



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107980151 B

(45)授权公告日 2020.03.17

(21)申请号 201780002092.9

(22)申请日 2017.02.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107980151 A

(43)申请公布日 2018.05.01

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.12.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2017/074437 2017.02.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02018/152711 ZH 2018.08.30

(73)专利权人 清华大学深圳研究生院
地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大
学城清华校区
专利权人 深圳市岩尚科技有限公司

(72)发明人 张跃 肖志博 雷夏飞 张拓

(74)专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有
限公司 44223
代理人 江耀纯

(51)Int.Cl.
G07C 9/00(2020.01)
G06K 9/00(2006.01)
G06K 9/62(2006.01)

(56)对比文件
CN 102231213 A,2011.11.02,
CN 104055522 A,2014.09.24,
CN 104102915 A,2014.10.15,
CN 1816303 A,2006.08.09,
WO 2015111569 A1,2015.07.30,
审查员 周红静

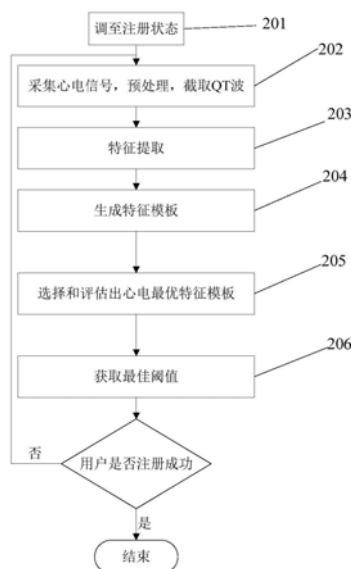
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种基于心电认证的门禁系统及其认证方法

(57)摘要

一种基于心电认证的门禁系统的认证方法,包括对预处理过的心电信号采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列,再通过正交多项式拟合回归对心电自相关序列进行降维,生成特征模板,之后选择和评估出心电最优特征模板,获取最佳阈值,用户基于心电最优特征模板,最佳阈值进行身份认证,该认证方法安全性高,同时识别准确度高、认证存储信息小。



1. 一种基于心电认证的门禁系统的认证方法,包括心电注册和心电认证步骤,其特征在于,所述心电注册步骤包括:

S11、将门禁系统调至心电注册状态;

S12、通过心电采集设备采集注册者的心电信号并进行预处理,检测R波位置,截取QT波段;

S13、将截取的QT波段采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列;

S14、将获取的心电自相关序列通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板;

S15、从生成的特征模板中选择和评估出心电最优特征模板;

S16、从心电最优特征模板中获取最佳阈值;

所述心电认证步骤包括:

S21、将门禁系统调至心电认证状态;

S22、通过心电采集设备采集测试者的心电信号并进行预处理,检测R波位置,截取QT波段;

S23、将截取的QT波段采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列;

S24、将获取的心电自相关序列通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板;

S25、将生成的特征模板与心电最优特征模板进行特征比对,根据最佳阈值完成认证的步骤,若认证通过,则门禁系统的开关打开,若认证失败,则门禁系统的开关维持关闭状态;

在步骤S14或步骤S24中所述的通过正交多项式拟合回归进行降维生成特征模板是通过用多项式近似表示心电自相关序列,得出用特征模板表示的所述心电自相关序列,

所述多项式为 $a_0+a_1f_1(x_i)+a_2f_2(x_i)+\dots+a_kf_k(x_i)=A^T F_i \approx R_{xx}[i]$,其中A表示特征模板,且上述多项式中, $A=(a_0,a_1,a_2,\dots,a_k)^T$, $F_i=(1,f_1(x_i),f_2(x_i),\dots,f_k(x_i))^T$, $i=0,1,2,3,\dots,M-1$,其中 $1,f_1(x_i),f_2(x_i),\dots,f_k(x_i)$ 分别是x的0次,1次,2次, \dots ,k次正交多项式,

其中 $\sum_{i=1}^{M-1} f_j(x_i)=0, j=1,2,\dots,k, \sum_{i=1}^{M-1} f_j(x_i)f_l(x_i)=0, j \neq l=1,2,\dots,k$, $x=\frac{i}{f}$, 即

