(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102800170 A
(43)申请公布日 2012.11.28

(21)申请号 201210332824.X

(22)申请日 2012.09.11

(71)申请人 重庆大学
地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号
重庆大学通信工程学院

(72)发明人 李正周 缪鹏飞 刘勇 陈联涛
刘国金 高媛 于帆

(51)Int.Cl.
G08B 21/04(2006.01)

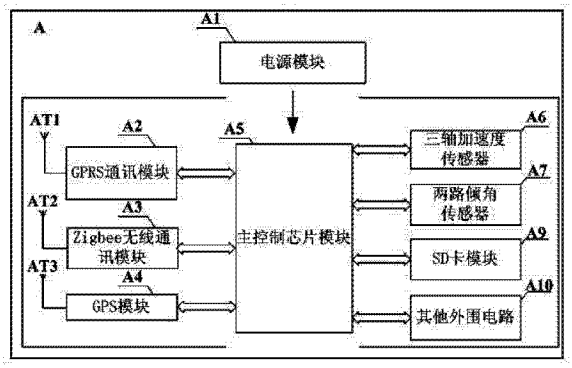
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54)发明名称

基于多传感器的人体跌倒检测报警器

(57)摘要

本发明提出了一种基于多传感器的人体跌倒检测报警器。该跌倒检测报警器由腰间多传感器信息处理中心和足底压力传感器数据采集模块组成，处理中心初始化各功能模块后，采集三轴加速度传感器以及正交放置的两路倾角传感器数据，并通过 Zigbee 向足底模块发送压力数据请求；足底模块采集双脚对鞋底的压力值，再将其传输至处理中心；中心将三种传感器数据与 SD 卡中的历史数据结合并按照跌倒检测算法处理，给出跌倒报警信息，再将报警信息及佩戴者的 GPS 定位信息通过 GPRS 发送至亲属手机及救助中心，从而提供医疗救助。本发明的显著特点是：能够结合人体多种运动状态特征来综合判定跌倒，跌倒检测准确率高，同时提供远程报警，可以让老年人及时得到医疗救助。



CN 102800170 A

1. 基于多传感器的人体跌倒检测报警器，其特征在于由人体腰间多传感器信息处理中心和足底压力传感器数据采集模块组成，足底压力传感器数据采集模块采集双脚对鞋底的压力值，并将压力值通过 Zigbee 无线传输至腰间多传感器信息处理中心，处理中心将自身采集的加速度传感器值、倾角传感器数据以及足底压力传感器数据按照检测算法处理，判断是否发生跌倒，一旦发生跌倒，则将报警信息及佩戴者的全球定位信息 GPS (Global Position System)通过通用分组无线服务技术 GPRS (General Packet Radio Service)发送至亲属手机及救助中心，从而提供医疗救助。

2. 根据权利要求 1 所述的基于多传感器的人体跌倒检测报警器所包含的腰间多传感器信息处理中心，其特征在于，在塑料外壳磨具内放置一个专用电路板，电路板上有主控制芯片 STM32F101RBT6、三轴加速度传感器 MMA7260L、正交放置的两个倾角传感器 SCA60C、Zigbee 无线传输模块 CC2430、GPRS 通讯模块 GTM900C、SIM 手机卡及其卡槽、GPRS 射频天线、GPS 模块 ET312、SD 卡及卡槽、电源指示灯、GPRS 网络连通与否指示灯、手机锂电池 BL-6C、一个蜂鸣器和一个按键。

3. 根据权利要求 1 所述的基于多传感器的人体跌倒检测报警器所包含的足底压力传感器数据采集模块，其特征在于，在每只塑胶鞋垫内放置两个薄片式压力传感器 FSR-402，分别位于前脚掌和后脚掌，在鞋跟内放置一个专用电路板，电路板上有 Zigbee 无线传输模块 CC2430 与压力传感器连接，另外还有一个手机锂电池 BL-6C 和一个电源指示灯。

4. 根据权利要求 1 所述的基于多传感器的人体跌倒检测报警器，其特征在于，足底压力传感器数据采集模块实时采集足底压力值，并通过 Zigbee 无线传输到腰间多传感器信息处理中心。

