



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113484870 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 14

(21) 申请号 202110817226.0

(22) 申请日 2021.07.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113484870 A

(43) 申请公布日 2021.10.08

(73) 专利权人 OPPO广东移动通信有限公司
地址 523860 广东省东莞市长安镇乌沙海
滨路18号

(72) 发明人 戴阳

(74) 专利代理机构 北京知帆远景知识产权代理
有限公司 11890
专利代理师 徐勇勇

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

(56) 对比文件

CN 110073244 A, 2019.07.30

CN 112114324 A, 2020.12.22

CN 112255638 A, 2021.01.22

CN 112817001 A, 2021.05.18

EP 3339985 A1, 2018.06.27

EP 3370080 A1, 2018.09.05

EP 3370086 A1, 2018.09.05

US 2021181317 A1, 2021.06.17

审查员 马宁

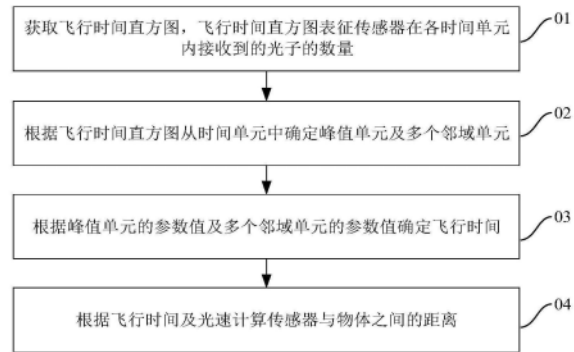
权利要求书2页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

测距方法与装置、终端及非易失性计算机可读存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种测距方法、测距装置、终端及非易失性计算机可读存储介质。测距方法包括：获取飞行时间直方图；根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元；根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间；及根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。本申请实施方式的测距方法、测距装置、终端及非易失性计算机可读存储介质能够根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间，以获取更精确的飞行时间，从而能够提高测距精度。



1. 一种测距方法,其特征在于,包括:

获取飞行时间直方图,所述飞行时间直方图表征传感器在各时间单元内接收到的光子的数量;

根据所述飞行时间直方图从所述时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;

根据所述峰值单元的参数值及多个所述邻域单元的参数值确定飞行时间,所述邻域单元包括位于所述峰值单元左侧的左邻域单元及位于所述峰值单元右侧的右邻域单元,所述参数值包括所述时间单元的分辨率、所述时间单元对应的光子计数值、及所述时间单元按照时间次序出现的序号;所述根据所述峰值单元及多个所述邻域单元确定飞行时间,包括:

获取所述峰值单元对应的峰值计数值、所述左邻域单元对应的左计数值、所述右邻域单元对应的右计数值;

根据所述峰值计数值、所述左计数值、所述右计数值及预设的校正参数确定校正值;及

根据所述峰值单元的分辨率、所述峰值单元的序号及所述校正值确定所述飞行时间,所述根据所述峰值单元的分辨率、所述峰值单元的序号及所述校正值确定所述飞行时间,包括:

根据所述峰值单元的序号及所述校正值确定所述峰值单元的修正序号,及根据所述修正序号及所述峰值单元的分辨率确定所述飞行时间;或

根据所述峰值单元的序号及所述分辨率确定峰值时刻,根据所述校正值及所述分辨率确定校正时间,根据所述峰值时刻及所述校正时间确定所述飞行时间;或

根据所述峰值单元的序号及所述校正值确定所述峰值单元的修正序号,将所述修正序号在所述飞行时间直方图上对应的时刻作为所述飞行时间;及

根据所述飞行时间及光速计算所述传感器与物体之间的距离。

2. 根据权利要求1所述的测距方法,其特征在于,所述获取飞行时间直方图,包括:

获取预设的时间段及预设的时间分辨率;

根据所述时间段及所述时间分辨率确定多个时间单元,所述时间单元在时间轴依次排列;

获取各光子到达传感器的到达时间;

根据所述到达时间确定各所述光子对应的时间单元;及

统计每个所述时间单元对应的光子的数量以建立所述飞行时间直方图。

3. 根据权利要求1所述的测距方法,其特征在于,

所述飞行时间直方图中每个所述时间单元的分辨率均相同;或

所述飞行时间直方图包括感兴趣区域和非感兴趣区域,所述感兴趣区域的时间单元的分辨率小于所述非感兴趣区域的时间单元的分辨率。

4. 根据权利要求1所述的测距方法,其特征在于,所述根据所述飞行时间直方图从所述时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元,包括:

获取每个所述时间单元对应的光子计数值;

将最大所述光子计数值对应的时间单元确定为所述峰值单元;及

将所述飞行时间直方图中在所述峰值单元左侧相邻的至少一个时间单元和在所述峰值单元右侧相邻的至少一个时间单元确定为所述邻域单元。

5. 根据权利要求1所述的测距方法,其特征在于,所述校正参数包括第一参数、第二参

数及第三参数,所述根据所述峰值计数值、所述左计数值、所述右计数值及预设的校正参数确定校正正值,包括:

根据所述峰值计数值及所述第一参数获取加权峰值计数值;

根据所述右计数值及所述第二参数获取加权右计数值;

根据所述左计数值及所述第三参数获取加权左计数值;

获取所述右计数值与所述左计数值之间的第一差值;

获取所述加权峰值计数值依次与所述加权右计数值及所述加权左计数值做差后的第二差值;及

获取所述第一差值与所述第二差值的比值,将所述比值确定为所述校正正值。

6. 一种测距装置,其特征在于,包括:

获取模块,所述获取模块用于获取飞行时间直方图,所述飞行时间直方图表征传感器在各时间单元内接收到的光子的数量;

检索模块,所述检索模块用于根据所述飞行时间直方图从所述时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;

确定模块,所述确定模块用于根据所述峰值单元的参数值及多个所述邻域单元的参数值确定飞行时间,所述确定模块还用于:获取所述峰值单元对应的峰值计数值、左邻域单元对应的左计数值、右邻域单元对应的右计数值;根据所述峰值计数值、所述左计数值、所述右计数值及预设的校正参数确定校正正值;及根据所述峰值单元的分辨率、所述峰值单元的序号及所述校正正值确定所述飞行时间,所述确定模块还用于:根据所述峰值单元的序号及所述校正正值确定所述峰值单元的修正序号,及根据所述修正序号及所述峰值单元的分辨率确定所述飞行时间;或,根据所述峰值单元的序号及所述分辨率确定峰值时刻,根据所述校正正值及所述分辨率确定校正时间,根据所述峰值时刻及所述校正时间确定所述飞行时间;或,根据所述峰值单元的序号及所述校正正值确定所述峰值单元的修正序号,将所述修正序号在所述飞行时间直方图上对应的时刻作为所述飞行时间;及

计算模块,所述计算模块用于根据所述飞行时间及光速计算所述传感器与物体之间的距离。

7. 一种终端,其特征在于,所述终端包括:

一个或多个处理器、存储器;和

一个或多个程序,其中所述一个或多个程序被存储在所述存储器中,并且被所述一个或多个处理器执行,所述程序包括用于执行权利要求1至5任意一项所述的测距方法的指令。

8. 一种包含计算机程序的非易失性计算机可读存储介质,当所述计算机程序被一个或多个处理器执行时,使得所述处理器实现权利要求1至5中任意一项所述的测距方法。

测距方法与装置、终端及非易失性计算机可读存储介质

[0001] 技术邻域

[0002] 本申请涉及测距技术领域,特别涉及一种测距方法、测距装置、终端及非易失性计算机可读存储介质。

背景技术

[0003] 直接飞行时间技术(directed Time of flight,dToF)是一种通过测量发射信号和被物体反射回的信号之间的时间差计算出物体和传感器之间的距离的测距技术。通常通过直方图的方式确定传感器接收到被物体反射回的信号的時刻。由于硬件电路设计的限制,直方图的时间分辨率,即横坐标对应的每个直方柱子统计的单位时间有最小单位,限制了最小统计时间单元的大小,难以进一步精确地确定传感器接收到被物体反射回的信号的時刻,导致最终测量输出距离的分辨率有限。

发明内容

[0004] 本申请实施方式提供了一种测距方法、测距装置、终端及非易失性计算机可读存储介质。

[0005] 本申请实施方式的测距方法包括:获取飞行时间直方图;根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间;及根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0006] 本申请实施方式的测距装置包括获取模块、检索模块、确定模块、及计算模块。获取模块可用于获取飞行时间直方图。检索模块可用于根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元。确定模块可用于根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间。计算模块可用于根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0007] 本申请实施方式的终端包括一个或多个处理器、存储器和一个或多个程序。其中,所述一个或多个程序被存储在所述存储器中,并且被所述一个或多个处理器执行,所述程序包括用于执行本申请实施方式所述的测距方法的指令。测距方法包括:获取飞行时间直方图;根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间;及根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0008] 本申请实施方式的一种包含计算机程序的非易失性计算机可读存储介质,当所述计算机程序被一个或多个处理器执行时,使得所述处理器实现本申请实施方式所述的测距方法。测距方法包括:获取飞行时间直方图;根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间;及根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0009] 本申请实施方式的测距方法、测距装置、终端及非易失性计算机可读存储介质能够根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间,以获取更精确的飞行时间,从而能够提高测距精度。

[0010] 本申请实施方式的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0011] 本申请的上述和/或附加的方面和优点可以从结合下面附图对实施方式的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0012] 图1是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0013] 图2是本申请某些实施方式的终端的结构示意图;

[0014] 图3是本申请某些实施方式的测距装置的结构示意图;

[0015] 图4是本申请某些实施方式的飞行时间直方图的示意图;

[0016] 图5是本申请某些实施方式的飞行时间直方图的示意图;

[0017] 图6是本申请某些实施方式的飞行时间直方图的示意图;

[0018] 图7是本申请某些实施方式的飞行时间直方图的示意图;

