



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109543703 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 23

(21) 申请号 201710870160.5

(22) 申请日 2017.09.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109543703 A

(43) 申请公布日 2019.03.29

(73) 专利权人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 李晚龙 温丰

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
专利代理师 郝传鑫 熊永强

(51) Int. Cl.
G06F 18/25 (2023.01)
G06F 17/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103714045 A, 2014.04.09
JP 2005091279 A, 2005.04.07
WO 2013124292 A1, 2013.08.29
CN 103455675 A, 2013.12.18

梁毓明等. 测距传感器数据在线自适应加权融合.《计算机测量与控制》.2009, (第07期),
陈小宁等. 多传感器信息融合在移动机器人定位中的应用.《传感器与微系统》.2008, (第06期),

审查员 魏丁雯

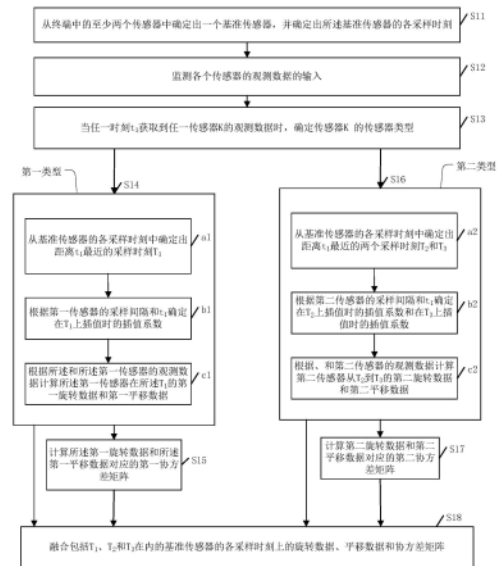
权利要求书5页 说明书23页 附图5页

(54) 发明名称

传感器数据处理的方法及装置

(57) 摘要

本申请实施例提供一种传感器数据处理的方法及装置,该方法包括:从至少两个传感器中确定出基准传感器及其采样时刻;当时刻 t_1 获取到传感器K的观测数据时,确定传感器K的类型;若传感器K为第一类型的第一传感器,则确定出距离 t_1 最近的采样时刻 T_1 以及插值系数 λ_1 ,并计算在 T_1 的第一旋转数据、第一平移数据以及第一协方差矩阵;若传感器K为第二类型的第二传感器,则确定出距离 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 、 T_3 以及插值系数 λ_2 、 λ_3 ;融合各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵。本申请涉及人工智能,可以应用于通信系统,例如V2X、LTE-V、V2V、车联网(无人驾驶)、MTC、IoT、LTE-M、M2M、物联网等等。



1. 一种传感器数据处理的方法,其特征在于,包括:

从终端中的至少两个传感器中确定出一个基准传感器,并确定出所述基准传感器的各采样时刻;

当任一时刻 t_1 获取到任一传感器K的观测数据时,确定所述传感器K的传感器类型;

若所述传感器K为第一类型的第一传感器,则从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_1 最近的采样时刻 T_1 ,根据所述第一传感器的采样间隔和所述 t_1 确定在所述 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ,并根据所述 λ_1 和所述第一传感器的观测数据计算所述第一传感器在所述 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据,计算所述第一旋转数据和所述第一平移数据对应的第一协方差矩阵;

若所述传感器K为第二类型的第二传感器,则从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 和 T_3 ,根据所述第二传感器的采样间隔和所述 t_1 确定在所述 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在所述 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ,并根据所述 λ_2 、 λ_3 和所述第二传感器的观测数据计算所述第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据,计算所述第二旋转数据和所述第二平移数据对应的第二协方差矩阵;

融合包括所述 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵以得到所述终端在所述各采样时刻上的位姿估计值;

其中,融合的所述旋转数据至少包括所述第一旋转数据和/或所述第二旋转数据,融合的所述平移数据至少包括所述第一平移数据和/或所述第二平移数据,融合的所述协方差矩阵至少包括所述第一协方差矩阵,和/或所述第二协方差矩阵。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述第一传感器的采样间隔和所述 t_1 确定在所述 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 包括:

根据所述第一传感器的采样间隔确定所述 t_1 之前的最近邻采样时刻 t_2 ,并根据所述 t_1 和 t_2 计算在所述 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ;

其中,所述 λ_1 满足:

$$\lambda_1 = \frac{(T_1 - t_2)}{(t_1 - t_2)}。$$

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一传感器的观测数据包括所述第一传感器的旋转矩阵和平移向量;

所述根据所述 λ_1 和所述第一传感器的观测数据计算所述第一传感器在所述 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据包括:

获取所述第一传感器在所述 t_1 上的旋转矩阵 ${}^1_G R$ 和平移向量 ${}^G p_1$,以及所述第一传感器在所述 t_2 上的旋转矩阵 ${}^2_G R$ 和平移向量 ${}^G p_2$;

根据所述 λ_1 、 ${}^1_G R$ 、 ${}^G p_1$ 、 ${}^2_G R$ 和 ${}^G p_2$ 计算所述第一传感器在所述 T_1 上的第一旋转矩阵 ${}^{T_1}_G R$ 和第一平移向量 ${}^G p_{T_1}$;

其中,所述 ${}^{T_1}_G R$ 满足:

$${}^{T_1}_G R = \text{Exp}(\lambda_1 \left[\text{Logv}({}^1_G R {}^2_G R^T) \times \right] {}^2_G R);$$

所述 ${}^G p_{T_1}$ 满足:

$${}^G p_{T1} = (1-\lambda_1) {}^G p_2 + \lambda_1 {}^G p_1;$$

其中,所述第一旋转矩阵 ${}^{T1}R$ 为第一旋转数据,所述第一平移向量 ${}^G p_{T1}$ 为第一平移数据。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述第二传感器的采样间隔和所述 t_1 确定在所述 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在所述 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 包括:

根据所述第二传感器的采样间隔和所述 t_1 确定所述 t_1 之前的最近邻采样时刻 t_2 ,并根据所述 t_1 和所述 t_2 确定在所述 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在所述 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ;

其中,所述 λ_2 满足:

$$\lambda_2 = \frac{(T_2 - t_1)}{(t_1 - t_2)}$$

所述 λ_3 满足:

$$\lambda_3 = \frac{(t_2 - T_3)}{(t_1 - t_2)}$$

其中, T_2 表示所述基准传感器的采样时刻中距离 t_1 最近的采样时刻, T_3 表示所述基准传感器的采样时刻中距离 t_2 最近的采样时刻。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述第二传感器的观测数据包括所述第二传感器的旋转矩阵和平移向量;

所述根据所述 λ_2 、 λ_3 和所述第二传感器的观测数据计算所述第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据包括:

获取所述第二传感器在所述 t_1 和所述 t_2 之间的旋转矩阵 1R ,以及所述第二传感器在所述 t_1 和所述 t_2 之间的平移向量 2p_1 ;

根据所述 λ_2 、所述 λ_3 、所述 1R 和所述 2p_1 计算所述第二传感器在所述 T_2 和 T_3 之间的相对运动的第二旋转矩阵 ${}^{T2}R$ 和第二平移向量 ${}^{T3}p_{T2}$;

其中,所述 ${}^{T2}R$ 满足:

$${}^{T2}R = \text{Expv}[(1 + \lambda_3 + \lambda_2) \text{Logv}({}^1R)]$$

所述 ${}^{T3}p_{T2}$ 满足:

$${}^{T3}p_{T2} = (1 + \lambda_3 + \lambda_2) \text{Expv}[-\lambda_3 \text{Logv}({}^1R)] {}^2p_1;$$

其中,所述第二旋转矩阵 ${}^{T2}R$ 为第二旋转数据,所述第二平移向量 ${}^{T3}p_{T2}$ 为第二平移数据。

6. 根据权利要求3或5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据包括所述 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转矩阵和平移向量,以及所述终端在所述各采样时刻上的位姿估计值在全局坐标系下构建校验地图;

其中,所述校验地图用于为所述终端的在线位姿估计值的确定提供参考数据。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

启动终端的在线定位功能,并获取所述终端的校验地图;

当任一时刻 t_3 获取到任一传感器L的观测数据时,确定所述传感器L的传感器类型;

若所述传感器L为第一类型的第三传感器,则从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_3 最近的采样时刻 T_4 ,并计算所述第三传感器在所述 T_4 上的第四旋转数据和第

四平移数据,以及所述第四旋转数据和所述第四平移数据对应的第四协方差矩阵;

若所述传感器L为第二类型的第四传感器,则执行如下步骤a和步骤b:

a、将所述第四传感器在所述 t_3 上的观测数据与所述校验地图进行匹配,确定所述第四传感器在所述 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据;从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_3 最近的采样时刻 T_4 并根据所述第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据计算所述第四传感器在所述 T_4 上的第五旋转数据和第五平移数据,以及所述第五旋转数据和所述第五平移数据对应的第五协方差矩阵;

b、从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_3 最近的两个采样时刻 T_5 和 T_6 ,根据所述第四传感器的采样间隔和所述 t_3 确定在所述 T_5 上插值时的插值系数 λ_5 和在所述 T_6 上插值时的插值系数 λ_6 ,并根据所述 λ_5 、 λ_6 和所述第四传感器的观测数据计算所述第四传感器从 T_5 到 T_6 上的第六旋转数据和第六平移数据,计算所述第六旋转数据和所述第六平移数据对应的第六协方差矩阵;

融合包括所述 T_4 、 T_5 和 T_6 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转数据和平移数据,以及协方差矩阵以得到所述终端的在线位姿估计值;

其中,融合的所述旋转数据至少包括所述第四旋转数据、第五旋转数据或第六旋转数据,融合的所述平移数据至少包括所述第四平移数据、第五平移数据或第六平移数据,融合的所述协方差矩阵至少包括所述第四协方差矩阵、第五协方差矩阵,或第六协方差矩阵。

8.一种传感器数据处理的装置,其特征在于,包括:

确定单元,用于从终端中的至少两个传感器中确定出一个基准传感器,并确定出所述基准传感器的各采样时刻;

获取单元,用于获取任一传感器的观测数据;

所述确定单元,还用于在任一时刻 t_1 所述获取单元获取到任一传感器K的观测数据时,确定所述传感器K的传感器类型;

所述确定单元,还用于在所述传感器K为第一类型的第一传感器时,从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_1 最近的采样时刻 T_1 ,根据所述第一传感器的采样间隔和所述 t_1 确定在所述 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ;

计算单元,用于所述确定单元确定的所述 λ_1 和所述获取单元获取的所述第一传感器的观测数据计算所述第一传感器在所述 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据,计算所述第一旋转数据和所述第一平移数据对应的第一协方差矩阵;

所述确定单元,还用于在所述传感器K为第二类型的第二传感器时,从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 和 T_3 ,根据所述第二传感器的采样间隔和所述 t_1 确定在所述 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在所述 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ;

所述计算单元,还用于根据所述确定单元确定的根据所述 λ_2 、 λ_3 和所述第二传感器的观测数据计算所述第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据,计算所述第二旋转数据和所述第二平移数据对应的第二协方差矩阵;

数据融合单元,用于融合所述计算单元处理得到的包括所述 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵以得到所述终端在所述各采样时刻上的位姿估计值;

其中,融合的所述旋转数据至少包括所述第一旋转数据和/或所述第二旋转数据,融合

的所述平移数据至少包括所述第一平移数据和/或所述第二平移数据,融合的所述协方差矩阵至少包括所述第一协方差矩阵,和/或所述第二协方差矩阵。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述确定单元用于:

根据所述第一传感器的采样间隔确定所述 t_1 之前的最近邻采样时刻 t_2 ,并根据所述 t_1 和 t_2 计算在所述 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ;

其中,所述 λ_1 满足:

$$\lambda_1 = \frac{(T_1 - t_2)}{(t_1 - t_2)}。$$

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述第一传感器的观测数据包括所述第一传感器的旋转矩阵和平移向量;

所述获取单元,用于获取所述第一传感器在所述 t_1 上的旋转矩阵 G_1R 和平移向量 Gp_1 ,以及所述第一传感器在所述 t_2 上的旋转矩阵 G_2R 和平移向量 Gp_2 ;

所述计算单元,用于根据所述获取单元获取的所述 λ_1 、 G_1R 、 Gp_1 、 G_2R 和 Gp_2 计算所述第一传感器在所述 T_1 上的第一旋转矩阵 ${}^{T_1}_G R$ 和第一平移向量 ${}^Gp_{T_1}$;

其中,所述 ${}^{T_1}_G R$ 满足:

$${}^{T_1}_G R = \text{Exp}(\lambda_1 [\text{Logv}({}^G_1R {}^G_2R^T) \times]) {}^G_1R;$$

所述 ${}^Gp_{T_1}$ 满足:

$${}^Gp_{T_1} = (1 - \lambda_1) {}^Gp_2 + \lambda_1 {}^Gp_1;$$

其中,所述第一旋转矩阵 ${}^{T_1}_G R$ 为第一旋转数据,所述第一平移向量 ${}^Gp_{T_1}$ 为第一平移数据。

11. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述确定单元用于:

根据所述第二传感器的采样间隔和所述 t_1 确定所述 t_1 之前的采样时刻 t_2 ,并根据所述 t_1 和所述 t_2 确定在所述 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在所述 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ;

其中,所述 λ_2 满足:

$$\lambda_2 = \frac{(T_2 - t_1)}{(t_1 - t_2)}$$

所述 λ_3 满足:

$$\lambda_3 = \frac{(t_2 - T_3)}{(t_1 - t_2)}$$

其中, T_2 表示所述基准传感器的采样时刻中距离 t_1 最近的采样时刻, T_3 表示所述基准传感器的采样时刻中距离 t_2 最近的采样时刻。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述第二传感器的观测数据包括所述第二传感器的旋转矩阵和平移向量;

所述获取单元,用于获取所述第二传感器在所述 t_1 和所述 t_2 之间的旋转矩阵 1_2R ,以及所述第二传感器在所述 t_1 和所述 t_2 之间的平移向量 2p_1 ;

所述计算单元,用于根据所述获取单元获取的所述 λ_2 、所述 λ_3 、所述 1_2R 和所述 2p_1 计算所述第二传感器在所述 T_2 和 T_3 之间的相对运动的第二旋转矩阵 ${}^{T_2}_{T_3} R$ 和第二平移向量 ${}^{T_3}p_{T_2}$;

其中,所述 $T_3^{T_2}R$ 满足:

$$T_3^{T_2}R = \text{Expv}[(1 + \lambda_3 + \lambda_2)\text{Logv}({}_2^1R)]$$

所述 $T_3^{T_2}p_{T_2}$ 满足:

$$T_3^{T_2}p_{T_2} = (1 + \lambda_3 + \lambda_2)\text{Expv}[-\lambda_3\text{Logv}({}_2^1R)]^2 p_1;$$

