

基于极线约束的椭圆图像匹配算法

胡宇 来永斌 周扬

(安徽理工大学机械工程学院 安徽 淮南 232001)

摘要: 罐口的圆心坐标是解决罐口对位的关键问题, 由于罐口周围情况复杂, 罐口表面缺乏特征点, 仅利用图像特征匹配极易发生错误。针对上述问题, 本文提出了一种基于极线约束的椭圆匹配方法。首先通过图像处理获得两组待匹配点, 并将其中一组待匹配点拟合成椭圆, 另一组利用椭圆的梯度方向和邻域对获得的所有待匹配点进行过滤, 然后将过滤后的待匹配点的极线约束方程和椭圆方程联立求解, 即可获得对应的匹配点。实验结果表明: 基于极线约束的几何匹配方法不仅可以有效地缩短匹配时间, 而且根据获得的椭圆的三维坐标进行拟合重建, 模型尺寸和实际尺寸相比误差很小, 为极线约束匹配提出了一种新思路。

关键词: 双目视觉; 极线约束; 几何匹配; 椭圆

0 引言

粉罐车装料过程中, 利用视觉技术确定罐口位置能大幅度提高生产效率, 节省人力, 减少危险事故的发生。通过对罐口的位姿测量^[1], 引导并联机器人进行自动对位并完成装料。罐口作为圆形目标, 其圆心在空间中的三维坐标和半径的测量是自动对位的核心所在。基于双目立体视觉系统的空间圆位姿测量, 主要是利用双目视觉系统求出空间圆边缘点的三维坐标, 并通过三维坐标拟合空间圆, 求出空间圆的位姿。

目前对于空间圆的测量主要通过单目视觉测量算法。张磊等^[2]加入激光测距信息, 消除了二义性, 但在实际罐口测量中由于环境的限制无法安装激光测量设备; 朱亚冰^[3]提出通过连续图像的位姿测量算法消除二义性, 但无法直接通过图片获得空间圆的姿态解, 限制较大。而在双目视觉中, 一般通过三角测量法获得图像点的三维坐标。杨晓俊等^[4]提出了基于椭圆特征的空间平面定位搜索方法和基于双椭圆方程的解析方法, 但需要进行激光标记, 不适应罐口复杂的现场环境。周富强等^[5]分析了空间圆的透视投影的数学模型, 建立了点的三维坐标测量数学模型, 提出了一种基于立体视觉的空间圆几何参数的非接触测量方法, 根据极线约束求出空间圆在双目视觉中的对应匹配点, 从而求出空间圆的圆心和半径。但这种方法对于匹配点的要求较高, 错误匹配会造成空间中三维点的误差极大, 影响拟合

空间圆的效果, 而且速度较慢, 不利于工程实际的测量。

根据以上的缺点, 本文提出了一种椭圆图像几何匹配方法。首先通过图像处理获得两组待匹配点, 并将其中一组待匹配点拟合成椭圆, 另一组利用椭圆的梯度方向和邻域对获得的所有待匹配点进行过滤, 然后将过滤后的待匹配点的极线约束方程和椭圆方程联立求解, 获得对应的匹配点, 并利用三角测量法获得匹配点的三维坐标, 最后采用 Levenberg-Marquardt 非线性优化方法求出空间圆的几何参数。这种方法不仅极大地缩短了匹配的速度, 而且增加了匹配精度, 有效地解决了误匹配的问题。

1 椭圆边界提取

1.1 图像处理流程

空间圆几何参数测量算法具体流程如下:

(1) 通过双目相机标定, 分别得到左右相机内外参数和基础矩阵, 建立世界坐标系。

(2) 图像预处理, 对左右图像进行相同操作, 分别得到左右相机中罐口上下边缘亚像素坐标。

(3) 通过斜率和最低点椭圆坐标领域, 对边缘亚像素值进行过滤。

(4) 找到左图像边缘亚像素点的极线与右图像的椭圆的两个交点。

(5) 通过左图像上边缘像素点在右图像上对应点之间的距离, 判断交点是否为左图像的椭圆边缘亚像素的对应点。

(6) 确定右图像上对应左图像边缘亚像素的点的坐标, 用三角测量法获得边缘像素点的空间坐标。采用 Levenberg-Marquardt 非线性优化方法求出空间圆的几何参数。

1.2 图像预处理

粉状物料装料条件恶劣, 受到粉尘和光线等外部因素影响, 成像图片会产生噪声^[6]。首先需要对图像进行预处理, 如图 1 (a) 所示, 通过高斯滤波减小噪声对边缘提取的干扰, 然后将 RGB 图像转换成灰度图像, 对灰度图像进行图像增强处理, 将灰度值较低的像素变的更低, 灰度值较高的像素变的更高, 如图 1 (b) 所示。

1.3 获取罐口图像边缘亚像素坐标

1.3.1 阈值分割

常用的阈值分割方法有 Otsu's Thresholding (大津阈值分割法)、Triangle Thresholding (三角阈值分割法)、Yen's Thresholding (全局阈值的耶恩算法) 等, Otsu's Thresholding 阈值分割后将图像分为背景和前景两部分, 分离效果最好。通过自适应阈值或指定全局阈值将图像转换成二值图像, 再通过取反将前景和背景进行转换。但同时也会产生部分小区域, 需要通过保留最大连通区域来获得黑色罐口, 如图 1 (c) 所示。

