

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103363988 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 23

(21) 申请号 201310312464. 1

(22) 申请日 2013. 07. 24

(71) 申请人 武汉诚迈科技有限公司

地址 430074 湖北省武汉市东湖开发区光谷  
创业街 6 幢 16 楼

(72) 发明人 杜益亮 董志君

(74) 专利代理机构 武汉天力专利事务所 42208

代理人 吴晓颖

(51) Int. Cl.

G01C 21/08 (2006. 01)

G01C 21/16 (2006. 01)

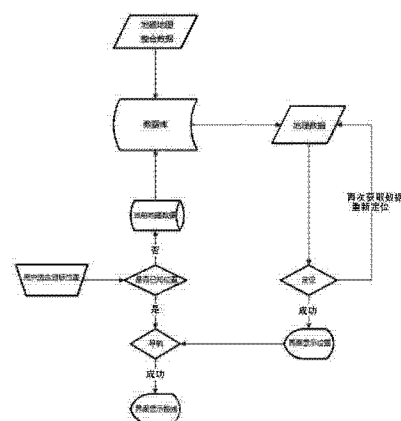
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

### (54) 发明名称

一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位  
导航的方法

### (57) 摘要

本发明属于移动终端应用领域,提供一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法,包括以下步骤:1. 地磁数据采集;2. 室内地磁定位;3. 导航。本发明方法利用智能手机中的地磁场传感器、加速度传感器和陀螺仪传感器,即可完成室内定位导航操作,可在室内完成精确定位导航,也可以在室外修正 GPS 误差,提高 GPS 定位精度。



1. 一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法,该方法使用的硬件部分包括带有地磁场传感器、加速度传感器和陀螺仪传感器的智能手机,其特征在于该方法包括以下步骤:

(1) 处理建筑平面图,去掉一些不必要的描述或杂物,确定导航关键点,即最能体现建筑地形位置特征的点,同时完成建筑地磁数据采样及存储,建立地磁数据地图;具体操作如下,首先用智能手机注册最高精度的地磁数据变化监听,获取机身坐标系下的三个方向的地磁数据分量;然后建立在机身坐标系下三个方向的地磁数据在世界坐标系下的映射;步行完成建筑地磁数据的采样,并通过与建筑平面图的对应关系整合地磁数据和建筑地物理坐标建立地磁数据地图,对获取的地磁数据进行滤波,过滤掉单位采样点单位时间内获取的奇异点数据,获取单位时间内单位采样点的特征地磁数据,存储于地磁数据库中;

(2) 使用与采样建立地磁数据地图时相同的方式获取用户当前位置点的实时地磁数据,获取用户当前位置点的实时地磁特征数据;

(3) 使用坐标点查找-轮廓匹配-惯性定位算法将实时地磁与地磁数据地图中的地磁进行匹配定位;

(4) 根据地磁定位获取的用户当前位置点在地磁数据地图中寻找最近导航关键点,并根据导航算法生成最近导航关键点到目标点的导航路线。

2. 根据权利要求1所述的利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法,其特征在于:步骤(3)所述坐标点查找-轮廓匹配-惯性定位算法,具体过程如下,坐标点查找算法根据实时地磁特征数据,从地磁数据库的地磁数据地图采样数据中查找特征数据接近的物理坐标点,第一次查询到直接缓存所有备选坐标,用户行走一段距离后进行第二次查询并缓存所有备选坐标,计算查找两次缓存的可能点之间距离最近的点,作为最可能物理坐标返回;

在用户行走一段距离以后,同时采用地形轮廓匹配算法,以地磁数据地图为基准图,连续记录多个实时地磁数据生成实时图,通过计算每个基准子图与实时图的相关值 MSD,得出最小值 MSD 的基准子图,在地磁数据地图上定位该子图区域,同时参考坐标点查找算法得到的物理坐标,确定该定位区域内的两次缓存的可能点之间距离最近的点,作为定位物理坐标返回;

确定第一个定位物理坐标后,注册加速度传感器及陀螺仪传感器,根据返回物理坐标及手机设备即时移动速度及方向进行惯性导航并根据实时数据验证定位坐标是否准确,若不准确,则继续使用坐标点查找-轮廓匹配算法确定位置点;若验证准确则继续进行惯性导航,惯性导航行走超过矫正临界值则使用坐标点查找-轮廓匹配算法对陀螺仪进行数据补偿矫正,如此循环完成定位操作。

