



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105698708 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201610068776. 6

(22) 申请日 2016. 01. 29

(71) 申请人 四川大学

地址 610064 四川省成都市武侯区一环路南一段 24 号

(72) 发明人 刘凯 郑宏博 龙云飞 余翔

(74) 专利代理机构 成都弘毅天承知识产权代理有限公司 51230

代理人 刘东

(51) Int. Cl.

G01B 11/25(2006. 01)

G06T 17/00(2006. 01)

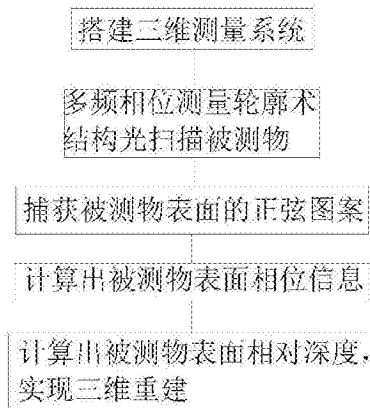
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种三维视觉重建方法

(57) 摘要

本发明涉及结构光测量技术,具体涉及一种三维视觉重建方法,包括以下步骤:搭建三维测量系统;使用多频相位测量轮廓术结构光扫描方法,通过投影机投影带相移的正弦投影图案并通过摄像机实时捕获被测物表面调制的正弦图案,根据多频相位测量轮廓术的相位展开法计算出被测物表面相位信息;利用相位图在空间上随着被测物表面深度变化的扭曲度计算出被测物表面的相对深度,根据相对深度实现了三维重建。本发明能够在因条件限制而无法进行复杂的标定、标定困难,或者仅需重建出低精准度三维坐标的图像,快速的实现三维重建,弥补的现有的三维重建方法在标定数据不足时无法重建的缺陷,可广泛用于考古领域、三维数据的可视化应用中。



1. 一种三维视觉重建方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一,搭建三维测量系统,放置被测物于摄像头能够捕捉的范围,投影机射出的光照能够覆盖需扫描的范围;

步骤二,使用多频相位测量轮廓术结构光扫描方法,通过投影机投影带相移的正弦投影图案并通过摄像机实时捕获被测物表面调制的正弦图案,根据多频相位测量轮廓术的相位展开法计算出被测物表面相位信息;

步骤三,利用相位图在空间上随着被测物表面深度变化的扭曲度计算出被测物表面的相对深度,根据相对深度实现了三维重建。

2. 根据权利要求1所述的一种三维视觉重建方法,其特征在于:所述步骤三中,被测物表面的相对深度的获取方法如下:

设C代表摄像机,摄像机捕获图片的像素坐标为 (x^c, y^c) , $\text{mean}[\phi(x^c, :)]$ 为相位图中 x^c 行的平均值, $\phi(x^c, y^c)$ 为表示捕获的正弦波图像在像素坐标 (x^c, y^c) 的相位值,被测物表面同一行的相对深度信息 $Z_1(x^c, y^c)$ 通过如下公式得到

$$Z_1(x^c, y^c) = \text{mean}[\phi(x^c, :)] - \phi(x^c, y^c),$$

设 $l(x^c)$ 是根据相位图第 y^c 列数据拟合而成的直线方程,被测物表面同一列的相对深度信息通过如下公式得到

$$Z_2(x^c, y^c) = l(x^c) - \phi(x^c, y^c),$$

设定 α_1 和 α_2 为摄像机和投影仪的相对位置的权重,被测物表面的相对深度Z通过如下公式得到

$$Z = \alpha_1 * Z_1 + \alpha_2 * Z_2.$$

一种三维视觉重建方法

技术领域

[0001] 本发明涉及结构光测量技术,具体涉及一种三维视觉重建方法。

背景技术

[0002] 结构光测量技术(Structured light illumination,SLI)由于其可靠性、准确性以及非接触性等优点,已经逐渐成了一种主要的三维测量技术。一个典型的结构光测量系统包含一个投影仪和一个摄像头,SLI算法首先要进行系统标定以获得标定信息,标定过程首先是由投影仪向一个标定被测物表面投影经过编码的结构光图案,同时由照相机实时捕获被标定被测物表面调制的结构光图案,再根据照相机捕获的图像计算出标定信息,如果标定数据是未知的,那么结构光测量系统就不可能计算出三维坐标。

