

基于温度传感器的婴幼儿体温监测服开发

张赛楠, 吴杨所依, 王鑫蕊, 王永进*

(北京服装学院 服装艺术与工程学院, 北京 100029)

摘要:为使婴幼儿的体温测量更加便捷,基于DS18B20温度传感器提出了一种以Arduino为中心,将温度传感器、蓝牙模块、能量供应装置等电子元器件与服装相结合,同时在手机软件客户端对婴幼儿的体温进行监控的方法。该方法可以实现对婴幼儿体温的实时监测,体温异常可及时发现。

关键词:温度传感器;婴幼儿;体温监测服;体温

中图分类号:TS 941.17 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2021)03-0215-06

Development of Infant Temperature Monitoring Clothing Based on Temperature Sensor

ZHANG Sainan, WU Yangsuoyi, WANG Xinrui, WANG Yongjin*

(Fashion Accessory Art and Engineering College, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: In order to make the temperature measurement of infants and young children more convenient, the method of monitoring the body temperature of infants and young children was proposed, based on the DS18B20 temperature sensor. An Arduino was proposed as the control core, which combined the temperature sensor, Bluetooth module, energy supply device and other electronic components with clothing. Besides, the infant body temperature could be monitored by a mobile phone software. The method could realize real-time monitoring of the body temperature of infants and young children, and respond in time when the body temperature was abnormal.

Key words: temperature sensor, infants and young children, body temperature monitoring suit, body temperature

伴随科学技术的发展,服装业智能化的进展不断加快。二胎政策开放以来,婴幼儿服装的需求量不断上涨^[1]。同时,童装直接接触儿童,可视为监测儿童各项生理体征的载体,婴幼儿装的智能化发展,将成为必由之路^[2]。然而,目前针对婴幼儿的智能化服装相对较少,并且相关研究主要针对儿童安全问题(如定位系统、防护系统等^[3])的研究,通过智能化服装解决儿童舒适性和健康状况的研究并不充分^[4]。

体温是人的基本生命体征之一,是判断人体健康情况的重要参考依据^[5]。体温过高或过低均表示身体出现异常,在临床中有十分重要的参考价值^[6]。婴幼儿抵抗力较弱,且不能及时反馈身体状况,因此对于婴幼儿的体温监测尤为重要。目前,国内临床常采用的体温测量设备主要有:玻璃体温计、医用电子体温计、红外体温计、磁共振无创测温、胶囊式温度计等^[5]。这些产品均可对体温进行测量,但具有一定的限制性,不能实现体温的实时

收稿日期:2020-09-12; 修订日期:2021-02-28。

基金项目:北京服装学院科研重大项目(2020A-28)。

作者简介:张赛楠(1997—),女,硕士研究生。

*通信作者:王永进(1970—),男,教授,博士生导师。主要研究方向为服装设计与技术、服装品牌策略等。

Email: fzywyj@bift.edu.cn

监测。

为实现对婴幼儿体温的实时监测,文中将温度传感器和蓝牙技术与服装相结合,建立婴幼儿体温实时监测系统,实现实时测量、发送接收数据,客户端显示的功能。方便家长观察婴幼儿的冷热程度,及时为孩子添减衣物,以此提高婴幼儿着装的热湿舒适性,同时便于家长及时发现婴幼儿的体温异常状况并作出应对。

