



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101773394 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 201010033919. 2

(22) 申请日 2010. 01. 06

(73) 专利权人 中国航天员科研训练中心
地址 100193 北京市海淀区北清路 26 号院

(72) 发明人 杨向林 严洪 任兆瑞 宋晋忠
轩永 姚宇华 梁仲刚 李延军
杨辉

(74) 专利代理机构 北京国浩君伍知识产权代理
事务所(普通合伙) 11346
代理人 朱登河

US 6152883 A, 2000. 11. 28, 全文.

CN 1485789 A, 2004. 03. 31, 全文.

CN 1364276 A, 2002. 08. 14, 全文.

杨向林 等. 基于小波分解和数据融合方法的 ECG 身份识别. 《航天医学与医学工程》. 2009, 第 22 卷(第 4 期), 第 296-301 页.

杨向林 等. 基于小波分解和数据融合方法的 ECG 身份识别. 《航天医学与医学工程》. 2009, 第 22 卷(第 4 期), 第 296-301 页.

审查员 薛林

(51) Int. Cl.

A61B 5/117(2006. 01)

A61B 5/0402(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5872834 A, 1999. 02. 16, 全文.

CN 1931091 A, 2007. 03. 21, 说明书第 4 页到第 9 页, 图 2-8.

US 5179950 A, 1998. 02. 17, 说明书第 5 栏第 42 行到第 12 栏第 45 行, 图 1-11.

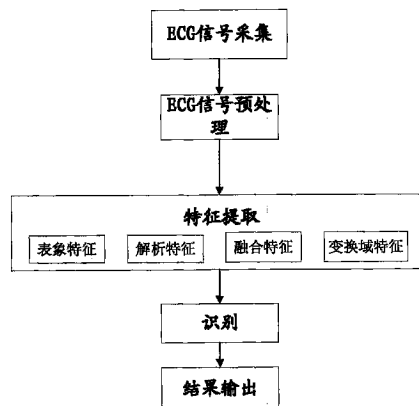
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 8 页

(54) 发明名称

身份识别方法及应用该方法的身份识别系统

(57) 摘要

本发明提出了一种身份识别方法, 该方法利用心电 (ECG) 信号进行身份识别, 包括如下步骤: (a) ECG 信号采集; (b) ECG 信号预处理, 其中对采集的 ECG 信号进行滤波; (c) 特征提取, 其中提取 ECG 信号的特征, 以此构建身份识别特征向量, 所构建的身份识别特征向量包括解析特征、表象特征、变换域特征和融合特征; (d) 识别步骤, 其中将待识别者的身份识别特征向量与预先存储在 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量进行对比; (e) 结果输出。本发明还提出了一种应用上述身份识别方法的身份识别系统。



1. 一种身份识别方法,其特征在于,该方法利用心电 (ECG) 信号进行身份识别,包括如下步骤:

(a) ECG 信号采集,其中采集人体的 ECG 信号;

(b) ECG 信号预处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波;

(c) 特征提取,其中提取 ECG 信号的特征,以此构建身份识别特征向量;这些特征向量包括的波形特征如下:

幅度特征:(1)PPL, (2)PQ, (3)PR, (4)PS, (5)PT, (6)QQ', (7)QR, (8)QS, (9)QT, (10)RS', (11)RS, (12)RT, (13)SS', (14)ST, 和 (15)TTR;

间期特征:(16)PLR, (17)PLP, (18)PLPR, (19)PLQ', (20)PR, (21)PPR, (22)PQ, (23)PT, (24)PRQ', (25)Q' S', (26)QR, (27)QS, (28)RS, (29)RT, (30)RTR, (31)ST, (32)S' TL, (33)S' TR, (34)TLT, (35)TLTR, (36)TTR; (37)PLQ, (38)PLTR, (39)PRR, (40)Q' Q, (41)RTL, (42)SS', (43)STL, 和 (44)RTR;

角度特征:(45) \angle SQR, (46) \angle QRS, 和 (47) \angle QSR;

面积特征:(48) $S \Delta$ QRS; 和

周长特征:(49) $L \Delta$ QRS;

(d) 识别步骤,其中将待识别者的身份识别特征向量与预先存储在 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量进行比对;

(e) 结果输出,即将上述识别步骤中的比对结果输出到外部设备,该比对结果包括确认或拒绝。

2. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,在上述特征提取步骤中,用于构建身份识别特征向量的特征包括 ECG 信号的解析特征、表象特征、变换域特征和融合特征,或者解析特征、表象特征、变换域特征和融合特征的任意组合。

3. 如权利要求 2 所述的身份识别方法,其特征在于,所述解析特征包括 ECG 信号的整个周期波形、多个周期波形的平均、周期波形的幅度、间期、面积、周长或角度,或者这些几何特征的任意组合。

4. 如权利要求 2 所述的身份识别方法,其特征在于,所述表象特征包括将 ECG 信号的解析特征通过主成分分析法、线性判别式法或者 KL 变换方法变换后的特征。

5. 如权利要求 2 所述的身份识别方法,其特征在于,所述变换域特征包括将 ECG 信号的解析特征通过小波变换、傅立叶变换、希尔伯特变换或者余弦变换对数据进行处理后在变换域上提取的特征。

6. 如权利要求 2 所述的身份识别方法,其特征在于,所述融合特征包括将上述解析特征、表象特征、变换域特征分别构建特征向量,然后采用特征融合方法进行数据融合,将数据融合后的特征向量作为身份识别特征向量。

7. 如权利要求 6 所述的身份识别方法,其特征在于,在所述身份识别方法中,另外提取其他生物身份识别特征,所述其他生物身份识别特征包括指纹、手纹、手形、静脉、血流、血球、血氧、毛孔、体温、皮肤湿度、皮肤阻抗、血氧饱和度、光电容积波、虹膜、耳廓、人脸、语音、步态、击键、签字中的一个或多个,将提取的 ECG 信号的解析特征、表象特征或者变换域特征,以及所述其他生物身份识别特征的一个或多个特征采用数据融合方法进行特征融合,将数据融合后的特征向量作为身份识别特征向量。

8. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,在 ECG 信号预处理步骤中,采用基于通带滤波法、小波变换滤波法、Hilbert-Huang 变换和自适应阈值的形态学滤波方法对 ECG 信号进行滤波。

9. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,还包括特征点检测步骤,其中采用三样条小波检测 ECG 信号的 R 波峰值,并且以 R 波的位置为基准搜索 Q 波、S 波的峰值。

10. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,在上述识别步骤中采用的识别方法包括聚类方法、模板匹配方法、神经网络方法、距离判别法、主元素分析法、线性判别分析法、K 阶邻接距法、支持矢量机法、人工智能法、模糊数学法、遗传算法、决策树法、统计决策法、Fisher 判别法或者相关系数阈值法。

11. 如权利要求 10 所述的身份识别方法,其特征在于,所述相关系数阈值法包括:

(1) 采用相关系数法计算 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量的相关系数,得到一个相关系数序列;

(2) 计算所述相关系数序列的平均值 ρ_{mean} ;

(3) 通过训练学习获取相关系数阈值 ρ_{th} , $\rho_{\text{th}} = t \times \rho_{\text{mean}}$, t 为一可变常数,根据实验调整参数 t 获取相关系数阈值 ρ_{th} ;

(4) 将待识别者的身份识别特征向量与 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量进行相关系数运算,求得最大相关系数 ρ_{max} ;

(5) 如果 $\rho_{\text{max}} \geq \rho_{\text{th}}$,则确认此待识别者为 ECG 特征模板库中的某个人并输出该人的信息,否则拒绝该人或者根据需要将该人信息加入 ECG 特征模板库。

12. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,采用一导联心电信号或多导联心电信号进行身份识别,其中的导联包括:常规 12 导联、Einthoven 导联体系、Frank 导联体系、加压肢体导联、心电 Holter 导联体系、航天导联,其中航天导联包括胸剑导联或胸腋导联。

13. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,在上述 ECG 信号采集步骤中,在人体的左手手指和右手手指、左手手掌和右手手掌或者左手手腕和右手手腕之间采集 ECG 信号。

14. 如权利要求 13 所述的身份识别方法,其特征在于,采用银-氯化银纽扣电极进行 ECG 信号采集,其中将两个电极分别置于双手的食指上,采集的 ECG 信号经过高增益的差分放大器进行处理,所述差分放大器的可变增益设置为 2000,带宽设置为 1-100Hz,采用陷波器滤除电力线干扰,信号采样用 1000Hz、12bit 的模数转换器,采集的 ECG 信号经前端放大器、运算放大器、滤波电路、A/D 转换器后以数字方式存储于 ECG 存储电路中。

