

CN 11-2175/TN
ISSN 1002-7300

电子测量技术

ELECTRONIC
MEASUREMENT TECHNOLOGY

第41卷
June, 2018

11

中国科技核心期刊

美国国际CODEN代码期刊

《中国学术期刊网络出版总库》CNKI全文收录

“万方数据-数字化期刊群”全文收录

电子测量技术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 41 卷 第 11 期 2018 年 6 月

目 次

【理论与算法】

基于 RSSI 组播环境下的中继网络编码协作传输策略研究	李敬兆	杨大禹	任 萍	(1)		
激光雷达移动机器人局部搜索跟踪算法	李 鹏	张金艺	韩国川	苏全程	何利康	(6)
Turbo 码译码算法理论推导及误码性能分析	付 婉	杨茂辉	胡明亮	张燕华	(10)	
基于 GPU 的毫米波雷达近场阵列成像技术研究	杨啸宇	高敬坤	邓 彬	王宏强	秦玉亮	(15)
时变定位误差的分布式雷达组网航迹融合算法	施治国	熊文芳	(20)			
基于 MATLAB 移动通信中复杂函数优化设计	胡明亮	杨茂辉	付 婉	(26)		

【研究与设计】

基于 GNSS 接收机的标准时钟设计	谢 亮	芦 旭	段建文	蒙智谋	(31)	
空间热循环物理模拟试验机测控系统	李玉东	郭春景	牛济泰	金 成	(35)	
采用四元数无迹卡尔曼滤波的低成本车载姿态航向系统	刘 畅	丛 丽	秦红磊	(40)		
微弱直流电流放大电路的比较研究	王朋凯	杨文明	(45)			
基于 IEC 61850 的时序数据库系统设计	胡鹏飞	雷 电	(51)			
便携式胎儿心率监护系统的设计	王 亮	卜朝晖	(58)			
一种应用于 C 波段的紧凑型宽轴比贴片天线	王亚飞	单志勇	卢勇杰	(64)		
基于磁链优化模糊控制的电动汽车驱动	沈佳焯	吴 雷	(68)			
基于 LoRa 的农业大棚无线温湿度监测系统设计与实现	杨 祯	李 达	张 丽	刘辉席	刘守印	(73)
一种宽带变频接收机增益波动调试及设计方法	王志华	刘 渝	黄泽贵	(79)		

【信息技术及图像处理】

一种基于消隐点的单目视觉车辆测距方法	关 闯	魏 朗	乔 洁	杨 炜	(83)
基于光刀旋转扫描法的三维传感技术	黄宇豪	麦家全	易映萍	(88)	
结合图像分割的 MRI 图像压缩感知重构	傅 雪	刘文波	(94)		

基于边缘提取的非局部均值图像去噪	王思涛 金 聪	(99)
基于曲率驱动扩散与改进型稀疏表示的图像修复算法	刘泽鑫 万旺根	(103)
一种基于区域封装和像素填充的全景视频映射算法	林 畅 李国平 赵海武 王国中	(108)
基于 Fisher 判别的结构化低秩字典学习算法研究	胡 燕 李开宇 崔益峰	(112)

【嵌入式技术】

一种基于加速度传感器的摔倒检测腰带	彭亚平 贺乾格 柯希焱 胡 瑾 吴伶俐	(117)
基于 ZigBee 的学生军训管理系统设计	朱冠良 余 健 祝鸿裕 苏佳吉	(121)
基于 STM32 和 FPGA 的钢轨超声导波信号源设计	刘修扬 周杏芳	(126)
嵌入式环境监测系统的设计与实现	江 涛	(131)
基于 STM32F767 的 USB 主机开发设计研究	李 智 张少华 秦 夷 仝维超	(136)
直流低压分时控制彩色 LED 灯的实现	孙肖东 陈 昕	(140)

【热点资讯】

实力派移动机器人跃升为未来工厂的中流砥柱	(39)
凌华科技与友嘉实业集团联手打造基于 5G 技术和 ROS2 机器人操作系统的未来工厂	(93)
2018 欧洲汽车电子测试展览会:罗德与施瓦茨公司将针对汽车行业所有通信趋势展示系列测试解决方案 ...	(107)
Orange Business Services 在中国车联网及智能网联汽车峰会发表演讲:驱动汽车互联	(135)
加速创新者创新, TIF 2018 泰克为新时代工程师实现梦想加速	(146)

