

基于无线传输的蛋鸡体温动态监测装置*

李丽华¹ 陈辉² 于尧¹ 黄仁录² 霍利民¹

(1. 河北农业大学机电工程学院, 保定 071001; 2. 河北农业大学动物科技学院, 保定 071001)

摘要: 为了实时监测蛋鸡的体温变化,减少实验人员与动物的接触次数,设计了蛋鸡翼下体温动态监测装置。采用数字温度传感器 DS18B20 为感温元件,以 ATmega 16 单片机和 nRF2401 无线传输模块为核心进行数据采集传输,使用 C#语言编写人机交互界面,实现了蛋鸡体温变化的实时采集、存储、显示以及历史数据查询。试验表明,该装置体温测量误差为 0.1%,最大传输距离为 100 m,鸡佩戴传感器节点传输距离为 50 m 左右,网络丢包率为 0.89%。通过设置不同的采集频率和采取休眠方式可以降低功耗,能够满足测量要求。

关键词: 蛋鸡 翼下体温 监测装置 无线传输

中图分类号: S126;TN919.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2013)06-0242-04

Dynamic Monitoring Device of Hens Temperature Based on Wireless Transmission

Li Lihua¹ Chen Hui² Yu Yao¹ Huang Renlu² Huo Limin¹

(1. Mechanical and Electronic Engineering College, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China

2. College of Animal Science and Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: A wing temperature dynamic monitoring equipment for hens was designed for monitoring hens body temperature and avoiding direct contact with animals. The system was composed of DS18B20 temperature sensor, ATmega 16 MCU and nRF2401 wireless transmission module. The system programmed with C# language could achieve real-time acquisition, storage, display and inquiry of hen's temperature data. Results showed that errors of the proposed device was 0.1%, the maximum transfer distance was 100 m, the transfer distance of sensor node on the hens was 50 m, and the loss rate of network passage was 0.89%. The power consumption was decreased with different collecting frequencies and sleep mode. The proposed device could meet the measuring requirement.

Key words: Hens Wing temperature Monitoring device Wireless transmission

引言

蛋鸡体温变化是衡量蛋鸡健康状况的重要参数,临床上通过体温探测及观察体温曲线动态变化可发现疾病存在,并可作为诊断疾病参考依据^[1-3]。在现代规模化养禽场,家禽处于高密度、封闭式环境中,家禽生产对环境的依赖性很大,除了高温应激外,生产管理和环境中的任何刺激都会导致家禽应激,使机体发生一系列的特异性和非特异性反应,最

终影响家禽的生产性能和禽产品质量,给生产带来一定的经济损失^[4-6]。近几年我国蛋鸡现代化、规模化生产飞速发展,但蛋鸡的基础性研究不多,因此显得尤为重要。国外对其他动物体温测定方法的有关报道很多^[7-8]。

在进行有关鸡体温研究和诊断鸡病时需进行体温测定,以往一般情况下都是对鸡采取直肠测温,测温时间为 3~5 min,然后进行读值,这种测温方式实时性差,对鸡群应激大。基于以上情况,本文设计蛋

收稿日期: 2012-09-11 修回日期: 2012-11-08

* 现代农业产业技术体系资助项目(CARS-41-01A)和河北省重大技术创新资助项目(08220408Z)

作者简介: 李丽华,讲师,博士,主要从事农业机械化工程研究,E-mail: llh717@sina.com

通讯作者: 霍利民,教授,博士生导师,主要从事计算机网络与智能信息处理研究,E-mail: huolimin@126.com

鸡翼下体温无线数据采集装置, 实现蛋鸡体温变化的实时采集、存储、显示以及历史数据查询等多种功能, 通过此项研究所获取的相关数据可以建立新的测温方法和提供新的测温工具, 也可为今后鸡病诊治和研究提供参考。