3. 根据权利要求1所述的利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法,其特征在于:步骤(4)所述导航算法具体如下,用数组  $dis[i][j]$  来记录  $i, j$  之间的最短距离,初始化  $dis[i][j]$ , 若  $i=j$  则  $dis[i][j]=0$ , 若  $i, j$  之间有边连接则  $dis[i][j]$  的值为该边的权值,否则  $dis[i][j]$  的值为  $\infty$ ; 对所有的  $k$  值从 1 到  $n$ ,  $n$  为自然数,修正任意两点之间的最短距离,计算  $dis[i][k]+dis[k][j]$  的值,若小于  $dis[i][j]$ , 则  $dis[i][j]=dis[i][k]+dis[k][j]$ , 否则  $dis[i][j]$  的值不变。

## 一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于移动终端应用领域,特别涉及一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法。

### 背景技术

[0002] 科技发展日新月异,智能手机的功能也越来越强大,人们生活出行购物越来越依赖于手机。虽然也有很多基于 GPS 的地图软件可以给人们以定位导航的帮助,但是由于各种大型商场大型场馆越来越多,而 GPS 因为定位信号到达地面时较弱,不能穿透建筑物,同时又受到定位器终端的成本较高等原因的限制,因此, GPS 技术无法完成室内精确定位。

[0003] 现有技术中有几种室内定位的技术,简单描述如下:

——红外线室内定位技术。红外线室内定位技术定位的原理是,红外线 IR 标识发射调制的红外射线,通过安装在室内的光学传感器接收进行定位。虽然红外线具有相对较高的室内定位精度,但是由于光线不能穿过障碍物,使得红外射线仅能视距传播。直线视距和传输距离较短这两大主要缺点使其室内定位的效果很差。当标识放在口袋里或者有墙壁及其他遮挡时就不能正常工作,需要在每个房间、走廊安装接收天线,造价较高。因此,红外线只适合短距离传播,而且容易被荧光灯或者房间内的灯光干扰,在精确定位上有局限性。

[0004] ——超声波定位技术。超声波测距主要采用反射式测距法,通过三角定位等算法确定物体的位置,即发射超声波并接收由被测物产生的回波,根据回波与发射波的时间差计算出待测距离,有的则采用单向测距法。超声波定位系统可由若干个应答器和一个主测距器组成,主测距器放置在被测物体上,在微机指令信号的作用下向位置固定的应答器发射同频率的无线电信号,应答器在收到无线电信号后同时向主测距器发射超声波信号,得到主测距器与各个应答器之间的距离。当同时有 3 个或 3 个以上不在同一直线上的应答器做出回应时,可以根据相关计算确定出被测物体所在的二维坐标系下的位置。超声波定位整体定位精度较高,结构简单,但超声波受多径效应和非视距传播影响很大,同时需要大量的底层硬件设施投资,成本太高。

[0005] ——蓝牙技术。蓝牙技术通过测量信号强度进行定位。这是一种短距离低功耗的无线传输技术,在室内安装适当的蓝牙局域网接入点,把网络配置成基于多用户的基础网络连接模式,并保证蓝牙局域网接入点始终是这个微微网 (piconet) 的主设备,就可以获得用户的位置信息。蓝牙技术主要应用于小范围定位,例如单层大厅或仓库。蓝牙室内定位技术最大的优点是设备体积小、易于集成在 PDA、PC 以及手机中,因此很容易推广普及。理论上,对于持有集成了蓝牙功能移动终端设备的用户,只要设备的蓝牙功能开启,蓝牙室内定位系统就能够对其进行位置判断。采用该技术作室内短距离定位时容易发现设备且信号传输不受视距的影响。其不足在于蓝牙器件和设备的价格比较昂贵,而且对于复杂的空间环境,蓝牙系统的稳定性稍差,受噪声信号干扰大。

[0006] ——射频识别技术。射频识别技术利用射频方式进行非接触式双向通信交换数据以达到识别和定位的目的。这种技术作用距离短,一般最长为几十米。但它可以在几毫秒

