



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103841642 B

(45)授权公告日 2017.04.19

(21)申请号 201410085702.4

(22)申请日 2014.03.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103841642 A

(43)申请公布日 2014.06.04

(73)专利权人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 黎海涛 齐双 袁海英

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理
有限公司 11203

代理人 吴荫芳

(51)Int.Cl.

H04W 64/00(2009.01)

G01S 19/42(2010.01)

(56)对比文件

CN 1602021 A,2005.03.30,

CN 103068043 A,2013.04.24,

Wennan Chai,Cheng Chen,E.Edwan,
Jieying Zhang,O.Lofl.2D/3D Indoor
Navigation Based on Multi-Sensor Assisted
Pedestrian Navigation in Wi-Fi
environments.《Ubiquitous Positioning,
Indoor Navigation, and Location Based
Service》.2012,

审查员 成织云

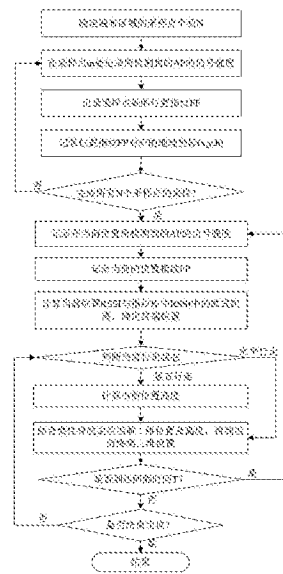
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种三维室内定位方法

(57)摘要

一种三维室内定位方法,属于室内定位技术领域。首先建立定位区域指纹数据库:确定定位区域的采样点个数,建立采样点位置指纹FP,在定位区域设置三维坐标系,将所有采样点的坐标以及指纹保存到指纹数据库中;实时定位阶段:获得未知位置A处的位置指纹,指纹数据库中与A的RSSI序列欧式距离最短的点的坐标作为A点坐标,根据终端在垂直方向上的速度,确定当前的行走状态;若为水平移动,则利用惯性导航单元得到新的平面坐标,高度坐标不更新;若为竖直移动,则根据当前位置气压得到的高度估计以及根据当前垂直方向加速度得到高度位移,通过卡尔曼滤波后获得最优高度估计,并利用终端中惯导单元得到新的平面坐标,从而得到新的三维位置坐标。



1. 一种三维室内定位方法, 基于具有惯性导航单元和气压传感器的手持终端, 其特征在于包括两个阶段: 建立定位区域指纹数据库阶段, 以及实时定位阶段; 建立定位区域指纹数据库阶段具体步骤如下:

步骤(1): 首先确定遍布整个定位区域的采样点个数;

步骤(2): 使用移动终端在第 m 个采样点处检测得到 k 个无线接入点AP的信号强度RSSI, 即 $RSSI_1, RSSI_2, \dots, RSSI_k$;

步骤(3): 每个RSSI对应一个MAC地址ID, RSSI和每个RSSI对应的MAC地址共同构成采样点位置指纹FP, 其中第 m 个采样点的位置指纹 $FP_m = \begin{bmatrix} RSSI_1 & \dots & RSSI_k \\ ID_1 & \dots & ID_k \end{bmatrix}^T$, ID_i 表示

RSSI $_i$ 对应的MAC地址;

步骤(4): 在定位区域设置三维坐标系 (x, y, h) , 其中 (x, y) 表示平面上相互垂直的纵横坐标, h 表示垂直方向的高度, 记录第 m 个采样点的坐标 $FP_m(x, y, h)$, 并将第 m 个采样点的坐标 $FP_m(x, y, h)$ 以及该采样点的位置指纹 FP_m 保存到指纹数据库中;

步骤(5): 重复步骤(2)至步骤(4), 直到遍历定位区域内所有采样点, 建立定位区域完整的指纹数据库上传到服务器, 完成指纹的采集;

实时定位阶段包括以下步骤:

步骤(6): 手持终端设备, 在未知位置A处扫描AP, 记下扫描到的 k 个AP的RSSI值, 并按照步骤(2)至步骤(3)获得未知位置A处的位置指纹, 即得到位置A处RSSI序列以及每个RSSI对应的MAC地址;

