



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103859721 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201410141280. 8

(22) 申请日 2014. 04. 09

(73) 专利权人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号

(72) 发明人 吴定会 李意扬 翟艳杰 史文婕
李家珊 钱芸 马洪良 沈飞凤

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104

代理人 曹祖良 韩凤

(51) Int. Cl.

A45B 3/00(2006. 01)

A45B 3/04(2006. 01)

审查员 朱幸文

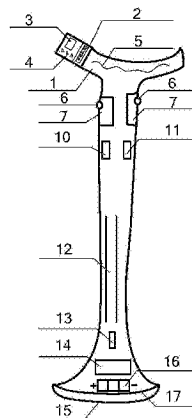
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

远程跌倒监护智能拐杖

(57) 摘要

本发明提供了一种远程跌倒监护智能拐杖，在拐杖手柄上设置电源总开关、功能按键、显示屏和指示灯，在拐杖支撑体上部内置无线通信模块和蜂鸣器，无线通信模块所连接的天线位于拐杖支撑体表面，在拐杖支撑体下部内置加速度传感器、GPS 模块、微处理器和电池；加速度传感器负责采集拐杖运动加速度，再由微处理器进行处理判断跌倒信息，GPS 模块用于实时跟踪拐杖的位置信息，当检测到跌倒或者通过功能按键主动报警时，微处理器发送拐杖的位置信息和报警信号。本发明采用多新息卡尔曼滤波方法，对加速度传感器返回的信息进行处理，去除噪声信号，从而准确判断出老人是否跌倒，准确报警；GPS 定位以及蜂鸣器报警功能便于及时救治携带者。



1. 远程跌倒监护智能拐杖,包括拐杖的支撑体和顶部的手柄(1),其特征是:在拐杖手柄(1)上设置电源总开关、功能按键(2)、显示屏(3)和指示灯(4),在拐杖支撑体上部内置无线通信模块和蜂鸣器,无线通信模块所连接的天线(7)位于拐杖支撑体表面,在容纳无线通信模块的位置设有通风口(6),在拐杖支撑体下部内置加速度传感器(13)、GPS模块、微处理器(14)和电池(16);所述电源总开关、功能按键(2)、显示屏(3)、指示灯(4)、无线通信模块、蜂鸣器、加速度传感器(13)、GPS模块均通过信号线与微处理器(14)相连;加速度传感器(13)负责采集拐杖运动加速度,再由微处理器(14)进行处理判断跌倒信息,GPS模块用于实时跟踪拐杖的位置信息,当检测到跌倒或者通过功能按键(2)主动报警时,微处理器(14)发送拐杖的位置信息和报警信号;

所述微处理器采用多新息卡尔曼滤波算法得出进行跌倒检测的加速度数据信息,多新息方法是将标量单新息加以推广,变为新息向量,建立多新息算法;对于多新息卡尔曼滤波算法,考虑以下随机系统状态空间模型,即为方程式1、2:

$$x(t+1) = Ax(t) + Bu(t) + w(t) \quad 1$$

$$z(t) = Cx(t) + v(t) \quad 2$$

$x(t)$ 是 t 时刻的系统状态, $u(t)$ 是 t 时刻系统的控制量, A 和 B 是系统参数, $z(t)$ 是 t 时刻的测量值, C 是测量系统参数; $w(t)$ 和 $v(t)$ 分别表示过程和测量的高斯白噪声,其均值为零,协方差为 Q, R ;

针对该系统,多新息卡尔曼滤波器是最优的信息处理器;以下五个公式为原始卡尔曼滤波算法原理描述基本公式,式3、4完成卡尔曼滤波器实现对系统的预测,其中式3利用系统的上一次状态预测现在的状态,得到系统更新后的预测结果,式4完成对应于 $x(t|t-1)$ 的协方差的更新;然后,结合已经得到的预测值和收集到的测量值,由式5得到现在 t 状态的最优化估计值 $x(t|t)$; $K(t)$ 是卡尔曼增益,其计算公式如式6;最后,根据式7更新 t 状态下 $x(t|t)$ 的协方差,得到 $P(t|t)$;当系统进入 $t+1$ 状态时, $P(t|t)$ 就等同于式4中的 $P(t-1|t-1)$,以此卡尔曼滤波算法自回归运算,直到系统过程结束;

