



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104760812 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201510087650. 9

(22) 申请日 2015. 02. 26

(71) 申请人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市大学路 8 号

(72) 发明人 曾曙光 吴磊 黎涛 陶雄

叶剑飞

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

代理人 黎泽洲

(51) Int. Cl.

B65G 43/00(2006. 01)

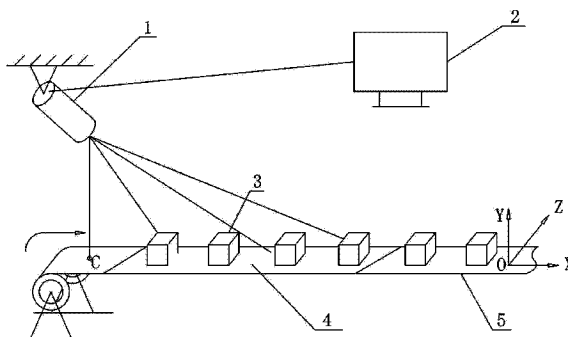
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统和方法

(57) 摘要

基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统,包括摄像机,在传送带首端上方设有一个摄像机,摄像机与计算机连接。在静止的传送带的定位区域内放置有标定板。一种基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统进行产品定位的方法,包括以下步骤:建立世界坐标系;测量出摄像机的在传送带平面上的投影点的世界坐标;产生一个取景框图片;对图片进行边缘检测,得到只有产品的边缘的图片;运用行扫描方式分离产品;对图片中单个产品进行列扫描得到产品的下边界;计算出图片中下边界各点的世界坐标,计算出世界坐标系各点沿传送带至投影点的距离,找出最近的一点和距离,该最近的一点即为定位点和定位距离;通过以上步骤实现基于单目视觉的产品实时定位。



1. 基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统,包括摄像机(1),其特征是:在传送带(5)首端上方设有一个摄像机(1),摄像机(1)与计算机(2)连接。

2. 根据权利要求1所述的基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统,其特征是:在静止的传送带(5)的定位区域(4)内放置有标定板。

3. 一种采用权利要求1~2任一项所述的基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统进行产品定位的方法,其特征是包括以下步骤:

一、计算摄像机的内参数,建立世界坐标系得到外参数和基础矩阵;

二、测量出摄像机的在传送带平面上的投影点(C)的世界坐标;

三、根据定位要求,产生一个四边形(abcd)二值化的图片,作为取景框图片;

四、对图片进行边缘检测,并和取景框图片进行与运算,得到只有产品的边缘的图片;

五、运用行扫描方式,自动分离产品;

六、对图片中单个产品进行列扫描得到产品的下边界;

七、计算出图片中下边界各点的世界坐标,计算出世界坐标系各点沿传送带至投影点(C)的距离,找出最近的一点和距离,该最近的一点即为定位点和定位距离;

通过以上步骤实现产品实时定位。

4. 根据权利要求3所述的一种产品定位的方法,其特征是:传送带启动前,固定摄像机,在静止的传送带平面上,在要求的定位范围内放置一个标定板,通过摄像机获取多张含有各个角度的标定板清晰成像的图片,运用matlab工具箱 toolbox\_calib 计算得到摄像机的内参数;

并且以选取标定板一个格点为坐标原点O点,建立世界坐标系OXYZ,其中X轴平行于传送带运动方向,Y轴垂直于传送带运动方向,Z轴垂直于传送带平面,在后续过程中保持摄像机的位置不变;

测量出摄像机投影在传送带平面上(C)点的世界坐标  $(X_c, Y_c, 0)$ 。

5. 根据权利要求3所述的一种产品定位的方法,其特征是:对摄像机获取的图像分帧处理,分离含有标定板的图片和含有传送带的图片并保存下来,结合第二步中建立的世界坐标系,再次利用matlab工具箱 toolbox\_calib 计算出摄像机外参数和基础矩阵:

$$H = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}.$$

6. 根据权利要求3所述的一种产品定位的方法,其特征是:在含有传送带的图片中,确定出一个四边形(abcd)框,仅使图片中的传送带平面尽可能落在四边形(abcd)内,记录四边形的四个角的像素坐标,运用matlab中的 roipoly 函数产生一个(abcd)四边形二值化的图片,作为取景框图片。