15. 如权利要求 13 所述的身份识别方法,其特征在于,在采集 ECG 信号的同时采集指纹特征信号,并且利用采集的 ECG 信号和指纹特征信号进行组合身份识别。

16. 如权利要求 13 所述的身份识别方法,其特征在于,采用一导联手指 ECG 信号和一个或多个手指指纹特征信号相结合进行身份识别。

17. 如权利要求 1 所述的身份识别方法,其特征在于,该方法将 ECG 信号和包括指纹、手纹、手形、静脉、血流、血球、血氧、毛孔、体温、皮肤湿度、皮肤阻抗、血氧饱和度、光电容积波、虹膜、耳廓、人脸、语音、步态、击键、签字的生物特征或生物身份识别特征组合起来进行身份识别。

身份识别方法及应用该方法的身份识别系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种身份识别方法,更具体涉及一种利用心电信号进行身份识别的生物身份识别方法。本发明还涉及一种应用这种身份识别方法的身份识别系统。

背景技术

[0002] 随着计算机网络和电子技术的发展,出现了一种新的身份验证方法代替传统的口令和密码——生物身份识别技术。生物身份识别技术 (Biometric Identification Technology, BIT) 是指利用人体生物特征或行为特征进行身份认证的一种技术^[1]。生物特征是唯一的 (与他人不同),是可以测量或自动识别和验证的生理特性或行为方式,分为生理特征和行为特征。用于生物识别的生理特征有手形、手纹、指纹、脸型、虹膜、视网膜、脉搏、耳廓等,行为特征有签字、击键、声音、步态等。基于这些特征,人们已经发展了手形识别、指纹识别、面部识别、虹膜识别、签名识别、声音识别、步态识别及多种生物特征混合识别等诸多识别技术,其中虹膜识别和指纹识别被公认为最可靠的两种生物识别技术。

[0003] 目前,虽然很多生物识别技术有了很广泛的应用,但各种技术都存在各种各样的缺点。例如指纹识别的有效性得到了公认并几乎成为生物特征身份识别的代名词,但消耗大量的计算资源,传统上指纹用在侦察罪犯方面,有时会给采集者带来被怀疑犯罪等不舒服的感觉,同时存在利用假指或断指来钻空子的可能。人脸识别存在假面的伪造,声音可以被录音,虹膜要求强光对人眼带来不舒服的感觉,手写体有被模仿的隐患,因此各种识别技术都存在一定程度的缺点,这给安全系统带来极大隐患,因此需要研究新的识别技术或将几种识别技术融合为一体。本文介绍一种新的身份识别技术——基于 ECG (electrocardiogram, 心电图) 身份识别。心电身份识别是一种活体身份识别,它避免了指纹识别中假指或断指被不法分子利用的隐患,同时减少了计算、存储等资源消耗,而且 ECG 采集方便,甚至可以直接在两个指尖采集。

[0004] 心电信号是心脏除极和复极电活动的宏观波形表示,具有很强的规律性,是一种准周期信号。典型心电信号每一周期由 P 波、QRS 波、T 波和 U 波组成,各波形及区间分段名称如图 1 所示。心电图中的各波形是众多心肌细胞动作电位在体表的综合效应,P 波反映心房的除极过程,它的频率较低,主要在 10Hz-15Hz 之间;QRS 波反映了心室肌的除极过程,它的波形较陡峭,斜率较大,主要在 10Hz-40Hz 之间;T 波反映了心室肌的复极过程,频率主要在 10Hz-15Hz 之间;U 波产生机理不明,心房肌复极过程被 QRS 波掩盖而无法观测。

[0005] 心电信号满足生物身份识别的基本条件。正常人的心电图的 PQRST 波形在一定的时期内保持相对的恒定,即使虑、压力、运动时心率发生变化,但 QRS 波形仍然保持稳定,这样就保证了个体心电特征的稳定性。同时,个体心电图间差异主要受体型 (例如肥胖)、年龄、体重、性别、心脏位置、大小、心脏几何形状、胸部构造、运动状况、心脏生理特征等影响,因此同样满足生物身份识别的唯一性。

[0006] 利用心电信号进行身份识别具有如下优点:(1) ECG 信号只用于活体身份识别,一旦生命终结,心脏就停止工作,因此人的 ECG 信号很难剽窃;(2) ECG 信号是人体内部特征,

人的 ECG 信号和很多因素有关,每个人的 ECG 信号都不一样,因此 ECG 信号很难被别人仿制;(3) ECG 信号特征是人体固有的生物特征,不可能被忘掉或丢失;(4) ECG 身份识别可以和其他生物特征身份识别联合使用;(5) 在 ECG 生物识别技术中,训练时间比较理想, ECG 信号是一维信号,处理简单,数据量小,节省存储空间;(6) 识别率高;(7) 由于 ECG 信号频繁应用于病人的身体状况监测中,因此 ECG 身份识别在医疗保健应用中方便、有效,不需要附加数据就可以在医疗记录、药物管理或其他远程医疗中识别人的身份;(8) ECG 数据采集方便,可以在两手食指之间通过电极采集。

[0007] 因此,本发明提出了一种基于 ECG 信号的身份识别的方法和系统,可以克服传统生物身份识别技术的一个或多个缺点。

发明内容

[0008] 根据本发明,提出一种身份识别方法,该方法利用心电信号进行身份识别,包括如下步骤:(a) ECG 信号采集,其中采集人体的 ECG 信号;(b) ECG 信号预处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波;(c) 特征提取,其中提取 ECG 信号的特征,以此构建身份识别特征向量;(d) 识别步骤,其中将待识别者的身份识别特征向量与预先存储在 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量进行比对;(e) 结果输出,即将上述识别步骤中的比对结果输出到外部设备,该比对结果包括确认或拒绝。

[0009] 根据本发明的一个方面,在上述特征提取步骤中,用于构建身份识别特征向量的特征包括 ECG 信号的解析特征、表象特征、变换域特征和融合特征,或者解析特征、表象特征、变换域特征和融合特征的任意组合。

[0010] 根据本发明的一个方面,上述解析特征包括 ECG 信号的整个周期波形、多个周期波形的平均、周期波形的幅度、间期、面积、周长或角度,或者这些几何特征的任意组合。

[0011] 根据本发明的一个方面,上述表象特征包括将 ECG 信号的解析特征通过 PCA 法(主成分分析法)、LDA 法(线性判别式法)或者 KL 变换方法变换后的特征。

[0012] 根据本发明的一个方面,上述变换域特征包括将 ECG 信号的解析特征通过小波变换、傅立叶变换、希尔伯特变换或者余弦变换等方法对数据进行处理后在变换域上提取的特征。

[0013] 根据本发明的一个方面,上述融合特征包括将上述解析特征、表象特征、变换域特征进行数据融合后所得到的特征,在此过程中,提取 ECG 信号的解析特征、表象特征或者变换域特征分别构建特征向量,然后采用特征融合方法进行数据融合,将数据融合后的特征向量作为身份识别特征向量。

[0014] 根据本发明的一个方面,另外提取其他生物身份识别特征,所述其他生物身份识别特征包括指纹、手纹、手形、静脉、血流、血球、血氧、毛孔、体温、皮肤湿度、皮肤阻抗、血氧饱和度、光电容积波、虹膜、耳廓、人脸、语音、步态、击键、签字中的一个或多个,将提取的 ECG 信号的解析特征、表象特征或者变换域特征,以及所述其他生物身份识别特征的一个或多个特征采用数据融合方法进行特征融合,将数据融合后的特征向量作为身份识别特征向量。

[0015] 根据本发明的一个方面,在上述 ECG 信号预处理步骤中,采用基于通带滤波法、小波变换滤波法或 Hilbert-Huang 变换和自适应阈值的形态学滤波方法对 ECG 信号进行滤

波。

[0016] 根据本发明的一个方面,上述身份识别方法还包括特征点检测步骤,其中采用三条小波检测 ECG 信号的 R 波峰值,并且以 R 波的位置为基准搜索 Q 波、S 波的峰值。

[0017] 根据本发明的一个方面,在上述识别步骤中采用的识别方法包括聚类方法、模板匹配方法、神经网络方法、距离判别法、主元素分析法、线性判别分析法、K 阶邻接距法、支持矢量机法、人工智能法、模糊数学法、遗传算法、决策树法、统计决策法、Fisher 判别法或者相关系数阈值法。

