



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106343986 A

(43)申请公布日 2017.01.25

(21)申请号 201610834471.1

(22)申请日 2016.09.20

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘
路866号

(72)发明人 孟濬 赵夕朦 许文媛

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

代理人 刘静 邱启旺

(51)Int.Cl.

A61B 5/021(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

一种基于摄像头的动态血压非接触监测装
置

(57)摘要

本发明公开了一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,包括数据采集单元、模型训练单元、实时血压输出单元。数据采集单元包括图像采集模块和血压采集模块;模型训练单元包括皮肤区域定位追踪模块、提取模块、函数关系拟合模块。实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频,根据提取模块实时获取的相位差和心率,将相位差和心率输入训练的模型中,得到实时动态血压。本发明的血压获取手段可以在不接触的条件下对目标进行动态血压的获取,不会因为长期监测或者晚间监测而造成人体不适。本发明将目标跟踪技术与该血压获取手段相结合,可以实现动态人体的实时血压连续获取。

1. 一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,其特征在于,包括:数据采集单元、模型训练单元、实时血压输出单元。其中:

所述数据采集单元包括图像采集模块和血压采集模块;所述图像采集单元用于获取带两个或两个以上距离标记的人体皮肤的视频信息,并将其传递给模型训练单元;所述血压采集模块通过电子血压计每隔 Δt 时间采集一次血压,得到血压序列 $BP_1 \sim BP_m$,并将其传递给模型训练单元。

所述模型训练单元包括皮肤区域定位追踪模块、提取模块、函数关系拟合模块。

所述皮肤区域定位追踪模块通过目标皮肤上间隔距离 d 的标记点 $P_1 \sim P_n$ (n 为标记点个数, $n \geq 2$) 对数据采集单元所传递视频的每一帧图像进行各标记点的定位和以各标记点为中心的标记皮肤区域的切割,将其整合成各标记点对应皮肤区域的视频序列 $V_1 \sim V_n$, 分别在时间上截成间隔为 Δt 的视频片段 $V_{11} \sim V_{1m}, V_{21} \sim V_{2m}, \dots, V_{n1} \sim V_{nm}$ (m 为时间段数, $m \geq 2$), 以对应于电子血压计同时测得的各组血压 $BP_1 \sim BP_m$ 。

所述提取模块基于成像式光电容积描记技术 (Imaging Photoplethysmographic, IPPG) 的原理提取标记区域视频片段的脉搏信号,并求取同一 Δt 时段下相同距离标记点对应脉搏信号间的相位差平均值 $\Delta\phi$ 以及该时段的心率 HR 。

所述函数关系拟合模块首先建立基于血压 BP 、脉搏信号相位差 $\Delta\phi$ 和心率 HR 三者之间的函数关系 $BP = a + \frac{k}{HR} \times \frac{\Delta\phi}{360^\circ}$, 然后根据提取模块传递的相位差平均值 $\Delta\phi$ 、心率 HR 和电子血压计采集的血压值进行函数拟合,获得该函数关系的待定系数 a 和 k , 完成该用户的模型训练。

所述实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频,根据提取模块实时获取的相位差和心率,将相位差和心率输入训练的模型中,得到实时动态血压。

2. 根据权利要求1所述的一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,其特征在于,所

述相同距离标记点为
$$\begin{cases} (P_1, P_{\frac{n}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n}{2}+2}), \dots, (P_{\frac{n}{2}}, P_n), & n \text{ 为偶数} \\ (P_1, P_{\frac{n+1}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n+1}{2}+2}), \dots, (P_{\frac{n-1}{2}}, P_n), & n \text{ 为奇数} \end{cases}$$

3. 根据权利要求1所述的一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,其特征在于,所述基于成像式光电容积描记技术具体为:采用可见光作为光源,将血液容积变化所引起的人体皮肤表面的光的变化以视频的方式记录下来,再从视频中获取人体的脉搏信号及相关的生理参数。

4. 根据权利要求1所述的一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,其特征在于,心率求取方法包括但不限于求取脉搏信号在一段频率范围内的频谱并取其峰值对应的频率。

5. 根据权利要求1所述的一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,其特征在于,相位差求取方法包括但不限于求两段脉搏信号相频峰值之差,再根据其所求心率进行换算为时间。

一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及生物医学检测领域,具体涉及一种基于摄像头的非接触血压监测装置。

