



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103761539 B

(45)授权公告日 2017.05.03

(21)申请号 201410024204.9

H04M 1/725(2006.01)

(22)申请日 2014.01.20

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103761539 A

CN 103442436 A,2013.12.11,
US 2009/0023459 A1,2009.01.22,
CN 102752855 A,2012.10.24,

(43)申请公布日 2014.04.30

STALINBABU THUMMALAPALLI.Wi-Fi Indoor
Positioning.《Master report》.2012,第1页-第
51页.

(73)专利权人 北京大学
地址 100871 北京市海淀区颐和园路5号

梁韵基 等.普适环境室内定位系统研究.
《计算机科学》.2010,第37卷(第3期),第112页-
117页.

(72)发明人 叶凡 边凯归 高睿鹏 田阳
王韬 王亦洲 李晓明

审查员 倪赛华

(74)专利代理机构 北京万象新悦知识产权代理
事务所(普通合伙) 11360
代理人 苏爱华

(51)Int.Cl.

G06K 9/64(2006.01)

G01C 21/00(2006.01)

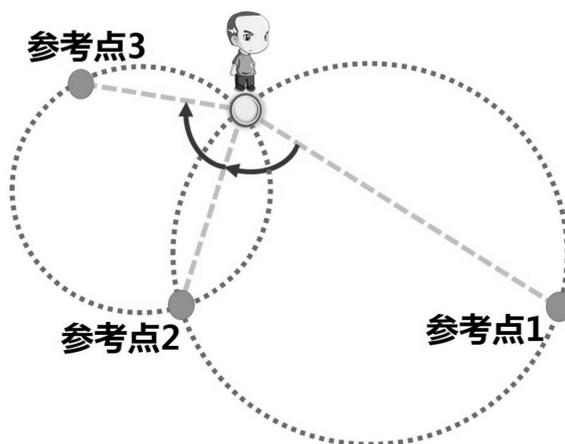
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种基于环境特征物体的室内定位方法

(57)摘要

本发明公布了一种基于环境特征物体的室内定位方法,针对无卫星信号覆盖的场所,通过场所中的环境特征物体对场所中的待定位目标进行定位.该方法包括建立场所的参考坐标系、建立环境特征物体信息系统、依次选择三个参考物体并同时测量待定位目标分别指向三个参考物体之间的相对转角和识别参考物体获得坐标,最后通过计算获得待定位目标位置的坐标.本方案不依赖于RF信号,克服了信号地图的不确定性以及周期性校准人工成本高的障碍,操作也简单便捷,可促进室内定位服务的快速普及。



1. 一种基于环境特征物体的室内定位方法,针对无卫星信号覆盖的场所,通过场所中的环境特征物体对场所中的待定位目标进行定位,包括如下步骤:

S1. 逐个获得所述场所中全部的环境特征物体的名称和坐标,建立场所的参考坐标系;

S2. 建立环境特征物体的样本图片库,其中每一个环境特征物体对应一张或多张从不同距离和角度拍摄的样本图片;

S3. 建立环境特征物体信息系统,所述环境特征物体信息系统安装在服务器端或智能移动设备客户端;所述信息至少包括步骤S1所述参考坐标系和步骤S2所述样本图片库;

S4. 在场所中按顺时针或逆时针依次选择三个环境特征物体,分别为参考物体1、参考物体2和参考物体3;

S5. 通过环境特征物体信息系统进行名称匹配或图像匹配,对参考物体1、参考物体2和参考物体3进行识别,根据步骤S1所述参考坐标系分别获得它们的坐标,设为参考物体1 (x_1, y_1) 、参考物体2 (x_2, y_2) 与参考物体3 (x_3, y_3) ;

S6. 通过角度测量,分别获得待定位目标指向参考物体1与待定位目标指向参考物体2之间的相对转角和待定位目标指向参考物体2与待定位目标指向参考物体3之间的相对转角,分别设为 α 和 β ;

S7. 根据参考物体1的坐标 (x_1, y_1) 、参考物体2的坐标 (x_2, y_2) 、参考物体3的坐标 (x_3, y_3) 、相对转角 α 和相对转角 β ,建立两个圆的方程,两个圆的两个交点分别为参考物体2和待定位目标的位置,通过解方程获得待定位目标的坐标。

2. 如权利要求1所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,步骤S3所述智能移动设备为智能手机;步骤S6所述角度测量是通过智能手机的方向传感器测量获得相对转角。

3. 如权利要求2所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,所述智能手机的方向传感器为智能手机的陀螺仪。

4. 如权利要求1所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,步骤S1所述建立场所的参考坐标系具体包括如下步骤:

S11. 在室内场所中选择两个起始环境特征物体A和B,A和B之间能够直视,通过人工测量二者之间的距离,设为 $AB=a$;A和B的坐标设为A $(0, 0)$ 与B $(a, 0)$;

S12. 选择第三个环境特征物体C,A、B和C相互之间都能够直视,通过角度测量,分别获得A指向B与A指向C之间的相对转角,设为 $\angle BAC=\alpha$;B指向A与B指向C之间的相对转角,设为 $\angle ABC=\beta$;根据 a 、 α 和 β 通过计算得到C的坐标,设为C (x, y) ;

S13. 以B和C作为两个起始环境特征物体,确定下一个环境特征物体D的坐标;由此依次获得室内场所中全部环境特征物体的坐标,从而建立室内场所的参考坐标系。

5. 如权利要求4所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,步骤S13确定下一个环境特征物体D的坐标,其中:

