



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107449552 B

(45)授权公告日 2019.08.30

(21)申请号 201610371701.5

(22)申请日 2016.05.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107449552 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(73)专利权人 北京小米移动软件有限公司
地址 100085 北京市海淀区清河中街68号
华润五彩城购物中心二期9层01房间
专利权人 北京爱其科技有限公司

(72)发明人 张洋 张虎

(74)专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有限公司 11415
代理人 陈蕾

(51)Int.Cl.
G01M 1/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 101665217 A,2010.03.10,
CN 102160008 A,2011.08.17,
US 2005/0186083 A1,2005.08.25,
US 9014864 B2,2015.04.21,

审查员 文海燕

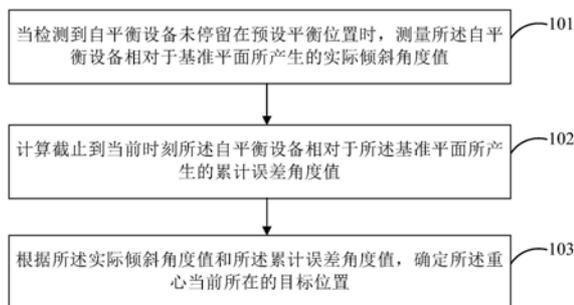
权利要求书3页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

重心检测方法及装置

(57)摘要

本公开提供了重心检测方法及装置,其中,所述方法包括:当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。本公开中,自平衡设备可以自平衡设备未停留在预设平衡位置时,快速、准确地确定自身的所述重心所在的所述目标位置,同时可以消除所述自平衡设备由于加速度传感器和陀螺仪的零点漂移引起的重心漂移,避免所述自平衡设备向所述重心对应的方向漂移,且提高了所述自平衡设备的智能化程度。



1. 一种重心检测方法,其特征在于,所述方法包括:

当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置;

所述计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值,包括:

按照比例微分积分(PID)算法基于PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值;

根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值;

其中,按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta AgSt(k)$:

$$\Delta AgSt(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2),$$

$$e(k) = r(k) - c(k),$$

其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,采用以下方式检测所述自平衡设备是否停留在所述预设平衡位置:

获取输入到所述自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制PWM值;

判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且收敛到所述预设值的规律性;

当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,包括:

获取所述自平衡设备相对于所述基准平面的加速度值;

对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值,包括:

通过最优化滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值,包括:

计算截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值;

将所述和值确定为所述累计误差角度值。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述累计误差角度值包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述根据所述实际倾斜角度值和所述累计

误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置,包括:

根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,所述目标角度值用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,包括:

计算所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值之间的差值的绝对值;

判断所述绝对值是否小于预设角度值;

当所述绝对值小于所述预设角度值时,将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。

9. 一种重心检测装置,其特征在于,所述装置包括:

测量模块,被配置为当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

计算模块,被配置为计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

重心确定模块,被配置为根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置;

所述计算模块包括:

第一计算子模块,被配置为按照比例微分积分(PID)算法基于PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值;

第二计算子模块,被配置为根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值;

所述第一计算子模块按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta AgSt(k)$:

$$\Delta AgSt(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2),$$

$$e(k) = r(k) - c(k),$$

其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述测量模块包括:

第一获取子模块,被配置为获取输入到所述自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制PWM值;

判断子模块,被配置为判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且收敛到所述预设值的规律性;

确定子模块,被配置为当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

11. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述测量模块包括:

第二获取子模块,被配置为获取所述自平衡设备相对于所述基准平面的加速度值;

滤波处理子模块,被配置为对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述滤波处理子模块包括:

滤波处理单元,被配置为通过最优化滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

13. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述第二计算子模块包括:

第一计算单元,被配置为计算截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值;

第一确定单元,被配置为将所述和值确定为所述累计误差角度值。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述累计误差角度值包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述重心确定模块包括:

角度值确定子模块,被配置为根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,所述目标角度值用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。

16. 根据权利要求15所述的装置,其特征在于,所述角度值确定子模块包括:

第二计算单元,被配置为计算所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值之间的差值的绝对值;

判断单元,被配置为判断所述绝对值是否小于预设角度值;

第二确定单元,被配置为当所述绝对值小于所述预设角度值时,将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。

17. 一种重心检测装置,其特征在于,包括:

处理器;

用于存储处理器可执行指令的存储器;

其中,所述处理器被配置为:

当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置;

所述计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值,包括:

按照比例微分积分(PID)算法基于PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值;

根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值;

其中,按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta AgSt(k)$:

$$\Delta AgSt(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2),$$

$$e(k) = r(k) - c(k),$$

其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

重心检测方法及装置

技术领域

[0001] 本公开涉及通信领域,尤其涉及重心检测方法及装置。

背景技术

[0002] 目前,自平衡设备的应用越来越广泛。相关技术中,当自平衡设备的结构发生改变或其他原因造成该自平衡设备的平衡状态被打破后,由于不知道该自平衡设备的重心当前所在的目标位置,因此,需要手动调整用于控制该自平衡设备的驱动装置的相应参数,以便将该自平衡设备重新调整到所述平衡状态。手动调试过程复杂,且调试时间长,导致目前自平衡设备的智能化程度不高。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本公开提供了重心检测方法及装置,以解决相关技术中的不足。

[0004] 根据本公开实施例的第一方面,提供一种重心检测方法,所述方法包括:

[0005] 当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

[0006] 计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

[0007] 根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。

[0008] 可选地,采用以下方式检测所述自平衡设备是否停留在所述预设平衡位置:

[0009] 获取输入到所述自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制(PWM)值;

[0010] 判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且收敛到所述预设值的规律性;

[0011] 当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

[0012] 可选地,所述测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,包括:

[0013] 获取所述自平衡设备相对于所述基准平面的加速度值;

[0014] 对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0015] 可选地,所述对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值,包括:

[0016] 通过最优化滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0017] 可选地,所述计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值,包括:

[0018] 按照比例微分积分(PID)算法基于所述PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值;

[0019] 根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值。

[0020] 可选地,按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta\text{AgSt}(k)$:

[0021] $\Delta\text{AgSt}(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2)$,

[0022] $e(k) = r(k) - c(k)$,

[0023] 其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的所述驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

[0024] 可选地,所述根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值,包括:

[0025] 计算截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值;

[0026] 将所述和值确定为所述累计误差角度值。

[0027] 可选地,所述累计误差角度值包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目。

[0028] 可选地,所述根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置,包括:

[0029] 根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,所述目标角度值用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。

[0030] 可选地,所述根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,包括:

[0031] 计算所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值之间的差值的绝对值;

[0032] 判断所述绝对值是否小于预设角度值;