背景技术

[0002] 动态血压(Ambulatory blood pressure, ABP)可以用于高血压的识别、诊断和心脑血管并发症风险的评估,是高血压管理不可或缺的检测指标。诊所血压只能提供当前时刻的血压,所获得的血压会受到当前环境的影响,使血压值出现异常,导致白大衣性高血压和假性高血压等现象的出现。而研究表明,相对于诊所血压,动态血压可以更好地预测心血管疾病的发病率和死亡率。动态血压对心血管疾病风险的分级更为灵敏和准确,与高血压有着更为密切的关系。

[0003] 尽管动态血压对于高血压疾病的诊断和预后具有重要的意义,但是由于动态血压监测仪需要接触人体才能实现血压采集,为动态血压监测带来的一定的局限性。依据2013年欧洲高血压指南,动态血压监测仪的局限性主要包括在应用方面和作用方面的限制。在应用方面,采用动态血压监测仪对动态血压进行获取的方式,在重复测量或者晚间睡眠的情况下会引起患者的不适和抵抗心理,导致患者拒绝佩戴;动态血压仪的成本较高,不适宜全民普及使用。在作用方面,动态血压监测仪对动态人体的血压获取效果并不理想,相比于患者处于动态,更适用于患者静止状态时的血压监测;当使用动态血压监测仪时,若血压监测的步骤不规范,数据的再生性不高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种可移植性强的非接触、非侵袭、实时、非约束的基于摄像头的动态血压监测装置。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,包括:数据采集单元、模型训练单元、实时血压输出单元。其中:

[0006] 所述数据采集单元包括图像采集模块和血压采集模块;所述图像采集单元用于获取带两个或两个以上距离标记的人体皮肤的视频信息,并将其传递给模型训练单元;所述血压采集模块通过电子血压计每隔 Δt 时间采集一次血压,得到血压序列 $BP_1 \sim BP_m$,并将其传递给模型训练单元。

[0007] 所述模型训练单元包括皮肤区域定位追踪模块、提取模块、函数关系拟合模块。

[0008] 所述皮肤区域定位追踪模块通过目标皮肤上间隔距离 d 的标记点 $P_1 \sim P_n$ (n 为标记点个数, $n \geq 2$)对数据采集单元所传递视频的每一帧图像进行各标记点的定位和以各标记点为中心的标记皮肤区域的切割,将其整合成各标记点对应皮肤区域的视频序列 $V_1 \sim V_n$,分别在时间上截成间隔为 Δt 的视频片段 $V_{11} \sim V_{1m}, V_{21} \sim V_{2m}, \dots, V_{n1} \sim V_{nm}$ (m 为时间段数, $m \geq 2$),以对应于电子血压计同时测得的各组血压 $BP_1 \sim BP_m$ 。

[0009] 所述提取模块基于成像式光电容积描记技术(Imaging Photoplethysmographic,

1PPG)的原理提取标记区域视频片段的脉搏信号,并求取同一 Δt 时段下相同距离标记点对应脉搏信号间的相位差平均值 $\Delta\varphi$ 以及该时段的心率HR。

[0010] 所述函数关系拟合模块首先建立基于血压BP、脉搏信号相位差 $\Delta\varphi$ 和心率HR三者之间的函数关系 $BP = a + \frac{k}{HR} \times \frac{\Delta\varphi}{360^\circ}$,然后根据提取模块传递的相位差平均值 $\Delta\varphi$ 、心率HR和电子血压仪采集的血压值进行函数拟合,获得该函数关系的待定系数a和k,完成该用户的模型训练。

[0011] 所述实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频,根据提取模块实时获取的相位差和心率,将相位差和心率输入训练的模型中,得到实时动态血压。

[0012] 进一步地,所述相同距离标记点为
$$\begin{cases} (P_1, P_{\frac{n}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n}{2}+2}), \dots, (P_{\frac{n}{2}}, P_n), & n \text{ 为偶数} \\ (P_1, P_{\frac{n+1}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n+1}{2}+2}), \dots, (P_{\frac{n-1}{2}}, P_n), & n \text{ 为奇数} \end{cases}$$

[0013] 进一步地,所述基于成像式光电容积描记技术具体为:采用可见光作为光源,将血液容积变化所引起的人体皮肤表面的光的变化以视频的方式记录下来,再从视频中获取人体的脉搏信号及相关的生理参数。

