



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104360311 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201410639869. 0

(22) 申请日 2014. 11. 13

(71) 申请人 三一重型装备有限公司

地址 110027 辽宁省沈阳市经济技术开发区
燕塞湖街 31 号

(72) 发明人 孙延飞 王颖 王静

(51) Int. Cl.

G01S 5/02(2010. 01)

G08C 17/02(2006. 01)

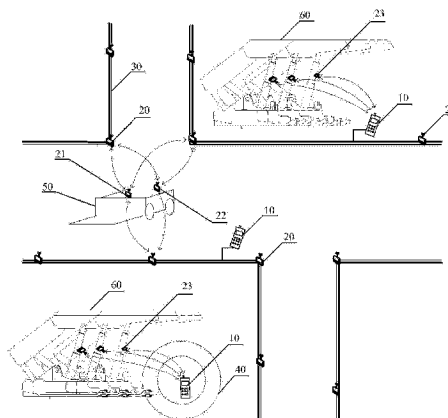
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

煤矿机械的定位监控系统

(57) 摘要

本发明公开了一种煤矿机械的定位监控系统,该煤矿机械的定位监控系统包括:定点从设备,设置于巷道壁上的定位节点处,用于为盲节点定位提供位置应答信息;盲点从设备,设置于待定位煤矿机械上的盲节点处,与所述定点从设备通信,用于根据所述位置应答信息获取位于所述煤矿机械上的至少两个盲节点的位置信息;主设备,建立无线监控网络,与所述至少两个盲点从设备通信,用于根据所述至少两个盲节点的位置信息获取待定位煤矿机械的定位坐标。通过实施本发明,能够减少煤矿恶劣环境对定位监控的影响,有效提高煤矿生产的安全性。



1. 一种煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,包括:

定点从设备(20),设置于巷道壁上的定位节点处,用于为盲节点定位提供位置应答信息;

至少两个盲点从设备,设置于待定位煤矿机械(50)上的至少两个盲节点处,与所述定点从设备(20)通信,用于根据所述位置应答信息并融合RSSI(接收信号强度指标)测距原理和TOF(飞行时间)测距原理,计算出位于所述煤矿机械上的至少两个盲节点的位置信息;

主设备(10),建立无线监控网络(40),与所述至少两个盲点从设备通信,用于提取所述至少两个盲节点的位置信息进行滤波处理,计算得到对应的至少两个盲节点的位置坐标;以及,用于结合所述至少两个盲节点之间的实际距离对所述至少两个盲节点的位置坐标进行优化处理,并计算得到所述待定位煤矿机械(50)的定位坐标。

2. 根据权利要求1所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述至少两个盲点从设备包括第一盲点从设备(21)和第二盲点从设备(22);所述第一盲点从设备(21)和第二盲点从设备(22)分别设置于待定位煤矿机械(50)的第一盲节点和第二盲节点上;

其中,所述第一盲点从设备(21)和所述第二盲点从设备(22)之间的实际距离为定值。

3. 根据权利要求2所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述至少两个盲点从设备中的一个包括:

第一收发模块,用于加入无线监控网络并周期性地以广播的方式发出位置请求信息,接收所述定点从设备(20)反馈的位置应答信息;

主控模块,与所述第一收发模块连接,用于提取所述位置应答信息中的位置坐标,并据此计算此处盲节点与发送所述位置应答信息的定位节点之间的定位距离,结合所述定位节点的位置坐标,计算得到至少两个盲节点的位置信息;其中,所述第一收发模块与所述主设备连接,用于将所述至少两个盲节点的位置信息发送给所述主设备;

电源模块,用于为所述第一收发模块和所述主控模块供电。

4. 根据权利要求3所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述主控模块包括:

第一计算单元,基于RSSI(接收信号强度指标)测距原理,计算所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的第一参考距离 L_R ;

第二计算单元,基于TOF(飞行时间)测距原理,计算所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的第二参考距离 L_T ;

第三计算单元,根据盲节点广播位置请求的周期、待定位煤矿机械正常运行的平均速度、第一参考距离 L_R 和第二参考距离 L_T ,进行优化处理得到所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的定位距离 L ;

第四计算单元,根据所述定位距离 L 、与反馈所述位置应答信息对应的定位节点的位置坐标,计算得到盲点位置信息。

5. 根据权利要求4所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述定点从设备(20)包括:

第二收发模块,用于加入所述无线监控网络(40)或接入矿井有线网络(30),并接收所述盲点从设备发出的位置请求信息;

应答模块,用于根据所述位置请求信息生成位置应答信息;

其中,所述第二收发模块还用于向发出所述位置请求信息的盲点从设备发送位置应答信息。

6. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,该系统还包括监控从设备 (23),用于监控采煤机、刮板机和液压支架 (60) 中至少一个的工作状态;所述监控从设备 (23) 的身份标识与被监测的液压支架 (60)、采煤机、刮板机的身份标识绑定;其中,所述监控从设备 (23) 包括:

监控模块,与设置于煤矿机械监控点上的传感器连接,用于轮询监控点的工作状态参数;

第三收发模块,用于将所述监控点的工作状态参数发送给所述主设备 (10)。

7. 根据权利要求 6 所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述监控从设备 (23) 还包括:

判断模块,用于判断所述监控点的工作状态参数是否超过预设的阈值;

报警模块,与所述判断模块及所述执行模块连接,用于在确定工作状态参数超过预设的阈值时进行报警。

8. 根据权利要求 7 所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述定点从设备 (20) 或所述监控从设备 (23) 还至少包括以下结构中的一个:

显示界面,用于显示工作模式、监测的工作状态参数和报警信息中至少一个;其中,所述工作模式包括定位模式和监控模式;

复用键盘,用于手动输入控制参数或查询命令;

接口模块,包括串口程序烧写接口、用于与矿井有线网络 (30) 连接的 CAN(控制器局域网)接口、与所述传感器连接的接口、以及与煤矿机械的执行机构接口。

9. 根据权利要求 8 所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于:

所述主设备 (10) 还用于:通过点多点或点对多点的方式向所述监控从设备 (23) 发送控制命令,并将所述控制命令和/或待定位煤矿机械的定位坐标上传至上位机的管理中心和/或予以显示;

所述第三收发模块还用于:接收所述控制命令,并传递给其所监控的煤矿机械的执行机构。

10. 根据权利要求 9 所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于,所述主设备 (10) 包括:

人机交互模块,用于建立无线监控网络、以及显示工作模式;其中,所述工作模式包括定位模式和监控模式;

主收发模块,用于接收所述至少两个盲节点的位置信息、监控点的工作参数信息,向所述监控从设备 (23) 发送控制命令;以及,用于通过无线监控网络 (40) 或有线网络 (30) 向所述上位机发送所述控制命令和待定位煤矿机械的定位坐标;

定位模块,与所述主收发模块连接,用于提取至少两个盲节点的位置信息并对其进行滤波处理,获取至少两个盲节点的位置坐标;以及,用于根据设置于待定位煤矿机械上的第一盲点从设备 (21) 和所述第二盲点从设备 (22) 之间的实际距离优化所述至少两个盲节点的位置坐标,获取待定位煤矿机械的定位坐标;

监控模块,与所述主收发模块、所述人机交互模块连接,用于收集监控从设备 (23) 发

来的监测数据,对所述监测数据融合处理后存储;以及,用于判断所述监测数据是否超出预先设置对应的阈值。

11. 根据权利要求 10 所述的煤矿机械的定位监控系统,其特征在于:

所述人机交互模块还用于:在所述监测数据超出对应的阈值时显示故障并报警,并用于输入控制命令对故障支架进行无线控制;和/或,

所述第一收发模块、所述第二收发模块、所述第三收发模块、以及所述主收发模块还用于:选择各自的工作频率,调节各自的通信范围。

煤矿机械的定位监控系统

技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿开采技术领域,特别涉及一种煤矿机械的定位监控系统。

背景技术

[0002] 随着煤矿开采机械化、自动化程度的不断提高,大量的煤矿机械被应用到井下。由于煤矿井下环境恶劣、工况条件差,这对长期工作在这种环境下煤矿机械提出了很高的要求,如何实时掌握井下工作机械的参数、位置信息,将对煤矿安全生产起到促进作用。

[0003] 本申请的发明人发现:现有的煤矿机械监控系统主要为现场监控,有线监控居多。这种监控方式对于煤矿机械的定位精度较低,往往只能提供工段级的定位精度,而且有线监控布线繁琐。本申请的发明人预测:随着物联网技术的发展,将无线技术逐步成熟的应用到煤矿机械的监控、定位中成为必然的技术趋势。然而,目前很少有成熟的无线监控方案,对煤矿机械的无线监控、定位方面通用性较差,应用场景单一。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明实施例的目的在于提出一种煤矿机械的定位监控系统,能够减少煤矿恶劣环境对定位监控的影响,有效提高煤矿生产的安全性。

[0005] 为解决上述的技术问题,本发明提出一种煤矿机械的定位监控系统,该煤矿机械的定位监控系统包括:定点从设备,设置于巷道壁上的定位节点处,用于为盲节点定位提供位置应答信息;至少两个盲点从设备,设置于待定位煤矿机械上的至少两个盲节点处,与定点从设备通信,用于根据位置应答信息并融合 RSSI(Received Signal Strength Indicator,接收信号强度指标)测距原理和 TOF(Time of Flight,飞行时间)测距原理,计算出位于煤矿机械上的至少两个盲节点的位置信息;主设备,建立无线监控网络,与至少两个盲点从设备通信,用于提取至少两个盲节点的位置信息进行滤波处理,计算得到对应的至少两个盲节点的位置坐标;以及,用于结合该至少两个盲节点之间的实际距离对该至少两个盲节点的位置坐标进行优化处理,并计算得到获取待定位煤矿机械的定位坐标。

[0006] 可选地,在一些实施例中,至少两个盲点从设备包括第一盲点从设备和第二盲点从设备,分别设置于待定位煤矿机械的第一盲节点和第二盲节点上;其中,第一盲点从设备和第二盲点从设备之间的实际距离为定值。

[0007] 可选地,在一些实施例中,至少两个盲点从设备中一个包括:第一收发模块,用于加入无线监控网络并周期性地以广播的方式发出位置请求信息,接收定点从设备反馈的位置应答信息;主控模块,与第一收发模块连接,用于提取位置应答信息中的位置坐标,并据此计算此处盲节点与发送位置应答信息的定位节点之间的定位距离,结合定位节点的位置坐标,计算得到至少两个盲节点的位置信息;其中,第一收发模块与主设备连接,用于将至少两个盲节点的位置信息发送给主设备;电源模块,用于为第一收发模块和主控模块供电。

[0008] 可选地,在一些实施例中,主控模块包括:第一计算单元,基于 RSSI 测距原理,计算所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的第一参考距离 L_R ;第二计算单元,

基于 TOF 测距原理,计算所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的第二参考距离 L_T ;第三计算单元,根据盲节点广播位置请求的周期、待定位煤矿机械正常运行的平均速度、第一参考距离 L_R 和第二参考距离 L_T ,进行优化处理得到所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的定位距离 L ;第四计算单元,根据定位距离 L 、与反馈位置应答信息对应的定位节点的位置坐标,计算得到至少两个盲节点的位置信息。

[0009] 可选地,在一些实施例中,定点从设备包括:第二收发模块,用于加入无线监控网络或接入矿井有线网络,并接收至少两个盲点从设备发出的位置请求信息;应答模块,用于根据位置请求信息生成位置应答信息;其中,第二收发模块还用于向发出位置请求信息的盲点从设备发送位置应答信息。

[0010] 可选地,在一些实施例中,该煤矿机械的定位监控系统还包括监控从设备,用于监控采煤机、刮板机、和/或液压支架的工作状态;监控从设备的身份标识与被监测的液压支架、采煤机、刮板机的身份标识绑定。其中,监控从设备包括:监控模块,与设置于煤矿机械监控点上的传感器连接,用于轮询监控点的工作状态参数;第三收发模块,用于将监控点的工作状态参数发送给主设备。

[0011] 可选地,在一些实施例中,监控从设备还包括:判断模块,用于判断监控点的工作状态参数是否超过预设的阈值;报警模块,与判断模块及执行模块连接,用于在确定工作状态参数超过预设的阈值时进行报警。

