



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110687545 A
(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201910923219.1

(22)申请日 2019.09.27

(71)申请人 电子科技大学中山学院
地址 528402 广东省中山市石岐区学院路1号

申请人 电子科技大学

(72)发明人 张崇富 向阳 刘青龙 高庆国
孔谦 于淼

(74)专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 温利平

(51)Int.Cl.
G01S 17/48(2006.01)

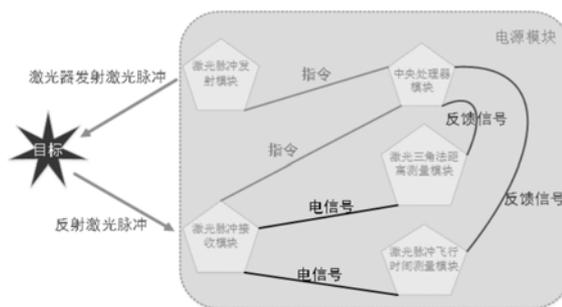
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种高精度激光雷达系统

(57)摘要

本发明公开了一种高精度激光雷达系统主要包括:脉冲飞行时间测量部分,三角法距离测量部分和卡尔曼滤波融合三部分;具体讲,脉冲飞行时间测量部分与三角法距离测量部分是同时进行,激光脉冲发射模块向空间中发射激光脉冲,激光脉冲接收模块将收到的激光脉冲回波分别发送入激光脉冲飞行时间测量模块和激光三角法距离测量模块,分别进行脉冲飞行时间测量和三角法距离测量,然后将本次测量所得到的结果传送入中央处理器模块,实现卡尔曼滤波融合,实现测量数据的融合,得到相比于原始测量更高精度的测量结果。



1. 一种高精度激光雷达系统,其特征在于,包括:

中央处理器模块,内置时序控制单元和卡尔曼滤波计算单元;主要负责向系统中各个模块发送指令,并接受各个模块的反馈数据,从而控制系统的整体运行;

时序控制单元根据预先设置的控制时序,向激光脉冲发射模块发送指令,令其发射激光脉冲信号,并同时向激光脉冲接收模块发送指令,令其准备接收回波脉冲;并同时激活激光脉冲飞行时间测量模块、激光三角法距离测量模块和卡尔曼滤波计算单元;卡尔曼滤波计算单元根据激光脉冲飞行时间测量模块和激光三角法距离测量模块返回的计算数据进行卡尔曼滤波计算,得到激光雷达的最终测量数据;

激光脉冲发射模块,内置有激光器、光感应单元和电信号放大单元;激光器负责接收中央处理器模块时序控制单元发送的指令;光感应单元用于脉冲飞行时间测量方法中产生原始的脉冲起始信号;电信号放大单元对原始的脉冲起始信号进行放大;

激光器接收到中央处理器模块时序控制单元发射的指令后,激活光感应单元,随后激光器向空间发射激光脉冲信号,光感应单元感应到激光脉冲信号后产生出原始的脉冲起始信号,电信号放大单元对原始的脉冲起始信号进行放大,然后输入至激光脉冲飞行时间测量模块;

激光脉冲接收模块,内置有光感应单元和电信号放大单元;光感应单元分为两部分,第一部分用于感应回射激光脉冲产生激光的脉冲截止信号,用于完成激光脉冲的飞行时间测量,第二部分用于确定回射激光光束击中光感应单元的位置,用于完成激光三角法距离测量;电信号放大单元用于对原始微弱的脉冲截止信号进行放大;

激光脉冲接收模块接收到中央处理器模块发射的指令后,激活光感应单元,当光感应单元感应到激光脉冲信号经过目标物体反射产生的回波信号时,产生用于激光脉冲的飞行时间测量的原始的脉冲截止信号,用于激光三角法距离测量的刻度信息;然后通过电信号放大单元对原始脉冲截止信号进行放大,输入至激光脉冲飞行时间测量模块;此外,光感应单元确定出回射激光光束击中光感应单元的位置,读取其刻度信息,再输入至激光三角法距离测量模块;

激光脉冲飞行时间测量模块,内置有脉冲时间测量单元和计算单元;脉冲时间测量单元采用脉冲飞行时间法计算激光脉冲在空间中的飞行时间;计算单元通过测量得到的飞行时间计算激光雷达与目标物的距离;

