

# 基于图像处理的药片包装视觉检测系统滤波算法

路正佳

(河南经贸职业学院, 郑州 450000)

**摘要:** **目的** 为了有效滤除药片包装视觉检测系统中的噪声, 提升图像清晰度, 保证后期图像分割、边缘处理顺利进行。**方法** 针对药片视觉检测图像中存在大量不确定噪声, 提出一种自适应模糊神经网络的图像滤波算法。在模糊神经网络结构中引入一个鲁棒性较强的隶属函数, 并通过梯度下降法对模糊神经网络中的参数进行优化训练, 利用优化后的网络结构对被噪声污染的图像进行滤波处理。**结果** 仿真结果表明, 该算法能够在保留较完整的图像边缘和重要细节的前提下, 有效滤除药片中的噪声。**结论** 该滤波算法有效提高了药片图像的清晰度, 对于后期药片图像分割以及边缘化处理具有重要意义。

**关键词:** 药片包装; 噪声; 模糊神经网络; 优化训练

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)07-0205-04

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.07.029

## Filtering Algorithm of Tablet Packaging Visual Inspection System Based on Image Processing

LU Zheng-jia

(Henan Institute of Economics and Trade, Zhengzhou 450000, China)

**ABSTRACT:** The work aims to effectively remove the noise in the visual inspection system of tablet packaging, to enhance the image clarity and ensure that the later image segmentation and edge processing is carried out smoothly. For a large number of uncertain noises in the visual inspection images of tablets, an image filtering algorithm of the adaptive fuzzy neural network was proposed. A robust membership function was introduced in the fuzzy neural network structure, and the optimization training on the parameters of fuzzy neural network was carried out in the gradient descent method. The images with noise were filtered by the optimized network structure. The simulation results showed that the proposed algorithm could eliminate the noise of the tablet whiling preserving complete image edge and important details. The proposed filtering algorithm can effectively improve the tablet image clarity, and is of great significance for the later tablet image segmentation and edge processing.

**KEY WORDS:** tablet packaging; noise; fuzzy neural network; optimization training

为了提高药片包装质量, 减小药片包装次品率, 提升制药企业竞争力, 各大制药企业始终将药品检测贯穿于整个制药生产流程中<sup>[1-3]</sup>。随着机器视觉技术的快速发展, 机器视觉检测效率和检测准确率逐步提升, 从而逐渐取代了传统的人工肉眼检测<sup>[4-5]</sup>。

机器视觉检测技术主要利用工业 CCD 摄像机采

集包装药片图像, 将药片图像信息传送到计算机中, 经过专用的图像处理模块处理, 并将处理结果传送到控制器中。药片机器视觉检测系统工作环境复杂恶劣, 系统随着流水线的运动而产生振动, CCD 采集到的图像通常会受到噪声污染, 例如振动引起的噪声以及外部电磁干扰引起的噪声等。由于图像中掺杂噪

收稿日期: 2019-04-26

作者简介: 路正佳(1984—), 女, 硕士, 河南经贸职业学院讲师, 主要研究方向为计算机科学与技术。

声,导致图像的后期其他处理,如图像分割、图像边缘化等处理均受到影响<sup>[6-10]</sup>,因此在采集到药片图像后首先需要对图像中的噪声进行滤波处理,图像噪声处理对于提高检测效率和检测精度具有重要作用。

为了有效滤除图像中的噪声,同时避免图像中的重要信息避免被破坏,文中利用模糊滤波器对不同图像噪声进行权值调整<sup>[11-16]</sup>,并在模糊滤波器中引入了具有自组织和自学习能力的神经网络,提出一种模糊神经网络的药片视觉检测系统图像滤波算法。

### 1 药片视觉检测系统

药片视觉检测系统利用摄像机对传送带上传送过来的药片进行拍照,采集到的图像被传送模块传

到计算机中进行图像处理,计算机根据处理结果判断其是否为次品,如果为次品则向 PLC 发送指令将不合格包装药品进行清除,系统流程见图 1。

1) 图像采集单元。图像采集单元的选择需要综合考虑现场环境以及目标透光性,采集单元能够根据环境光线强弱进行自动调整。图像采集单元主要包括 LED 光源以及 IDS200 万像素的工业相机。

