



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105828431 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201610259595.1

(22)申请日 2016.04.25

(71)申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

(72)发明人 方晨晨 邵翔 王永雄 饶林

(74)专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

31001

代理人 吴宝根 王晶

(51)Int.Cl.

H04W 64/00(2009.01)

H04W 4/02(2009.01)

H04W 4/04(2009.01)

H04W 4/00(2009.01)

G05D 1/03(2006.01)

G01S 5/02(2010.01)

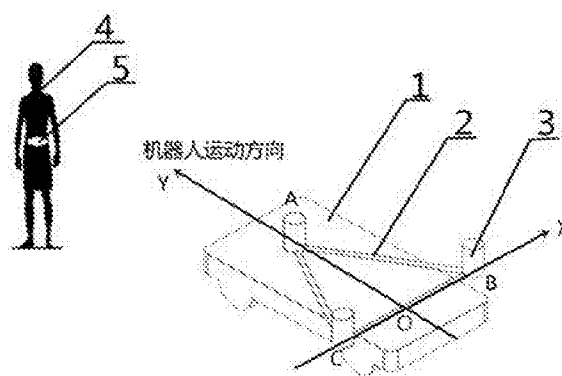
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

基于UWB的自主跟随机器人定位方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于UWB的自主跟随机器人定位方法及系统,特定目标为可自由移动的人或者物;所述移动机器人上固定至少三个位置成三角形形态的UWB基站,所述自由移动的人或物上放置UWB定位标签;所述的基站发送UWB信号;所述的标签接收从基站发来的UWB信号;标签与基站时间同步,利用TOA算法获得基站与标签间的距离,然后通过几何运算获得标签的坐标,确定自由移动的人或物相对于移动机器人的位置和运动信息,实现移动机器人对人或物的跟随。本发明使用UWB无线定位技术实现自主跟随机器人定位,采用窄带脉冲进行通信,不需要载波,传输功率高,功耗小,抗干扰能力和穿透能力强,提高了定位的精度和准确性,从而实现特定目标的跟随。



1. 一种基于UWB的自主跟随机器人定位系统,包括移动机器人(1)、特定目标、UWB基站(3)和UWB定位标签(5),所述的特定目标(4)为自由移动的人或者物,其特征在于:所述移动机器人(1)上固定至少三个位置成三角形态的UWB基站(3),所述自由移动的人或物上放置UWB定位标签(5);所述的UWB基站(3)发送UWB信号;所述的UWB定位标签(5)接收从UWB基站(3)发来的UWB信号;UWB定位标签(5)与UWB基站(3)时间同步,利用TOA算法获得基站与标签间的距离,然后通过几何运算获得标签的坐标,确定自由移动的人或物相对于移动机器人(1)的位置和运动信息,实现移动机器人(1)对自由移动的人或物的跟随。

2. 根据权利要求1所述的基于UWB的自主跟随机器人定位系统,其特征在于:所述的UWB基站(3)为三个,三个UWB基站(3)在移动机器人(1)身上按等边三角形的三个顶点位置摆放。

3. 根据权利要求1所述的基于UWB的自主跟随机器人定位系统,其特征在于:所述的UWB定位标签(5)戴于自由移动的人的手腕或腰间、或挂戴于脖子上。

4. 一种基于UWB的自主跟随机器人定位方法,包括UWB基站发射UWB信号,UWB定位标签接收UWB信号并进行定位解算;所述接收端解算方法具体步骤如下:

步骤1,UWB基站定时发送UWB信号,UWB定位标签接收信号,且标签与基站时间同步,利用TOA算法,根据UWB信号在基站和标签之间的传播时间 t ,由 $d=c*t$, c 为光速,得到三个UWB基站分别于UWB定位标签的距离 AM, BM, CM 为 d_1, d_2, d_3 ,根据已知的 AB, BC, AC 的距离以及 AM, BM, CM 的距离可以确定一个交点,这个交点是分别以 A, B, C 为圆心, d_1, d_2, d_3 为半径的三个球体的交点,该交点就是UWB定位标签所在的位置;