其中,所述第二旋转矩阵 $T_3^{T_2}R$ 为第二旋转数据,所述第二平移向量 $T_3^{T_2}p_{T_2}$ 为第二平移数据。

13. 根据权利要求10或12所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

地图构建单元,用于根据所述数据融合单元处理得到的包括所述 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转矩阵和平移向量,以及所述终端在所述各采样时刻上的位姿估计值在全局坐标系下构建校验地图;

其中,所述校验地图用于为所述终端的在线位姿估计值的确定提供参考数据。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

启动单元,用于启动终端的在线定位功能,并获取所述终端的校验地图;

所述确定单元,还用于当所述获取单元在任一时刻 t_3 获取到任一传感器L的观测数据时,确定所述传感器L的传感器类型;

所述确定单元,还用于在所述传感器L为第一类型的第三传感器时,从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_3 最近的采样时刻 T_4 ;

所述计算单元,还用于计算所述第三传感器在所述 T_4 上的第四旋转数据和第四平移数据,以及所述第四旋转数据和所述第四平移数据对应的第四协方差矩阵;

若所述传感器L为第二类型的第四传感器,所述确定单元和所述计算单元还用于执行操作:

所述确定单元,还用于将所述第四传感器在所述 t_3 上的观测数据与所述校验地图进行匹配,确定所述第四传感器在所述 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据,从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_3 最近的采样时刻 T_4 ;

所述计算单元,还用于根据所述第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据计算所述第四传感器在所述 T_4 上的第五旋转数据和第五平移数据,以及所述第五旋转数据和所述第五平移数据对应的第五协方差矩阵;

所述确定单元,还用于从所述基准传感器的各采样时刻中确定出距离所述 t_3 最近的两个采样时刻 T_5 和 T_6 ,根据所述第四传感器的采样间隔和所述 t_3 确定在所述 T_5 上插值时的插值系数 λ_5 和在所述 T_6 上插值时的插值系数 λ_6 ;

所述计算单元,还用于根据所述 λ_5 、 λ_6 和所述第四传感器的观测数据计算所述第四传感器从 T_5 到 T_6 上的第六旋转数据和第六平移数据,计算所述第六旋转数据和所述第六平移数据对应的第六协方差矩阵;

所述数据融合单元,还用于融合所述计算单元处理得到的包括所述 T_4 、 T_5 和 T_6 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转数据和平移数据,以及协方差矩阵以得到所述终端的在线位姿估计值;

其中,融合的所述旋转数据至少包括所述第四旋转数据、第五旋转数据或第六旋转数据,融合的所述平移数据至少包括所述第四平移数据、第五平移数据或第六平移数据,融合的所述协方差矩阵至少包括所述第四协方差矩阵、第五协方差矩阵,或第六协方差矩阵。

传感器数据处理的方法及装置

技术领域

[0001] 本申请涉及传感器应用领域,尤其涉及一种传感器数据处理的方法及装置。

背景技术

[0002] 自动驾驶汽车和智能机器人等智能终端是近年来备受广泛关注的新型终端。对于自动驾驶汽车等智能终端而言,传感器相当于它们的眼睛。例如,通过传感器,自动驾驶汽车能够识别道路、道路上的车辆、行人、障碍物和/或基础交通设施等。通过传感器实现智能终端的定位是当前备受关注的技术问题之一。此外,智能终端的发展趋势表明,仅使用一个传感器实现智能终端的定位将面临越来越多的挑战,因此,如何通过多种类型的传感器实现智能终端的定位成为当前亟待解决的技术问题之一。

[0003] 然而,通过多个传感器实现智能终端的定位需要解决多个传感器的采集数据的融合,通过多个传感器的采集数据的融合实现智能终端的定位。现有技术采用基于容积卡尔曼滤波(cubature kalman filter,CKF)的方法实现非线性异步多传感器的数据融合。现有技术的数据融合方法只能对当前时刻做线性化处理,因此需要严格按照传感器的采集数据的时间顺序进行融合,数据处理方式固定,适用范围小。此外,现有技术的数据融合严格按照时间顺序的线性化处理还将带来误差的逐渐累积,使得智能终端的定位准确性低,适用性差。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种传感器数据处理的方法及装置,可提高多个传感器的数据融合的操作灵活性,提高传感器的数据处理效率,进而可提高智能终端的定位准确性,适用性高。

[0005] 第一方面提供了一种传感器数据处理的方法,该方法包括:从终端中的至少两个传感器中确定出一个基准传感器,并确定出该基准传感器的各采样时刻。当任一时刻 t_1 获取到任一传感器K的观测数据时,确定传感器K的传感器类型。这里,不同类型的传感器的观测数据可采用不同的数据处理方式进行处理,以确定各个传感器的观测数据对准到基准传感器的采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵等数据,数据处理方式更灵活。其中,若传感器K为第一类型的第一传感器,则从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的采样时刻 T_1 ,根据第一传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ,并根据 λ_1 和第一传感器的观测数据计算第一传感器在 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据,计算第一旋转数据和第一平移数据对应的第一协方差矩阵。这里,传感器的观测数据包括传感器在任一时刻测量得到的终端的位姿,下面不再赘述。例如,传感器在某个采样时刻 t_1 上测量得到的终端在某个坐标系下的旋转矩阵和平移向量,例如GPS传感器可用于采集终端在任一采样时刻的旋转矩阵和平移向量。可以理解,这里的第一类型的传感器用于采集(或者装配有该传感器的终端)在任一采样时刻上的旋转数据和平移数据。第一传感器仅是第一类型的传感器的一个示例,第一类型的传感器包括但不限于第一传感器,在此不做限制。

[0006] 若传感器K为第二类型的第二传感器,则从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 和 T_3 ,根据第二传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ,并根据 λ_2 、 λ_3 和第二传感器的观测数据计算第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据,计算第二旋转数据和第二平移数据对应的第二协方差矩阵。这里,第二类型的传感器用于采集传感器在任意两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转数据(例如旋转矩阵)和平移数据(例如平移向量)。例如雷达传感器或者视觉传感器,可用于采集终端在两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转矩阵和平移向量。可以理解,第二传感器仅是第二类型的传感器的一个示例,第二类型的传感器包括但不限于第二传感器,在此不做限制。

[0007] 在本申请实施例中,根据传感器的类型采用相应的方式计算得到各个传感器在基准传感器的采样时刻上的旋转数据(例如旋转矩阵)、平移数据(例如平移向量)和协方差矩阵之后,则可融合包括 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵以得到终端在所述各采样时刻上的位姿估计值。其中,融合的旋转数据至少包括第一旋转数据和/或第二旋转数据,融合的平移数据至少包括第一平移数据和/或第二平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第一协方差矩阵,和/或第二协方差矩阵。

[0008] 在本申请实施例中,对于多传感器的观测数据异步到达等问题,本申请实施例提供的实现方式可基于运动感知在欧式空间和群空间上对各个传感器的旋转数据和平移数据等运动状态数据进行数学推导和/或插值计算,以将各个传感器在不同时刻到达数据融合中心的观测数据变换到同一个时刻上,进而可实现各个传感器的观测数据在该同一个时刻上的数据融合多个传感器的观测数据的融合支持多个传感器的观测数据的乱序输入,数据处理方式灵活,地图构建准确率更高,适用性更强。其中,通过多个传感器采集终端在不同时刻所处的位置的旋转数据和平移数据,并根据终端在不同位置上的旋转数据和平移数据实现终端位姿估计的过程即可理解为基于运动感知的终端位姿估计。

[0009] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例可根据第一传感器的采样间隔确定 t_1 之前的最近邻采样时刻 t_2 ,并根据 t_1 和 t_2 计算在 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ;

[0010] 其中, λ_1 满足:

$$[0011] \quad \lambda_1 = \frac{(T_1 - t_2)}{(t_1 - t_2)}。$$

[0012] 在一种可能的实现方式中,第一传感器的观测数据包括第一传感器的旋转矩阵和平移向量;其中根据 λ_1 和第一传感器的观测数据计算第一传感器在 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据包括:获取第一传感器在 t_1 上的旋转矩阵 G_1R 和平移向量 G_1p_1 ,以及第一传感器在 t_2 上的旋转矩阵 G_2R 和平移向量 G_2p_2 ;根据 λ_1 、 G_1R 、 G_1p_1 、 G_2R 和 G_2p_2 计算第一传感器在 T_1 上的第一旋转矩阵 ${}^{T_1}_G R$ 和第一平移向量 ${}^G_1p_{T_1}$;

[0013] 其中, ${}^{T_1}_G R$ 满足:

$$[0014] \quad {}^{T_1}_G R = \text{Exp}(\lambda_1 [\text{Logv}({}^G_1R {}^G_2R^T) \times]) {}^G_1R;$$

[0015] ${}^G_1p_{T_1}$ 满足:

$$[0016] \quad {}^G_1p_{T_1} = (1 - \lambda_1) {}^G_2p_2 + \lambda_1 {}^G_1p_1。$$

[0017] 其中,第一旋转矩阵 T_1R 为第一旋转数据,第一平移向量 ${}^G_{p_{T_1}}$ 为第一平移数据。 $\{{}^T_1R, {}^G_{p_{T_1}}\}$ 表示在全局坐标系下第一传感器在 T_1 上的位姿, G 表示全局坐标系, $\{{}^G_1R, {}^G_1p_1\}$ 表示在全局坐标系下第一传感器在 t_1 上的位姿, $\{{}^G_2R, {}^G_2p_2\}$ 表示在全局坐标系下第一传感器在 t_2 上的位姿。本申请实施例可在多传感器的观测数据的对准过程中,第一类型的传感器在邻近某个对准时刻的输入的观测数据通过一元位姿计算方式对应的插值计算和/或数学推导等方式变换为在该对准时刻上的观测数据。之后在数据融合阶段,只需将基准传感器的各个采样时刻上的观测数据进行融合即可实现多传感器的观测数据的融合,可支持多传感器的观测数据的异步到达,操作简单,数据处理效率高。

[0018] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例可计算第一传感器在 t_1 上的位姿对应的协方差矩阵 P_{t_1} ,并计算第一传感器在 t_2 上的位姿对应的协方差矩阵 P_{t_2} ;根据第一旋转矩阵和第一平移向量计算雅可比矩阵 H_u ,并根据 P_{t_1} 和 P_{t_2} 计算第一旋转矩阵和第一平移向量对应的协方差矩阵 P_{T_1} ;其中, H_u 满足:

$$[0019] \quad H_u = \begin{bmatrix} -{}_2^i\hat{R}(J_r(\lambda \text{Logv}({}_2^1\hat{R}))) & \mathbf{0}_{3 \times 3} & {}_2^i\hat{R}(J_r(-\lambda \text{Logv}({}_2^1\hat{R}^T))) & \mathbf{0}_{3 \times 3} \\ \lambda J_r^{-1}(\text{Logv}({}_2^1\hat{R})) - I & & \lambda J_r^{-1}(\text{Logv}({}_2^1\hat{R}^T)) & \\ \mathbf{0}_{3 \times 3} & (1-\lambda)I & \mathbf{0}_{3 \times 3} & \lambda I \end{bmatrix}$$

[0020] 所述 P_{T_1} 满足:

$$[0021] \quad P_i = H_u P_{1,2} H_u^T = \begin{bmatrix} \frac{\delta_G^i \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & \mathbf{0}_{3 \times 3} & \frac{\delta_G^i \tilde{\theta}}{\delta_G^1 \tilde{\theta}} & \mathbf{0}_{3 \times 3} \\ \mathbf{0}_{3 \times 3} & \frac{\delta_G^G \tilde{p}_i}{\delta_G^2 \tilde{p}_2} & \mathbf{0}_{3 \times 3} & \frac{\delta_G^G \tilde{p}_i}{\delta_G^1 \tilde{p}_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{t_1} & \mathbf{0}_{6 \times 6} \\ \mathbf{0}_{6 \times 6} & P_{t_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\delta_G^i \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & \mathbf{0}_{3 \times 3} & \frac{\delta_G^i \tilde{\theta}}{\delta_G^1 \tilde{\theta}} & \mathbf{0}_{3 \times 3} \\ \mathbf{0}_{3 \times 3} & \frac{\delta_G^G \tilde{p}_i}{\delta_G^2 \tilde{p}_2} & \mathbf{0}_{3 \times 3} & \frac{\delta_G^G \tilde{p}_i}{\delta_G^1 \tilde{p}_1} \end{bmatrix}^T$$

[0022] 其中, $P_{1,2}$ 表示 $P_{t_1}P_{t_2}$, \hat{R} 表示对旋转矩阵 R 的估计值, $\mathbf{0}_{3 \times 3}$ 、 $\mathbf{0}_{6 \times 6}$ 表示3*3和6*6的全零矩阵, I 表示单位矩阵, i 代表 T_1 , G 代表全局坐标系, λ 表示插值系数 λ_1 , J_r 为右雅可比矩阵, Logv 代表矩阵的对数运算, $\tilde{\theta}$ 、 \tilde{p} 分别为角度及位移的误差向量。本申请实施例可计算各个传感器在基准传感器的采样时刻上的位姿对应的协方差矩阵,进而可提高在通过多传感器的数据融合得到终端的位姿估计值时的准确率,适用性更高。

[0023] 在一种可能的实现方式中,对应第二类型的传感器的观测数据的处理,本申请实施例在根据第二传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 时具体可执行如下操作:根据第二传感器的采样间隔和 t_1 确定 t_1 之前的最近邻采样时刻 t_2 ,并根据 t_1 和 t_2 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ;

[0024] 其中, λ_2 满足:

$$[0025] \quad \lambda_2 = \frac{(T_2 - t_1)}{(t_1 - t_2)}$$

[0026] λ_3 满足:

$$[0027] \quad \lambda_3 = \frac{(t_2 - T_3)}{(t_1 - t_2)}$$

[0028] 其中, T_2 表示基准传感器的采样时刻中距离 t_1 最近的采样时刻, T_3 表示基准传感器

的采样时刻中距离 t_2 最近的采样时刻。

[0029] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例提供的第二传感器的观测数据可包括第二传感器的旋转矩阵和平移向量。本申请实施例根据 λ_2 、 λ_3 和第二传感器的观测数据计算第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据时可执行如下操作:获取第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的旋转矩阵 1_2R ,以及第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的平移向量 2p_1 ;根据 λ_2 、 λ_3 、 1_2R 和 2p_1 计算第二传感器在 T_2 和 T_3 之间的相对运动的第二旋转矩阵 ${}^{T_2}_{T_3}R$ 和第二平移向量 ${}^{T_3}_{T_2}p_1$;