1 蛋鸡体温动态监测装置

1.1 总体结构

蛋鸡体温动态监测装置主要由数据采集模块、数据接收模块和远程主机组成。系统总体结构如图 1 所示。

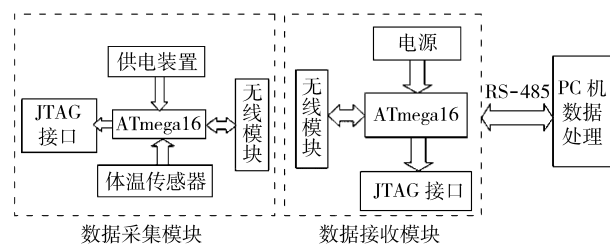


图 1 总体结构

Fig. 1 Overall structure diagram

数据采集模块收集蛋鸡体温实时变化数据, 通过无线通信模块传送给数据接收模块, 数据采集模块通过有线网络 (RS-485) 将数据转发监测中心, 监测中心对数据分析建模并判定当前蛋鸡的健康状态, 发生异常情况时, 同时报告监测中心^[9-13]。

1.2 体温采集装置结构

采集装置主要由 nRF2401 无线模块、体温采集电路板、电池、背带和温度传感器组成, 结构如图 2 所示。感温元件通过医用白色胶布粘贴在蛋鸡翼下无毛区, 体温采集器采用背包形式背在鸡后背上, 体温采集器采用可重复充电使用的锂电池, 容量为 1 500 mA, 标准电压 3.7 V, 在电池的两个充电电极上焊接两根线做成插头, 和体温采集器之间采用插拔接触, 无电时只需要更换电池。充电时只需将电池插头与座引出插头插在一起即可, 座充会自检, 充电结束后会自停, 不会过充。为了防止温度传感器被鸡啄掉,

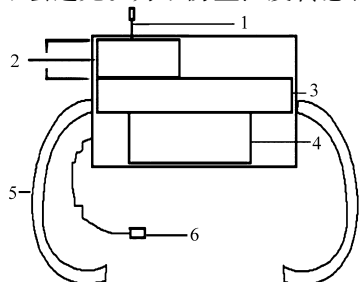


图 2 体温采集装置结构简图

Fig. 2 Schematic diagram of temperature acquisition device

1. 天线
2. nRF2401 无线模块
3. 体温采集电路板
4. 电池
5. 背带
6. 温度传感器

背带加宽, 在翼下部分正好覆盖住传感器探头。

1.3 温度传感器

传感器作为测温装置的关键组成部分, 对整个系统测温的准确度起着重要作用。

采用 DALLAS 公司生产的 DS18B20 型数字温度传感器。与热敏电阻相比, 它能够直接读出被测温度, 根据实际要求, 通过简单的编程实现 9~12 位的数字值读数方式, 即具有可调的温度分辨率, 且信息经过单线接口送入温度传感器或从温度传感器送出, 因此中央处理器到温度传感器仅需连接一条线 (和地)。它体积小, 电压适用范围宽 (3.0~5.5 V), 可以采用外部供电方式, 也可以采用寄生电源, 即从总线上获得电源, 因此 DS18B20 型温度传感器可使系统结构更简单、更紧凑^[14-16]。

1.4 无线传输模块

鸡舍内环境比较特殊, 粉尘多, 夏季潮湿, 冬季有害气体浓度高, 腐蚀性大, 采集各项参数需采取防水、防尘等保护措施, 另外在大规模养殖中不可能经常给所有的传感器节点频繁更换电池, 如何节省传感器节点的能量, 保证能量的持续供应需重点考虑^[17]。传输模块的 CPU 采用 ATmega 16, 此处理器的主要特点为低功耗, 由 6 种休眠模式支持节点方式工作。无线发送接收芯片采用 nRF2401, 具有极低的电流消耗, 在 -5 dBm 的输出功率时仅为 10.5 mA, 在接收模式时仅为 18 mA。掉电模式可以很容易地实现低功耗需求。无线模块工作频率设定为 2.4 GHz, 射频模块与 ATmega 16 单片机通过 SPI 接口进行数据的传输和交换。

