



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108600582 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(21)申请号 201810244067.8

(22)申请日 2018.03.23

(71)申请人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学
府路52号

(72)发明人 范剑英 马明阳 刘力源

(51)Int.Cl.

H04N 5/225(2006.01)

H04N 13/207(2018.01)

H04N 5/235(2006.01)

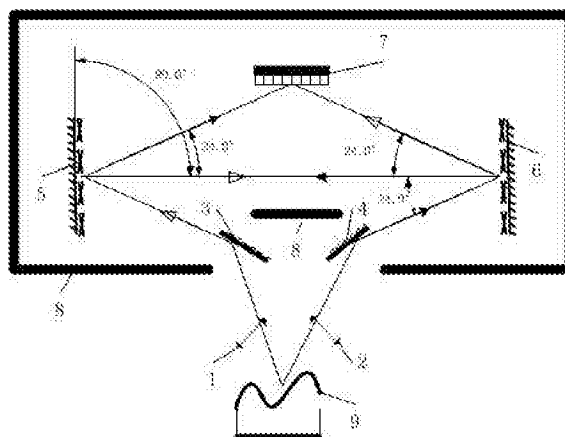
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

基于数字微镜器件的三维成像装置

(57)摘要

本发明公开了一种基于数字微镜器件的三维成像装置,属于立体视觉成像领域。所述的基于数字微镜器件的三维成像装置解决了二维成像的不足,极大地丰富了人们的感知,本发明通过对第一数字微镜器件和第二数字微镜器件的微镜片的翻转调控,实现了从不同方向对同一物体图像信息的采集,适用于静态目标物的三维成像。与现有技术相比,本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置仅使用一个CCD图像传感器,结构紧凑,成本较低。



1. 一种基于数字微镜器件的三维成像装置,其特征在于,包括第一物镜(1)、第二物镜(2)、第一反射镜(3)、第二反射镜(4)、第一数字微镜器件(5)、第二数字微镜器件(6)、CCD图像传感器(7)和壳体(8);

调制数字微镜器件:以第一数字微镜器件(5)的微镜片为 $+12^{\circ}$ 偏角的偏转状态为开状态;以第一数字微镜器件(5)的微镜片为 -12° 偏角的偏转状态为关状态;同理,以第二数字微镜器件(6)的微镜片为 $+12^{\circ}$ 偏角的偏转状态为开状态;以第二数字微镜器件(6)的微镜片为 -12° 偏角的偏转状态为关状态;

当第一数字微镜器件(5)处于开状态时第二数字微镜器件(6)也处于开状态,当第二数字微镜器件(6)处于关状态时第一数字微镜器件(5)也处于关状态。

2. 根据权利要求1所述基于数字微镜器件的三维成像装置,其特征在于,所述的第一物镜(1)和第二物镜(2)型号相同,相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称;所述的第一反射镜(3)与第二反射镜(4)型号相同,相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称;所述的第一数字微镜器件(5)的基面与CCD图像传感器(7)所在面成 90° 夹角;所述的第二数字微镜器件(6)的基面与CCD图像传感器(7)所在面成 90° 夹角;所述的第一数字微镜器件(5)与第二数字微镜器件(6)相向安置,且相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称。

3. 一种基于基于数字微镜器件的三维成像装置,其特征在于,采用如权利要求1所述基于数字微镜器件的三维成像装置进行立体成像,包括以下步骤:

步骤一、图像采集:

固定第一反射镜(3)、第二反射镜(4)、第一数字微镜器件(5)、第二数字微镜器件(6)与CCD图像传感器(7)的位置,且使得第一数字微镜器件(5)与第二数字微镜器件(6)上的每个微镜元对应于CCD图像传感器上的每个像素;

图像采集分为周期T进行,每周周期T包括 t_1 时间段和 t_2 时间段两个时间阶段,并且 t_1 时间和 t_2 时间是交替曝光时间;