7. 根据权利要求6所述的一种产品定位的方法,其特征是:取走标定板,启动传送带,通过摄像机获取含有产品(3)的图片,进行分帧处理;

利用canny算子,设置合适的阈值对摄像机中含有产品(3)的每一帧图片进行边缘检测,得到含有产品边缘的二值化图片;

处理后的含有产品边缘的二值化图片分别和取景框图片进行与运算,得到只含有产品的边缘的图片。

8. 根据权利要求 7 所述的一种产品定位的方法,其特征是:运用 find 函数找出含有产品的边缘的图片中所有白色点的像素坐标(x, y),从而确定出了 y 的最大值 j 和最小值 i;

然后在含有产品的边缘的图片运用 find 函数以第 i-1 行为起始点开始向下逐行扫描,第一个扫描到有白点的一行,是第一个产品所在区域的起始行,然后向下继续扫描,直到第 k 行以及在第 k 行到第 k+5 行之间均没有白点时,则 k-1 是第一个产品所在区域的终止行,第一产品所在区域是第 i 行到第 k-1 行;然后以第 k+5 行为起始点扫描确定出第二个产品的起始行,终止行和所在区域,依次下去可以逐个确定图片所有产品的区域,最后根据第 m (m=1, 2, 3...) 个区域的起始行和终止行,运用 find 函数从坐标(x, y) 中找出该区域中所有白点的像素坐标,这就是第 m 个产品所有点像素坐标,通过上述逐行扫描实现自动化分离产品;

确定出第 m 个产品所有点像素 x 轴坐标的最大值 s 和最小值 t,在第 m 个区域范围内运用 find 函数从 t 列到 s 列进行逐列扫描,找出该区域中每一列中所有白点像素 y 轴坐标值最大的一点,即边界点 (u, v),这些边界点构成第 m 个产品下边界。

9. 根据权利要求 8 所述的一种产品定位的方法,其特征是:运用摄像机的基础矩阵计算出第 m 个产品的下边界中各点世界坐标,根据由空间三维坐标到摄像机平面二维坐标映射关系,取 Z=0 后,得到摄像机成像平面二维坐标到空间传送带平面中二维坐标映射关系:

$$\lambda \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = H^{-1} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

其中 u, v 分别是图像中第 m 个产品下边界各点像素坐标;λ 是缩放因子;H 是基础矩阵;X、Y 是图像中该点对应在传送带平面上世界坐标。

10. 根据权利要求 9 所述的一种产品定位的方法,其特征是:根据所求出的第 m 个产品所有下边界点的世界坐标系中 X 轴坐标中,运用 matlab 中 min 函数求出最小的 X 轴坐标  $X_{\min}$ ,计算出摄像机和产品沿传送带的定位距离 L,即可实现传送带上产品的实时定位:

$$L = |X_{\min} - X_c|$$

其中  $X_c$  是摄像机的在传送带平面上的投影点(C)的 X 轴坐标。

## 基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器视觉定位技术领域,特别是一种基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统和方法。

### 背景技术

[0002] 基于机器视觉的目标产品的定位技术以光学为基础,融入了图像处理技术、光电子学、计算机技术等现代科学技术。现在,基于机器视觉的目标定位技术主要分为两类,双目视觉结构系统和单目视觉结构系统。运用较为广泛的双目视觉系统精度较高,但系统复杂;与之相比,单目视觉结构系统虽精度不如双目视觉系统,但胜在系统结构简单,因此在工业生产以其低成本,操作简单而也被广泛应用。

[0003] 在定位过程中,对产品的识别尤为重要,传统的目标识别主要使用特征提取和匹配,但要识别出一个产品,必须知道这个产品在图像中体现出的特征,但在实际成产状态中,产品的特征的种类繁多,选取较为麻烦,而且还有可能这些特征点在平面定位不能作为产品定位点。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统和方法,可以克服现有技术中采用特征提取定位方式的不足,实现产品在传送带上的精确定位。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统,包括摄像机,在传送带首端上方设有一个摄像机,摄像机与计算机连接。

