



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103033180 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 10

(21) 申请号 201210510502. X

(22) 申请日 2012. 12. 04

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 吴剑锋 李建清 毛志鹏 顾乐

徐高志 于忠洲

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任

公司 32112

代理人 汤志武

(51) Int. Cl.

G01C 21/00 (2006. 01)

H04W 4/04 (2009. 01)

G06K 7/00 (2006. 01)

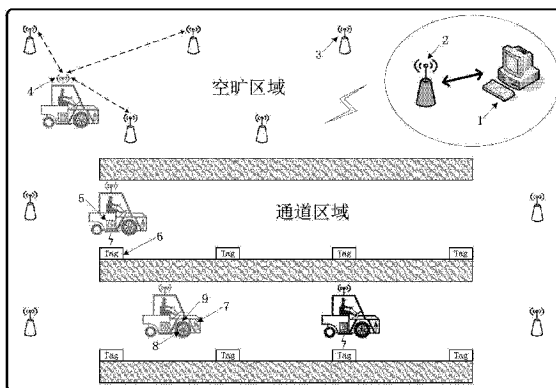
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种室内车辆的精确定位导航系统及其方法

(57) 摘要

一种室内车辆的精确定位导航系统, 由 WSN 定位子系统、RFID 定位子系统和车辆轨迹定位子系统三者组合, 实现对室内车辆的精确定位导航。WSN 定位子系统包括控制中心、网关节点、锚节点和移动节点, 网关节点、锚节点和移动节点组成无线传感器网络; RFID 定位子系统包括 RFID 读写器、RFID 天线和无源 RFID 标签, 无源 RFID 标签沿室内通道等间距排列, RFID 读写器和 RFID 天线安装在车辆上; 车辆轨迹定位子系统包括电子罗盘、光电码盘和转角传感器, 当车辆行驶在无源 RFID 标签的定位盲区时, 实时测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度, 进行轨迹计算确定车辆的精确位置, 并将该精确位置由 WSN 定位子系统的移动节点传给控制中心, 通过车载导航显示模块实时显示当前位置和导航路径。



1. 一种室内车辆的精确定位导航系统,包括 WSN 和 RFID 定位子系统,其特征在于:增设车辆轨迹定位子系统,WSN 定位子系统、RFID 定位子系统和车辆轨迹定位子系统三者组合运用,实现对室内车辆的精确定位导航;其中:

WSN 定位子系统包括控制中心、网关节点、锚节点和移动节点,其中,网关节点、锚节点和移动节点组成无线传感器网络,其通信范围覆盖室内所有区域;控制中心设有 PC 机,控制中心与网关节点以有线方式进行通信,实现数据分析、数据查询、实时监控及指令下发;网关节点进行无线网络控制、数据汇聚和通信中继;锚节点是固定节点,按照网状分布在室内;移动节点安装在室内车辆上,利用固定的锚节点对其进行无线测距确定车辆所处的位置,并将位置信息通过无线传感器网络传给控制中心;

RFID 定位子系统采用无源结构,包括 RFID 读写器、RFID 天线和无源 RFID 标签,无源 RFID 标签作为精确定位校准点,沿室内通道路线等间距排列;RFID 读写器和 RFID 天线安装在室内车辆上,在车辆行驶过程中通过读取室内通道路线上的无源 RFID 标签,能够确定车辆所经过的具体校准点位置并对车辆进行定位校准;

车辆轨迹定位子系统包括电子罗盘、光电码盘和转角传感器,电子罗盘用于测量车辆行进的方向,光电码盘用于测量车轮的转动距离,转角传感器用于测量车轮的转动角度,当车辆行驶在两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内时,通过实时测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度进行轨迹计算能够确定车辆的精确位置,并将该精确位置信息由 WSN 定位子系统的移动节点通过无线传感器网络传给控制中心;

上述 WSN 定位系统中的移动节点、RFID 定位系统中的 RFID 读写器和 RFID 天线、车辆轨迹定位子系统以及导航显示模块组成车载定位导航装置,导航显示模块设有显示屏,与移动节点相连接,能够实时显示当前位置和导航路径信息。