$x=0, \frac{1}{f}, \frac{2}{f}, \dots, \frac{M-1}{f}$, f为心电信号的采样频率,

特征模板的计算公式为:

$$J_{(A,F_i)} = \arg \min_{(A,F_i)} \left\{ \sum_{i=0}^{M-1} \left(\frac{1}{2} \|A^T F_i - R_{xx}[i]\|_2^2 + \frac{\alpha}{2} \|F_i\|_2^2 + \frac{\lambda}{2} \|F_p^T F_i\|_2^2 \right) \right\}, \text{其中, } \lambda, \alpha \in (0, 1), \lambda, \alpha \text{ 为正则}$$

化系数, $p \neq i=0,1,2,\dots,M-1$, $J_{(A,F_i)}$ 为求解后的向量A和 F_i ,得到的特征模板为 $A=(a_0, a_1, a_2, \dots, a_k)^T$, $k \ll M$, 采取n个模板生成n个特征模板 $A_1, A_2, \dots, A_n, 10 \leq n \leq 20$,

在步骤S15中所述的心电最优特征模板是采用留一法获得的,判别式为 $\sum_{j \neq i}^n \mathbf{1}_{D(A_i, A_j) < THD} > \frac{n-1}{2}$,

其中 $D(A_i, A_j)$ 表示特征向量 A_i 和特征向量 A_j 之间的距离度量; $\mathbf{1}_{D(A_i, A_j) < THD} >$ 表示当特征 A_i 与特征 A_j 的间距小于预设阈值THD时取1,否则取0;THD的取值为n个特征向量之间距离的平均值, i, j 取值为1到n, $i \neq j$, 当上式条件满足时,第i个特征模板被选为优质特征模板;不满足时,第i个模板即为异常值,被剔除,最终选出最优特征模板, A_1, A_2, \dots, A_{n1} , 其中 $n1 \leq n$.

2. 如权利要求1所述的基于心电认证的门禁系统的认证方法,其特征在于,在步骤S13或步骤S23中所述的自相关变换算法的公式为 $R_{xx}[m] = \frac{\sum_{i=0}^{N-|m|-1} x[i]x[i+m]}{R_{xx}[0]}$,其中, $x[i]$ 表示

心电序列, N 表示心电序列的长度, $x[i+m]$ 表示对心电序列平移 m 个序列后的心电序列, $m=0,1,2,\dots,M-1,M < N$, $R_{xx}[m]$ 表示心电信号自相关序列, $R_{xx}[0]$ 表示心电序列的能量。

3. 如权利要求1-2任一所述的基于心电认证的门禁系统的认证方法,其特征在于,在步骤S12或步骤S22中所述心电信号是通过有线和/或无线方式进行采集。

4. 一种采用权利要求1-3任一所述认证方法的基于心电认证的门禁系统,其特征在于,包括电源供给装置,连接主控制器;心电采集设备用来采集用户的心电信号,并传输到所述主控制器;所述主控制器对采集的心电信号进行预处理、特征提取、降维、生成特征模板、获取最佳阈值,进行心电注册或认证,并将所有数据储存在存储器;按键连接所述主控制器,用来设定、更定门禁系统的工作状态;门锁器连接所述主控制器,用来打开门禁系统的开关或维持门禁系统关闭状态。

5. 如权利要求4所述的基于心电认证的门禁系统,其特征在于,还包括传输装置,用于将智能可穿戴设备采集的心电信号传输给所述主控制器。

6. 如权利要求5所述的基于心电认证的门禁系统,其特征在于,所述传输装置包括蓝牙或WIFI。

7. 如权利要求4所述的基于心电认证的门禁系统,其特征在于,所述心电采集设备是通过双电极进行心电信号采集。

一种基于心电认证的门禁系统及其认证方法

技术领域

[0001] 本发明涉及身份认证技术领域,具体涉及一种基于心电认证的门禁系统及其认证方法。

背景技术

[0002] 本项研究工作得到了中国国家自然科学基金资助(项目批准号:61571268)。

[0003] 随着电子技术的发展,日常生活用品的品质也在不断提升,门禁系统在向着高科技化、智能化方向发展。传统的门禁系统有机械锁式的、密码式的、卡片式的等等。然而这些门禁系统存在一定的缺点:机械锁式的门禁系统由钥匙来控制,但是钥匙容易携带,数量多了携带也不方便;密码式的门禁系统密码容易泄露、安全性差;卡片式的门禁系统由于卡片容易被复制、窃取,安全性也不高。近年来,生物特征识别技术被应用到了门禁系统上,其主要利用人体的生理或行为特征,自动实现对个人身份的识别和认证,进行控制门禁系统的开关。

