



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106667528 B

(45)授权公告日 2020.05.05

(21)申请号 201610646751.X

A61B 5/00(2006.01)

(22)申请日 2016.08.09

审查员 王珊珊

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106667528 A

(43)申请公布日 2017.05.17

(73)专利权人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72)发明人 刘丽珏 雷晓亮 韦长英 李翔

段汝言

(74)专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责

任公司 43113

代理人 马强 王娟

(51)Int.Cl.

A61B 10/00(2006.01)

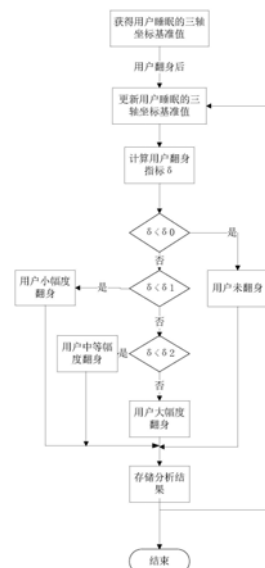
权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法

(57)摘要

本发明公开了一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法,使用可穿戴智能臂环采集女性用户基础体温、动作姿态等生理特征数据,依据女性最佳受孕日检测方法,为备孕女性用户检测最佳的受孕时间,通过蓝牙实现手机通讯,并在手机端WEB APP上实现女性基础信息输入和信息查看等交互功能。本发明结合相对准确且可实施性较高的基础体温计算排卵日方法检测女性最佳受孕日期,克服了传统基础体温测量方法测量不便、易受干扰等限制,同时为用户提供了较为完善的软硬件交互方案。



1. 一种检测女性最佳受孕日的方法,其特征在於,包括以下步骤:

1) 设置每日基础体温的检测时间;

2) 采集用户的基础体温;

3) 从第三日起,通过短期排卵日检测法检测女性用户的排卵日;

4) 从用户连续记录的第四月起,通过长期排卵日修正法修正短期排卵日检测法的检测结果,即三个周期内,若基础体温在同一时间段内升高 $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$,则确定这一时间段为排卵日范围;具体实现过程包括:

a) 采集近三个月经周期的基础体温数据,每一周期开始时间为月经开始第一天,结束时间为下一次月经开始前一天;

b) 提取近三个周期内的排卵日,记录其日期为月经周期开始的第 $dovulation_0$, $dovulation_1$, $dovulation_2$ 天,三个周期的天数分别为 $circle_0$, $circle_1$, $circle_2$;

c) 若同时满足:

$$\overline{dovulation} = (dovulation_0 + dovulation_1 + dovulation_2) / 3;$$

$$\overline{circle} = (circle_0 + circle_1 + circle_2) / 3;$$

$$D_{dovulation} = \sum_{j=0}^2 (dovulation_j - \overline{dovulation})^2;$$

$$D_{circle} = \sum_{j=0}^2 (circle_j - \overline{circle})^2;$$

$$D_{dovulation} < 0.95 \text{ \& \& } D_{circle} < 0.95;$$

则认为女性用户月经周期开始的第 $\overline{dovulation} \pm 3$ 天为用户的排卵日预测范围;

d) 检验当月的短期排卵日检测结果,若当月检测得到女性用户短期排卵日在排卵日预测范围内,则认为短期排卵日检测结果准确;

若短期排卵日检测结果不在排卵日预测范围内,认为月经周期开始的第 $\overline{dovulation} \pm 3$ 天不准确,提示用户月经周期开始的第 $\overline{dovulation} \pm 3$ 天可能为排卵日,该月经周期内,若再次通过短期排卵日预测法检测到排卵日,则比较两次检测到的排卵日,取与排卵日预测范围最相近者为该周期的预测排卵日;

5) 检测最佳受孕日是否存在;

6) 最佳受孕时期为最佳受孕日以及其后的2天。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,步骤2)中,对基础体温进行调整,调整过程包括:

A、用户睡眠时,将从约定的测量时间提前2小时起,每隔5分钟采集平稳睡眠状态下的温度,当用户醒来时,停止温度采集;其中,平稳睡眠状态判断条件的定义如下:

a) 定义三轴微加速度传感器在某一时刻 T 采集数据值为 x_T, y_T, z_T ,其中 $0 < T < \infty$;定义三轴微加速度传感器的采样频率为1HZ;定义轻微偏差量为 $\delta_0, 0 < \delta_0 < \delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \infty$;定义用户平稳睡眠状态下,三轴微加速度传感器的稳定测量数据为 $x_{standard}, y_{standard}, z_{standard}$; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 为阈值;

b) 在t秒内,三轴微加速度传感器测量值为:

x_0, y_0, z_0

x_1, y_1, z_1

.....

x_t, y_t, z_t

c) 计算每一轴的平均测量值为:

$$\bar{x} = \left(\sum_{i=0}^t x_i \right) / t; \quad \bar{y} = \left(\sum_{i=0}^t y_i \right) / t; \quad \bar{z} = \left(\sum_{i=0}^t z_i \right) / t;$$

d) 计算测量序列的方差:

$$D_x = \sum_{i=0}^t (x_i - \bar{x})^2$$

$$D_y = \sum_{i=0}^t (y_i - \bar{y})^2;$$

$$D_z = \sum_{i=0}^t (z_i - \bar{z})^2$$

e) 用户是否进入平稳睡眠状态的判断标准如下:

$$steady = \begin{cases} 1, & D_x \leq \delta_0^2 \ \&\& D_y \leq \delta_0^2 \ \&\& D_z \leq \delta_0^2 \\ 0, & D_x > \delta_0^2 \ \| D_y > \delta_0^2 \ \| D_z > \delta_0^2 \end{cases};$$

当steady计算值为0时,表示用户未进入稳定的睡眠状态;当steady计算值为1时,表示用户进入稳定的睡眠状态,此时称用户处于平稳睡眠状态;

用户是否醒来的判断方法包括以下步骤:

1) 某一时刻T,三轴微加速度传感器的采集数据值为 x_T, y_T, z_T ,稳定数据为 $x_{standard}, y_{standard}, z_{standard}$;

2) 计算偏差量为 $\Delta = [(x_T - x_{standard})^2 + (y_T - y_{standard})^2 + (z_T - z_{standard})^2] / 3$;

3) 判断用户是否有翻身动作:

$$turnover = \begin{cases} 0, & \Delta \leq \delta_0^2 \\ 1, & \delta_0^2 < \Delta \leq \delta_1^2 \\ 2, & \delta_1^2 < \Delta \leq \delta_2^2 \\ 3, & \delta_2^2 < \Delta \leq \delta_3^2 \\ 4, & \Delta > \delta_3^2 \end{cases}$$

当turnover计算值为0时,表示用户无翻身行为;

当turnover计算值为1时,表示用户有较小幅度的翻身行为;
当turnover计算值为2时,表示用户有中等幅度的翻身行为;
当turnover计算值为3时,表示用户有较大幅度的翻身行为;
当turnover计算值为4时,表示用户已经醒来;

B、在采集的温度数据中确定本次测量的基础体温,保存本次测量的基础体温值,基础体温值选择的方法包括:

1) 停止记录时,用户最后一次处于平稳睡眠状态时的平均体温为基础体温,记为temperature;

2) 记用户最后一次处于平稳睡眠状态时,压力传感器测量数据为pressure;

3) 设置压力阈值为 δ ,若压力传感器数据 $pressure > \delta$,则认为当前基础体温为准确测量值;否则,将用户上一次处于平稳睡眠状态时的平均温度作为基础体温,重复步骤A)、步骤B)直至得到满足要求的基础体温数据;若用户2小时内均未检测得到符合要求的体温数据,则取其最后一次处于平稳睡眠状态时的体温数据增加 0.5°C 为用户当天的基础体温。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤3)中,短期排卵日检测法的具体实现过程包括:

1) 连续记录三天用户的基础体温,基础体温值分别为 $temperature_0, temperature_1, temperature_2$;

2) 若 $temperature_1 - temperature_0 \geq 0.3$ 同时 $temperature_2 > temperature_1$,则用户处于排卵状态;否则用户未处于排卵状态。

一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法。

背景技术

[0002] 随着物质生活质量的提高以及计划生育政策对夫妻生育子女数目的限制,现代家庭对子女的重视程度不断提升,为了生出健康的孩子,年轻的父母们付出了很多的努力。而研究表明,育龄女性在排卵期行房可以增加其受孕的几率,其中排卵日更是怀孕的最佳时机,因此越来越多的年轻女性尝试推算自己的排卵日希望增加怀上健康宝宝的几率。然而,随着社会节奏的不断加快,现代女性尤其是育龄女性面临着越来越高的生活压力,长期熬夜、缺乏运动、工作压力过大等问题都容易导致女性的经期紊乱,进而导致排卵日紊乱。如何准确计算排卵日成为困扰很多育龄女性的难题。

[0003] 计算排卵日有很多方法,其中相对准确且可实施性较高者为基础体温法。基础体温是指休息6-8小时后,尚未进行任何活动时的体温。女性在正常的月经周期中,基础体温呈现周期性变化并在排卵后明显升高。记录并观察月经周期的基础体温变化可以得到女性排卵日期。

[0004] 目前使用最多的基础体温测量方法是每天醒来后使用传统体温计测量,然而,传统体温计的测量精确度并不能得到保障,拿取体温计和初始化体温计的行为动作也为基础体温的测量带来了干扰,此外,用户在醒来的第一时间很容易忘记测量体温,进而使得测量值会存在不准确的问题。对于传统的水银温度计而言,还存在水银泄漏等问题。

[0005] 为解决上述问题,人们转而将目光投入穿戴式智能体温检测设备的研制。然而,女性的基础体温和月经周期的数据不仅可以用于排卵日的检测,也可以用于多囊卵巢综合征等妇科疾病的辅助诊断,而这些妇科疾病也在很大程度上影响了女性的正常受孕。目前国内相关分析产品较少,且存在测量功能单一,单纯测量体温或心率等身体指标且数据分析功能简单。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是,针对现有技术不足,提供一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种可穿戴智能臂环,包括:

[0008] 睡眠姿态捕捉模块:用于捕捉用户睡眠期间的姿态变化数据;

[0009] 体温检测模块:用于检测用户的体温变化;

[0010] 控制模块:用于协调完成睡眠姿态捕捉模块和体温检测模块的初始化功能,实现睡眠姿态捕捉模块和体温检测模块间的通信以及装置与上位机之间的通信。

[0011] 所述睡眠姿态捕捉模块包括:

[0012] 三轴微加速度传感器:用于测量载体在三个轴方向上的运动加速度;

[0013] 压力传感器:用于测量载体表面压力变化,并利用电阻效应将其转换为电信号,最

终获得载体表面压力大小；

[0014] 所述三轴微加速度传感器、压力传感器均与控制模块连接。

[0015] 所述体温检测模块包括：

[0016] 热敏传感器：用于测量外界的温度变化，并利用热敏效应原理将温度变化数据转换为电信号，最终获得温度数据；所述热敏传感器与所述控制模块连接。

[0017] 本发明还提供了一种利用上述臂环检测女性最佳受孕日的方法，包括以下步骤：

[0018] 1) 设置每日基础体温的检测时间；

[0019] 2) 采集用户的基础体温；

[0020] 3) 从第三日起，通过短期排卵日检测法检测女性用户的排卵日；

[0021] 4) 从用户连续记录的第四月起，通过长期排卵日修正法修正短期排卵日检测法的预测结果，即三个周期内，若基础体温在同一时间段内升高 $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$ ，则确定这一时间段为排卵日范围；

[0022] 5) 检测最佳受孕日是否存在；

[0023] 6) 最佳受孕时期为理想受孕日以及其后的2天。

[0024] 步骤2)中，对基础体温进行调整，调整过程包括：

[0025] A、用户睡眠时，将从约定的测量时间提前2小时起，每隔5分钟采集平稳睡眠状态下的温度，当用户醒来时，停止温度采集；其中，

[0026] 平稳睡眠状态判断条件的定义如下：

[0027] a) 定义三轴微加速度传感器在某一时刻 T 采集数据值为 x_T, y_T, z_T ，其中 $0 < T < \infty$ ；定义三轴微加速度传感器的采样频率为 1HZ ；定义轻微偏差量为 δ_0 ， $0 < \delta_0 < \delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \infty$ ；定义用户在平稳睡眠状态下，三轴微加速度传感器的稳定测量数据为 $x_{\text{standard}}, y_{\text{standard}}, z_{\text{standard}}$ ，测得的稳定姿态角度为 $\theta_{\text{standard}}, \gamma_{\text{standard}}, \psi_{\text{standard}}$ ；

[0028] b) 在 t 秒内，三轴微加速度传感器测量值为：

[0029] x_0, y_0, z_0

[0030] x_1, y_1, z_1

[0031] x_t, y_t, z_t

[0032] c) 计算每一轴的平均测量值为：

[0033] $\bar{x} = \left(\sum_{i=0}^t x_i \right) / t$ ； $\bar{y} = \left(\sum_{i=0}^t y_i \right) / t$ ； $\bar{z} = \left(\sum_{i=0}^t z_i \right) / t$ ；

[0034] d) 计算测量序列的方差：

$$D_x = \sum_{i=0}^t (x_i - \bar{x})^2$$

[0035] $D_y = \sum_{i=0}^t (y_i - \bar{y})^2$ ；

$$D_z = \sum_{i=0}^t (z_i - \bar{z})^2$$

[0036] e) 用户是否进入平稳睡眠状态的判断标准如下：

$$[0037] \quad steady = \begin{cases} 1, & D_x \leq \delta_0^2 \ \&\& D_y \leq \delta_0^2 \ \&\& D_z \leq \delta_0^2 \\ 0, & D_x > \delta_0^2 \ \parallel D_y > \delta_0^2 \ \parallel D_z > \delta_0^2 \end{cases};$$

[0038] 当steady计算值为0时,表示用户未进入稳定的睡眠状态;当steady计算值为 1 时,表示用户进入稳定的睡眠状态,此时称用户处于平稳睡眠状态;

[0039] 用户是否醒来的判断方法包括以下步骤:

[0040] 1) 某一时刻T,三轴微加速度传感器的采集数据值为 x_T, y_T, z_T ,稳定数据为 $x_{standard}, y_{standard}, z_{standard}$;

[0041] 2) 计算偏差量为 $\Delta = [(x_T - x_{standard})^2 + (y_T - y_{standard})^2 + (z_T - z_{standard})^2] / 3$;

[0042] 3) 判断用户是否有翻身动作:

$$[0043] \quad turnover = \begin{cases} 0, & \Delta \leq \delta_0^2 \\ 1, & \delta_0^2 < \Delta \leq \delta_1^2 \\ 2, & \delta_1^2 < \Delta \leq \delta_2^2; \\ 3, & \delta_2^2 < \Delta \leq \delta_3^2 \\ 4, & \Delta > \delta_3^2 \end{cases};$$

[0044] 当turnover计算值为0时,表示用户无翻身行为;

[0045] 当turnover计算值为1时,表示用户有较小幅度的翻身行为;

[0046] 当turnover计算值为2时,表示用户有中等幅度的翻身行为;

[0047] 当turnover计算值为3时,表示用户有较大幅度的翻身行为;

[0048] 当turnover计算值为4时,表示用户已经醒来;

[0049] B、在采集的温度数据中确定本次测量的基础体温,保存本次测量的基础体温值,基础体温值选择的方法包括:

[0050] 1) 停止记录时,用户最后一次处于平稳睡眠状态时的平均体温为基础体温,记为 temperature;

[0051] 2) 记用户最后一次处于平稳睡眠状态时,压力传感器测量数据为pressure;

[0052] 3) 设置压力阈值为 δ ,若压力传感器数据 $pressure > \delta$,则认为当前测量值 为准确测量值;否则,将其上一次处于稳定时的测量温度作为基础体温,重复步骤A)、步骤B)直至得到满足要求的基础体温数据;若用户2小时 内均未检测得到符合要求的体温数据,则取其最后一次处于平稳状态时的 体温数据增加 0.5°C 为用户当天的基础体温。

[0053] 步骤3)中,短期排卵日检测法的具体实现过程包括:

[0054] 1) 连续记录三天用户的基础体温,基础体温值分别为 $temperature_0, temperature_1, temperature_2$;

[0055] 2) 若 $temperature_1 - temperature_0 \geq 0.3$ 同时 $temperature_2 > temperature_1$,则用户处 于排卵状态;否则用户未处于排卵状态。

[0056] 步骤4)的具体实现过程包括:

[0057] 1) 采集近三个月经周期的基础体温数据,每一周期开始时间为月经开始第一天,

结束时间为下一次月经开始前一天；

[0058] 2) 提取近三个周期内的排卵日,记录其日期为月经周期开始的第 $dovulation_0$, $dovulation_1$, $dovulation_2$ 天,三个周期的天数分别为 $circle_0$, $circle_1$, $circle_2$;

[0059] 3) 若同时满足:

$$[0060] \quad \overline{dovulation} = (dovulation_0 + dovulation_1 + dovulation_2) / 3;$$

$$[0061] \quad \overline{circle} = (circle_0 + circle_1 + circle_2) / 3;$$

$$[0062] \quad D_{dovulation} = \sum_{j=0}^2 (dovulation_j - \overline{dovulation})^2;$$

$$[0063] \quad D_{circle} = \sum_{j=0}^2 (circle_j - \overline{circle})^2;$$

$$[0064] \quad D_{dovulation} < 0.95 \&\& D_{circle} < 0.95;$$

[0065] 则认为女性用户月经周期开始的第 $\overline{dovulation} \pm 3$ 天为用户的排卵日预测范围;

[0066] 4) 检验当月的短期排卵日检测结果,若当月检测得到女性用户排卵日在排卵日预测范围内,则认为其测量结果准确;

[0067] 5) 若短期排卵日检测结果不在排卵日预测范围内,认为该日期不准确,提示用户当天可能为排卵日,但不在其排卵日预测范围内,为测量失误或月经失调;该月经周期内,若再次通过短期排卵日预测法检测到排卵日,则比较两次检测到排卵日,取与排卵日预测范围最相近者为该周期的预测排卵日。

[0068] 步骤5)的具体实现过程包括:

[0069] 1) 检测用户是否患有多囊卵巢综合征,分析用户的月体温数据,当体温曲线呈现小锯齿状低温曲线形状时,用户多患多囊卵巢综合征;当体温折线图呈现较大锯齿时,则多同时患有多囊与非多囊疾病。实现原理如下:

[0070] a) 取倒数第二次月经开始后至最后一次月经开始前的基础体温数据:

$$[0071] \quad temperature_0, temperature_1, temperature_2, \dots, temperature_c$$

[0072] 其中, $0 < c < \infty$, 若 $c > 50$, 提醒用户月周期经有异常请及时就医。

[0073] b) 以记录中的排卵日为分界点,计排卵日为第 m 天,测得基础温度为 $temperature_m$, 其中 $0 < m < c$, 取排卵期前和排卵日后的数据分别计算其离散程度:

$$[0074] \quad D_{front} = \sum_{k=0}^m (temperature_k - \overline{temperature})^2;$$

$$[0075] \quad D_{back} = \sum_{k=m}^c (temperature_k - \overline{temperature}')^2;$$

[0076] 其中,

$$[0077] \quad \overline{temperature} = \sum_{k=0}^{m-1} temperature_k / (m-1);$$

$$[0078] \quad \overline{temperature}' = \sum_{k=m+1}^c temperature_k / (c-m);$$

[0079] c) 判断用户是否有多囊卵巢综合征:

[0080] 定义阈值 $\delta_4, \delta_5, \delta_6$, 且 $0 < \delta_4 < \delta_5 < \delta_6$;

[0081] 定义多囊卵巢综合征判断标准为:

$$[0082] \quad pcs = \begin{cases} 0, & D_{front} \leq \delta_4 \parallel D_{back} \leq \delta_4 \\ 1, & \delta_4 < D_{front} \leq \delta_5 \ \& \ \delta_4 < D_{back} \leq \delta_5; \\ 2, & \text{其他情况} \end{cases}$$

[0083] 当pcs值为0,表明用户温度曲线正常,应该没有多囊卵巢综合征问题;当pcs 值为1,表明用户可能有多囊卵巢综合征;当pcs值为2,表明用户可能同时 患有多囊与非多囊疾病;

[0084] 2) 检测用户是否存在月经不调问题;

[0085] a) 记录用户的生理周期天数为 D_menses ;

[0086] b) 以排卵日为临界,取该月经周期月经结束后的第一天,至排卵日前一天作为卵泡期,记录天数为 $D_folliclllar$;取排卵日后第一天至月经周期最后一天为黄体期,记录天数为 D_beta ;

[0087] c) 女性正常的卵巢周期天数应该为稳定范围,大部分女性的卵巢周期时间长度在28-32天,卵泡期为10-12天,黄体期为12-16天;

[0088] 卵巢周期正常范围为 $D_mense_{min} < D_mense < D_mense_{max}$,且默认 $D_mense_{min} = 28, D_mense_{max} = 32$;