2. 根据权利要求 1 所述的室内车辆的精确定位导航系统,其特征在于:WSN 定位系统中的移动节点包括微控制器模块和无线模块,微控制器模块用于控制 WSN 定位子系统、RFID 定位子系统和车辆轨迹定位子系统进行组合定位导航,并对定位信息进行分析处理,将车辆的当前位置和导航路径信息在导航显示模块上显示,无线模块能够将车辆的当前位置信息通过无线传感器网络传给控制中心,也能够接收控制中心发送的指令信息。

3. 根据权利要求 1 所述的室内车辆的精确定位导航系统,其特征在于:RFID 定位系统中的 RFID 读写器为 UHF RFID 读写器;无源 RFID 标签为 UHF RFID 无源电子标签,其中写入用于定位校准的标签信息和位置信息;RFID 天线为定向天线,其方向指向通道路线上贴有无源 RFID 标签的方向。

4. 根据权利要求 1 所述系统的精确定位导航方法,其特征在于:运用 WSN 定位子系统对室内车辆进行区域定位,运用 RFID 定位子系统对室内车辆进行定位校准,在两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内运用车辆轨迹定位子系统进行定位,通过三个定位子系统的交叉使用进行组合定位导航,包括以下步骤:

步骤 1, WSN 定位系统中的网关节点和锚节点组成无线传感器网络,启动 WSN 定位子系统,当室内车辆处于室内有无线传感器网络信号覆盖的区域即导航区域时,车辆上的移动节点将加入无线传感器网络,移动节点加入无线传感器网络后再启动 RFID 定位子系统,使车辆上的 RFID 读写器进行无源 RFID 标签读取扫描;

步骤 2,如果 RFID 读写器未读到无源 RFID 标签并且车辆轨迹定位子系统未启动:则说

明车辆在空旷区域即导航区域中没有布置无源 RFID 标签的区域,并未进入通道区域即导航区域中布置无源 RFID 标签的区域,车辆上的移动节点将利用固定的锚节点对其进行无线测距,确定车辆所处的位置,同时在导航显示模块上进行实时位置显示和导航,并将位置信息传至控制中心,随后重复进行步骤 2;

如果 RFID 读写器未读到无源 RFID 标签并且车辆轨迹定位子系统已经启动:则说明车辆在通道区域中两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内,车辆将继续进行轨迹定位,进行步骤 5;

如果 RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签,则进行步骤 3;

步骤 3:当车辆上的 RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,通过标签内的位置信息确定该标签所在的具体位置,立即对车辆进行定位校准,进行步骤 4;

步骤 4:RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,如果车辆轨迹定位子系统未启动,则说明车辆刚进入通道区域,立即启动轨迹定位子系统开始轨迹定位,进行步骤 5;

RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,如果车辆轨迹定位子系统已经启动,则说明车辆已经处于通道区域内,车辆继续进行轨迹定位,进行步骤 5;

步骤 5:车辆轨迹定位子系统实时测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度,测量信号由移动节点的微控制器进行分析处理,并通过已知的轨迹计算确定车辆所处的精确位置,通过已知的路径规划对车辆进行导航显示和控制,而移动节点的无线模块将车辆的精确位置及行驶路线等信息通过无线传感器网络传给控制中心;

如果通过轨迹定位判断出车辆驶出了通道区域,则关闭车辆轨迹定位子系统,并重复进行步骤 2;

如果通过轨迹定位判断出车辆未驶出通道区域,则直接重复进行步骤 2。

一种室内车辆的精确定位导航系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种室内车辆精确定位导航系统及其方法,在有效融合 WSN 和 RFID 定位技术的基础上运用车辆轨迹定位关键技术,大大提高了室内车辆定位的精度,属于测试与控制技术领域。

背景技术

[0002] 随着无线技术、计算机技术的不断深入发展,很多应用场合对于室内车辆实时位置信息的需求不断加大,如大型仓库中的叉车管理、地下停车场中的车辆指引等,室内车辆定位系统越来越受到关注,为了提高对室内车辆管理的效率,精确的室内车辆定位导航系统和方法显得尤为重要。

[0003] 在定位系统的应用中 GPS 定位系统以其无需架设传输线路、不受距离限制、机动灵活且传输速度快、定位性能良好等优点在导航、交通运输、抢险救灾、授时校频、高精度测量等领域得到了广泛应用。但 GPS 信号无法传播到室内、地下和隧道中,且易受到大树、山脉、城市内部高大建筑物的遮挡而发生多路径效应,从而难以应用到室内。室内定位技术以其对 GPS 定位性能的弥补和其在定位搜索、公共安全、军事及商业等方面良好的应用前景而备受人们重视,成为目前定位技术的研究热点之一。