[0030] 其中, ${}^{T_2}_{T_3}R$ 满足:

$$[0031] \quad {}^{T_2}_{T_3}R = \text{Expv}[(1 + \lambda_3 + \lambda_2)\text{Logv}({}^1_2R)]$$

[0032] ${}^{T_3}_{T_2}p_1$ 满足:

$$[0033] \quad {}^{T_3}_{T_2}p_1 = (1 + \lambda_3 + \lambda_2)\text{Expv}[-\lambda_3\text{Logv}({}^1_2R)]{}^2p_1。$$

[0034] 其中,第二旋转矩阵 ${}^{T_2}_{T_3}R$ 为第二旋转数据,第二平移向量 ${}^{T_3}_{T_2}p_1$ 为第二平移数据。

[0035] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例还可计算第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的旋转矩阵和平移向量对应的协方差矩阵 $P_{t_{12}}$;根据第二旋转矩阵和第二平移向量计算雅可比矩阵 H_u ,并根据 $P_{t_{12}}$ 计算第二旋转矩阵和第二平移向量对应的协方差矩阵 $P_{T_{12}}$;

[0036] 其中, H_u 满足:

$$[0037] \quad H_u = \begin{bmatrix} J_r[(1 + \lambda_b + \lambda_e)\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)](1 + \lambda_b + \lambda_e)J_r^{-1}[\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)] & O_{3 \times 3} \\ -(1 + \lambda_b + \lambda_e)\text{Expv}[\lambda_b\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)] & \\ [{}^2\hat{p}_1 \times]J_r(\lambda_b\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)\lambda_bJ_r^{-1}(\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T))) & (1 + \lambda_b + \lambda_e)\text{Expv}[-\lambda_b\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)] \end{bmatrix}$$

[0038] $P_{T_{12}}$ 满足:

$$[0039] \quad P_{T_{12}} = H_u P_{t_{12}} H_u^T = \begin{bmatrix} \frac{\delta_b^e \tilde{\theta}}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & O_{3 \times 3} \\ \delta^b \tilde{p}_e & \delta^2 \tilde{p}_1 \end{bmatrix} P_{t_{12}} \begin{bmatrix} \frac{\delta_b^e \tilde{\theta}}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & O_{3 \times 3} \\ \delta^b \tilde{p}_e & \delta^2 \tilde{p}_1 \end{bmatrix}^T$$

[0040] 其中, \hat{R} 表示对旋转矩阵 R 的估计值, $O_{3 \times 3}$ 表示 3×3 的全零矩阵, b 代表 T_3 , e 代表 T_2 , λ_b 和 λ_e 分别表示插值系数 λ_3 和 λ_2 , J_r 为右雅可比矩阵, Logv 代表矩阵的对数运算, $\tilde{\theta}$ 、 \tilde{p} 分别为角度及位移的误差向量。

[0041] 本申请实施例可在多传感器的观测数据的对准过程中,第二类型的传感器在邻近某个对准时刻的输入的观测数据通过二元位姿计算方式对应的插值计算和数学推导等方式变换为在该对准时刻上的观测数据。之后在数据融合阶段,只需将基准传感器的各个采样时刻上的观测数据进行融合即可实现多传感器的观测数据的融合,可支持多传感器的观测数据的异步到达,操作更灵活,数据处理效率更高。

[0042] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例还可根据包括所述 T_1 、 T_2 和/或 T_3 在内的所述基准传感器的各采样时刻上的旋转矩阵和平移向量,以及所述终端在所述各采样时刻上的位姿估计值在全局坐标系下构建校验地图;

[0043] 其中,校验地图可用于为终端的在线位姿估计值的确定提供参考数据。

[0044] 本申请实施例可根据各个传感器的类型对各个传感器输入的旋转数据、平移数据

和/或协方差矩阵变换至相应的对准时刻上,并通过对各个对准时刻上的旋转数据、平移数据和/或协方差矩阵进行融合,优化输出全局坐标系下的校验地图。通过校验地图可实现在无GPS传感器输入的情况下完成终端的在线位姿估计。在本申请实施例中,多个传感器的观测数据的融合支持多个传感器的观测数据的乱序输入,数据处理方式灵活,地图构建准确率更高,适用性更强。

[0045] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例还可启动终端的在线定位功能,并获取终端的校验地图;当任一时刻 t_3 获取到任一传感器L的观测数据时,确定传感器L的传感器类型;若传感器L为第一类型的第三传感器,则从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻 T_4 ,并计算第三传感器在 T_4 上的第四旋转数据和第四平移数据,以及第四旋转数据和第四平移数据对应的第四协方差矩阵;若传感器L为第二类型的第四传感器,则执行如下步骤a和步骤b:

[0046] a、将第四传感器在 t_3 上的观测数据与校验地图进行匹配,确定第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据;从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻 T_4 并根据第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据计算第四传感器在 T_4 上的第五旋转数据和第五平移数据,以及第五旋转数据和第五平移数据对应的第五协方差矩阵;

[0047] b、从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的两个采样时刻 T_5 和 T_6 ,根据第四传感器的采样间隔和 t_3 确定在 T_5 上插值时的插值系数 λ_5 和在 T_6 上插值时的插值系数 λ_6 ,并根据 λ_5 、 λ_6 和第四传感器的观测数据计算第四传感器从 T_5 到 T_6 上的第六旋转数据和第六平移数据,计算第六旋转数据和第六平移数据对应的第六协方差矩阵;

[0048] 融合包括 T_4 、 T_5 和 T_6 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差以得到终端的在线位姿估计值;其中,融合的旋转数据至少包括第四旋转数据、第五旋转数据或第六旋转数据,融合的平移数据至少包括第四平移数据、第五平移数据或第六平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第四协方差矩阵、第五协方差矩阵,或第六协方差矩阵。

[0049] 在本申请实施例中,可将传感器的观测数据与校验地图进行匹配,将匹配得到的观测数据与各个传感器实时采集的观测数据进行融合,并对多个传感器的观测数据的融合结果进行增量平滑迭代优化,最终实时估计出当前终端的在线位姿估计值,操作方便,在线位姿估计精度高,适用性更强。

[0050] 在一种可能的实现方式中,包括第一传感器和/或第三传感器在内的第一类型的传感器用于采集第一类型的传感器在其任一采样时刻上的旋转数据和平移数据。例如全球定位系统(global positioning system,GPS)传感器可用于采集终端在任一采样时刻的旋转矩阵和平移向量。

[0051] 在一种可能的实现方式中,包括第二传感器和/或第四传感器在内的第二类型的传感器用于采集第二类型的传感器在其任意两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转数据和平移数据。例如雷达传感器或者视觉传感器,可用于采集终端在两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转矩阵和平移向量。

[0052] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例提供的位姿,包括位置和姿态。其中,位置指坐标系中x,y,z三个方向的平移,姿态为坐标系中x,y,z三个方向的旋转。位姿可通过

包括在指定坐标系的 x, y, z 三个方向的平移向量,和在该指定坐标系的 x, y, z 三个方向的旋转矩阵表示。

[0053] 传感器的观测数据,包括传感器在任一时刻测量得到的终端的位姿。例如,传感器在某个采样时刻 t_1 上测量得到的终端在某个坐标系下的旋转矩阵和平移向量。

[0054] 传感器的数据对准,指的是将不同传感器在不同时间基准下的观测数据变换为不同传感器在同一时间基准下的观测数据的过程。其中,同一时刻不同传感器的观测属于同一时间基准下的观测,此时,不同传感器的观测数据属于同一个时间基准下的观测数据。不同时刻不同传感器的观测属于不同时间基准下的观测,此时,不同传感器的观测数据属于不同时间基准下的观测数据。其中,同一时间基准可以理解为同一采样频率或者同一采样周期等,该采样频率或者采用周期可以理解为基准传感器的采样频率或者采样频率。同一时刻不同传感器的观测可以理解为采样频率相同的传感器在相同的采样时刻上的观测,不同时刻不同传感器的观测可以理解为采样频率不同的传感器在不同时刻上的观测。

[0055] 第二方面提供了一种传感器数据处理的方法,该包括:从终端中的至少两个传感器中确定出一个基准传感器,并确定出基准传感器的各采样时刻;当任一时刻 t_1 获取到任一传感器 K 的观测数据时,确定传感器 K 的传感器类型;若传感器 K 为第一类型的第一传感器,则从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的采样时刻 T_1 ,并获取第一传感器在 t_1 之前的采样时刻 t_2 及其对应的观测数据,根据 t_1 和 t_2 确定在 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ,根据 λ_1 和第一传感器在 t_1 和 t_2 的观测数据计算第一传感器在 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据,计算第一旋转数据和第一平移数据对应的第一协方差矩阵;若传感器 K 为第二类型的第二传感器,则从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 ,获取第二传感器在 t_1 之前的采样时刻 t_2 及其对应的观测数据;从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_2 最近的采样时刻 T_3 ,根据 t_2 和 t_1 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ,并根据 λ_2, λ_3 和第二传感器的观测数据计算第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据,计算第二旋转数据和第二平移数据对应的第二协方差矩阵;融合包括 T_1, T_2 和 T_3 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵以得到终端在各采样时刻上的位姿估计值;其中,融合的旋转数据至少包括第一旋转数据和/或第二旋转数据,融合的平移数据至少包括第一平移数据和/或第二平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第一协方差矩阵,和/或第二协方差矩阵。

[0056] 在一种可能的实现方式中,本申请实施例还可启动终端的在线定位功能,并获取终端的校验地图;当任一时刻 t_3 获取到任一传感器 L 的观测数据时,确定传感器 L 的传感器类型;若传感器 L 为第一类型的第三传感器,则从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻 T_4 ,获取第三传感器在 t_3 之前的采样时刻 t_4 及其对应的观测数据;根据 t_3 和 t_4 确定在 T_4 上插值时的插值系数,并根据插值系数和第三传感器在 t_3 和 t_4 上的观测数据,计算第三传感器在到 T_4 上的第四旋转数据和第四平移数据,以及第四旋转数据和第四平移数据对应的第四协方差矩阵;若传感器 L 为第二类型的第四传感器,则执行如下步骤a和步骤b:

[0057] a、将第四传感器在所述 t_3 上的观测数据与校验地图进行匹配,确定第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据;从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻 T_4 ,并根据第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据计算第四传感器在

T_4 上的第五旋转数据和第五平移数据,以及第五旋转数据和第五平移数据对应的第五协方差矩阵;

[0058] b、从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的两个采样时刻 T_5 ,获取第四传感器在 t_3 之前的采样时刻 t_4 及其对应的观测数据;从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_4 最近的采样时刻 T_6 ,根据 t_3 和 t_4 确定在 T_5 上插值时的插值系数 λ_5 和在 T_6 上插值时的插值系数 λ_6 ,并根据 λ_5 、 λ_6 和第四传感器在 t_3 和 t_4 上的观测数据计算第四传感器从 T_5 到 T_6 上的第六旋转数据和第六平移数据,计算第六旋转数据和第六平移数据对应的第六协方差矩阵;

[0059] 融合包括 T_4 、 T_5 和 T_6 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据和平移数据,以及协方差矩阵以得到终端的在线位姿估计值;其中,融合的旋转数据至少包括第四旋转数据、第五旋转数据或第六旋转数据,融合的平移数据至少包括第四平移数据、第五平移数据或第六平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第四协方差矩阵、第五协方差矩阵,或第六协方差矩阵。

[0060] 在本申请实施例中,数据融合中心可将传感器的观测数据与校验地图进行匹配,将匹配得到的观测数据与各个传感器实时采集的观测数据进行融合,并对多个传感器的观测数据的融合结果进行增量平滑迭代优化,最终实时估计出当前终端的在线位姿估计值,操作方便,在线位姿估计精度高,适用性更强。

[0061] 第三方面提供了一种传感器数据处理的装置,该装置包括用于执行上述第一方面和/或第一方面的任意一种可能的实现方式所提供的传感器数据处理方法的单元和/或模块,因此也能实现第一方面提供的传感器数据处理方法所具备的有益效果(或者优点)。

[0062] 第四方面提供了一种终端,该终端包括存储器、处理器、接收器和发射器;其中,该处理器用于调用存储器存储的传感器数据处理程序代码执行上述第一方面和/或第一方面任意一种可能实现方式所提供的传感器数据处理方法。

[0063] 本申请实施例提供了一种计算机存储介质,用于储存为上述第一方面提供的传感器数据处理方法所需的计算机软件指令,该指令其包含终端执行上述第一方面所设计的方式所需的程序。

[0064] 本申请实施例还提供了一种芯片,该芯片与终端中的接收器和/或发射器耦合,用于执行本申请实施例第一方面提供的技术方案。应理解,在本申请实施例中“耦合”是指两个部件彼此直接或间接地结合。这种结合可以是固定的或可移动性的,这种结合可以允许流动液、电、电信号或其它类型信号在两个部件之间通信。

[0065] 通过本申请实施例,可提高多个传感器的数据融合的操作灵活性,提高传感器的数据处理效率,进而可提高智能终端的定位准确性,适用性高。

附图说明

[0066] 图1是本申请实施例提供的终端位姿估计的多传感器观测的示意图;

[0067] 图2是本申请实施例提供的基于多传感器的数据融合的地图构建方式示意图;

[0068] 图3是本申请实施例提供的传感器数据处理的方法的一流程示意图;

[0069] 图4是本申请实施例提供的插值方式的一示意图;

[0070] 图5是本申请实施例提供的插值方式的另一示意图;

- [0071] 图6是本申请实施例提供的基于多传感器的数据融合的在线定位方式示意图；
- [0072] 图7是本申请实施例提供的传感器数据处理的方法的另一流程示意图；
- [0073] 图8是本申请实施例提供的传感器数据处理的装置结构示意图；
- [0074] 图9是本申请实施例提供的一种通信设备的结构示意图。

具体实施方式

[0075] 为方便理解本申请实施例提供的传感器数据处理的方法中各种可能的实现方式，下面将对本申请实施例提供的各个参数的含义进行说明。

[0076] 位姿，包括位置和姿态。其中，位置指坐标系中 x, y, z 三个方向的平移，姿态为坐标系中 x, y, z 三个方向的旋转。位姿可通过包括在指定坐标系的 x, y, z 三个方向的平移向量，和在该指定坐标系的 x, y, z 三个方向的旋转矩阵表示。为方便描述，在后续描述中，位姿将旋转矩阵和平移向量的表示方式为例进行说明，并且旋转矩阵和平移向量默认为同一个坐标系下的旋转矩阵和平移向量。

[0077] 传感器的观测数据，包括传感器在任一时刻测量得到的终端的位姿。例如，传感器在某个采样时刻 t_i 上测量得到的终端在某个坐标系下的旋转矩阵和平移向量。