[0033] 当所述绝对值小于所述预设角度值时,将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。

[0034] 根据本公开实施例的第二方面,提供一种重心检测装置,所述装置包括:

[0035] 测量模块,被配置为当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

[0036] 计算模块,被配置为计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

[0037] 重心确定模块,被配置为根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。

[0038] 可选地,所述测量模块包括:

[0039] 第一获取子模块,被配置为获取输入到所述自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制(PWM)值;

[0040] 判断子模块,被配置为判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且收敛到所述预设值的规律性;

[0041] 确定子模块,被配置为当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

[0042] 可选地,所述测量模块包括:

[0043] 第二获取子模块,被配置为获取所述自平衡设备相对于所述基准平面的加速度值;

[0044] 滤波处理子模块,被配置为对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0045] 可选地,所述滤波处理子模块包括:

[0046] 滤波处理单元,被配置为通过最优化滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0047] 可选地,所述计算模块包括:

[0048] 第一计算子模块,被配置为按照比例微分积分(PID)算法基于所述PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值;

[0049] 第二计算子模块,被配置为根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值。

[0050] 可选地,所述第一计算子模块按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta\text{AgSt}(k)$:

[0051] $\Delta\text{AgSt}(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2)$,

[0052] $e(k) = r(k) - c(k)$,

[0053] 其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的所述驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

[0054] 可选地,所述第二计算子模块包括:

[0055] 第一计算单元,被配置为计算截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值;

[0056] 第一确定单元,被配置为将所述和值确定为所述累计误差角度值。

[0057] 可选地,所述累计误差角度值包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目。

[0058] 可选地,所述重心确定模块包括:

[0059] 角度值确定子模块,被配置为根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,所述目标角度值用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。

[0060] 可选地,所述角度值确定子模块包括:

[0061] 第二计算单元,被配置为计算所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值之间的差值的绝对值;

[0062] 判断单元,被配置为判断所述绝对值是否小于预设角度值;

[0063] 第二确定单元,被配置为当所述绝对值小于所述预设角度值时,将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。

[0064] 根据本公开实施例的第三方面,提供一种重心检测装置,包括:

[0065] 处理器;

[0066] 用于存储处理器可执行指令的存储器;

[0067] 其中,所述处理器被配置为:

[0068] 当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

[0069] 计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

[0070] 根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。

[0071] 本公开的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果:

[0072] 本公开实施例中,当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,可以自动测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,以及计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值。进一步地,可以根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述自平衡设备的所述重心当前所在的目标位置。通过上述过程自平衡设备可以在重心所在的位置发生改变后,快速、准确地确定自身的所述重心所在的所述目标位置,同时可以消除所述自平衡设备由于加速度传感器和陀螺仪的零点漂移引起的重心漂移,避免所述自平衡设备向所述重心对应的方向漂移,且提高了所述自平衡设备的智能化程度。

[0073] 本公开实施例中,可以先获取输入到自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制PWM值,进而通过判断预设时间段内的PWM值是否符合规律性,从而快速、准确地判断出所述自平衡设备是否停留在预设平衡位置,实现简便,可用性高。

[0074] 本公开实施例中,可以通过最优化滤波算法对自平衡设备相对于基准平面的加速度值进行滤波处理,从而准确得到所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,确保后续可以准确确定所述自平衡设备的重心所在的目标位置。

[0075] 本公开实施例中,可以采用比例微分积分(PID)算法快速计算出自平衡设备在k时刻相对于基准平面所产生的误差角度值,进一步地,计算截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值,该和值即为累计误差角度值。可选地,所述累计误差角度值包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目,从而确保后续确定所述自平衡设备的重心所在的目标位置的准确性。计算速度快,实现简便,可用性高。

[0076] 本公开实施例中,可以根据测量到的实际倾斜角度值和计算出的累计误差角度值来确定目标角度值,该目标角度值是用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。可选地,当所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值的差值的绝对值小于预设角度值时,可以将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。通过上述过程自平衡设备可以快速、准确地确定所述目标角度值,同时可以消除所述自平衡设备由于加速度传感器的零点漂移引起的重心漂移,从而避免所述自平衡设备向所述重心对应的方向漂移,且提高了所述自平衡设备的智能化程度。

[0077] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本公开。

附图说明

[0078] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本公开的实施例,并与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0079] 图1是本公开根据一示例性实施例示出的一种重心检测方法流程图;

[0080] 图2是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图;

[0081] 图3是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图;

[0082] 图4是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图；
[0083] 图5是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图；
[0084] 图6是本公开根据一示例性实施例示出的一种重心检测装置框图；
[0085] 图7是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0086] 图8是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0087] 图9是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0088] 图10是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0089] 图11是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0090] 图12是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0091] 图13是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图；
[0092] 图14是本公开根据一示例性实施例示出的一种用于重心检测装置的一结构示意图。

具体实施方式

[0093] 这里将详细地对示例性实施例进行说明，其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时，除非另有表示，不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反，它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0094] 在本公开使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本公开。在本公开和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0095] 应当理解，尽管在本公开可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息，但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如，在不脱离本公开范围的情况下，第一信息也可以被称为第二信息，类似地，第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境，如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0096] 本公开实施例提供了一种重心检测方法，该方法可以用于自平衡设备，例如，自平衡机器人、自平衡电动车等。如图1所示，图1是根据一示例性实施例示出的一种重心检测方法流程图，包括以下步骤：

[0097] 在步骤101中，当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时，测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值。

[0098] 本步骤中，所述自平衡设备可以先自动检测所述自平衡设备是否停留在预设平衡位置。可选地，如图2所示，图2是根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图，该实施例在前述图1所示实施例的基础上，进一步描述了检测所述自平衡设备是否停留在预设平衡位置的过程，可以包括：

[0099] 在步骤101-1中，获取输入到所述自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制(PWM)值。

[0100] 本步骤中，所述自平衡设备可以自动按照相关技术获取当前输入到所述驱动装置

的脉冲宽度调整(Pulse Width Modulation,PWM)值。

[0101] 在步骤101-2中,判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且向所述预设值收敛的规律性。

[0102] 当所述自平衡设备由于结构发生了改变,或者由于加速度传感器和陀螺仪发生了漂移等原因,导致所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置,则所述自平衡设备当前处于不平衡状态,所述自平衡设备会向某一方向不断加速移动。相应地,在预设时间段内输入到所述驱动装置的所述PWM值会均为正值或均为负值。

[0103] 当所述自平衡设备停留在所述预设平衡位置时,所述自平衡设备处于平衡状态,那么在所述预设时间段内输入到所述驱动装置的所述PWM值就可以正值或负值,且最终所述自平衡设备可以自己停止运动,此时所述PWM值为0。也就是说,当所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置时,所述PWM值围绕0上下波动,且最终收敛于0。