[0003] 现有结构光方法在没有标定信息的条件下无法获得三维信息,而实际上,有些时候由于条件限制无法进行复杂的标定过程或者数据的丢失,都会导致标定信息不能被得到。另一方面,有些三维重建的应用中并不需要得到非常精确的三维坐标,比如在考古领域、三维数据的可视化应用中。因此,如何在没有标定数据的情况下实现三维视觉重建就成为一个有趣且有实际意义的问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种三维视觉重建方法,解决利用结构光方法三维重建的方法需要标定信息才能实现获得三维信息,导致其实用性极低的问题。

[0005] 为解决上述的技术问题,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种三维视觉重建方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤一,搭建三维测量系统,放置被测物于摄像头能够捕捉的范围,投影机射出的光照能够覆盖需扫描的范围;

[0008] 步骤二,使用多频相位测量轮廓术(PMP)结构光扫描方法,通过投影机投影带相移的正弦投影图案并通过摄像机实时捕获被测物表面调制的正弦图案,根据多频相位测量轮廓术的相位展开法计算出被测物表面相位信息;

[0009] 步骤三,利用相位图在空间上随着被测物表面深度变化的扭曲度计算出被测物表面的相对深度,根据相对深度实现了三维重建。

[0010] 进一步的,所述步骤三中,被测物表面的相对深度的获取方法如下:

[0011] 设C代表摄像机,摄像机捕获图片的像素坐标为 (x^c, y^c) , $\text{mean}[\phi(x^c, :)]$ 为相位图中 x^c 行的平均值, $\phi(x^c, y^c)$ 为表示捕获的正弦波图像在像素坐标 (x^c, y^c) 的相位值,被测物

[0012] 表面同一行的相对深度信息 $Z_1(x^c, y^c)$ 通过如下公式得到

[0013] $Z_1(x^c, y^c) = \text{mean}[\phi(x^c, :)] - \phi(x^c, y^c)$,

[0014] 设 $l(x^c)$ 是根据相位图第 y^c 列数据拟合而成的直线方程,被测物表面同一列的相对深度信息通过如下公式得到

$$[0015] \quad Z_2(x^c, y^c) = l(x^c) - \varphi(x^c, y^c),$$

[0016] 设定alpha1和alpha2为摄像机和投影仪的相对位置的权重,被测物表面的相对深度Z通过如下公式得到

$$[0017] \quad Z = \alpha_1 * Z_1 + \alpha_2 * Z_2.$$

[0018] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:能够在因条件限制而无法进行复杂的标定、标定困难,或者仅需重建出低精准度三维坐标的图像,快速的实现三维重建,弥补的现有的三维重建方法在标定数据不足时无法重建的缺陷,可广泛用于考古领域、三维数据的可视化应用中。

附图说明

[0019] 图1为本发明PMP结构光扫描图案。

[0020] 图2为本发明实验系统。

[0021] 图3为本发明PMP结构光扫描及扫描场景示意图。

[0022] 图4为本发明三维重建结果和现有的使用标定的三维重建结果对比示意图。

[0023] 图5为本发明的流程示意图。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,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。

[0025] 图5示出了本发明一种三维视觉重建方法的一个实施例:一种三维视觉重建方法,包括以下步骤:

[0026] 步骤一,搭建三维测量系统,放置被测物于摄像头能够捕捉的范围,投影机射出的光照能够覆盖需扫描的范围;