步骤(7): 计算出A的位置指纹中的RSSI序列与指纹数据库中所有采样点的指纹中的RSSI序列的欧式距离, 将欧式距离最近的位置指纹对应的坐标 $FP_m(x, y, h)$ 置为A点的位置 $L(x, y, h)$;

步骤(8): 实时获取终端在垂直方向上的速度 v_z , 并进行峰值检测, 设定垂直方向的速度极限值 v_m , 当 $v_z < v_m$ 时, 确定当前的行走状态为水平移动, 反之在竖直移动;

步骤(9): 若步骤(8)中检测到水平移动, 则利用终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') , 从而得到新的位置坐标为 $L(x', y', h)$, 其中 h 为上一时刻的高度坐标;

步骤(10): 若步骤(8)中检测到竖直移动, 则通过实时获取当前位置气压 p 并计算当前位置高度测量值 h_p , 根据当前垂直方向加速度数据 a_z 得到当前时刻与前一时刻之间的高度位移 h_z , 通过卡尔曼滤波后获得当前时刻最优高度估计 h' , 并利用终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') , 从而得到新的位置坐标为 $L(x', y', h')$;

步骤(11): 当未达到间隔时间 T 时, 返回步骤(8), 当到达时间间隔 T 时, 返回步骤(6), 直到结束。

2. 根据权利要求1所述的一种三维室内定位方法, 其特征在于: 步骤(10)中所述的卡尔曼滤波的预测方程如下:

$$h_y(k/k-1) = h_y(k-1) + h_z(k) + w(k)$$

其中, $h_y(k/k-1)$ 为 k 时刻的高度预测值, $h_y(k-1)$ 为 $k-1$ 时刻的最优高度估计, $h_z(k)$ 为根据垂直方向加速度得到的 k 时刻与 $k-1$ 时刻之间的高度位移, $w(k)$ 为 k 时刻的预测值的高斯

白噪声。

一种三维室内定位方法

技术领域

[0001] 本发明属于室内定位技术领域,尤其涉及利用WiFi信号与惯性传感器的定位系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着移动互联网的迅速发展,数据和多媒体业务快速增加,人们对于室内定位的需求日益增加。城市生活中,实现低成本、高精度的室内定位,具有重要的现实意义。如在商场超市,通过获得消费者个人位置信息和目标商品位置信息,可以进行路线指引,提高用户的购物体验;在医院通过室内导航指引路线,或对医务人员或病人的定位,能够使病人更快的得到救治。但现有的关于室内定位的研究中,并无法实现精度高,低成本且适合大规模应用的三维室内定位系统。

[0003] 目前应用较多的GPS卫星定位仅在相对地域较空旷、高层建筑不多、云层阻挡不大的地方才能实现精准定位。当GPS的接收机在高楼相当密集的城市或者室内运行时,由于信号强度受到建筑物、墙壁、其他物体的影响而大大衰减,导致定位精度受到影响甚至不能够完成定位过程。

[0004] 现如今,WiFi网络的接入点遍布于大型商厦、学校、大型医院、公交站、地铁站等场所。利用移动终端接收的WiFi信号进行定位,尽管可以实现低成本高效率的定位,然而WiFi信号易受环境因素影响,产生反射、衍射多径衰落,所以定位效果并不稳定。并且现有的WiFi定位算法并无法提供一个三维的定位方法。

[0005] 特别地,现有的移动终端中由陀螺仪、加速度计等组成的惯性导航单元能够实现实时无缝的二维定位,且能够获得较高的精度。但是由于惯性传感器自身的特性,在长时间的定位时会存在较大累计误差,影响定位精度。只能提供平面的单一楼层的导航技术,并不能做到空间上的定位及导航。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种基于移动终端的三维室内定位方法,既克服了GPS在室内时信号微弱的缺陷,并且利用了终端中的惯性导航单元从而弥补了WiFi信号易受干扰的不足,并加入了高度计算,从而达到一种三维实时无缝的定位效果。

