

# 基于 Sobel 算法的塑料袋边缘位置标定

杨华

(呼伦贝尔职业技术学院, 内蒙古 呼伦贝尔 021000)

**摘要:** **目的** 对现有塑料袋装容器的外边缘轮廓进行精确定位, 保证透明包装容器的外边缘轮廓在日常生产中可应用。**方法** 机器视觉塑料袋装容器检测系统依据图像信息收集、识别算法、sobel 算法、位置标定、SVM 结果对比等部分, 确定透明包装边缘标定核心算法要点, 在传统频域变换的基础上, 进行 sobel 算法改进算法分析, 有效提高对塑料袋装容器的外边缘轮廓识别率, 明确该类包装的检测要点。以实际的液体透明医用包装袋为例, 论证该类包装外边缘的特征提取方法, 并且强化该包装边缘的视觉特征, 最后进行 SVM 结果对照实验。**结果** 对照结果表明, 该视觉方式可以实现对机器视觉的塑料袋装容器标定, 精准率可以达到 94%, 对于机械手 10% 的边缘标定精确度是可以适用的。**结论** 基于该 sobel 算法以及优化措施, 确定了机器视觉塑料袋装容器标定方式, 满足了塑料袋装容器生产的有效定位要求。

**关键词:** 机器视觉; 塑料袋装容器; Sobel 算法; 优化分析

**中图分类号:** TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)23-0178-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.23.025

## Position Location of Plastic Bag Edge Based on Sobel Algorithm

YANG Hua

(Hulunbuir Vocational Technical College, Hulunbuir 021000, China)

**ABSTRACT:** The work aims to accurately locate the outer edge contour of the existing plastic bag container, so as to ensure that the outer edge contour of the transparent packaging container can be applied in daily production. According to the image information collection, recognition algorithm, Sobel algorithm, position calibration, SVM results comparison and other parts, the machine vision detection system for plastic bag container determined the key points of the transparent packaging edge calibration algorithm. Based on the traditional frequency domain transformation, Sobel algorithm was improved for analysis, to effectively improve the recognition rate for the outer edge contour of the plastic bag container, and clarify the detection points of this kind of packaging. With the actual liquid transparent medical packaging bag as an example, the feature extraction method of the outer edge of the packaging was demonstrated, and the vision characteristics of the packaging edge were strengthened. Finally, the SVM results were compared with the experimental results. This vision method realized a calibration accuracy of 94% for the plastic bag container by the machine vision and was applicable to 10% of edge calibration accuracy of manipulator. Based on the Sobel algorithm and optimization measures, the calibration method of plastic bag container by machine vision is determined, which meets the requirements of effective positioning of plastic bag container production.

**KEY WORDS:** machine vision; plastic bag container; Sobel algorithm; optimization analysis

收稿日期: 2021-04-22

作者简介: 杨华 (1971—), 女, 呼伦贝尔职业技术学院副教授, 主要研究方向为计算机控制应用。

塑料袋装容器作为一种重要的医用包装形式，在诸多领域均有着广泛的应用<sup>[1]</sup>。常用的领域包括：医疗、冷链运输、水产等。塑料袋装容器以其内部液体流动性，在检测方面相较于固体纸盒结构更为困难<sup>[2]</sup>，主要的难点包括：内部液体状态的流动性影响包装的色差定位，液体包装边沿的变形性等。近年来，随着计算机机器视觉的技术不断发展，在检测包装领域也有着重要的影响<sup>[3]</sup>。现有的机器视觉检测重点适用于塑料袋装容器内部的杂质检测，而对于塑料袋装容器的其他包装环节还是存在较大的差异性，机器视觉的机器视觉系统环节包括多个方面，分别为：机械与控制系统、精密光学相机、系列化视觉标定算法等<sup>[4]</sup>。在此就基于透明包装的标定算法展开分析，分析归纳塑料袋装容器类型的包装过程问题难点，采取机器视觉设计归纳整理出一套具有科学性的塑料袋装容器系统<sup>[5]</sup>。基于整个机械系统的复杂性动作，在保证整个机器视觉系统在特定算法的基础上，确保整个包装标定系统的稳定、有效。