[0027] 步骤二,使用多频相位测量轮廓术(PMP)结构光扫描方法,通过投影机投影带相移的正弦投影图案并通过摄像机实时捕获被测物表面调制的正弦图案,根据多频相位测量轮廓术的相位展开法计算出被测物表面相位信息;

[0028] 步骤三,利用相位图在空间上随着被测物表面深度变化的扭曲度计算出被测物表面的相对深度,根据相对深度实现了三维重建。

[0029] 根据本发明一种三维视觉重建方法的另一个实施例,所述步骤三中,被测物表面的相对深度的获取方法如下:

[0030] 设C代表摄像机,摄像机捕获图片的像素坐标为 (x^c, y^c) , $\text{mean}[\varphi(x^c, :)]$ 为相位图中 x^c 行的平均值, $\varphi(x^c, y^c)$ 为表示捕获的正弦波图像在像素坐标 (x^c, y^c) 的相位值,被测物表面同一行的相对深度信息 $Z_1(x^c, y^c)$ 通过如下公式得到

$$[0031] \quad Z_1(x^c, y^c) = \text{mean}[\varphi(x^c, :)] - \varphi(x^c, y^c),$$

[0032] 设 $l(x^c)$ 是根据相位图第 y^c 列数据拟合而成的直线方程,被测物表面同一列的相对深度信息通过如下公式得到

$$[0033] \quad Z_2(x^c, y^c) = l(x^c) - \varphi(x^c, y^c),$$

[0034] 设定 α_1 和 α_2 为摄像机和投影仪的相对位置的权重,被测物表面的相对深度 Z 通过如下公式得到

$$[0035] \quad Z = \alpha_1 * Z_1 + \alpha_2 * Z_2。$$

[0036] 下面对一雕塑头像进行扫描并三维重建,以说明本发明的技术效果:

[0037] 1.搭建三维测量系统,包括放置标靶于摄像头能够捕捉的范围,投影机射出的光照能够覆盖扫描的范围;以一个半身雕塑像为被测物为例,采用了Procilica GC650M照相机和Acer K130型投影仪,实验测量系统如图2所示。

[0038] 2.实验过程中,我们使用了多频PMP结构光扫描方法,相位测量轮廓术(PMP)是一种成熟的结构光三维测量技术,具有很高的精度。其主要的过程是通过投影机投影带相移的正弦投影图案并通过摄像机实时捕获被测物表面调制的正弦图案,从而计算出被测物表面的三维坐标。

[0039] 实验过程中,所投影的PMP正弦图案频率分别为1、4、8和16,每个频率的正弦图案相移系数为16即总共投影了64张图案。投影机投出一组包含多次相移的正弦图案到被测物表面,投影机投出的图像 I^p 可以表示为:

$$[0040] \quad I^p(x^p, y^p) = A^p + B^p \cos\left(2\pi f - \frac{2\pi n}{N}\right)$$

[0041] 式中, (x^p, y^p) 表示投影仪坐标; A^p 和 B^p 是投影仪固定参数,为了保证图案灰度值为0-255, A^p 和 B^p 值一般取127.5; n 是相移系数 ($n=1, 2, \dots, N$), N 为总的相位移动次数; f 是投影正弦图案的空间频率。图1所示为频率为1,相移数为3时的PMP图案。

[0042] 3.在投影机投影正弦图案的同时,摄像机同步捕捉被测物表面调制的正弦图像,并对捕获的图像进行计算得到相位 ϕ ,设 $I^c(x^c, y^c)$ 为摄像机捕获图片坐标 (x^c, y^c) 处的像素值,则,像素坐标 (x^c, y^c) 的相位值通过如下公式获得:

$$[0043] \quad \phi(x^c, y^c) = \arctan \left[\frac{\sum_{n=1}^N I^c(x^c, y^c) \sin\left(\frac{2\pi n}{N}\right)}{\sum_{n=1}^N I^c(x^c, y^c) \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)} \right]$$