1.3.2 边缘检测

本文方法需要将罐口的边界提取出来^[7], 而椭圆的边界提取是建立在单像素边缘的基础上的。由于本文方法要求提取的是图像的内边缘, 因此提取边缘时不能使用传统的 Roberts、Sobel、Prewitt 等边缘检测算法。本文提取二值图像的单像素内边缘方法为: 遍历二值图像每一个像素, 以当前像素为参考点, 如果参考点像素值为 1, 则检查邻域上的像素, 是否有至少一个像素为 0, 若有, 则参考点为边缘点, 否则为非边缘点。最终获得左右图像罐口边缘所有亚像素点坐标, 如图 1 (d) 所示。

1.3.3 过滤边缘点

在获得左右图像所有亚像素边缘点坐标时, 并不是所有坐标都要参与计算, 而这些点的存在大大增加了计算空间圆坐标的时间和难度, 所以需要通过算法提前过滤掉这些点, 以提升整体运算效率、保持匹配的鲁棒性。

(1) 最低点邻域过滤: 通过观察罐口边缘和圆的透视投影, 发现在椭圆最低点的左右区域, 发生错

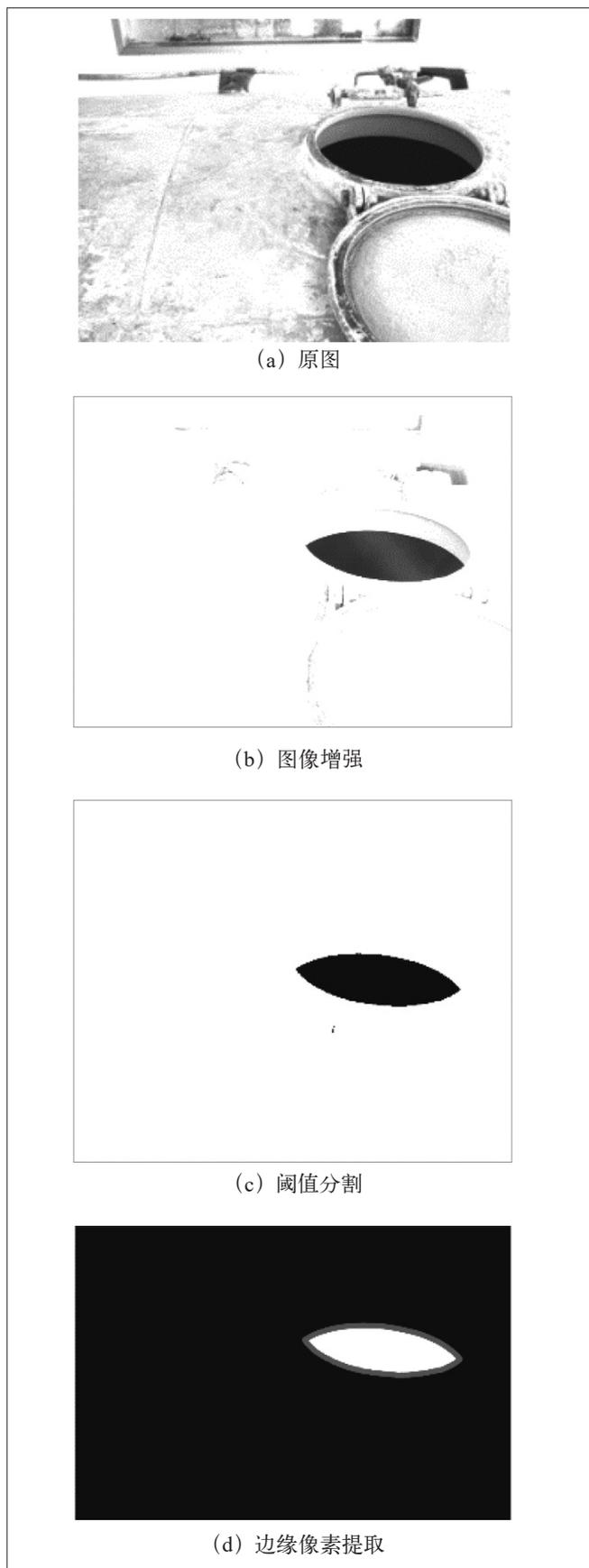


图 1 图像预处理

误匹配^[8]的概率远大于两边,如图2所示,轮廓较粗区域极容易造成误匹配,导致最终空间点的误差较大。通过提前去除这些区域,提高匹配的精度。

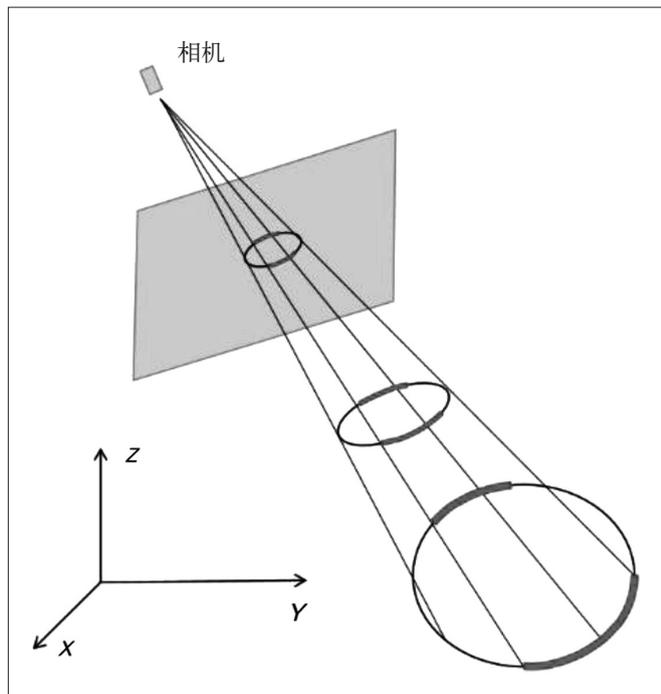


图2 椭圆透视投影

(2) 斜率过滤:如图3所示,本方法提取的边界存在大量在同一条直线上的点,这些点不但对会增加匹配的工作量,同时会增大误匹配的概率,所以可以通过合适的斜率过滤掉。通过前面获得的罐口边缘所有亚像素点的坐标,计算相邻两个点之间的斜率,并找到斜率大于0的点保留下来。这些操作仅对左图像进行处理,右图像则尽可能保留多的点用来拟合椭圆,获得椭圆方程。

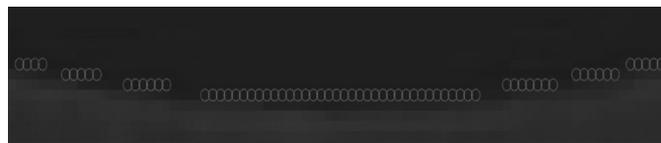


图3 罐口像素边缘

2 双目视觉的极线几何

2.1 极平面

如图4所示,在双目视觉系统中^[9],基线是指左右相机光心的连线,如直线 $C_l C_r$;极平面是指空间点 P 和相机光心共同组成的平面,如平面 π ;极线是指成像平面和极平面之间的交线,如 L_l 和 L_r ;极点是指极线和基线的交点,分别为左图像 P_{l2} 和右图像

