



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202942113 U

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201220641490. X

(22) 申请日 2012. 11. 29

(73) 专利权人 中国人民解放军第四军医大学
地址 710032 陕西省西安新城区长乐西路
169 号

(72) 发明人 焦腾 张杨 王华 于霄 汤池
薛惠君 吕昊 马腾 王健琪

(51) Int. Cl.

A61B 5/08(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

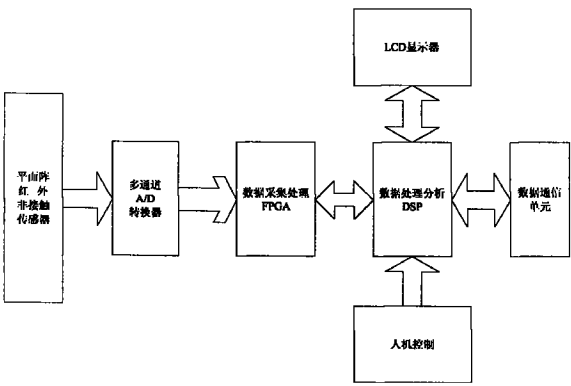
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统,包括平面阵红外非接触传感器、多通道 A/D 转换器、数据采集处理 FPGA、数据处理分析 DSP 和数据通信单元;本实用新型首次提出非接触红外监测睡眠呼吸功能的系统,改变现有的接触式监测手段对首长或特殊人群(比如烧伤患者)束缚造成的不舒适,实现远距离非接触监测;首次提出对不适合佩戴传感器的特殊患者进行远距离非接触呼吸率及呼吸深度监测。



1. 一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统,其特征在于,包括平面阵红外非接触传感器、多通道 A/D 转换器、数据采集处理 FPGA、数据处理分析 DSP 和数据通信单元;平面阵红外非接触传感器采用美国 FLIR 公司的 324×256 像元的非制冷氧化钒焦平面阵列;平面阵红外非接触传感器输出的 PAL 模拟红外热像视频信号传递给多通道 A/D 转换器,进行模拟到数字转换,形成数字信号到数据采集处理 FPGA;数据采集处理 FPGA 采用 XILINX 公司的 Virtex-7 系列的 7VX485T,完成红外热像视频信号的读取,把红外热像焦平面阵列输出的视频信号准确并实时采集并存储;数据处理分析 DSP 采用 TI 公司的 TMS320F6713。

一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及的是一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统。

背景技术

[0002] 据统计,人的一生有 1/3 的时间是在睡眠中度过的,因此,健康的睡眠对于人的健康至关重要。睡眠中可能发生各种睡眠呼吸障碍如呼吸暂停、低通气等。

[0003] 睡眠呼吸暂停综合征(sleep apnea syndrome,SAS))是一种由于某些原因而导致上呼吸道阻塞,睡眠时有呼吸暂停,伴有缺氧、鼾声、白天嗜睡等症状的一种较复杂的疾病。它不仅影响人们的睡眠质量,还是引起高血压、心脑血管疾病等疾病的诱因,对人的健康危害极大,已成为影响当代人躯体健康与精神状态的重要因素,尤其在军队中老年干部人群中,患呼吸睡眠障碍,继发慢性病的比例很大。

[0004] SAS 发病率高,危害性极大,不仅降低生活质量,而且还可能导致多种严重影响健康与寿命的疾病的发生,据文献报告,目前全国有打鼾症状的患者大约占 10%左右,其中大约有 3%至 4%的人患有呼吸睡眠障碍症状。在呼吸睡眠障碍中,睡眠呼吸暂停症患者中 48%~96%合并有高血压,打鼾患者中脑血管病的发病率比不打鼾患者高出 2—10 倍。目前,睡眠呼吸障碍还有年轻化的趋势,而临床上,因为工作压力大,生活不规律,年龄最小的患者只有 26 岁,就已有冠心病等心血管疾病。因此,对睡眠呼吸暂停综合征的预防、诊断和治疗受到了广泛的重视。