当B、C和D相互之间都能够直视时,通过计算获得B到C之间的长度,之后按照步骤S12确定D的坐标;

当B和C之间不能直视,而C和D之间与B和D之间都能直视时,通过人工测量分别获得D和B之间的距离,设为BD;D和C之间的距离,设为CD,通过角度测量获得角BDC的度数,根据BD、CD和角BDC计算D的坐标;

当B和C之间与C和D之间都能够直视,而B和D之间不能直视时,通过人工测量分别获得C和B之间的距离,设为BC;C和D之间的距离,设为CD,通过角度测量获得角BCD的度数,根据BC、CD和角BCD计算D的坐标;

当B和C之间与B和D之间都能够直视,而C和D之间不能直视时,通过人工测量分别获得C和B之间的距离,设为BC;B和D之间的距离,设为BD,通过角度测量获得角CBD的度数,根据BC、BD和角CBD计算D的坐标;

当B和C之间能够直视,而D和C之间与D和B之间都不能直视,在BC连线上选择一点C*,使得C*与D能够直视,进而通过人工测量获得C与C*之间,设为CC*;C*和D之间的长度,设为C*D,再通过角度测量角CC*D的度数,根据CC*、C*D和角CC*D计D的坐标。

6. 如权利要求1所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,步骤S5所述图像匹配具体包含如下步骤:

S51. 与步骤S4在场所中依次选择参考物体1、参考物体2和参考物体3的同时,利用智能移动设备分别之进行拍照,各获得一张实拍照片;

S52. 对应每一个参考物体,通过图像检索方法,从样本图片库中提取与对应的实拍照片匹配的一张或多张样本图片;

S53. 对应每一个参考物体,从匹配的样本图片中选择一张样本图片,作为与之正确匹配的图像;或者通过用户选择对应的实拍照片作为与之错误匹配的图像,再通过优化算法推测获得另一张样本图片,作为与之正确匹配的图像。

7. 如权利要求6所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,步骤S52所述图像检索方法具体为:首先通过尺度不变特征转换方法或加速稳健特征方法分别提取实拍照片和样本图片的特征点向量集合;然后采用尺度不变特征转换方法中的欧氏距离定义任两个特征点向量之间的距离,基于最近距离比次近距离准则获得最优匹配的特征点;再通过随机抽样一致性方法剔除错误匹配的特征点;由此获得与实拍照片最佳匹配的样本图片。

8. 如权利要求7所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,所述图像检索方法还包括对图片样本库建立索引,用以提高图像检索的速度。

9. 如权利要求6所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,步骤S53所述优化算法是根据正确匹配的参考物体来猜测错误匹配的参考物体,具体为聚类约束方法和距离约束方法中的一种或两种。

10. 如权利要求9所述基于环境特征物体的室内定位方法,其特征是,所述无卫星信号覆盖的场所为具有墙壁分隔的室内场所,所述优化算法为综合利用聚类约束方法和距离约束方法,具体包含如下过程:

P1. 以场所中的墙壁作为约束,将所有环境特征物体进行分类,形成多个聚类的集合;

P2. 利用正确匹配的参考物体,找到三个参考物体所在的聚类集合;

P3. 通过计算所述聚类集合内全部环境特征物体的距离因子的分值,以分值最大的环境特征物体作为错误匹配的参考物体的估计,其中:

当错误匹配的参考物体个数为一个时,假设另两个正确匹配的参考物体为A和B,对于所述聚类集合的每个环境特征物体X,根据下式计算分值:

$$score_x = \frac{K_x}{\left(\frac{|AX|+|BX|}{2}\right)^2}$$

其中： $score_x$ 为环境特征物体X的分值；

K_x 为错误匹配的参考物体的实拍照片与X的样本图片之间通过图像匹配提取的特征点的个数；

$|AX|$ 、 $|BX|$ 分别为X到A、B的距离；

计算该聚类集合内全部环境特征物体的分值后，以分值最大的环境特征物体作为错误匹配的参考物体的估计；

当错误匹配的参考物体个数为两个时，假设正确匹配的参考物体为A，对于该聚类集合的每两个环境特征物体X和Y作为一个环境特征物体对 $\{X, Y\}$ ，根据下式计算其共同分值 $score_{X,Y}$ ：

$$score_{X,Y} = \frac{K_x + K_y}{\left(\frac{|AX|+|AY|+|XY|}{3}\right)^2}$$

其中： $score_{X,Y}$ 为环境特征物体 $\{X, Y\}$ 的共同分值；

K_x 表示第一个错误匹配的参考物体的实拍照片与X的样本图片之间通过图像匹配提取的特征点的个数；

K_y 表示第一个错误匹配的参考物体的实拍照片与Y的样本图片之间通过图像匹配提取的特征点的个数；

$|AX|$ 、 $|AY|$ 和 $|XY|$ 分别为A与X、A与Y、X与Y之间的距离；

计算该聚类集合内全部环境特征物体对 $\{X, Y\}$ 的分值后，以分值最大的环境特征物体对作为两个错误匹配的参考物体的估计。

一种基于环境特征物体的室内定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种室内定位的通用方法,具体涉及一种基于环境特征物体而不依赖于RF(射频, Radio Frequency)信号进行室内目标定位的方法。

背景技术

[0002] 随着科技的不断进步,定位与导航技术已经发展到了一个新的时代。在室外开阔环境特别是车载环境下, GPS技术的广泛应用及相关设备成本的不断下降,为人们室外定位导航需求提供了极大便利。然而,在其它环境如高楼林立的城市繁华区或者人们聚集的室内场所中,由于卫星信号被墙体阻隔, GPS系统在这些场所无法使用。

