



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110876613 A

(43)申请公布日 2020.03.13

(21)申请号 201910925035.9

(22)申请日 2019.09.27

(71)申请人 深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大
学城学苑大道1068号

(72)发明人 宁运琨 赵国如 郭贵昌

(74)专利代理机构 深圳市科进知识产权代理事
务所(普通合伙) 44316

代理人 曹卫良

(51)Int.Cl.

A61B 5/0205(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

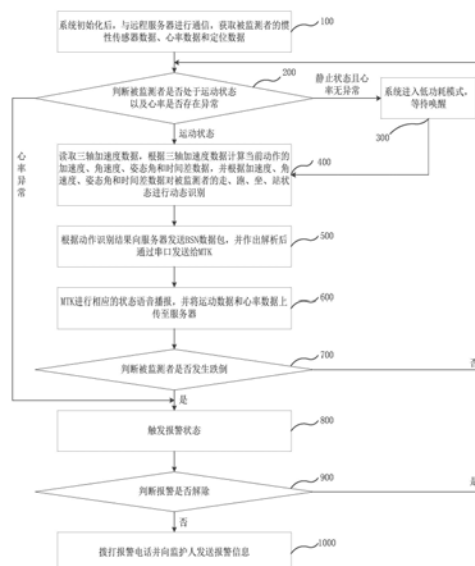
权利要求书3页 说明书13页 附图12页

(54)发明名称

一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备

(57)摘要

本申请涉及一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备。所述方法包括：步骤a：获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据；步骤b：根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态，如果没有处于运动状态，执行步骤c；如果处于运动状态，执行步骤d；步骤c：进入低功耗模式；步骤d：读取三轴加速度数据，根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据，并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。本申请减少了运动状态识别的误判率，提高了走、跑、坐、站的识别精度。



1. 一种人体运动状态识别方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

2. 根据权利要求1所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述根据惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据具体包括:对所述惯性传感器数据进行校准和滤波,将九轴数据融合得到四元数,将四元数转化为姿态角、横滚角、航向角;读取三轴加速度数据 acc_x, acc_y, acc_z ,并经计算求出合加速度 acc_sum ;合角速度 $gyro_sum$ 由x轴角速度 $gyro_x$ 、y轴角速度 $gyro_y$ 和z轴角速度 $gyro_z$ 计算得到,计算公式为:

$$acc_sum = \sqrt{acc_x^2 + acc_y^2 + acc_z^2}$$
$$gyro_sum = \sqrt{gyro_x^2 + gyro_y^2 + gyro_z^2}。$$

3. 根据权利要求2所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的跑进行识别具体为:将跑步一个步频的动作分为 $t1$ 和 $t2$ 两个时间段,将 $t1$ 时间段内的动作记为跑一步,其包含一个波峰和一个波谷,利用波峰前阈值和波谷后阈值进行识别;首先从采样计数值 $x1$ 开始计数,当合加速度大于 $2g$ 并小于 $6g$ 时,判断 $t1$ 的计数次数大于24次是否成立,如果成立,判断合加速度大于 $2g$ 小于 $6g$ 是否成立,如果成立,从合加速度大于 $2g$ 并小于 $6g$ 时开始计数,到合加速度小于 $2g$ 时结束,判断 $t2$ 的计数次数大于6次是否成立;如果以上判断都成立,则判定当前人体动作为跑步;当在设定时间内循环以上判断并出现设定次数的跑步动作时,则判定被监测者当前的运动状态为跑步状态。

4. 根据权利要求2所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走进行识别具体为:当合加速度大于 $1.3g$ 小于 $1.7g$ 时开始计数,一直到合加速度小于 $1.3g$ 时停止计数,统计计数期间的采样次数是否满足大于6次并小于20次,如果满足,则认为当前人体动作为走路;当在设定时间内循环判断并出现设定次数的走路动作时,则判定被监测者当前的运动状态为走路状态。

5. 根据权利要求2所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的起立进行识别具体为:将起立动作分为 $t1, t2, t3$ 三个部分,在合加速度 $Y1$ 大于 $1.2g$ 到合加速度 $Y2$ 小于 $1.2g$ 期间,统计 $t1$ 的采样个数是否大于8;并且从合加速度 $Y1$ 大于 $1.2g$ 开始计数,到合加速度 $Y2$ 小于 $1.2g$ 结束时,统计此间采样计数是否小于40次;当合加速度 $Y3$ 小于 $0.9g$ 时,统计在 $Y2, Y3$ 之间 $t2$ 的采样计数是否大于20次,以及从采样计数值 $X2$ 开始采样计数是否小于60次;当合加速度 $Y4$ 大于 $0.8g$ 时,统计在 $Y3, Y4$ 之间 $t3$ 的采样次数是否大于10次,并从采样计数值 $X3$ 开始计数,判

断其采样计数是否小于40次;从采样计数值X1开始计数,到采样计数值X4结束,判断其总的采样计数是否大于70次;如果以上判断条件都成立,则判断当前人体动作为起立动作;最后检测人体是否处于静止状态、静止时间是否大于设定的第一时间阈值,且合角速度是否小于设定阈值,当满足该条件时,判定人体当前处于起立状态。

6. 根据权利要求2所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的坐下进行识别具体为:将坐下动作分为t1,t2,t3三个部分,当合加速度Y1小于0.93时,开始计数,到合加速度Y2大于0.9时停止计数,判断在Y1,Y2之间t1的计数次数是否大于8次,且从采样计数值X1开始计数,到采样计数值X2时结束,判断其采样次数是否小于60次;当合加速度Y3大于1.2时,判断在Y2,Y3之间t2的采样个数是否大于15,且从采样计数值X2开始计数,到采样计数值X3结束时,判断其采样次数是否小于80次;当合加速度Y4小于1.2时,判断在Y3,Y4之间t3的采样次数是否大于6次,且从X3开始计数,到X4结束时,判断其采样个数是否小于50次;从X1开始计数,到X4结束时,判断其总的采样次数是否大于70次;如果以上判断条件都成立,则判定当前人体动作为坐下;最后,判断其是否处于静止状态、静止时间是否大于设定的第一时间阈值,且合角速度是否小于设定阈值,当满足该判断条件时,判定人体当前处于坐下状态。

7. 根据权利要求2至6任一项所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的坐下进行识别还包括:针对坐下起立阶段性动作和走路跑步连续性动作,利用静止这一特征来减少误判。

8. 根据权利要求5或6所述的人体运动状态识别方法,其特征在于,所述步骤d还包括:判定处于静止状态的静止时间是否大于设定的第二时间阈值,如果处于静止状态的静止时间是否大于设定的第二时间阈值,则将所有数据清零。

9. 一种运动状态识别系统,其特征在于,包括:

数据获取模块:用于获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

数据判断模块:用于根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,通过功耗控制模块控制系统进入低功耗模式;如果处于运动状态,

通过状态识别模块读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

10. 一种电子设备,包括:

至少一个处理器;以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述1至8任一项所述的人体运动状态识别方法的以下操作:

步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备

技术领域

[0001] 本申请属于运动状态识别技术领域,特别涉及一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备。

背景技术

[0002] 目前,根据研究的数据类型不同可以将人体运动状态识别研究分成以下3个方向:

[0003] (1) 基于外部传感器的人体运动状态识别,即设备被固定在预定的兴趣点上,比如通过在某些需要监测的特定环境中安装摄像头,对人体的日常运动进行实时的监测,然后利用计算机对视频或图像序列中的人体动作的运动方向、位置、速度、加速度等特征进行智能分析,识别出人体的动作。该方法的缺陷在于:外部传感器必须放置在特定的环境中,人们的运动范围受到限制,而且由于人们对于隐私的保护,限制了外部传感器的使用位置。另外,外部传感器采集数据还会受到光线等外界环境的干扰,图像采集占据的内存又比较大,因此对硬件设备的信号存储及处理能力有较高要求。相比之下,可穿戴式传感技术(如惯性和生命体征传感器)为运动状态识别提供了侵入性较小的替代方案。

[0004] (2) 基于可穿戴式传感器的运动状态识别,即利用惯性传感器(加速度计,陀螺仪,磁力计)、GPS、心率传感器等采集人体数据,进行人体运动状态的识别。该方法有下几种优势:a、成本低且携带方便:穿戴设备价格低廉且小巧可以随身佩带;b、抗干扰性强:采集数据过程受外界环境影响小;c、持续获取数据的能力:随身携带可以保证持续地获取数据。目前基于可穿戴式传感器的运动状态识别的方法大都使用多传感器组合成人体传感器网络(Body Sensor Network,BSN)进行联合判别,虽然得到了比较准确的识别,但是使用的传感器数量比较多,实时性较差,增加了成本和功耗,且实验数据比较单一,没有考虑个体差异性。

[0005] (3) 混合识别法,即上述两种方法混合使用进行运动状态识别。混合方法也作为一种新兴的系统类别出现,它通过结合外部传感器和可穿戴传感器来识别日常活动,试图利用这两个系统的优点来进行一种通用的识别方案。但同样也需要使用比较多的设备,增加了成本且功耗较大。

[0006] 南京邮电大学的张义龙[张义龙.基于加速度传感器的人体运动状态监测的研究[D]:[硕士学位论文].南京:南京邮电大学,2014.]通过在前胸位置放置一个加速度传感器,结合加速度阈值和时间间隔,利用决策树(Decision Tree,DT)分类算法对下蹲、起跳、跑步进行识别,取得了不错的效果。并提出了一种跌倒检测算法,对人体向前、后、左、右方向的跌倒进行了识别,平均正确率达到了90%以上。但因识别动作不是人体常规动作,该方法的使用价值有一定的局限性。

发明内容

[0007] 本申请提供了一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备,旨在至少在一定程度上解决现有技术中的上述技术问题之一。

[0008] 为了解决上述问题,本申请提供了如下技术方案:

[0009] 一种人体运动状态识别方法,包括以下步骤:

[0010] 步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0011] 步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