[0004] 目前,常用的室内定位技术主要有蓝牙定位、红外线定位、超声波定位、WSN 定位和 RFID 定位。其中蓝牙定位技术是一种短距离的无线传输技术,是通过测量信号强度来进行定位,但对于复杂的空间环境,蓝牙定位系统受噪声信号干扰较大,使得其稳定性较差;红外线定位技术是利用光学传感器接收光信号进行定位,识别精度较高,但容易被荧光灯或者其他光源干扰,在定位上有局限性;超声波定位技术是利用反射式的测距法,根据发射波和回波的时间差计算距离来实现定位,但会受到多径效应和非视距传播的影响,同时需要大量的底层硬件设施,使得定位成本太高;WSN 定位技术分为基于测距的定位技术和非基于测距的定位技术,其中基于测距的定位技术是通过测量接收信号强度 (RSSI)、信号到达时间 (TOA)、信号到达时间差 (TDOA)、信号到达角度 (AOA) 等来测量距离或者角度,再通过合适的定位算法推算出节点的位置。非基于测量的定位技术是通过使用跳数或者网络的连通性等信息来实现节点的定位。相比较而言,基于测距的 WSN 定位技术通常定位精度较高,同时具有通信距离较远、定位范围较大的优点,只是定位精度易受温湿度、障碍物等环境因素的影响,如果运用合适的定位算法进行区域定位,其效果较为理想。RFID 定位技术是利用射频方式使读卡器和电子标签之间进行非接触、非视距双向通信,以实现目标自动识别并获取相关数据,具有精度高、抗干扰强、识别速度快等优点,而 RFID 定位技术又分为有源 RFID 定位技术和无源 RFID 定位技术,其中有源 RFID 定位技术由于电子标签需要内置电池供电,虽然具有较远的读卡距离,但其成本较高,体积较大,寿命有限。无源 RFID 定位技术由于电子标签的能源由读卡器提供,所以标签上不需要附加电池,其成本较低,体积较小,使用期限较长,只是读卡距离较短,使得定位范围较小,如果增加标签的密度可以达到较高的定位精度,但是极大的增加了系统布置的复杂程度,但是将其作为精确定位校准点,复杂

程度低并且具有较好的效果。因此一种精确的复杂程度较低的室内车辆定位导航方法显得非常重要。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对上述现有室内定位技术的不足,提供一种室内车辆的精确定位导航系统及其方法。在有效融合基于测距的 WSN 定位技术和无源 RFID 定位技术的基础上运用车辆轨迹定位关键技术,大大提高了室内车辆定位的精度,并且该定位导航方法具有成本低、复杂程度低、效率高等优点。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明采用的方案为:一种室内车辆的精确定位导航系统,包括 WSN 和 RFID 定位子系统,其特征在于:增设车辆轨迹定位子系统,WSN 定位子系统、RFID 定位子系统和车辆轨迹定位子系统三者组合运用,实现对室内车辆的精确定位导航;其中:

[0007] WSN 定位子系统包括控制中心、网关节点、锚节点和移动节点,其中,网关节点、锚节点和移动节点组成无线传感器网络,其通信范围覆盖室内所有区域;控制中心设有 PC 机,控制中心与网关节点以有线方式进行通信,实现数据分析、数据查询、实时监控及指令下发;网关节点进行无线网络控制、数据汇聚和通信中继;锚节点是固定节点,按照网状分布在室内;移动节点安装在室内车辆上,利用固定的锚节点对其进行无线测距确定车辆所处的位置,并将位置信息通过无线传感器网络传给控制中心;

[0008] RFID 定位子系统采用无源结构,包括 RFID 读写器、RFID 天线和无源 RFID 标签,无源 RFID 标签作为精确定位校准点,沿室内通道路线等间距排列;RFID 读写器和 RFID 天线安装在室内车辆上,在车辆行驶过程中通过读取室内通道路线上的无源 RFID 标签,能够确定车辆所经过的具体校准点位置并对车辆进行定位校准;

