; 2. 吉林大学生物与农业工程学院, 长春 130022

摘要 采用 2-6-1 拓扑结构的 BP 神经网络, 运用容阻脉冲转换、智能现场总线等技术, 设计了能进行水分的非线性校正和温度补偿的便携式棉花水分检测装置。检测结果表明: 经过 BP 神经网络校正和补偿后, 在 -20~50 ℃ 温度范围内, 棉花水分在 5%~15% 时, 测量误差小于 ±0.4%; 棉花水分在 15%~25% 时测量误差小于 ±0.5%。该检测装置在很大程度上消除了温度变化对水分测量值的影响, 提高了检测信号的抗干扰能力, 满足了棉花水分智能检测的要求。

关键词 BP 神经网络; 棉花; 水分; 检测

中图分类号 S 126 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)04-0533-04

棉纤维的含水率是影响棉花加工质量的一个关键参数, 也是棉花加工质量监控系统中的一项重要控制参考量。棉花水分的测定方法可分为直接法和间接法两类。由于间接法具有快速及可连续测定的特点, 因此, 多年来得到了不断的发展, 已成为国内外棉花水分测量的主流。典型的棉花水分间接检测仪有微波式、红外线式、CCD(黑白摄像)式、电容式和电阻式等^[1-2]。

目前, 我国使用的棉花水分检测仪, 仍停留在 20 世纪 50 年代研制的水平, 存在着操作繁琐、体积较大、携带不方便、数据显示不直观等缺陷, 因此, 研制一种操作简单、携带方便、检测结果直观可靠的棉花水分检测仪器已势在必行。笔者采用 BP 神经网络, 设计了能进行水分的非线性校正和温度补偿的便携式棉花水分检测装置, 旨在满足棉花水分智能检测仪的要求。

1 原理与设计

1.1 水分检测原理

棉花水分检测仪是基于当电容器以棉花为介质时随棉花水分的变化导致电容的电容值不同这一特点来进行棉花(籽棉)含水率的非电量转换。同时, 棉花水分检测仪的检测效果还受棉花温度、棉花蓬松程度、棉花含杂率等因素的影响, 因此, 水分的非线性校正和温度补偿是棉花水分检测仪开发的技术

关键^[3]。本设计中的棉花水分检测系统由测量传感头(待测电容)、参考电容、阻容脉冲转换电路、单片机、RS485 通讯模块、数字温度传感器等单元组成。待测电容和参考电容分别产生脉冲信号, 脉冲信号的脉冲数与电容的容值负相关, 一定时间内 2 列脉冲序列的脉冲数之差与待测物料的水分正相关; 单片机通过计数器检测在一定时间内的脉冲数差, 将此数连同数字温度传感器产生的温度测量值通过 RS485 串行总线发给上位机^[4]。

棉花水分检测仪主要包括上位机和下位机两大部分。上位机主要包括电源、显示屏、按键、电源开关、交直流选择按钮等。下位机主要包括温度传感器、测湿电容及相关的电路等。电源包括 AC 和 DC 2 种电源, 可根据检验实际情况任选其一, AC 是交流 220 V, DC 是直流 6 V(1.5 V 的 5 号电池 4 节)。仪器的结构特点是交直流两用电源, 因而扩大了仪器的使用场所, 具有携带方便的优点^[5]。

图 1 为棉花水分检测仪上位机系统非线性校正与温度补偿原理图。棉花水分检测仪上位机可同时通过 RS485/RS232 转换模块接受最多 256 个下位机水分传感器的数据, 对数值进行归一化处理后, 采用 BP 神经网络进行非线性校正和温度补偿产生棉花的水分测量值。BP 神经网络的权矩阵和阈值向量通过离线训练和在线修正的方法获得。检测时网络输入的是水分传感器通过 RS485 传输给主机的

