



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112731425 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202011366401.0

G01S 7/48 (2006.01)

(22) 申请日 2020.11.29

G01S 7/4865 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112731425 A

(56) 对比文件

CN 110609291 A, 2019.12.24

US 2019257950 A1, 2019.08.22

WO 2020009011 A1, 2020.01.09

(43) 申请公布日 2021.04.30

CN 110596725 A, 2019.12.20

CN 108154106 A, 2018.06.12

(73) 专利权人 奥比中光科技集团股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区粤海街

道学府路63号高新区联合总部大厦

11-13楼

CN 110596721 A, 2019.12.20

CN 111487637 A, 2020.08.04

CN 111742241 A, 2020.10.02

(72) 发明人 马宣 王兆民 朱亮 何燃 苏健

周兴 黄源浩 肖振中

EP 3370086 A1, 2018.09.05

US 2020233068 A1, 2020.07.23

WO 2020166419 A1, 2020.08.20

(74) 专利代理机构 深圳汉世知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 44578

专利代理师 田志立

审查员 陈文爽

(51) Int. Cl.

G01S 17/10 (2020.01)

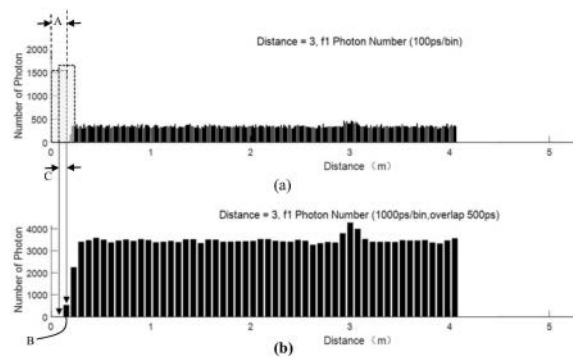
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种处理直方图的方法、距离测量系统及距离测量设备

(57) 摘要

本发明公开了一种处理直方图的方法、距离测量系统及距离测量设备,包括步骤:S10、对原始直方图进行合并,处理获得第一飞行时间;S20、根据所述第一飞行时间计算环境光子均值;S30、基于所述环境光子均值对所述原始直方图进行处理获得第二直方图;S40、根据所述第二直方图计算飞行时间。本发明通过合并时间bin进行粗寻峰,在原始直方图上计算得到每个时间bin环境光的均值光子数,对去除环境光均值后的原始直方图进行粗算和细算,以获得飞行时间,最大程度地降低了信号光、环境光和器件噪声的影响,提高了测量精度。



1. 一种处理直方图的方法,其特征在于,包括如下步骤:

S10、对原始直方图多个时间bin进行合并,处理获得第一飞行时间;

S20、根据所述第一飞行时间计算环境光子均值;

S30、基于所述环境光子均值对所述原始直方图进行处理获得第二直方图;

S40、根据所述第二直方图计算飞行时间;

步骤S401、粗算飞行时间,根据所述第一飞行时间确定所述第二直方图中与之对应的第二时间bin,以所述第二时间bin为中心,两侧各增加一个第一余量得到测量区间,以计算第二飞行时间;

步骤S402、细算飞行时间,以所述第二飞行时间确定所述第二直方图中与之对应的第三时间bin,以第三时间bin为中心,两侧各增加一个第二余量得到测量区间,以计算第三飞行时间。

2. 如权利要求1所述的处理直方图的方法,其特征在于:步骤S10中,对所述原始直方图进行合并获得第一直方图,确定所述第一直方图中峰值位置处对应的飞行时间即为所述第一飞行时间;其中,将所述原始直方图中的多个时间bin合并为一个bin,前后两个bin中至少有一个及其以上的时间bin重叠。

3. 如权利要求1所述的处理直方图的方法,其特征在于:步骤S20中,将所述第一飞行时间与最大飞行时间的一半进行比较,根据比较结果选取一定数量的时间bin计算环境光子均值;所述最大飞行时间为最大探测距离对应的飞行时间。

4. 如权利要求1所述的处理直方图的方法,其特征在于:步骤S30中,将所述原始直方图的时间bin光子数减去所述环境光子均值,得到所述第二直方图。

5. 如权利要求3所述的处理直方图的方法,其特征在于:当所述第一飞行时间大于所述最大飞行时间的一半时,以所述最大飞行时间的四分之三对应的bin为中心,两侧各选取预设数量的bin为范围,以计算所述环境光子均值;而当所述第一飞行时间小于所述最大飞行时间的一半时,以所述最大飞行时间的四分之一对应的bin为中心,两侧各选取预设数量的bin为范围,以计算所述环境光子均值。