$$x(t|t-1) = Ax(t-1|t-1) + Bu(t) \quad 3$$

$$P(t|t-1) = AP(t-1|t-1)A' + Q \quad 4$$

$$x(t|t) = x(t|t-1) + K(t)(z(t) - Cx(t|t-1)) \quad 5$$

$$K(t) = P(t|t-1)C' / (CP(t|t-1)C' + R) \quad 6$$

$$P(t|t) = (I - K(t)C)P(t|t-1) \quad 7$$

式5中 $z(t) - Cx(t|t-1)$ 为单新息量,将其表示为 $e(t) = z(t) - Cx(t|t-1)$,将 $e(t)$ 扩展为新息矩阵为:

$$E(p, t) = \begin{bmatrix} e(t) \\ e(t-1) \\ e(t-2) \\ \vdots \\ e(t-p+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z(t) - Cx(t) \\ z(t-1) - Cx(t-1) \\ z(t-2) - Cx(t-2) \\ \vdots \\ z(t-p+1) - Cx(t-p+1) \end{bmatrix} \quad 8$$

其中,正整数 p 为新息长度;

于是得到多新息卡尔曼滤波算法,其最优状态估计方程转变为:

$$x(t|t) = x(t|t-1) + [K_1(t) \ K_2(t) \ \cdots \ K_p(t)]E(p, t) \quad 9$$

转换即得到如下方程：

$$x(t|t) = x(t|t-1) + \sum_{i=1}^p K_i(t)e(t-i+1) \quad 10$$

其中，增益矩阵取 $K_i(t) = K(t-i+1)$ ；

利用多新息卡尔曼滤波算法得到拐杖倒下时最优的加速度信号值 $x(t)$ ，根据此加速度信号值判断拐杖是正常放倒还是跌倒。

2. 如权利要求 1 所述远程跌倒监护智能拐杖，其特征是，当所述微处理器分析出加速度超过 5m/s^2 时，发出跌倒报警信号。

3. 如权利要求 1 所述远程跌倒监护智能拐杖，其特征是，所述无线通信模块为 WiFi 模块。

4. 如权利要求 1 所述远程跌倒监护智能拐杖，其特征是，所述微处理器为飞思卡尔公司的 K60 单片机。

5. 如权利要求 1 所述远程跌倒监护智能拐杖，其特征是，所述拐杖底部设有减震垫 (17)。

6. 如权利要求 5 所述远程跌倒监护智能拐杖，其特征是，在所述减震垫 (17) 下设有防滑垫 (15)。

远程跌倒监护智能拐杖

技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能拐杖,具体是一种供老年人使用的远程跌倒监护智能拐杖。

技术背景

[0002] 随着社会老龄化程度的加深,空巢老人越来越多,已经成为一个不容忽视的社会问题,他们没有子女在身边照顾,自己生活的安全保障要求越来越多。不断增多的“空巢老人”使现有的养老体系面临三大挑战:生活保障、日常照料服务、精神慰藉。

[0003] 近年来,可穿戴设备逐渐进入大众视野,并成为新的发展趋势。可穿戴技术主要探索和创造一种设备,该设备能直接穿在身上、或是整合进用户衣服或配件。例如 Google Project Glass,具有和智能手机一样的功能,可以通过声音控制拍照,视频通话以及上网冲浪、处理文字信息等,功能强大且方便携带。对于老年人而言,拐杖是他们随身携带的一种设备,因此可以利用拐杖的便携优势,开发具有多种功能的智能拐杖来实现对老人的安全监护。

[0004] 随着技术的发展,对于拐杖的改进研究已经不局限于结构上的优化,多功能智能拐杖的发明也越来越多。多功能拐杖(CN203058593U),将拐杖和微型收音机、定位仪和手电筒相结合,实现的一种多功能拐杖,可以使老人随时听广播,满足其娱乐需求,而且能够根据定位仪定位,实现智能化,使家人能随时了解老人所处位置,手电筒的结合也保证了老人在光线较暗时行动的安全。一种智能拐杖(CN103462315A),其特征是在拐杖本体上设有电源装置,水平传感器模块,警报器,RFID 标签,中央处理器。通过水平传感器采集拐杖信息,判断老人是否跌倒;老人跌倒后,警报器发出警报;通过设置 RFID 标签,配合分布式阅读器,可以实现对老人的定位。