2) 图像处理单元。采用 DSP 对采集到的图像进行处理,采用 DSP 芯片 MS320C6201B 进行图像去噪处理,该款 DSP 处理速度快,且能够重复进行编程,从而有效提高了药品机器视觉检测系统程序的可修改性。

3) 剔除控制模块。剔除控制系统采用欧姆龙 PLC 作为控制器核心,主要负责数据采集,并控制执行机构完成逻辑动作。

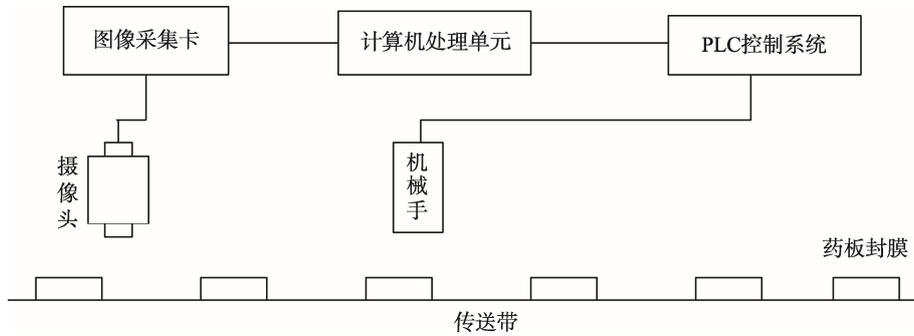


图 1 药片包装视觉检测流程

Fig.1 Tablet packaging visual inspection process

### 2 模糊神经网络滤波算法

药片视觉检测系统在图像采集过程中,会受到不同种类的噪声干扰,导致图像后期处理受到影响,并影响检测系统的准确性。为了有效地滤除图像中噪声,提升药品检测准确率,文中利用模糊理论能够对不同信息进行处理的优点以及神经网络自学等特点,提出了一种模糊神经网络自适应的药片图像滤波算法。

定义模糊神经网络结构见图 2,其输入为  $(x_1^{(l)}, x_2^{(l)} \dots x_N^{(l)})$ ,其中  $x_1^{(l)}$  为噪声像素,  $W[x^{(l)}]$  为滤波窗口,  $l=(i-1) \times r+j$ ,模糊神经网络的输出为<sup>[14]</sup>:

$$Y^{(l)} = \sum_{i=1}^N w_i^{(l)} y_i^{(l)} \tag{1}$$

其中:

$$w_i^{(l)} = \frac{\mu_i^{(l)}}{\sum_{i=1}^N \mu_i^{(l)}} \tag{2}$$

$$y_i^{(l)} = \delta_{i1} \cdot x_i^{(l)} + \delta_{i2} \tag{3}$$

式中:  $N$  为滤波窗口  $W[x^{(l)}]$  中的像素个数;  $w_i^{(l)}$  反应每个  $y_i^{(l)}$  在输出  $Y^{(l)}$  中所占的权重;  $\mu_i^{(l)}$  为网络输

入  $x_i^{(l)}$  的模糊隶属函数;  $\delta_{i1}$  和  $\delta_{i2}$  为经过优化的三维矢量参数。

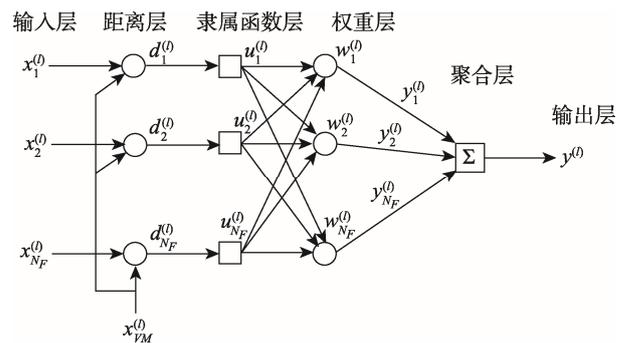


图 2 网络结构

Fig.2 Network structure

隶属度函数对于模糊系统性能具有重要影响,文中提出的模糊隶属函数为:

$$\mu_i^{(l)} = 1 + \frac{1}{\alpha} \ln \left[ 1 + \frac{\lambda_i^2 (\mu_i^{(l)} - c_i)^2}{\beta} \right]^{\frac{\beta+1}{2}} \tag{6}$$