电 子 测 量 技 术

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

第 41 卷 第 11 期(总第 295 期) 2018 年 6 月

社 长: 郭亚文	地 址: 北京市东城区北河沿大街 79 号
主 编: 孙圣和	邮 编: 100009
执行副主编: 武 娟	电 话: (010)64044400
责任编辑: 张 琦	传 真: (010)84851365
编 委: 孙 续 向天明 刘开华 刘明亮	邮 箱: dzcl@vip.163.com
(排名不分先后) 李 兴 李书芳 陈光福 陈尚松	网 址: emt.etmchina.com
何俊山 王化祥 汪铁华 王厚军	印 刷: 山西同方知网印刷有限公司
杨世风 秦世引 高秋来 陶 然	发 行: 同方知网(北京)技术有限公司
阎沛文 朱 杰 张金忠	订 阅 电 话: (010)62702070
主 管: 北京电子控股有限责任公司	国际标准连续出版物号: ISSN 1002-7300
主 办: 北京无线电技术研究所	国内统一连续出版物号: CN 11-2175/TN
编 辑 出 版: 《电子资讯时报》社有限公司	广告经营许可证:京东工商广登字 20170178 号

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

Vol. 41 No. 11 Jun. 2018

CONTENTS

【Theory and Algorithms】

Research on collaborative transmission strategy of relay aided network coding based on RSSI multicast environment	Li Jingzhao Yang Dayu Ren Ping (1)
Local search tracking algorithm for LiDAR mobile robot	Li Peng Zhang Jinyi Han Guochuan Su Quancheng He Likang (6)
Theoretical derivation and error performance analysis of Turbo decoding algorithm	Fu Wan Yang Maohui Hu Mingliang Zhang Yanhua (10)
Research on near field array imaging in the millimeter band based on GPU	Yang Xiaoyu Gao Jingkun Deng Bin Wang Hongqiang Qin Yuliang (15)
Track fusion algorithm for distributed radar network based time-varying location error	Shi Zhiguo Xiong Wenfang (20)
Simulating of complex function in communication system by MATLAB	Hu Mingliang Yang Maohui Fu Wan (26)

【Research & Design】

Design of standard clock based on GNSS receiver ...	Xie Liang Lu Xu Duan Jianwen Meng Zhimou (31)
Design and development of measuring & control system for the thermal cycling physical simulation test machine	Li Yudong Guo Chunjing Niu Jitai Jin Cheng (35)
Low cost vehicle attitude heading reference system based on quaternion and Kalman filter	Liu Chang Cong Li Qin Honglei (40)
Comparative study of macro-current measurement	Wang Pengkai Yang Wenming (45)
Design of time series database system based on IEC 61850	Hu Pengfei Lei Dian (51)
Design of a portable fetal heart rate monitoring system	Wang Liang Bu Zhaohui (58)
Compact wide-angle patch antenna applied to the C-band	Wang Yafei Shan Zhiyong Lu Yongjie (64)
Electric vehicle driven by fuzzy control based on magnetic chain optimization	Shen Jiaye Wu Lei (68)
Design and implementation of wireless temperature and humidity monitoring system for agricultural greenhouses based on LoRa technique	Yang Zhen Li Da Zhang Li Liu Huixi Liu Shouyin (73)
A debugging and design method to the gain fluctuation of wideband down conversion receiver	Wang Zhihua Liu Yu Huang Zegui (79)

【Information Technology & Image Processing】

A vehicle distance measurement method with monocular vision based on vanishing point	Guan Chuang Wei Lang Qiao Jie Yang Wei (83)
--	---

3D sensing based on laser-knife rotating scan	Huang Yuhao Mai Jiaquan Yi Yingping (88)
MRI image reconstruction based on compressed sensing with image segmentation Fu Xue Liu Wenbo (94)
Non-local mean image denoising based on edge extraction	Wang Sitao Jin Cong (99)
Image inpainting algorithm based on curvature driven diffusion and improved sparse representation Liu Zexin Wan Wanggen (103)
A panoramic video mapping algorithm based on region package and padding pixel Lin Chang Li Guoping Zhao Haiwu Wang Guozhong (108)
Research on structured low-rank dictionary learning based on Fisher discrimination Hu Yan Li Kaiyu Cui Yifeng (112)