[0018] 根据本发明的一个方面,上述相关系数阈值法包括:(1)采用相关系数法计算 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量的相关系数,得到一个相关系数序列;(2)计算所述相关系数序列的平均值 ρ_{mean} ;(3)通过训练学习获取相关系数阈值 ρ_{th} , $\rho_{\text{th}} = t \times \rho_{\text{mean}}$, t 为一可变常数,根据实验调整参数 t 获取相关系数阈值 ρ_{th} ;(4)将待识别者的身份识别特征向量与 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量进行相关系数运算,求得最大相关系数 ρ_{max} ;(5)如果 $\rho_{\text{max}} \geq \rho_{\text{th}}$,则确认此待识别者为 ECG 特征模板库中的某个人并输出该人的信息,否则拒绝该人或者根据需要将该人信息加入 ECG 特征模板库。

[0019] 根据本发明的一个方面,优选采用一导联心电信号或多导联心电信号进行身份识别,其中的导联包括:医用 12 导联、Einthoven 导联体系、Frank 导联体系、加压肢体导联、心电 Holter 导联体系、航天导联,其中航天导联包括胸剑导联或胸腋导联。

[0020] 根据本发明的一个方面,在上述 ECG 信号采集步骤中,优选在人体的左手手指和右手手指、左手手掌和右手手掌或者左手手腕和右手手腕之间采集 ECG 信号。

[0021] 根据本发明的一个方面,在上述 ECG 信号采集步骤中,采用银-氯化银纽扣电极进行 ECG 信号采集,其中将两个电极分别置于双手的食指上,采集的 ECG 信号经过高增益的差分放大器进行处理,所述差分放大器的可变增益设置为 2000,带宽设置为 1-100Hz,采用陷波器滤除电力线干扰,信号采样用 1000Hz、12bit 的模数转换器,采集的 ECG 信号经前端放大器、运算放大器、滤波电路、A/D 转换器后以数字方式存储于 ECG 存储电路中。

[0022] 根据本发明的一个方面,优选在采集 ECG 信号的同时采集指纹特征信号,并且利用采集的 ECG 信号和指纹特征信号进行组合身份识别。

[0023] 根据本发明的一个方面,优选采用一导联手指 ECG 信号和一个或多个手指指纹特征信号相结合进行身份识别。

[0024] 根据本发明的一个方面,将 ECG 信号和包括指纹、手纹、手形、静脉、血流、血球、血氧、毛孔、体温、皮肤湿度、皮肤阻抗、血氧饱和度、光电容积波、虹膜、耳廓、人脸、语音、步态、击键、签名的生物特征或生物身份识别特征组合起来进行身份识别。

[0025] 根据本发明的一个方面,提出一种身份识别方法,该方法将心电 (ECG) 特征和指纹特征结合起来进行身份识别,包括前后顺序进行的 ECG 身份识别过程和指纹识别过程,其中包括如下步骤:(a)信号采集,其中同步采集人体的 ECG 信号和指纹图像;(b)ECG 信号预处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波;(c)ECG 特征提取,其中提取 ECG 特征,建立 ECG 特征向量;(d)ECG 身份识别,其中将待识别者的 ECG 特征向量与预先存储在 ECG 特征模板库中的 ECG 特征向量进行比对,当 ECG 身份识别成功时进行下一步的指纹识别过程,否则进行报警或禁止处理;(e)指纹图像预处理,其中对指纹图像进行预处理;(f)指纹特征提取,其中提取指纹特征,建立指纹特征向量;(g)指纹识别,其中将待识别者的指纹特征向量与预

先存储在指纹特征模板库中的指纹特征向量进行比对,当指纹身份识别成功时确认待识别者的身份,否则进行报警或禁止处理。

[0026] 根据本发明的一方面,提出一种身份识别方法,该方法将心电(ECG)特征和指纹特征结合起来进行身份识别,其中 ECG 身份识别过程和指纹识别过程同步进行,包括如下步骤:(a) 信号采集,其中同步采集人体的 ECG 信号和指纹图像;(b) ECG 信号预处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波;(c) ECG 特征提取,其中提取 ECG 特征;(d) 指纹图像预处理,其中对指纹图像进行预处理;(e) 指纹特征提取,其中提取指纹特征;(f) 指纹特征和 ECG 特征融合,其中基于所提取的指纹特征和 ECG 特征,采用组合特征方法进行数据融合,将数据融合后的特征向量作为身份识别特征向量;(g) 识别过程,即将待识别者的身份识别特征向量与预先存储在特征模板库中的身份识别特征向量进行比对,当身份识别成功时确认待识别者的身份,否则进行报警或禁止处理。

[0027] 根据本发明的一个方面,上述身份识别方法还可包括系统管理员身份注册过程,该过程包括如下步骤:(1) 检索管理员信息,当检索到冲突时进行防冲突处理,否则进行下一步骤;(2) ECG 信号和指纹图像采集,其中同步采集管理员的 ECG 信号和指纹图像;(3) ECG 特征处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波并且提取 ECG 特征,建立 ECG 特征向量;(4) 指纹特征处理,其中对指纹图像进行处理,并且提取指纹特征,建立指纹特征向量;(5) 将在上述步骤中建立的 ECG 特征向量和指纹特征向量保存到特征模板库中。

[0028] 根据本发明的一个方面,上述身份识别方法还可包括合法身份授权处理过程,该过程包括如下步骤:(1) 采集管理员信息;(2) 管理员身份识别,当身份合法时进行下一步的 ECG 信号和指纹图像采集过程,否则进行非法授权处理;(3) ECG 信号和指纹图像采集,其中同步采集被授权人的 ECG 信号和指纹图像;(4) ECG 特征处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波并且提取 ECG 特征,建立 ECG 特征向量;(5) 指纹特征处理,其中对指纹图像进行处理,并且提取指纹特征,建立指纹特征向量;(6) 将在上述步骤中建立的 ECG 特征向量和指纹特征向量保存到特征模板库中。

[0029] 根据本发明的一个方面,提出一种应用上述身份识别方法的身份识别系统,该身份识别系统包括:ECG 传感器模块,用于采集人体的 ECG 信号;ECG 信号预处理模块,用于消除 ECG 信号的噪声;ECG 特征提取模块,用于提取 ECG 信号的特征,构建身份识别特征向量;ECG 匹配模块,用于将提取出的 ECG 特征和特征模板库中的 ECG 特征进行比较;ECG 数据库模块,该用于存储注册用户的 ECG 特征模板。

[0030] 根据本发明,以上所述的身份识别方法和身份识别系统可应用于医疗管理、汽车驾驶、计算机登录、网络安全、移动终端、公安、金融、海关、门禁领域中。

附图说明

[0031] 图 1 是一个周期的理想心电信号的波形图。

[0032] 图 2 是根据实施方式一的身份识别方法的流程图。

[0033] 图 3 是 ECG 信号采集存储流程图。

[0034] 图 4-6 是用于说明 ECG 信号的解析特征的示意图。

[0035] 图 7 是胸剑和胸腋导联的电极位置示意图。

[0036] 图 8 是常见的几种胸腋导联心电图的图形。

- [0037] 图 9 是常见的几种胸剑导联心电图的图形。
- [0038] 图 10 是根据实施方式二的身份识别方法的流程图。
- [0039] 图 11 是根据实施方式三的身份识别方法的流程图。
- [0040] 图 12 是根据实施方式四的系统管理员身份注册过程的流程图。
- [0041] 图 13 是根据实施方式五的合法身份授权处理过程的流程图。
- [0042] 图 14 示出了根据本发明的身份识别系统的一种实施方式的结构框图。
- [0043] 图 15 示出了根据本发明的身份识别系统的另一种实施方式的结构框图。
- [0044] 图 16 示出了根据本发明的身份识别系统的另一种实施方式的结构框图。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图描述根据本发明的身份识别方法的优选实施方式。

[0046] 实施方式一

[0047] 根据本实施方式的身份识别方法包括 ECG 信号输入、ECG 信号预处理、特征提取、识别、结果输出等过程。根据本实施方式的身份识别方法的流程图如图 2 所示。下面对这些过程分别进行描述。