[0078] 传感器的数据对准，指的是将不同传感器在不同时间基准下的观测数据变换为不同传感器在同一时间基准下的观测数据的过程。其中，同一时刻不同传感器的观测属于同一时间基准下的观测，此时，不同传感器的观测数据属于同一个时间基准下的观测数据。不同时刻不同传感器的观测属于不同时间基准下的观测，此时，不同传感器的观测数据属于不同时间基准下的观测数据。其中，同一时间基准可以理解为同一采样频率或者同一采样周期等，该采样频率或者采用周期可以理解为基准传感器的采样频率或者采样周期。同一时刻不同传感器的观测可以理解为采样频率相同的传感器在相同的采样时刻上的观测，不同时刻不同传感器的观测可以理解为采样频率不同的传感器在不同时刻上的观测。

[0079] 图(graph)是指由顶点(vertex)和边(edge)组成的结构，例如本申请实施例提供的因子图。其中，顶点可以表示普通的点，顶点也可以表示传感器的观测时间节点，即传感器的观测数据的采样时刻。

[0080] 一元边和/或二元边，其中，一元边指的是连接一个顶点的边。在图中，一条边连接着一个或者若干个顶点，边可用于表示顶点与顶点之间的一种关系。连接一个顶点的边叫一元边，连接两个顶点的边叫二元边。

[0081] 一元位姿观测，类比于一元边，一元位姿观测指的是任一采样时刻上终端的位姿观测。一元位姿可以理解为通过单个采样时刻采集的数据即可确定的位姿，或者可以理解为通过一帧数据即可确定的位姿，包括旋转矩阵和平移向量。一元位姿观测对应的传感器可称为第一类型的传感器。第一类型的传感器用于采集传感器(或者装配有该传感器的终端)在任一采样时刻上的旋转矩阵和平移向量。例如全球定位系统(global positioning system, GPS) 传感器可用于采集终端在任一采样时刻的旋转矩阵和平移向量。

[0082] 二元位姿观测，类比于二元边，二元位姿观测指的是任意两个相邻的采样时刻上终端的位姿观测。二元位姿可以理解为需要至少两个采样时刻采集的数据才能确定的位姿，或者可以理解为需要至少两帧数据才能确定的位姿，包括旋转矩阵和平移向量。二元位姿观测对应的传感器可称为第二类型的传感器。第二类型的传感器用于采集传感器在任意

两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转矩阵和平移向量。例如雷达传感器或者视觉传感器,可用于采集终端在两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转矩阵和平移向量。

[0083] 李代数,指的是一类重要的非结合代数。李代数是挪威数学家索菲斯·李在19世纪后期研究连续变换群时引进的一个数学概念,它与李群的研究密切相关。李代数不仅仅是群论问题线性化的工具,它还是有限群理论及线性代数中许多重要问题的来源。

[0084] 李群,指的是微分流形的群,可以求解刚体的旋转运动。

[0085] 群空间,本申请实施例中提供的群空间指李群对应的空间。

[0086] 欧式空间,欧式几何对应的空间叫欧式空间。欧式几何由古希腊数学家欧几里得建立的角度和空间中距离之间联系的法则,其对应的空间叫欧式空间。

[0087] 本申请实施例提供的传感器数据处理的方法适用于终端的地图构建和终端的定位。其中,上述终端可包括自动驾驶汽车、智能机器人、无人机、平板电脑、个人数码助理(personal digital assistant,PDA)、移动互联网设备(mobile Internet device,MID)、可穿戴设备和电子书阅读器(e-book reader)等装置。上述终端也可以是便携式、袖珍式、手持式、计算机内置的或者车载的移动装置,在此不做限制。为方便描述,在后续描述中,上述提到的装置将以终端为例进行说明。

[0088] 终端的地图构建和/或定位是基于多传感器的观测数据的融合实现终端的位姿估计。其中,上述终端的位姿估计可包括终端在两个时间节点(例如某个第二类型的传感器的两个相邻的采样时刻)之间的相对运动的旋转矩阵和平移向量的估计,和/或终端在当前时间节点(例如某个第一类型的传感器的某个采样时刻)的旋转矩阵和平移向量的估计。

[0089] 基于smoothing方式的优化方法是当前地图构建和/或定位所采用的主要研究方法之一。基于smoothing方式的优化方法,例如包括g2o和isam在内的非线性最小二乘优化方法,可以采用全局优化或整体考虑的处理方式以获得更好的构图效果,因此也使得基于smoothing方式的优化方法称为大规模环境下地图构建和/或定位的主要研究方法。

[0090] 本申请实施例提供的终端可通过其装配的多个传感器,基于smoothing方式对终端的位姿进行估计,可通过融合多个传感器的观测数据,并对多个传感器的观测数据的融合结果进行优化处理以输出终端的定位地图或者终端的在线位姿估计值等。下面将结合图1至图9,本申请实施例提供的传感器数据处理的方法及装置进行描述。

[0091] 参见图1,是本申请实施例提供的终端位姿估计的多传感器观测的示意图。本申请实施例提供的多传感器的数据融合可首先采用因子图的方式进行建模,通过因子图表示终端的运动状态的变化。如图1所示,随着终端的运动状态的变化,圆圈表示不同时刻终端所在的不同位置。终端在各个圆圈所表示的位置上的旋转矩阵和平移向量则为终端在各个位置上的位姿。图1所示的因子图可用于表示不同传感器在同一时间基准下的观测,即图1所示的因子图也可为各个传感器的观测数据在时间轴上对准完成之后的数据关系示意图。例如,假设终端上装配的多个传感器包括GPS传感器、雷达和视觉里程计等。图1中, X_1 、 X_2 、 X_3 和 X_4 表示基准传感器连续的4个采样时刻, G 、 V 、 L 分别为GPS传感器、视觉里程计、雷达三个传感器对应的因子。其中,GPS传感器对应的因子是一元边因子(例如 G_1 、 G_2 、 G_3 和 G_4),即,GPS传感器可为第一类型的传感器。视觉里程计和雷达对应的因子是二元边因子,例如, V_{12} 、 V_{23} 、 V_{34} ,以及 L_{12} 、 L_{23} 和 L_{34} ,雷达和视觉里程计可为第二类型的传感器。

[0092] 通过多个传感器采集终端在不同时刻所处的位置的旋转矩阵和平移向量,并根据

终端在不同位置上的旋转矩阵和平移向量实现终端位姿估计的过程即可理解为基于运动感知的终端位姿估计。本申请实施例可通过基于运动感知的终端位姿估计实现地图构建和终端定位(也称终端在线位姿估计值的确定)的功能。

[0093] 实施例一:

[0094] 本申请实施例提供了通过多传感器的观测数据融合实现地图构建的一种可能的实现方式。可以理解,不同的传感器具有不同的采样频率,并且不同的传感器的观测数据传送到数据融合中心的时间延迟也不尽相同,因此,多个传感器的观测数据的融合过程中存在着多传感器的观测数据异步到达的问题。其中,观测数据的异步到达指代不同传感器的观测数据在不同时刻到达数据融合中心。其中,上述数据融合中心可为终端中用于实现多个传感器的观测数据的融合等功能的模块,在此不做限制,后续不再赘述。

[0095] 对于多传感器的观测数据异步到达等问题,本申请实施例提供的实现方式可基于运动感知在欧式空间和群空间上对各个传感器的旋转矩阵和平移向量等运动状态数据进行数学推导和/或插值计算,以将各个传感器在不同时刻到达数据融合中心的观测数据变换到同一个时刻上,进而可实现各个传感器的观测数据在该同一个时刻上的数据融合。

[0096] 本申请实施例可根据各个传感器在同一时间基准上的观测数据的融合,并对多个传感器的观测数据的融合结果进行全局优化并输出全局的3D地图(map)。在本申请实施例中,多个传感器的观测数据的融合支持多个传感器的观测数据的乱序输入,数据处理方式灵活,地图构建准确率更高,适用性更强。

[0097] 参见图2,图2是本申请实施例提供的基于多传感器的数据融合的地图构建方式示意图。在图2所示的地图构建方式中主要包括S1、S2和S3的3个数据处理过程。

[0098] S1表示多个传感器的观测数据的输入,包括传感器1、传感器2、...、传感器n的数据输入。其中,不同传感器的观测数据可在不同的时间节点(例如不同时刻)输入至数据融合中心,即数据融合中心支持多个传感器的观测数据的异步到达。

[0099] S2表示多个传感器的数据对准,即将不同传感器在不同时间基准下的观测数据变换为不同传感器在同一时间基准下的观测数据。多个传感器的数据对准的过程也可称为传感器的对准。可以理解,不同传感器的采样频率不同,因此不同传感器采集用于确定终端位姿的观测数据的采集时刻也不尽相同。因此,不同时刻输入至数据融合中心的不同传感器的观测数据属于不同时间基准下的观测数据。数据融合中心可在欧式空间和群空间上对各个传感器的旋转矩阵和平移向量进行数学推导和/或插值计算,以将各个传感器在不同时刻到达数据融合中心的观测数据变换到同一个时刻上,进而可实现将不同传感器在不同时间基准下的观测数据变换为同一时间基准下的观测数据。之后在同一时间基准下,每个传感器的观测数据可表示终端的一个位姿估计值。例如,传感器1、传感器2、...、传感器n的观测数据在同一个时间基准可分别表示终端的n个位姿估计值,包括,位姿估计值1、位姿估计值2、...、位姿估计值n。

[0100] S3表示完成传感器的数据对准后,将所有传感器的观测数据进行融合,将融合得到的数据进行全局优化,最终优化可输出全局的3D地图。其中,全局优化可采用基于smoothing方式的非线性最小二乘优化方法,例如g2o等。

[0101] 下面将结合图3对上述图2所示的地图构建方式的一些可行的实现方式进行描述。参见图3,图3是本申请实施例提供的传感器数据处理的方法的一流程示意图。本申请实施

例提供的方法中各个步骤所描述的实现方式可由终端的数据融合中心执行,该方法包括步骤:

[0102] S11,从终端中的至少两个传感器中确定出一个基准传感器,并确定出所述基准传感器的各采样时刻。

[0103] 在一种可行的实施方式中,终端的系统上电之后,终端上装配的多个传感器完成预热并确认工作状态正常之后,则可在终端的运动过程中,对终端的位姿变化进行观测。具体实现中,终端上装配的传感器包括但不限于GPS传感器、视觉里程计和雷达,具体可根据实际应用场景确定,在此不做限制。为方便描述,本申请实施例将以GPS传感器、视觉里程计和雷达作为终端上装配的多个传感器的示例进行说明。其中,GPS传感器为第一类型的传感器,视觉里程计和雷达为第二类型的传感器。

[0104] 在一种可行的实施方式中,终端上装配的各个传感器确认工作状态正常之后,各个传感器对终端的位姿变化进行观测时采集得到的观测数据可输入至终端的数据融合中心。数据融合中心可对多个传感器的观测数据进行融合等处理以实现地图构建。具体实现中,数据融合中心可从多个传感器中确定出一个基准传感器,以基准传感器的采样频率为基准,以将不同采样频率的传感器的观测数据通过插值计算和/或数学推导等方式变换为以相同采样频率呈现的观测数据。

[0105] 数据融合中心确定出基准传感器之后,则可确定出该基准传感器的各个采样时刻,将该基准传感器的各个采样时刻作为多传感器的观测数据的对准时刻。在多传感器的观测数据的对准过程中,除了基准传感器之外的其他传感器在邻近某个对准时刻的输入的观测数据通过插值计算和/或数学推导等方式变换为在该对准时刻上的观测数据。之后在数据融合阶段,数据融合中心只需将基准传感器的各个采样时刻上的观测数据进行融合即可实现多传感器的观测数据的融合,操作简单,数据处理效率高。

[0106] S12,监测各个传感器的观测数据的输入。

[0107] 在一种可行的实施方式中,数据融合中心可在各传感器确认工作状态正常之后,对各个传感器的观测数据的输入进行监测,进而可对任一传感器输入的任一观测数据进行数据对准,将每个传感器输入的观测数据变换为相应的对准时刻上的观测数据。

[0108] S13,当任一时刻 t_1 获取到任一传感器K的观测数据时,确定传感器K的传感器类型。若传感器K的类型为第一类型则执行步骤S14和S15,若传感器K的类型为第二类型,则执行步骤S16和S17。

[0109] 在一种可选的实施方式中,数据融合中心可在某一时刻(例如 t_1)接收到任一传感器(例如传感器K)输入的观测数据时,首先确定该传感器K的类型确定采用哪种数据处理方式对该观测数据进行数据对准。

[0110] 可选的,第一类型的传感器输入的观测数据可采用一元位姿观测对应的实现方式(为方便描述,后续将以一元位姿计算方式为例进行说明)计算该传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的位姿(包括旋转矩阵和平移向量)。第二类型的传感器输入的观测数据可采用二元位姿观测对应的实现方式(为方便描述,后续将以二元位姿计算方式为例进行说明)计算该传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的旋转矩阵和平移向量。

[0111] S14,计算第一类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的位姿。

[0112] 在一种可行的实现方式中,数据融合中心可采用一元位姿计算方式计算第一类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的旋转矩阵和平移向量。其中,计算过程可包括如下步骤:

[0113] a1,从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的采样时刻 T_1 。

[0114] 可选的, T_1 也可称为 t_1 的最近邻时间戳,或者最近邻采样时刻。

[0115] b1,根据第一传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 。

[0116] 可选的,终端装配的传感器可包括一个或者多个第一类型的传感器,在此不做限制。为方便描述,第一类型的传感器将以第一传感器为例进行说明。对于第一传感器,每次采集数据的是一个采样时刻上的观测数据,例如GPS传感器,每个时刻都给出了在该时刻采集到的观测数据。数据融合中心获取到第一传感器在任一采样时刻(例如 t_2)上的观测数据之后可存储该采样时刻上的观测数据。在 t_2 的下一个采样时刻(例如 t_1)上的观测数据输入进来时,数据融合中心可根据 t_1 上输入的观测数据和预先存储的 t_2 上的观测数据计算在 t_1 和 t_2 之间的基准传感器的采样时刻(例如 T_1)上的观测数据(包括旋转矩阵和平移向量)。即, t_2 为 t_1 的最近邻采样时刻。

[0117] 参见图4,图4是本申请实施例提供的插值方式的一示意图。在图4所示的插值方式中,数据融合中心可首先根据第一传感器的采样间隔(例如 $|t_1-t_2|$)确定第一传感器的各个采样时刻中与 t_1 相邻并且在 t_1 之前的采样时刻(例如 t_2)。 t_1 和 t_2 是两个连续的观测时间节点, T_1 为 t_1 和 t_2 之间的某一个时间节点,并且该时间节点是基准传感器的某个采样时刻。数据融合中心可根据 t_1 和 t_2 、 T_1 计算在 T_1 上插值时的插值系数,例如 λ_1 。