1.5 通讯方式设置

为了区分不同的被监测对象, 通过软件为每个体温采集装置中的无线收发芯片 nRF2401 设置一个地址, 利用无线模块的地址识别功能, 模块只有收到和自己对应的地址时才会发送数据。主机通过无线模块发送的信号格式是“地址 A + 数据 D”, 地址为 A 的数据采集模块接收到命令开始测温将数据返回, 然后等待下次测温命令。测温器返回的数据包含 4 个字节, 依次是起始字节、温度高位、温度低位、校验码。其中起始字节始终是 0x55, 校验码是温度高位和温度低位进行异或运算的值。

1.6 数据采集模块

体温采集节点电路原理图如图 3 所示, 处理器 ATmega16 单片机和 DS18B20 型温度传感器构成温度采集电路; 由于无线通信模块需要 3.3 V 电源供电, 所以采用 ASM117 稳压芯片进行降压供电; 通信检测电路由开关 K1、nRF2401 无线模块和红色发光二极管 D2 构成, 按下电源开关, 如果通信成功二极

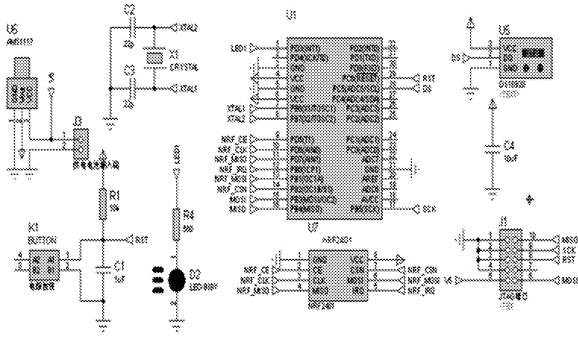


图 3 数据采集模块电路原理图

Fig. 3 Circuit diagram of data acquisition modules

管 D2 闪烁 6 次;系统采用 1 MHz 外部晶振。

2 软件设计

以 Visual Studio 2010 为开发环境,采用 C#语言编写应用程序,数据库选用 SQL Server 2000。软件主要由操作界面、数据库和通信 3 个模块构成。

通过该软件,可以设定采集的采样频率和串行通讯的波特率、控制采集的开始和停止、决定何时开始存储数据以及数据文件的格式等。主程序流程如图 4 所示。

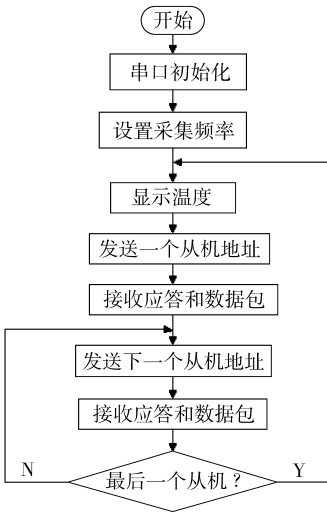


图 4 主程序流程图

Fig. 4 Flow chart of main program

3 试验与结果分析

3.1 无线体温测量装置精度和传输误差试验

选取 5 只鸡进行翼下体温测量,仪器采用水银体温计和无线体温采集装置,体温计精度为 0.1℃,测试前将所用的体温计消毒擦干,水银柱甩至 35℃ 以下。测量时,同一时间内将水银体温计和无线体温测量装置分别置于蛋鸡翼下无毛区,5 min 后取出分别读数。试验数据如表 1 所示,结果表明无线体温测量装置测量与水银体温计误差平均值为 0.1℃,数据采集和传输可靠,能够满足测量要求。

表 1 温度对比试验数据

Tab. 1 Experimental data of temperature contrast

鸡序号	体温计测量值	无线测量装置测量值	误差
1	40.0	39.8	0.2
2	40.4	40.3	0.1
3	39.8	39.7	0.1
4	40.5	40.4	0.1
5	40.4	40.4	0

3.2 节点通信距离测试

在空旷平整地带,将模块戴在鸡身上测试节点的有效通信距离。使用容量为 1 500 mA、标准电压 3.7 V 的锂电池供电,无线模块射频频率为 2.4 GHz,电流 10 mA,电压 3 V,功率为 30 mW,空旷场地测试时天线距离地面高度为 1.8 m。经过测试,在开阔无任何障碍物的场地上,最大的通讯距离为 100 m 左右,鸡佩戴数据采集模块在鸡笼里,由于鸡笼的影响,数据通讯距离为 50 m 左右。