[0044] 图3中(a)所示为一张PMP扫描场景图。接着根据多频PMP相位展开法计算出被测物表面相位信息。图3中(b)是通过多频PMP算法计算出的相位图,相位信息数据已归一化至0到255之间。

[0045] 4.根据公式,

$$[0046] \quad Z_1(x^c, y^c) = \text{mean}[\phi(x^c, :)] - \phi(x^c, y^c)$$

$$[0047] \quad Z_2(x^c, y^c) = I(x^c) - \phi(x^c, y^c)$$

[0048] 并且 α_1 和 α_2 分别取2/3和1/3,由公式

$$[0049] \quad Z = \alpha_1 * Z_1 + \alpha_2 * Z_2$$

[0050] 得到的公式

$$[0051] \quad Z(x^c, y^c) = \frac{2}{3} Z_1(x^c, y^c) + \frac{1}{3} Z_2(x^c, y^c)$$

[0052] 计算出相对深度图如图4(b)所示。图4为用本文方法进行三维视觉重建的结果和

使用PMP算法进行三维重建结果的比较,具体为(a)、(c)、(e)为现有的PMP三维重建过程和重建结果,(b)、(d)、(f)为本发明无需标定的三维重建过程和重建结果。其中用PMP方法重建的深度数据与用本文方法重建出的相对深度数据均已归一化至0到255之间。

[0053] 尽管这里参照本发明的多个解释性实施例对本发明进行了描述,但是,应该理解,本领域技术人员可以设计出很多其他的修改和实施方式,这些修改和实施方式将落在本申请公开的原则范围和精神之内。更具体地说,在本申请公开、附图和权利要求的范围内,可以对主题组合布局的组成部件和/或布局进行多种变型和改进。除了对组成部件和/或布局进行的变形和改进外,对于本领域技术人员来说,其他的用途也将是明显的。

