



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114353787 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 10

(21) 申请号 202111482055.7

CN 101576615 A, 2009.11.11

(22) 申请日 2021.12.06

CN 102419180 A, 2012.04.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104075711 A, 2014.10.01

申请公布号 CN 114353787 A

CN 104655137 A, 2015.05.27

(43) 申请公布日 2022.04.15

CN 106125045 A, 2016.11.16

(73) 专利权人 理大产学研基地(深圳)有限公司

CN 106153049 A, 2016.11.23

地址 518000 广东省深圳市南山区高新技

CN 106382931 A, 2017.02.08

术产业园南区粤兴一道18号香港理工

CN 107389060 A, 2017.11.24

大学产学研大楼215室

CN 107820314 A, 2018.03.20

(72) 发明人 史文中 余跃

CN 109413578 A, 2019.03.01

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

CN 110231592 A, 2019.09.13

务所(普通合伙) 44268

CN 110996387 A, 2020.04.10

专利代理师 王娅洁

CN 112902960 A, 2021.06.04

(51) Int. Cl.

CN 112985394 A, 2021.06.18

G01C 21/16 (2006.01)

US 2017108575 A1, 2017.04.20

G01C 21/20 (2006.01)

US 2020096598 A1, 2020.03.26

WO 2016138800 A1, 2016.09.09

审查员 张茹

(56) 对比文件

CN 101547048 A, 2009.09.30

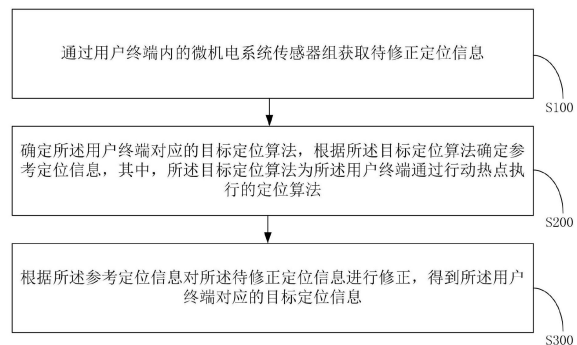
权利要求书3页 说明书14页 附图7页

(54) 发明名称

一种多源融合定位方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多源融合定位方法,所述方法包括:通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息;确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,其中,所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法;根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。本发明的融合了行动热点和微机电系统传感器两种定位源输出的定位结果,解决了现有技术中使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果的问题。



1. 一种多源融合定位方法,其特征在于,所述方法包括:

通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息;

确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,其中,所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法;

根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息;

当所述目标定位算法为行动热点测距算法和行动热点指纹算法时,所述确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,包括:

获取若干第一接入点分别与所述用户终端之间的信道状态数据;

将若干所述第一接入点分别对应的所述信道状态数据输入所述行动热点测距算法,得到若干第一接入点分别与所述用户终端之间的距离数据;

根据若干所述第一接入点分别对应的所述距离数据确定第一参考定位信息;

获取若干第二接入点分别与所述用户终端之间的信号强度数据;

将若干所述第二接入点分别对应的所述信号强度数据输入所述行动热点指纹算法,得到第二参考定位信息;

将所述第一参考定位信息和所述第二参考定位信息作为所述参考定位信息;

若干所述第一接入点包括第一接入分点和第二接入分点,所述根据若干所述第一接入点分别对应的所述距离数据确定所述第一参考定位信息,包括:获取所述第一接入分点和所述第二接入分点分别对应的位置信息;根据所述第一接入分点和所述第二接入分点分别对应的所述距离数据和所述位置信息,确定测距定位信息;根据所述第一接入分点和所述第二接入分点分别对应的所述位置信息以及所述测距定位信息,构建待检验向量;判断所述待检验向量是否闭环成立,当所述待检验向量闭环成立时,将所述测距定位信息作为所述第一参考定位信息;闭环检测的原理为:

构造行动热点测距算法的测距模型:

$$L_{\text{observed}} = L_{\text{FTM}} + d_{\text{bias}} + d_N + d_{\text{random}}$$

其中, $L_{\text{observed}}$ 为接收端得到的测距距离值, $L_{\text{FTM}}$ 为真实值, $d_{\text{bias}}$ 为初始零偏值, $d_N$ 为非视距误差值, $d_{\text{random}}$ 为随机误差值;

建立闭环模型,在理想状态下的闭环模型为:

$$\overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AB} - \overrightarrow{AC}$$

其中, $\overrightarrow{BC}$ , $\overrightarrow{AB}$ 和 $\overrightarrow{AC}$ 分别表示由A,B,C三点之间构造的向量;添加误差量后的闭环模型如下:

$$\overrightarrow{AB} - \overrightarrow{AC} - \overrightarrow{BC} = d_{\text{bias}} + d_N + d_{\text{random}} + d_p$$

其中,新增的参数 $d_p$ 表示由位置更新带来的不确定性误差;

闭环模型方程转成由向量形式转成坐标形式:

$$\begin{cases} X_{BC} = \tilde{X}_{AB} \pm \tilde{X}_{AC} \\ Y_{BC} = \tilde{Y}_{AB} \pm \tilde{Y}_{AC} \end{cases}$$

其中,  $X_{BC}$ 和 $Y_{BC}$ 分别表示闭环向量 $\overline{BC}$ 的坐标拆解结果,  $\tilde{X}_{AB}$ ,  $\tilde{X}_{AC}$ ,  $\tilde{Y}_{AB}$ 和 $\tilde{Y}_{AC}$ 分别表示基于预测的位置坐标到两个Wi-Fi基站之间的坐标差值;

根据预测的位置坐标对行动热点测距结果构造对应向量:

$$\begin{cases} \overline{X}_{AB} = \frac{\tilde{X}_{AB} \overline{\xi}_{AB}}{\tilde{\varpi}_{AB}} \\ \overline{Y}_{AB} = \frac{\tilde{Y}_{AB} \overline{\xi}_{AB}}{\tilde{\varpi}_{AB}} \end{cases}$$

其中,  $\overline{X}_{AB}$ 和 $\overline{Y}_{AB}$ 表示基于更新的位置构造出的测距向量,  $\overline{\xi}_{AB}$ 表示A,B两点之间实际测距结果,  $\tilde{\varpi}_{AB}$ 表示预测位置A与Wi-Fi接入点对应的B点之间的欧氏距离;构造出坐标形式的闭环向量:

$$\begin{cases} V_x = \overline{X}_{AB} \pm \overline{X}_{AC} - X_{BC} \\ V_y = \overline{Y}_{AB} \pm \overline{Y}_{AC} - Y_{BC} \end{cases}$$

其中,  $\mathbf{u} = [V_x, V_y]^T$ 为闭环向量,最终的闭环结果是否成立用以下方程来表述:

$$\|\mathbf{u}\| > \mu(\sqrt{D_r} + \sqrt{D_p});$$

其中,  $\|\mathbf{u}\|$ 为闭环向量模值,  $D_r$ 为测距的随机误差的方差,  $D_p$ 为预测位置的不确定性误差的方差,  $\mu$ 为缩放比例;当闭环向量模值大于右侧的计算结果时,判断该闭环向量受到非视距误差的干扰;

所述将若干所述第二接入点分别对应的所述信号强度数据输入所述行动热点指纹算法,得到所述第二参考定位信息,包括:获取预设的行动热点指纹数据库,其中,所述行动热点指纹数据库中包含有若干参考接入点,每一所述参考接入点均具有信号强度标签和地址标签;将若干所述第二接入点分别对应的所述信号强度数据与所述行动热点指纹数据库进行比对,得到候选的若干所述参考接入点;将若干所述参考接入点输入最近邻匹配算法,得到候选的若干所述参考接入点分别对应的权重值;根据候选的若干所述参考接入点分别对应的所述权重值和所述地址标签,确定所述第二参考定位信息;

最近邻匹配算法中K值自适应调整的方法为:

$$\begin{cases} \gamma = Dis_{t,other} / Dis_{t,r_1} - 1 \\ \text{case01: } Dis_{t,r_1} < Dis_{t,other}, \gamma > \kappa \\ \text{case02: } Dis_{t,r_1} \approx Dis_{t,other}, \gamma \leq \kappa \end{cases}$$

式中,  $Dis_{t,r_1}$ 为K个最近邻值中距离最近的值,  $Dis_{t,other}$ 为其他值,当 $\gamma$ 小于设定的阈值 $\kappa$ 时,保留满足条件的K个近邻值,从而完成K值大小的自适应调整;计算得出的加权位置如下:

$$\text{POS}'(x_r, y_r) = \frac{\sum_{i=1}^K \omega_i^\gamma \text{POS}(x_i, y_i)}{\sum_{i=1}^K \omega_i^\gamma}$$

其中,  $\omega_i^\gamma$  为相应的每个最近邻位置的权值大小,  $\text{POS}(x_i, y_i)$  为相应的二维位置坐标。

2. 根据权利要求1所述的多源融合定位方法, 其特征在于, 所述微机电系统传感器组包括磁力计、陀螺仪、加速度计以及气压计, 所述通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息, 包括:

获取所述陀螺仪输出的角速度数据;

获取所述加速度计输出的加速度数据;

获取所述磁力计输出的磁场数据;

获取所述气压计输出的气压数据, 根据所述气压数据确定所述用户终端对应的高度数据;

根据所述角速度数据、所述加速度数据、所述磁场数据以及所述高度数据, 确定所述待修正定位信息。

3. 根据权利要求2所述的多源融合定位方法, 其特征在于, 所述根据所述角速度数据、所述加速度数据、所述磁场数据以及所述高度数据, 确定所述待修正定位信息, 包括:

将所述角速度数据和所述加速度数据输入惯性导航定位模型得到惯性导航定位信息;

将所述加速度数据输入行人导航定位模型得到行人导航定位信息;

将所述磁场数据、所述高度数据、所述惯性导航定位信息以及所述行人导航定位信息输入预设的滤波算法, 得到所述待修正定位信息。

4. 根据权利要求1所述的多源融合定位方法, 其特征在于, 所述根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正, 得到所述用户终端对应的目标定位信息, 包括:

根据所述第一参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的第一误差数据;

根据所述第一误差数据对所述待修正定位信息进行修正, 得到修正定位信息;

根据所述第二参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的第二误差数据;