[0104] 因此,本公开实施例中,可以将所述预设值设置为0。则所述自平衡设备可以通过判断所述预设时间段内输入到所述驱动装置的所述PWM值是否符合所述规律性,即围绕0上下波动,且不断向0收敛并最终收敛到0。

[0105] 在步骤101-3中,当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

[0106] 本步骤中,当确定所述预设时间段获取的所述PWM值不符合上述规律性时,可以确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

[0107] 本公开实施例中,如果按照上述方式确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置,则需要对所述自平衡设备当前的所述重心所在的所述目标位置进行检测。此时,可以先测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,如图3所示,图3是根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图,该实施例在前述图1所示实施例的基础上,进一步描述了测量所述实际倾斜角度值的过程,可以包括:

[0108] 在步骤101-4中,获取所述自平衡设备相对于所述基准平面的加速度值。

[0109] 可选地,所述基准平面为所述重心所在的所述位置未发生改变时所述自平衡设备所在的垂直于水平面的平面。

[0110] 本步骤中,所述自平衡设备可以自动通过预先安装的加速度传感器,例如重力加速度传感器和陀螺仪传感器等来获取所述加速度值。

[0111] 在步骤101-5中,对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0112] 本步骤中,所述自平衡设备可以通过最优化滤波算法,例如卡尔曼滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,从而得到所述自平衡设备相对于基准平面所产生的所述实际倾斜角度值。

[0113] 在步骤102中,计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值。

[0114] 可选地,步骤102如图4示,图4根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图,该实施例在前述图1所示实施例的基础上,进一步计算所述累计误差角度值的过程,可以包括:

[0115] 在步骤102-1中,按照比例微分积分(PID)算法基于所述PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值。

[0116] 可选地,所述自平衡设备可以按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta\text{AgSt}(k)$:

$$[0117] \quad \Delta\text{AgSt}(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2),$$

$$[0118] \quad e(k) = r(k) - c(k),$$

[0119] 其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

[0120] 相对于同一自平衡设备, k_p 、 k_i 和 k_d 的值为固定值, $r(k)$ 的取值为0。所述自平衡设备可以按照上述公式计算出目标时刻,即 k 时刻的所述误差角度值。

[0121] 在步骤102-2中,根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值。

[0122] 本公开实施例中,在计算出 k 时刻的所述误差角度值 $\Delta\text{AgSt}(k)$ 之后,如果要计算 $(k+1)$ 时刻的所述误差角度值 $\Delta\text{AgSt}(k+1)$,那么上述公式就变换为:

$$[0123] \quad \Delta\text{AgSt}(k+1) = k_p \times e(k+1) - k_i \times e(k) + k_d \times e(k-1),$$

$$[0124] \quad e(k+1) = r(k+1) - c(k+1)。$$

[0125] 其中, k_p 、 k_i 和 k_d 保持不变,仍分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数。 $k+1$ 、 k 和 $k-1$ 分别指示 $k+1$ 时刻、 k 时刻和 $k-1$ 时刻。 $r(k+1)$ 所述目标时刻输入到所述自平衡设备的所述驱动装置的所述PWM值的理论值,即为0, $c(k+1)$ 为 $k+1$ 时刻输入到所述自平衡设备的驱动装置的所述PWM值。

[0126] 本步骤中,可以按照上述公式计算出截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值,则所述和值即为所述累计误差角度值。

[0127] 应当注意地是,为了后续可以准确确定所述重心所在的所述目标位置,本公开实施例中,需要确保所述累计误差角度值中包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目。

[0128] 例如,所述预设数目为500,则所述累计误差角度值需要至少计算500个所述误差角度值的和值。

[0129] 在步骤103中,根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。

[0130] 本步骤中,所述自平衡设备在测量出所述实际倾斜角度值并计算出所述累计误差角度值后,可以根据上述两个值来确定目标角度值,即所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。

[0131] 初始化的时候默认所述目标角度值为0度,所述自平衡设备在经过长时间使用后,由于车身结构发生改变、老化等原因,所述目标角度值会产生漂移。例如,所述自平衡设备第一次开机检测的所述目标角度值是5度,半年后再检测,所述目标角度值变成了6度。本公开实施例中,就是要检测所述目标角度值。

[0132] 本公开实施例中,需要不断计算截止到当前时刻的所述累计误差角度值,且所述累计误差角度值中包括不少于所述预设数目的所述误差角度值。直到所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值的差值的绝对值小于预设角度值时,停止对所述累计误差角度值的累加。可选地,所述预设角度值可以取较小的值,以使所述累加误差角度值尽可能的接近所述实际倾斜角度值。

[0133] 本公开实施例中,当累加出的所述累计误差角度值和所述实际倾斜角度值的差值的绝对值小于所述预设角度值时,就可以将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。

[0134] 当确定了所述目标角度值,即所述自平衡设备的所述重心所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值后,所述自平衡设备就可以基于所述目标角度值按照相关技术调整自身重新处于所述平衡状态。

[0135] 上述实施例中,当检测到自平衡设备未处于预设平衡位置时,可以自动测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,以及计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值。进一步地,可以根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述自平衡设备的所述重心当前所在的目标位置。通过上述过程自平衡设备可以在重心所在的位置发生改变后,快速、准确地确定自身的所述重心所在的所述目标位置,同时可以消除所述自平衡设备由于加速度传感器和陀螺仪的零点漂移引起的重心漂移,避免所述自平衡设备向所述重心对应的方向漂移,且提高了所述自平衡设备的智能化程度。

[0136] 本公开实施例提供了另一种重心检测方法,该方法可以用于自平衡设备。如图5示,图5根据一示例性实施例示出的另一种重心检测方法流程图,包括以下步骤:

[0137] 在步骤201中,获取输入到自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制(PWM)值。

[0138] 本步骤中,所述自平衡设备可以自动按照相关技术获取当前输入到所述驱动装置的所述PWM值。

[0139] 在步骤202中,判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且向所述预设值收敛的规律性。

[0140] 本步骤中,可选地,所述预设值设置为0。则所述自平衡设备可以通过判断所述预设时间段内输入到所述驱动装置的所述PWM值是否符合所述规律性,即围绕0上下波动,且不断向0收敛并最终收敛到0。

[0141] 在步骤203中,当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

[0142] 当所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置时,则继续执行步骤204,否则所述自平衡设备可以按照相关技术接收动作执行指令,并根据该动作执行指令执行相应动作。