[0019] 图8是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0020] 图9是本申请某些实施方式的飞行时间直方图的示意图;

[0021] 图10是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0022] 图11是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0023] 图12是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0024] 图13是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0025] 图14是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0026] 图15是本申请某些实施方式的测距方法的流程示意图;

[0027] 图16是本申请某些实施方式的计算机可读存储介质与处理器的连接关系示意图。

具体实施方式

[0028] 下面详细描述本申请的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中,相同或类似的标号自始至终表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本申请的实施方式,而不能理解为对本申请的实施方式的限制。

[0029] 本申请实施方式提供一种测距方法。请参阅图1,本申请实施方式的测距方法包括:

[0030] 01:获取飞行时间直方图,飞行时间直方图表征传感器在各时间单元内接收到的光子的数量;

[0031] 02:根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;

[0032] 03:根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间;及

[0033] 04:根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0034] 请参阅图2,本申请实施方式还提供一种终端100,本申请实施方式的测距方法可应用于终端100。终端100包括一个或多个处理器30、存储器20、和一个或多个程序。其中一个或多个程序被存储在存储器20中,并且被一个或多个处理器30执行,程序包括用于执行本申请实施方式的测距方法的指令。即,处理器30执行程序时,处理器30可以实现步骤01、

02、03、及04中的方法。即,处理器30可以用于:获取飞行时间直方图;根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间;及根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0035] 在某些实施方式中,终端100还包括发射端40和传感器50。发射端40用于发射光束,光束包含多个光子。传感器50用于接收自物体反射回的光子。从而,能够根据发射光束的时刻及传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻确定飞行时间。

[0036] 请参阅图2及图3,本申请实施方式还提供一种测距装置10,测距装置10可应用于终端100。测距装置10包括获取模块11、检索模块12、确定模块13、及计算模块14。获取模块11可用于实现01中的方法,检索模块12可用于实现02中的方法,确定模块13可用于实现03中的方法,计算模块14可用于实现04中的方法。即,获取模块11可用于获取飞行时间直方图。检索模块12可用于根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元。确定模块13可用于根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间。计算模块14可用于根据飞行时间及光速计算传感器50与物体之间的距离。

[0037] 请参阅图1至图3。其中,飞行时间是光子自出射、被物体反射、至被传感器50接收的过程所经历的时间,根据飞行时间可利用飞行时间测距法计算传感器50与物体之间的距离,即 $d = \frac{t \cdot c}{2}$,其中,d是传感器50与物体之间的距离,c是光速,t是飞行时间。基于飞行时间测距的原理,光子的发射端40与传感器50之间的距离尽量接近,以确保光子的往返距离,也即是光子自发射端40发射至物体的距离和光子自物体反射回传感器50的距离尽量接近,从而确保测距结果准确。

[0038] 请参阅图4及图5,飞行时间直方图表征传感器50在各时间单元内接收到的光子的数量。具体地,飞行时间直方图表征经过m次统计后,传感器50(如图2所示)在各时间单元内接收到的光子的数量。例如,每经过一个预设的测量周期统计一次光子的数量,在一次统计中,若传感器50接收到光子,则令传感器50接收到光子的时刻(可通过时间戳确定)所在的时间单元的光子计数值增加1;若在一次统计中传感器50没有接收到光子,则不增加光子计数值。如此,根据各时间单元对应的光子计数值能够表征传感器50在各时间单元内接收到的光子的数量。

[0039] 在飞行时间直方图中,时间轴的起始点是一个测量周期的起始点,同时也是发射光子的时间。根据飞行时间测距原理,飞行时间可根据发射光子的时刻和传感器50接收到光子的时刻确定。然而,传感器50接收到的光子不一定是经自物体反射回的光子,也可能是噪声信号,比如环境中存在的光子(环境光)。因此,仅统计一次光子的数量并不能确定传感器50接收到的光子是否为经自物体反射回的光子。在飞行时间直方图中,通过统计多个测量周期传感器50接收到的光子的数量,可以得到传感器50在各时间单元内接收到的光子的数量,各时间单元对应的光子计数值同时能够反映该时间单元接收到的光子的能量值,也即是光强。请结合图2,发射端40发射的光束具有较高的能量(光强),光束的能量远高于噪声信号的能量。因此,自物体反射回的光束同样具有较高的能量(光强),在飞行时间直方图中,时间单元对应的光子计数值越大,则该时间单元对应的光强越高,该时间单元统计的光子是自物体反射回的光束中的光子的概率也越高。

[0040] 请参阅图4及图5,具体地,在一个实施例中,图4示意的飞行时间直方图是经过10

次统计获取的飞行时间直方图,图5示意的飞行时间直方图是经过100次统计获取的飞行时间直方图。飞行时间直方图的横坐标表示时间,纵坐标表示传感器50接收到的光子的数量。时间单元是在横坐标时间轴上的时间尺度,每个时间单元表征时间轴上的一段时间。例如,飞行时间直方图包括5个时间单元,第1个时间单元在时间轴上的两个端点分别是0ns和0.5ns,则第1个时间单元表征时间轴上第0ns至第0.5ns之间的一段时间。第2个时间单元在时间轴上的两个端点分别是0.5ns和1.0ns,则第2个时间单元表征时间轴上第0.5ns至第1.0ns之间的一段时间。以此类推,其他时间单元在此不一一列举。在飞行时间直方图中,每个时间单元是一个统计单元,每个时间单元的高度,即该时间单元对应的纵坐标表征在经过m次统计后在这个时间单元内传感器50接收到光子的数量。例如图4所示,经过10次统计后,第3个时间单元对应的纵坐标是5,则表征经过10次统计后在第1.0ns至第1.5ns之间的时间段内传感器50接收到了5个光子,此时第3个时间单元对应的光子计数值为5。例如图5所示,经过100次统计后,第5个时间单元对应的纵坐标是52,则表征经过100次统计后在第1.0ns至第1.5ns之间的时间段内传感器50接收到了52个光子,此时第3个时间单元对应的光子计数值为52。

[0041] 结合前文所述,时间单元对应的光子计数值越大,则该时间单元对应的光强越高,传感器50在该时间单元接收到自物体反射回的光子的概率也越高,基于该时间单元确定的飞行时间所计算的距离是实际测量距离的概率也越大。因此,为获取准确的飞行时间,需要从多个时间单元中确定峰值单元,以基于峰值单元确定飞行时间。其中,峰值单元是光子计数值最大的时间单元,即能量(光强)最高的时间单元。

[0042] 然而,峰值单元表征的是传感器50接收到自物体反射回的光子的一个时间段,无法确定该时间段内的哪个时刻是传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻。在一些实施方式中,可将峰值单元所表征的时间段的中值时刻确定为传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻。例如图5示意的直方图中,峰值单元是第3个时间单元,表征时间轴上第1.0ns至第1.5ns之间的一段时间,则将第1.25ns这一时刻确定为传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻,以计算飞行时间。基于上述原理,在根据峰值单元确定传感器50接收到光子的时刻时,峰值单元所表征的时间段的范围越小,即峰值单元对应的直方柱越细(横轴宽度越窄),则根据该峰值单元确定的传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻越精确。理论上,在极限情况下,当一个峰值单元表征某一时刻时,该时刻即为传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻。由于硬件电路设计的限制,时间单元所表征的时间段,也即是时间单元的时间分辨率存在最小值,从而导致根据峰值单元能够确定的传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻的精确度受时间单元的最小时间分辨率限制。当时间单元的时间分辨率达到最小时,根据该时间单元所确定的时刻的精确度达到最高,不能进一步提升。此外,若时间单元的时间分辨率太小,则为确保测距准确,需要的光子计数统计量会大大增加,可能导致测距效率降低。

[0043] 本申请实施方式的测距方法能够根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元,以及根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间。其中,邻域单元是与峰值单元相邻的至少一个时间单元,参数值可包括时间单元的分辨率、时间单元对应的光子计数值、时间单元按照时间次序出现的序号等。例如,请参阅图5,峰值单元是第3个时间单元,则第2个时间单元和第4个时间单元可作为峰值单元对应的邻域单

元。峰值单元是能量(光强)最高的时间单元,峰值单元对应的邻域单元往往是能量(光强)较高的时间单元。在确定传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻在峰值单元内的基础上,结合邻域单元的参数值能够进一步确定传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻更靠近左侧的邻域单元还是更靠近右侧的邻域单元。

[0044] 例如,请参阅图6及图7,在图6及图7所示的飞行时间直方图中,第41个时间单元是峰值单元,峰值单元对应的邻域单元包括第41个时间单元左侧的第40个时间单元及第41个时间单元右侧的第42个时间单元, t_0 是峰值单元沿横轴方向的中点对应的时刻。设时间单元的时间分辨率是 0.5ns ,结合光速,光子在 0.5ns 能移动 0.075m ,相当于时间分辨率为 0.5ns 时对应的距离分辨率是 0.075m 。由此,可计算出峰值单元的左端点对应的距离是 3.000m ,峰值单元的右端点对应的距离是 3.075m 。由于峰值单元表征的是时间轴上的一段时间,通常取该段时间的中点也即是峰值单元的中值时刻确定飞行时间。根据峰值单元的中值时刻确定的飞行时间 t_1 计算出的测距结果 $d_1=3.0375\text{m}$ 。若仅基于峰值单元确定飞行时间 t_1 ,那么当真实距离的取值范围为 $[3.000\text{m}, 3.075\text{m}]$ 时,无论真实距离是 $[3.000\text{m}, 3.075\text{m}]$ 范围内的任何值,根据飞行时间 t_1 及光速计算出的测距结果 d_1 均为 3.0375m ,在时间单元的时间分辨率无法减小的情况下难以进一步计算出更精确的距离。

[0045] 本申请实施方式的测距方法能够根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间,以确定更精确的飞行时间,从而提高测距精度。