根据所述第二误差数据对所述修正定位信息进行修正, 得到所述目标定位信息。

5. 根据权利要求1所述的多源融合定位方法, 其特征在于, 当所述目标定位算法为行动热点指纹算法时, 所述确定所述用户终端对应的目标定位算法, 根据所述目标定位算法确定参考定位信息, 包括:

通过所述行动热点指纹算法确定所述参考定位信息。

6. 根据权利要求5所述的多源融合定位方法, 其特征在于, 所述根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正, 得到所述用户终端对应的目标定位信息, 包括:

根据所述参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的误差数据;

根据所述误差数据对所述待修正定位信息进行修正, 得到所述目标定位信息。

7. 一种计算机可读存储介质, 其上存储有多条指令, 其特征在于, 所述指令适用于由处理器加载并执行, 以实现上述权利要求1-6任一所述的多源融合定位方法的步骤。

## 一种多源融合定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能终端领域,尤其涉及的是一种多源融合定位方法。

### 背景技术

[0002] 基于Wi-Fi的定位被认为是实现普适和高精度室内导航的有效途径,尤其是在面向下一代无线接入点的Wi-Fi精细时间测量(FTM)协议的支持下。微机电系统(MEMS)传感器可以提供准确的短期导航解决方案,同时为搭建基于Wi-Fi指纹的导航库提供了一种可行的方案,即通过收集和挖掘用户的日常时空轨迹信息和沿途获取的机会信号。目前,智能终端中的定位方法通用长采用单一的室内定位源进行定位,例如只采用Wi-Fi定位或者采用MEMS传感器定位。由于室内场景的复杂性和多样性,使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果。

[0003] 因此,现有技术还有待改进和发展。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种多源融合定位方法,旨在解决现有技术中使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果的问题。

[0005] 本发明解决问题所采用的技术方案如下:

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种多源融合定位方法,其中,所述方法包括:

[0007] 通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息;

[0008] 确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,其中,所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法;

[0009] 根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。

[0010] 在一种实施方式中,所述微机电系统传感器组包括磁力计、陀螺仪、加速度计以及气压计,所述通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息,包括:

[0011] 获取所述陀螺仪输出的角速度数据;

[0012] 获取所述加速度计输出的加速度数据;

[0013] 获取所述磁力计输出的磁场数据;

[0014] 获取所述气压计输出的气压数据,根据所述气压数据确定所述用户终端对应的高度数据;

[0015] 根据所述角速度数据、所述加速度数据、所述磁场数据以及所述高度数据,确定所述待修正定位信息。

[0016] 在一种实施方式中,所述根据所述角速度数据、所述加速度数据、所述磁场数据以及所述高度数据,确定所述待修正定位信息,包括:

[0017] 将所述角速度数据和所述加速度数据输入惯性导航定位模型得到惯性导航定位信息;

- [0018] 将所述加速度数据输入行人导航定位模型得到行人导航定位信息；
- [0019] 将所述磁场数据、所述高度数据、所述惯性导航定位信息以及所述行人导航定位信息输入预设的滤波算法，得到所述待修正定位信息。
- [0020] 在一种实施方式中，当所述目标定位算法为行动热点测距算法和行动热点指纹算法时，所述确定所述用户终端对应的目标定位算法，根据所述目标定位算法确定参考定位信息，包括：
- [0021] 通过所述行动热点测距算法确定所述用户终端对应的第一参考定位信息；
- [0022] 通过所述行动热点指纹算法确定所述用户终端对应的第二参考定位信息；
- [0023] 将所述第一参考定位信息和所述第二参考定位信息作为所述参考定位信息。
- [0024] 在一种实施方式中，所述通过所述行动热点测距算法确定所述用户终端对应的第一参考定位信息，包括：
- [0025] 获取若干第一接入点分别与所述用户终端之间的信道状态数据；
- [0026] 将若干所述第一接入点分别对应的所述信道状态数据输入所述行动热点测距算法，得到若干第一接入点分别与所述用户终端之间的距离数据；
- [0027] 根据若干所述第一接入点分别对应的所述距离数据确定所述第一参考定位信息。
- [0028] 在一种实施方式中，所述通过所述行动热点指纹算法确定所述用户终端对应的第二参考定位信息，包括：
- [0029] 获取若干第二接入点分别与所述用户终端之间的信号强度数据；
- [0030] 将若干所述第二接入点分别对应的所述信号强度数据输入所述行动热点指纹算法，得到所述第二参考定位信息。
- [0031] 在一种实施方式中，所述根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正，得到所述用户终端对应的目标定位信息，包括：
- [0032] 根据所述第一参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的第一误差数据；
- [0033] 根据所述第一误差数据对所述待修正定位信息进行修正，得到修正定位信息；
- [0034] 根据所述第二参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的第二误差数据；
- [0035] 根据所述第二误差数据对所述修正定位信息进行修正，得到所述目标定位信息。
- [0036] 在一种实施方式中，当所述目标定位算法为行动热点指纹算法时，所述确定所述用户终端对应的目标定位算法，根据所述目标定位算法确定参考定位信息，包括：
- [0037] 通过所述行动热点指纹算法确定所述参考定位信息。
- [0038] 在一种实施方式中，所述根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正，得到所述用户终端对应的目标定位信息，包括：
- [0039] 根据所述参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的误差数据；
- [0040] 根据所述误差数据对所述待修正定位信息进行修正，得到所述目标定位信息。
- [0041] 第二方面，本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有多条指令，其中，所述指令适用于由处理器加载并执行，以实现上述任一所述的多源融合定位方法的步骤。
- [0042] 本发明的有益效果：本发明实施例通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息；确定所述用户终端对应的目标定位算法，根据所述目标定位算法确定参考定位信息，其中，所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法；根据所



述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。本发明的融合了行动热点和微机电系统传感器两种定位源输出的定位结果,解决了现有技术中使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果的问题。

## 附图说明

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 图1是本发明实施例提供的多源融合定位方法的流程示意图。

[0045] 图2是本发明实施例提供的闭环检测算法示意图。

[0046] 图3是本发明实施例提供的采用无迹卡尔曼滤波算法进行数据融合的示意图。

[0047] 图4是本发明实施例提供的信任椭圆示意图。

[0048] 图5是本发明实施例提供的航向解算效果对比示意图。

[0049] 图6是本发明实施例提供的坐标解算效果对比示意图。

[0050] 图7是本发明实施例提供的不同组合模型定位轨迹对比图。

[0051] 图8是本发明实施例提供的不同组合模型定位精度对比图。

[0052] 图9是本发明实施例提供的大规模室内场景下不同组合模型定位轨迹对比图。

[0053] 图10是本发明实施例提供的办公室场景下本算法与同类算法定位精度对比图。

[0054] 图11是本发明实施例提供的走廊场景下本算法与同类算法定位精度对比图。

[0055] 图12是本发明实施例提供的多源定位装置的内部模块示意图。

[0056] 图13是本发明实施例提供的终端的原理框图。

## 具体实施方式

[0057] 本发明公开了一种多源融合定位方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0058] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当我们称元件被“连接”或“耦接”到另一元件时,它可以直接连接或耦接到其他元件,或者也可以存在中间元件。此外,这里使用的“连接”或“耦接”可以包括无线连接或无线耦接。这里使用的措辞“和/或”包括一个或多个相关联的列出项的全部或任一单元和全部组合。

[0059] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语),具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语,应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样被特定定义,否则不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0060] 基于Wi-Fi的定位被认为是实现普适和高精度室内导航的有效途径,尤其是在面向下一代无线接入点的Wi-Fi精细时间测量(FTM)协议的支持下。微机电系统(MEMS)传感器可以提供准确的短期导航解决方案,同时为搭建基于Wi-Fi指纹的导航库提供了一种可行的方案,即通过收集和挖掘用户的日常时空轨迹信息和沿途获取的机会信号。目前,智能终端中的定位方法通常采用单一的室内定位源进行定位,例如只采用Wi-Fi定位或者采用MEMS传感器定位。由于室内场景的复杂性和多样性,使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果。

[0061] 针对现有技术的上述缺陷,本发明提供了一种多源融合定位方法,所述方法包括:通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息;确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,其中,所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法;根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。本发明的融合了行动热点和微机电系统传感器两种定位源输出的定位结果,解决了现有技术中使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果的问题。

[0062] 如图1所示,所述方法包括如下步骤:

[0063] 步骤S100、通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息。

[0064] 具体地,本实施例中的微机电系统传感器组可以为任意一个用户的终端设备中用于定位的传感器组。微机电系统传感器组通过获取终端设备移动时的角度变化信息和速度变化信息,推算出用户当前的位置信息。然而由于微机电系统传感器组存在误差累积和噪声信号,所以微机电系统传感器组直接输出的定位信息与用户真正的位置信息之间通常存在较大的差距,因此本实施例并不直接采用微机电系统传感器组输出的定位信息,而是将微机电系统传感器组输出的定位信息作为待修正定位信息。

[0065] 在一种实现方式中,所述微机电系统传感器组包括磁力计、陀螺仪、加速度计以及气压计,所述步骤S100具体包括如下步骤:

[0066] 步骤S101、获取所述陀螺仪输出的角速度数据;

[0067] 步骤S102、获取所述加速度计输出的加速度数据;

[0068] 步骤S103、获取所述磁力计输出的磁场数据;

[0069] 步骤S104、获取所述气压计输出的气压数据,根据所述气压数据确定所述用户终端对应的高度数据;

[0070] 步骤S105、根据所述角速度数据、所述加速度数据、所述磁场数据以及所述高度数据,确定所述待修正定位信息。

[0071] 具体地,本实施例中的微机电系统传感器组主要包括磁力计、陀螺仪、加速度计以及气压计。其中,磁力计可以计算出用户终端周围的磁场,输出磁场数据;陀螺仪可以计算出用户终端的角度偏转情况,输出角速度数据;加速度计可以计算出用户终端的速度变化情况,输出加速度数据;气压计可以计算出用户终端周围的气压数据,从而基于气压数据计算出用户终端所处的高度,输出高度数据。最后用户终端基于微机电系统传感器组采集到的角速度数据、加速度数据、磁场数据以及高度数据,可以计算出待修正定位信息。

[0072] 在一种实现方式中,所述步骤S102具体包括如下步骤:

[0073] 步骤S1021、将所述角速度数据和所述加速度数据输入惯性导航定位模型得到惯



性导航定位信息；

[0074] 步骤S1022、将所述加速度数据输入行人导航定位模型得到行人导航定位信息；

[0075] 步骤S1023、将所述磁场数据、所述高度数据、所述惯性导航定位信息以及所述行人导航定位信息输入预设的滤波算法，得到所述待修正定位信息。

[0076] 简单来说，为了提高微机电系统传感器定位的准确度，本实施例会将微机电系统传感器组采集到的数据分别输入两种定位模型中，再将两种定位模型输出的定位信息融合成待修正定位信息。具体地，本实施例会将角速度数据和加速度数据输入惯性导航定位模型中，得到惯性导航定位信息。惯性导航的基本工作原理是以牛顿力学定律为基础，通过测量载体在惯性参考系的加速度，将它对时间进行积分，且把它变换到导航坐标系中，就能够得到在导航坐标系中的速度、偏航角和位置等信息。其次，本实施例还会将加速度数据输入行人导航定位模型中，得到行人导航定位信息。行人导航技术是一项能为行人提供步行规划等导航服务的精准定位技术，其通过测量行人的步长和航向输出行人的定位信息。为了将两种定位模型分别输出的定位信息进行融合，本实施例将磁场数据、高度数据、惯性导航定位信息和行人导航定位信息一起输入到预先设定好的滤波算法中，通过滤波算法将这些输入数据进行融合后，输出待修正定位信息。

[0077] 在一种实现方式中，所述惯性导航定位模型包括姿态更新模块、速度更新模块以及位置更新模块，三个模块的工作原理如下所示：

[0078] 姿态更新模块：

$$[0079] \quad \mathbf{Q}_{b(m)}^n = \mathbf{Q}_{b(m-1)}^n \circ \mathbf{Q}_{b(m)}^{b(m-1)}$$

[0080] 其中， $\mathbf{Q}_{b(m)}^n$ 为更新后的姿态四元数信息， $\mathbf{Q}_{b(m-1)}^n$ 为上一时刻的姿态四元数信息， $\mathbf{Q}_{b(m)}^{b(m-1)}$ 为姿态四元数的变化量。

[0081] 速度更新模块：

$$[0082] \quad \mathbf{v}_m^n = \mathbf{v}_{m-1}^n + \Delta \mathbf{v}_{sf(m)}^n + \mathbf{g}^n T_s$$

[0083] 其中， $\mathbf{v}_m^n$ 为更新后的速度向量， $\Delta \mathbf{v}_{sf(m)}^n$ 为速度补偿量， $\mathbf{g}^n$ 为重力加速度， $T_s$ 为采样间隔。

[0084] 位置更新模块：

$$[0085] \quad \mathbf{P}_m^n = \mathbf{P}_{m-1}^n + \frac{\mathbf{v}_{m-1}^n + \mathbf{v}_m^n}{2} T_s$$

[0086] 其中， $\mathbf{P}_m^n$ 为更新后的位置向量， $\mathbf{v}_{m-1}^n$ 为前一时刻的速度值。

[0087] 在一种实现方式中，所述行人导航定位模型包括步长计算模块，二维坐标更新模块以及三维高度更新模块，其中，三个模块的工作原理如下所示：

[0088] 步长计算模块：

$$[0089] \quad \alpha = \mu \cdot (A_{\max} - A_{\min})^{1/4}$$

[0090] 其中 $\alpha$ 为通过步态检测后计算得出的行人步长， $\mu$ 为步长系数， $A_{\max}$ 和 $A_{\min}$ 为加速度

模值的峰值和谷值。

[0091] 二维坐标更新模块：

$$[0092] \quad \begin{cases} E_t = E_{t-1} + \alpha(t) \cdot \sin(\theta(t)) \\ N_t = N_{t-1} + \alpha(t) \cdot \cos(\theta(t)) \end{cases}$$

[0093] 其中,  $(E_{t-1}, N_{t-1})$  和  $(E_t, N_t)$  分别为当前时刻和上一时刻的二维位置坐标,  $\alpha(t)$  为当前时刻步长值,  $\theta(t)$  为当前时刻航向值。

[0094] 三维高度更新模块：

$$[0095] \quad \Delta h_t = 44330 \cdot \left(1.0 - \left(\frac{100 p_t}{p_0}\right)^{\frac{1.0}{5.255}}\right)$$

[0096] 其中,  $\Delta h_t$  由气压更新计算出的高度更新值,  $p_t$  为气压计输出值,  $p_0$  为参考气压值。

[0097] 在一种实现方式中, 如图3所示, 所述滤波算法为无迹卡尔曼滤波算法, 所述步骤 S1023 具体包括如下步骤：

[0098] 将所述磁场数据、所述高度数据、所述惯性导航定位信息以及所述行人导航定位信息输入所述无迹卡尔曼滤波算法；

[0099] 通过所述无迹卡尔曼滤波算法基于所述磁场数据、所述高度数据、所述惯性导航定位信息以及所述行人导航定位信息, 确定所述惯性导航定位信息对应的速度误差数据、位置误差数据以及磁场误差数据, 并根据所述速度误差数据、所述位置误差数据以及所述磁场误差数据对所述惯性导航定位信息进行修正, 修正后输出待修正定位信息。换言之, 本实施例中通过无迹卡尔曼滤波算法将惯性导航定位信息和行人导航定位信息进行融合, 实际上通过无迹卡尔曼滤波算法将惯性导航定位信息作为状态量, 将行人导航定位信息作为观测量, 基于观测量确定状态量的误差值, 再基于误差值对状态量进行修正, 修正后得到微机电系统传感器组输出的待修正定位信息。

[0100] 举例说明, 无迹卡尔曼滤波算法的工作原理如下所示：

[0101] 首先建立传感器位置速度和姿态更新的误差模型：

$$[0102] \quad \delta \mathbf{x} = \left[ (\delta \mathbf{p}^n)_{1 \times 3} \quad (\delta \mathbf{v}^n)_{1 \times 3} \quad \phi_{1 \times 3} \quad (\boldsymbol{\varepsilon}_g^b)_{1 \times 3} \quad (\nabla_a^b)_{1 \times 3} \right]^T$$

[0103] 其中,  $\delta \mathbf{p}^n$ ,  $\delta \mathbf{v}^n$ ,  $\phi_{1 \times 3}$ ,  $\boldsymbol{\varepsilon}_g^b$ ,  $\nabla_a^b$  分别表示位置误差, 速度误差, 姿态误差, 陀螺仪零偏以及加速度计零偏。

[0104] 接下来建立误差向量的状态更新模型和方程, 对十五维的误差进行一步预测：

$$[0105] \quad \begin{bmatrix} \delta \dot{\mathbf{p}}^n \\ \delta \dot{\mathbf{v}}^n \\ \dot{\phi} \\ \dot{\boldsymbol{\varepsilon}}_g^b \\ \dot{\nabla}_a^b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta \mathbf{v}^n \\ \mathbf{f}_{sf}^n \times \phi + \mathbf{C}_b^n (\nabla_a^b + \mathbf{w}_\nabla) \\ -\mathbf{C}_b^n (\boldsymbol{\varepsilon}_g^b + \mathbf{w}_\varepsilon) \\ \boldsymbol{\varepsilon}_g^b / \tau_{bg} + \mathbf{w}_{\varepsilon g} \\ \nabla_a^b / \tau_{ba} + \mathbf{w}_{\varepsilon a} \end{bmatrix}$$

[0106] 式中,  $f_{sf}^n$  为加速度向量,  $\tau_{bg}$  和  $\tau_{ba}$  为与事件相关联的量测误差系数,  $w_{eg}$  和  $w_{ea}$  为驱动噪声。

[0107] 最后建立观测方程对误差向量进行更新, 首先是速度向量的观测更新:

$$[0108] \quad \delta z_v^n = v_{PDR}^n - v_{INS}^n$$

[0109] 其中,  $\delta z_v^n$  为速度的误差向量,  $v_{PDR}^n$  为行人导航算法提供的速度信息,  $v_{INS}^n$  为惯性导航算法提供的速度信息。

[0110] 然后是位置更新:

$$[0111] \quad \delta z_p^n = p_{PDR}^n - p_{INS}^n$$

[0112] 其中,  $\delta z_p^n$  为位置的误差向量,  $p_{PDR}^n$  为行人导航算法提供的位置信息,  $p_{INS}^n$  为惯性导航算法提供的位置信息。

[0113] 最后是磁场向量更新, 首先提取第一时刻的磁场向量作为参考值:

$$[0114] \quad m_{refer}^n = C_{n,1}^b \cdot m_{k,1}^b$$

[0115] 其中,  $m_{refer}^n$  为计算得出的磁场参考向量,  $C_{n,1}^b$  为旋转矩阵,  $m_{k,1}^b$  为磁力计输出值。

[0116] 接下来建立磁场向量的观测更新模型:

$$[0117] \quad \delta z_m^n = C_{n,k}^b \cdot m_k^b - m_{refer}^n$$

[0118] 其中,  $\delta z_m^n$  为磁场的误差向量,  $C_{n,k}^b$  为实时旋转矩阵,  $m_k^b$  为磁力计实时输出值。

[0119] 如图1所示, 所述方法还包括如下步骤:

[0120] 步骤S200、确定所述用户终端对应的目标定位算法, 根据所述目标定位算法确定参考定位信息, 其中, 所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法。

[0121] 具体地, 行动热点 (Wi-Fi) 是一种无线联网技术, 通常适用于各种用户终端。目前, 智能终端中包含有一种或者多种基于行动热点执行的定位算法, 由于行动热点相关的定位算法通常会受到信号强度、信道状态的影响, 因此相较于采用微机电系统传感器, 可以采用行动热点进行定位的范围较小, 但是精度较高。本实施例中将用户终端中包含的基于行动热点实现的定位算法定义为目标定位算法, 由于不同用户终端中包含的目标算法可能存在差异, 例如用户A的终端中仅存在行动热点指纹算法, 用户B中不仅存在行动热点指纹算法还存在行动热点测距算法。因此需要先确定当前的用户终端中包含的是何种目标定位算法。由于目标定位算法定位的精度高于微机电系统传感器组定位的精度, 因此将基于目标定位算法输出的定位信息作为参考定位信息, 用于对微机电系统传感器组输出的定位信息进行修正。