[0143] 在步骤204中,获取所述自平衡设备相对于基准平面的加速度值。

[0144] 本步骤中,所述自平衡设备可以自动通过预先安装的加速度传感器,例如重力加速度传感器和陀螺仪传感器等来获取所述加速度值。

[0145] 在步骤205中,对所述加速度值进行滤波处理,得到所述自平衡设备相对于所述基准平面的实际倾斜角度值。

[0146] 本步骤中,所述自平衡设备可以通过最优化滤波算法,例如卡尔曼滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,从而得到所述自平衡设备相对于基准平面所产生的所述实际倾斜角度值。

[0147] 在步骤206中,按照比例微分积分(PID)算法基于所述PWM值,计算所述自平衡设备在k时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值。

[0148] 在步骤207中,将计算出的截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值确定为累计误差角度值。

[0149] 其中,所述误差角度值的数目不少于预设数目。

[0150] 在步骤208中,判断所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值的差值的绝对值是否小于预设角度值。

[0151] 如果小于,则执行步骤209,否则返回执行步骤206至步骤208,直到所述绝对值小于所述预设角度值。

[0152] 在步骤209中,将所述累计误差角度值确定为目标角度值。

[0153] 本步骤中,所述目标角度值用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。本公开实施例中,在确定了所述目标角度值后即确定了所述重心当前所在的所述目标位置。

[0154] 上述实施例中,通过判断预设时间段内的PWM值是否符合规律性,从而快速、准确地判断出所述自平衡设备是否停留在预设平衡位置,实现简便,可用性高。进一步地,通过最优化滤波算法对自平衡设备相对于基准平面的加速度值进行滤波处理,从而准确得到所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值,确保后续可以准确确定所述自平衡设备的重心所在的目标位置。可以根据测量到的实际倾斜角度值和计算出的累计误差角度值来确定目标角度值,该目标角度值是用于表征所述重心当前所在的所述目标位置和所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。可选地,当所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值的差值的绝对值小于预设角度值时,可以将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。通过上述过程自平衡设备可以快速、准确地确定所述目标角度值,从而避免所述自平衡设备向所述重心对应的方向漂移,且提高了所述自平衡设备的智能化程度。

[0155] 与前述方法实施例相对应,本公开还提供了装置的实施例。

[0156] 如图6所示,图6是本公开根据一示例性实施例示出的一种重心检测装置框图,包括:测量模块310、计算模块320和重心确定模块330。

[0157] 其中,所述测量模块310,被配置为当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

[0158] 所述计算模块320,被配置为计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

[0159] 所述重心确定模块330,被配置为根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。

[0160] 如图7所示,图7是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,该实施例在前述图6所示实施例的基础上,所述测量模块310包括:第一获取子模块311、判断子模块312和确定子模块313。

[0161] 其中,所述第一获取子模块311,被配置为获取输入到所述自平衡设备的驱动装置的脉冲宽度调制(PWM)值;

[0162] 所述判断子模块312,被配置为判断预设时间段内的所述PWM值是否符合围绕预设值上下波动且收敛到所述预设值的规律性;

[0163] 所述确定子模块313,被配置为当所述预设时间段内的所述PWM值不符合所述规律性时,确定所述自平衡设备未停留在所述预设平衡位置。

[0164] 如图8所示,图8是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,

该实施例在前述图6所示实施例的基础上,所述测量模块310包括:第二获取子模块314和滤波处理子模块315。

[0165] 其中,所述第二获取子模块314,被配置为获取所述自平衡设备相对于所述基准平面的加速度值;

[0166] 所述滤波处理子模块315,被配置为对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0167] 如图9所示,图9是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,该实施例在前述图8所示实施例的基础上,所述滤波处理子模块315包括:滤波处理单元3151。

[0168] 其中,所述滤波处理单元3151,被配置为通过最优化滤波算法对所述加速度值进行滤波处理,得到所述实际倾斜角度值。

[0169] 如图10所示,图10是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,该实施例在前述图7所示实施例的基础上,所述计算模块320包括:第一计算子模块321和第二计算子模块322。

[0170] 其中,所述第一计算子模块321,被配置为按照比例微分积分 (PID) 算法基于所述PWM值,计算所述自平衡设备在目标时刻相对于所述基准平面所产生的误差角度值;

[0171] 所述第二计算子模块322,被配置为根据所述误差角度值计算所述累计误差角度值。

[0172] 可选地,所述第一计算子模块按照以下公式计算所述目标时刻的所述误差角度值 $\Delta AgSt(k)$:

[0173] $\Delta AgSt(k) = k_p \times e(k) + k_i \times e(k-1) + k_d \times e(k-2)$,

[0174] $e(k) = r(k) - c(k)$,

[0175] 其中, k_p 、 k_i 和 k_d 分别为预设的所述自平衡设备的比例系数、微分系数和积分系数, k 、 $k-1$ 和 $k-2$ 分别为所述目标时刻、所述目标时刻的前一时刻和所述目标时刻的前两时刻, $c(k)$ 为所述目标时刻输入到所述自平衡设备的所述驱动装置的所述PWM值, $r(k)$ 为所述目标时刻输入到所述驱动装置的所述PWM值的理论值。

[0176] 如图11所示,图11是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,该实施例在前述图10所示实施例的基础上,所述第二计算子模块322包括:第一计算单元3221和第一确定单元3222。

[0177] 其中,所述第一计算单元3221,被配置为计算截止到当前时刻所有所述误差角度值的和值;

[0178] 所述第一确定单元3222,被配置为将所述和值确定为所述累计误差角度值。

[0179] 可选地,所述累计误差角度值包括的所述误差角度值的数目不少于预设数目。

[0180] 如图12所示,图12是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,该实施例在前述图11所示实施例的基础上,所述重心确定模块330包括:角度值确定子模块331。

[0181] 其中,所述角度值确定子模块331,被配置为根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定目标角度值,所述目标角度值用于表征所述重心当前所在的所述目标位置 and 所述基准平面上的预设基准点之间的连线相对于所述基准平面的角度值。

[0182] 如图13所示,图13是本公开根据一示例性实施例示出的另一种重心检测装置框图,该实施例在前述图12所示实施例的基础上,所述角度值确定子模块331包括:第二计算单元3311、判断单元3312和第二确定单元3313。

[0183] 其中,所述第二计算单元3311,被配置为计算所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值之间的差值的绝对值;

[0184] 所述判断单元3312,被配置为判断所述绝对值是否小于预设角度值;

[0185] 所述第二确定单元3313,被配置为当所述绝对值小于所述预设角度值时,将所述累计误差角度值确定为所述目标角度值。

[0186] 对于装置实施例而言,由于其基本对应于方法实施例,所以相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本公开方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0187] 相应的,本公开还提供一种重心检测装置,包括:

[0188] 处理器;

[0189] 用于存储处理器可执行指令的存储器;

[0190] 其中,所述处理器被配置为:

[0191] 当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

[0192] 计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值;

[0193] 根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值,确定所述重心当前所在的目标位置。

[0194] 如图14所示,图14是根据一示例性实施例示出的一种重心检测装置1400的一结构示意图。

[0195] 例如,装置1400可以被提供为自平衡设备,例如自平衡机器人、自平衡电动车等。参照图14,装置1400包括处理组件1422,其进一步包括一个或多个处理器,以及由存储器1432所代表的存储器资源,用于存储可由处理组件1422的执行的指令,例如应用程序。存储器1432中存储的应用程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外,处理组件1422被配置为执行指令,以执行上述重心检测方法。

[0196] 装置1400还可以包括一个电源组件1426被配置为执行装置1400的电源管理,一个有线或无线网络接口1450被配置为将装置1400连接到网络,和一个输入输出(I/O)接口1458。装置1400可以操作基于存储在存储器1432的操作系统,例如Android、IOS、Windows Server™,Mac OS X™,Unix™,Linux™,FreeBSD™或类似。

[0197] 其中,当所述存储器1432中的指令由所述处理组件1422执行时,使得装置1400能够执行另一种重心检测方法,包括:

[0198] 当检测到自平衡设备未停留在预设平衡位置时,测量所述自平衡设备相对于基准平面所产生的实际倾斜角度值;

[0199] 计算截止到当前时刻所述自平衡设备相对于所述基准平面所产生的累计误差角度值；

[0200] 根据所述实际倾斜角度值和所述累计误差角度值，确定所述重心当前所在的目标位置。

[0201] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后，将容易想到本公开的其它实施方案。本公开旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或者惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

[0202] 以上所述仅为本公开的较佳实施例而已，并不用以限制本公开，凡在本公开的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开保护的范围之内。

