

# 可穿戴的生理监测系统设计

张金榜, 吴荣春, 何 骞, 于晓琳

(武警警官学院 信息工程系, 四川 成都 610213)

**摘要:** 针对传统生理监测系统价格昂贵、操作麻烦、便携性差等问题, 设计出一套无线的、可穿戴的、低心理负荷的多参数生理监测系统。该系统可在被监护人员的运动状态下实时、连续、长时间监测心电、呼吸、体温和体动参数, 实现数据的无线传输。测试结果表明, 系统运行稳定, 安全可靠, 可准确、实时、连续地监测被测者生理状况。

**关键词:** 可穿戴技术; 生理参数; 监测系统

中图分类号: TP212.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)20-0029-03

## Design of the wearable physiological monitoring system

Zhang Jinbang, Wu Rongchun, He Qian, Yu Xiaolin

(Department of Information Engineering, Officers College of CAPF, Chengdu 610213, China)

**Abstract:** The physiological monitoring system which was wireless, wearable, low mental load and multi parameter has been designed. This system can not only realize real-time, continuous and long time detection of soldiers' ECG, respiration, body temperature and body movement, but also complete the data transmission by wireless. The test results show that the system runs normally and safely, and can realize the real-time, accurate and continuous physiological status monitoring.

**Key words:** wearable technology; physiology parameter; monitoring system

随着电子技术的发展以及人们对老人健康状况关注度的不断提高, 越来越多的生理监测设备被研制并应用。但现有的生理监测设备存在着监测参数少、价格昂贵、实时性差、便携性差等实际问题。可穿戴技术是一种具有信号检测和处理、信号特征提取及数据传输等功能的用于人体状态非介入式监测的新技术。它将生命信息检测技术与人们日常穿戴的衣物相融合, 可以在自然状态下实现基本生命信息的获取<sup>[1-2]</sup>。可穿戴技术具有低生理负荷、低心理负荷、可移动操作、使用简便、支持长时间连续工作和无线数据传输等特点, 目前已广泛地应用于生理信息监测、医疗救护和康复治疗等与人类健康息息相关的领域。因此, 利用可穿戴技术可建立一个穿戴式的生理监测系统, 实现病人心电、呼吸、血压、体温等生理参数的连续、长时间监测具有十分重要的现实意义和应用价值。

### 1 系统组成及工作原理

生理监测系统由生理信息采集与处理模块、无线收发模块和数据监测与显示模块 3 大部分组成, 系统整体组成框图如图 1 所示。各模块之间相互联系, 协同工作, 其工作原理是: 生理信息采集与处理模块主要监测被测

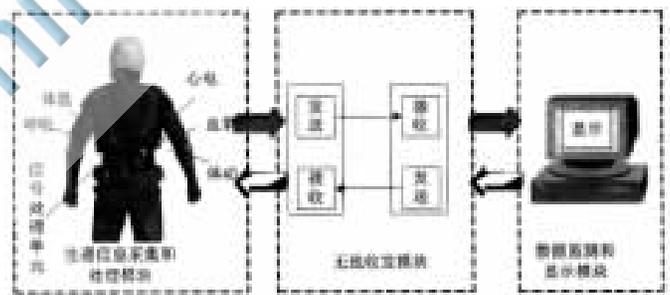


图 1 系统组成框图

人员的心电、呼吸、体温等生理参数; 采集后的数据经过预处理和数据融合, 再通过无线收发模块发送到数据监测和显示模块; 数据监测和显示模块可对数据进行分析、处理、显示、存储和回放, 并在出现异常情况时报警提示。

### 2 系统各模块设计

#### 2.1 处理器模块设计

处理器模块是整个系统的核心。从系统的应用领域、性能指标、开发条件和成本以及系统的可靠性、体积和功耗等方面综合考虑后, 选用 TI 公司的 CC2530 芯片作为系统的核心处理模块。CC2530 集成了微处理器、存

欢迎网上投稿 [www.pcachina.com](http://www.pcachina.com) 31

## 硬件纵横

Hardware Technique

储器和射频模块,具有高集成度、低功耗、小体积、低成本以及接口丰富等特点,可外接多种传感器采集数据,需要极少的外部元件就能实现射频功能,减小了系统体积,降低了设备费用<sup>[3]</sup>。CC2530选用32kHz的主晶振和32.768kHz的可选晶振来维持电路正常工作<sup>[4]</sup>。

