



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109009005 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810795549.2

(22)申请日 2018.07.19

(71)申请人 上海泰怡健康科技有限公司

地址 200131 上海市浦东新区自由贸易试
验区新灵路106号1115室

(72)发明人 李福凤 李雪 钱鹏 傅之越

(74)专利代理机构 上海唯智赢专利代理事务所
(普通合伙) 31293

代理人 姜晓艳 刘朵朵

(51)Int.Cl.

A61B 5/02(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

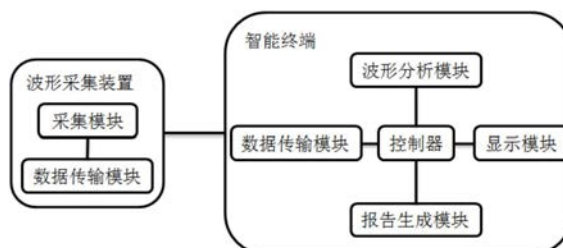
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统

(57)摘要

本发明属于中医学智能健康检测的技术领域,公开了一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统,包括波形采集装置,波形采集装置与智能终端通过数据传输模块通讯,智能终端包括控制器,该控制器与波形分析模块、报告生成模块、显示模块相连,该波形采集装置用于采集被检测人手腕处的脉搏波波形,通过数据传输模块将脉搏波波形传送到智能终端,通过显示模块显示出来,该波形分析模块用于对脉搏波波形进行分析,提取和筛选高影响值特征,识别出对应脉搏波波形的脉象,该报告生成模块用于生成体质状态检测报告,通过显示模块显示出来。利用本发明的系统能够方便准确地判定被检测人的脉象状况,避免了去医院的繁琐,满足广大普通人群的中医体验与消费需求。



1. 一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:包括波形采集装置,所述波形采集装置与智能终端通过数据传输模块通讯,所述智能终端包括控制器,所述控制器与波形分析模块、报告生成模块、显示模块相连,所述波形采集装置用于采集被检测人手腕处的脉搏波波形,通过数据传输模块将脉搏波波形传送到智能终端,并通过显示模块显示出来,所述波形分析模块用于对所述脉搏波波形进行分析,提取和筛选高影响值特征,识别出对应脉搏波波形的脉象,所述报告生成模块用于生成体质状态检测报告,并通过显示模块显示出来。

2. 根据权利要求1所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述波形分析模块包括预处理模块、特征提取模块、特征筛选模块和脉象识别模块,所述预处理模块用于对所述脉搏波波形进行基线漂移处理和去除噪声处理,生成平滑脉搏波波形,所述特征提取模块用于对所述平滑脉搏波波形进行时域特征和血液动力学特征提取,所述特征筛选模块用于对所述时域特征和血液动力学特征进行筛选,找出多个高影响值特征,所述脉象识别模块用于对多个所述高影响值特征进行处理,识别出对应脉搏波波形的脉象。

3. 根据权利要求2所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述特征筛选模块通过过滤式特征选择法,计算出各个所述时域特征和血液动力学特征对应的影响值,选取影响值高的前四个或者六个作为高影响值特征;所述脉象识别模块通过支持向量基分类模型SVM、K邻近算法KNN、Fisher判别分析或GBDT提升树算法,对四个或者六个所述高影响值特征进行处理,识别出对应脉搏波波形的脉象。

4. 根据权利要求3所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述高影响值特征包括重搏前波的幅度及其与主波幅度的比值 h_3/h_1 、重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_4/h_1 、主波上1/3高度处的宽度值与脉动周期的比值 w/t 和反射因子 R_f ,识别出脉搏波波形对应的脉象分别为平脉、弦脉、滑脉和弦滑脉。

5. 根据权利要求2所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述时域特征包括主波的幅度 h_1 ,重搏前波幅度 h_3 ,降中峡幅度 h_4 ,重搏波的幅度 h_5 ,重搏前波的幅度及其与主波幅度的比值 h_3/h_1 ,重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_4/h_1 ,重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_5/h_1 ,主波上1/3高度处的宽度值与脉动周期的比值 w/t ,脉搏波的脉动周期 t ,脉图起点到主波峰点的时值 t_1 ,脉图起始点到降中峡之间的时值 t_4 ,降中峡到脉图终止点之间的时值 t_5 ,主波上1/3高度处的宽度值 w ;所述血液动力学特征包括脉搏波波速PWV,反射因子 R_f 。

