



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107595249 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710917138.1

(22)申请日 2017.09.30

(71)申请人 深圳前海全民健康科技有限公司

地址 518052 广东省深圳市前海深港合作
区前湾一路1号A栋201室

(72)发明人 林祝发

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

权利要求书3页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

基于脉搏波的怀孕女性筛查方法

(57)摘要

一种基于脉搏波的怀孕女性筛查方法,包括步骤:1)采集到脉搏波;2)获取脉搏波参数,参数包括脉搏波脉搏周期总时间、脉搏波传导时间;3)通过特征工程将脉搏波参数转化为建模指标,通过该建模指标进行判定。本发明方法可重复使用,受外在因素影响较小,准确率高,检测成本低。



1. 一种基于脉搏波的怀孕女性筛查方法,其特征是包括步骤:

1) 采集到脉搏波;

2) 获取脉搏波参数,参数包括脉搏波脉搏周期总时间、脉搏波传导时间;

3) 通过特征工程将脉搏波参数转化为建模指标,通过该建模指标进行判定。

2. 根据权利要求1所述的筛查方法,其特征是还包括步骤4) 将数据回传至远程服务器进行存储,查询,分析并显示相关数据处理结果。

3. 根据权利要求1或2所述的筛查方法,其特征是所述步骤2) 中,

步骤1是脉搏波信号的合法性检测:对脉搏波信号进行运算检测,判定此脉搏波是否合法;

步骤2是脉搏波的去噪与变换:对脉搏波进行变换去噪;

步骤3是脉搏波参数的计算:对脉搏波处理得到所需脉搏波参数,通过特征工程将脉搏波参数转变为怀孕判别指标,并输出至怀孕女性样本数据库,为步骤3) 的模型构建提供样本数据支撑,同时输出至怀孕女性分类预测模型进行判定;

所述步骤3) 中,怀孕女性分类预测模型的构建及使用,根据步骤3生成的怀孕女性样本数据库构建模型并使用怀孕女性分类预测模型判定被测人员是否怀孕。

4. 根据权利要求3所述的筛查方法,其特征是所述步骤2) 中,

步骤1是脉搏波信号的合法性检测:

首先载入脉搏波信号,对脉搏波信号长度进行计数,判断其长度是否满足最低要求,若不满足要求,则该信号不合法,具体为:对信号进行长度为2048个点,步长为300个点的切割,分别然后计算信号0值长度,若长度不在目标范围,则该信号不合法;

再对上一步的合法信号进行快速傅里叶变换,计算频谱的极大值是否在目标范围内,若不在目标范围,则舍弃该信号;

最后计算波形极差,若极差在目标范围内,输出相应信号;

步骤2是脉搏波的去噪与变换:

对步骤1得到信号进行长度为2048个点,步长为300个点的切割,分别进行平滑滤波、中值滤波,然后进行小波分解,小波分解公式为:

$$X(a,b) = \frac{1}{\sqrt{b}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \Psi \left(\frac{t-a}{b} \right) dt$$

其中,X为变换后的信号,a为时间,b为尺度,x(t)为原信号, Ψ 为小波母函数,t为时间自变量

使用sym8小波将信号分解为高频,中频,低频三部分;使用分解的小波系数分别重建三部分信号,低于阈值的信号进行舍弃;滤波结果进行重组,得到有效信号;

步骤3是脉搏波参数的计算:

脉搏波传导时间PWTT计算方法为:

$$PWTT = \text{abs}(x1 - x2)$$

其中x1为定位的反射点对应的表示时间点的位置,x2为定位的脉搏波加速度最大点对应的表示时间点的位置;

首先,载入处理后的脉搏波信号;

然后,对上述信号进行二次微分,定位第一个和第二个波峰,第一个波峰对应 x_2 ,第二个波峰对应 x_1 ,完成 x_1 和 x_2 特征点的定位;

最后通过上述 x_1 和 x_2 所在位置的差的绝对值计算得出脉搏波时域类参数PWTT;

将计算出的脉搏波参数输出至怀孕女性样本数据库,为模型构建提供样本支撑,同时输出至怀孕女性分类预测模型进行判定;

脉搏波脉搏周期总时间 t 的计算方法为:

$$t = x_3 - x_0$$

其中, x_3 为脉搏波最终波谷位置, x_0 为脉搏波起始波谷位置;