6. 如权利要求1所述的处理直方图的方法,其特征在于:所述第二余量小于所述第一余量,所述第一余量大于或等于信号光脉冲宽度。

7. 如权利要求1所述的处理直方图的方法,其特征在于:步骤S40中,采用质心法、相关方法、或者FIR方法计算所述飞行时间。

8. 一种距离测量系统,其特征在于,包括:

发射器,经配置以发射脉冲光束;

采集器,经配置以采集被物体反射回的所述脉冲光束中的光子并形成光子信号;

处理电路,与所述发射器以及所述采集器连接,对所述光子信号进行处理绘制原始直方图,并基于权利要求1-7任一项所述的方法处理所述原始直方图。

9. 一种距离测量设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于:所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1-7任一项所述的处理直方图的方法。

一种处理直方图的方法、距离测量系统及距离测量设备

技术领域

[0001] 本发明涉及光学测距技术领域,尤其涉及一种处理直方图的方法、距离测量系统及距离测量设备。

背景技术

[0002] 利用飞行时间原理(Time of Flight,ToF)可以对目标进行距离测量,以获取包含目标深度值的深度图像,进一步基于该深度图像可以实现三维重建、人脸识别、人机交互等功能。相关的距离测量系统已被广泛应用于消费电子、无人驾驶、AR/VR等领域。基于飞行时间原理的距离测量系统往往都包含一个光束发射器以及采集器,发射器中的光源向目标空间发射光束以提供照明,通过采集器接收由目标反射回的光束,根据光飞行的时间,计算目标物体的距离。

[0003] 其中,光飞行时间是通过计算光束从发射到接收的时间差进行测量,发射器发射一系列重复的激光脉冲后,脉冲光束经目标物体反射回采集器,采集器接收的回波信号经过直方图电路处理后生成直方图,直方图的波形一般与发射波形较为符合,可以基于直方图采用寻找最大峰位置处的方法来确定激光脉冲的飞行时间。但在实际测量过程中,由于生信号散粒噪声、环境光和环境光散粒噪声、器件噪声等一系列因素的影响导致形成的直方图中信号波形产生抖动影响了测量的结果,另外采用直接寻找最大峰位置处对应的时间作为飞行时间的方法也会导致可靠性低、精度低、分辨率低的情况。

[0004] 上述背景技术内容的公开仅用于辅助理解本发明的发明构思及技术方案,其并不必然属于本专利申请的现有技术,在没有明确的证据表明上述内容在本专利申请的申请日已经公开的情况下,上述背景技术不应当用于评价本申请的新颖性和创造性。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种处理直方图的方法、距离测量系统及距离测量设备,以解决上述背景技术问题中的至少一种问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明实施例的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种处理直方图的方法,包括如下步骤:

[0008] S10、对原始直方图进行合并,处理获得第一飞行时间;

[0009] S20、根据所述第一飞行时间计算环境光子均值;

[0010] S30、基于所述环境光子均值对所述原始直方图进行处理获得第二直方图;

[0011] S40、根据所述第二直方图计算飞行时间。

[0012] 进一步地,步骤S10中,对所述原始直方图进行合并获得第一直方图,确定所述第一直方图中峰值位置处对应的飞行时间即为所述第一飞行时间;其中,将所述原始直方图中的多个时间bin合并为一个大bin,前后两个大bin中至少有一个及其以上的时间bin重叠。

[0013] 进一步地,步骤S20中,将所述第一飞行时间与最大飞行时间的一半进行比较,根

据比较结果选取一定数量的时间bin计算环境光子均值;所述最大飞行时间为最大探测距离对应的飞行时间。

[0014] 进一步地,步骤S30中,将所述原始直方图的时间bin光子数减去所述环境光子均值,得到所述第二直方图。

[0015] 进一步地,步骤S40包括:

[0016] 步骤S401、粗算飞行时间,根据所述第一飞行时间确定所述第二直方图中与之对应的第二时间bin,以所述第二时间bin为中心,两侧各增加一个第一余量得到测量区间,以计算第二飞行时间;

[0017] 步骤S402、细算飞行时间,以所述第二飞行时间确定所述第二直方图中与之对应的第三时间bin,以第三时间bin为中心,两侧各增加一个第二余量得到测量区间,以计算第三飞行时间。

[0018] 进一步地,当所述第一飞行时间大于所述最大飞行时间的一半时,以所述最大飞行时间的四分之三对应的时间bin为中心,两侧各选取预定数量的时间bin为范围,以计算所述环境光子均值;而所述第一飞行时间小于所述最大飞行时间的一半时,以所述最大飞行时间的四分之一对应的时间bin为中心,两侧各选取预定数量的时间bin为范围,以计算所述环境光子均值。

[0019] 进一步地,所述第二余量小于所述第一余量,所述第一余量大于或等于信号光脉冲宽度。

[0020] 进一步地,步骤S40中,采用质心法、相关方法、或者FIR方法计算所述飞行时间。

[0021] 本发明实施例的另一技术方案为:

[0022] 一种距离测量系统,包括:

[0023] 发射器,经配置以发射脉冲光束;

[0024] 采集器,经配置以采集被物体反射回的所述脉冲光束中的光子并形成光子信号;

[0025] 处理电路,与所述发射器以及所述采集器连接,对所述光子信号进行处理绘制原始直方图,并基于前述任一实施例方案所述的方法处理所述原始直方图。

[0026] 本发明实施例的又一技术方案为:

[0027] 一种距离测量设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序;其中,所述处理器执行所述计算机程序时实现前述任一实施例方案所述的处理直方图的方法。

[0028] 本发明技术方案的有益效果是:

[0029] 相较于现有技术,本发明通过合并时间bin进行粗寻峰,在原始直方图上计算得到了每个时间bin环境光的均值光子数,对去除环境光均值后的原始直方图进行粗算和细算,以获得飞行时间,最大程度地降低了信号光、环境光和器件噪声的影响,提高了测量精度。另外,本发明中采用质心法、相关方法、或者FIR方法计算飞行时间,而非常规的直接寻峰法有效提升测距结果的可靠性。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本

发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是根据本发明一个实施例距离测量系统的示意图。

[0032] 图2是根据本发明另一个实施例处理直方图的方法流程图。

[0033] 图3是基于时间相关单光子计数(TCSPC)电路绘制的直方图示意图。

[0034] 图4是根据图2实施例对原始直方图进行合并的示意图。

[0035] 图5是根据图2实施例粗算飞行时间的直方图示意图。

具体实施方式

[0036] 为了使本发明实施例所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0037] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者间接在该另一个元件上。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或间接连接至该另一个元件上。另外,连接即可以是用于固定作用也可以是用于电路连通作用。

[0038] 需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明实施例和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0039] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多该特征。在本发明实施例的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0040] 本发明提供一种处理直方图的方法、距离测量系统及测量设备,为便于理解,以下先对距离测量系统进行描述。

[0041] 图1所示是根据本发明一个实施例距离测量系统的示意图。距离测量系统10包括发射器11、采集器12以及处理电路13;其中发射器11提供发射光束30至目标空间中以照明空间中的物体20,至少部分发射光束30经物体20反射后形成反射光束40,反射光束40的至少部分光信号(光子)被采集器12采集;处理电路13分别与发射器11以及采集器12连接,同步发射器11以及采集器12的触发信号以计算光束由发射器11发出并被采集器12接收所需要的时间,即发射光束30与反射光束40之间的飞行时间 t ;进一步的,物体上对应点的距离 D 可由下式计算出:

$$[0042] \quad D=c \cdot t/2 \quad (1)$$

[0043] 其中, c 为光速。

[0044] 发射器11包括光源111、以及光学元件112。光源111可以是发光二极管(LED)、边发射激光器(EEL)、垂直腔面发射激光器(VCSEL)等光源,也可以是多个光源组成的阵列光源;优选地,阵列光源111是在单块半导体基底上生成多个VCSEL光源以形成的VCSEL阵列光源芯片。光源111所发射的光束可以是可见光、红外光、紫外光等。光源111在处理电路13的控

制下向外发射光束,比如在一个实施例中,光源111在处理电路13的控制下以一定的频率(脉冲周期)发射脉冲光束,可以用于直接飞行时间法(Direct TOF)测量中;其中,频率根据测量距离进行设定,比如可以设置成1MHz—100MHz,测量距离在几米至几百米。可以理解的是,可以由处理电路13中的一部分或者独立于处理电路13存在的子电路来控制光源111发射相关的光束,比如脉冲信号发生器。

[0045] 光学元件112接收来自光源111的脉冲光束,并将脉冲光束进行光学调制,比如衍射、折射、反射等调制,随后向空间中发射被调制后的光束,比如聚焦光束、泛光光束、结构光光束等。光学元件112可以是透镜、衍射光学元件、掩模板、反射镜、MEMS振镜等形式中的一种或多种的组合。

[0046] 处理电路13可以是独立的专用电路,比如专用SOC芯片、FPGA芯片、ASIC芯片等等,也可以包含通用处理器,比如当该深度相机被集成到如手机、电视、电脑等智能终端中,终端中的处理器可以作为该处理电路13的至少一部分。