[0046] 具体地,请参阅图6,在图6所示的飞行时间直方图中,第40个时间单元对应的光子计数值大于第42个时间单元对应的光子计数值,则实际飞行时间大概率在峰值单元的中值时刻左侧,在根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间 t_2 后,根据飞行时间 t_2 及光速计算出的距离 d_2 在范围 $[3.0000\text{m}, 3.0375\text{m})$ 之内,即当真实距离在范围 $[3.0000\text{m}, 3.0375\text{m})$ 之内时,将输出 d_2 作为测距结果。即,测距结果 d_2 对应的距离分辨率最大为 0.0375m ,小于测距结果 d_1 对应的距离分辨率 0.075m ;对应的时间分辨率最大为 0.25ns ,小于峰值单元的时间分辨率 0.5ns 。

[0047] 类似地,请参阅图7,在图7所示的飞行时间直方图中,第40个时间单元对应的光子计数值小于第42个时间单元对应的光子计数值,则峰值单元的最高峰大概率在峰值单元沿横轴方向的中点的右侧,在根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间 t_3 后,根据飞行时间 t_3 及光速计算出的距离 d_3 在范围 $(3.0375\text{m}, 3.0750\text{m}]$ 之内,即当真实距离在范围 $(3.0375\text{m}, 3.0750\text{m}]$ 之内时,将输出 d_3 作为测距结果。即,测距结果 d_3 对应的距离分辨率最大为 0.0375m ,小于测距结果 d_1 对应的距离分辨率 0.075m ;对应的时间分辨率最大为 0.25ns ,小于峰值单元的时间分辨率 0.5ns 。

[0048] 根据上文所述,测距结果 d_2 和测距结果 d_3 对应的距离分辨率均小于测距结果 d_1 对应的距离分辨率,即测距结果 d_2 和测距结果 d_3 与测距结果 d_1 相比具有更高的测距精度。从而在时间单元的实际时间分辨率并没有减小的情况下提高了测距精度。上述实施例仅用于说明本申请实施方式的测距方法具有提高测距精度的效果,本申请实施方式的测距方法对于测距精度的提升程度并不局限于上述实施例举例说明的提升程度。即,在上述实施例中,在图6及图7所示的飞行时间直方图中,相较于测距结果 d_1 ,测距结果 d_2 和测距结果 d_3 的测距精度至少提升了2倍。本申请实施方式的测距方法对于测距精度的提升程度并不局限于2倍,还可能是3倍、4倍、或更高。

[0049] 下面结合附图作进一步说明。

[0050] 请参阅图8,在某些实施方式中,01:获取飞行时间直方图,包括:

[0051] 011:获取预设的时间段及预设的时间分辨率;

[0052] 012:根据时间段及时间分辨率确定多个时间单元,时间单元在时间轴依次排列;

[0053] 013:获取各光子到达传感器50的到达时间;

[0054] 014:根据到达时间确定各光子对应的时间单元;及

[0055] 015:统计每个时间单元对应的光子的数量以建立飞行时间直方图。

[0056] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现011、012、013、014及015中的方法。即,处理器30还可以用于:获取预设的时间段及预设的时间分辨率;根据时间段及时间分辨率确定多个时间单元,时间单元在时间轴依次排列;获取各光子到达传感器50的到达时间;根据到达时间确定各光子对应的时间单元;及统计每个时间单元对应的光子的数量以建立飞行时间直方图。

[0057] 请结合图3,在某些实施方式中,获取模块11还可以用于实现011、012、013、014及015中的方法。即,获取模块11还可以用于:获取预设的时间段及预设的时间分辨率;根据时间段及时间分辨率确定多个时间单元,时间单元在时间轴依次排列;获取各光子到达传感器50的到达时间;根据到达时间确定各光子对应的时间单元;及统计每个时间单元对应的光子的数量以建立飞行时间直方图。

[0058] 其中,预设的时间段越长,则根据飞行时间直方图能够确定的飞行时间的最大值越大,测距范围也越大;预设的时间段越短,则测距的效率越高。在预设的时间段相同时,预设的时间分辨率越大(单位时间的宽度越宽),则仅需进行较少次数的光子数量统计即可在飞行时间直方图中明显地出现光子计数值的峰值,从而提高测距效率;预设的时间分辨率越小(单位时间的宽度越窄),则通过飞行时间直方图能够确定的飞行时间越精确,测距结果越精确。

[0059] 在某些实施方式中,当传感器50接收到光子时,传感器50产生响应信号。处理器30在接收到响应信号时记录一个响应时间戳,以响应时间戳作为这个光子的到达时间。当获取一个光子的到达时间后,即可在飞行时间直方图中找到该到达时间对应的时间单元,并将该时间单元对应的光子计数值增加1。例如,请参阅图4,设某一到达时间为第0.2ns,则根据第0.2ns处于第0ns至第0.5ns的时间段内,也即是第1个时间单元的时间段内,因此将第1个时间单元对应的光子计数值增加1。经过多次光子计数统计后,在各个时间单元统计对应的光子的数量,即统计各个时间单元统计对应的光子计数值,以将光子计数值作为各个时间单元的直方柱的高度,建立最终的飞行时间直方图。

[0060] 请参阅图5,在某些实施方式中,飞行时间直方图中每个时间单元的分辨率均相同。如此,每个时间单元累积光子计数值的难易度相同,能够以相同的测距精度对测距范围内任意距离进行测距。

[0061] 请参阅图9,在某些实施方式中,飞行时间直方图包括感兴趣区域和非感兴趣区域,感兴趣区域的时间单元的分辨率小于非感兴趣区域的时间单元的分辨率。其中,感兴趣区域是根据感兴趣距离(被测主体在该感兴趣距离范围内)确定的时间区间,非感兴趣区域是飞行时间直方图中感兴趣区域以外的时间区间,也即为根据非感兴趣距离(被测主体在该非感兴趣距离范围以外)确定的时间区间。时间单元的分辨率越小,根据该时间单元确定

的飞行时间越精确,从而能够在感兴趣距离以更高的检测精度进行测距。例如图9示意的飞行时间直方图中,第1ns至第2ns的时间区间是感兴趣区域,第2个和第3个时间单元是感兴趣区域的时间单元,对应的时间分辨率为0.5ns。第1ns至第2ns的时间区间以外的时间区间是非感兴趣区域,非感兴趣区域的时间单元对应的时间分辨率为1ns。相较于非感兴趣区域,在感兴趣区域的时间单元的分辨率更小,在相同的时间区间内划分的时间单元更多,根据感兴趣区域的时间单元确定的飞行时间更精确。而将非感兴趣区域的时间单元对应的时间分辨率设置较大,能够提升测距的效率。

[0062] 请参阅图10,在某些实施方式中,02:根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元,包括:

[0063] 021:获取每个时间单元对应的光子计数值;

[0064] 022:将最大光子计数值对应的时间单元确定为峰值单元;及

[0065] 023:将飞行时间直方图中在峰值单元左侧相邻的至少一个时间单元和在峰值单元右侧相邻的至少一个时间单元确定为邻域单元。

[0066] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现021、022及023中的方法。即,处理器30还可以用于:获取每个时间单元对应的光子计数值;将最大光子计数值对应的时间单元确定为峰值单元;及将飞行时间直方图中在峰值单元左侧相邻的至少一个时间单元和在峰值单元右侧相邻的至少一个时间单元确定为邻域单元。

[0067] 请结合图3,在某些实施方式中,检索模块12还可以用于实现021、022及023中的方法。即,检索模块12还可以用于:获取每个时间单元对应的光子计数值;将最大光子计数值对应的时间单元确定为峰值单元;及将飞行时间直方图中在峰值单元左侧相邻的至少一个时间单元和在峰值单元右侧相邻的至少一个时间单元确定为邻域单元。

[0068] 请参阅图5,每个时间单元的直方柱的纵坐标即为该时间单元对应的光子计数值。沿纵轴方向高度最高的直方柱的纵坐标即为最大光子计数值,该直方柱对应的时间单元即为峰值单元。邻域单元是与峰值单元相邻的时间单元,邻域单元包括至少一个位于峰值单元左侧的左邻域单元和至少一个位于峰值单元右侧的右邻域单元。左邻域单元的数量可以是1个、2个、3个或更多个,在此不一一列举。左邻域单元的数量为1个时,左邻域单元是峰值单元左侧最邻近的时间单元;左邻域单元的数量为 n ($n > 1$) 个时,左邻域单元是自峰值单元左侧最邻近的时间单元沿横轴左侧依次分布的 n 个时间单元。右邻域单元的数量可以是1个、2个、3个或更多个,在此不一一列举。在一个实施例中,邻域单元包括1个左邻域单元和1个右邻域单元,例如图5示意的飞行时间直方图中,第3个时间单元是峰值单元,第2个和第4个时间单元是邻域单元。此时邻域单元包括的时间单元数量最少,根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间时的数据处理量较少,从而具有较高的测距效率。

[0069] 请参阅图11,在某些实施方式中,参数值包括时间单元的分辨率、时间单元对应的光子计数值、及时间单元按照时间次序出现的序号。03:根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间,包括:

[0070] 031:获取峰值单元对应的峰值计数值、左邻域单元对应的左计数值、右邻域单元对应的右计数值;

[0071] 032:根据峰值计数值、左计数值、右计数值及预设的校正参数确定校正值;及

[0072] 033:根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间。

[0073] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现031、032及033中的方法。即,处理器30还可以用于:获取峰值单元对应的峰值计数值、左邻域单元对应的左计数值、右邻域单元对应的右计数值;根据峰值计数值、左计数值、右计数值及预设的校正参数确定校正值;及根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间。

[0074] 请结合图3,在某些实施方式中,确定模块13还可以用于实现031、032及033中的方法。即,确定模块13还可以用于:获取峰值单元对应的峰值计数值、左邻域单元对应的左计数值、右邻域单元对应的右计数值;根据峰值计数值、左计数值、右计数值及预设的校正参数确定校正值;及根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间。