[0012] 步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

[0013] 步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

[0014] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在所述步骤d中,所述根据惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据具体包括:对所述惯性传感器数据进行校准和滤波,将九轴数据融合得到四元数,将四元数转化为姿态角、横滚角、航向角;读取三轴加速度数据 acc_x, acc_y, acc_z ,并经计算求出合加速度 acc_sum ;合角速度 $gyro_sum$ 由x轴角速度 $gyro_x$ 、y轴角速度 $gyro_y$ 和z轴角速度 $gyro_z$ 计算得到,计算公式为:

$$[0015] \quad acc_sum = \sqrt{acc_x^2 + acc_y^2 + acc_z^2}$$

$$[0016] \quad gyro_sum = \sqrt{gyro_x^2 + gyro_y^2 + gyro_z^2}。$$

[0017] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的跑进行识别具体为:将跑步一个步频的动作分为 $t1$ 和 $t2$ 两个时间段,将 $t1$ 时间段内的动作记为跑一步,其包含一个波峰和一个波谷,利用波峰前阈值和波谷后阈值进行识别;首先从采样计数值 $x1$ 开始计数,当合加速度大于 $2g$ 并小于 $6g$ 时,判断 $t1$ 的计数次数大于 24 次是否成立,如果成立,判断合加速度大于 $2g$ 小于 $6g$ 是否成立,如果成立,从合加速度大于 $2g$ 并小于 $6g$ 时开始计数,到合加速度小于 $2g$ 时结束,判断 $t2$ 的计数次数大于 6 次是否成立;如果以上判断都成立,则判定当前人体动作为跑步;当在设定时间内循环以上判断并出现设定次数的跑步动作时,则判定被监测者当前的运动状态为跑步状态。

[0018] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走进行识别具体为:当合加速度大于 $1.3g$ 小于 $1.7g$ 时开始计数,一直到合加速度小于 $1.3g$ 时停止计数,统计计数期间的采样次数是否满足大于 6 次并小于 20 次,如果满足,则认为当前人体动作为走路;当在设定时间内循环判断并出现设定次数的走路动作时,则判定被监测者当前的运动状态为走路状态。

[0019] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的起立进行识别具体为:将起立动作分为 $t1, t2, t3$ 三个部分,在合加速度 $Y1$ 大于 $1.2g$ 到合加速度 $Y2$ 小于 $1.2g$ 期间,统计 $t1$ 的采样个数是否大于 8 ;并且从合加速度 $Y1$ 大于 $1.2g$ 开始计数,到合加速度 $Y2$ 小于 $1.2g$ 结束时,统计此间采样计数是否小于 40 次;当合加速度 $Y3$ 小于 $0.9g$ 时,统计在 $Y2, Y3$ 之间 $t2$ 的采样计数是否大于 20 次,以及从采样计数值 $X2$ 开始采样计数是否小于 60 次;当合加速度 $Y4$ 大于 $0.8g$ 时,统计在 $Y3, Y4$ 之间 $t3$ 的采样次数是否大于 10 次,并从采样计数值 $X3$ 开始计数,判断其采样计数是否

小于40次;从采样计数值X1开始计数,到采样计数值X4结束,判断其总的采样计数是否大于70次;如果以上判断条件都成立,则判断当前人体动作为起立动作;最后检测人体是否处于静止状态、静止时间是否大于设定的第一时间阈值,且合角速度是否小于设定阈值,当满足该条件时,判定人体当前处于起立状态。

[0020] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的坐下进行识别具体为:将坐下动作分为t1,t2,t3三个部分,当合加速度Y1小于0.93时,开始计数,到合加速度Y2大于0.9时停止计数,判断在Y1,Y2之间t1的计数次数是否大于8次,且从采样计数值X1开始计数,到采样计数值X2时结束,判断其采样次数是否小于60次;当合加速度Y3大于1.2时,判断在Y2,Y3之间t2的采样个数是否大于15,且从采样计数值X2开始计数,到采样计数值X3结束时,判断其采样次数是否小于80次;当合加速度Y4小于1.2时,判断在Y3,Y4之间t3的采样次数是否大于6次,且从X3开始计数,到X4结束时,判断其采样个数是否小于50次;从X1开始计数,到X4结束时,判断其总的采样次数是否大于70次;如果以上判断条件都成立,则判定当前人体动作为坐下;最后,判断其是否处于静止状态、静止时间是否大于设定的第一时间阈值,且合角速度是否小于设定阈值,当满足该判断条件时,判定人体当前处于坐下状态。

[0021] 本申请实施例采取的技术方案还包括:在所述步骤d中,所述根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的坐下进行识别还包括:针对坐下起立阶段性动作和走路跑步连续性动作,利用静止这一特征来减少误判。

[0022] 本申请实施例采取的技术方案还包括:所述步骤d还包括:判定处于静止状态的静止时间是否大于设定的第二时间阈值,如果处于静止状态的静止时间是否大于设定的第二时间阈值,则将所有数据清零。

[0023] 本申请实施例采取的另一技术方案为:一种运动状态识别系统,包括:

[0024] 数据获取模块:用于获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0025] 数据判断模块:用于根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,通过功耗控制模块控制系统进入低功耗模式;如果处于运动状态,

[0026] 通过状态识别模块读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

[0027] 本申请实施例采取的又一技术方案为:一种电子设备,包括:

[0028] 至少一个处理器;以及

[0029] 与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

[0030] 所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行上述的人体运动状态识别方法的以下操作:

[0031] 步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0032] 步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

[0033] 步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

[0034] 步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当

前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

[0035] 相对于现有技术,本申请实施例产生的有益效果在于:本申请实施例的人体运动状态识别方法、系统及电子设备通过将每个动作分为时间段判别和采用“一环套一环”的思想,只有当上一个时间段的运动被触发后才会触发下一个时间段的动作判断,并经过充分计算和试验给出时间差范围,只有当相应时间段的动作在相应的时间差范围内完成才被视为有效,并在区分坐站和走路跑步时利用了静止时间这一特征,减少了运动状态识别的误判率,提高了走、跑、坐、站的识别精度。同时,本申请利用的传感器较少,有利于降低成本。

附图说明

[0036] 图1为本申请实施例的硬件系统总体框图;

[0037] 图2是本申请实施例的人体运动状态识别方法的流程图;

[0038] 图3a为一个大约跑26步的合加速度数据波形图,图3b为一个走了12步的合加速度数据波形图;

[0039] 图4a为跑步的姿态角变化示意图,图4b为走路时的姿态角度变化示意图;

[0040] 图5a为跑步时一个步频的合加速度变化波形图,图5b为为走路时一步的合加速度变化波形图;

[0041] 图6为走路时合角速度的变化;

[0042] 图7为跑步状态识别算法流程图;

[0043] 图8为走路状态识别算法流程图;

[0044] 图9为两次坐下两次起立的合加速度波形图;

[0045] 图10为坐下起立合角速度波形图;

[0046] 图11为一次坐下和一次起立姿态角变化波形图;

[0047] 图12为一次起立动作合加速度变化波形图;

[0048] 图13为一次坐下动作合加速度变化波形图;

[0049] 图14为起立状态识别算法流程图;

[0050] 图15为坐下状态识别算法流程图;

[0051] 图16是本申请实施例的运动状态识别系统的结构示意图;

[0052] 图17是本申请实施例提供的人体运动状态识别方法的硬件设备结构示意图。

具体实施方式

[0053] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0054] 针对现有运动状态识别方法存在的不足,本申请提出了一种人体运动状态识别方法,并设计了一种利用惯性传感器与STM32进行运动状态识别的装置,针对每一个动作采用分时间段判别和“一环套一环”的识别方法,对走、跑、坐、站这四种人体常规动作进行识别。

[0055] 图1为本申请实施例的硬件系统总体框图。本申请使用STM32F405系列单片机,STM32F405采用ARM Cortex-M4内核,它拥有的资源包括:集成FPU和DSP指令,并具有192KB

SRAM、1024KB FLASH、12个16位定时器、2个32位定时器、2个DMA控制器(共16个通道)、3个SPI、3个IIC、6个串口、2个USB(支持HOST/SLAVE)、1个SDIO接口、1个FSMC接口、1个10/100M以太网MAC控制器、以及112个通用IO口等,其具有性价比高、使用灵活、功能强大、高稳定性、功耗小等特点,同时具有一流外设。

[0056] MTK处理器采用MT6261,其针对数据传输流量大,采用高性能的DMA(Direct Memory Access)硬件流量来控制,不仅可以减少单片机的处理负载,还提高了数据的移动速度。MT6261为了可以提供更好的音频体验,采用了高性能的音频合成技术和高质量的音频放大器,并支持UART、USB、SDIO和SD接口。MT6261集成了多媒体GSM/GPRS电话所需的包括具有检测多个按键、SIM控制器、实时时钟、PWM、蓝牙和基带处理器、串行LCD的键盘扫描器的所有外围模块,可以实现完整的用户体验。

[0057] USB转串口模块的芯片为CP2102,其与主控模块的通信协议为USART,可内置USB2.0全速功能控制器、USB收发器、晶体振荡器、EEPROM及异步串行数据总线(UART),支持调制解调器全功能信号,无需任何外部的USB器件,可以完成传感器网络节点的USART接口的RS232协议和USB2.0协议的电平转换和通信控制的工作。

[0058] 惯性传感器采用Invensense公司的MPU系列惯性传感器MPU9250,MPU9250集成了3轴加速度、3轴陀螺仪和数字运动处理器(DMP),可直接通过SPI或I2C输出9轴的全部数据,具有集成度高、使用方便等特点,避免了繁琐复杂的芯片选择和外设成本,并且保证了最佳的性能。九轴数据的量程可编程。芯片采用QFN封装,有利于减小整个系统的体积,多量程可选能满足系统对人体各种动作数据的采集要求,DMP为其提供了多种数据融合的方式;低功耗模式能够在静态时降低系统功耗,满足系统对低功耗的要求。

[0059] 请参阅图2,是本申请实施例的人体运动状态识别方法的流程图。本申请实施例的人体运动状态识别方法包括以下步骤:

[0060] 步骤100:系统初始化后,与远程服务器进行通信,获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0061] 步骤100中,系统开关打开通电后,在主函数里面先进行时钟、USART、定时器2、定时器7、IIC、MPU9250、MAX30102、SD卡的初始化,并打开MTK串口,与远程服务器进行通信,若通信失败可进行6次重连;连接成功之后,系统获取被监测者的惯性传感器数据、人体心率数据和定位数据等初始数据。

[0062] 步骤200:根据惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态以及心率是否存在异常,如果被监测者没有处于运动状态且不存在心率异常,执行步骤300;如果处于运动状态,执行步骤400;如果被监测者存在心率异常,执行步骤800;