1 体温监测系统设计

体温监测系统主要由信息采集、信息传输与信息处理 3 部分组成。为实现每一部分功能的正常运转,系统又由硬件和软件 2 部分构成。

1.1 硬件系统设计

基于现有的硬件设备,结合电子信息技术,进行婴幼儿体温实时监测服的体温监测系统设计。系统层次如图 1 所示。

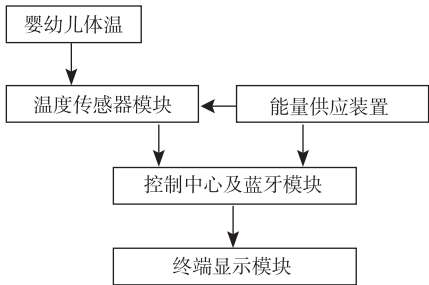


图 1 体温监测系统层次设计

Fig.1 Hierarchical design of body temperature monitoring system

在婴幼儿体温实时监测服的硬件系统设计中,婴儿体温信息被温度传感器采集,随后转换装置将采集的温度信息转变为数字信号,再通过传输装置将数字信号发送到显示终端。

1.1.1 温度传感器模块 温度传感器系统能感知、处理和传递人体温度信号,是婴幼儿体温实时监测服的核心器件^[7]。传统的温度传感器有热电偶和热敏电阻两种,可穿戴的温度传感器通常采用热敏电阻^[8]。由热敏电阻部件与转换部件构成的温度传感器,可以测定对象温度,并将温度信息转换为数字信号进行传输。婴幼儿体温监测对于温度传感器有较高要求,需满足体积小、灵敏度高、精确度高、符合设计要求等条件。

实验选用 DFROBOT 公司的防水 DS18B20 温度传感器,需要与 Plugable Terminal 转换器配合使用。Plugable Terminal 转接器数字口增加了上拉电阻,跳线帽切换使用,可以直接将防水 DS18B20 温

度传感器连接到 Arduino 上。

在传感器收集数据过程中,其对相关物理量输出与输入关系的转换性能至关重要,输入与输出过程中的误差分析与研究是测量技术的主要内容之一。温度传感器也不例外,温度传感器的内部结构参数决定了它的输出与输入特性,不同的外部特性由温度传感器不同的内部结构参数决定,所以传感器的特性与内部结构参数关系密切^[9]。防水 DS18B20 温度传感器的相关参数见表 1, 其需要一个外置的能量供应设备才能运行,防水 DS18B20 温度传感器外部能量供应方式如图 2 所示。

表 1 防水 DS18B20 温度传感器相关参数

Tab. 1 Related parameters of waterproof DS18B20 temperature sensor

测量特性	规格参数
测量范围/℃	-10 ~ 85
测量精度/℃	±0.1
分辨率选择范围/bit	9 ~ 12
工作电压/V	3.0 ~ 5.5
稳定性	好
功耗	低

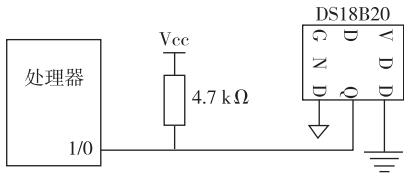


图 2 DS18B20 温度传感器外部能量供应方式

Fig. 2 DS18B20 temperature sensor external energy supply mode

DS18B20 温度传感器测量温度的过程为:程序进行初始化,检测传感器是否存在,之后将接收到的温度进行转换,传输数据到控制中心及蓝牙模块,从而实现温度的数字化过程。DS18B20 温度传感器测量温度流程如图 3 所示。

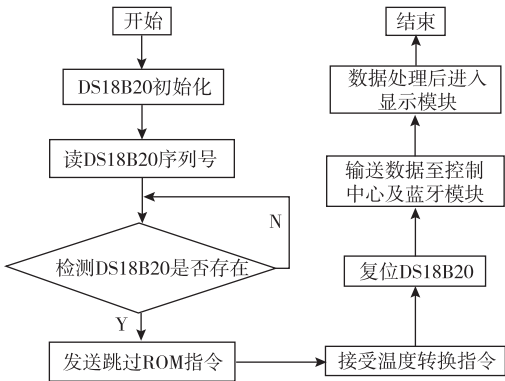


图 3 DS18B20 温度传感器测量温度流程

Fig. 3 Flow chart of temperature measurement for DS18B20 temperature sensor

1.1.2 控制中心及蓝牙模块 控制中心将传感器收集的信息转换处理,形成数字信息,并利用蓝牙无线射频技术传送数据,通过手机软件终端进行信息反馈,实现信息交互。

文中选用了 DFROBOT 公司的 Bluno Beetle 主控器作为整体的控制中心和蓝牙模块。Bluno Beetle 体积小,集成蓝牙 4.0 功能的 Arduino 主控器可兼容 Bluno 系列主控器,可以通过 Micro USB 接口直接下载、调试程序,无须编程器,并支持蓝牙远程更新。Bluno Beetle 的技术参数见表 2,结构组成及局部作用分布概况如图 4 所示。