[0007] 本发明的思想是:在采集阶段,采集室内区域内的指纹图并上传到服务器。在定位阶段,首先从服务器下载指纹图,并利用相应匹配算法确定终端的初始位置。然后利用终端惯性导航单元,确定用户的三维的实时位置。最后再次利用WiFi指纹定位,对惯性导航单元输出的位置进行修正。

[0008] 为实现此目的,本发明所涉及的三维室内定位方法,它包括移动终端,和服务器端,如图1所示。移动终端具有惯性导航单元和气压传感器,其特征在于包括两个阶段:建立定位区域指纹数据库阶段,以及实时定位阶段;

[0009] 建立定位区域指纹数据库阶段具体步骤如下:

[0010] 步骤(1):首先确定遍布整个定位区域的采样点个数;

[0011] 步骤(2):使用移动终端在第 m 个采样点处检测得到 k 个无线接入点AP的信号强度的RSSI,即 $RSSI_1, RSSI_2, \dots, RSSI_k$;

[0012] 步骤(3):每个RSSI对应一个MAC地址ID, RSSI和每个RSSI对应的MAC地址共同构成

采样点位置指纹FP,其中第 m 个采样点的位置指纹 $FP_m = \begin{bmatrix} RSSI_1 & \dots & RSSI_k \\ ID_1 & \dots & ID_k \end{bmatrix}^T$, ID_i 表示

RSSI $_i$ 对应的MAC地址;

[0013] 步骤(4):设置三维坐标系 (x, y, h) ,其中 (x, y) 表示平面上相互垂直的横纵坐标, h 表示垂直方向的高度,记录第 m 个采样点的坐标 $FP_m(x, y, h)$,并将第 m 个采样点的坐标 $FP_m(x, y, h)$ 与该采样点的位置指纹 FP_m 保存到指纹数据库中;

[0014] 步骤(5):重复步骤(2)至步骤(4),直到遍历定位区域内所有采样点,建立定位区域完整的指纹数据库上传到服务器,完成指纹的采集;

[0015] 实时定位阶段包括以下步骤:

[0016] 步骤(6):手持终端设备,在未知位置A处扫描AP,记下扫描到的 k 个AP的RSSI值,并按照步骤(2)至步骤(3)获得未知位置A处的位置指纹,即得到位置A处RSSI序列以及每个RSSI对应的MAC地址;

[0017] 步骤(7):计算出A的位置指纹中的RSSI序列与指纹库中所有采样点的位置指纹中的RSSI序列的欧式距离,将欧式距离最近的位置指纹对应的坐标 $FP_m(x, y, h)$ 置为A点的位置 $L(x, y, h)$;

[0018] 步骤(8):实时获取终端在垂直方向上的速度 v_z ,并进行峰值检测,设定垂直方向的速度的极限值 v_m ,当 $v_z < v_m$ 时,确定当前的行走状态为水平移动,反之在竖直移动;

[0019] 步骤(9):若步骤(8)中检测到的行走状态为水平移动,则利用终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') ,从而得到新的位置坐标为 $L(x', y', h)$,其中 h 为上一时刻的高度坐标;

[0020] 步骤(10):若步骤(8)中检测到的行走状态为竖直移动,实时获取当前位置气压 p 并计算当前位置高度估计 h_p ,以及通过当前垂直方向加速度数据 a_z 得到的高度位移 h_z ,将 h_p 与 h_z 通过卡尔曼滤波后获得最优高度估计 h' ,并利用终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') ,从而得到新的位置坐标为 $L(x', y', h')$;

[0021] 步骤(11):当未达到间隔时间 T 时,返回步骤(8),当到达时间间隔 T 时,返回步骤(6),直到结束。

[0022] 有益效果

[0023] 本发明主要有3方面工作内容:第一、利用WiFi指纹定位法确定终端初始位置。第二、加入了高度计算,使其能够实时确定终端三维位置。第三、在WiFi定位间隔时间内加入惯性导航单元定期更新终端位置,实现实时无缝的定位。