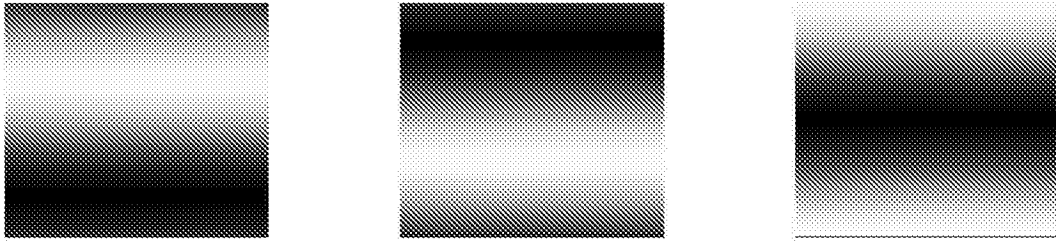


图1

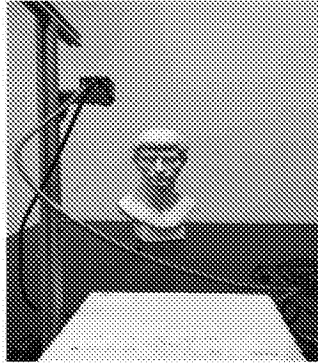


图2



图3

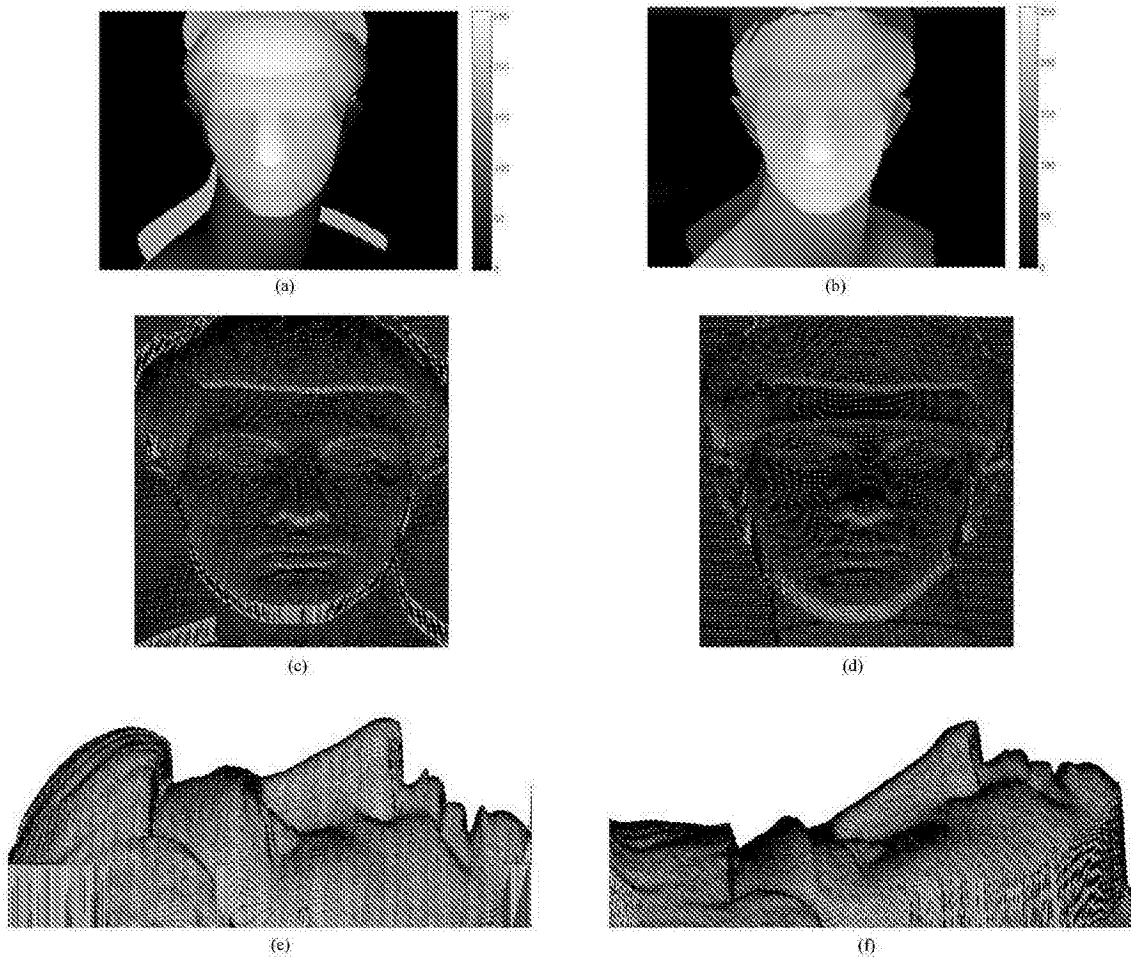


图4

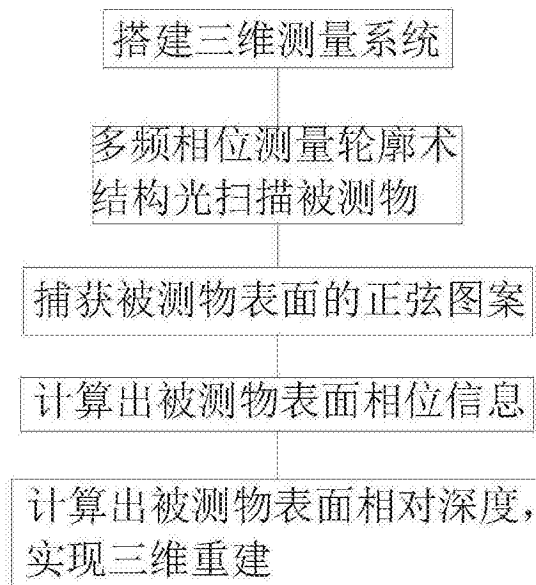


图5