【Embedded Technology】

Fall detection belt based on acceleration sensor Peng Yaping He Qian'ge Ke Xiyao Hu Jin Wu Lingxi (117)
Design of military training management system by ZigBee Zhu Guanliang Yu Jian Zhu Hongyu Su Jiaji (121)
Design of railway ultrasonic guided wave signal source based on STM32 and FPGA Liu Xiuyang Zhou Xingfang (126)
Design and implementation of embedded environmental monitoring system	Jiang Tao (131)
Design and research of HOST USB based on STM32F767 Li Zhi Zhang Shaohua Qin Yi Tong Weichao (136)
Implementation low voltage DC time division to control RGB LED lamp	Sun Xiaodong Chen Xin (140)

ELECTRONIC MEASUREMENT TECHNOLOGY

Vol. 41 No. 11(sum 295) Jun. 2018

Director: Guo Yawen

Chief Editor: Sun Shenghe

Vice Executive Chief Editor: Wu Juan

Responsible Editor: Zhang Qi

Committee Board: Sun Xu Xiang Tianming Liu Kaihua

Liu Mingliang Li Xing Li Shufang Chen Guangju

Chen Shangsong He Junshan Wang Huaxiang

Wang Tiehua Wang Houjun Yang Shifeng Qin Shiyin

Gao Qiulai Tao Ran Que Peiwen Zhu Jie Zheng Jinzhong

Competent Authority: Beijing Electronics Holding Co., Ltd.

Sponsored by: Beijing Radio Research Institute

Edited and Published by: Electronic News Times Limited

Address: No. 79 Beiheyuan Street, Dongcheng District

Beijing 100009, China

Tel: (010)64044400

Fax: (010)84851365

E-mail: dzcl@vip.163.com

Web: emt, etmchina.com

Printed by: Shanxi Tongfang Knowledge Network Printing Co., Ltd.

Domestically distributed by: Tongfang Knowledge Network Technology Co., Ltd. (Beijing)

Order Tel: (010)62702070

Data of Publishing: Jun, 2018

Advertising License: Beijing Dongcheng Industrial and Commercial Advertisements No. 20170178

《电子测量技术》简介

《电子测量技术》一直立足于以创新、实用为特点，加强业界学术交流活动，推广新技术、新产品应用，以促进电子测量技术的发展和进步。作为国内第一本专注于电子测量领域的杂志，为了《电子测量技术》更好地发展，希望大家能够积极踊跃投稿。

本刊征集：测试测量的基础理论、电参数测量、信号检测技术、传感器技术、仪器仪表技术、嵌入式技术、通讯技术、DSP、EMC/EMI测试、纳米测试、虚拟仪器技术、基于总线的测试、集成电路测试、在线测试与故障诊断、计算机在测控系统中的应用、软件工程、网络技术、可编程器件在测控系统中的应用、微处理器应用，以及测试测量技术在航空航天、机械电子、医疗、智能家电和汽车电子等领域的应用等方面的研究或应用论文。

本刊一律采用网上投稿。投稿系统网址：emt.etmchina.com



DOI:10.19651/j.cnki.emt.1701432

基于 ZigBee 的学生军训管理系统设计*

朱冠良 余健 祝鸿裕 苏佳吉

(广东岭南职业技术学院 电子信息工程学院 广州 510663)

摘要: 针对学生军训时需要大量人力监管保障的问题,结合 ZigBee 低功耗通信技术,设计了利用上位机和 ZigBee 通信实现实时监控军训时学生身体多种生理参数(如体温、心率、血糖血氧浓度等)、军训环境等功能的系统,从而达到有效、科学的进行学生军训管理的目的。该系统采用基于 ZigBee 技术的 CC2530 芯片,各传感器模块经 CC2530 节点设备自带的 ZigBee 模块以无线的方式将采集到的数据发送到上位机。该系统经过测试表明,运行稳定、实时性好、性价比高,有效预防意外突发事件,满足了学校对学生军训管理的实时监控。

关键词: ZigBee;CC2530;军训管理;实时监控

中图分类号: TN92 文献标识码: A 国家标准学科分类代码: 510.5015

Design of military training management system by ZigBee

Zhu Guanliang Yu Jian Zhu Hongyu Su Jiagi

(Guangdong Lingnan Institute of Technology, Guangzhou 510663, China)

Abstract: Aiming at the problem that a large amount of manpower supervision and control is needed when students military training, combined with ZigBee low-power communication technology, designed to use the host computer and ZigBee communications to achieve real-time monitoring of military training students a variety of physiological parameters (such as body temperature, heart rate, etc.), Military training environment and other functions, so as to achieve an effective and scientific management of military training purposes. The system uses the CC2530 chip based on ZigBee technology. Each sensor module sends the collected data wirelessly to the host computer through the ZigBee module that comes with the CC2530 node device. The system has been tested and proved to be stable, real-time, cost-effective and effective in preventing accidental accidents and meeting the real-time monitoring of military training for students in schools.

