



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108490438 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810204470.8

(22)申请日 2018.03.13

(71)申请人 深圳大学

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

(72)发明人 季鹏 张滇

(74)专利代理机构 深圳市恒申知识产权事务所

(普通合伙) 44312

代理人 王利彬

(51)Int.Cl.

G01S 13/89(2006.01)

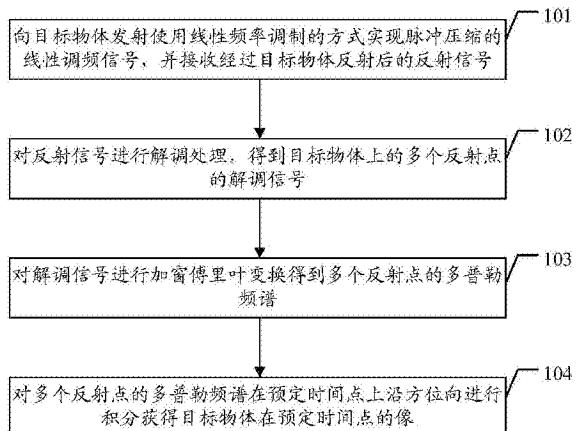
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

对室内物体成像的方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种对室内物体成像的方法及系统。该方法及系统使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号，该信号具有较小的信号频率及较大的带宽，有效减少对室内具有生命特征的物体的伤害。接收经过目标物体反射后的反射信号，对反射信号进行解调处理，得到目标物体上的多个反射点的解调信号，对解调信号进行加窗傅里叶变换，得到多个反射点的多普勒频谱并在预定时间点上沿方位向进行积分，获得目标物体在预定时间点的像。由于该成像的方法及系统是对目标物体发射线性调频信号，并对接收到的反射信号进行多层次处理，针对不同的物体，呈现相同的实验性能，提高了系统的鲁棒性，同时可使物体一次性成像，增加了便利性。



1. 一种对室内物体成像的方法,其特征在于,所述方法包括:

向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号,并接收经过所述目标物体反射后的反射信号;

对所述反射信号进行解调处理,得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号;

对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱;

对多个反射点的所述多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标物体在所述预定时间点的像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号的步骤包括:

按照如下公式向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号;

$$S(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) e^{j(2\pi f_0 t + \pi k t^2)}$$

其中,S(t)为所述线性调频信号,t为时间变量,T为所述线性调频信号的总时间宽度,f₀为所述线性调频信号的初始频率,k为线性频率调制参数。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对所述反射信号进行解调处理,得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号的步骤包括:

按照如下公式对所述反射信号进行解调处理,以恢复同相支路的基带信号与正交支路的基带信号:

$$I(t) = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos \omega_0 t - Q(t)\sin \omega_0 t] \cos \omega_0 t dt,$$

$$Q(t) = -\frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos \omega_0 t - Q(t)\sin \omega_0 t] \sin \omega_0 t dt$$

其中,I(t)为同相支路的基带信号,T为所述线性调频信号的总时间宽度,ω₀为角频率,t为时间变量,Q(t)为正交支路的基带信号;

按照如下公式得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号:

$$S_R(t)_z = \sum_{p=1}^{N_p} A_p e^{-j4\pi\left(\frac{B\omega(n-1)}{np} + f_0\right)r(t)/c}$$

其中,S_R(t)_z为所述目标物体上的多个反射点的所述解调信号,N_p为所述目标物体反射的信号个数,A_p为所述目标物体上第p个反射点的解调信号的振幅,j为虚数单位,B为所述线性调频信号的带宽,ω为所述目标物体的旋转角速度,n为所述目标物体上的反射点的个数,f₀为所述线性调频信号的初始频率,r(t)为所述目标物体上第p个反射点到所述线性调频信号发射点的距离公式,c为光速。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述目标物体上第p个反射点到所述线性调频信号发射点的距离公式为:

$$r(t) = r_0 + x_p \sin \omega t + y_p \cos \omega t$$

以所述目标物体的中心为原点,以所述线性调频信号的发射的反方向为z轴建立右手

坐标系, r_0 为原点与所述线性调频信号的发射点的距离, x_p 为所述目标物体上第p个反射点的横坐标, y_p 为所述目标物体上第p个反射点的纵坐标, t 为时间。

5. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱的步骤包括:

按照如下公式对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱:

$$S(t, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_R(\tau) w(\tau - t) e^{-j\omega\tau} d\tau$$