[0063] 步骤300:系统进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤400;

[0064] 步骤300中,如果系统监测到被监测者没有处于运动状态(静止状态),心率无异常,且在设定的监测次数或时间(本申请实施例设定监测次数为3000次或30s,具体可根据实际操作进行设定)内的监测信息无异常,系统将进入低功耗模式,低功耗模式下将不会进行运动状态识别,从而降低系统功耗。如果监测到人体处于静止状态并超过设定时间(本申请将该时间设定为500ms,具体可根据实际应用进行设置)时,所有数据也会清零,为下一次运动状态的识别做准备。

[0065] 步骤400:读取三轴加速度数据,根据惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前

动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行动态识别;

[0066] 步骤400中,如果监测到被监测者处于运动状态,MPU9250中断引脚会唤醒STM32F4,这时系统进入高速运动模式,根据当前的合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据动态识别被监测者的走、跑、坐、站动作,并根据识别结果返回一个系统规定的标志位,标志位可在系统中进行设定。

[0067] 步骤500:根据动作识别结果向服务器发送BSN数据包,并作出解析后通过串口发送给MTK;

[0068] 步骤600:MTK进行相应运动状态的语音播报,并将运动数据和心率数据上传至服务器;

[0069] 步骤700:判断被监测者是否发生跌倒,如果没有发生跌倒,则重新执行步骤200;如果发生跌倒,执行步骤800;

[0070] 步骤800:触发报警状态;

[0071] 步骤900:判断报警是否解除,如果报警解除,重新执行步骤200;否则,执行步骤1000;

[0072] 步骤1000:拨打报警电话并向监护人发送报警信息;

[0073] 步骤1000中,可根据需求预先在系统中设定至少一个报警电话或/和监护人电话。

[0074] 在运动状态识别过程中,由于跑步、走路、坐下和起立等各个人体动作之间存在很大的误判性,为了尽可能使用有效的特征来识别人体动作,需要从每个动作中找到更多的特征来与其他动作进行区分,以降低误判率,达到更好的识别效果。因此,本申请通过选取合加速度、合角速度、姿态角和运动频率的时间差数据对人体运动状态的坐下、起立、跑、走进行识别。合加速度、合角速度、姿态角数据的计算方式具体为:对系统读取到的传感器原始数据进行校准和滤波,将九轴数据融合得到四元数,将四元数转化为姿态角Pitch(俯仰角)、Roll(横滚角)、Yaw(航向角);读取三轴加速度数据(acc_x, acc_y, acc_z)并经计算求出合加速度(acc_sum);合角速度($gyro_sum$)由x轴角速度($gyro_x$)、y轴角速度($gyro_y$)和z轴角速度($gyro_z$)计算得到。计算公式如下:

$$[0075] \quad acc_sum = \sqrt{acc_x^2 + acc_y^2 + acc_z^2} \quad (1)$$

$$[0076] \quad gyro_sum = \sqrt{gyro_x^2 + gyro_y^2 + gyro_z^2} \quad (2)$$

[0077] 通过合加速度(acc_sum)、姿态角、合角速度数据和时间差进行联合判断,对跑步、走路、坐下、起立等运动状态进行识别。以下实施例分别对跑步、走路、坐下、起立状态的识别过程进行详细说明。

[0078] 请参阅图3至图6,图3a为一个大约跑26步的合加速度数据波形图,图3b为一个走了12步的合加速度数据波形图。可以看出跑步的频率快,加速度的波峰幅度大,而走路时人运动的步频慢,合加速度的波峰幅值也比跑步的小。图4a为跑步的姿态角变化示意图,图4b为走路时的姿态角度变化示意图;可以明显的看出走路时姿态角度的变化与跑步时姿态角的变化趋同,Pitch角的变化都小于20度,横滚角的变化都小于40度。图5a为跑步时一个步频的合加速度变化波形图,图5b为为走路时一步的合加速度变化波形图,图6为走路时合角速度的变化,其波峰幅值都小于80rad/s。由上图可以看出,虽然走路和跑步都是周期性动

作,两者的Pitch角和Roll角的变化虽然大同小异,但其合加速度的变化有明显的差异,跑步时的合加速度变化更大一些。两者的合加速度幅值变化不同是因为运动频率的不同,时间差是一个很重要的特征,跑步时分别统计一个波峰 t_1 和一个波峰加一个波谷 t_2 的时间,走路时统计一个波峰的时间 t_3 ,识别时都需要识别出来三个步频才会判断是走路还是跑步。

[0079] 请一并参阅图7,为跑步状态识别算法流程图。本申请实施例中,跑步状态的识别方式具体为:由于跑步是周期性动作,根据一步的数据变化来识别跑步。如图5a所示,将跑步一个步频的动作分为 t_1 和 t_2 两个时间段,将 t_1 时间段内的动作记为跑一步,其包含一个波峰和一个波谷,利用波峰前阈值和波谷后阈值进行识别。首先从采样计数值 x_1 开始计数,当合加速度 Y_1 大于 $2g$ 并小于 $6g$ 时,判断 t_1 计数次数大于24次(或计数时间大于240ms)是否成立,如果成立,判断合加速度 Y_3 大于 $2g$ 小于 $6g$ 是否成立,如果成立,接着判断 t_2 计数次数大于6次(或计数时间大于60ms)是否成立, t_2 是从当合加速度 Y_1 大于 $2g$ 并小于 $6g$ 时开始计数,到合加速度 Y_2 小于 $2g$ 时结束,即统计一个波峰持续了多长时间。当以上判断都成立时,则认为当前人体动作为跑步;当在设定时间内循环以上判断并出现设定次数的跑步动作时,则判定被监测者当前的运动状态为跑步状态。

[0080] 请一并参阅图8,为走路状态识别算法流程图,本申请实施例中走路状态的识别方式具体为:将一个波峰视为一次走路,利用波峰前和波峰后阈值进行判别。如图5b所示,当合加速度 Y_1 大于 $1.3g$ 小于 $1.7g$ 时开始计数,一直到合加速度 Y_2 小于 $1.3g$ 时停止计数,统计计数期间的采样次数是否满足大于6次(或采样时间是否满足大于60ms)并小于20次(或采样时间是否满足小于200ms),如果满足,则认为当前人体动作为走路;当在设定时间内循环判断并出现设定次数的走路动作时,则判定被监测者当前的运动状态为走路状态。

[0081] 图9为两次坐下两次起立的合加速度波形图。可见坐下动作先出现一个波谷,然后出现一个波峰;而起立动作先出现一个波峰,而后出现一个波谷。根据此特征即可识别出坐下和起立。图10为坐下起立合角速度波形图,其合角速度都大于 30rad/s 。图11为一次坐下和一次起立的姿态角变化波形图,每当一个坐下或起立动作时,Roll角就会出现一个波峰,pitch角基本没什么变化。图12为一次起立动作合加速度变化波形图。每次起立动作都会先出现一个明显的波峰,紧接着出现一次波谷。图13为一次坐下动作合加速度变化波形图。坐下动作和起立动作是相反的,坐下动作先出现一个波谷,接着出现一个明显的波峰。

[0082] 请一并参阅图14,为起立状态识别算法流程图。本申请实施例中,起立状态的识别方式具体为:如图12所示,将起立动作分为 t_1 , t_2 , t_3 三个部分,在合加速度 Y_1 大于 $1.2g$ 到合加速度 Y_2 小于 $1.2g$ 期间,统计 t_1 的采样个数是否大于8(或采样时间是否大于80ms);并且从合加速度 Y_1 大于 $1.2g$ 开始计数,到合加速度 Y_2 小于 $1.2g$ 结束时,统计此间采样计数是否小于40次(或采样时间是否小于400ms);当合加速度 Y_3 小于 $0.9g$ 时,统计在 Y_2 , Y_3 之间的 t_2 的采样计数是否大于20次(或采样时间是否大于200ms),以及从采样计数值 X_2 开始采样计数是否小于60次(或采样时间是否小于600ms);当合加速度 Y_4 大于 $0.8g$ 时,统计在 Y_3 , Y_4 之间 t_3 的采样计数是否大于10次(或采样时间是否大于100ms),并从采样计数值 X_3 开始计数,判断其采样计数是否小于40次(或采样时间是否小于400ms);从采样计数值 X_1 开始计数,到采样计数值 X_4 结束,并判断其总的采样计数是否大于70次;如果以上判断条件都成立,则判断当前人体动作为起立动作;最后检测其是否处于静止状态、静止时间是否大于100ms,且合

角速度是否小于 15rad/s ,当满足该条件时,则判断人体当前处于起立状态。

[0083] 请一并参阅图15,为坐下状态识别算法流程图。本申请实施例中,坐下状态的识别方式具体为:如图13所示,将坐下动作分为 t_1, t_2, t_3 三个部分,当合加速度 Y_1 小于 0.93 时,开始计数,到合加速度 Y_2 大于 0.9 时停止计数,判断在 Y_1, Y_2 之间 t_1 的计数次数是否大于8次(或计数时间是否大于 80ms),且从采样计数值 X_1 开始计数,到采样计数值 X_2 时结束,判断其采样个数是否小于60次(或采样时间是否小于 600ms);当合加速度 Y_3 大于 1.2 时,判断在 Y_2, Y_3 之间 t_2 的采样个数是否大于15,且从采样计数值 X_2 开始计数,到采样计数值 X_3 结束时,判断其采样个数是否小于80次(或采样时间是否小于 800ms);当合加速度 Y_4 小于 1.2 时,判断在 Y_3, Y_4 之间 t_3 的采样次数是否大于6次(或采样时间是否大于 60ms),且从 X_3 开始计数,到 X_4 结束时,判断其采样个数是否小于50次(或采样时间是否小于 500ms);从 X_1 开始计数,到 X_4 结束时,判断其总的采样次数是否大于70次(或采样时间是否大于 700ms);如果以上判断条件都成立,则判定当前人体动作为坐下;最后,判断其是否处于静止状态、静止时间是否大于 100ms ,且合角速度是否小于 30rad/s ,当满足该判断条件时,则判定人体当前处于坐下状态。