[0006] 在静止的传送带的定位区域内放置有标定板。

[0007] 一种采用上述的基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统进行产品定位的方法,包括以下步骤:

一、计算摄像机的内参数,建立世界坐标系得到外参数和基础矩阵;

二、测量出摄像机的在传送带平面上的投影点的世界坐标;

三、根据定位要求,产生一个四边形二值化的图片,作为取景框图片;

四、对图片进行边缘检测,并和取景框图片进行与运算,得到只有产品的边缘的图片;

五、运用行扫描方式,自动分离产品;

六、对图片中单个产品进行列扫描得到产品的下边界;

七、计算出图片中下边界各点的世界坐标,计算出世界坐标系各点沿传送带至投影点的距离,找出最近的一点和距离,该最近的一点即为定位点和定位距离;

通过以上步骤实现产品实时定位。

[0008] 优选的方案中,传送带启动前,固定摄像机,在静止的传送带平面上,在要求的定位范围内放置一个标定板,通过摄像机获取多张含有各个角度的标定板清晰成像的图片,运用 matlab 工具箱 toolbox\_calib 计算得到摄像机的内参数;

并且以选取标定板一个格点为坐标原点O点,建立世界坐标系OXYZ,其中X轴平行于传送带运动方向,Y轴垂直于传送带运动方向,Z轴垂直于传送带平面,在后续过程中保持摄像机的位置不变;

测量出摄像机投影在传送带平面上点的世界坐标  $(X_c, Y_c, 0)$ 。

[0009] 优选的方案中,对摄像机获取的图像分帧处理,分离含有标定板的图片和含有传送带的图片并保存下来,结合第二步中建立的世界坐标系,再次利用 matlab 工具箱 toolbox\_calib 计算出摄像机外参数和基础矩阵:

$$H = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

优选的方案中,在含有传送带的图片中,确定出一个四边形框,仅使图片中的传送带平面尽可能落在四边形内,记录四边形的四个角的像素坐标,运用 matlab 中的 roipoly 函数产生一个四边形二值化的图片,作为取景框图片。

[0010] 优选的方案中,取走标定板,启动传送带,通过摄像机获取含有产品的图片,进行分帧处理;

利用 canny 算子,设置合适的阈值对摄像机中含有产品的每一帧图片进行边缘检测,得到含有产品边缘的二值化图片;

处理后的含有产品边缘的二值化图片分别和取景框图片进行与运算,得到只含有产品的边缘的图片。

[0011] 优选的方案中,运用 find 函数找出含有产品的边缘的图片中所有白色点的像素坐标  $(x, y)$ ,从而确定出了  $y$  的最大值  $j$  和最小值  $i$ 。然后在含有产品的边缘的图片运用 find 函数以第  $i-1$  行为起始点开始向下逐行扫描,第一个扫描到有白点的一行,是第一个产品所在区域的起始行,然后向下继续扫描,直到第  $k$  行以及在第  $k$  行到第  $k+5$  行之间均没有白点时,则  $k-1$  是第一个产品所在区域的终止行,第一产品所在区域是第  $i$  行到第  $k-1$  行;然后以第  $k+5$  行为起始点扫描确定出第二个产品的起始行,终止行和所在区域,依次下去可以逐个确定图片所有产品的区域,最后根据第  $m$  ( $m=1, 2, 3, \dots$ ) 个区域的起始行和终止行,运用 find 函数从坐标  $(x, y)$  中找出该区域中所有白点的像素坐标,这就是第  $m$  个产品所有点像素坐标,通过上述逐行扫描实现自动化分离产品;

优选的方案中,确定出第  $m$  个产品所有点像素  $x$  轴坐标的最大值  $s$  和最小值  $t$ ,在第  $m$  个区域范围内运用 find 函数从  $t$  列到  $s$  列进行逐列扫描,找出该区域中每一列中所有白点像素  $y$  轴坐标值最大的一点,即边界点  $(u, v)$ ,这些边界点构成第  $m$  个产品下边界。

[0012] 优选的方案中,运用摄像机的基础矩阵计算出第  $m$  个产品的下边界中各点世界坐标,根据由空间三维坐标到摄像机平面二维坐标映射关系,取  $Z=0$  后,得到摄像机成像平面二维坐标到空间传送带平面中二维坐标映射关系:

$$\lambda \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = H^{-1} \times \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