$S(t, \omega)$ 为多个发射点的所述多普勒频谱, $s_R(\tau)$ 为所述目标物体上的多个反射点的所述解调信号, $w(\tau - t)$ 为对所述解调信号加的宽度为 τ 的汉明窗, j 为虚数单位, ω 为所述目标物体的旋转角速度, t 为时间变量。

6. 一种对室内物体成像的系统, 其特征在于, 所述系统包括:

发射接收单元, 用于向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号, 并接收经过所述目标物体反射后的反射信号;

解调得到单元, 用于对所述反射信号进行解调处理, 得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号;

加窗变换单元, 用于对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱;

积分单元, 用于对多个反射点的所述多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标物体在所述预定时间点的像。

7. 根据权利要求6所述的系统, 其特征在于, 所述发射接收单元还用于:

按照如下公式向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号;

$$s(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) e^{j(2\pi f_0 t + \pi k t^2)}$$

其中, $s(t)$ 为所述线性调频信号, t 为时间变量, T 为所述线性调频信号的总时间宽度, f_0 为所述线性调频信号的初始频率, k 为线性频率调制参数。

8. 根据权利要求6所述的系统, 其特征在于, 所述解调获得单元还用于:

按照如下公式对所述反射信号进行解调处理, 以恢复同相支路的基带信号与正交支路的基带信号:

$$I(t) = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \cos\omega_0 t dt,$$

$$Q(t) = -\frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \sin\omega_0 t dt$$

其中, $I(t)$ 为同相支路的基带信号, T 为所述线性调频信号的总时间宽度, ω_0 为角频率, t 为时间变量, $Q(t)$ 为正交支路的基带信号;

按照如下公式得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号:

$$S_R(t) = \sum_{p=1}^{N_p} A_p e^{-j4\pi \left(\frac{B\omega(n-1)}{np} + f_0 \right) r(t) / c}$$

其中, $s_R(t)|_z$ 为所述目标物体上的多个反射点的所述解调信号, N_p 为所述目标物体反射的信号个数, A_p 为所述目标物体上第 p 个反射点的解调信号的振幅, j 为虚数单位, B 为所述线性调频信号的带宽, ω 为所述目标物体的旋转角速度, n 为所述目标物体上的反射点的个数, f_0 为所述线性调频信号的初始频率, $r(t)$ 为所述目标物体上第 p 个反射点到所述线性调频信号发射点的距离公式, c 为光速。

9. 根据权利要求8所述的系统, 其特征在于, 所述目标物体上第 p 个反射点到所述线性调频信号发射点的距离公式为:

$$r(t) = r_0 + x_p \sin \omega t + y_p \cos \omega t$$

以所述目标物体的中心为原点, 以所述线性调频信号的发射的反方向为 z 轴建立右手坐标系, r_0 为原点与所述线性调频信号的发射点的距离, x_p 为所述目标物体上第 p 个反射点的横坐标, y_p 为所述目标物体上第 p 个反射点的纵坐标, t 为时间。

10. 根据权利要求6所述的系统, 其特征在于, 所述加窗变换单元还用于:

按照如下公式对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱:

$$S(t, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_R(\tau) w(\tau - t) e^{-j\omega\tau} dt$$

$S(t, \omega)$ 为多个发射点的所述多普勒频谱, $s_R(\tau)$ 为所述目标物体上的多个反射点的所述解调信号, $w(\tau - t)$ 为对所述解调信号加的宽度为 τ 的汉明窗, j 为虚数单位, ω 为所述目标物体的旋转角速度, t 为时间变量。

对室内物体成像的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及成像领域,尤其涉及一种对室内物体成像的方法及系统。

背景技术

[0002] 获取目标的形状是对物体进行成像的基本。传统的解决方案是围绕目标站点部署摄像机,应用图像处理算法来获取目标形状。随着科学技术及电子行业的发展,出现了利用无线射频信号来对物体形状进行识别,且随着无线技术的发展,利用无线信号对物体进行成像已经成为了物联网无线信号的一个新兴的研究方向,目前已经取得了一定的成果。一般对物体形状识别的处理过程为:搜集发射信号经物体反射后的反射数据,对搜集到的反射数据进行去噪处理,然后通过训练或者算法计算,实现物体形状的识别。