[0004] 目前应用到门禁系统上的生物特征识别方法主要有指纹、人脸、语言,这些方式相比传统的门禁系统在安全性上有了很大的提高,但还是存在被模仿、复制、窃取或盗用的危险。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术识别安全性低的问题,本发明提出一种基于心电认证的门禁系统及其认证方法。

[0006] 本发明的技术问题通过以下的技术方案予以解决:

[0007] 一种基于心电认证的门禁系统的认证方法,包括心电注册和心电认证步骤,心电注册步骤包括:S11、将门禁系统调至心电注册状态;S12、通过心电采集设备采集注册者的心电信号并进行预处理,检测R波位置,截取QT波段;S13、将截取的QT波段采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列;S14、将获取的心电自相关序列通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板;S15、从生成的特征模板中选择和评估出心电最优特征模板;S16、从心电最优特征模板中获取最佳阈值;心电认证步骤包括:S21、将门禁系统调至心电注册状态;S22、通过心电采集设备采集测试者的心电信号并进行预处理,检测R波位置,截取QT波段;S23、将截取的QT波段采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列;S24、将获取的心电自相关序列通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板;S25、将生成的特征模板与心电最优特征模板进行特征比对,根据最佳阈值完成认证,若认证通过,则门锁器打开,若认证失败,则门锁器维持关闭状态。

[0008] 本发明与现有技术对比的有益效果包括:本发明提出了一种基于心电认证的门禁系统及其认证方法。该方法对预处理过的心电信号采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列,再通过正交多项式拟合回归对心电自相关序列进行降维,生成特征模板,之后选择和评估出心电最优特征模板,获取最佳阈值,用户基于心电最优特征模板,最

佳阈值进行身份认证,该认证方法安全性高,同时识别准确度高、认证存储信息小。

附图说明

- [0009] 图1是心电用户进行注册的流程图。
 [0010] 图2是心电用户进行认证的流程图。
 [0011] 图3是本发明具体实施方式中的一种门禁系统的结构框图。

具体实施方式

- [0012] 下面对照附图并结合优选的实施方式对本发明作进一步说明。
 [0013] 一种基于心电认证的门禁系统的认证方法,包括心电注册和心电认证步骤,如图1所示,所述心电注册步骤包括:
 [0014] 步骤201,将门禁系统调至心电注册状态;
 [0015] 步骤202,通过心电采集设备采集注册者的心电信号并进行预处理,检测R波位置,截取QT波段;
 [0016] 步骤203,将截取的QT波段采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列;
 [0017] 步骤204,将获取的心电自相关序列通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板;
 [0018] 步骤205,从生成的特征模板中选择和评估出心电最优特征模板;
 [0019] 步骤206,从心电最优特征模板中获取最佳阈值,完成用户注册,若用户注册失败则重新注册。

[0020] 在本具体实施方式中,取注册时特征模板向量两两之间的最小距离为(thd_down),最大距离为(thd_up),那么阈值的取值范围为(thd_down,thd_up),迭代次数为

iternum,则变化的步长为 $\frac{thd_up - thd_down}{iternum}$,阈值的取值为

$thd_down + \frac{(thd_up - thd_down) * i}{iternum}$, 其中 $i=1,2,\dots,iternum$ 。

[0021] 错误接受率(FAR)与错误拒绝率(FRR)都是阈值的函数,在门禁系统中,发生错误接受和错误拒绝的代价是不同的,假设发生错误接受的代价为 $cost_1$,发生错误拒绝的代价为 $cost_2$ ($cost_1 > cost_2$),首先根据FAR和FRR做出ROC曲线,再根据ROC曲线做出代价曲线,选择使得总体代价最小所对应的阈值为最佳阈值best_thd。

- [0022] 如图2所示,所述心电认证步骤包括:
 [0023] 步骤301,将门禁系统调至心电认证状态;
 [0024] 步骤302,通过心电采集设备采集测试者的心电信号并进行预处理,检测R波位置,截取QT波段;
 [0025] 步骤303,将截取的QT波段采用自相关变换算法进行特征提取,获取心电自相关序列;
 [0026] 步骤304,将获取的心电自相关序列通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板;