内得到厘米级定位精度的信息,且传输范围很大,成本较低。同时由于其非接触和非视距等优点,可望成为优选的室内定位技术。目前,射频识别研究的热点和难点在于理论传播模型的建立、用户的安全隐私和国际标准化等问题。优点是标识的体积比较小,造价比较低,但是作用距离近,不具有通信能力,而且不便于整合到其他系统之中。

[0007] ——超宽带技术。超宽带技术是一种全新的、与传统通信技术有极大差异的通信新技术。它不需要使用传统通信体制中的载波,而是通过发送和接收具有纳秒或纳秒级以下的极窄脉冲来传输数据,从而具有 GHz 量级的带宽。超宽带可用于室内精确定位,例如战场士兵的位置发现、机器人运动跟踪等。超宽带系统与传统的窄带系统相比,具有穿透力强、功耗低、抗多径效果好、安全性高、系统复杂度低、能提供精确定位精度等优点。因此,超宽带技术可以应用于室内静止或者移动物体以及人的定位跟踪与导航,且能提供十分精确的定位精度。

[0008] —— Wi-Fi 技术。无线局域网 (WLAN) 是一种全新的信息获取平台,可以在广泛的应用领域内实现复杂的大范围定位、监测和追踪任务,而网络节点自身定位是大多数应用的基础和前提。当前比较流行的 Wi-Fi 定位是无线局域网系列标准之 IEEE802. 11 的一种定位解决方案。该系统采用经验测试和信号传播模型相结合的方式,易于安装,需要很少基站,能采用相同的底层无线网络结构,系统总精度高。Wi-Fi 技术的特点是应用于小范围的室内定位,成本较低。但无论是用于室内还是室外定位,Wi-Fi 收发器都只能覆盖半径 90 米以内的区域,而且很容易受到其他信号的干扰,从而影响其精度,定位器的能耗也较高。

[0009] —— ZigBee 技术。ZigBee 是一种新兴的短距离、低速率无线网络技术,它介于射频识别和蓝牙之间,也可以用于室内定位。它有自己的无线电标准,在数千个微小的传感器之间相互协调通信以实现定位。这些传感器只需要很少的能量,以接力的方式通过无线电波将数据从一个传感器传到另一个传感器,所以它们的通信效率非常高。ZigBee 最显著的技术特点是它的低功耗和低成本。

[0010] ——地磁定位技术。地磁场起源于地球内部,较为稳定,一般情况下受外界影响较小,理论来说,地球上任一地点,地磁数据都应不同,甚至同一地点,海拔高度不同,地磁数据也不相同,这就提供了地磁导航的理论依据。现在市面上的智能手机大部分都带有地磁场传感器,可以获取到较为准确的地磁数据。无需额外的铺设定位辅助设施,并且有定位准确,功耗低,无污染等特点。

## 发明内容

[0011] 本发明就是针对上述背景技术中的不足之处,而提出的一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法,该方法操作简单,应用广泛,仅仅利用智能手机中的传感器设备即可完成室内定位导航操作,可在室内完成精确定位导航,也可以在室外修正 GPS 误差,提高 GPS 定位精度。

[0012] 本发明的目的是通过如下技术措施来实现的。

[0013] 一种利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航的方法,该方法使用的硬件部分包括带有地磁场传感器、加速度传感器和陀螺仪传感器的智能手机,该方法包括以下步骤:

(1) 处理建筑平面图,去掉一些不必要的描述或杂物,确定导航关键点,即最能体现建

筑地地理位置特征的点,同时完成建筑地地磁数据采样及存储,建立地磁数据地图,即完成建筑平面图和地磁坐标图的绑定;具体操作如下,首先用智能手机注册最高精度的地磁数据变化监听,获取机身坐标系下的三个方向的地磁数据分量;然后建立在机身坐标系下三个方向的地磁数据在世界坐标系下的映射;步行完成建筑地地磁数据的采样,并通过与建筑平面图的对应关系整合地磁数据和建筑地物理坐标建立地磁数据地图,对获取的地磁数据进行滤波,过滤掉单位采样点单位时间内获取的奇异点数据,获取单位时间内单位采样点的特征地磁数据,存储于地磁数据库中;