6. 根据权利要求2所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述体质状态检测报告包括被检测人的脉象、对应所述脉象的时域特征和/或血液动力学特征、脉率、血管功能状态、BMI值、生理年龄以及对应的养生建议。

7. 根据权利要求1所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述波形采集装置采用可穿戴设备形式实现,包括采集模块和数据传输模块,所述采集模块通过脉搏波压力传感器采集被检测人手腕桡动脉处的脉搏波波形,所述数据传输模块用将所述脉搏波波形传送给智能终端,接收控制器下发给波形采集装置的启动采集信号。

8. 根据权利要求7所述的可穿戴式中医脉象采集与分析系统,其特征在于:所述数据传输模块设置为蓝牙模块,所述脉搏波压力传感器的型号设置为HK-2000H。

一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统

技术领域

[0001] 本发明属于中医学智能健康检测的技术领域，具体涉及一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统。

背景技术

[0002] 脉诊是中医特色诊察方法之一，是获取临床辨证资料的重要手段。《黄帝内经》记载：“按其脉，知其病”，“按尺寸，观浮沉滑湿，而知病所生”，可见中医脉象能够反映人体生理病理的变化。

[0003] 长期以来，传统中医脉诊主要依靠医生的主观意识判断，很大程度上受到医生的专业水平、临床经验、诊断技能等多方面的影响，同时又会受周围环境等因素的干扰，这些不足之处一定程度上阻碍了脉诊的发展与应用。70年代以来，国内外学者进行了脉诊客观化研究，研制了一系列智能脉象检测设备，如ZM型脉象仪、TP-I型舌脉象数字化分析仪、ZBOX-I型舌脉象数字化分析仪与三部脉象检测仪等，取得了一定的成果，但仍存在不足：(1) 目前脉象仪主要应用于教学、科研单位，医院应用较少，并且操作复杂，难以推广；(2) 脉象仪体积较大，不易携带，很难做到随时随地检测；(3) 脉象仪大多需要与计算机相连接，才能完成脉象数据的传输与检测，不能够做到无线或远程传输等。

[0004] 近年来，随着现代科技的发展，可穿戴设备发展迅速，在医疗健康领域表现出强大的应用潜力，如李志强在智能手表上实现心率的检测；梁家政设计了一款基于健康管理系统的智能手表；SeungHee Lee[3]为6岁以下的儿童设计了一款可穿戴设备，与安全网络关联等等，多采用光电传感器进行脉率检测，很少有根据中医医理来进行脉象检测的可穿戴设备，其检测数据的准确性差，不具有指导意义。

[0005] 而对于普通大众来说，要想准确地了解自身的脉象状况，并根据自身的脉象状况进行养生，必须要去医院或者请教专业的医学人员才可以得到，而去医院过程比较繁琐，而寻求专业人士，必须要有资格保证，否则存在受骗的风险，因此，急需要提供一种能够简便准确地了解自身的脉象状况的方法，来满足广大普通人群的消费需要。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统，解决了现有脉象检测设备体积大、操作复杂、稳定性和准确性差，以及不能实时获取用户自身的脉象信息的问题。

[0007] 本发明可通过以下技术方案实现：

[0008] 一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统，包括波形采集装置，所述波形采集装置与智能终端通过数据传输模块通讯，所述智能终端包括控制器，所述控制器与波形分析模块、报告生成模块、显示模块相连，所述波形采集装置用于采集被检测人手腕处的脉搏波波形，通过数据传输模块将脉搏波波形传送到智能终端，并通过显示模块显示出来，所述波形分析模块用于对所述脉搏波波形进行分析，提取和筛选高影响值特征，识别出对应脉搏波波形的脉象，所述报告生成模块用于生成体质状态检测报告，并通过显示模块显示出来。

[0009] 进一步,所述波形分析模块包括预处理模块、特征提取模块、特征筛选模块和脉象识别模块,所述预处理模块用于对所述脉搏波波形进行基线漂移处理和去除噪声处理,生成平滑脉搏波波形,所述特征提取模块用于对所述平滑脉搏波波形进行时域特征和血液动力学特征提取,所述特征筛选模块用于对所述时域特征和血液动力学特征进行筛选,找出多个高影响值特征,所述脉象识别模块用于对多个所述高影响值特征进行处理,识别出对应脉搏波波形的脉象。

