

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0608-03

# 激光动态识别 Line 元件三维形状及动态的研究\*

王涛<sup>1,2</sup> 李喜福<sup>1</sup> 郭玲<sup>2</sup> 姚建铨<sup>1</sup> 于意仲<sup>1</sup> 王鹏<sup>1</sup> 陈进<sup>1</sup> 张百钢<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 天津大学精密仪器与光电子工程学院激光与光电子研究所, 光电信息技术科学教育部重点实验室, 天津 300072  
<sup>2</sup> 河北工业大学机械学院, 天津 300130

**摘要** 一种利用激光扫描及动态定位技术实现对 Line 元件的三维形状、状态及动态进行在线实时动态识别及检测的新方法。提出了激光三维形状信息的采集方式, 推导出有关数理模型, 建立了激光动态识别 Line 元件三维形状及动态的系统。

**关键词** 激光扫描, 动态识别, 三维形状, Line 元件

中图分类号 TN247 文献标识码 A

## Study of Laser Dynamic Identifying Line Components

WANG Tao<sup>1,2</sup> LI Xi-fu<sup>1</sup> GUO Ling<sup>2</sup> YAO Jian-quan<sup>1</sup> YU Yi-zhong<sup>1</sup> WANG Peng<sup>1</sup>  
CHEN Jin<sup>1</sup> ZHANG Bai-gang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Optoelectronics Information Science and Technology Lab, Institute of Lasers and Optoelectronics, College of Precision Instrument and Optoelectronics Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072  
<sup>2</sup> College of Mechanism Engineering, Hebei Industry University, Tianjin 300130

**Abstract** A new on-line real time dynamic identifying and detecting method, which can be used to measure the shapes, states and trends of the line components on the basis of laser scanning and dynamic localization technologies, is reported here. The three-dimensional collection mode and mathematical model is introduced. The laser dynamic identifying system was established.

**Key words** laser scanning, dynamic identifying, three-dimensional shape, line components

## 1 引言

现代化高新技术产业中, 无人化生产线(简称 Line)上的元件, 诸如电子元件、电子插接件、金属零件及非金属零件、特别是一些具有放射性或有毒的元器件, 它们在 Line 上, 需对它们进行在线实时动态识别及检测, 判定其形状、位置、状态及精度。本文介绍了一种利用激光及动态定位技术实现对 Line 元件的三维形状、状态及动态进行在线实时动态识别及检测的新方法。建立了激光动态识别 Line 元件三维形状及动态的系统。

## 2 Line 元件的三维形状的激光动态识别方法的提出

以 Line 的传送带为例, 图 1 为激光动态识别

Line 元件三维形状及动态的系统示意图, 其中 1 和 3 为摄像机 I 和 II, 2 为激光扫描器, 4 为传感器发射头, 5 为传感器接收头, 6 为传送带, 7 为元件。利用激光照射扫描 Line 元件, 通过两个以上摄像机配之以瞬时动态定位系统, 由计算机进行中央集成控制及信息在线实时采集与数据处理、识别、建模。按 Line 元器件特点, 采用特征识别模式方法建立编制智能识别软件, 利用模糊数学原理编制数据处理及建模, 编辑智能示教软件, 根据 Line 元件形状复杂程度, 相应增加摄像机及激光扫描器的数量, 最终实现激光动态识别 Line 元件的形状及状态。

## 3 瞬时动态定位原理应用于 Line 线

Line 上, 多用传送带或滑道来输送元件, 在元件被传输的运动状态下, 要对其进行在线实时识别, 为此, 提出 Line 元件的瞬时动态定位原理。在 Line 上设定识别区, 安装传感器 4、5, 当元件运行进入识

\* 激光技术国家重点实验室部分资助课题。

别区时瞬间发指令,激光器开始扫描采集元件的形状信息,优先遴选元件的基本定位特征数据及尺寸,确定瞬间定位“线”或“面”,最有效的选法是以 Line 元件的外阔的最长线作为定位线,以 Line 元件的外阔的最大面积作为定位面,以此作为二次瞬时采样时的定位基准,为元件的三维形状及状态的动态在线采集与识别提供了前提条件。