[0014] 进一步地,心率求取方法包括但不限于求取脉搏信号在一段频率范围内的频谱并取其峰值对应的频率。

[0015] 进一步地,相位差求取方法包括但不限于求两段脉搏信号相频峰值之差,再根据其求心率进行换算为时间。

[0016] 本发明的有益效果是:

[0017] (1)本发明的血压获取手段可以在不接触的条件下对目标进行动态血压的获取,不会因为长期监测或者晚间监测而造成人体不适。

[0018] (2)本发明将目标跟踪技术与该血压获取手段相结合,可以实现动态人体的实时血压连续获取。

附图说明

[0019] 图1是本发明的整体结构框图;

[0020] 图2是本发明皮肤区域定位追踪模块工作示意图;

[0021] 图3是本发明相同距离标记点组合示意图;

[0022] 图4是本发明实施例的具体工作步骤示意图;

[0023] 图5是本发明实施例的函数拟合图。

具体实施方式

[0024] 为了更详细地说明本发明的基于摄像头的非接触血压监测装置,下面根据附图详细说明本发明。

[0025] 如图1所示,一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置,包括:数据采集单元、模型训练单元、实时血压输出单元。其中:

[0026] 所述数据采集单元包括图像采集模块和血压采集模块;所述图像采集单元用于获

取带两个或两个以上距离标记的人体皮肤的视频信息,并将其传递给模型训练单元;所述血压采集模块通过电子血压计每隔 Δt 时间采集一次血压,得到血压序列 $BP_1 \sim BP_m$,并将其传递给模型训练单元。

[0027] 所述模型训练单元包括皮肤区域定位追踪模块、提取模块、函数关系拟合模块。

[0028] 所述皮肤区域定位追踪模块通过目标皮肤上间隔距离 d 的标记点 $P_1 \sim P_n$ (n 为标记点个数, $n \geq 2$) 对数据采集单元所传递视频的每一帧图像进行各标记点的定位和以各标记点为中心的标记皮肤区域的切割,将其整合成各标记点对应皮肤区域的视频序列 $V_1 \sim V_n$, 分别在时间上截成间隔为 Δt 的视频片段 $V_{11} \sim V_{1m}, V_{21} \sim V_{2m}, \dots, V_{n1} \sim V_{nm}$ (m 为时间段数, $m \geq 2$), 以对应于电子血压计同时测得的各组血压 $BP_1 \sim BP_m$, 如图2。

[0029] 所述提取模块基于成像式光电容积描记技术(Imaging Photoplethysmographic, 1PPG)的原理提取标记区域视频片段的脉搏信号,并求取同一 Δt 时段下相同距离标记点对应脉搏信号间的相位差平均值 $\Delta\phi$ 以及该时段的心率 HR 。所述相同距离标记点为

$$\begin{cases} (P_1, P_{\frac{n+1}{2}}), (P_2, P_{\frac{n+1}{2}+1}), \dots, (P_{\frac{n}{2}}, P_n), & n \text{ 为偶数} \\ (P_1, P_{\frac{n+1}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n+1}{2}+2}), \dots, (P_{\frac{n-1}{2}}, P_n), & n \text{ 为奇数} \end{cases}, \text{或为满足距离相同条件的其他组合,如图3。}$$

[0030] 所述函数关系拟合模块首先建立基于血压 BP 、脉搏信号相位差 $\Delta\phi$ 和心率 HR 三者之间的函数关系 $BP = a + \frac{k}{HR} \times \frac{\Delta\phi}{360^\circ}$, 然后根据提取模块传递的相位差平均值 $\Delta\phi$ 、心率 HR 和电子血压计采集的血压值进行函数拟合,获得该函数关系的待定系数 a 和 k , 完成该用户的模型训练。

