



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103152822 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201310059101. 1

(22) 申请日 2013. 02. 26

(73) 专利权人 中国矿业大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路丁 11 号
中国矿业大学(北京)

(72) 发明人 田子建 姜焱 刘剑桥

(51) Int. Cl.

H04W 64/00(2009. 01)

(56) 对比文件

CN 102868751 A, 2013. 01. 09,

US 2004/0132466 A1, 2004. 07. 08,

冀常鹏、陈美玲、刘巧. 无线传感器网络 APIT 定位算法的改进. 《仪表技术与传感器》. 2012, (第 8 期),

胡中栋、贾方方. 基于角度判断的无线传感器网络 APIT 定位算法的研究. 《传感器与微系

统》. 2013, 第 32 卷(第 1 期),

唐明虎、张长宏. 无线传感器网络 APIT 定位算法. 《综述与评论》. 2010, 第 29 卷(第 21 期),

审查员 郭蕊

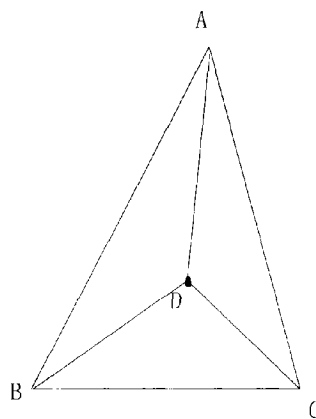
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法, 根据已知的组成三角形的三个信标节点的位置信息, 利用距离公式得到三个信标节点两两之间的距离, 经过 TOA 测距算法得到三个信标节点到移动节点的距离, 根据余弦定理计算得到信标节点组成的三角形的顶角的角度值以及移动节点与信标节点形成的夹角的角度值, 如果移动节点与信标节点的夹角的角度值都小于三角形的顶角值则在信标节点组成的三角形内部, 否则就在三角形外部。本发明方法很好地改善了 PIT 检测原理的误判性, 不需要移动节点沿着某方向移动, 具有可操作性, 而且计算量小。



1. 一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法,其特征在于,步骤如下:

(1) 根据煤矿井下的具体情况部署信标节点、网关节点和传输基站;

(2) 由井下人员携带的移动节点周期性地向各信标节点发送定位请求信号;

(3) 各信标节点收到移动节点发出的定位请求信号后,向移动节点发送自身位置信息;

(4) 移动节点收到各信标节点发送的位置信息后,记录其中的坐标位置、信号强度及其到达相应移动节点的时间,并发送到邻近的网关节点;

(5) 网关节点收到移动节点发送的数据信息后,通过传输基站将其发送到设于地面的地面监控中心;

(6) 地面监控中心收到步骤(5)中的数据信息后,根据各信标节点的位置信息和每个信标节点到达相应移动节点的时间,通过 TOA 测距原理,确定出移动节点到定位所需的信标节点的距离;

(7) 将步骤(6)中确定的信标节点任意三个连线组成三角形,根据余弦定理计算每个三角形三个顶角的角度值、移动节点和组成三角形的各信标节点的连线与三角形各边的夹角的角度值,如果移动节点和组成三角形的各信标节点的连线与三角形各边的夹角都小于三角形相应顶角的角度值,则该移动节点在信标节点组成的三角形内部,否则就在三角形外部;

(8) 对于移动节点处于其内部的所有三角形,计算它们重叠区域的质心,该质心位置即为移动节点的位置。

一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿井下安全监控与通信领域,尤其涉及一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法。

背景技术

[0002] 目前井下人员定位方法有很多,分为基于测距和基于非测距两种类型,测距方面主要有基于到达时间 TOA、基于到达时间差 TDOA,基于到达角度 AOA 和基于功率到达强度 RSSI 等方法,根据上述的原理测量信标节点与移动节点之间的距离然后利用不同的算法实现定位,这些算法主要有三边测量法、三角测量法、极大似然估计法、极小极大定位算法,它们都是基于几何计算的定位方法,但是计算量都比较大,极大似然估计法和极小极大定位算法需要的信标节点数量多,成本高。