[0003] 通常,基于视频和图像技术的方案,需要充足的光照,且需保障摄像机到目标的视线距离;基于摄像头的方案又不可避免的引入了用户隐私侵犯问题;基于无线信号的方案,目前已有的产品有RF-Capture系统和超高频MIMO系统。RF-Capture系统由麻省理工学院Dina Katabi等人提出,是利用自主设计的无线射频的反射信号,是将多个子图拼接在一起缝合成为一整个图形,需要多个操作来组合部分片段以获得完整的图像;超高频MIMO系统是麻省理工学院的研究人员开发的,采用调频连续波技术从发射端出发,经过目标物体反射回到接收端,对反射信号采集进行计算得到物体形状,能够探测和捕获室外无生命物体的图形。

[0004] 然而,RF-Capture系统和超高频MIMO系统的工作频率均非常高,为毫米波或亚毫米波,需要昂贵的专业设备,且这些设备体积庞大,同时也需要强大的发射功率,可能对人体健康造成一定程度的伤害,使得它在室内环境中几乎不适用。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种对室内物体成像的方法及系统,可以解决现有技术中,无线调制信号不适合用于对室内物体成像的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明第一方面提供一种对室内物体成像的方法,所述方法包括:

[0007] 向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号,并接收经过所述目标物体反射后的反射信号;

[0008] 对所述反射信号进行解调处理,得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号;

[0009] 对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱;

[0010] 对多个反射点的所述多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标物体在所述预定时间点的像。

[0011] 为实现上述目的,本发明第二方面提供一种对室内物体成像的系统,所述系统包括:

[0012] 发射接收单元,用于向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线

性调频信号，并接收经过所述目标物体反射后的反射信号；

[0013] 解调得到单元，用于对所述反射信号进行解调处理，得到所述目标物体上的多个反射点的解调信号；

[0014] 加窗变换单元，用于对所述解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱；

[0015] 积分单元，用于对多个反射点的所述多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标物体在所述预定时间点的像。

[0016] 本发明提供一种对室内物体成像的方法及系统。该方法及系统采用使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号，具有较小的信号频率及较大的带宽，有效减少对室内具有生命特征的物体的伤害。且由于该成像的方法及系统是对目标物体发射线性调频信号，并对接收到的反射信号进行多层处理，针对不同的物体，呈现相同的实验性能，提高了系统的鲁棒性，同时可使物体一次性成像，增加了便利性。

附图说明

[0017] 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，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明第一实施例所提供的一种对室内物体成像的方法的流程示意图；

[0019] 图2为本发明所提供的以目标物体的中心为原点，以线性调频信号的发射的反方向为z轴建立的右手坐标系；

[0020] 图3为本发明所提供的对解调信号进行加窗傅里叶变换的波形示意图；

[0021] 图4为本发明第二实施例所提供的一种对室内物体成像的系统的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂，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，而非全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员在没有做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。

[0023] 由于现有技术中存在无线调制信号不适合用于对室内物体成像的技术问题。

[0024] 为了解决上述技术问题，本发明提出一种对室内物体成像的方法及系统。该方法及系统采用使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号，具有较小的信号频率及较大的带宽，有效减少对室内具有生命特征的物体的伤害。且由于该成像的方法及系统是对目标物体发射线性调频信号，并对接收到的反射信号进行多层处理，针对不同的物体，呈现相同的实验性能，提高了系统的鲁棒性，同时可使物体一次性成像，增加了便利性。

[0025] 为便于理解本发明所涉及到的符号，请参阅下表，下表列举了本发明实施例所涉及的符号及该符号所代表的含义：

$S(t)$	线性调频信号	t	时间变量
T	线性调频信号的总时间宽度	f_0	线性调频信号的初始频率
k	线性频率调制参数	$I(t)$	同相支路的基带信号
ω_0	角频率	$Q(t)$	正交支路的基带信号
$S_k(t)_z$	目标物体上的多个反射点的解调信号	N_p	目标物体反射的信号个数
[0026]	A_p 目标物体上第 p 个反射点的解调信号的振幅	j	虚数单位
	B 线性调频信号的带宽	ω	目标物体的旋转角速度
	n 目标物体上的反射点的个数	$r(t)$	目标物体上第 p 个反射点到线性调频信号发射点的距离公式
	c 光速	r_0	原点与线性调频信号的发射点的距离

x_p	目标物体上第 p 个反射点的横坐标	y_p	目标物体上第 p 个反射点的纵坐标
$S(t, \omega)$	多个发射点的多普勒频谱	$s_k(\tau)$	目标物体上的多个反射点的解调信号
$w(\tau - t)$	对解调信号加的宽度为 τ 的汉明窗		

[0028] 请参阅图1, 为本发明第一实施例所提供的一种对室内物体成像的方法的流程示意图。

[0029] 步骤101: 向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号, 并接收经过目标物体反射后的反射信号;