(2) 使用与采样建立地磁数据地图时相同的方式获取用户当前位置点的实时地磁数据,获取用户当前位置点的实时地磁特征数据;

(3) 使用坐标点查找-轮廓匹配-惯性定位算法将实时地磁与地磁数据地图中的地磁进行匹配定位;

(4) 根据地磁定位获取的用户当前位置点在地磁数据地图中寻找最近导航关键点,并根据导航算法生成最近导航关键点到目标点的导航路线。

[0014] 在上述技术方案中,步骤(3)所述坐标点查找-轮廓匹配-惯性定位算法,具体过程如下,根据实时地磁特征数据,从地磁数据库的地磁数据地图采样数据中查找特征数据接近的物理坐标点,第一次查询到直接缓存所有备选坐标,用户行走一段距离后进行第二次查询并缓存所有备选坐标,计算查找两次缓存的可能点之间距离最近的点,作为最可能物理坐标;

在用户行走一段距离以后,同时采用地形轮廓匹配(TERCOM)算法,以地磁数据地图为基准图,连续记录多个实时地磁数据生成实时图,通过计算每个基准子图与实时图的相关值 MSD(均方差算法),得出最小值 MSD 的基准子图,在地磁数据地图上定位该子图区域,同时参考坐标点查找算法得到的物理坐标,确定该定位区域内的两次缓存的可能点之间距离最近的点,作为定位物理坐标返回;

确定第一个定位物理坐标后,注册加速度传感器及陀螺仪传感器,根据返回物理坐标及设备即时移动速度及方向进行惯性导航并根据实时数据验证定位坐标是否准确,若不准确,则继续使用坐标点查找-轮廓匹配算法确定位置点;若验证准确则继续进行惯性导航。惯性导航行走超过矫正临界值则使用坐标点查找-轮廓匹配算法对陀螺仪进行数据补偿矫正,如此循环完成定位操作。

[0015] 在上述技术方案中,步骤(4)所述导航算法具体如下,用数组  $dis[i][j]$  来记录  $i, j$  之间的最短距离,初始化  $dis[i][j]$ , 若  $i=j$  则  $dis[i][j]=0$ , 若  $i, j$  之间有边连接则  $dis[i][j]$  的值为该边的权值,否则  $dis[i][j]$  的值为  $\infty$ ; 对所有的  $k$  值从 1 到  $n$ ,修正任意两点之间的最短距离,计算  $dis[i][k]+dis[k][j]$  的值,若小于  $dis[i][j]$ , 则  $dis[i][j]=dis[i][k]+dis[k][j]$ , 否则  $dis[i][j]$  的值不变。

[0016] 本发明与传统的室内定位方式相比其优点在于:

1. 成本低,无需额外铺设定位辅助设备,仅仅利用智能手机中的传感器设备完成定位导航操作;
2. 经实验验证,定位准确度可达 90% 以上,误差在 2m 内;
3. 获取数据均为基本类型数据,算法完善独立,可移植性高,可轻松移植至其他智能手机平台;

4. 应用广泛,可在室内大型场馆内完成精确室内定位导航,也可以在室外修正 GPS 误差,提高 GPS 定位精度;
5. 无环境污染问题。

### 附图说明

- [0017] 图 1 是本发明利用智能手机传感器实现地磁室内定位导航方法的整体步骤流程图。
- [0018] 图 2 是本发明中机身坐标系的示意图。
- [0019] 图 3 是本发明方法中地磁定位部分的步骤流程图。

### 具体实施方式

- [0020] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步的描述。
- [0021] 如图 1 所示,本发明方法主要分为数据采集及定位导航两部分。
- [0022] 第一阶段,地磁数据采集。
- [0023] 实现地磁定位导航的前提是根据唯一地点对应唯一地磁值的理论依据,对建筑地进行地磁数据采集,建立与建筑平面对应的地磁场数据库,整合地磁数据和物理坐标,建立地磁数据地图,完成建筑平面图和地磁数据的绑定。
- [0024] 本实施例中需要用到三个传感器:地磁场传感器,加速度传感器和陀螺仪传感器。本实施例中使用的硬件设备为带有地磁场传感器、加速度传感器和陀螺仪传感器的 android 系统智能手机。
- [0025] 各种传感器的作用及描述如下表所示。