[0118] 其中, λ_1 满足:

$$[0119] \quad \lambda_1 = \frac{(T_1 - t_2)}{(t_1 - t_2)}$$

[0120] 其中,上述 t_1 和 t_2 为第一传感器的两个连续一元位姿观测时间节点, T_1 为在 t_1 和 t_2 之间插值的目标时间节点。

[0121] c1,根据所述 λ_1 和所述第一传感器的观测数据计算所述第一传感器在所述 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据。

[0122] 在一种可行的实施方式中,数据融合中心确定了 T_1 和 λ_1 之后,则可在欧式空间和李群空间上对 t_1 和 t_2 上的观测数据进行数据推导等处理,以得到第一传感器的观测数据在 T_1 上的旋转矩阵和平移向量。具体的,数据融合中心可获取第一传感器在 t_1 上的旋转矩阵(例如 1R)和平移向量(例如 ${}^G p_1$),以及第一传感器在 t_2 上的旋转矩阵(例如 2R)和平移向量(例如 ${}^G p_2$)。其中,上述G全局坐标系。 $\{{}^1R, {}^G p_1\}$ 表示在全局坐标系下第一传感器在 t_1 上的位姿, $\{{}^2R, {}^G p_2\}$ 表示在全局坐标系下第一传感器在 t_2 上的位姿。数据融合中心可根据 λ_1 和 1R 、 ${}^G p_1$ 、 2R 和 ${}^G p_2$ 计算第一传感器在 T_1 上的第一旋转数据(例如第一旋转矩阵 ${}^{T_1}R$)和第一平移数据(例如第一平移向量 ${}^G p_{T_1}$)。

[0123] 其中, ${}^{T_1}R$ 满足:

$$[0124] \quad {}^{T_1}R = \text{Exp}(\lambda_1 [\text{Logv}({}^1R {}^2R^T) \times]) {}^2R;$$

[0125] ${}^G p_{T_1}$ 满足:

[0126] ${}^G P_{T1} = (1-\lambda_1) {}^G P_2 + \lambda_1 {}^G P_1$;

[0127] 其中, $\{{}^{T1}R, {}^G P_{T1}\}$ 表示在全局坐标系下第一传感器在 T_1 上的位姿。

[0128] S15, 计算所述第一旋转数据和所述第一平移数据对应的第一协方差矩阵。

[0129] 在一种可行的实现方式中, 数据融合中心获取得到上 T_1 上的旋转矩阵和平移向量, 还可计算 T_1 上的旋转矩阵和平移向量对应的协方差矩阵 (即第一协方差矩阵)。可以理解, 上述 T_1 上的旋转矩阵和平移向量对应的第一协方差矩阵可以理解为在多传感器的数据融合过程中, T_1 上的第一传感器的旋转矩阵和平移向量的可信度系数, 或者准确系数。这里, 可信度系数或者准确系数也可以理解为权重。若在 T_1 上融合的旋转矩阵和平移向量中包括多个传感器的旋转矩阵和平移向量, 则可根据各个传感器的旋转矩阵和平移向量对应的协方差矩阵确定该传感器的旋转矩阵和平移向量在该时刻 (T_1) 上的可信度。根据各个传感器在该时刻 (T_1) 上的旋转矩阵和平移向量及其可信度, 将多个传感器的旋转矩阵和平移向量进行融合, 则可更加准确地确定终端在该时刻 (T_1) 上的旋转矩阵和平移向量。

[0130] 具体实现中, 数据融合中心可计算第一传感器在 t_1 上的位姿 (例如 $\{{}^1R, {}^G P_1\}$) 对应的协方差矩阵 P_{t1} , 并计算第一传感器在 t_2 上的位姿 (例如 $\{{}^2R, {}^G P_2\}$) 对应的协方差矩阵 P_{t2} 。根据第一旋转数据和第一平移数据 (例如 $\{{}^{T1}R, {}^G P_{T1}\}$) 计算雅可比矩阵 (记为 H_u), 并根据 P_{t1} 和 P_{t2} 计算第一旋转矩阵和第一平移向量对应的协方差矩阵 P_{T1} 。

[0131] 其中, 上述 H_u 满足:

$$[0132] \quad H_u = \begin{bmatrix} -{}^i\hat{R}(J_r(\lambda \text{Logv}({}_2^1\hat{R}))) & 0_{3 \times 3} & {}^i\hat{R}(J_r(-\lambda \text{Logv}({}_2^1\hat{R}^T))) & 0_{3 \times 3} \\ \lambda J_r^{-1}(\text{Logv}({}_2^1\hat{R})) - I & & \lambda J_r^{-1}(\text{Logv}({}_2^1\hat{R}^T)) & \\ 0_{3 \times 3} & (1-\lambda)I & 0_{3 \times 3} & \lambda I \end{bmatrix}$$

[0133] 上述 P_{T1} 满足:

$$[0134] \quad P_i = H_u P_{1,2} H_u^T = \begin{bmatrix} \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G^2 \tilde{p}_2} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G^2 \tilde{p}_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{t1} & 0_{6 \times 6} \\ 0_{6 \times 6} & P_{t2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G^2 \tilde{p}_2} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G^2 \tilde{p}_1} \end{bmatrix}^T$$

[0135] 其中, $P_{1,2}$ 表示 $P_{t1} P_{t2}$, \hat{R} 表示对旋转矩阵 R 的估计值, $0_{3 \times 3}$ 、 $0_{6 \times 6}$ 表示 3×3 和 6×6 的全零矩阵, I 表示单位矩阵, i 代表 T_1 , G 代表全局坐标系, λ 表示插值系数 λ_1 , J_r 为右雅可比矩阵, Logv 代表矩阵的对数运算, $\tilde{\theta}$ 、 \tilde{p} 分别为角度及位移的误差向量。

[0136] S16, 计算第二类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的位姿。

[0137] 在一种可行的实现方式中, 数据融合中心可采用二元位姿计算方式计算第二类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的旋转矩阵和平移向量。其中, 计算过程可包括如下步骤:

[0138] a2, 从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 和 T_3 。

[0139] 为区别于上述第一类型的传感器的位姿计算过程所采用的参数, 在第二类型的传感器的位姿计算过程中, 距离 t_1 最近的两个采样时刻可以记为 T_2 和 T_3 。其中, T_2 可表示 t_1 的最近邻的采样时刻, T_3 可表示 t_1 的次近邻采样时刻, 即 T_3 距离 t_1 的时间长度在 T_2 距离 t_1 的时间长度之后距离, 但在其他采样时刻距离 t_1 的时间长度之前的次近邻的采样时刻。其中, T_3 可

以基准传感器的各采样时刻中为距离 t_1 之前的采样时刻 t_2 最近的采样时刻。具体实现中,本申请实施例中所描述的 T_1 和 T_2 可为同一个采样时刻,即均为 t_1 的最近邻采样时刻。

[0140] b2,根据第二传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 。

[0141] 可选的,终端装配的传感器可包括一个或者多个第二类型的传感器,在此不做限制。为方便描述,第二类型的传感器将以第二传感器为例进行说明。对于第二传感器,观测终端运动状态需要在两个连续的采样时刻获取到终端的两组观测数据(例如两组旋转矩阵和平移向量),通过两组观测数据的运算才能得到终端在这两个观测时间点之间的相对运动状态。第二传感器输出的终端的旋转矩阵和平移向量是终端在两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转矩阵和平移向量。

[0142] 参见图5,图5是本申请实施例提供的插值方式的另一示意图。在图5所示的插值方式中,数据融合中心获取到第二传感器在任一采样时刻(例如 t_2)上的观测数据之后可存储该采样时刻上的观测数据。在下一个采样时刻(例如 t_1)上的观测数据输入进来时,数据融合中心可根据 t_1 上输入的观测数据和预先存储的 t_2 上的观测数据计算从 t_1 和 t_2 之间的旋转矩阵和平移向量,例如, $\{{}_2^1R, {}_2^2p_1\}$ 。

[0143] 具体实现中,数据融合中心可首先根据第二传感器的采样间隔(例如 $|t_1 - t_2|$)和 t_1 确定 t_1 之前的采样时刻 t_2 ,并根据 t_1 和 t_2 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 。

[0144] 其中, λ_2 满足:

$$[0145] \quad \lambda_2 = \frac{(T_2 - t_1)}{(t_1 - t_2)};$$

[0146] λ_3 满足:

$$[0147] \quad \lambda_3 = \frac{(t_2 - T_3)}{(t_1 - t_2)};$$

[0148] 其中,上述 t_1 和 t_2 为第二传感器的两个连续二元位姿观测时间节点, T_2 为距离 t_1 最近的基准传感器的采样时刻, T_3 为距离 t_2 最近的基准传感器的采样时刻。

[0149] c2,根据 λ_2 、 λ_3 和第二传感器的观测数据计算第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据。

[0150] 具体实现中,数据融合中心可获取第二传感器在 t_1 和所述 t_2 之间的旋转矩阵(例如 ${}_2^1R$),以及第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的平移向量(例如 ${}_2^2p_1$),并根据 λ_2 、 λ_3 、 ${}_2^1R$ 和 ${}_2^2p_1$ 计算第二传感器在 T_2 和 T_3 之间的相对运动的第二旋转数据(例如第二旋转矩阵 ${}_{T_3}^{T_2}R$)和第二平移数据(例如第二平移向量 ${}_{T_2}^{T_3}p_{T_2}$)。

[0151] 其中, ${}_{T_3}^{T_2}R$ 满足:

$$[0152] \quad {}_{T_3}^{T_2}R = \text{Expv}[(1 + \lambda_3 + \lambda_2)\text{Logv}({}_2^1R)];$$

[0153] ${}_{T_2}^{T_3}p_{T_2}$ 满足:

$$[0154] \quad {}_{T_2}^{T_3}p_{T_2} = (1 + \lambda_3 + \lambda_2)\text{Expv}[-\lambda_3\text{Logv}({}_2^1R)]^2 p_1。$$

[0155] S17,计算第二旋转数据和第二平移数据对应的第二协方差矩阵。

[0156] 具体实现中,数据融合中心可计第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的旋转矩阵和平移向量对应的协方差矩阵 $P_{t_{12}}$,并根据第二旋转矩阵和第二平移向量计算雅可比矩阵(例如Hu2),并根据 $P_{t_{12}}$ 计算第二旋转矩阵和第二平移向量对应的协方差矩阵 $P_{T_{12}}$ 。

[0157] 其中, H_u 满足:

$$[0158] \quad H_u = \begin{bmatrix} J_r \left[(1 + \lambda_b + \lambda_e) \text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T) \right] (1 + \lambda_b + \lambda_e) J_r^{-1} \left[\text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T) \right] & 0_{3 \times 3} \\ (-1 + \lambda_b + \lambda_e) \text{Expv} \left[\lambda_b \text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T) \right] & (1 + \lambda_b + \lambda_e) \text{Expv} \left[-\lambda_b \text{Logv}({}_2^1 \hat{R}) \right] \\ \left[{}^2 \hat{p}_1 \times \right] J_r (\lambda_b \text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T)) \lambda_b J_r^{-1} (\text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T)) & \end{bmatrix}$$

[0159] $P_{T_{12}}$ 满足:

$$[0160] \quad P_{T_{12}} = H_u P_{t_{12}} H_u^T = \begin{bmatrix} \frac{\delta_b^e \tilde{\theta}}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} \\ \delta^b \tilde{p}_e & \delta^2 \tilde{p}_1 \end{bmatrix} P_{t_{12}} \begin{bmatrix} \frac{\delta_b^e \tilde{\theta}}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} \\ \delta^b \tilde{p}_e & \delta^2 \tilde{p}_1 \end{bmatrix}^T$$

[0161] 其中, \hat{R} 表示对旋转矩阵R的估计值, $0_{3 \times 3}$ 表示3*3的全零矩阵,b代表 T_3 ,e代表 T_2 , λ_b , λ_e 分别表示插值系数 λ_3 和 λ_2 , J_r 为右雅可比矩阵,Logv代表矩阵的对数运算, $\tilde{\theta}$ 、 \tilde{p} 分别为角度及位移的误差向量。

[0162] S18,融合包括 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵。

[0163] 在一种可行的实施方式中,数据融合中心可基于smoothing方式将各个传感器在基准传感器的各个采样时刻上的旋转矩阵和平移向量进行融合以得到终端在各采样时刻上的位姿估计值。其中,融合的旋转数据至少包括第一旋转数据和/或第二旋转数据,融合的平移数据至少包括第一平移数据和/或第二平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第一协方差矩阵,和/或第二协方差矩阵。数据融合中心可将融合得到的终端在基准传感器的各个采样时刻上的位姿估计值进行全局优化,输出在全局坐标下构建的校验地图。其中,上述校验地图用于为后续终端的在线位姿估计值的确定提供参考数据。

[0164] 本申请实施例可根据各个传感器的类型对各个传感器输入的旋转数据、平移数据和/或协方差矩阵变换至相应的对准时刻上,并通过对各个对准时刻上的旋转数据、平移数据和/或协方差矩阵进行融合,优化输出全局坐标系下的校验地图。通过校验地图可实现在无GPS传感器输入的情况下完成终端的在线位姿估计。在本申请实施例中,多个传感器的观测数据的融合支持多个传感器的观测数据的乱序输入,数据处理方式灵活,地图构建准确率更高,适用性更强。

[0165] 实施例二:

[0166] 本申请实施例提供了通过多传感器的观测数据融合实现终端的在线定位的一种可能的实现方式。在线定位也可称为在线位姿估计。在线定位时,终端在不同时刻上的不同位置的观测数据的融合不依赖于第一类型的传感器(例如GPS传感器)的观测数据输入。有校验地图时,第二类型的传感器采集的观测数据可以跟校验地图进行匹配,获取终端的在线位姿估计的初始估计值,可作为在线位姿估计值的参考数据。终端的在线位姿估计的初始估计值是一个较准确的观测数据,然而,终端的在线定位对于实时性的要求更高,因此,

获取初始估计值之后,也可进一步根据各个传感器实时输入的观测数据进行优化以输出精度更高的在线位姿估计值。具体实现中,数据融合中心可将与校验地图匹配得到的观测数据与各个第二类型的传感器实时采集的观测数据进行融合,并对多个传感器的观测数据的融合结果进行增量平滑迭代优化,最终实时估计出当前终端的在线3D位姿估计值,操作方便,在线位姿估计精度高,适用性更强。