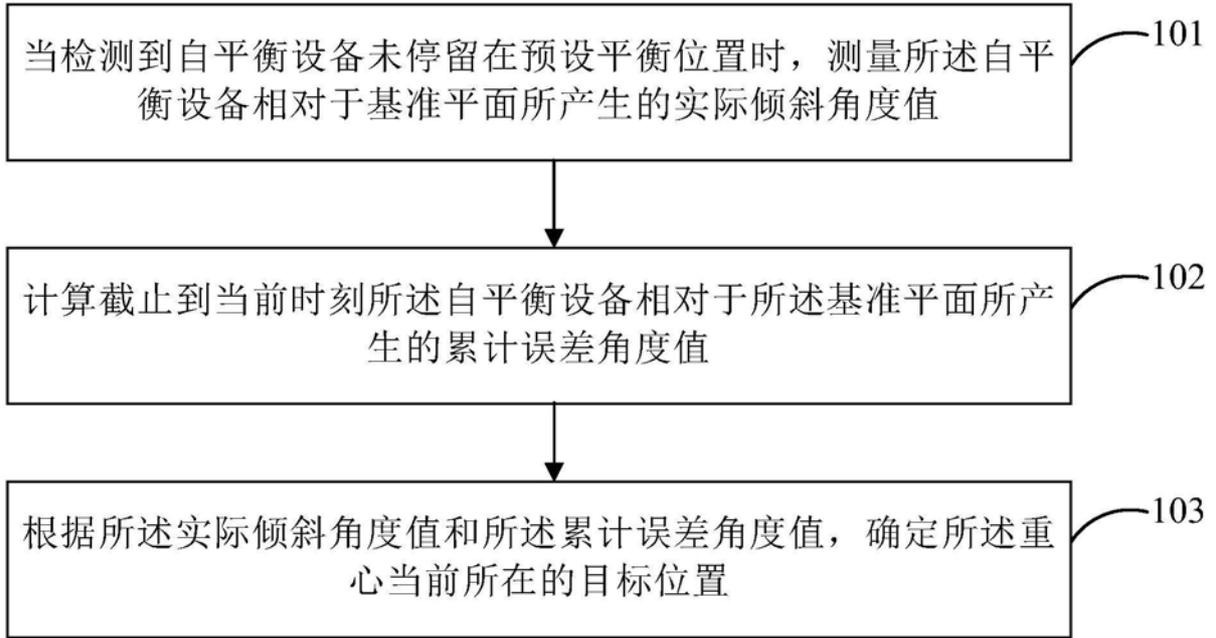


图1

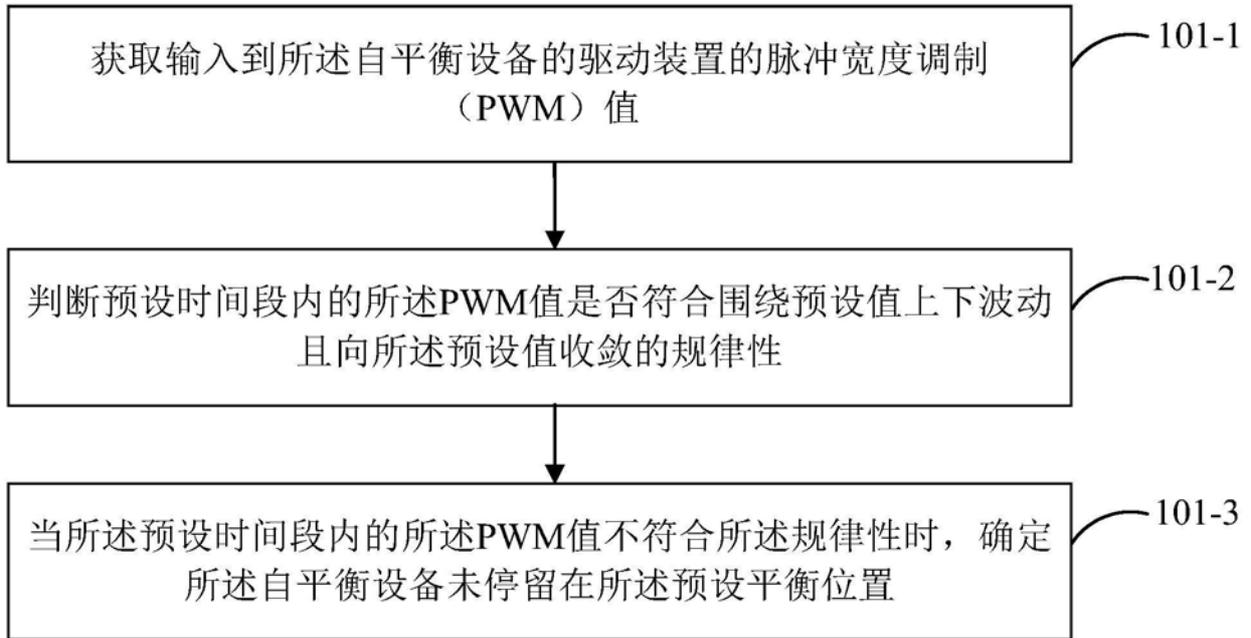


图2

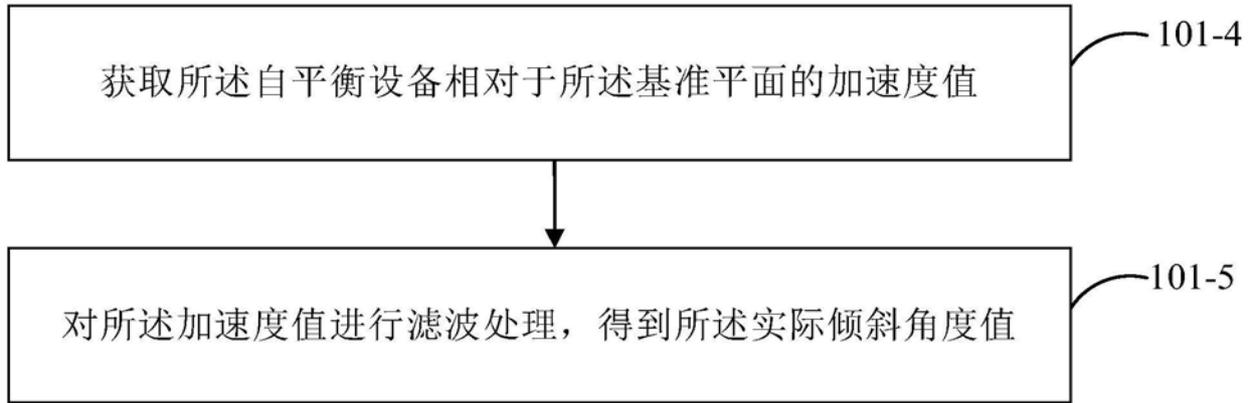


图3

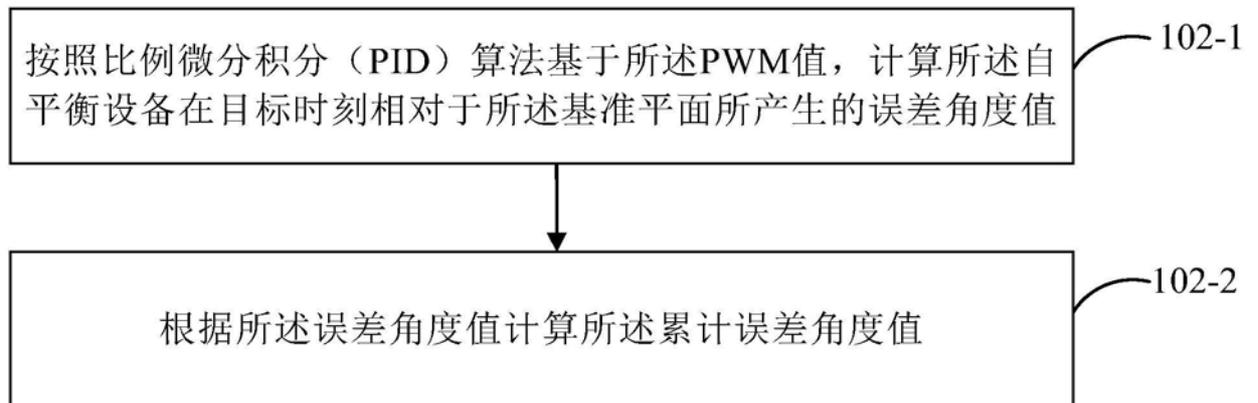


图4

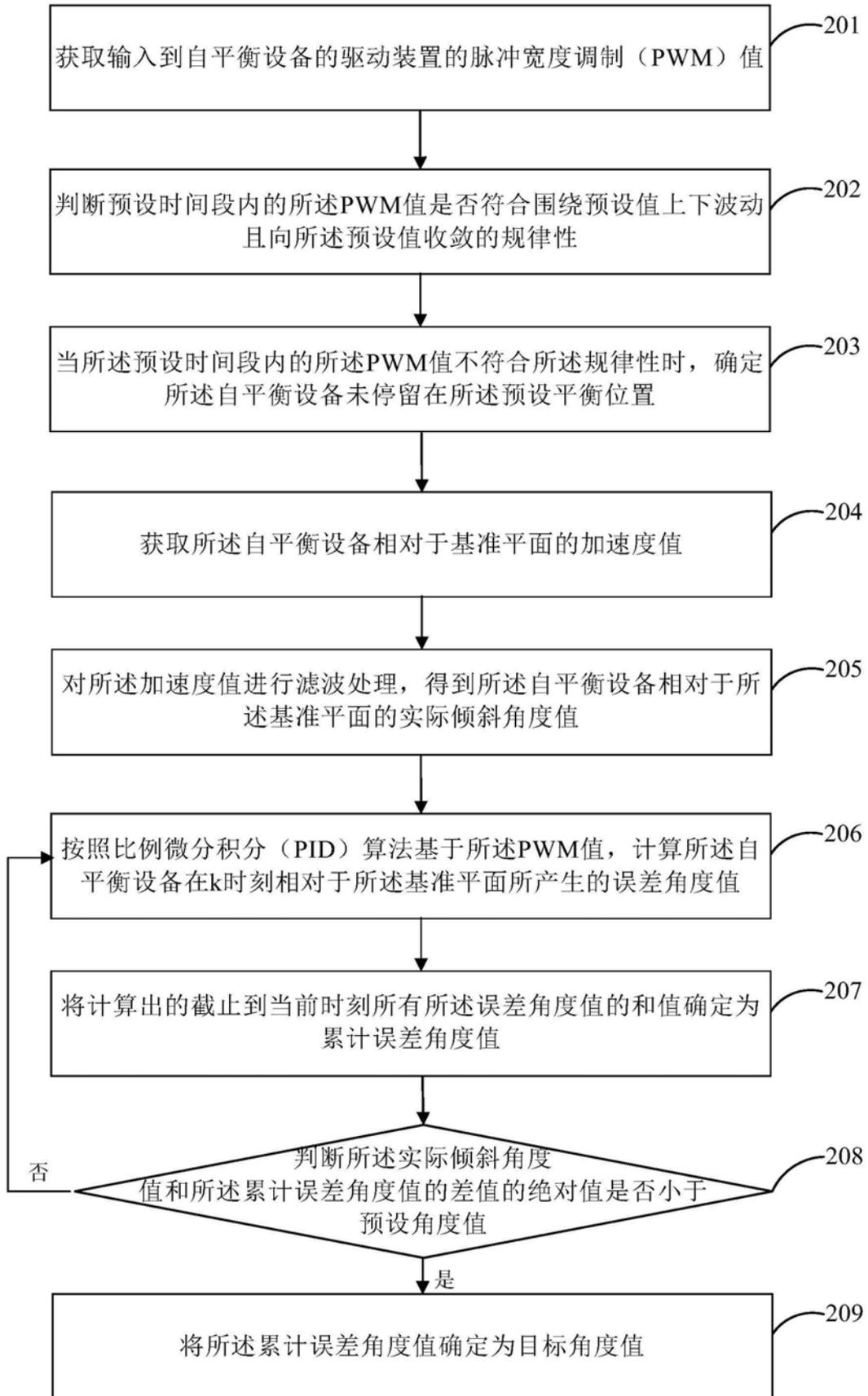