式中:  $\alpha$  和  $\beta$  为正常数;  $\lambda_i$  和  $c_i$  为目标量参数。式(6)可改写为:

$$\mu_i = 1 + \frac{1}{\alpha} \ln [h_i(d_i - c_i)] = 1 + \frac{1}{\alpha} \ln [h_i(t_i)] \quad (7)$$

其中：

$$h_i(t_i) = \left[ 1 + \frac{\lambda_i^2 t_i^2}{\beta} \right]^{\frac{\beta+1}{2}} \quad (8)$$

$t_i = d_i - c_i$ 。在此假设一个优化函数：

$$\varphi_i(t_i) = -\frac{\partial u_i}{\partial t_i} = \frac{1}{\alpha} \cdot \left( -\frac{h'_i(t_i)}{h_i(t_i)} \right) \quad (9)$$

式中： $h'_i(t_i) = dh_i(t_i)/dt_i$ ； $-h'_i(t_i)/h_i(t_i)$  为局部优化非线性。由式(9)得到：

$$\varphi_i(t_i) = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{(\beta+1) \cdot \lambda_i^2 \cdot t_i}{\beta + \lambda_i^2 \cdot t_i^2} \quad (10)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial c_i} = -\frac{\partial u_i}{\partial t_i} = \varphi_i(t_i) \quad (11)$$

### 3 混合学习算法

式(11)中的  $\frac{\partial u_i}{\partial c_i}$ ，因其等于  $\varphi_i(t_i)$ ，所以对噪声

图像中的脉冲噪声也具有鲁棒性，为了使这种鲁棒性能够逐层传递到神经网络的输出中，文中提出一种梯度下降的混合学习方法，对模糊神经网络系统中的参数  $\delta_{i1}$ ， $\delta_{i2}$ ， $\lambda_i$  以及  $c_i$  进行优化处理，对参数  $\delta_{i1}$ ， $\delta_{i2}$  和  $\lambda_i$  通过梯度下降法进行优化，而参数  $c_i$  利用线性最小二乘法进行优化。

假设有  $N$  组训练数据，对于每一组输入  $x = (x_1^{(l)}, x_2^{(l)} \dots x_N^{(l)})$ ，定义代价函数为：

$$E^{(l)} = \sum_{i=0}^N \left( \frac{1}{2} Y_d^{(l)} - Y^{(l)} \right)^2 \quad (12)$$

式中： $Y_d^{(l)}$  为原图像期望像素； $Y^{(l)}$  为模糊神经网络实际输出，首先初始化参数  $\delta_{i1}(1)$ ， $\delta_{i2}(1)$ ， $\lambda_i(1)$  和  $c_i(1)$ 。通过最小化误差函数  $E^{(l)}$ ，可求得第  $k+1$  次迭代方程，对于参数  $\delta_{i1}$ ， $\delta_{i2}$  和  $\lambda_i$ ，根据梯度法有：

$$\delta_{i1}(k+1) = \delta_{i1}(k) - \alpha \frac{\partial E}{\partial \delta_{i1}} \quad (13)$$

$$\delta_{i2}(k+1) = \delta_{i2}(k) - \alpha \frac{\partial E}{\partial \delta_{i2}} \quad (14)$$

$$\lambda_i(k+1) = \lambda_i(k) - \alpha \frac{\partial E}{\partial \lambda_i} \quad (15)$$

式中： $k$  为迭代次数； $\alpha$  为学习速率。

对于参数  $c_i$ ，则采用线性最小二乘法确定其初始值；然后由式(1)求出组训练数据的系统实际输出；再根据式(12)代价函数以及式(13—15)对参数  $\delta_{i1}$ ， $\delta_{i2}$  和  $\lambda_i$  进行更新，最后利用最小二乘法对参数  $c_i$  进行更新，如此一直迭代下去，直到式(12)函数值小于