## 2.2 生理信息采集与处理模块设计

生理信息采集与处理模块由多种生理传感器和信号处理单元组成。生理传感器与身体直接接触,负责心电、呼吸和体温等生理参数的采集,将微弱抽象的生理信息转换为电信号;信号处理单元对采集后的电信号进行放大、滤波和A/D转换等预处理,便于数据的无线传输,提高抗干扰能力。

## 2.2.1 心电模块

心电模块由电极采集、前置放大、屏蔽驱动、右腿驱动、低高通滤波、50Hz工频陷波、二级放大和电平抬升8部分组成<sup>[5]</sup>,如图2所示。其工作原理是:电极从体表拾取心电信号,通过高输入阻抗、高共模抑制比的前置放大电路进行初步放大,抑制零点漂移,减少共模信号干扰;右腿驱动电路进一步提高信号的采集质量并保证系统的安全性;屏蔽驱动电路用来提高整个电路的抗共模干扰能力;低高通滤波电路主要滤除心电信号频率(0.05Hz~100Hz)外的干扰;50Hz工频陷波电路用来消除市电网50Hz正弦波形上叠加的尖峰脉冲信号的干扰;二级放大电路实现心电信号进一步放大;电平抬升电路用于将心电信号中的负电压变为正电压,符合随后A/D转换的电压输入范围;A/D转换可实现模拟心电信号到数字信号的转变。



图2 心电采集放大电路框图

## 2.2.2 呼吸模块

呼吸模块主要由激励源电路、前置放大电路、检波整流电路和滤波放大电路组成,如图3所示。工作原理是:激励源电路产生频率为62.5kHz、幅值为2mA的恒流激励信号,通过心电电极将恒流激励信号输入人体,周期性呼吸运动产生的阻抗变化反映在两电极之间的电压变化上,检测电压信号,并经过前置放大完成初步放大,利用检波整流电路提取有用信号,再通过滤波电

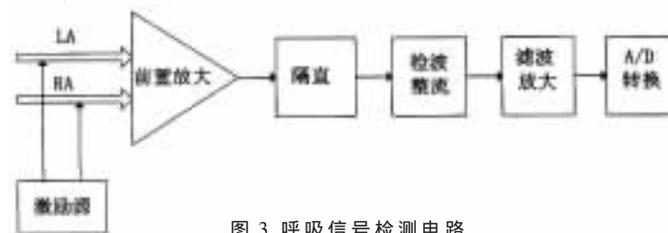


图3 呼吸信号检测电路

路滤除多余频段信号,最后经过放大得到呼吸信号。

## 2.2.3 体温模块

通过对比分析常用的数字温度传感器MAX6575、MAX6635、DS1722、DS18B20等,本文选用DS18B20来实现温度采集。DS18B20具有精度高、分辨率可调、温度转换时间短、单线接口、使用方便的特点<sup>[6]</sup>。本文采取外接电源的供电方式,并采用3点测温,取平均值作为测量体温,从而避免了因单个传感器损坏而造成的数据无效。

## 2.2.4 体动模块

体动的测量一般选用震动传感器和三维加速度传感器。本文采用三维加速度传感器MMA7260QT实现体动信息的采集,该传感器具有体积小、功耗低、散热性好的特点,能够监测x、y、z3个方向上的运动<sup>[7]</sup>。MMA7260QT加速度传感器的硬件电路极其简单,通过引脚1、2切换睡眠模式和设置灵敏度。本设计通过引脚1、2悬空来保证灵敏度,并在ADC之间增加阻容滤波电路。

## 2.3 无线收发模块设计

无线收发模块负责发送和接收预处理后的生理信息及系统指令,该功能是由处理器模块中的射频部分负责完成(CC2530集成了RF模块)。

## 2.4 数据监测和显示模块设计

数据监测和显示模块主要由计算机和监测软件组成。计算机通过串口通信的方式接收无线收发模块传输的生理信息,实时、动态、直观地显示波形。

## 3 系统网络拓扑结构

本系统的网络拓扑结构如图4所示。本系统硬件主要由监控中心、网络协调器和复合感知节点构成。系统设计了以监控计算机为中心、网络协调器为基础、多个复合感知节点共同构成的稳定可靠、结构简单的星型网络。各复合感知节点负责采集监测被监护人员的心电、呼吸、体温等生理信号,并将采集到的信号分时发送到网络协调器;网络协调器负责协调各复合感知节点之间的同步工作,并将接收到的数据通过串口传输到监控中心的计算机上进行数据通信、处理和显示。