其中  $u, v$  分别是图像中第  $m$  个产品下边界各点像素坐标;是缩放因子;H 是基础矩阵;X、Y 是图像中该点对应在传送带平面上世界坐标。

[0013] 优选的方案中,根据所求出的第  $m$  个产品所有下边界点的世界坐标系中  $X$  轴坐标中,运用 matlab 中  $\min$  函数求出最小的  $X$  轴坐标  $X_{\min}$ ,计算出摄像机和产品沿传送带的定位距离  $L$ ,即可实现传送带上产品的实时定位:

$$L = |X_{\min} - X_c|$$

其中  $X_c$  是摄像机的在传送带平面上的投影点的  $X$  轴坐标。

[0014] 本发明提供了一种基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统和方法,与现有技术相比,有如下的益效果:

1、本发明的方法采用单目视觉系统进行平面标定和测距,实现产品的定位。整个系统只需要一个标定板,一台计算机和一台摄像机就可以完成目标产品的定位,避免了双目视觉中三维立体匹配的困难,具有环境适应性好、设备简单,代价较低、测量过程快捷和测量数据比较客观的优点。

[0015] 2、本发明的方法综合考虑了传送带平面颜色单一,而外界环境复杂等特点,采用取景框方式,对经过 canny 算子处理后二值化的图片加框处理,可以得到只含有定位区域的图片,运用行扫描的方式可以得到每个产品在图片中的区域,最后在各个区域内提取和识别相应的产品。最后通过列扫描得到产品的下边界。实现这个过程的算法简单,易于实现,而且不用选择,提取和匹配特征点,能够快速精确在图片中得到目标产品。

## 附图说明

[0016] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

图 1 为本发明的整体结构示意图。

[0017] 图 2 为本发明中定位示意图。

[0018] 图 3 为本发明中的取景框图片。

[0019] 图 4 为本发明中只含有产品的边缘的图片。

[0020] 图 5 为本发明方法的工作流程图。

[0021] 图中:摄像头 1,计算机 2,产品 3,定位区域 4,传送带 5。

## 具体实施方式

[0022] 实施例 1:

如图 1 中,基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统,包括摄像机 1,在传送带 5 首端上方设有一个摄像机 1,摄像机 1 与计算机 2 连接。与现有技术相比,本发明的系统更为简化,便于安装和设置。

[0023] 如图 2 中所示,在静止的传送带 5 的定位区域 4 内放置有标定板。通过标定板建立世界坐标系,实现精确定位。

[0024] 实施例 2:

如图 1~5 中所示,一种采用上述的基于单目视觉的传送带上产品实时定位系统进行产品定位的方法,包括以下步骤:

一、计算摄像机的内参数,内参数属于计算机视觉领域中专业术语。指的是摄像机内部参数,例如焦距,成像平面中心坐标,像素的物理尺寸等参数,本例中由摄像机的焦距,相机的成像平面中心坐标等参数数组组成的  $3 \times 3$  矩阵,这些系数仅与摄像机有关系。

[0025] 建立世界坐标系得到外参数和基础矩阵；

本例中，图像坐标使用  $x$  轴和  $y$  轴，世界坐标使用  $X$  轴和  $Y$  轴。

[0026] 二、测量出摄像机的在传送带平面上的投影点  $C$  的世界坐标；

三、根据定位要求，产生一个四边形  $abcd$  二值化的图片，作为取景框图片；

四、对图片进行边缘检测，并和取景框图片进行与运算，得到只有产品的边缘的图片；

五、运用行扫描方式，自动分离产品；

六、对图片中单个产品进行列扫描得到产品的下边界；

七、计算出图片中下边界各点的世界坐标，计算出世界坐标系各点沿传送带至投影点  $C$  的距离，找出最近的一点和距离，该最近的一点即为定位点和定位距离；

通过以上步骤实现产品实时定位。

[0027] 优选的方案中，传送带启动前，固定摄像机，在静止的传送带平面上，在要求的定位范围内放置一个标定板，通过摄像机获取多张含有各个角度的标定板清晰成像的图片，运用 matlab 工具箱 `toolbox_calib` 计算得到摄像机的内参数；