[0089] 卵泡期正常范围为 $D_folliclllar_{min} < D_folliclllar < D_folliclllar_{max}$,且默认 $D_folliclllar_{min} = 10, D_folliclllar_{max} = 12$;

[0090] 黄体正常范围为 $D_beta_{min} < D_beta < D_beta_{max}$,且默认 $D_beta_{min} = 12, D_beta_{max} = 16$;

[0091] 用户可以根据自身生理周期规律修改设定的范围值;

[0092] d) 若月经周期满足 $D_mense_{min} < D_mense < D_mense_{max}$,则认为女性月经周期 天数正常,若不足28天或超出32天,则认为女性月经周期天数不在正常范围 内;

[0093] e) 若卵泡期满足 $D_folliclllar_{min} < D_folliclllar < D_folliclllar_{max}$,则认为其卵泡 期天数正常,否则认为卵泡期天数有异常,则可能患有无排卵、多囊卵巢、月 经过稀等问题,影响了卵子的正常形成;

[0094] f) 若黄体期满足 $D_beta_{min} < D_beta < D_beta_{max}$,则认为其黄体期天数正常, 否则黄体期天数有异常,会影响孕酮的正常分泌并导致受精卵无法着床;

[0095] g) 若女性的月经周期天数、卵泡期天数、黄体期天数均正常,则认为女性的卵巢周期正常;否则,认为女性卵巢周期存在异常;

[0096] h) 检测是否存在最佳受孕日;

[0097] 若女性没有多囊卵巢综合征问题,且卵巢周期正常,则认为最佳受孕日存在;其他情况下 均认为最佳受孕日不存在。

[0098] 与现有技术相比,本发明所具有的有益效果为:本发明克服了传统的基础体温测量方 法测量不便、易受干扰等的限制,并融合排卵日计算方法以及多囊卵巢综合征、卵巢周期 检测方法估计女性用户的最佳受孕日。

[0099] 在排卵日检测功能基础上增加睡眠质量检测、多囊卵巢预警和发烧检测的功能,

并为 用户提供了较为完善软、硬件交互方案,使女性健康监测变得轻松便捷,改变了传统的健 康监测模式。

附图说明

- [0100] 图1为总体设计结构图;
- [0101] 图2为硬件设计框图;
- [0102] 图3为判断用户醒来算法框图;
- [0103] 图4为排卵日检测算法框图;
- [0104] 图5为多囊卵巢检测算法框图;
- [0105] 图6为APP功能设计框图。

具体实施方式

[0106] 图1为基于可穿戴智能臂环的排卵日检测方法系统结构图,基于可穿戴智能臂环排卵 日检测系统由可穿戴智能臂环、用户交互模块、云端组成,用户穿戴智能臂环采集人 体数 据,通过蓝牙方式与手机建立连接并通过交互模块完成数据交互功能,将数据保存至 云端 完成备份。

[0107] 所述可穿戴智能臂环硬件设计框图如图2,包括检测器和固定装置,所述检测器用 于 数据检测及数据通信,包括睡眠姿态捕捉模块、体温检测模块以及控制模块,使用柔性 物 品封装检测器,并将其环绕固定于用户上臂;

[0108] 所述睡眠姿态捕捉模块捕捉用户睡眠期间的姿态变化数据,包括姿势的变化以及 腋下 压力大小,主要用以修正体温检测模块的检测值,包括一个三轴微加速度传感器和一 个压 力传感器,分别通过导线与控制模块连接;

[0109] 所述三轴微加速度传感器,用于测量载体在三个轴方向上的运动加速度,可以得 到重 力测量值;

[0110] 所述压力传感器,测量表面压力变化,并利用电阻效应将其转换为电信号,最终获 得 表面压力大小;

[0111] 所述体温检测模块用于检测用户的体温变化,主要用于采集检测用户基础体温所 需的 温度数据,包括一个热敏传感器;

[0112] 所述热敏传感器,测量外界的温度变化并利用热敏效应原理温度变化转换为电信 号, 最终获得温度数据;

[0113] 所述控制模块用于实现各个模块间的通信以及装置与上位机之间的通信,并协调 完成 各个模块的初始化功能,包括微型嵌入式系统和无线通讯模块以及外界电源,传感器 模块 与嵌入式系统通过导线进行数据通信。所述嵌入式系统和无线通讯模块通过导线连 接,并 通过无线通讯模块与交互模块进行通信;

[0114] 所述微型嵌入式系统应当包括A/D转换单元以及中央处理器,使得惯性传感器模 块的 信号可以通过A/D转换单元传输至中央处理器;

[0115] 所述无线通讯模块为蓝牙串口模块,中央处理器可以通过蓝牙串口模块与交互模 块进 行数据通信。

[0116] 用户使用本发明主要用于最佳受孕日检测,本发明设计一套女性最佳受孕日检测

方法, 可分根据记录的基础体温数据以及女性卵巢的生理周期, 并综合考虑多囊卵巢综合征及卵巢周期失调问题对用户正常受孕的影响, 推算女性的最佳受孕日。

[0117] 所述的最佳受孕日检测是根据记录的基础体温数据以及用户生理周期状况计算排卵日, 从而获得用户的理想受孕日和最佳受孕日, 其实现原理如下:

[0118] (1) 用户通过交互模块完成初始化设置, 设置每日基础体温的检测时间;

[0119] (2) 由装置采集用户的基础体温, 并通过蓝牙无线通信模块发送至手机端存储;

[0120] 所述的基础体温获得部分根据监测模块采集得到的体温数据以及压力数据, 计算调整并获得基础体温, 修正在基础体温测量时间点手臂抬起而导致基础体温测量不准的问题, 实现原理如下:

[0121] 1) 用户进行初始化设置时, 设定基础体温的测量时间;

[0122] 2) 用户睡眠时, 将从约定的测量时间提前2小时起, 每隔5分钟采集平稳睡眠状态下的温度, 当用户的姿态发生了剧烈变化已经醒来时, 停止温度采集;

[0123] 步骤2) 中, 平稳睡眠状态判断条件的定义如下:

[0124] a) 定义微三轴加速度传感器在某一时刻 T 采集数据值为 x_T, y_T, z_T , 其中 $0 < T < \infty$;

[0125] 定义微三轴加速度计的采样频率为1HZ;

[0126] 定义轻微偏差量为 $\delta_0, 0 < \delta_0 < \delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \infty$;

[0127] 定义用户在平稳睡眠状态下, 微三轴加速度传感器的稳定测量数据为 $x_{standard}, y_{standard}, z_{standard}$, 测得的稳定姿态角度为 $\theta_{standard}, \gamma_{standard}, \psi_{standard}$;

[0128] b) 在 t ($0 < t < 30$) 秒内, 微三轴加速度传感器测量值为:

[0129] x_0, y_0, z_0

[0130] x_1, y_1, z_1

[0131] x_t, y_t, z_t

[0132] c) 计算每一轴的平均测量值为:

$$[0133] \quad \bar{x} = \left(\sum_{i=0}^t x_i \right) / t; \quad \bar{y} = \left(\sum_{i=0}^t y_i \right) / t; \quad \bar{z} = \left(\sum_{i=0}^t z_i \right) / t;$$