P_{r2} 点;成像平面是指两个摄像机获得的左图像 I_l 与右图像 I_r 。 P_{l1} 点和 P_{r1} 点是空间上 P 点在左右两个图像上的投影点, P_{r1} 称为 P_{l1} 点在右图上的对应点。

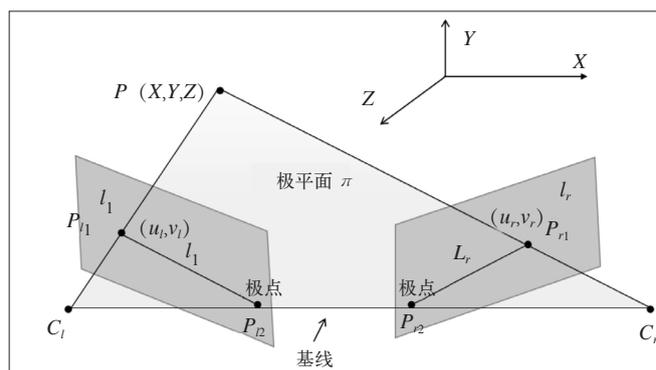


图4 极平面

2.2 极线约束

如果已知 P_{l1} 是空间点 P 在左图像 I_l 上的投影点,那么在右图像 I_r 上存在直线 L_r ,其上必有一点为 P_{l1} 的对应点,即 P_{r1} 一定在极线 L_r 上;相反 P_{r1} 在左图像 I_l 上存在极线 L_l ,其上有对应点 P_{l1} 。这个特点被称为双目立体视觉中的极线约束。但是,极线约束只能知道 P_{l1} 所对应的极线,不知道对应点在直线上的具体位置,所以通过几何的方法确定对应点在极线上的具体位置,从而避免在整幅图像上寻找对应点,大大缩减运算速度。

2.3 极线方程的一般形式

空间点 P 在相机坐标系中^[10]的坐标表示为:

$$P_C = (X_C, Y_C, Z_C)^T, P_r = (X_r, Y_r, Z_r)^T \quad (1)$$

P 点在图像坐标系下的齐次坐标为:

$$P_l = (u_l, v_l, 1)^T, P_r = (u_r, v_r, 1)^T \quad (2)$$

左相机的投影映射关系为:

$$Z_C P_l = K_l P_C \quad (3)$$

K_l 为左相机的内参,形式为:

$$K_l = \begin{bmatrix} \frac{f_l}{dx} & 0 & u_0 \\ 0 & \frac{f_l}{dy} & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

式中: f_l —左相机的焦距;

d_x 和 d_y —左相机一个像素在水平和垂直方向用毫米表示的长度;

u_0 和 v_0 —图像的中心坐标。

将图像坐标系下的齐次坐标 P_{C_l} 转换成空间坐标系坐标 P , 公式为:

$$P = R_l P_{C_l} + T_l \quad (5)$$

式中: R_l —左相机的旋转矩阵;