[0003] 最新研究表明,成年人平均花费约90%的时间在室内空间,如起居、工作、购物、医疗、娱乐等,并且人们希望在室内空间也获取精确的位置服务。目前应用最广泛的室内定位服务,谷歌室内地图(Google Indoor Map),仅仅覆盖了18个国家(不包括中国)一万个室内场所,如购物商场、飞机场、火车站、博物馆、医院等等。而在全球范围内,这样的室内场所所有上百万个,谷歌室内地图仅覆盖了不足百分之一的室内场所。

[0004] 目前,主流的室内定位技术大多基于某些特定设备与网络架构提供的RF信号地图,例如WiFi AP(接入点, Access Point)以及蜂窝基站,因此需要大量AP与基站以实现无线网络的充分覆盖,并且需要花费大量人工成本采集信号地图。不仅如此,由于室内环境中的墙壁和天花板会反射信号,并且周围物体也会影响无线信号的接收信号强度(RSS, Received Signal Strength),因此大规模采集的信号地图还需要周期性校准。这些阻碍造成了基于RF信号地图的室内定位方法的使用受到限制,而不能快速大规模地推广使用。

发明内容

[0005] 针对上述室内定位现有技术存在的问题,本发明提供一种不依赖于RF信号的室内定位方法,具体为一种基于环境特征物体的室内定位方法,目的是在无卫星信号覆盖的场所(如室内场所),通过环境中丰富的特征物体,如商店商标、海报、ATM机等,来进行室内目标定位,用以克服目前利用RF信号地图进行室内定位的局限性,促进室内定位服务的大规模推广。

[0006] 本发明提供的技术方案为:

[0007] 一种基于环境特征物体的室内定位方法,该方法针对无卫星信号覆盖的场所,通过场所中的环境特征物体对场所中的待定位目标进行定位,包括如下步骤:

[0008] S1. 逐个获得所述场所中全部的环境特征物体的名称和坐标,建立场所的参考坐标系;

[0009] S2. 建立环境特征物体的样本图片库,其中每一个环境特征物体对应一张或多张从不同距离、角度拍摄的样本图片;

[0010] S3. 建立环境特征物体信息系统,所述环境特征物体信息系统安装在服务器端或智能移动设备客户端;所述信息至少包括步骤S1所述参考坐标系和步骤S2所述样本图片

库；

[0011] S4.在场所中按顺时针或逆时针依次选择三个环境特征物体,分别为参考物体1、参考物体2和参考物体3；

[0012] S5.通过环境特征物体信息系统进行名称匹配或图像匹配,对参考物体1、参考物体2和参考物体3进行识别,根据步骤S1所述参考坐标系分别获得它们的坐标,设为参考物体1 (x_1, y_1) 、参考物体2 (x_2, y_2) 与参考物体3 (x_3, y_3) ；

[0013] S6.通过角度测量,分别获得待定位目标指向参考物体1与待定位目标指向参考物体2之间的相对转角和待定位目标指向参考物体2与待定位目标指向参考物体3之间的相对转角,分别设为 α 和 β ；

[0014] S7.根据参考物体1的坐标 (x_1, y_1) 、参考物体2的坐标 (x_2, y_2) 、参考物体3的坐标 (x_3, y_3) 、相对转角 α 和相对转角 β ,建立两个圆的方程,两个圆的两个交点分别为参考物体2和待定位目标的位置,通过解方程获得待定位目标的坐标。

[0015] 在本发明的一个具体实施例中,针对无卫星信号覆盖的室内场所,对室内待定位目标进行定位,首先获取室内场所中全部的环境特征物体,建立室内场所的参考坐标系;室内待定位目标为用户,用户选择室内场所中的三个环境特征物体作为参考物体,通过图像匹配对所选参考物体进行识别;通过室内场所的参考坐标系获得参考物体相应的位置坐标;同时通过角度测量依次获取用户到这些参考物体连线之间的相对角度,进而由三个参考物体的坐标和两个相对角度计算得到室内目标所处位置的坐标。

[0016] 在本发明一实施例中,智能移动设备采用智能手机,角度测量是在场所中按顺时针或逆时针依次选择三个环境特征物体的同时,通过智能手机的方向传感器自动测量获得。其中,智能手机上通用的方向传感器有两类,一类是使用罗盘测量绝对角度,另一类是使用陀螺仪测量相对转角。通过在室内场所对两种角度测量方法的精度进行衡量,发现陀螺仪获得了更小的角度误差(1~2度),并且罗盘可能出现较大的错误(达到40度)。在本发明一实施例中,通过智能手机的陀螺仪进行相对转角的测量。

[0017] 上述基于环境特征物体的室内定位方法中,进一步地,建立无卫星信号覆盖场所的参考坐标系具体包含如下步骤:

[0018] S11.在室内场所中选择两个起始环境特征物体A和B,A和B之间能够直视,通过人工测量二者之间的距离,设为 $AB=a$;A和B的坐标设为A $(0, 0)$ 与B $(a, 0)$ ；

[0019] S12.选择第三个环境特征物体C,A、B和C相互之间都能够直视,通过角度测量,分别获得A指向B与A指向C之间的相对转角,设为 $\angle BAC=\alpha$;B指向A与B指向C之间的相对转角,设为 $\angle ABC=\beta$;根据 a 、 α 和 β 通过计算得到C的坐标,设为C (x, y) ；