第一时间阶段 t_1 包括:第一数字微镜器件(5)与第二数字微镜器件(6)同时处于开状态,所述的第一物镜(1)以自水平方向逆时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第一反射镜(3),所述第一反射镜(3)再将来自第一物镜(1)的成像光线反射给所述的第一数字微镜器件(5),所述的第一数字微镜器件(5)再将来自第一反射镜(3)的成像光线以平行光线反射给第二数字微镜器件(6),所述的第二数字微镜器件(6)将来自第一数字微镜器件(5)的成像光线以自水平方向顺时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器(7)的感光面上, t_1 时间阶段完成感光成像;当 t_1 时间段进行完即开始进行 t_2 时间段,第二时间阶段 t_2 包括:第一数字微镜器件(5)与第二数字微镜器件(6)同时处于关状态,所述的第二物镜(2)以自水平方向顺时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第二反射镜(4),所述第二反射镜(4)再将来自第二物镜(2)的成像光线反射给所述的第二数字微镜器件(6),第二数字微镜器件(6)再将来自第二反射镜(4)的成像光线以平行光线反射给第一数字微镜器件(5),所述的第一数字微镜器件(5)将来自第二数字微镜器件(6)的成像光线以自水平方向逆时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器(7)的感光面上, t_2 时间阶段完成感光成像;通过 t_1 时间段和 t_2 时间段CCD图像传感器(7)的感光面对图像信息的采集,每周周期T可以得到两帧数据, t_1 时间采集的数据信息为 I_1 , t_2 时间采集的数据信息为 I_2 ,其中,这两帧数据包含自所述第

一物镜(1)和所述第二物镜(2)从不同角度对目标物所采集的两幅图像信息;所述的壳体(8)用于固定光学元件,并对光路进行密封以避免外界干扰光进入;

步骤二、坐标计算:

本发明基于数字微镜器件的三维成像装置的几何光学模型相当于两个虚拟相机同时从所述第一物镜和所述第二物镜向目标物成像;

定义点P是目标物上任意一点;定义从所述第一物镜向目标物成像的第一虚拟相机的相机坐标系为 $O_{C1}X_{C1}Y_{C1}Z_{C1}$;定义从所述第二物镜向目标物成像的第二虚拟相机的相机坐标系为 $O_{C2}X_{C2}Y_{C2}Z_{C2}$;定义所述第一物镜对目标物所成 I_1 的图像坐标系为 $O_1X_1Y_1$,定义所述第二物镜对目标物所成 I_2 的图像坐标系为 $O_2X_2Y_2$;定义两虚拟相机之间的距离,即基准距为B;

定义世界坐标系为 $O_WX_WY_WZ_W$,世界坐标系与相机坐标系的变换属于刚体变换,第一虚拟相机坐标系的 X_{C1} 轴、第二虚拟相机坐标系的 X_{C2} 轴和世界坐标系的 X_W 轴同向,第一虚拟相机坐标系的 Y_{C1} 轴和 Z_{C1} 轴方向是世界坐标系的 Y_W 轴和 Z_W 轴以 X_W 为轴旋转 -45° 所得,第二虚拟相机坐标系的 Y_{C2} 轴和 Z_{C2} 轴方向是世界坐标系的 Y_W 轴和 Z_W 轴以 X_W 为轴旋转 45° 所得;P点在世界坐标系的坐标 (x_W, y_W, z_W) 与在第一虚拟相机的相机坐标系坐标之间关系为:

$$\begin{bmatrix} x_{C1} \\ y_{C1} \\ z_{C1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-45^\circ) & \sin(-45^\circ) & 0 \\ 0 & -\sin(-45^\circ) & \cos(-45^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_W \\ y_W \\ z_W \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

P点在世界坐标系的坐标 (x_W, y_W, z_W) 与在第二虚拟相机的相机坐标系坐标之间关系为:

$$\begin{bmatrix} x_{C2} \\ y_{C2} \\ z_{C2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & B \\ 0 & \cos(45^\circ) & \sin(45^\circ) & 0 \\ 0 & -\sin(45^\circ) & \cos(45^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_W \\ y_W \\ z_W \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

目标物上任意一点P,在 I_1 的图像坐标为 (x_1, y_1) ,在 I_2 的图像坐标为 (x_2, y_2) ,在第一虚拟相机的相机坐标系坐标为 (x_{C1}, y_{C1}, z_{C1}) ,在第二虚拟相机的相机坐标系坐标为 (x_{C2}, y_{C2}, z_{C2}) ;根据相机成像原理,P点在第一虚拟相机的相机坐标系坐标与在 I_1 的图像坐标之间关系为:

$$\begin{cases} \frac{x_1}{f} = \frac{x_{C1}}{z_{C1}} \\ \frac{y_1}{f} = \frac{y_{C1}}{z_{C1}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{C1}f = x_1z_{C1} \\ y_{C1}f = y_1z_{C1} \end{cases} \quad (3)$$

P点在第二虚拟相机的相机坐标系坐标与在 I_2 的图像坐标之间关系为:

$$\begin{cases} \frac{x_2}{f} = \frac{x_{C2}}{z_{C2}} \\ \frac{y_2}{f} = \frac{y_{C2}}{z_{C2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{C2}f = x_2z_{C2} \\ y_{C2}f = y_2z_{C2} \end{cases} \quad (4)$$