5. 根据权利要求 1 所述的基于多传感器的人体跌倒检测报警器，其特征在于，腰间多传感器信息处理中心实时采集三轴加速度传感器数据、正交倾角传感器数据，结合接收到得足底的压力值，并通过支持向量机 SVM(Support Vector Machine) 过滤可疑数据后，将数据存到 SD 卡中。

6. 根据权利要求 1 所述的基于多传感器的人体跌倒检测报警器，其特征在于，利用权利要求 5 中保存的数据，通过跌倒检测算法处理，判断是否发生跌倒，一旦发生跌倒，则将报警信息和 GPS 位置信息通过 GPRS 发送至亲属手机及医疗救助中心，以便及时得到医疗救助。

7. 根据权利要求 1 所述的基于多传感器的人体跌倒检测报警器，其特征在于，权利要求 6 所述的跌倒检测算法通过分析三轴加速度数据，判断其是否大于跌倒阈值，若不大于则不报警，否则继续分析双足压力数据是否大于跌倒阈值，若不大于则不报警，否则继续通过分析两个倾角传感器数据测定当前人体的跌倒姿态，将人体跌倒姿态加入到报警信息中一起发送至亲属手机及医疗救助中心。

基于多传感器的人体跌倒检测报警器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于多传感器的人体跌倒检测报警器，尤其适用于空巢老年家庭、养老院以及户外运动的中老年人的跌倒报警及辅助医疗求助。

背景技术

[0002] 随着社会老龄化的不断加剧，预期到 2030 年空巢老年人家庭的比例将达到 90%，届时我国老年人家庭将空巢化。空巢老年人居住缺乏家人的及时护理，一旦发生意外很难及时察觉与治疗。同时，随着人们养老观念的不断转变，越来越多的老年人将入住养老机构。然而，现今大多养老机构都面临着需要照顾的老年人众多但专业人员缺乏的问题，使得老年人在养老机构发生意外时却无法及时被发现并得到救助。事实上，近年来屡发的老年人因为在养老院受伤而索赔事件正好证明了这一点。据统计，在 65 岁以上的老年人群中，每年有超过 1/3 的人都有跌倒经历。在跌倒发生时，最重要的是在第一时间内得到救助，以降低跌倒带来的伤害，老年人意外失足或者某种疾病突发恶化很可能引起跌倒，进而导致因失去行动能力而处于“长时间平躺”，此时如得不到及时救治将可能危及生命。因此，不论是空巢家庭还是养老机构都急需一种能够帮助保障老年人安全的跌倒检测报警器。

[0003] 目前，跌倒检测技术分为三类，即基于视频图像的跌倒检测，基于声学信号的跌倒检测，以及基于穿戴式装置的跌倒检测。基于视频的检测系统具有无需佩戴的特点，但存在检测范围有限，数据量大、设备复杂、算法复杂度高等问题。基于声学的跌倒检测系统是通过分析跌倒时的音频信号实现跌倒检测，它也无需佩戴但存在对环境要求高、精度低等缺点。基于穿戴式传感器的跌倒检测系统是指嵌入了微型传感器的可穿戴设备，包括衣服，帽子，鞋，首饰等。这种检测系统可以实时监测人体的活动，当人体的运动参数发生改变时，通过算法判断是否发生了跌倒。它具有携带方便，允许老年人进行户外运动的特点，既保证了老年人隐私权，又不需要复杂且投入较大的前期准备，适合于对老年人的健康进行远程监管。

[0004] 物联网的兴起和发展为穿戴式传感器的跌倒检测系统提供了可行性，基于多传感器的跌倒检测报警系统通过多传感器信息融合处理提高检测概率，并通过无线空中接口接入到手机网络，能实时给出老年人跌倒报警信息，及时通知亲属及医疗服务中心以提供医疗救助。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于多传感器的跌倒检测报警器，为老年人提供一个跌倒检测和报警终端，能有效帮助老年人在跌倒时获得第一时间的医疗救助。