[0027] 步骤305,将生成的特征模板与心电最优特征模板进行特征比对,根据最佳阈值完成认证,当 $\sum_{j=1}^n \mathbf{1}_{D(A_i, A_j) < \text{best_thd}} > \frac{n-1}{2}$,则认证通过,否则认证不通过。

[0028] 如果用户通过认证,则门禁系统的开关打开,若认证失败,则门禁系统的开关维持关闭状态。优选地,若认证失败,发出警报。

[0029] 在本具体实施方式中,步骤203或步骤303中所述的自相关变换算法的公式为

$$R_{xx}[m] = \frac{\sum_{i=0}^{N-|m|-1} x[i]x[i+m]}{R_{xx}[0]}, \text{其中, } x[i] \text{ 表示心电序列, } N \text{ 表示心电序列的长度, } x[i+m] \text{ 表示对心}$$

电序列平移 m 个序列后的心电序列, $m=0,1,2,\dots,M-1, M \ll N, R_{xx}[m]$ 表示心电信号自相关序列, $R_{xx}[0]$ 表示心电序列的能量。

[0030] 需要说明的是,不同个体之间自相关序列 $R_{xx}[m]$ 具有明显的差异性,可作为个体心电信号的固有特征。由于QRS波群是心电信号在不同种测试环境下变化最小最稳定的成分,所以 m 的取值接近QRS波的长度,心电序列 $x[i]$ 经过自相关处理后的自相关序列 $R_{xx}[m]$ 仍是高维信号,需要进行降维处理。

[0031] 在本具体实施方式中,步骤204或步骤304中所述的通过正交多项式拟合回归进行降维,生成特征模板是通过用多项式近似表示心电自相关序列,得出用特征模板表示所述心电自相关序列。

[0032] 具体地,所述多项式为 $a_0 + a_1 f_1(x_i) + a_2 f_2(x_i) + \dots + a_k f_k(x_i) = A^T F_i \approx R_{xx}[i]$ 。其中 A 表示特征模板,且上述多项式中, $A = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_k)^T, F_i = (1, f_1(x_i), f_2(x_i), \dots, f_k(x_i))^T, i = 0, 1, 2, 3, \dots, M-1$,其中 $1, f_1(x_i), f_2(x_i), \dots, f_k(x_i)$ 分别是 x 的0次,1次,2次, \dots , k 次正交多项式,其中

$$\sum_{i=1}^{M-1} f_j(x_i) = 0, j = 1, 2, \dots, k, \sum_{i=1}^{M-1} f_j(x_i) f_l(x_i) = 0, j \neq l = 1, 2, \dots, k, \quad x = \frac{i}{f}, \text{ 即}$$

$$x = 0, \frac{1}{f}, \frac{2}{f}, \dots, \frac{M-1}{f}, f \text{ 为心电信号的采样频率。}$$

[0033] 特征模板的计算公式为:

$$J_{(A, F_i)} = \arg \min_{(A, F_i)} \left\{ \sum_{i=0}^{M-1} \left(\frac{1}{2} \|A^T F_i - R_{xx}[i]\|_2^2 + \frac{\alpha}{2} \|F_i\|_2^2 + \frac{\lambda}{2} \|F_p^T F_i\|_2^2 \right) \right\}, \text{其中, } \lambda, \alpha \in (0, 1), \lambda, \alpha$$

为正则化系数, $p \neq i = 0, 1, 2, \dots, M-1, J_{(A, F_i)}$ 为求解后的向量 A 和 F_i ,得到的特征模板为 $A = (a_0, a_1, a_2, \dots, a_k)^T, k \ll M$,采取 n 个模板生成 n 个特征模板 $A_1, A_2, \dots, A_n, 10 \leq n \leq 20$ 。

[0035] 在本具体实施方式中,步骤205中所述的心电最优特征模板是采用留一法获得的,

判别式为 $\sum_{j=1, j \neq i}^n \mathbf{1}_{D(A_i, A_j) < \text{thd}} > \frac{n-1}{2}$,其中 $D(A_i, A_j)$ 表示特征向量 A_i 和特征向量 A_j 之间的距离度量;