定义三个UWB基站位置距离 AB, BC, AC 均为 a ;定义 BC 边上的高所在延长线为 y 轴, y 轴正向与机器人自身的方向一致;三个UWB基站构成的等边三角形的边 AB 的中点为 $O(0,0,0)$,标签的坐标为 $M(x,y,z)$,其中 z 为标签到基站所在水平面的高度;等边三角形的中心为 H ;

步骤2,根据三个UWB基站到UWB定位标签的距离,通过解析几何算出:标签 M 在等边三角形所在平面的投影 M' 点到等边三角形中心的距离:

$$L = M'H = \sqrt{(d_1^4 + d_2^4 + d_3^4 - d_1^2 * d_2^2 - d_1^2 * d_3^2 - d_2^2 * d_3^2) \div (3 * a^2)}$$

标签 M 在等边三角形所在平面的投影 M' 点与等边三角形的中心 H 点的连线,即 $M'H$ 与 y 轴的夹角即方位角:

$$\theta = \angle M'HA = \arctan(\sqrt{3}(d_3^2 - d_2^2) \div (-2 * d_1^2 + d_2^2 + d_3^2))$$

由上述步骤得到的 (L, θ) 即可确定特定目标具体所在位置信息,以及根据下一个时刻 (L, θ) 可以获得特定目标的运动信息,包括速度和方向角,所得位置误差范围在 $\pm 10\text{cm}$ 以内,在误差范围内移动机器人根据位置信息确定自由移动的人或物的位置;并根据每一时刻移动机器人获得的自由移动的人或物的位置和运动信息,对自由移动的人或物进行实时跟随,即移动机器人可实现对自由移动的人或物的跟随任务。

基于UWB的自主跟随机器人定位方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种移动机器人定位领域的自主跟随机器人定位系统,具体地说,是一种相对定位技术和机器人跟随方法。

背景技术

[0002] 随着工业和科学技术的发展,移动机器人的研究和发展非常迅速,并逐渐进入人们的日常生活。目前服务机器人的一个典型技术是机器人跟踪,它能识别特定目标并跟随其运动,同时具有一定的人机交互功能。目前自主跟随机器人的技术难点之一就是机器人与目标之间的相对定位。通过机器人与特定目标的相对位置信息,规划自身运动。

[0003] 现有的定位技术有GPS,超声波定位技术,蓝牙技术,红外线技术,射频识别技术,无线局域网等。其中,GPS是目前应用最广泛的室外定位技术。然而GPS信号在经过建筑的遮挡后衰落较严重,多径干扰严重,不适合在室内定位;其他UWB的类似定位技术,例如超声波定位系统定位精度虽然较高,适用于室内定位,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。利用蓝牙、RFID和红外技术组成的网络进行定位时,传输数据速率低,因此传输距离短,定位精度也比较低。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种结构简单,抗干扰能力和穿透能力强,准确性高的基于UWB的自主跟随机器人定位方法及系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案是:一种基于UWB的自主跟随机器人定位系统,包括移动机器人、特定目标、UWB基站和标签,所述的特定目标为可自由移动的人或者物;所述移动机器人上固定至少三个位置成三角形态的UWB基站,所述自由移动的人或物上放置UWB定位标签;所述的基站发送UWB信号;所述的标签接收从基站发来的UWB信号;标签与基站时间同步,利用TOA算法获得基站与标签间的距离,然后通过几何运算获得标签的坐标,确定自由移动的人或物相对于移动机器人的位置和运动信息,实现移动机器人对自由移动的人或物的跟随。

[0006] 所述的UWB基站为三个,三个UWB基站(3)在移动机器人(1)身上按等边三角形的三个顶点位置摆放。

[0007] 所述的UWB标签穿戴于自由移动的人的手腕或腰间、或挂戴于脖子上。

[0008] 一种基于UWB的自主跟随机器人定位方法,包括UWB基站发射UWB信号,UWB定位标签接收UWB信号并进行定位解算;所述接收端解算方法具体步骤如下:

[0009] 步骤1,UWB基站定时发送UWB信号,UWB定位标签接收信号,且标签与基站时间同步,利用TOA算法,根据UWB信号在UWB基站和UWB定位标签之间的传播时间 t ,由 $d=c*t$, c 为光速,得到三个UWB基站分别于UWB定位标签的距离AM,BM,CM为 d_1,d_2,d_3 ,根据已知的AB,BC,AC的距离以及AM,BM,CM的距离可以确定一个交点,这个交点是分别以A,B,C为圆心, d_1,d_2,d_3 为半径的三个球体的交点,该交点就是标签所在的位置;

[0010] 定义三个UWB基站位置距离AB,BC,AC均为a;定义BC边上的高所在延长线为y轴,y轴正向与机器人自身的方向一致;三个UWB基站构成的等边三角形的边AB的中点为O(0,0,0),标签的坐标为M(x,y,z),其中z为标签到基站所在水平面的高度;等边三角形的中心为H;

[0011] 步骤2,根据三个UWB基站到UWB定位标签的距离,通过解析几何算出:标签M在等边三角形所在平面的投影M'点到等边三角形中心的距离:

$$[0012] \quad L = M'H = \sqrt{(d1^4 + d2^4 + d3^4 - d1^2 * d2^2 - d1^2 * d3^2 - d2^2 * d3^2) \div (3 * a^2)}$$

[0013] 标签M在等边三角形所在平面的投影M'点与等边三角形的中心H点的连线,即M'H与y轴的夹角即方位角:

$$[0014] \quad \theta = \angle M'HA = \arctan(\sqrt{3}(d3^2 - d2^2) \div (-2 * d1^2 + d2^2 + d3^2))$$

[0015] 由上述步骤得到的(L,θ)即可确定特定目标具体所在位置信息,以及根据下一个时刻(L,θ)可以获得特定目标的运动信息,包括速度和方向角,所得位置误差范围在±10cm以内,在误差范围内移动机器人根据位置信息确定自由移动的人或物的位置;并根据每一时刻移动机器人获得的自由移动的人或物的位置和运动信息,对自由移动的人或物进行实时跟随,即移动机器人可实现对自由移动的人或物的跟随任务。

[0016] 本发明的有益效果是:本发明采用UWB技术进行自主跟随机器人的定位,能在低功率消耗的情况下实现高精度定位,增加了可靠信,并且能将通信与定位合二为一;使用三个基站作为信号发射端,能有效的确定出特定目标的位置,误差小;三个基站相对位置固定,只需要测出UWB信号从基站到标签的传送时间,即可确定出目标的相对位置,计算简单;通过实时定位目标的位置,可实现机器人对人的跟随,操作方便;硬件实现简单,降低了成本,提高了定位精度,有效的解决了多径干扰的问题;可同时准确实现室内定位和室外定位。

附图说明

[0017] 图1是本发明的基于UWB的自主跟随机器人定位系统示意图;

[0018] 图2是本发明的基于UWB的自主跟随机器人定位系统及方法几何原理图。

[0019] 图中:1.移动机器人,2.三个UWB基站形成的等边三角形,3.UWB基站,4.特定目标,5.UWB定位标签。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图本发明的进一步说明。

[0021] 请参照图1,本发明的一种基于UWB的自主跟随机器人定位系统,UWB(Ultra Wideband)是一种无载波通信技术。该系统包括:移动机器人1,UWB基站3,特定目标4,UWB定位标签5;所述的特定目标4为可自由移动的人或物;所述的UWB基站3共有三个;所述的UWB定位标签5穿戴于自由移动的人或物身上,为可穿戴设备,比如穿戴于人的手腕,腰间或挂戴于脖子上等等。所述移动机器人1上固定至少三个UWB基站3,三个UWB基站3形成的等边三角形2,所述自由移动的人或物上放置UWB定位标签5;所述的UWB基站3发送UWB信号;所述的UWB定位标签5接收从基站发来的UWB信号;UWB定位标签5与UWB基站3时间同步,利用TOA算法获得基站与标签间的距离,然后通过几何运算获得标签的坐标,确定自由移动的人或物

