



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107202987 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(21)申请号 201710401736.3

(22)申请日 2017.05.31

(71)申请人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山  
武汉大学

(72)发明人 张涛

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 严彦

(51)Int.Cl.

G01S 15/04(2006.01)

G01S 15/52(2006.01)

G01S 15/46(2006.01)

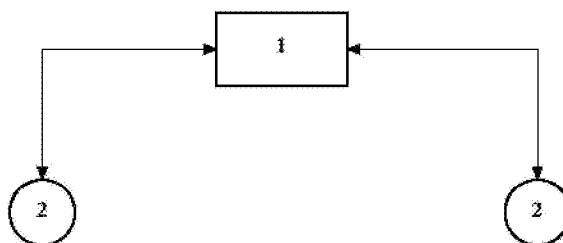
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

## (54)发明名称

入侵目标检测定位方法及系统

## (57)摘要

本发明提供一种入侵目标检测定位方法及系统,使用两个超声波测距仪分别对监测范围进行监测,每个超声波测距仪分别持续进行测量过程,每次测量过程时同时测量多个目标的距离并检测回波的强度;当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标。本发明使用超声波进行入侵检测,同时进行目标定位。本发明的每个超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,得到监测范围内所有目标的距离以及目标的反射属性,成本低廉,性能可靠,易于实施。适于推广使用,具有重要的市场价值。



1. 一种入侵目标检测定位方法,其特征在于:使用两个超声波测距仪分别对监测范围进行监测,每个超声波测距仪分别持续进行测量过程,每次测量过程时同时测量多个目标的距离并检测回波的强度;当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标;

每次测量过程时,超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,实现方式如下,

当测距开始时,超声波测距仪发送若干个周期的脉冲信号;

超声波测距仪对返回的超声波信号进行接收,并经模拟数字转换后进行数字化记录,记录时间根据预设最大探测距离相应的超声波最长传播时间设定;

从超声波信号记录结果中提取反射信息,包括找出每一个可以识别的波形前沿,记录波形前沿到达时刻 $t$ ,以及波形的最大幅度  $A$ ,每一个波形都是监测范围内一个或者多个距离相似目标的反射结果,根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,根据最大幅度  $A$ 得到相应反射强度。

2. 根据权利要求1所述入侵目标检测定位方法,其特征在于:所述根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,实现方式为,距离取 $t \times 340/2$ 米。

3. 根据权利要求1所述入侵目标检测定位方法,其特征在于:所述根据最大幅度  $A$ 得到相应反射强度,实现方式为,设模拟数字转换的满幅值为 $F$ ,则将相应的反射强度记为 $A/F$ 。

4. 根据权利要求1或2或3所述入侵目标检测定位方法,其特征在于:两个超声波测距仪选择不同的超声波频率,互不干扰。

5. 根据权利要求1或2或3所述入侵目标检测定位方法,其特征在于:两个超声波测距仪选择相同的超声波频率,测距时间相互错开,互不干扰。

6. 一种入侵目标检测定位系统,其特征在于:设置两个超声波测距仪和一个监测中心设备,两个超声波测距仪分别连接监测中心设备;

所述超声波测距仪用于分别对监测范围进行监测,每个超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,测量结果传输到监测中心设备;

所述超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,每次测量过程实现方式如下,

当测距开始时,超声波测距仪发送若干个周期的脉冲信号;

超声波测距仪对返回的超声波信号进行接收,并经模拟数字转换后进行数字化记录,记录时间根据预设最大探测距离相应的超声波最长传播时间设定;

从超声波信号记录结果中提取反射信息,包括找出每一个可以识别的波形前沿,记录波形前沿到达时刻 $t$ ,以及波形的最大幅度  $A$ ,每一个波形都是监测范围内一个或者多个距离相似目标的反射结果,根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,根据最大幅度  $A$ 得到相应反射强度;

所述监测中心设备,用于根据两个超声波测距仪的测量结果进行判断,当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标。

7. 根据权利要求6所述入侵目标检测定位系统,其特征在于:所述根据波形前沿到达时

刻 $t$ 得到相应距离,实现方式为,距离取 $t \times 340/2$ 米。

8. 根据权利要求6所述入侵目标检测定位系统,其特征在于:所述根据最大幅度  $A$ 得到相应反射强度,实现方式为,设模拟数字转换的满幅值为 $F$ ,则将相应的反射强度记为 $A/F$ 。