收稿日期: 2010-01-13; 修回日期: 2010-04-18

* 新疆生产建设兵团工业科技攻关计划项目(05GG23)资助

** 通讯作者. E-mail: zwyzzx@sina.com

王 伟, 男, 1979 年生, 讲师。研究方向: 新型农业机械设计与应用。E-mail: tarimww@sina.com

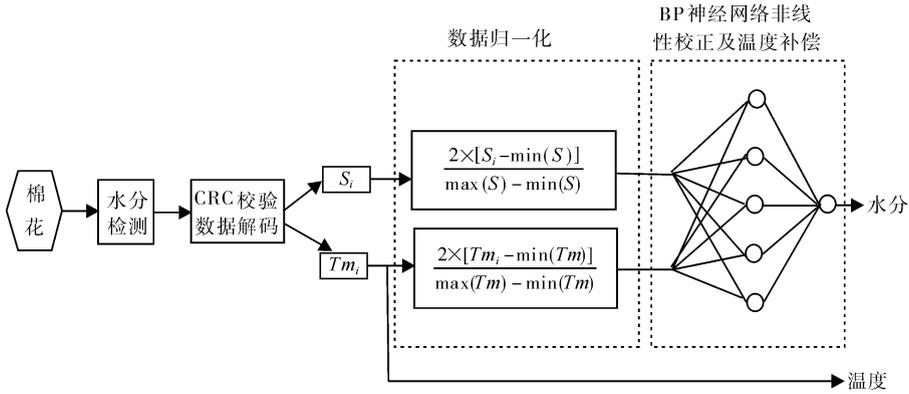


图 1 水分检测的非线性校正及温度补偿原理

Fig. 1 Non-linear correction of water and temperature compensation of moisture detection

温度和电容测量输出的归一化数值，网络的输出值为棉花的水分。测得的棉花水分值显示在液晶显示屏上。

检测结果表明：经过 BP 神经网络校正和补偿后，在 -20~50 °C 温度范围内，棉花水分在 5%~15% 时，测量误差小于 ±0.4%；棉花水分在 15%~25% 时，测量误差小于 ±0.5%。水分测量值的校正可以很方便地在图形界面上通过修正神经网络输出层神经元的阈值和权值来进行。

1.2 电容传感器电路及接口设计

电容传感器及接口电路原理如图 2 所示。

第一级，将传感器输出的电流信号转化为电压信号，经过低通滤波电路后送入比例环节缩放成为控制器供电电压范围之内；第二级，通过电压跟随电路改善第一级电压信号的输出特性，电路中采用的运算放大器为 LM324，采用 ±15 V 电源供电，最后采用上拉二极管使输入到控制器 A/D 转换引脚的电压不能大于高端电器电压 (VDDH)。

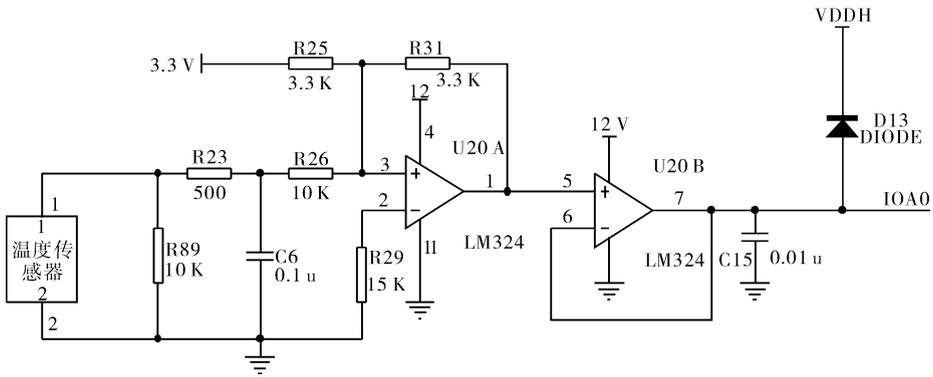


图 2 传感器接口电路

Fig. 2 Sensor interface circuit

1.3 温度传感器工作原理

DS18B20 温度值的位数是 12 位，温度转换时的延时时间为 750 ms。DS18B20 的测温原理如图 3 所示。

图 3 中低温度系数晶振的振荡频率受温度影响很小，用于产生固定频率的脉冲信号送给计数器 1。高温系数晶振随温度变化其振荡率明显改变，所产生的信号作为计数器 2 的脉冲输入。计数器 1 和温度寄存器被预置在 -55 °C 所对应的一个基数值。

计数器 1 对低温系数晶振产生的脉冲信号进行减法计数，当计数器 1 的预置值减到 0 时，温度寄存器的值将加 1，计数器 1 的预置将重新被装入，计数器 1 重新开始对低温系数晶振产生的脉冲信号进行计数，如此循环直到计数器 2 计数到 0 时，停止温度寄存器值的累加，此时温度寄存器中的数值即为所测温度。图 3 中的斜率累加器用于补偿和修正测温过程中的非线性，其输出用于修正计数器 1 的预置值。