## 1 图像纹理特征提取分析

纹理特征的原理是将常规的图像像素加以有效地强化，使得在物象空间上所发生的重复或变化被有效提取出来<sup>[6]</sup>。在计算机图像特征提取上，首先需从纹理特征的构成要素出发，需要对图像中的多个像素点进行的图像区域强化，进而在统计的基础上分析并计算，最终得到纹理特征。

### 1.1 统计方法

纹理特征的统计是基于计算机对于纹理特征识别的基础上，对变量进行标定所收集，最后加以分析与计数<sup>[7]</sup>。统计方法在该视觉算法上是以灰度的变化规律为研究基础，进而实现对于纹理特征进行描述的，在此所包含的常见算法有灰度共生矩阵法、LBP 算法、半方差图法等系列化的方法。

在统计方法中，首先设定  $f(x, y)$  为  $M \times N$  的二维简化数字图像，其对应的图像灰度等级为  $L$ ，空间关系相适应的灰度共生矩阵表达式见式 (1)。

$$P(i, j, b, \theta) = \#\{(x, y) \in M \times N, f(x, y) = i, f(x+dx, y+dy) = j\} \quad (1)$$

式中： $b$  为基础单位像素的相对距离值； $\alpha$  为 2 个像素横坐标的像素夹角； $\#()$  为像素的数集函数； $i$  和  $j$  为其过程中的某一等级的灰度值。

### 1.2 频谱方法

频谱是信号处理的重要手段，在视觉仪器中，常用的频谱滤波方法包括有傅里叶变换、小波变换等多种方法<sup>[8]</sup>。对于视觉图像纹理分析需要在空间分布的特征基础上加以规律性总结，利用变换方法实现图像

纹理的有效转换，最后在明确计算方法完成后进行纹理特征总结。

傅里叶变换法是图像处理的重要基础手段，通过傅里叶变换实现信息频域变化<sup>[9]</sup>。在此设定  $f(x, y)$  的  $M \times N$  图像中，使用二维离散傅里叶变换公式，见式 (2)。

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} F(x, y) \exp(-j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})) \quad (2)$$

式中： $u = 0, 1, \dots, M-1$ ； $v = 0, 1, \dots, M-1$

$$F(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} F(x, y) \exp(-j2\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})) \quad (3)$$

式中： $x = 0, 1, \dots, M-1$ ； $y = 0, 1, \dots, M-1$

将式 (3) 进行功率谱计算为：

$$P(u, v) = |F(u, v)|^2$$

经傅里叶变换计算可知，在当前图像纹理的低频段所对应的尺寸相对较大，而对于小尺寸的图像纹理则处于高频段。

## 2 塑料袋装容器的精确定位算法

在整个塑料袋装容器的定位中，首先对流水线上的塑料袋装容器进行精确有效的识别，而后在图像检测上，对特定的位置进行特征的精确抓取、标定<sup>[10]</sup>。在准确标定塑料袋装容器的位置后，通过机械手对输液软袋加以抓取。整个系统的识别定位算流程见图 1。

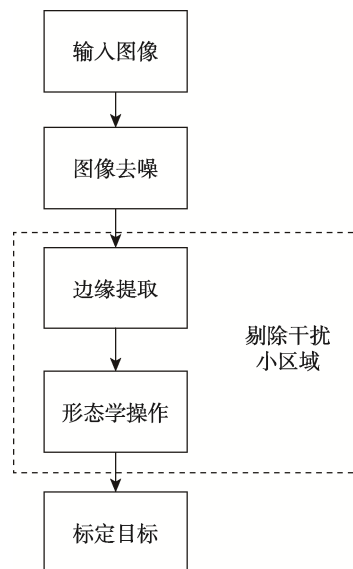


图 1 塑料袋装容器定位算法流程  
Fig.1 Positioning algorithm flow of plastic bag container

### 2.1 图像去噪预处理

图像去噪预处理有很多种方式，其中共生滤波器的滤波本质就是在傅里叶变换的基础上，对图像频谱进行信号分解，该滤波器的优势在于强化包装边

缘的检测,通过滤波计算将信号实现精准化提取,共生滤波效果基于像素中的频率的变化,会对包装间的纹理产生影响<sup>[11]</sup>。在此共生滤波器的表达式为:

$$J_p = \frac{\sum_{q \in N(p)} \omega(p, q) \cdot I_q}{\sum_{q \in N(p)} \omega(p, q)} \quad (4)$$