激光脉冲飞行时间测量模块接收到中央处理器模块发射的指令后,进入待机状态,脉冲时间测量单元等待接收激光脉冲发射模块的脉冲起始信号与激光脉冲接收模块的脉冲截止信号,脉冲时间测量单元通过计算脉冲起始信号与脉冲截止信号的时间差,得到激光脉冲在空间中的飞行时间,并将该数据输入计算单元;计算单元对激光脉冲的飞行时间进行计算处理,从而得到激光雷达与目标物的距离,再将该距离传输入中央处理器模块中的卡尔曼滤波计算单元,进行后续处理;

激光三角法距离测量模块,内置有计算单元,通过三角法测量激光雷达与目标物的距离;

激光三角法距离测量模块接收到中央处理器模块发射的指令后,开始进入待机状态,等待激光脉冲接收模块中的光感应单元发送用于激光三角法测距的刻度信息,计算单元对该数据进行计算处理,利用三角法测距原理,得到激光雷达与目标物的距离,再将该数据传

输入中央处理器模块中的卡尔曼滤波计算单元,进行后续处理;;

电源模块,主要负责向系统中各个模块提供所需电平和接地接口,维持系统正常运转。

2.根据权利要求1所述的一种高精度激光雷达系统,其特征在于,所述激光三角法距离测量模块利用三角法测距原理,测得到激光雷达与目标物的距离的计算公式为:

$$d = \frac{l * \sin \alpha * \sin \beta}{\sin(\pi - \alpha - \beta)}$$

其中, α 为标定的激光发射器入射光角度, β 为测量得到的激光接收器反射光角度, l 为标定的激光发射器与激光接收器之间的距离, d 为所测激光雷达与目标物的距离。

3.根据权利要求1所述的一种高精度激光雷达系统,其特征在于,所述卡尔曼滤波计算单元的计算过程为:

将激光脉冲飞行时间测量模块测得激光雷达与目标物的距离用高斯曲线的均值表示为:

$$f_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left(-\frac{(x-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right)$$

其中, σ_1 为方差,表示对该测量的信任程度, μ_1 为均值,表示该测测量的结果;

将激光三角法距离测量模块测得激光雷达与目标物的距离用高斯曲线的均值表示为:

$$f_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} \exp\left(-\frac{(x-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}\right)$$

其中 σ_2 为方差,表示对该测量的信任程度; μ_2 为均值,表示该测测量的结果;

卡尔曼滤波计算单元将两条高斯曲线进行融合,得到新的高斯曲线:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$k = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

$$\mu = \mu_1 + k(\mu_2 - \mu_1)$$

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 - k\sigma_1^2$$

其中, σ 为方差,表示对融合后结果的信任程度; μ 为均值,表示融合后的测量结果。

一种高精度激光雷达系统

技术领域

[0001] 本发明属于无线电波技术领域,更为具体地讲,涉及一种高精度激光雷达系统。

背景技术

[0002] 激光雷达的应用十分广泛,已从地面发展到空中,从空中发展到太空,从陆地发展到海面,从海面发展到水下,并涉及到多个学科领域。它有着常规雷达不可比拟的优势,无论在军事上还是在民用上都有广阔的应用前景。

[0003] 随着科技的进步,人们对智能化的需求越来越高,随之而来的便是对传感器的高要求。不同于传统的摄像头视觉成像,激光雷达测量数据的精度,距离,分辨率要高出很多。未来激光雷达将广泛应用于各个场景,小到家庭的扫地机器人,车载的自动导航系统,大到飞机的自动测绘,卫星的精确测距。

[0004] 由于不同的场景需求,对激光雷达的各种指标也相应的不同。如对于无人驾驶场景,需要激光雷达的探测距离为几十到上百米,探测精度也需要达到厘米级别。而对于普通的居家机器人,如扫地机器人,十米以下的探测距离足以满足日常的需求,而且因为机器人移动速度缓慢的缘故,对探测精度也没有很高的需求。

[0005] 由于不同的测量距离需求,因此采取的激光探测方案也相应的不同,不同的测量方案也会有各自的盲区与不足,如激光脉冲飞行时间测量不适用于近距离测量,三角法不适用于较远距离的测量。这些不足的地方是值得改进的。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种基于卡尔曼滤波器的高精度激光雷达系统,利用两种不同的激光测量方案对目标进行测量,测量的结果通过卡尔曼滤波的方式进行融合,最终融合后的结果即为激光雷达的测量结果。