T_l —左相机的平移矩阵。

又因为 $R^{-1}=R^T$, 公式 (5) 可以改写为:

$$P_{C_l} = R_l^T (P - T_l) \quad (6)$$

联立公式 (3) 和 (6), 可得:

$$Z_{C_l} P_l = K_l R_l^T (P - T_l) \quad (7)$$

同理可得右相机:

$$Z_{C_r} P_r = K_r R_r^T (P - T_r) \quad (8)$$

联立公式 (7) 和 (8), 消去 P , 可得:

$$Z_{C_r} P_r - Z_{C_l} K_r R_r^T R_l K_l^{-1} P_l = K_r R_r^T (T_l - T_r) \quad (9)$$

公式 (7) 右端是一个 3 维向量, 为了方便, 消去参数 Z_{C_l} 和 Z_{C_r} , 将其记为:

$$m = K_r R_r^T (T_l - T_r) = (m_x \quad m_y \quad m_z) \quad (10)$$

则 m 的反对称阵为:

$$[m]_x = \begin{bmatrix} 0 & -m_z & m_y \\ m_z & 0 & -m_x \\ -m_y & m_x & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

由反对称阵的性质 $[m]_{xm}=0$, 可得:

$$[m]_x (Z_{C_r} P_r - Z_{C_l} K_r R_r^T R_l K_l^{-1} P_l) = 0 \quad (12)$$

即

$$P_r^T [m]_x K_r R_r^T R_l K_l^{-1} P_l = [m]_x Z_{C_r} / Z_{C_l} \quad (13)$$

则

$$P_r^T [m]_x K_r R_r^T R_l K_l^{-1} P_l = 0 \quad (14)$$

令

$$F = [m]_x K_r R_r^T R_l K_l^{-1} \quad (15)$$

则双目相机的极线约束方程为:

$$P_r^T F P_l = 0 \quad (16)$$

式中: F —基本矩阵。

其中 K_l 、 K_r 为左右相机的内参矩阵, R_l 、 R_r 为左右相机的外参旋转矩阵, $[m]_x$ 是包含左右相机外参平移矩阵 T_l 、 T_r 的平移向量, 这些参数都可以通过相机标定获得。

将 F 展开可以得到:

$$\begin{bmatrix} u_r & v_r & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{13} \\ F_{21} & F_{22} & F_{23} \\ F_{31} & F_{32} & F_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_l \\ v_l \\ 1 \end{bmatrix} = 0 \quad (17)$$

即

$$\begin{aligned} (F_{11}u_l + F_{12}v_l + F_{13})u_r + (F_{21}u_l + F_{22}v_l + F_{23})v_r + \\ (F_{31}u_l + F_{32}v_l + F_{33}) = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

若已知左图像上一点 $P_{l1}(u_l, v_l)$, 根据公式 (18) 可得一条关于 $P_{r1}(u_r, v_r)$ 的直线, 这条直线就是极线, 可以确定点 P_{r1} 就在这条直线上。

2.4 极线约束几何匹配

根据极线约束原理^[11], 已知空间点 P 在左图像上的坐标 (u_l, v_l) , 其右图像上对应的点坐标 (u_r, v_r) 一定在方程 (18) 所决定的直线上。如图 5 所示, 将右图像上的坐标拟合椭圆, 为了保证获得正确的匹配点, 极线 L_r 和椭圆的交点 $P_{r1}(u_{r1}, v_{r1})$ 就是对应匹配点。

平面一般椭圆方程为:

$$Au_r^2 + Bu_r v_r + Cv_r^2 + Du_r + Ev_r + F = 0 \quad (19)$$

式中: A, B, C, D, E, F —椭圆方程的参数;

u_r 和 v_r —右图像上的像素坐标点。

将公式 (18) 和公式 (19) 联立, 可得到右图像上两个点 $P_{r1}(u_{r1}, v_{r1})$ 和 $P_{r2}(u_{r2}, v_{r2})$ 。

$$\begin{cases} (F_{11}u_l + F_{12}v_l + F_{13})u_r + (F_{21}u_l + F_{22}v_l + F_{23})v_r + (F_{31}u_l + F_{32}v_l + F_{33}) = 0 \\ Au_r^2 + Bu_r v_r + Cv_r^2 + Du_r + Ev_r + F = 0 \end{cases} \quad (20)$$

由公式 (16) 可知, 因为点 $P_{l1}(u_l, v_l)$ 已知, 所以两个方程两个未知数可以得出 2 个解, 解得 P_{r1}

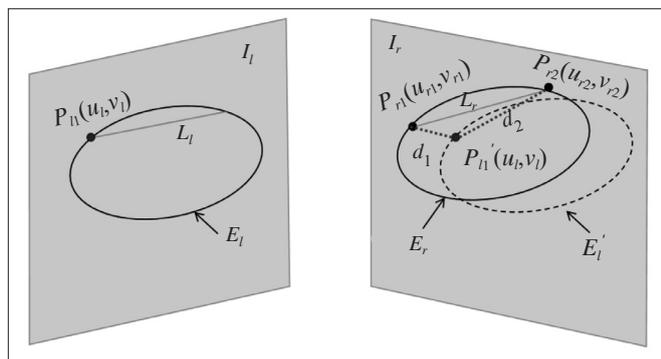


图5 左右图像椭圆的极线约束关系

(u_{r1}, v_{r1}) 和 $P_{r2}(u_{r2}, v_{r2})$ 两个点。

令待匹配的两幅椭圆图像为椭圆图像 I_l 和椭圆图像 I_r , 记椭圆图像 I_l 中有 N_a 个特征点, 图像 I_r 中有 N_b 个特征点, 则特征点集合分别为:

$$\begin{cases} \{I_l\} = \{u_{l1}, u_{l2}, \dots, u_{li}\} (i \in [1, N_a]) \\ \{I_r\} = \{u_{r1}, u_{r2}, \dots, u_{ri}\} (i \in [1, N_b]) \end{cases} \quad (21)$$