[0006] 为实现这一目的，本发明采用成熟的物联网技术，设计出一种基于多传感器的人体跌倒检测报警器。本发明采用的技术方案是：

（1） 硬件技术方案：所述的基于多传感器的跌倒检测报警器由腰间多传感器信息处理中心和足底压力传感器数据采集模块组成。

[0007] 所述腰间多传感器信息处理中心硬件结构是在塑料外壳磨具内放置一个专用电路板，电路板上有主控制芯片 STM32F101RBT6、三轴加速度传感器 MMA7260L、两个正交的倾角传感器 SCA60C、Zigbee 无线传输模块 CC2430、GPRS 通讯模块 GTM900C、SIM 手机卡及其卡槽、GPRS 射频天线、GPS 模块 ET312、SD 卡及卡槽、电源指示灯、GPRS 网络连通与否指示灯、手机锂电池 BL-6C、一个蜂鸣器和一个按键。

[0008] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的主控制芯片模块包括：一个主控制芯片 STM32F101RBT6 与三轴加速度传感器 MMA7260L、正交倾角传感器 SCA60C、Zigbee 无线传输模块、GPRS 模块 GTM900C、以及 GPS 模块 ET312 相连，形成跌倒检测报警系统；一个最小系统电路，包括电源电路、上电复位电路、按键复位电路、启动模式选择电路，与主控制芯片 STM32F101RBT6 相连，用于保证主控制芯片能够正常工作；一个程序下载接口及若干外围设备与主控制芯片 STM32F101RBT6 相连，用于给主芯片下载程序。

[0009] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的三轴加速度传感器 MMA7260L 是一个 3D 加速度检测模块，用于检测人体的空间运动状态，包括：三个轴向的加速度模拟电压输出，与主控制器的 AD 转换引脚相连，用于提供人体空间运动状态信息。

[0010] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的正交倾角传感器 SCA60C 是将两个倾角传感器 SCA60C 正交放置，是一种倾角检测模块，用于检测人体的倾斜状态，包括一个倾斜角的模拟电压输出，与主控制器的 AD 转换引脚相连，用于提供人体倾斜状态信息。

[0011] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的 Zigbee 无线传输模块 CC2430 是一个基于 Zigbee 无线通信协议的无线数传模块，用于接收足底压力传感器数据采集模块采集的压力值，包括一个通讯端口，符合 RS232 标准，与主控制芯片相连，用于向主控制器传递足底压力信息；一根射频天线，与 Zigbee 无线传输模块相连，用于提供 Zigbee 网络信号；一个 LED 指示灯，与 Zigbee 无线传输模块相连，用于指示 Zigbee 无线传输模块的工作状态。

[0012] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的 GPRS 通讯模块 GTM900C 是一个具有手机通讯功能的集成电路模块，包括：一个通讯端口，符合 RS232 标准，与主控制芯片相连，用于与主控制器进行信息交互；一个电源接口，与 GPRS 模块连接，用于给 GPRS 模块供电；一个 SIM 卡接口，与 GPRS 模块相连，用于插接可接入 GPRS 网络的手机卡；一根射频天线，与 GPRS 模块相连，用于提供 GPRS 模块的网络信号；一个 LED 指示灯，与 GPRS 通讯模块 GTM900C 相连，用于指示 GPRS 模块的工作状态。

[0013] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的 GPS 模块 ET312 是一个具有 GPS 定位功能的集成电路模块，包括：一个通讯端口，符合 RS232 标准，与主控制芯片相连，用于为主控制芯片提供 GPS 定位信息；一根射频天线，与 GPS 模块相连，用于提供卫星同步的 GPS 信号；一个 LED 指示灯，与 GPS 模块相连，用于指示 GPS 模块的工作状态。

[0014] 所述腰间多传感器信息处理中心包含的 SD 卡模块包括：一个 SD 卡槽，与主控制芯片 STM32F101RBT6 通过 SPI 接口相连，用于插入 SD 存储卡，并将加速度传感器值、倾角传感器值、压力传感器值及其他报警信息存入 SD 卡中；一个电源接口，用于给 SD 卡供电。

[0015] 此外，所述腰间多传感器信息处理中心还包括：一个 LED 电源指示灯，用于指示中心的上电状态；一个蜂鸣器，与主控制芯片模块相连接，用于报警并指示跌倒事件的发生；一个按键，与主控制芯片 STM32F101RBT6 相连，用于确认并停止蜂鸣器的报警功能；一个手机锂电池 BL-6C 用于为中心提供便携式电源。

