

图像识别技术在食品包装缺陷检测中的应用

程维中

绥化学院信息工程学院 黑龙江 绥化 152000

【摘要】：对食品的销售而言，包装的外观和质量都能够直接影响到营销额，有缺陷的包装不仅会影响销量，也会影响到食品企业在市场中的形象。本文从食品包装缺陷检测工作角度出发对图像识别技术在食品包装缺陷检测中的具体应用进行研究。阐述了图像识别技术的概念，并对食品包装检测系统的软件设计进行了介绍，证明图像识别技术能够更好地满足食品包装缺陷检测的需求，总结了图像识别技术在食品包装缺陷检测中的具体应用，希望能够为食品包装缺陷检测工作提供有效参考。

【关键词】：图像识别技术；食品包装缺陷；检测应用

食品包装作为食品商品中重要的一部分不仅能够保证食品的卫生和质量并保护食品在运输和流通的过程中不受污染以外还能够给消费者良好的视觉体验，起到推动销售的作用。食品的包装检测能够有效确保包装的质量，避免缺陷包装导致食品质量受损。现阶段我国食品包装检测多采用人工检测的形式，但这种方法不仅要耗费人力和时间，还存在着管理不规范和检测精度不高等问题，无法确保检测结果能够达到规范标准。因此许多大型的食品企业开始纷纷引进食品包装缺陷自动检测设备，采用图像识别技术对食品的包装缺陷进行在线实时监测，有效提升检测工作的规范性、准确性和工作效率。

1 图像识别技术

图像识别技术是对图像拍摄装置获取的检测目标进行图像处理，对图像中目标的特征进行识别和提取，对目标的缺陷等相关问题进行判断，根据判断的结果来对下一步操作进行判断。这项技术能够有效提升生产的准确性和自动化，能够代替在危险工作环境中的手工检测工作以及大批量的生产检测工作。图像识别技术的工作效率和工作质量远超人工检测，这项技术融合了视觉传感器与图像处理计算方法，具有组合简单、适合大批量生产线以及抗干扰能力较强的特点。在实际的生产检测中，通过图像采集、图像处理、缺陷识别、指令传递的工作流程对最后的剔除动作进行控制指导。食品包装的缺陷检测很大程度上由图像的处理算法来提升图像识别的效率和效果，因此对于不同类型食品包装的图像处理算法选择非常重要。图像识别技术中对图像处理的工作流程包括图像的预处理、特征提取、定位计算、判定结果等。图像处理算法中最常用的是二值化处理和边缘检测，缺陷通常包含形状、纹理、颜色等方面，图像识别技术能够根据缺陷的类型不同来选择适合的阈值进行执行判断。

2 食品包装检测系统

2.1 检测系统结构

食品包装缺陷检测系统的结构主要包括图像获取板块、图像处理和执行板块三部分，基础结构如图1所示。



图1 食品包装检测系统结构

(1) 图像获取板块

通过相机采集原始图像并转化为计算机能够识别的数据信息，结构上包括拍照光源、拍照触发器、工业相机、图像采集卡等。

(2) 图像处理及分析板块

这一板块主要包括图像处理设备和PC机，图像处理设备可以采用智能相机，具备图像预处理以及通信等相关功能。具备较高的集成化水平能够简单进行开发和使用的。PC机设备具有较强的拓展性，能够进行图像的自行处理，更加适用于较为复杂的设计及执行。通过综合考虑，可选用PC机进行图像处理和图像分析，同时PC机也能够进行人机交互设备的外接。

(3) 执行板块

可根据检测的结果来对不合格商品进行剔除，采用PLC执行终端控制器，完成机械手的相关控制操作。

图像识别技术检测食品包装主要包含两个部分，即包装前的材质检测和包装后的商品检测。包装前的材质能够对是否存在缺陷的袋材进行筛选，有效降低资源浪费；包装后的

商品检测主要针对食品在包装过程中造成的新缺陷。

2.2 图像处理过程

图像处理作为图像识别技术的核心环节，根据设备的精细度和检测的精细度，处理过程主要分为三个部分：①初级处理部分，图像预处理，提升图像的清晰度和对比度，降低图像拍摄过程中存在的外界干扰，增强图像中的细节部分，提取图像的具体特征便于后续的处理；②中级处理部分，将图像中的目标特征提取并转化为数据信息，对图像进行分割处理，将图像分割为需要分析的部分，这一步对软件算法的稳定性和成熟性有较高的要求；③高级处理部分，对图像的整体特征进行识别后通过函数算法来得出结果并以此为基础进行后期执行工作。