[0134] d) 计算测量序列的方差:

$$D_x = \sum_{i=0}^t (x_i - \bar{x})^2$$

$$[0135] \quad D_y = \sum_{i=0}^t (y_i - \bar{y})^2;$$

$$D_z = \sum_{i=0}^t (z_i - \bar{z})^2$$

[0136] e) 用户是否进入平稳睡眠状态的判断标准如下:

$$[0137] \quad steady = \begin{cases} 1, & D_x \leq \delta_0^2 \ \&\& D_y \leq \delta_0^2 \ \&\& D_z \leq \delta_0^2 \\ 0, & D_x > \delta_0^2 \ \parallel D_y > \delta_0^2 \ \parallel D_z > \delta_0^2 \end{cases};$$

[0138] 当steady计算值为0时, 表示用户未进入稳定的睡眠状态; 当steady 计算值为1时, 表示用户进入稳定的睡眠状态, 此时称用户处于平稳睡眠 状态;

[0139] 步骤2) 中, 检测用户的是否醒来的实现方式检测用户的是否醒来的实现方式如

图3所示:

[0140] a) 某一时刻T,微三轴加速度传感器的采集数据值为 x_T, y_T, z_T ,稳定数据为 $x_{\text{standard}}, y_{\text{standard}}, z_{\text{standard}}$;

[0141] b) 计算偏差量为:

[0142] $\Delta = [(x_T - x_{\text{standard}})^2 + (y_T - y_{\text{standard}})^2 + (z_T - z_{\text{standard}})^2] / 3$

[0143] c) 判断用户是否有翻身动作:

$$[0144] \quad turnover = \begin{cases} 0, & \Delta \leq \delta_0^2 \\ 1, & \delta_0^2 < \Delta \leq \delta_1^2 \\ 2, & \delta_1^2 < \Delta \leq \delta_2^2 \\ 3, & \delta_2^2 < \Delta \leq \delta_3^2 \\ 4, & \Delta > \delta_3^2 \end{cases}$$

[0145] 当turnover计算值为0时,表示用户无翻身行为;

[0146] 当turnover计算值为1时,表示用户有较小幅度的翻身行为;

[0147] 当turnover计算值为2时,表示用户有中等幅度的翻身行为;

[0148] 当turnover计算值为3时,表示用户有较大幅度的翻身行为;

[0149] 当turnover计算值为4时,表示用户已经醒来;

[0150] 3) 在采集的温度数据中确定本次测量的基础体温,保存本次测量的基础体温 值;

[0151] 基础体温值选择的原理如下:

[0152] a) 取停止记录时,用户最后一次处于平稳睡眠状态时的平均体温为基础体温,记为temperature;

[0153] b) 基础体温测量的理想情况下,用户应当用上臂将检测器夹于腋下,然而由于用户睡眠期间翻身等动作,会导致检测器可能暴露在外,这一表现直接 反映为压力传感器测量数据的变化;

[0154] 记用户最后一次处于平稳睡眠状态时,压力传感器测量数据为pressure;

[0155] c) 设置压力阈值为 δ 若压力传感器数据 $pressure > \delta$,则认为当前测量值为准 确测量值;否则,将其上一次处于稳定时的测量温度作为基础体温,重复 步骤2)、步骤3)直至得到满足要求的提问时数据;

[0156] 若用户2小时内均未检测得到符合要求的体温数据,则取其最后一次处于平稳 状态时的体温数据增加 0.5°C 为用户当天的基础体温;

[0157] (3) 从第三日起,通过短期排卵日检测法检测女性用户的排卵日;

[0158] 步骤(3)所述短期排卵日测量法如图4所示,利用短期内记录的基础体温数据 测量用户的排卵日,是一种快速的排卵日预测方法,其原理为:

[0159] 1) 连续记录三天用户的基础体温,基础体温值分别为 $temperature_0, temperature_1, temperature_2$;

[0160] 2) 若 $temperature_1 - temperature_0 \geq 0.3$ 同时 $temperature_2 > temperature_1$,则用户可能处于排卵状态,此时行房受孕几率较高;否则用户未处于排卵状态;

[0161] (4) 从用户连续记录的第四月起,通过长期排卵日修正法修正短期排卵日检测法的预测结果,即三个周期内,若体温在同一时间段内升高 $0.3-0.6^{\circ}\text{C}$,则可确定这一时间段为排卵日范围。其实现步骤如下:

[0162] 1) 采集进三个月经周期的基础体温数据,每一周期开始时间为月经开始第一天,结束时间下一次月经开始前一天;

[0163] 2) 提取服务器中所记录的近三个周期内的排卵日,记录其日期为月经周期开始的第 $dovulation_0, dovulation_1, dovulation_2$ 天,三个周期的天数分别为 $circle_0, circle_1, circle_2$;

[0164] 3) 若同时满足:

$$[0165] \quad \overline{dovulation} = (dovulation_0 + dovulation_1 + dovulation_2) / 3;$$

$$[0166] \quad \overline{circle} = (circle_0 + circle_1 + circle_2) / 3;$$

$$[0167] \quad D_{dovulation} = \sum_{j=0}^2 (dovulation_j - \overline{dovulation})^2;$$

$$[0168] \quad D_{circle} = \sum_{j=0}^2 (circle_j - \overline{circle})^2;$$

[0169] $D_{dovulation} < 0.95 \&\& D_{circle} < 0.95$

[0170] 则认为女性用户月经周期开始的第 $\overline{dovulation} \pm 3$ 天为用户的排卵日预测范围;

[0171] 4) 检验当月的短期排卵日检测结果,若当月检测得到女性用户排卵日在排卵日预测范围内,则认为其测量结果准确;

[0172] 5) 若短期排卵日检测结果不在排卵日预测范围内,认为该日期可能不准确,提示用户当天可能为排卵日,但不在其排卵日预测范围内,可能为测量失误或 月经失调;该月经周期内,若再次通过短期排卵日预测法检测到排卵日,则 比较两次检测得到的排卵日,取与排卵日预测范围最相近者为该周期的预测 排卵日;

[0173] (5) 判断最佳受孕日是否存在;

[0174] 当女性用户在排卵日时行房,其受孕的几率最大,然而当其患有多囊卵巢综合征、月经不调等妇科疾病时,往往会影响到自身的正常受孕从而导致其受孕困难,故此时的女性用户的最佳受孕日不存在;

[0175] 本发明检验用户是否患有妨碍受孕的妇科疾病进而判断用户的最佳受孕日 是否存在,其实现步骤如下:

[0176] 1) 检测用户是否患有多囊卵巢综合征;

[0177] 所述多囊卵巢综合征的检测方式如图5,检测女性用户的月体温数据,当用户体温曲线呈现小锯齿状低温曲线形状时,多患有多囊卵巢综合征;若用户的月体温折线图呈现较大锯齿时,即高温仅维持三五天后便大幅下降,随即又 恢复高温并反复下降和上升过程,则多数同时患有多囊与非多囊疾病。实现 原理如下:

[0178] a) 取用户最近倒数第二次月经开始后至最后一次月经开始前的基础体温数据:

[0179] $temperature_0, temperature_1, temperature_2, \dots, temperature_c$

[0180] 其中, $0 < c < \infty$, 若 $c > 50$, 提醒用户月周期经有异常请及时就医。

[0181] b) 以记录中的排卵日为分界点,计排卵日为第 m 天,测得基础温度为 $temperature_m$,其中 $0 < m < c$,取排卵期前和排卵日后的数据分别计算其离散程度:

$$[0182] \quad D_{front} = \sum_{k=0}^m (temperature_k - \overline{temperature})^2$$

$$[0183] \quad D_{back} = \sum_{k=m}^c (temperature_k - \overline{temperature}')^2$$

[0184] 其中,

$$[0185] \quad \overline{temperature} = \sum_{k=0}^{m-1} temperature_k / (m-1)$$

$$[0186] \quad \overline{temperature}' = \sum_{k=m+1}^c temperature_k / (c-m)$$

[0187] c) 判断用户是否有多囊卵巢综合征:

[0188] 定义阈值 $\delta_4, \delta_5, \delta_6$,且 $0 < \delta_4 < \delta_5 < \delta_6$;

[0189] 定义多囊卵巢综合征判断标准为:

$$[0190] \quad pcs = \begin{cases} 0, & D_{front} \leq \delta_4 \parallel D_{back} \leq \delta_4 \\ 1, & \delta_4 < D_{front} \leq \delta_5 \ \& \ \& \ \delta_4 < D_{back} \leq \delta_5 \\ 2, & \text{其他情况} \end{cases}$$

[0191] 当 pcs 值为0,表明用户温度曲线正常,应该没有多囊卵巢综合征问题;当 pcs 值为1,表明用户可能有多囊卵巢综合征;当 pcs 值为2,表明用户可能同时患有多囊与非多囊疾病;

[0192] 2) 检测用户是否存在月经不调问题;

[0193] a) 记录用户的生理周期天数为 D_menses ;

[0194] b) 以排卵日为临界,取该月经周期月经结束后的第一天,至排卵日前一天作为卵泡期,记录天数为 $D_folliclllar$;取排卵日后第一天至月经周期最后一天为黄体期,记录天数为 D_beta ;

[0195] c) 女性正常的卵巢周期天数应该为稳定范围,大部分女性的卵巢周期时间长度在28-32天,卵泡期为10-12天,黄体期为12-16天;

[0196] 卵巢周期正常范围为 $D_mense_{min} < D_mense < D_mense_{max}$,且默认 $D_mense_{min} = 28, D_mense_{max} = 32$;

[0197] 卵泡期正常范围为 $D_folliclllar_{min} < D_folliclllar < D_folliclllar_{max}$,且默认 $D_folliclllar_{min} = 10, D_folliclllar_{max} = 12$;

[0198] 黄体正常范围为 $D_beta_{min} < D_beta < D_beta_{max}$,且默认 $D_beta_{min} = 12, D_beta_{max} = 16$;

[0199] 用户可以根据自身生理周期规律修改设定的范围值;

[0200] d) 若月经周期满足 $D_mense_{min} < D_mense < D_mense_{max}$,则认为女性月经周期天数正常,若不足28天或超出32天,则认为女性月经周期天数不在正常范围内;

[0201] e) 若卵泡期满足 $D_folliclllar_{min} < D_folliclllar < D_folliclllar_{max}$,则认为其卵泡期天数正常,否则认为卵泡期天数有异常,则可能患有无排卵、多囊卵巢、月经过稀等

问题,影响了卵子的正常形成;

[0202] f) 若黄体期满足 $D_beta_{min} < D_beta < D_beta_{max}$, 则认为其黄体期天数正常, 否则黄体期天数有异常, 会影响孕酮的正常分泌并导致受精卵无法着床;

[0203] g) 若女性的月经周期天数、卵泡期天数、黄体期天数均正常, 则认为女性的 卵巢周期正常; 否则, 认为女性卵巢周期存在异常;

[0204] 3) 检测是否存在最佳受孕日;

[0205] 若女性没有多囊卵巢综合征问题, 且卵巢周期正常, 则认为最佳受孕日存 在;

[0206] 若女性没有多囊卵巢综合征问题, 但卵巢周期异常, 则认为最佳受孕日不 存在, 提醒用户卵巢周期失调;

[0207] 若女性换有多囊卵巢综合征问题, 但卵巢周期正常, 则认为最佳受孕日不 存在, 提醒用户可能患有多囊卵巢综合征问题;

[0208] 若女性同时患有多囊卵巢综合征及卵巢周期异常问题, 则认为最佳受孕日 不存在, 提醒用户可能同时患有多囊卵巢综合征及卵巢周期失调问题;

[0209] (6) 依据步骤 (5), 当用户不存在最佳受孕日时, 应提醒用户可能患有的病症并提醒用户及时就医;

[0210] 当用户存在最佳受孕日时, 若用户在处于排卵日时行房则受孕的几率最大, 即 排卵日为女性用户的理想受孕日, 又因卵子在体内存活时间为3日左右, 最佳 受孕时期为理想受孕日以及其后的2天;

[0211] 步骤三: 设计用户交互功能模块:

[0212] 所述用户交互模块设计, 是指用户交互功能模块设计, 此处不包括具体的界面UI 设计, 如图6所示。

[0213] 为了实现跨平台使用的需求, 本发明使用Html5+CSS3开发WEB APP, 以Java Script 语言为主要功能设计语言并内嵌于HTML中, 并利用Web开发工具HBuilder打包成为APK, 将代码放于服务器端, 用户通过手机浏览器访问服务器端数据, 不受限于手机系统。

[0214] 用户通过浏览器可以完成初始化设置以及数据交互功能, 此外, 用户可以选择重置所 有设置并清空数据记录; 所述初始化设置包括年龄、身高、体重、月经周期、上一次月 经 开始及结束时间以及基础体温检测测量时间范围; 数据交互功能包括设备通信以及数 据同 步功能; 所述设备通信功能是通过手机蓝牙模块, 与智能臂环建立数据连接或断开此 连接; 所述数据同步功能是指, 将可穿戴臂环设备所采集的温度及姿态数据通过蓝牙同步 至手机 并存储; 将用户设置的基础体温检测测量时间范围设置同步至可穿戴臂环设备; 同 时, 通 过网络将测量数据同步至服务器。

[0215] 以用户(女)使用本发明为例, 具体步骤及流程如下:

[0216] (1) 用户通过交互模块, 使用手机Web APP设置个人基本信息以及每日睡眠习惯、 设 置基础体温检测时间, 并通过蓝牙连接设备, 同步所有设置;

[0217] (2) 用户于睡前开启智能臂环并正确佩戴, 采集用户睡眠期间的数据;

[0218] (3) 用户醒来, 打开Web APP, 并通过蓝牙将手机与智能臂环链接完成数据同步, 手 机通过网络将体温数据上传至服务器;

[0219] (4) 服务器分析用户体温及姿态数据, 使用评估女性最佳受孕日方法分析用户的 体温 及姿态数据;