[0016] 所述足底压力传感器数据采集模块是在每只塑胶鞋垫内放置两个薄片式压力传感器 FSR-402，分别位于前脚掌和后脚掌，在鞋跟内放置一个专用电路板，电路板上有 Zigbee 无线传输模块 CC2430，与压力传感器连接，另外还有一个手机锂电池 BL-6C 和一个电源指示灯。

[0017] 所述足底压力传感器数据采集模块包含的压力传感器 FSR-402 是一个压敏电阻，用于指示足底压力变化，与足底压力传感器数据采集模块的分压电路相连，并与 Zigbee 无线传输模块 CC2430 的 AD 转换接口相连，为 CC2430 提供足底压力信息。

[0018] 所述足底压力传感器数据采集模块包含的 Zigbee 无线传输模块 CC2430 是一个压力传感器数据采集及无线数传模块，用于采集并发送足底压力传感器数据，包括 ：一个 AD 转换接口，与压力传感器分压电路相连 ；一根射频天线，与 Zigbee 无线传输模块相连，用于提供 Zigbee 网络信号 ；一个 LED 指示灯，与 Zigbee 无线传输模块相连，用于指示 Zigbee 无线传输模块的工作状态。

[0019] 此外，所述足底压力传感器数据采集模块还包括 ：一个 LED 电源指示灯，用于指示模块的上电状态 ；一个手机锂电池 BL-6C 用于为模块提供便携式电源。

[0020] （2） 软件技术方案是 ：所述的基于多传感器的跌倒检测报警系统软件方案由腰间多传感器信息处理中心处理流程、足底压力传感器数据采集模块处理流程组成以及跌倒检测算法处理流程。

[0021] 所述腰间多传感器信息处理中心处理流程包括上电时，主控制芯片模块初始化 GPRS 模块、GPS 模块、Zigbee 模块以及 SD 卡模块。若初始化正确，将进入就绪状态。此时，开始采集三轴加速度传感器数据、正交倾角传感器数据，采集完毕后发送压力传感器数据请求至足底压力传感器数据采集模块，接收到足底压力传感器数据后，通过支持向量机 SVM 过滤掉加速度数据、倾角数据以及压力数据中的可疑数据，然后读取 SD 卡中已经保存的最近一定时长内的历史数据并与当前数据结合，通过跌倒检测算法融合并判断是否大于设定的阈值，若大于则读取当前的 GPS 信息并发送报警信息至亲属手机及医疗中心，并驱动蜂鸣器报警，否则继续上述流程，且每次采集的数据都将存入 SD 卡中。

[0022] 所述腰间多传感器信息处理中心处理流程还包括中断处理流程，当发生报警后蜂鸣器响时，通过按键可以停止蜂鸣器的响声。

[0023] 所述足底压力传感器数据采集模块处理流程包括上电时，初始化 Zigbee 模块，连续不断地采集足底压力数据，并监听是否有数据请求，若有数据请求，则将压力数据发送至腰间多传感器信息处理中心，否则连续采集不上传，以提高响应时间。

[0024] 所述跌倒检测算法处理流程通过分析三轴加速度值，判断其是否大于跌倒阈值，若不大于则不报警，否则继续分析双足压力数据是否大于跌倒阈值，若不大于则不报警，否则继续通过分析两个倾角传感器数据测定当前人体的跌倒姿态，将人体跌倒姿态加入到报警信息中一起发送至亲属手机及医疗救助中心。

[0025] 本发明的软件技术方案主要包括三个流程 ：一是所述腰间多传感器信息处理中心处理流程 ；二是所述足底压力传感器数据采集模块处理流程，三是跌倒检测算法处理流程。

[0026] A1 ：腰间多传感器信息处理中心处理流程如下 ：

步骤 1.1、系统初始化，主控制芯片模块初始化 GPRS 模块、GPS 模块、Zigbee 模块以及 SD 卡模块，初始化结束后，蜂鸣器发出短暂的“滴”声，指示系统初始化工作完成。

[0027] 步骤 1.2、通过 STM32F101RBT6 的 AD 转换接口采集三轴加速度传感器数据及两路正交倾角传感器数据。

[0028] 步骤 1.3、发送压力传感器数据请求，若请求成功，则接受压力传感器数据，转入下一步骤 1.4，否则若超过一定时长仍未收到压力传感器数据，则直接转入下一步骤 1.4。