将(3)和(4)改写成矩阵形式表示:

$$z_c \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

由式(1)、(2)可得： $z_c = 0.707y_w + 0.707z_w$

式(3)、(4)、(5)中的f为第一物镜和第二物镜的焦距；

整合公式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)，得到下面关系矩阵：

$$z_c \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & B \\ 0 & \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ 0 & -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

公式(6)中，f、B为已知，但计算I₁的图像坐标(x₁, y₁)时B为0；通过最终的转换关系来看，对于任意三维中的坐标点，的确都可以在图像中找到一个对应点；如此根据求得目标物坐标点与世界坐标系坐标关系，便能实现了目标物的三维成像。

基于数字微镜器件的三维成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学三维成像装置,属于立体视觉成像领域。

背景技术

[0002] 图像信息的采集和三维显示技术逐渐成为人们获取信息的重要手段,图像采集及显示技术极大的拓展了人类的视野,丰富了人们的感知。立体成像在人们的生活中所担当的作用越来越重要,图像采集与三维显示技术,重现了三维场景,使人们的信息交流更加真实直观,因此具有重要意义。一般三维成像装置使用多个CCD,成本较高。随着科学技术的发展,三维成像技术在各领域中,应用越来越广泛,数字微镜器件(简称DMD)在光学领域承担着越来越重要的作用。

发明内容

[0003] 本发明提供一种基于数字微镜器件的三维成像装置,用以解决上述双相机立体成像技术所存在的问题。

[0004] 本发明基于数字微镜器件的三维成像装置,包括:第一物镜、第二物镜、第一反射镜、第二反射镜、第一数字微镜器件、第二数字微镜器件、CCD图像传感器和壳体;所述的第一物镜和第二物镜型号相同,相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称;所述的第一反射镜与第二反射镜型号相同,相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称;所述的第一数字微镜器件与第二数字微镜器件分别放置在CCD图像传感器下方;所述的第一数字微镜器件的基面与CCD图像传感器所在面成 90° 夹角;所述的第二数字微镜器件的基面与CCD图像传感器所在面成 90° 夹角;所述的第一数字微镜器件与第二数字微镜器件相向安置,且相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称。

[0005] 调制数字微镜器件:以第一数字微镜器件的微镜片为 $+12^\circ$ 偏角的偏转状态为开状态;以第一数字微镜器件的微镜片为 -12° 偏角的偏转状态为关状态;同理,以第二数字微镜器件的微镜片为 $+12^\circ$ 偏角的偏转状态为开状态;以第二数字微镜器件的微镜片为 -12° 偏角的偏转状态为关状态。

[0006] 当第一数字微镜器件处于开状态时第二数字微镜器件也处于开状态,当第二数字微镜器件处于关状态时第一数字微镜器件也处于关状态。

[0007] 本发明提出的一种基于数字微镜器件的三维成像方法,是利用上述基于数字微镜器件的三维成像装置,并按照以下步骤:

[0008] 步骤一、图像采集:

[0009] 固定第一反射镜、第二反射镜、第一数字微镜器件、第二数字微镜器件与CCD图像传感器的位置,且使得第一数字微镜器件与第二数字微镜器件上的每个微镜元对应于CCD图像传感器上的每个像素。

[0010] 图像采集分为周期T进行,每周期T包括 t_1 时间段和 t_2 时间段两个时间阶段,并且 t_1 时间和 t_2 时间是交替曝光时间。

[0011] 第一时间阶段 t_1 包括：第一数字微镜器件与第二数字微镜器件同时处于开状态，所述的第一物镜以自水平方向逆时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第一反射镜，所述第一反射镜再将来自第一物镜的成像光线反射给所述的第一数字微镜器件，所述的第一数字微镜器件再将来自第一反射镜的成像光线以平行光线反射给第二数字微镜器件，所述第二数字微镜器件将来自第一数字微镜器件的成像光线以自水平方向顺时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器的感光面上， t_1 时间阶段完成感光成像；当 t_1 时间段进行完即开始进行 t_2 时间段，第二时间阶段 t_2 包括：第一数字微镜器件与第二数字微镜器件同时处于关状态，所述的第二物镜以自水平方向顺时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第二反射镜，所述第二反射镜再将来自第二物镜的成像光线反射给所述的第二数字微镜器件，第二数字微镜器件再将来自第二反射镜的成像光线以平行光线反射给第一数字微镜器件，所述的第一数字微镜器件将来自第二数字微镜器件的成像光线以自水平方向逆时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器的感光面上， t_2 时间阶段完成感光成像；通过 t_1 时间段和 t_2 时间段CCD图像传感器的感光面对图像信息的采集，每周期 T 可以得到两帧数据， t_1 时间采集的数据信息为 I_1 ， t_2 时间采集的数据信息为 I_2 ，其中，这两帧数据包含自所述第一物镜和所述第二物镜从不同角度对目标物所采集的两幅图像信息。所述的壳体用于固定光学元件，并对光路进行密封以避免外界干扰光进入。