[0084] 经过充分计算和试验,在时间差方面,坐下起立每个动作的持续时间要大于 700ms ,而跑步的步频比较快,出现一个类似的波形小于 700ms ;另外,坐下和起立的波峰波谷出现的顺序也不同。基于该运动频率的时间差的不同,本申请在坐下和起立动作完成之后,判断人体是否处于静止状态、静止时间是否大于设定的第一时间阈值(本申请实施例中第一时间阈值设定为 100ms ,具体可根据实际操作进行设置),通过该静止时间的判断对坐下起立阶段性动作与跑步走路连续性动作进行区分,大大减少了误判率。本算法只有满足上一个环节的情况,才会触发下一个环节,当不满足时,达到上述临界条件时所有数据会清零。

[0085] 由图3和图9可知,起立坐下阶段性动作的合加速度波形与跑步走路连续性动作的合加速度波形有相似之处。因此需要将它们区分开来。在Roll角方面,跑步走路Roll角基本不变化,但在坐下起立状态就会出现一个波峰,因此,坐下起立与跑步走路的Roll角变化不同,基于上述特征,可以首先对坐下起立阶段性动作与跑步走路连续性动作进行区分,再跟进上述的识别方式对坐下与起立以及跑步与走路进行区分。另外,本申请在识别过程中当监测到静止时间大于设定的第二时间阈值(本申请优选设定时间阈值为 500ms ,具体可根据实际操作间设定)时,则将所有数据都清零,从而避免因人为的错误动作造成的误判。

[0086] 请参阅图16,是本申请实施例的基于时间差和阈值的运动状态识别系统的结构示意图。本申请实施例的基于时间差和阈值的运动状态识别系统包括数据获取模块、数据判断模块、功耗控制模块、状态识别模块、结果发送模块、状态播报模块、跌倒判断模块和警报模块。

[0087] 数据获取模块:用于在系统初始化后,与远程服务器进行通信,并获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;其中,系统开关打开通电后,在主函数里面先进行时钟、USART、定时器2、定时器7、IIC、MPU9250、MAX30102、SD卡的初始化,并打开MTK串口,与远程服务器进行通信,若通信失败可进行6次重连;连接成功之后,获取被监测者的惯性传感器数据、人体心率数据和定位数据等初始数据。

[0088] 数据判断模块:用于根据惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是

否处于运动状态以及心率是否存在异常,如果被监测者没有处于运动状态且不存在心率异常,通过功耗控制模块控制系统进入低功耗模式;如果处于运动状态,通过状态识别模块对运动状态进行识别;如果被监测者存在心率异常,通过警报模块触发报警;其中,如果监测到被监测者没有处于运动状态(静止状态),心率无异常,且在设定的监测次数或时间(本申请实施例设定监测次数为3000次或30s,具体可根据实际操作进行设定)内的监测信息无异常,则功耗控制模块控制系统进入低功耗模式,低功耗模式下将不会进行运动状态识别,从而降低系统功耗。如果监测到人体处于静止状态并超过设定时间(本申请将该时间设定为500ms,具体可根据实际应用进行设置)时,所有数据将会清零,为下一次运动状态的识别做准备。

[0089] 状态识别模块:用于读取三轴加速度数据,根据三轴加速度数据计算当前动作的加速度、角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行动态识别;其中,如果监测到被监测者处于运动状态,MPU9250中断引脚会唤醒STM32F4,这时系统进入高速运动模式,根据当前的合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据动态识别被监测者的走、跑、坐、站动作,并根据识别结果返回一个系统规定的标志位,标志位可在系统中进行设定。

[0090] 结果发送模块:用于根据动作识别结果向服务器发送BSN数据包,并作出解析后通过串口发送给MTK;

[0091] 状态播报模块:用于通过MTK进行相应运动状态的语音播报,并将运动数据和心率数据上传至服务器;

[0092] 跌倒判断模块:用于判断被监测者是否发生跌倒,如果没有发生跌倒,则通过数据判断模块重新对获取数据进行判断;如果发生跌倒,通过警报模块触发报警状态,警报模块在触发报警状态后继续判断报警是否解除,如果报警解除,通过数据判断模块重新对获取数据进行判断;否则,拨打急救电话并相监护人发送报警信息。

[0093] 在运动状态识别过程中,由于跑步、走路、坐下和起立等各个人体动作之间存在很大的误判性,为了尽可能使用有效的特征来识别人体动作,需要从每个动作中找到更多的特征来与其他动作进行区分,以降低误判率,达到更好的识别效果。因此,本申请通过选取合加速度、合角速度、姿态角和运动频率的时间差数据对人体运动状态的坐下、起立、跑、走进行识别。合加速度、合角速度、姿态角数据的计算方式具体为:对系统读取到的传感器原始数据进行校准和滤波,九轴数据融合得到四元数,将四元数转化为姿态角Pitch(俯仰角)、Roll(横滚角)、Yaw(航向角);读取三轴加速度数据(acc_x, acc_y, acc_z)并经计算求出合加速度(acc_sum);合角速度($gyro_sum$)由x轴角速度($gyro_x$)、y轴角速度($gyro_y$)和z轴角速度($gyro_z$)计算得到。计算公式如下:

$$[0094] \quad acc_sum = \sqrt{acc_x^2 + acc_y^2 + acc_z^2} \quad (1)$$

$$[0095] \quad gyro_sum = \sqrt{gyro_x^2 + gyro_y^2 + gyro_z^2} \quad (2)$$

[0096] 具体的,状态识别模块包括:

[0097] 跑步状态识别单元:用于跑步动作及状态的识别;具体识别方式具体为:由于跑步的频率快,加速度的波峰幅度大,而走路时人运动的步频慢,而且合加速度的波峰幅值也比跑步的小。由试验分析可知,走路时姿态角度的变化与跑步时姿态角的变化趋同,Pitch角

的变化都小于20度,横滚角的变化都小于40度,跑步和走路时合角速度的波峰幅值都小于80rad/s。虽然走路和跑步都是周期性动作,两者的Pitch角和Roll角的变化虽然大同小异,但其合加速度的变化有明显的差异,跑步时的合加速度变化更大一些;两者的合加速度幅值变化不同是因为运动频率的不同,时间差是一个很重要的特征,跑步分别统计一个波峰 t_1 和一个波峰加一个波谷 t_2 的时间,走路统计一个波峰的时间 t_3 ,识别时都需要识别出来三个步频才会判断是走路还是跑步。由于跑步是周期性动作,根据一步的数据变化来识别跑步。如图5a所示,将跑步一个步频的动作分为 t_1 和 t_2 两个时间段,将 t_1 时间段内的动作记为跑一步,其包含一个波峰和一个波谷,利用波峰前阈值和波谷后阈值进行识别。首先从采样计数值 x_1 开始计数,当合加速度 Y_1 大于2g并小于6g时,判断 t_1 计数次数大于24次(或计数时间大于240ms)是否成立,如果成立,判断合加速度 Y_3 大于2g小于6g是否成立,如果成立,接着判断 t_2 计数次数大于6次(或计数时间大于60ms)是否成立, t_2 是从当合加速度 Y_1 大于2g并小于6g时开始计数,到合加速度 Y_2 小于2g时结束,即统计一个波峰持续了多长时间。当以上判断都成立时,则认为当前人体动作为跑步;当在设定时间内循环以上判断并出现设定次数的跑步动作时,则判定被监测者当前的运动状态为跑步状态。

[0098] 走路状态识别单元:用于走路动作及状态的识别,具体识别方式为:将一个波峰视为一次走路,利用波峰前和波峰后阈值进行判别。如图5b所示,当合加速度 Y_1 大于1.3g小于1.7g时开始计数,一直到合加速度 Y_2 小于1.3g时停止计数,统计计数期间的采样次数是否满足大于6次(或采样时间是否满足大于60ms)并小于20次(或采样时间是否满足小于200ms),如果满足,则认为当前人体动作为走路;当在设定时间内循环判断并出现设定次数的走路动作时,则判定被监测者当前的运动状态为走路状态。

[0099] 起立状态识别单元:用于起立状态的识别;具体识别方式为:经试验分析,坐下动作先出现一个波谷,然后出现一个波峰;而起立动作先出现一个波峰,而后出现一个波谷,根据此特征即可识别出坐下和起立。坐下起立的合角速度都大于30rad/s,每当一个坐下或起立动作时,Roll角就会出现一个波峰,pitch角基本没什么变化。对于合加速度变化,每次起立动作都会先出现一个明显的波峰,紧接着出现一次波谷,而坐下动作和起立动作是相反的,坐下动作先出现一个波谷,接着出现一个明显的波峰。基于以上特征,如图12所示,将起立动作分为 t_1, t_2, t_3 三个部分,在合加速度 Y_1 大于1.2g到合加速度 Y_2 小于1.2g期间,统计 t_1 的采样个数是否大于8(或采样时间是否大于80ms);并且从合加速度 Y_1 大于1.2g开始计数,到合加速度 Y_2 小于1.2g结束时,统计此间采样计数是否小于40次(或采样时间是否小于400ms);当合加速度 Y_3 小于0.9g时,统计在 Y_2, Y_3 之间的 t_2 的采样计数是否大于20次(或采样时间是否大于200ms),以及从采样计数值 X_2 开始采样计数是否小于60次(或采样时间是否小于600ms);当合加速度 Y_4 大于0.8g时,统计在 Y_3, Y_4 之间 t_3 的采样计数是否大于10次(或采样时间是否大于100ms),并从采样计数值 X_3 开始计数,判断其采样计数是否小于40次(或采样时间是否小于400ms);从采样计数值 X_1 开始计数,到采样计数值 X_4 结束,并判断其总的采样计数是否大于70次;如果以上判断条件都成立,则判断当前人体动作为起立动作;最后检测其是否处于静止状态、静止时间是否大于100ms,且合角速度是否小于15rad/s,当满足该条件时,则判断人体当前处于起立状态。

[0100] 坐下状态识别单元:用于坐下状态的识别;识别方式具体为:如图13所示,将坐下动作分为 t_1, t_2, t_3 三个部分,当合加速度 Y_1 小于0.93时,开始计数,到合加速度 Y_2 大于0.9