相对于移动机器人1的位置和运动信息,实现移动机器人1对自由移动的人或物的跟随。

[0022] 请参照图2,图2是本发明的一种自主跟随机器人的定位系统及方法几何原理图。其三个UWB基站分别标记为A,B,C,UWB定位标签标记为M,UWB定位标签在UWB基站所在平面的投影标记为M',三个UWB基站相互之间的距离AB,BC,AC均标记为a。根据UWB信号在UWB基站和UWB定位标签之间的传播时间和传播速度可以得到三个UWB基站分别于UWB定位标签的距离AM,BM,CM为d1,d2,d3。

[0023] 本发明的一种基于UWB的自主跟随机器人定位方法,该方法包括基站发射UWB信号,UWB定位标签接收UWB信号并进行定位解算。

[0024] 所述接收端解算方法具体步骤如下:

[0025] 步骤1,UWB基站定时发送UWB信号,UWB定位标签接收信号,且标签与基站时间同步,利用TOA(time of arrival)算法,根据UWB信号在UWB基站和UWB定位标签之间的传播时间t,由 $d = c * t$, (c为光速),得到三个UWB基站分别于UWB定位标签的距离AM,BM,CM为d1,d2,d3,根据已知的AB,BC,AC的距离以及AM,BM,CM的距离可以确定一个交点,这个交点是分别以A,B,C为圆心,d1,d2,d3为半径的三个球体的交点,该交点就是UWB定位标签所在的位置;

[0026] 定义三个UWB基站位置距离AB,BC,AC均为a;定义BC边上的高所在延长线为y轴,y轴正向与机器人自身的方向一致;三个UWB基站构成的等边三角形的边AB的中点为O(0,0,0),UWB定位标签的坐标为M(x,y,z),其中z为UWB定位标签到UWB基站所在水平面的高度;等边三角形的中心为H;

[0027] 步骤2,根据三个UWB基站到UWB定位标签的距离,通过解析几何可以算出:

[0028] 标签M在等边三角形所在平面的投影M'点到等边三角形中心的距离:

[0029]
$$L = M'H = \sqrt{(d1^4 + d2^4 + d3^4 - d1^2 * d2^2 - d1^2 * d3^2 - d2^2 * d3^2) \div (3 * a^2)}$$

[0030] 标签M在等边三角形所在平面的投影M'点与等边三角形的中心H点的连线,即M'H与y轴的夹角即方位角:

[0031]
$$\theta = \angle M'HA = \arctan(\sqrt{3}(d3^2 - d2^2) \div (-2 * d1^2 + d2^2 + d3^2))$$

[0032] 由上述步骤得到的(L,θ)即可确定特定目标具体所在位置信息,以及根据下一个时刻(L,θ)可以获得特定目标的运动信息,包括速度和方向角,所得位置误差范围在±10cm以内,位置和运动信息是基于机器人和特定目标直接计算,不存在累积误差。由于计算过程中将自由移动的人或物作为一个质点,而实际中自由移动的人具有一定的体积,故在误差范围内移动机器人能根据位置信息确定人或物的位置。根据每一时刻移动机器人获得的自由移动的人或物的位置和运动信息,对自由移动的人或物进行实时跟随,即移动机器人可实现对自由移动的人或物的跟随任务。