Keywords: ZigBee; CC2530; military training management; real-time monitoring

0 引言

近年来,随着“关于加强国防建设和国防教育重要讲话”精神的深入贯彻实施,学生军训工作作为党和国家赋予高校的战略任务,呈现出规模大、数量多、分布广,军训组织、计划、协调和保障任务十分繁重的特点^[1-2]。另外,军事训练强度大,是对学生心理素质和体能的严峻考验,建立大学生军训安全防控机制,对有效降低事件发生率,保护学生安全与健康具有重大意义^[3-4]。国内外学者对军训管理系统作出相应的研究与优化设计,其中文献^[5]提出了军校短期培训的管理信息系统,更好地实现信息的规范管理、科学统计和快速查询;文献^[6-8]提出了基于 B/S 架构的军训管

理系统,主要解决人工数据录入、军训任务安排与执行监控等效率问题。以上研究成果多数集中于对在军训任务调度、成绩管理方面提高了工作效率,但在军训过程中大量人力进行监管保障的问题研究和解决的较少。为此,本文根据需求设计了一套利用上位机和 ZigBee 通信实现实时监控的功能的系统,在上位机端采用了一种基于 BP 神经网络的任务调度算法,从而达到有效、科学地进行学生军训管理的目的。

1 总体架构

本文设计的学生军训管理系统结构如图 1 所示。该系统由多个军训区域子系统构成,每个军训子系统由多个终

收稿日期:2018-01

* 基金项目:广东省教育厅专项科研项目(GDJG2015088)、广东大学生科技创新培育专项资金项目(pdjh2017b0860)、广东岭南职业技术学院科研重点课题项目(KA201602)资助

端节点和一个协调器节点构成。终端节点负责监测学生军训时身体多种生理参数和相关电路嵌入军训。协调器节点包含 ZigBee 和 GSM 两大功能模块,负责将终端节点之间通过路由进行实时信息交换。GSM 模块主要负责与上位机通信,将数据发送到上位机,实时传输终端节点的监测数据。系统的具体功能如下所述。



图 1 军训管理系统结构

终端节点可以实现收集与监测学生军训时身体多种生理参数、进行 ZigBee 自组网等功能。主要实现人体心率检测、血氧检测、体温探测、太阳能供电电量检测。协调器节点负责把该军训区域 ZigBee 网络上的终端节点(军训帽)的信息处理,并通过 GSM 模块的 GPRS 网络发送数据到管理电脑中。一旦有异常情况,就根据不同情况、严重程度发出相应的报警信息。管理人员接到报警信息后,则采用电话等形式通知该军训区域的负责人进行处理,从而实现军训全过程远程监控、管理。每个军训区域仅需配备 1 名负责人即可,从而解决了大量人力监管保障的问题,另外实时监控学生军训时的各种状况,有效防止各种突发意外发生。

2 系统硬件设计

2.1 ZigBee 协调器

考虑到学生军训一般是按照分班或专业进行分配军训区域的,因此每个军训区域都有一个相应协调器。协调器采用 CC2530 芯片作为核心处理器件。该芯片集成比 IEEE 802.15.4 的 RF 收发器、具有极高的接收灵敏度和抗干扰性能等特点^[9-10],输出功率高达 4.5 dBm。芯片内置业界标准的增强型 8051CPU,包含丰富的外设(8 路 12 位 ADC,2 个 USART,21 个 I/O 口等),只需极少的外接元件,即可满足网状网络系统需要,实现节点之间信号的无线传输^[11]。图 2 所示为 ZigBee 协调器原理,包含了必备的射频电路、复位电路、指示电路、复位电路和选配的 GSM 模块。终端节点和协调器电路基本一致,仅在协调器节点具备 GSM 模块并通过 GPRS 远距离数据传输,而终端节点之间通过 ZigBee 短距离通信。