[0031] 所述函数关系的推导过程如下:脉搏传导时间(pulse wave transfer time, PWTT)与血压(blood pressure, BP)之间满足关系

$$[0032] \quad BP = a + b \times PWTT \quad (1)$$

[0033] 其中, a 和 b 的值与人体的血管壁弹性有关,对于同一个体在短时间内不会发生太大的改变。由于脉搏传导时间的计算是将心电图(electrocardiogram, ECG)的R波的峰值作为脉搏传导时间测量的起始点,光电容积脉搏波(Photoplethysmographic, PPG)的峰值点作为测量的终止点。因此,人体上两个固定点 P_1 和 P_2 的脉搏传导时间 $PWTT_1, PWTT_2$ 的差值 $\Delta PWTT$ 应满足关系:

$$[0034] \quad \Delta PWTT = c \times PWTT_2 \quad (2)$$

[0035] 由式(1)式(2)可以得到人体血压和与两个固定点之间的脉搏传导时间的差值满足关系:

$$[0036] \quad BP = a + k \times \Delta PWTT \quad (3)$$

$$[0037] \quad k = \frac{b}{c} \quad (4)$$

[0038] 由于两点之间的脉搏信号相位差 $\Delta\phi$ 与脉搏传导时间之差 $\Delta PWTT$ 之间满足:

$$[0039] \quad \Delta PWTT = \frac{1}{HR} \times \frac{\Delta\phi}{360^\circ} \quad (5)$$

[0040] 式中, HR 代表该个体当前时刻的心率值,同一时刻同一个体上的不同部位所获得的心率的值相同。

[0041] 将式(5)代入式(3)得到血压与两固定点的脉搏信号相位差之间满足关系:

$$[0042] \quad BP = a + \frac{k}{HR} \times \frac{\Delta\varphi}{360^\circ} \quad (6)$$

[0043] 式中,待定系数a和k,心率HR以及相位差 $\Delta\varphi$ 为未知数。

[0044] 所述实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频,根据提取模块实时获取的相位差和心率,将相位差和心率输入训练的模型中,得到实时动态血压。

[0045] 所述模型训练单元中的 Δt 主要与血压采集模块所需采集时间相关,而所述实时血压输出单元中的 Δt 并不受其约束。

[0046] 其中,所述的图像采集单元与处理单元(即模型训练单元)之间、处理单元与输出单元(即实时血压输出单元)之间可部分或全部通过有线或无线方式进行连接,以保证数据的有效传输。可以根据实际需要,全部采用有线方式连接,全部采用无线方式连接,或部分采用有线方式连接、部分采用无线方式连接。

[0047] 具体地,本发明的基于摄像头的非接触血压监测装置可以仅是一台具有摄像功能的台式电脑,或者一台具有摄像功能的笔记本电脑,或者一个具有摄像功能的移动智能终端。此时,设备的摄像头作为系统的输入单元,处理内核作为系统的处理单元,显示屏或存储单元作为系统的输出单元。本发明的基于摄像头的非接触血压监测装置也可以是具有摄像功能的台式电脑、笔记本电脑或移动智能终端的组合,例如,具有摄像功能的移动智能终端作为图像采集单元,笔记本电脑处理内核和显示屏分别作为处理单元和输出单元;再如台式电脑摄像头和处理内核作为输入单元和处理单元,移动智能终端显示屏作为输出单元,等等。

[0048] 实施例

[0049] 下面以用一个由摄像头和计算机组成的系统进行动态血压监测为例,具体说明基于摄像头的非接触血压监测装置,如图1所示,包括:数据采集单元、模型训练单元、实时血压输出单元。其中:

[0050] 所述数据采集单元包括图像采集模块和血压采集模块;所述图像采集单元用于获取带两个或两个以上距离标记的人体皮肤的视频信息,并将其传递给模型训练单元;所述血压采集模块通过电子血压计每隔 Δt 时间采集一次血压,得到血压序列 $BP_1 \sim BP_m$,并将其传递给模型训练单元。

[0051] 所述模型训练单元包括皮肤区域定位追踪模块、提取模块、函数关系拟合模块。

[0052] 所述皮肤区域定位追踪模块通过目标皮肤上间隔距离d的标记点 $P_1 \sim P_n$ (n为标记点个数, $n \geq 2$)对数据采集单元所传递视频的每一帧图像进行各标记点的定位和以各标记点为中心的标记皮肤区域的切割,将其整合成各标记点对应皮肤区域的视频序列 $V_1 \sim V_n$,分别在时间上截成间隔为 Δt 的视频片段 $V_{11} \sim V_{1m}, V_{21} \sim V_{2m}, \dots, V_{n1} \sim V_{nm}$ (m为时间段数, $m \geq 2$),以对应于电子血压计同时测得的各组血压 $BP_1 \sim BP_m$ 。