图5

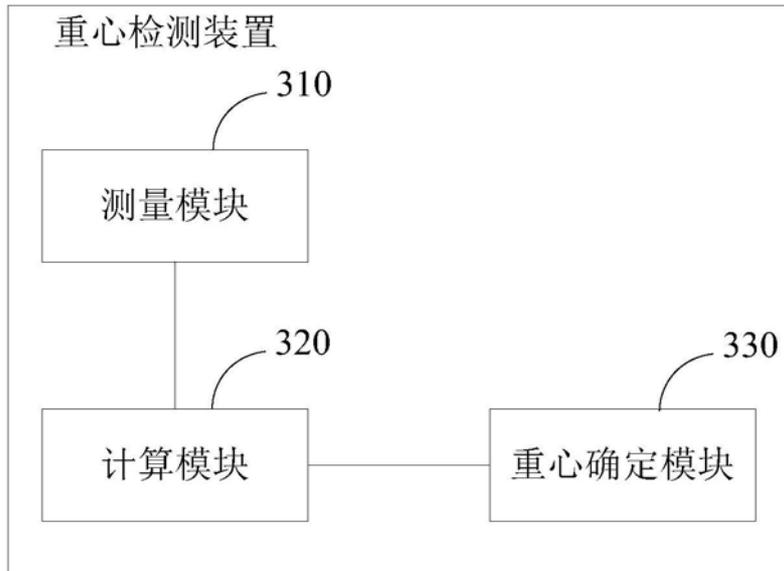


图6

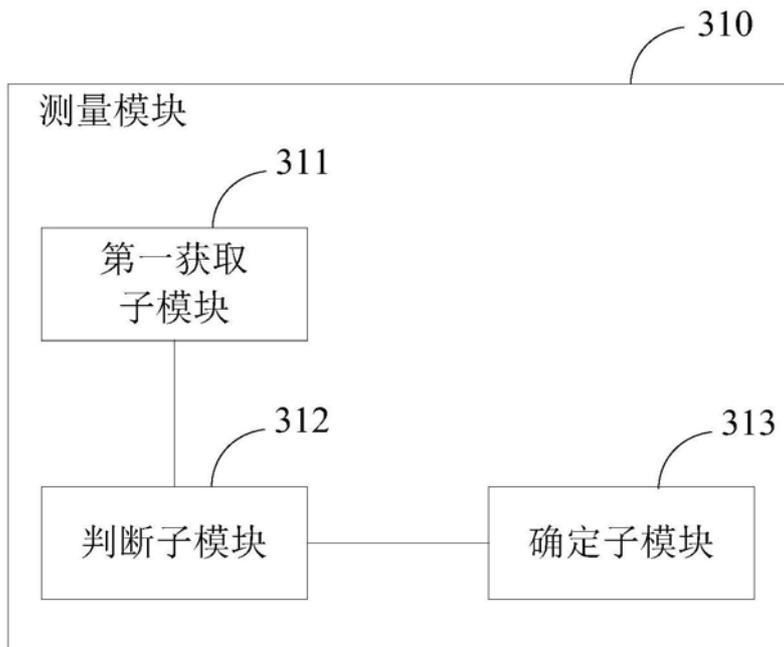


图7

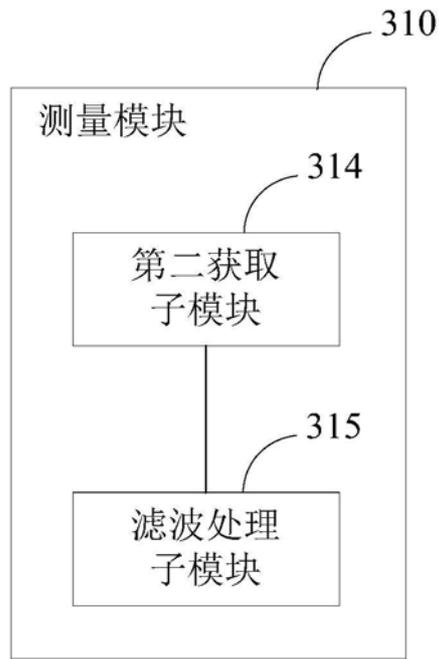


图8

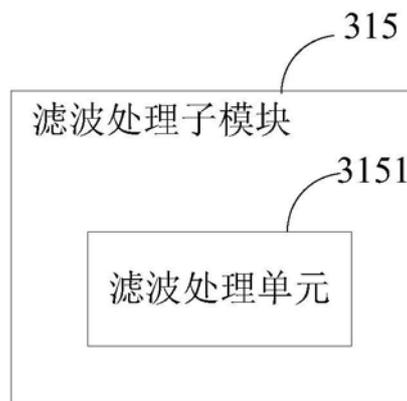


图9