根据公式 (18), 对图像 I_l 中的每个特征点 u_i 计算其相应极线; 然后根据公式 (19), 计算图像 I_r 中对应点, 共得到 N_c 个坐标集合, 则 P_{r1} 和 P_{r2} 分别为:

$$\begin{cases} \{P_{r1}\} = \{u_{r11}, u_{r12}, \dots, u_{r1i}\} (i \in [1, N_c]) \\ \{P_{r2}\} = \{u_{r21}, u_{r22}, \dots, u_{r2j}\} (j \in [1, N_c]) \end{cases} \quad (22)$$

坐标集合 P_{r1} 和 P_{r2} 为一对点但只有一个点是正确的对应点。根据极线约束性质, 可以利用顺序一致性原则进行判断。但本文采用的是极线几何方法, 右图像中的两个点都是通过极线计算得来的, 即使将点通过右图的极线映射回去, 也会找到相同的左图的待匹配点, 所以无法通过顺序一致性原则找到对应的匹配点。所以本文通过计算对应点到图像 E_l' 特征点之间的欧式距离进行判断, 欧式距离分别为 d_{1i} 和 d_{2i} , 公式如下:

$$\begin{aligned} d_{1i} &= \sqrt{(u_{li} - u_{r1i})^2 + (v_{li} - v_{r1i})^2} (i \in [1, N_c]) \\ d_{2i} &= \sqrt{(u_{li} - u_{r2i})^2 + (v_{li} - v_{r2i})^2} (i \in [1, N_c]) \end{aligned} \quad (23)$$

通过比较 d_{1i} 和 d_{2i} 两个值的大小, 取得较小值的点坐标为正确的对应点坐标, 即:

$$P_{ri}(u_{ri}, v_{ri}) = \begin{cases} (u_{r1i}, v_{r1i}), d_{1i} < d_{2i} \\ (u_{r2i}, v_{r2i}), d_{1i} > d_{2i} \end{cases} (i \in [1, N_c]) \quad (24)$$

最后采用三角测量法, 通过左右视图特征点和对应点坐标计算空间中点的坐标, 可以获得空间圆的边缘点数据。由于测量存在误差, 并不是每一个空间点的坐标都是正确的, 所以采用 Levenberg-Marquardt 非线性优化方法, 求出空间圆的几何参数。计算所有边缘点的质心, 将其作为初始圆心估计值; 质心到边缘的平均距离作为初始半径估计值; 圆所在的平面的方向余弦由所有边缘数据点在三维空间中的最小二乘平面拟合求出。通过实验可以验证, 这种初始值选择方法是相对合理的, 可以保证计算的速度和准确率。利用立体视觉求出边缘点空间坐标, 通过空间圆最优拟合后, 就可以测量出空间圆的几何参数。

3 实验结果与分析

实验采用双目相机, 使用棋盘平面靶标和张正友标定法对左右相机同时标定。空间圆半径为 120mm, 图 6(a)为未经处理的原图, 经过图像处理获得图 6(b)中的边界轮廓, 然后使用本文算法将获得的边界点过滤, 如图 6(c)所示, 最后让滤点通过极线进行匹配, 如图 6(d)所示。

左右摄像机的内参矩阵为:

$$\begin{aligned} K_l &= \begin{bmatrix} 1318.5 & 0 & 704.5672 \\ 0 & 1318.6 & 649.8527 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ K_r &= \begin{bmatrix} 1314.9 & 0 & 722.5051 \\ 0 & 1315.7 & 652.8984 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (25)$$

左右摄像机的外参旋转矩阵为:

$$\begin{aligned} R_l &= \begin{bmatrix} -0.9997 & -0.0148 & -0.0205 \\ -0.0013 & -0.7785 & 0.6276 \\ -0.0252 & 0.6275 & 0.7782 \end{bmatrix} \\ R_r &= \begin{bmatrix} -0.9998 & -0.0105 & -0.0174 \\ -0.0025 & -0.7849 & 0.6197 \\ -0.0201 & 0.6196 & 0.7847 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (26)$$

外参平移向量为:

$$\begin{aligned} T_l &= [230.6833 \quad 306.7853 \quad 574.1173] \\ T_r &= [180.3300 \quad 301.0071 \quad 575.8102] \end{aligned} \quad (27)$$

基础矩阵为:

$$F = \begin{bmatrix} 9.4487 \times 10^{-10} & 1.2495 \times 10^{-7} & -2.7920 \times 10^{-4} \\ -2.8186 \times 10^{-7} & 3.1064 \times 10^{-7} & 0.0401 \\ 3.1896 \times 10^{-4} & -0.0403 & 0.4677 \end{bmatrix} \quad (28)$$