[0048] 1、ECG 信号采集

[0049] 本发明利用牛津仪器公司的 Medilog AR12(holter) 进行心电采集,采样频率为 1024Hz,量化为 16bit。当然,利用其他仪器、或采用不同的采样频率和比特率也可以,只要能实现本发明即可。每个人采集两段心电信号,每段心电信号 2 分钟,两段心电信号时间间隔一天以上,以保证该方法在心率变异性下 ECG 身份识别的健壮性。取 30 段不同实验者心电建立身份识别库,另外 40 段心电数据用于测试身份识别的正确率、漏判和误判概率。

[0050] 根据本发明,可以在人体的左手手指和右手手指之间采集 ECG 信号,例如可采用银-氯化银纽扣电极进行 ECG 信号采集,其中将两个电极分别置于双手的食指上。采集的 ECG 信号经过高增益的差分放大器进行处理。所述差分放大器的可变增益可设置为 2000,带宽设置为 1-100Hz,采用陷波器滤除电力线干扰,信号采样用 1000Hz、12bit 的模数转换器。采集的 ECG 信号经前端放大器、运算放大器、滤波电路、A/D 转换器后以数字方式存储于 ECG 存储电路中,如图 3 所示。

[0051] 在本发明中,可采用一导联心电信号或多导联心电信号进行身份识别,其中的导联包括:医用 12 导联、Einthoven 导联体系、Frank 导联体系、加压肢体导联、心电 Holter 导联体系、航天导联(包括胸剑、胸腋导联)等。图 7 是胸剑和胸腋导联的电极位置示意图,图 8、9 是常见的胸腋、胸剑导联心电图图形。

[0052] 2、ECG 信号预处理

[0053] ECG 信号预处理主要是进行滤波。在本发明中,可采用无限脉冲响应(IIR)椭圆滤波器对 50Hz 工频进行滤波,采用小波变换消除基线漂移和高频肌电干扰,小波基函数选用 Daubechies 紧支正交小波,小波阶数选为 3 阶。ECG 采样率为 1024Hz,根据 Nyquist 采样定律,频谱的最高频率为 512Hz,故分解层数选为 9,对 D9、D8、D7、D6、D5、D4 进行重构,获得滤波后 ECG 信号。

[0054] 也可以采用基于 Hilbert-Huang 变换和自适应阈值的形态学滤波方法对 ECG 信号进行滤波。该方法利用经验模态分解(EMD)方法将 ECG 信号分解为不同频段的固有模态函

数 (IMF), 再根据 Hilbert 谱分析三种噪声的频段分布特点, 最后有针对性的采用自适应阈值形态学滤波、平滑滤波等方法分别消噪。

[0055] 3、特征提取

[0056] 特征提取的目的是构建用于身份识别的特征向量, 可用于构建身份识别特征向量的特征可包括 ECG 信号的解析特征、表象特征、变换域特征和融合特征, 或者上述特征的任意组合。以下对这些特征分别介绍。

[0057] 3.1 解析特征

[0058] 在本发明中, 解析特征是指 ECG 信号周期波形的幅度、间期、面积、周长、角度等相关几何特征, 解析特征也可称为波形特征。如图 4-6 所示, 这些几何特征主要包括但不限于: 1. PPL, 2. PQ, 3. PR, 4. PS, 5. PT, 6. QQ', 7. QR, 8. QS, 9. QT, 10. RS', 11. RS, 12. RT, 13. SS', 14. ST, 15. TTR 等幅度特征, 以及 16. PLR, 17. PLP, 18. PLPR, 19. PLQ', 20. PR, 21. PPR, 22. PQ, 23. PT, 24. PRQ', 25. Q' S', 26. QR, 27. QS, 28. RS, 29. RT, 30. RTR, 31. ST, 32. S' TL, 33. S' TR, 34. TLT, 35. TLTR, 36. TTR, 37. PLQ, 38. PLTR, 39. PRR, 40. Q' Q, 41. RTL, 42. SS', 43. STL, 44. RTR 等间期特征, 以及 QRS 波中以 Q、R、S 三点构成的三角形的角度、面积、周长、重心、垂心、内心等特征, 例如 45. $\angle SQR$, 46. $\angle QRS$, 47. $\angle QSR$, 48. $S \triangle QRS$ (三角形 QRS 的面积), 49. $L \triangle QRS$ (三角形 QRS 的周长) 等。在根据本发明的方法中, 可以提取上述几何特征的一个或多个, 构建用于身份识别的特征向量矩阵。

[0059] 3.2 表象特征

[0060] 在本发明中, 表象特征是指将上述 ECG 信号的解析特征通过 PCA 法 (主元素分析法)、LDA 法 (线性判别分析法)、KL 法等方法变换后的特征。在进行表象特征选择后, 可降低数据维数, 去掉冗余和不重要信息, 提取用于身份识别的适当特征。

[0061] 3.3 变换域特征

[0062] 在本发明中, 变换域特征是指将 ECG 信号的上述解析特征通过小波变换、傅立叶变换、希尔伯特变换、余弦变换等各种变换方法处理后提取的特征。通过变换域特征提取可以找到新的 ECG 身份识别特征, 变换域特征的优点是波形稳定。以下对小波变换进行简要描述。

[0063] Daubechies 小波简称为 dbN 小波, N 为小波阶数, 本发明优选 db3 小波作为小波基。该小波与 ECG 波形相似, 满足小波基选择的相似性; 该小波基支撑长度为 5, 较短的支撑长度消耗较短的计算时间; 较高的消失矩保证较多的小波系数为零或近似为零, 有利于特征提取与数据压缩。将 ECG 信号的时域波形进行 6 级小波分解, 取分解系数的 cA6、cD6、cD5、cD4、cD3 后四级的系数作为特征向量。变换后由小波系数组成的特征向量波形内容丰富, 不同试验者小波分解系数波形较时域波形差异更加显著, 并且同一试验者各心拍小波分解系数波形更加稳定, 差异减小。因此选用变换后小波分解系数作为特征向量有益于 ECG 身份识别。

[0064] 3.3 融合特征

[0065] 在本发明中, 融合特征是指将上述解析特征、表象特征、变换域特征进行数据融合后所得到的特征, 其中提取上述解析特征、表象特征、变换域特征分别构建特征向量矩阵, 将这些特征向量矩阵采用组合特征方法进行数据融合, 将构造的新矩阵作为融合特征向量进行 ECG 身份识别。采用融合特征进行身份识别抗噪声能力增强, 并且在心率变异性下仍

保持较高的识别率。

[0066] 4、识别

[0067] 在识别过程中,要对待识别者的 ECG 信号与预先存储在特征模板库中的 ECG 身份信息进行比对。在识别过程中采用的识别方法可包括聚类方法、模板匹配方法、神经网络方法、距离判别法(马氏、欧式等距离判别法)、主元素分析法、线性判别分析法、K 阶邻接距法、支持向量机法、人工智能法、模糊数学法、遗传算法、决策树法、统计决策法、Fisher 判别法、相关系数阈值法等。

[0068] 其中,相关系数阈值法的具体识别过程如下:(1)采用相关系数法计算 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量的相关系数,得到一个相关系数序列;(2)计算所述相关系数序列的平均值 ρ_{mean} ;(3)通过训练学习获取相关系数阈值 ρ_{th} , $\rho_{\text{th}} = t \times \rho_{\text{mean}}$, t 为一可变常数,根据实验调整参数 t 获取相关系数阈值 ρ_{th} ;(4)将待识别者的身份识别特征向量与 ECG 特征模板库中的身份识别特征向量进行相关系数运算,求得最大相关系数 ρ_{max} ;(5)如果 $\rho_{\text{max}} \geq \rho_{\text{th}}$,则确认此待识别者为 ECG 特征模板库中的某个人并输出该人的信息,否则拒绝该人或者根据需要将该人信息加入 ECG 特征模板库。

[0069] 实施方式二

[0070] 根据本实施方式的身份识别方法除了包括上述基于 ECG 信号的身份识别方法之外,还包括指纹识别方法,即通过 ECG 信号和指纹特征进行组合身份识别。在此实施方式中,包括前后顺序进行的 ECG 身份识别过程和指纹识别过程,其中包括如下步骤:(a)信号采集,其中同步采集人体的 ECG 信号和指纹图像;(b)ECG 信号预处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波;(c)ECG 特征提取,其中提取 ECG 特征,建立 ECG 特征向量;(d)ECG 身份识别,其中将待识别者的 ECG 特征向量与预先存储在 ECG 特征模板库中的 ECG 特征向量进行比对,当 ECG 身份识别成功时进行下一步的指纹识别过程,否则进行报警或禁止处理;(e)指纹图像预处理,其中对指纹图像进行预处理;(f)指纹特征提取,其中提取指纹特征,建立指纹特征向量;(g)指纹识别,其中将待识别者的指纹特征向量与预先存储在指纹特征模板库中的指纹特征向量进行比对,当指纹身份识别成功时确认待识别者的身份,否则进行报警或禁止处理。