此外,协调器模块还实现了军训环境检测的功能,实时监控采集军训环境的环境温度、湿度和空气质量(主要是

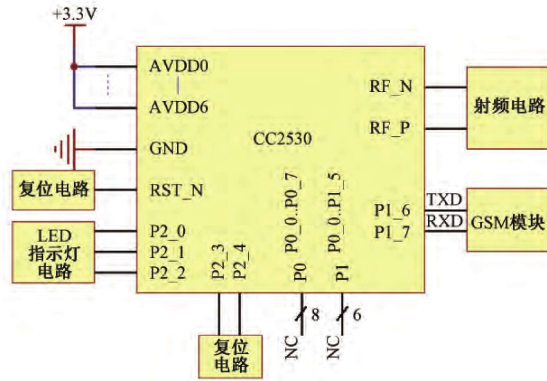


图 2 ZigBee 协调器原理

PM2.5、PM0.5 等),以便系统管理人员对实时监控学生军训环境时的各种状况,达到良好的智能化管理效果。该功能主要采用的是 DHT11 温湿度传感器和 GP2Y1014AU 粉尘传感器。传感器分别连接 CC2530 的 P0、P1,整体电路嵌入到一个盒子中,方便放置在学生的军训区域中。

2.2 射频电路

射频电路不仅对通信性能有着重大影响,同时也影响系统工作的稳定性。本文选择使用倒 F 型 PCB 微带天线射频电路设计,目的是在保证通信质量的同时,省去集成射频 IC,有效的降低成本和设备功耗。图 3 所示为射频电路设计原理,图 3 中 RF_N 与 RF_P 为差分信号输入端,因此采用了由分立元件构成的巴伦滤波电路来匹配射频信号的收发。经 HFSS 仿真软件优化设计,实际测量辐射天线增益 2.5 dBi,满足 ZigBee 无线通信射频模块设计要求。

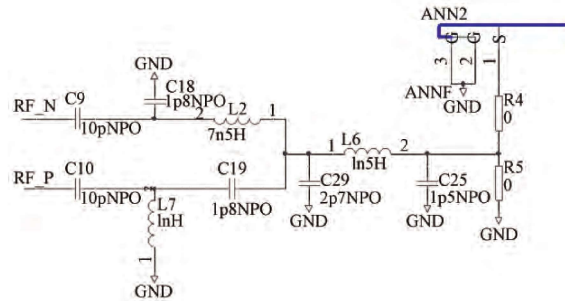


图 3 射频电路设计原理

2.3 终端节点

终端节点在该系统设计中将电路进行模块化后嵌入至普通的军训帽中,其电路基本与协调器电路一致(仅在无 GSM 模块和采用传感器模块方面不同)。各终端节点采用自组网,非常方便根据军训学生人数扩展。在终端节点主要实现了人体体温检测、心率检测、血氧浓度检测、军训运动时间统计等功能。其中体温、心率、血氧检测采用监测耳机设计,是因为人体耳廓内部有着丰富的毛细血管,由颈内

动脉系统垂直沿着耳道区域运行,毛细血管系统贯穿耳屏和耳垂。而且由于耳部的皮肤相对比较薄,减少了皮肤非血液组织对光束的稳定吸收^[12]。另外,佩戴耳机后,光电传感器会与耳廓紧密贴合。即使人们从事各种运动时,耳朵位置也保持相对稳定。因此在这个位置采集信号抗干扰性能强,稳定度高,使光强度损失较低,提高了采集信号的信噪比^[13]。相关传感器如下所述。

1) 体温检测传感器

体温检测传感器是实时检测学生军训时的体温状况的关键器件。软件设计可以根据到军训时根据体温情况进行设置提示:如体温检测超过正常的 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,发送黄色报警信息;超过 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$,则发送红色紧急信息。考虑到 18B20 虽然方便的与 CC2530 连接,但精度仅有 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,不适宜系统采用;另外,LM35DZ 误差是 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}\sim 0.8^{\circ}\text{C}$,精度也达不到要求,也不适宜采用。基于上述考虑,终端节点模块采用的是 PT100 传感器,该传感器精度最高可以达到 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。在电路设计上设计外部电阻设置用来调节温度检测电阻 RTD 灵敏度,使用 MAX1402 高精度 $\Delta-\Sigma$ ADC 将 RTD 电阻与基准电阻之比转换为数字输出,有效的解决了电路模块在军训帽子装配时引线电阻对测量精度影响的问题。