2.3 图像处理算法

图像处理算法能够直接决定图像识别法的效率和效果，针对不同的产品包装应当选择适合的图像处理算法。食品包装通常用到二值化处理及边缘检测，二值化处理即阈值分割，是最常见的图像分割处理形式，将图像的特征与背景进行分割，对图像的对比度进行分割阈值的确定后，采用灰度处理来将需要分析的部分和背景部分进行区分。设定阈值后可以得出图像计算公式：

$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & f(x,y) \geq T \\ 1 & f(x,y) < T \end{cases}$$

用 0 和 1 来代表黑色与白色，公式中像素值如果大于等于 T，灰度值就为 0，图像的像素值小于 T，灰度值则为 1。图像的信息集中于边缘的部位，灰度的变化也较为明显，通过边缘检测能够有效区分目标区域与背景，通过相邻区域的边缘来对目标进行有效划分。边缘检测能够有效提取出图像中特征与背景的交界线，采用算法来对导数值进行求取，边缘检测的算法需要利用算子进行导数值求取，常用算子包括 Sobel 算子、Robert 算子、Prewitt 算子等。如 Robert 算子是通过局部的差距来进行边缘确认，计算公式为：

$$\begin{cases} \Delta_x f = f(i,j) - f(i,j+1) \\ \Delta_y f = f(i,j+1) - f(i+1,j) \end{cases}$$

$$R(i,j) = \sqrt{\Delta_x^2 f + \Delta_y^2 f}$$

公式中卷积算子可以表示为：

$$\Delta_x f \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \Delta_y f \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

其中边缘点为 (i,j) ，则边缘图像为 $\{R(i,j)\}$ ， $R(i,j)$ 为 Robert 算子的梯度幅值，合适的门限值 RT 应当满足以下条

件：

$$R(i,j) > TH$$

Robert 算子的优势在于具备较高的噪声敏感度并且能够高精度定位。

3 图像识别技术在食品包装缺陷检测中的应用

3.1 泡沫塑料包装

这种类型的包装主要应用在速食产品和生鲜水果等食品的包装上面，泡沫塑料包装的特点包含易变性、材质轻、抗腐蚀能力强、绝热等，已经被广泛应用在农产品的包装方面。但泡沫塑料包装的材料和包装形式具备较大的限制性，尤其是塑料的合格率通常较低，在包装的过程中极易出现变形、组织变化和表面污染等情况。通过图像识别技术能够对包装袋的缺陷进行有效检测，包括对包装袋的长宽、面积和填充的程度进行二值化处理，通过对目标区域进行分割来检测包装袋的完整性是否达到标准，一旦出现外形出错、连袋、表面设计画面位置错乱以及表面有异物的情况，就能够及时剔除。这种检测方法在泡沫塑料包装的监测方面准确率能够达到 98% 以上，能够有效满足生产检测的需求。以方便面的塑料包装为例，我国研究并设计了一套视觉检测系统，通过对缺陷特征的提取来进行图像识别，过程包括三个步骤：图像预处理分割待检测区域、特征提取 RGB 像素转换 HS 特征点、计算机根据像素点 HS 取值并找到对应的阈值进行特征分类，进而判断塑料包装是否有缺陷，如果存在包装缺陷则及时从生产线剔除，图像识别技术的漏检率能够小于 0.1%，识别度较高，能够有效满足食品工业生产的需求。

3.2 铝塑包装

这种包装多应用在糖果等食品的包装上，具有较强的隔绝性，能够对食品进行有效保护，能够隔绝潮气、细菌，并且保持较为稳定的形状，被广泛应用在食品及药品的包装方面。但铝塑包装极容易出现空囊、漏装以及破损等情况，对食品包装的安全性和成本浪费。图像识别技术在铝塑包装缺陷的检测中主要集中在检测食品和药品的缺损、缺失以及表面出现划痕等情况。需要采用图像处理对缺陷部位进行有效分辨。常规检测方法多采用人工检测法对包装缺陷进行检测，这样的检测方法不仅工作效率低还极容易出现准确率不高的情况。图像识别检测法能够采用多种特征提取的算法来对图像进行缺陷检测，这种方法的准确率超过 99%，能够最大程度提升铝塑包装缺陷检测的稳定性和准确性。目前图像识别技术针对铝塑包装缺陷检测方面主要不断改进和优化算法，针对生产线的并不多，因铝塑包装通常包含许多目标，对边缘的分隔及特征的提取需要进行更加深入的研究。