[0007] 为实现上述发明目的,本发明一种高精度激光雷达系统,其特征在于,包括:

[0008] 中央处理器模块,内置时序控制单元和卡尔曼滤波计算单元;主要负责向系统中各个模块发送指令,并接受各个模块的反馈数据,从而控制系统的整体运行;

[0009] 时序控制单元根据预先设置的控制时序,向激光脉冲发射模块发送指令,令其发射激光脉冲信号,并同时向激光脉冲接收模块发送指令,令其准备接收回波脉冲;并同时激活激光脉冲飞行时间测量模块、激光三角法距离测量模块和卡尔曼滤波计算单元;卡尔曼滤波计算单元根据激光脉冲飞行时间测量模块和激光三角法距离测量模块返回的计算数据进行卡尔曼滤波计算,得到激光雷达的最终测量数据;

[0010] 激光脉冲发射模块,内置有激光器、光感应单元和电信号放大单元;激光器负责接收中央处理器模块时序控制单元发送的指令;光感应单元用于脉冲飞行时间测量方法中产生原始的脉冲起始信号;电信号放大单元对原始的脉冲起始信号进行放大;

[0011] 激光器接收到中央处理器模块时序控制单元发射的指令后,激活光感应单元,随后激光器向空间发射激光脉冲信号,光感应单元感应到激光脉冲信号后产生出原始的脉冲

起始信号,电信号放大单元对原始的脉冲起始信号进行放大,然后输入至激光脉冲飞行时间测量模块;

[0012] 激光脉冲接收模块,内置有光感应单元和电信号放大单元;光感应单元分为两部分,第一部分用于感应回射激光脉冲产生激光的脉冲截止信号,用于完成激光脉冲的飞行时间测量,第二部分用于确定回射激光光束击中光感应单元的位置,用于完成激光三角法距离测量;电信号放大单元用于对原始微弱的脉冲截止信号进行放大;

[0013] 激光脉冲接收模块接收到中央处理器模块发射的指令后,激活光感应单元,当光感应单元感应到激光脉冲信号经过目标物体反射产生的回波信号时,产生用于激光脉冲的飞行时间测量的原始的脉冲截止信号,用于激光三角法距离测量的刻度信息;然后通过电信号放大单元对原始脉冲截止信号进行放大,输入至激光脉冲飞行时间测量模块;此外,光感应单元确定出回射激光光束击中光感应单元的位置,读取其刻度信息,再输入至激光三角法距离测量模块;

[0014] 激光脉冲飞行时间测量模块,内置有脉冲时间测量单元和计算单元;脉冲时间测量单元采用脉冲飞行时间法计算激光脉冲在空间中的飞行时间;计算单元通过测量得到的飞行时间计算激光雷达与目标物的距离;

[0015] 激光脉冲飞行时间测量模块接收到中央处理器模块发射的指令后,进入待机状态,脉冲时间测量单元等待接收激光脉冲发射模块的脉冲起始信号与激光脉冲接收模块的脉冲截止信号,脉冲时间测量单元通过计算脉冲起始信号与脉冲截止信号的时间差,得到激光脉冲在空间中的飞行时间,并将该数据输入计算单元;计算单元对激光脉冲的飞行时间进行计算处理,从而得到激光雷达与目标物的距离,再将该距离传输入中央处理器模块中的卡尔曼滤波计算单元,进行后续处理;

[0016] 激光三角法距离测量模块,内置有计算单元,通过三角法测量激光雷达与目标物的距离;

[0017] 激光三角法距离测量模块接收到中央处理器模块发射的指令后,开始进入待机状态,等待激光脉冲接收模块中的光感应单元发送用于激光三角法测距的刻度信息,计算单元对该数据进行计算处理,利用三角法测距原理,得到激光雷达与目标物的距离,再将该数据传输入中央处理器模块中的卡尔曼滤波计算单元,进行后续处理;;

[0018] 电源模块,主要负责向系统中各个模块提供所需电平和接地接口,维持系统正常运转。

[0019] 本发明的发明目的是这样实现的:

[0020] 一种高精度激光雷达系统主要包括:脉冲飞行时间测量部分,三角法距离测量部分和卡尔曼滤波融合三部分;具体讲,脉冲飞行时间测量部分与三角法距离测量部分是同时进行,激光脉冲发射模块向空间中发射激光脉冲,激光脉冲接收模块将收到的激光脉冲回波分别发送入激光脉冲飞行时间测量模块和激光三角法距离测量模块,分别进行脉冲飞行时间测量和三角法距离测量,然后将本次测量所得到的结果传送入中央处理器模块,实现卡尔曼滤波融合,实现测量数据的融合,得到相比于原始测量更高精度的测量结果。

[0021] 同时,本发明高精度激光雷达系统还具有以下有益效果:

[0022] (1)、该方案有更好的鲁棒性,克服了脉冲飞行时间测量和三角法距离测量各自的不足。脉冲飞行时间测量一般用于几十到上百米的测量,并且具有较高的测量精度。但因为

该方案需要校准对齐预定的测量距离,所以对于近距离测量,如几米左右的测量,效果不佳,甚至完全无法产生测量数据;三角法距离测量在近距离测量上有很高的精度,且成本较低,但不适用于远距离的测量。该激光雷达系统可以很好的融合这两种方法各自的优点,提高测量精度,补偿各自方法的盲区信息。

[0023] (2)、不同于简单的两种方法测量,然后取测量结果的平均值。该激光雷达系统采用卡尔曼滤波器来融合两种不同测量方案的测量值。卡尔曼滤波是基于高斯分布的一种滤波器,在融合过程中可以充分考虑高斯曲线方差,即对每种方法测量的信任度。如在测量距离值较小的情况下,更偏重于信任三角法距离测量;而在较远距离测量时,则更偏重于信任激光脉冲飞行时间测量法。通过对具体高斯曲线方差的控制,可以很好的实现该方案。

[0024] (3)、该激光雷达系统具有结构简单的特点,三角测量法的实现相比于激光脉冲飞行时间测量要简单很多。通过精心设计的激光脉冲接收模块可以在一次测量中分别用两种测量方法产生相应的测量数据,将产生的测量数据分别传送入激光脉冲飞行时间测量模块和激光三角法距离测量模块得到具体的数据,最后将数据传送入中央处理器模块即可完成测量。相比于传统的激光脉冲飞行时间测量激光雷达系统,只需做少许改进即可实现系统测量精度的提升与测量盲区的补充。

附图说明

[0025] 图1是本发明高精度激光雷达系统一种具体实施方式架构图;

[0026] 图2是激光脉冲飞行时间测量的原理图;

[0027] 图3是三角法距离测量原理图;

[0028] 图4是激光脉冲接收模块原理图;

[0029] 图5是卡尔曼滤波器数据融合原理图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行描述,以便本领域的技术人员更好地理解本发明。需要特别提醒注意的是,在以下的描述中,当已知功能和设计的详细描述也许会淡化本发明的主要内容时,这些描述在这里将被忽略。

[0031] 实施例

[0032] 图1是本发明一种高精度激光雷达系统一种具体实施方式架构图。

[0033] 在本实施例中,如图1所示,本发明一种基于卡尔曼滤波器的高精度激光雷达系统,包括:中央处理器模块,激光脉冲发射模块,激光脉冲接收模块,激光脉冲飞行时间测量模块,激光三角法距离测量模块,电源模块。

[0034] 中央处理器模块,内置时序控制单元和卡尔曼滤波计算单元,主要负责向系统中各个模块发送指令,并接受各个模块反馈数据,处理,从而控制系统整体运行。

[0035] 时序控制单元根据预先设置的控制时序,向激光脉冲发射模块发送指令,令其发射激光脉冲信号;并同时向激光脉冲接收模块发送指令,令其准备接收回波脉冲;并同时激活激光脉冲飞行时间测量模块、激光三角法距离测量模块和卡尔曼滤波计算单元。

[0036] 卡尔曼滤波计算单元根据激光脉冲飞行时间测量模块和激光三角法距离测量模块返回的计算数据,通过卡尔曼滤波计算得到激光雷达的最终测量数据。

[0037] 卡尔曼滤波融合的原理如图5所示。在融合的过程中每次测量的结果由高斯曲线的均值体现,对每次测量的信任度由高斯曲线的方差体现。激光脉冲飞行时间测量得到的高斯曲线:

$$[0038] \quad f_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left(-\frac{(x-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right)$$

[0039] 其中, σ_1 为激光脉冲飞行时间法测量得到的方差,表示对该测量的信任程度, μ_1 为激光脉冲飞行时间法测量得到的均值,表示该次测量的结果;