#### 4 三维建模的数理模型建立

以航空摄影测量学为基础建立物点三维坐标数学模型。

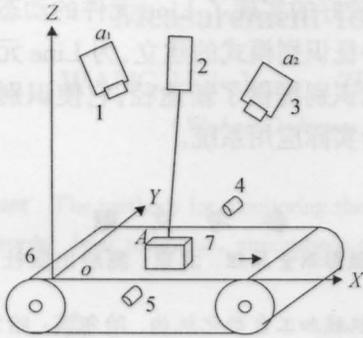


图1 激光动态识别 Line 元件三维形状及动态的系统示意图

Fig.1 Schematic diagram of laser dynamic identifying line components

以 Line 的传送带为例,元件在传送带上随其运动。如图 1 所示,在识别区建立空间坐标系。如图 1 所示,元件置于物空间  $O\text{-}XYZ$  坐标系内,激光光点 A 物空间内的坐标为  $A(X, Y, Z)$ ,物点 A 影射到摄像机 I 和摄像机 II 的像平面上,所形成的像点分别为  $a_1$  和  $a_2$ ,摄像机 I 和摄像机 II 的像空间坐标系分别为  $O_1\text{-}x_1y_1z_1$  和  $O_2\text{-}x_2y_2z_2$ ,像空间坐标原点取其投影中心,它们在物空间上的坐标分别为  $O_1(X_{O1}, Y_{O1}, Z_{O1})$ ,  $O_2(X_{O2}, Y_{O2}, Z_{O2})$ 。像点在像平面上的坐标分别为  $a_1(x_1, y_1)$ ,  $a_2(x_2, y_2)$ ,摄影主距分别为  $f_1, f_2$ 。转换矩阵为  $R_1, R_2$ 。

$$R_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ c_{11} & c_{12} & c_{13} \end{bmatrix}, \quad R_2 = \begin{bmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \end{bmatrix}$$

根据摄影测量原理得:

$$\begin{bmatrix} X - X_{O1} \\ Y - Y_{O1} \\ Z - Z_{O1} \end{bmatrix} = \lambda_1 R_1 \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f_1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X - X_{O2} \\ Y - Y_{O2} \\ Z - Z_{O2} \end{bmatrix} = \lambda_2 R_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

(1) 式、(2) 式即为物点  $A(X, Y, Z)$  与像点  $a_1(x_1, y_1)$ ,  $a_2(x_2, y_2)$  坐标间关系式。 $\lambda_1, \lambda_2$  为比例系数,  $R_1, R_2$  分别由两个摄像机的结构及方位参数确定,均属系统固有参数,为已知。解矩阵得

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \\ f_1 & f_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中矩阵  $C$  是由参量  $x_1, y_1, x_2, y_2$ , 以及系统固有参数  $\lambda_1, \lambda_2$  及转换矩阵  $R_1, R_2$  确定的变换矩阵。编辑相应的计算机软件完成全部运算。(3) 式为由像点坐标推算物点坐标的数学模型。

#### 5 特征识别模式的建立及计算机编程

瞬间确定的 Line 元件的定位“线”或“面”,作为二次瞬时采样时的定位基准,对元件的三维形状及状态的动态进行在线采集与识别。在高速 Line 上,尤为重要。

##### 5.1 建立高度特征识别模式

在瞬时采样时的定位基准上,Line 元件形状三维识别的关键之一是获取平面坐标  $XOY$  之外的高度坐标  $Z$ 。物体在空间内的水平台面上的稳定姿态是相对有限的几个,同一物体在水平台面上的某个稳定姿态下它的最大高度  $Z_{\max}$  是唯一的。因此设定  $Z_{\max}$  作为形状及姿态的特征之一。