[0003] 基于 TOA 测距原理是利用电磁波发射速度已知的条件,根据移动节点接收到的信标节点发射信号的到达时间,速度乘以时间得到移动节点与信标节点之间的距离,非测距中的 APIT 主要是利用 PIT 原理来判断移动节点是否在信标节点组成的三角形中,然后穷尽所有的三角形得到重叠区域,计算重叠区域的质心,质心位置作为移动节点的位置,该方法最大的弊端是利用 PIT 原理判断移动节点的位置时的误判性很大,PIT 原理讲的是当移动节点朝一个方向移动时,如果都远离或者都靠近三个信标节点时,就说明在信标节点组成的三角形内部,否则就在三角形外部,这个判断原理具有非常大的局限性,一些情况下当移动节点在三角形内部时,向沿着三角形的一条边移动时就会同时产生远离和靠近的效应,而且在煤矿井下移动节点随意移动也是不现实的,所以这个判断方法会存在很大的误判性,在移动节点是否在三角形内部的判定方法目前还没有特别简单而实用的方法,所以解决上述问题对于定位的精确性具有非常重要的作用。

[0004] 进行煤矿井下人员定位所需的网关节点、信标节点和移动节点都包括:处理器、存储器、无线收发器、传感器和电源,网关节点还包括总线模块,无线收发器用于接收和发送无线电磁波,传感器用于感知周围环境的温度、湿度、甲烷浓度信息,处理器和存储器用于存储数据信息并进行处理,总线模块用于与总线连接,所述电源用于提供电能。移动节点安装在井下人员的安全帽上,信标节点均匀布置于煤矿井下的巷道中,网关节点根据信标节点的布置方式和移动节点的信号覆盖半径布置在巷道壁上,并通过总线与传输基站连接。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法,用以解决现有基于 APIT 定位中,判断移动节点是否在信标节点组成的三角形内部还是外部的判断方法的误判和移动节点随意移动不现实的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明的方案是:一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法,步骤如下:

[0007] (1) 根据煤矿井下的具体情况部署信标节点、网关节点和传输基站;

- [0008] (2) 由井下人员携带的移动节点周期性地各信标节点发送定位请求信号；
- [0009] (3) 各信标节点收到移动节点发出的定位请求信号后，向移动节点发送自身位置信息；
- [0010] (4) 移动节点收到各信标节点发送的位置信息后，记录其中的坐标位置、信号强度及其到达相应移动节点的时间，并发送到邻近的网关节点；
- [0011] (5) 网关节点收到移动节点发送的数据信息后，通过传输基站将其发送到设于地面的地面监控中心；
- [0012] (6) 地面监控中心收到步骤 (5) 中的数据信息后，根据各信标节点的位置信息和每个信标节点到达相应移动节点的时间，通过 TOA 测距原理，确定出移动节点到定位所需的信标节点的距离；
- [0013] (7) 将步骤 (6) 中确定的信标节点任意三个连线组成三角形，根据余弦定理计算每个三角形三个顶角的角度值、移动节点和组成三角形的各信标节点的连线与三角形各边的夹角的角度值，并根据各角度值，判断移动节点是否在相应三角形内部；
- [0014] (8) 对于移动节点处于其内部的所有三角形，计算它们重叠区域的质心，该质心位置即为移动节点的位置。
- [0015] 所述步骤 (7) 中判断移动节点是否在信标节点组成的三角形内部的方法为：如果移动节点和组成三角形的各信标节点的连线与三角形各边的夹角都小于三角形相应顶角的角度值，则该移动节点在信标节点组成的三角形内部，否则就在三角形外部。
- [0016] 本发明所达到的有益效果：本发明利用角度的大小关系准确地判断出移动节点是否处于信标节点组成的三角形内部，与 APIT 定位方法中 PIT 测试原理相比较，误判性基本为零，很好地改善了 PIT 检测原理的误判性，而且不需要移动节点沿着某方向移动，具有可操作性，计算量小。

附图说明

- [0017] 图 1 是本发明的判断移动节点在信标节点组成三角形内部的方法图；
- [0018] 图 2 是本发明的判断移动节点在信标节点组成三角形外部的的方法图。

具体实施方式

- [0019] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明：
- [0020] 本发明的一种基于 APIT 的煤矿井下人员定位方法，主要包括两个阶段：
- [0021] (1) 判断移动节点在信标节点组成的三角形内部还是外部：移动节点向信标节点发送定位请求，信标节点接收后广播发送自身位置信息，移动节点接收信息，记录信标节点的位置信息和到达移动节点的时间信息，汇聚到网关节点并通过总线传送到传输基站，传输基站通过光纤传送到地面监控中心，经过数据处理得到信标节点到移动节点的距离以及信标节点组成的三角形的顶角的角度值和移动节点与顶点的夹角的角度值，根据角度的大小判断移动节点是否在信标节点组成的三角形内部，如果移动节点与顶点的夹角的角度值都小于三角形的顶角值则在信标节点组成的三角形内部，否则就在三角形外部；
- [0022] (2) 精确定位：对于移动节点处于其内部的所有三角形，计算它们重叠区域的质心，该质心位置即为移动节点的位置。