[0009] 车辆轨迹定位子系统包括电子罗盘、光电码盘和转角传感器,电子罗盘用于测量车辆行进的方向,光电码盘用于测量车轮的转动距离,转角传感器用于测量车轮的转动角度,当车辆行驶在两个无源 RFID 标签之间的定位盲区时,通过实时测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度进行轨迹计算能够确定车辆的精确位置,并将该精确位置信息由 WSN 定位子系统的移动节点通过无线传感器网络传给控制中心;

[0010] 上述 WSN 定位系统中的移动节点、RFID 定位系统中的 RFID 读写器和 RFID 天线、车辆轨迹定位子系统以及导航显示模块组成车载定位导航装置,导航显示模块设有显示屏,与移动节点相连接,能够实时显示当前位置和导航路径信息。

[0011] 所说 WSN 定位系统中的移动节点包括微控制器模块和无线模块,微控制器模块用于控制 WSN 定位子系统、RFID 定位子系统和车辆轨迹定位子系统进行组合定位导航,并对定位信息进行分析处理,将车辆的当前位置和导航路径信息在导航显示模块上显示,无线模块能够将车辆的当前位置信息通过无线传感器网络传给控制中心,也能够接收控制中心发送的指令信息。

[0012] 所说 RFID 定位系统中的 RFID 读写器为 UHF RFID 读写器;无源 RFID 标签为 UHF RFID 无源电子标签,其中写入用于定位校准的标签信息和位置信息;RFID 天线为定向天线,其方向指向通道路线上贴有无源 RFID 标签的方向。

[0013] 根据上述系统的精确定位导航方法,其特征在于:运用 WSN 定位子系统对室内车

辆进行区域定位,运用 RFID 定位子系统对室内车辆进行定位校准,在两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内运用车辆轨迹定位子系统进行定位,通过三个定位子系统的交叉使用进行组合定位导航,包括以下步骤:

[0014] 步骤 1, WSN 定位系统中的网关节点和锚节点组成无线传感器网络,启动 WSN 定位子系统,当室内车辆处于导航区域(即室内有无线传感器网络信号覆盖的区域)时,车辆上的移动节点将加入无线传感器网络,移动节点加入无线传感器网络后再启动 RFID 定位子系统,使车辆上的 RFID 读写器进行无源 RFID 标签读取扫描;

[0015] 步骤 2,如果 RFID 读写器未读到无源 RFID 标签并且车辆轨迹定位子系统未启动:则说明车辆在空旷区域(即导航区域中没有布置无源 RFID 标签的区域),并未进入通道区域(即导航区域中布置无源 RFID 标签的区域),车辆上的移动节点将利用固定的锚节点对其进行无线测距,确定车辆所处的位置,同时在导航显示模块上进行实时位置显示和导航,并将位置信息传至控制中心,随后重复进行步骤 2;

[0016] 如果 RFID 读写器未读到无源 RFID 标签并且车辆轨迹定位子系统已经启动:则说明车辆在通道区域中两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内,车辆将继续进行轨迹定位,进行步骤 5;

[0017] 如果 RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签,则进行步骤 3;

[0018] 步骤 3:当车辆上的 RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,通过标签内的位置信息确定该标签所在的具体位置,立即对车辆进行定位校准,进行步骤 4;

[0019] 步骤 4:RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,如果车辆轨迹定位子系统未启动,则说明车辆刚进入通道区域,立即启动轨迹定位子系统开始轨迹定位,进行步骤 5;

[0020] RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,如果车辆轨迹定位子系统已经启动,则说明车辆已经处于通道区域内,车辆继续进行轨迹定位,进行步骤 5;

[0021] 步骤 5:车辆轨迹定位子系统实时测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度,测量信号由移动节点的微控制器进行分析处理,并通过已知的轨迹计算确定车辆所处的精确位置,通过已知的路径规划对车辆进行导航显示和控制,而移动节点的无线模块将车辆的精确位置及行驶路线等信息通过无线传感器网络传给控制中心;

[0022] 如果通过轨迹定位判断出车辆驶出了通道区域,则关闭车辆轨迹定位子系统,并重复进行步骤 2;

[0023] 如果通过轨迹定位判断出车辆未驶出通道区域,则直接重复进行步骤 2。

[0024] 与现有技术相比本发明有如下优点及显著效果:

[0025] 1、运用基于测距的 WSN 定位技术进行区域定位,具有通信距离较远、定位范围较大的优点,可以避免过多的布置无源 RFID 标签,降低了系统的复杂度,弥补了无源 RFID 定位技术定位范围小的缺点;

[0026] 2、运用无源 RFID 定位技术进行定位校准,由于电子标签的能源由读卡器提供,所以标签上不需要附加电池,具有成本较低,体积较小,使用期限较长的优点;由于无源 RFID 定位技术读卡距离较短,可以作为定位校准点,弥补了基于测距的 WSN 定位技术定位精度易受温湿度、障碍物等环境因素影响的缺点;

[0027] 3、在两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内运用车辆轨迹定位关键技术进行定位,大大提高了室内车辆定位的精度;

[0028] 4、该定位导航系统有效的融合了基于测距的 WSN 定位技术和无源 RFID 定位技术，并在此基础上运用了车辆轨迹定位关键技术，使得该系统具有成本低、复杂程度低、效率高、定位精度高的优点。

[0029] 5、由网关节点、锚节点和移动节点组成的无线传感器网络不仅能够实现对室内车辆的区域定位，还能对车辆状态和室内环境进行实时监测，有效地提高了室内车辆管理与状态监测的效率；

附图说明

[0030] 图 1 是本发明系统示意图；

[0031] 图 2 是 WSN 定位子系统示意图；

[0032] 图 3 是 RFID 定位子系统示意图；

[0033] 图 4 是车辆轨迹定位子系统示意图；

[0034] 图 5 是车载定位导航装置示意图；

[0035] 图 6 是室内车辆精确定位导航的控制流程图。

具体实施方式

[0036] 如图 1 所示的是本发明系统的示意图。网关节点 2、锚节点 3 和移动节点 4 可以组成无线传感器网络，其通信范围覆盖室内所有区域，其中网关节点 2 可以进行无线网络控制、数据汇聚和通信中继。锚节点 2 是固定节点，按照网状分布在室内，移动节点 4 装在室内车辆上。控制中心 1 通过和网关节点 2 有线通信与无线传感器网络进行信息交互，并具有数据分析、数据查询、实时监控、指令下发等功能。无源 RFID 标签 6 作为精确定位校准点，沿室内通道路线等间距排列。当室内车辆行驶在定位精度要求低的空旷区域时，安装在车辆上的移动节点 4 利用固定的锚节点 3 进行无线测距，可以确定车辆所处的区域位置。当车辆行驶在定位精度要求高的通道区域时，通过 RFID 读写器 5 读取无源 RFID 标签 6 对车辆进行精确定位校准，并在两个标签之间的定位盲区内通过电子罗盘 7 测量车辆行进的方向，通过光电码盘 8 测量车轮的转动距离，通过转角传感器 9 测量车轮的转动角度，通过已知的轨迹计算方法确定车辆所处的精确位置，通过已知的路径规划算法对车辆进行导航显示和控制。

[0037] 图 2 是 WSN 定位子系统示意图，可以看出 WSN 定位子系统由控制中心、网关节点、锚节点和移动节点四部分组成。网关节点、锚节点和移动节点可以组成无线传感器网络；控制中心通过和网关节点有线通信与无线传感器网络进行信息交互，并具有数据分析、数据查询、实时监控、指令下发等功能；网关节点可以完成无线网络控制、数据汇聚和通信中继；锚节点是固定节点，按照网状分布在室内；移动节点安装在室内车辆上，由无线模块和微控制器模块构成，无线模块可以将车辆的实时位置信息通过无线传感器网络传给控制中心，还可以接收控制中心发送的指令信息，微控制器模块可以控制各定位系统进行组合定位导航，还可以对定位信息进行分析处理，通过轨迹计算确定车辆所处的精确位置，通过路径规划对车辆进行导航显示和控制。

[0038] 图 3 是 RFID 定位子系统示意图，可以看出 RFID 定位子系统由 RFID 读写器、RFID 天线和无源 RFID 标签构成。无源 RFID 标签作为精确定位校准点，沿室内通道路线等间距