[0122] 在一种实现方式中, 当所述目标定位算法为行动热点测距算法和行动热点指纹算法时, 所述步骤S200具体包括如下步骤:

[0123] 步骤S201、通过所述行动热点测距算法确定所述用户终端对应的第一参考定位信息;

[0124] 步骤S202、通过所述行动热点指纹算法确定所述用户终端对应的第二参考定位信息；

[0125] 步骤S203、将所述第一参考定位信息和所述第二参考定位信息作为所述参考定位信息。

[0126] 具体地,如果当前的用户终端中同时包含有行动热点测距算法和行动热点指纹算法时,则采用行动热点测距算法和行动热点指纹算法分别输出一个定位信息,其中,行动热点测距算法输出的定位信息定义为第一定位信息,行动热点指纹算法输出的定位信息定义为第二定位信息。然后将两种定位信息都作为参考定位信息,用于对待修正定位信息进行修正。

[0127] 在一种实现方式中,所述步骤S201具体包括如下步骤:

[0128] 步骤S2011、获取若干第一接入点分别与所述用户终端之间的信道状态数据;

[0129] 步骤S2012、将若干所述第一接入点分别对应的所述信道状态数据输入所述行动热点测距算法,得到若干第一接入点分别与所述用户终端之间的距离数据;

[0130] 步骤S2013、根据若干所述第一接入点分别对应的所述距离数据确定所述第一参考定位信息。

[0131] 具体地,若干第一接入点可以为布设在用户终端周围的多个Wi-Fi接入点,通过获取每一个第一接入点与用户终端之间的信道状态数据,可以计算出每一个第一接入点与用户终端之间的距离数据,基于得到的所有距离数据可以推算出用户终端的位置,即得到第一参考定位信息。

[0132] 在一种实现方式中,若干所述第一接入点包括第一接入分点和第二接入分点,所述步骤S2013具体包括如下步骤:

[0133] 获取所述第一接入分点和所述第二接入分点分别对应的位置信息;

[0134] 根据所述第一接入分点和所述第二接入分点分别对应的所述距离数据和所述位置信息,确定测距定位信息;

[0135] 根据所述第一接入分点和所述第二接入分点分别对应的所述位置信息以及所述测距定位信息,构建待检验向量;

[0136] 判断所述待检验向量是否闭环成立,当所述待检验向量闭环成立时,将所述测距定位信息作为所述第一参考定位信息。

[0137] 举例说明,闭环检测的原理如下所示:

[0138] 1、构造行动热点测距算法的测距模型:

$$[0139] \quad L_{\text{observed}} = L_{\text{FTM}} + d_{\text{bias}} + d_N + d_{\text{random}}$$

[0140] 其中, $L_{\text{observed}}$ 为接收端得到的测距距离值, $L_{\text{FTM}}$ 为真实值, $d_{\text{bias}}$ 为初始零偏值, $d_N$ 为非视距误差值, $d_{\text{random}}$ 为随机误差值。

[0141] 2、建立闭环模型,如图2所示,其中在理想状态下的闭环模型为:

$$[0142] \quad \overline{BC} = \overline{AB} - \overline{AC}$$

[0143] 其中, $\overline{BC}$ ,  $\overline{AB}$ 和 $\overline{AC}$ 分别表示由A,B,C三点之间构造的向量。添加误差量后的闭环模型如下:

$$[0144] \quad \overline{AB} - \overline{AC} - \overline{BC} = d_{\text{bias}} + d_N + d_{\text{random}} + d_p$$



[0145] 其中,新增的参数 $d_p$ 表示由S102中位置更新带来的不确定性误差。

[0146] 3、闭环模型方程转成由向量形式转成坐标形式:

$$[0147] \quad \begin{cases} X_{BC} = \tilde{X}_{AB} \pm \tilde{X}_{AC} \\ Y_{BC} = \tilde{Y}_{AB} \pm \tilde{Y}_{AC} \end{cases}$$

[0148] 其中, $X_{BC}$ 和 $Y_{BC}$ 分别表示闭环向量 $\overline{BC}$ 的坐标拆解结果, $\tilde{X}_{AB}$ ,  $\tilde{X}_{AC}$ ,  $\tilde{Y}_{AB}$ 和 $\tilde{Y}_{AC}$ 分别表示基于一步预测的位置坐标到两个Wi-Fi基站之间的坐标差值。

[0149] 4、根据预测的位置坐标对Wi-Fi精密测距结果构造对应向量:

$$[0150] \quad \begin{cases} \overline{X}_{AB} = \frac{\tilde{X}_{AB} \overline{\xi}_{AB}}{\tilde{\omega}_{AB}} \\ \overline{Y}_{AB} = \frac{\tilde{Y}_{AB} \overline{\xi}_{AB}}{\tilde{\omega}_{AB}} \end{cases}$$

[0151] 其中, $\overline{X}_{AB}$ 和 $\overline{Y}_{AB}$ 表示基于更新的位置构造出的测距向量, $\overline{\xi}_{AB}$ 表示A,B两点之间实际测距结果, $\tilde{\omega}_{AB}$ 表示预测位置A与Wi-Fi AP对应的B点之间的欧氏距离。进一步可构造出坐标形式的闭环向量:

$$[0152] \quad \begin{cases} V_x = \overline{X}_{AB} \pm \overline{X}_{AC} - X_{BC} \\ V_y = \overline{Y}_{AB} \pm \overline{Y}_{AC} - Y_{BC} \end{cases}$$

[0153] 其中, $\vec{V} = [V_x, V_y]^T$ 为闭环向量,最终的闭环结果是否成立可用以下方程来表述:

$$[0154] \quad \|\vec{V}\| > \mu(\sqrt{D_r} + \sqrt{D_p})$$

[0155] 其中, $\|\vec{V}\|$ 为闭环向量模值, $D_r$ 为测距的随机误差的方差, $D_p$ 为预测位置的不确定性误差的方差, $\mu$ 为缩放比例。使用此方法,当闭环向量模值大于右侧的计算结果时,即可认为此闭环向量受到非视距误差的干扰。

[0156] 在一种实现方式中,所述步骤S202具体包括如下步骤:

[0157] 步骤S2021、获取若干第二接入点分别与所述用户终端之间的信号强度数据;

[0158] 步骤S2022、将若干所述第二接入点分别对应的所述信号强度数据输入所述行动热点指纹算法,得到所述第二参考定位信息。

[0159] 具体地,若干第二接入点可以为用户终端周围的Wi-Fi接入点,其中,第二接入点可以与第一接入点有重合的接入点。获取每一个第二接入点与用户终端之间的信号强度数据,由于信号强度数据在一定程度上可以反映每一个第二接入点与用户终端之间的距离,因此通过每一个第二接入点的信号强度数据和行动热点指纹算法就可以得到用户终端当前的位置信息,即第二参考定位信息。

[0160] 在一种实现方式中,所述步骤S2022具体包括如下步骤:

[0161] 获取预设的行动热点指纹数据库,其中,所述行动热点指纹数据库中包含有若干参考接入点,每一所述参考接入点均具有信号强度标签和地址标签;

[0162] 将若干所述第二接入点分别对应的所述信号强度数据与所述行动热点指纹数据库进行比对,得到候选的若干所述参考接入点;

[0163] 将若干所述参考接入点输入最近邻匹配算法,得到候选的若干所述参考接入点分别对应的权重值;

[0164] 根据候选的若干所述参考接入点分别对应的所述权重值和所述地址标签,确定所述第二参考定位信息。

[0165] 举例说明,最近邻匹配算法的工作原理如下所示:

[0166] 最近邻匹配法中K值自适应调整及误差评估:

$$[0167] \begin{cases} \gamma = Dis_{t,other} / Dis_{t,r_1} - 1 \\ \text{case01: } Dis_{t,r_1} < Dis_{t,other}, \gamma > \kappa \\ \text{case02: } Dis_{t,r_1} \approx Dis_{t,other}, \gamma \leq \kappa \end{cases}$$

[0168] 式中,  $Dis_{t,r_1}$  为K个最近邻值中距离最近的值,  $Dis_{t,other}$  为其他值,当 $\gamma$ 小于设定的阈值 $\kappa$ 时,保留满足条件的K个近邻值,从而完成K值大小的自适应调整。计算得出的加权位置如下:

$$[0169] \text{POS}'(x_r, y_r) = \frac{\sum_{i=1}^K \omega_i^\gamma \text{POS}(x_i, y_i)}{\sum_{i=1}^K \omega_i^\gamma}$$

[0170] 其中,  $\omega_i^\gamma$  为相应的每个最近邻位置的权值大小,  $\text{POS}(x_i, y_i)$  为相应的二维位置坐标。加权后的位置误差评估公式如下:

$$[0171] \delta_i = \frac{\|P_{rssi}(t) - P_{rssi}(t-1)\|}{\|P_{MEMS}(t) - P_{MEMS}(t-1)\|}$$

[0172] 其中,  $P_{rssi}(t)$  和  $P_{rssi}(t-1)$  表示指纹匹配得出的前一时刻和后一时刻的位置坐标,  $P_{MEMS}(t)$  和  $P_{MEMS}(t-1)$  表示使用微传感器方法得出的前一时刻和后一时刻的位置坐标。

[0173] 在一种实现方式中,本实施例还需要对第二参考地位信息进行检验,以提高第二参考定位信息的数据可靠性,检验方法如下:

[0174] 1、获取预设的信任位置区域信息,将所述第二参考定位信息与所述信任位置区域信息进行比较;

[0175] 2、当所述第二参考定位信息所对应的位置位于所述信任位置区域信息对应的区域内时,判断所述第二参考定位信息可用;

[0176] 3、当所述第二参考定位信息所对应的位置位于所述信任位置区域信息对应的区域外时,判断所述第二参考定位信息不可用。

[0177] 在另一种实现方式中,当所述目标定位算法为行动热点指纹算法时,所述步骤S200具体包括如下步骤:



[0178] 步骤S204、通过所述行动热点指纹算法确定所述参考定位信息。

[0179] 具体地,由于不是每一台终端上都可以采用行动热点测距算法进行定位,因此若当前的用户终端上只存在行动热点指纹算法时,则行动热点指纹算法即为目标定位算法,通过行动热点指纹算法得到的定位信息即为参考定位信息。

[0180] 如图1所述,所述方法还包括如下步骤:

[0181] 步骤S300、根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。

[0182] 具体地,由于参考定位信息是基于行动热点计算出来的用户终端的定位信息,因此其相对于基于微机电系统传感器组得到的待修正定位信息来说,误差累计更少,定位更加精确。所以本实施例采用参考定位信息对待修正定位信息进行修正,并将修正后得到的定位信息作为微机电系统传感器组最终输出的目标定位信息。

[0183] 在一种实现方式中,当所述目标定位算法为行动热点测距算法和行动热点指纹算法时,所述步骤S300具体包括如下步骤:

[0184] 步骤S301、根据所述第一参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的第一误差数据;

[0185] 步骤S302、根据所述第一误差数据对所述待修正定位信息进行修正,得到修正定位信息;

[0186] 步骤S303、根据所述第二参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的第二误差数据;

[0187] 步骤S304、根据所述第二误差数据对所述修正定位信息进行修正,得到所述目标定位信息。

[0188] 简单来讲,当用户终端中存在行动热点测距算法时,优先采用基于行动热点测距算法得到的第一参考定位信息对待修正定位信息进行修正,然后再采用基于行动热点指纹算法得到的第二参考定位信息对待修正定位信息进行修正。具体地,首先基于第一参考定位信息确定微机电系统传感器组的第一误差数据,将待修正定位信息中的第一误差数据消除后,得到修正定位信息。然后基于第二参考定位信息确定微机电系统传感器组的第二误差数据,将修正定位信息中的第二误差数据消除后,得到最终微机电系统传感器组输出的目标定位信息。

[0189] 在另一种实现方式中,当所述目标定位算法为行动热点指纹算法时,所述步骤S300具体包括如下步骤:

[0190] 步骤S305、根据所述参考定位信息确定所述微机电系统传感器组对应的误差数据;

[0191] 步骤S306、根据所述误差数据对所述待修正定位信息进行修正,得到所述目标定位信息。

[0192] 简单来讲,当用户终端中仅存在行动热点指纹算法时,则只采用基于行动热点指纹算法得到的参考定位信息对待修正定位信息进行修正。具体地,基于参考定位信息确定微机电系统传感器组的误差数据,将待修正定位信息中的误差数据消除后,得到最终微机电系统传感器组输出的目标定位信息。

[0193] 举例说明,首先建立基于Wi-Fi精密测距与微传感器的紧耦合模型,使用传感器误

差和Wi-Fi测距零偏误差构造状态量:

$$[0194] \quad \delta \dot{\mathbf{X}}_s = \mathbf{F}_s \delta \mathbf{X}_s + \mathbf{G}_s \boldsymbol{\varepsilon}_s$$

[0195] 其中, $\mathbf{F}_s$ 为状态矩阵, $\mathbf{G}_s$ 为状态噪声驱动矩阵, $\boldsymbol{\varepsilon}_s$ 为状态噪声。Wi-Fi精密测距零偏误差方程构造如下:

$$[0196] \quad \dot{b}_{\text{RTT}} = -(1/\tau_{b_{\text{RTT}}})b_{\text{RTT}} + \boldsymbol{\varepsilon}_{b_{\text{RTT}}}$$

[0197] 其中, $b_{\text{RTT}}$ 为Wi-Fi精密测距零偏误差, $\tau_{b_{\text{RTT}}}$ 为时间相关联的系数, $\boldsymbol{\varepsilon}_{b_{\text{RTT}}}$ 为高斯白噪声。最终构造的增广状态方程为:

$$[0198] \quad \begin{bmatrix} \delta \dot{\mathbf{X}}_s \\ \dot{b}_{\text{RTT}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{F}_s & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \mathbf{X}_s \\ b_{\text{RTT}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{G}_s & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_s \\ \boldsymbol{\varepsilon}_{b_{\text{RTT}}} \end{bmatrix}$$

[0199] 基于Wi-Fi精密测距结果的观测更新方程为:

$$[0200] \quad \delta \mathbf{z}_d = \begin{bmatrix} \delta z_{1,\text{range}} \\ \delta z_{2,\text{range}} \\ \vdots \\ \delta z_{m,\text{range}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_{\text{MEMS},1} - d_{\text{FTM},1} \\ d_{\text{MEMS},2} - d_{\text{FTM},2} \\ \vdots \\ d_{\text{MEMS},m} - d_{\text{FTM},m} \end{bmatrix}$$

[0201] 其中 $\delta z_d$ 为实际Wi-Fi精密测距值与基于传感器位置测距值的差值, $d_{\text{FTM},m}$ 和 $d_{\text{MEMS},m}$ 分别代表Wi-Fi精密测距值与基于传感器位置测距值。

[0202] 然后建立基于Wi-Fi指纹与微传感器的松耦合模型,同样使用传感器误差值构造状态量,并使用指纹提供的位置坐标作为观测量构造观测方程:

$$[0203] \quad \begin{cases} \delta \mathbf{z}_p^n = p_{\text{RSSI}}^n - p_{\text{MEMS}}^n \\ \delta \mathbf{z}_v^n = v_{\text{RSSI}}^n - v_{\text{MEMS}}^n \end{cases}$$

[0204] 式中, $p_{\text{RSSI}}^n$ 和 $v_{\text{RSSI}}^n$ 表示通过指纹方法得出的位置和速度观测量, $p_{\text{MEMS}}^n$ 和 $v_{\text{MEMS}}^n$ 表示通过微传感器方法得出的位置和速度的观测量。

[0205] 最后建立混合的定位模型,如图4所示,首先通过建立信任椭圆用于最终融合过程中观测粗差的去除,其中,所述信任椭圆的长轴计算如下:

$$[0206] \quad a = s_e \cdot \sqrt{0.5(\sigma_N^2 + \sigma_E^2) + \sqrt{0.25(\sigma_E^2 - \sigma_N^2)^2 + \sigma_{NE}^2}}$$

[0207] 其中, $a$ 为计算得到的椭圆长轴, $\sigma_N^2$ 和 $\sigma_E^2$ 分别表示滤波器中协方差矩阵中的北向和东向位置误差协方差参数, $\sigma_{NE}^2$ 为滤波器中协方差矩阵中的东北向位置误差协方差参数, $s_e$ 为缩放因子。信任椭圆的短轴计算如下:

$$[0208] \quad b = s_e \cdot \sqrt{0.5(\sigma_N^2 + \sigma_E^2) - \sqrt{0.25(\sigma_E^2 - \sigma_N^2)^2 + \sigma_{NE}^2}}$$

[0209] 信任椭圆与正北方向的方位夹角记录如下：

$$[0210] \quad \theta = 0.5 \tan_4^{-1} (2\sigma_{NE} / (\sigma_E^2 - \sigma_N^2))$$

[0211] 在多源融合定位初期,当行人从支持Wi-Fi精密测量的场景移动到不支持Wi-Fi精密测量的场景时,由于迭代次数不足,定位初始化的误差方差较大;因此,将参数Se的值调高以避免去除有用的指纹匹配到的位置结果。随着迭代次数的增加,Se的值逐渐调小,最后保持不变,以消除Wi-Fi指纹结果的粗差。

[0212] 为了证明本发明的技术效果,发明人做了以下实验：

[0213] 通过比较本发明提出的基于微传感器的航向解算精度和基于陀螺仪和磁力计的航向解算精度,可以发现本发明实施例得到了较优的航向解算结果。同理,比较基于微传感器的位置解算精度和传统航迹推算算法的位置解算精度,也取得了较优的结果。航向解算和定位结果对比如图5、6所示。

[0214] 图7和图8进一步给出了使用本发明所提出的几种不同的组合模式的定位轨迹和相应的定位精度对比。从图8可以看出,使用单一的微传感器的定位模式仍然存在着较大的累积误差,松耦合模型可有效的消除单一的微传感器的定位模式存在的误差,而原始的紧耦合模型使用了Wi-Fi精密测距和微传感器组合定位,定位精度更高,且使用了自校准算法后的精度又得到了进一步的提升,最终的混合定位模型则实现了最高的定位精度。图9在一个较大规模的室内办公室场景下对比了本发明提出的多源融合算法的定位效果和单一定位源的定位效果,可以发现,使用本发明实施例提供的多源融合室内定位融合框架在Wi-Fi精密测距支持的办公室场景下可达到在75%情况下优于1.06米的定位精度,在Wi-Fi精密测距不支持的走廊场景下可达到在75%情况下优于1.65米的定位精度。相比使用微传感器的定位源实现的定位效果有了显著的提升,可有效地满足使用智能手机终端普通人群高精度室内定位的需求。图10和图11分别在办公室和走廊场景下对比了本发明提出的算法的定位精度和两种同类算法的定位精度,可以发现本发明提出的算法在两种室内场景下均取得了较高的定位精度,因此具有较强的鲁棒性和普适性。

[0215] 基于上述实施例,本发明还提供了一种多源定位装置,如图12所示,所述装置包括：

[0216] 微机电系统传感器组01,用于获取待修正定位信息；

[0217] 行动热点模块02,用于确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,其中,所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法；

[0218] 定位修正模块03,用于根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。

[0219] 基于上述实施例,本发明还提供了一种终端,其原理框图可以如图13所示。该终端包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口、显示屏。其中,该终端的处理器用于提供计算和控制能力。该终端的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该终端的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现多源融合定位方法。该终端的显示屏可以是液晶显示屏或者电

子墨水显示屏。

[0220] 本领域技术人员可以理解,图13中示出的原理框图,仅仅是与本发明方案相关的部分结构的框图,并不构成对本发明方案所应用于其上的终端的限定,具体的终端可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0221] 在一种实现方式中,所述终端的存储器中存储有一个或者一个以上的程序,且经配置以由一个或者一个以上处理器执行所述一个或者一个以上程序包含用于进行多源融合定位方法的指令。

[0222] 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,是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读存储介质中,该计算机程序在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本发明所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM以多种形式可得,诸如静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、同步DRAM(SDRAM)、双数据率SDRAM(DDRSDRAM)、增强型SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink)DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM(RDRAM)等。

[0223] 综上所述,本发明公开了一种多源融合定位方法,所述方法包括:通过用户终端内的微机电系统传感器组获取待修正定位信息;确定所述用户终端对应的目标定位算法,根据所述目标定位算法确定参考定位信息,其中,所述目标定位算法为所述用户终端通过行动热点执行的定位算法;根据所述参考定位信息对所述待修正定位信息进行修正,得到所述用户终端对应的目标定位信息。本发明的融合了行动热点和微机电系统传感器两种定位源输出的定位结果,解决了现有技术中使用单一的室内定位源难以得到准确的定位结果的问题。