式中:  $I_q$  与  $J_p$  分别为输入与输出图像所对应的像素值,该参数的  $p$  与  $q$  分别为像素的牵引,公式  $\omega(p, q)$  是两者像素的权重比值,也是共生滤波器的核心算法。

共生滤波结合了高斯滤波和双边滤波的特点,用一个归一化的共生矩阵扩展了双边滤波,以此来处理边缘可实现图像的有效提取,基于算法的求解难度,修正后的表达式为:

$$\omega(p, q) = G_{\sigma_x}(p, q) \cdot M(p, q) \quad (5)$$

$$M(a, b) = \frac{C(a, b)}{h(a)h(b)} \quad (6)$$

式中:  $M$  为像素矩阵;  $C(a, b)$  为共生矩阵;  $h(a)$  和  $h(b)$  分别是图像中所出现的频率,在此  $C(a, b)$  的公式为:

$$C(a, b) = \sum_{p, q} \exp\left(-\frac{d(p, q)^2}{2\sigma^2}\right) [I_q = a] [I_q = b]$$

$$h(a) = \sum_p [I_q = a]$$

## 2.2 多元化滤波处理后图像分析

图像去噪预处理的目的是在图像抓取过程中,对环境中的各类噪声的干扰加以排除<sup>[12]</sup>。图像处理算法的核心步骤是先对图像进行去噪或像素的增强,在保证图像质量的基础上,来降低图像处理算法处理的复杂性。

在该塑料袋装容器定位算法验证前,需要对包装的边进行图像滤波,保证被标定边的特征可以被有效抓取<sup>[13]</sup>。保边滤波的优点相较于传统的去噪滤波方法可以将原先的边框加以平整化处理,使其滤波更为平整有效,将去噪后的图像经平滑处理之后,将外轮廓色差被有效模糊,在此就以双边滤波、引导滤波和共生滤波器等 3 种滤波去噪的方式来对不同类型的边缘细节有效地进行平滑程度过度。明确不同物体边缘的保持状态,各类滤波处理图像结果见图 2。

从图 2b 可知,采取双边滤波可以使包装袋的边缘较为平滑,整体的图像显示较为模糊<sup>[14]</sup>。图 2c 采用了引导滤波手段,虽然保障了整个图像的清晰有效,但包装边缘的平滑效果相对较为模糊。在图 2d 中,通过共生滤波虽然有效地保留可塑料袋装容器的边缘,而且对于包装袋的背景以及包装上的相应和纹理被加以平滑处理。通过上述滤波对比可知,共生滤波结果是较为理想的该类包装滤波方式,不仅有效地表现出较好的平滑效果,并且对透明边缘特征也有效