	作用	数据	坐标系	其他
地磁场传感器 Geomagnetic Field Sensor	监测地球地磁场变化	三个坐标上的原始的磁场强度值 (in $\mu T$ )	机身坐标系	-
加速度计 Accelerometer	测量作用于手机设备的加速度	三个坐标上加速度分量	机身坐标系	-
陀螺仪 Gyroscope	测量手机设备绕三个轴向上的旋转速度	设备绕三个轴向上的旋转速度,单位是 rad/s	旋转的值在逆时针方向为正,即,如果一个观察者从某个轴的正向某点向原点看,如果观察到的旋转是逆时针的,则是一个正值的旋转	标准的陀螺仪提供原始的旋转数据,对噪声和漂移没有过滤和校正。 实际运用时,陀螺仪的噪声和漂移会引入错误,所以需要被补偿。

[0026]



### 1. 地磁数据获取

在检测到手机设备中存在地磁传感器后,使用 android 系统提供的接口注册地磁传感器的监听,因为本方法中对地磁精度要求非常高,所以需要注册精度最高的监听。注册了监听之后,当地磁传感器数据发生变化时,android 系统会回调 `onSensorChanged(SensorEvent event)` 方法,回调方法参数中包含了地磁传感器获取到的即时的地磁数据。地磁传感器提供三个坐标上的原始的磁场强度值 (in  $\mu T$ )。

[0027] 在此需要弄清楚两个概念:机身坐标系和世界坐标系。

[0028] 机身坐标系:即 X 轴是水平指向右的, Y 轴是垂直向上的, Z 轴是指向屏幕正面之外的,如图 2 所示。

[0029] 世界坐标系:Y 轴指向地磁北极, Z 轴逆重力方向指向天空, X 轴按照右手系可知是指向东方的。

[0030] 此时获取的地磁传感器数据是基于机身坐标系的。在实际使用中,用户即时姿态的变化,会影响机身坐标系的变化,因此需要对地磁数据进行坐标系统转换,建立机身坐标系和世界坐标系的映射。

### 2. 地磁数据坐标系的转换

同时注册加速度传感器,加速度传感器返回的数据分别为设备三个方向的即时加速度。

[0032] 使用 android 系统提供的方法:

```
SensorManager.getRotationMatrix(R, I, accelerometerValues, magneticFieldValues)
```

其中 R 为旋转矩阵, I 为倾斜矩阵,因倾斜矩阵我们无需用到,这里为空, `accelerometerValues` 和 `magneticFieldValues` 分别为即时获取的三个方向的加速度数据和地磁数据。

[0033] 使用 android 系统提供的下面这个方法可以指定把机身坐标系的 X 和 Y 轴映射到世界坐标系的哪个轴;

```
SensorManager.remapCoordinateSystem(R, SensorManager.AXIS_Z, SensorManager.AXIS_MINUS_X, remapR);
```

获取旋转矩阵后,与实时地磁数据相乘,即可建立在机身坐标系下三个方向的地磁数据在世界坐标系下的映射。

[0034] 本实施例中,选取的是机身坐标系 x 轴和 y 轴分别映射至世界坐标系的 x 轴和 Y 轴, z 轴在理论情况下,因与地磁场方向平行,获取的地磁数据应该为 0,实际出现的数据不高于  $1 \mu T$ ,因此忽略不计。

### 3. 地磁数据的滤波

地磁数据在一定程度下会受到周围干扰磁场的影响,从而产生一些奇异点。所以需要对使用地磁传感器获取的地磁数据进行滤波。正常情况下,同一地点一段时间内获取的地磁数据应该是服从正态分布的,使用二维正态分布概率密度公式,