[0010] 进一步,所述特征筛选模块通过过滤式特征选择法,计算出各个所述时域特征和血液动力学特征对应的影响值,选取影响值高的前四个或者六个作为高影响值特征;所述脉象识别模块通过支持向量基分类模型SVM、K邻近算法KNN、Fisher判别分析或GBDT提升树算法,对四个或者六个所述高影响值特征进行处理,识别出对应脉搏波波形的脉象。

[0011] 进一步,所述高影响值特征包括重搏前波的幅度及其与主波幅度的比值 h_3/h_1 、重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_4/h_1 、主波上1/3高度处的宽度值与脉动周期的比值 w/t 和反射因子 R_f ,识别出脉搏波波形对应的脉象分别为平脉、弦脉、滑脉和弦滑脉。

[0012] 进一步,所述时域特征包括主波的幅度 h_1 ,重搏前波幅度 h_3 ,降中峡幅度 h_4 ,重搏波的幅度 h_5 ,重搏前波的幅度及其与主波幅度的比值 h_3/h_1 ,重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_4/h_1 ,重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_5/h_1 ,主波上1/3高度处的宽度值与脉动周期的比值 w/t ,脉搏波的脉动周期 t ,脉图起点到主波峰点的时值 t_1 ,脉图起始点到降中峡之间的时值 t_4 ,降中峡到脉图终止点之间的时值 t_5 ,主波上1/3高度处的宽度值 w ;所述血液动力学特征包括脉搏波波速PWV,反射因子 R_f 。

[0013] 进一步,所述体质状态检测报告包括被检测人的脉象、对应所述脉象的时域特征和/或血液动力学特征、脉率、血管功能状态、BMI值、生理年龄以及对应的养生建议。

[0014] 进一步,所述波形采集装置采用可穿戴设备形式实现,包括采集模块和数据传输模块,所述采集模块通过脉搏波压力传感器采集被检测人手腕桡动脉处的脉搏波波形,所述数据传输模块用将所述脉搏波波形传送给智能终端,接收控制器下发给波形采集装置的启动采集信号。

[0015] 进一步,所述数据传输模块设置为蓝牙模块,所述脉搏波压力传感器的型号设置为HK-2000H。

[0016] 本发明有益的技术效果在于:

[0017] 采用可穿戴设备形式的波形采集装置,利用基于中医医理的脉搏波压力传感器实时进行脉搏波波形检测,并传送给智能终端,再通过波形分析模块对采集到的脉搏波波形进行预处理、特征提取和筛选,获知对应的脉象数据,如脉象,并对用户的血管功能状态、BMI值等指标进行评价,给出养生建议,从而生成体制状况检测报告,并在智能终端上显示出来。利用本发明的系统能够方便准确地判定被检测人的脉象状况,避免了去医院的繁琐,满足广大普通人群的中医体验与消费需求。

附图说明

[0018] 图1为本发明的总体电路连接框图;

[0019] 图2为本发明的波形采集装置的结构示意图;

[0020] 图3为本发明的体质状态检测报告示意图;

[0021] 其中,1-腕带,2-脉搏波压力传感器的检测端。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图及较佳实施例详细说明本发明的具体实施方式。

[0023] 参照附图1,本发明提供了一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统,包括波形采集装置,该波形采集装置与智能终端通过数据传输模块通讯,该智能终端包括控制器,该控制器与波形分析模块、报告生成模块、显示模块相连,波形采集装置用于采集被检测人手腕处的脉搏波波形,通过数据传输模块将脉搏波波形传送到智能终端,并在智能终端的显示模块上显示出来,波形分析模块用于对上述脉搏波波形进行分析,提取和筛选高影响值特征,识别出对应脉搏波波形的脉象,该报告生成模块用于生成体质状态检测报告,并在智能终端的显示模块上显示出来。

[0024] 该波形采集装置采用可穿戴设备形式实现,如手环、手表等,参照附图2,包括采集模块和数据传输模块,该采集模块通过脉搏波压力传感器采集被检测人手腕桡动脉处的脉搏波波形,该脉搏波压力传感器采用压阻式,型号为HK-2000H,将其检测端2设置在手环的腕带1靠近桡动脉处,该传感器是一种集成化脉搏传感器,其输出直接为脉搏波波形,在HK-2000G的基础上增加了程控放大电路、信号调理电路、A/D转换电路、滤波电路、串行通信电路等,方便用户集成及二次开发使用。该脉搏波压力传感器的检测原理符合中医诊脉的医理,经实验验证,比传统的光电传感器的测量准确性高,稳定性好,因此,对中医诊断提供可靠的数据来源,具有良好的指导意义。