2) 心率与血氧浓度检测模块

心率血氧模块主要用于检测学生军训时身体出现的各种生理状况,它在军训管理系统中是非常重要的,以便于管理员能及时跟进各种突发情况。本系统采用 TELESKY 公司的 MAX30102 传感器模块,该模块结合了放大和噪声消除电路,使其快速和容易得到可靠的光学心率脉冲读数,能简单地把脉冲传感器通过耳垂将心率血氧信号传输到 CC2530 中。该模块正常工作时电流仅为 4 mA,另外软件可设计为间歇式的检测,能有效降低终端的功耗。

3 软件系统设计

3.1 协调器节点

每个军训区都包含一个协调器网关节点和多个终端节点,协调器节点的作用就是组建一个 ZigBee 网络,通过该网络能将各个终端节点的数据进行收集并处理。具体的工作流程如图 4 所示,首先协调器硬件初始化后利用动态路由的方式与各终端节点组建网络后,等待并收集各终端节点的数据,如终端节点有紧急情况(如军训学生体温数据过高、血氧浓度过低等),便启动紧急任务机制将信息通过 GSM 模块实时反馈至上位机中。

3.2 终端节点

每个军训区都包含有多个相同 ZigBee 终端节点模块(即军训帽),这些终端节点利用的所有路径进行搜索,根据位置关系、远近关系等选择其中的一条路径进行数据传输,即进行自组网^[14]。该模块的主要功能是负责将不同传感器采集到的数据上传到协调器中。为节约终端电量,软件

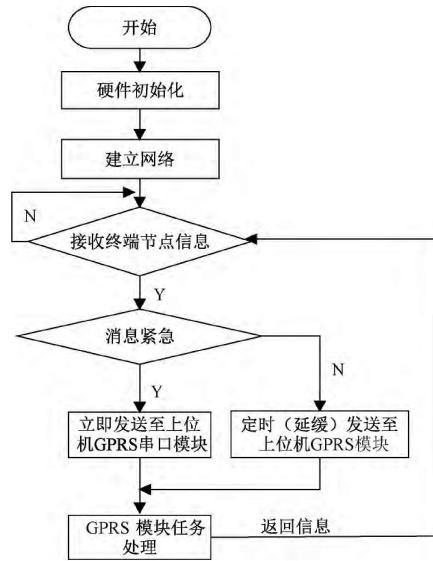


图 4 协调器节点工作流程

设计为有意外情况才实时传输数据至协调器模块,其他时候除非上位机专门访问某一终端,否则定时传送。其流程如图 5 所示。

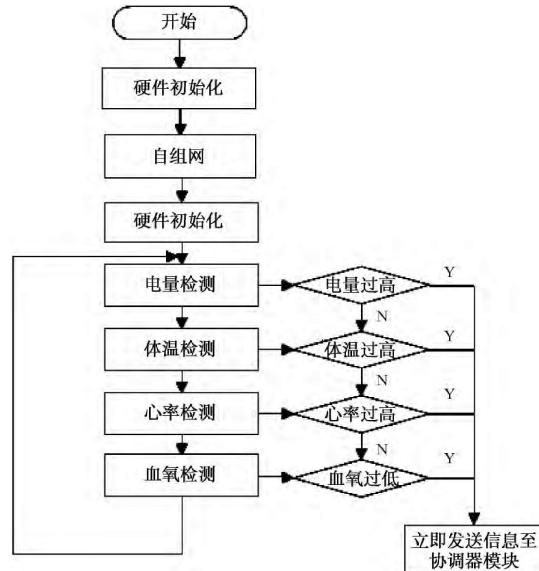


图 5 终端节点工作流程

3.3 上位机神经网络任务调度

上位机收到从多个协调器节点实时反馈的信息,每个协调器都汇集了多个终端节点的信息^[15-16]。随着军训时上位机需要实时观测活动越来越高的复杂性和动态性,需要通过任务可调度性预测方法来提高报警信号指示任务响应效能^[17]。在分析了任务重叠性、任务紧急程度的基础上,设计了一种基于 BP 神经网络的任务可调度性预测方法,

如图 6 所示。

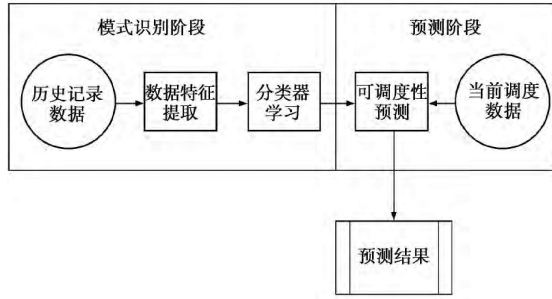


图 6 任务可调度预测流程

实际测试结果与 MATLAB 仿真基本一致,该方法在动态环境下有较好的鲁棒性,在使用不完全正确的预测信息的情况下具备较高的准确率。预测流程如下:

- 1) 上位机服务器读取军训前期学生的历史生理数据,对数据进行归一化预处理,提取数据特征,基于平均影响值得变量筛选;
- 2) 建立模型,构建 BP 神经网络,按不同的类别进行分类学习训练;
- 3) 结合当前调度的数据作为输入变量,根据任务重叠性、任务紧急程度进行可调度性预测;
- 4) 对预测结果做出相应的指示任务调度。

4 系统测试

4.1 整体功能测试

在空旷的环境下进行,整体功能测试主要包括:1)军训环境,包含气温、光照强度、空气质量(含 PM_{2.5}、PM₁₀ 5 等);2)军训生理数据:包含心率、血氧、体温,另外还包括系统通信链路检测、训练时间统计、终端电量检测等功能。测试结果如图 7、图 8 所示,测试结果表明:系统进行实时采集管理,运行效果良好,满足智能化军训管理上的功能需求。

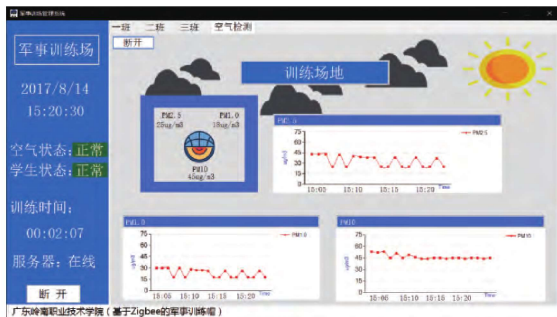


图 7 军训场地环境测试

此外,系统可以设置不同的数据范围,如果超过该范围会发出不同程度的报警,如图 9 所示。



图 8 生理数据监测



图 9 各种异常情况软件提醒和报警

4.2 通信测试

测试条件:终端节点间通信测试在校园操场实地进行,环境空旷,无大型障碍物。为验证通信丢包率与节点距离关系,采用 2 个终端节点在不同间距下进行数据对传并计算丢包率的方法,节点间距定为 0.1、0.5、10、20、30、40、50、70、80 和 100 m^[18],测试结果如表 1 所示。

表 1 丢包率与通信距离的关系测试

距离/m	发送数据包数	实收数据包数	丢包率/%
0.1	1 000	1 000	0.00
0.5	1 000	1 000	0.00
10	1 000	1 000	0.00
20	1 000	997	0.30
30	1 000	995	0.50
40	1 000	978	2.20
50	1 000	982	1.80
70	1 000	958	4.20
80	1 000	951	4.90
100	1 000	947	5.30

低功耗模块通信链路具有很大的不规则性,节点通信链路质量分为有效区、过渡区和空白区^[19]。上表数据显示,在 30 m 类近距离丢包率在 0.5%,较低,通信质量较高,这是处于有效区中;丢包率在 40 m 左右达到区域最高值,这是处于过渡区中;丢包率在 40~100 m 以后逐渐进入信号空白区后随着距离增加而增加。测试结果表明: ZigBee 通信在 80 m 以内均能达到丢包率小于 5%,满足系统需要(实际上,因为都集中在一片区域军训活动和自组网,通信距离留有相当的裕量)。

4.3 生理测试

测试内容:学生军训时体温、心率随着军训剧烈时间的变化。本次测试对比采用市面上比较成熟的 Berrcom 体温计和康泰 50D+ 指甲式脉搏血氧仪器,测试结果如图 10、图 11 所示。图 10 心率检测数据显示,终端检测心率数据与康泰 50D+ 基本一致,在检测的第 4 s 后,误差值在 1.5% 范围内,满足了系统的需求;体温检测在系统启动后 160 s 左右误差能在 10% 以内,在 200 s 以后误差能控制在 5% 以内,在 350 s 后误差能控制在 1% 左右,这是因为采用 PT100 对人体体表进行检测,存在一定的检测滞后。由于终端节点是在军训期间一直佩戴的,并不会影响体温检测功能,因此能满足系统的需求。