[0029] 步骤 1.4、根据 SVM 单类支持向量机处理三轴加速度传感器数据、两路倾角传感器数据以及压力传感器数据，剔除其中的噪音及对判定带来影响的可疑数据。

[0030] 步骤 1.5、从 SD 卡中读取最近一定时长内的历史数据，将当前数据同历史数据相结合，送入步骤 1.6 的数据融合处理。

[0031] 步骤 1.6、进入多传感器跌倒检测处理流程 A3 中，若报警，则转入步骤 1.7 实施报警，否则将数据存入 SD 卡中并跳转到步骤 1.2。

[0032] 步骤 1.7、读取当前的 GPS 信息并发送报警信息至亲属手机及医疗中心，并驱动蜂鸣器报警，再将数据存入 SD 卡中并跳转到步骤 1.2，执行下一次检测，此时若有按键被按下，则将调用中断服务程序启动步骤 1.8。

[0033] 步骤 1.8、关闭蜂鸣器，返回中断前处理步骤。

[0034] A2 ：足底压力传感器数据采集模块处理流程如下 ：

步骤 2.1、模块上电后，初始化 Zigbee 模块。

[0035] 步骤 2.2、连续不断地采集足底压力数据，并监听是否有数据请求，若有则转到 2.3，否则停留在步骤 2.2 不停地采集数据。

[0036] 步骤 2.3、发送当前采集的压力传感器至腰间多传感器信息处理中心。

[0037] A3 ：多传感器检测算法处理流程如下 ：

步骤 3.1、分析三轴加速度传感器数据是否大于设定的阈值，若不大于则跳转到流程 A1 的步骤 1.2 中，执行下次数据采集，否则跳转到步骤 3.2 中。

[0038] 步骤 3.2、分析足底压力传感器数据是否大于设定的阈值，若不大于则跳转到流程 A1 的步骤 1.2 中，执行下次数据采集，否则跳转到步骤 3.3 中。

[0039] 步骤 3.3、分析两路倾角传感器数据，获得当前人体的跌倒姿态，并将人体跌倒姿态加入到报警信息中，且跳转到流程 A1 的步骤 1.7 中实施报警。

附图说明

[0040] 图 1 是本发明的腰间多传感器信息处理中心原理方框图，包括所述各模块的逻辑连接示意图。

[0041] 图 2 是本发明的足底压力传感器数据采集模块原理方框图，包括所述各模块的逻辑连接示意图。

[0042] 图 3 是所述终端的工作流程图，包括腰间多传感器信息处理中心主控制芯片处理流程图、足底压力传感器数据采集模块的处理流程、取消报警按键的中断流程以及多传感器跌倒检测算法处理流程。

具体实施方式

[0043] 下面就具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0044] 如图 1 所示 ：所述腰间多传感器信息处理中心硬件包含主控制芯片

STM32F101RBT6、三轴加速度传感器 MMA7260L、正交的两个倾角传感器 SCA60C、Zigbee 无线传输模块 CC2430、GPRS 通讯模块 GTM900C、SIM 手机卡及其卡槽、GPRS 射频天线、GPS 模块 ET312、SD 卡及卡槽、电源指示灯、GPRS 网络连通与否指示灯、手机锂电池 BL-6C、一个蜂鸣器和一个按键。

[0045] 如图 2 所示 :所述足底压力传感器数据采集模块的硬件包括两个薄片式压力传感器 FSR-402,分别位于前脚掌和后脚掌,在鞋跟内放置一个专用电路板,电路板上有 Zigbee 无线传输模块 CC2430,与压力传感器连接,另外还有一个手机锂电池 BL-6C 和一个电源指示灯。

[0046] 如图 3 所示 : 描述了所述基于多传感器的跌倒检测系统工作流程图。

[0047] A1 :腰间多传感器信息处理中心处理流程如下 :

步骤 1.1、系统初始化,主控制芯片模块初始化 GPRS 模块、GPS 模块、Zigbee 模块以及 SD 卡模块,初始化结束后,蜂鸣器发出短暂的“滴”声,指示系统初始化工作完成。

[0048] 步骤 1.2、通过 STM32F101RBT6 的 AD 转换接口采集三轴加速度传感器数据及两路正交倾角传感器数据。

[0049] 步骤 1.3、发送压力传感器数据请求,若请求成功,则接受压力传感器数据,转入下一步骤 1.4,否则若超过一定时长仍未收到压力传感器数据,则直接转入下一步骤 1.4。