[0005] 然而,对于拐杖的改进多数是为了老年人使用更加便捷加入夜光或者手电筒功能,或者为了老年人的娱乐加入 MP3、收音机等等。也有拐杖是通过加速度或者角度传感器来判断拐杖的状态,进而判断出使用者是否跌倒。但是这些具有跌倒检测功能的拐杖缺乏对传感器原始信号的处理,特别是加速度传感器返回的信息经常带有强烈的噪声干扰信号,很容易发生误报警。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的是针对空巢老人的生活保障问题,提供一种集跌倒检测,位置跟踪和娱乐为一体的远程跌倒监护智能拐杖,该智能拐杖对社区老年人的跌倒监护具有重大意义。

[0007] 按照本发明提供的技术方案,所述远程跌倒监护智能拐杖包括拐杖的支撑体和顶部的手柄,在拐杖手柄上设置电源总开关、功能按键、显示屏和指示灯,在拐杖支撑体上部内置无线通信模块和蜂鸣器,无线通信模块所连接的天线位于拐杖支撑体表面,在容纳无线通信模块的位置设有通风口,在拐杖支撑体下部内置加速度传感器、GPS 模块、微处理器和电池;所述电源总开关、功能按键、显示屏、指示灯、无线通信模块、蜂鸣器、加速度传感

器、GPS 模块均通过信号线与微处理器相连；加速度传感器负责采集拐杖运动加速度，再由微处理器进行处理判断跌倒信息，GPS 模块用于实时跟踪拐杖的位置信息，当检测到跌倒或者通过功能按键主动报警时，微处理器发送拐杖的位置信息和报警信号。

[0008] 具体的，当所述微处理器分析出加速度超过 5m/s^2 时，发出跌倒报警信号。

[0009] 所述微处理器采用多新息卡尔曼滤波算法得出进行跌倒检测的加速度数据信息，多新息方法是将标量单新息加以推广，变为新息向量，建立多新息算法；对于多新息卡尔曼滤波算法，考虑以下随机系统状态空间模型，即为方程 (1)，(2)：

$$[0010] \quad x(t+1)=Ax(t)+Bu(t)+w(t) \quad (1)$$

$$[0011] \quad z(t)=Cx(t)+v(t) \quad (2)$$

[0012] $x(t)$ 是 t 时刻的系统状态， $u(t)$ 是 t 时刻系统的控制量， A 和 B 是系统参数， $z(t)$ 是 t 时刻的测量值， C 是测量系统参数。 $w(t)$ 和 $v(t)$ 分别表示过程和测量的高斯白噪声，其均值为零，协方差为 Q, R 。

[0013] 针对该系统，多新息卡尔曼滤波器是最优的信息处理器。以下五个公式为原始卡尔曼滤波算法原理描述基本公式，式 (3) (4) 完成卡尔曼滤波器实现对系统的预测，其中式 (3) 利用系统的上一次状态预测现在的状态，得到系统更新后的预测结果，式 (4) 完成对应于 $x(t|t-1)$ 的协方差的更新。然后，结合已经得到的预测值和收集到的测量值，由式 (5) 得到现在 t 状态的最优化估计值 $x(t|t)$ 。 $K(t)$ 是卡尔曼增益，其计算公式如 (6)。最后，根据式 (7) 更新 t 状态下 $x(t|t)$ 的协方差，得到 $P(t|t)$ 。当系统进入 $t+1$ 状态时， $P(t|t)$ 就等同于式 (4) 中的 $P(t-1|t-1)$ ，以此卡尔曼滤波算法自回归运算，直到系统过程结束。

$$[0014] \quad x(t|t-1)=Ax(t-1|t-1)+Bu(t) \quad (3)$$

$$[0015] \quad P(t|t-1)=AP(t-1|t-1)A'+Q \quad (4)$$

$$[0016] \quad x(t|t)=x(t|t-1)+K(t)(z(t)-Cx(t|t-1)) \quad (5)$$

$$[0017] \quad K(t)=P(t|t-1)C'/(CP(t|t-1)C'+R) \quad (6)$$

$$[0018] \quad P(t|t)=(I-K(t)C)P(t|t-1) \quad (7)$$

[0019] (5) 式中 $z(t)-Cx(t|t-1)$ 为单新息量，将其表示为 $e(t)=z(t)-Cx(t|t-1)$ ，将 $e(t)$ 扩展为新息矩阵为：