[0012] 可选地,在一些实施例中,定点从设备或监控从设备还包括:显示界面,用于显示工作模式、监测的工作状态参数、和/或报警信息;其中,工作模式包括定位模式和监控模式;和/或,复用键盘,用于手动输入控制参数或查询命令;和/或,接口模块,包括串口程序烧写接口、用于与矿井有线网络连接的 CAN(控制器局域网)接口、传感器连接的接口、以及与煤矿机械的执行机构接口。

[0013] 可选地,在一些实施例中,主设备还用于:通过点多点或点对多点的方式向监控从设备发送控制命令,并将控制命令和/或待定位煤矿机械的定位坐标上传至上位机的管理中心和/或予以显示。上述第三收发模块还用于:接收控制命令,并传递给其所监控的煤矿机械的执行机构。

[0014] 可选地,在一些实施例中,主设备包括:人机交互模块,用于选择工作频率、建立无线监控网络、以及显示工作模式;其中,工作模式包括定位模式和监控模式;主收发模块,用于接收至少两个盲节点的位置信息、监控点的工作参数信息,向监控从设备发送控制命令;以及,用于通过无线监控网络或有线网络向上位机发送控制命令和待定位煤矿机械的定位坐标;定位模块,与主收发模块连接,用于提取至少两个盲节点的位置信息并对其进行滤波处理,获取至少两个盲节点的位置坐标;以及,用于根据设置于待定位煤矿机械上的第一盲点从设备和第二盲点从设备之间的实际距离优化至少两个盲节点的位置坐标,获取待定位煤矿机械的定位坐标;监控模块,与主收发模块、人机交互模块连接,用于收集监控从设备发来的监测数据,对监测数据融合处理后存储;以及,用于判断监测数据是否超出预先设置对应的阈值。

[0015] 可选地,在一些实施例中,人机交互模块还用于在监测数据超出对应的阈值时显示故障并报警,并用于输入控制命令对故障支架进行无线控制。和/或,第一收发模块、第二收发模块、第三收发模块、以及主收发模块还用于:选择各自的工作频率,调节各自的通

信范围。

[0016] 相对于现有技术,本发明各实施例具有以下优点:

[0017] 本发明煤矿机械的定位监控系统采用无线监控方式,无线监控网络的布网方便简单。采用本发明实施例的技术方案后,可快速在同一区域建立多个互不干扰的监控网络,可实现点对点、点对多点的通信控制方式,通信范围可调,适应不同的应用场景,通用性好。

[0018] 另外,定位监控系统中的硬件设备可采用模块化设计,软、硬件均可根据实际应用进行选择。这样,一方面可避免现有较为复杂的布线工作,节约成本;另一方面还可兼容现有成熟的有线网络,形成更大的健壮的监控和定位网络。

[0019] 因此,本发明煤矿机械的定位监控系统采用 RSSI 和 TOF 融合的优化测距算法、双(或多)盲节点定位方法,可减少煤矿井下恶劣环境对定位效果的影响,更大限度地提高定位精度性,有效提高煤矿生产的安全性。

[0020] 本发明实施例的更多特点和优势将在之后的具体实施方式予以说明。

附图说明

[0021] 构成本发明实施例一部分的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0022] 图 1 为本发明实施例提供的煤矿机械的定位监控系统的分布示意图;

[0023] 图 2 为本发明实施例提供的煤矿机械的定位监控系统中主设备的工作流程示意图;

[0024] 图 3 为本发明实施例提供的煤矿机械的定位监控系统中从设备的工作流程示意图。

[0025] 附图标记说明

[0026] 10 主设备

[0027] 20 定点从设备

[0028] 21 第一盲点从设备

[0029] 22 第二盲点从设备

[0030] 23 监控从设备

[0031] 30 矿井有线网络

[0032] 40 无线监控网络

[0033] 50 待定位煤矿机械

[0034] 60 液压支架

具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0037] 为了解决现有煤矿机械监控、定位技术中存在的有线监控布线繁琐、定位精度低，无线监控通用性差、方案不成熟等问题，本实施例提出一种煤矿机械的定位监控系统。本发明各实施例中的硬件设备可在系统中的作用划分为主设备和从设备，主设备和从设备均可采用模块化设计，可根据实际需求对硬件结构进行裁剪。例如，主设备为全功能设备，包括所有模块，从设备可不具备显示、按键等功能。对应于主、从设备的硬件配置，本发明各实施例中的软件程序主要包括主设备程序和从设备程序，主设备负责建立无线监控网络，可工作在监控模式和定位模式两种模式；从设备加入网络后负责数据采集，可工作在监测模式、定位模式和盲节点模式三种模式。可将本发明各实施例提出的设备不同的工作模式程序分别固定于不同的硬件设备中，以形成定位监控系统中不同的硬件角色。

[0038] 下面结合附图，对本发明的各优选实施例作进一步说明：

[0039] 参照图 1，其为本实施例提出的煤矿机械的定位监控系统的分布示意图。本实施例中，该煤矿机械的定位监控系统包括：定点从设备 20、盲点从设备及主设备 10。

[0040] 其中，定点从设备 20 设置于巷道壁上的定位节点处，用于为盲节点定位提供位置应答信息。盲点从设备设置于待定位煤矿机械 50 上的盲节点处，与定点从设备 20 通信，用于根据位置应答信息并融合 RSSI 测距原理和 TOF 测距原理，计算出位于煤矿机械上的至少两个盲节点的位置信息。

[0041] 主设备 10 建立无线监控网络，与至少两个盲点从设备通信，用于提取该至少两个盲节点的位置信息进行滤波处理，计算得到对应的至少两个盲节点的位置坐标；以及，主设备 10 用于结合所述至少两个盲节点之间的实际距离对所述至少两个盲节点的位置坐标进行优化处理，并计算得到待定位煤矿机械的定位坐标。

[0042] 上述煤矿机械的定位监控系统中，通过主设备 10 布网，方便简单，可快速在同一区域建立多个互不干扰的监控网络，通用性好。各监控定位设备如定点从设备 20、至少两个盲点从设备及主设备 10，可通过无线监控网络进行点对点、或点对多点的通信，且通信范围可调，适应不同的应用场景。此外，虽然上述实施例采用的是无线通信方式，但也可兼容井下的有线网络，形成更大的健壮的监控和定位网络。

[0043] 并且，上述实施例采用 RSSI 和 TOF 融合的优化测距算法、双（或多）盲节点定位方法，可减少煤矿井下恶劣环境对定位效果的影响，更大限度地提高定位精度性，有效提高煤矿生产的安全性。