[0030] 需要说明的是, 市面上的商用无线射频发射信号无法满足本系统的要求, 需要自行设计实现所需要的射频信号。根据信号与系统的原理, 信号的时宽与带宽的乘积是一个常数, 而在本方法中, 距离分辨率与信号的带宽成反比。为了获得较大的时宽与带宽, 使用采用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号。

[0031] 具体的, 按照如下公式向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号:

$$[0032] S(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) e^{j(2\pi f_0 t + \pi k t^2)}$$

[0033] 其中, $S(t)$ 为线性调频信号, t 为时间变量, T 为线性调频信号的总时间宽度, f_0 为线性调频信号的初始频率, k 为线性频率调制参数。

[0034] 由此可以得出, 线性调频信号的实时相位 $\phi(t)$ 为:

$$[0035] \quad \phi(t) = \pi k t^2,$$

[0036] 以及瞬时频率 f 为:

$$[0037] \quad f = \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi(t)}{dt} = \frac{1}{2\pi} \frac{d(\pi k t^2)}{dt}.$$

[0038] 即, 频率是时间的线性函数。

[0039] 步骤102: 对反射信号进行解调处理, 得到目标物体上的多个反射点的解调信号;

[0040] 需要说明的是, 由于需要对信号进行稳定的发射和接收, 本方法采用正交相位调制的方式将基带信号调制到相位正交的载频信号上, 然后将调制信号发射出去。由于正弦波与余弦波是一对正交信号, 因此线性调频信号可以表示为:

$$\begin{aligned} S(t) &= \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) e^{j(2\pi f_0 t + \pi k t^2)} \\ &= \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) [\cos(2\pi f_0 t + \pi k t^2) + j \sin(2\pi f_0 t + \pi k t^2)] \\ &= \cos(2\pi f_0 t + \pi k t^2) \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) + j \sin(2\pi f_0 t + \pi k t^2) \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \\ &= I(t) + jQ(t) \end{aligned}$$

[0042] 即, 令同相支路的基带信号为 $I(t)$, 正交支路的基带信号为 $Q(t)$ 。且:

$$[0043] \quad I(t) = \cos(2\pi f_0 t + \pi k t^2) \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right)$$

$$[0044] \quad Q(t) = \sin(2\pi f_0 t + \pi k t^2) \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right)$$

[0045] 又由于, 正弦波与余弦波的乘积在一个周期内的积分等于0, 正弦波与余弦波与自身的乘积在一个周期内的积分大于0。即:

$$[0046] \quad \int_{-T/2}^{T/2} \cos \omega_0 t \sin \omega_0 t dt = \frac{1}{2} \int_{-T/2}^{T/2} \sin 2\omega_0 t dt = 0$$

$$[0047] \quad \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \cos \omega_0 t \cos \omega_0 t dt = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \frac{1}{2} [1 + \cos 2\omega_0 t] dt = \frac{2}{T} \frac{T}{2} = 1$$

$$[0048] \quad \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \sin \omega_0 t \sin \omega_0 t dt = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \frac{1}{2} [1 - \sin 2\omega_0 t] dt = \frac{2}{T} \frac{T}{2} = 1$$

[0049] 因此, 正弦波与余弦波满足了正交的两个条件, 经正弦波与余弦波调制的信号到了接收端可以分别被解调出来。

[0050] 具体的, 按照如下公式对反射信号进行解调处理, 以恢复同相支路的基带信号与

正交支路的基带信号：

$$[0051] I(t) = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \cos\omega_0 t dt,$$

$$[0052] Q(t) = -\frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \sin\omega_0 t dt$$

[0053] 其中，I(t)为同相支路的基带信号，T为线性调频信号的总时间宽度， ω_0 为角频率，t为时间变量，Q(t)为正交支路的基带信号。

[0054] 以同相支路的基带信号I(t)的解调为例，

$$\begin{aligned} I(t) &= \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \cos\omega_0 t dt \\ &= \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} I(t)\cos^2\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t \cos\omega_0 t dt \\ [0055] &= \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} I(t)\cos^2\omega_0 t dt - \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} Q(t)\sin\omega_0 t \cos\omega_0 t dt \\ &= \frac{2}{T} \frac{I(t)T}{2} \\ &= I(t) \end{aligned}$$