[0224] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

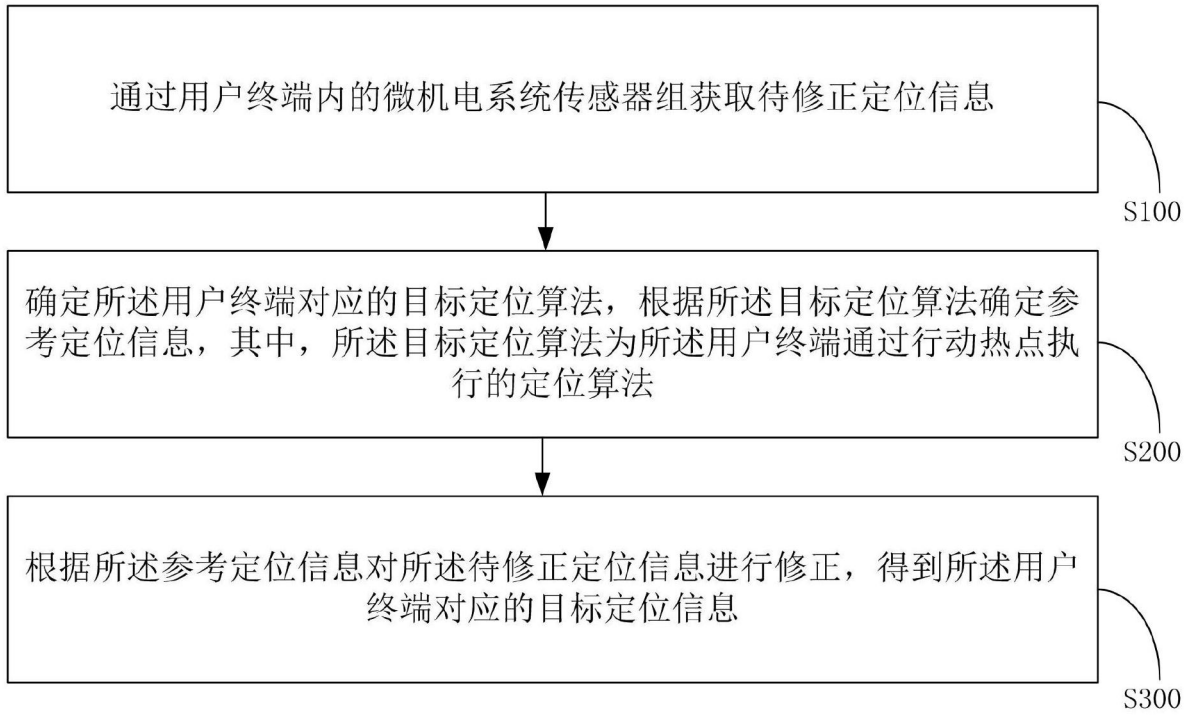


图1

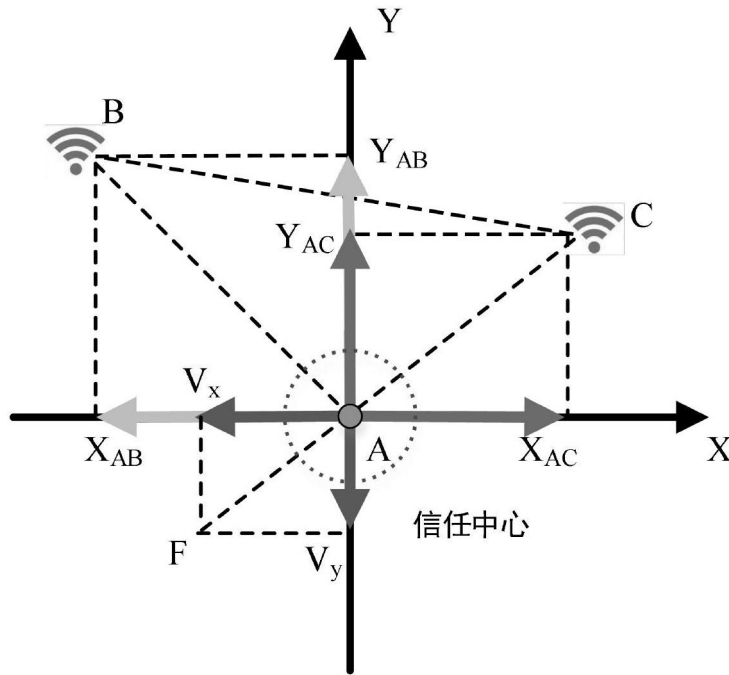


图2

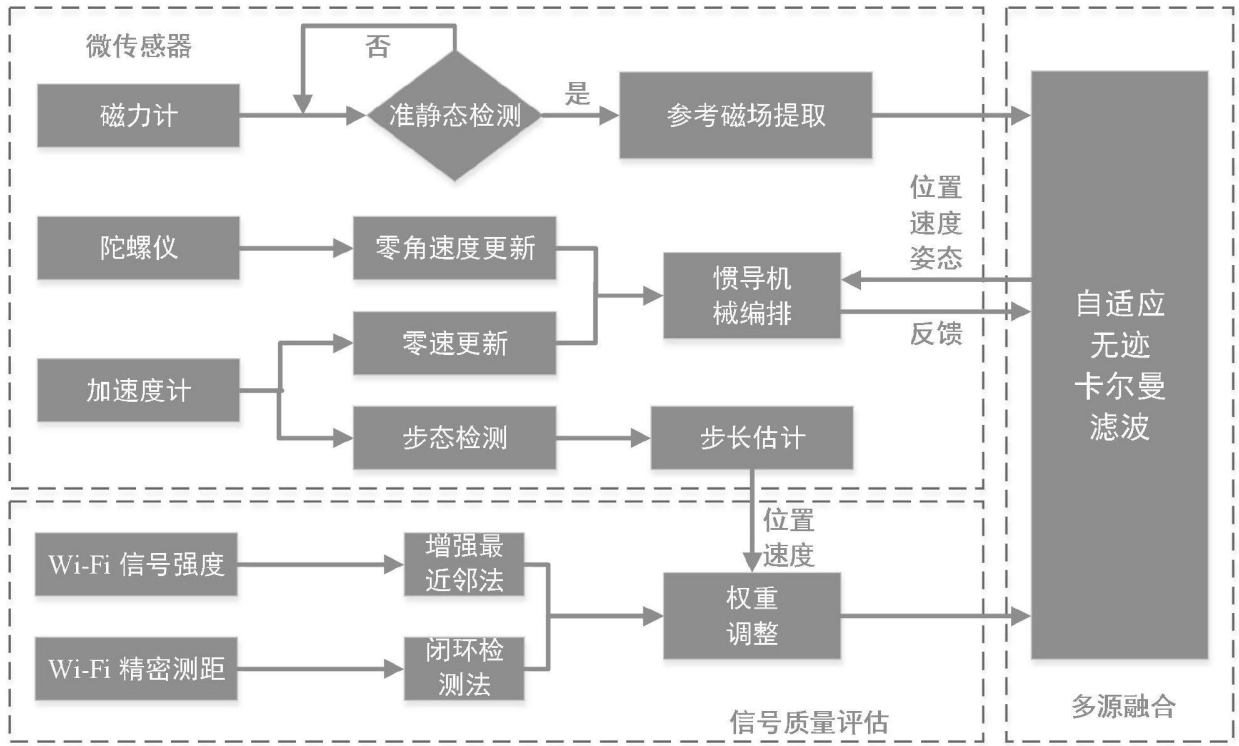


图3

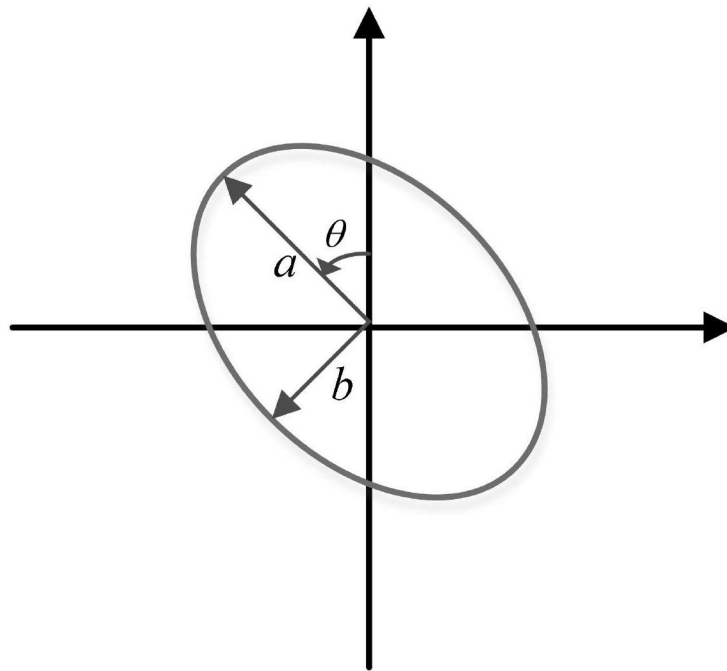