[0024] 与一般的WiFi室内定位技术相比,提出的三维室内定位方法由于加入了高度计算模块,所以能够实现三维的室内定位,并且结合了惯性导航系统的自主实时定位能够实现实时无缝的定位,提高定位效果和用户的体验。

附图说明

- [0025] 图1 WiFi定位技术设备图；
 [0026] 图2楼层坐标系说明图；
 [0027] 图3高度估计单元原理图；
 [0028] 图4三维室内定位流程图。

具体实施方式

[0029] 本发明的目的在于提供一种基于移动终端的三维室内定位方法，下面结合附图，说明此三维室内定位方法，

[0030] 步骤(1)：首先确定遍布整个大楼的采样点个数N；

[0031] 步骤(2)：使用具备WiFi功能的终端在第m个采样点处检测得到k个无线接入点AP的信号强度的RSSI，即 $RSSI_1, RSSI_2, \dots, RSSI_k$ ；

[0032] 步骤(3)：每个RSSI对应一个MAC地址ID，RSSI和每个RSSI对应的MAC地址共同构成

采样点位置指纹FP，其中第m个采样点的位置指纹 $FP_m = \begin{bmatrix} RSSI_1 & \dots & RSSI_k \\ ID_1 & \dots & ID_k \end{bmatrix}^T$ ， ID_i 表

示 $RSSI_i$ 对应的MAC地址；

[0033] 步骤(4)：建立三维坐标系(x, y, h)如图2所示，记录第m个采样点的坐标 $FP_m(x, y, h)$ ，并将第m个采样点的坐标 $FP_m(x, y, h)$ 与该采样点的位置指纹 FP_m 保存到指纹数据库中；

[0034] 步骤(5)：重复步骤(2)至步骤(4)，直到遍历采样区域内所有N个采样点，建立采样区域完整的指纹数据库上传到服务器，完成指纹的采集；

[0035] 步骤(6)：采用支持WiFi功能及装有加速度传感器、方向传感器，及气压计的移动终端设备，在未知位置A处扫描AP，记下扫描到的k个AP的RSSI值，并按照步骤(2)至步骤(3)获得未知位置A处的位置指纹，即得到位置A处RSSI序列以及每个RSSI对应的MAC地址；

[0036] 步骤(7)：计算出A的位置指纹与指纹库中所有采样点的位置的指纹的RSSI序列的欧式距离，将距离最近的位置指纹对应的坐标 $FP_m(x, y, h)$ 置为A点的位置。A作为终端的初始位置，则当前位置坐标为 $L(x, y, h)$ ；

[0037] 步骤(8)：通过读取终端中加速度传感器中的z方向加速度数据 a_z （代表垂直方向的加速度）积分得到的速度 v_z 进行峰值检测，并设定速度 v_z 极限值 v_m ，本实验中取0.4m/s。当 $v_z < v_m$ 时，确定当前的行走状态为平地行走($s=1$)，反之在上(下)楼梯($s=2$)；

[0038] 步骤(9)：若步骤(8)中检测到的行走状态为 $s=1$ ，则利用终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') ，从而得到新的位置坐标为 $L(x', y', h)$ ，其中h不变，为当前楼层高度；

[0039] 步骤(10)：若步骤(8)中检测到的行走状态为 $s=2$ ，实时获取当前位置气压p计算当前位置高度估计 h_p ，及当前z轴加速度数据 a_z 进行二次积分的得到的高度位移 h_z ，将 h_p 与 h_z 通过卡尔曼滤波后获得最优高度估计 h' ，并利用终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') ，从而得到新的位置坐标为 $L(x', y', h')$ ；

[0040] 其中，计算当前终端的三维位置，具体步骤如下

[0041] ①设在 $k=0$ 时刻,高度值 $h=5$,设高度估计值为 $h_y(k)$, $h_y(0)=5$ 。

[0042] ②获取当前时刻(如 $k=1$)当前位置气压 $p(k)$,并根据常用的气压-高度公式(公式(1))计算当前位置的高度测量值 $h_p(k)$;

$$[0043] \quad h_p(k) = (RT/gM) * \ln(p_0/p(k)) \quad (1)$$

[0044] 其中 $p(k)$ 为 k 时刻当前位置的气压值,单位为kpa, p_0 为标准大气压值, R 为理想气体常数, M 为气体分子量, T 为温度, g 为重力加速度;