[0056] 按照如下公式得到目标物体上的多个反射点的解调信号：

$$[0057] S_R(t)_z = \sum_{p=1}^{N_p} A_p e^{-j4\pi \left(\frac{B\omega(n-1)}{np} + f_0 \right) r(t) / c}$$

[0058] 其中， $S_R(t)_z$ 为目标物体上的多个反射点的解调信号， N_p 为目标物体反射的信号个数， A_p 为目标物体上第p个反射点的解调信号的振幅，j为虚数单位，B为线性调频信号的带宽， ω 为目标物体的旋转角速度，n为目标物体上的反射点的个数， f_0 为线性调频信号的初始频率， $r(t)$ 为目标物体上第p个反射点到线性调频信号发射点的距离公式，c为光速。

[0059] 需要说明的是，在本方法中，传输的信号是窄脉冲信号，接收到的反射信号是目标物体上的一个确定部分对信号的反射。把这个部分看做是反射点，如果目标物体在存在微小的转动，那么，经目标物体反射后的信号会产生一个微多普勒频移。响应的一个脉冲产生一个点，那么很多个脉冲产生的点汇聚在一起将会形成目标物体的轮廓图像。

[0060] 请参阅图2，为本发明所提供的以目标物体的中心为原点，以线性调频信号的发射的反方向为z轴建立的右手坐标系。LOS表示视向（线性调频信号发射点的发射方向），沿着视向与目标物体的中轴线的交点作为图中坐标系的原点。若目标物体沿着y轴旋转，那么平行于y、z轴组成的平面称为等多普勒平面(Equal-Doppler Surface)，平行于x、y轴组成的平面称为等距离平面(Equidistant Surface)。对于目标物体上某个确定的反射点p点，其坐标记为(x_p, y_p)，则p点到线性调频信号发射点的距离公式为：

$$[0061] r(t) = r_0 + x_p \sin\omega t + y_p \cos\omega t$$

[0062] 其中， r_0 为原点与线性调频信号的发射点的距离， x_p 为目标物体上第p个反射点的

横坐标, y_p 为目标准物体上第 p 个反射点的纵坐标, t 为时间。

[0063] 多普勒频率 f_d 可以计算得:

$$[0064] f_d = \frac{2}{\lambda} \frac{dr(t)}{dt} = \frac{2x_p \omega}{\lambda} \cos \omega t - \frac{2y_p \omega}{\lambda} \sin \omega t$$

[0065] 其中, λ 表示波长。当旋转时间 t 与旋转角速度 ω 非常小的时候, 相干处理时间内的旋转角度 $\Delta\phi = \omega t \approx 0$, 因此,

$$[0066] r(t) = r_0 + y_p, \quad f_d = \frac{2x_p \omega}{\lambda}$$

[0067] 真实的多普勒分辨率是由相干处理时间 Δf_d 决定的, 真实方位分辨率 ρ_0 满足:

$$[0068] \rho_0 = \frac{\lambda}{2\omega t} = \frac{\lambda}{2\Delta\phi},$$

[0069] 由此可知, 方位分辨率由旋转角度 $\Delta\phi$ 决定, 除此之外, 方位分辨率还与线性调频信号的初始频率 f_0 有关。过大的旋转角度会引起目标形状图形的模糊, 因为反射点到旋转中心的距离会随着旋转超过一个距离分辨单元。因此时间多普勒分析的方法适合用于对物体进行成像计算。

[0070] 步骤103: 对解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱;

[0071] 步骤104: 对多个反射点的多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标准物体在预定时间点的像。

[0072] 需要说明的是, 请参阅图3, 为本发明所提供的对解调信号进行加窗傅里叶变换的波形示意图。对解调信号进行加时间窗得到距离矩阵单元, 然后沿方位向进行傅里叶变换得到时间、距离多普勒图。其中, 解调信号可以被分割成一些很短的时间序列, 然后利用傅里叶变换得到它的频率成分。这种分割是通过汉明窗与解调信号相乘实现的。一方面, 窗函数的长度决定了时频分辨率, 另一方面, 窗函数的形状决定了旁瓣量级和频率分辨率。其中, 汉明窗 $\omega(n)$ 的公式为:

$$[0073] \begin{cases} \omega(n) = \left[0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{M-1}\right) \right] R_M(n) \\ R_M(n) = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq M-1 \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \end{cases}$$

[0074] 汉明窗是余弦窗的一种, 又称为改进的升余弦窗。汉明窗与汉宁窗都是余弦窗, 只是加权系数不同, 汉明窗加权的系数能使旁瓣达到更小, 汉明窗的第一旁瓣衰减为-42dB。