图4



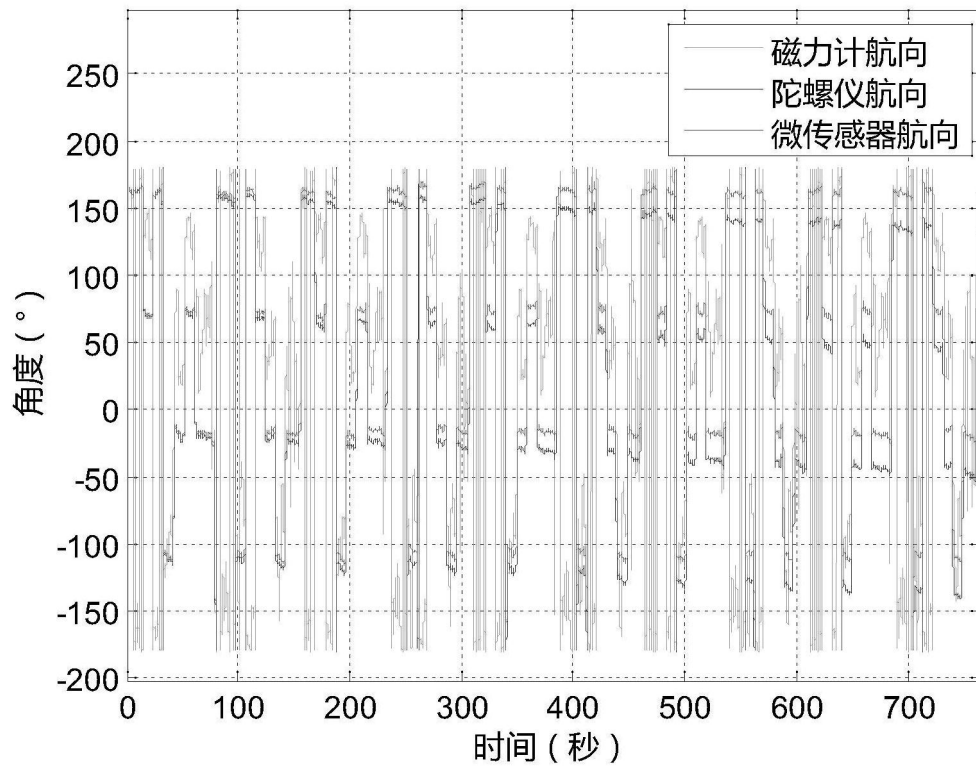


图5

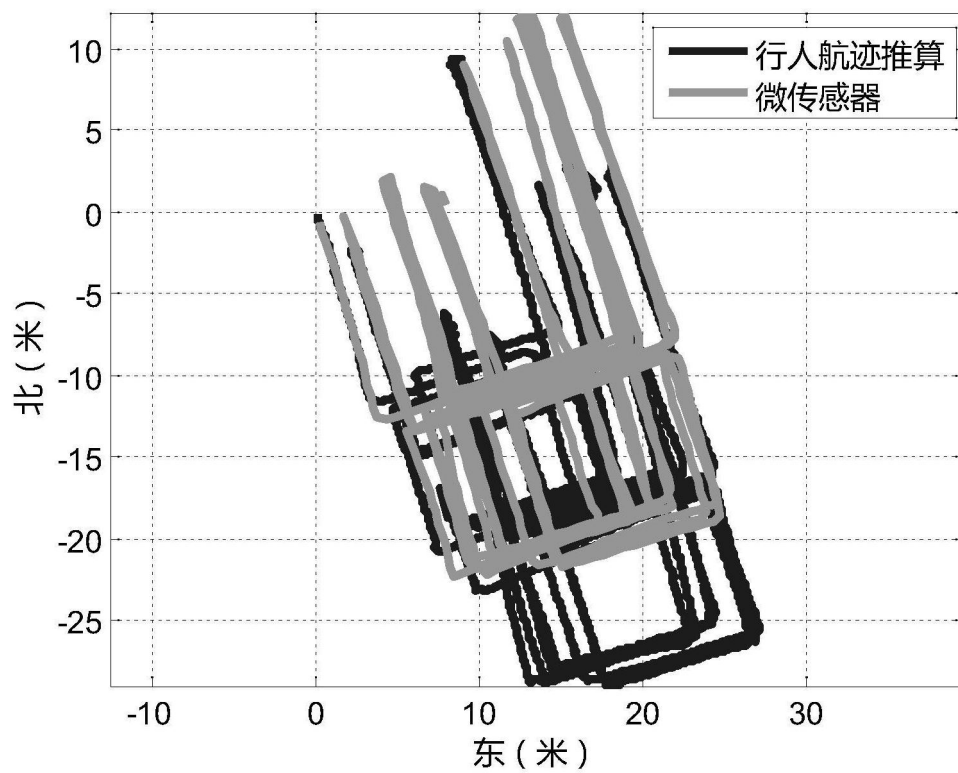


图6

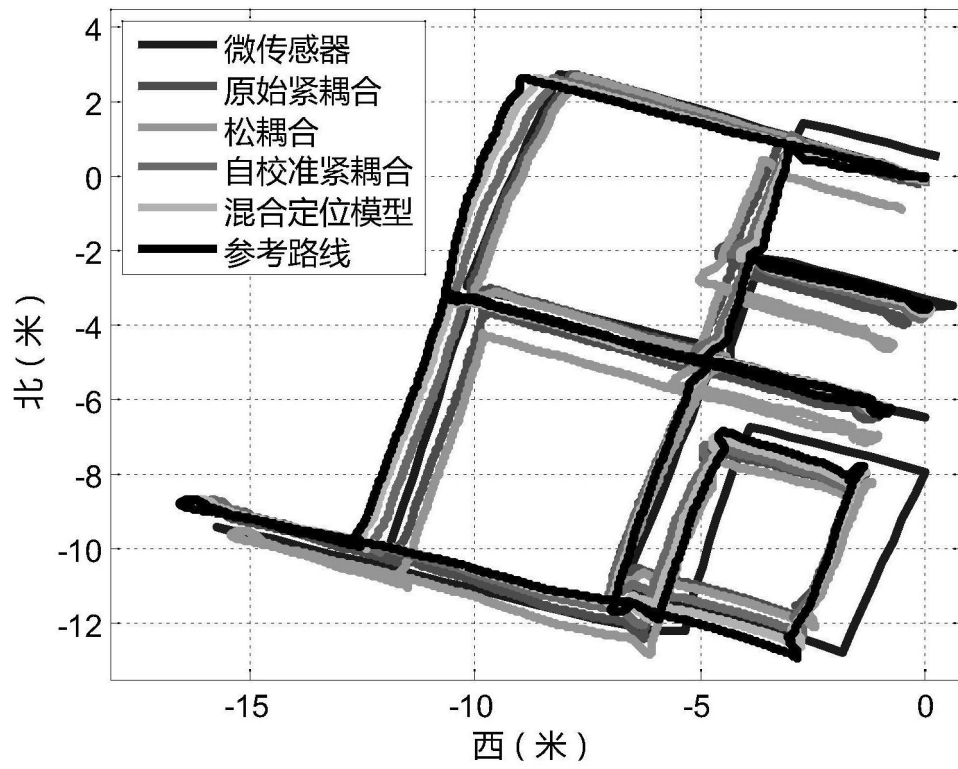


图7

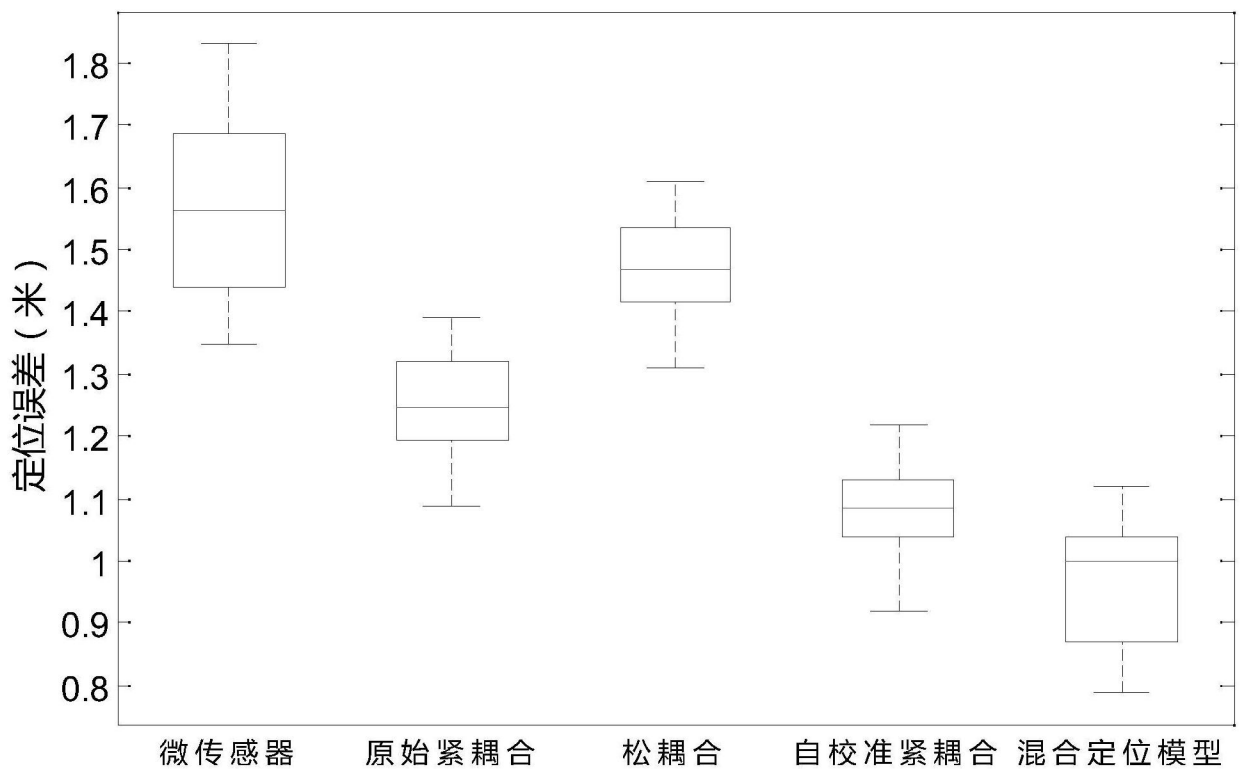


图8

