



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108065939 A

(43)申请公布日 2018.05.25

(21)申请号 201611018916.5

(22)申请日 2016.11.17

(71)申请人 南京国雅信息科技有限公司
地址 210000 江苏省南京市高淳区经济开发
区古檀大道3号

(72)发明人 龚毅光 阮峰 张雅男 胡永国

(51)Int.Cl.
A61B 5/145(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)
G06F 19/00(2018.01)

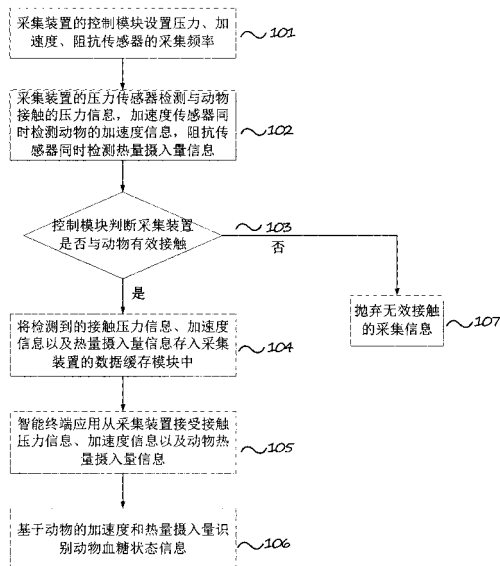
权利要求书3页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法。该监测系统包括：采集装置和智能终端应用，采集装置采集被监测动物的接触压力、热量摄入量 and 加速度信息，并根据接触压力大小判断是否发生有效接触；智能终端应用接收采集装置的有效动物数据，并将其识别为动物血糖状态。该识别方法，能够学习得出被监测动物在不同状态下的正常血糖值，并能基于学得信息识别出动物的血糖状态。本发明的系统可以实现对动物血糖的自动检测以及远程实时监测，不需要人工检测或记录，能节省大量的人力；本发明的方法能够排除动物的种类、年龄、个体等差异，真正为每个被监测对象量身定制，达到精准有效的血糖检测目标。



CN 108065939 A

1. 一种动物血糖监测系统,其特征在于,包括:采集装置和智能终端应用,所述采集装置与所述智能终端应用连接;

所述采集装置穿戴在动物身体上,用于动物热量摄入量、加速度、接触压力等信息采集的;

所述智能终端应用接收采集装置采集的信息,并基于这些信息对动物血糖状态(如健康/正常血糖、糖尿病/血糖过高、低血糖)进行识别。

2. 根据权利要求1所述的动物血糖监测系统,其特征在于,所述采集装置包括血糖采集器和绑缚带,所述血糖采集器两侧均固定连接长度可调的绑缚带,所述的绑缚带用于将采集装置与动物固定,所述绑腹带内置电池组,所述的采集装置中嵌装有压力传感器、加速度传感器、阻抗传感器、控制模块、数据缓存模块以及数据传输模块,所述的压力传感器和阻抗传感器紧贴动物皮肤设置,所述采集装置可以通过绑缚带两端的卡扣连接,或者直接绑在一起,实现穿戴在动物身上;

所述压力传感器、阻抗传感器和加速度传感器用于采集动物的接触压力、热量摄入量和加速度信息;

所述控制模块与所述压力传感器、阻抗传感器和加速度传感器连接,用于配置压力传感器、阻抗传感器、加速度传感器的工作参数和控制它们的工作状况,并能接收接触压力、热量摄入量和加速度信息,及判断接收信息是否有效;

所述数据缓存模块与所述控制模块连接,从所述控制模块接收并缓存有效的接触压力、热量摄入量和加速度信息;

所述数据传输模块与所述数据缓存模块连接和所述智能终端应用连接,从所述数据缓存模块获取数据信息,并发送给所述智能终端应用。

3. 根据权利要求1所述的动物血糖监测系统,其特征在于,所述智能终端应用包括采集数据传输模块、采集数据缓存模块、血糖状态识别模块、状态数据缓存模块;

所述采集数据传输模块用于接收所述采集装置采集的动物数据,并处理后存入所述采集数据缓存模块;

所述采集数据缓存模块用于缓存接收到的动物数据,并在缓存数据满足血糖状态识别要求时,传输给所述血糖状态识别模块;

所述血糖状态识别模块将采集到的动物数据识别为动物的血糖状态,并将动物血糖状态数据传输给所述状态数据缓存模块。

4. 根据权利要求1所述的动物血糖监测系统,其特征在于,该系统用于动物血糖采集包括如下步骤:

(1) 所述控制模块设置的所述压力传感器、所述加速度传感器和所述阻抗传感器的采集频率;

(2) 所述压力传感器检测与动物皮肤的接触压力,所述加速度传感器检测动物加速度信息,所述阻抗传感器检测动物热量摄入量信息;

(3) 所述控制模块接收步骤(2)中检测到的接触压力信息、加速度信息以及动物热量摄入量信息,并根据接触压力信息来判断采集装置是否与动物皮肤接触:如果没有接触,则抛弃所有同时刻采集的信息;如果有效接触,则将数据存入数据缓存模块中;

(4) 安装在主人智能设备上的所述智能终端应用通过所述采集数据传输模块接收所述

采集装置的所述数据缓存模块中接触压力信息、加速度信息和热量摄入量信息,并将信息适当处理后传输给所述采集数据缓存模块;

(5) 所述智能终端应用的所述状态识别模块基于动物的加速度信息和热量摄入量信息识别出动物的血糖状态信息。

5. 根据权利要求3所述的智能终端应用系统,其特征在于,所述智能终端应用还包括:人机交互模块;所述人机交互模块与所述采集数据缓存模块和状态数据缓存模块连接;

所述人机交互模块用于接收用户交互指令,根据指令从所述采集数据缓存模块和状态数据缓存模块中获取所需的信息,并通过屏幕或语音等方式向用户展示查询结果。

6. 根据权利要求3所述的智能终端应用系统,其特征在于,所述智能终端应用还包括:状态数据传输模块;所述状态数据传输模块与所述状态数据缓存模块和所述智能监测系统连接;