$\mathbf{1}_{D(A_i, A_j) < \text{THD}}$ 表示当特征 A_i 与特征 A_j 的间距小于预设阈值 THD 时取1,否则取0; THD 的取值为 n 个特征向量之间距离的平均值, i, j 取值为1到 $n, i \neq j$ 。

[0036] 当上式条件满足时,第 i 个特征模板被选为优质特征模板;不满足时,第 i 个模板即为异常值,被剔除。最终选出最优特征模板, $A_1, A_2, \dots, A_{n1},$ 其中 $n1 \leq n$ 。

[0037] 在本具体实施方式中,步骤202或302中所述的截取QT波段是以所述R波左侧90毫秒内的最小值点为Q波点,所述R波右侧300毫秒以内最大值点为T波峰值点,以所述T波峰值点右侧一阶差分首次由负到正的位置为所述T波形截止点,再通过波形矫正生成固定长度的所述QT波段。

[0038] 在本具体实施方式中,步骤202或302中所述预处理包括:对心电信号进行滤波处理,采集用户一定时长的心电信号,采用合适的滤波器滤出工频干扰、基线漂移及肌电干扰等噪声。优选地,对工频50Hz的频率点进行陷波,除去波形中50Hz工频干扰;使用截止频率40Hz的巴特沃斯低通滤波器滤除肌电干扰;使用大于1Hz的高通滤波器消除基线漂移。

[0039] 在一些实施例中,在步骤203或步骤303中所述特征提取还包括采用用于稀疏表示的区分字典学习算法获取,具体地,

$$[0040] \quad J_{(D,C)} = \arg \min_{(D,C)} \left\{ \sum_i \left(\frac{1}{2} \|X_i - DC_i\|_F^2 + \lambda \|C_i\|_0 \right) + \frac{\alpha}{2} \|D^T D - I\|_F^2 + \text{Verif}(X_i, X_j, D, C_i, C_j) \right\}$$

[0041] 其中, $J_{(D,C)}$ 是求解后的字典D和稀疏特征C, $\text{Verif}(X_i, X_j, D, C_i, C_j)$ 是特征区分属性, λ 为稀疏程度系数, α 为正则化系数, λ 和 α 取值范围都为0到1之间。

[0042] X_i 与 X_j 分别表示第i个和第j个QT波, C_i 和 C_j 分别表示与 X_i 和 X_j 相对应的稀疏特征。其中, $i \neq j$ 。

$$[0043] \quad \text{Verif}(X_i, X_j, D, C_i, C_j) = \begin{cases} \frac{1}{2} \|C_i - C_j\|_2^2 & \text{if } \text{label}(X_i) = \text{label}(X_j) \\ \frac{1}{2} \max(0, dm - \|C_i - C_j\|_2)^2 & \text{if } \text{label}(X_i) \neq \text{label}(X_j) \end{cases}$$

[0044] 其中,dm是设定的不同类之间的最小距离, $\text{label}(X_i)$ 表示 X_i 的类别编号。

[0045] s. t. $\|d_j\| = 1, 1 \leq j \leq l$

[0046] 其中, $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 表示n个QT波; $D = (d_1, d_2, \dots, d_l)$ 表示字典的维数,l为大于1的任意数值; $C = (C_1^T, C_2^T, \dots, C_l^T)^T$ 表示稀疏特征。

[0047] 在另一些实施例中,在步骤203或步骤303中所述特征提取包括以下步骤:

[0048] C1:确定截取心电信号上至少包括一个心电信息的窗口长度,窗口长度大于一个心拍长度,确保每个窗口至少包含一个心拍的完整信息。正常人的心跳在60-100次/分钟,特殊人群一般也在40次/分钟以上,因此窗口长度选择1-2秒以上,即可确保窗口中至少包含一个心拍的完整信息,这里一个心拍的完整信息,不局限于同一个心拍,也包含两个心拍的不同部分能够组合成一个心拍的完整信息。窗口d固定之后,训练和测试时窗口长度不再变化。

[0049] C2:根据确定好的窗口长度,滑动窗口,从心电信号的任意位置截取对应长度的心电窗口,截取心电窗口过程中,对窗口的起始点位置没有任何限制,在实时测试阶段尤为重要。

[0050] C3:将所述心电窗口划分为多个的定长片段,得到多个所述特征片段,每个心电窗口划分为n个任意定长片段,其中n大于或等于1,假设由窗口d截取的心电窗口为x,任意定长划分为n个特征片段 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$,任意定长片段指片段长度小于心电窗口长度且固定。