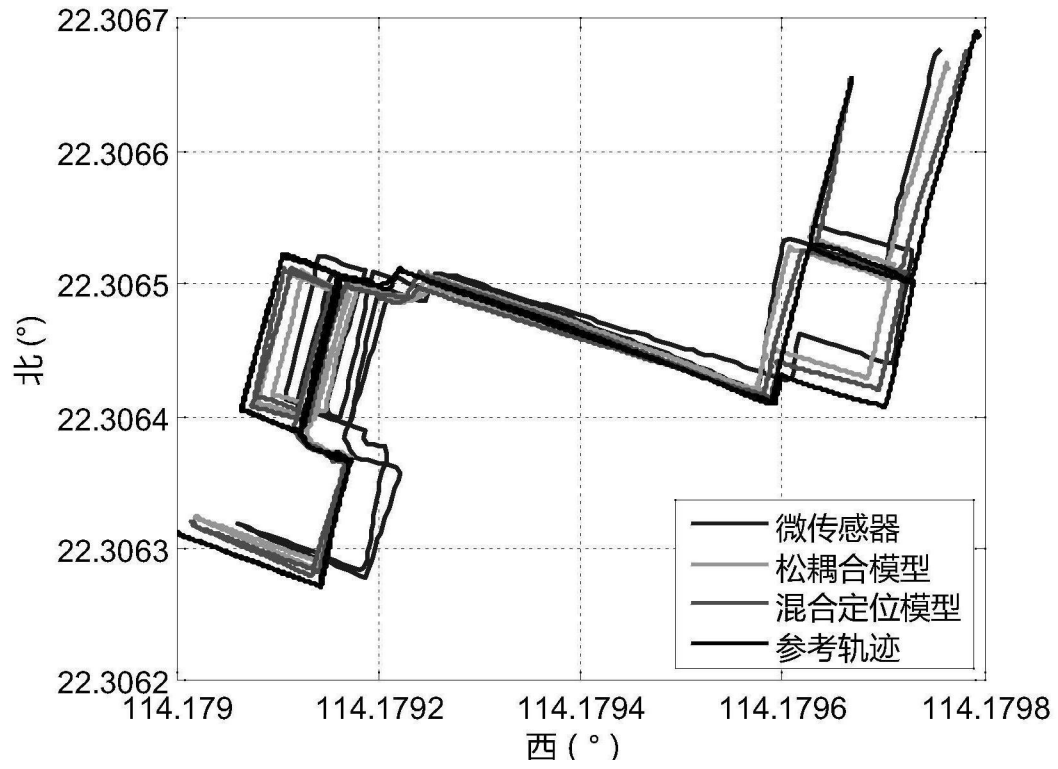


图9

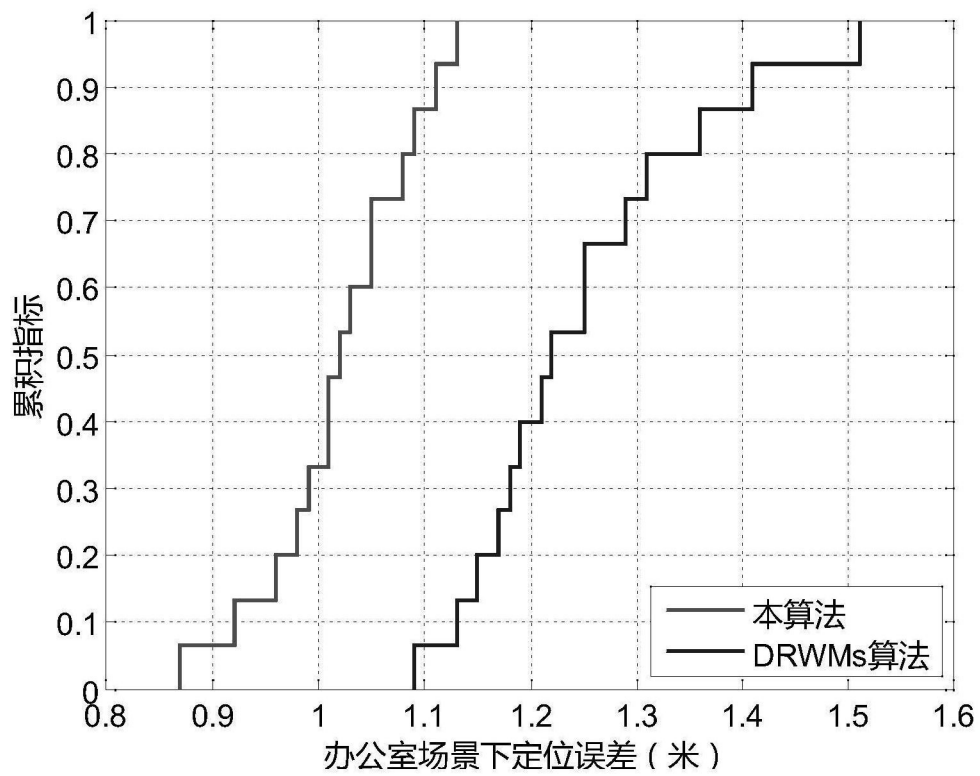


图10

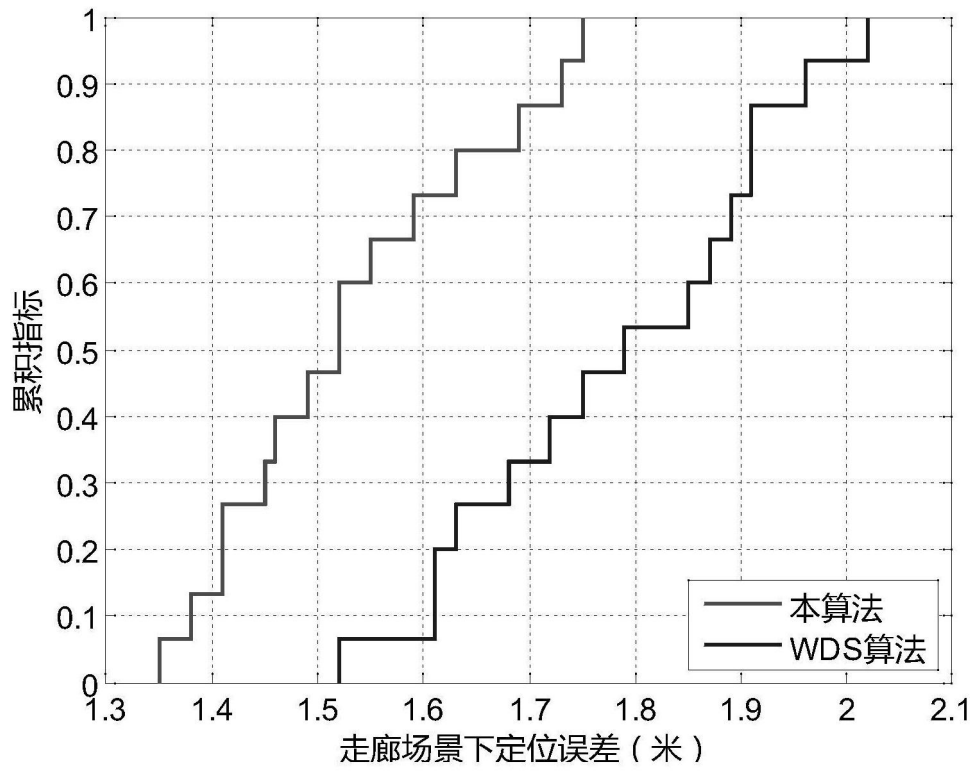


图11

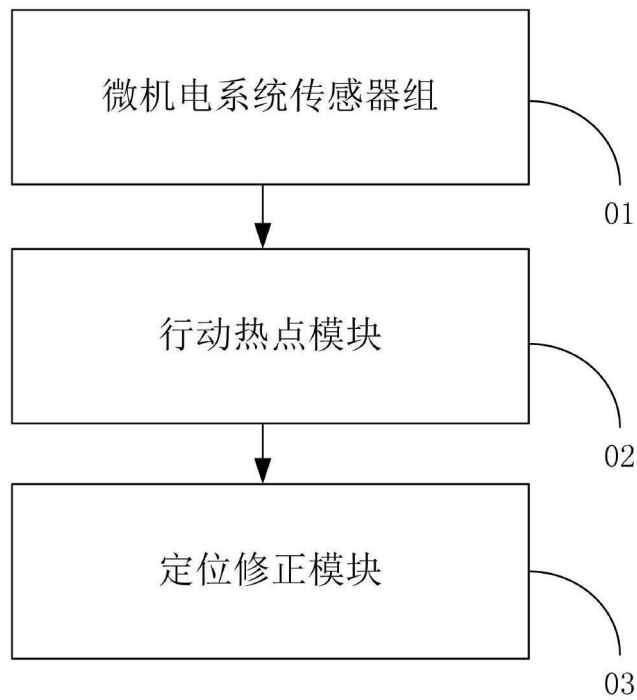


图12

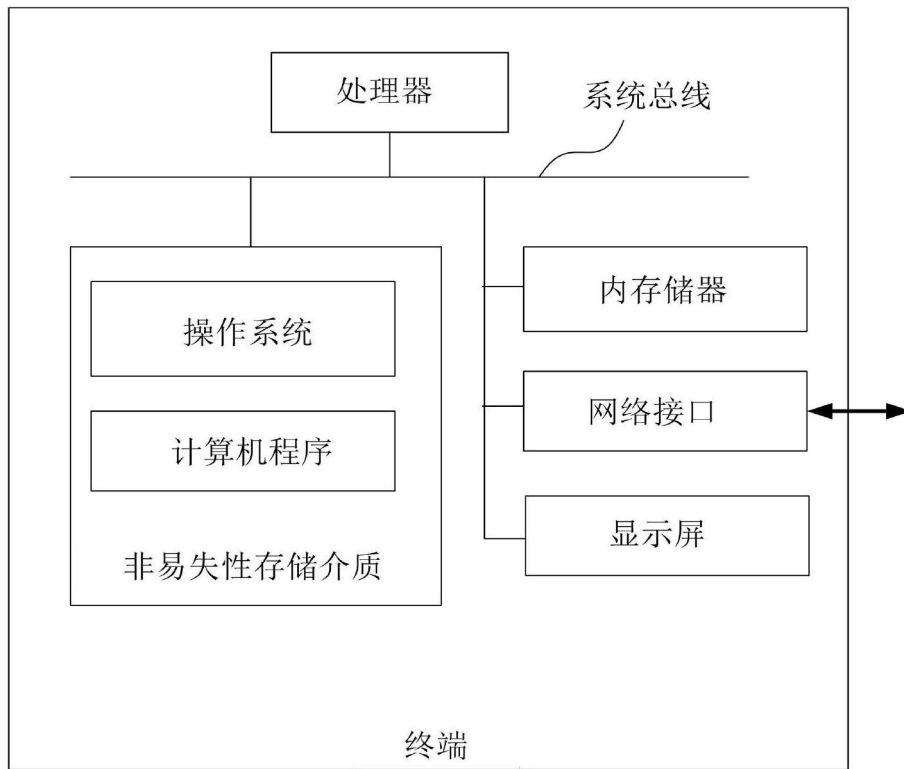


图13