首先,载入处理后的脉搏波信号;

然后,对脉搏波采样序列进行排序处理,定位脉搏波起始波谷和最终波谷;

最后通过脉搏波最终波谷 x_3 和起始波谷 x_0 的表示时间点的位置差得出脉搏波时域类参数 t ;

脉搏波每分钟搏动次数 $rate$ 的计算方法为:

$$rate = Minute / t$$

其中, $Minute$ 为一分钟的时间长度常量, t 为脉搏波脉搏周期总时间;将上述流程计算出的脉搏波时域类参数 t 与一分钟的时间长度常量求比值得到脉搏波每分钟搏动次数 $rate$;

全部脉搏周期的标准差SDNN计算方法为:

$$SDNN = \text{std}(RR)$$

其中: RR 为全部脉搏周期序列,具体为一段脉搏波的脉搏波时域类参数 t 组成的序列, std 为计算标准差公式;

脉搏波上升斜率 $slopeu$ 的计算方法为:

$$slopeu = a / (x_5 - x_0)$$

其中: a 为未微分脉搏波最大点的幅度, x_5 为未微分脉搏波最大点对应的表示时间点的位置, x_0 为脉搏波起始波谷位置;

首先,载入处理后的脉搏波信号;

然后,对脉搏波采样序列进行排序处理,定位脉搏波最大点和起始波谷;

最后通过脉搏波最大点幅度 a 和脉搏波最终波谷 x_5 和起始波谷 x_0 的表示时间点的位置差的比值得到脉搏波上升斜率 $slopeu$ 。

5. 根据权利要求4所述的筛查方法,其特征是所述步骤3)中,怀孕女性分类预测模型的构建和使用方法为:

第一步,怀孕数据预处理:

对数值指标归一化,对类别指标因子化,对目标变量因子化;生理特征指标为脉搏波传导时间PWTT,脉搏波每分钟搏动次数 $rate$,身高 $height$,体重 $weight$,年龄 age ,脉搏波上升斜率 $slopeu$,全部脉搏周期的标准差SDNN;目标变量为 $huaiyun$,表示是否怀孕;

第二步,怀孕特征工程:

采用lasso逻辑回归筛选生理特征指标,剔除指标 $rate$ 和SDNN;

第三步,第一次怀孕分类器构建:

在训练集通过交叉验证构建神经网络,采取梯度下降策略更新神经网络参数,形成分

类器A;

第四步,第一次怀孕分类器A评估:

在测试集上验证分类器A分类效果,发现预测的准确率为64%,召回率为58%,模型质量较差,返回第二步;

第五步,第二次特征工程和怀孕分类器构建:

由于神经网络预测效果差,选择支持向量机分类器;在训练集通过交叉验证计算得到支持向量机的核函数、惩罚参数以及支持向量,形成分类器B;

第六步,第二次怀孕分类器B评估:

在测试集上验证支持向量机分类效果,发现预测的准确率为94%,召回率为93%,模型质量较高,不需重新建模,保留分类器B;

第七步,模型的确定和使用;

将第二次构建的怀孕分类器B作为怀孕女性分类预测模型,对该模型进行有效存储并使用该模型对新的被测人员是否怀孕进行判定。

6. 根据权利要求2所述的筛查方法,其特征是所述步骤4)中,利用GPRS网络、3G网络、4G网络或WIFI网络等网络连接方式接入互联网,将步骤1)~3)产生的怀孕女性和未怀孕女性的被测人员的数据传输并存储到远程服务器,由远程服务器对被测人员的数据进行分类,查询,统计,分析和管理;

然后对远程服务器提供的数据服务功能的结果以报表或图形的方式显示。

基于脉搏波的怀孕女性筛查方法

技术领域

[0001] 本发明属于医疗信息技术应用领域,具体是基于脉搏波提供怀孕女性快速鉴别的方法

背景技术

[0002] 凡处在生育年龄的女性,发生性关系而未采取避孕措施,都有怀孕的可能。婚后保持正常性生活的女性,如果没有采取避孕措施,约有85%的人在第一年内会怀孕,尽早知道自己怀孕,尽早做准备,对母婴都有积极的意义。目前的验孕手段较为丰富,有验孕棒、血HCG检查以及B超检查等。这些手段都存在一定的不足。验孕棒不可重复使用,女性激素水平、精神状态等外在因素的影响会导致验孕准确率降低;尿液检查中女性的HCG值偏低会导致结果不准确;血HCG检查和B超检查虽然准确率较高,但是检测成本较大,在短期内不适合多次重复测试。