则极线方程为:

$$\begin{aligned} & (9.4487 \times 10^{-10} \times u_l + 1.2495 \times 10^{-7} \times v_l - 2.7920 \times 10^{-4}) u_r + \\ & (-2.8186 \times 10^{-7} \times u_l + 3.1064 \times 10^{-7} \times v_l + 0.0401) v_r + \\ & (3.1896 \times 10^{-4} \times u_l - 0.0403 \times v_l + 0.4677) = 0 \end{aligned} \quad (29)$$

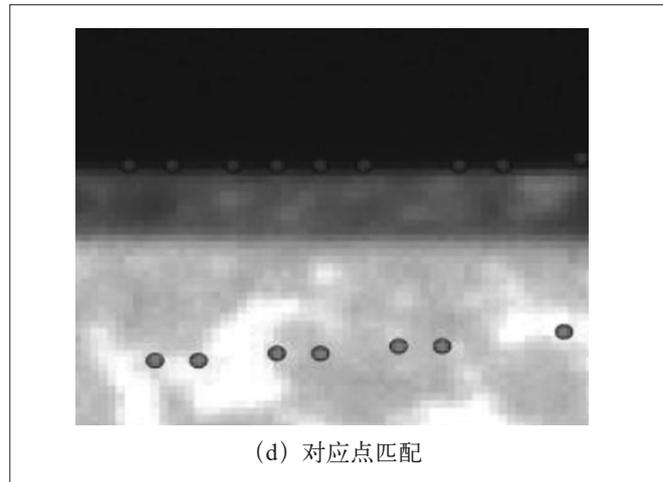
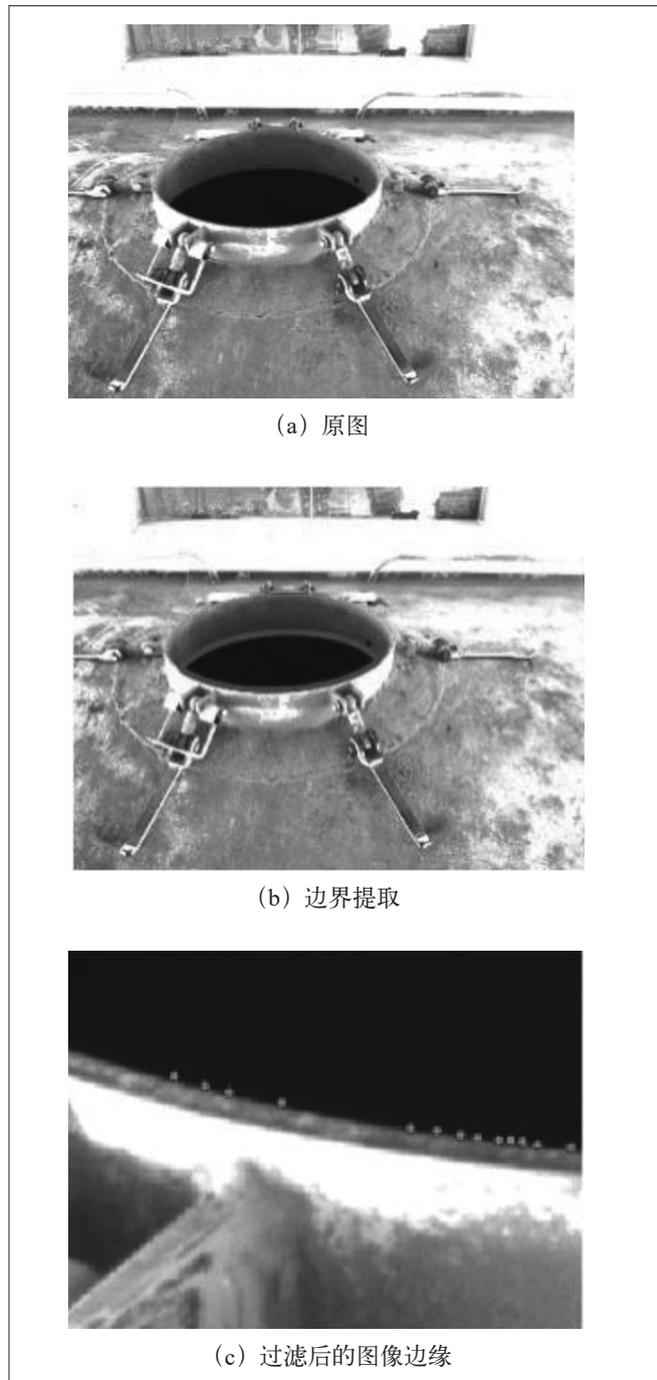


图6 实验图像和图像处理

在实验时最好每隔5~10个点取1个点,同时通过极线和椭圆的几何约束找到右图中对应的点,通过三角测量法^[12]可以计算出每一个匹配点在空间中的坐标。同时将这些点的质心作为Levenberg-Marquardt非线性优化的圆心初始值,半径为质心到边缘数据点的平均距离;通过这种方法就可以算出空间圆的真实圆心和半径。X-Y平面空间坐标点和圆边缘三维空间坐标点如图7所示。

为了验证算法的正确性,同时为了比较算法^[13]的精度,将本文算法和文献[13]进行比较。下面给出了不同条件下圆心坐标的相对误差 E ,如图8(a)所示; E 为真实圆心坐标和计算得出的圆心坐标差值之和;同时将本文算法求出的半径 R 和实际半径进行对比^[14],结果如图8(b)所示。