[0005] 目前使用的国际公认的睡眠疾病的诊断标准是多导睡眠分析系统,由主机、显示器、放大器、采集盒、EEG/ECG/EOG/EMG 传感器、胸腹运动传感器、热敏气流传感器、血氧传感器、鼾声传感器、体位传感器、信号电缆、隔离电源等组成。但是,以上的睡眠监测系统存在:①需要和患者身体接触式测量,会使患者感到不适,影响睡眠,造成和实际睡眠结构有误差;②在患者已经感觉到有明显的睡眠障碍病理变化时使用,不能做到早期预防;③对于部分特殊人群(如烧伤、烫伤、传染病等患者),无法使用。为了解决目前的问题,该项目主要利用红外监测技术远距离、非接触监测军队老干部的睡眠呼吸状况,监测睡眠呼吸暂停综合征,并根据长期的监测数据对老干部健康情况进行统计学分析,对疾病进行早期预警,对提升我军老干部医疗保健水平,具有重要的实际意义。

[0006] SAS 目前的临床诊断仪器是多导睡眠图仪(Polysomnography, PSG),其使用方法是首先记录整晚睡眠的多路生理信号,然后分析这些信号获得患者的整晚睡眠结构和睡眠呼吸事件,得到定量诊断指标,最后利用这些定量诊断指标判定 SAS 病情。在这个过程中,睡眠结构和睡眠呼吸事件的获得是诊断 SAS 的关键。然而,PSG 中睡眠结构和睡眠呼吸事件的检测较为繁琐,参数的记录需要给患者粘贴连接多达十几个电极获得睡眠结构一般需要同时测量 5 路信号,即两路脑电、两路眼动电和一路颏肌电信号;检测睡眠呼吸事件则需要同时测量患者的口鼻气流、胸呼吸、腹呼吸和血氧等生理信号。所以,PSG 存在的主要缺点:①医护人员操作起来十分复杂;②患者需要承受的检测费用昂贵;③接触式检测,患者的生理、心理负荷较大等。导致的后果是,当前中、重度阻塞性呼吸暂停综合征患者中有 93%

的男性和 82% 的女性得不到诊断。另外,使用 PSG 时,患者一般已经有明显的呼吸病理上的表现,不适合军队老干部的预防保健使用。

[0007] 为了克服 PSG 的复杂繁琐,国外的 Werthammer 等人研制了通过呼吸声音测量呼吸率,通过频域分析检测 SAS, Folke 等人研制了用 CO₂ 传感器感测呼吸气流检测呼吸, Nepal 等人使用压力传感器测量胸腹部的变化来测量呼吸, Konica、Tarassenko 等人研究了另外三种测呼吸的方法,① EDR(electrical impedance pneumography),通过胸部电阻抗的变化测量呼吸;② ECG(Electrocardiogram),从患者心电信号中通过信号处理测量呼吸;③ PPG(photoplethysmogram),从手指的 SpO₂ 信号中获得呼吸信号。以上方法全部采用的接触式测量,传感器要与患者人体直接接触,患者带来生理、心理上的负荷较大,导致测量结果不一定准确。为了克服这一缺点,Greneker 等人呼吸时胸部移动的多普勒效应开发了雷达式呼吸检测方法(Radar Vital Signs Monitor, RVSM),美国乔治亚工业研究院的 Sevgi Z. (2007) 等、荷兰的 A. G. Yarovoy (2008) 等人分别分析了 UWB 探测正常状态下人体回波及呼吸谱特征。美国 Bell 实验室 Dennis R. Morgan 等 (2009) 用独立变量法对呼吸、心跳所引起的胸腔微动的多普勒效应进行分析。但是,这种方法受周围和人体本身器官的移动影响较大,使用环境要求严格,测量不准确。

实用新型内容

[0008] 本实用新型所要解决的技术问题是针对现有技术的不足提供一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统。