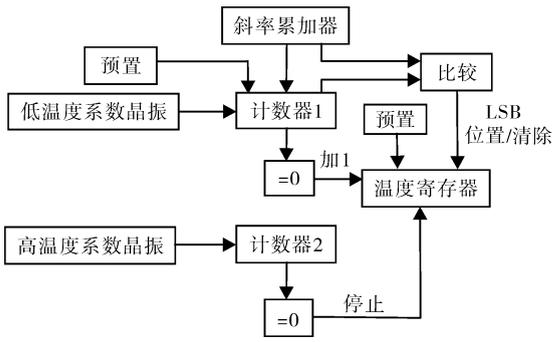


图 3 测温原理

Fig. 3 Temperature measurement principium

2 结果与分析

在室温条件下,对塔里木大学棉花研究所提供的棉花品种(长绒棉 1 号)进行水分测定。测定所得温度对水分传感器输出(脉冲数)影响的结果如图 4 所示。

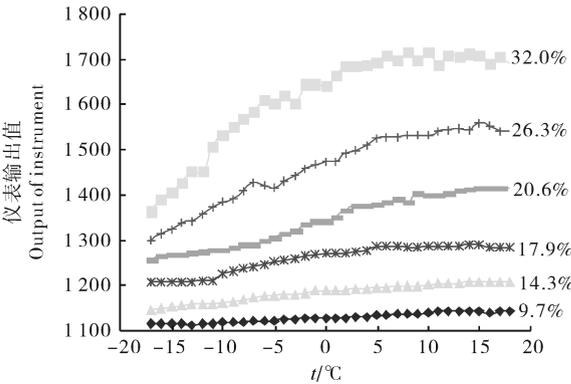


图 4 温度对水分传感器(脉冲数)的影响
(未进行非线性校正和温度补偿时)

Fig. 4 Infection of temperature to moisture sensor(pulses)
(no non-linear calibration and temperature compensation)

测定结果表明,在相同水分条件下,温度越高传感器的输出值越大,特别在高水分条件下,如不进行非线性校正和温度补偿,水分测量误差达到 6%~8%。原始水分为 13.4%和 17.9%的棉花,经冬室内室外的温度变化,水分测量值的波动范围为 12.8%~13.2%和 17.4%~17.8%。

测试结果表明,线性补偿的局限性很大,当系统采用了利用大量试验数据离线训练的 2-6-1 拓扑结构的 BP 神经网络进行软件校正和补偿后,网络输入的是水分传感器通过 RS485 传输给主机的温度和电容测量输出的归一化数值,网络的输出值即为棉花的水分。

由图 5 可知,经过 BP 神经网络校正和补偿后,在 -20~50 °C 温度范围内,水分的测量误差小于 ±0.4%(水分为 5%~15%)或 ±0.5%(水分为 15%~25%)。由此可见,BP 神经网络在很大程度上消除了温度变化对棉花水分测量值的影响,水分测量值的校正可以很简便地在图形界面上通过修正神经网络输出层神经元的阈值和权值来进行。

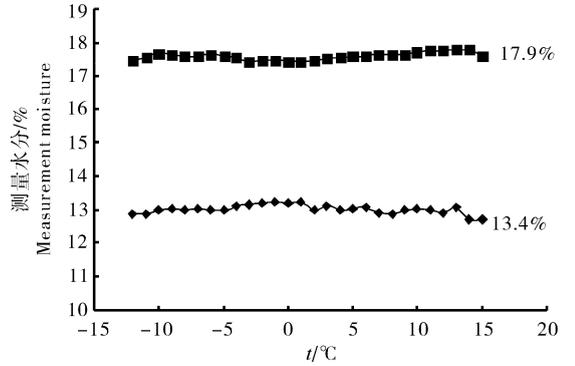


图 5 神经网络补偿后水分传感器静态测试结果

Fig. 5 The static test results of moisture sensor after the enrve net compensated