[0020]

$$E(p,t)=\begin{bmatrix} e(t) \\ e(t-1) \\ e(t-2) \\ \vdots \\ e(t-p+1) \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} z(t)-Cx(t) \\ z(t-1)-Cx(t-1) \\ z(t-2)-Cx(t-2) \\ \vdots \\ z(t-p+1)-Cx(t-p+1) \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0021] 其中，正整数 p 为新息长度。

[0022] 于是得到多新息卡尔曼滤波算法，其最优状态估计方程转变为：

$$[0023] \quad x(t|t)=x(t|t-1)+[K_1(t) \ K_2(t) \ \dots \ K_p(t)]E(p,t) \quad (9)$$

[0024] 转换即得到如下方程：

[0025]

$$x(t|t) = x(t|t-1) + \sum_{i=1}^p K_i(t) e(t-i+1) \quad (10)$$

[0026] 其中,增益矩阵取 $K_i(t) = K(t-i+1)$;

[0027] 利用多新息卡尔曼滤波算法得到拐杖倒下时最优的加速度信号值 $x(t)$, 根据此加速度信号值判断拐杖是正常放倒还是跌倒。新息长度 p 的大小决定加速度信息的估计误差。

[0028] 具体的,所述无线通信模块为 WiFi 模块;所述微处理器选用飞思卡尔公司的 K60 单片机。

[0029] 进一步的,可在所述拐杖底部设减震垫,以及在所述减震垫下设防滑垫。

[0030] 本发明具有如下优点:

[0031] 1) 采用多新息卡尔曼滤波方法,对加速度传感器返回的信息进行处理,去除噪声信号。从而准确判断出老人是跌倒导致的拐杖跌落还是主动放下拐杖两种情况,准确报警。

[0032] 2) GPS 定位以及蜂鸣器报警功能便于及时救治携带者,当发生紧急状况时,使病患能得到及时救助。

[0033] 3) 针对空巢老人设计,功能齐全,可塑性高。

附图说明

[0034] 图 1 为智能拐杖的外形和结构设计图。

[0035] 图 2 为 K60 最小系统电路图。

[0036] 图 3 为 WiFi 通信电路图。

[0037] 图 4 为 GPS 模块与 K60 通讯接口电路图。

[0038] 图 5 系统工作流程图。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0040] 所述远程跌倒监护智能拐杖主要包括跌倒检测、WiFi 通信、GPS 定位等功能模块。所有器件均工作在单电源模式,由两节 AAA 电池供电。跌倒检测由加速度传感器负责采集拐杖运动加速度,再由内置多新息卡尔曼滤波算法的微处理器判断出准确的跌倒信息,实现跌倒报警。所述 WiFi 模块采用 WM-G-MR-09 芯片,可实现无加密, WEP 加密, WPA2-PSK 加密等多种加密的无线网络连接,满足不同社区的需要。所述 GPS 模块用于实时跟踪老年人的位置信息,当老年人发生跌倒或者主动报警时,反馈其位置信息。还可以通过 WiFi 传输广播戏曲节目来增加娱乐功能。

[0041] 如图 1 所示的实施例,在拐杖的最上端手柄 1 处设置总开关,负责整个拐杖内工作电路电源的开通与关断。在手柄上还设有功能按键 2、显示屏 3 和指示灯 4,共同构成系统的人机界面,用户用功能按键 2 设置所需功能(如“报警”按键),并由显示屏 3 和指示灯 4 反映出当前功能和反馈信息。拐杖顶部的手柄 1 上设计了贴合手型的纹路 5,增加用户握住拐杖的舒适程度。在拐杖支撑体上部内置无线通信模块和蜂鸣器,无线通信模块所连接的天线 7 位于拐杖支撑体表面,外置的天线 7 能够保证无线通信畅通无阻。在容纳无线通信模块的位置设有通风口 6,通风口 6 用来及时降低 WiFi 传输过程中产生的大量热量,保证

系统的正常运作。在拐杖支撑体上部有钥匙挂钩 10 和充电插口 11。在拐杖支撑体下部内置：加速度传感器 13、GPS 模块、微处理器 14 和电池 16；所述电源总开关、功能按键 2、显示屏 3、指示灯 4、无线通信模块、蜂鸣器、加速度传感器 13、GPS 模块均通过信号线与微处理器 14 相连。整个系统由内置可充电电池 16 供电。拐杖底部具有防滑垫 15 和减震垫 17。在拐杖的支撑体上增加了多条线槽 12，用来增加拐杖的美感和减少重量。