[0025] 该数据传输模块设置为蓝牙模块,其智能终端如智能手机、IPAD等的数据传输模块也对应设置为蓝牙模块,便于实现波形采集装置和智能终端的通讯,该波形采集装置的蓝牙模块除了用于将采集的脉搏波波形传送给智能终端,还要接收控制器下发给波形采集装置的启动信号,该蓝牙模型的型号为MX1001,其主从一体,体积小,并且可以二次开发,其设置可通过软件更改,具有较大的应用空间。

[0026] 该波形分析模块包括预处理模块、特征提取模块、特征筛选模块和脉象识别模块,预处理模块用于对脉搏波波形进行基线漂移处理和去除噪声处理,生成平滑脉搏波波形,对于基线漂移处理,使用sym8小波对脉搏波进行八层分解。分解到的第八层近似部分,其包含的频率与人体的呼吸频率相似,可以推测出这部分就是被呼吸影响,而引发基线漂移的部分,因此,可以将这一部分取平均值作为常量,作为一个新的水平波形,以此作为新的第八层近似部分,然后与其他细节部分一起,通过小波复原,得到去除基线漂移的新的脉搏波。对于去除噪声处理,主要采用的是以bior3.5为母小波的软阈值去噪。首先,将原始的脉搏波波形归一化到[0,100]范围内,然后,在反归一化,得到去除工频噪声后的平滑脉搏波,最后,进行周期分割,即找到每个周期的起点和终点,依此分割出单周期脉搏波碎片。本周期的起点,也是上一个周期的终点,而单个周期的起点可以是单个周期内的波谷及最小值,或者是单个周期内,最大上升支的起点,我们选择后者作为单个周期的起点。

[0027] 具体地,可以对波形求一阶导数,然后对波形的一阶导数序列进行编码。如果导数值小于等于0,则编码为0;而导数值大于0,则编码为1,然后寻找连续为1的子序列,如果连续为1的子序列长度超过一个阈值,则这串子序列的起点就是我们要找的单个周期的起点。

[0028] 特征提取模块采用经典的时域分析法对上述平滑脉搏波波形进行时域特征提取,

包括主波的幅度 h_1 ,重搏前波幅度 h_3 ,降中峡幅度 h_4 ,重搏波的幅度 h_5 ,重搏前波的幅度及其与主波幅度的比值 h_3/h_1 ,重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_4/h_1 ,重搏波的幅度及其与主波幅度的比值 h_5/h_1 ,主波上1/3高度处的宽度值与脉动周期的比值 w/t ,脉搏波的脉动周期 t ,脉图起点到主波峰点的时值 t_1 ,脉图起始点到降中峡之间的时值 t_4 ,降中峡到脉图终止点之间的时值 t_5 ,主波上1/3高度处的宽度值 w ;基于血液动力学原理,提取血液动力学特征,包括脉搏波波速PWV,反射因子 R_f 。

[0029] 特征筛选模块通过过滤式特征选择法,计算出各个上述时域特征和血液动力学特征对应的影响值,参照下表1,选取影响值高的前几个作为高影响值特征,如前四个或者六个,分别为 h_3/h_1 、 h_4/h_1 、 w/t 和 R_f 。

[0030] 表1

[0031]

排序	特征	得分
1	h_3/h_1	1
2	h_4/h_1	0.986
3	w/t	0.977
4	R_f	0.953
5	w	0.839
6	t_3	0.763
7	h_3	0.731
8	h_5/h_1	0.653
9	h_1	0.516
10	t_4	0.509
11	t_5	0.431
12	t	0.396
13	h_5	0.362
14	PWV	0.326
15	t_1	0.218
16	h_4	0.198

[0032] 脉象识别模块通过支持向量基分类模型SVM、K邻近算法KNN、Fisher判别分析或GBDT提升树算法,识别出对应脉搏波波形的脉象。

[0033] 以平脉、弦脉、滑脉和弦滑脉的脉搏波波形为例,利用预处理模块进行基线漂移处理和去除噪声处理,获得平滑脉搏波波形,再利用特征提取模块获取对应的时域特征和血液动力学特征,结合特征筛选模块,从时域特征和血液动力学特征中筛选出四个高影响值特征,分别为 h_3/h_1 、 h_4/h_1 、 w/t 和 R_f ,最后,利用脉象识别模块的支持向量基分类模型SVM、K邻近算法KNN、Fisher判别分析和GBDT提升树算法分别识别出各自脉搏波波形对应的脉象平脉、弦脉、滑脉和弦滑脉,其判别的准确率如下表2所示,从中可以看出,采用GBDT提升树算法的准确率最高,因此,优选采用GBDT提升树算法进行脉象识别。