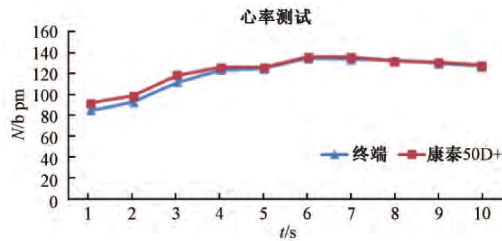


图 10 心率随着时间变化

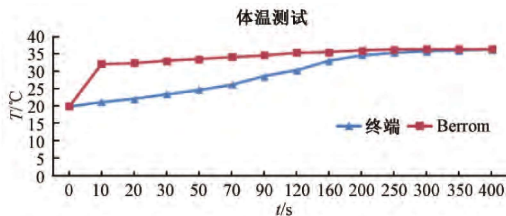


图 11 体温随着时间变化

5 结 论

本文设计了一种新型的学生军训监控系统,能对军训时学生的体温、心率等生理数据进行实时采集,对突发情况等实时报警,效果良好。终端节点通信实验表明,正常工作条件下,通信有效距离为 20 m,丢包率小于 5%,满足系统设计的需求。整体电路还需进一步优化,增加滤波电路数据采集的精度;另外,进一步完善系统的工艺设计,终端节点增加防潮设计,改进现实使用的问题。

参考文献

- [1] 吴勇.新时期高校军训教学的改革与实践[J].教育理论与实践,2017,37(24):62-64.
- [2] 高杨.基于四个维度探讨如何做好大学生军训工作[J].兰州教育学院学报,2017,33(2):67-69.
- [3] 陈楚杰,潘华山,汶希,等.大学生运动性猝死防控机制探讨[J].中国健康教育,2016,32(8):765-767.

- [4] 李科.我国高校国防教育:基本模式、问题及对策[J].武汉科技大学学报(社会科学版),2013(4):455-459.
- [5] 史玉敏.军校短期培训管理信息系统的设计与实现[J].现代电子技术,2012,35(12):54-55.
- [6] 李静.学生入学军训管理信息系统的分析与设计[D].昆明:云南大学,2015.
- [7] OGBAMARIAM T M, TEKLEMARIAM A A. Combined military training and academic instruction in Eritrea[J]. Human Resource Development International, 2016, 20(2):1-12.
- [8] 古添雄.高校学生军训管理研究-基于中山大学“一体两翼”军训管理实践[D].天津:天津师范大学,2013.
- [9] 张艳,赵衍娟,杨眉.基于 WSN 技术的路灯控制系统的设计与实现[J].东北电力大学学报,2011,31(1):84-87.
- [10] 王宁,殷贤华,刘明缘.基于 Android 的智能家居无线监控系统设计[J].电子测量技术,2016,39(9):118-122.
- [11] 邢立宁,王原,何永明,等.基于 BP 神经网络的星上任务可调度性预测方法[J].中国管理科学,2015,23(S1):117-124.
- [12] 韩帅.血氧饱和度监测仪的设计与应用研究[D].天津:天津工业大学,2016.
- [13] 刘艳萍,金菲,李杰,等.可穿戴的心率和血氧监测耳机设计[J].电子技术应用,2017,43(9):4-7,12.
- [14] 石婕,李忠梅,陈忠铭,等.基于 ZigBee 的智能火灾监控疏导系统[J].江苏科技大学学报(自然科学版),2014,28(6):575-579.
- [15] 关静丽,艾红,陈雯柏.基于树莓派和 Yeelink 的开放实验室监控系统设计[J].实验室研究与探索,2017,36(3):116-119,124.
- [16] 赵建华,曹超.一种远程的无线环境温湿度检测系统[J].西安工业大学学报,2012,32(4):340-344.
- [17] 邢立宁,王原,何永明,等.基于 BP 神经网络的星上任务可调度性预测方法[J].中国管理科学,2015,23(S1):117-124.
- [18] 张猛,房俊龙,韩雨.基于 ZigBee 和 Internet 的温室群环境远程监控系统设计[J].农业工程学报,2013,29(S1):171-176.
- [19] 李燕君.面向事件检测的无线传感器网络服务质量保障[D].杭州:浙江大学,2009.

作者简介

朱冠良,1983 年出生,硕士,高级工程师、讲师,主要研究方向为单片机与嵌入式系统、短距离无线通信。

E-mail:s_glzhu@foxmail.com

余健,1962 年出生,副教授,主要研究方向为智能信息处理、通信技术。