发明内容

[0003] 脉搏波一种是利用生物传感器对生物外周循环系统的直径、体积和压力等变化采集的生物信号,这些信号包含了生物体中非常丰富的生理生化特征,这些生理生化特征总体分为如下几类:1、化学信号,例如血液中的血氧含量、血液中的葡萄糖含量、血液中的激素含量等;2、物理信号,例如血管硬度,血液粘度、血管弹性等;3、生物信号,例如神经系统中的活性,人体主要脏器的功能等;通过处理脉搏波的相关特征,对其进行大数据模型的分类筛选,可以得出被测试人员当下的生理状态。作为一种无创的、易采集的、稳定的生理信号,脉搏波的采集具有成本低,稳定,可重复等优点。脉搏波采集装置具有体积小等优点。

[0004] 本发明提出一种基于脉搏波的怀孕女性筛查方法,该方法可重复使用,受外在因素影响较小,准确率高,检测成本低。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的设计思想是,首先利用脉搏波采集装置采集到脉搏波,经由脉搏波参数计算模块得到脉搏波脉搏周期、脉搏波传导时间等参数,通过特征工程将脉搏波参数转化为建模指标,使用大数据模型依据上述建模指标进行判定,最后将数据回传至远程服务器进行存储,查询,分析并显示相关数据处理结果。

[0006] 步骤一是脉搏波信号的载入。

[0007] 由脉搏波采集装置对本方法设计的产品中传入被测人员(包括怀孕女性和未怀孕女性)的脉搏波信号;

[0008] 步骤二是脉搏波信号的合法性检测:

[0009] 由产品的合法性检测模块对脉搏波信号进行运算检测,判定此脉搏波是否合法;

[0010] 步骤三是脉搏波的去噪与变换:

[0011] 由产品的数字滤波模块对脉搏波进行去噪与变换;

[0012] 步骤四是脉搏波参数的计算。

[0013] 由产品的参数计算模块计算出脉搏波参数;由产品的脉搏波参数计算模块进行处

理得到脉搏波参数,通过特征工程将脉搏波参数转变为怀孕判别指标,并输出至怀孕女性样本数据库(包括怀孕女性和未怀孕女性的样本数据),为步骤五的模型构建提供样本数据支撑。同时输出至怀孕女性分类预测模型进行判定;

[0014] 步骤五是怀孕女性分类预测模型的构建及使用。

[0015] 由产品的怀孕女性大数据建模及判定模块根据步骤五,步骤六生成的怀孕女性样本数据库构建模型并使用怀孕女性分类预测模型判定被测人员是否怀孕。

[0016] 步骤六是远程数据处理:由产品利用GPRS网络、3G网络、4G网络或WIFI网络等网络连接方式接入互联网,将以上步骤产生的被测人员(包括怀孕女性和未怀孕女性)数据传输并存储到远程服务器,由远程服务器对被测人员(包括怀孕女性和未怀孕女性)数据进行分类,查询,统计,分析和管理等功能。

[0017] 步骤七是数据显示:

[0018] 产品的显示模块实现对远程服务器提供的数据服务功能的结果以报表或图形的方式显示到屏幕上。

附图说明

[0019] 图1、基于脉搏波的怀孕女性筛查方法结构图;

[0020] 图2、脉搏波合法性检测流程图;

[0021] 图3、数字滤波流程图;

[0022] 图4、怀孕女性大数据建模及判定模块子模块结构图;

[0023] 图5、怀孕女性分类预测模型构建流程图。

具体实施方式

[0024] 一种基于脉搏波的怀孕女性筛查方法,包括步骤:

[0025] 1) 采集到脉搏波;

[0026] 2) 获取脉搏波脉搏周期、脉搏波传导时间参数;

[0027] 3) 通过特征工程将脉搏波参数转化为建模指标,通过该建模指标进行判定。

[0028] 4) 将数据回传至远程服务器进行存储,查询,分析并显示相关数据处理结果。

[0029] 所述步骤2)中,

[0030] 步骤1是脉搏波信号的合法性检测:对脉搏波信号进行运算检测,判定此脉搏波是否合法;