[0075] 进一步的, 按照如下公式对解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱:

$$[0076] S(t, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_R(\tau) w(\tau-t) e^{-j\omega t} dt$$

[0077] $S(t, \omega)$ 为多个发射点的多普勒频谱, $s_R(\tau)$ 为目标准物体上的多个反射点的解调信号, $w(\tau-t)$ 为对解调信号加的宽度为 τ 的汉明窗, j 为虚数单位, ω 为目标准物体的旋转角速度, t 为时间变量。

[0078] 进一步的,对多个反射点的多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标物体在预定时间点的像。

[0079] 在本发明实施例中,采用使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号,具有较小的信号频率及较大的带宽,有效减少对室内具有生命特征的物体的伤害。且由于该成像的方法及系统是对目标物体发射线性调频信号,并对接收到的反射信号进行多层次处理,针对不同的物体,呈现相同的实验性能,提高了系统的鲁棒性,同时可使物体一次性成像,增加了便利性。

[0080] 请参阅图4,为本发明第二实施例所提供的一种对室内物体成像的系统的结构示意图。

[0081] 发射接收单元401,用于向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号,并接收经过目标物体反射后的反射信号;

[0082] 解调得到单元402,用于对反射信号进行解调处理,得到目标物体上的多个反射点的解调信号;

[0083] 加窗变换单元403,用于对解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱;

[0084] 积分单元404,用于对多个反射点的多普勒频谱在预定时间点上沿方位向进行积分获得目标物体在预定时间点的像。

[0085] 进一步的,发射接收单元401,还用于按照如下公式向目标物体发射使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号;

$$[0086] S(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) e^{j(2\pi f_0 t + \pi k t^2)}$$

[0087] 其中,S(t)为线性调频信号,t为时间变量,T为线性调频信号的总时间宽度,f₀为线性调频信号的初始频率,k为线性频率调制参数。

[0088] 进一步的,解调得到单元402,还用于按照如下公式对反射信号进行解调处理,以恢复同相支路的基带信号与正交支路的基带信号:

$$[0089] I(t) = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \cos\omega_0 t dt,$$

$$[0090] Q(t) = -\frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [I(t)\cos\omega_0 t - Q(t)\sin\omega_0 t] \sin\omega_0 t dt$$

[0091] 其中,I(t)为同相支路的基带信号,T为线性调频信号的总时间宽度,ω₀为角频率,t为时间变量,Q(t)为正交支路的基带信号;

[0092] 按照如下公式得到目标物体上的多个反射点的解调信号:

$$[0093] S_R(t)_z = \sum_{p=1}^{N_p} A_p e^{-j4\pi \left(\frac{B\omega(n-1)}{np} + f_0\right) r(t) / c}$$

[0094] 其中,S_R(t)_z为目标物体上的多个反射点的解调信号,N_p为目标物体反射的信号个数,A_p为目标物体上第p个反射点的解调信号的振幅,j为虚数单位,B为线性调频信号的带宽,ω为目标物体的旋转角速度,n为反射点的个数,f₀为线性调频信号的初

始频率, $r(t)$ 为目 标物体上第 p 个反射点到线性调频信号发射点的距离公式, c 为光速。

[0095] 其中, 目 标物体上第 p 个反射点到线性调频信号发射点的距离公式为:

$$[0096] r(t) = r_0 + x_p \sin \omega t + y_p \cos \omega t$$

[0097] 以目 标物体的中心为原点, 以线性调频信号的发射的反方向为 z 轴建立右手坐标系, r_0 为原点与线性调频信号的发射点的距离, x_p 为目 标物体上第 p 个反射点的横坐标, y_p 为目 标物体上第 p 个反射点的纵坐标, t 为时间。

[0098] 进一步的, 加窗变换单元 403, 还用于按照如下公式对解调信号进行加窗傅里叶变换得到多个反射点的多普勒频谱:

$$[0099] S(t, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_R(\tau) w(\tau - t) e^{-j\omega\tau} d\tau$$

[0100] $S(t, \omega)$ 为多个发射点的多普勒频谱, $s_R(\tau)$ 为目 标物体上的多个反射点的解调信号, $w(\tau - t)$ 为对解调信号加的宽度为 τ 的汉明窗, j 为虚数单位, ω 为目 标物体的旋转角速度, t 为时间变量。