时停止计数,判断在Y1,Y2之间t1的计数次数是否大于8次(或计数时间是否大于80ms),且从采样计数值X1开始计数,到采样计数值X2时结束,判断其采样个数是否小于60次(或采样时间是否小于600ms);当合加速度Y3大于1.2时,判断在Y2,Y3之间t2的采样个数是否大于15,且从采样计数值X2开始计数,到采样计数值X3结束时,判断其采样个数是否小于80次(或采样时间是否小于800ms);当合加速度Y4小于1.2时,判断在Y3,Y4之间t3的采样次数是否大于6次(或采样时间是否大于60ms),且从X3开始计数,到X4结束时,判断其采样个数是否小于50次(或采样时间是否小于500ms);从X1开始计数,到X4结束时,判断其总的采样次数是否大于70次(或采样时间是否大于700ms);如果以上判断条件都成立,则判定当前人体动作为坐下;最后,判断其是否处于静止状态、静止时间是否大于100ms,且合角速度是否小于30rad/s,当满足该判断条件时,则判定人体当前处于坐下状态。

[0101] 经过充分计算和试验,在时间差方面,坐下起立每个动作的持续时间要大于700ms,而跑步的步频比较快,出现一个类似的波形小于700ms;另外,坐下和起立的波峰波谷出现的顺序也不同。基于该时间差的不同,本申请在坐下和起立动作完成之后进行一个静止时间(本申请实施例中设定为100ms,具体可根据实际操作进行设置)的判断,通过该静止时间的判断对坐下起立阶段性动作与跑步走路连续性动作进行区分,大大减少了误判率。本算法只有满足上一个环节的情况,才会触发下一个环节,当不满足时,达到上述临界条件时所有数据会清零。

[0102] 起立坐下阶段性动作的合加速度波形与跑步走路连续性动作的合加速度波形有相似之处,因此需要将它们区分开来。在Roll角方面,跑步走路Roll角基本不变化,但在坐下起立状态就会出现一个波峰,因此,坐下起立与跑步走路的Roll角变化不同,基于上述特征,可以首先对坐下起立阶段性动作与跑步走路连续性动作进行区分,再跟进上述的识别方式对坐下与起立以及跑步与走路进行区分。另外,本申请在识别过程中当监测到静止时间大于设定的时间阈值(本申请优选设定时间阈值为500ms,具体可根据实际操作间设定)时,则将所有数据都清零,从而避免因人为的错误动作造成的误判。

[0103] 需要说明的是,本申请上述实施例中的合加速度、合角速度、计数次数、采样次数、采样时间以及时间阈值等数值的设定都是经过充分试验而设定的,但并不能限定本申请的保护范围,具体数值还可根据实际应用进行设置。

[0104] 图17是本申请实施例提供的人体运动状态识别方法的硬件设备结构示意图。如图17所示,该设备包括一个或多个处理器以及存储器。以一个处理器为例,该设备还可以包括:输入系统和输出系统。

[0105] 处理器、存储器、输入系统和输出系统可以通过总线或者其他方式连接,图17中通过总线连接为例。

[0106] 存储器作为一种非暂态计算机可读存储介质,可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块。处理器通过运行存储在存储器中的非暂态软件程序、指令以及模块,从而执行电子设备的各种功能应用以及数据处理,即实现上述方法实施例的处理方法。

[0107] 存储器可以包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序;存储数据区可存储数据等。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非暂态存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非

暂态固态存储器件。在一些实施例中,存储器可选包括相对于处理器远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至处理系统。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0108] 输入系统可接收输入的数字或字符信息,以及产生信号输入。输出系统可包括显示屏等显示设备。

[0109] 所述一个或者多个模块存储在所述存储器中,当被所述一个或者多个处理器执行时,执行上述任一方法实施例的以下操作:

[0110] 步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0111] 步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

[0112] 步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

[0113] 步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

[0114] 上述产品可执行本申请实施例所提供的方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节,可参见本申请实施例提供的方法。

[0115] 本申请实施例提供了一种非暂态(非易失性)计算机存储介质,所述计算机存储介质存储有计算机可执行指令,该计算机可执行指令可执行以下操作:

[0116] 步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0117] 步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

[0118] 步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

[0119] 步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

[0120] 本申请实施例提供了一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算机程序,所述计算机程序包括程序指令,当所述程序指令被计算机执行时,使所述计算机执行以下操作:

[0121] 步骤a:获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据;

[0122] 步骤b:根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态,如果没有处于运动状态,执行步骤c;如果处于运动状态,执行步骤d;

[0123] 步骤c:进入低功耗模式,等待唤醒,并在唤醒后执行步骤d;

[0124] 步骤d:读取三轴加速度数据,根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据,并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。

[0125] 本申请实施例的人体运动状态识别方法、系统及电子设备通过将每个动作分为时间段判别和采用“一环套一环”的思想,只有当上一个时间段的运动被触发后才会触发下一个时间段的动作判断,并经过充分计算和试验给出时间差范围,只有当相应时间段的动作在相应的时间差范围内完成才被视为有效,并在区分坐站和走路跑步时利用了静止时间这

一特征,减少了运动状态识别的误叛率,提高了走、跑、坐、站的识别精度。同时,本申请利用的传感器较少,有利于降低成本。

[0126] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本申请。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本申请中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本申请将不会被限制于本申请所示的这些实施例,而是要符合与本申请所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