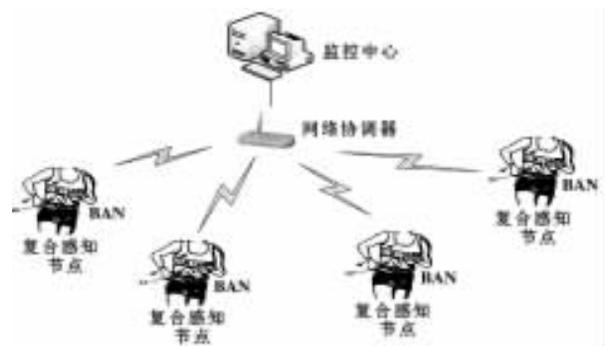


图4 网络拓扑结构

## 4 系统测试

## 4.1 系统功能测试

(1) 生理信息的监测和显示测试

《微型机与应用》2013年第32卷第20期

表 1 测试数据

人员	体温/( $^{\circ}\text{C}$ )			心率/(次/分)			呼吸率/(次/分)		
	系统 测量值	监测仪 测量值	相对 误差值/%	系统 测量值	监测仪 测量值	相对 误差值/%	系统 测量值	监测仪 测量值	相对 误差值/%
男 1	36.7	36.3	1.10	70	70	0	17	17	0
男 2	37	37.2	0.54	73	73	0	18	18	0
男 3	36.5	36.9	1.08	69	69	0	17	17	0
男 4	37.1	37	0.27	75	76	1.32	19	19	0
男 5	37.2	37.1	0.27	77	78	1.28	22	21	4.76
女 1	36.4	36.2	0.55	82	82	0	20	20	0
女 2	36.8	36.7	0.27	78	78	0	19	19	0
女 3	36.9	37	0.27	83	84	1.19	21	21	0
女 4	36.3	36.3	0	78	78	0	19	19	0
女 5	36.5	36.4	0.27	84	83	1.20	18	18	0
平均误差/%	0.462			0.497			0.476		

测试方法:将复合感知节点紧贴被测人员衣物内侧固定,使电极和传感器接触身体;打开系统开关,运行监测软件;查看监控中心计算机上是否显示采集到的生理信号的波形。

测试结果:系统运行正常,可实时、连续监测被测者生理信息,如图 5 所示。

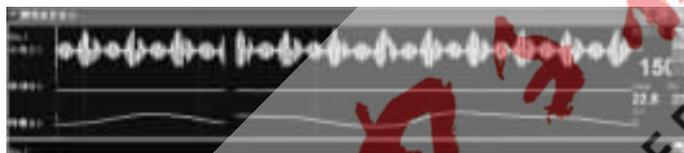


图 5 生理信息的监测和显示测试结果

#### (2) 系统准确性测试

为验证系统监测数据的准确性,使用该系统和专业医用监测仪对 5 名青年男性和 5 名青年女性的生理参数进行监测,测试环境在操场,被测者均处于静止状态,测试数据如表 1 所示。

#### (3) 系统动态测试

测试环境在操场,被测者处于慢跑状态时,继续监测生理状况,显示结果如图 6 所示。



图 6 动态监测结果

### 4.2 系统性能测试

#### (1) 系统功耗测试

测试方法:采用伏安法测量,在复合感知节点正常工作用数字万用表的电压档测量出复合感知节点两端的电压,用数字万用表的电流档测量出复合感知节点

的电流,根据公式: $P=UI$ ,将所测电压和电流相乘即可计算出功耗。

测试结果:系统功耗为 240 mW。

#### (2) 无线通信距离测试

测试方法:通信距离的测试环境是在室外,空旷无障碍,由一名被测者佩戴复合感知节点进行测试。

测试结果:无障碍条件下无线通信距离为 150 m。

测试结果表明,系统运行稳定,安全可靠,可实时、连续地监测被测者生理状况,并能动态、直观地显示波形数据,达到了预期设计目标,具有成本低、功耗小、便携性好、功能丰富、抗干扰能力强等特点,可广泛地应用于家庭医疗监护及远程护理的领域。