[0053] 所述提取模块基于成像式光电容积描记技术(Imaging Photoplethysmographic, IPPG)的原理提取标记区域视频片段的脉搏信号,并求取同一 Δt 时段下相同距离标记点对应脉搏信号间的相位差平均值 $\Delta\varphi$ 以及该时段的心率HR。所述相同距离标记点为

$$\begin{cases} (P_1, P_{\frac{n}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n}{2}+2}), \dots, (P_n, P_n), & n \text{ 为偶数} \\ (P_1, P_{\frac{n+1}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n+1}{2}+2}), \dots, (P_{n-1}, P_n), & n \text{ 为奇数} \end{cases}$$
 ,或为满足距离相同条件的其他组合,如图3。

[0054] 所述函数关系拟合模块首先建立基于血压BP、脉搏信号相位差 $\Delta\varphi$ 和心率HR三者之间的函数关系 $BP = a + \frac{k}{HR} \times \frac{\Delta\varphi}{360^\circ}$,然后根据提取模块传递的相位差平均值 $\Delta\varphi$ 、心率HR和电子血压仪采集的血压值进行函数拟合,获得该函数关系的待定系数a和k,完成该用户的模型训练。

[0055] 所述实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频,根据提取模块实时获取的相位差和心率,将相位差和心率输入训练的模型中,得到实时动态血压。

[0056] 本发明基于摄像头的动态血压非接触监测装置的具体工作步骤如下:

[0057] (1)数据采集

[0058] 用户将图像采集模块指向事先做好距离标记的皮肤区域,以获得带两个或两个以上距离标记的人体皮肤的视频信息,并将其传递给模型训练单元;与此同时,用户将血压采集模块连接至电子血压计每隔 Δt 时间采集一次血压,得到血压序列 $BP_1 \sim BP_m$,并将其传递给模型训练单元。

[0059] (2)模型训练

[0060] 模型训练单元接收到图像采集模块所传递的视频信息,以及血压采集模块所传递的血压序列 $BP_1 \sim BP_m$;模型训练单元中的皮肤区域定位追踪模块通过目标皮肤上间隔距离d的标记点 $P_1 \sim P_n$ (n为标记点个数, $n \geq 2$)对数据采集单元所传递视频的每一帧图像进行各标记点的定位和以各标记点为中心的标记皮肤区域的切割,将其整合成各标记点对应皮肤区域的视频序列 $V_1 \sim V_n$,分别在时间上截成间隔为 Δt 的视频片段 $V_{11} \sim V_{1m}, V_{21} \sim V_{2m}, \dots, V_{n1} \sim V_{nm}$ (m为时间段数, $m \geq 2$),以对应于电子血压计同时测得的各组血压 $BP_1 \sim BP_m$;模型训练单元中的提取模块基于成像式光电容积描记技术(Imaging Photoplethysmographic, IPPG)的原理提取标记区域视频片段的脉搏信号,并求取同一 Δt 时段下相同距离标记点对应脉搏信号间的相位差平均值 $\Delta\varphi$ 以及该时段的心率HR。所述相同距离标记点为

$$\begin{cases} (P_1, P_{\frac{n}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n}{2}+2}), \dots, (P_n, P_n), & n \text{ 为偶数} \\ (P_1, P_{\frac{n+1}{2}+1}), (P_2, P_{\frac{n+1}{2}+2}), \dots, (P_{n-1}, P_n), & n \text{ 为奇数} \end{cases}$$
 ;模型训练单元中的函数拟合模块首先建立基

于血压BP、脉搏信号相位差 $\Delta\varphi$ 和心率HR三者之间的函数关系 $BP = a + \frac{k}{HR} \times \frac{\Delta\varphi}{360^\circ}$,然后根据提取模块传递的相位差平均值 $\Delta\varphi$ 、心率HR和电子血压仪采集的血压值进行函数拟合,获得该函数关系的待定系数a和k,完成该用户的模型训练。

[0061] (3)实时血压输出:

[0062] 实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频,根据提取模块实时获取的相位差和心率,将相位差和心率输入训练的模型中,得到实时动态血压。