并且以选取标定板一个格点为坐标原点  $O$  点，建立世界坐标系  $OXYZ$ ，其中  $X$  轴平行于传送带运动方向， $Y$  轴垂直于传送带运动方向， $Z$  轴垂直于传送带平面，在后续过程中保持摄像机的位置不变；

测量出摄像机投影在传送带平面上  $C$  点的世界坐标  $(X_C, Y_C, 0)$ 。

[0028] 优选的方案中，对摄像机获取的图像分帧处理，分离含有标定板的图片和含有传送带的图片并保存下来，结合第二步中建立的世界坐标系，再次利用 matlab 工具箱 `toolbox_calib` 计算出摄像机外参数和基础矩阵：

$$H = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

优选的方案如图 3 中，在含有传送带的图片中，确定出一个四边形  $abcd$  框，仅使图片中的传送带平面尽可能落在四边形  $abcd$  内，即杂乱的背景不要落入到四边形  $abcd$  内。记录四边形的四个角的像素坐标，运用 matlab 中的 `roipoly` 函数产生一个  $abcd$  四边形二值化的图片，作为取景框图片。

[0029] 优选的方案中，取走标定板，启动传送带，通过摄像机获取含有产品 (3) 的图片，进行分帧处理；

利用 `canny` 算子，设置合适的阈值对摄像机中含有产品 3 的每一帧图片进行边缘检测，得到含有产品边缘的二值化图片；

处理后的含有产品边缘的二值化图片分别和取景框图片进行与运算，得到只含有产品的边缘的图片。

[0030] 进一步优选的方案如图 4 中，运用 `find` 函数找出含有产品的边缘的图片中所有白色点 (其灰度值为 1) 的像素坐标  $(x, y)$ ，从而确定出了  $y$  的最大值  $j$  和最小值  $i$ 。然后在含有产品的边缘的图片运用 `find` 函数以第  $i-1$  行为起始点开始向下逐行扫描，第一个扫描到有白点的一行，是第一个产品所在区域的起始行，然后向下继续扫描，直到第  $k$  行以及第  $k$  行到第  $k+5$  行之间均没有白点时，则  $k-1$  是第一个产品所在区域的终止行，第一产品所在区域是第  $i$  行到第  $k-1$  行；然后以第  $k+5$  行为起始点扫描确定出第二个产品的起始行，终止

行和所在区域,依次下去可以逐个确定图片所有产品的区域,最后根据第  $m$  ( $m=1, 2, 3, \dots$ ) 个区域的起始行和终止行,运用 find 函数从坐标  $(x, y)$  中找出该区域中所有白点的像素坐标,这就是第  $m$  个产品所有点像素坐标,通过上述逐行扫描实现自动化分离产品;

优选的方案中,确定出第  $m$  个产品所有点像素  $x$  轴坐标的最大值  $s$  和最小值  $t$ ,在第  $m$  个区域范围内运用 find 函数从  $t$  列到  $s$  列进行逐列扫描,找出该区域中每一列中所有白点像素  $y$  轴坐标值最大的一点,即边界点  $(u, v)$ ,这些边界点构成第  $m$  个产品下边界。

[0031] 优选的方案中,运用摄像机的基础矩阵计算出第  $m$  个产品的下边界中各点世界坐标,根据由空间三维坐标到摄像机平面二维坐标映射关系,由于产品下边界位于传送带平面上,取  $Z=0$  后,得到摄像机成像平面二维坐标到空间传送带平面中二维坐标映射关系:

$$\lambda \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = H^{-1} \times \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

其中  $u, v$  分别是图像中第  $m$  个产品下边界各点像素坐标;  $\lambda$  是缩放因子;  $H$  是基础矩阵;  $X, Y$  是图像中该点对应在传送带平面上世界坐标。