[0071] 根据本实施方式的身份识别方法的流程图如图 11 所示。

[0072] 在此实施方式中,可采用一导联手指 ECG 信号和一个或两个手指指纹特征信号相结合进行身份识别。

[0073] 实施方式三

[0074] 在此实施方式中,同样采用 ECG 信号和指纹特征进行组合身份识别。此实施方式与实施方式二的区别在于,在此实施方式中,不是分别进行基于 ECG 信号的身份识别和指纹识别,而是将提取的指纹特征和 ECG 特征进行数据融合,将数据融合后所建立的特征向量作为身份识别特征向量。具体来说该方法包括如下步骤:(a)信号采集,其中同步采集人体的 ECG 信号和指纹图像;(b)ECG 信号预处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波;(c)ECG 特征提取,其中提取 ECG 特征;(d)指纹图像预处理,其中对指纹图像进行预处理;(e)指纹特征提取,其中提取指纹特征;(f)指纹特征和 ECG 特征融合,其中基于所提取的指纹特征和 ECG 特征,采用组合特征方法进行数据融合,将数据融合后的特征向量作为身份识别特征向量;(g)识别过程,即将待识别者的身份识别特征向量与预先存储在特征模板库中的身份

识别特征向量进行比对,当身份识别成功时确认待识别者的身份,否则进行报警或禁止处理。

[0075] 根据本实施方式的身份识别方法的流程图如图 12 所示。

[0076] 实施方式四

[0077] 在此实施方式中,除了包括实施方式二或三所列步骤之外,还包括系统管理员身份注册过程,该过程包括如下步骤:(1)检索管理员信息,当检索到冲突时进行防冲突处理,否则进行下一步骤;(2)ECG 信号和指纹图像采集,其中同步采集管理员的 ECG 信号和指纹图像;(3)ECG 特征处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波并且提取 ECG 特征,建立 ECG 特征向量;(4)指纹特征处理,其中对指纹图像进行处理,并且提取指纹特征,建立指纹特征向量;(5)将在上述步骤中建立的 ECG 特征向量和指纹特征向量保存到特征模板库中。

[0078] 根据本实施方式的系统管理员身份注册过程的流程图如图 12 所示。

[0079] 实施方式五

[0080] 在此实施方式中,除了包括实施方式二或三所列步骤之外,还包括合法身份授权处理过程,该过程包括如下步骤:(1)采集管理员信息;(2)管理员身份识别,当身份合法时进行下一步的 ECG 信号和指纹图像采集过程,否则进行非法授权处理;(3)ECG 信号和指纹图像采集,其中同步采集被授权人的 ECG 信号和指纹图像;(4)ECG 特征处理,其中对采集的 ECG 信号进行滤波并且提取 ECG 特征,建立 ECG 特征向量;(5)指纹特征处理,其中对指纹图像进行处理,并且提取指纹特征,建立指纹特征向量;(6)将在上述步骤中建立的 ECG 特征向量和指纹特征向量保存到特征模板库中。

[0081] 根据本实施方式的合法身份授权处理过程的流程图如图 13 所示。

[0082] 实施方式六

[0083] 在本实施方式中,提出了一种应用根据本发明的身份识别方法的 ECG 身份识别系统,该身份识别系统主要包括以下几个模块:

[0084] (1)ECG 传感器模块,该模块用来采集用户的 ECG 信号。

[0085] (2)ECG 信号预处理模块,该模块主要用于消除 ECG 信号噪声,ECG 消噪主要消除 ECG 信号采集中的工频干扰(50Hz 或 60Hz)、严重的肌电干扰(10 ~ 300Hz)、患者呼吸和运动引起的基线漂移干扰(0.05 ~ 2Hz)等。

[0086] (3)ECG 特征提取模块,该模块对预处理后的 ECG 信号进一步处理,从中提取出一系列显著的或易于鉴别的特征。例如从 ECG 信号中提取 QRS 波的间期和幅度等特征。

[0087] (4)ECG 匹配模块,该模块将提取出的特征和模板库中的 ECG 特征进行比较,以得出匹配相关度。该模块也称为判定模块,用户的身份通过匹配相关数等参数进行验证或识别。

[0088] (5)ECG 数据库模块,该模块用于存储注册用户的 ECG 特征模板。注册用户单元对记录在 ECG 身份识别系统数据库的信息负责。在注册登记阶段,个人的 ECG 信息通过传感器采集,采集可根据应用需要决定是否安排人员监督。在连续输入阶段为了确保对所获样本进行可靠处理,根据需要可设置一些质量检查装置。为了减轻匹配复杂度,输入的样本会被进一步提取,得到一个压缩的,更易观察的样本,称之为模板。依赖于不同的应用背景,模板会被存储在生物特征系统数据库中或者记录个人的智能卡中。一般情况下,考虑到观察到的生物特征会发生变化,数据库中会记录个人的多个特征模板,并且,数据库中的模板也

会随着时间不断更新。

[0089] ECG 身份识别系统本质上是一个身份鉴别的模式识别系统。系统首先得到人体的 ECG 信号,并从中提取出所需的数据特征,然后与数据库中的特征模板进行比较。根据系统的应用需求,ECG 身份识别系统通常工作于验证模式或识别模式。用户注册登记是两种模式工作的前提。

[0090] 验证模式,即一对一比对,也称为 1:1 模式 (one-to-one matching)。这种模式下,现场采集到的生物特征与保存在模板数据库中的一个生物特征进行比对。作为验证条件,个体的生物特征数据已经存储在数据库中,并与唯一的个人识别码 (ID 或者 PIN) 建立联系。验证时,先验证识别码,然后利用现场采集的生物特征与数据库中和识别码对应的生物特征进行匹配,从而达到身份验证的目的。验证模式通常用于确定性识别,目的是为了进行身份确认,防止多人用同一个身份。

[0091] 识别模式,即一对多比对,也称为 1:N 模式 (one-to-many matching)。该模式下,将现场采集到的生物特征与模板数据库中的生物特征逐一对比,从中找出相匹配的生物特征信息,从而达到确认个人身份的目的。识别模式的目的是防止一个人使用多个身份。

[0092] 图 14 示出了一种根据本发明的身份识别系统。在图 14 所示的身份识别系统中,采集装置实现心电信号的采集。处理装置完成信号预处理及特征提取,将提取的特征值送到识别装置,识别装置完成与模板库的比对,并给出识别结果,将识别结果输出到监视装置或者控制装置。

[0093] 图 15 示出了另一种根据本发明的身份识别系统。在图 15 所示的身份识别系统中,采集装置完成心电信号与指纹的并行的采集。心电处理装置完成心电信号预处理及特征提取,将提取到的心电特征值送到分别送到识别模块进行识别,若识别错误,直接将结果输出不再启动指纹识别。若识别结果正确则启动指纹识别,并将指纹识别结果与心电识别结果进行比对,并给出识别结果,将识别结果输出到监视装置或者控制装置。

[0094] 图 16 示出了另一种根据本发明的身份识别系统。在图 16 所示的身份识别系统中,采集装置完成心电信号与指纹的并行的采集。处理装置完成信号预处理及特征提取,将提取到的心电与指纹的特征值分别送到特征融合模块,特征融合模块完成心电特征值与指纹特征值的融合,将融合结果送到识别装置,识别装置完成与模板库的比对,并给出识别结果,将识别结果输出到监视装置或者控制装置。

[0095] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式,并非用来限定本发明的实施范围;凡是依本发明所作的等同变化与修改,都在本发明的保护范围之内。