表 2 Bluno Beetle 的技术参数

Tab.2 Technical parameters of Bluno Beetle	
名 称	参 数
供电接口	USB 或 DC2.1
电源外接口输入电压/V	7 ~ 12
输出电流/mA	50 ~ 70
比特率/(bit/s)	9 600 ~ 115 200
BLE 芯片	TI CC2540
传输距离(宽阔地带)/m	≥70
传输距离(办公环境)/m	≈20

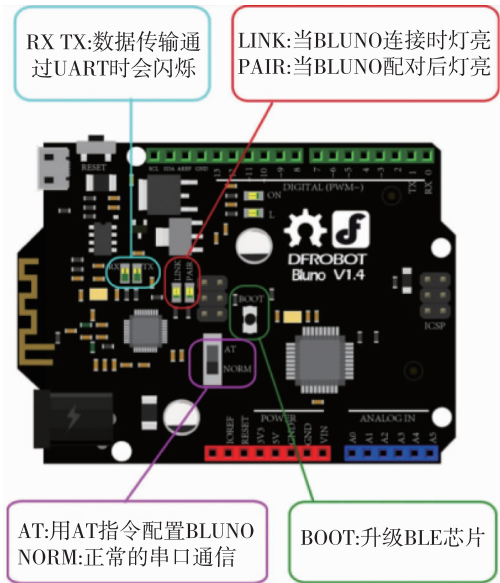


图 4 Bluno Beetle 结构

Fig. 4 Bluno Beetle structure

1.1.3 能量供应模块 能量供应模块为系统整体提供能量,主要选用电压低、耗电小的微小型纽扣电池。传统的纽扣电池主要有锌锰纽扣电池、氧化银纽扣电池、空气锌纽扣电池,现又开发出锂二氧化锰纽扣电池^[10]。文中监测系统所使用的电池为

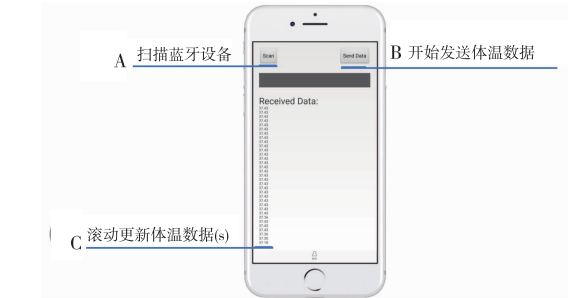
国产锂锰电池,标称电压为 3 V,端点电压为 2 V。能量供应装置最终要与服装相结合,因此需考虑可穿戴性,决定采用图 5 所示的自带开关的电池盒,不用时可以关闭电源。



图 5 电池盒

Fig. 5 Battery box

1.1.4 终端显示模块 本研究以手机软件系统作为终端显示模块。软件系统的界面设计分为两方面:①应用功能按键的部署,②实时温度显示界面。测温系统的软件终端如图 6 所示。



(a)Android应用界面设计



(b)Android应用工作流程



(c)Android应用界面操作流程

图 6 软件终端示意

Fig. 6 Software terminal diagram

1.2 软件系统设计

智能可穿戴系统不仅对硬件设备有要求,而且需要软件的支撑。Bluno Beetle 控制板配开源的手机开发端,对源代码进行修改即可满足体温检测系统的需求。由于人体腋下温度比核心温度低 0.7 ℃,并且控制器芯片会产生 0.6 ℃ 热量损耗,故将源代码中的温度增加 1.3 ℃。手机终端软件为 APK 文件形式,是安卓系统常见的一款安装文件,通过下载使用免费的 APK 安装包,轻松地将对存储在 SD 卡上的温度测控软件进行点击安装。