[0167] 参见图6,图6是本申请实施例提供的基于多传感器的数据融合的在线定位方式示意图。在图6所示的地图构建方式中也可包括S4、S5、S6和S7的4个数据处理过程。

[0168] S4表示多个传感器的观测数据的输入,包括传感器1、传感器2、…、传感器n的数据输入。其中,不同传感器的观测数据可在不同的时间节点(例如不同时刻)输入至数据融合中心,即数据融合中心支持多个传感器的观测数据的异步到达。

[0169] S5校验地图的校验数据输入,包括但不限于传感器1的观测数据与校验地图匹配得到的参考数据1、传感器2的观测数据与校验地图匹配得到的参考数据2、…、传感器n的观测数据与校验地图匹配得到的参考数据n的输入。

[0170] S6表示多个传感器的数据对准,具体可参见上述实施例一中S2所描述的实现方式,在此不再赘述。之后在同一时间基准下,每个传感器的观测数据可表示终端的一个位姿估计值。例如,传感器1、传感器2、…、传感器n的观测数据在同一个时间基准可分别表示终端的n个位姿估计值,包括位姿估计值1、位姿估计值2、…、位姿估计值n。

[0171] S7表示完成传感器的数据对准后,将所有传感器的观测数据和传感器与校验地图匹配得到的参考数据进行融合,将融合得到的数据进行增量平滑迭代优化,最终实时估计出当前终端的在线3D位姿估计值。其中,增量平滑迭代优化可采用基于smoothing方式的非线性最小二乘优化方法,例如iasm等。

[0172] 下面将结合图7对上述图6所示的地图构建方式中各个部分的具体实现方式进行描述。参见图7,图7是本申请实施例提供的传感器数据处理的方法的另一流程示意图。本申请实施例提供的方法包括步骤:

[0173] S71,启动终端的在线定位功能,并获取终端的校验地图。

[0174] 在一种可行的实施方式中,终端可通过上述实施例所描述的实现方式生成校验地图,并存储至终端的指定存储空间中。当终端启动在线定位功能时,可从该指定存储空间中获取得到该校验地图,并将该校验地图作为后续估计终端的在线位姿的参考数据。

[0175] S72,监测各个传感器的观测数据的输入。

[0176] 具体实现中,数据融合中心监测各个传感器的观测数据的输入的实现方式可参见上述实施例一中步骤S12所描述的实现方式,在此不再赘述。

[0177] S73,当任一时刻 t_3 获取到任一传感器L的观测数据时,确定传感器L的传感器类型。若传感器L的类型为第一类型则执行步骤S74,若传感器L的类型为第二类型,则执行步骤S75和S76。

[0178] 在一种可选的实施方式中,数据融合中心可在某一时刻(例如 t_3)接收到任一传感器(例如传感器L)输入的观测数据时,首先确定该传感器L的类型确定采用哪种数据处理方式对该观测数据进行数据对准。可选的,上述传感器K和传感器L也可为一个传感器,在此不做限制。

[0179] 可选的,第一类型的传感器输入的观测数据可采用一元位姿观测对应的实现方式

(为方便描述,后续将以一元位姿计算方式为例进行说明)计算该传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的位姿(包括旋转矩阵和平移向量),具体可参见上述实施例一中步骤S14 所描述的实现方式,在此不再赘述。

[0180] 若传感器L为第二类型的传感器,数据融合中心还可将该传感器L的观测数据与校验地图进行匹配,并将匹配得到的观测数据按照一元位姿观测对应的实现方式计算匹配得到的观测数据对准到基准传感器的采样时刻上的位姿(包括旋转矩阵和平移向量)。其中,将匹配得到的观测数据对准到基准传感器的采样时刻上的旋转矩阵和平移向量的实现方式可参见上述实施例一中步骤S14所描述的实现方式,在此不再赘述。

[0181] 若传感器L为第二类型的传感器,则数据融合中心可采用二元位姿观测对应的实现方式(为方便描述,后续将以二元位姿计算方式为例进行说明)计算该传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的旋转矩阵和平移向量。

[0182] S74,计算第一类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的位姿。

[0183] 具体实现中,为方便描述,并区别与实施例一中的第一传感器,这里的第一类型的传感器将以第三传感器为例进行说明。其中,第一传感器和第三传感器也可为同一个传感器,在此不做限制。

[0184] 若传感器L为第一类型的第三传感器,数据融合中心则可从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻(例如 T_4),并计算第三传感器在到 T_4 上的旋转数据(例如第四旋转数据)和平移数据(例如第四平移数据),以及第四旋转数据和第四平移数据对应的协方差(例如第四协方差矩阵)。具体实现中,数据融合中心计算第四旋转数据、第四平移数据和/或第四协方差矩阵的实现方式可参见上述实施例一中的步骤S14和S15中各个步骤所描述的实现方式,在此不再赘述。这里,旋转数据可为旋转矩阵,平移数据可为平移向量,具体可参见上述实施例一中相应的实现方式,在此不再赘述。

[0185] S75,将传感器L的观测数据与校验地图进行匹配以得到传感器L在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据。

[0186] 为方便描述,并区别与实施例一中的第二类型的第二传感器,这里将以第四传感器作为第二类型的传感器为例进行说明。其中,第二传感器和第四传感器也可为同一个传感器,在此不做限制。

[0187] 具体实现中,数据融合终端可将第四传感器在 t_3 上的观测数据与校验地图进行匹配,确定第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据。例如,参考旋转矩阵和/或参考平移向量。

[0188] 可选的,若终端中存在校验地图,数据融合中心则可将当前获取的第四传感器的观测数据与校验地图进行匹配,并将匹配结果输入一元位姿计算方式的处理流程中,例如上述实施例一中步骤a1至c1所描述的实现方式,以及上述实施例一中步骤S15所描述的实现方式,在此不再赘述。数据融合中心可根据第四传感器在 t_3 上的参考旋转矩阵和/或参考平移向量计算第四传感器在到 T_4 上的旋转数据(第五旋转数据,例如第五旋转矩阵)和平移数据(第五平移数据,例如第五平移向量),以及第五旋转数据和第五平移数据对应的协方差矩阵(例如第五协方差矩阵)。

[0189] S76,计算第二类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的旋转数据和平移数据及其对应的协方差。

[0190] 在一种可行的实施方式中,数据融合中心可从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的两个采样时刻,例如 T_5 和 T_6 ,其中, T_5 表示 t_3 的最近邻采样时刻, T_6 表示 t_3 的次近邻采样时刻,例如与 t_3 相邻并且在 t_3 之前的采样时刻(例如 t_4)的最近邻采样时刻。根据第四传感器的采样间隔和 t_3 确定出 t_4 ,以及在 T_5 上插值时的插值系数(例如 λ_5)和在 T_6 上插值时的插值系数(例如 λ_6),并根据 λ_5 、 λ_6 和第四传感器在 t_3 和 t_4 上的观测数据计算第四传感器从 T_5 到 T_6 上的旋转数据(第六旋转数据,例如第六旋转矩阵)和平移数据(第六平移数据,例如第六平移向量),计算第六旋转数据和第六平移数据对应的协方差矩阵(例如第六协方差)。具体实现中,数据融合中心计算第二类型的传感器的观测数据对应到基准传感器的采样时刻上的旋转数据和平移数据(例如旋转矩阵和平移向量)及其对应的协方差矩阵的实现方式可参见上述实施例一中步骤S16和17所描述的实现方式,在此不再赘述。

[0191] S77,融合包括 T_4 、 T_5 和 T_6 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵以得到所述终端的在线位姿估计值。

[0192] 在一种可行的实施方式中,数据融合中心可基于smoothing方式将各个传感器在基准传感器的各个采样时刻上的旋转矩阵、平移向量和/或协方差矩阵进行融合以得到终端在各采样时刻上的位姿估计值。其中,融合的旋转数据至少包括第四旋转数据、第五旋转数据或第六旋转数据,融合的平移数据至少包括第四平移数据、第五平移数据或第六平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第四协方差矩阵、第五协方差矩阵,或第六协方差矩阵。

[0193] 在本申请实施例中,数据融合中心可将传感器的观测数据与校验地图进行匹配,将匹配得到的观测数据与各个传感器实时采集的观测数据进行融合,并对多个传感器的观测数据的融合结果进行增量平滑迭代优化,最终实时估计出当前终端的在线位姿估计值,操作方便,在线位姿估计精度高,适用性更强。

[0194] 参见图8,图8是本申请实施例提供的传感器数据处理的装置结构示意图。本申请实施例提供的传感器数据处理的装置可包括:

[0195] 确定单元81,用于从终端中的至少两个传感器中确定出一个基准传感器,并确定出所述基准传感器的各采样时刻。

[0196] 获取单元82,用于获取任一传感器的观测数据。

[0197] 确定单元81,还用于在任一时刻 t_1 获取单元82获取到任一传感器K的观测数据时,确定传感器K的传感器类型。

[0198] 确定单元81,还用于在传感器K为第一类型的第一传感器时,从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的采样时刻 T_1 ,根据第一传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 。

[0199] 计算单元83,用于确定单元81确定的 λ_1 和获取单元82获取的第一传感器的观测数据计算第一传感器在 T_1 的第一旋转数据和第一平移数据,计算第一旋转数据和第一平移数据对应的第一协方差矩阵。

[0200] 确定单元81,还用于在传感器K为第二类型的第二传感器时,从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_1 最近的两个采样时刻 T_2 和 T_3 ,根据第二传感器的采样间隔和 t_1 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 。

[0201] 计算单元83,还用于根据确定单元81确定的根据 λ_2 、 λ_3 和第二传感器的观测数据计算第二传感器从 T_2 到 T_3 的第二旋转数据和第二平移数据,计算第二旋转数据和第二平移数

据对应的第二协方差矩阵。

[0202] 数据融合单元84,用于融合计算单元83处理得到的包括 T_1 、 T_2 和 T_3 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据、平移数据和协方差矩阵以得到终端在所述各采样时刻上的位姿估计值;

[0203] 其中,融合的旋转数据至少包括第一旋转数据和/或第二旋转数据,融合的平移数据至少包括第一平移数据和/或第二平移数据,融合的协方差矩阵至少包括第一协方差矩阵,和/或第二协方差矩阵。

[0204] 在一种可行的实施方式中,确定单元81用于:

[0205] 根据所述第一传感器的采样间隔确定所述 t_1 之前的最近邻采样时刻 t_2 ,并根据所述 t_1 和 t_2 计算在所述 T_1 上插值时的插值系数 λ_1 ;

[0206] 其中,所述 λ_1 满足:

$$[0207] \quad \lambda_1 = \frac{(T_1 - t_2)}{(t_1 - t_2)}。$$

[0208] 在一种可行的实施方式中,第一传感器的观测数据包括第一传感器的旋转矩阵和平移向量;获取单元82,用于获取第一传感器在 t_1 上的旋转矩阵 G_1R 和平移向量 G_1p_1 ,以及第一传感器在 t_2 上的旋转矩阵 G_2R 和平移向量 G_2p_2 。

[0209] 计算单元83,用于根据获取单元81获取的 λ_1 、 G_1R 、 G_1p_1 、 G_2R 和 G_2p_2 计算第一传感器在 T_1 上的第一旋转矩阵 ${}^{T_1}_G R$ 和第一平移向量 ${}^G p_{T_1}$;

[0210] 其中, ${}^{T_1}_G R$ 满足:

$$[0211] \quad {}^{T_1}_G R = \text{Exp}(\lambda_1 [\text{Logv}({}^G_1R {}^G_2R^T) \times]) {}^G_2R;$$

[0212] ${}^G p_{T_1}$ 满足:

$$[0213] \quad {}^G p_{T_1} = (1 - \lambda_1) {}^G_2p_2 + \lambda_1 {}^G_1p_1;$$

[0214] 其中,所述第一旋转矩阵 ${}^{T_1}_G R$ 为第一旋转数据,所述第一平移向量 ${}^G p_{T_1}$ 为第一平移数据。

[0215] 在一种可行的实施方式中,计算单元83用于:

[0216] 计算第一传感器在所述 t_1 上的位姿对应的协方差矩阵 P_{t_1} ,并计算第一传感器在 t_2 上的位姿对应的协方差矩阵 P_{t_2} ;根据第一旋转数据和第一平移数据计算雅可比矩阵 H_u ,并根据 P_{t_1} 和 P_{t_2} 计算第一旋转数据和第一平移数据对应的协方差矩阵 P_{T_1} ;

[0217] 其中, H_u 满足:

$$[0218] \quad H_u = \begin{bmatrix} -{}_2^i \hat{R} (J_r(\lambda \text{Logv}({}_2^1 \hat{R}))) & \mathbf{0}_{3 \times 3} & {}_2^i \hat{R} (J_r(-\lambda \text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T))) & \mathbf{0}_{3 \times 3} \\ \lambda J_r^{-1}(\text{Logv}({}_2^1 \hat{R})) - I & & \lambda J_r^{-1}(\text{Logv}({}_2^1 \hat{R}^T)) & \\ \mathbf{0}_{3 \times 3} & (1 - \lambda)I & \mathbf{0}_{3 \times 3} & \lambda I \end{bmatrix}$$

[0219] P_{T_1} 满足:

$$[0220] \quad P_{T1} = H_u P_{1,2} H_u^T = \begin{bmatrix} \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^1 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G \tilde{p}_2} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G \tilde{p}_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{t1} & 0_{6 \times 6} \\ 0_{6 \times 6} & P_{t2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^2 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{\theta}}{\delta_G^1 \tilde{\theta}} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G \tilde{p}_2} & 0_{3 \times 3} & \frac{\delta_G \tilde{p}_i}{\delta_G \tilde{p}_1} \end{bmatrix}^T$$

[0221] 其中, $P_{1,2}$ 表示 $P_{t1} P_{t2}$, \hat{R} 表示对旋转矩阵 R 的估计值, $0_{3 \times 3}$ 、 $0_{6 \times 6}$ 表示 3×3 和 6×6 的全零矩阵, I 表示单位矩阵, i 代表 T_1 , G 代表全局坐标系, λ 表示插值系数 λ_1 , J_r 为右雅克比矩阵, Logv 代表矩阵的对数运算, $\tilde{\theta}$ 、 \tilde{p} 分别为角度及位移的误差向量。

[0222] 在一种可行的实施方式中, 确定单元 81 用于:

[0223] 根据第二传感器的采样间隔和 t_1 确定 t_1 之前的采样时刻 t_2 , 并根据 t_1 和 t_2 确定在 T_2 上插值时的插值系数 λ_2 和在 T_3 上插值时的插值系数 λ_3 ; 其中, λ_2 满足:

$$[0224] \quad \lambda_2 = \frac{(T_2 - t_1)}{(t_1 - t_2)}$$

[0225] λ_3 满足:

$$[0226] \quad \lambda_3 = \frac{(t_2 - T_3)}{(t_1 - t_2)}$$

[0227] 其中, T_2 表示基准传感器的采样时刻中距离 t_1 最近的采样时刻, T_3 表示基准传感器的采样时刻中距离 t_2 最近的采样时刻。

[0228] 在一种可行的实施方式中, 第二传感器的观测数据包括第二传感器的旋转矩阵和平移向量; 获取单元 82, 用于获取第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的旋转矩阵 2_1R , 以及第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的平移向量 2_1p_1 。

[0229] 计算单元 83, 用于根据获取单元 82 获取的 λ_2 、 λ_3 、 2_1R 和 2_1p_1 计算第二传感器在 T_2 和 T_3 之间的相对运动的第二旋转矩阵 ${}^{T3}_{T2}R$ 和第二平移向量 ${}^{T3}_{T2}p_{T2}$;

[0230] 其中, ${}^{T3}_{T2}R$ 满足:

$$[0231] \quad {}^{T3}_{T2}R = \text{Expv}[(1 + \lambda_3 + \lambda_2) \text{Logv}({}^2_1R)]$$

[0232] ${}^{T3}_{T2}p_{T2}$ 满足:

$$[0233] \quad {}^{T3}_{T2}p_{T2} = (1 + \lambda_3 + \lambda_2) \text{Expv}[-\lambda_3 \text{Logv}({}^2_1R)]^2 p_1。$$

[0234] 在一种可行的实施方式中, 计算单元 83 用于:

[0235] 计算第二传感器在 t_1 和 t_2 之间的旋转矩阵和平移向量对应的协方差矩阵 P_{t12} ; 根据第二旋转数据和第二平移数据计算雅可比矩阵 H_u , 并根据 P_{t12} 计算第二旋转数据和第二平移数据对应的协方差矩阵 P_{T12} ;

[0236] 其中, H_u 满足:

$$[0237] \quad H_u = \begin{bmatrix} J_r[(1 + \lambda_b + \lambda_e) \text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)](1 + \lambda_b + \lambda_e) J_r^{-1}[\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)] & 0_{3 \times 3} \\ -(1 + \lambda_b + \lambda_e) \text{Expv}[\lambda_b \text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)] & \\ [{}^2_1\hat{p}_1 \times] J_r(\lambda_b \text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)) \lambda_b J_r^{-1}(\text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)) & (1 + \lambda_b + \lambda_e) \text{Expv}[-\lambda_b \text{Logv}({}^1_2\hat{R}^T)] \end{bmatrix}$$

[0238] P_{T12} 满足:

$$[0239] \quad P_{T12} = H_u P_{t12} H_u^T = \begin{bmatrix} \frac{\delta_b^e \tilde{\theta}}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & O_{3 \times 3} \\ \frac{\delta^b \tilde{p}_e}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & \frac{\delta^b \tilde{p}_e}{\delta^2 \tilde{p}_1} \end{bmatrix} P_{t12} \begin{bmatrix} \frac{\delta_b^e \tilde{\theta}}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & O_{3 \times 3} \\ \frac{\delta^b \tilde{p}_e}{\delta_2^1 \tilde{\theta}} & \frac{\delta^b \tilde{p}_e}{\delta^2 \tilde{p}_1} \end{bmatrix}^T$$

[0240] 其中, \hat{R} 表示对旋转矩阵R的估计值, $O_{3 \times 3}$ 表示3*3的全零矩阵, b代表 T_3 , e代表 T_2 , λ_b 和 λ_e 分别表示插值系数 λ_3 和 λ_2 , Jr为右雅克比矩阵, Logv代表矩阵的对数运算, $\tilde{\theta}$ 、 \tilde{p} 分别为角度及位移的误差向量。

[0241] 在一种可行的实施方式中,上述装置还包括:

[0242] 地图构建单元85,用于根据数据融合单元84处理得到的包括 T_1 、 T_2 和/或 T_3 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转矩阵和平移向量,以及终端在各采样时刻上的位姿估计值在全局坐标系下构建校验地图;其中,该校验地图用于为终端的在线位姿估计值的确定提供参考数据。

[0243] 在一种可行的实施方式中,上述装置还包括:

[0244] 启动单元86,用于启动终端的在线定位功能,并获取所述终端的校验地图。

[0245] 确定单元81,还用于当获取单元82在任一时刻 t_3 获取到任一传感器L的观测数据时,确定传感器L的传感器类型。

[0246] 确定单元81,还用于在传感器L为第一类型的第三传感器时,从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻 T_4 。

[0247] 计算单元83,还用于计算第三传感器在 T_4 上的第四旋转数据和第四平移数据,以及第四旋转数据和第四平移数据对应的第四协方差矩阵;

[0248] 若传感器L为第二类型的第四传感器,确定单元81和计算单元83还用于执行操作:

[0249] 确定单元81,还用于将第四传感器在 t_3 上的观测数据与校验地图进行匹配,确定第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据,从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的采样时刻 T_4 ;

[0250] 计算单元,还用于根据第四传感器在 t_3 上的参考旋转数据和参考平移数据计算第四传感器在 T_4 上的第五旋转数据和第五平移数据,以及第五旋转数据和第五平移数据对应的第五协方差矩阵。

[0251] 确定单元81,还用于从基准传感器的各采样时刻中确定出距离 t_3 最近的两个采样时刻 T_5 和 T_6 ,根据第四传感器的采样间隔和 t_3 确定在 T_5 上插值时的插值系数 λ_5 和在 T_6 上插值时的插值系数 λ_6 。

[0252] 计算单元83,还用于根据 λ_5 、 λ_6 和第四传感器的观测数据计算第四传感器从 T_5 到 T_6 上的第六旋转数据和第六平移数据,计算第六旋转数据和第六平移数据对应的第六协方差矩阵;

[0253] 数据融合单元84,还用于融合计算单元83处理得到的包括 T_4 、 T_5 和 T_6 在内的基准传感器的各采样时刻上的旋转数据和平移数据,以及协方差矩阵以得到终端的在线位姿估计值;其中,融合的旋转数据至少包括第四旋转数据、第五旋转数据或第六旋转数据,融合的平移数据至少包括第四平移数据、第五平移数据或第六平移数据,融合的协方差矩阵至少包括所述第四协方差矩阵、第五协方差矩阵,或第六协方差矩阵。

[0254] 在一种可行的实施方式中,包括第一传感器和/或第三传感器在内的第一类型的传感器用于采集第一类型的传感器在其任一采样时刻上的旋转数据和平移数据。

[0255] 在一种可行的实施方式中,包括第二传感器和/或第四传感器在内的第二类型的传感器用于采集第二类型的传感器在其任意两个相邻的采样时刻之间的相对运动的旋转数据和平移数据。

[0256] 具体实现中,本申请实施例提供的传感器数据处理的装置也可为本申请实施例提供的终端。本申请实施例提供的传感器数据处理的装置可通过其内置的各个单元执行上述各个实现所描述的实现方式,在此不再赘述。

[0257] 请参见图9,图9是本申请实施例提供的一种通信设备40的结构示意图。如图9所示,本申请实施例提供的通信设备40包括处理器401、存储器402、收发器403和总线系统404。其中,上述处理器401、存储器402和收发器403通过总线系统404连接。

[0258] 上述存储器402用于存放程序。具体地,程序可以包括程序代码,程序代码包括计算机操作指令。存储器402包括但不限于是随机存储记忆体(random access memory, RAM)、只读存储器(read-only memory, ROM)、可擦除可编程只读存储器(erasable programmable read only memory, EPROM)、或便携式只读存储器(compact disc read-only memory, CD-ROM)。图9中仅示出了一个存储器,当然,存储器也可以根据需要,设置为多个。存储器402也可以是处理器401中的存储器,在此不做限制。

[0259] 存储器402存储了如下的元素,可执行模块或者数据结构,或者它们的子集,或者它们的扩展集:

[0260] 操作指令:包括各种操作指令,用于实现各种操作。

[0261] 操作系统:包括各种系统程序,用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

[0262] 上述处理器401控制通信设备40的操作,处理器401可以是一个或多个中央处理器(central processing unit, CPU),在处理器401是一个CPU的情况下,该CPU可以是单核CPU,也可以是多核CPU。

[0263] 具体的应用中,通信设备40的各个组件通过总线系统404耦合在一起,其中总线系统404除包括数据总线之外,还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。但是为了清楚说明起见,在图9中将各种总线都标为总线系统404。为便于表示,图9中仅是示意性画出。

[0264] 本申请实施例提供的上述各个实施例揭示的传感器数据处理的方法可以应用于处理器401中,或者由处理器401实现。处理器401可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器401中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器401可以是通用处理器、数字信号处理器(digital signal processing, DSP)、专用集成电路(application specific integrated circuit, ASIC)、现场可编程门阵列(field-programmable gate array, FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成,或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域

成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器402,处理器401读取存储器402中的信息,结合其硬件执行上述各个实施例所描述传感器数据处理的方法的步骤。

[0265] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,该流程可以由计算机程序来指令相关的硬件完成,该程序可存储于计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,可包括如上述各方法实施例的流程。而前述的存储介质包括:ROM或随机存储记忆体RAM、磁碟或者光盘等各种可存储程序代码的介质。