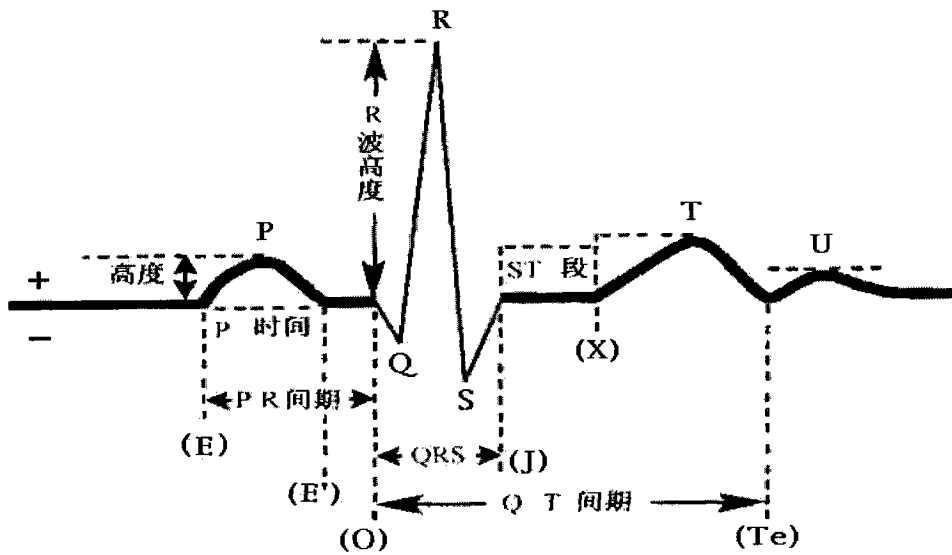


图 1

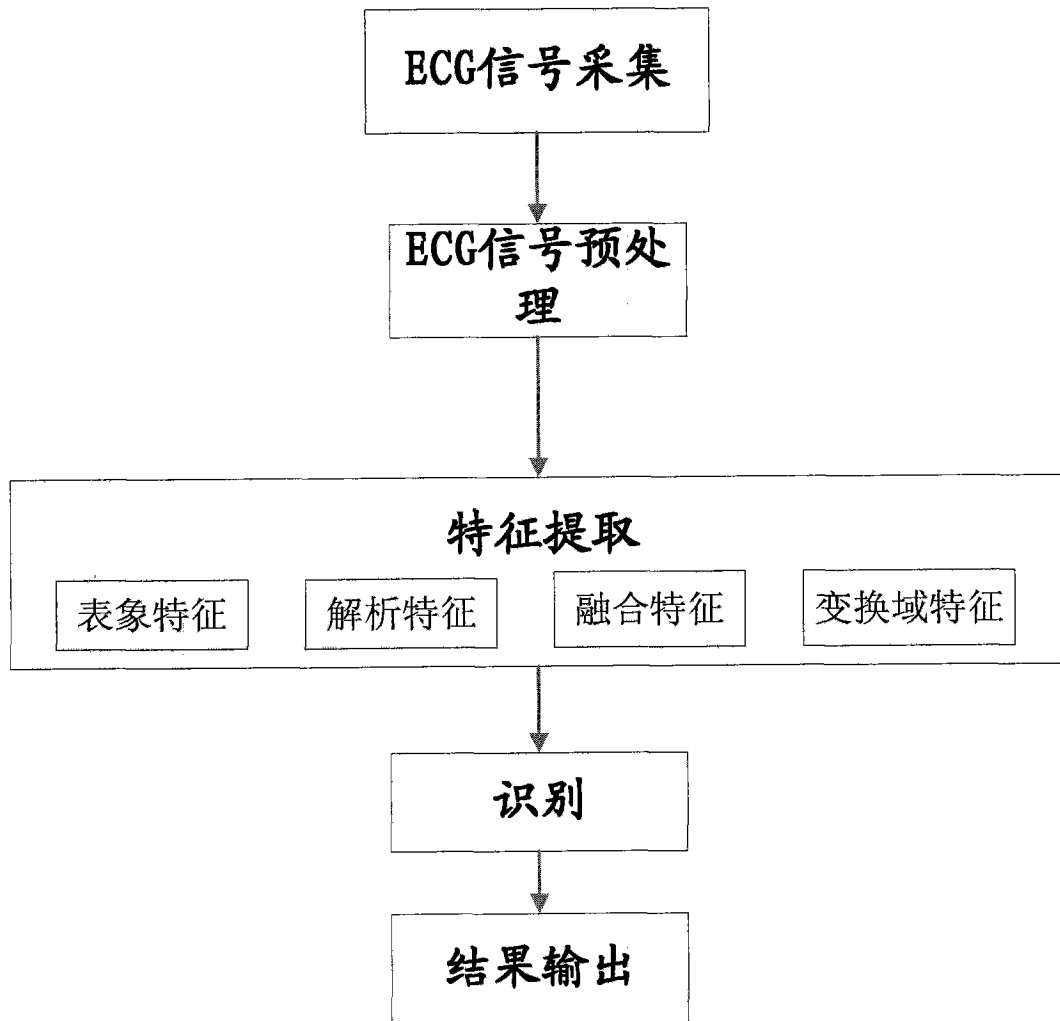


图 2

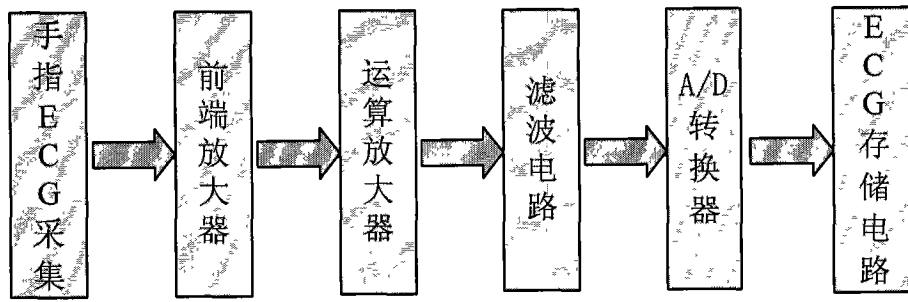


图 3

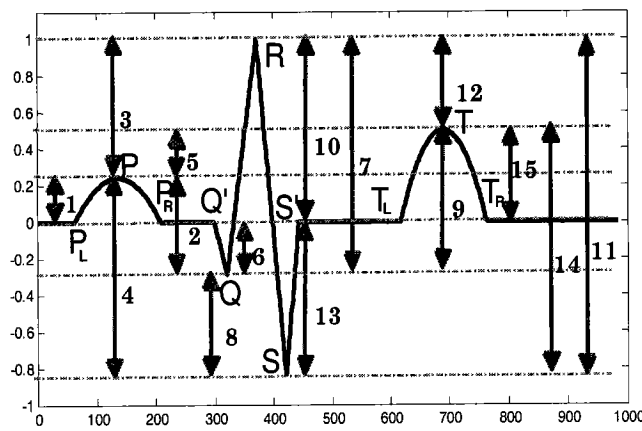


图 4

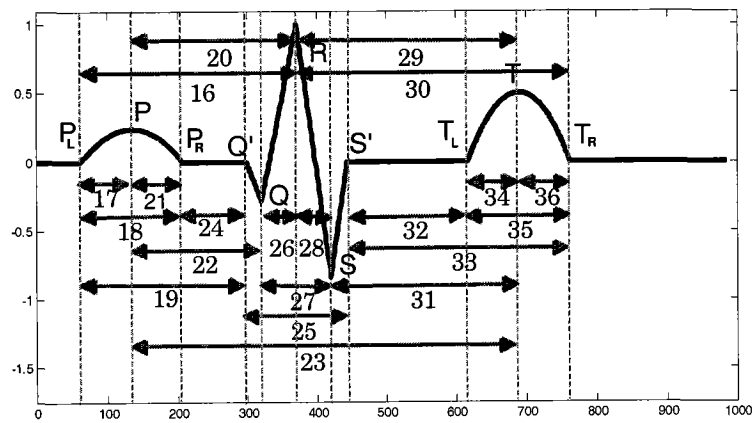


图 5