[0009] 本实用新型的技术方案如下:

[0010] 基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统,包括平面阵红外非接触传感器、多通道 A/D 转换器、数据采集处理 FPGA、数据处理分析 DSP 和数据通信单元;平面阵红外非接触传感器采用美国 FLIR 公司的 324×256 像元的非制冷氧化钒 (VO_x) 焦平面阵列;平面阵红外非接触传感器输出的 PAL 模拟红外热像视频信号传递给多通道 A/D 转换器,进行模拟到数字转换,形成数字信号到数据采集处理 FPGA;数据采集处理 FPGA 采用 XILINX 公司的 Virtex-7 系列的 7VX485T,完成红外热像视频信号的读取,把红外热像焦平面阵列输出的视频信号准确并实时采集并存储;数据处理分析 DSP 采用 TI 公司的 TMS320F6713。

[0011] 本实用新型首次提出非接触红外监测睡眠呼吸功能的系统,改变现有的接触式监测手段对首长或特殊人群(比如烧伤患者)束缚造成的不舒适,实现远距离非接触监测;首次提出对不适合佩戴传感器的特殊患者进行远距离非接触呼吸率及呼吸深度监测。

附图说明

[0012] 图 1 为本实用新型系统硬件结构图;

[0013] 图 2 本实用新型 FFT 处理流程;

具体实施方式

[0014] 以下结合具体实施例,对本实用新型进行详细说明。

[0015] 参考图 1 本实用新型的系统原理框图,基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统包括平面阵红外非接触传感器、多通道 A/D 转换器、数据采集处理 FPGA、数据处理分析

DSP 和数据通信单元；

[0016] 平面阵红外非接触传感器选用美国 FLIR 公司的 324×256 像元的非制冷氧化钒 (VOx) 焦平面阵列,可探测 85mK 的温差,有效检测出焦平面阵列内的各点温度差异,为了能够实现非接触测量,实现 5 米距离范围内的有效测量,采用 50mm 红外镜头,该平面阵红外非接触传感器正对人体脸部时,可准确感测出脸部各点温度的值,该红外焦平面阵列在提供帧频为 8.3Hz 的标准 PAL 制模拟红外热像视频信号,各点温度值的不同,通过红外热像视频信号中的不同颜色值来表示;输出的 PAL 模拟红外热像视频信号传递给多通道 A/D 转换器,进行模拟到数字转换,形成数字信号到数据采集处理 FPGA;数据采集处理 FPGA 采用 XILINX 公司的 Virtex-7 系列的 7VX485T,主要完成红外热像视频信号的读取,把红外热像焦平面阵列输出的视频信号准确并实时采集并存储;人机控制单元主要实现按键控制;LCD 显示器用于实时显示红外热视频图像和数据处理分析 DSP 的计算结果;数据通信单元采用了 TCP/IP 的通信协议把测量结果传给远处的其他计算机,完成网络的数据传输,扩展系统的联网功能;数据处理分析 DSP 采用 TI 公司的 TMS320F6713,从红外视频图像中计算呼吸频率与呼吸深度的计算,并按照预设值进行呼吸障碍报警。

[0017] 呼吸生理过程在气流上表现出由吸气、呼气、终止三个过程,本专利监测呼吸,主要检测呼吸生理过程中呼气时,呼出 CO_2 气流的温度与周围环境的温度差异来检测,呼气有鼻呼气和嘴呼气两种,如何有效的监测呼出气流是关键问题。

[0018] 为了准确检测出呼吸过程中,呼出的 CO_2 气流的温度,采用了平面红外非接触传感器,选用美国 FLIR 公司的 324×256 像元的非制冷氧化钒 (VOx) 焦平面阵列获得红外热像视频信号。

[0019] 数据采集处理 FPGA 采用 XILINX 公司的 Virtex-7 系列的 7VX485T,主要完成红外热像视频信号的读取,把红外热像焦平面阵列输出的视频信号准确并实时采集并存储;