[0075] 请参阅图6及图7,结合前文所述,飞行时间可根据发射光子的时刻 $t_{\text{发射}}$ 和传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻 $t_{\text{接收}}$ 确定,即飞行时间 $t = t_{\text{接收}} - t_{\text{发射}}$ 。在一些实施方式中,将峰值单元的中值时刻 t_0 作为 $t_{\text{接收}}$,以基于峰值单元确定飞行时间 t_1 。由于峰值单元的中值时刻 t_0 取决于峰值单元对应的时间分辨率,峰值单元对应的时间分辨率越小,则能够确定越精确的中值时刻 t_0 。因此,在峰值单元的分辨率有限而无法减小的情况下,峰值单元具有固定的中值时刻 t_0 ,根据中值时刻 t_0 确定的飞行时间 t_1 的精确度有限。

[0076] 本申请实施方式的测距方法能够根据峰值计数值、左计数值、右计数值及预设的校正参数确定校正值,以根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间,从而确定精确地更高的飞行时间。其中,当峰值单元是飞行时间直方图横轴上第 n 个时间单元时,则峰值单元的序号为 n 。校正参数是预设的常数值,表征峰值计数值、左计数值、右计数值对校正值的影响力。校正值能够表征传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻 $t_{\text{接收}}$ 相对峰值单元的偏移量。校正值的取值可以为正值、负值、或者为0。当校正值为正值时,表征传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻 $t_{\text{接收}}$ 在峰值单元的中值时刻 t_0 右侧,即 $t_{\text{接收}} > t_0$;当校正值为负值时,表征时刻 $t_{\text{接收}}$ 在时刻 t_0 左侧,即 $t_{\text{接收}} < t_0$;当校正值为0时,表征可以将峰值单元的中值时刻 t_0 作为 $t_{\text{接收}}$,即 $t_{\text{接收}} = t_0$ 。

[0077] 例如,峰值单元的序号为41,校正值为-0.45,则校正后的序号为40.55,可以确定传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻 $t_{\text{接收}}$ 在峰值单元的中值时刻 t_0 左侧。在飞行时间直方图中,所有的时间单元的序号 n 均为正整数,飞行时间直方图中实际不存在序号为40.55的时间单元,但不影响基于序号为40.55的时间单元确定时刻 $t_{\text{接收}}$ 以确定飞行时间。在一个实施例中,每个时间单元的时间分辨率均相同,可结合时间分辨率确定序号为40.55的时间单元的中值时刻 tn' ,例如时间分辨率为0.5ns,则 $tn' = 0.5ns \times 40.55 - (0.5ns/2) = 20.025ns$,将 tn' 作为传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻 $t_{\text{接收}}$ 以确定飞行时间。

[0078] 请参阅图12,在某些实施方式中,校正参数包括第一参数、第二参数及第三参数。032:根据峰值计数值、左计数值、右计数值及预设的校正参数确定校正值,包括:

[0079] 0321:根据峰值计数值及第一参数获取加权峰值计数值;

[0080] 0322:根据右计数值及第二参数获取加权右计数值;

[0081] 0323:根据左计数值及第三参数获取加权左计数值;

[0082] 0324:获取右计数值与左计数值之间的第一差值;

[0083] 0325:获取加权峰值计数值依次与加权右计数值及加权左计数值做差后的第二差值;及

[0084] 0326:获取第一差值与第二差值的比值,将比值确定为校正值。

[0085] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现0321、0322、0323、0324、0325及0326中的方法。即,处理器30还可以用于:根据峰值计数值及第一参数获取加权峰值计数值;根据右计数值及第二参数获取加权右计数值;根据左计数值及第三参数获取加权左计数值;获取右计数值与左计数值之间的第一差值;获取加权峰值计数值依次与加权右计数值及加权左计数值做差后的第二差值;及获取第一差值与第二差值的比值,将比值确定为校正值。

[0086] 请结合图3,在某些实施方式中,确定模块13还可以用于实现0321、0322、0323、0324、0325及0326中的方法。即,确定模块13还可以用于:根据峰值计数值及第一参数获取加权峰值计数值;根据右计数值及第二参数获取加权右计数值;根据左计数值及第三参数获取加权左计数值;获取右计数值与左计数值之间的第一差值;获取加权峰值计数值依次与加权右计数值及加权左计数值做差后的第二差值;及获取第一差值与第二差值的比值,将比值确定为校正值。

[0087] 例如,第一参数为a,第二参数为b,第三参数为c,峰值计数值为P1,右计数值为P2,左计数值为P3。由此,可计算出:加权峰值计数值 $P_{q1}=a \times P1$,加权右计数值 $P_{q2}=b \times P2$,加权左计数值 $P_{q3}=c \times P3$,第一差值 $F1=P2-P3$,第二差值 $F2=P_{q1}-P_{q2}-P_{q3}=a \times P1-b \times P2-c \times P3$ 。设校正值为 Δn ,则 $\Delta n = \frac{F1}{F2} = \frac{P2-P3}{P_{q1}-P_{q2}-P_{q3}} = \frac{P2-P3}{a \times P1-b \times P2-c \times P3}$ 。其中,第一参数a、

第二参数b、第三参数c均为预设的常数,可在出厂前根据标定获得。

[0088] 请参阅图13,在某些实施方式中,033:根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间,包括:

[0089] 0331:根据峰值单元的序号及校正值确定峰值单元的修正序号,及根据修正序号及峰值单元的分辨率确定飞行时间。

[0090] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现0331中的方法。即,处理器30还可以用于:根据峰值单元的序号及校正值确定峰值单元的修正序号,及根据修正序号及峰值单元的分辨率确定飞行时间。

[0091] 请结合图3,在某些实施方式中,确定模块13还可以用于实现0331中的方法。即,确定模块13还可以用于:根据峰值单元的序号及校正值确定峰值单元的修正序号,及根据修正序号及峰值单元的分辨率确定飞行时间。

[0092] 具体地,设峰值单元的序号为n,校正值为 Δn ,则修正序号 $n' = n + \Delta n$ 。结合前文所述, Δn 的取值可以为正值、负值、或者为0。

[0093] 请参阅图6,在一个实施例中,传感器50与物体之间的实际距离为3m,经过多次统计后得到的飞行时间直方图中:峰值单元的序号 $n=41$,校正值为 $\Delta n=-0.45$,峰值单元的时间分辨率 $K=0.5ns$ 。由此,可计算出:修正序号 $n' = n + \Delta n = 41 + (-0.45) = 40.55$ 。设飞行时间为t,飞行时间 $t = t_{接收} - t_{发射}$,其中, $t_{发射}$ 是发射光子的时刻, $t_{接收}$ 是传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻。在本实施例的飞行时间直方图中,从发射光子的时刻起开始统计光子计数值,因此 $t_{发射}=0ns$,飞行时间 $t = t_{接收}$ 。而 $t_{接收}$ 可根据下式确定: $t_{接收} = n' \times K - (K/2)$ 。其中, $n' \times K$ 表征修正后的峰值单元在时间轴的右端点坐标对应的时刻, $K/2$ 是时间分辨率的一半,即 $n' \times K - (K/2)$ 表征第 n' 个时间单元的中值时刻。将 $n' = 40.55, K = 0.5ns$ 代入 $t_{接收} = n' \times K - (K/2)$,可计算出飞行时间 $t = t_{接收} = n' \times K - (K/2) = 40.55 \times 0.5ns - (0.5ns/2) =$

20.025ns。如此,结合04:根据飞行时间及光速计算传感器50与物体之间的距离,将 $t = 20.025\text{ns} = 20.025 \times 10^{-9}\text{s}$, $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ 代入 $d = \frac{t \cdot c}{2}$,可计算出距离 $d = (20.025 \times 10^{-9}\text{s} \times 3 \times 10^8\text{m/s}) / 2 = 3.00375\text{m}$ 。

[0094] 作为对照,仅根据峰值单元的参数值确定的飞行时间 $t_1 = n \times K - (K/2) = 41 \times 0.5\text{ns} - (0.5\text{ns}/2) = 20.25\text{ns}$ 。根据飞行时间 t_1 获取的距离 $d_1 = (20.25 \times 10^{-9}\text{s} \times 3 \times 10^8\text{m/s}) / 2 = 3.0375\text{m}$ 。可见,根据飞行时间 t 计算出的 d 比根据飞行时间 t_1 计算出的 d_1 更接近传感器50与物体之间的实际距离,故根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值得飞行时间,能够确定更精确的飞行时间。

[0095] 进一步地,在本实施例(图6示意的实施例)中,当峰值单元的时间分辨率 K 已经确定为 0.5ns 时,峰值单元的距离分辨率 $H = 0.5\text{ns} \times 3 \times 10^8\text{m/s} = 0.075\text{m}$,若仅根据峰值单元的参数值确定飞行时间 t_1 ,则传感器50与物体之间的实际距离为 $[3.000\text{m}, 3.075\text{m}]$ 范围内的任意值时,根据峰值单元的参数值确定的飞行时间 t_1 均为 20.25ns ,根据飞行时间 t 确定的测量距离 d_1 均为 3.0375m ,最大误差为 0.0375m 。而根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值得飞行时间 t 的大小与校正值得 Δn 相关,校正值得与峰值单元的参数值、左邻域单元的参数值、右邻域单元的参数值相关,能够表征传感器50接收到自物体反射回的光子的时刻 $t_{\text{接收}}$ 在峰值单元向左邻域单元或右邻域单元的偏移程度。在本实施例中,当 $\Delta n < 0$ 时,飞行时间 t 的取值范围为 $[20.00\text{ns}, 20.25\text{ns})$,根据飞行时间 t 的取值能够确定的距离 d 的范围为 $[3.0000\text{m}, 3.0375\text{m})$,最大误差小于 0.0375m ;当 $\Delta n > 0$ 时,飞行时间 t 的取值范围为 $(20.25\text{ns}, 20.50\text{ns}]$,根据飞行时间 t 的取值能够确定的距离 d 的范围为 $(3.0375\text{m}, 3.0750\text{m}]$,最大误差小于 0.0375m 。即当 Δn 不为0时,飞行时间 t 的精确度相较于飞行时间 t_1 得以提升,飞行时间 t 确定的测量距离 d 相较于飞行时间 t_1 确定的测量距离 d_1 的精确度得以提升。