经过多次实验,结果证明本文算法的精度要高于文献[13]的算法。本文算法无需其他条件就可以算出空间圆半径,且误差较小、在2mm之内。而计算的空间圆的圆心坐标的相对误差也小于文献[13]的算法。显然,极线约束几何匹配算法的精度更高、鲁棒性较好,而且无需其他辅助条件就可以测出相关参数。

4 结语

对于一般极线约束匹配中需要找特征点和沿极线寻找对应点的方式,本文提出了一种基于极线约束的几何匹配方法,利用空间物体形状具有的几何性质、通过几何约束快速找到对应匹配点,并计算出点的三维坐标。首先通过图像处理找出左图的待匹配点,根据极线约束和椭圆的几何关系求出对应点

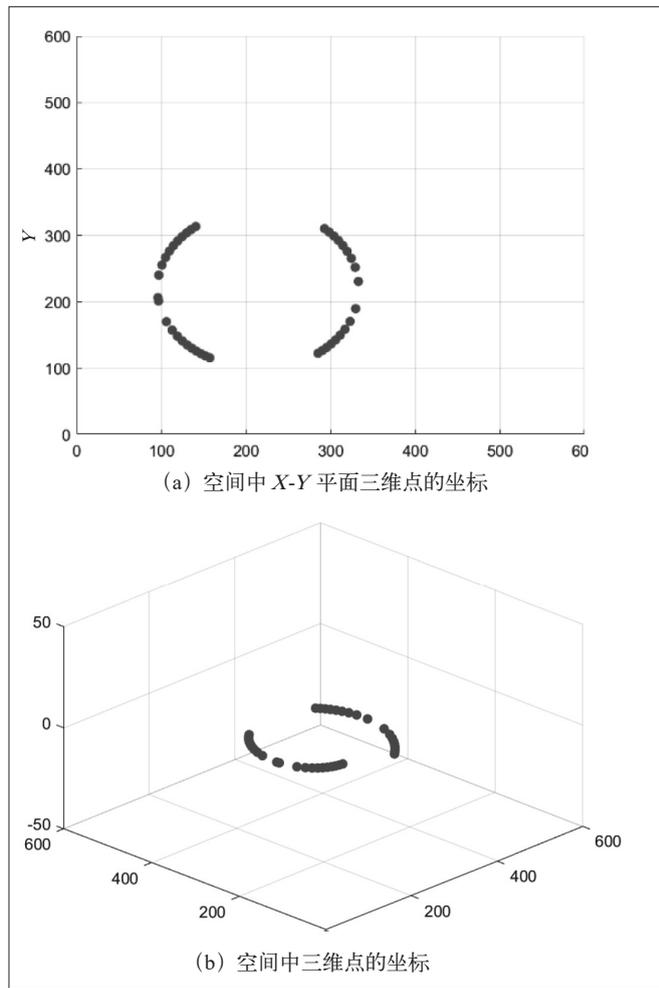


图7 X-Y平面空间坐标点和圆边缘三维空间坐标点

坐标, 然后利用点的三维测量模型, 求出点的空间坐标, 并对空间圆进行最优拟合、求出空间圆的几何参数。该方法无需标记点和特征点, 只需要找到空间中具有几何特点的边缘点坐标就可以算出物体的空间几何参数, 同时提高了圆的几何参数的测量精度。结果表明: 基于极线约束的几何匹配算法能够实现立体匹配, 测得数据较为准确而且无需添加辅助条件。

参考文献:

[1] 周扬, 王龙, 来永斌. 基于最优投影圆锥底面的罐口位姿测量方法 [J]. 电子测量与仪器学报, 2023, 37(1): 50-58.
 [2] 张磊, 徐科军, 赵锐, 等. 一种基于圆特征的单目视觉位姿测量算法的改进 [J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2009, 32(11): 1669-1673.
 [3] 朱亚冰. 基于特征圆的单目视觉位姿测量算法的研究 [D].