3.3 纸质包装

这类包装通常应用在饮料及外卖等食品当中,具有成本低、强度高、透气性好、防油抗湿以及耐磨损等特点,被广泛应用在众多食品的包装当中。但纸质包装的耐水性和抗压性较差,对环境的要求和设备的要求比较高,存在着一定的限制性。图像识别技术在食品纸质包装缺陷中的应用多采用二值化处理对图像特征进行提取并分割目标图像和背景图像,采用 Robert 算子对边缘检测目标区域进行导数值的求取,检测的缺陷内容包括倒置、斜置、变形、破损以及异物等。图像识别法具有较快的检测速度和灵活性。通过图像识别激素来对食品内包装进行视觉缺陷检测能够有效检测纸质包装汇总的缺陷,采用图像预处理法来对图像进行浓淡的修正,将背景消除,通过目标的模型位置和面积来进行斑点缺陷等的检测,及时发现内衬纸是否存在破损、背面褶皱、印刷错乱等情况,检出率高达 99.9%,内衬纸的背面破损和缺失检测也能够达到 95.5%的检出率,能够有效满足生产线的要求。通过图像识别软件来采用小波变换的边缘检测方法将图像的信号进行分解,对小波系数模进行最大值的计算,通过确定图像灰度中的突变点来提取边缘点,重点检测踏板、漏白、污染、飞墨、刀丝等五种缺陷,提取缺陷的长度、圆弧度、灰度标准差以及长宽比等特征来提升图像识别技术的应用准确性,检测精准度均能够达到 99.9%以上,对比传统的模板匹配检测法能够达到有效提升检出率的作用,有效满足食品生产包装检测的要求。

3.4 瓶罐包装

这类包装多应用在饮料、食用油、牛奶等食品的包装方面,具有较强的封闭性、保护性以及设计性,被广泛应用在工业包装等领域中。其缺点在于极容易受到外力作用的影响,对工艺有较高的要求并且成本投入较高,适用的食品范围并不大。采用图像识别技术对啤酒的包装进行检测应用,通过高速检测空瓶系统对啤酒生产线中是否存在无瓶口的情况进行了有效检测,通过添加瓶口的检测功能根据缺陷点的灰度值差异来对图像进行识别,采用二值化处理、边缘检

测结合模板匹配法对生产线进行检测,空瓶的检测精度能够达到 94.5%以上,充分满足啤酒生产线的生产需求。通过图像识别技术对包装瓶罐的内壁缺陷进行检测,对罐内的图像进行分割,提取内壁需要检测的区域,根据罐内的图像特点,采用二值化处理对图像进行分割,利用形态学的腐蚀、膨胀、凸起结合阈值获得的边缘区域来进行目标图像区域的获取。通过标准模板图像堆叠被测图像的形式来进行图像多元化测试,采用图像融合算法来对焊缝区域不同的问题进行处理,对主成分进行分析能够获取多元被测图像中的缺陷,采用 Q 统计图来对缺陷特征进行检测,通过阈值来判断是否存在缺陷,总结出存在的缺陷多为内壁照明困难所造成的缺陷,误检率能够控制在 1.5%以内,具有较强的可靠性。针对奶粉罐这类的内壁缺陷检测采用视觉检测系统通过照明来对奶粉罐的罐体进行缺陷精准定位和有效计算,照明多采用 LED 光进行散射照明,罐体的定位则选择优化的 Hough 变换和最小二乘拟合圆法。奶粉罐的内壁缺陷通常包括点缺陷、面缺陷以及线缺陷,结合 Blob 算法对奶粉罐的内壁缺陷进行有效检测,系统的动态检测精准率能够达到 99.8%以上,能够有效满足生产线的检测标准。

4 结束语

综上所述,食品包装的优劣与否能够对食品的销售和食品在市场上的竞争力起到直接的影响作用,是食品企业在生产过程中需要注重控制的部分。现阶段我国的企业在生产的过程中因受到加工工艺、包装材料、环境设备等多方面的影响在进行食品包装的过程中经常会出现不同类型和程度的缺陷问题,对产品的销售和竞争力都造成了一定的影响。采用图像识别技术能够在食品包装的过程中有效检测出食品包装的缺陷并进行产品筛选,对比传统的人工检测方法图像识别技术的准确率、速度以及质量都具有较高的优势。本文对图像识别技术的系统设计和具体应用进行深入研究,旨在提升食品企业商品生产过程中包装的完整性,有效降低缺陷出现率,提升生产效率和质量,降低成本投入和资源浪费,有效推动我国食品包装行业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 张州,白克.食品包装数粒机图像检测系统设计[J].食品工业,2020,41(7):3.
- [2] 杨小艳.基于图像处理技术的包装表面缺陷检测[J].微型电脑应用,2021,37(8):4.
- [3] 江俊敏.计算机图像识别技术的应用分析[J].集成电路应用,2020,37(2):2.
- [4] 李建明,杨挺,王惠栋.基于深度学习的工业自动化包装缺陷检测方法[J].包装工程,2020,41(7):10.