预定的阈值活迭代次数达到了上限设定值，则训练就此结束。

### 4 仿真分析

为了验证该滤波方法能够有效滤除药片包装图像中的噪声，分别采用中值滤波、均值滤波以及模糊神经网络滤波分别对同一幅图像进行滤波处理，仿真结果见图 3。

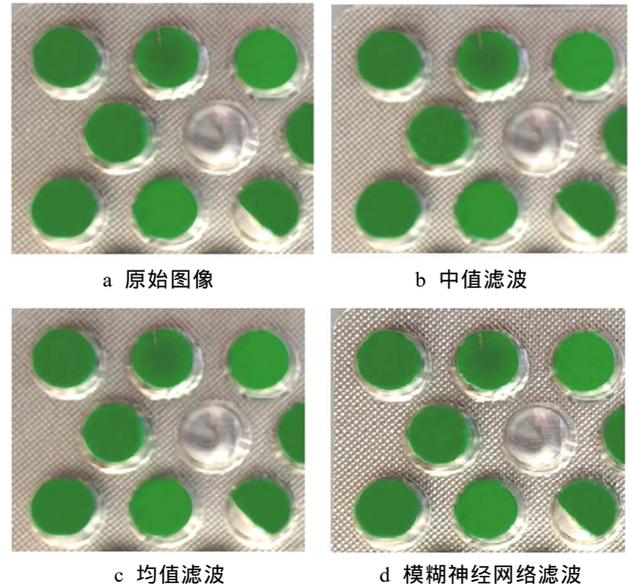


图 3 不同滤波算法

Fig.3 Different filtering algorithms

由图 3 滤波效果可以看出，中值滤波算法不能有效滤除药片图像中的噪声，且图像原信息被破坏，细节变化也被大大削弱；均值滤波算法能够有效滤除图像中的噪声，但图像中的细节信息也被破坏。文中提出的模糊神经网络滤波方法能够在保证原图像中的重要信息和边缘不被破坏的前提下，有效地滤除图像中夹杂的噪声。

为了进一步验证文中提出的模糊神经网络滤波方法的有效性，采用峰值信噪比来对比中值滤波、均值滤波以及模糊神经网络滤波的性能，不同滤波方法对图像噪声处理后的峰值信噪比见表 1。

表 1 不同滤波方法峰值信噪比  
Tab.1 Peak signal-to-noise ratio (PSNR) of different filtering methods

| 滤波器      | 峰值信噪比 |
|----------|-------|
| 中值滤波     | 21.44 |
| 均值滤波     | 22.56 |
| 模糊神经网络滤波 | 28.45 |

由表1可以看出,模糊神经网络的峰值信噪比远大于其他2种滤波方法,由此可以说明模糊神经网络滤波算法对于图像滤波的噪声处理效果更佳。

## 5 结语

为了有效滤除药片视觉检测系统图像噪声,提高图像清晰度,保证后期图像分割以及特征提取等图像处理顺利进行,提出了一种模糊神经网络图像滤波算法。在RNFN的构造中,采用了一个鲁棒性的模糊隶属函数,使新算法对图像中的脉冲噪声具有鲁棒性。仿真结果表明,模糊神经网络滤波算法相比于中值滤波、均值滤波拥有更好的滤波性能,且能够更好地保留原图像中的细节,该滤波方法对于包装药品图像的后期处理提供了重要的基础保障。