所述状态数据传输模块将血糖的状态数据传输给远程网络端的智能监测系统,该系统对状态数据提供进一步的智能分析和服

7. 根据权利要求1所述的动物血糖监测系统,其特征在于,所述的采集装置穿戴于动物的颈部,或腿部,或胸部,或头部等,采集装置的绑缚带中设置有电池组,可以扩大电池容量,实现更长时间的数据采集;

所述的压力传感器为半导体压电阻型或静电容量型;

所述的阻抗传感器为无线智能机电阻抗传感器;

所述的加速度传感器为压电式,或压阻式,或电容式等的加速度传感。

8. 根据权利要求1所述的动物血糖监测系统,其特征在于,所述智能终端应用可以基于Android、IOS、Window 10等主流移动平台开发,也可以是定制的软硬件平台。

9. 为实现上述目的,本发明提供一种基于机器学习的血糖状态识别方法,该方法包括:学习过程和识别过程;

所述机器学习过程包括以下步骤:

(1) 对于特定某个或某种动物,在“健康/正常血糖值”的血糖值状态下,针对不同运动状态(如睡眠、静止、轻微运动、普通运动、剧烈运动)采集加速度和热量摄入量;

(2) 用一定长度的时间窗去采样加速度及热量摄入量信息,计算时间窗内加速度平均值和热量摄入量平均值,保存为训练样例;

(3) 读取训练样例集,按加速度平均值大小对样例进行排序;

(4) 对排序后的训练样例集,按连续样例血糖均值变化值大小分为几类,最后得到学习的结果,保存为规则集;

所述机器识别过程包括以下步骤:

(1) 对于特定的被检测动物采集加速度和热量摄入量;

(2) 用一定长度的时间窗去采样加速度及热量摄入量信息,计算时间窗内加速度平均值和热量摄入量平均值;

(3) 从规则集中查询匹配加速度的规则,即加速度平均值处于规则条件的加速度范围内,然后,找出同条规则的规则条件中的热量摄入量范围;

(4) 如果热量摄入量均值比热量摄入量范围最小值大,且比热量摄入量范围最大值小,则血糖状态为“正常血糖”;如果热量摄入量均值比热量摄入量范围最小值小,则血糖状态

为“低血糖”；如果热量摄入量均值比热量摄入量范围最大值大，则血糖状态为“高血糖”。

10. 根据权利要求9所述的基于机器学习的血糖状态识别方法，其特征在于，所述学习过程在对“健康/正常血糖”的血糖状态信息进行学习的基础上，增加对“糖尿病/血糖值过高”、“低血糖”血糖状态信息的学习，所述规则集也增加了相应的规则；相应地，所述识别过程，需要增加对“糖尿病/血糖值过高”、“低血糖”血糖状态规则的应用；

增加对“糖尿病/血糖值过高”、“低血糖”血糖状态状态的学习和识别，可以使识别算法的规则集更加全面完备，能提高识别的准确度，但这种方式需要更多的识别样例，增加了学习过程的难度。

动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及动物健康监测领域,特别涉及动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法。

背景技术

[0002] 血糖是动物重要的健康指标,血糖监测是评价动物健康状态的重要方式之一,血糖监测的及时性、准确性、可靠性直接影响疾病的预防、诊断、治疗以及术后恢复效果。

[0003] 传统动物血糖检测采取单个血糖样点,非常不便于跟踪动物血糖变化,而且目前对动物血糖的测量主要靠手工来完成,主人需要每天手工测量动物血糖,记录血糖值,绘制血糖曲线,这是一个很大的工作量。而且,某些动物,如放养的牛无法配合血糖检测,往往需要麻醉才能实现,对于这类动物,传统的血糖检测方式无法实施高频率的检测。

[0004] 此外,不同种类动物、同种类动物不同年龄段、同种类动物同年龄不同个体、同个体动物不同运动状态,往往具有不同的健康/正常血糖值,如:牛在饭后状态下具有的血糖高于其在饭前或者饥饿状态下的血糖;又如:犬正常血糖为3.9---6.2mmol/L,而小鼠的正常血糖为3.5---8.9mmol/L,因而,动物血糖的监测应考虑动物的种类、年龄、个体等差异,而传统方式很难全面做到。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一个动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法,该动物血糖监测系统能够自动地采集动物的热量摄入量信息,实现对动物血糖的实时远程监控,不需要主人人工检测并记录结果,节省人力,检测结果更加准确,用以解决传统血糖检测方式工作量大的问题;而且,系统采用基于机器学习的血糖状态识别方法,能够学习得出被监测动物在不同运动状态下的正常血糖,并能基于学得的热量摄入量信息识别出动物的血糖状态,即动物的处于正常血糖、高血糖或低血糖。机器学习的动物血糖状态识别方法能够排除动物的种类、年龄、个体和运动状态等差异,真正为每个被监测对象量身定做,达到精准有效的血糖检测目的。

[0006] 为实现上述目的,本发明的方案是:一个动物血糖监测系统,该系统包括采集装置和智能终端应用。所述采集装置穿戴在动物身体上,用于动物热量摄入量、加速度、接触压力等信息采集的;所述智能终端应用接收采集装置采集的信息,并基于这些信息对动物血糖状态(如健康/正常血糖值、糖尿病/血糖值过高、低血糖)进行识别;所述采集装置与所述智能终端应用连接;

[0007] 所述采集装置包括血糖采集器和绑缚带,所述血糖采集器两侧均固定连接长度可调的绑缚带,所述的绑缚带用于将采集装置与动物固定,所述绑腹带内置电池组,所述的采集装置中嵌装有压力传感器、加速度传感器、阻抗传感器、控制模块、数据缓存模块以及数据传输模块,所述的压力传感器和阻抗传感器紧贴动物皮肤设置,所述采集装置可以通过绑缚带两端的卡扣连接,或者直接绑在一起,实现穿戴在动物身上;

[0008] 所述压力传感器、阻抗传感器和加速度传感器用于采集动物的接触压力、热量摄入量 and 加速度信息；

[0009] 所述控制模块与所述压力传感器、阻抗传感器和加速度传感器连接，用于配置压力传感器、阻抗传感器、加速度传感器的工作参数和控制它们的工作状况，并能接收接触压力、热量摄入量和加速度信息，及判断接收信息是否有效；