[0096] 请参阅图14,在某些实施方式中,033:根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值得飞行时间,包括:

[0097] 0332:根据峰值单元的序号及分辨率确定峰值时刻,根据校正值得及分辨率确定校正时间,根据峰值时刻及校正时间确定飞行时间。

[0098] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现0332中的方法。即,处理器30还可以用于:根据峰值单元的序号及分辨率确定峰值时刻,根据校正值得及分辨率确定校正时间,根据峰值时刻及校正时间确定飞行时间。

[0099] 请结合图3,在某些实施方式中,确定模块13还可以用于实现0332中的方法。即,确定模块13还可以用于:根据峰值单元的序号及分辨率确定峰值时刻,根据校正值得及分辨率确定校正时间,根据峰值时刻及校正时间确定飞行时间。

[0100] 请结合图6,具体地,设峰值单元的序号为 n ,每个时间单元的时间分辨率均为 K ,校正值得为 Δn 。若将峰值单元的中值时刻 t_0 作为峰值单元对应的峰值时刻 t_n ,则可以计算出峰值时刻 $t_n = n \times K - (K/2)$ 。在某些实施方式中,可以将峰值单元中的任一时刻 t_r 作为峰值单元对应的峰值时刻 t_n ,则可以计算出峰值时刻 $t_n = n \times K - (K \times u)$,其中, u 是自时刻 t_r 至峰值单元的右端点时刻的时间段与时间分辨率 K 的比值,例如当时刻 t_r 为峰值单元的中值时刻时, $u = 1/2$ 。校正时间 $\Delta t = \Delta n \times K$,飞行时间 $t = t_n + \Delta t$ 。在某些实施方式中,在飞行时间直

方图建立时已经确定每个时间单元的序号与该时间单元对应的时刻之间的对应关系,并将对应关系存储在存储器20。在将某一时间单元确定为峰值单元时即可根据峰值单元的序号及该对应关系确定峰值时刻 t_n ,从而简化计算,提高测距效率。

[0101] 请参阅图15,在某些实施方式中,033:根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间,包括:

[0102] 0333:根据峰值单元的序号及校正值确定峰值单元的修正序号,将修正序号在飞行时间直方图上对应的时刻作为飞行时间。

[0103] 请结合图2,在某些实施方式中,处理器30还可以用于实现0333中的方法。即,处理器30还可以用于:根据峰值单元的序号及校正值确定峰值单元的修正序号,将修正序号在飞行时间直方图上对应的时刻作为飞行时间。

[0104] 请结合图3,在某些实施方式中,确定模块13还可以用于实现0333中的方法。即,确定模块13还可以用于:根据峰值单元的序号及校正值确定峰值单元的修正序号,将修正序号在飞行时间直方图上对应的时刻作为飞行时间。

[0105] 请结合图6,具体地,设峰值单元的序号为 n ,校正值为 Δn 。则可计算出修正序号 $n' = n + \Delta n$ 。结合前文所述,在飞行时间直方图中从发射光子的时刻起开始统计光子计数值,因此 $t_{\text{发射}} = 0\text{ns}$,飞行时间 $t = t_{\text{接收}}$ 。在某些实施方式中,将修正后的峰值单元(即序号为的 n' 的时间单元)的峰值时刻 $t_{n'}$ 作为 $t_{\text{接收}}$ 。在飞行时间直方图中,序号为的 n' 的时间单元的峰值时刻 $t_{n'}$ 表现为序号为的 n' 的时间单元在飞行时间直方图的时间轴对应的时刻。在飞行时间直方图建立时已经确定每个时间单元的序号与该时间单元在时间轴对应的时刻之间的对应关系,并将对应关系存储在存储器20。当修正后的峰值单元的序号 n' 确定后,即可根据序号 n' 及该对应关系确定峰值时刻 $t_{n'}$,飞行时间 $t = t_{n'}$,从而简化计算,提高测距效率。

[0106] 请参阅图16,本申请实施方式的一个或多个包含计算机程序301的非易失性计算机可读存储介质300,当计算机程序301被一个或多个处理器30执行时,使得处理器30可执行上述任一实施方式的测距方法,例如实现步骤01、02、03、04、011、012、013、014、015、021、022、023、031、032、033、0321、0322、0323、0324、0325、0326、0331、0332及0333中的一项或多项步骤。

[0107] 例如,当计算机程序301被一个或多个处理器30执行时,使得处理器30执行以下步骤:

[0108] 01:获取飞行时间直方图,飞行时间直方图表征传感器在各时间单元内接收到的光子的数量;

[0109] 02:根据飞行时间直方图从时间单元中确定峰值单元及多个邻域单元;

[0110] 03:根据峰值单元的参数值及多个邻域单元的参数值确定飞行时间;及

[0111] 04:根据飞行时间及光速计算传感器与物体之间的距离。

[0112] 再例如,在计算机程序301被一个或多个处理器30执行时,使得处理器30执行以下步骤:

[0113] 011:获取预设的时间段及预设的时间分辨率;

[0114] 012:根据时间段及时间分辨率确定多个时间单元,时间单元在时间轴依次排列;

[0115] 013:获取各光子到达传感器的到达时间;

[0116] 014:根据到达时间确定各光子对应的时间单元;

- [0117] 015:统计每个时间单元对应的光子的数量以建立飞行时间直方图;
- [0118] 021:获取每个时间单元对应的光子计数值;
- [0119] 022:将最大光子计数值对应的时间单元确定为峰值单元;
- [0120] 023:将飞行时间直方图中在峰值单元左侧相邻的至少一个时间单元和在峰值单元右侧相邻的至少一个时间单元确定为邻域单元;
- [0121] 031:获取峰值单元对应的峰值计数值、左邻域单元对应的左计数值、右邻域单元对应的右计数值;
- [0122] 032:根据峰值计数值、左计数值、右计数值及预设的校正参数确定校正值;及
- [0123] 033:根据峰值单元的分辨率、峰值单元的序号及校正值确定飞行时间;
- [0124] 04:根据飞行时间及光速计算传感器50与物体之间的距离。
- [0125] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施方式”、“一些实施方式”、“示意性实施方式”、“示例”、“具体示例”或“一些示例”等的描述意指结合所述实施方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施方式或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施方式或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施方式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。
- [0126] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本申请的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本申请的实施例所属技术领域的技术人员所理解。
- [0127] 尽管上面已经示出和描述了本申请的实施方式,可以理解的是,上述实施方式是示例性的,不能理解为对本申请的限制,本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施方式进行变化、修改、替换和变型。