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left[\frac{(x-\mu_1)^2}{\sigma_1^2} - 2\rho\frac{x-\mu_1}{\sigma_1}\frac{y-\mu_2}{\sigma_2} + \frac{(y-\mu_2)^2}{\sigma_2^2}\right]}$$

$$-\infty < x, y < +\infty$$

对不服从正态分布的地磁数据进行剔除。

[0036] 然后对一段时间内获取的地磁数据进行平均值计算, 所得结果作为此地点的地磁特征数据。

[0037] 为减少计算量, 使用地磁数据在世界坐标系下的 x 轴和 y 轴的向量的模作为某一地点的地磁数据的标识, 另外为保证采样及地磁定位时获取的实时地磁数据的统一性, 存储的地磁数据地图和定位时的实时地磁数据都是使用的特征数据。

[0038] 4. 地磁数据的存储

地磁数据的存储使用的是 android 系统嵌入的轻量级数据库 sqlite, 建立对应的地磁数据模型, 因地磁数据获取到的为浮点型数据, 在数据比对计算时会对手机设备 cpu 产生很大的压力, 因此统一了数据精度为小数点后 6 位。

[0039] 5. 地磁数据采样

地磁数据采样之前需要获取建筑平面图, 对建筑平面图做简单的美工处理, 去掉一些不必要的描述或杂物, 确定建筑地的导航关键点。导航关键点为地磁导航所准备, 记录建筑平面图中可行走区域出现岔路的位置点。

[0040] 在实际采样过程中, 用户手持手机设备, 在建筑平面图中选取起点和终点, 匀速步行, 即可完成建筑地地磁数据采样。

[0041] 采样过程会注册加速度传感器监听, 当用户在物理机身坐标系 x 轴和 z 轴的累积偏移距离达到 0.2 米时, 对此间获取的地磁数据进行坐标转换及滤波, 计算出该区域内地磁特征数据进行存储, 同时清空距离位移, 如此循环, 完成地磁数据采样, 根据唯一地点对应唯一地磁值的理论依据, 整合地磁数据和物理坐标, 建立地磁数据地图。

[0042] 第二阶段, 定位导航。

[0043] 完成了地磁数据采样后, 即可使用地磁定位导航功能。

[0044] 1. 地磁定位, 如图 3 所示。

[0045] 地磁定位功能的重点是实时地磁数据和地磁数据地图的数据比对和坐标反推。

[0046] 根据唯一地点对应唯一地磁值的理论依据, 建立建筑地地磁数据地图, 并以此作为实时地磁数据反推在建筑物理坐标的基础。

[0047] 但因精度及干扰磁场的存在, 在实际测试中, 可能出现建筑物内多个位置点有相同的地磁特征量的问题, 因此设计了坐标点查找-轮廓匹配-惯性定位算法, 过程如下:

坐标点查找算法根据实时地磁特征数据, 从地磁数据地图中查找特征数据接近的物理坐标点, 第一次查询到直接缓存所有备选坐标  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , 用户行走一段距离约 0.1 ~ 0.2m 后进行第二次查询并缓存所有备选坐标  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_k$ , 先排除  $|B-A|$  在经验精度范围(相距 5m 之外)外的点, 计算查找两次缓存的可能点之间  $|B-A|$  距离最近的点, 作为最可能物理坐标返回, 如此可行走 2 到 5 次后进行坐标查找。



[0048] 在用户行走一段位置约 0.5-1.0m 后,同时采用地形轮廓匹配(TERCOM)算法,以地磁数据地图为基准图,连续记录多个实时地磁数据生成实时图,通过计算每个基准子图与实时图的相关值 MSD,得出最小值 MSD 的基准子图,在地磁数据地图上定位该子图区域,同时参考坐标点查找算法得到的物理坐标,确定该定位区域内的缓存的可能点之间距离最近的点,作为定位物理坐标返回。理论上,该定位物理坐标应为十分接近几乎重合的两个坐标点,本实施例选取两个坐标点的其中一个作为定位物理坐标返回。

[0049] 确定第一个定位物理坐标后,注册加速度传感器及陀螺仪传感器,根据返回物理坐标及手机设备即时移动速度及方向进行惯性导航并根据实时数据验证定位坐标是否准确,若不准确,则继续使用坐标点查找-轮廓匹配算法确定位置点;若验证准确则继续进行惯性导航。惯性导航行走超过矫正临界值(1m)则使用坐标点查找-轮廓匹配算法对陀螺仪进行数据补偿矫正,如此循环完成定位操作。