9. 根据权利要求6或7或8所述入侵目标检测定位系统,其特征在于:两个超声波测距仪选择不同的超声波频率,互不干扰。

10. 根据权利要求6或7或8所述入侵目标检测定位系统,其特征在于:两个超声波测距仪选择相同的超声波频率,测距时间相互错开,互不干扰。

## 入侵目标检测定位方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及安全防范以及定位领域,特别是一种入侵目标检测定位方法及系统。

### 背景技术

[0002] 在安全防范系统中,入侵检测以及目标定位的作用十分重要。目前常用的入侵检测手段主要有被动红外、主动红外、对射、微波、视频、磁性、声音以及激光扫描等。除了激光扫描方式具有精确目标定位的功能外,其余方式都只能做到区域定位。而激光扫描一方面成本昂贵,另一方面内部有机械机构(旋转马达),可靠性与寿命受限,因此普及度不高。

### 发明内容

[0003] 本发明针对现有技术缺陷,提出了低成本高精度的入侵目标检测定位方法及系统。

[0004] 本发明技术方案提供一种入侵目标检测定位方法,使用两个超声波测距仪分别对监测范围进行监测,每个超声波测距仪分别持续进行测量过程,每次测量过程时同时测量多个目标的距离并检测回波的强度;当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标;

[0005] 每次测量过程时,超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,实现方式如下,

[0006] 当测距开始时,超声波测距仪发送若干个周期的脉冲信号;

[0007] 超声波测距仪对返回的超声波信号进行接收,并经模拟数字转换后进行数字化记录,记录时间根据预设最大探测距离相应的超声波最长传播时间设定;

[0008] 从超声波信号记录结果中提取反射信息,包括找出每一个可以识别的波形前沿,记录波形前沿到达时刻 $t$ ,以及波形的最大幅度 $A$ ,每一个波形都是监测范围内一个或者多个距离相似目标的反射结果,根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,根据最大幅度 $A$ 得到相应反射强度。

[0009] 而且,所述根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,实现方式为,距离取 $t \times 340/2$ 米。

[0010] 而且,所述根据最大幅度 $A$ 得到相应反射强度,实现方式为,设模拟数字转换的满幅值为 $F$ ,则将相应的反射强度记为 $A/F$ 。

[0011] 而且,两个超声波测距仪选择不同的超声波频率,互不干扰。

[0012] 或者,两个超声波测距仪选择相同的超声波频率,测距时间相互错开,互不干扰。

[0013] 本发明提供一种入侵目标检测定位系统,设置两个超声波测距仪和一个监测中心设备,两个超声波测距仪分别连接监测中心设备;

[0014] 所述超声波测距仪用于分别对监测范围进行监测,每个超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,测量结果传输到监测中心设备;

[0015] 所述超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,每次测量过程实现方式如下,

[0016] 当测距开始时,超声波测距仪发送若干个周期的脉冲信号;

[0017] 超声波测距仪对返回的超声波信号进行接收,并经模拟数字转换后进行数字化记录,记录时间根据预设最大探测距离相应的超声波最长传播时间设定;

[0018] 从超声波信号记录结果中提取反射信息,包括找出每一个可以识别的波形前沿,记录波形前沿到达时刻 $t$ ,以及波形的最大幅度 $A$ ,每一个波形都是监测范围内一个或者多个距离相似目标的反射结果,根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,根据最大幅度 $A$ 得到相应反射强度;

[0019] 所述监测中心设备,用于根据两个超声波测距仪的测量结果进行判断,当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标。

[0020] 而且,所述根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,实现方式为,距离取 $t \times 340/2$ 米。

[0021] 而且,所述根据最大幅度 $A$ 得到相应反射强度,实现方式为,设模拟数字转换的满幅值为 $F$ ,则将相应的反射强度记为 $A/F$ 。

[0022] 而且,两个超声波测距仪选择不同的超声波频率,互不干扰。

[0023] 或者,两个超声波测距仪选择相同的超声波频率,测距时间相互错开,互不干扰。

[0024] 本发明使用超声波进行入侵检测,同时进行目标定位。本发明的每个超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,得到监测范围内所有目标的距离以及目标的反射属性,成本低廉,性能可靠,易于实施。适于推广使用,具有重要的市场价值。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明实施例的安装现场示意图。