[0040] 将激光三角法距离测量模块测得激光雷达与目标物的距离用高斯曲线的均值表示为:

$$[0041] \quad f_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} \exp\left(-\frac{(x-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}\right)$$

[0042] 其中, σ_2 为激光三角法测量得到的方差,表示对该测量的信任程度; μ_2 为激光三角法测量得到的均值,表示该次测量的结果;

[0043] 卡尔曼滤波计算单元将两条高斯曲线进行融合,得到新的高斯曲线:

$$[0044] \quad f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

$$[0045] \quad k = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$$

$$[0046] \quad \mu = \mu_1 + k(\mu_2 - \mu_1)$$

$$[0047] \quad \sigma^2 = \sigma_1^2 - k\sigma_1^2$$

[0048] 其中, σ 为经过卡尔曼融合得到的方差,表示对融合后结果的信任程度; μ 为卡尔曼融合得到的均值,表示融合后的测量结果。

[0049] 通过该高斯曲线可以得到最终的测量结果,即均值。并且由于最终得到的高斯曲线方差变小,可以知道对该测量结果的信任度提高。在本实施例中,因为测得的距离较大,因此更信任飞行时间法测得的数据,即方差较小,因此融合后的结果更接近飞行时间法得到的结果。

[0050] 激光脉冲发射模块,内置有激光器、光感应单元和电信号放大单元;激光器负责接收中央处理器模块时序控制单元发送的指令;光感应单元用于脉冲飞行时间测量方法中产生原始的脉冲起始信号;电信号放大单元对原始的脉冲起始信号进行放大。

[0051] 激光脉冲发射模块接收到中央处理器模块发射的指令后,激活光感应单元,随后激光器向空间发射激光脉冲信号。在本实施例中,激光器向50米外的待测目标发射激光信号,激光信号经过待测目标反射后,会击中激光脉冲接收模块。光感应单元感应到激光脉冲信号后产生出原始的脉冲起始信号,电信号放大单元对原始的脉冲起始信号进行放大,然后输入至激光脉冲飞行时间测量模块。

[0052] 激光脉冲接收模块,内置有光感应单元和电信号放大单元;光感应单元可分为两部分,第一部分用于感应回射激光脉冲产生激光的脉冲截止信号,用于完成激光脉冲的飞行时间测量,第二部分用于确定回射激光光束击中光感应单元的位置,用于完成激光三角

法距离测量。电信号放大单元用于对原始微弱的脉冲截止信号进行放大。

[0053] 激光脉冲接收模块接收到中央处理器模块发射的指令后,激活光感应单元,当光感应单元感应到激光脉冲信号经过目标物体反射产生的回波信号时,产生用于激光脉冲的飞行时间测量的原始的脉冲截止信号,用于激光三角法距离测量的刻度信息;然后通过电信号放大单元对用于激光脉冲的飞行时间测量的原始脉冲截止信号进行放大,输入至激光脉冲飞行时间测量模块;用于激光三角法距离测量的刻度信息输入至激光三角法距离测量模块。

[0054] 在本实施例中,初次使用之前要对激光脉冲发射模块、激光脉冲接收模块的位置进行调整,对于预计测量范围的目标,要调整两模块的位置,使激光脉冲发射模块发射的激光击中目标后的反射光可以击中激光脉冲接收模块的光感应单元。这一调整过程除了需要对激光脉冲发射模块的激光器的透镜和激光脉冲接收模块的光感应单元的透镜设计分析外,还需要使用可见的连续光激光源对光路进行模拟,然后进行手动或机械微调,令其达到最佳工作状态;其次,激光脉冲发射模块的光感应单元和激光脉冲接收模块的光感应单元需选用不同的设计。对于激光脉冲发射模块的光感应模块,由于距离激光器光源较近,能感受到较大的激光脉冲能量,所以需要较小的放大倍数,以防止被过大的能量击穿,同理其后续的放大单元也要考虑这一点,放大到合适大小即可。另外该模块的光感应单元只需用分光器分来少量激光能量触发即可,不宜在这一部分浪费过多的脉冲激光能量,更不要直接阻挡激光器的发射脉冲激光。激光器产生激光的大部分能量要发射到空间中,用于基于反射光的激光雷达测距。而对于激光脉冲接收模块来说,激光在空间中的传播衰减受距离的平方影响,因此对于较远距离有极大的能量衰减,这对于光感应单元有较高的要求,除了要有较高的放大倍数,可以感应到放射回来的微弱光信号,还需要有滤波功能,可以滤除其他波段的噪声光。同样,对于该模块后续的放大单元也有较高的要求,需要能把微弱电信号放大到足够的大小。因此,激光脉冲发射模块中的电信号放大单元的放大倍数远小于激光脉冲接收模块中的电信号放大单元的放大倍数。