排列;RFID 读写器和 RFID 天线安装在室内车辆上,在车辆行驶过程中通过读取室内通道路线上的无源 RFID 标签,可以确定车辆所经过的具体校准点位置并对车辆进行定位校准。

[0039] 图 4 是车辆轨迹定位子系统示意图,可以看出车辆轨迹定位子系统由电子罗盘、光电码盘和转角传感器构成。电子罗盘用于测量车辆行进的方向,光电码盘用于测量车轮的转动距离,转角传感器用于测量车轮的转动角度。当车辆行驶在两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内时,通过实时的测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度进行轨迹计算可以确定车辆的精确位置,达到精确定位的目的。

[0040] 如图 5 所示的是车载定位导航装置示意图,图中可以看出车载定位导航装置由 WSN 定位子系统的移动节点、RFID 定位子系统的 RFID 读写器和 RFID 天线、车辆轨迹定位子系统和导航显示模块构成。其中移动节点由无线模块和微控制器模块构成,无线模块可以将实时位置信息通过无线传感器网络传给控制中心,还可以接收控制中心发送的指令信息,微控制器模块可以控制各定位系统进行组合定位导航,还可以对定位信息进行分析处理,通过轨迹计算确定车辆所处的精确位置,通过路径规划对车辆进行导航显示和控制;导航显示模块可以实时的显示当前位置和导航路径等信息。

[0041] 图 6 所示的是室内车辆精确定位导航的控制流程图,其具体步骤如下:

[0042] 步骤 1:WSN 定位系统中的网关节点和锚节点组成无线传感器网络,启动 WSN 定位子系统,当室内车辆处于导航区域(即室内有无线传感器网络信号覆盖的区域)时,车辆上的移动节点将加入无线传感器网络,移动节点加入无线传感器网络后再启动 RFID 定位子系统,使车辆上的 RFID 读写器进行无源 RFID 标签读取扫描;

[0043] 步骤 2:如果 RFID 读写器未读到无源 RFID 标签并且车辆轨迹定位子系统未启动:则说明车辆在空旷区域(即导航区域中没有布置无源 RFID 标签的区域)并未进入通道区域(即导航区域中布置无源 RFID 标签的区域),车辆上的移动节点将利用固定的锚节点对其进行无线测距,确定车辆所处的位置,同时在导航显示模块上进行实时位置显示和导航,并将位置信息传至控制中心,随后重复进行步骤 2;(在复杂的室内环境下,分布的锚节点之间的距离在 15m-20m 时,本步骤可以达到 <5m 的定位精度)。

[0044] 如果 RFID 读写器未读到无源 RFID 标签并且车辆轨迹定位子系统已经启动:则说明车辆在通道区域中两个无源 RFID 标签之间的定位盲区内,车辆将继续进行轨迹定位,进行步骤 5;

[0045] 如果 RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签,则进行步骤 3;

[0046] 步骤 3:当车辆上的 RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,通过标签内的位置信息确定该标签所在的具体位置,立即对车辆进行定位校准,进行步骤 4;

[0047] 步骤 4:RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,如果车辆轨迹定位子系统未启动,则说明车辆刚进入通道区域,立即启动轨迹定位子系统开始轨迹定位,进行步骤 5;

[0048] RFID 读写器读到某一无源 RFID 标签时,如果车辆轨迹定位子系统已经启动,则说明车辆已经处于通道区域内,车辆继续进行轨迹定位,进行步骤 5;

[0049] 步骤 5:车辆轨迹定位子系统实时测量车辆行进的方向、车轮的转动距离和转动角度,测量信号由移动节点的微控制器进行分析处理,并通过轨迹计算确定车辆所处的精确位置(分布的无源 RFID 标签之间的距离在 5m-10m 时,可以达到 <0.3m 的定位精度),通过路径规划对车辆进行导航显示和控制,而移动节点的无线模块将车辆的精确位置及行驶路