3.3 功耗测试

2011 年 5 月,利用本文设计的节点系统,在河北农业大学标本园试验场进行了为期 7 d 的试验,实测了蛋鸡翼下温度。共使用 5 个节点,每个节点连接 1 个 DS18B20 型温度传感器,用于采集蛋鸡翼下体温。设定每隔 1 min 采集一次数据,没有任何低功耗措施时,锂电池仅能供节点模块工作 2.5 d 左右。设定 30 min 采集一次数据,数据发送、接收模块在采集间隔内采取休眠方式,锂电池供电时间能延长到 8 d 左右,可见通过控制数据采样间隔,可以延长电池使用周期。对于蛋鸡体温测定 30 min 采集一次体温,可以满足对生产蛋鸡的体温监测要求。

3.4 网络丢包率

在 50 m × 50 m 监测区域,部署 5 个节点,采集周期为 30 min,运行时间为 7 d,记录运行结果如表 2 所示,并进行统计分析。表中 S 为各节点产生的数据包数目的理论值;R 为系统接收到的各节点的数据包总数;D 为各节点丢失的数据包占节点产生总数据包的百分比。网络的平均丢包率为 0.89%,数据丢包率较低。

表 2 网络丢包率统计

Tab. 2 Loss rate of network package

鸡序号	S	R	D/%
1	336	332	1.19
2	336	330	1.79
3	336	334	0.59
4	336	335	0.29
5	336	334	0.59

4 讨论

用传统的直肠测温方式进行鸡体温监测不仅测温方法复杂,而且难度较大。体温计的插入会引起鸡的不适,消毒不严密引起交叉感染,肛表还易插入粪便中,影响体温读数,而且测量时需要专人逐个进行,持续时间长达5 min,既增加了人员的工作量,又对鸡产生了应激。而翼下体温监测装置的使用则为蛋鸡临床体温监测提供了一个安全有效的选择。对蛋鸡进行测温时,只需将探头粘贴牢固,无需专人在旁协助,有效地避免了上述问题的发生。另外,使用翼下体温监测装置可对蛋鸡体温进行连续监测,从而达到实时监护。

本文只提出了蛋鸡翼下温度的测量方式,尚未研究不同环境翼下温度与直肠温度之间的关系。另外传感器粘贴在蛋鸡的翼下,由于蛋鸡代谢,时间长了会脱离皮肤表层使测温不准确,如果背带太松传感器容易被鸡啄掉,太紧又容易造成鸡翅膀淤血,因

此传感器安装问题需要进一步改进。节点电池电量检测只通过软件识别,当节点没电后,系统连续收到乱码认定节点供电不足,结果有时会把节点出现其他故障出现的乱码也认定为电池电量不足,因此需要在节点加上电池电量监测,发现电池电量不足及时更换。

5 结论

(1)提出了蛋鸡翼下体温测量方式,开发了基于无线传输的蛋鸡翼下体温测量装置,该监测装置能够实现蛋鸡体表温度连续实时监测,极大地减小了鸡群应激。

(2)试验结果表明体温传感器精度误差为0.1%,系统最大传输距离为100 m,鸡佩戴传感器节点传输距离为50 m左右,网络丢包率为0.89%。通过设置不同的采集频率和采取休眠方式可以降低节点功耗,节点使用时间从2.5 d延长到8 d左右。本文设计的翼下体温采集装置,能满足蛋鸡翼下体温信息采集的要求。