[0026] 图2为本发明实施例的系统整体结构示意图。

[0027] 图3为本发明实施例提出的多回波超声测距装置结构示意图。

[0028] 图4为本发明实施例的监测中心设备结构示意图。

## 具体实施方式

[0029] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0030] 本发明使用两个超声波测距仪分别对监测范围进行监测,当监测范围内没有移动目标时,超声波测距仪的测量结果保持稳定,当监测范围内出现移动目标时,超声波测距仪的测量结果发生变化,根据两个超声波测距仪的测量结果进行计算,即可将目标进行定位。

[0031] 和现有技术不同的是,本发明采用的超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度。通常的超声波测距仪,只检测第一回波或者最强回波,因此测量的结果是单一目标的距离。而本发明中的超声波测距仪检测和分析多个回波的返回时间以及回波强度,从而可以得到监测范围内所有目标的距离以及目标的反射属性。

[0032] 本发明实施例提供一种入侵目标检测定位方法,使用两个超声波测距仪分别对监

测范围进行监测,每个超声波测距仪分别持续进行测量过程,每次测量过程时同时测量多个目标的距离并检测回波的强度;当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标;

[0033] 每次测量过程时,超声波测距仪同时测量多个目标的距离并检测回波的强度,实现方式如下,

[0034] 当测距开始时,超声波测距仪发送若干个周期的脉冲信号;

[0035] 超声波测距仪对返回的超声波信号进行接收,并经模拟数字转换后进行数字化记录,记录时间根据预设最大探测距离相应的超声波最长传播时间设定;

[0036] 从超声波信号记录结果中提取反射信息,包括找出每一个可以识别的波形前沿,记录波形前沿到达时刻 $t$ ,以及波形的最大幅度 $A$ ,每一个波形都是监测范围内一个或者多个距离相似目标的反射结果,根据波形前沿到达时刻 $t$ 得到相应距离,根据最大幅度 $A$ 得到相应反射强度。

[0037] 本发明实施例还相应提供一种入侵目标检测定位系统,设置两个超声波测距仪和一个监测中心设备,两个超声波测距仪分别连接监测中心设备;参见图1,安装两个超声波测距仪2后,将两个超声波测距仪连接到监测中心设备1。其中监测中心设备1和超声波测距仪2之间的联结可以用无线方式,也可以用有线方式。超声波测距测量方式同上,

[0038] 所述监测中心设备,用于根据两个超声波测距仪的测量结果进行判断,当超声波测距仪的测量结果保持稳定时,判断未检测到出现移动目标,当超声波测距仪的测量结果发生变化,判断检测到出现移动目标,并根据两个超声波测距仪的新增测量结果定位移动目标。参见图1,采用本发明实施例所提供入侵检测系统的现场实例。监测范围内现有四个固定目标,分别记为3、4、5、6,正常情况下都存在于监测范围内。假定的入侵目标记为7,正常情况下不在监测范围内,如果被监测到,则说明是入侵目标进入现场。在需要监测的范围内,确定两个监测点,各安装一个超声波测距仪2(为便于查看,图2中第一个超声波测距仪标记为2,第二个超声波测距仪标记为2')。具体实施时,这两个监测点的选择原则是视野开阔,遮挡少,都能够观察到大部分被监测的范围。由于超声波的传播线性较高,因此被遮挡的范围无法监测。

[0039] 预先测量两个监测点的坐标,作为计算目标位置的参考点。

[0040] 需要注意的是,两个超声波测距仪的超声频率应该选择不同的频率,或者设置两个超声波测距仪的测量时间错开,否则将会互相干扰,影响测量结果。

[0041] 此时两个超声波测距仪2和2'开始连续测量,并将测量结果传输到监测中心设备1进行数据处理,测量结果包含两列,第一列是数据编号,第二列是目标距离,第三列是目标的反射属性(反射强度)。

[0042] 示例:

[0043] 第一个超声波测距仪2的测量结果:

[0044] 1,5.9,0.6

[0045] 2,11.2,0.2

[0046] 第二个超声波测距仪2'的测量结果:

[0047] 1,4.2,0.6

[0048] 2,8.8,0.4

[0049] 3,10.0,0.2

[0050] 表示在监测范围内,能够检测到的目标,其中有的监测结果实际上是多个目标的反射结果,例如对于第一个超声波测距仪,距离是5.9的有两个目标3和4,但是超声波测距仪无法分辨角度,因此测量结果表现为一条,由于最终对入侵检测的判定是以测量结果的变化为依据,因此这并不影响监测结果。另外,由于对于第一个超声波测距仪来说,目标5被目标4遮挡,因此不能出现在测量结果中。

[0051] 当监测范围内没有入侵,即目标7不在监测范围内,并且现有目标3,4,5,6没有移动的情况下,两个超声波测距仪的测量结果会比较恒定,仅存在测量误差。

[0052] 当监测范围内发生入侵时,即目标7进入监测范围后,测量结果会变成:

[0053] 第一个超声波测距仪的测量结果:

[0054] 1,5.9,0.6

[0055] 2,11.2,0.2

[0056] 3,11.7,0.2

[0057] 第二个超声波测距仪的测量结果:

[0058] 1,4.2,0.6

[0059] 2,8.8,0.4

[0060] 3,10.0,0.2

[0061] 4,15.1,0.1

[0062] 监测中心设备的处理系统检测到本次测量结果与上次的测量结果的差异,判定有入侵发生,然后根据测量结果判断入侵目标的位置:

[0063] 找出新出现的测量结果,在第一个超声波测距仪中是第3条:

[0064] 3,11.7,0.2

[0065] 在第二个超声波测距仪中是第4条:

[0066] 4,15.1,0.1

[0067] 这两条测量结果反映的是入侵目标与两个超声波测距仪的距离,由于两个超声波测距仪的坐标已经在步骤中测得,因此容易求得入侵目标的坐标。

[0068] 同样道理,当监测范围内有目标发生移动时,在测量结果中也会体现出来,因此也可监测到。

[0069] 因为入侵者可能避开入侵监测,直接进入防区挪动物品。安防实际应用中,一般只要有活动目标,无论是入侵的还是原有目标移动,一律报警。

[0070] 现有的超声波测距仪仅提取了首个反射波的到达时间,并根据该时间与超声波发射的时间差计算出目标的距离,显然达不到本发明的要求。而本发明中所需要的超声波测距仪,需要测量多个目标的距离和反射属性,因此本发明提出了进一步的技术方案。另外,由于在监测范围内需要安装不只一个超声波测距仪,这些装置同时工作,因此优选使用不同的超声波频率,以免互相干扰。实施例的超声波测距仪实现如下:

[0071] 首先确定设计参数,由于超声波的衰减以及传播时间限制,需要限定需要探测的最大距离。根据当前的超声波传感器性能并综合通常的建筑物进深,将最大探测距离设计为10米较为合理,此时超声波最长传播时间(发射+反射时间)约为 $2 * 10 / 340 = 0.06$ 秒,即

60毫秒,则理论最高测量速率约为 $1/0.06=17$ 次/秒。实际上还有数据处理时间等因素以及考虑系统可靠性,一般可以达到10次/秒。如果监测范围超过10米,则需要将监测范围分区。对于安防入侵定位,一般来说测距精度只需要达到0.1米就足够了,因此将设计测距精度设置为0.1米。由此可计算,发射超声波的时间不得超过294微秒( $0.1/340=294.11$ 微秒)。

[0072] 参见图3,实施例的超声波测距仪由单片机21,存储器22,超声波发射器23,升压器24,超声波接收器25,信号放大调理器26,模拟数字转换器27,电源28,无线通信组件29构成。单片机21的输出经升压器24连接超声波发射器23,超声波接收器25、信号放大调理器26和模拟数字转换器27依次连接后接入单片机21,单片机21外围连接无线通信组件29、存储器22和电源28。具体实施时,也可以采用有线通信接口。

[0073] 具体实施时,各器件可采用现有芯片或元件实现。实施例的各主要器件选型如下:

单片机 21: STM32F103

存储器 22: 内置于单片机 21 中

超声波发射器 23: 16mm 40Khz/28Khz T

[0074] 升压器 24: 采用通用超声波测距用变压器, 阻抗比大约 1: 100

超声波接收器 25: 16mm 40Khz/28Khz R

信号放大调理器 26: LM324

模拟数字转换器 ADC27: 内置于单片机 21 中

[0075] 超声波测距仪工作时执行以下流程:

[0076] 1,单片机21等待监测中心设备1的测距开始指令,一旦收到测距开始指令,则将8个40KHz超声波脉冲信号通过升压器24传送给超声波发射器23,超声波发射器23发射超声波,发射时间为200微秒(8个脉冲周期)。

[0077] 如果发射的脉冲太少,则发射能量太弱,不容易探测回波,而如果发射的脉冲太多,则有可能造成还未发射完毕,就已经收到近处目标的回波,之后会跟随多个目标的回波的混合,不容易进行信号处理。具体实施时,可以采用经验值,实施例优选采用了8个脉冲。当采用40Khz超声波的时候,每个超声波信号周期为 $1/40000=0.000025$ 秒,连续发送8个脉冲周期正好0.0002秒,也就是200微秒。

[0078] 2,超声波接收器25接收超声波,将接收到的声音信号转变成电信号,经过信号放大调理器26,送至模拟数字转换器ADC 27进行数字化,单片机21接收这些数字化后的信息并记录到存储器22,一共记录60毫秒的信号。

[0079] 实施例中超声波测距仪装置的设计目标是监测10米范围的目标,而超声波在空气中的传播速度大约为340米/秒,因此 $10/340*2=0.059$ 秒,也就是大约60毫秒。

[0080] 3,单片机21从这60毫秒的信号记录中提取反射信息:找出每一个可以识别的波形前沿,记录该波形的前沿到达时刻t,以及波形的最大幅度A,每一个波形都是监测范围内一个或者多个距离相似目标的反射结果,本发明提出进行粗略估计即可:在不考虑温度影响的情况下,其距离大约取为 $t \times 340/2$ 米。本发明提出利用模拟数字转换器的满幅值进行强度衡量,如ADC的满幅值为F,则将其反射强度记为A/F。显然,该值越大,则说明目标反射的信号越强,一般来说反映的是目标的距离比较近、反射面比较大,可以向用户提供强度信息



以供参考。

[0081] 4,单片机21将步骤3所得每个距离和反射强度通过无线通信组件29发送到监测中心设备1。

[0082] 5,一次测量完成,回到第一步,进行下一次测量过程。

[0083] 需要注意的是,一个监测范围内安装有两个超声波测距仪,即2和2'。这两个装置,如果使用相同的超声波频率,那么测距时间必须错开,实现方法是监测中心设备1不能同时向两个超声波测距仪2和2'发起测距开始指令,而是将时间差错开60毫秒以上。此时监测周期会变长,监测频率会降低一半,但是因为时间差很短,不影响共同定位的有效性。另外一个选择时两个超声波测距仪选择不同的超声波频率(例如一个28Khz,一个40Khz),以保证互不干扰。此时监测中心设备1可以同时向两个超声波测距仪2和2'发起测距开始指令。

[0084] 如果采用28Khz的超声波,则发射时间相应的变为 $8*1/28000=286$ 微秒,接收时间不变。

[0085] 实施例的监测中心设备1的实现如下:

[0086] 监测中心设备1的作用是向超声波测距仪2和2'发起测距开始指令,并接收来自超声波测距仪2的测量结果,并根据测量结果进行计算,以判断是否有入侵发生。具体实施时可以利用现有的监控平台,或者专用的监测中心设备。

[0087] 参见图4,实施例的监测中心设备1包含微处理器11、显示器12、控制键盘13、电源14和无线通信组件15,显示器12、控制键盘13、电源14和无线通信组件15分别连接微处理器11。因为超声波测距仪采用无线通信组件,实施例的监测中心设备1进行了相应设置。各部件可采用现有芯片,微处理器11也可以采用单片机等。

[0088] 监测中心设备1工作时执行以下流程:

[0089] 1,准备工作:操作人员通过控制键盘13把超声波测距仪2和2'的坐标输入到监测中心设备1中,以供计算入侵目标位置使用。

[0090] 2,微处理器11向超声波测距仪2和2'发起测距开始指令(具体是同步发起开始将时间错开由两个超声波测距仪是否使用相同的超声波频率为准)。

[0091] 3,无线通信组件15接收来自两个超声波测距仪2和2'的测量结果,并将这些数据送至微处理器11。

[0092] 4,微处理器11将数据存储,如果当前是第一组数据,直接回到步骤2进行下一次探测;如果不是,将该组数据与上一组数据对比,如果未发生变化,则认为无入侵目标,否则根据差异数据和步骤1中输入的坐标计算入侵目标的位置并将结果显示在显示器12上。