[0042] 实施例所采用的微处理器为飞思卡尔公司的 K60 单片机。K60 单片机最小系统如图 2 所示。图 3 为 WiFi 模块的电路，图 4 为 GPS 模块与 K60 通讯接口电路。WiFi 模块负责将跌倒信息和位置信息返回；GPS 模块用于获知老人在小区的实时位置，便于监控老人是否走失，并在其跌倒之后方便工作人员快速定位和施救。

[0043] 跌倒检测：为了准确得到拐杖跌倒信号，利用加速度传感器采集拐杖倒下时的加速度，由于所采集信息具有较多干扰信号，因此采用多新息卡尔曼滤波算法得出可用加速度数据信息。当加速度超过一定的阈值，经过分析可判定拐杖是跌落倒下，此时出现报警。

[0044] 多新息方法是将标量单新息加以推广，变为新息向量，建立多新息算法，基于多新息技术的算法，能够进一步改善估计值的精度。对于多新息卡尔曼滤波算法，考虑以下随机系统状态空间模型，即为方程 (1)，(2)：

$$[0045] \quad x(t+1)=Ax(t)+Bu(t)+w(t) \quad (1)$$

$$[0046] \quad z(t)=Cx(t)+v(t) \quad (2)$$

[0047] $x(t)$ 是 t 时刻的系统状态， $u(t)$ 是 t 时刻系统的控制量， A 和 B 是系统参数， $z(t)$ 是 t 时刻的测量值， C 是测量系统参数。 $w(t)$ 和 $v(t)$ 分别表示过程和测量的高斯白噪声，其均值为零，协方差为 Q, R 。

[0048] 针对该系统，多新息卡尔曼滤波器是最优的信息处理器。以下五个公式为原始卡尔曼滤波算法原理描述基本公式，式 (3) (4) 完成卡尔曼滤波器实现对系统的预测，其中式 (3) 利用系统的上一次状态预测现在的状态，得到系统更新后的预测结果，式 (4) 完成对应于 $x(t|t-1)$ 的协方差的更新。然后，结合已经得到的预测值和收集到的测量值，由式 (5) 得到现在 t 状态的最优化估计值 $x(t|t)$ 。 $K(t)$ 是卡尔曼增益，其计算公式如 (6)。最后，根据式 (7) 更新 t 状态下 $x(t|t)$ 的协方差，得到 $P(t|t)$ 。当系统进入 $t+1$ 状态时， $P(t|t)$ 就等同于式 (4) 中的 $P(t-1|t-1)$ ，以此卡尔曼滤波算法自回归运算，直到系统过程结束。

$$[0049] \quad x(t|t-1)=Ax(t-1|t-1)+Bu(t) \quad (3)$$

$$[0050] \quad P(t|t-1)=AP(t-1|t-1)A'+Q \quad (4)$$

$$[0051] \quad x(t|t)=x(t|t-1)+K(t)(z(t)-Cx(t|t-1)) \quad (5)$$

$$[0052] \quad K(t)=P(t|t-1)C'/(CP(t|t-1)C'+R) \quad (6)$$

$$[0053] \quad P(t|t)=(I-K(t)C)P(t|t-1) \quad (7)$$

[0054] 新息是能够改善参数估计精度或者状态估计精度的有用信息，将单新息加以推广便可得到多新息算法。以上 (5) 式中 $z(t)-Cx(t|t-1)$ 即为单新息量，将其表示为 $e(t)=z(t)-Cx(t|t-1)$ 。将 $e(t)$ 扩展为新息矩阵为：

[0055]

$$E(p,t) = \begin{bmatrix} e(t) \\ e(t-1) \\ e(t-2) \\ \vdots \\ e(t-p+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z(t) - Cx(t) \\ z(t-1) - Cx(t-1) \\ z(t-2) - Cx(t-2) \\ \vdots \\ z(t-p+1) - Cx(t-p+1) \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0056] 其中,正整数 p 为新息长度。

[0057] 于是得到多新息卡尔曼滤波算法,其最优状态估计方程转变为:

$$x(t|t) = x(t|t-1) + [K_1(t) \ K_2(t) \ \dots \ K_p(t)] E(p,t) \quad (9)$$

[0059] 转换即得到如下方程:

[0060]

$$x(t|t) = x(t|t-1) + \sum_{i=1}^p K_i(t) e(t-i+1) \quad (10)$$

[0061] 其中,增益矩阵取 $K_i(t) = K(t-i+1)$ 。

[0062] 将单新息扩展为多新息能够提高估计的收敛速度,并且,引入新息长度 p 能够改善估计量的精度。但是,新息长度取值增大会导致算法的计算量增加,所以要根据当前处理器的负荷选取合适的新息长度 p ,以保证计算机能够完全胜任其增加的计算量。

[0063] 利用多新息卡尔曼滤波算法得到拐杖倒下时最优的加速度信号值 $x(t)$,此为可用的加速度信号值,根据该值可以判断拐杖是正常放倒还是跌倒。经多次实验测定,正常人为放下拐杖时,其加速度一般为 $3 \sim 4\text{m/s}^2$,不超过 5m/s^2 。而跌倒时的加速度一般超过 5m/s^2 ,所以,将 5m/s^2 设定为警报阈值,即当加速度超过 5m/s^2 ,发出跌倒报警信号。

[0064] 本远程跌倒监护智能拐杖的主要功能可以分为两部分实现,分别为:拐杖直立和状态位置判断、是否跌倒判断。当用户开启远程跌倒监护系统时,根据所设计系统检测到危险信号的等级不同,逐次发出:指示灯报警、指示灯蜂鸣器报警和蜂鸣器报警并通过 WiFi 发送救助信息三个等级的报警信息,确保对使用者跌倒状态的准确及时的监护。

[0065] 若拐杖处于平放或倾向度较大的状态,不利于所设计系统在后期的正确诊断信号,所以发出指示灯的报警提示,提示用户修正拐杖直立状态之后正确使用。

[0066] 如图 5 所示,首先读取加速度传感器的信息,读取 GPS 返回的信号获取位置信息。然后根据当前处理器的负荷选取合适的新息长度,之后利用多新息卡尔曼滤波算法得出可用加速度实时值,判断出老人是否跌倒。由于加入了滤波算法,使得可以避免误触发。一旦检测到老人跌倒,便蜂鸣器报警并通过 WiFi 发送求助信息。

[0067] 综上所述,此款智能拐杖,可以随时监测老人是否跌倒,通过小区 WiFi 返回老人的位置信息。一旦老人发生跌倒,可以蜂鸣器报警,并将位置信息返回。为了进一步满足老人娱乐需求,还可以通过 WiFi 接收曲艺节目,供老人收听戏曲等。