[0032] 优选的方案中,根据所求出的第  $m$  个产品所有下边界点的世界坐标系中  $X$  轴坐标中,运用 matlab 中 min 函数求出最小的  $X$  轴坐标  $X_{\min}$ ,计算出摄像机和产品沿传送带的定位距离  $L$ ,即可实现传送带上产品的实时定位:

$$L = |X_{\min} - X_c|$$

其中  $X_c$  是摄像机的在传送带平面上的投影点  $(C)$  的  $X$  轴坐标。

[0033] 本例中的下边界是指产品在传送带平面上最靠近摄像机的在传送带平面上的投影点  $(C)$  的边界。而定位点则是下边界中沿  $X$  轴方向距离摄像机在传送带平面上投影点  $(C)$  最近一点。

[0034] 本发明基于通用的计算软件 MATLAB 进行编程和图像处理。但是本领域技术人员应该了解的,采用其他的具有相同或类似功能的计算软件,也能够实现本发明的目的。因此,采用所述的其他具有相同或类似功能的计算软件进行图像处理运算,也属于本发明的保护范围。

[0035] 上述的实施例仅为本发明的优选技术方案,而不应视为对于本发明的限制,本发明的保护范围应以权利要求记载的技术方案,包括权利要求记载的技术方案中技术特征的等同替换方案为保护范围。即在此范围内的等同替换改进,也在本发明的保护范围之内。