[0034] 本发明的波形分析模块仅基于四个高影响值特征,而非传统的十六个脉象特征,

就能判别出对应的脉象,计算速度快,过程简单,减少整个系统的冗繁性,增强了系统的性能。

[0035] 表2

[0036]

主要脉象	SVM	KNN	Fisher 判别 分析	GBDT
滑脉	94.95%	65.12%	66.62%	90.33%
弦滑脉	53.67%	47.28%	48.23%	83.52%
弦脉	73.04%	72.68%	84.25%	97.74%
平脉	50.75%	53.89%	39.29%	78.60%
总体准确率	67.01%	61.95%	66.42%	90.51%

[0037] 本发明的系统的工作过程如下:

[0038] 控制器向波形采集装置下发启动采集信号,波形采集装置的蓝牙模块接收该信号,其设置在被检测人手腕处的脉搏压力传感器开始采集脉搏波波形,然后将采集到脉搏波波形上传到智能终端,并显示出来,再利用波形分析模块对脉搏波波形进行分析,提取时域特征、血液动力学特征,识别出对应脉搏波波形的脉象,最后,通过报告生成模块生成体质状况检测报告,包括被检测人的脉象、对应脉象的时域特征和/或血液动力学特征、脉率、血管功能状态、BMI值、生理年龄以及对应的养生建议。由于提取的血液动力学特征包括脉搏波波速PWV,主要是脉管中血液的动力及血管壁的振动而产生的,可以反映血管的弹性,一般来说,PWV值越大,血管程度越硬,同时,根据脉搏波波速PWV的变化,可以进一步推测血管功能状态及生理年龄。不同的PWV范围,表现的血管弹性不同:(1) $<14\text{m/s}$,血管正常;(2) $14\text{--}16\text{m/s}$,血管轻度硬化;(3) $17\text{--}29\text{m/s}$,血管中度硬化;(4) $>30\text{m/s}$,血管重度硬化。同样,根据PWV也可推测生理年龄变化:(1) $<6\text{m/s}$,低于实际年龄;(2) $7\text{--}14\text{m/s}$,符合实际年龄;(3) $>14\text{m/s}$,高于实际年龄,因此,在体质状况检测报告中将血管弹性状况分为:血管正常、血管轻度硬化、血管中度硬化与血管重度硬化,生理年龄分为:低于实际年龄、符合实际年龄和高于实际年龄。

[0039] 2016年9月至2017年4月在上海中医药大学、广西河池等收集不同民族健康人的脉象,其中,男性382例,女性407例,共789例,平均年龄为 56.97 ± 21.36 。使用本发明系统中的可穿戴脉象采集设备采集上述人员的脉象,利用本系统进行分析处理,得出脉象分析结果,然后,由1-2名中医专家判读,将中医专家判读的结果与本系统的分析结果进行统计,两者判读的一致率可达到83.03%。

[0040] 本发明采用可穿戴设备形式的波形采集装置,利用基于中医医理的脉搏波压力传感器实时进行脉搏波波形检测,提供准确的脉搏波波形,并传送给智能终端,再通过波形分析模块对采集到的脉搏波波形进行预处理、特征提取和筛选,获知对应的脉象数据,如脉象,并对用户的血管功能状态、BMI值等指标进行评价,给出养生建议,从而生成体质状况检测报告,并在智能终端上显示出来。利用本发明的系统能够方便准确地判定被检测人的脉象状况,避免了去医院的繁琐,节省了去医院就诊的时间和费用成本,以及社会医疗资源,满足广大普通人群的中医体验与消费需求。

[0041] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这些仅是举例说明,在不背离本发明的和实质的前提下,可以对这些实施方式做出多种变更或修改,因此,本发明的保护范围由所附权利要求书限定。