地加以保留。

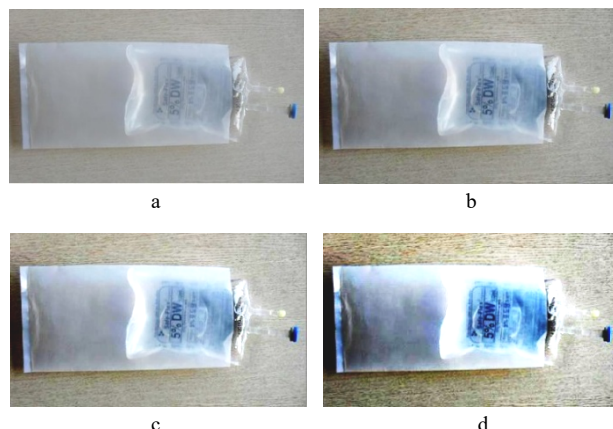


图 2 塑料袋装容器滤波结果  
Fig.2 Filtering results of plastic bag container

## 3 透明包装袋定位算法研究

在完成图像去噪的基础上,下一步就可以对透明包装袋进行精准化定位标定,具体过程为:通过工业相机的拍摄而可以对被标定进行精确定位,明确透明包装被抓取物的边框,并对图像中多余的边框部位及时地剔除背景,确定目标区域透明包装袋的精确位置,使得包装袋可以通过机械手实现目标物的精确抓取<sup>[15]</sup>。在包装袋定位过程中,尤其要明确被精确定位的透明包装袋的区域边角的坐标点,这样才能满足后续抓取机械对精准定位参数的要求。结合现有的视觉算法,在此通过 sobel 算法对于透明包装袋进行图像边缘检测,结果见图 3。

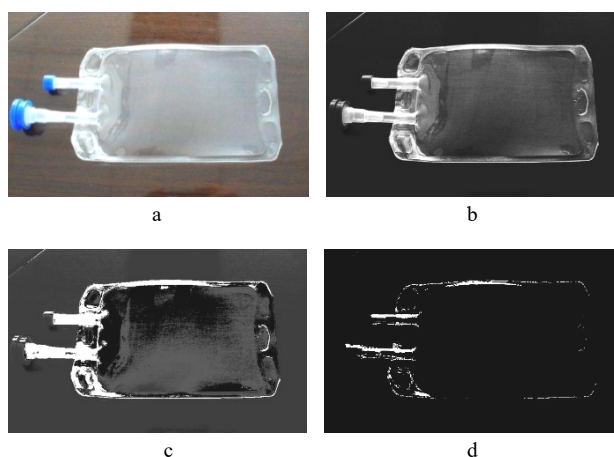


图 3 塑料袋装容器定位算法各阶示意  
Fig.3 Schematic diagram for each step of plastic bag container positioning algorithm

具体的定位步骤见图 3,结合项目实践经验可知,在包装袋的定位算法中,利用 sobel 算法可以有效地将透明包装袋的外轮廓加以定位,除此之外,该算法

还可以将包装袋中的褶皱、气泡以及其他引发频谱的图像要素均可以被有效地提取,而后在结合形态学以及滤波处理后,系统中大部分冗余的噪声可以被有效清除。

塑料袋装容器定位算法的核心是对包装系统的纹理特征频段加以信息强化,使得透明包装袋的外部边缘信息可以被有效地放大与加强。对于系统中所存在的很小额外纹理变化,通过软件操作可将其附属的非关注特征,通过腐蚀操作加以有效消除,保证核心的大部分额外纹理被显示出来。在图像特征消除的过程中,基于腐蚀操作的整体性,难以保障原有图像中的高亮区域被全面消除,所表现出的结果是图像中目标轮廓可以得到:在包装袋外部仍存在孤立的点或边缘。

结合滤波与腐蚀过度可知,在整个的机器视觉所提取的图像见图 3d,对图像加以腐蚀操作,虽没有对其主要的轮廓边缘实现完全的滤波信息过滤,但可以有效地对视觉图像中大部分的额外纹理加以去除,尤其是对复杂工况图像中一些细小的干扰区域,可以有效地实现甄别。在此对于这些细小且复杂性的点和边缘,结合工程实际情况,设计了一种 Sobel 自适应算法,对其加以有效地消除,算法流程具体见图 4。结果对照示意图见图 5。

在图 6 中的 Support Vectors 为理论包装设定标定参数;Class1 为原图手工输出外边轮廓标定数值;Class2 为图像算法采集后的外边轮廓标定数值;维度 1 与维度 2 分别为外边缘尺寸参数范围取值。