[0101] 需要说明的是, 有关对本第二实施例的说明, 均可参阅有关对本发明第一实施例的说明, 这里不再赘述。

[0102] 在本发明实施例中, 采用使用线性频率调制的方式实现脉冲压缩的线性调频信号, 具有较小的信号频率及较大的带宽, 有效减少对室内具有生命特征的物体的伤害。且由于该成像的方法及系统是对目 标物体发射线性调频信号, 并对接收到的反射信号进行多层次处理, 针对不同的物体, 呈现相同的实验性能, 提高了系统的鲁棒性, 同时可使物体一次性成像, 增加了便利性。

[0103] 在上述实施例中, 对各个实施例的描述都各有侧重, 某个实施例中没有详述的部分, 可以参见其它实施例的相关描述。

[0104] 以上为对本发明所提供的一种对室内物体成像的方法和系统的描述, 对于本领域的技术人员, 依据本发明实施例的思想, 在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处, 综上, 本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

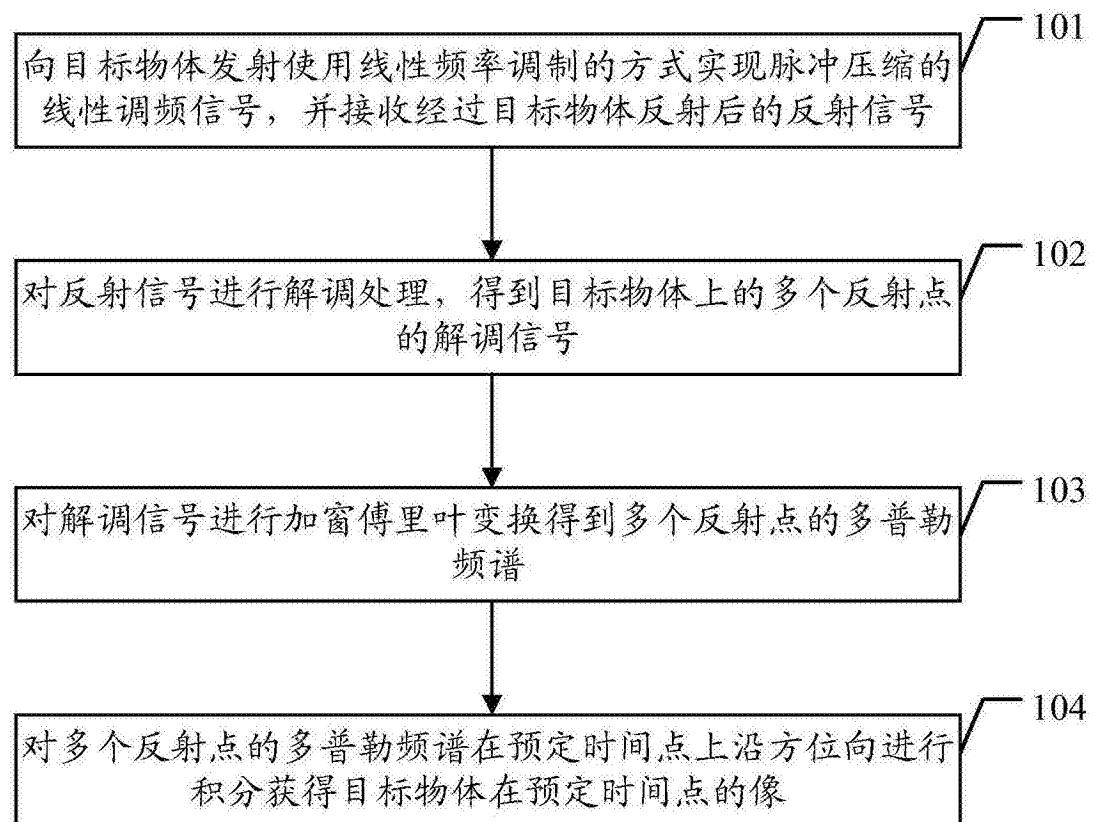


图1

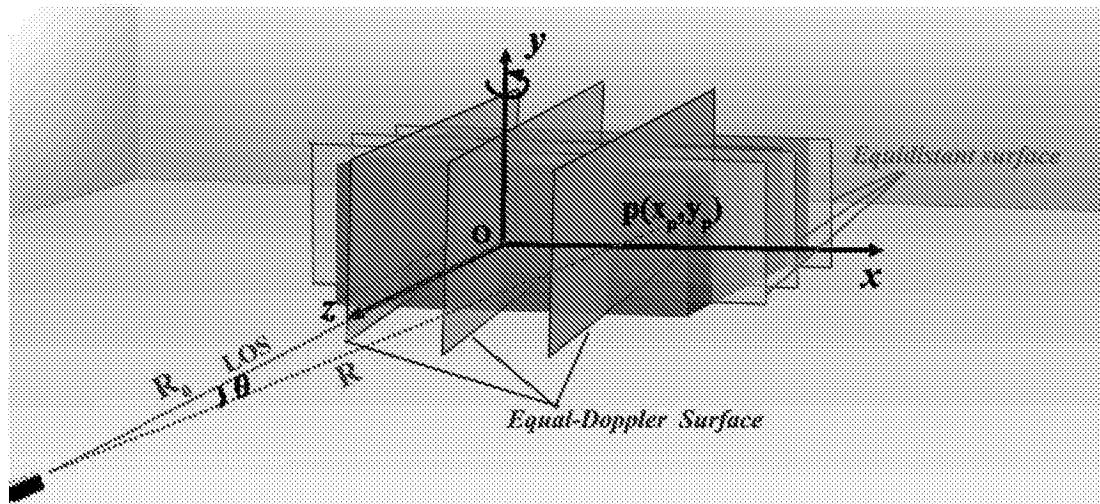


图2

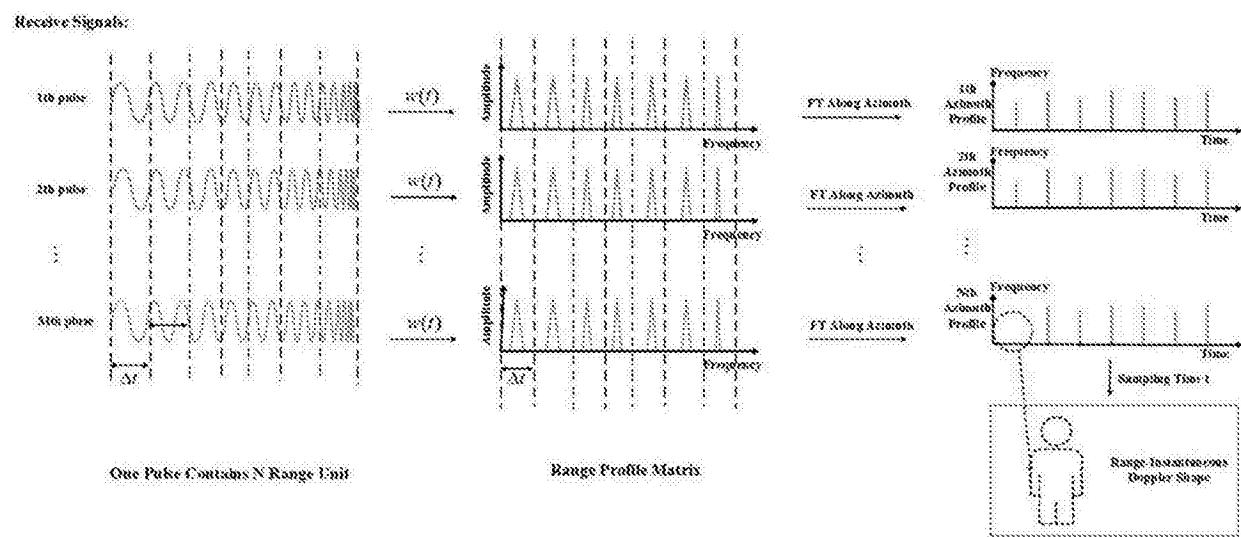


图3

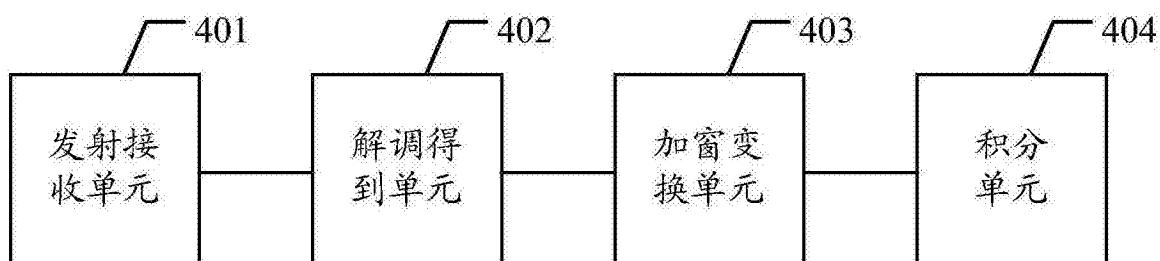


图4