[0220] (5) 用户通过交互模块,提交查看个人最佳受孕日预测数据结果,并通过网络将这一请求发送至服务器,服务器调用排卵日计算方法分析用户基础体温数据,为用户返回排卵日预测数据,并通过无线传输至手机最终反馈给用户;

[0221] 用户通过交互模块,查看关于个人健康提示内容,并通过网络将这一请求发送至服务器,服务器调用健康状况评估与预警方法分析用户基础体温数据,为用户返回健康状况评估与预警信息,并通过无线传输至手机,反馈给用户。

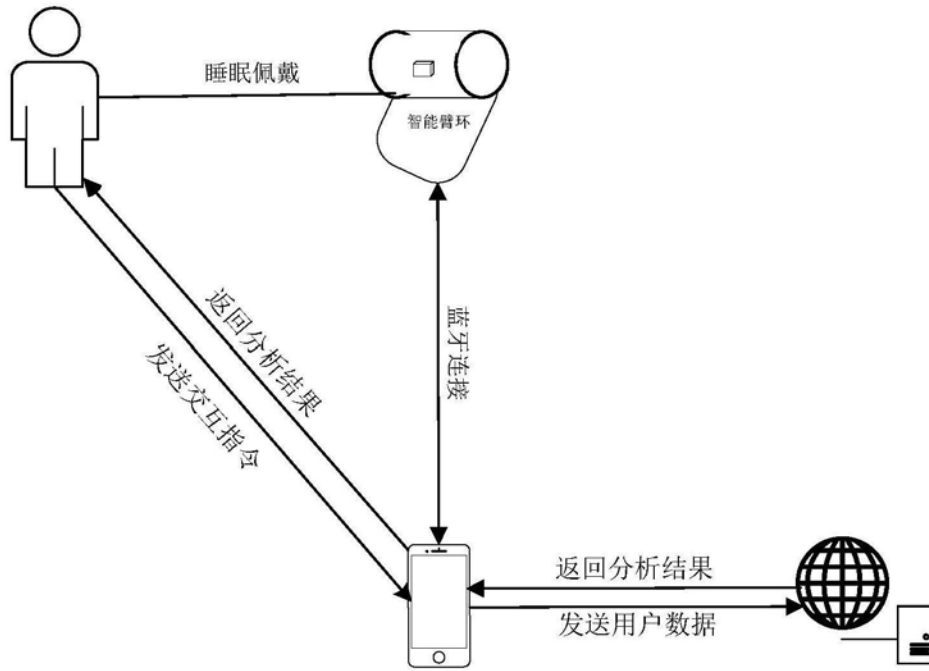


图1



图2

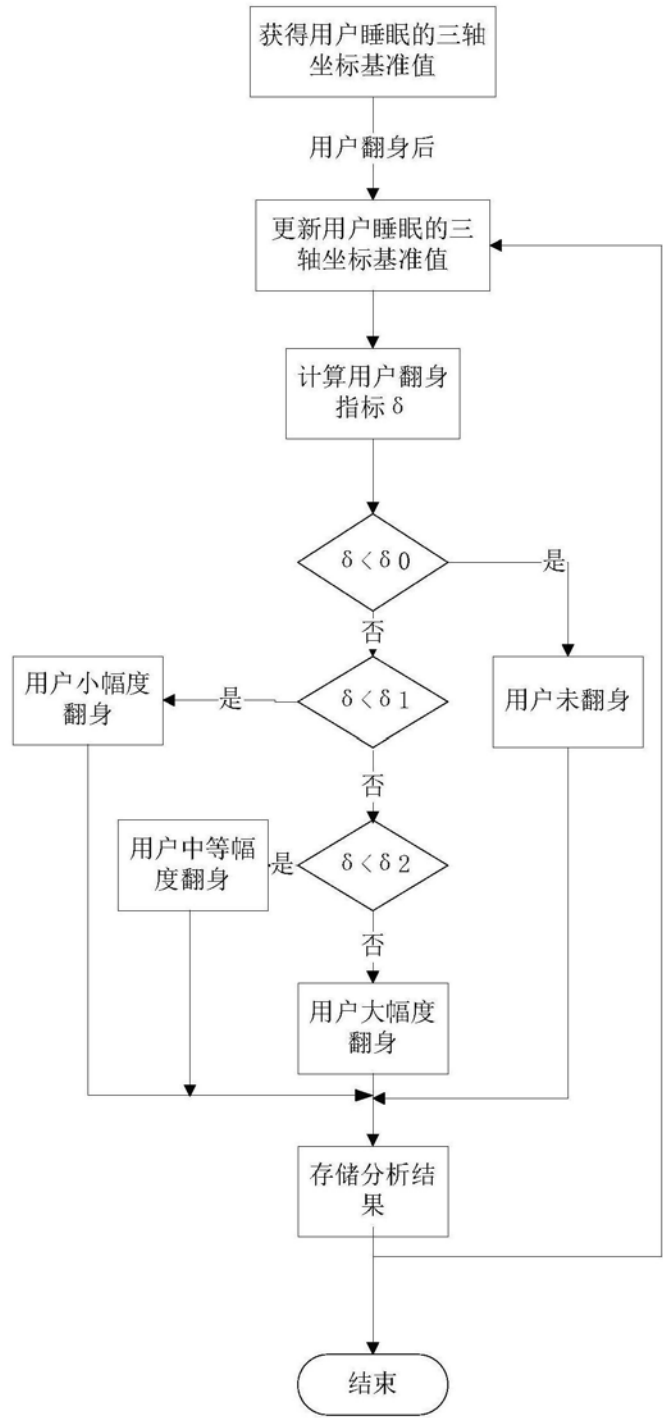


图3

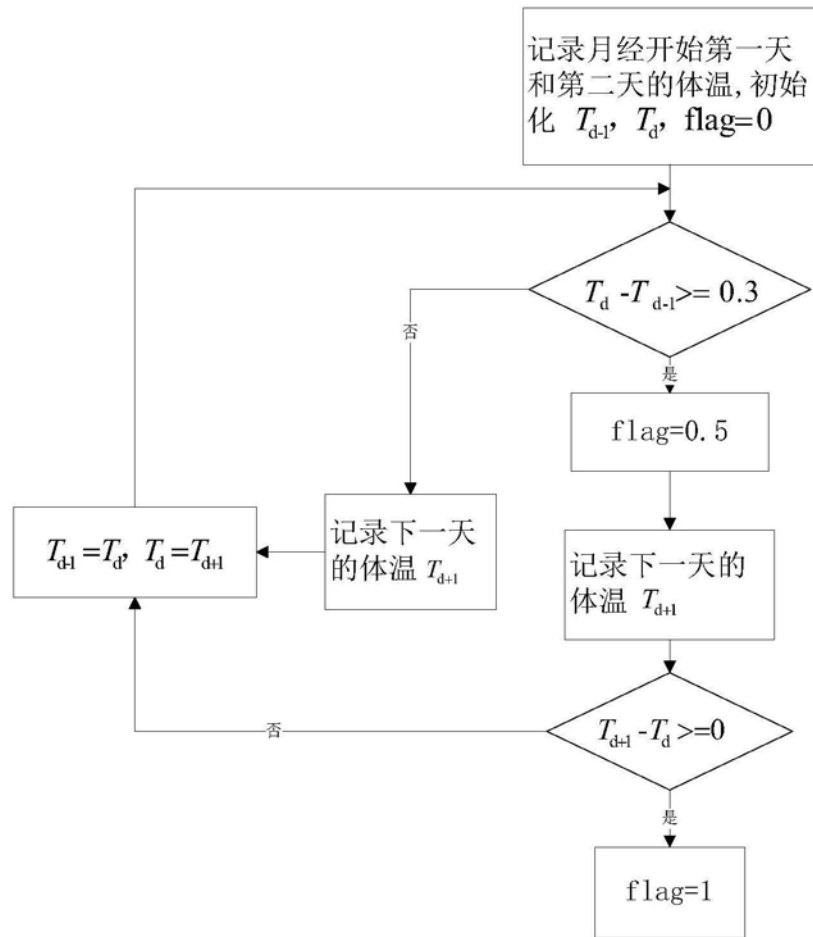


图4

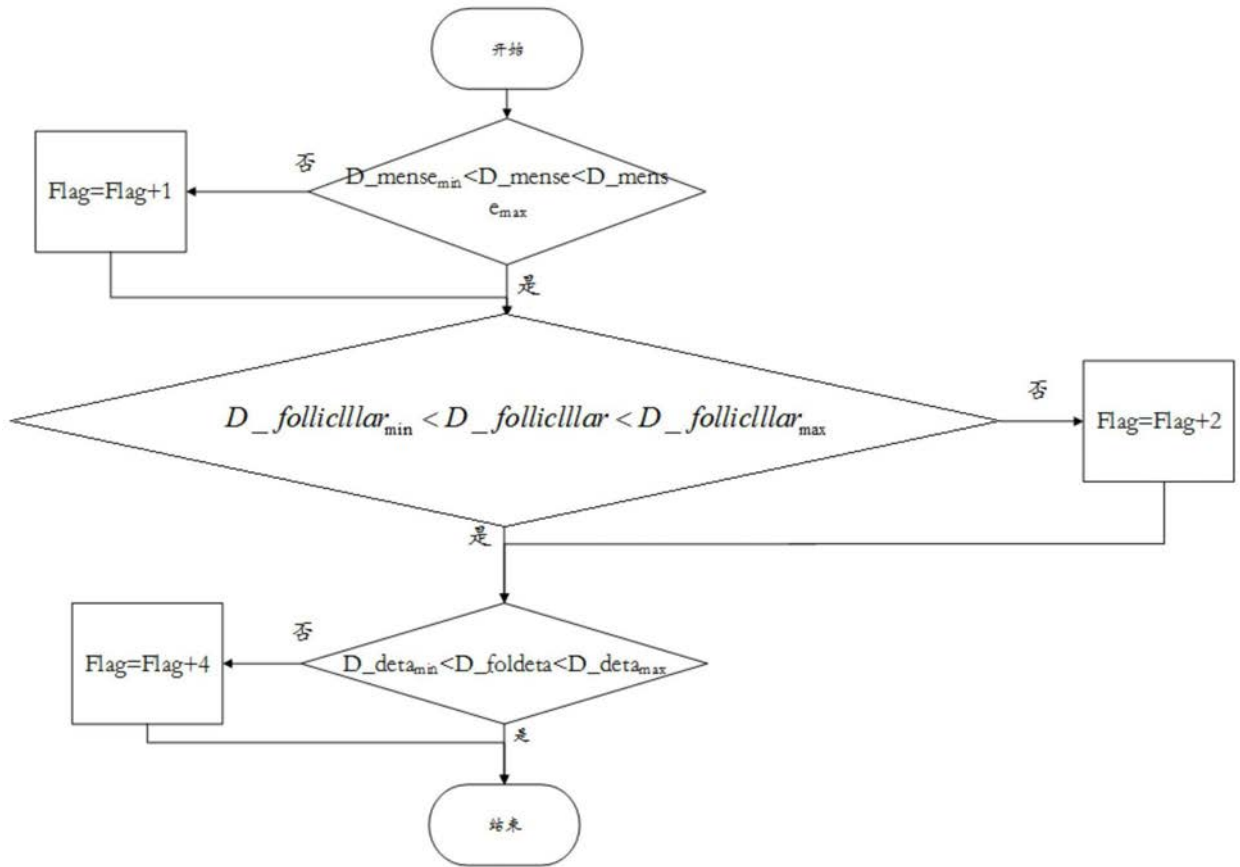


图5

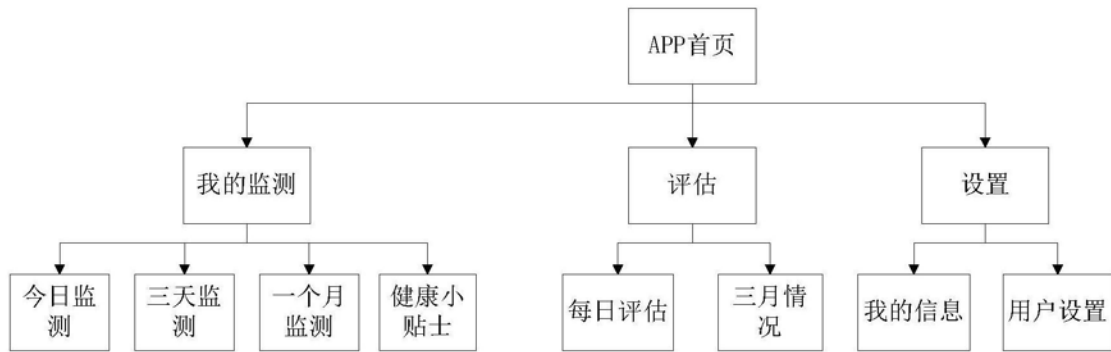


图6

专利名称(译)	一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法		
公开(公告)号	CN106667528B	公开(公告)日	2020-05-05
申请号	CN201610646751.X	申请日	2016-08-09
[标]申请(专利权)人(译)	中南大学		
申请(专利权)人(译)	中南大学		
当前申请(专利权)人(译)	中南大学		
[标]发明人	刘丽珏 雷晓亮 韦长英 李翔 段汝言		
发明人	刘丽珏 雷晓亮 韦长英 李翔 段汝言		
IPC分类号	A61B10/00 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/4809 A61B5/681 A61B10/0012 A61B2010/0019		
代理人(译)	马强 王娟		
审查员(译)	王珊珊		
其他公开文献	CN106667528A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种可穿戴智能臂环及检测女性最佳受孕日的方法，使用可穿戴智能臂环采集女性用户基础体温、动作姿态等生理特征数据，依据女性最佳受孕日检测方法，为备孕期女性用户检测最佳的受孕时间，通过蓝牙实现手机通讯，并在手机端WEB APP上实现女性基础信息输入和信息查看等交互功能。本发明结合相对准确且可实施性较高的基础体温计算排卵日方法检测女性最佳受孕日期，克服了传统基础体温测量方法测量不便、易受干扰等限制，同时为用户提供了较为完善的软硬件交互方案。