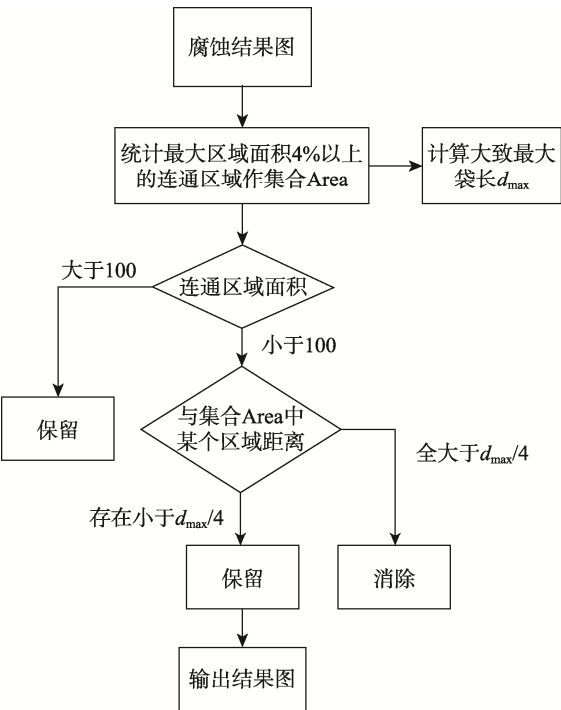


图 4 自适应算法流程  
Fig.4 Adaptive algorithm flow

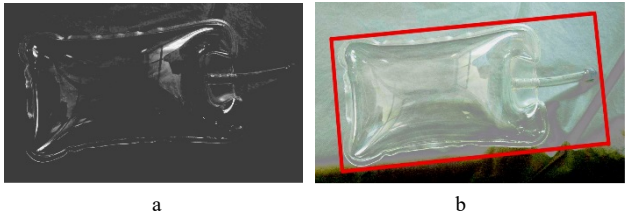


图 5 Sobel 自适应算法结果对照示意  
Fig.5 Comparison of Sobel adaptive algorithm results

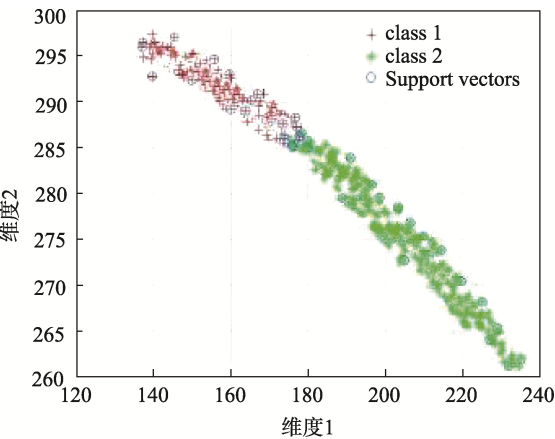


图 6 SVM 软件的包装边缘轮廓对照  
Fig.6 Comparison of packaging edge contour of SVM software

采用 SVM 对照程序将原图与经 Sobel 自适应算法处理后的图像进行对照,得到透明包装外轮廓的数据采集有效性可知,该算法测试精准性较好,可以实现对透明包装外轮廓的精确定位,达到了预期设定的目标。

4 结语

在该包装系统建设过程中,利用光学相机有效抓取包装样件图片,通过计算机的机器视觉算法,对包装的特征进行抓取与视觉处理,便于整个系统的及时视觉监控与处理。以实际的液体透明医用包装袋为例,在强化了该包装边缘的视觉特征后进行 SVM 结果对照实验。对照结果表明,采取 sobel 算法以及优化措施,可有效实现机器视觉对塑料袋装容器标定,论证视觉算法的可靠性,并具有较高标定算法的精准性。

参考文献:

[1] 孙郑芬, 吴韶波. 机器视觉技术在工业智能化生产中的应用[J]. 物联网技术, 2020, 10(8): 103—105.  
SUN Zheng-fen, WU Shao-bo. Application of Machine Vision Technology in Industrial Intelligent Production[J]. Internet of Things Technology, 2020, 10(8):