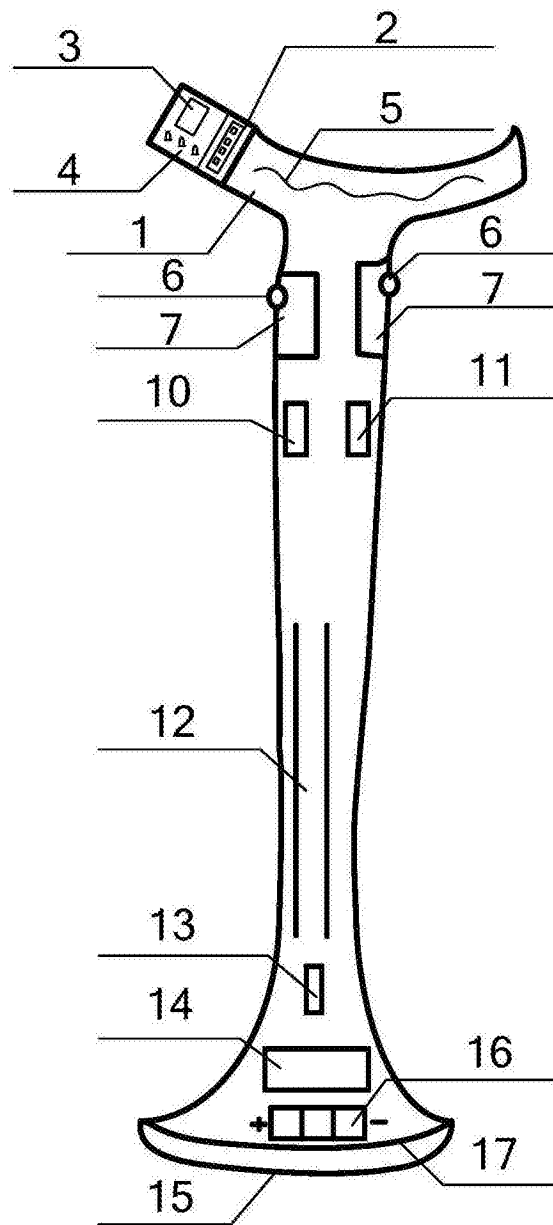


图 1

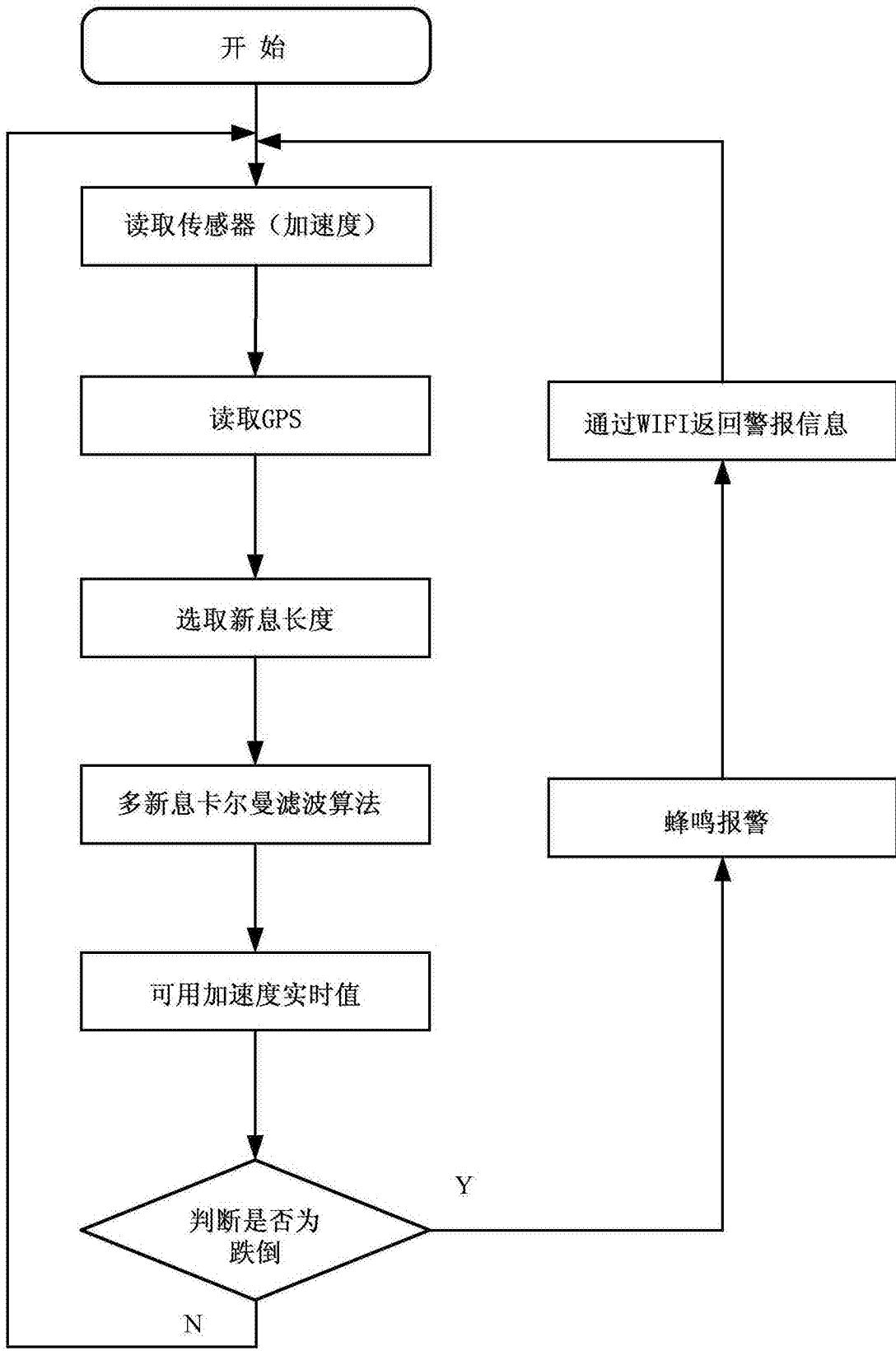


图 5