[0055] 激光脉冲飞行时间测量模块,内置有脉冲时间测量单元、计算单元;脉冲时间测量单元用于采用脉冲飞行时间法计算激光脉冲在空间中的飞行时间;计算单元用于通过前面测量到的激光脉冲飞行时间计算激光雷达与目标物的距离。

[0056] 激光脉冲飞行时间测量模块原理如图2所示,在接收到中央处理器模块发射的指令后,进入待机状态,脉冲时间测量单元等待接收激光脉冲发射模块的脉冲起始信号与激光脉冲接收模块的脉冲截止信号,脉冲时间测量单元通过计算脉冲起始信号与脉冲截止信号的时间差,得到激光脉冲在空间中的飞行时间,并将该数据输入计算单元;计算单元对激光脉冲的飞行时间进行计算处理,从而得到激光雷达与目标物的距离,计算步骤如下:

[0057] $d=c*t/2$

[0058] 其中d为所求得的目标距离,c为光速,t为接收到的激光脉冲在空间中的飞行时间。

[0059] 该距离是通过脉冲飞行时间法测定得到的,将该数据传输入中央处理器模块中的卡尔曼滤波计算单元,进行后续处理。

[0060] 激光三角法距离测量模块,内置有计算单元,通过三角法测量激光雷达与目标物的距离;

[0061] 激光三角法距离测量模块原理如图3所示,在接收到中央处理器模块发射的指令后,开始进入待机状态,等待激光脉冲接收模块中的光感应单元发送用于激光三角法测距的刻度信息,计算单元对该数据进行计算处理,利用三角法测距原理,得到激光雷达与目标物的距离,计算步骤如下所示:

$$[0062] \quad d = \frac{l * \sin \alpha * \sin \beta}{\sin(\pi - \alpha - \beta)}$$

[0063] 其中 α 为标定的激光发射器入射光角度, β 为测量得到的激光接收器反射光角度, l 为标定的激光发射器与激光接收器之间的距离, d 为所求的目标距离激光雷达的距离。

[0064] 其中 β 的测量如图4所示,通过已知反射激光击中的像素点,计算得到 β 的具体角度。

[0065] 该距离是通过三角法测定得到的,将该数据传输输入中央处理器模块中的卡尔曼滤波计算单元,进行后续处理;