[0012] 步骤二、坐标计算：

[0013] 本发明基于数字微镜器件的三维成像装置的几何光学模型相当于两个虚拟相机同时从所述第一物镜和所述第二物镜向目标物成像。

[0014] 定义点 P 是目标物上任意一点；定义从所述第一物镜向目标物成像的第一虚拟相机的相机坐标系为 $O_{C1}X_{C1}Y_{C1}Z_{C1}$ ；定义从所述第二物镜向目标物成像的第二虚拟相机的相机坐标系为 $O_{C2}X_{C2}Y_{C2}Z_{C2}$ ；定义所述第一物镜对目标物所成 I_1 的图像坐标系为 $O_1X_1Y_1$ ，定义所述第二物镜对目标物所成 I_2 的图像坐标系为 $O_2X_2Y_2$ ；定义两虚拟相机之间的距离，即基准距为 B 。

[0015] 定义世界坐标系为 $O_WX_WY_WZ_W$ ，世界坐标系与相机坐标系的变换属于刚体变换，第一虚拟相机坐标系的 X_{C1} 轴、第二虚拟相机坐标系的 X_{C2} 轴和世界坐标系的 X_W 轴同向，第一虚拟相机坐标系的 Y_{C1} 轴和 Z_{C1} 轴方向是世界坐标系的 Y_W 轴和 Z_W 轴以 X_W 为轴旋转 -45° 所得，第二虚拟相机坐标系的 Y_{C2} 轴和 Z_{C2} 轴方向是世界坐标系的 Y_W 轴和 Z_W 轴以 X_W 为轴旋转 45° 所得； P 点在世界坐标系的坐标 (x_w, y_w, z_w) 与在第一虚拟相机的相机坐标系坐标之间关系为：

$$[0016] \begin{bmatrix} x_{C1} \\ y_{C1} \\ z_{C1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-45^\circ) & \sin(-45^\circ) & 0 \\ 0 & -\sin(-45^\circ) & \cos(-45^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0017] P 点在世界坐标系的坐标 (x_w, y_w, z_w) 与在第二虚拟相机的相机坐标系坐标之间关系为：

$$[0018] \quad \begin{bmatrix} x_{c2} \\ y_{c2} \\ z_{c2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & B \\ 0 & \cos(45^\circ) & \sin(45^\circ) & 0 \\ 0 & -\sin(45^\circ) & \cos(45^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0019] 目标物上任意一点P,在I₁的图像坐标为(x₁,y₁),在I₂的图像坐标为(x₂,y₂),在第一虚拟相机的相机坐标系坐标为(x_{c1},y_{c1},z_{c1}),在第二虚拟相机的相机坐标系坐标为(x_{c2},y_{c2},z_{c2});根据相机成像原理,P点在第一虚拟相机的相机坐标系坐标与在I₁的图像坐标之间关系为:

$$[0020] \quad \begin{cases} \frac{x_1}{f} = \frac{x_{c1}}{z_{c1}} \\ \frac{y_1}{f} = \frac{y_{c1}}{z_{c1}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{c1}f = x_1z_{c1} \\ y_{c1}f = y_1z_{c1} \end{cases} \quad (3)$$

[0021] P点在第二虚拟相机的相机坐标系坐标与在I₂的图像坐标之间关系为:

$$[0022] \quad \begin{cases} \frac{x_2}{f} = \frac{x_{c2}}{z_{c2}} \\ \frac{y_2}{f} = \frac{y_{c2}}{z_{c2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{c2}f = x_2z_{c2} \\ y_{c2}f = y_2z_{c2} \end{cases} \quad (4)$$

[0023] 将(3)和(4)改写成矩阵形式表示:

$$[0024] \quad z_c \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0025] 由式(1)、(2)可得:z_c=0.707y_w+0.707z_w

[0026] 式(3)、(4)、(5)中的f为第一物镜和第二物镜的焦距。

[0027] 整合公式(1)、(2)、(3)、(4)、(5),得到下面关系矩阵:

$$[0028] \quad z_c \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & B \\ 0 & \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ 0 & -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0029] 公式(6)中,f、B为已知,但计算I₁的图像坐标(x₁,y₁)时B为0;通过最终的转换关系来看,对于任意三维中的坐标点,的确都可以在图像中找到一个对应点。如此根据求得目标物坐标点与世界坐标系坐标关系,便能确定实现了目标物的三维成像。