[0020] 数据处理分析 DSP 采用 TI 公司的 TMS320F6713,主要完成从红外视频图像中计算呼吸率与呼吸深度,并按照预设值进行呼吸障碍报警;具体方法如下:

[0021] A1、脸部定位:

[0022] 为了准确进行脸部的定位,依次对数据采集处理 FPGA 采集到的数据进行图像增强、边界分割、中值滤波,判断脸部的水平和垂直方向上的边界区域,根据眼睛中间的温度最高,鼻尖的温度最低,判断出鼻呼吸与口呼吸的位置;为了应对头部的移动,采用边界内区域整体扫描的方法。

[0023] 图像增强:利用 MATLAB 中的 `ddencmp` 函数自动生成小波去噪的阈值选择,再用 `wdencmp` 进行全局图像降噪,同时保留了边界,实现了图像增强。

[0024] 边界分割:图像分割时,需要实现对边界的跟踪,从而实现对区域的提取。边界跟踪算法输入时一幅二值图像(即边界图像),实现对边界的定位,从而在得到边界的基础上提取相应区域。本专利中采样了通用高效、简单的门限化分割方法。

[0025] 中值滤波:中值滤波法是一种非线性平滑技术,将每一像素点的灰度值设置为该点某邻域窗口内的所有像素点灰度值的中值。在 MATLAB 中利用函数 `medfilt2` 来实现。

[0026] A2、呼吸波提取:

[0027] 入体呼吸是 CO_2 和 O_2 的交换过程,在吸气时,吸入气流中 CO_2 的浓度为 0.04%,而呼出 CO_2 的浓度为 3.7%, CO_2 对波长为 4.26um 的中波长红外信号具有较强的吸收作用,为

了对呼吸波进行提取,需要用中心频率 f_0 为 4.26um 的窄带通滤波器。

[0028] A3、呼吸频率:

[0029] 采样数据的频率取 30 帧 / 秒,数据的分析处理采用多段快速傅立叶变换 (MultistageFast Fourior Transform,FFT) 的方法,如图 2,随时间逐步扩展改变滑动窗的大小,分别取 $N = 256$, $N = 512$ 和 $N = 1024$ 三段,通过功率谱密度分析,提取呼吸波形,计算呼吸频率。

[0030] A4、呼吸深度计算:

[0031] 呼吸深度的估算,按照空间与时间相结合的方法进行分析,当深呼吸时,温度热区域增加,时间增加。采用统计学方法,按照温度阈值区域比较,计算呼吸深度。

[0032] 为了有助于在夜间或白天更好地区别边缘和其它图像细节,采用了先进的数字图像细节增强 (DDE) 视频处理算法。

[0033] LCD 显示器选用 320×240 彩色显示器;人机控制单元采用按键输入方式;

[0034] 数据通信单元主要在 DSP 控制下,完成网络的数据传输,可扩展系统的联网功能。

[0035] 应当理解的是,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,面所有这些改进和变换都应属于本实用新型所附权利要求的保护范围。