[0050] 步骤 1.4、根据 SVM 单类支持向量机处理三轴加速度传感器数据、两路倾角传感器数据以及压力传感器数据,剔除其中的噪音及对判定带来影响的可疑数据。

[0051] 步骤 1.5、从 SD 卡中读取最近一定时长内的历史数据,将当前数据同历史数据相结合,送入步骤 1.6 的数据融合处理。

[0052] 步骤 1.6、进入多传感器跌倒检测处理流程 A3 中,若报警,则转入步骤 1.7 实施报警,否则将数据存入 SD 卡中并跳转到步骤 1.2。

[0053] 步骤 1.7、读取当前的 GPS 信息并发送报警信息至亲属手机及医疗中心,并驱动蜂鸣器报警,再将数据存入 SD 卡中并跳转到步骤 1.2,执行下一次检测,此时若有按键被按下,则将调用中断服务程序启动步骤 1.8。

[0054] 步骤 1.8、关闭蜂鸣器,返回中断前处理步骤。

[0055] A2 :足底压力传感器数据采集模块处理流程如下 :

步骤 2.1、模块上电后,初始化 Zigbee 模块。

[0056] 步骤 2.2、连续不断地采集足底压力数据,并监听是否有数据请求,若有则转到 2.3,否则停留在步骤 2.2 不停地采集数据。

[0057] 步骤 2.3、发送当前采集的压力传感器至腰间多传感器信息处理中心。

[0058] A3 :多传感器检测算法处理流程如下 :

步骤 3.1、分析三轴加速度传感器数据是否大于设定的阈值,若不大于则跳转到流程 A1 的步骤 1.2 中,执行下次数据采集,否则跳转到步骤 3.2 中。

[0059] 步骤 3.2、分析足底压力传感器数据是否大于设定的阈值,若不大于则跳转到流程 A1 的步骤 1.2 中,执行下次数据采集,否则跳转到步骤 3.3 中。