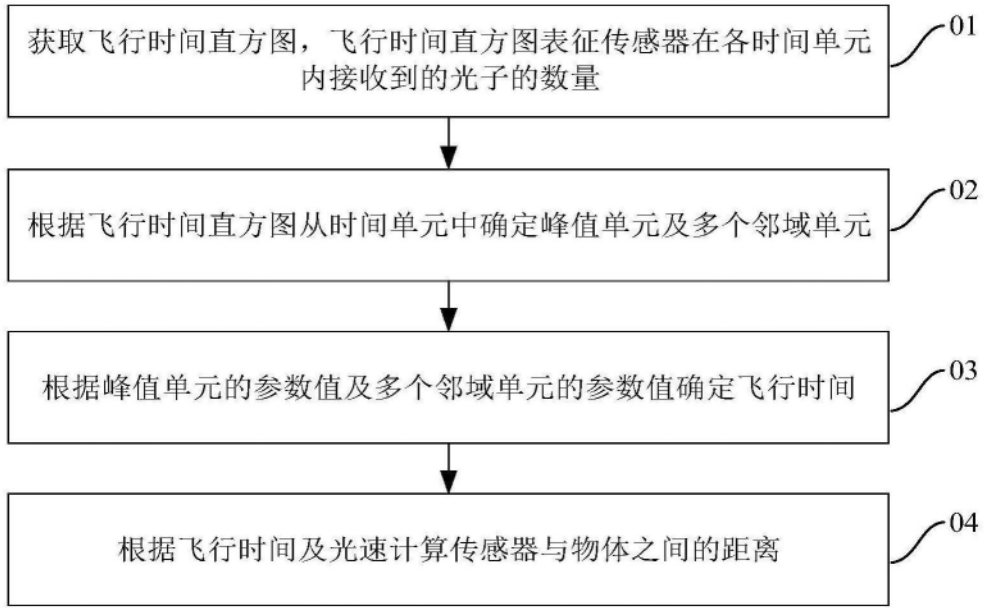


图1

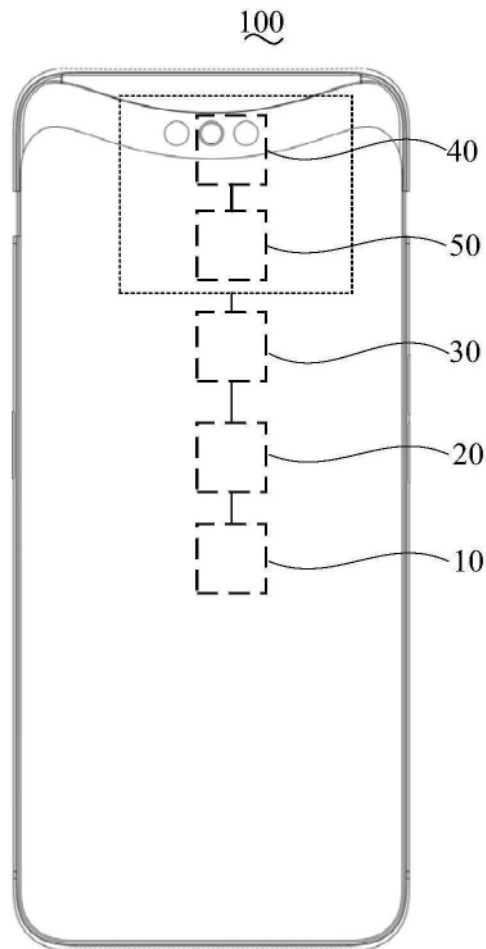


图2

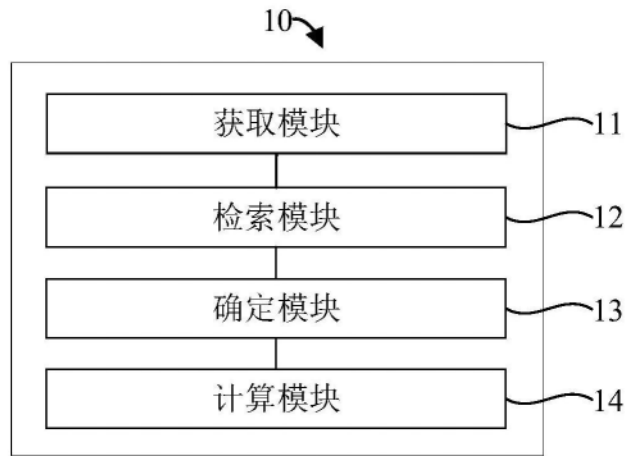


图3

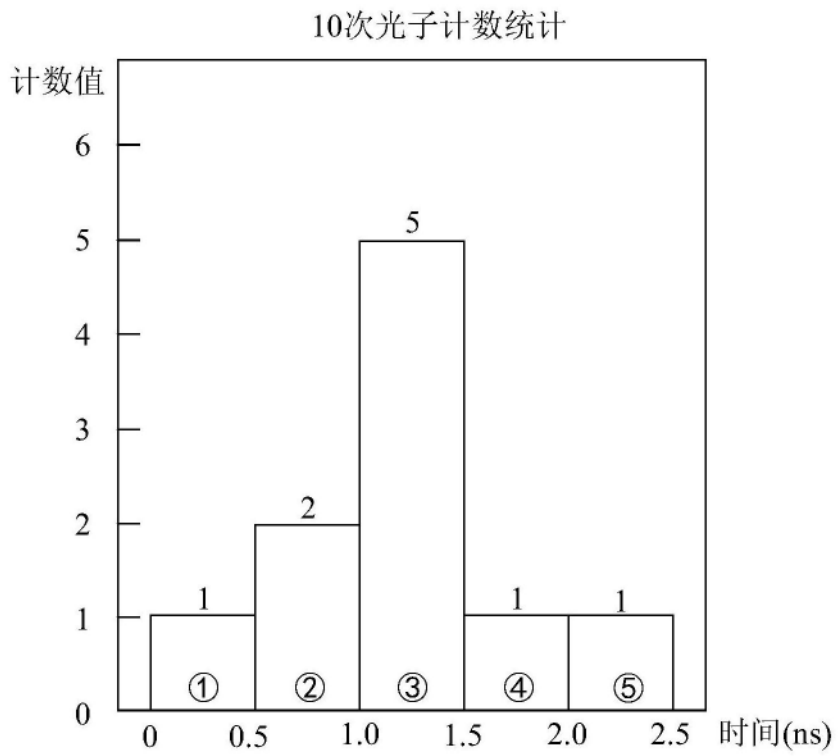


图4

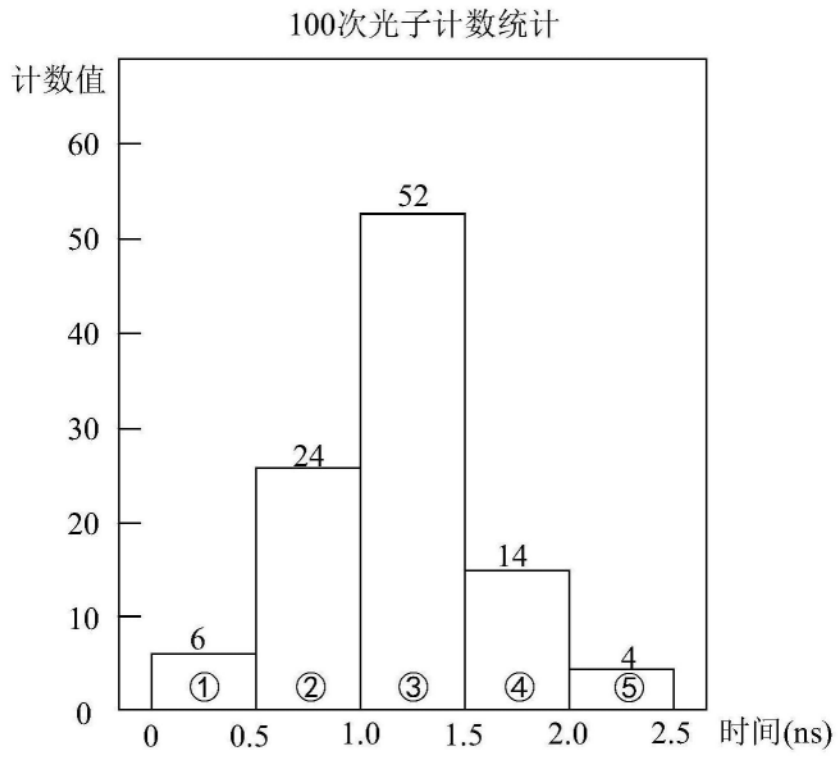


图5