[0020] S13.以B和C作为两个起始环境特征物体,确定下一个环境特征物体D的坐标;由此依次获得室内场所中全部环境特征物体的坐标,从而建立室内场所的参考坐标系。

[0021] 其中,确定下一个环境特征物体D的坐标分以下情形:

[0022] 当B、C和D相互之间都能够直视时,通过计算获得B到C之间的长度,之后按照步骤S12所述方法确定D的坐标;

[0023] 当B和C之间不能直视,而C和D之间与B和D之间都能直视时,通过人工测量分别获得D和B之间的距离,设为BD;D和C之间的距离,设为CD;通过角度测量获得角BDC的度数,根据BD、CD和角BDC计算D的坐标;

[0024] 当B和C之间与C和D之间都能够直视,而B和D之间不能直视时,通过人工测量分别获得C和B之间的距离,设为BC;C和D之间的距离,设为CD;通过角度测量获得角BCD的度数,根据BC、CD和角BCD计算D的坐标;

[0025] 当B和C之间与B和D之间都能够直视,而C和D之间不能直视时,通过人工测量分别获得C和B之间的距离,设为BC;B和D之间的距离,设为BD;通过角度测量获得角CBD的度数,根据BC、BD和角CBD计算D的坐标;

[0026] 当B和C之间能够直视,而D和C之间与D和B之间都不能直视,在BC连线上选择一点C*,使得C*与D能够直视,进而通过人工测量获得B与C*之间的长度,设为BC*;C*和D之间的长度,设为C*D;再通过角度测量获得角BC*D的度数,根据BC*、C*D和角BC*D计算D的坐标。

[0027] 上述基于环境特征物体的室内定位方法中,进一步地,图像匹配方法具体包含如下步骤:

[0028] S51.与步骤S4在场所中依次选择参考物体1、参考物体2和参考物体3的同时,利用智能移动设备分别之进行拍照,各获得一张实拍照片;

[0029] S52.对应每一个参考物体,通过图像检索方法,从样本图片库中提取与对应的实拍照片匹配的一张或多张样本图片;

[0030] S53.对应每一个参考物体,从匹配的样本图片中选择一张样本图片,作为与之正确匹配的图像;或者通过用户选择对应的实拍照片作为与之错误匹配的图像,再通过优化算法推测获得另一张样本图片,作为与之正确匹配的图像。

[0031] 其中,在本发明的一个具体实例中,采用的图像检索技术为首先通过特征提取算法,如尺度不变特征转换(SIFT,Scale-invariant Feature Transform,David G.Lowe,“Distinctive image features from scale-invariant keypoints,”International Journal of Computer Vision,60,2(2004),pp.91-110)或加速稳健特征(SURF,Speeded Up Robust Features,Bay H,Tuyteplaars T,van Gool L,“SURF:speeded up robust features,”Proceedings of the European Conference on Computer Version,2006:404-417)算法,提取实拍照片和样本图片的特征点向量集合,之后采用SIFT中的欧氏距离定义任两个特征点向量之间的距离,以及基于最近距离比次近距离准则获得最优匹配的特征点;再通过随机抽样一致性(RANSAC,RANdomSAmple Consensus,Fischler M A,Bolles R C,“Random sample consensus:a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography,”Communications of ACM,1981,24(6):381-395)算法方法剔除错误匹配的特征点,由此获得与实拍照片最佳匹配的样本图片。

[0032] 对室内待定位目标进行定位时使用图像检索技术识别参考物体,可以将环境特征物体信息系统安装在服务器端,智能移动设备客户端通过无线网络(无线局域网或移动网络)将实拍照片上传到服务器,图像检索在服务器端进行,将识别结果坐标返回给智能移动设备客户端;也可以将环境特征物体信息系统安装在客户端,在客户端进行图像检索,获得参考物体的坐标。考虑到不同实施环境的处理器计算能力、存储能力以及无线传输成本,可适当调整图像样本库的数量与质量。在本发明的一个具体实施例中,当每个参考物体仅采集三张照片作为其图像样本,并将拍摄的照片按照品质因数为40的JPEG灰度图像进行存储与传输时,本发明的图像检索精度达到98%。

[0033] 为了提高图像检索速度,可以对图片样本库建立索引。建立图像索引的方法包括

基于词汇树的层次化索引方法(David Nistér and Henrik Stewénus, “Scalable Recognition with a Vocabulary Tree,” CVPR, 2006)。在本发明的一个实施例中,首先对图片样本集中所有的图片均提取其特征描述子,然后使用K均值(k-means)算法进行聚类,生成“视觉单词”,索引树采用先序遍历的二进制存储格式,并且在图像检索时采用倒排索引的方法实现快速的图像搜索(Li FF and Perona P, “A Bayesian hierarchical model for learning natural scene categories,” In Proc. CVPR, 2005)。

[0034] 针对参考物体的图像检索结果可能存在错误,可以采用用户反馈方法以纠正图像检索的错误,并进一步通过优化算法在用户无法完全纠正图像检索错误时合理地猜测该参考物体。

[0035] 如果用户通过智能移动设备所拍摄参考物体的实拍照片的图像检索结果为匹配错误(即不在系统通过图像匹配提取出的样本图片列表中),用户通过点击该实拍照片告知系统,该参考物体的前几位图像检索结果都是错误的。此时系统根据其他验证正确的参考物体来猜测这一参考物体。在本发明的一个具体实例中,步骤S53所述推测参考物体的优化算法为根据匹配正确的参考物体,通过聚类约束和距离约束来猜测匹配错误的参考物体,从而从样本图片库中获得与之匹配正确的样本图片。聚类约束和距离约束策略的原理是:

[0036] 聚类约束:由于室内环境中存在墙的阻隔,用户不能在一个位置同时看到全部的参考物体。系统根据室内布局,将全部参考物体进行聚类。通过将所有在同一间屋子内的参考物体作为一类,这样即使只有一个参考物体正确识别了,剩下的参考物体也一定和它在一个聚类中。

[0037] 距离约束:用户需要依次指向三个参考物体。因此这三个参考物体相互之间的距离不应当很远。如果已知了其中的两个或者一个正确检索的参考物体,剩下的未知参考物体距离这个已知参考物体距离越近,它是用户指认参考物体的概率也就越大。

[0038] 聚类约束和距离约束可以有多种实现算法,例如可以通过撒点方式模拟目标的可能位置。在本发明的一个具体实例中,采用如下算法:在聚类约束的前提下,综合考虑图像匹配程度与距离因子,那些和用户拍摄照片匹配度越高的、并且距离其他正确参考物体越近的备选参考点,它们是用户真实指认结果的概率也相应越大。

[0039] 对于参考物体的识别,本发明的另一实例中,采用用户输入参考物体的ID或者它的名称的方法,这种方法中参考点命名较困难并且对用户记忆造成麻烦。为了增强系统的可用性,优选地,可使用图像检索技术来自动识别所选取的参考物体。

[0040] 在获得参考物体1的坐标 (x_1, y_1) 、参考物体2的坐标 (x_2, y_2) 、参考物体3的坐标 (x_3, y_3) 、相对转角 α 和相对转角 β 之后,根据三角定位原理,在计算待定位目标的位置时,已知三个参考物体的坐标,结合两个相对角度值,建立两个圆的方程,两个圆的两个交点分别为参考物体2和待定位目标的位置,通过解方程获得待定位目标的坐标。待定位目标的坐标设为 (x, y) ,可以通过下式计算:

$$[0041] \quad \begin{cases} x = x_0 \frac{x_1 - x_2}{a} - y_0 \frac{y_1 - y_2}{a} + x_2 \\ y = x_0 \frac{y_1 - y_2}{a} + y_0 \frac{x_1 - x_2}{a} + y_2 \end{cases}$$

[0042] 其中,

$$[0043] \quad \left\{ \begin{array}{l} a = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ b = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} \\ x_0 = \frac{ab[\sin(\beta + \theta) \cot \alpha + \cos(\beta + \theta)][a \sin \beta \cot \alpha + b \cos(\beta + \theta)]}{[b \sin(\beta + \theta) - a \sin \beta]^2 + [b \cos(\beta + \theta) + a \sin \beta \cot \alpha]^2} \\ y_0 = \frac{ab[\sin(\beta + \theta) \cot \alpha + \cos(\beta + \theta)][b \sin(\beta + \theta) - a \sin \beta]}{[b \sin(\beta + \theta) - a \sin \beta]^2 + [b \cos(\beta + \theta) + a \sin \beta \cot \alpha]^2} \\ \theta = \arccos\left[\frac{(x_1 - x_2)(x_3 - x_2) + (y_1 - y_2)(x_1 - x_2)}{ab}\right] \end{array} \right.$$

[0044] 本发明的有益效果是：

[0045] 本发明基于环境特征物体进行定位，不依赖RF信号地图，避免了目前主流定位技术的缺点，节省了获取并周期性维护信号地图所需的人力成本，也节省服务提供商建立参考坐标系所花费的时间与人力投入。利用本发明提供的技术方案，可以为室内定位服务提供商快速大规模室内定位提供关键技术方案，促进室内定位服务的快速普及，例如可应用于基于用户位置的精准广告的推送等，有利于基于位置的服务(LBS, Location Based Service)的推广应用。

附图说明

[0046] 图1为本发明的定位原理图。

[0047] 图2为智能手机客户端中的图像匹配步骤时的用户交互界面截图。

[0048] 图3a~图3f为建立场所的参考坐标系过程的示意图，其中：

[0049] 图3a为在场所中选择两个起始环境特征物体A和B确定第三个环境特征物体C的情形；

[0050] 图3b为B、C和D相互之间都能够直视情况下确定下一个环境特征物体D的示意图；

[0051] 图3c为当B和C之间不能直视，而C和D之间与B和D之间都能直视情况下确定下一个环境特征物体D的示意图；

[0052] 图3d为当B和C之间与C和D之间都能够直视，而B和D之间不能直视情况下确定下一个环境特征物体D的示意图；

[0053] 图3e为当B和C之间与B和D之间都能够直视，而C和D之间不能直视情况下确定下一个环境特征物体D的示意图；

[0054] 图3f为当B和C之间能够直视，而D和C之间与D和B之间都不能直视情况下确定下一个环境特征物体D的示意图。

具体实施方式

[0055] 下面结合附图和具体实施方式，对本发明进行进一步详细描述，但不以任何方式限制本发明的范围。

[0056] 本实施例针对无卫星信号覆盖的室内场所，用户以室内场所环境中丰富的特征物体，如商店商标、海报和ATM机等为参考，以智能手机作为智能终端设备来进行室内定位，具体包括如下步骤：