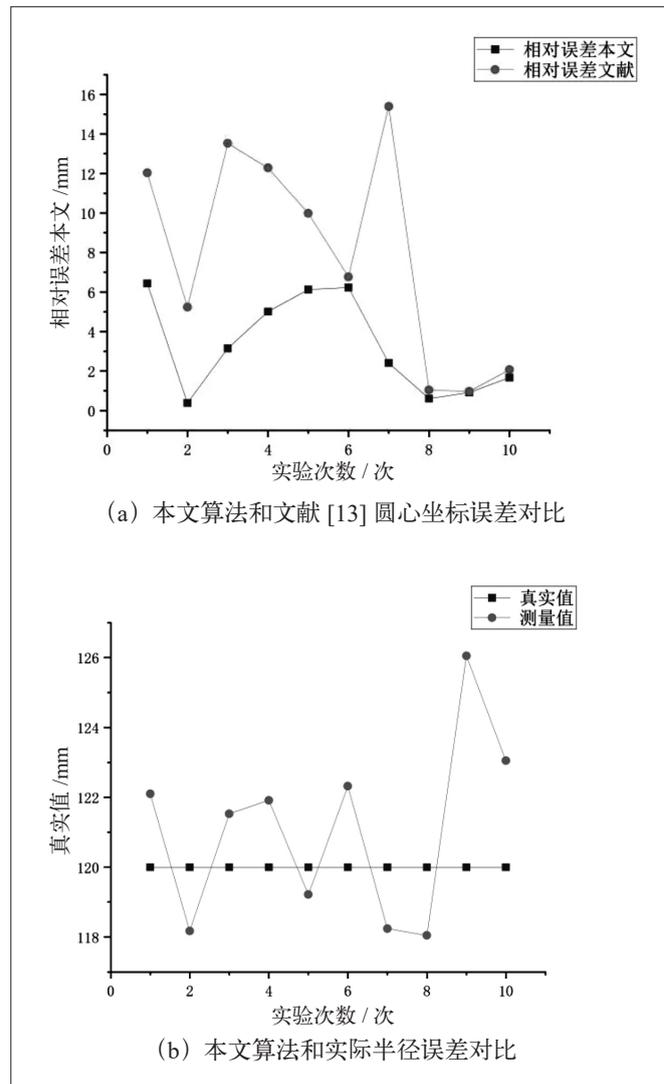


图8 计算结果对比

大连: 大连理工大学, 2015.

[4] 杨晓俊, 朱兴龙, 夏云晴, 等. 一种基于椭圆特征确定空间平面位姿的方法 [J]. 机电产品开发与创新, 2009, 22(3): 150-152.
 [5] 周富强, 张广军, 江洁. 空间圆几何参数的非接触高精度测量方法 [J]. 仪器仪表学报, 2004, 25(5): 604-607.
 [6] 段瑞玲, 李庆祥, 李玉和. 图像边缘检测方法研究综述 [J]. 光学技术, 2005, 31(3): 415-419.
 [7] 马艳, 张治辉. 几种边缘检测算子的比较 [J]. 工矿自动化, 2004(1): 54-56.
 [8] 魏振忠, 张广军. 视觉检测中椭圆中心成像畸变误差模型研究 [J]. 北京航空航天大学学报, 2003, 29(2): 140-143.
 [9] 杨敏, 沈春林. 基于对极几何约束的景象匹配研究 [J]. 南京航空航天大学学报, 2004, 36(2): 235-239.
 [10] 李鹤喜, 石永华, 王国荣, 等. 采用极线约束与圆窗口匹

配的立体视觉检测[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(9):216-219+248.

[11] 刘传凯, 王沼翔, 雷俊雄, 等. 基于松弛极线约束的月面复杂仿射变换图像匹配方法[J/OL]. 航空学报:1-13[2023-07-29]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1929.V.20230609.1350.012.html>.

[12] Kim J, Gurdjos P, Kweon I. Geometric and algebraic constraints of projected concentric circles and their applications to camera calibration[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,

2005, 27(4):637-642.

[13] 张瑞杰, 刘凌云, 王佳维, 等. 基于单目视觉的盘类零件位姿检测[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2022(9):64-67.

[14] Zheng Y, Ma W, Liu Y. Another way of looking at monocular circle pose estimation[C]//2008 15th IEEE International Conference on Image Processing(ICIP 2008). 2009:861-864.

作者简介: 胡宇(2001.02-), 男, 汉族, 安徽合肥人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 机器视觉。

严正声明

近期, 本刊编辑部收到作者反映, 一些不法分子盗用我刊名义, 自建非法网站或钓鱼网页(<http://www.zgjxzz.cn>、<http://mach-china.toug.com.cn>等), 或以《中国机械》杂志社编辑部“编辑”“责任编辑”等名义, 向广大作者征收稿件, 并收取所谓的“版面费”、“审稿费”等, 严重侵犯、影响了我刊声誉和广大作者的权益。在此, 我刊严正声明如下:

1. 《中国机械》杂志社于1982年创刊, 是国家新闻出版署批准登记的机械工程类学术期刊(旬刊), 目前尚未创建独立的“官方网站”, 浏览本刊电子版需从中国工业新闻网(<http://www.cinn.cn>)下方链接进入, 链接地址http://www.cinn.cn/zgjxzz/index_348.shtml, 或通过万方数据知识服务平台(<https://www.wanfangdata.com.cn/>)的官方网页搜索本刊进行查询, 链接地址<https://sns.wanfangdata.com.cn/perio/zgjx> 查询全文;

2. 《中国机械》杂志为旬刊, 请广大作者认准, 凡标记“半月刊”“月刊”的网络征稿平台, 均为非法网站, 欢迎联系本刊编辑部进行举报;

3. 《中国机械》杂志社唯一投稿邮箱: jxzzs@cinn.cn;

4. 《中国机械》杂志社《录用通知书》加盖“中国机械编辑部”公章, 凡加盖“《中国机械》杂志社编辑部”或使用已作废公章(防伪码为1101081749266的总编室公章、防伪码为1101081491290的原编辑部公章), 均为假冒录用通知书;

5. 《中国机械》杂志社从未委托任何机构、网站或个人代理本刊的组稿、审稿等相关事宜, 编辑部一直严格遵守“三审三校”规定, 追求杂志整体质量的提升, 将期刊的社会效益放在首位, 对于盗用《中国机械》杂志社名义发布虚假信息、实施非法征稿等行为, 本刊将依法追究其法律责任;

6. 本刊编辑部唯一联系电话: 010-67410664。

敬请广大作者和读者注意辨别, 提高警惕, 谨防上当!

《中国机械》杂志社
2023年8月