[0044] 需要指出的是，定点从设备 20、至少两个盲点从设备及主设备 10 可具有相同的硬件组成，硬件可采用模块化设计，各监控定位设备的软、硬件均可根据实际应用进行选择，节约成本。例如，通过硬件设备上的按键选择工作模式和通信范围的方法来适应不同的应用。在设计中遵循软硬件可裁剪的原则，硬件设备主要由主控模块、人机交互模块、接口模块、电源模块组成。在应用中主要有两种设备：主设备和从设备，两种设备之间通过无线方式组网、交换数据。主设备包括所有的硬件模块，在应用中主要负责收集显示网络监测数据、编辑发送控制命令；从设备由基本功能模块组成，负责监测、定位数据的处理、上传。

[0045] 另外，在各主、从设备中也可通过植入不同的软件控制程序，实现不同的工作模式，如定位模式、监控模式、盲节点模式等。上述实施例中的软件程序主要可包括主设备程序和从设备程序，这样实现同一硬件设备可工作在不同的工作模式，而无需更换硬件。

[0046] 上述实施例中的软件程序主要包括主设备程序和从设备程序，主、从设备的工作

流程分别如图 2 图 3 所示。而对于不同的应用场景,设备可选择执行不同的工作模式。

[0047] 为便于理解上述实施例,下面结合图 2 和图 3 对各主、从设备的工作过程作以下说明:

[0048] 1、从设备:盲节点模式

[0049] 如图 1 所示,作为一种可选的实施方式,上述煤矿机械的定位监控系统中,至少两个盲点从设备包括第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22,分别设置于待定位煤矿机械 50 的第一盲节点和第二盲节点上。其中,第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22 之间的实际距离为定值。这里,盲节点是指位置坐标尚不确定的、有待通过计算获取的节点位置。

[0050] 其中,待定位煤矿机械 50 为需跟踪定位的矿下设备,例如,可以是梭车、支架搬运车等移动机械,上述煤矿机械的定位监控系统应用于矿井下需跟踪定位的场景。

[0051] 在一可选实施例中,上述至少两个盲点从设备中的一个可进一步包括:第一收发模块、主控模块及电源模块;其中,第一收发模块用于加入无线监控网络并周期性地以广播的方式发出位置请求信息,接收定点从设备 20 反馈的位置应答信息。主控模块与第一收发模块连接,用于提取位置应答信息中的位置坐标,并据此计算此处盲节点与发送位置应答信息的定位节点之间的定位距离,结合定位节点的位置坐标,计算得到至少两个盲节点的位置信息。其中,第一收发模块与主设备连接,用于将至少两个盲节点的位置信息发送给主设备。

[0052] 上述实施例中,电源模块用于为第一收发模块和主控模块供电。上述实施例中,电源模块可采用镍氢充电电池或外置本安电源两种方案。为符合煤安要求镍氢充电电池需增加可靠的精密限流电阻且整体胶封,以便于整体更换。

[0053] 这里,提出一种 RSSI 测距和 TOF 测距综合优化算法及多盲节点的定位方式,实现煤矿机械的高精度定位。因此,作为一种可选的实施方式,上述主控模块可包括以下模块:

[0054] 1) 第一计算单元,基于 RSSI 测距原理,计算所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的第一参考距离 L_R 。

[0055] 2) 第二计算单元,基于 TOF 测距原理,计算所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的第二参考距离 L_T 。

[0056] 3) 第三计算单元,根据盲节点广播位置请求的周期、待定位煤矿机械正常运行的平均速度、第一参考距离 L_R 和第二参考距离 L_T ,进行优化处理得到所处盲节点与应答其位置请求信息的定位节点之间的定位距离 L 。

[0057] 4) 第四计算单元,根据定位距离 L 、与反馈位置应答信息对应的定位节点的位置坐标,计算得到至少两个盲节点的位置信息。

[0058] 以支架搬运车定位应用为例,将工作于定位节点模式的定点从设备 20 布置于支架搬运车行驶路线的巷道壁的指定的已知点位置上。第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22 布置于支架搬运车的开阔,且电磁干扰低的位置上,两点之间距离 c 已知,并使之工作于盲节点模式。

[0059] 需要说明的是,为增加定位网络的可靠性和网络生存周期,也可将定点从设备 20 接入煤矿现有有线网络 30 中进行取电和数据传输,主设备 10 可手持,用于现场监控指挥,也可连接到有线网络用于远程定位监测。

[0060] 为便于理解上述实施例,如图 3 所示,对各从设备的工作过程作进一步说明:

[0061] 1) 盲节点模式下的从设备:布置在支架搬运车上的第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22 以固定周期采用广播的方式发送位置请求信息。其中,广播周期根据移动机械的移动速度来决定。

[0062] 2) 定位节点模式下的从设备:布置于巷道壁上的定点从设备 20 接收到位置请求信息后进行应答。支架搬运车上的第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22 分别根据各自最先接收到的三个定点从设备 20 的位置应答信息,提取应答者的位置坐标,并计算与其自身的距离。

[0063] 下面,对上述实施例中采用的 RSSI 测距和 TOF 测距的综合优化算法及多盲节点的定位方式进一步说明如下:由于煤矿井下巷壁对无线信号吸收、衰减,现在普遍采用的 RSSI 测距方法无法得到高精度的定位效果,本发明中提出一种融合 RSSI 和 TOF 的综合优化测距算法,经计算可得到如下式所示的测距结果:

[0064]

$$L = \begin{cases} \frac{1}{2}(L_R + L_T), & (L_{R_{i+1}} - L_{R_i}) + (L_{T_{i+1}} - L_{T_i}) \leq 2S * V_{avr} \\ L_R, & (L_{R_{i+1}} - L_{R_i}) \leq S * V_{avr} \text{ 且 } (L_{T_{i+1}} - L_{T_i}) \geq S * V_{avr} \\ L_T, & (L_{R_{i+1}} - L_{R_i}) \geq S * V_{avr} \text{ 且 } (L_{T_{i+1}} - L_{T_i}) \leq S * V_{avr} \\ \text{丢弃, 其他} & \end{cases} \quad (1)$$