体温监测系统是通过 Android 进行移动终端软件的设计,建立蓝牙与智能服装的通信连接,利用 Bluno Beetle 完成下机位与上机位的联系与数据转换,解决了温度采集的相关软件编程,对整个软件系统进行搭建。

1.3 系统组装

婴幼儿体温实时监测服的软硬件包括:DS18B20 防水温度传感器模块、Bluno Beetle 主控器、能量供应模块、Bluno Basic Demo app。将各模块焊接组装,完成体温实时监测系统的构建。软硬件电路连接如图 7 所示。

2 婴幼儿体温监测服设计

在进行服装款式、面料的选择时,不仅要充分考虑着装

的舒适性和穿脱便捷性,还需考虑体温监测装置的安放和可拆卸性,因此,在设计时也要预留出硬件装置的安放位置。

2.1 面料选取

婴儿的肌肤娇嫩脆弱,婴儿服的面料要求较高,目前市场上婴儿服大多采用针织棉织物,因为针织面料柔软舒适、弹性好、穿脱方便,不会影响婴儿的活动。由于体温监测服需要放置具有一定重量的电子硬件,为保证硬件不脱落,综合考虑各种因素,最终选用了具有一定承重能力的夹棉面料,面料具体参数见表 3。

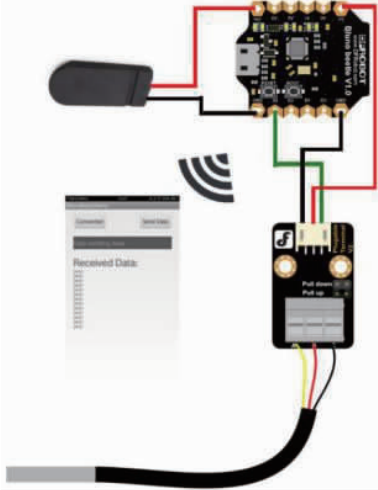


图 7 软硬件电路图

Fig. 7 Overall software and hardware circuit diagram

表 3 面料参数

Tab. 3 Fabric parameters

名 称	成 分	组织类型	面密度/(g/m ²)	面料特征
夹棉面料	面层:100% 棉 夹层:100% 聚酯纤维	纬编双罗纹组织	280	吸湿,透气,不易变形

2.2 服装温度监测点位的确定

对婴幼儿进行体温测量,通常选用肛温、腋温、口腔温、额头温。静态下人体体温处于恒定状态,但是当人体处于动态时,体温是波动的。智能服装的体温监测系统需要对人体体温进行持续性测量和数据分析,腋下温度相对而言更适合智能服装监测^[11],本系统最终选定对腋温进行测量。

2.3 服装款式设计

考虑到穿着的舒适性,婴儿服装大多结构宽松简洁,在设计时少用或不用分割线和省道,避免缝份对婴儿肌肤产生摩擦损伤,因此婴幼儿体温监测服设计为宽松的 O 型连体衣,款式如图 8 所示。为

了测量婴幼儿的腋下温度,在服装的腋下位置设计了一个从侧缝开口的暗袋,用来放置温度传感器,如图 8 中①所示;为了在不加大领口的同时便于穿脱,在右肩部设计开口并安装纽扣,为了保护宝宝身体不受外界细菌侵害,裆部采用前端扣合的方式,如图 8 中②所示;考虑到硬件电路的连接,控制中心、蓝牙模块与能量供应装置需顺应温度传感器的摆放方向,故将其放在左胸部带有暗扣的侧开口袋内,如图 8 中③所示。

2.4 成衣制版与制作

确定服装款式后,以身高 52 ~ 80 cm 的婴儿为参考标准,按照 66/44 的号型进行结构制图,并按照

成衣工艺制作成衣。在裁剪面料时,需减小缝份宽度至 0.7 cm;完成裁片缝合后,用 3.5 cm 宽的纯棉包边条对领口、袖口和裤口等包边;肩部和裆部开口采用暗扣的方式扣合,为减少异物感,选用直径 0.8 cm 的塑料暗扣;放置硬件的口袋采用贴袋的方式缝制。婴儿体温实时监测服成品如图 9 所示。