[0030] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0031] 本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置,通过第一数字微镜器件和第二数字微镜器件的二维微镜元阵列状态切换,实现了从不同方向对目标物的三维成像。与现有技术相比,本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置仅使用一个CCD图像传感器,结构紧凑,成本较低。本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置从不同方向同一目标物采集的图像信息,适用于静态目标物的三维成像。

附图说明

[0032] 图1为本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置结构图；

[0033] 图2为本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置图像采集周期图；

[0034] 图3为本发明提供的基于数字微镜器件的三维成像装置几何光学模型图；

[0035] 图中：1-第一物镜，2-第二物镜，3-第一反射镜，4-第二反射镜，5-第一数字微镜器件，6-第二数字微镜器件，7-CCD图像传感器，8-壳体，9-目标物。

具体实施方式

[0036] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步详细地描述。

[0037] 如图1所示，本发明基于数字微镜器件的三维成像装置，包括，第一物镜1、第二物镜2、第一反射镜3、第二反射镜4、第一数字微镜器件5、第二数字微镜器件6、CCD图像传感器7和壳体8；所述的第一物镜1和第二物镜2型号相同，相对于基于数字微镜器件的三维成像装置成中心轴对称；所述第一反射镜3自水平方向顺时针旋转 34.5° 固定，所述第二反射镜4自水平方向逆时针旋转 34.5° 固定，所述的第一反射镜3与第二反射镜4型号相同，相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称，所述的第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6分别放置在CCD图像传感器7下方；第一数字微镜器件5的基面与CCD图像传感器7所在面成 90° 夹角；第二数字微镜器件6的基面与CCD图像传感器7所在面成 90° 夹角；所述的第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6相向安置，且相对于基于数字微镜器件的三维成像装置中心轴对称。

[0038] 调制数字微镜器件：以第一数字微镜器件5的微镜片为 $+12^\circ$ 偏角的偏转状态为开状态；以第一数字微镜器件5的微镜片为 -12° 偏角的偏转状态为关状态；同理，以第二数字微镜器件6的微镜片为 $+12^\circ$ 偏角的偏转状态为开状态；以第二数字微镜器件6的微镜片为 -12° 偏角的偏转状态为关状态。

[0039] 当第一数字微镜器件5处于开状态时第二数字微镜器件6也处于开状态，当第二数字微镜器件6处于关状态时第一数字微镜器件5也处于关状态。

[0040] 本发明提出的一种基于数字微镜器件的三维成像方法，是利用上述基于数字微镜器件的三维成像装置，并按照以下步骤：

[0041] 步骤一、图像采集：

[0042] 固定第一反射镜3、第二反射镜4、第一数字微镜器件5、第二数字微镜器件6与CCD图像传感器7的位置，使其如图1所述位置，且使得第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6上的每个微镜元对应于CCD图像传感器7上的每个像素。

[0043] 图像采集分为周期T进行，每周期T包括 t_1 时间段和 t_2 时间段两个时间阶段，并且 t_1 时间和 t_2 时间是交替曝光时间。

[0044] 第一时间阶段 t_1 包括：第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6同时处于开状态，所述的第一物镜1以自水平方向逆时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第一反射镜3，所述第一反射镜3再将来自第一物镜1的成像光线反射给所述的第一数字微镜器件5，所述的第一数字微镜器件5再将来自第一反射镜3的成像光线以平行光线反射给第二数字微镜器件6，所述的第二数字微镜器件6将来自第一数字微镜器件5的成像光线以自水

平方向顺时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器7的感光面上, t_1 时间阶段完成感光成像;当 t_1 时间段进行完即开始进行 t_2 时间段,第二时间阶段 t_2 包括:第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6同时处于关状态,所述的第二物镜2以自水平方向顺时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第二反射镜4,所述第二反射镜4再将来自第二物镜2的成像光线反射给所述的第二数字微镜器件6,第二数字微镜器件6再将来自第二反射镜4的成像光线以平行光线反射给第一数字微镜器件5,所述的第一数字微镜器件5将来自第二数字微镜器件6的成像光线以自水平方向逆时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器7的感光面上, t_2 时间阶段完成感光成像;通过 t_1 时间段和 t_2 时间段CCD图像传感器7的感光面对图像信息的采集,每周周期T可以得到两帧数据, t_1 时间采集的数据信息为 I_1 , t_2 时间采集的数据信息为 I_2 ,其中,这两帧数据包含自所述第一物镜1和所述第二物镜2从不同角度对目标物9所采集的两幅图像信息。所述的壳体8用于固定光学元件,并对光路进行密封以避免外界干扰光进入。

[0045] 步骤二、坐标计算:

[0046] 本发明基于数字微镜器件的三维成像装置的几何光学模型相当于两个虚拟相机分别从所述第一物镜1和所述第二物镜2向目标物成像。

[0047] 定义从所述第一物镜1向目标物9成像的第一虚拟相机的相机坐标系为 $O_{C1}X_{C1}Y_{C1}Z_{C1}$,定义从所述第二物镜2向目标物9成像的第二虚拟相机的相机坐标系为 $O_{C2}X_{C2}Y_{C2}Z_{C2}$;定义所述第一物镜1对目标物9所成 I_1 的图像坐标系为 $O_1X_1Y_1$,定义所述第二物镜2对目标物9所成 I_2 的图像坐标系为 $O_2X_2Y_2$;定义两虚拟相机之间的距离,即基准距为B。

[0048] 定义世界坐标系为 $O_WX_WY_WZ_W$,世界坐标系与相机坐标系的变换属于刚体变换,第一虚拟相机坐标系的 X_{C1} 轴、第二虚拟相机坐标系的 X_{C2} 轴和世界坐标系的 X_W 轴同向,第一虚拟相机坐标系的 Y_{C1} 轴和 Z_{C1} 轴方向是世界坐标系的 Y_W 轴和 Z_W 轴以 X_W 为轴旋转 -45° 所得,第二虚拟相机坐标系的 Y_{C2} 轴和 Z_{C2} 轴方向是世界坐标系的 Y_W 轴和 Z_W 轴以 X_W 为轴旋转 45° 所得;P点在世界坐标系的坐标 (x_w, y_w, z_w) 与在第一虚拟相机的相机坐标系坐标之间关系为:

$$[0049] \quad \begin{bmatrix} x_{C1} \\ y_{C1} \\ z_{C1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-45^\circ) & \sin(-45^\circ) & 0 \\ 0 & -\sin(-45^\circ) & \cos(-45^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0050] P点在世界坐标系的坐标 (x_w, y_w, z_w) 与在第二虚拟相机的相机坐标系坐标之间关系为:

$$[0051] \quad \begin{bmatrix} x_{C2} \\ y_{C2} \\ z_{C2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & B \\ 0 & \cos(45^\circ) & \sin(45^\circ) & 0 \\ 0 & -\sin(45^\circ) & \cos(45^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0052] 目标物上任意一点P,在 I_1 的图像坐标为 (x_1, y_1) ,在 I_2 的图像坐标为 (x_2, y_2) ,在第一虚拟相机的相机坐标系坐标为 (x_{C1}, y_{C1}, z_{C1}) ,在第二虚拟相机的相机坐标系坐标为 (x_{C2}, y_{C2}, z_{C2}) ;根据相机成像原理,P点在第一虚拟相机的相机坐标系坐标与在 I_1 的图像坐标之间关系为:

$$[0053] \quad \begin{cases} \frac{x_1}{f} = \frac{x_{c1}}{z_{c1}} \\ \frac{y_1}{f} = \frac{y_{c1}}{z_{c1}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{c1}f = x_1z_{c1} \\ y_{c1}f = y_1z_{c1} \end{cases} \quad (3)$$

[0054] P点在第二虚拟相机的相机坐标系坐标与在I₂的图像坐标之间关系为:

$$[0055] \quad \begin{cases} \frac{x_2}{f} = \frac{x_{c2}}{z_{c2}} \\ \frac{y_2}{f} = \frac{y_{c2}}{z_{c2}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{c2}f = x_2z_{c2} \\ y_{c2}f = y_2z_{c2} \end{cases} \quad (4)$$

[0056] 将(3)和(4)改写成矩阵形式表示:

$$[0057] \quad z_c \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0058] 由式(1)、(2)可得: $z_c = 0.707y_w + 0.707z_w$

[0059] 式(3)、(4)、(5)中的f为第一物镜和第二物镜的焦距。

[0060] 整合公式(1)、(2)、(3)、(4)、(5),得到下面关系矩阵:

$$[0061] \quad z_c \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & B \\ 0 & \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ 0 & -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0062] 公式(6)中,f、B、 θ 为已知,但计算I₁的图像坐标(x_1, y_1)时B为0, θ 为 -45° ,计算I₂的图像坐标(x_2, y_2)时 θ 为 45° ;通过最终的转换关系来看,对于任意三维中的坐标点,的确都可以在图像中找到一个对应点。如此根据求得目标物坐标点与世界坐标系坐标关系,便能实现了目标物的三维成像。

[0063] 实施例:

[0064] 下面举例进一步对本发明做详细说明:

[0065] 选取CCD图像传感器7的分辨率为 1920×1080 ,即CCD二维像元阵列为 1920×1080 ,传感器尺寸为1/2英寸,第一数字微镜器件5和第二数字微镜器件6的二维微镜元阵列都为 1920×1080 ;选取第一物镜1和第二物镜2的焦距 $f = 8\text{mm}$;基准距为 $b = 20\text{cm}$ 。