[0031] 步骤2是脉搏波的去噪与变换:对脉搏波进行变换去噪;

[0032] 步骤3是脉搏波参数的计算:对脉搏波处理得到所需脉搏波参数,通过特征工程将脉搏波参数转变为怀孕判别指标,并输出至图4描述的怀孕女性样本数据库,为步骤3)的模型构建提供样本数据支撑,同时输出至怀孕女性分类预测模型进行判定;

[0033] 所述步骤3)中,

[0034] 怀孕女性分类预测模型的构建及使用,根据步骤3生成的怀孕女性样本数据库构建模型并使用怀孕女性分类预测模型判定被测人员是否怀孕。

[0035] 下面结合附图和例子对本方法进行说明:

[0036] 图1是本方法的整体流程图。

[0037] 步骤一是脉搏波信号的载入

[0038] 由脉搏波采集装置对本方法设计的产品中传入脉搏波信号;

[0039] 步骤二是脉搏波信号的合法性检测。如图2所示,首先载入脉搏波信号,对脉搏波信号长度进行计数,判断其长度是否满足最低要求,若不满足要求,则该信号不合法;对信号进行长度为2048个点,步长为300个点的切割,分别然后计算信号0值长度,若长度不在目标范围。则该信号不合法;再进行快速傅里叶变换,计算频谱的极大值是否在目标范围内,若不在目标范围,则该信号不合法。计算波形极差,若极差在目标范围内,输出信号;

[0040] 步骤三是脉搏波的去噪与变换。

[0041] 如图3所示,我们对合法信号进行长度为2048个点,步长为300个点的切割,分别进行平滑滤波、中值滤波,然后进行小波分解,小波分解公式为:

[0042]
$$X(a,b) = \frac{1}{\sqrt{b}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \Psi\left(\frac{t-a}{b}\right) dt$$

[0043] 其中,X为变换后的信号,a为时间,b为尺度,x(t)为原信号, Ψ 为小波母函数,t为时间自变量。

[0044] 使用“sym8”小波将信号分解为高频,中频,低频三部分,在这里选用sym小波是因为其具有正则性,正交性、具有较大的支撑长度并同时支持离散小波变换,同时,结合小波变换本身对生物信号具有较强的保护性,可以最大限度地保留脉搏波携带的特异性信息,使用分解的小波系数分别重建三部分信号,低于阈值的信号进行舍弃。滤波结果进行重组,得到有效信号。

[0045] 步骤四是脉搏波参数的计算

[0046] 脉搏波参数分为三类:脉搏波时域类参数、脉搏波频域类参数、脉搏波统计类参数。这三类参数从不同方面描绘了人体的心血管功能与神经系统功能,描述内容涵盖了人体主要脏器的运转信息,并对人体各项生理指标的定量描述提供了参考。

[0047] 脉搏波时域类参数:

[0048] 该类型参数是对脉搏波采样序列的特征点(如波峰、波谷、拐点、重搏点、反射点等)在时间序列上的位置(时间点),幅度,以及各点围成的面积等因素综合分析得出的参数;

[0049] 脉搏波频域类参数:

[0050] 该类型参数是对脉搏波频谱的特征点(如最大峰值点,各谐波峰值点,特定频点等)在频域序列上的位置(频点),幅度,以及各点围成的面积等因素综合分析得出的参数;

[0051] 脉搏波统计类参数:

[0052] 该类型参数是利用现代统计学对多个脉搏波信号的脉搏波时域类参数和脉搏波频域类参数构造得到的参数。

[0053] 此处,本例方法中使用到的参数包括:脉搏波传导时间PWTT、脉搏波每分钟搏动次数rate、全部脉搏周期的标准差SDNN、脉搏波上升斜率slopeu;

[0054] 脉搏波传导时间(PWTT)计算方法为:

[0055] $PWTT = \text{abs}(x1 - x2)$

[0056] 其中x1为定位的反射点对应的位置(时间点),x2位定位的脉搏波加速度最大点对

应的位置(时间点)。首先,载入处理后的脉搏波信号;其次,对上述信号进行二次微分,定位第一个和第二个波峰,第一个波峰对应 x_2 ,第二个波峰对应 x_1 ,完成 x_1 和 x_2 特征点的定位;最后通过上述 x_1 和 x_2 所在位置的差的绝对值计算得出脉搏波时域类参数PWTT。