## [0050] 2. 导航

导航功能是建立在地磁定位功能基础上的,用户首先选定目标位置,如果已知自己现在的位置,则认为定位成功,如果不知道自己现在的位置,则开启手机传感器监听功能,采集实时地磁数据,使用地磁定位方法进行定位;定位成功后,导航算法会根据用户当前位置点计算出距离用户最近的导航关键点,直至目标位置,使用导航算法即可计算出到达目标地的最短路径,实现导航。

[0051] 所述导航算法过程如下:

(1) 用数组  $dis[i][j]$  来记录  $i, j$  之间的最短距离。初始化  $dis[i][j]$ , 若  $i=j$  则  $dis[i][j]=0$ , 若  $i, j$  之间有边连接则  $dis[i][j]$  的值为该边的权值,否则  $dis[i][j]$  的值为  $\infty$ 。

[0052] (2) 对所有的  $k$  值从 1 到  $n$ ,  $n$  为自然数,修正任意两点之间的最短距离,计算  $dis[i][k]+dis[k][j]$  的值,若小于  $dis[i][j]$ , 则  $dis[i][j]=dis[i][k]+dis[k][j]$ , 否则  $dis[i][j]$  的值不变。

[0053] 使用本发明方法有以下几点需要说明:

1. 定位精确度决定于采样密度,采样密度越高,定位精度越高,但存储数据也更多,计算次数也会翻番,定位速度也会降低。因此需要平衡采样密度及计算次数,本方法采取了牺牲部分精度以获取更快定位速度的方式。