[0063] 在上述实施例中的步骤示意图如图4所示,其中函数拟合图如图5所示。

[0064] 对本领域的技术人员来说应理解,根据设计要求和因素可以进行各种修改、组合、自组合和变化,只要它们都落于所附权利要求及其等效方案所限定的范围内。

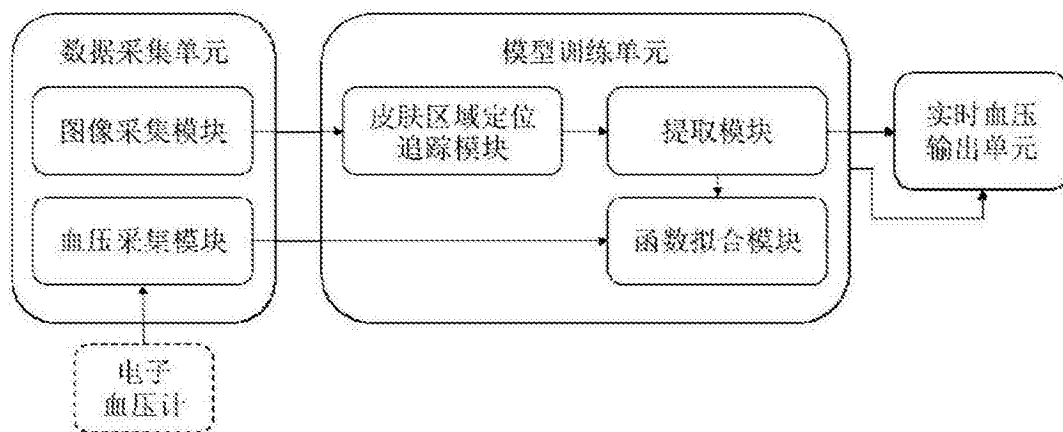


图1

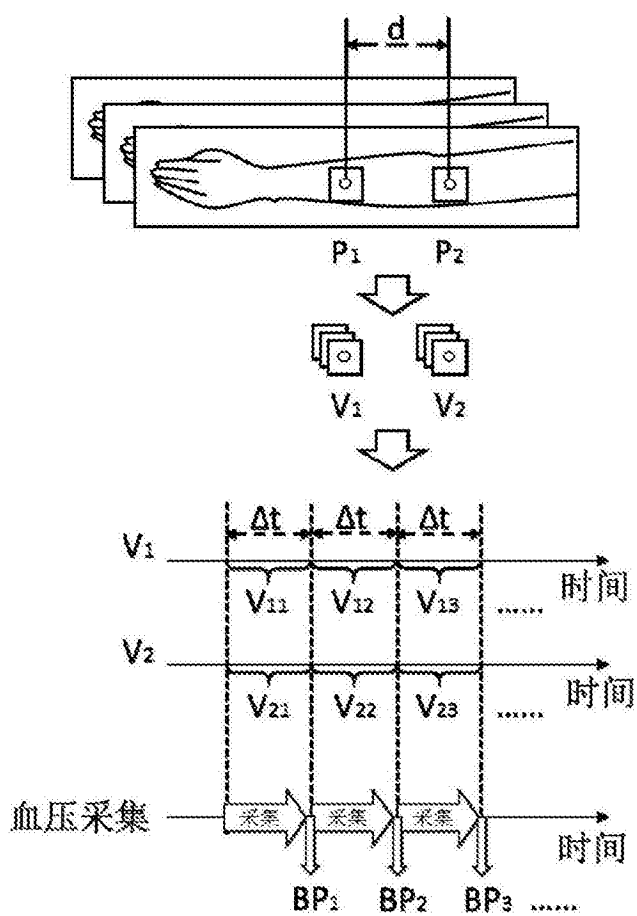


图2

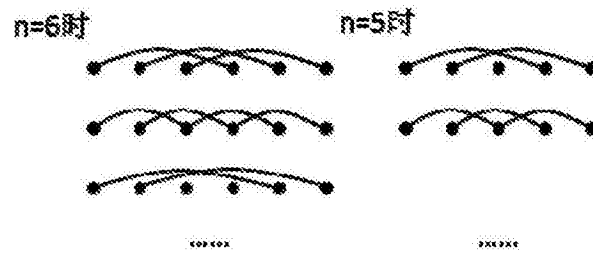


图3

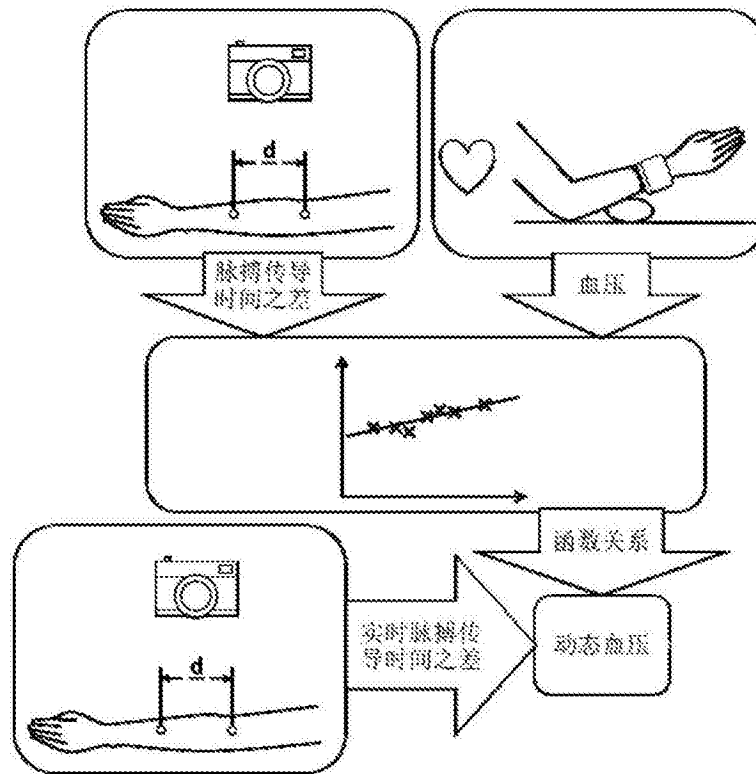


图4

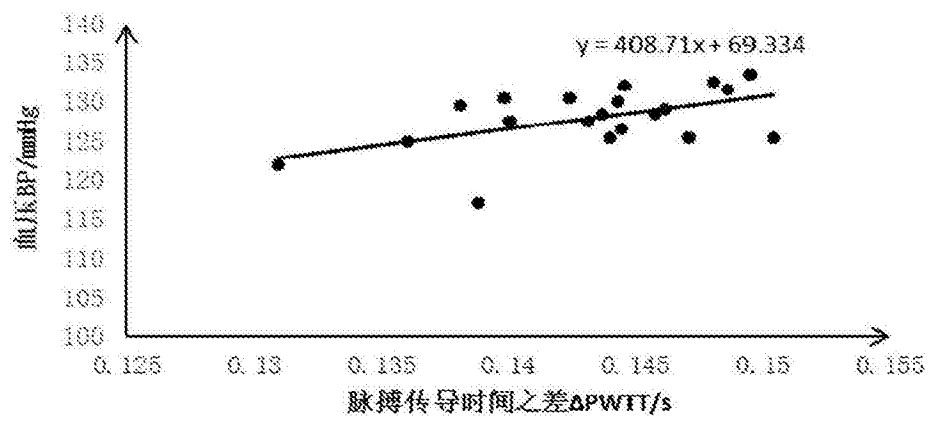


图5

专利名称(译)	一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置		
公开(公告)号	CN106343986A	公开(公告)日	2017-01-25
申请号	CN201610834471.1	申请日	2016-09-20
[标]申请(专利权)人(译)	浙江大学		
申请(专利权)人(译)	浙江大学		
当前申请(专利权)人(译)	浙江大学		
[标]发明人	孟濤 赵夕朦 许文媛		
发明人	孟濤 赵夕朦 许文媛		
IPC分类号	A61B5/021 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0064 A61B5/0077 A61B5/02125 A61B5/7235		
代理人(译)	刘静		
其他公开文献	CN106343986B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于摄像头的动态血压非接触监测装置，包括数据采集单元、模型训练单元、实时血压输出单元。数据采集单元包括图像采集模块和血压采集模块；模型训练单元包括皮肤区域定位追踪模块、提取模块、函数关系拟合模块。实时血压输出单元通过图像采集模块实时采集该用户的带两个或两个以上距离标记的皮肤视频，根据提取模块实时获取的相位差和心率，将相位差和心率输入训练的模型中，得到实时动态血压。本发明的血压获取手段可以在不接触的条件下对目标进行动态血压的获取，不会因为长期监测或者晚间监测而造成人体不适。本发明将目标跟踪技术与该血压获取手段相结合，可以实现动态人体的实时血压连续获取。

$$k = -\frac{b}{c}$$

(4)