[0057] 脉搏波脉搏周期总时间 t 的计算方法为:

[0058] $t = x_3 - x_0$

[0059] 其中, x_3 为脉搏波最终波谷位置, x_0 为脉搏波起始波谷位置;首先,载入处理后的脉搏波信号;其次,对脉搏波采样序列进行排序处理,定位脉搏波起始波谷和最终波谷;最后通过脉搏波最终波谷 x_3 和起始波谷 x_0 的位置(时间点)差得出脉搏波时域类参数 t 。

[0060] 脉搏波每分钟搏动次数 $rate$ 的计算方法为:

[0061] $rate = Minute / t$

[0062] 其中, $Minute$ 为一分钟的时间长度常量, t 为脉搏波脉搏周期总时间;将上述流程计算出的脉搏波时域类参数 t 与一分钟的时间长度常量求比值得到脉搏波每分钟搏动次数 $rate$ 。

[0063] 全部脉搏周期的标准差SDNN计算方法为:

[0064] $SDNN = std(RR)$

[0065] 其中: RR 为全部脉搏周期序列,具体为一段脉搏波的脉搏波时域类参数 t 组成的序列, std 为计算标准差公式。

[0066] 脉搏波上升斜率 $slopeu$ 的计算方法为:

[0067] $slopeu = a / (x_5 - x_0)$

[0068] 其中: a 为未微分脉搏波最大点的幅度, x_5 为未微分脉搏波最大点对应位置(时间点), x_0 为脉搏波起始波谷位置;首先,载入处理后的脉搏波信号;其次,对脉搏波采样进行排序处理,定位脉搏波最大点和起始波谷,最后通过脉搏波最大点幅度 a 和脉搏波最终波谷 x_5 和起始波谷 x_0 的位置(时间点)差的比值得到脉搏波上升斜率 $slopeu$;

[0069] 最后将计算出的脉搏波参数输出至怀孕女性样本数据库(包括怀孕女性和未怀孕女性的样本数据)(如图4所示),为步骤七的模型构建提供样本支撑。同时输出至怀孕女性分类预测模型进行判定;

[0070] 步骤五是怀孕女性分类预测模型的构建和使用(如图5)

[0071] 第一步,怀孕数据预处理。对数值指标归一化,对类别指标因子化,对目标变量因子化。指标为PWTT(脉搏波传导时间), $rate$ (脉搏波每分钟搏动次数), $height$ (身高), $weight$ (体重), age (年龄), $slopeu$ (脉搏波上升斜率),SDNN(全部脉搏周期的标准差)。目标变量为 $huaiyun$ (是否怀孕)。

[0072] 第二步,怀孕特征工程。采用lasso逻辑回归筛选生理特征指标,剔除指标 $rate$ 和SDNN。

[0073] 第三步,第一次怀孕分类器构建。在训练集通过交叉验证构建神经网络,采取梯度下降策略更新神经网络参数,形成分类器A。

[0074] 第四步,第一次怀孕分类器A评估。在测试集上验证分类器A分类效果,发现预测的准确率为64%,召回率为58%,模型质量较差,返回特征工程。

[0075] 第五步,第二次特征工程和怀孕分类器构建。由于神经网络预测效果差,选择支持向量机分类器。在训练集通过交叉验证计算得到支持向量机的核函数、惩罚参数以及支持

向量,形成分类器B。

[0076] 第六步,第二次怀孕分类器B评估。在测试集上验证支持向量机分类效果,发现预测的准确率为94%,召回率为93%,模型质量较高,不需重新建模,保留分类器B。

[0077] 第七步,模型的确定和使用。将第二次构建的怀孕分类器B作为怀孕女性分类预测模型,对该模型进行有效存储并使用该模型对新的被测人员是否怀孕进行判定。

[0078] 步骤六是远程数据处理:由产品利用GPRS网络、3G网络、4G网络或WIFI网络等网络连接方式接入互联网,将以上步骤产生的被测人员(包括怀孕女性和未怀孕女性)数据传输并存储到远程服务器,由远程服务器对被测人员(包括怀孕女性和未怀孕女性)数据进行分类,查询,统计,分析和管理等功能。

[0079] 步骤七是数据显示:

[0080] 产品的显示模块实现对远程服务器提供的数据服务功能的结果以报表或图形的方式显示到屏幕上。

[0081] 最后所应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,都不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