[0051] 特征片段通过全自动特征提取层包括两个阶段：卷积层和最大池层；其中：包括以下步骤：

[0052] A21：通过多个所述卷积层对所述特征片段进行并行卷积，得到多个向量值，此处为多个 $1 \times m$ 维向量值。其中卷积层个数为 n ，每个卷积层层数大于1，卷积核 K 为一维卷积核； n 个特征片段 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 通过卷积层后生成 n 个向量 $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ ，其中：

$$[0053] \quad c_i^2 = f(\sum x_i * K_i^1 + b_i^1);$$

$$[0054] \quad c_i^l = f(\sum c_i^{l-1} * K_i^{l-1} + b_i^{l-1});$$

[0055] 其中 i 取值范围为 $[1, n]$ ， l 为卷积层数， b 为偏置，初始值可置零。

[0056] n 个向量 $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 直接生成矩阵 $A = [c_1, c_2, \dots, c_n]_{m \times n}$ 。

[0057] A22：多个所述向量值通过所述最大池层生成深度融合特征。最大池核尺寸为 $1 \times n$ ，最大池核作用于矩阵 A 后生成深度融合特征 $\text{DeepFusionFeature} = [f_1, f_2, \dots, f_m]^T$ 。最大池核作用于矩阵 A ：

$$[0058] \quad f_i = \max(c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in});$$

[0059] A23：所述深度融合特征通过所述全连接层进行训练分类，输出分类判断结果，根据分类判断结果抽取所述全自动特征提取层作为所述特征提取器。

[0060] 在某些实施例中，基于心电认证的门禁系统的认证方法中特征提取的方法不同，包括：首先检测心电信号中各个基准点以提取出准周期性的心搏作为原始心电特征。心电信号是一种准周期的信号，但并不是整个心搏周期中的成分都具有特异性，其中每个心搏周期中的P波、QRS波群和T波包含了大部分的心电特异性信息。本发明实施例从连续的心电信号中截出各个心搏周期中的波段作为原始的心电特征。为此，要定位出心搏的基准点。此外，在后续的波形矫正环节，还需要进一步对P波和T波进行处理。因此，需要定位出这些波形的关键位置，将这些点统称为基准点。本发明实施例针对每个心搏检测的基准点包括：P波起点(Ps)和P波终点(Pe)，R波峰(R)，J波起点(J)，T波峰(Tp)和T波终点(Te)，共计6类基准点。

[0061] 其中，心电信号总体比较缓和，R波为最尖锐的部分。R波位于信号二阶差分的极小值位置，并且一阶差分为0。本发明实施例用原信号的二阶差分信号的极小值确定R波的粗略位置。定位出R波的粗略位置后，再根据R波幅值处于极大值位置这一特点，其一阶导数为0，在离散情况下，即一阶差分信号最接近于零的那一个，据此定位精确的R波峰位置。

[0062] 进一步地，以各R波左侧160-180毫秒范围内一处优选如170毫秒处为P波起点Ps；以各R波左侧80-100毫秒范围内一处优选如90毫秒处为P波终点Pe；以各R波峰右侧80-100毫秒范围内一处优选如90毫秒处为J波起点(J)；以各R波峰(R)右侧一段区域内的最大值为T波峰(Tp)，该段区域从J波起点开始到2/3个当前RR间期(即相邻两个R波峰之间的时长)处截止；以T波峰(Tp)右侧一阶差分信号首次由负到正的位置为T波终点(Te)。

[0063] 由于心率的变化，各个准周期内的心搏并不相同，因此本发明实施例提出了一种分段波形矫正的方法来消除心率变异的影响，矫正的基本方法是对原心搏信号进行分段重采样，具体的，对P波段进行上采样，经过上采样后延长P波段时长，统一为460-500毫秒，优选如480毫秒；对于QRS波段保持不变，例如长180毫秒；对于T波段，分别对其中J-Tp段和Tp-Tp段进行下采样，使得重采样后两小段各时长统一为10-20毫秒，优选如15毫秒。最终，矫正