[0066] 固定第一反射镜3、第二反射镜4、第一数字微镜器件5、第二数字微镜器件6与CCD图像传感器7的位置,使其如图1所述位置,且使得第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6上的每个微镜元对应于CCD图像传感器上7的每个像素。

[0067] 图像采集分为周期T进行,每周期T包括 t_1 时间段和 t_2 时间段两个时间阶段,并且 t_1 时间和 t_2 时间是交替曝光时间。

[0068] 将目标物9放置在第一物镜1和第二物镜2的公共视场范围内;第一时间阶段 t_1 包括:第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6同时处于开状态,所述的第一物镜1以自水平方向逆时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第一反射镜3,所述第一反射镜3再

将来自第一物镜1的成像光线反射给所述的第一数字微镜器件5,所述的第一数字微镜器件5再将来自第一反射镜3的成像光线以平行光线反射给第二数字微镜器件6,所述的第二数字微镜器件6将来自第一数字微镜器件5的成像光线以自水平方向顺时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器7的感光面上, t_1 时间阶段完成感光成像;当 t_1 时间段进行完即开始进行 t_2 时间段,第二时间阶段 t_2 包括:第一数字微镜器件5与第二数字微镜器件6同时处于关状态,所述的第二物镜2以自水平方向顺时针旋转 45° 倾角将目标物成像光线投射给所述第二反射镜4,所述第二反射镜4再将来自第二物镜2的成像光线反射给所述的第二数字微镜器件6,第二数字微镜器件6再将来自第二反射镜4的成像光线以平行光线反射给第一数字微镜器件5,所述的第一数字微镜器件5将来自第二数字微镜器件6的成像光线以自水平方向逆时针旋转 24° 倾角反射到CCD图像传感器7的感光面上, t_2 时间阶段完成感光成像;通过 t_1 时间段和 t_2 时间段CCD图像传感器7的感光面对图像信息的采集,每周期T可以得到两帧数据, t_1 时间采集的数据信息为 I_1 , t_2 时间采集的数据信息为 I_2 ,其中,这两帧数据包含自所述第一物镜1和所述第二物镜2从不同角度对目标物9所采集的两幅图像信息。所述的壳体8用于固定光学元件,并对光路进行密封以避免外界干扰光进入。

[0069] 本发明基于数字微镜器件的三维成像装置对成像范围内的工件世界坐标任意一点确定时,都有所对应的图像坐标点,根据上述公式(6),计算得到点 (x, y) 的坐标为:

$$[0070] \quad (0.707y_W + 0.707z_W) \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & \cos(45) & \sin(45) & 0 \\ 0 & -\sin(45) & \cos(45) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_W \\ y_W \\ z_W \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0071] 如此关系,便可实现工件的立体成像。

[0072] 本发明中,CCD像元与数字微镜器件的微镜元配准方法,均属于本领域内公知常识,本领域内的技术人员可根据要求再现,在此不再赘述。

[0073] 尽管上面结合图对本发明进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨的情况下,还可以作出很多变形,这些均属于本发明的保护之内。