[0045] ③读取加速度传感器中垂直方向的加速度 $a_z(k)$,并将其进行二次积分后得到高度位移 $h_z(k)$, $h_z(k)$ 表示 k 时刻与 $k-1$ 时刻的之间高度差值;

[0046] ④根据 $k-1$ 时刻的高度估计值 $h_y(k-1)$,得到 k 时刻高度预测值 $h_y(k/k-1)$,如公式(2)所示,

$$[0047] \quad h_y(k/k-1) = h_y(k-1) + h_z(k) + w(k) \quad (2)$$

其中 $w(k)$ 为 k 时刻的预测值的高斯白噪声;

[0048] ⑤计算 $h_y(k/k-1)$ 的方差 $R_y(k/k-1)$,如公式(3)所示,

$$[0049] \quad R_y(k/k-1) = R_y(k-1) + R_w(k) \quad (3)$$

[0050] 其中 $R_w(k)$ 为 $w(k)$ 的方差;

[0051] ⑥计算 k 时刻当前位置的高度估计值 $h_y(k)$,如公式(4)所示,

$$[0052] \quad h_y(k) = h_y(k/k-1) + K_g(k) (h_p(k) - H(k) h_y(k-1)) \quad (4)$$

[0053] 其中,根据公式(5)得到测量参数 $H(k)$,根据公式(6)得到卡尔曼增益 $K_g(k)$,

$$[0054] \quad h_p(k) = H(k) h_y(k-1) + v(k) \quad (5)$$

$$[0055] \quad K_g(k) = R_y(k/k-1) H(k) / [R_y(k/k-1) H^2(k) + R_v(k)] \quad (6)$$

[0056] 其中 $v(k)$ 为 k 时刻的测量值的高斯白噪声, $R_v(k)$ 为 $v(k)$ 的方差;

[0057] ⑦计算 $h_y(k)$ 的方差 $R_y(k)$,如公式(7)所示

$$[0058] \quad R_y(k) = (1 - K_g(k) H(k)) R_y(k/k-1) \quad (7)$$

[0059] ⑧结合终端中惯性导航单元对终端实时定位得到新的平面坐标 (x', y') ,当前位置高度 $h' = h_y(k)$,从而得到新的三维位置 $L(x', y', h')$ 并显示在终端上。