[0060] 步骤 3.3、分析两路倾角传感器数据,获得当前人体的跌倒姿态,并将人体跌倒姿态加入到报警信息中,且跳转到流程 A1 的步骤 1.7 中实施报警。

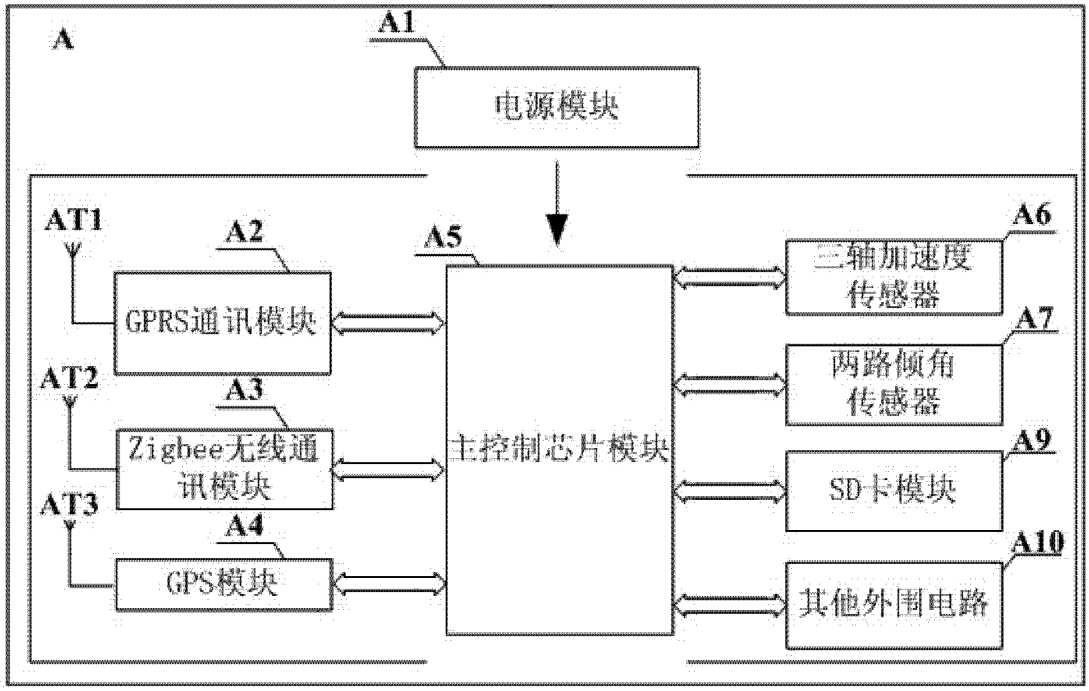

A
A1
电源模块
AT1
A2
GPRS通讯模块
AT2
A3
Zigbee无线通讯模块
AT3
A4
GPS模块
A5
主控制芯片模块
A6
三轴加速度传感器
A7
两路倾角传感器
A9
SD卡模块
A10
其他外围电路

图 1

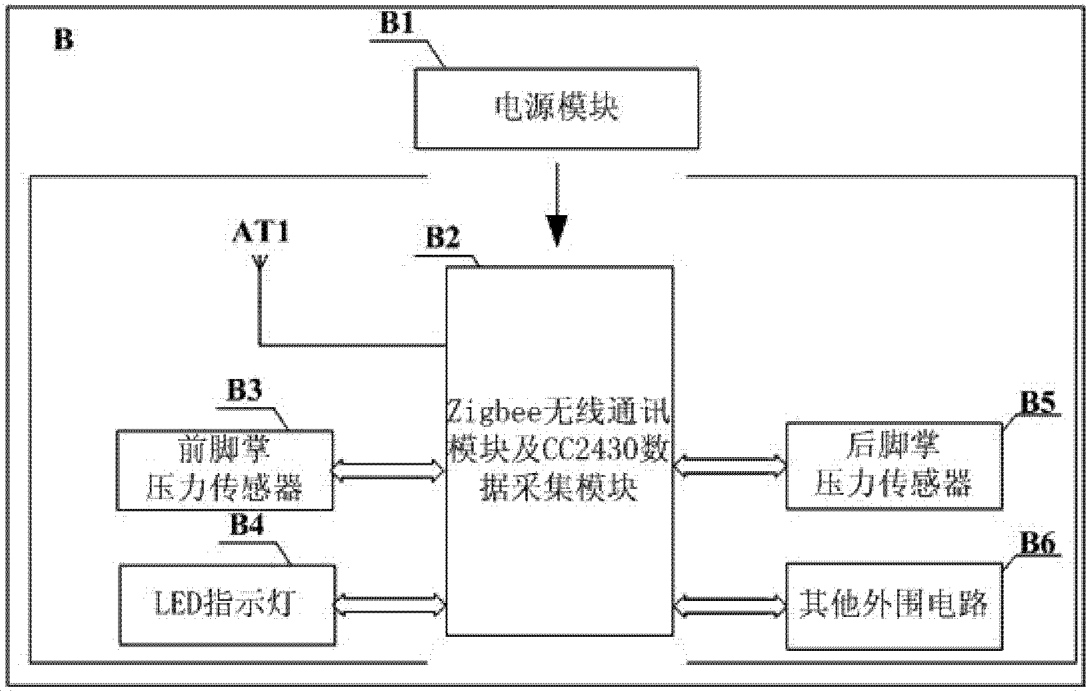

B
B1
电源模块
AT1
B2
Zigbee无线通讯模块及CC2430数据采集模块
B3
前脚掌压力传感器
B4
LED指示灯
B5
后脚掌压力传感器
B6
其他外围电路