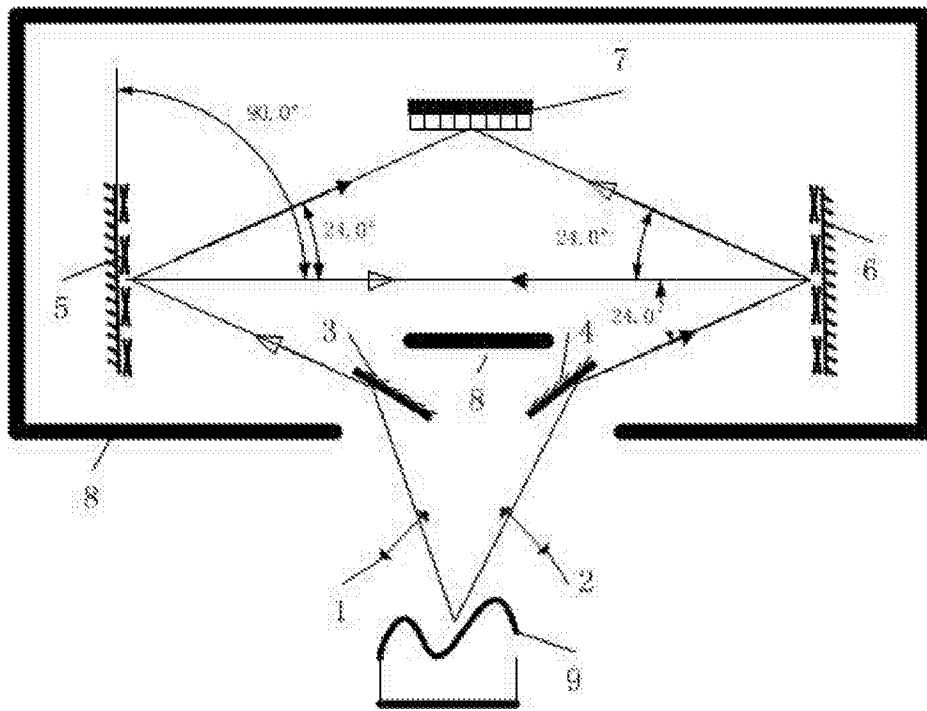


图1

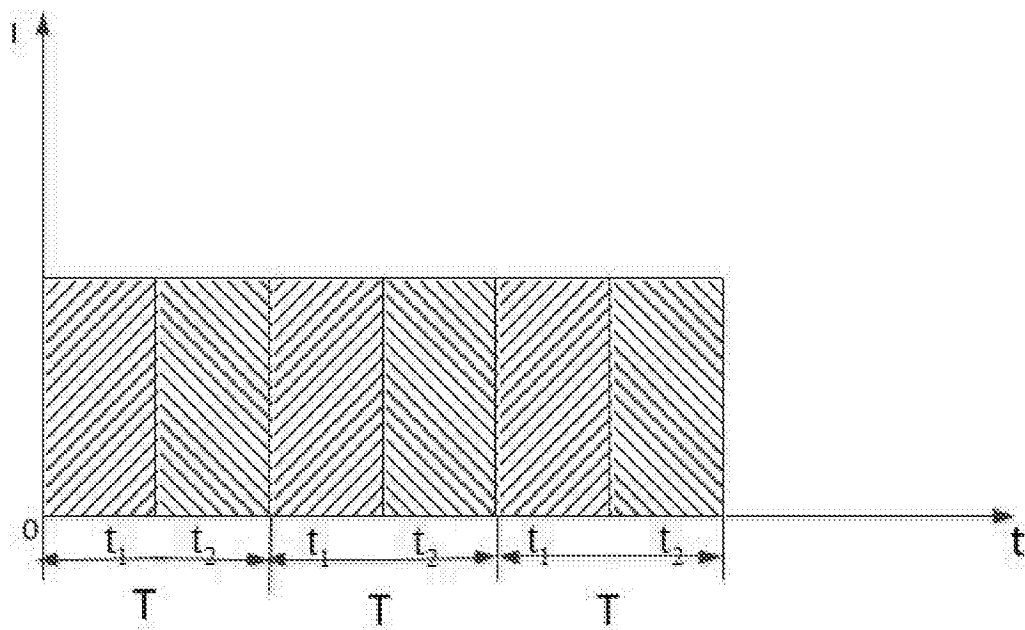


图2

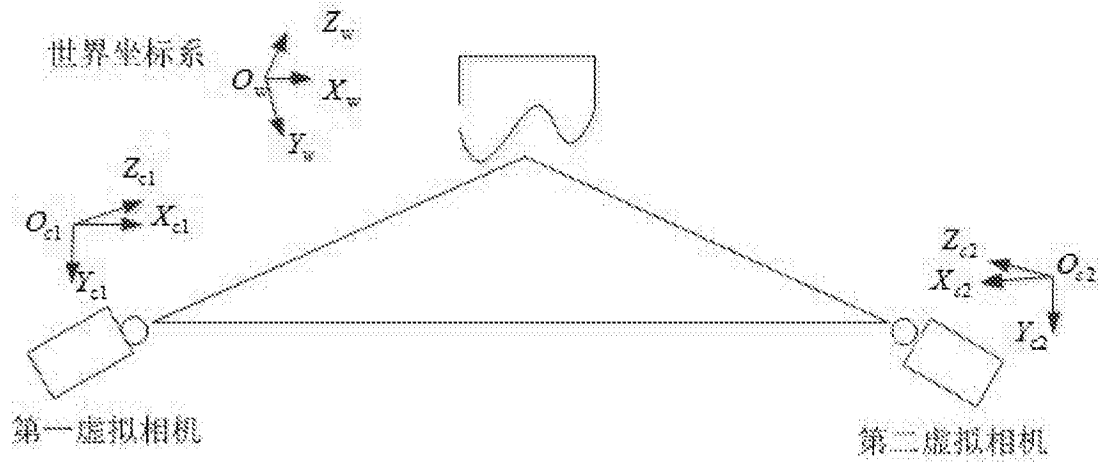


图3