后的心搏总长基本一致,例如为690毫秒。由于人在不同时间和经过不同运动后心率是不一样的,而这心率的差异不应该成为衡量人身份特征的标准。本发明以QRS波段为基准,生成一种方便检测的信号,心搏周期长度一致,从而消除心率变异带来的差异。

[0064] 波形矫正后的信号X,对X进行特征提取和特征重组,重组后特征F:

[0065] $F = \lambda_1 \times \text{PCA}(X) + \lambda_2 \times \text{LDA}(X) + \lambda_3 \times \text{DCT}(X)$

[0066] 其中, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 是特征重组系数,取值范围均为 $[0, 1]$,且满足 $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$ 。PAC(X)是对波形后的信号X进行PCA降维,LDA是对波形后的信号X进行线性判别分析降维,DCT是对波形后的信号X进行离散余弦变换。

[0067] 同时本发明还提供了采用上述任一认证方法的基于心电认证的门禁系统,如图3所示,包括电源供给装置101,连接主控制器106;心电采集设备102用来采集用户的心电信号,并传输到所述主控制器106;所述主控制器106对采集的心电信号进行预处理、特征提取、降维、生成特征模板、获取最佳阈值,进行心电注册或认证,并将所有数据储存在存储器105;按键103连接所述主控制器106,用来设定、更定门禁系统的工作状态;门锁器104连接所述主控制器106,用来打开门禁系统的开关或维持门禁系统关闭状态。

[0068] 进一步地,所述心电采集设备102是通过双电极进行心电信号采集。

[0069] 更进一步地,还包括传输装置107,用于将智能可穿戴设备采集的心电信号传输给主控制器106。优选地,所述传输装置107包括蓝牙或WIFI。

[0070] 优选地,基于心电认证的门禁系统还包括报警器108,所述报警器108连接所述主控制器,如果用户认证失败,则会发出警报。

[0071] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干等同替代或明显变型,而且性能或用途相同,都应当视为属于本发明的保护范围。