### 参考文献:

- [1] 刘莉,薛凡.包装标准化影响因素实证分析:以长株潭地区包装企业为例[J].包装学报,2012,4(4):50—54.  
LIU Li, XUE Fan. Empirical Study of Influencing Factors on Packaging Standardization: Taking Packaging Firms in Chang-Zhu-Tan District as an Example[J]. Packaging Journal, 2012, 4(4): 50—54.
- [2] 赵丹,丁金华,孙秋花,等.基于计算机图像处理的印刷品缺陷检测[J].包装工程,2008,29(12):1—2.  
ZHAO Dan, DING Jin-hua, SUN Qiu-hua, et al. Print Defect Detection Based on Computer Image Processing[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 1—2.
- [3] 刘健庄,栗文清.灰度图像的二维自动阈值分割法[J].自动化学报,1993,19(1):101—105.  
LIU Jian-zhuang, LI Wen-qing. Gray Image of Two-dimensional Automatic Threshold Segmentation Method [J]. Acta Automatica Sinica, 1993, 19(1): 101—105.
- [4] 刘圣晓.基于图像处理的药片实时检测及处理系统的研究及其应用[J].计算机与现代化,2013(5):66—69.  
LIU Sheng-xiao. Study on Real-time Tablets Image Detection and Processing System Based on Image Processing and Its Application[J]. Computer and Modernization, 2013(5): 66—69.
- [5] 马赛,曹春平,孙宇.基于CCD的金属薄板印刷墨层厚度在线检测研究[J].包装工程,2014,35(23):120—125.  
MA Sai, CAO Chun-ping, SUN Yu. Online Detection of the Ink Film Thickness of Metal Sheet Printing Based on CCD Method[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(23): 120—125.
- [6] 肖杨波.基于LIFTINGSCHM小波的图像自适应去噪研究[D].南昌:南昌大学,2007:25—40.  
XIAO Yang-bo. Adaptive Image Denoising Based on Lifting Scheme Wavelet[D]. Nanchang: Nanchang University, 2007: 25—40.
- [7] 刘祝华.图像去噪方法的研究[D].南昌:江西师范大学,2005:30—40.  
LIU Zhu-hua. Research on Image De-noising Methods[D]. Nanchang: Jiangxi Normal University, 2005: 30—40.
- [8] 黄果,蒲亦非,陈庆利.基于分数阶积分的图像去噪[J].系统工程与电子技术,2011,33(4):925—932.  
HUANG Guo, PU Yi-fei, CHEN Qing-li, et al. Research on Image Denoising Based on Fractional Order Integral[J]. Systems Engineering and Electronics, 2011, 33(4): 925—932.
- [9] 赵艳明,全子一.一种有效的小波-Wiener滤波去噪算法[J].北京邮电大学学报,2004,27(4):41—45.  
ZHAO Yan-ming, QUAN Zi-yi. An Efficient Wavelet-Wiener Denoising Algorithm[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2004, 27(4): 41—45.
- [10] 张谦,舒悦,王乐,等.往复压缩机故障诊断方法研究概述[J].流体机械,2018,46(3):37—41.  
ZHANG Qian, SHU Yue, WANG Le, et al. Research on Fault Diagnosis Method of Reciprocating Compressors[J]. Fluid Machinery, 2018, 46(3): 37—41.
- [11] ANDRIA F G, CAVONE A G, GIAQUINTO N, LANZOLLA A M L. Linear Filtering of 2-D Wavelet Coefficients for Denoising Ultrasound Medical Images[J]. Measurement, 2012(7): 1792—1800.
- [12] STEFAN S, WITTE V D, NACHTEGAEL M, et al. Fuzzy Two-Step Filter for Impulse Noise Reduction From Color Images[J]. IEEE Trans on Image Processing, 2006, 15(11): 3568—3579.
- [13] PEI E N, MA K K. A Switching Median Filter with Boundary Criminative Noise Detection for Extremely Corrupted Images[J]. IEEE Trans on Image Processing, 2006, 15(6): 1510—1516.
- [14] 李岳阳,王士同.基于鲁棒性神经模糊网络的脉冲噪声滤波算法[J].山东大学学报(工学版),2010(5):164—170.  
LI Yue-yang, WANG Shi-tong. An Impulse Noise Filtering Algorithm Based on A Robust Neurofuzzy Network[J]. Journal of Shandong University(Engineering Science), 2010(5): 164—170.
- [15] 杨友良,王新宇,马翠红.自适应维纳滤波在钢水红外图像去噪中的应用[J].红外技术,2015,37(9):733—735.  
YANG You-liang, WANG Xin-yu, MA Cui-hong. Adaptive Wiener Filtering Noise Reduction in the Molten Steel Infrared Image[J]. Infrared Technology, 2015, 37(9): 733—735.
- [16] 刘苏阳,唐万有.图像去噪在印刷品质量检测上的应用[J].包装工程,2014,35(15):83—86.  
LIU Su-yang, TANG Wan-you. Application of Image Denoising in Print Quality Detection[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(15): 83—86.