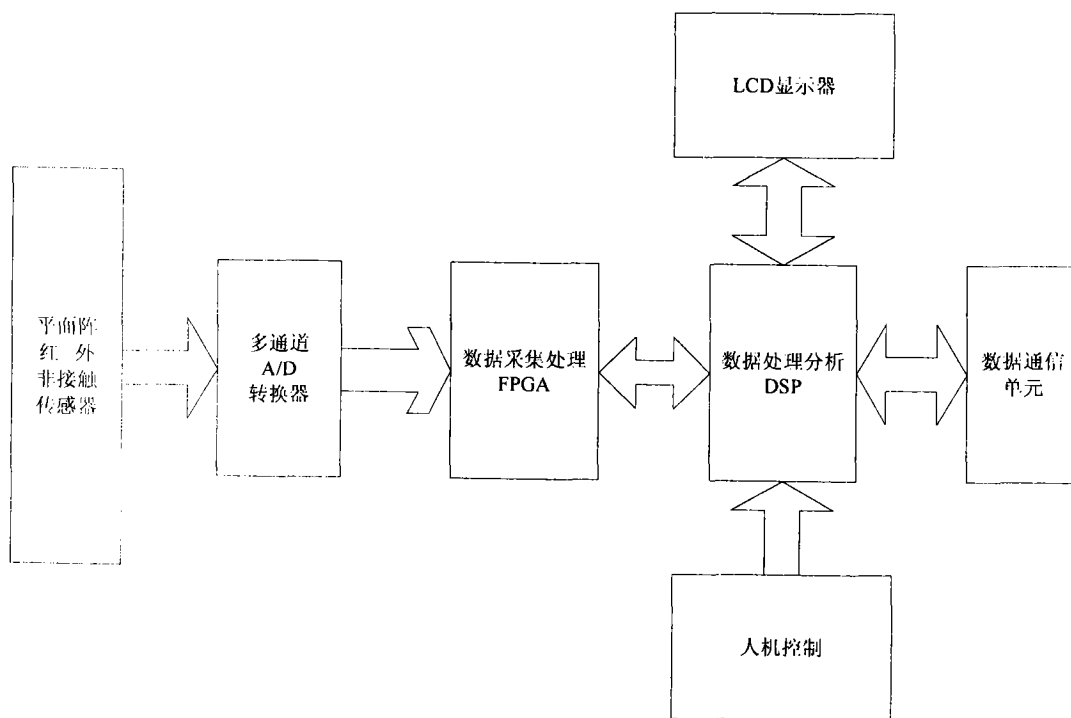


图 1

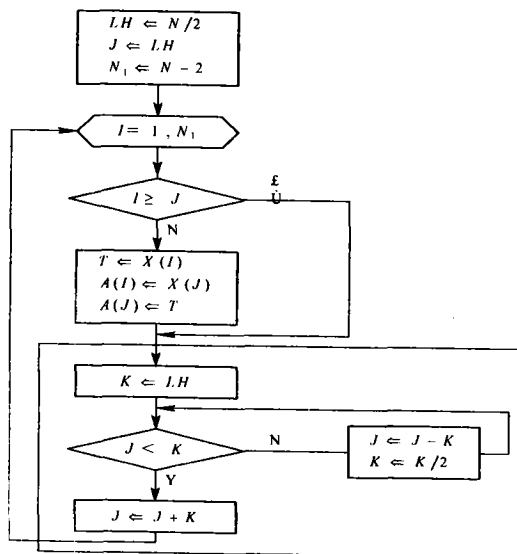


图 2

专利名称(译)	一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统		
公开(公告)号	CN202942113U	公开(公告)日	2013-05-22
申请号	CN201220641490.X	申请日	2012-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	中国人民解放军第四军医大学		
申请(专利权)人(译)	中国人民解放军第四军医大学		
当前申请(专利权)人(译)	中国人民解放军第四军医大学		
[标]发明人	焦腾 张杨 王华 于霄 汤池 薛惠君 吕昊 马腾 王健琪		
发明人	焦腾 张杨 王华 于霄 汤池 薛惠君 吕昊 马腾 王健琪		
IPC分类号	A61B5/08 A61B5/00		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型公开了一种基于红外辐射检测的睡眠呼吸功能监测系统，包括平面阵红外非接触传感器、多通道A/D转换器、数据采集处理FPGA、数据处理分析DSP和数据通信单元；本实用新型首次提出非接触红外监测睡眠呼吸功能的系统，改变现有的接触式监测手段对首长或特殊人群(比如烧伤患者)束缚造成的不舒适，实现远距离非接触监测；首次提出对不适合佩戴传感器的特殊患者进行远距离非接触呼吸率及呼吸深度监测。