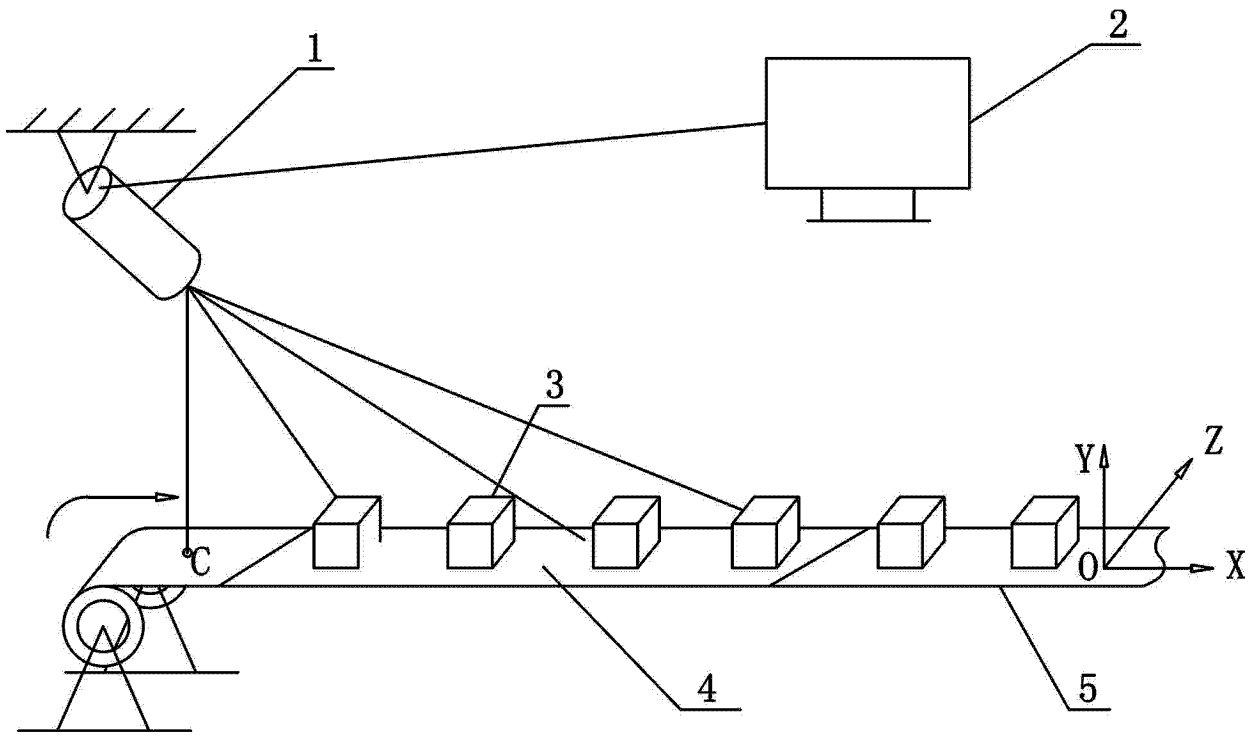


图 1

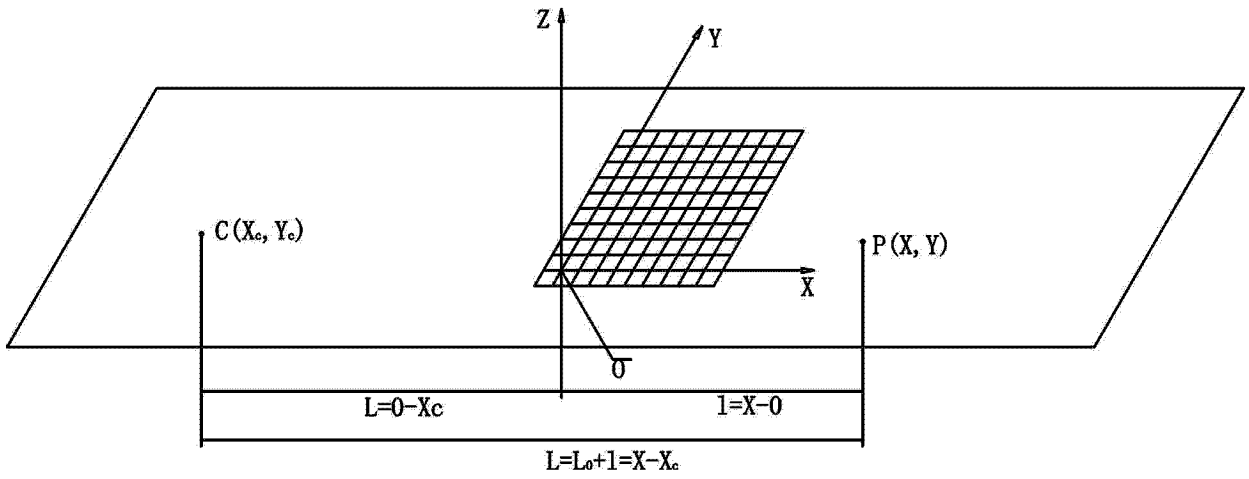


图 2

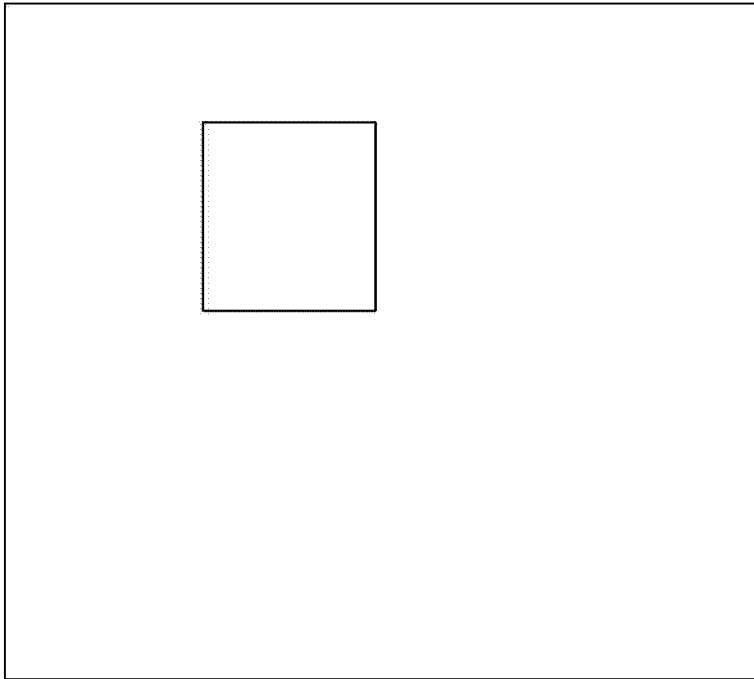