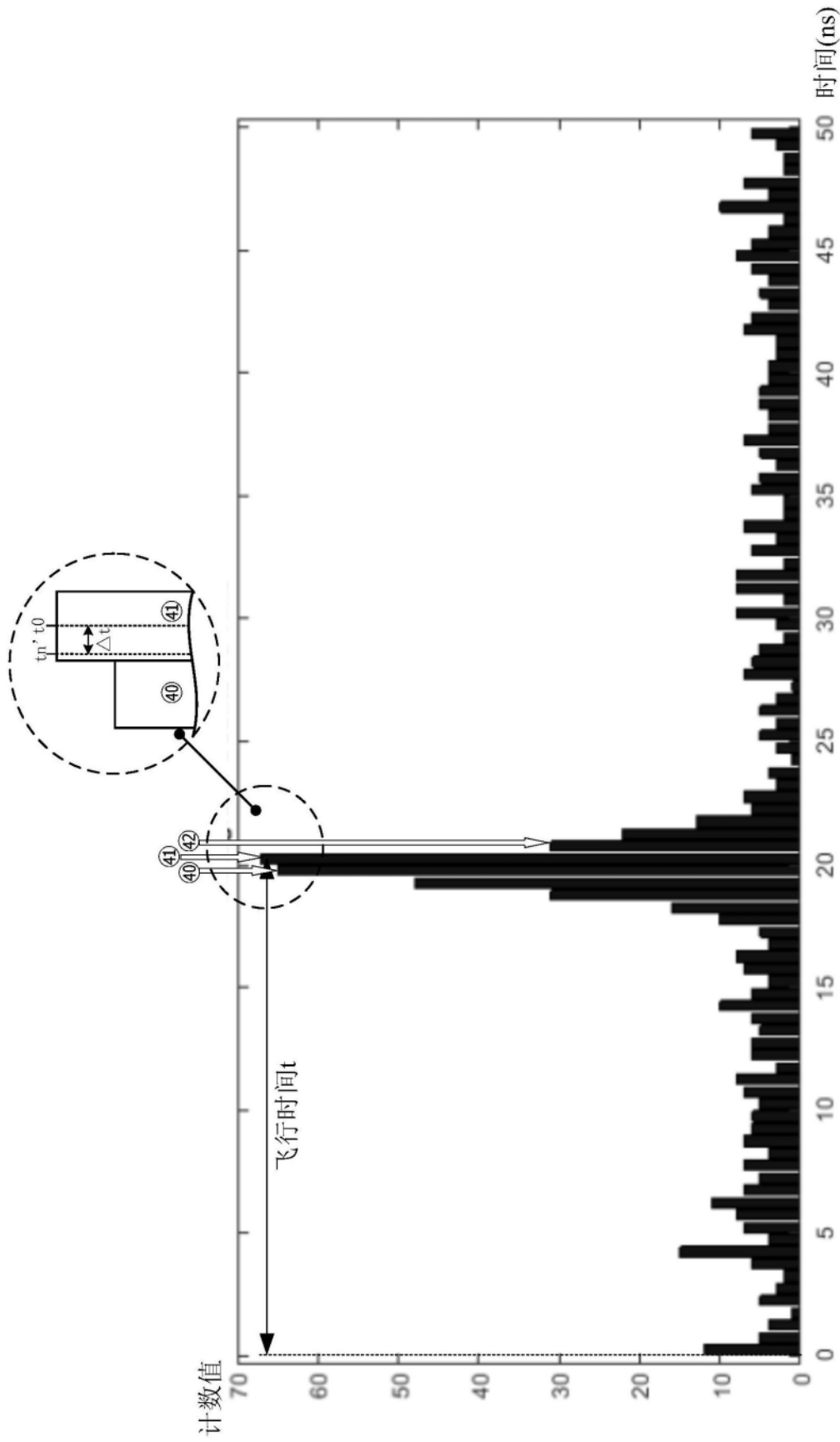


图6

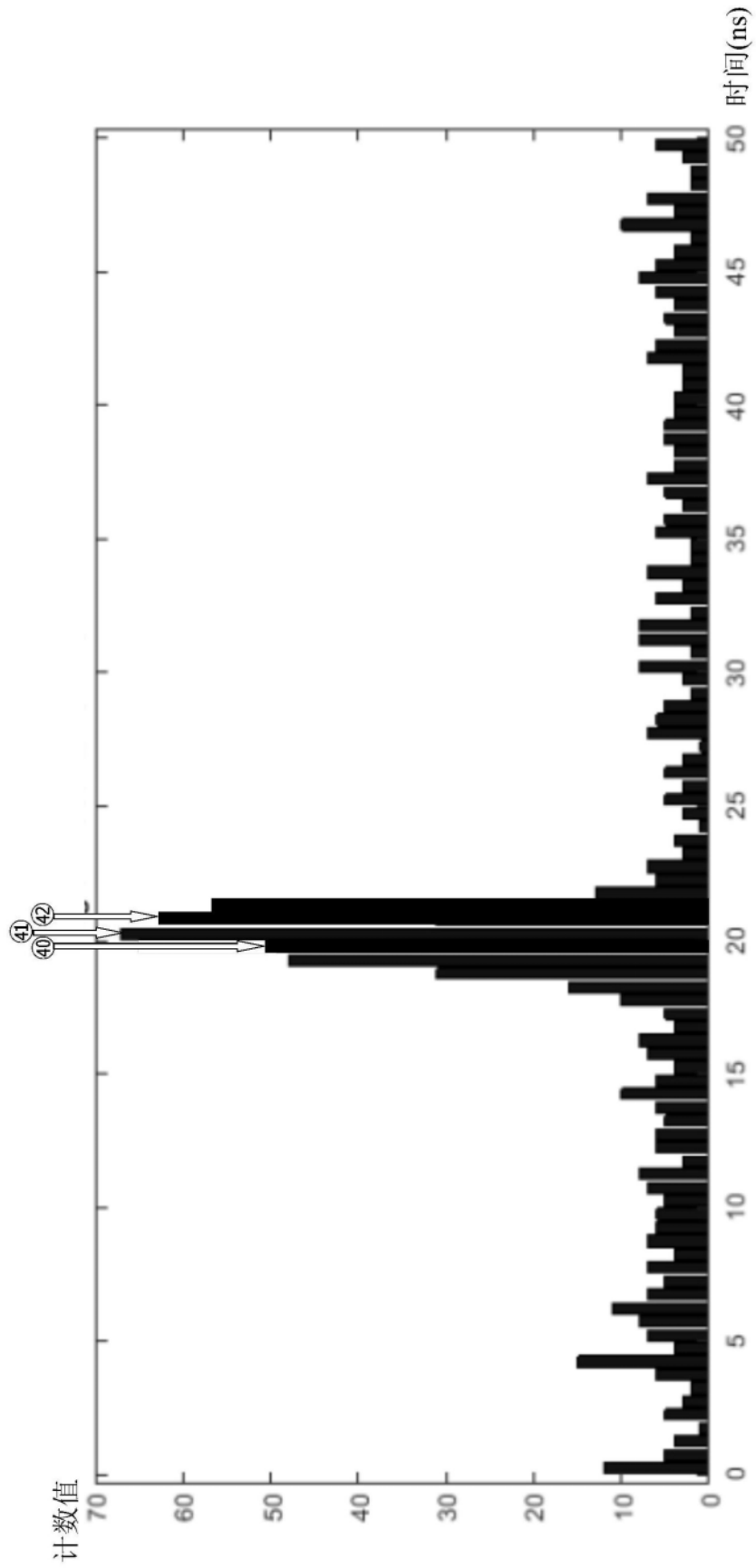


图7

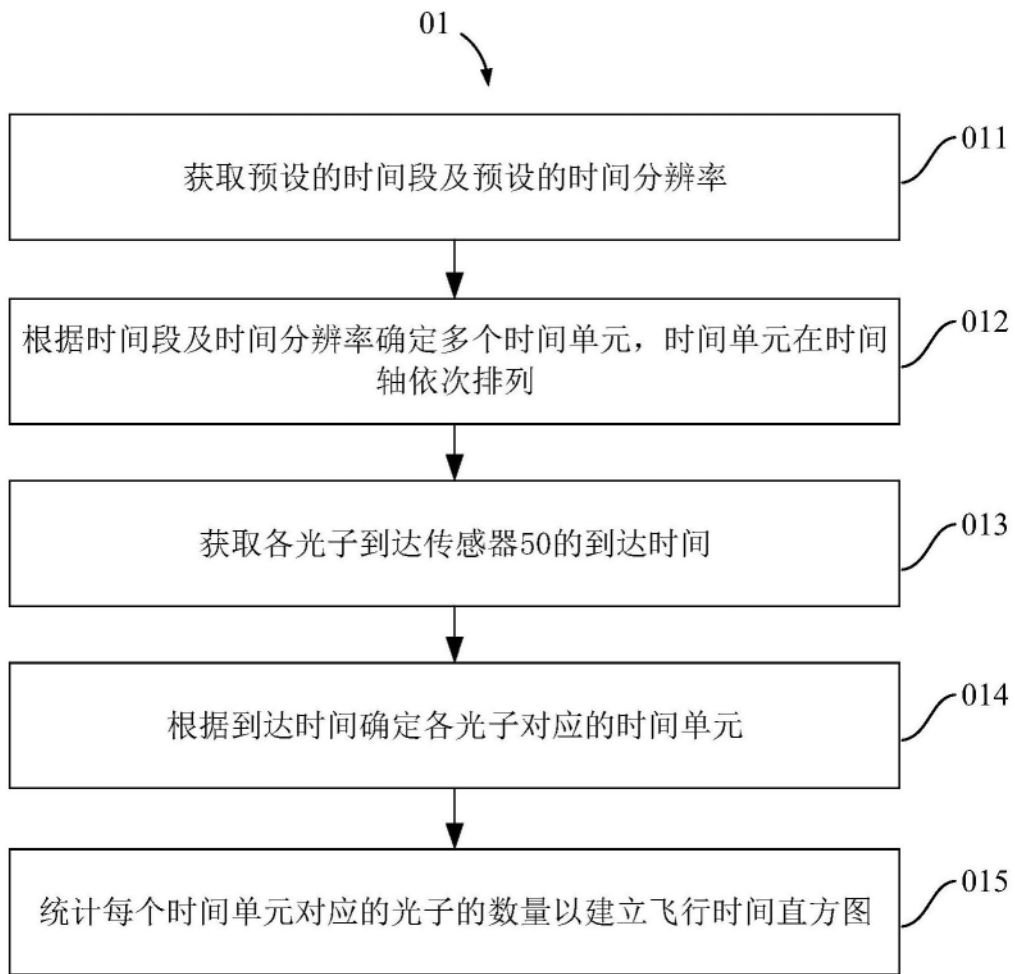


图8

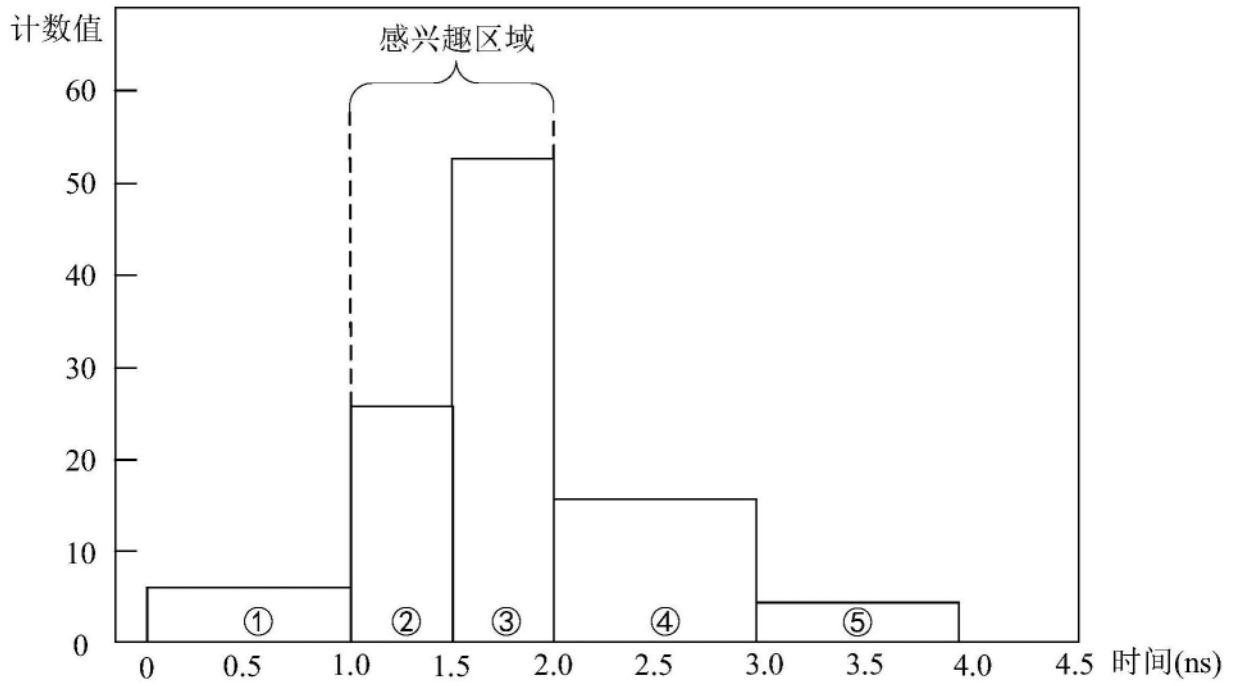


图9

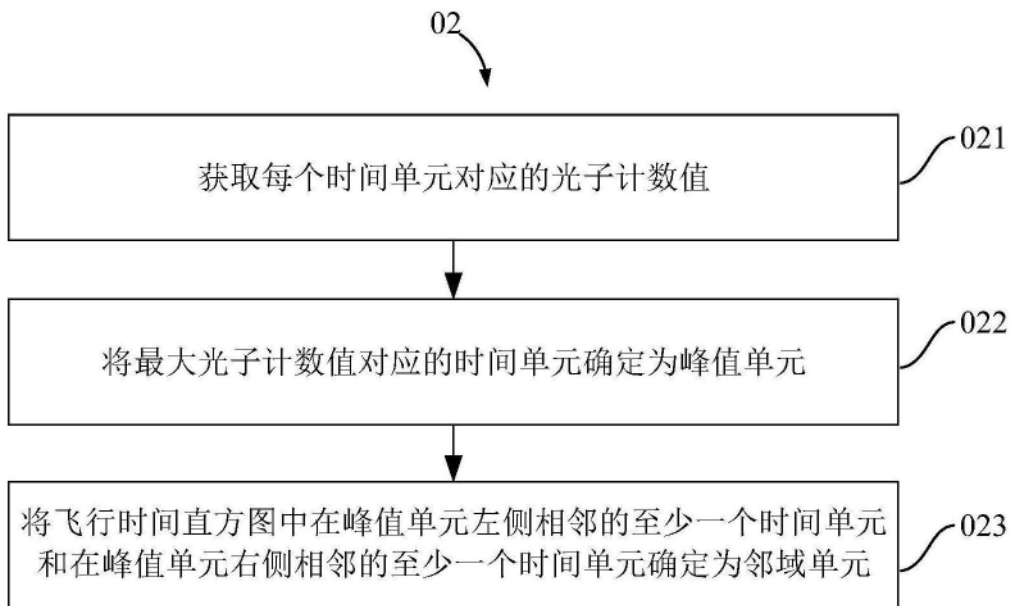


图10