[0057] S1. 逐个获得室内场所中全部的环境特征物体的名称和坐标，建立室内场所的参

考坐标系；

[0058] S2. 建立环境特征物体的样本图片库，其中每一个环境特征物体对应多张从不同距离和角度拍摄的样本图片；

[0059] S3. 建立环境特征物体信息系统，环境特征物体信息系统安装在服务器端或智能手机端；系统信息至少包括参考坐标系和样本图片库；

[0060] S4. 用户在场所中按顺时针或逆时针依次选择三个环境特征物体，设为参考物体1、参考物体2和参考物体3；

[0061] S5. 用户通过环境特征物体信息系统进行名称匹配或图像匹配，对参考物体1、参考物体2和参考物体3进行识别，根据参考坐标系分别获得它们的坐标，设为参考物体1 (x_1, y_1)、参考物体2 (x_2, y_2) 与参考物体3 (x_3, y_3)；

[0062] S6. 通过智能手机的陀螺仪进行角度测量，依次获得用户指向参考物体1与用户指向参考物体2之间的相对转角和用户指向参考物体2与用户指向参考物体3之间的相对转角，分别设为 α 和 β ；

[0063] S7. 根据参考物体1的坐标 (x_1, y_1)、参考物体2的坐标 (x_2, y_2)、参考物体3的坐标 (x_3, y_3)、相对转角 α 和相对转角 β ，建立两个圆的方程，两个圆的两个交点分别为参考物体2和用户的位置，通过解方程获得用户所处位置的坐标。

[0064] 其中，建立室内场所的参考坐标系包括如下步骤，如图3a~图3f所示：

[0065] S11. 在室内场所中选择两个起始环境特征物体A和B，A和B之间能够直视，通过人工测量二者之间的距离，设为 $AB=a$ ；A和B的坐标设为A ($0, 0$) 与B ($a, 0$)；

[0066] S12. 选择第三个环境特征物体C，A、B和C相互之间都能够直视，通过角度测量，分别获得A指向B与A指向C之间的相对转角，设为 $\angle BAC=\alpha$ ；B指向A与B指向C之间的相对转角，设为 $\angle ABC=\beta$ ；根据 a, α 和 β 通过下列公式计算得到C的坐标，设为C (x, y)，如图3a所示：

$$[0067] \quad \begin{cases} x = \frac{a \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta} \\ y = \frac{a \tan \alpha \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta} \end{cases}$$

[0068] S13. 以B和C作为两个起始环境特征物体，确定下一个环境特征物体D的坐标；由此依次获得室内场所中全部环境特征物体的坐标，从而建立室内场所的参考坐标系。

[0069] 其中，确定下一个环境特征物体D的坐标分以下情形：

[0070] 如图3b所示，当B、C和D相互之间都能够直视时，通过计算获得B到C之间的长度，之后按照步骤S12所述方法确定D的坐标；

[0071] 如图3c所示，当B和C之间不能直视，而C和D之间与B和D之间都能直视时，通过人工测量分别获得D和B之间的距离，设为BD；D和C之间的距离，设为CD，通过角度测量获得角BDC的度数，根据BD、CD和角BDC计算D的坐标；

[0072] 如图3d所示，当B和C之间与C和D之间都能够直视，而B和D之间不能直视时，通过人工测量分别获得C和B之间的距离，设为BC；C和D之间的距离，设为CD，通过角度测量获得角BCD的度数，根据BC、CD和角BCD计算D的坐标；

[0073] 如图3e所示，当B和C之间与B和D之间都能够直视，而C和D之间不能直视时，通过人工测量分别获得C和B之间的距离，设为BC；B和D之间的距离，设为BD，通过角度测量获得角

CBD的度数,根据BC、BD和角CBD计算D的坐标;

[0074] 如图3f所示,当B和C之间能够直视,而D和C之间与D和B之间都不能直视,在BC连线上选择一点C*,使得C*与D能够直视,进而通过人工测量获得B与C*之间的长度,设为BC*;C*和D之间的长度,设为C*D;再通过角度测量获得角BC*D的度数,根据BC*、C*D和角BC*D计算D的坐标。

[0075] 用户在室内场所进行定位的原理如图1所示,用户站在室内场所中,按顺时针或逆时针依次选取参考物体1、参考物体2和参考物体3,通过输入参考物体1、参考物体2和参考物体3的名称或通过智能手机拍摄获得对应参考物体的实拍照片,同时智能手机的陀螺仪在后台通过角度测量,分别获得用户指向参考物体1与用户指向参考物体2之间的相对转角 α 和用户指向参考物体2与用户指向参考物体3之间的相对转角 β 。

[0076] 针对如何选择身边合适的参考物体,本实施例通过数值仿真结果,观测到小转角对应着离用户较远距离的参考物体,此时相同的角度误差会造成更大的位移。因此,在本实施例中,用户选择最近的一个作为中间的参考物体,在它的左右选择两个参考物体作为另外两个参考物体,分别进行拍照。

[0077] 图2所示为智能手机客户端中的图像匹配步骤时的用户交互界面截图。拍照完毕之后,如图2所示,在顶部的是三张用户拍摄的实拍照片,对应于参考物体1、参考物体2和参考物体3。每张实拍照片下面是图像检索系统选取的前三张最佳匹配的环境特征物体的样本图片。这些样本图片是被事先采集的,如定位服务提供商事先对每个环境特征物体拍摄一些照片作为其样本图片。系统默认最佳匹配出的第一张样本图片为与对应的参考物体的实拍照片匹配正确。如果第一个匹配不正确,正确匹配在第二或第三,用户可以点击正确参考物体的样本照片。若系统提供的实拍照片的匹配结果都为错误,用户点击顶部的实拍照片。最后用户点击“确定”,将结果提交给系统。