[0047] 采集器12包括像素单元121、以及成像透镜单元122;其中,成像透镜单元122接收并将由物体反射回的至少部分调制光束引导到像素单元121上。在一个实施例中,像素单元121由单光子雪崩光电二极管(SPAD)组成,也可以由多个SPAD像素组成的阵列像素单元,阵列像素单元的阵列大小代表着该深度相机的分辨率,比如 320×240 等。SPAD可以对入射的单个光子进行响应从而实现了对单光子的检测,由于其具备灵敏度高、响应速度快等优点,可以实现远距离、高精度的测量。与CCD/CMOS等组成的以光积分为原理的图像传感器相比,SPAD可以通过对单光子进行计数,比如利用时间相关单光子计数法(TCSPC)实现对微弱光信号的采集以及飞行时间的计算。一般地,与像素单元121连接的还包括由信号放大器、时数转换器(TDC)、模数转换器(ADC)等器件中的一种或多种组成的读出电路(图中未示出)。这些电路即可以与像素整合在一起,这也可以是处理电路13中的一部分,为了便于描述,将统一视作处理电路13。

[0048] 在一些实施例中,距离测量系统10还可以包括彩色相机、红外相机、IMU等器件,与这些器件的组合可以实现更加丰富的功能,比如3D纹理建模、红外人脸识别、SLAM等功能。

[0049] 在一些实施例中,发射器11与采集器12也可以被设置成共轴形式,即二者之间通过具备反射及透射功能的光学器件来实现,比如半透半反镜等。

[0050] 本发明实施例中,处理电路对光子信号进行处理绘制原始直方图后,对原始直方图进行处理,基于处理后的直方图进行粗算和细算,得到精确的飞行时间,后面将对处理直方图的方法进行详细说明。

[0051] 参照图2所示,图2是本发明一个实施例处理直方图的方法的流程图,方法包括如下步骤:

[0052] S10、对原始直方图进行合并,处理获得第一飞行时间;

[0053] 具体的,对原始直方图进行合并获得第一直方图,确定所述第一直方图中峰值位置处对应的飞行时间即为第一飞行时间。

[0054] 为便于理解,如下对直方图进行简要说明。通过TDC电路采集光子信号的时间间隔并将该时间间隔转化成时间码(二进制码、温度码等编码),随后直方图电路会基于该时间码并在其内部相应的时间单元(即用于保存时间信息的存储单元,称时间bin)上进行计数,比如加1,经过多次测量之后,可以将所有时间单元内的光子计数进行统计并绘制时间直方

图。所绘制的直方图如图3所示,其中 ΔT 指的是时间单元的宽度, T_1 、 T_2 分别指直方图绘制的起始与终止时刻, $[T_1, T_2]$ 是该直方图的时间区间, $T = T_2 - T_1$ 指的是总的的时间宽度,时间单元 ΔT 的纵坐标即是相应存储单元内所存储的光子计数值,基于该直方图可以利用最高峰值法等方法确定脉冲波形的的位置,并得到相应的飞行时间 t 。

[0055] 参照图4所示,首先对原始的直方图(图4中的(a))进行合并,例如信号光脉宽为1ns,被测物距离为3m,原始直方图的一个时间bin宽(初始时间间隔)为100ps,可将10个时间bin(图中用A表示)合并为一个大bin(第一时间间隔)(图中用B表示);并且,为了提高合并后直方图(图4中的(b))的信噪比,前后两个大bin合并的时间bin中有5个时间bin(图中用C表示)的重叠,即第1~10个时间bin合并为第一个大bin,第6~15个时间bin合并为第二个大bin,第一个大bin和第二个大bin有第6~10个时间bin重叠,依次类推,完成直方图的合并。合并后的大bin直方图信噪比较高,可以直接使用最大光子数寻峰法直接找出最大值对应的大bin的位置,从而确定该位置对应的飞行时间,即为第一飞行时间。例如图4示例中给出最大光子数对应的大bin的编号为 $N_{\text{BigBin}} = 40$,距离为 $d_{\text{BigBin}} = 2.96(\text{m})$ 。需要说明的是,图4示例中,以10个时间bin合并为一个大bin,前后两个大bin有5个时间bin重叠为例进行说明,在其他一些实施例中,也可以以任何数量的时间bin进行合并,重叠的时间bin的数量也可以根据合并的时间bin数量进行调整,本发明实施例中不作任何限定,只要不脱离本发明创作的主旨,均应属于本发明创作的范围。

[0056] S20、根据第一飞行时间计算环境光子均值;

[0057] 将第一飞行时间(即直方图合并后大bin的最大峰值位置处对应的飞行时间)与最大飞行时间(即最大探测距离对应的飞行时间)的一半进行比较,并根据比较结果选取预设数量的时间bin计算环境光子均值。一般地,假设光脉冲的发射频率 f ,则光脉冲之间的时间间隔为 $1/f$,可假设最大飞行时间即为光脉冲之间的时间间隔。当大bin中的最大峰值位置确定后,即可知信号光子集中在该最大峰值位置附近;因此,计算环境光子时,越远离该最大峰值位置,则越不容易混入信号光子。