[0010] 所述数据缓存模块与所述控制模块连接，从所述控制模块接收并缓存有效的接触压力、热量摄入量和加速度信息；

[0011] 所述数据传输模块与所述数据缓存模块连接和所述智能终端应用连接，从所述数据缓存模块获取数据信息，并发送给所述智能终端应用；

[0012] 所述智能终端应用包括采集数据传输模块、采集数据缓存模块、血糖状态识别模块、状态数据缓存模块；

[0013] 所述采集数据传输模块用于接收所述采集装置采集的动物数据，并处理后存入所述采集数据缓存模块；

[0014] 所述采集数据缓存模块用于缓存接收到的动物数据，并在缓存数据满足血糖状态识别要求时，传输给所述血糖状态识别模块；

[0015] 所述血糖状态识别模块将采集到的动物数据识别为动物的血糖状态，并将动物血糖状态数据传输给所述状态数据缓存模块；

[0016] 所述动物血糖监测系统用于动物血糖采集包括如下步骤：

[0017] (1) 所述控制模块设置的所述压力传感器、所述加速度传感器和所述阻抗传感器的采集频率；

[0018] (2) 所述压力传感器检测与动物皮肤的接触压力，所述加速度传感器检测动物加速度信息，所述阻抗传感器检测动物热量摄入量信息；

[0019] (3) 所述控制模块接收步骤(2)中检测到的接触压力信息、加速度信息以及动物热量摄入量信息，并根据接触压力信息来判断采集装置是否与动物皮肤接触：如果没有接触，则抛弃所有同时刻采集的信息；如果有效接触，则将数据存入数据缓存模块中；

[0020] (4) 安装在主人智能设备上的所述智能终端应用通过所述采集数据传输模块接收所述采集装置的所述数据缓存模块中接触压力信息、加速度信息和热量摄入量信息，并将信息适当处理后传输给所述采集数据缓存模块；

[0021] (5) 所述智能终端应用的所述状态识别模块基于动物的加速度信息和热量摄入量信息识别出动物的血糖状态信息。

[0022] 可选的，所述智能终端应用包括人机交互模块。所述人机交互模块用于接收用户交互指令，根据指令从所述采集数据缓存模块和状态数据缓存模块中获取所需的信息，并通过屏幕或语音等方式向用户展示查询结果。

[0023] 可选的，所述智能终端应用包括状态数据传输模块。所述状态数据传输模块将血糖的状态数据传输给远程网络端的智能监测系统，该系统对状态数据提供进一步的智能分析和服

[0024] 所述的采集装置穿戴于动物的颈部，或腿部，或胸部，或头部等，采集装置的绑缚带中设置有电池组，可以扩大电池容量，实现更长时间的数据采集；

[0025] 所述的压力传感器为半导体压电阻型或静电容量型。

[0026] 所述的阻抗传感器为无线智能机电阻抗传感器。

[0027] 所述的加速度传感器为压电式,或压阻式,或电容式等的加速度传感器。

[0028] 所述智能终端应用可以基于Android、IOS、Window 10等主流移动平台开发,也可以是定制的软硬件平台。

[0029] 为实现上述目的,本发明提供一种基于机器学习的血糖状态识别方法,能够针对特定的被监测动物个体进行机器学习,学习并得出该动物处于各类血糖状态的规则,然后基于这些规则进行血糖状态识别,达到健康监测的目标。

[0030] 所述基于机器学习的血糖状态识别方法的机器学习过程包括以下步骤:

[0031] (1) 对于特定某个或某种动物,在不同的血糖状态(如健康/正常血糖值、糖尿病/血糖值过高、低血糖)下,针对不同运动状态(如睡眠、静止、轻微运动、普通运动、剧烈运动)采集加速度 a 和热量摄入量 t ;

[0032] (2) 用一定长度的时间窗去采样加速度 a 及热量摄入量 t 信息,计算时间窗内加速度平均值 \bar{a} 和热量摄入量平均值 \bar{t} ,保存为训练样例,如:

[0033] $(\bar{a}, \bar{t}) \rightarrow$ 正常血糖

[0034] (3) 读取训练样例集,对同种血糖状态的样例按加速度平均值 \bar{a} 大小对样例进行排序;

[0035] (4) 对排序后的训练样例集,对同种血糖状态按连续样例血糖均值 \bar{t} 变化值大小分为几类,最后得到学习的结果,保存为规则集,如:

$(\overline{aMin1}, \overline{aMax1}) \& (\overline{tMin1}, \overline{tMax1}) \rightarrow$ 正常血糖

$(\overline{aMin2}, \overline{aMax2}) \& (\overline{tMin2}, \overline{tMax2}) \rightarrow$ 正常血糖

...

$(\overline{aMin3}, \overline{aMax3}) \& (\overline{tMin3}, \overline{tMax3}) \rightarrow$ 过低血糖

[0036] $(\overline{aMin4}, \overline{aMax4}) \& (\overline{tMin4}, \overline{tMax4}) \rightarrow$ 过低血糖

...

$(\overline{aMin5}, \overline{aMax5}) \& (\overline{tMin5}, \overline{tMax5}) \rightarrow$ 过高血糖

$(\overline{aMin6}, \overline{aMax6}) \& (\overline{tMin6}, \overline{tMax6}) \rightarrow$ 过高血糖

...

[0037] 所述基于机器学习的血糖状态识别方法的机器识别过程包括以下步骤:

[0038] (1) 对于特定的被检测动物采集加速度 a 和热量摄入量 t ;

[0039] (2) 用一定长度的时间窗去采样加速度 a 及热量摄入量 t 信息,计算时间窗内加速度平均值 \bar{a} 和热量摄入量平均值 \bar{t} ;

[0040] (3) 从规则集中查询同时匹配加速度和热量摄入量的规则,即加速度平均值 \bar{a} 处于规则条件的 $(\overline{aMinj}, \overline{aMaxj})$ 范围内,且热量摄入量平均值 \bar{t} 处于规则条件的 $(\overline{tMinj}, \overline{tMaxj})$ 范围内;

[0041] (4) 如果步骤(3)找到了匹配规则,则根据规则识别出动物的热量摄入量状态,并结束识别过程;

[0042] (5) 如果步骤(3)找不到了匹配规则,则从血糖状态为“正常血糖”的规则集中查询匹配加速度的规则,即加速度平均值 \bar{a} 处于规则条件的 $(\overline{aMinj}, \overline{aMaxj})$ 范围内,然后,找出同