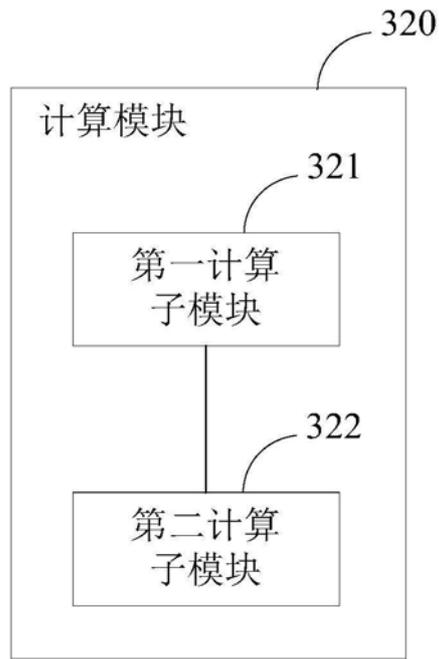


图10

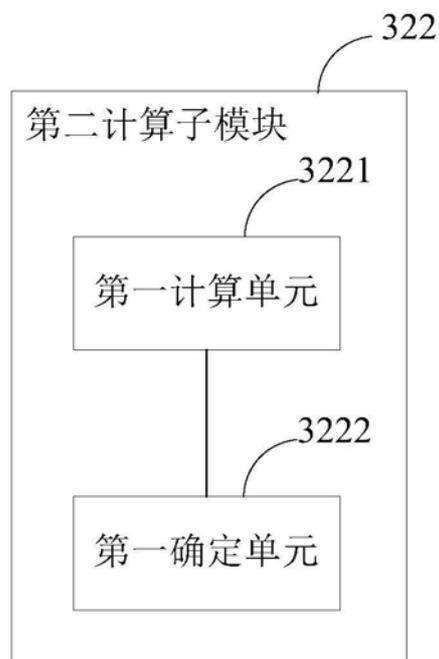


图11

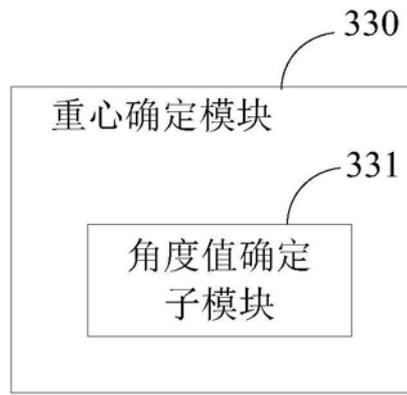


图12

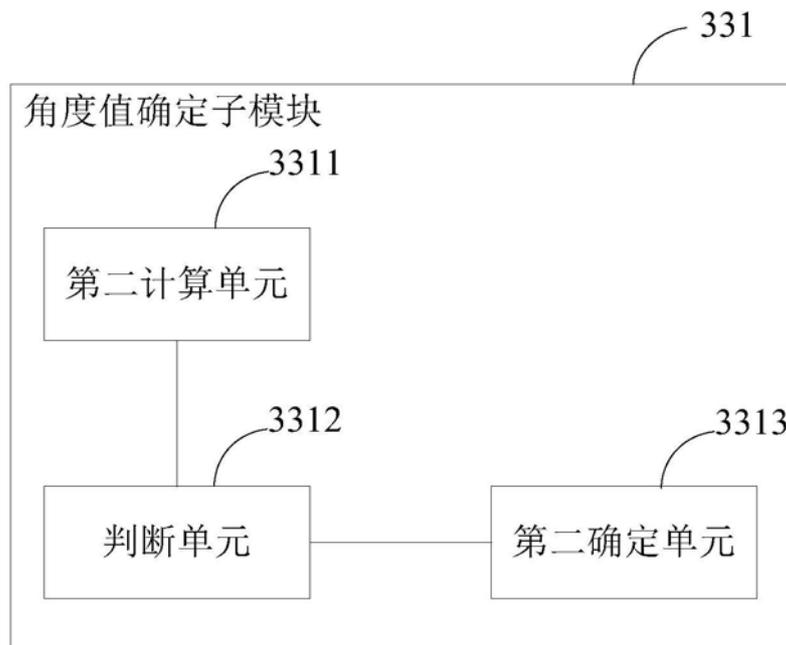


图13

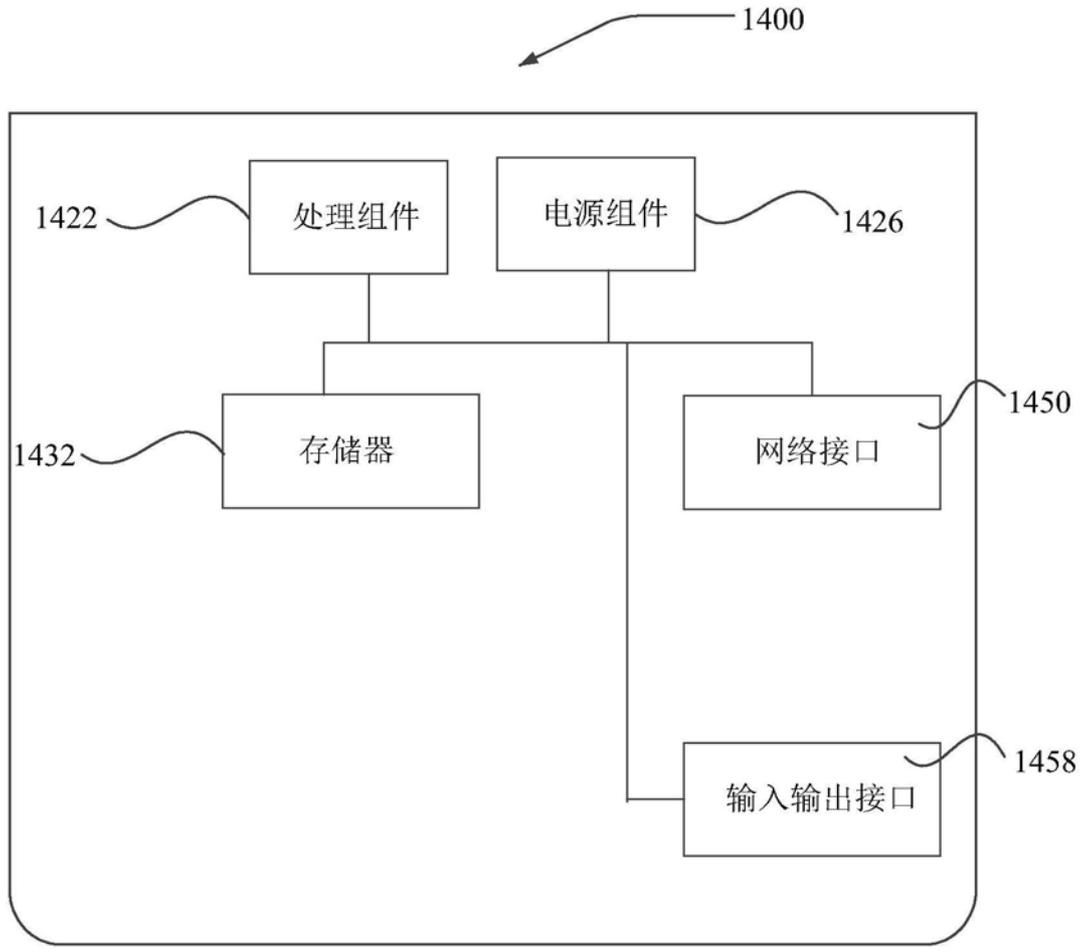


图14