#### 参考文献

- [1] MARCULESCU D, MARCULESCU R, PARK S, et al. Ready to wear[J]. IEEE Spectrum, 2003, 40(10):28-32.
- [2] 滕晓菲, 张元亭. 移动医疗:穿戴式医疗仪器的发展趋势[J]. 中国医疗器械杂志, 2006, 30(5):29-31.
- [3] 林语, 张金榜, 何秀春, 等. TingDS 在 CC2530 上的移植[J]. 电子技术应用, 2013, 39(7):25-27.
- [4] 李新. 基于 CC2530 的 Zigbee 网络节点设计[J]. PL&FA, 2011(3):98.
- [5] 熊晓君. 高增益低噪声心电放大器的设计与分析[J]. 陕西科技大学学报, 2005, 23(4):64-66.
- [6] 马艺闻. 用激光散射方法研究人体外周血液循环[D]. 天津:天津大学, 2002.
- [7]  $\pm 1.5\text{g}-6\text{g}$  three axis low-g micromachined accelerometer [EB/OL]. (2008-03-xx)[2013-07-16]. [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MMA-7260QT.pdf?fsrch=1](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA-7260QT.pdf?fsrch=1).

(收稿日期:2013-07-16)

作者简介:

张金榜,男,1986年生,硕士,主要研究方向:无线数据通信,电子技术应用。

# 基于 ATM 机的智能监控系统的研究与实现

翁金芳, 陈书明, 母洪妃, 罗榕华

(龙岩学院 数学与计算机科学学院, 福建 龙岩 364012)

**摘要:** 大多数 ATM 监控系统停留在视频录制功能, 完全忽略了智能录制功能。针对这个不足, 采用 Adboost 及 SVM 方法研发了一个智能 ATM 监控系统, 及时对取款客户进行有效的提醒, 在一定程度上有效降低了全国的犯罪率。

**关键词:** 智能系统; ATM 监控; 犯罪率

中图分类号: TP391.4

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)20-0032-03

## Research and implementation based on ATM intelligent monitoring system

Weng Jinfang, Chen Shuming, Mu Hongfei, Luo Ronghua

(Mathematics and Computer Science, Longyan University of China, Longyan 364012, China)

**Abstract:** Most of the ATM monitoring system stays in video recording capabilities, completely ignored the intelligent recording capabilities. Based on these shortcomings, this paper uses Adboost and compare SVM method developed an intelligent ATM monitoring system capable of timely withdrawal remind customers effectively, to a certain extent, can effectively reduce the country's crime rate.

**Key words:** intelligent system; ATM monitoring; crime rate

自动取款机(ATM)在各银行机构的大量投入使用, 在方便了银行用户存取款等金融业务的同时, 也导致 ATM 金融犯罪日益增多。特别是盗用他人银行卡取钱及对 ATM 取款用户实行抢劫。与此同时, 出现越来越多的 ATM 监控系统相关技术<sup>[1-4]</sup>, 李煦丽等<sup>[5]</sup>对 ATM 取款机人的异常行为进行分析及跟踪, 但并不能有效地防止他人盗用银行卡进行取款; 杨丽梅等<sup>[6]</sup>对 ATM 系统进行多通道身份识别, 但缺乏有效的提醒及警报功能。

目前, 在 ATM 机视频监控方面仍然出现一系列的问题, 主要表现为: (1) 视频录制存储量过大, 加大了公安部门破案的压力, 延缓了破案的进度; (2) 缺乏对监控视频的智能分析, 从而缺乏对用户的提醒警报功能。针对 ATM 监控系统的以上不足, 在 ATM 监控系统加入实时人脸检测、人脸识别、特殊视频录制和实时反抢警报提醒等功能, 当视频中出现多个人时或者不是持卡者本人取款时进行相应的警报提醒处理。这种改进不仅能有效避免持卡用户不必要的经济损失, 而且在一定程度上降低了国家犯罪率。

### 1 系统构成

本文结合图像处理、模式识别和数理统计等知识, 针对当前 ATM 机监控系统不太智能的缺陷, 在视频监

控系统基础上, 在 ATM 取款机上安装相应的摄像头, 如图 1 所示, 可以有效地检测到 ATM 机周围的人群。除此之外, 在视频监控软件上增加了人脸检测、人脸识别、警报提醒和特殊视频录制等功能, 系统流程图如图 2 所示。



图 1 ATM 视频监控系统示意图

#### 1.1 人脸检测

人脸检测是在视频帧图像中确定是否有人脸区域, 如果有, 则把人脸区域图像提供给 ATM 视频监控系统, 以便进行人脸识别。人脸检测具体步骤如下:

- (1) 读取一帧视频图像。
- (2) 对图像进行肤色区域检测, 采用高斯肤色模型<sup>[7]</sup>

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 20 期