[0065] 此处,以第一盲节点及第一盲点从设备 21 为例,其中,L 为定位节点与第一盲节点之间的距离, L_R 为 RSSI 算法测得距离, L_T 为 TOF 算法测得距离,S 为盲节点广播位置请求的周期, V_{avr} 为机械的正常运行的平均速度。

[0066] 公式 (1) 中,如果本次 RSSI 测距计算的 $L_{R_{i+1}}$ 与上次测距计算得到的 L_R 之间的差值与本次 TOF 测距计算的 $L_{T_{i+1}}$ 与上次测距计算得到的 L_T 之间的差值之和,小于或等于以机械正常运行的平均速度在两个请求周期 S 时间内移动的距离,则 $L = 1/2(L_R + L_T)$;

[0067] 如果本次 RSSI 测距计算的 $L_{R_{i+1}}$ 与上次测距计算得到的 L_R 之间的差值小于或等于以机械正常运行的平均速度在一个请求周期 S 时间内移动的距离;并且,本次 TOF 测距计算的 $L_{T_{i+1}}$ 与上次测距计算得到的 L_T 之间的差值大于以机械正常运行的平均速度在一个请求周期 S 时间内移动的距离,则 $L = L_R$;

[0068] 本次 TOF 测距计算的 $L_{T_{i+1}}$ 与上次测距计算得到的 L_T 之间的差值,小于或等于以机械正常运行的平均速度在一个请求周期 S 时间内移动的距离;并且,本次 RSSI 测距计算的 $L_{R_{i+1}}$ 与上次测距计算得到的 L_R 之间的差值大于以机械正常运行的平均速度在一个请求周期 S 时间内移动的距离,则 $L = L_T$;

[0069] 其他情况,则不符合条件,丢弃处理。

[0070] 基于此,第一盲点从设备 21 根据上述算法测得第一盲节点与三个定位节点的距离,结合定位节点的坐标,采用三点质心定位算法得到自己的位置坐标,最后将盲节点的位置信息发送到主设备 10。

[0071] 上述实施例中,采用综合优化算法及双盲节点的定位方式可解决单独采用 RSSI 测距不稳定,易受电磁干扰产生的误差等问题,并且还能降低弯曲巷道折射信号造成降低测距精度的影响。因此,RSSI 和 TOF 融合的优化测距算法、双盲节点定位方法,还能够减少

煤矿井下恶劣环境对定位效果的影响,最大限度的提高了定位精度。

[0072] 需要指出的是,在网络负荷容许情况下,可采用多盲节点的定位方式,以进一步提高定位精度。多盲节点的定位过程与前述双盲节点的定位过程类似,可参照前述定位过程,此处不再赘述。

[0073] 2、从设备:定位节点模式

[0074] 从定点从设备 20 为工作在定位节点模式下的从设备,从其功能来讲,该定点从设备 20 可包括:第二收发模块和应答模块。第二收发模块用于加入无线监控网络 40 或接入矿井有线网络 40,接收至少两个盲点从设备发出的位置请求信息。应答模块用于根据位置请求信息生成位置应答信息。其中,第二收发模块还用于向发出位置请求信息的至少两个盲点从设备发送位置应答信息。

[0075] 定点从设备 20 布置于巷道壁的指定位置上,其位置坐标已知,收到位置请求信息后,对发出位置请求信息的至少两个盲点从设备进行应答,通过位置应答信息为至少两个盲点从设备提供位置参考信息,使至少两个盲点从设备可以计算出自身的位置坐标。

[0076] 3、从设备:监控模式

[0077] 作为一种可选的实施方式,上述煤矿机械的定位监控系统还可包括:监控从设备 23,监控从设备 23 用于监控煤矿机械的设备工作状态参数信息,例如液压支架 60 的工作面、采煤机、刮板机的工作状态。其中,监控从设备 23 的身份标识与被监测的液压支架 60、采煤机、刮板机的身份标识绑定,从而通过识别监控从设备 23 的身份标识可以确认具体的监测对象。

[0078] 以液压支架为例,在监控应用中,为实时掌握液压支架工作面的工作状态参数信息,可利用主设备 10 建立监控网络,主设备 10 及各监控从设备 23 可方便地组成多个互不干涉的局部监控网络。各监控从设备 23 具有唯一的网络 ID,建网时可与被监测的液压支架绑定。每架液压支架上安装一个监控从设备 23,监控从设备 23 可通过传感器采集支架顶梁压力、油缸伸缩量等数据。

[0079] 如图 3 所示的从设备工作流程中,监控从设备 23 加入主设备 10 建立监控网络,处于监控模式下,采集其所位于的煤矿机械的数据。该监控从设备 23 包括:监控模块和第三收发模块,监控模块与设置于煤矿机械监控点上的传感器连接,用于轮询监控点的工作状态参数。其中,第三收发模块还用于将发送监控点的工作状态参数发送给主设备 10。

[0080] 作为一种可选的实施方式,上述监控从设备 23 还可包括:判断模块和报警模块,判断模块用于判断监控点的工作状态参数是否超过预设的阈值。报警模块与判断模块及执行模块连接,用于在确定工作状态参数超过预设的阈值时进行报警。

[0081] 可选的是,上述实施例,定点从设备 20 或监控从设备 23 还可包括以下任意一种结构组成:

[0082] 1) 显示界面,用于显示工作模式、监测的工作状态参数、和/或报警信息。其中,工作模式包括定位模式和监控模式。

[0083] 2) 复用键盘,用于手动输入控制参数或查询命令。

[0084] 3) 接口模块,包括串口程序烧写接口、用于与矿井有线网络连接的 CAN 控制器局域网接口、与传感器连接的接口、以及与煤矿机械的执行机构接口。

[0085] 4、主设备:盲节点定位模式、监控模式

[0086] 主设备 10 具有建网中心频率、通信半径可调、可通过按键控制软件执行通道、硬件模块化特征的煤矿用本质安全型无线设备。

[0087] 如图 2 所示的主设备工作流程中,主设备 10 根据自身的工作频率,建立监控网络,主设备 10 可由现场人员手持操作。

[0088] 1) 在盲节点定位模式下,主设备的工作过程:

[0089] 首先,接收第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22 发来的第一、第二盲点的位置坐标信息 (a_x, a_y) (b_x, b_y) 。

[0090] 并且,为滤除网络干扰造成的误差,根据下面的公式,对第一、第二盲点的位置坐标信息进行均值滤波处理:

[0091]

$$(a_x, a_y) = \frac{1}{3} \left(\sum_{i=1}^3 a_{xi}, \sum_{i=1}^3 a_{yi} \right) \quad (2)$$

[0092]

$$(b_x, b_y) = \frac{1}{3} \left(\sum_{i=1}^3 b_{xi}, \sum_{i=1}^3 b_{yi} \right) \quad (3)$$

[0093] 这样,得到两个盲点从设备(即两个盲节点)的位置坐标 (\bar{a}_x, \bar{a}_y) , (\bar{b}_x, \bar{b}_y) 。可选的是,为进一步提高定位精度,可通过判断两个盲点从设备的位置坐标 (\bar{a}_x, \bar{a}_y) , (\bar{b}_x, \bar{b}_y) 是否满足下式,来判断此次定位结果是否有效:

[0094]

$$|\sqrt{(a_x - b_x)^2 + (a_y - b_y)^2} - c| < d \quad (4)$$

[0095] 其中, c 为两从设备的实际布置距离, d 为误差容忍度,根据定位应用所需精度来设定。如果公式(4)成立,则说明两个盲点从设备的位置坐标 (\bar{a}_x, \bar{a}_y) , (\bar{b}_x, \bar{b}_y) 有效,保留结果。如果判断出公式(4)不成立,则定位结果无效,抛弃并结束此次定位,开始下一次的盲节点定位过程。

[0096] 最后,取符合条件的两个坐标中点, $1/2(a+b)$, 作为支架搬运车的定位坐标,并予以显示或上传至管理中心。

[0097] 2) 在监控模式下,主设备的工作过程:

[0098] 主设备 10 在无线监控网络范围内,收集监控从设备 23 的监测数据,并对数据融合处理后存储,当发现数据异常,如采集数据超限时,进行显示并报警。现场操作人员可根据报警情况在主设备 10 上编辑控制命令,对故障支架进行无线控制。

[0099] 例如,在如图 1 中右上角所示的场景下,主设备 10 和各液压支架 60 上安装的监控从设备 23 对各液压支架 60 进行远程监控,其与图 1 中左下角场景的主要区别在于:右上角场景中的主设备 10 可通过 CAN 接口,将监测数据通过煤矿现有的有线网络 30 上传到地面管理中心,管理人员可在地面通过主设备发送控制命令,对故障支架进行操作,从而实现液压支架的远程监控。左下角场景中的主设备 10 通过无线监控网络,

[0100] 需要指出的是,通过选择不同的工作频率,使同一区域的多个的监控网络不相互

干扰,主设备在建立监控网络时可通过按键选择网络工作频率。另外,主设备 10 与至少两个盲点从设备、监控从设备 23 之间可进行点对点和点对多点通信,以实现液压支架的单架操作和多架同步操作。主设备的通信范围 40 可根据实际需求进行调节。

[0101] 上述煤矿机械的定位监控系统中,主设备 10 还可用于:通过点多点或点对多点的方式向监控从设备 23 发送控制命令,并将控制命令和/或待定位煤矿机械的定位坐标上传至上位机的管理中心和/或予以显示。上述实施例中,监控从设备 23 的第三收发模块还用于:接收所述控制命令,并传递给其所监控的煤矿机械的执行机构。

[0102] 在一可选实施例中,为实现上述监控和定位功能,上述主设备 10 可包括以下模块:

[0103] 1) 人机交互模块,用于选择工作频率、建立无线监控网络、以及显示工作模式。其中,工作模式包括定位模式和监控模式。

[0104] 其中,人机交互模块还可用于在监测数据超出对应的阈值时显示故障并报警,并用于输入控制命令对故障支架进行无线控制。

[0105] 2) 主收发模块,用于接收至少两个盲节点的位置信息、监控点的工作参数信息,向监控从设备 23 发送控制命令。以及,用于通过无线监控网络 40 或有线网络 30 向上位机发送控制命令和待定位煤矿机械的定位坐标。

[0106] 3) 定位模块,与主收发模块连接,用于提取至少两个盲节点的位置信息并对其进行滤波处理,获取至少两个盲节点的位置坐标。以及,用于根据设置于待定位煤矿机械上的第一盲点从设备 21 和第二盲点从设备 22 之间的实际距离优化至少两个盲点位置坐标,获取待定位煤矿机械的定位坐标。

[0107] 4) 监控模块,与主收发模块、人机交互模块连接,用于收集监控从设备 23 发来的监测数据,对监测数据融合处理后存储。以及,用于判断监测数据是否超出预先设置对应的阈值。

[0108] 可选的是,上述各实施例中,第一收发模块、第二收发模块、第三收发模块、以及主收发模块还可用于:选择各自的工作频率,调节各自的通信范围。

[0109] 综上所述,上述各实施例的硬件设备可主要有划分为四大组成部分:

[0110] 1) 主控模块,采用一片式的无线收发器件,具有体积小、低功耗、处理能力强、具备 TOF 定位能力(如 Jennic 公司的 JN5148 芯片)。可替换的是,主控模块可选择无线芯片和 CPU 组合的非一片式方案实现。这里,主控模块是指前述的主从设备中的硬件载体,如监控模块、定位模块也是主控模块的一种形式。

[0111] 2) 人机交互模块,具有数据的显示、复用键盘及声光报警功能。

[0112] 3) 接口模块主要包括串口程序烧写接口、用于与矿井有线网络连接的 CAN 接口及与传感器连接的接口。

[0113] 4) 电源模块,可采用镍氢充电电池或外置本安电源两种方案。

[0114] 本发明各实施例中涉及的硬件设备可通过复用按键选择工作模式和通信范围的方法来适应不同的应用,在监控应用中可方便的组成多个互不干涉的局部监控网络;通过定位技术优化融合的算法及多盲节点的定位方式实现煤矿机械的高精度定位。从而满足煤矿井下不同应用场景的要求。

[0115] 需要说明的是,上述各实施例中涉及的硬件设备可通过接口模块连接到煤矿井下

现有的有线网络,形成范围更大、更健壮的监控网络,可作为数字矿山、井上指挥中心等项目的载体。

[0116] 与现有技术相比,本发明各实施例具有以下优点:

[0117] 本发明各实施例的定位监控系统采用无线监控方式,无线监控网络的布网方便简单,可快速在同一区域建立多个互不干扰的监控网络,可实现点对点、点对多点的通信控制方式,通信范围可调,适应不同的应用场景。

[0118] 另外,定位监控系统中的硬件设备可采用模块化设计,软、硬件均可根据实际应用进行选择。这样,一方面可避免现有较为复杂的布线工作,节约成本;另一方面还可兼容现有成熟的有线网络,形成更大的健壮的监控和定位网络。

[0119] 此外,采用 RSSI 和 TOF 融合的优化测距算法、双盲节点定位方法,减少了煤矿恶劣环境对定位监控的影响,考虑了监控对象的实际运动特征等因素;还能够减少煤矿井下恶劣环境对定位效果的影响,最大限度地提高定位精度和监控的可靠性,确保煤矿生产安全。

[0120] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的煤矿机械的定位监控系统的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。所述存储装置为非易失性存储器,如:ROM/RAM、闪存、磁碟、光盘等。

[0121] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

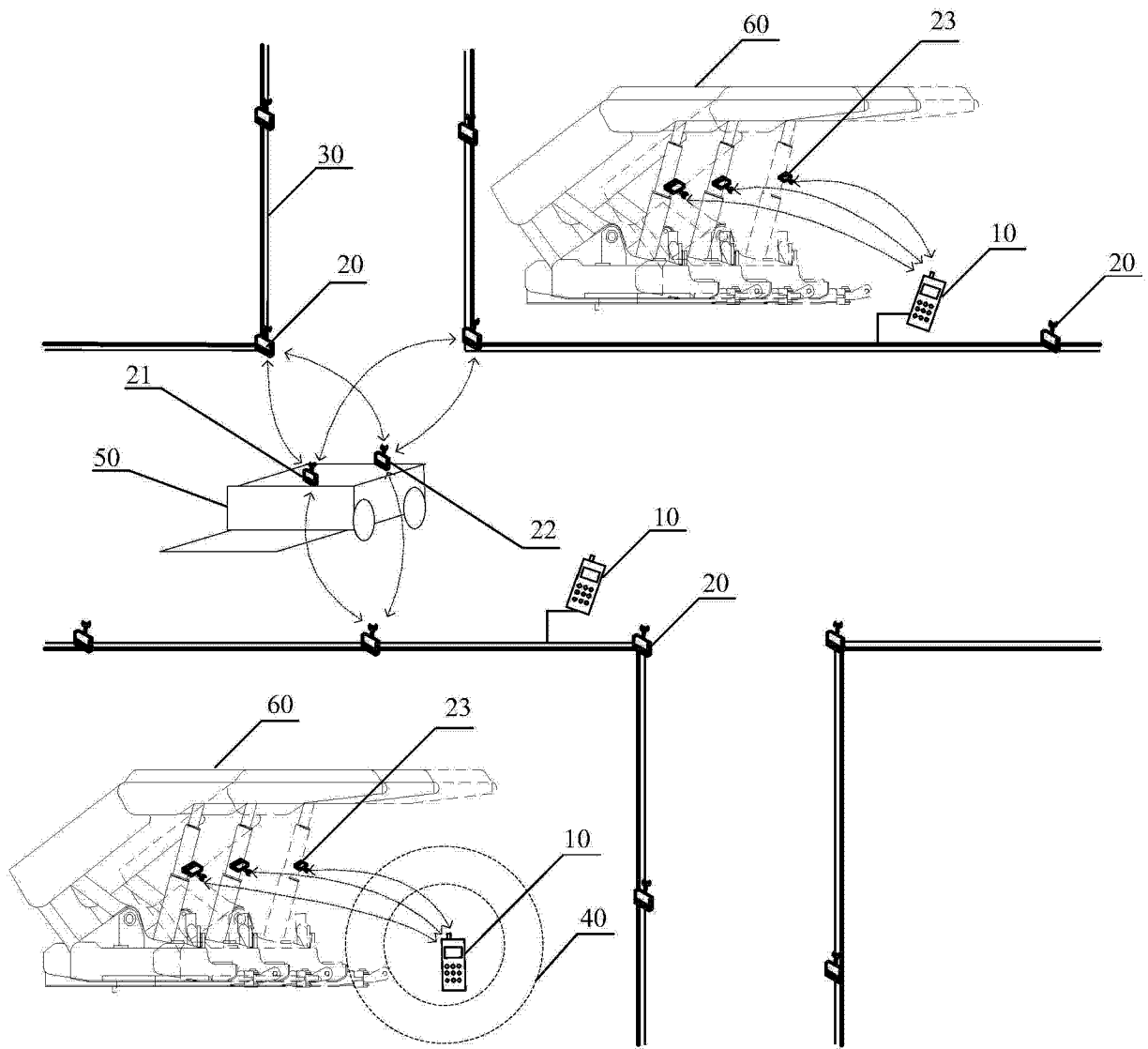


图 1

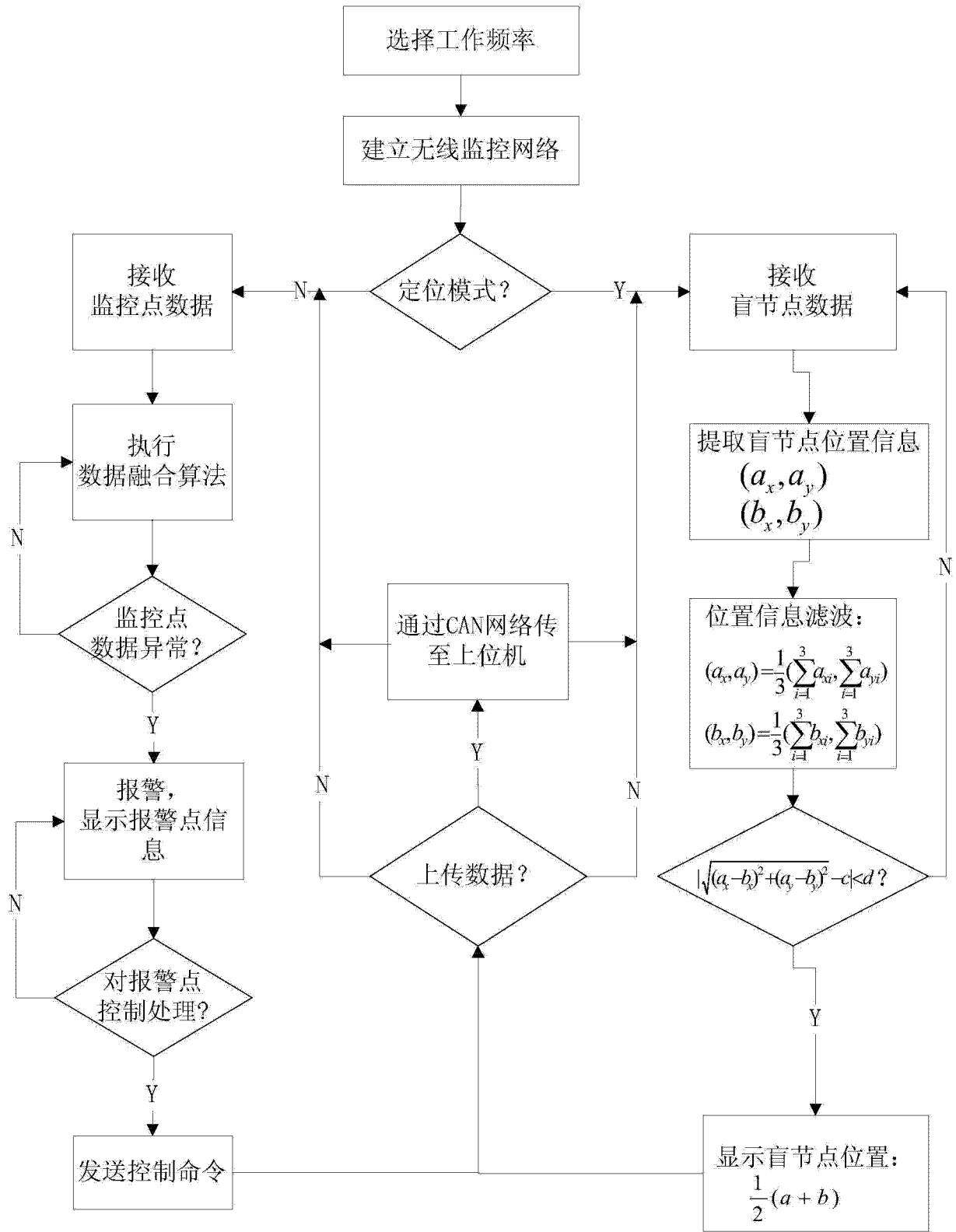


图 2

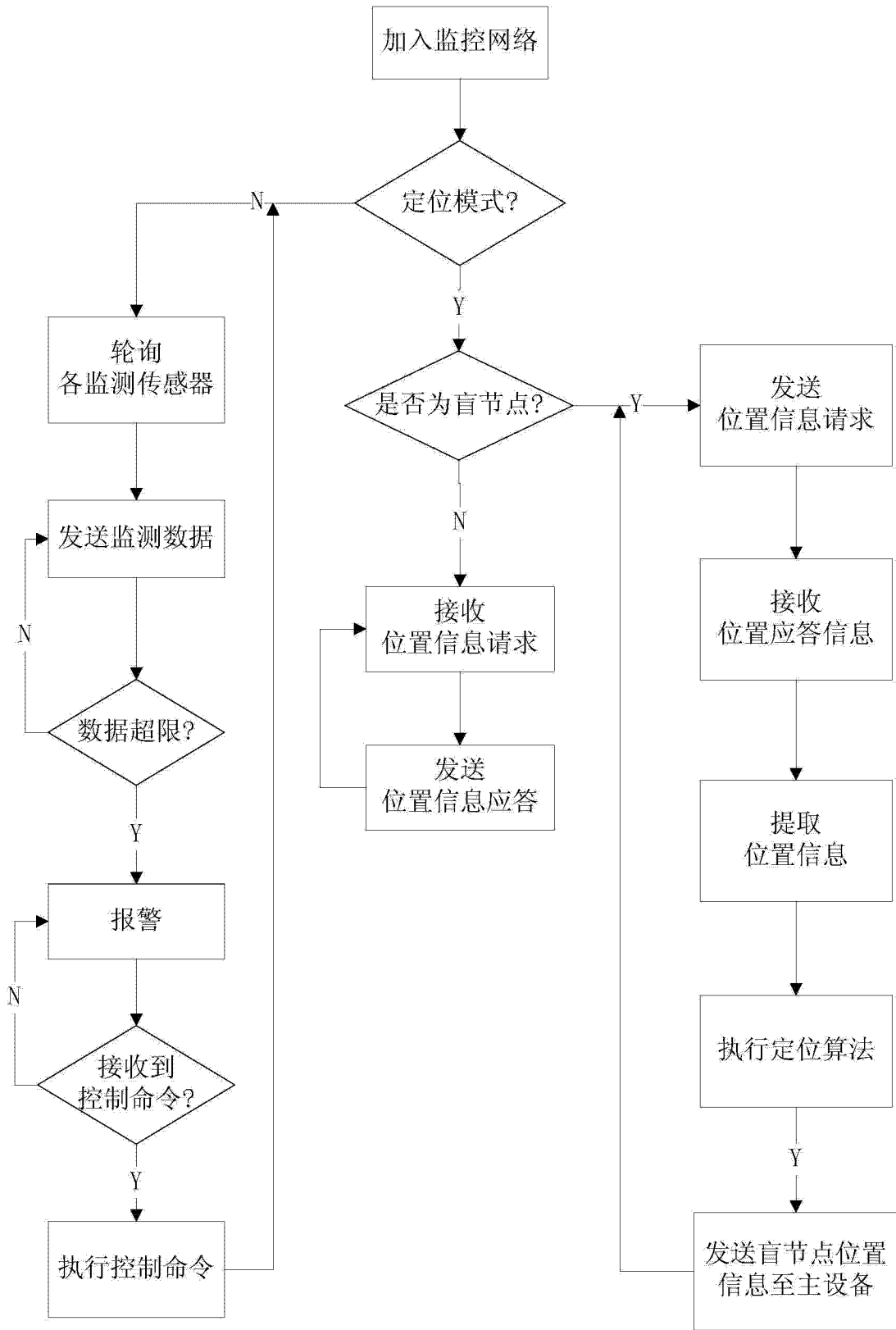


图 3