设定模糊集合的论域为:在水平台面即  $XOY$  平面上的物体 A、物体 B、物体 C 等。子集  $A_z \{Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_i\}$ 。  $I$  为正整数。  $A$  中元素  $Z_i$  是物体 A 在  $XOY$  平面(水平台)上的能够存在的某个稳定姿态下的物体表面最高点的  $Z_{\max}$  坐标值,即  $Z = Z_{\max}$ 。据稳定姿态的个数确定最大库存单元量  $I$ 。

若  $A \cap B = \Phi$  且  $A \cap C = \Phi \dots$ , 则认为  $A_z$  是物体 A 的唯一特征。

即有  $Q_z \in A_z$ , 则物体  $Q \Leftrightarrow$  物体 A。

一般情况下:

当  $Q_z \in (A_z - B_z) \cap (A_z - C_z) \cap (A_z - D_z) \dots$ , 则物体  $Q \Leftrightarrow$  物体 A。

其中,因随机性及采集数据具有分散性,集合采用模糊集合算法。

5.2 建立平面特征识别模式

物体 A 在 XOY 平面(水平面)上的能够存在的某个稳定姿态下,在 XOY 平面上的投影的最大外廓尺寸 L 是唯一的,因此设定 L 作为物体形状及姿态的“平面”特征。子集为  $A_L \{L_1, L_2, L_3, \dots, L_i\}$ ,  $I = \text{正整数}$ 。  $L_i$  是物体 A 的第 I 个稳定姿态下的  $L_{\text{max}}$  值。识别运算同 5.1。

5.3 建立高度-平面基准特征识别模式

找出被识别物体的“最高点  $Z_{\text{max}}$ ”的位置相对于“最大外廓  $L_{\text{max}}$ ”连线的相对位置,以此作为被识别物体在这一稳定状态下的姿态及形状基准,再依此基准建立其形状及姿态的模式数据库  $A_{ZL}$ ,以识别物体的形状及姿态。

5.4 建立高度-环形特征识别模式

以最高点 Z 为中心  $Z_0$ ,采集半径  $R_i$  圆环上的  $Z_{ij}$  坐标,以圆环上最大的  $Z_{ij\text{max}}$  点与中心点  $Z_0$  连线构成物体在这一稳定姿态下的极坐标基准,依此基准建立物体形状及姿态的模式数据库  $A_{Z0}$ 。

5.5 综合特征识别模式及计算机编程

将“高度、平面、环形”特征综合成为完整的特

征识别模式。逐级建立相应的特征识别模式数据库,实现对物体形状的三维识别。

计算机编程原理:对一组被识别的物体,首先把它们的样子逐个示教给视觉系统,建立各自的形状及姿态的特征识别模式数据库,使视觉系统感知它们。随后视觉系统就可以根据“数据库”对这些物体的形状实施三维视觉识别及检测。

6 结 论

激光扫描物点三维坐标数学模型,有效地解决了 Line 元件三维信息获取问题。瞬时动态定位方法的应用,较好的实现了 Line 元件的动态在线采集与识别。特征识别模式的建立,为 Line 元件形状及状态的视觉识别提供了新途径,它使识别软件容易实现而成为实际应用系统。

参 考 文 献

- 1 王之卓. 摄影测量原理. 北京: 测绘出版社, 1979. 1~128
- 2 李家宝. 机械加工自动化机构. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1989. 78~180
- 3 郭桂蓉. 模糊模式识别. 长沙: 国防科技大学出版社, 1992. 2~66

$$\begin{bmatrix} x^0 & x^1 & x^2 \\ y^0 & y^1 & y^2 \\ z^0 & z^1 & z^2 \end{bmatrix} = R \cdot \begin{bmatrix} x^0 & x^1 & x^2 \\ y^0 & y^1 & y^2 \\ z^0 & z^1 & z^2 \end{bmatrix} = R$$

$$(1) \begin{bmatrix} x^1 \\ y^1 \\ z^1 \end{bmatrix} = R_{11} \begin{bmatrix} x^0 - x^1 \\ y^0 - y^1 \\ z^0 - z^1 \end{bmatrix}$$