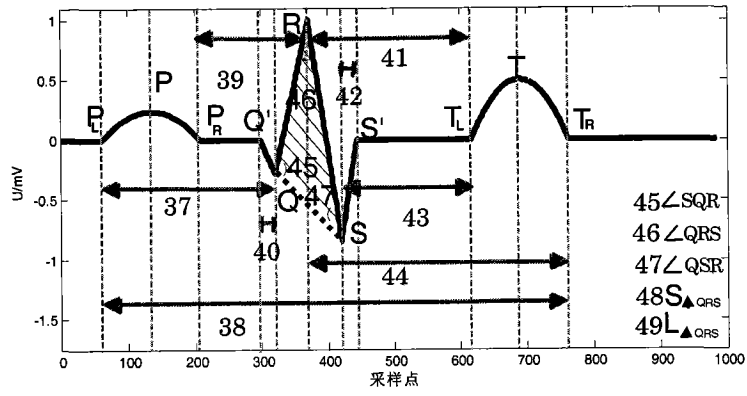


图 6

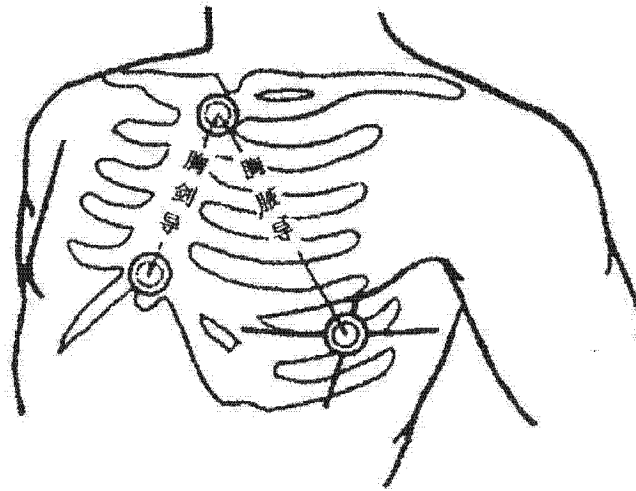


图 7

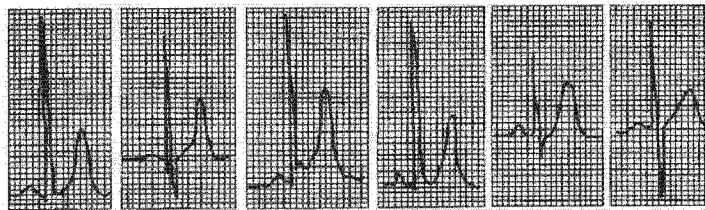


图 8

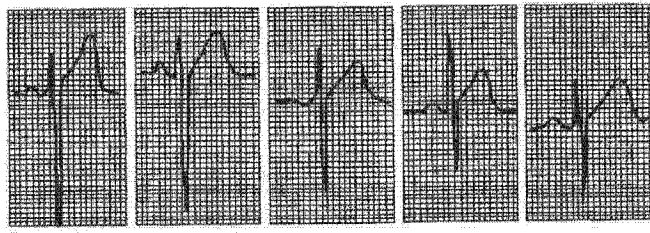


图 9

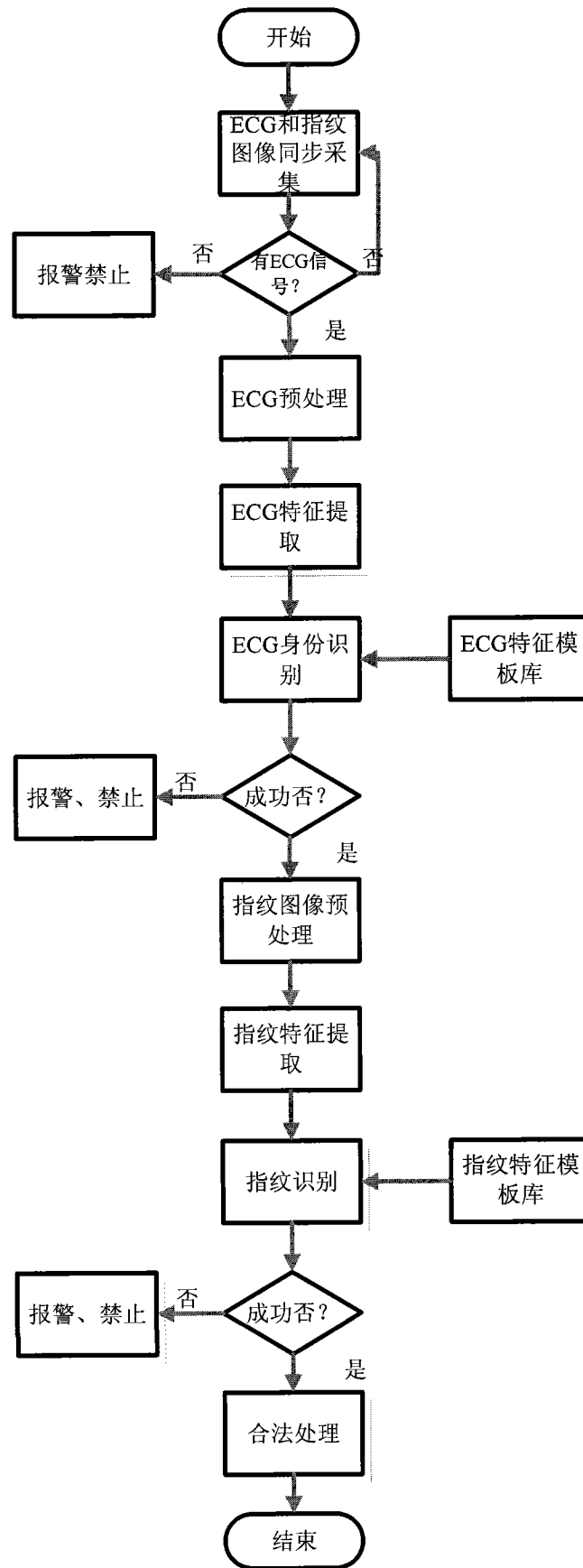


图 10

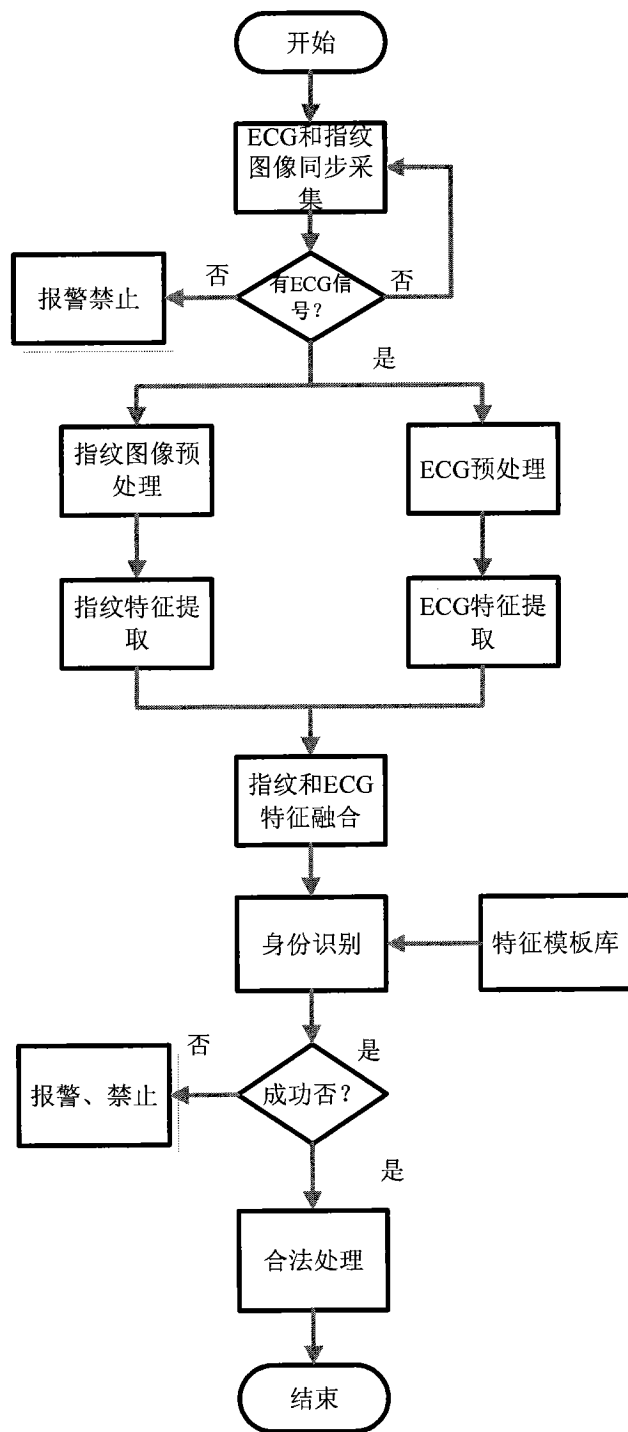