图 3

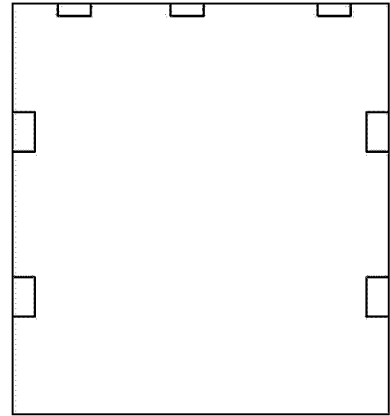


图 4

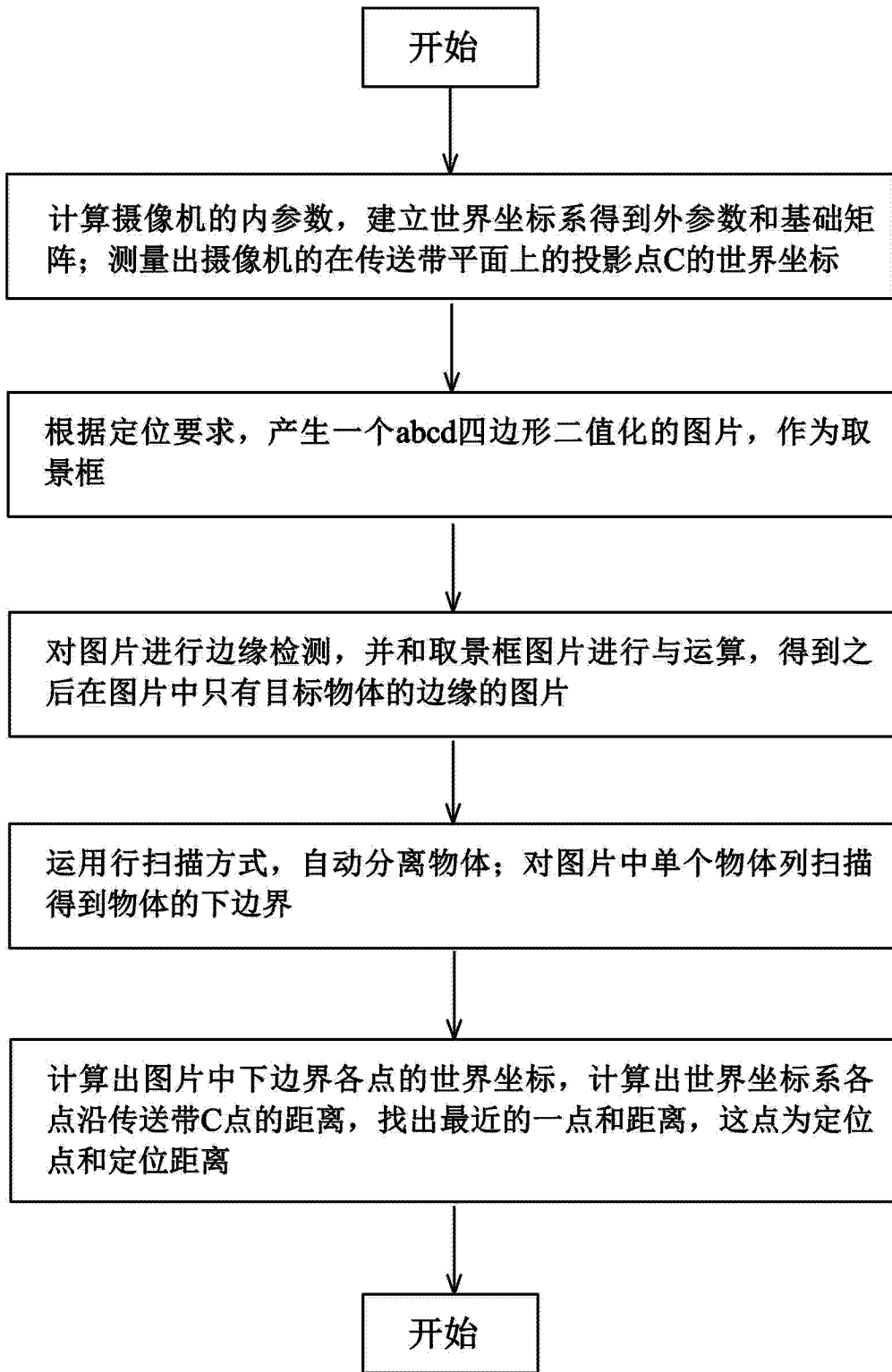


图 5