[0058] 具体的,当第一飞行时间满足如下关系时:

$$[0059] \quad t_{\text{BigBin}} > \frac{t_{\text{Range}}}{2}$$

[0060] 其中, t_{BigBin} 为第一飞行时间, t_{Range} 为最大飞行时间。

[0061] 选择最大飞行时间的四分之三对应的的时间bin为中心,两侧各选取预设数量的时间bin用于计算环境光子均值。优选地,两侧各选择10个时间bin为范围,在原始直方图上选取21个时间bin之和来计算每个时间bin的环境光子均值 $\bar{C}_{\text{LittleBin, Ambient}}$ 。

[0062] 而当第一飞行时间满足如下关系时: $t_{\text{BigBin}} < \frac{t_{\text{Range}}}{2}$ 时,以选择最大飞行时间的四分之三对应的的时间bin为中心,同样的,两侧各10个时间bin为范围,在原始直方图上选取21个时间bin之和来计算每个时间bin的环境光子均值 $\bar{C}_{\text{LittleBin, Ambient}}$ 。如图5所示,本示例中环境光子均值

$$\bar{C}_{\text{LittleBin, Ambient}} = \frac{\sum_{i=87}^{107} C_{i, \text{LittleBin}}}{21} = 345.20 \text{ (参见图5中E所表示的虚线), 其}$$

中, $C_{i, \text{LittleBin}}$ 为原始直方图中每个时间bin内的光子计数值, i 为时间bin的编号。需要说明的是,本发明实施例中,对于在原始直方图上选取的时间bin的数量并不作任何限定,可以

为奇数个,也可以为偶数个,当为偶数个时,中心的时间bin两侧的时间bin数量不相等。

[0063] S30、基于所述环境光子均值对所述原始直方图进行处理获得第二直方图;

[0064] 如图5所示,具体的,将所有原始直方图的时间bin光子数 $C_{i, LittleBin}$ 减去环境光子均值 $\bar{C}_{LittleBin, Ambient}$,得到纯信号光子数的第二直方图,即:

$$[0065] \quad C_{i, LittleBin, Signal} = C_{i, LittleBin} - \bar{C}_{LittleBin, Ambient}$$

[0066] 其中,i表示时间bin的编号。

[0067] S40、根据步骤S30中获得的第二直方图计算飞行时间;

[0068] 通过粗算和细算获得精确的飞行时间,在一些实施例中,粗算和细算中可使用质心法、相关方法、FIR方法等计算信号光的飞行时间。后面以质心法为例,进行说明,其中,步骤S40包括:

[0069] 步骤S401、粗算飞行时间,根据第一飞行时间寻找第二直方图中与之对应的第二时间bin,以第二时间bin为中心,两侧增加一个第一余量选择测量区间,利用质心法计算第二飞行时间。其中,第一余量大于或等于信号光脉冲宽度。如图5,具体的,以最大值对应的大bin位置(即第一飞行时间)与之对应的第二时间bin为中心,两侧各10个时间bin为范围,在第二直方图上选取21个时间bin(图5中,表示为D,为粗计算的区域)来计算信号光的飞行时间,选取的时间bin范围约为信号光脉宽的两倍(也可为其它大于信号光脉宽的时间bin范围),从而降低了计算中错失完整信号光对应时间bin的风险,即不至于漏掉真实的信号光。根据质心公式:

$$[0070] \quad t_{Coarseaccess, LittleBin} = \frac{\sum_{i=N_{PeakSearching, LittleBin}-10}^{N_{PeakSearching, LittleBin}+10} t_{i, LittleBin} \cdot C_{i, LittleBin, Signal}}{\sum_{i=N_{PeakSearching, LittleBin}-10}^{N_{PeakSearching, LittleBin}+10} C_{i, LittleBin, Signal}}$$

[0071] 其中, $t_{i, LittleBin}$ 为第i个时间bin对应的飞行时间,在本示例中已知大Bin编号为 $N_{BigBin} = 40$,对应的距离为 $d_{BigBin} = 2.96(m)$ 以及对应的第一飞行时间 t_{BigBin} ,可根据第一飞行时间确定其位于第二直方图中的第二时间bin的编号 $N_{PeakSearching, LittleBin}$,或者也可以通过计算确定第一飞行时间在第二直方图中对应的第二时间bin编号,计算过程为:

$$[0072] \quad N_{PeakSearching, LittleBin} = t_{BigBin} / 100 \times 10^{-12} \approx 198$$

[0073] 按上述公式粗算得到的第二飞行时间 $t_{Coarseaccess, LittleBin} = 20.073(ns)$,对应的探测距离为 $d_{Coarseaccess, LittleBin} = 3.009(m)$ 。