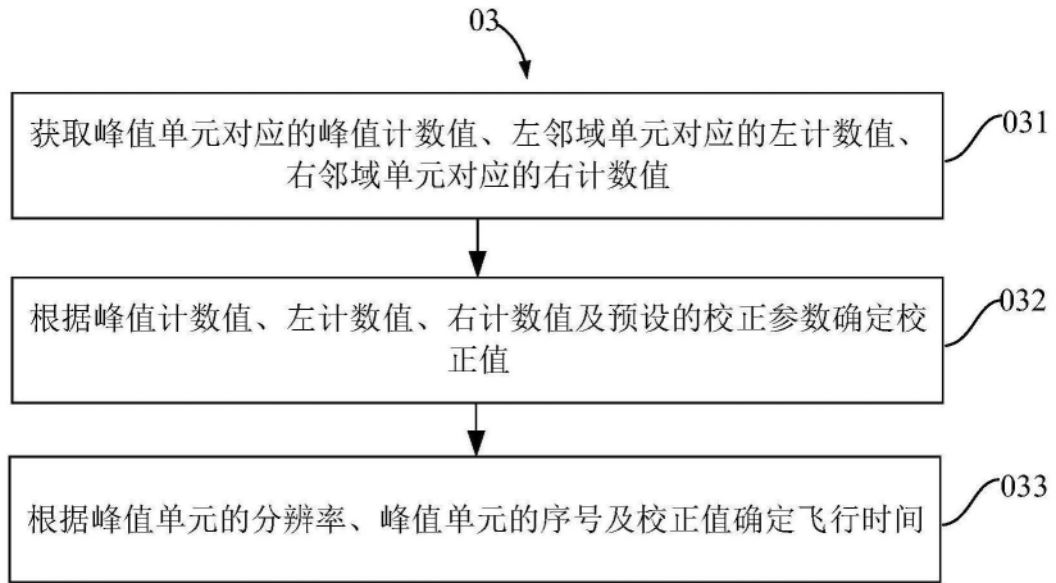


图11

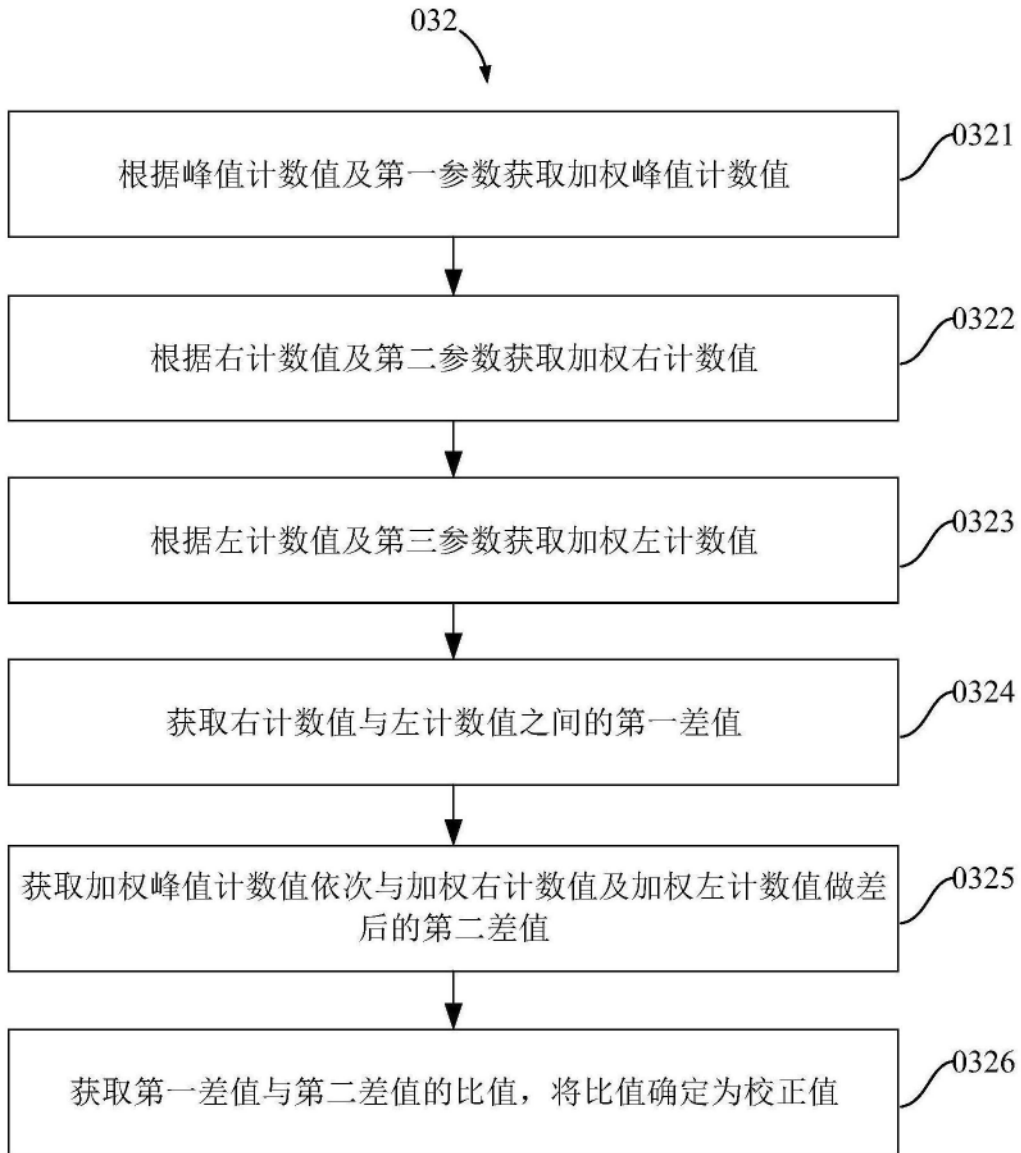


图12



图13

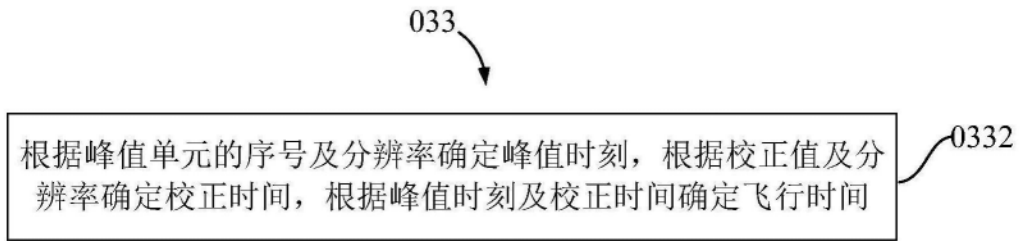


图14

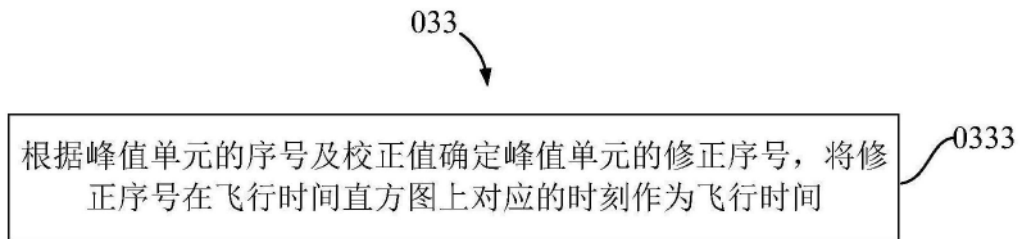


图15

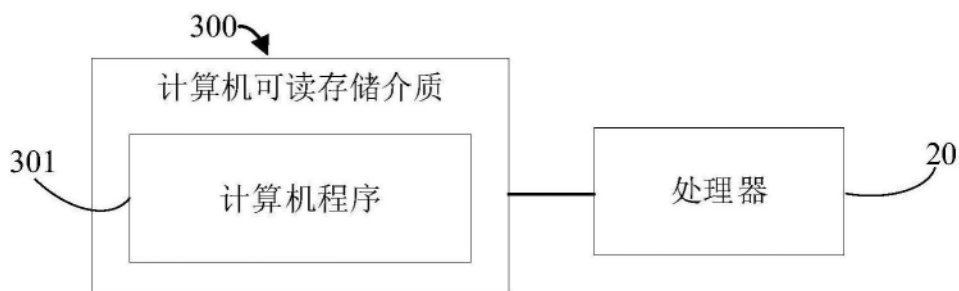


图16