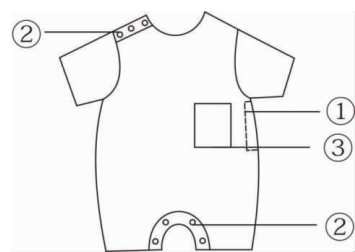


图 8 款式
Fig.8 Style



图 9 婴儿体温实时监测服成品

Fig.9 Finished baby body temperature monitoring clothing

2.5 体温监测系统与服装结合

电路连接后处于裸露状态,为保证产品的安全性,在与服装进行结合时需先将连接好的硬件固定在 5.3 cm×5.3 cm×2 cm 的塑料外壳内,然后将整个电路装置与完成后的婴儿服装成品进行组装,温度传感器放置在图 9 中①所示的暗袋内,装有电路主板的塑料盒和电源盒放在图 9 中②所示的贴袋内。

3 产品测评

为检验体温实时监测系统能否达到预设目的,对成品的精确度和连续测温性能进行测评。

3.1 精确度实验

采用对比实验的方法检验体温检测系统的精确度。在温度 $25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的实验环境下,被测者左右腋下分别放置水银温度计和 DS18B20 温度传感器,水银温度计在使用时需放置

在腋下 3~5 min,稳定后才能读数,因此,每隔 5 min 进行一次数据记录,为减小实验误差,共记录 10 组数据,实验结果如图 10 所示。由图 10 可以看出,该体温监测系统的精度能达到预设要求。

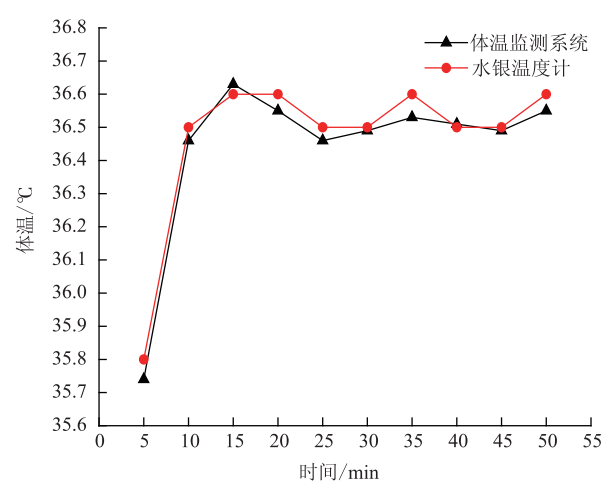


图 10 对比实验数据

Fig.10 Comparative experiment data graph

3.2 连续测温实验

为检验体温检测系统的连续测温性能,在温度 $25 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的实验环境下,对体温监测系统进行 1 h 连续测温实验,通过手机端进行数据监测,每间隔 30 s 进行一次数据记录,结果如图 11 所示。由图 11 可知,该系统能达到预设的实时体温监测目标。