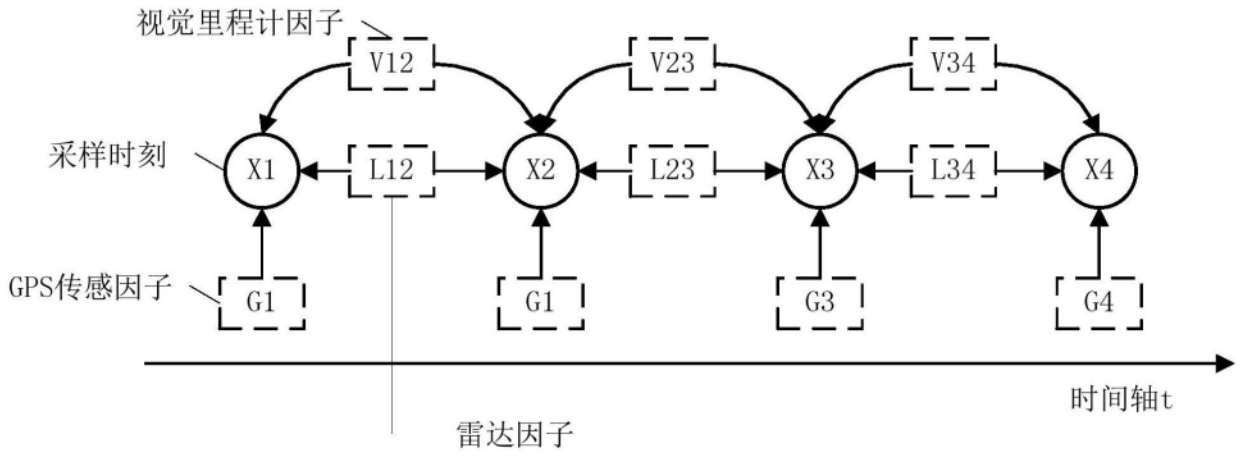


图1

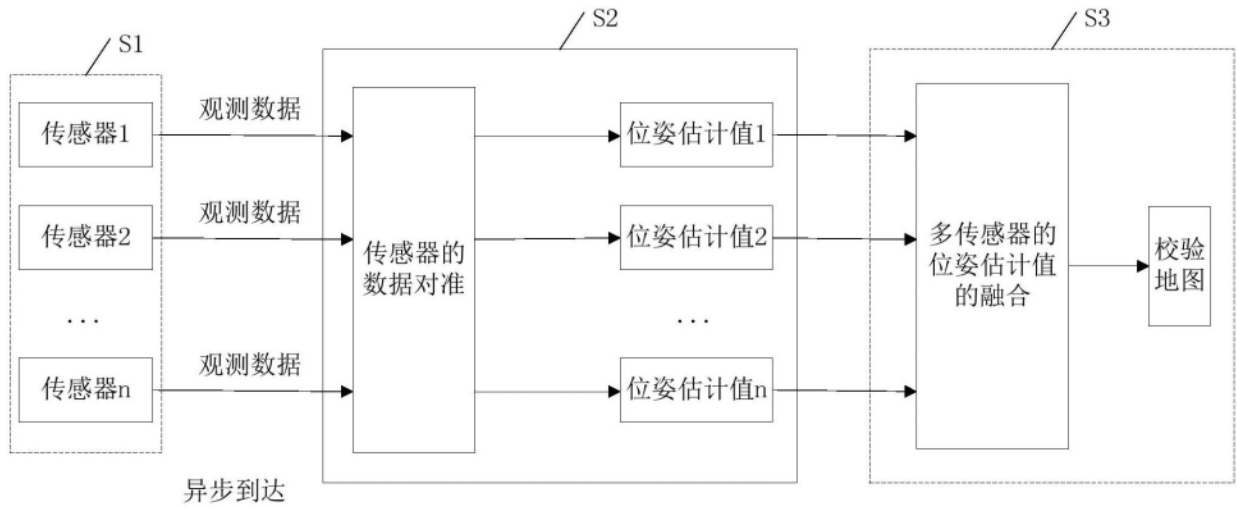


图2

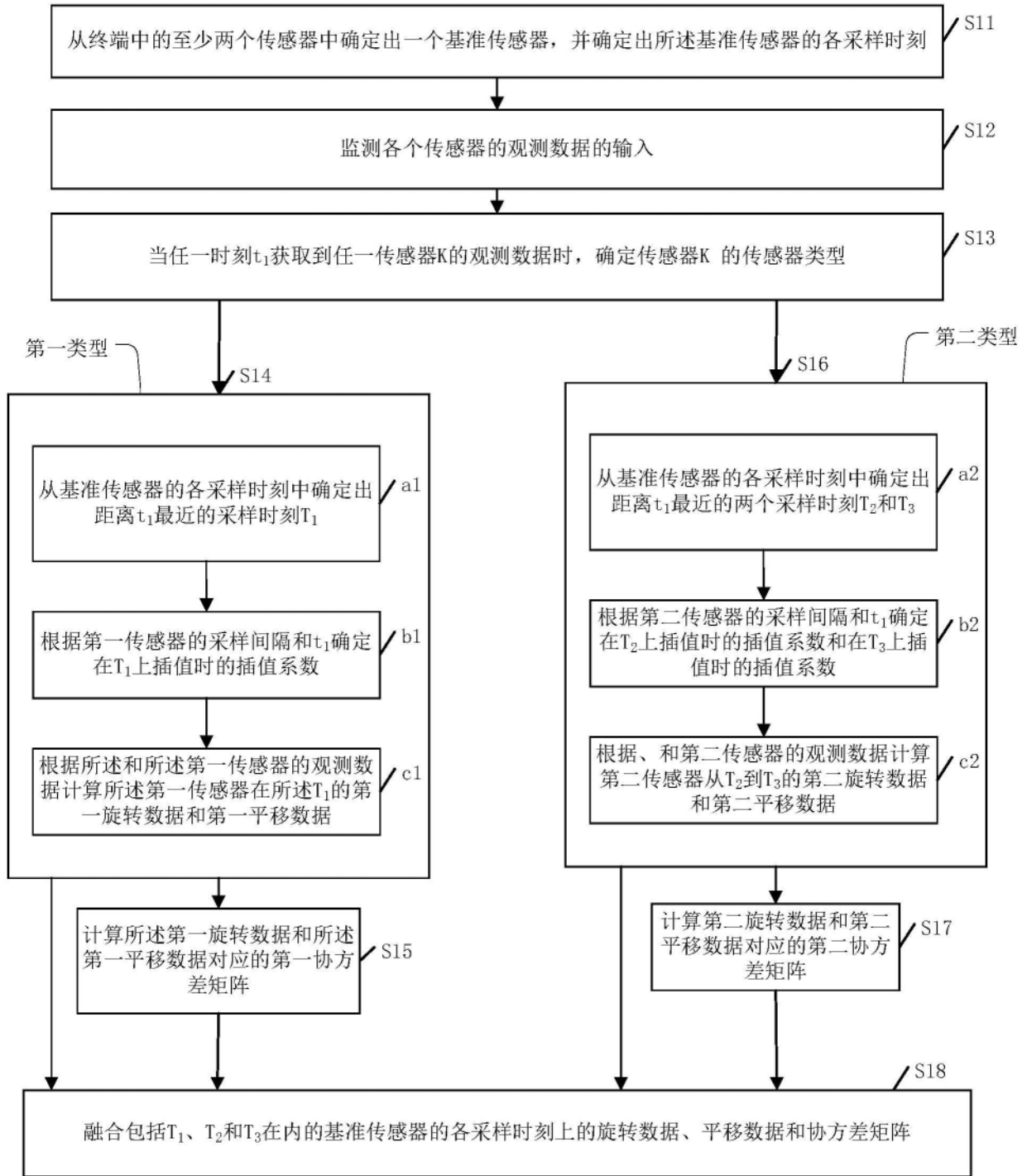


图3

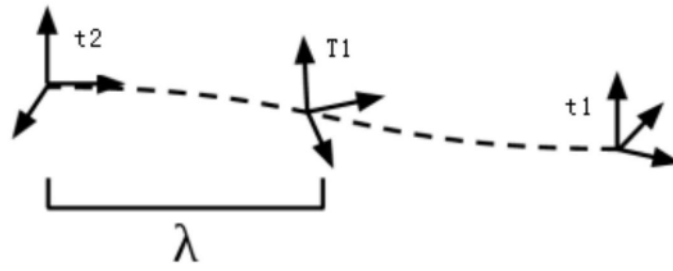


图4

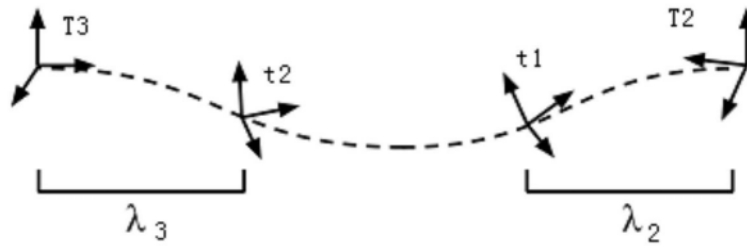


图5

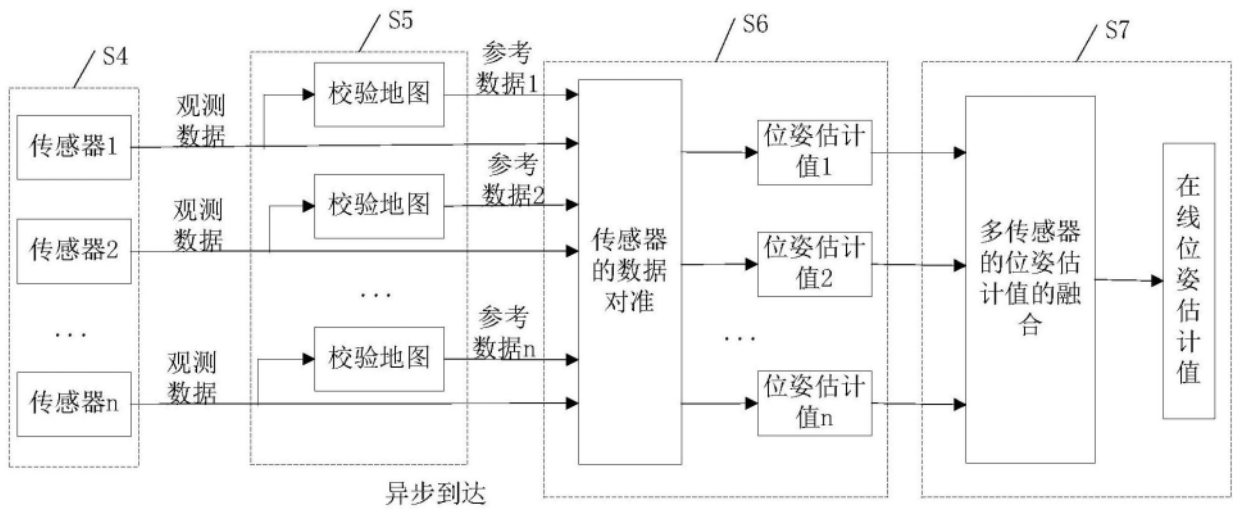


图6

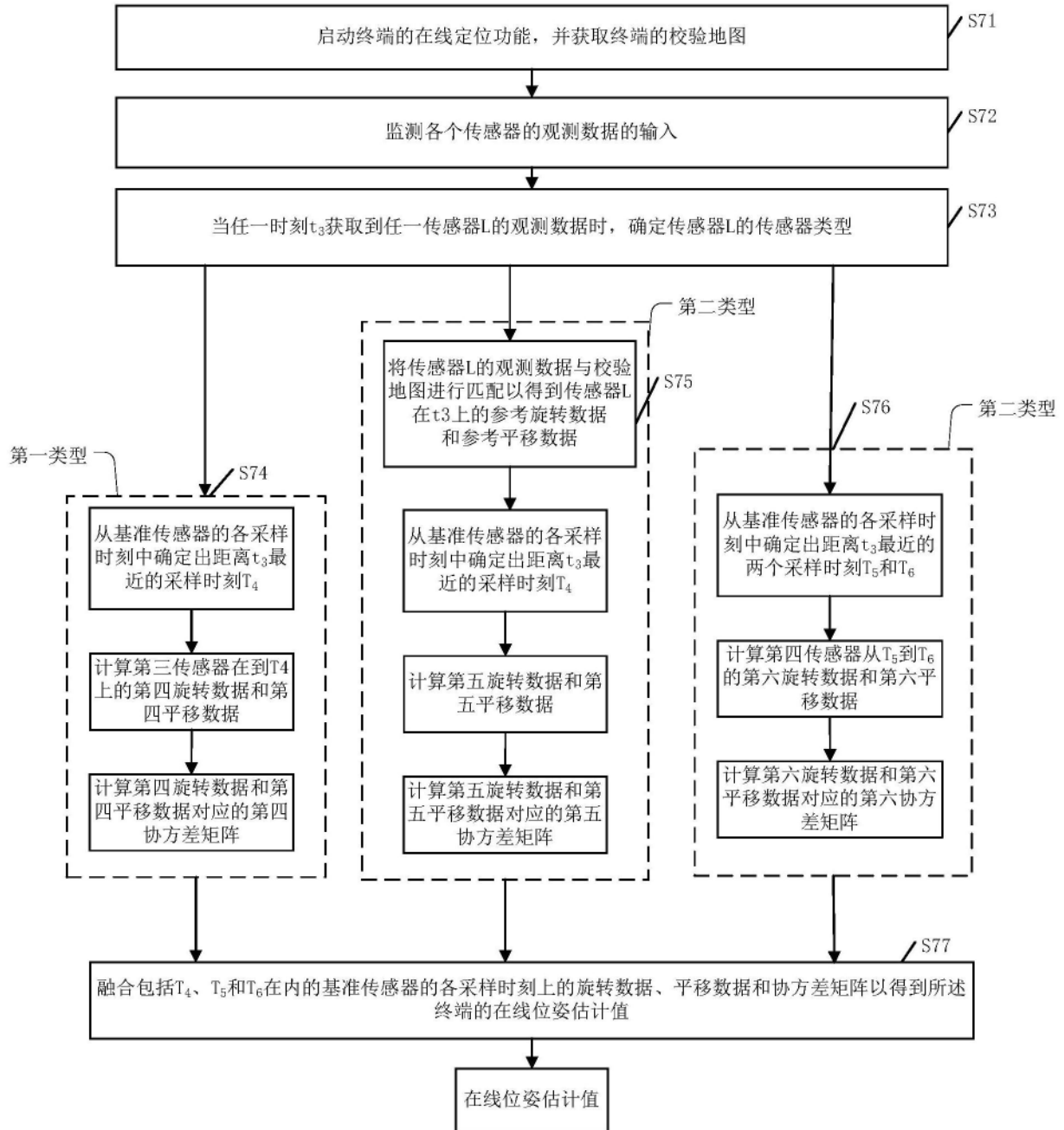


图7

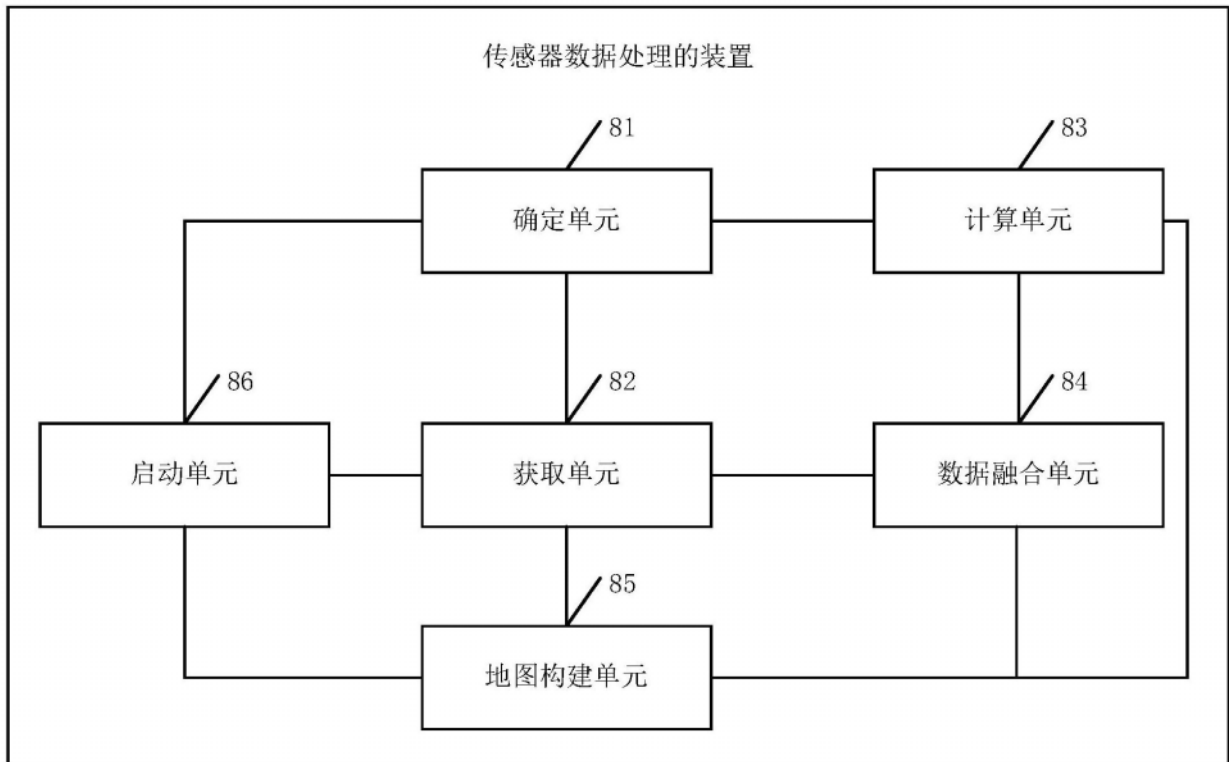


图8

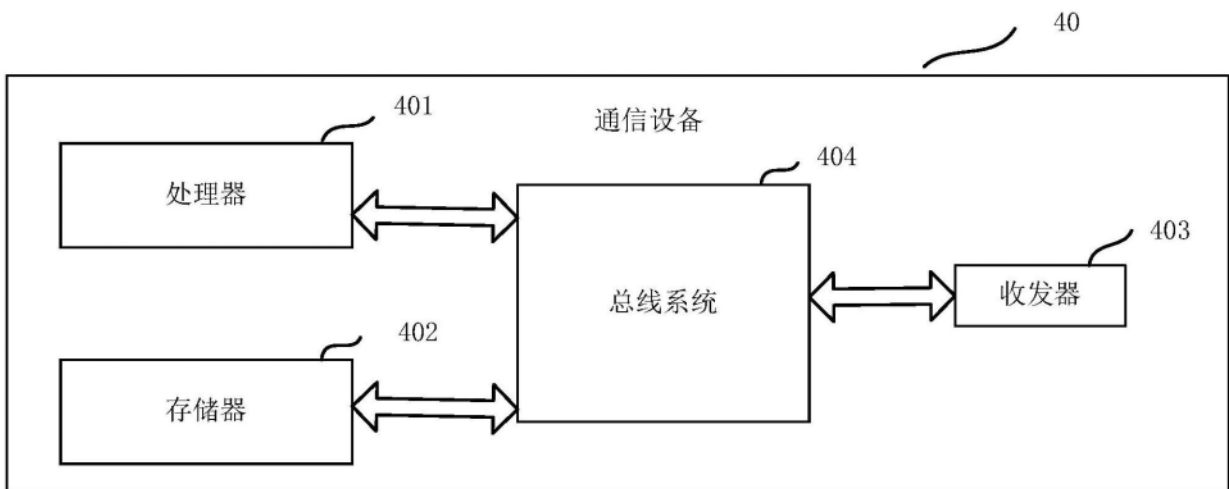


图9