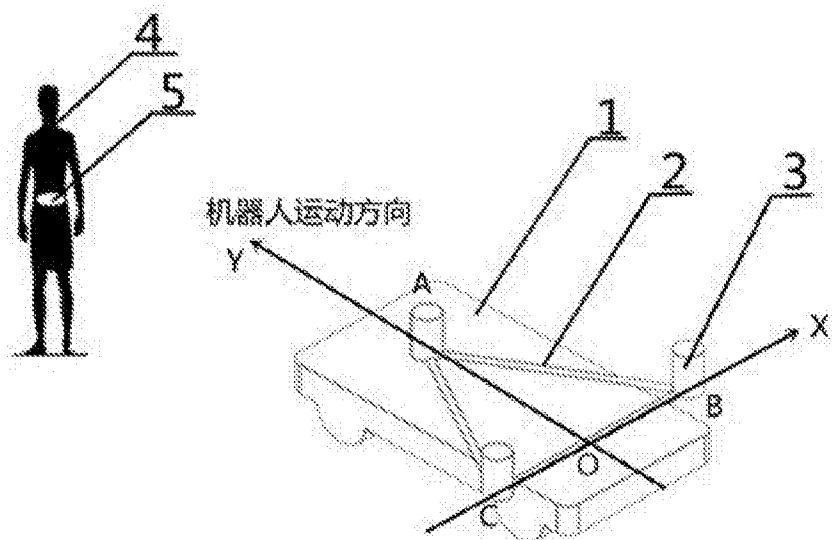


图1

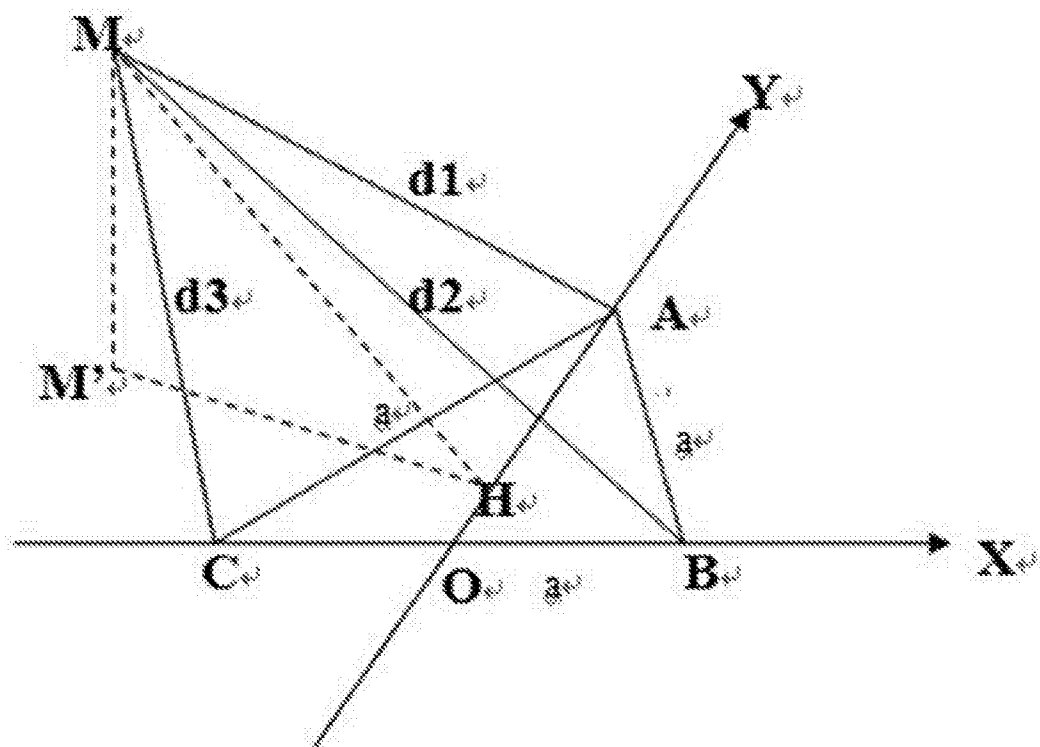


图2