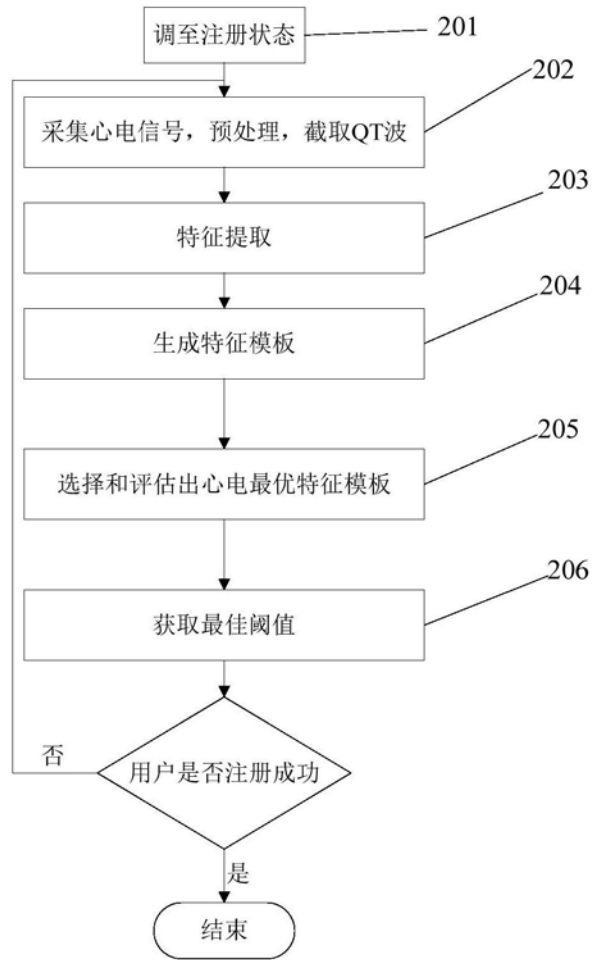


图1

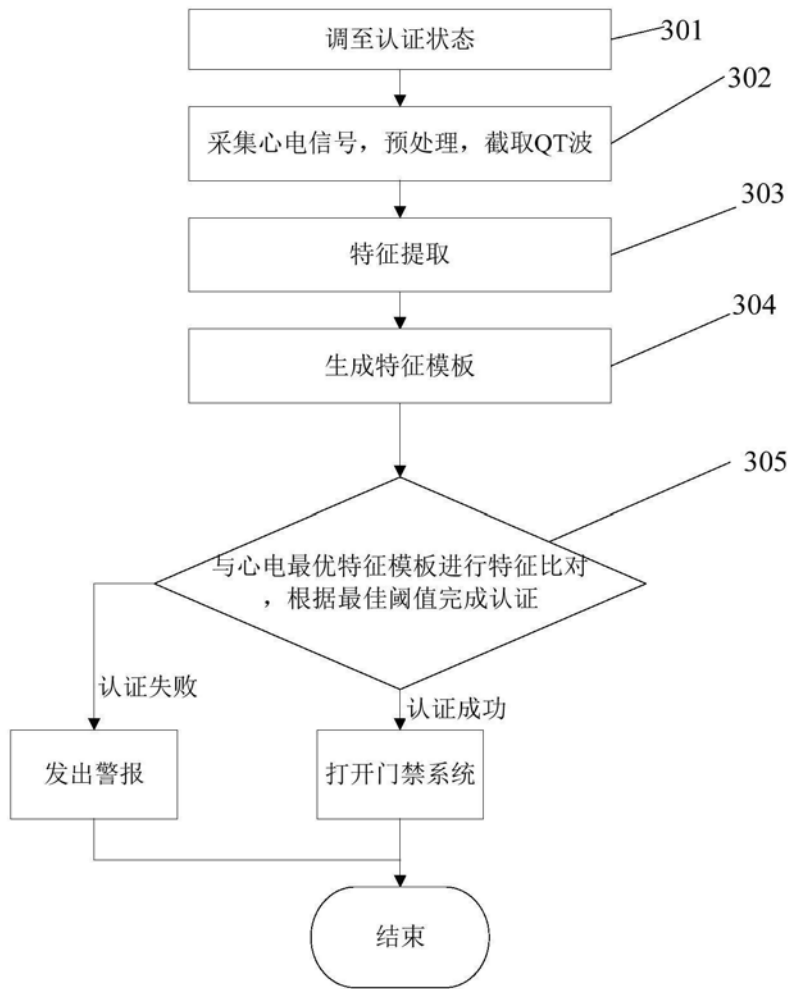


图2

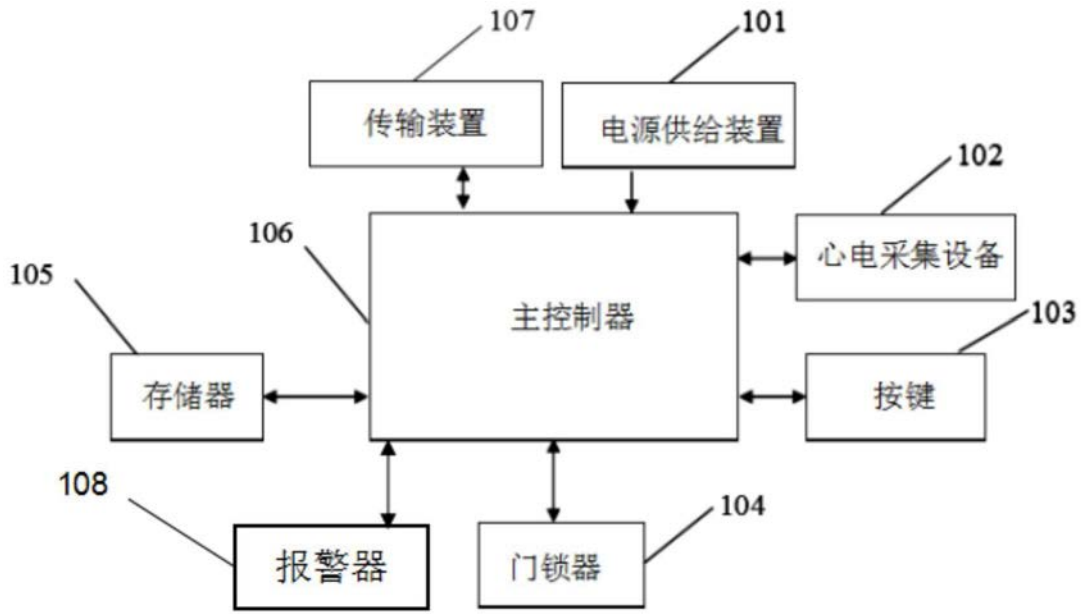


图3