[0066] 电源模块,主要负责向系统中各个模块提供所需电平和接地接口,维持系统正常运转。

[0067] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

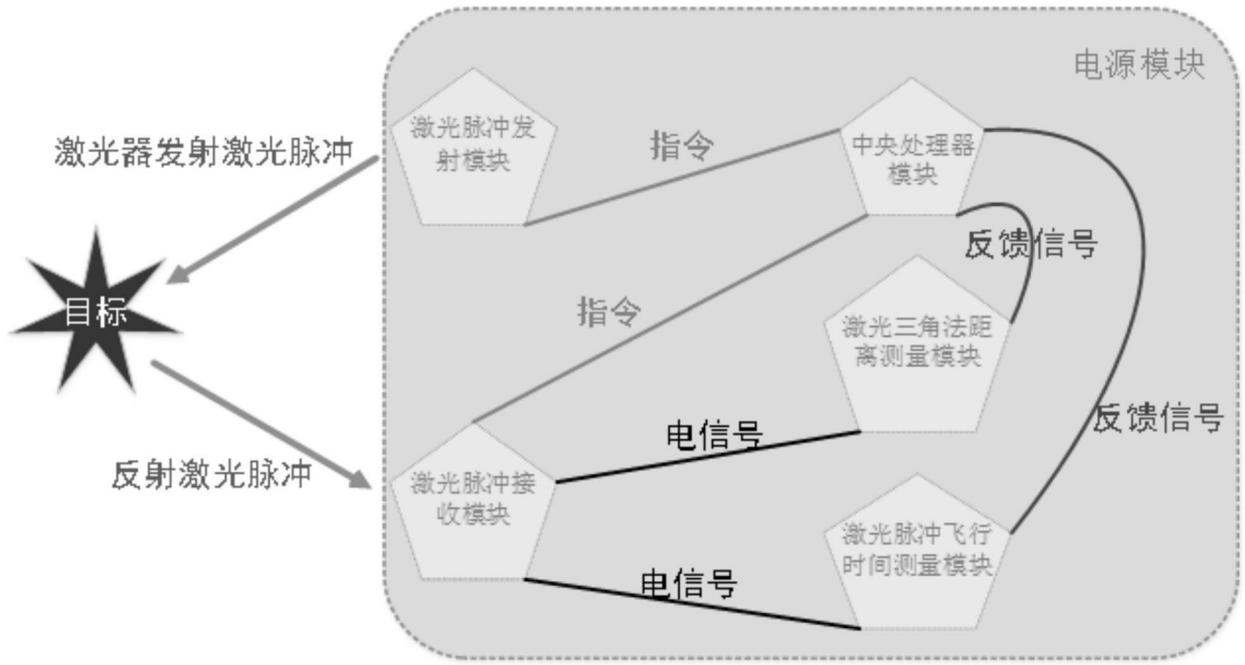


图1