[0060] 步骤(11):当未达到间隔时间 T 时,返回步骤(8),当到达时间间隔 T 时,返回步骤(6),直到结束。

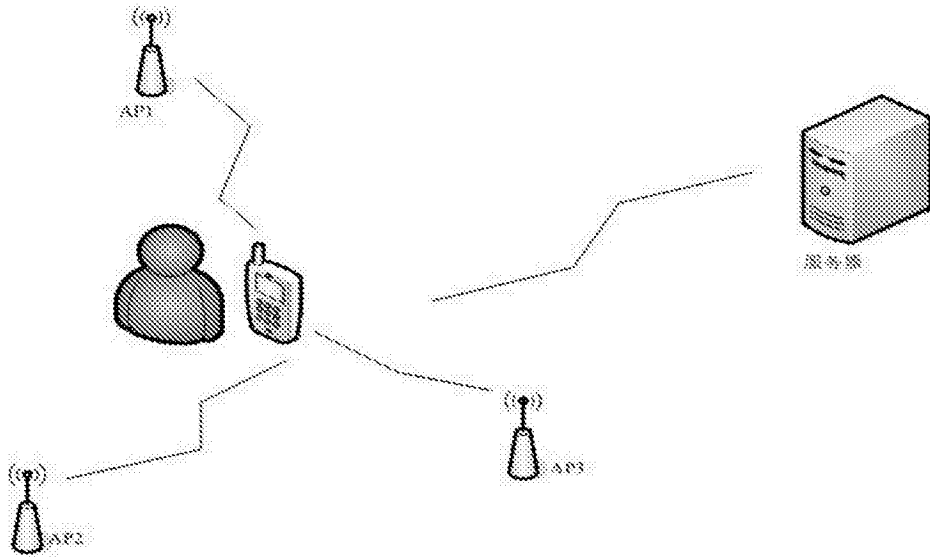


图1