线等信息通过无线传感器网络传给控制中心；

[0050] 如果通过轨迹定位判断出车辆驶出了通道区域,则关闭车辆轨迹定位子系统,并重复进行步骤 2；

[0051] 如果通过轨迹定位判断出车辆未驶出通道区域,则直接重复进行步骤 2。

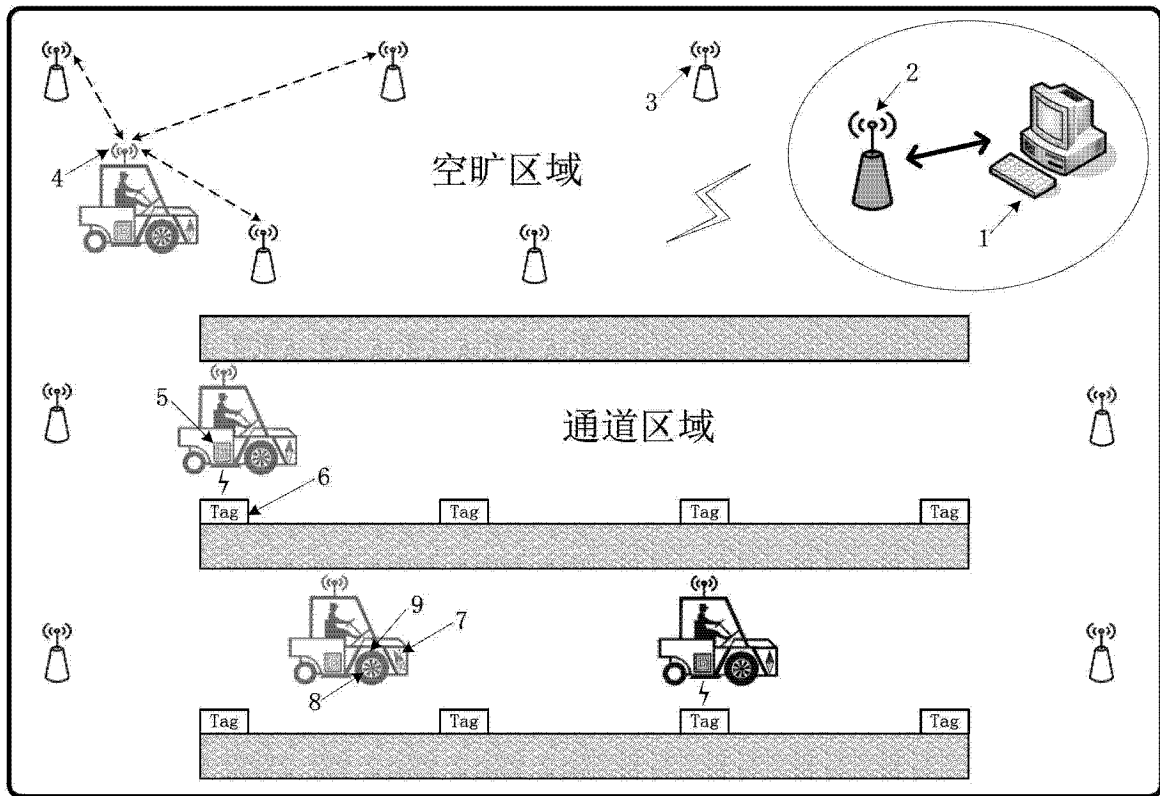