[0023] 如图 1 所示, A、B、C 分别为第一信标节点、第二信标节点和第三信标节点, D 为位于三角形 ABC 内的一个移动节点, 通过 TOA 测距方法测得移动节点 D 与第一信标节点 A、第二信标节点 B 和第三信标节点 C 之间的距离, 记为 a 、 b 、 c , 第一信标节点 A 和第二信标节点 B 之间距离记为 e , 第一信标节点 A 和第三信标节点 C 之间的距离记为 f , 第二信标节点 B 和第三信标节点 C 之间的距离记为 g , 根据距离公式分别计算出 e 、 f 、 g 的值, 并根据余弦定理依次计算得到 $\angle BAD$ 、 $\angle DAC$ 、 $\angle ABD$ 、 $\angle CBD$ 、 $\angle ACD$ 、 $\angle BCD$, $\angle BAC$ 、 $\angle ABC$ 、 $\angle BCA$ 的值, 若 $\angle BAD < \angle BAC$ 且 $\angle DAC < \angle BAC$ 且 $\angle ABD < \angle ABC$ 且 $\angle CBD < \angle ABC$ 且 $\angle ACD < \angle BCA$ 且 $\angle BCD < \angle BCA$, 则移动节点 D 处于第一信标节点 A、第二信标节点 B 和第三信标节点 C 组成的三角形 ABC 的内部。

[0024] 如图 2 所示, A、B、C 分别为第一信标节点、第二信标节点和第三信标节点, F 为位于三角形 ABC 外的移动节点, 移动节点 F 与第一信标节点 A、第二信标节点 B 和第三信标节点 C 之间的距离通过 TOA 测距方法测得, 记为 a_1 、 b_1 、 c_1 , 第一信标节点 A 和第二信标节点 B 之间距离记为 e_1 , 第一信标节点 A 和第三信标节点 C 之间的距离记为 f_1 , 第二信标节点 B 和第三信标节点 C 之间的距离记为 g_1 , 根据距离公式计算得到, $\angle BAF$ 、 $\angle FAC$ 、 $\angle ABF$ 、 $\angle CBF$ 、 $\angle ACF$ 、 $\angle BCF$ 是移动节点 F 与第一信标节点 A、第二信标节点 B 和第三信标节点 C 之间形成的夹角, $\angle BAC$ 、 $\angle ABC$ 、 $\angle BCA$ 是第一信标节点、第二信标节点和第三信标节点组成的三角形的顶角, 利用余弦定理得到, $\angle BAF > \angle BAC$ 、 $\angle BCF > \angle BCA$, 移动节点 F 处于第一信标节点 A、第二信标节点 B 和第三信标节点 C 组成的三角形外部。

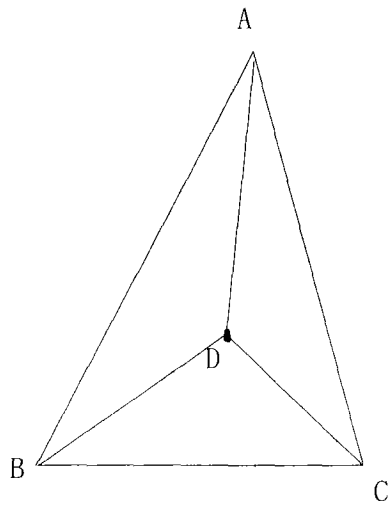


图 1

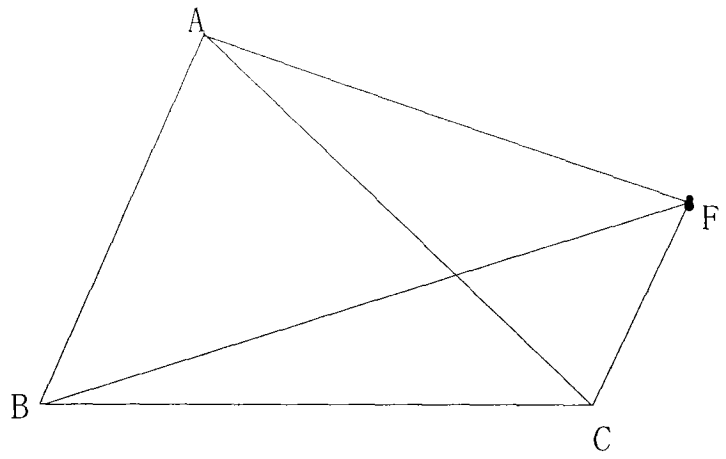


图 2