[0078] 对于每一个参考物体,通过系统默认或用户指认,当匹配正确时通过参考坐标系获得对应参考物体的坐标;当匹配错误时,选择对应参考物体的实拍照片,通过推测方法从样本图片库中获得与之匹配正确的样本图片,再通过参考坐标系获得对应参考物体的坐标,分别设为参考物体1(x1,y1)、参考物体2(x2,y2)与参考物体3(x3,y3)。

[0079] 本实施例中,采用的图像检索技术为通过SURF算法提取实拍照片和样本图片的特征点向量集合,之后采用SIFT中的欧氏距离定义任两个特征点向量之间的距离,以及基于最近距离比次近距离准则获得最优匹配的特征点;再通过随机抽样一致性方法剔除错误匹配的特征点,由此获得与实拍照片最佳匹配的样本图片。

[0080] 在实施图像检索时有两种实现形式,一种是在服务器端进行,需要用户通过无线网络上传图片;另一种是在智能手机端完成。其中,服务器端方式将环境特征物体信息系统安装在服务器端,智能移动设备客户端通过无线网络将实拍照片上传到服务器,图像检索在服务器端进行,将识别结果坐标返回给智能移动设备客户端;智能手机端方式将环境特征物体信息系统安装在客户端,在客户端进行图像检索,获得参考物体的坐标。考虑到不同实施环境的处理器计算能力、存储能力以及无线传输成本,可适当调整图像样本库的数量与质量。本实施例中,当每个参考物体仅采集三张照片作为其图像样本,并将拍摄的照片按照品质因数为40的JPEG灰度图像进行存储与传输时,本发明的图像检索精度达到98%。

[0081] 为了提高图像检索速度,本实施例对样本图片集建立图像索引。具体为首先对图

片样本集中所有的图片均提取其特征描述子,然后使用k-means算法进行聚类,生成“视觉单词”,索引树采用先序遍历的二进制存储格式,并且在图像检索时采用倒排索引的方法实现快速的图像搜索。

[0082] 针对参考物体的图像检索结果可能存在错误,在本实施例中,采用用户反馈方法以纠正图像检索的错误,并进一步提出优化算法在用户无法完全纠正错误时合理地猜测该参考物体。

[0083] 如果用户通过智能移动设备所拍摄参考物体的实拍照片的图像检索结果为匹配错误(不在系统匹配提取出的样本图片列表中),用户通过点击该实拍照片告知系统,该参考物体的前几位图像检索结果都是错误的。此时系统根据其他验证正确的参考物体来猜测这一参考物体。在本发明的一个具体实例中,本实施例中,推测参考物体的优化算法为根据匹配正确的参考物体,通过聚类约束和距离约束来猜测匹配错误的参考物体,从而从样本图片库中获得与之匹配正确的样本图片。

[0084] 本实例在具有墙壁分隔的室内场所中,聚类约束和距离约束采用如下算法:在聚类约束的前提下,综合考虑图像匹配程度与距离因子,那些和用户拍摄照片匹配度越高的、并且距离其他正确参考物体越近的备选参考点,它们是用户真实指认结果的概率也相应越大。

[0085] 具体算法流程如下:

[0086] P1.以场所中的墙壁作为约束,将所有环境特征物体进行分类,形成多个聚类的集合;

[0087] P2.利用正确匹配的参考物体,找到三个参考物体所在的聚类集合;

[0088] P3.通过计算所述聚类集合内全部环境特征物体的分值,以分值最大的环境特征物体作为错误匹配的参考物体的估计,其中:

[0089] 当错误匹配的参考物体个数为一个时,假设另两个正确匹配的参考物体为A和B,对于所述聚类集合的每个环境特征物体X,根据下式计算分值:

$$[0090] \quad score_x = \frac{K_x}{\left(\frac{|AX|+|BX|}{2}\right)^2}$$

[0091] 其中: $score_x$ 为环境特征物体X的分值;

[0092] K_x 为错误匹配的参考物体的实拍照片与X的样本图片之间通过图像检索提取的匹配特征点的个数;

[0093] $|AX|$ 、 $|BX|$ 分别为X到A、B的距离;

[0094] 计算该聚类集合内全部环境特征物体的分值后,以分值最大的环境特征物体作为错误匹配的参考物体的估计;

[0095] 当错误匹配的参考物体个数为两个时,假设正确匹配的参考物体为A,对于该聚类集合的每两个环境特征物体X和Y作为一个环境特征物体对 $\{X, Y\}$,根据下式计算其共同分值 $score_{x,y}$:

$$[0096] \quad score_{x,y} = \frac{K_x + K_y}{\left(\frac{|AX|+|AY|+|XY|}{3}\right)^2}$$

[0097] 其中: $score_{x,y}$ 为环境特征物体 $\{X, Y\}$ 的共同分值;

[0098] K_X 表示第一个错误匹配的参考物体的实拍照片与X的样本图片之间通过图像检索提取的匹配特征点的个数；

[0099] K_Y 表示第二个错误匹配的参考物体的实拍照片与Y的样本图片之间通过图像检索提取的匹配特征点的个数；

[0100] $|AX|$ 、 $|AY|$ 和 $|XY|$ 分别为A与X、A与Y、X与Y之间的距离；

[0101] 计算该聚类集合内全部环境特征物体对 $\{X, Y\}$ 的分值后,以分值最大的环境特征物体对作为两个错误匹配的参考物体的估计。

[0102] 对于参考物体的识别,本发明的另一实例中,采用用户输入参考物体的ID或者它的名称的方法,这种方法由于参考点命名较困难并且对用户记忆造成麻烦。为了增强系统的可用性,优选地,使用图像检索技术来自动识别所选取的参考物体。