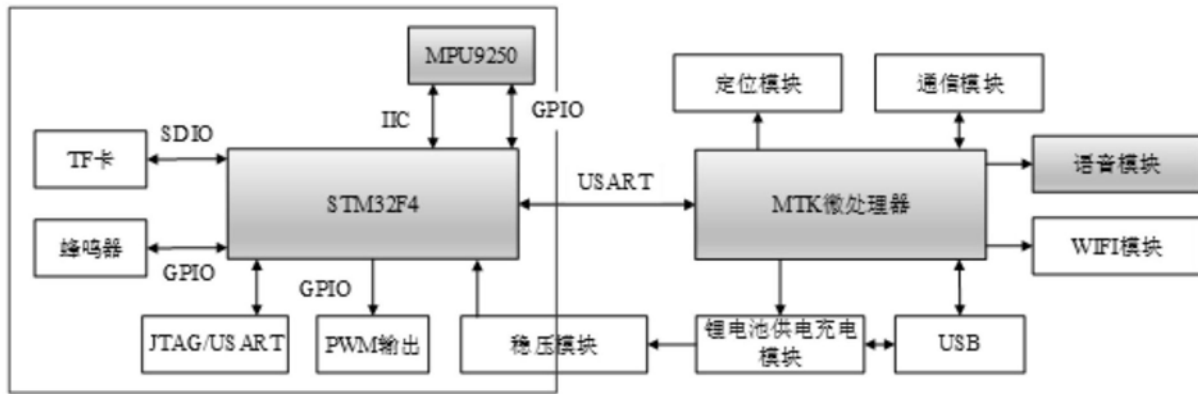


图1

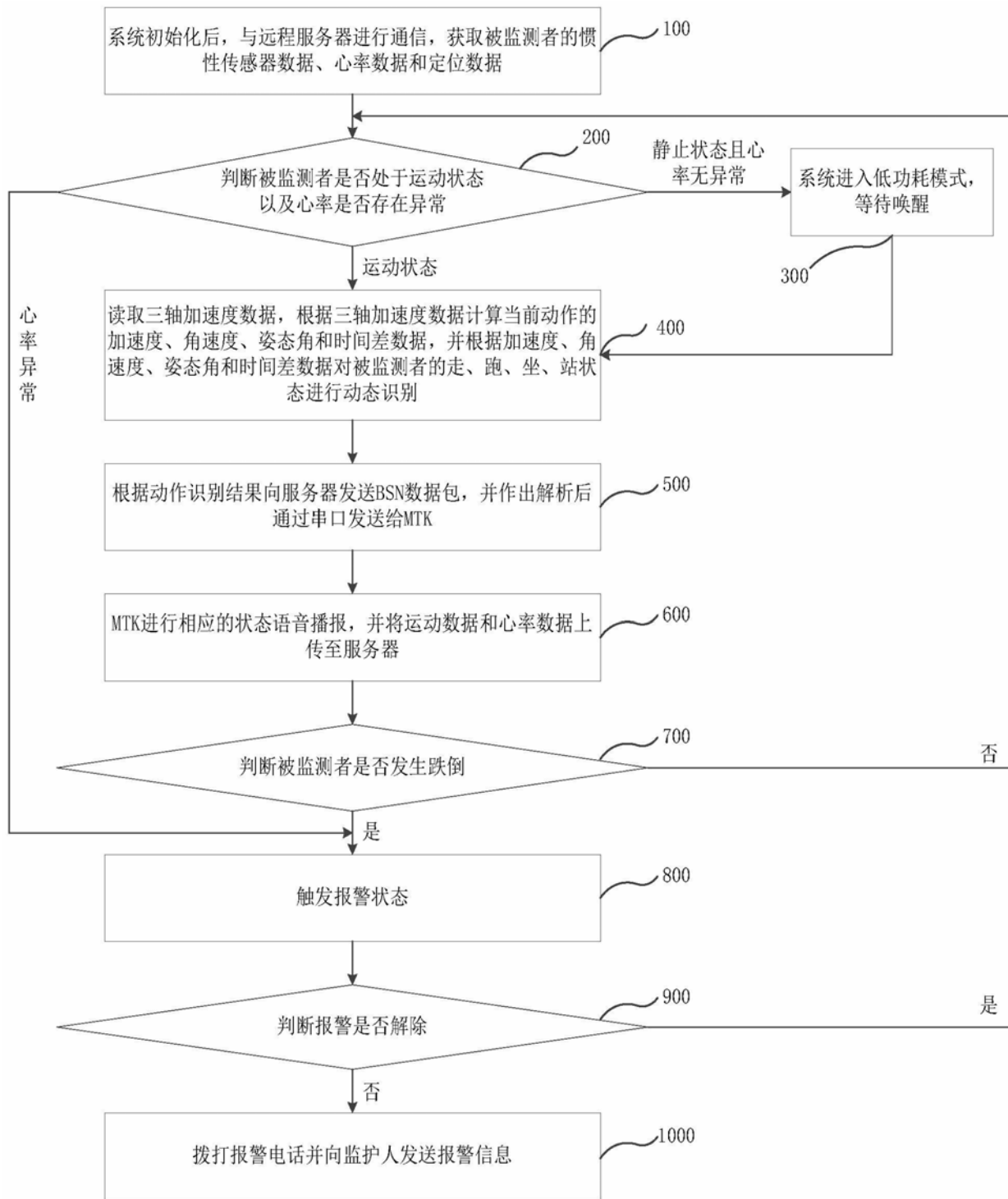


图2

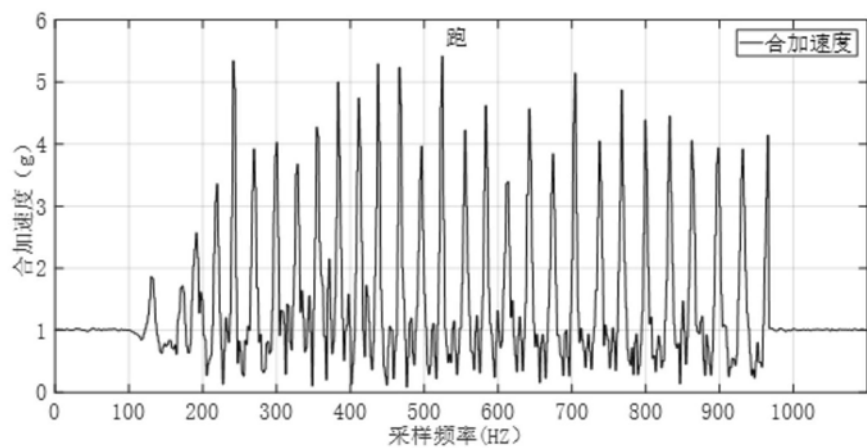


图3a

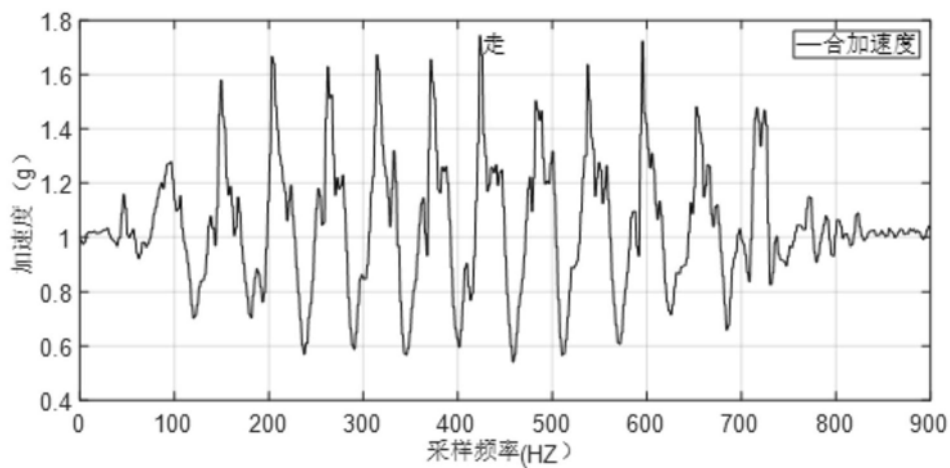


图3b

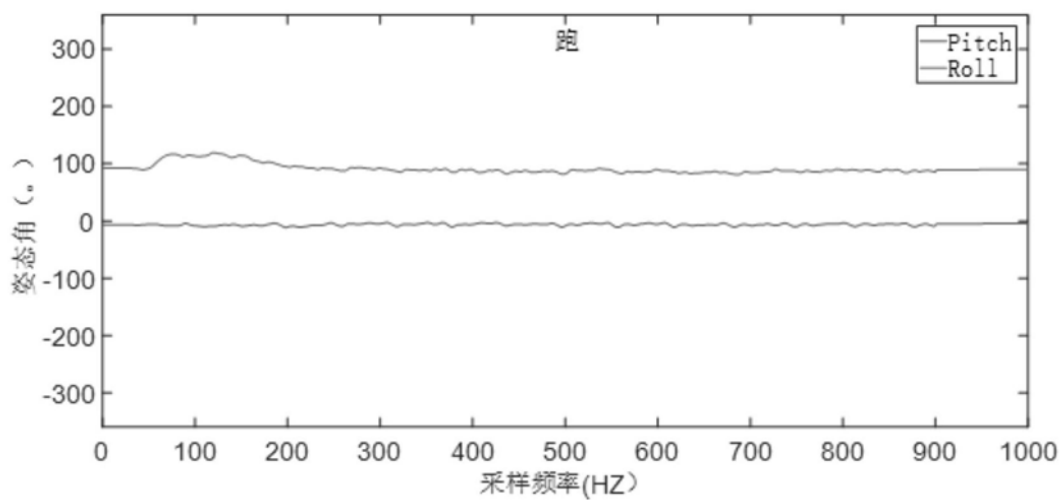


图4a

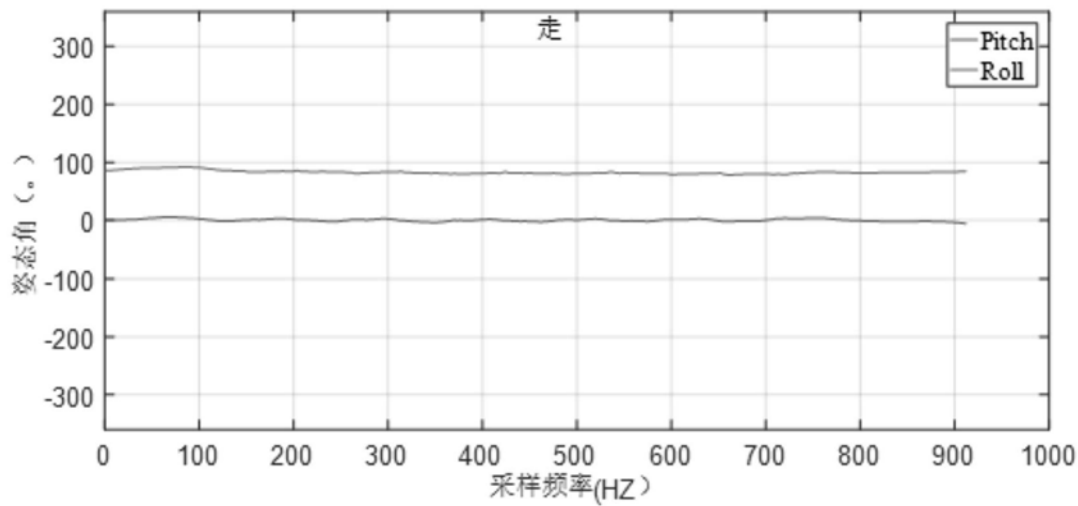


图4b

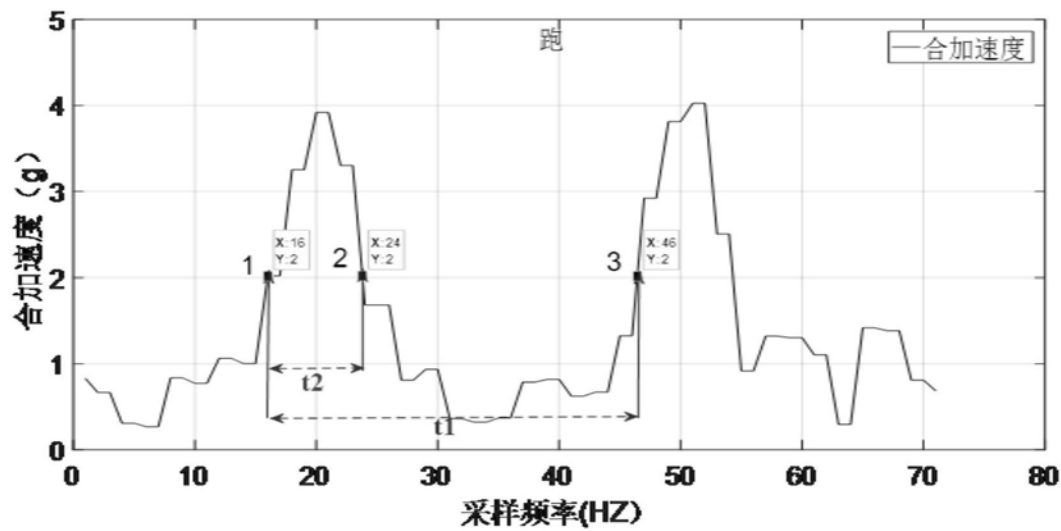


图5a

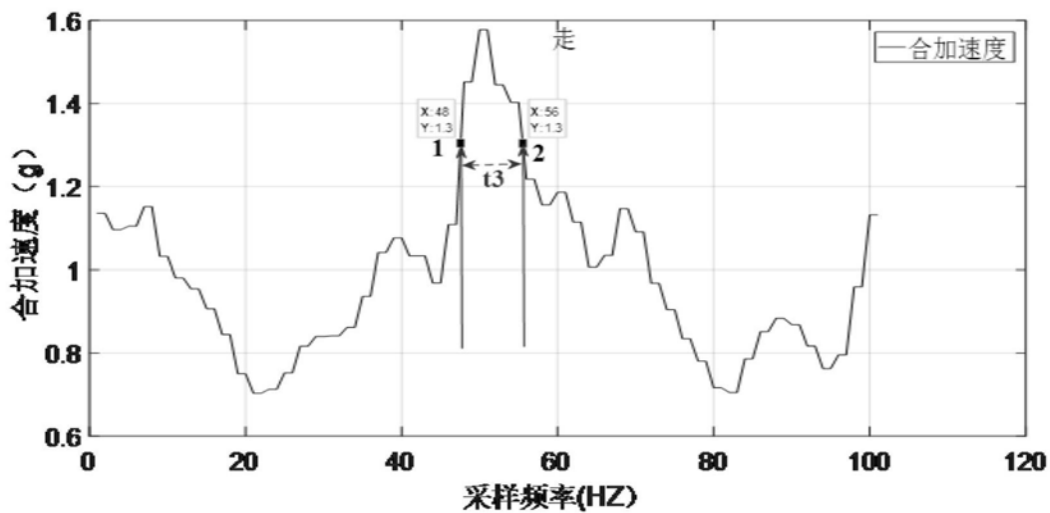


图5b

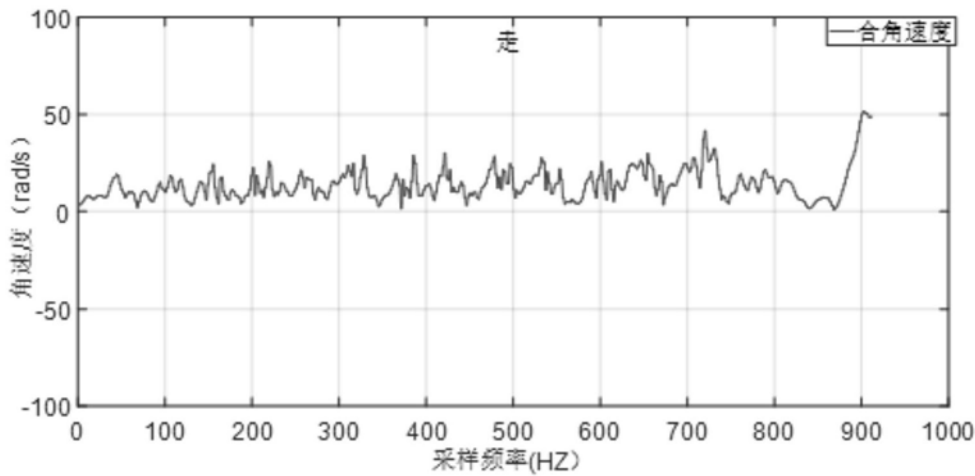


图6

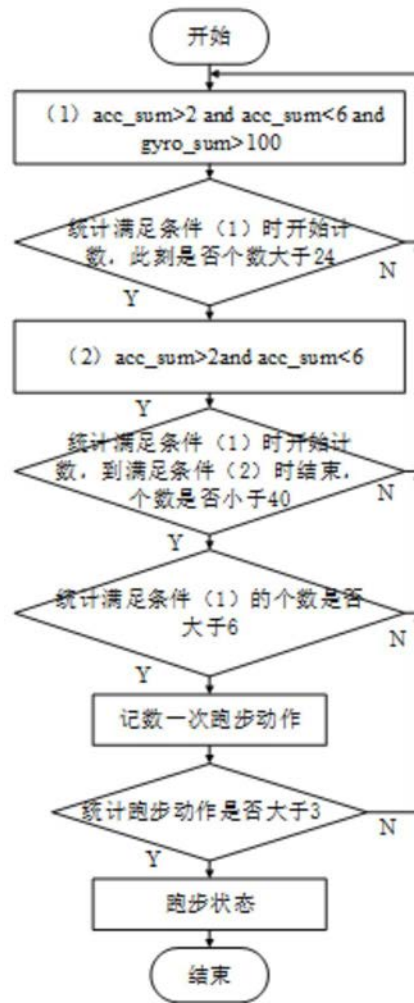


图7

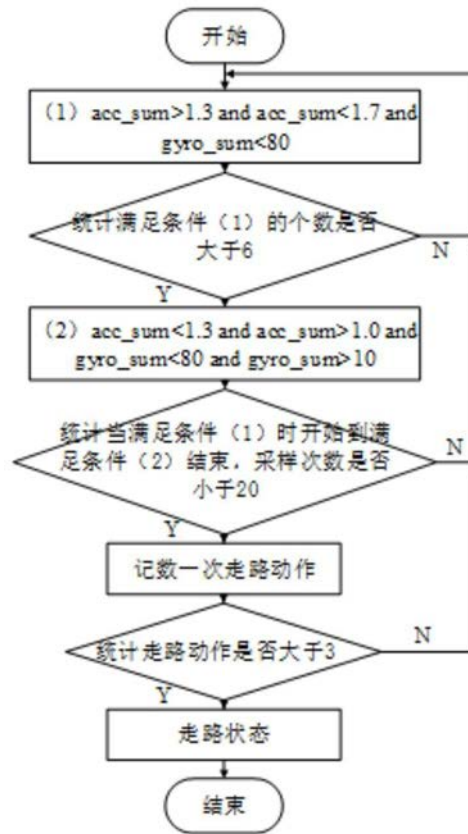


图8

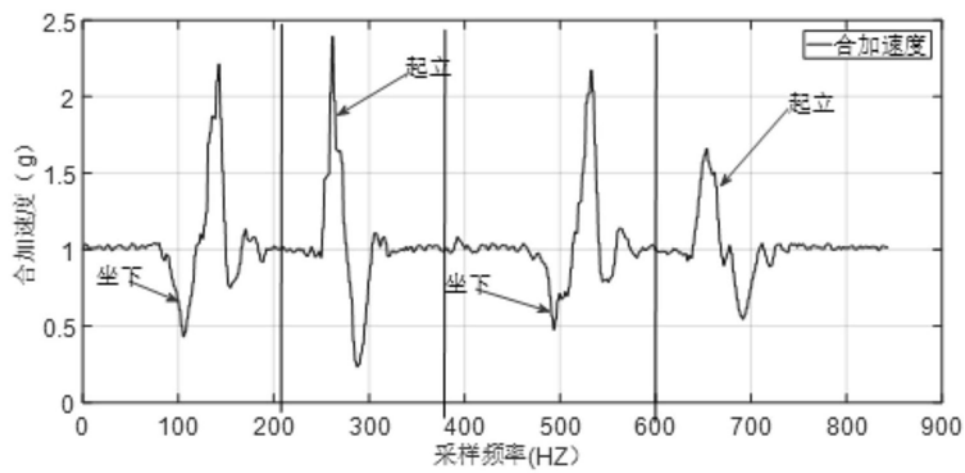


图9