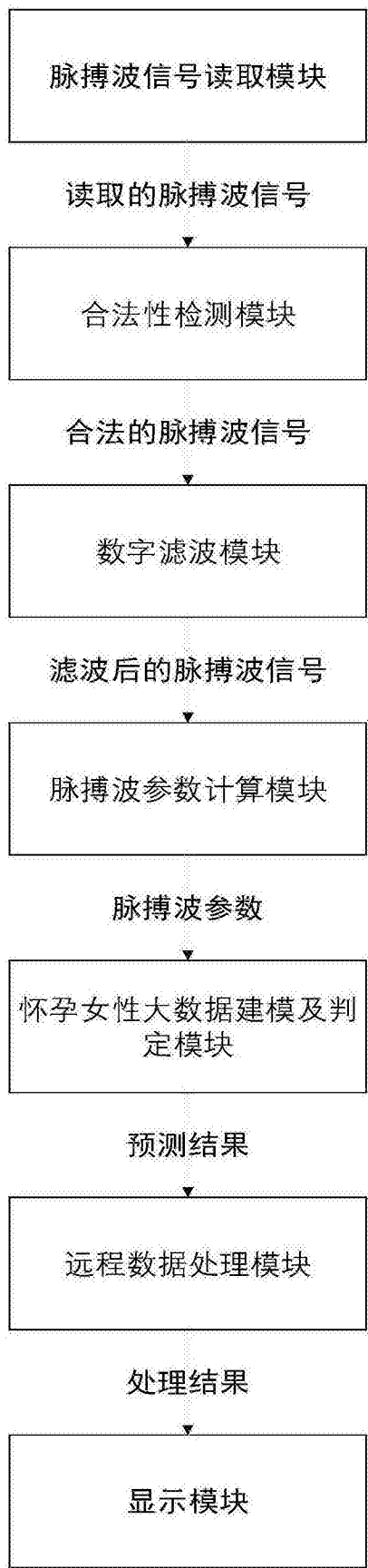


图1

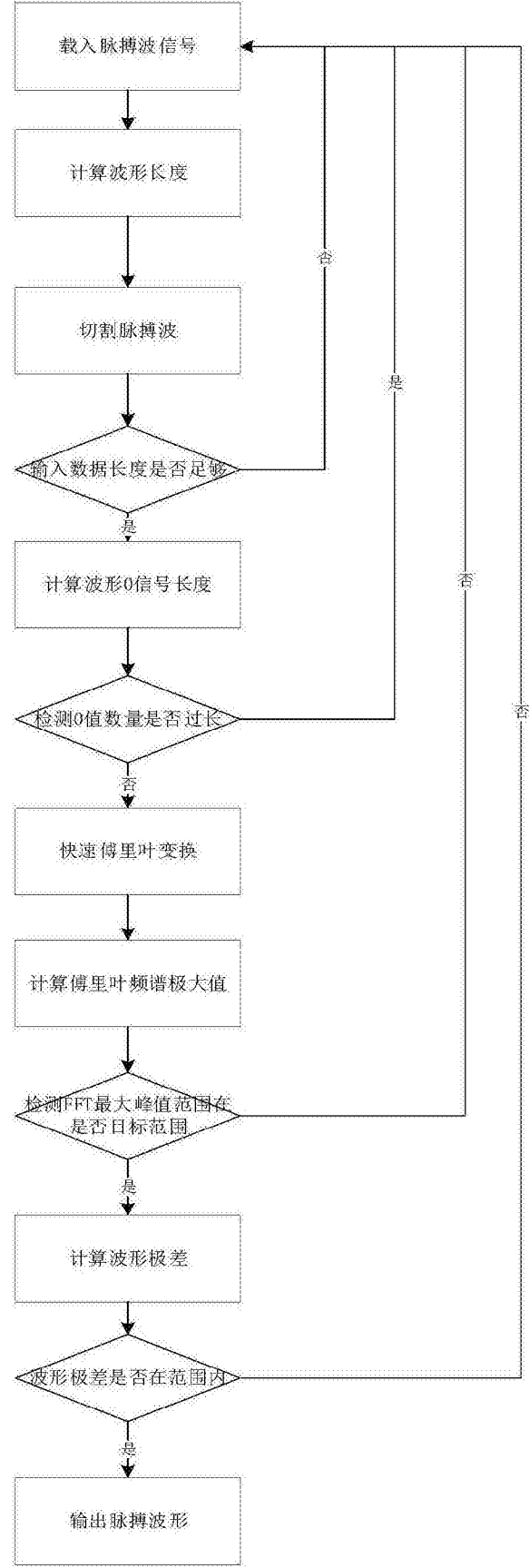


图2

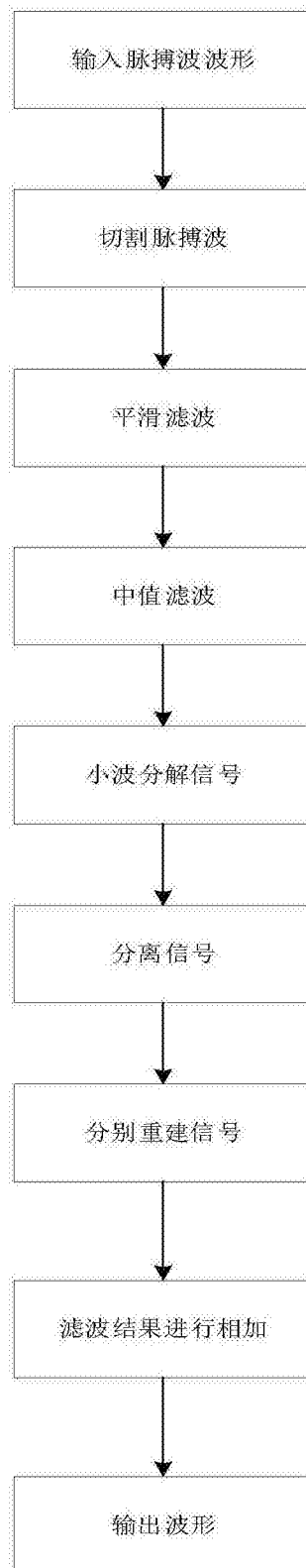


图3

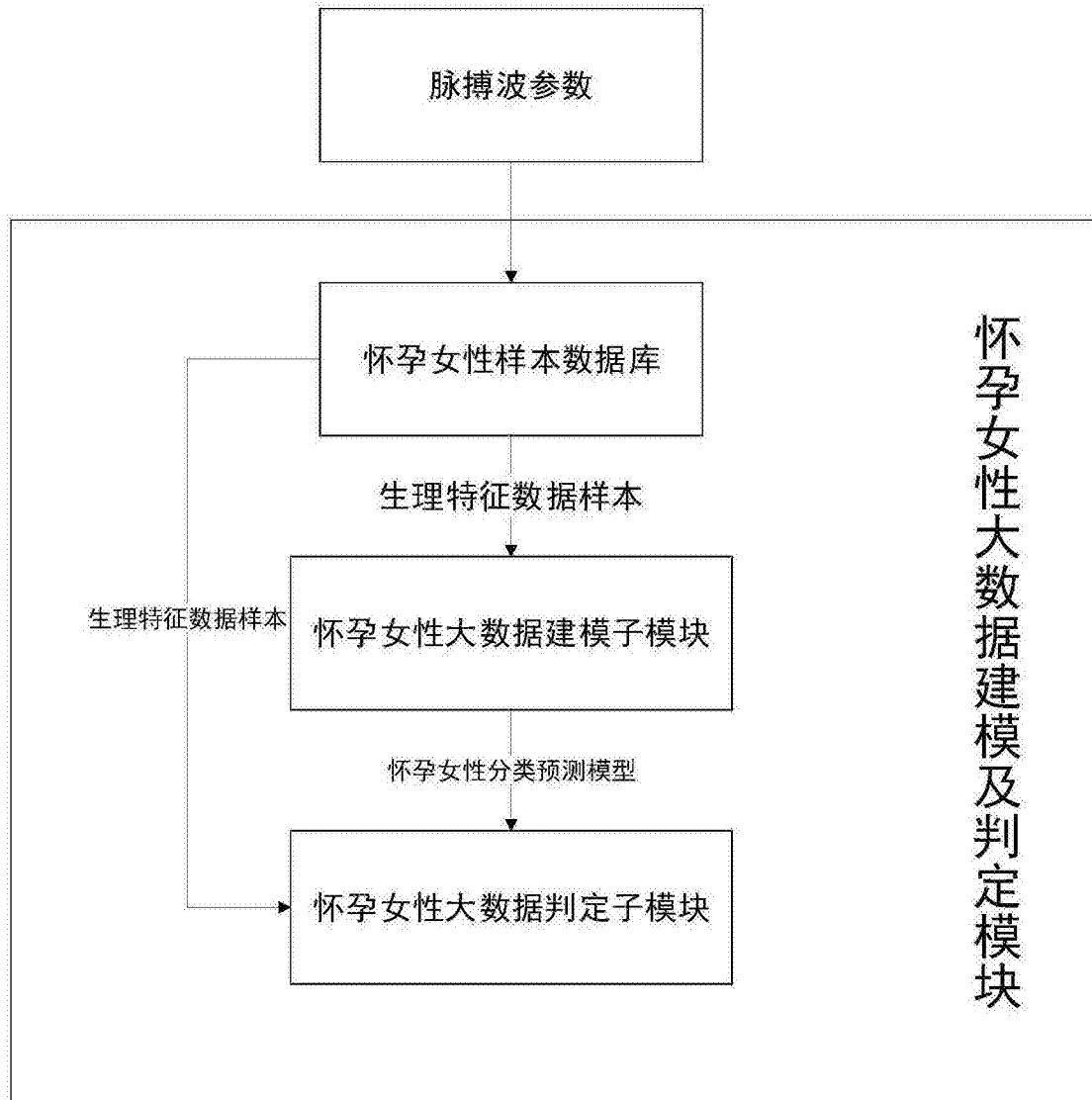


图4