[0074] 步骤S402、细算飞行时间,以第二飞行时间寻找第二直方图中与之对应的第三时间bin,以第三时间bin为中心,两侧各增加一个第二余量选择测量区间计算第三飞行时间,其中,第二余量小于第一余量。基于粗算算出来的结果进行范围缩小的质心计算,因为粗算(第一次质心计算)算出来的结果波动较小,第二次质心计算即使缩减范围,也不会把信号光漏掉,同时可以减小环境光的噪声。

[0075] 具体的,在本示例中以第二飞行时间确定的与之对应的第三时间bin编号为 $N_{Coarseaccess, LittleBin} = 201$;则将粗算得到的信号光特征位置对应的时间bin编号进一步带入质心公式,进行细算。同时,用于计算光飞行时间的时间bin范围缩小为信号光脉宽,从而以减小环境光的噪声影响。示例中,信号光的脉宽为1ns,范围为10个时间bin,因此将质心算法中的边界从10个时间bin缩小为5个时间bin,根据质心公式计算飞行时间:

$$[0076] \quad t = \frac{\sum_{i=N_{\text{Coarseaccess, LittleBin}}-5}^{N_{\text{Coarseaccess, LittleBin}}+5} t_{i, \text{LittleBin}} \cdot C_{i, \text{LittleBin}, \text{Signal}}}{\sum_{i=N_{\text{Coarseaccess, LittleBin}}-5}^{N_{\text{Coarseaccess, LittleBin}}+5} C_{i, \text{LittleBin}, \text{Signal}}}$$

[0077] 进一步的,根据计算得到的飞行时间可以计算出细算的距离值为3.001m,本示例中将粗算得到的距离3.009m通过细算得到精确的距离3.001m,更为接近真实值3m。

[0078] 本发明实施例中通过合并时间bin进行粗寻峰,在原始直方图上计算得到了每个时间bin环境光的均值光子数,对去除环境光均值后的原始直方图进行粗算和细算两次计算,最大程度地降低了信号光、环境光和器件噪声的影响,提高了测量精度。

[0079] 作为本发明另一实施例,还提供一种距离测量设备,包括:存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序;其中,所述处理器执行所述计算机程序时实现前述实施例所述的处理直方图的方法。

[0080] 本发明的实施例可以包括或利用包括计算机硬件的专用或通用计算机,如下面更详细讨论的。在本发明的范围内的实施例还包括用于携带或存储计算机可执行指令和/或数据结构的物理和其他计算机可读介质。这样的计算机可读介质是可以被通用或专用计算机系统访问的任何可用介质。存储计算机可执行指令的计算机可读介质是物理存储介质。携带计算机可执行指令的计算机可读介质是传输介质。因此,作为示例而非限制,本发明的实施例可以包括至少两种截然不同的计算机可读介质:物理计算机可读存储介质和传输计算机可读介质。

[0081] 本申请实施例还提供一种计算机设备,所述计算机设备包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,其中,所述处理器执行所述计算机程序时至少实现前述实施例方案中所述的处理直方图的方法。

[0082] 可以理解的是,以上内容是结合具体/优选的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,其还可以对这些已描述的实施方式做出若干替代或变型,而这些替代或变型方式都应当视为属于本发明的保护范围。在本说明书的描述中,参考术语“一种实施例”、“一些实施例”、“优选实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。

[0083] 在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。尽管已经详细描述了本发明的实施例及其优点,但应当理解,在不脱离由所附权利要求限定的范围的情况下,可以在本文中各种改变、替换和变更。

[0084] 此外,本发明的范围不旨在限于说明书中所述的过程、机器、制造、物质组成、手段、方法和步骤的特定实施例。本领域普通技术人员将容易理解,可以利用执行与本文所述相应实施例基本相同功能或获得与本文所述实施例基本相同结果的目前存在的或稍后要开发的上述披露、过程、机器、制造、物质组成、手段、方法或步骤。因此,所附权利要求旨在将这些过程、机器、制造、物质组成、手段、方法或步骤包含在其范围内。