参 考 文 献

- 林海. 肉鸡实感温度的系统模型分析及热应激下的营养生理反应[D]. 北京:中国农业大学,1996.
Lin Hai. Study on systems model of effective temperature and responses of nutritional physiology to heat stress in broilers[D]. Beijing: China Agricultural University,1996. (in Chinese)
- Lacey B, Hamrita T K, Lacy M P, et al. Assessment of poultry deep body temperature responses to ambient temperature and relative humidity using an on-line telemetry system[J]. Transactions of the ASAE, 2000,43(3):717~721.
- Deeb N, Cahaner A. The effects of high ambient temperature on dwarf versus normal broilers[J]. Poultry Science, 2001,80(5):541~548.
- 陶秀萍. 不同温湿风条件对肉鸡应激敏感生理生化指标影响的研究[D]. 北京:中国农业科学院,2003.
Tao Xiuping. Study different humid wind conditions on the physiological indexes chicken stress sensitive impact[D]. Beijing: China Academy of Agricultural Sciences, 2003. (in Chinese)
- 江逆. 高温对耐热和不耐热蛋鸡体温的影响[J]. 中国农业大学学报,1999,4(3):102~106.
Jiang Ni. Effect of heat stress on body temperature of high and low heat tolerant layers[J]. Journal of China Agricultural University, 1999, 4(3):102~106. (in Chinese)
- Zhou W T, Yamamoto S. Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers[J]. British Poultry Science,1997,38(1):107~114.
- Brown-Brandl T M, Beck M M, Schulte D D, et al. Physiological responses of tom turkeys to temperature and humidity change with age[J]. Journal of Thermal Biology, 1997,22(1):43~52.
- Bligh J, Heal J W. The use of radio telemetry in the study of animal physiology[J]. Proceedings of the Nutrition Society,1974,33(2):173~181.
- 应俊,陈广飞,叶丹,等. 无线体温测量系统的研制[J]. 北京生物医学工程,2006,25(1):73~75.
Ying Jun, Chen Guangfei, Ye Dan, et al. Design of the wireless thermometer system[J]. Beijing Biomedical Engineering, 2006, 25(1):73~75. (in Chinese)
- 田颖,刘军. 基于无线传感器网络的体温测量系统设计[J]. 中国集成电路,2010(10):54~59.
Tian Ying, Liu Jun. Design of temperature measurement system based on wireless sensor network[J]. China Integrated Circuit, 2010(10):54~59. (in Chinese)
- 崔欣. 低功耗无线数据采集模块的设计与实现[D]. 天津:天津理工大学,2008.
Cui Xin. Design and implementation of a low power wireless data acquisition module[D]. Tianjin: Tianjin University of Technology, 2008. (in Chinese)
- 王洪福,李学省,孙振海. 体温实时无线监测系统[J]. 医疗卫生装备,2005,26(7):18~19.
Wang Hongfu, Li Xuesheng, Sun Zhenhai. Wireless real-time monitoring system for body temperature[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2005, 26(7):18~19. (in Chinese)