[0103] 最后,根据参考物体1(x_1, y_1)、参考物体2(x_2, y_2)与参考物体3(x_3, y_3),以及用户指向参考物体1与用户指向参考物体2之间的相对转角 α 和用户指向参考物体2与用户指向参考物体3之间的相对转角 β ,根据三角定位原理,在计算用户位置时,已知三个参考物体的坐标,结合两个相对角度值,建立两个圆的方程,,两个圆的两个交点分别为参考物体2和用户的位置,通过解方程获得用户位置的坐标。

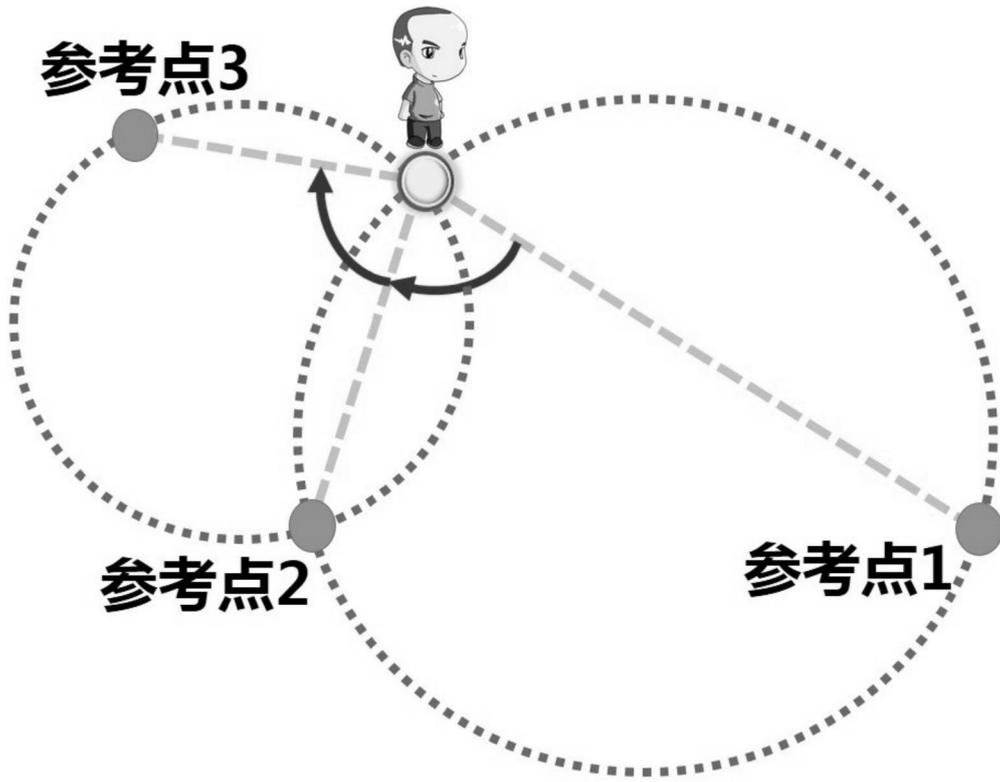


图1



参考物体1 参考物体2 参考物体3



确定

图2

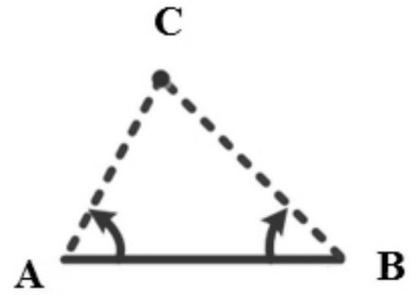


图3a

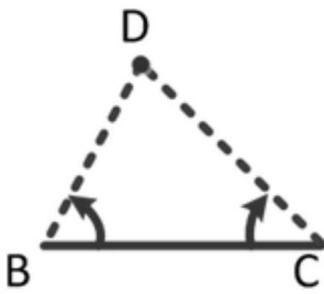


图3b

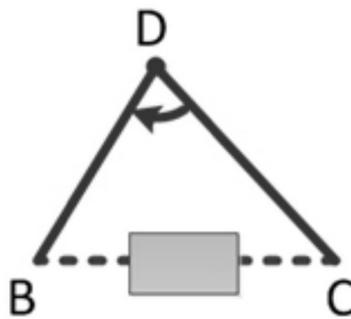


图3c

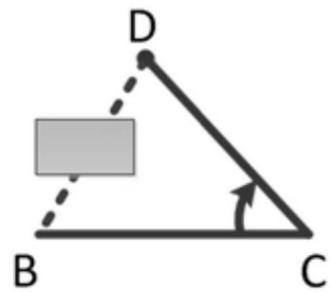


图3d

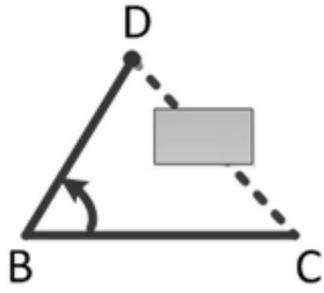


图3e

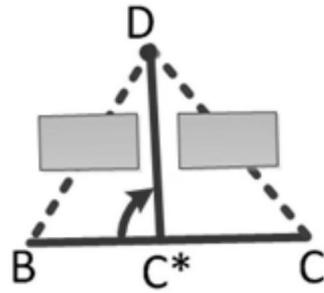


图3f