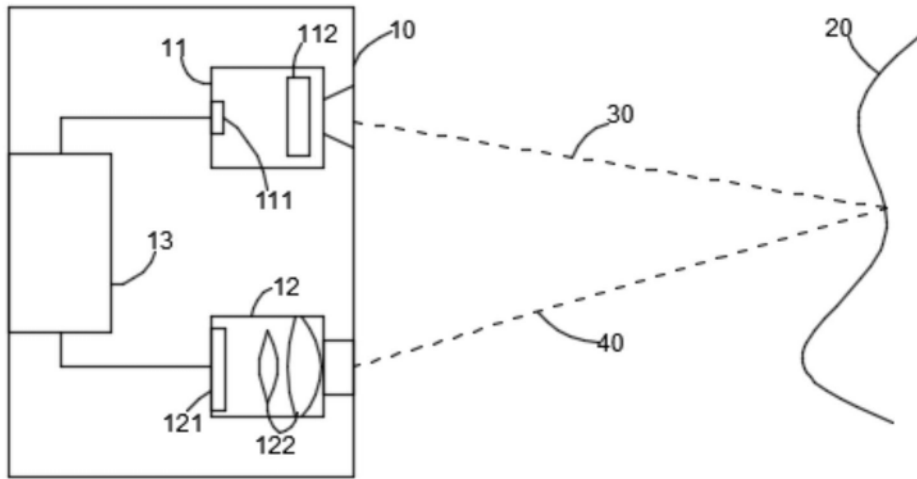


图1

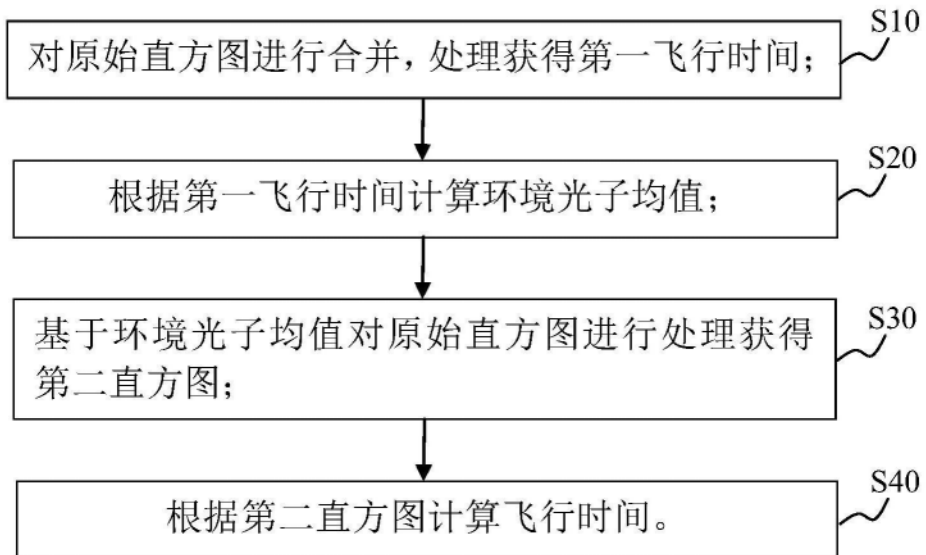


图2

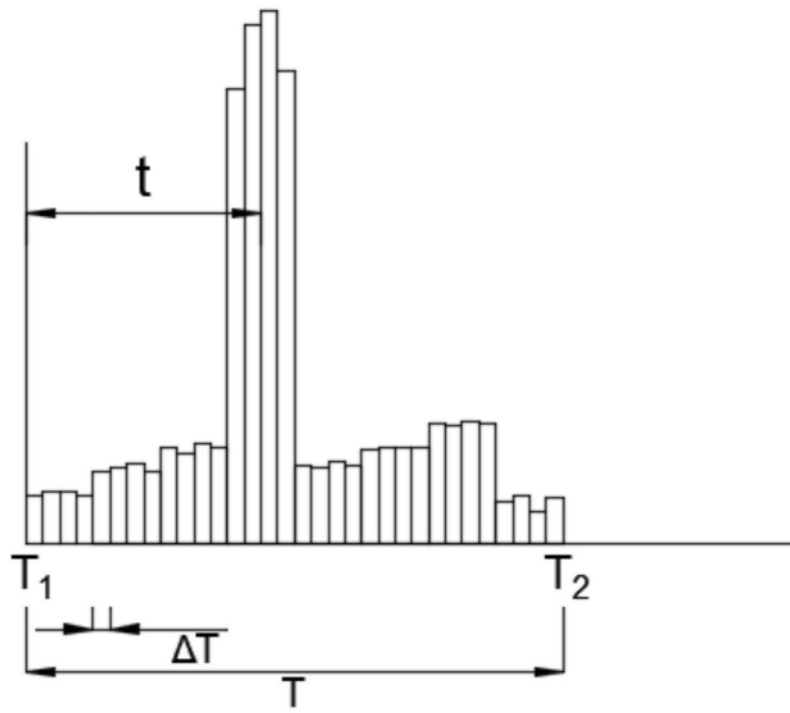