- Li Zhengrong, Liu Yue'e, He Dongjian, et al. Investigation and implementation of content-based retrieval system for wheat pest images[J]. Transactions of the CSAE, 2007,23(11):210~215. (in Chinese)
- 6 张红涛,毛罕平,张晓东. 基于人工鱼群算法的储粮害虫特征选择[J]. 江苏大学学报,2010,31(5):502~505.
Zhang Hongtao, Mao Hanping, Zhang Xiaodong. Feature selection of stored-grain insects based on artificial fish swarm algorithm [J]. Journal of Jiangsu University,2010,31(5):502~505. (in Chinese)
- 7 刘德营,丁为民,陈坤杰. 野外环境昆虫图像自动采集装置[J]. 农业机械学报,2011,42(6):184~187,173.
Liu Deying, Ding Weimin, Chen Kunjie. Automatic acquisition system for insects images in field environment [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(6): 184~187,173. (in Chinese)
- 8 刘德营,赵三琴,丁为民,等. 基于图像频谱特征的稻飞虱识别方法[J]. 农业工程学报,2012,28(7):184~188.
Liu Deying, Zhao Sanqin, Ding Weimin, et al. Identification method for rice plant hoppers based on image spectral characteristics [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(7): 184~188. (in Chinese)
- 9 李继成,高振江,肖红伟,等. 基于单片机的奶牛精确饲喂装备设计与试验[J]. 农业机械学报,2011,42(1):101~105.
Li Jicheng, Gao Zhenjiang, Xiao Hongwei, et al. Design and experiment on dairy cow precise feeding equipment based on MCU [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011,42(1):101~105. (in Chinese)
- 10 苑玮琦,贾琦. 基于DM6437的驾驶员疲劳检测系统[J]. 仪表技术与传感器,2010(5):51~53,55.
Yuan Weiqi, Jia Qi. Driver fatigue detection system based on DM6437[J]. Instrument Technique and Sensor,2010(5):51~53, 55. (in Chinese)
- 11 冯桂兰,田维坚,屈有山,等. 实时视场拼接系统的设计与实现[J]. 光电工程,2007,34(4):124~127.
Feng Guilan, Tian Weijian, Qu Youshan, et al. Design of real-time video mosaic system[J]. Opto-electronic Engineering, 2007, 34(4):124~127. (in Chinese)
- 12 刘俊,吴谨. 一种基于梯度的直方图阈值图像分割改进方法[J]. 计算机与数字工程,2010,38(4):131~133.
Liu Jun, Wu Jin. A histogram threshold value image segmentation improvement method based on the gradient[J]. Computer & Digital Engineering,2010,38(4):131~133. (in Chinese)
- 13 张艳诚,毛罕平,胡波,等. 作物病害图像中重叠病斑分离算法[J]. 农业机械学报,2008,39(2):112~115.
Zhang Yancheng, Mao Hanping, Hu Bo, et al. Separate algorithm for overlapping spots in crop disease image[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008,39(2):112~115. (in Chinese)
- 14 Flusser J, Suk T. Pattern recognition by affine moment invariants [J]. Pattern Recognition, 1993, 26(1): 167~174.
- 15 Qun Dai. Back-propagation with diversive curiosity: an automatic conversion from search stagnation to exploration[J]. Applied Soft Computing, 2013, 13(1): 483~495.
- 16 Rahman Ashena, Jamshid Moghadasi. Bottom hole pressure estimation using evolved neural networks by real coded ant colony optimization and genetic algorithm[J]. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2011, 77(3~4): 375~385.
- 17 关海鸥,许少华,谭峰. 基于遗传模糊神经网络的植物病斑区域图像分割模型[J]. 农业机械学报,2010,41(11):163~167.
Guan Haiou, Xu Shaohua, Tan Feng. Image segmentation model of plant lesion based on genetic algorithm and fuzzy neural network[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(11): 163~167. (in Chinese)

(上接第245页)

- 13 王骥,沈玉利,林菁. 基于无线传感器网络生理参数采集系统设计[J]. 电子测量与仪器学报,2009,23(2):94~99.
Wang Ji, Shen Yuli, Lin Jing. Design of collection system of physiological parameters based on wireless sensor networks[J]. Journal of Electronic Measurement and Instrument, 2009, 23(2): 94~99. (in Chinese)
- 14 农静,郑宗亚,刘志杰. 单总线数字温度传感器 DS18B20 原理及应用[J]. 贵州师范大学学报:自然科学版,2007,25(3):119~122.
Nong Jing, Zheng Zongya, Liu Zhijie. The principle and application of 1-wire digital temperature sensor DS18B20[J]. Journal of Guizhou Normal University: Natural Sciences, 2007, 25(3): 119~122. (in Chinese)
- 15 马田华,陈东,蒋国平. 可编程单总线数字式温度传感器 DS18B20 的原理与应用[J]. 电子质量,2004(7):83~85.
Ma Tianhua, Chen Dong, Jiang Guoping. The principle and application of 1-wire digital temperature sensor DS18B20 [J]. Electronics Quality, 2004(7): 83~85. (in Chinese)
- 16 韦哲,程自峰. 数字温度传感器 DS18B20 在体温检测中的应用[J]. 医疗装备,2005(4):10~12.
Wei Zhe, Cheng Zifeng. The application of digital temperature sensor DS18B20 in temperature detection [J]. Medical Equipment, 2005(4): 10~12. (in Chinese)
- 17 林惠强,周佩娇,刘才兴,等. 改进 DV-Hop 定位算法在动物监测中的应用[J]. 农业工程学报,2009,25(9):192~196.
Lin Huiqiang, Zhou Peijiao, Liu Caixing, et al. Implementation of improved DV-Hop localization algorithm for animal survey[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(9): 192~196. (in Chinese)