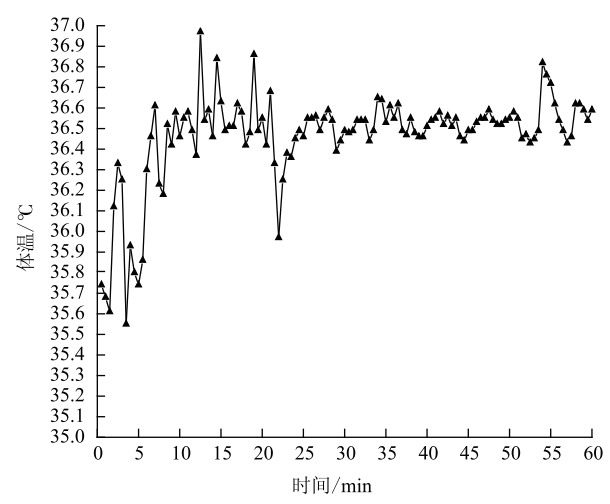


图 11 连续测温数据

Fig.11 Continuous temperature measurement data graph

4 结 语

基于 DS18B20 温度传感器和蓝牙技术建立了

婴幼儿体温监测系统,并将其与服装有机结合。经实验表明最终完成的成品可基本满足监测婴幼儿体温的需求,让婴幼儿更加舒适,为家长带来方便。此外该系统还具有一定的优点:温度传感器防水;与服装的结合采用可拆卸式,洗涤服装时可将传感装置拆卸下来;该系统的精确度较高。

参考文献:

[1] EDMISON J, JONES M, NAKAD Z, et al. Using piezoelectric materials for wearable electronic textiles [C]// IEEE Computer Society. Proceedings of the 6th International SymPosium on Wearable Computers. Seattle: [s. n.],2002:83-85.

[2] 黎继子. 对国内童装品牌发展的几点思考[J]. 苏州大学学报(工科版), 2002, 22(6): 137-139.

LI Jizi. Some thoughts on the development of domestic children's wear brands[J]. Journal of Soochow University Engineering Science Edition (Bimonthly),2002,22(6): 137-139. (in Chinese)

[3] 阮诺男. 生态视域下的童装设计研究[D]. 杭州:中国美术学院,2013.

[4] 严晶晶. 童装绿色设计评价体系的研究[D]. 杭州:浙江理工大学,2009.

[5] 罗小金. 人体体温测量设备综述[J]. 计量与测试技术, 2019,46(1):49-50.

LUO Xiaojin. Overview of human body temperature measurement equipment[J]. Metrology and Testing Technology, 2019, 46(1): 49-50. (in Chinese)

[6] 周艺颖,王晓云,李伟,等. 用于健康监测的智能服装[J]. 上海纺织科技,2019,47(9):1-4,52.

ZHOU Yiyang, WANG Xiaoyun, LI Wei, et al. Intelligent clothing for health monitoring[J]. Shanghai Textile

Science and Technology, 2019, 47(9): 1-4, 52. (in Chinese)

[7] 袁蒙,张辉,田伟. 可穿戴体温监测设备的研究现状与发展趋势[J]. 合成纤维,2017,46(6):36-40,44.

YUAN Meng, ZHANG Hui, TIAN Wei. Research progress and development trend of wearable body temperature monitoring system[J]. Synthetic Fiber in China,2017,46(6): 36-40,44. (in Chinese)

[8] 栾珊. 基于市场需求的体温监测类智能服装的创新设计研究[D]. 北京:北京服装学院,2016.

[9] 江太辉,邓展威. DS18B20 数字式温度传感器的特性与应用[J]. 电子技术,2003,32(12):46-49.

JIANG Taihui, DENG Zhanwei. Characteristics and application of the digital temperature sensor DS18B20 [J]. Electronic Technology, 2003, 32(12): 46-49. (in Chinese)

[10] 刘胜男,于鑫,王岩. 基于锂电池的便携式电源系统设计[J]. 软件,2013, 34(12): 90-91.

LIU Shengnan, YU Xin, WANG Yan. Design of lithium-based portable power system [J]. Software, 2013, 34(12): 90-91. (in Chinese)

[11] 郑玉凤,蒋晓文,王雪婷. 儿童智能服装发展现状研究[J]. 纺织报告,2020(2):50-52.

ZHENG Yufeng, JIANG Xiaowen, WANG Xueting. Research on the development status of children's smart clothing [J]. Textile Report, 2020(2): 50-52. (in Chinese)

[12] 薛哲彬,沈雷,任祥放. 基于儿童安全的智能服装系统研发模式[J]. 服装学报,2016,1(5):470-476.

XUE Zhebin, SHEN Lei, REN Xiangfang. Study on research mode of intelligent safety clothes system for children[J]. Journal of Clothing Research,2016,1(5):470-476. (in Chinese)

(责任编辑:卢杰)