条规则的规则条件中的热量摄入量范围($tMin_j, tMax_j$);

[0043] (6) 如果 \bar{t} 比 $tMin_j$ 小, 则血糖状态为“过低血糖”, 如果 \bar{t} 比 $tMax_j$ 大, 则血糖状态为“过高血糖”。

[0044] 本发明所达到的有益效果如下:

[0045] (1) 本发明的血糖监测系统可以实现对动物血糖的自动检测以及远程实时监测, 不需要人工记录被检测动物的血糖状况, 节省大量的人力, 减轻劳动力;

[0046] (2) 本发明的血糖监测系统设置有加速度传感器以及压力传感器, 可以检测采集装置是否与动物有效接触, 以及动物在不同运动状态下的血糖, 检测结果更准确;

[0047] (3) 本发明的血糖监测系统设置有智能终端应用, 可以基于动物的加速度信息、压力信息和热量摄入量信息进行学习并进行智能识别, 机器学习特性使得本系统可以适用于几乎所有动物的血糖识别, 且能兼顾被测动物的个体血糖特性, 真正实现私人定制, 识别结果也更加精准;

[0048] (4) 本发明还可以通过与远程网络上的智能监测系统连接, 将血糖状态信息上传到远程系统中, 相关人员可以通过网络随时了解被监测动物的历史血糖状况, 并能通过专家系统来分析被监测对象不同的血糖变化, 实现更加精准的健康监测;

[0049] (5) 本发明的采集装置采用电池组来提供能源, 能够实现更长时间的供电需求, 减少设备充电的次数, 提高设备使用的效率。

附图说明

[0050] 图1是本发明的采集装置结构图;

[0051] 图2是本发明的动物血糖监测系统结构原理图;

[0052] 图3是本发明的动物血糖采集流程图;

[0053] 图4是本发明的血糖状态识别模型的学习过程;

[0054] 图5是本发明的血糖状态识别模型的实施过程。

具体实施方式

[0055] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明。

[0056] 实施例一

[0057] 本实施例中的动物血糖监测系统包括穿戴在动物身上、用于动物血糖采集的采集装置和用于动物血糖监测的智能终端应用。

[0058] 如图1所示, 所述采集装置包括血糖采集器和绑缚带, 所述血糖采集器两侧均固定连接长度可调的绑缚带, 所述的绑缚带用于将采集装置与动物固定, 所述绑腹带内置电池组, 所述的采集装置中嵌装有压力传感器、加速度传感器、阻抗传感器, 所述的压力传感器和阻抗传感器紧贴动物皮肤设置。所述采集装置可以通过绑缚带两端的卡扣连接, 或者直接绑在一起, 实现穿戴在动物身上。

[0059] 如图2所示, 所述采集装置1包括压力传感器11、阻抗传感器12、加速度传感器13、控制模块14、数据缓存模块15以及数据传输模块16。所述压力传感器11、阻抗传感器12和加速度传感器13与所述控制模块14连接, 所述控制模块14与所述数据缓存模块15连接, 所述数据缓存模块15与数据传输模块16连接。

[0060] 如图2所示,所述智能终端应用2包括采集数据传输模块21、采集数据缓存模块22、血糖状态识别模块23、状态数据缓存模块24。所述采集数据传输模块21与所述采集数据缓存模块22连接,所述采集数据缓存模块22与所述血糖状态识别模块23连接,所述血糖状态识别模块23与所述状态数据缓存模块24连接。

[0061] 如图3所示,所述动物血糖监测系统的血糖采集流程包括如下步骤:

[0062] (1) 步骤101,用户通过所述采集装置的所述控制模块设置压力传感器、加速度传感器、阻抗传感器的信息采集频率,对于健康状况良好的动物,可以设置较低的采集频率,对于健康状况较差的动物,则应设置较高的采集频率;

[0063] (2) 步骤102,所述采集装置通过压力传感器检测与动物接触的压力信息,加速度传感器同时检测动物的加速度信息,阻抗传感器同时检测动物的热量摄入量信息;

[0064] (3) 步骤103,所述控制模块检测采集的接触压力信息,如果接触压力值大于阈值,则判定为采集装置与动物发生了有效接触,所有信息有效,转到步骤104;如果接触压力值小于阈值,则判定为采集装置与动物没有发生有效接触,所有信息无效,转到步骤107,即抛弃无效的采集信息,且结束采集流程;

[0065] (4) 步骤104,所述采集装置的所述数据缓存模块将检测到的接触压力信息、加速度信息以及血糖信息存储起来;

[0066] (5) 步骤105,所述智能终端应用从所述采集装置接收接触压力信息、加速度信息以及动物热量摄入量信息;对于实时性要求高且通信网络顺畅,智能终端应用可以按采集频率获取数据;对于实时性要求不高或者通信网络较差甚至断开,智能终端应用可以降低数据获取频率或等到通信网络恢复顺畅后再传输;

[0067] (6) 步骤106,基于机器学习后的血糖状态识别规则集合,所述智能终端应用的所述血糖状态识别模块将动物的加速度和热量摄入量信息识别为动物的血糖状态信息。

[0068] 实施例二

[0069] 本实施例二在实施例一的基础上,智能终端应用还设置有人机交互模块26。所述人机交互模块26与采集数据缓存模块22和状态数据缓存模块24连接。

[0070] 所述人机交互模块26用于接收用户通过触屏、键盘和语音等交互方式提供的指令,并从采集数据缓存模块22和状态数据缓存模块24中按指令取出数据,然后用屏幕或语音等方式将取出的数据展示给用户。

[0071] 实施例三

[0072] 本实施例三在实施例一或实施例二的基础上,智能终端应用还设置有状态数据传输模块25。所述状态数据传输模块25与本地的状态数据缓存模块24和远程的智能监测系统3连接。

[0073] 所述状态数据传输模块25将所述的智能终端应用2通过Internet、TD-SCDMA或WCDMA等远程通信网与智能监测系统3相连,用于将动物血糖状态信息上传到智能监测系统3,作为历史数据以备查询或进行更深入的智能分析。

[0074] 实施例四

[0075] 如图3所示,所述基于机器学习的血糖状态识别方法包括一个学习过程和一个识别过程。

[0076] 学习过程主要是通过对动物在“健康/正常血糖”的血糖状态下,针对不同运动状

态采集加速度和血糖信息,并通过分类算法得出不同加速度状况,及不同运动状态下的动物正常血糖范围。所述机器学习过程包括以下步骤:

[0077] (1) 对于特定某个或某种动物,在“健康/正常血糖”的血糖状态下,针对不同运动状态(如睡眠、静止、轻微运动、普通运动、剧烈运动)采集加速度 a 和热量摄入量 t ;

[0078] (2) 用一定长度的时间窗去采样加速度 a 及热量摄入量 t 信息,计算时间窗内加速度平均值 \bar{a} 和热量摄入量平均值 \bar{t} ,保存为训练样例,如;

[0079] $(\bar{a}, \bar{t}) \rightarrow$ **正常血糖**

[0080] (3) 读取训练样例集,按加速度平均值 \bar{a} 大小对样例进行排序;

[0081] (4) 对排序后的训练样例集,按连续样例血糖均值 \bar{t} 变化值大小分为几类,最后得到学习的结果,保存为规则集,如:

$(\overline{aMin1}, \overline{aMax1}) \& (\overline{tMin1}, \overline{tMax1}) \rightarrow$ **正常血糖**

[0082] $(\overline{aMin2}, \overline{aMax2}) \& (\overline{tMin2}, \overline{tMax2}) \rightarrow$ **正常血糖**

...

[0083] 所述基于机器学习的血糖状态识别方法的机器识别过程包括以下步骤:

[0084] (1) 对于特定的被检测动物采集加速度 a 和热量摄入量 t ;

[0085] (2) 用一定长度的时间窗去采样加速度 a 及热量摄入量 t 信息,计算时间窗内加速度平均值 \bar{a} 和热量摄入量平均值 \bar{t} ;

[0086] (3) 从规则集中查询匹配加速度的规则,即加速度平均值 \bar{a} 处于规则条件的 $(\overline{aMinj}, \overline{aMaxj})$ 范围内,然后,找出同条规则的规则条件中的血糖范围 $(\overline{tMinj}, \overline{tMaxj})$;

[0087] (4) 如果 \bar{t} 比 \overline{tMinj} 大,且比 \overline{tMaxj} 小,则血糖状态为“正常血糖”;如果 \bar{t} 比 \overline{tMinj} 小,则血糖状态为“过低血糖”;如果 \bar{t} 比 \overline{tMaxj} 大,则血糖状态为“过高血糖”。

[0088] 实施例五

[0089] 本实施例五在实施例四的基础上,所述学习过程在对“健康/正常血糖”的血糖状态信息进行学习的基础上,增加对“糖尿病/血糖过高”、“低血糖”血糖状态信息的学习。所述机器学习过程包括以下步骤:

[0090] (1) 对于特定某个或某种动物,在不同的血糖状态(如健康/正常血糖、糖尿病/血糖过高、低血糖)下,针对不同运动状态(如睡眠、静止、轻微运动、普通运动、剧烈运动)采集加速度 a 和热量摄入量 t ;

[0091] (2) 用一定长度的时间窗去采样加速度 a 及热量摄入量 t 信息,计算时间窗内加速度平均值 \bar{a} 和热量摄入量平均值 \bar{t} ,保存为训练样例,如;

[0092] $(\bar{a}, \bar{t}) \rightarrow$ **正常血糖**

[0093] (3) 读取训练样例集,对同种血糖状态的样例按加速度平均值 \bar{a} 大小对样例进行排序;

[0094] (4) 对排序后的训练样例集,对同种血糖状态按连续样例热量摄入量均值 \bar{t} 变化值大小分为几类,最后得到学习的结果,保存为规则集,如:

$(\overline{aMin1}, \overline{aMax1}) \& (\overline{tMin1}, \overline{tMax1}) \rightarrow$ 正常血糖

$(\overline{aMin2}, \overline{aMax2}) \& (\overline{tMin2}, \overline{tMax2}) \rightarrow$ 正常血糖

...

$(\overline{aMin3}, \overline{aMax3}) \& (\overline{tMin3}, \overline{tMax3}) \rightarrow$ 过低血糖

[0095] $(\overline{aMin4}, \overline{aMax4}) \& (\overline{tMin4}, \overline{tMax4}) \rightarrow$ 过低血糖

...

$(\overline{aMin5}, \overline{aMax5}) \& (\overline{tMin5}, \overline{tMax5}) \rightarrow$ 过高血糖

$(\overline{aMin6}, \overline{aMax6}) \& (\overline{tMin6}, \overline{tMax6}) \rightarrow$ 过高血糖

...

[0096] 所述基于机器学习的血糖状态识别方法的机器识别过程包括以下步骤:

[0097] (1) 对于特定的被检测动物采集加速度a和热量摄入量t;

[0098] (2) 用一定长度的时间窗去采样加速度a及热量摄入量t信息, 计算时间窗内加速度平均值 \overline{a} 和热量摄入量平均值 \overline{t} ;

[0099] (3) 从规则集中查询同时匹配加速度和血糖的规则, 即加速度平均值 \overline{a} 处于规则条件的 $(\overline{aMinj}, \overline{aMaxj})$ 范围内, 且热量摄入量平均值 \overline{t} 处于规则条件的 $(\overline{tMinj}, \overline{tMaxj})$ 范围内;

[0100] (4) 如果步骤(3)找到了匹配规则, 则根据规则识别出动物的血糖状态, 并结束识别过程;

[0101] (5) 如果步骤(3)找不到了匹配规则, 则从血糖状态为“正常血糖”的规则集中查询匹配加速度的规则, 即加速度平均值 \overline{a} 处于规则条件的 $(\overline{aMinj}, \overline{aMaxj})$ 范围内, 然后, 找出同条规则的规则条件中的热量摄入量范围 $(\overline{tMinj}, \overline{tMaxj})$;

[0102] (6) 如果 \overline{t} 比 \overline{tMinj} 小, 则血糖状态为“过低血糖”, 如果 \overline{t} 比 \overline{tMaxj} 大, 则血糖状态为“过高血糖”。

[0103] 可以理解的是, 以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式, 然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言, 在不脱离本发明的精神和实质的情况下, 可以做出各种变型和改进, 这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