图 2

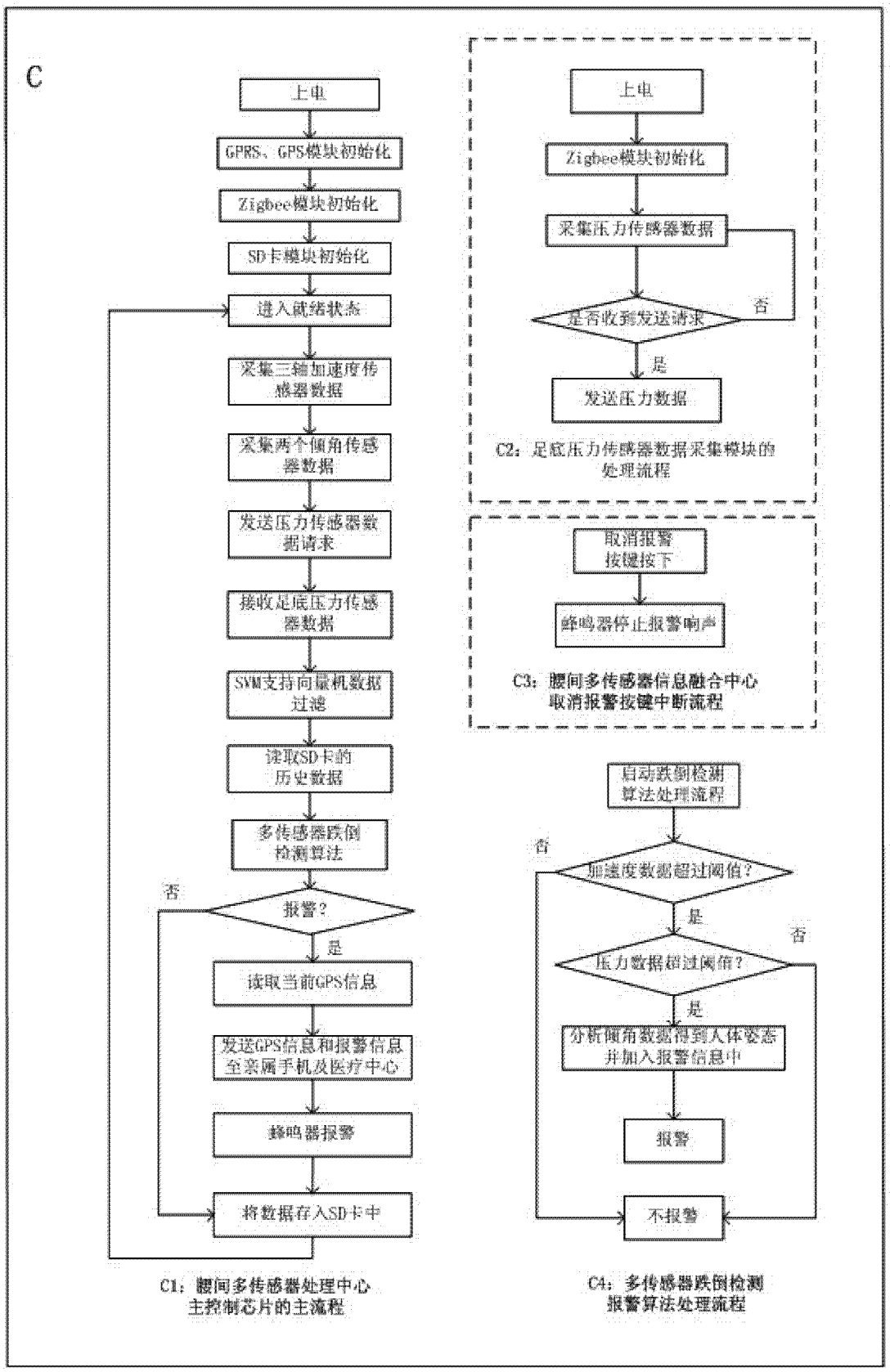

C
上电
GPRS、GPS模块初始化
Zigbee模块初始化
SD卡模块初始化
进入就绪状态
采集三轴加速度传感器数据
采集两个倾角传感器数据
发送压力传感器数据请求
接收足底压力传感器数据
SVM支持向量机数据过滤
读取SD卡的历史数据
多传感器跌倒检测算法
否
报警？
是
读取当前GPS信息
发送GPS信息和报警信息至亲属手机及医疗中心
蜂鸣器报警
将数据存入SD卡中
C1：腰间多传感器处理中心主控制芯片的主流程
上电
Zigbee模块初始化
采集压力传感器数据
否
是否收到发送请求
是
发送压力数据
C2：足底压力传感器数据采集模块的处理流程
取消报警按键按下
蜂鸣器停止报警响声
C3：腰间多传感器信息融合中心取消报警按键中断流程
启动跌倒检测算法处理流程
否
加速度数据超过阈值？
是
否
压力数据超过阈值？
是
分析倾角数据得到人体姿态并加入报警信息中
报警
不报警
C4：多传感器跌倒检测报警算法处理流程

图 3