图 11

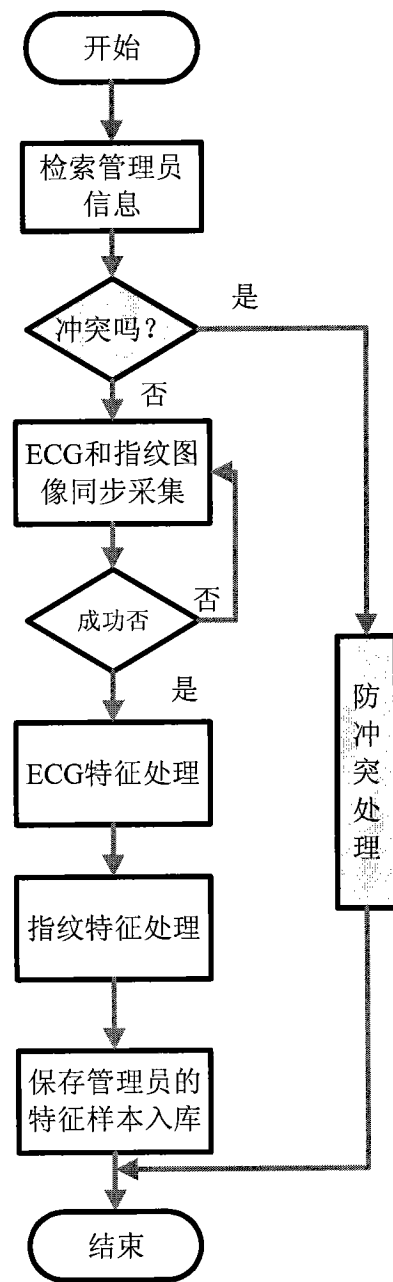


图 12

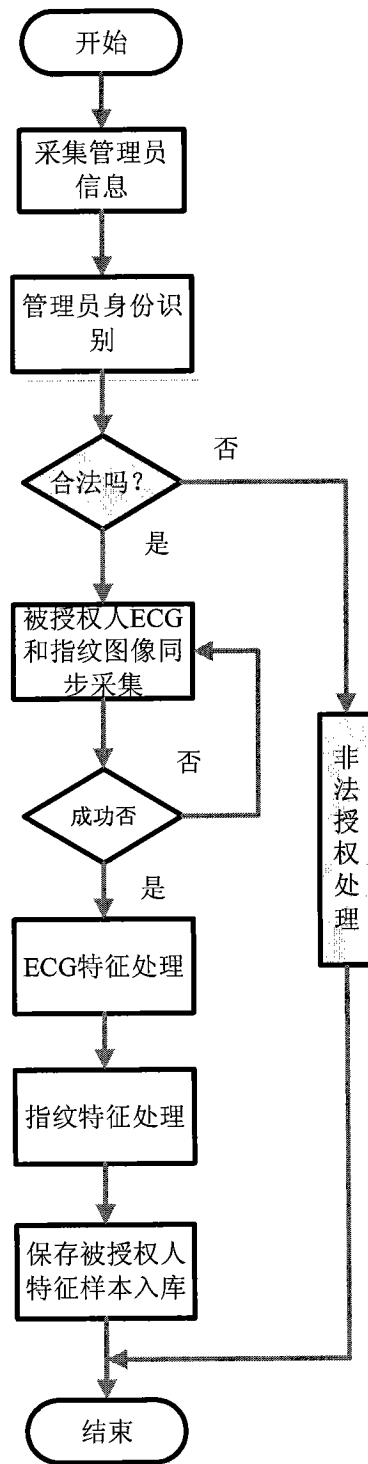


图 13

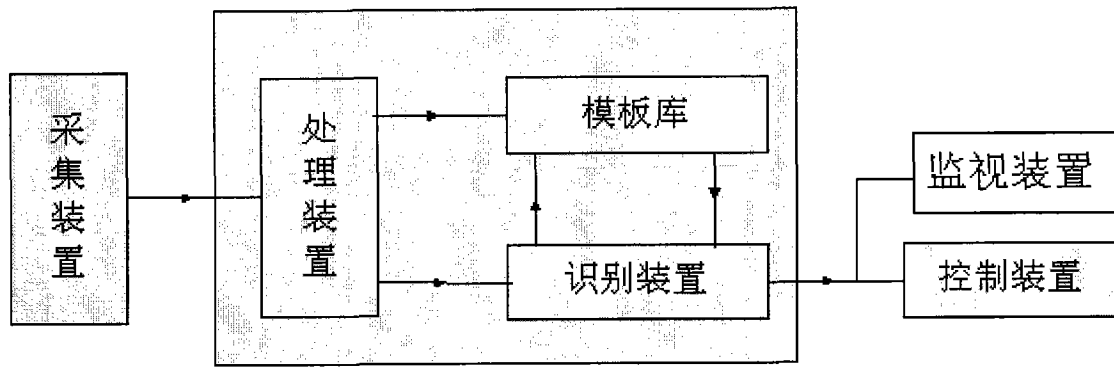


图 14

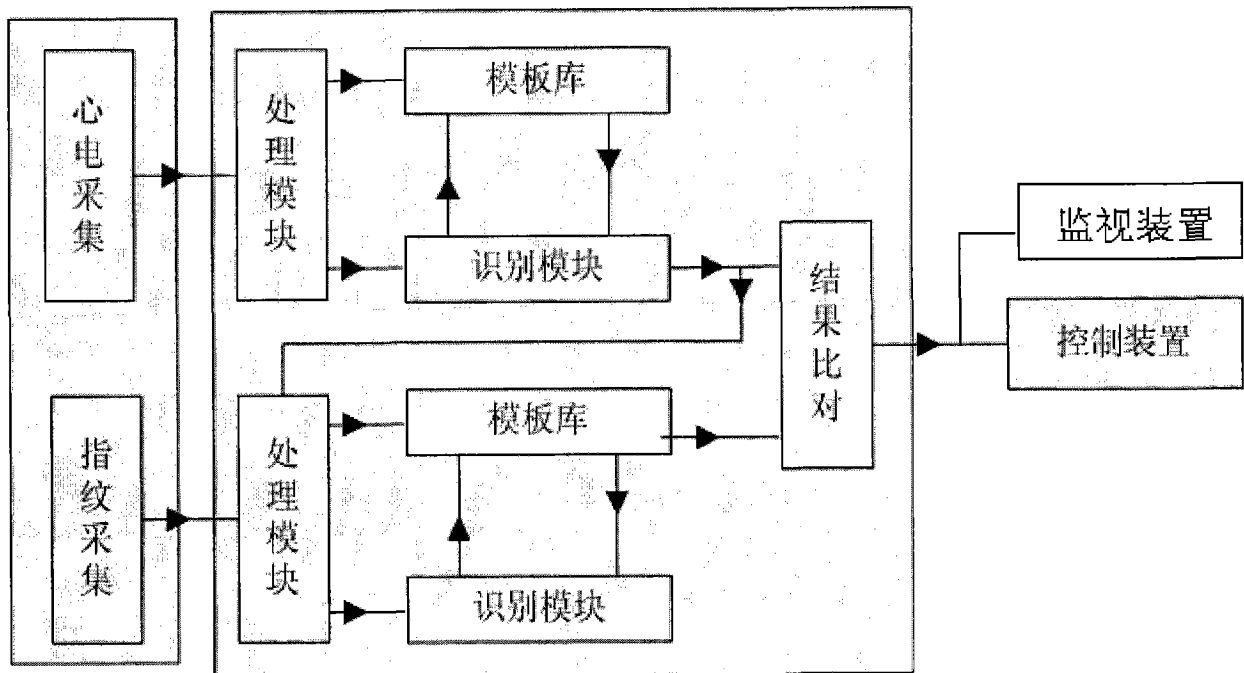


图 15

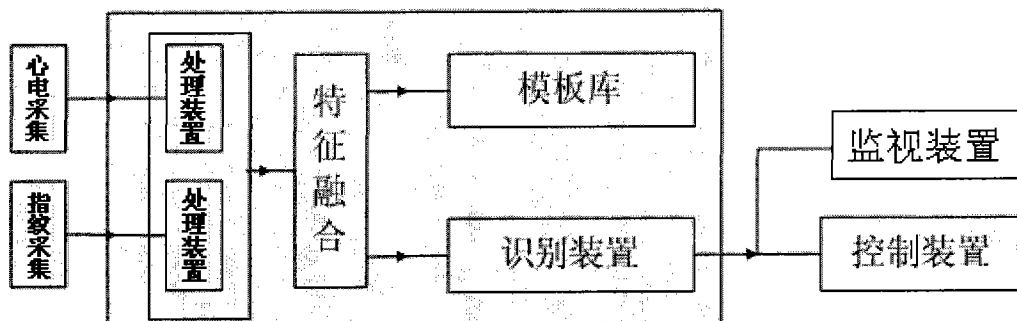


图 16