3 讨论

随着科技的进步和社会的发展,运用计算机视觉技术和 BP 神经网络技术在农产品采后产业链中的应用越来越多^[6-8]。

潘磊庆等^[7]为了提高鸡蛋裂纹检测的准确性和效率,综合运用计算机视觉技术和 BP 神经网络技术,实现对鸡蛋表面裂纹的无损检测和分级。通过计算机视觉系统获取鸡蛋表面的图像,对图像分析处理,提取了裂纹区域和噪声区域的 5 个几何特征参数。将 5 个参数作为输入,建立结构为 5-10-2 的 BP 神经网络模型,对裂纹进行识别和鸡蛋的自动分级。该试验结果表明,模型对裂纹鸡蛋的识别准确率达到 92.9%,对整批鸡蛋的分级准确率达到 96.8%。王巧华等^[8]利用计算机视觉装置获取鸡蛋颜色参数,通过试验获得鸡蛋新鲜度大小的哈夫值,用它们作为样本数据建立 BP 神经网络模型,获取鸡蛋新鲜度与其图像颜色参数之间的最优关系,达到自动检测鸡蛋新鲜度。该方法应用于鸡蛋品质检测及分级,可大大提高检测效率和准确率,经检验系统正确识别率可达到 90.8%

棉花水分检测仪可用于棉花收购、加工、纺织、检验等各有关部门对原棉含水率的快速测定。本设

计采用 2-6-1 拓扑结构的 BP 神经网络实现了棉花水分测定传感器的非线性校正和温度的补偿,使水分传感器在 $-20\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,提高棉花水分检测的精度,满足智能检测的要求。

本设计采用阻容脉冲转换(RC/F)、智能现场总线(AIFCS)等技术,实现了水分传感器的全程数字化,大大降低了系统硬件的复杂性,提高了检测信号的抗干扰能力。便携式棉花水分检测仪适用于抽样检测,每次检测的量较少,对成批的棉花不能做到全面检测,因而有一定的局限性。在一次对大批棉花检测时,由于棉花内水分分布不均且体积较大,本设计的方法不太适用,需另外设计检测方法。此外,由于本试验只在同一地区进行,不同的环境条件是否能影响对棉花水分检测的精度,尚待进一步在其他棉花主产区做更多的试验加以检验。

参 考 文 献

- [1] 郑颖航,丁天怀,李勇. 基于电阻测量原理的新型棉花水分在线自动测量仪[J]. 仪表技术与传感器, 2002(7): 21-22.
- [2] 王方永,王克如,王崇桃,等. 基于图像识别的棉花水分状况诊断研究[J]. 石河子大学学报, 2007(4): 404-407.
- [3] 吕金焕,卢庆林,杜云,等. MWS 型微电脑原水分测定仪的设计[J]. 西北农林科技大学学报, 2004(10): 140-144.
- [4] 路纹纹,吕新民,张立明,等. 棉花水分测试仪的设计[J]. 农机化研究, 2008(5): 89-92.
- [5] 李宏志. 新型便携式棉花水分测试仪[J]. 中国棉花加工, 2001(1): 44-45.
- [6] RICHARD K B. Resistivity of Cotton Lint for Moisture Sensing[J]. Journal of Electronic Packaging, 1998, 41(3): 877-882.
- [7] 潘嘉庆,屠康,苏子鹏,等. 基于计算机视觉和神经网络检测鸡蛋裂纹的研究[J]. 农业工程学报, 2007(5): 154-158.
- [8] 王巧华,熊利荣,丁幼春,等. 鸡蛋新鲜度神经网络检测系统的研究[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24(6): 630-632.

Design of Cotton Moisture Meter by BP Nerve Net

WANG Wei¹ ZONG Wang-yuan¹ WU Wen-fu² SUN Shao-jie¹ SUN Yong-hua¹

1. College of Mechanical Electrical Engineering, Tarim University, Alar 843300, China;

2. College of Biological and Agricultural Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China

Abstract The paper introduced the design of a portable cotton moisture meter with BP nerve net (NN) of 2-6-1 topology for non linear correction of water and temperature compensation and the device adopted the RC/F and AIFCS technologies to improve the capacity of resisting disturbance to the signal. The meter was tested and the results showed that the measure error was less than $\pm 0.4\%$ (moisture 5%-15%) or $\pm 0.5\%$ (moisture 15%-25%) when the temperature was $-20\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$. The device avoided the influence of temperature variety to moisture, increased the anti-jamming capacity of measure signal and satisfied the actual requirements of cotton moisture measure.

Key words BP nerve net; cotton; moisture; detection

(责任编辑:陈红叶)