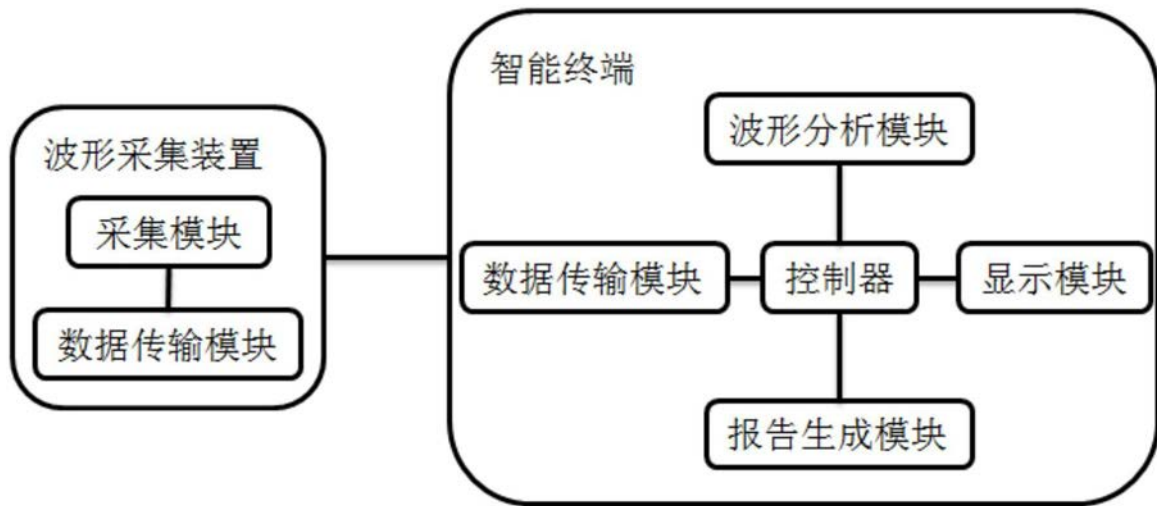


图1

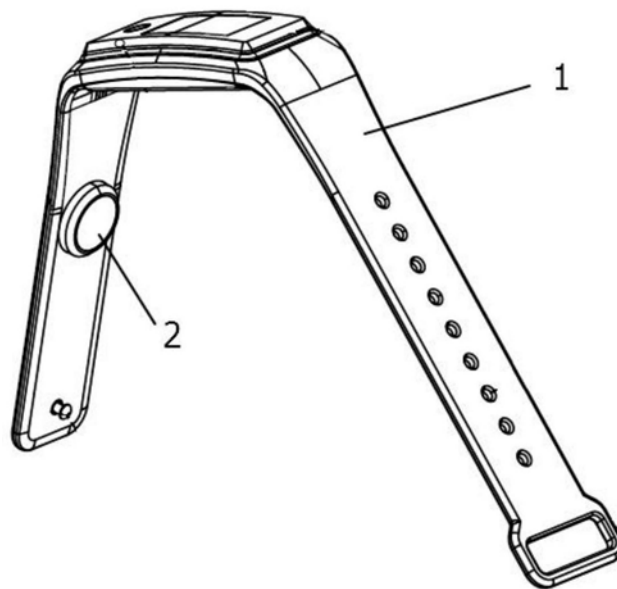


图2



图3

专利名称(译)	一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统		
公开(公告)号	CN109009005A	公开(公告)日	2018-12-18
申请号	CN201810795549.2	申请日	2018-07-19
[标]发明人	李福凤 李雪 钱鹏 傅之越		
发明人	李福凤 李雪 钱鹏 傅之越		
IPC分类号	A61B5/02 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02 A61B5/4854 A61B5/681 A61B5/7203 A61B5/7225 A61B5/7235		
代理人(译)	姜晓艳		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于中医学智能健康检测的技术领域，公开了一种可穿戴式中医脉象采集与分析系统，包括波形采集装置，波形采集装置与智能终端通过数据传输模块通讯，智能终端包括控制器，该控制器与波形分析模块、报告生成模块、显示模块相连，该波形采集装置用于采集被检测人手腕处的脉搏波波形，通过数据传输模块将脉搏波波形传送到智能终端，通过显示模块显示出来，该波形分析模块用于对脉搏波波形进行分析，提取和筛选高影响值特征，识别出对应脉搏波波形的脉象，该报告生成模块用于生成体质状态检测报告，通过显示模块显示出来。利用本发明的系统能够方便准确地判定被检测人的脉象状况，避免了去医院的繁琐，满足广大普通人群的中医体验与消费需求。