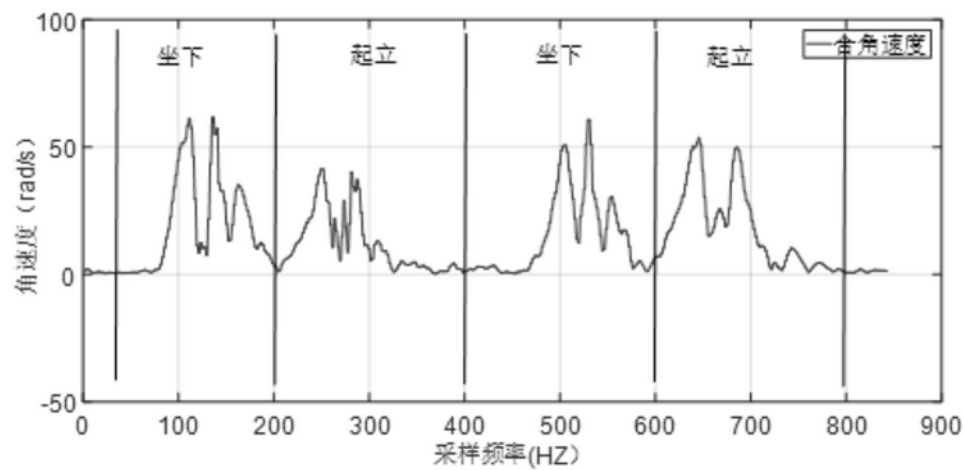


图10

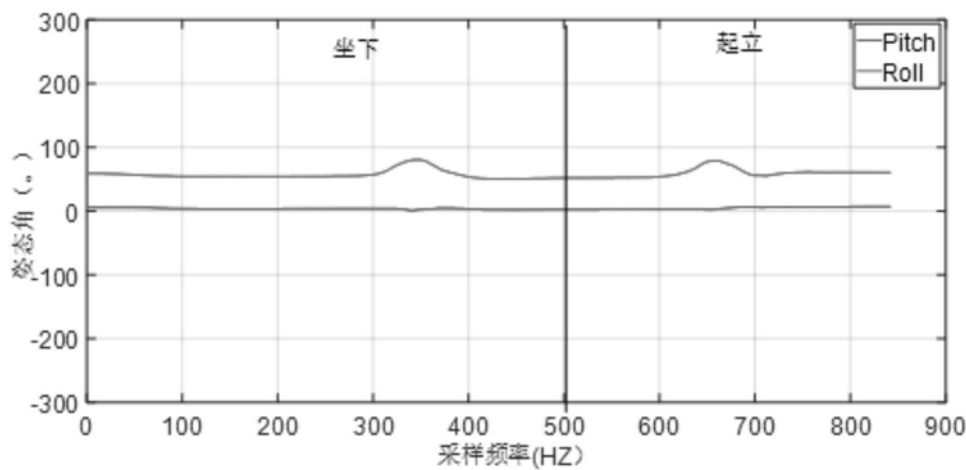


图11

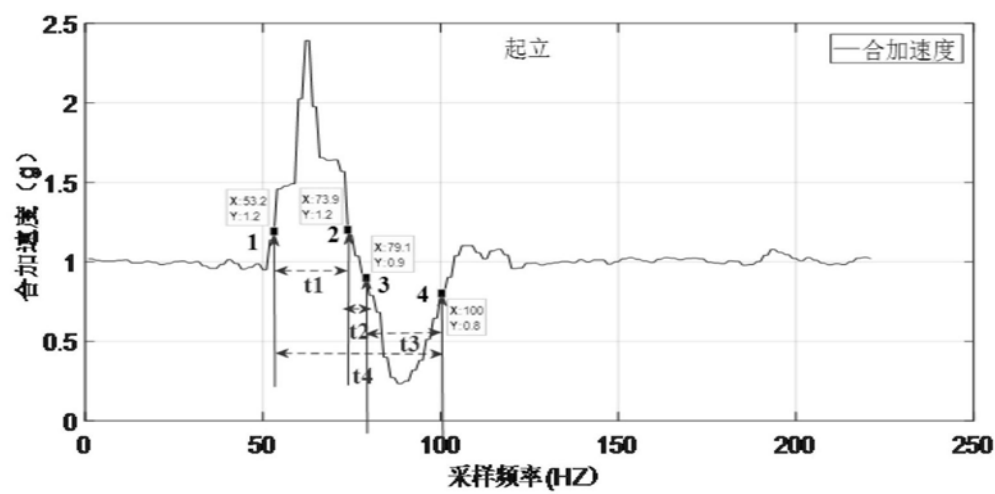


图12

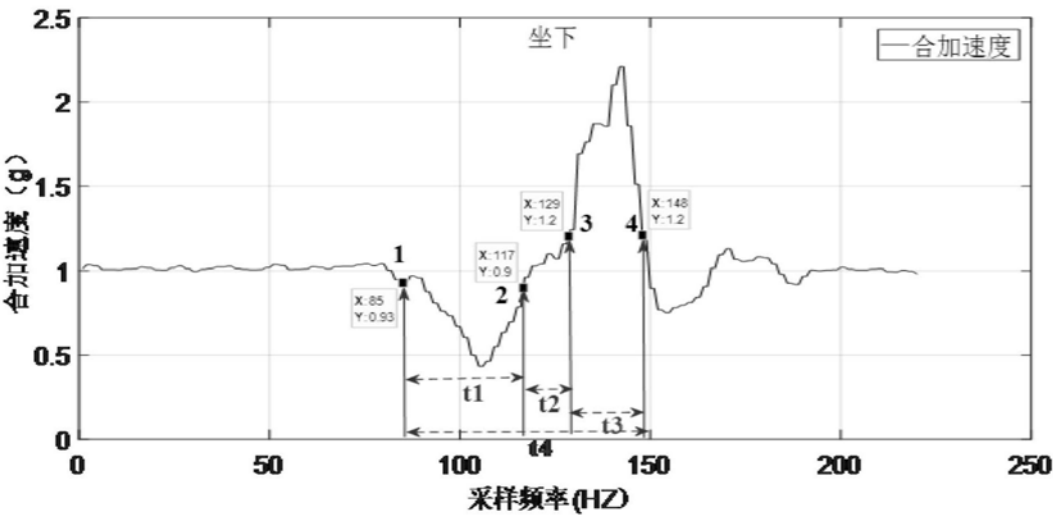


图13

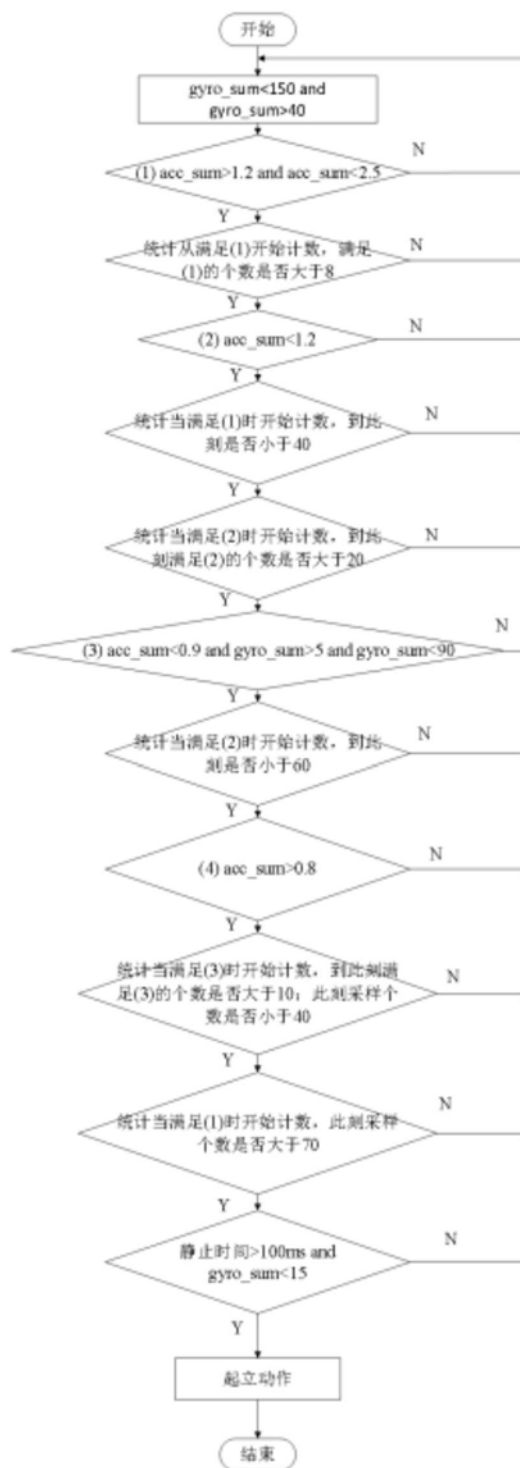


图14

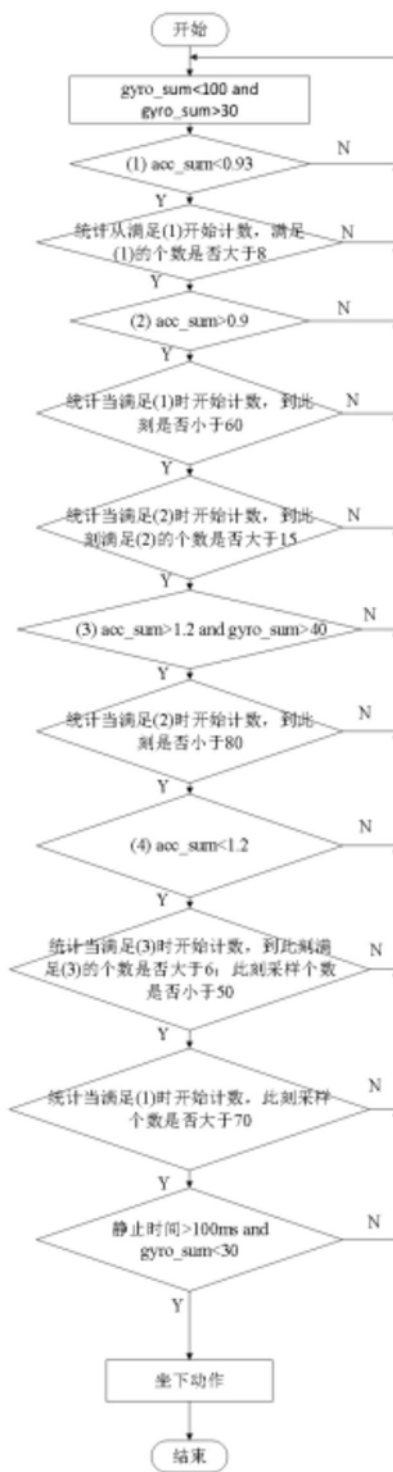


图15

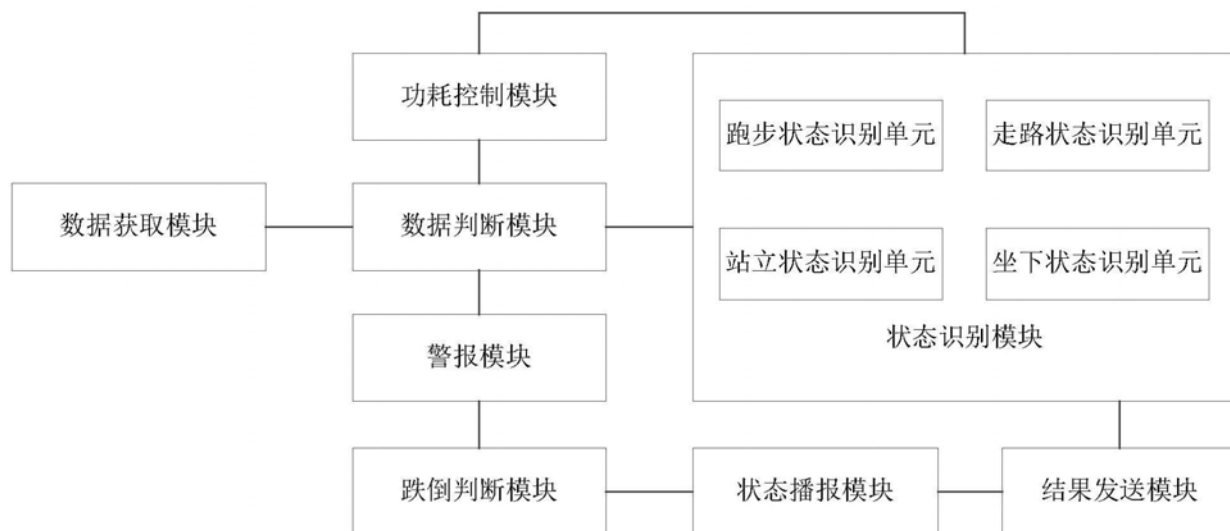


图16

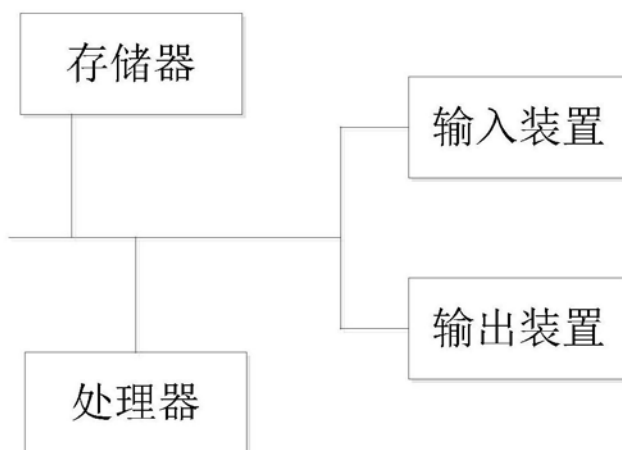


图17

专利名称(译)	一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备		
公开(公告)号	CN110876613A	公开(公告)日	2020-03-13
申请号	CN201910925035.9	申请日	2019-09-27
[标]申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
当前申请(专利权)人(译)	深圳先进技术研究院		
[标]发明人	宁运琨 赵国如		
发明人	宁运琨 赵国如 郭贵昌		
IPC分类号	A61B5/0205 A61B5/11 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0205 A61B5/02438 A61B5/1112 A61B5/1117 A61B5/1118 A61B5/1123 A61B5/6802 A61B5/746 A61B5/747		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本申请涉及一种人体运动状态识别方法、系统及电子设备。所述方法包括：步骤a：获取被监测者的惯性传感器数据、心率数据和定位数据；步骤b：根据所述惯性传感器数据、心率数据和定位数据判断被监测者是否处于运动状态，如果没有处于运动状态，执行步骤c；如果处于运动状态，执行步骤d；步骤c：进入低功耗模式；步骤d：读取三轴加速度数据，根据所述惯性传感器数据和三轴加速度数据计算当前动作的合加速度、合角速度、姿态角数据以及运动频率的时间差数据，并根据所述合加速度、合角速度、姿态角和时间差数据对被监测者的走、跑、坐、站状态进行识别。本申请减少了运动状态识别的误判率，提高了走、跑、坐、站的识别精度。