[0054] 2. 定位是否准确较大程度依赖于第一次定位结果,因此第一次需要用户进行短暂的位置移动以获取更高的定位精度。

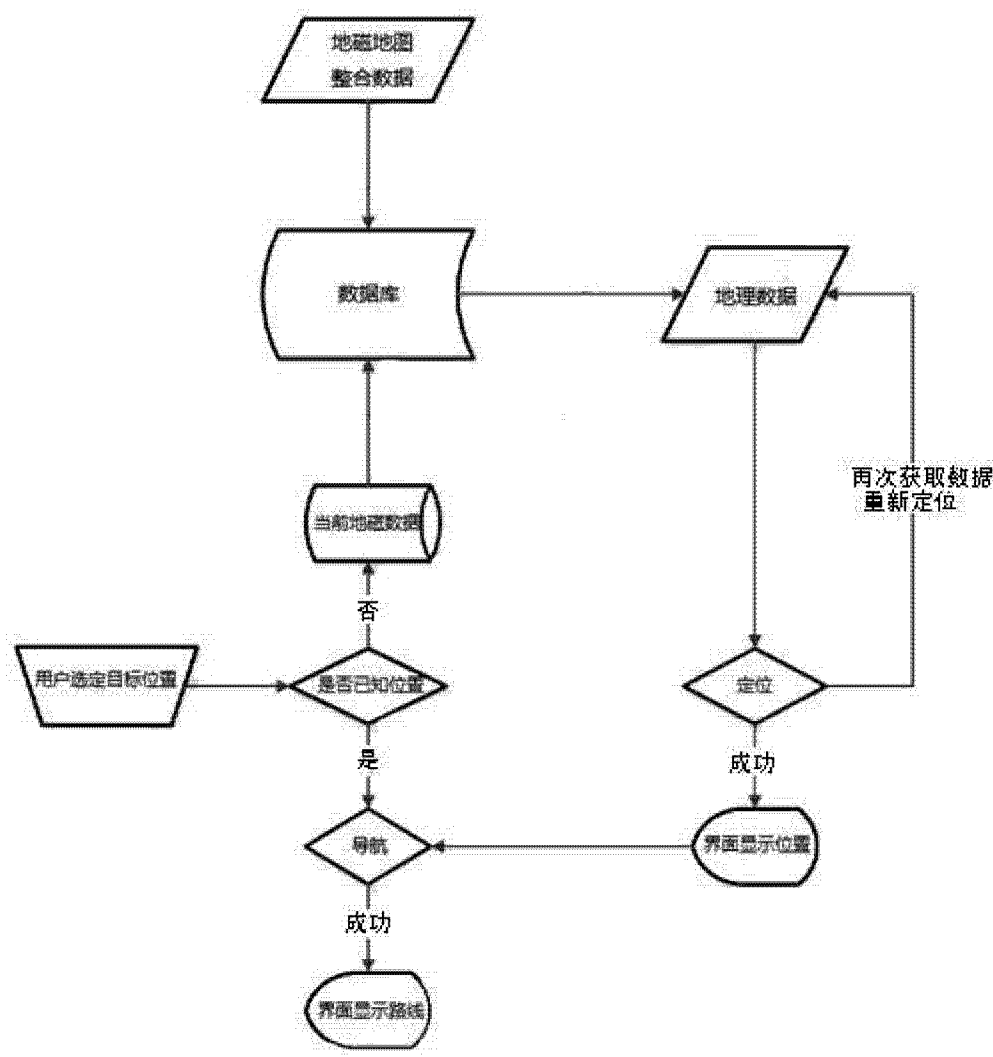


图 1

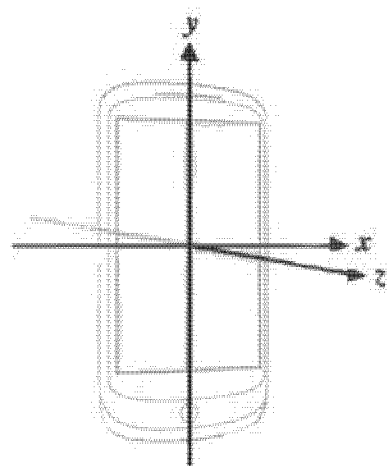


图 2

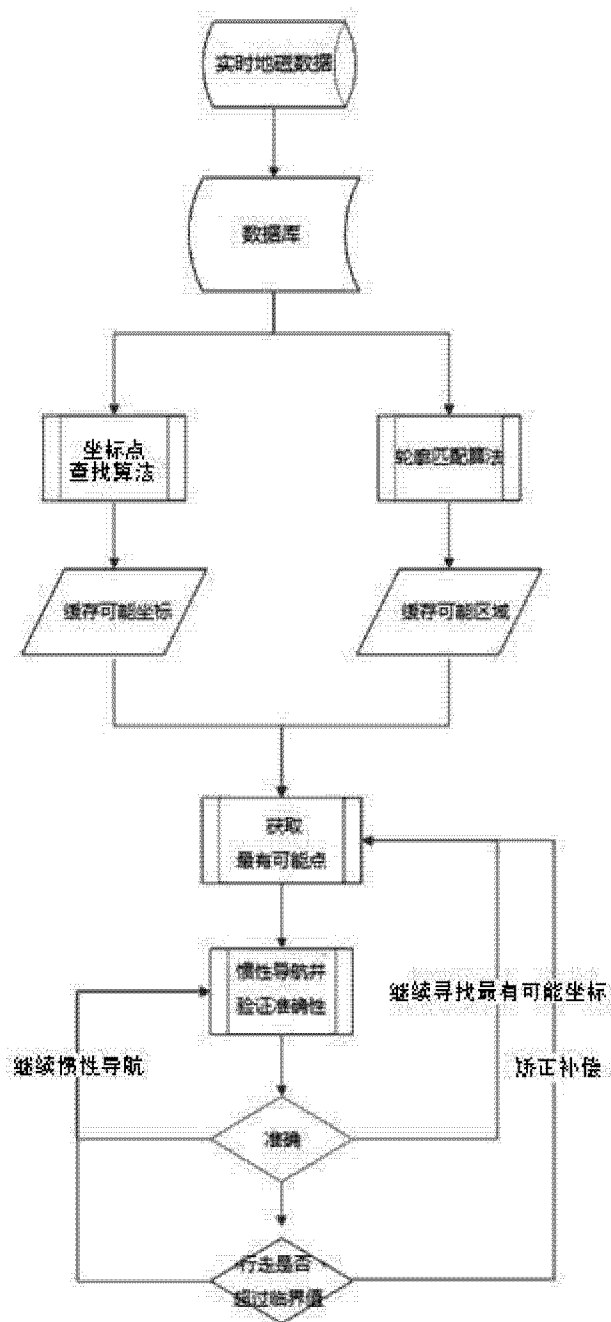


图 3