图 1

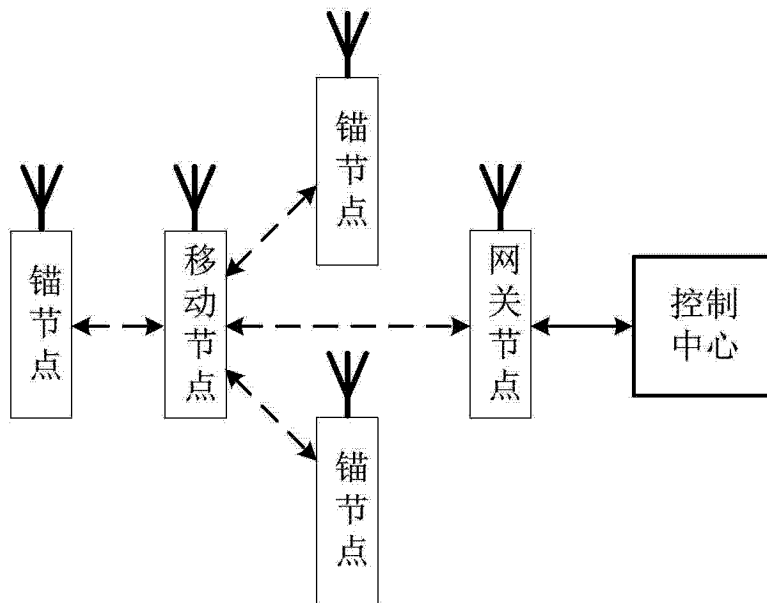


图 2

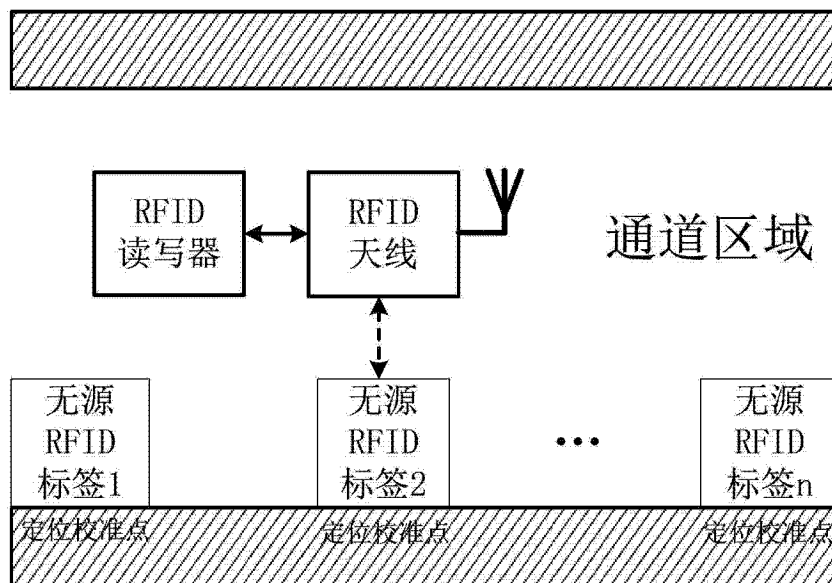


图 3

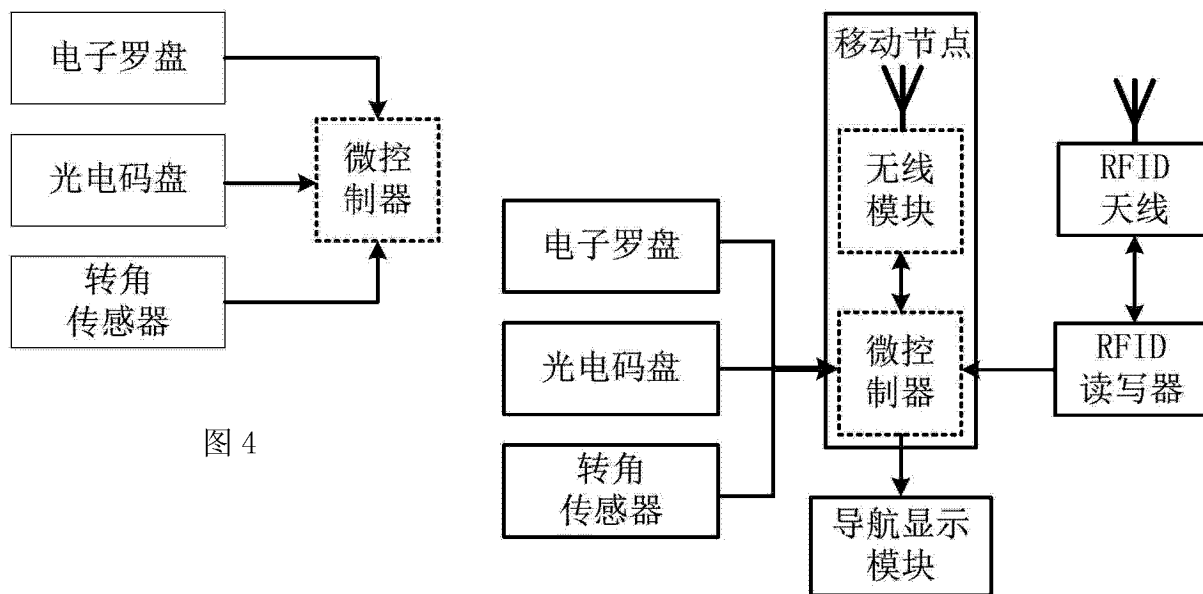


图 4

图 5