图3

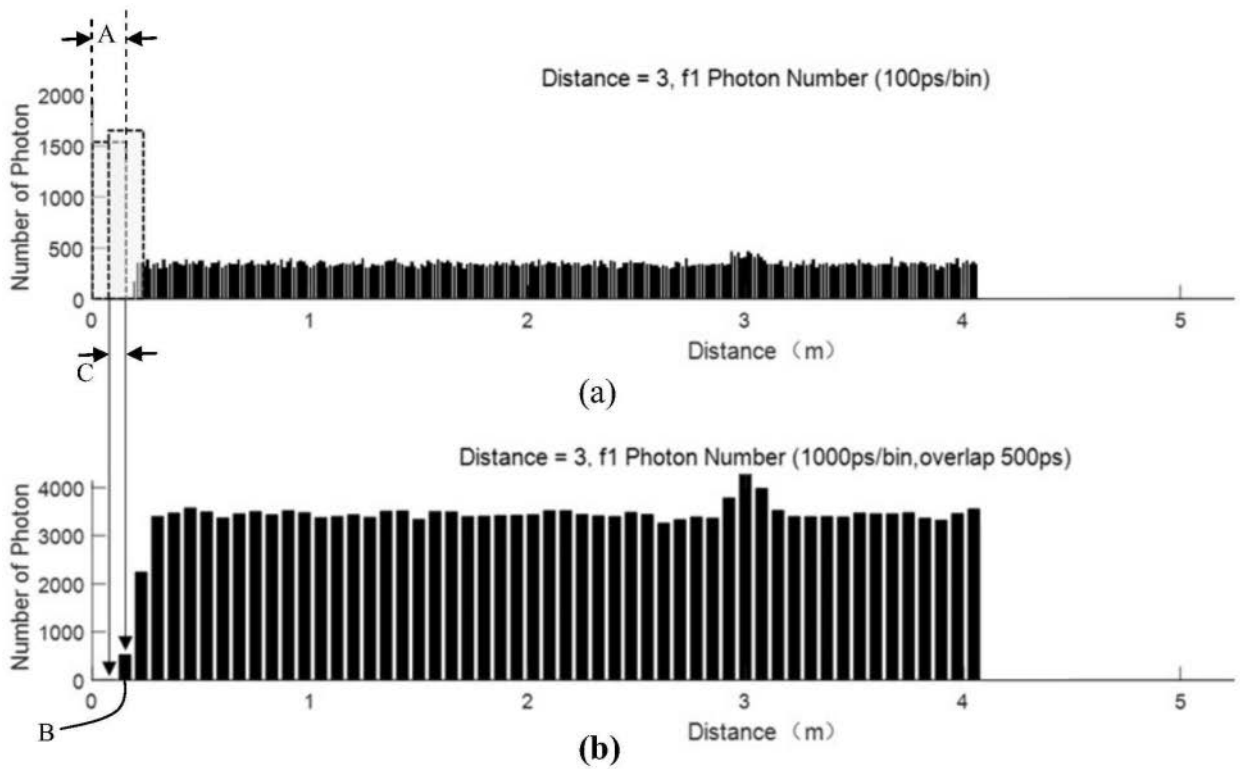


图4

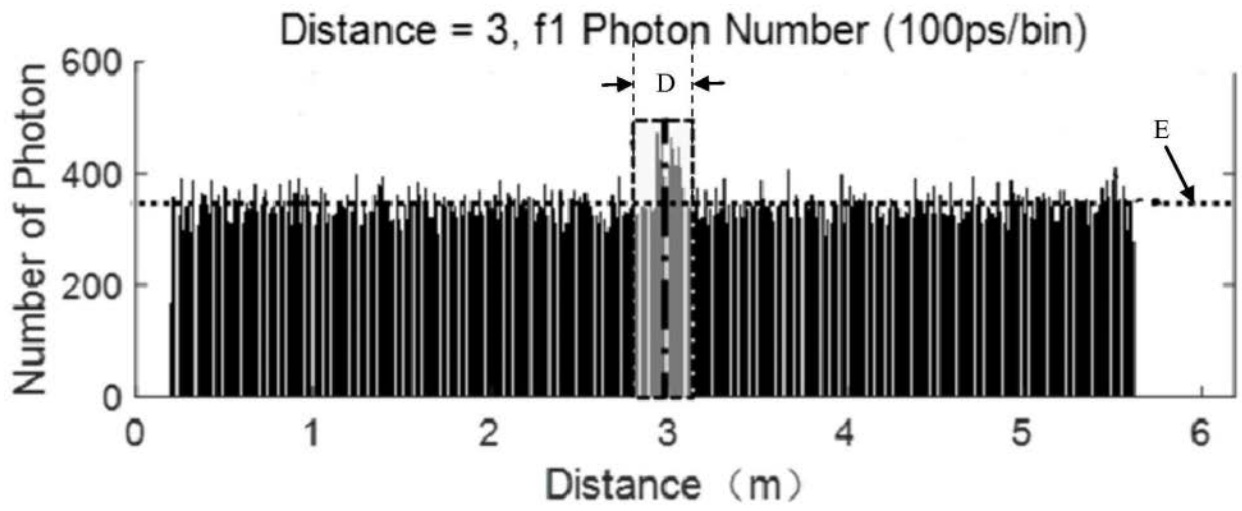


图5