[0093] 对比数据时,距离和强度有任一变化,都判断入侵。具体实施时,超声波测距无法分辨角度,因此如果入侵目标的位置恰好位于原有目标附近的时候,测距仪测得的距离值难以分辨入侵目标与原有目标,但是由于反射面积和反射目标的属性发生了变化,因此反射强度可能会有比较明显的变化,将反射强度的变化也作为辅助判断条件可以有效提高判断准确性。

[0094] 5,本次探测完成,回到步骤2进行下一次探测。

[0095] 本发明中所描述的具体实施例仅仅是对本发明进行举例说明。任何熟悉该技术的技术人员在本发明做揭露的技术范围内,都可轻易得到其变化或替换,因此本发明保护范围都应涵盖在由权利要求书所限定的保护范围之内。

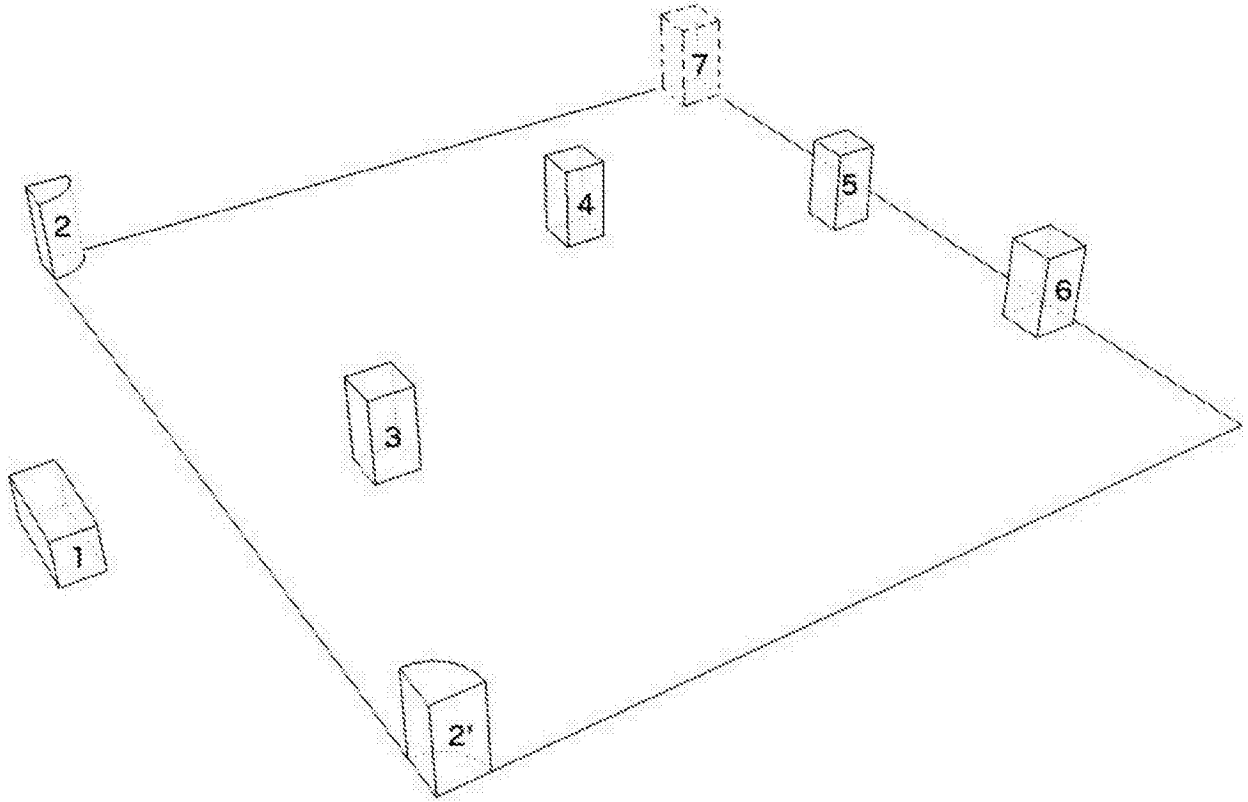