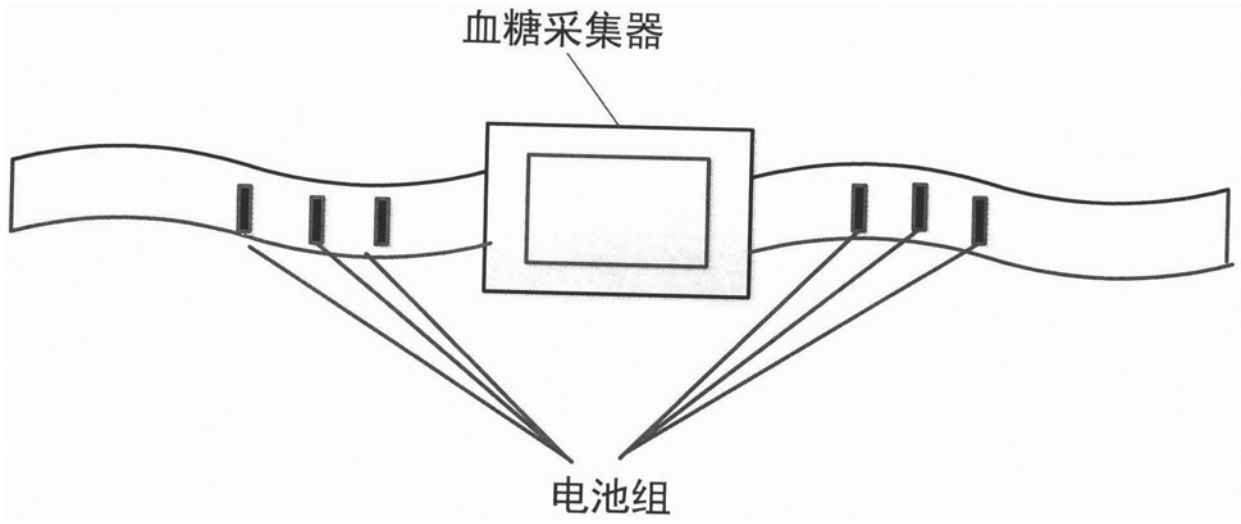


图1

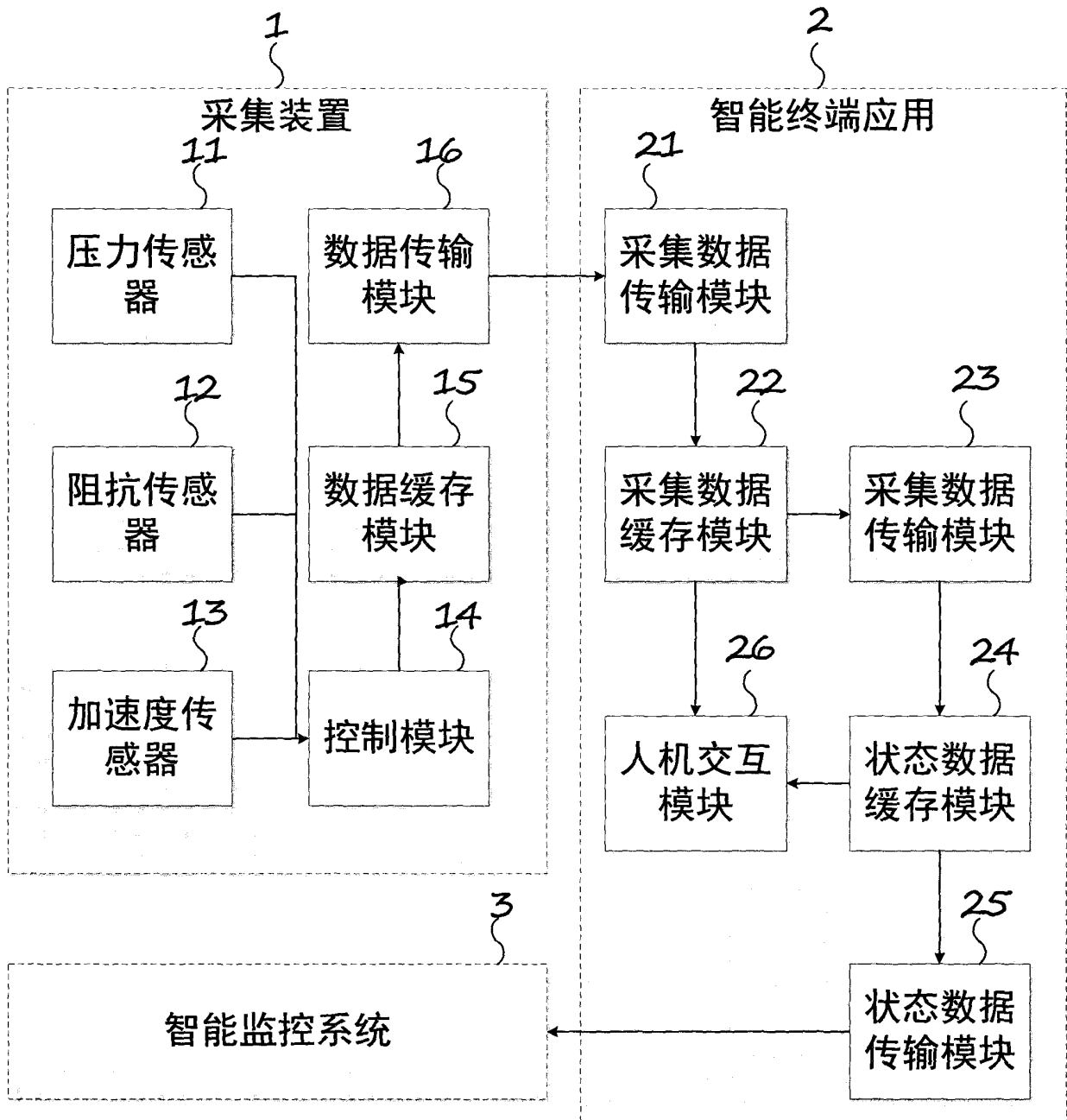


图2

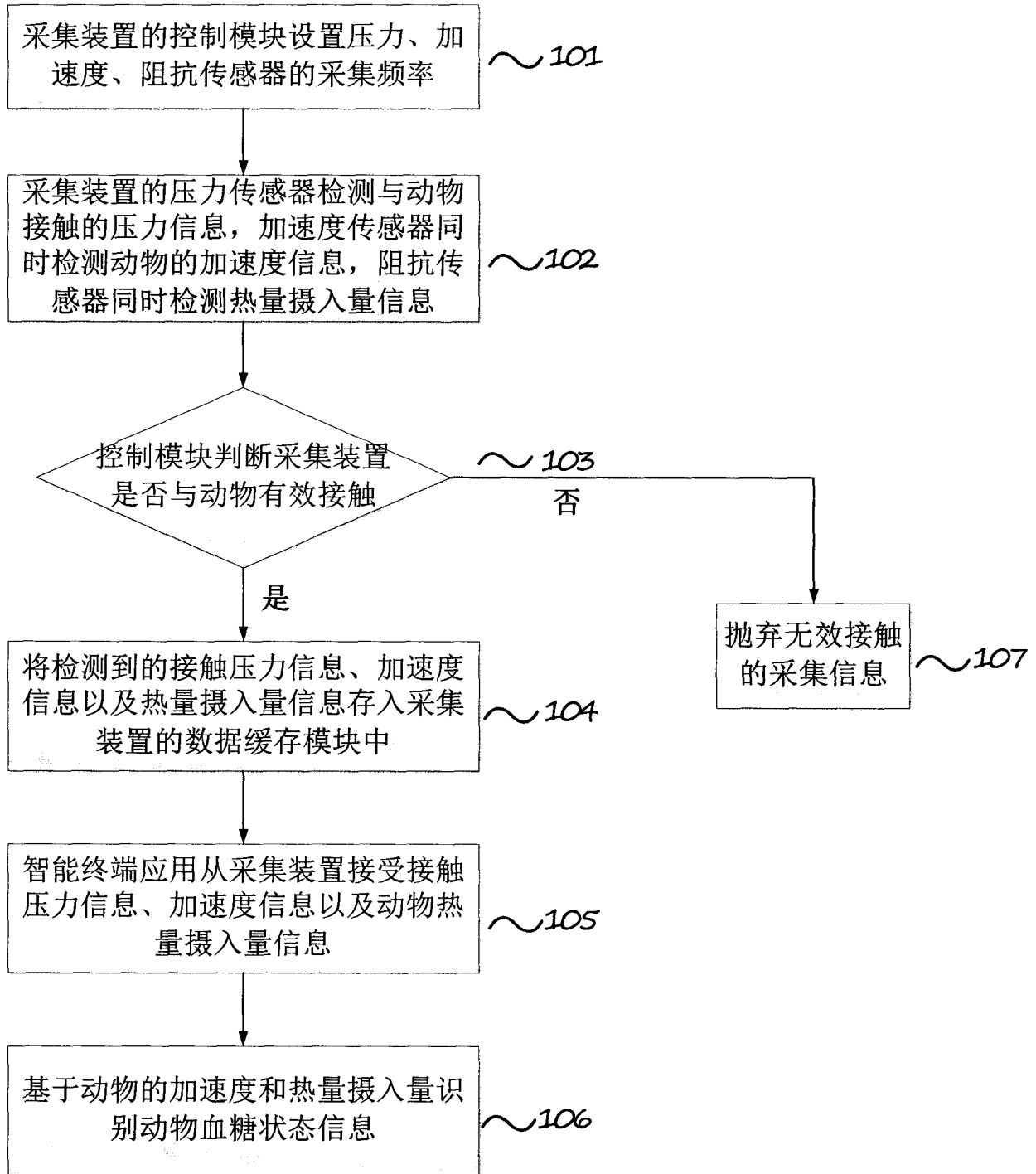


图3

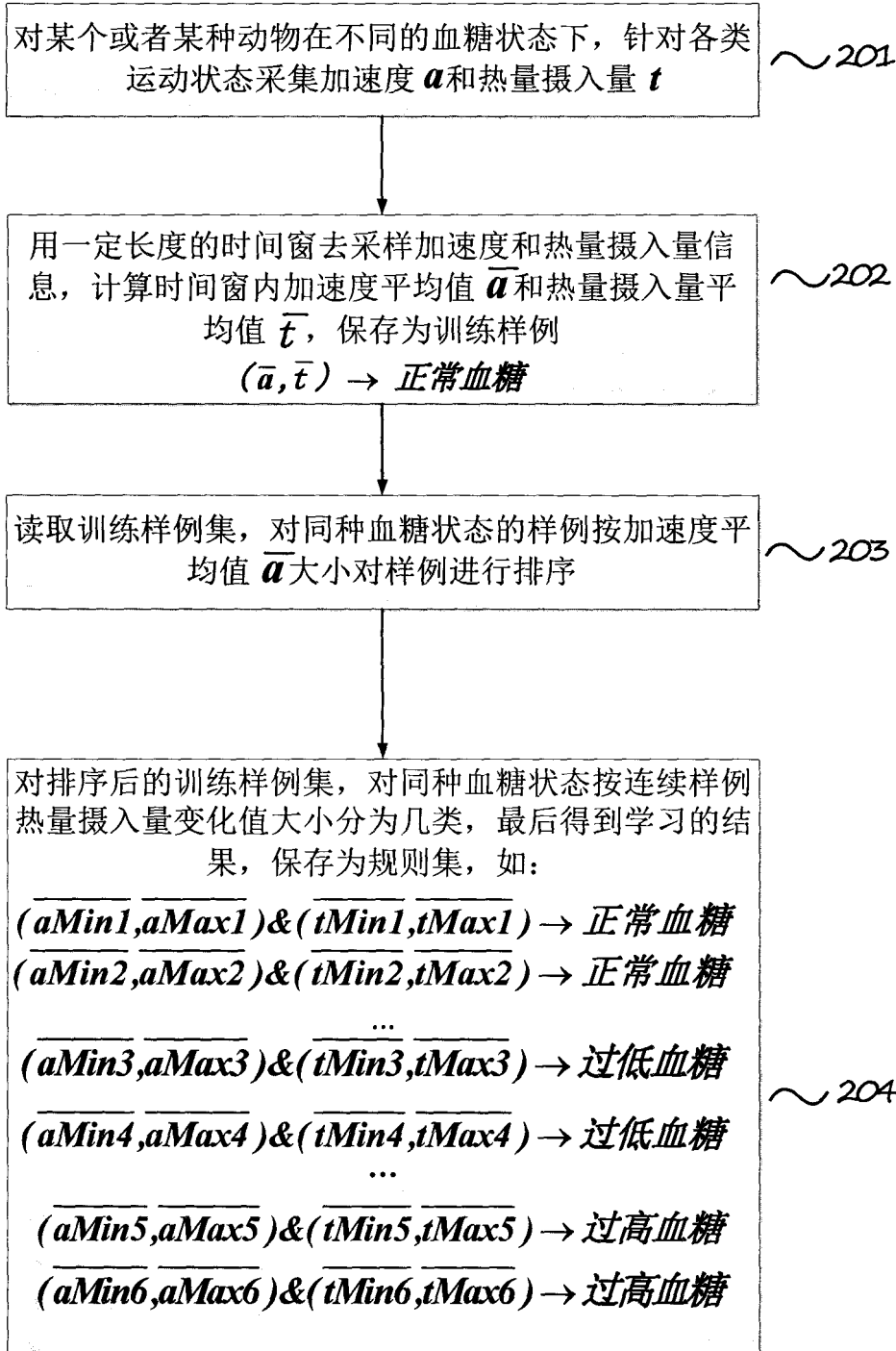


图4

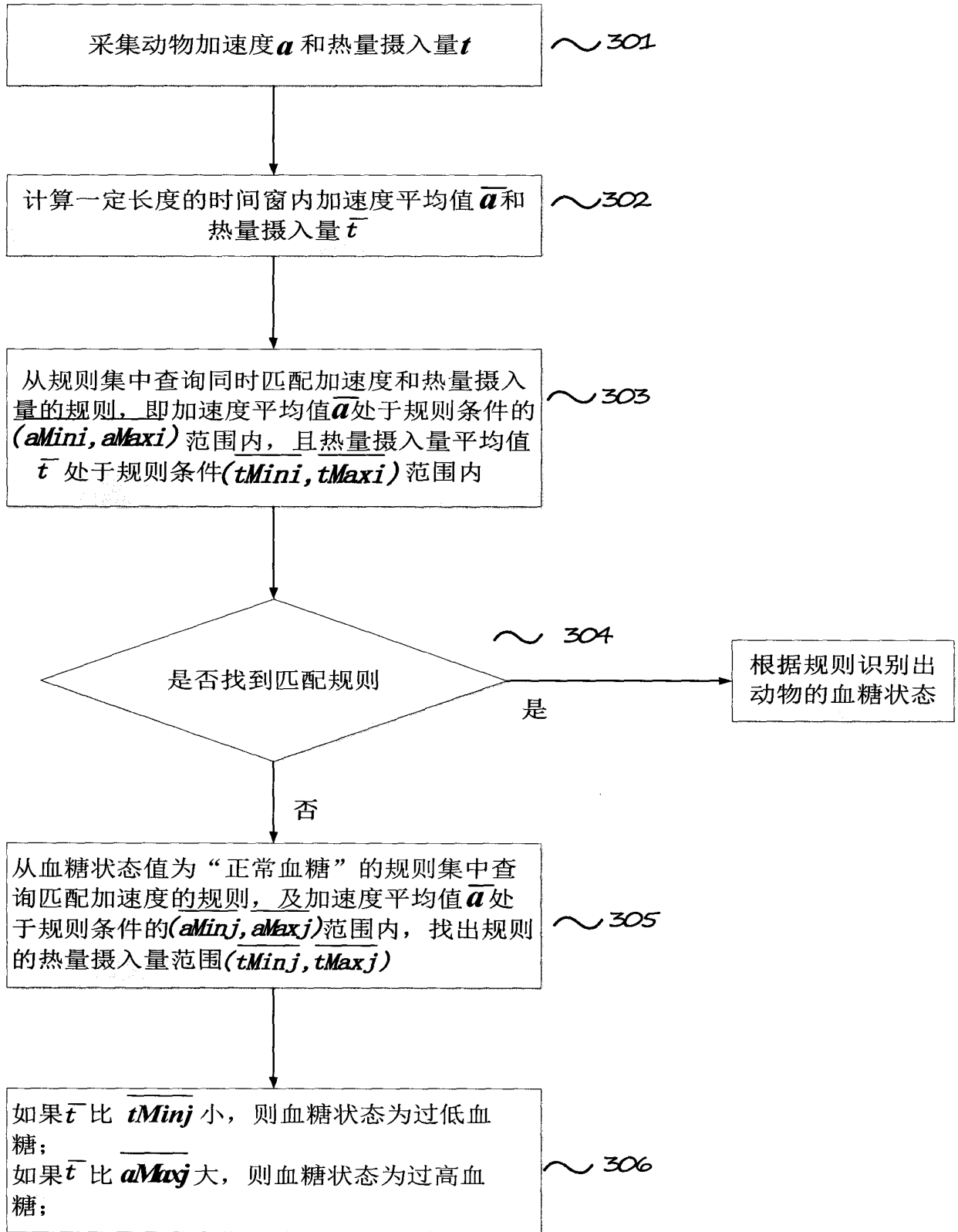


图5

专利名称(译)	动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法		
公开(公告)号	CN108065939A	公开(公告)日	2018-05-25
申请号	CN201611018916.5	申请日	2016-11-17
[标]发明人	龚毅光 阮峰 张雅男 胡永国		
发明人	龚毅光 阮峰 张雅男 胡永国		
IPC分类号	A61B5/145 A61B5/00 G06F19/00		
CPC分类号	A61B5/14532 A61B5/0004 A61B5/6802 A61B5/6831 A61B2503/40		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种动物血糖监测系统以及基于机器学习的血糖状态识别方法。该监测系统包括：采集装置和智能终端应用，采集装置采集被监测动物的接触压力、热量摄入量和加速度信息，并根据接触压力大小判断是否发生有效接触；智能终端应用接收采集装置的有效动物数据，并将其识别为动物血糖状态。该识别方法，能够学习得出被监测动物在不同状态下的正常血糖值，并能基于学得信息识别出动物的血糖状态。本发明的系统可以实现对动物血糖的自动检测以及远程实时监测，不需要人工检测或记录，能节省大量的人力；本发明的方法能够排除动物的种类、年龄、个体等差异，真正为每个被监测对象量身定做，达到精准有效的血糖检测目标。