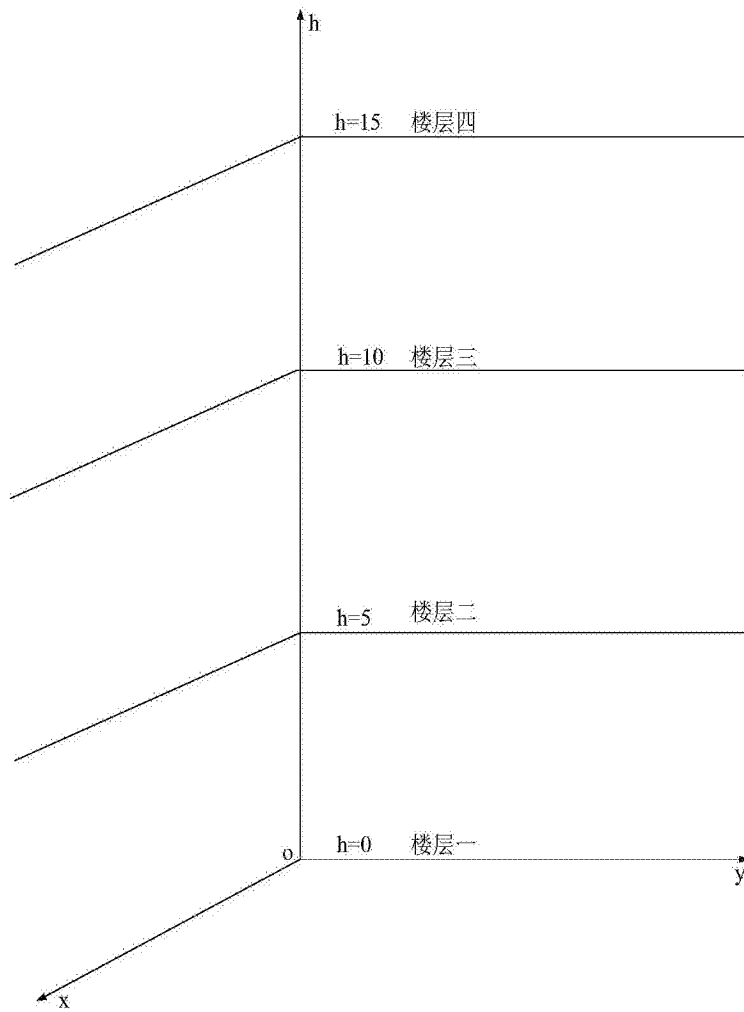


图2

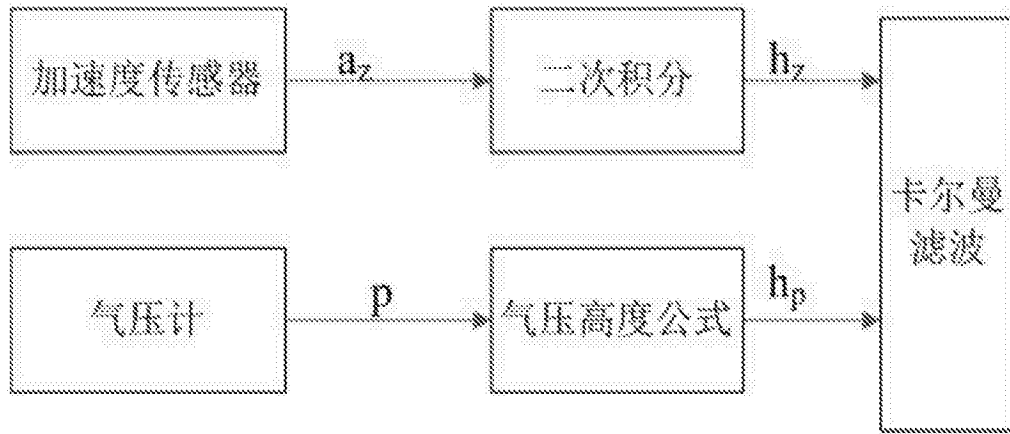


图3

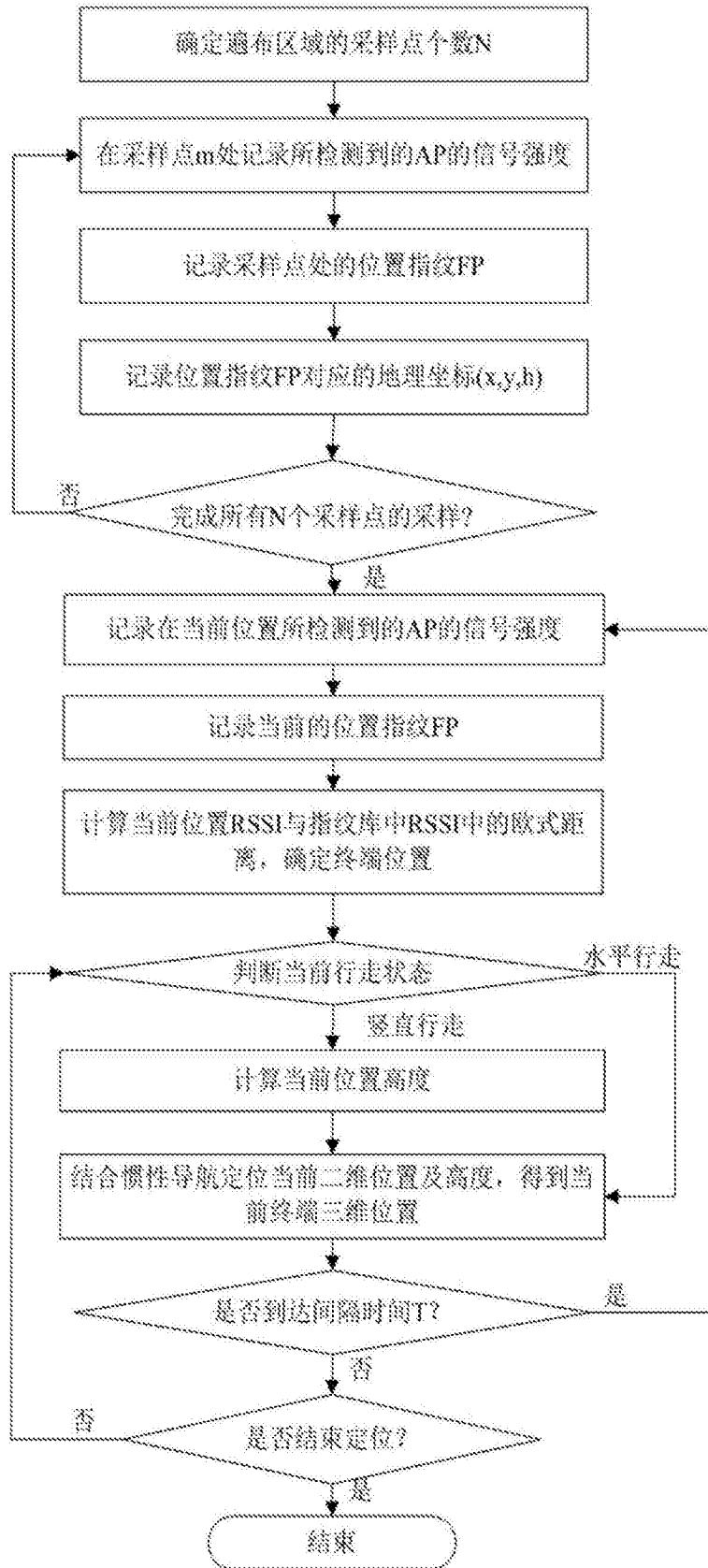


图4