图1

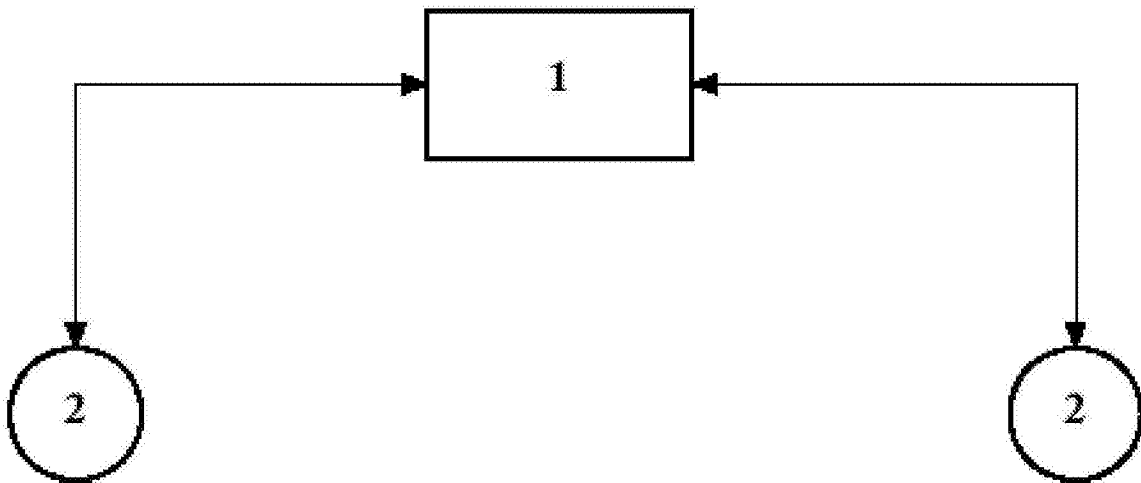


图2

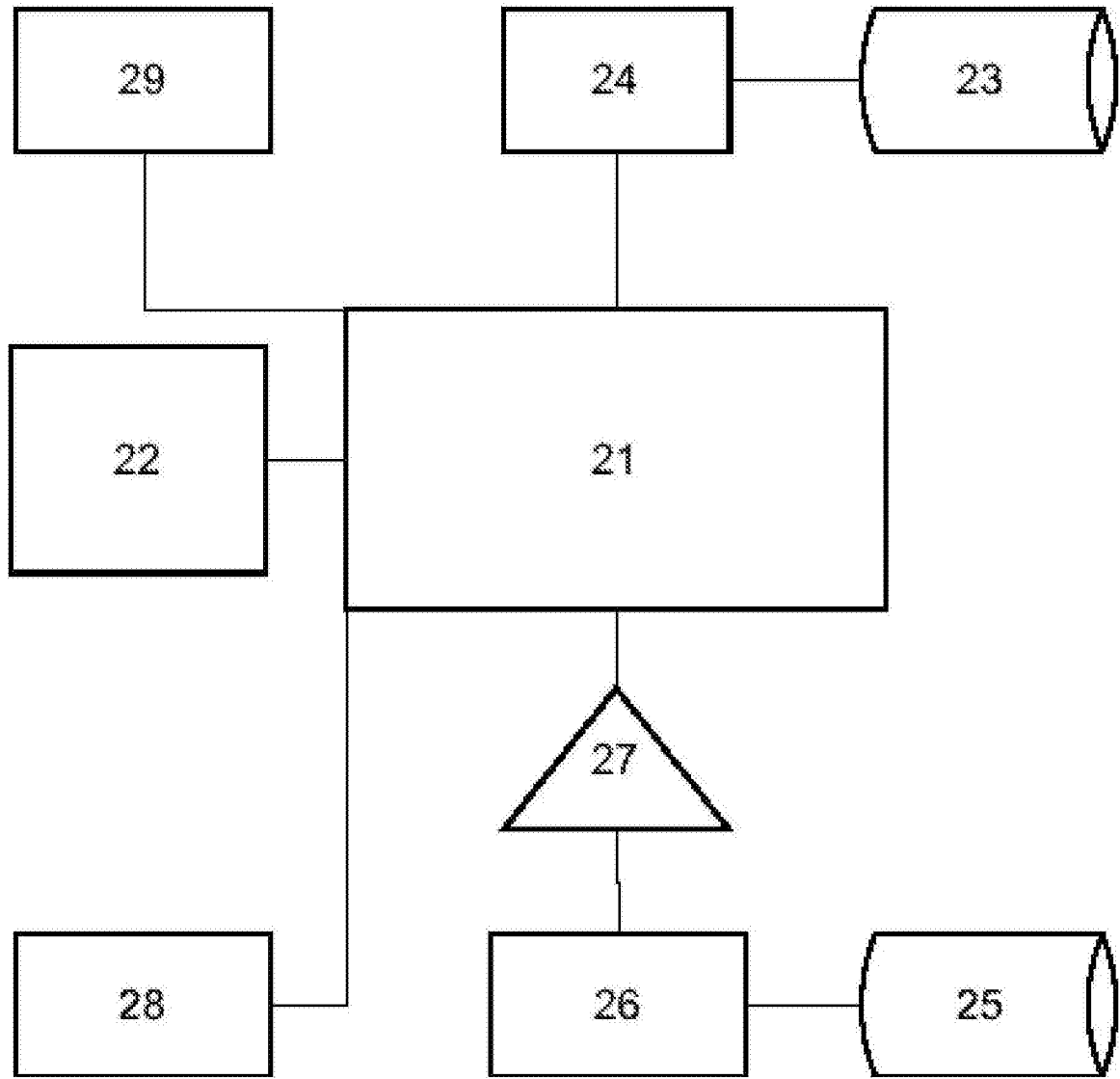


图3

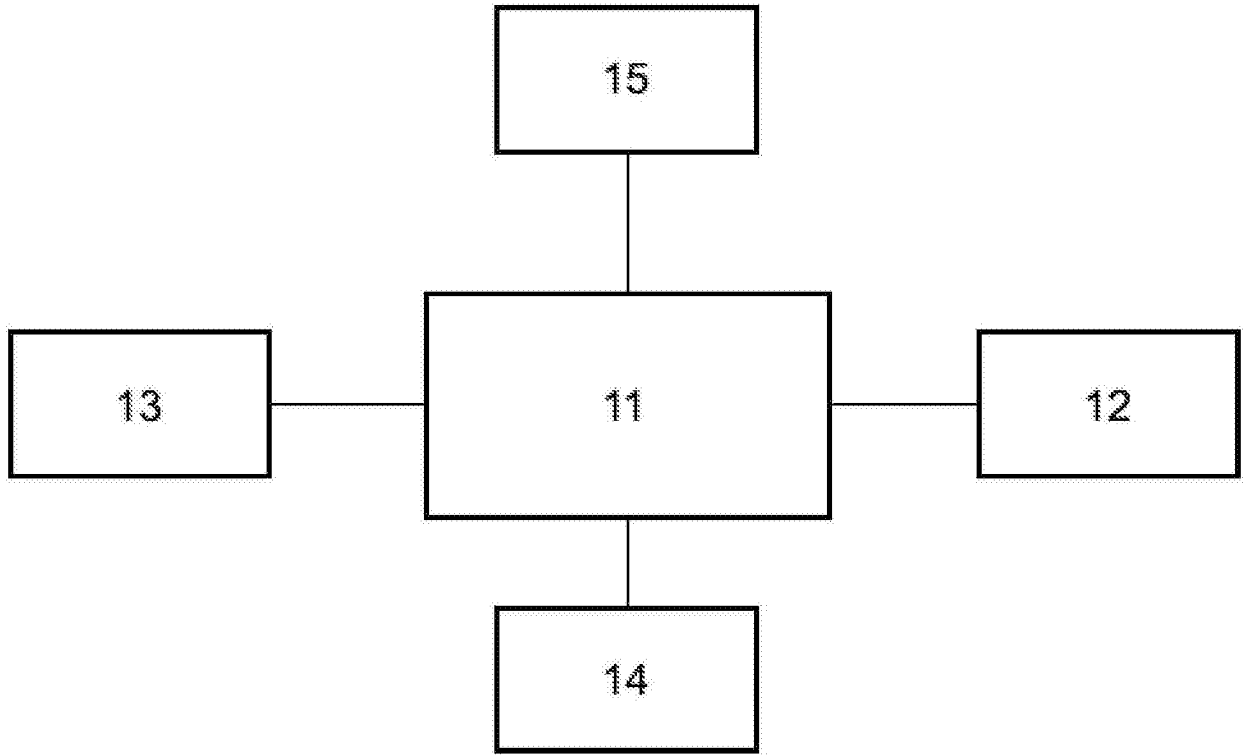


图4