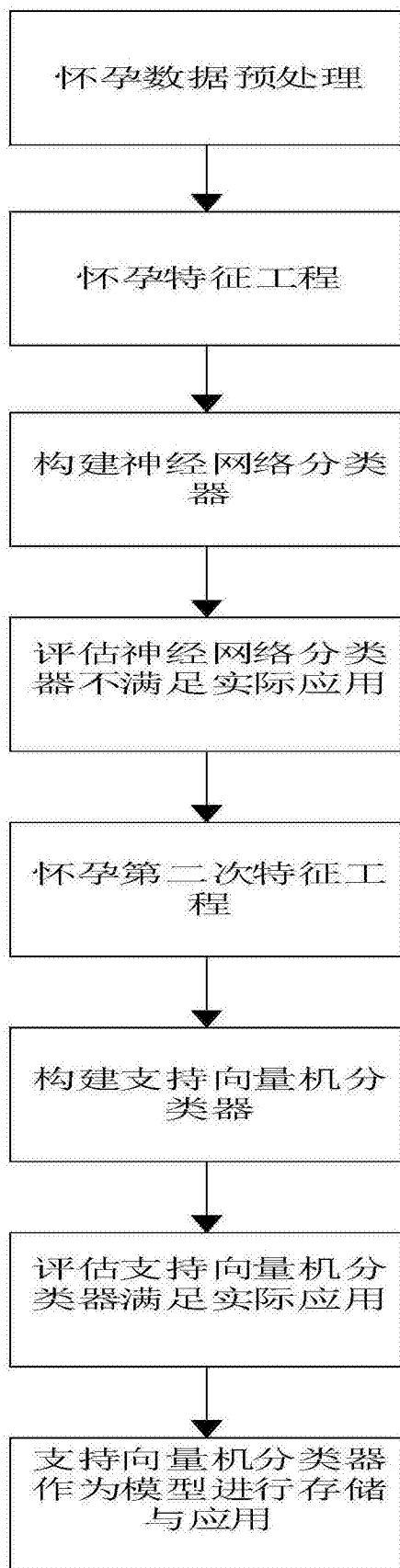


图5

专利名称(译)	基于脉搏波的怀孕女性筛查方法		
公开(公告)号	CN107595249A	公开(公告)日	2018-01-19
申请号	CN2017110917138.1	申请日	2017-09-30
[标]发明人	林祝发		
发明人	林祝发		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/02		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种基于脉搏波的怀孕女性筛查方法，包括步骤：1)采集到脉搏波；2)获取脉搏波参数，参数包括脉搏波脉搏周期总时间、脉搏波传导时间；3)通过特征工程将脉搏波参数转化为建模指标，通过该建模指标进行判定。本发明方法可重复使用，受外在因素影响较小，准确率高，检测成本低。