- 103—105.
- [2] 张福梅, 张俊杰, 冯婷婷. 基于机器视觉的伺服阀微小结构精密装配方法研究[J]. 液压气动与密封, 2020, 40(8): 93—96.  
ZHANG Fu-mei, ZHANG Jun-jie, FENG Ting-ting. Research on Precision Assembly Method of Servo Valve Micro Structure Based on Machine Vision[J]. Hydraulic Pneumatic and Sealing, 2020, 40(8): 93—96.
- [3] 史晨阳, 林燕丹. 机器视觉中均匀照明成像的 LED 环形阵列设计[J]. 光学学报, 2020, 40(20): 118—128.  
SHI Chen-yang, LIN Yan-dan. Design Method of LED Ring Array for Uniform Illumination Imaging in Machine Vision[J]. Acta Optica Sinica, 2020, 40(20): 118—128.
- [4] 张继红. 包装机械的创新设计必须面向机电一体化技术[J]. 包装工程, 2004, 25(4): 112—113.  
ZHANG Ji-hong. The Creative Design of Packing Machine Must Face to the Machatronics Technology[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4): 112—113.
- [5] 傅田. 基于机器视觉的带式输送机纠偏系统设计[J]. 煤矿机械, 2020, 41(8): 183—185.  
FU Tian. Design of Belt Conveyor Deviation Correction System Based on Machine Vision[J]. Coal Mine Machinery, 2020, 41(8): 183—185.
- [6] AMIRI M. Group Decision-Making for the Selection Machine Using Fuzzy VIKOR Method[J]. Journal of India Management Studies, 2010, 16(2): 167—188.
- [7] ATANASSOV K. Intuitionistic Fuzzy Sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1986, 20(1): 87—96.
- [8] 罗元, 肖航, 欧俊雄. 基于深度学习的目标跟踪技术的研究综述[J]. 半导体光电, 2020, 41(6): 757—767.  
LUO Yuan, XIAO Hang, OU Jun-xiong. Research Review of Target Tracking Technology Based on Deep Learning [J]. Semiconductor Optoelectronics, 2020, 41(6): 757—767.
- [9] 安伟刚. 多目标优化方法研究及其工程应用[D]. 西安: 西北工业大学, 2005: 12—24.  
AN Wei-gang. Study on Multi-Objective Optimization and Its Application in Engineering[D]. Xi'an: Northwestern Polytech-Nical University, 2005: 12—24.
- [10] 孙琴, 肖书浩, 刘誉涵, 等. 基于机器视觉的塑料制品表面缺陷检测研究[J]. 电子制作, 2020(15): 56—59.  
SUN Qin, XIAO Shu-hao, LIU Yu-han, et al. Research on Surface Defect Detection of Plastic Products Based on Machine Vision[J]. Electronic Manufacturing, 2020(15): 56—59.
- [11] FU M C. Optimization for Simulation: Theory VS Practice[J]. Inform Journal on Computing, 2002(14): 192—215.
- [12] 雷英杰, 王宝树, 王毅. 基于直觉模糊推理的威胁评估方法[J]. 电子与信息学报, 2007, 29(9): 2077—2081.  
LEI Ying-jie, WANG Bao-shu, WANG Yi. Techniques for Threat Assessment Based on Intuitionistic Fuzzy Reasoning[J]. Journal of Electronics & Information Technology, 2007, 29(9): 2077—2081.
- [13] 蔡纪伟, 贾云献, 孙晓, 等. 直觉模糊推理的装备报账指挥决策模型[J]. 火力与指挥控制, 2013, 38(2): 31—34.  
CAI Ji-wei, JIA Yun-xian, SUN Xiao, et al. Research on Model of Equipment Support Command Decision Based on In-Tuitionistic Fuzzy Reasoning[J]. Fire Control & Command Control, 2013, 38(2): 31—34.
- [14] GOMES L, LIMA M. TODIM: Basics and Application to Multicriteria Ranking of Projects with Environmental Impacts Foundations of Computing and Decision Sciences, 1992, 16(3): 113—127.
- [15] 郭景全. 基于机器视觉的茶叶自动采摘机械手装配系统设计研究[J]. 福建茶叶, 2020, 42(7): 11—12.  
GUO Jing-quan. Research on Assembly System Design of Automatic Tea Picking Manipulator Based on Machine Vision[J]. Fujian Tea, 2020, 42(7): 11—12.