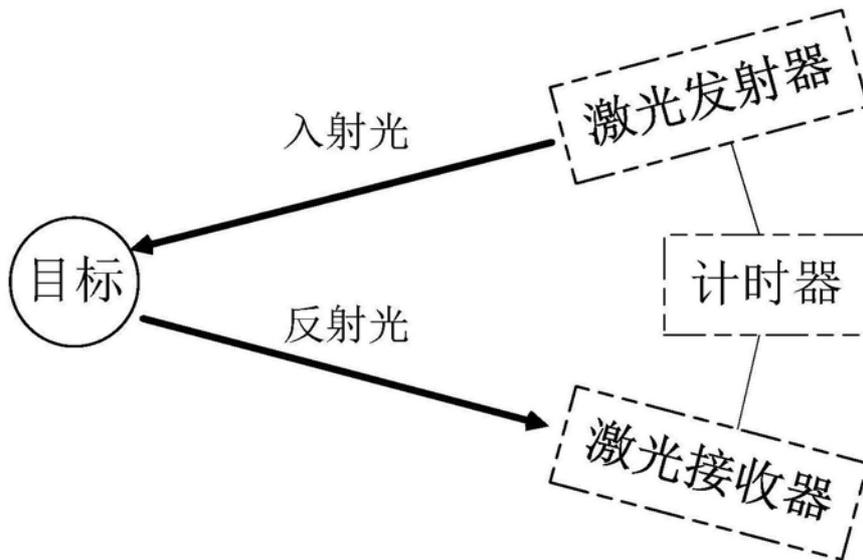


图2

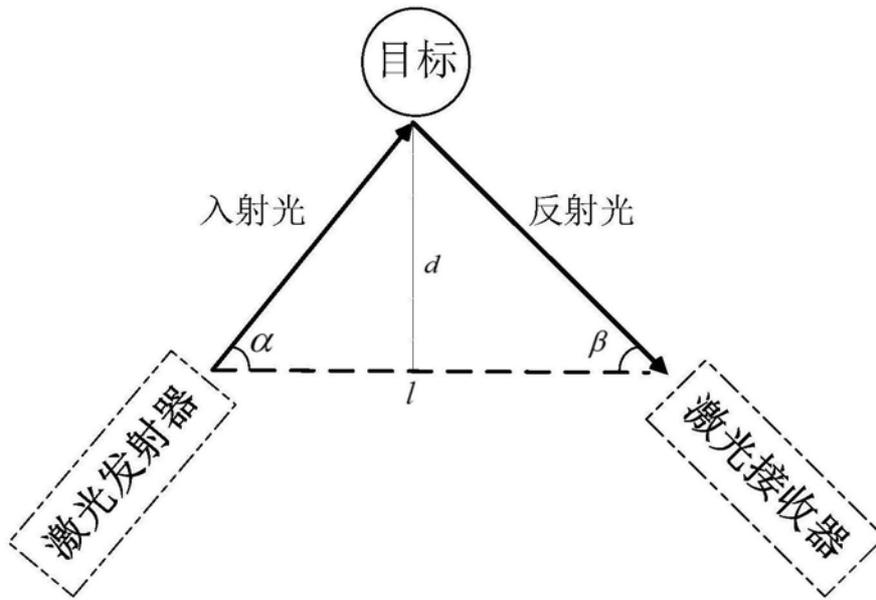


图3

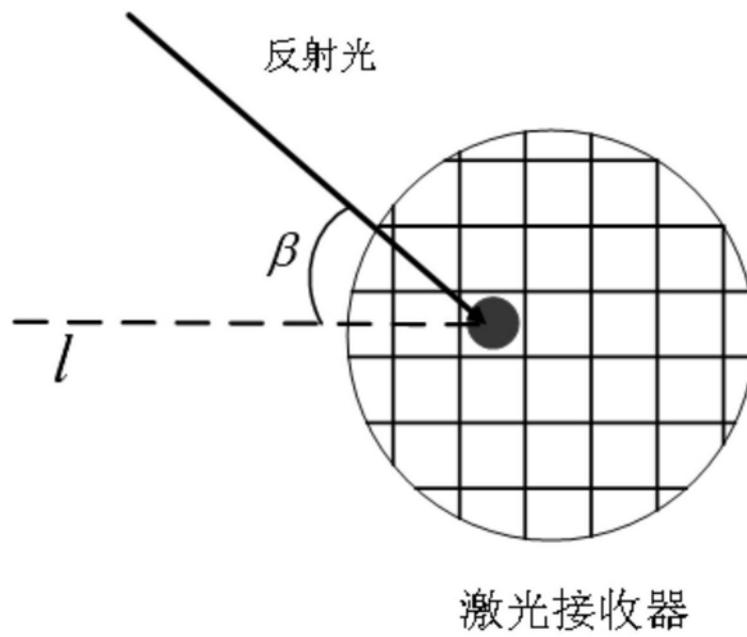


图4

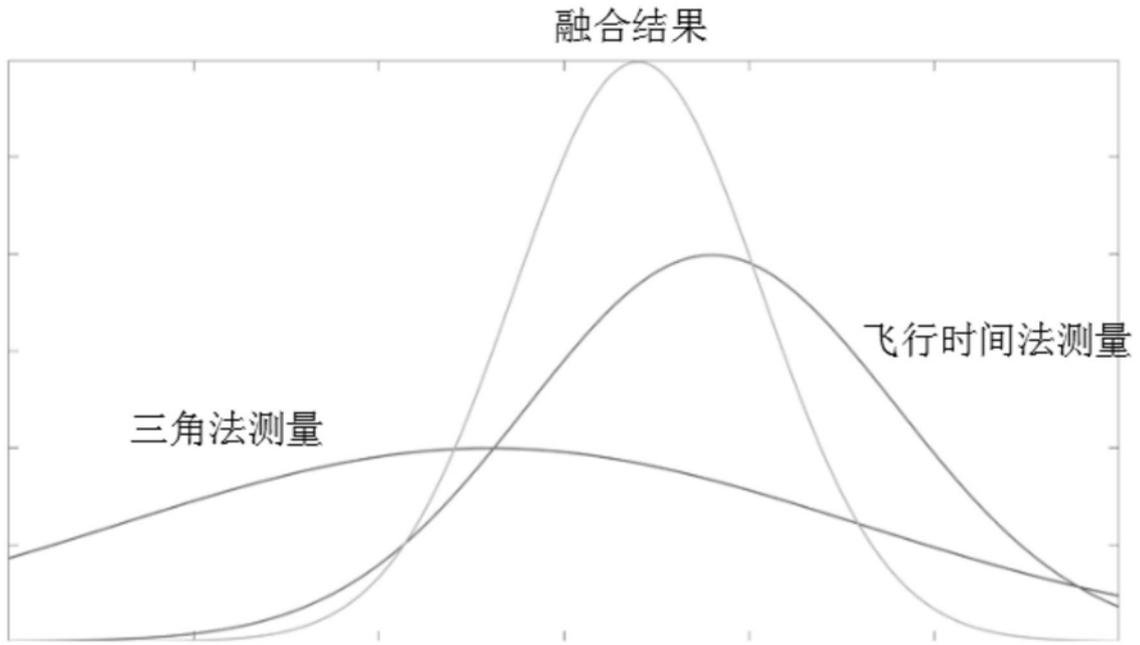


图5