

# 颗粒粮食中异物的视觉检测算法与实现

朱铮涛<sup>1,2</sup>, 郑国盾<sup>1</sup> (1. 广东工业大学信息工程学院, 广东广州 510006; 2. 中炬高新技术实业(集团)股份有限公司, 广东中山 528437)

**摘要** 提出了一种利用图像实现颗粒粮食中异物的检测方法。该方法根据异物特征, 提出了基于斑点分析的方法, 一次成像 2 次处理, 剔除比正常颗粒亮和暗的异物。并基于 Mil 函数库开发的图像处理系统, 将黑白斑点的 2 次提取处理用一个函数实现, 再通过数学形态学的运算和斑点分析, 快速地提取杂质的大小和所在位置。该方法具有速度快、精确度高等优点, 可以推广到其他领域加以利用。

**关键词** 颗粒粮食; 视觉检测; 斑点分析

**中图分类号** S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)34-17232-03

## Vision Inspection Method and Implementation of Impurity in Granular Food

ZHU Zheng-tao et al (College of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510006)

**Abstract** A method on inspecting impurity in granular food based on digital images processing is proposed. This method is according to the characteristics of the impurity, the study puts forward a method based on blob analysis, which analyses an image twice, eliminates impurities that are brighter or darker than the normal particles. On the basis of Matrox Imaging Library, black and white blob are extracted with one function, and the position and the size of the impurities are calculated quickly through mathematical morphologic and blob analysis. The method has advantages with quick speed and high accuracy, can be extended and applied in other fields.

**Key words** Granular food; Vision inspection; Blob analysis

食品原材料中的异物杂质将严重影响加工食品的质量或风味, 因此必须在加工成食品前对原材料进行严格的筛选。颗粒粮食中异物杂质包括泥巴、石块、腐烂变质颗粒等。传统的异物杂质分拣方法包括重量法、网筛法, 前者根据正常颗粒与异物的重量不同, 在抖动中使重量轻的颗粒与杂质浮在正常颗粒的上方或者使重的异物沉在正常颗粒的下面; 后者利用颗粒大小, 将正常的颗粒留在筛网上, 或者将正常的颗粒从筛网上过滤下来, 实现将异物与正常颗粒分离开来。利用传统方法实现异物杂质的剔除工作量大、速度慢、精确度不高。为此, 笔者提出一种基于图像处理的异物剔除方法, 即在输送带输送粮食的过程中利用线扫描相机获取图像, 通过对图像的分析处理判别是否存在异物, 并根据异物特征, 利用机器视觉中的斑点分析, 判别颗粒中是否混有比正常颗粒亮或者暗的异物。该方法将数学形态学运算和 Blob 分析结合, 实现异物的检测、定位, 具有速度快、精确度高等优点, 可以推广到其他领域加以应用。

### 1 杂质颗粒的图像特征

由于异物杂质与完好粮食的颜色明显不同, 成像之后, 其灰度值存在显著不同, 对于诸如树叶、石头、泥巴等杂质异物, 会表现出比正常颗粒亮或者暗的灰度特征。利用图像处理中的图像分割, 可以将异物杂质提取出来。机器视觉中, 一般将分割出的图像区域称为斑点 (Blob)<sup>[1-2]</sup>, 斑点是具有相同灰度特征且像素之间具有 8-邻接或者 4-邻接关系的像素区域。斑点具有面积、圆度、致密度、平均亮度、直径、重心、外接矩形、特征点位置参数等特征。Blob 分析是最早用于工业环境中目标定位和检测的视觉工具, 现在已被广泛应用于工业检测(表面贴装电子元器件的视觉检测)、生物医学(如细胞)、食品生产线(如饼干)的品质检测、农产品(稻谷的缺陷检测)及表面缺陷在线检测等应用领域<sup>[3-5]</sup>。该技术应用的前提是将像素以某种方式简单地归类为目标或背景, 然后使用邻域连接准则将归类的像素作为离散目标, 通过计

算连接目标不同的矩来确定目标位置、尺寸和方位。Blob 分析的优点在于速度快、精确度高, 能达到亚像素级别(在图像未退化情况下); 缺点是不允许目标相互接触或重叠, 对于存在各种形式的退化图像执行效果不好。

利用斑点分析进行颗粒粮食中异物杂质的检测需要解决的关键问题是: 不允许堆积太厚, 以免把杂质颗粒淹没在完好颗粒粮食的下面, 影响检测准确性。颗粒粮食的异物检测, 由于只是检测是否存在异物, 异物的部分遮挡不影响检测的准确性, 并且通过设置 2 个检测位置, 检测点之间加入拨动机构, 使混在颗粒粮食中的异物杂质最大限度地暴露出来。图 1 为特意在绿豆颗粒中加入的一段铁丝和铜丝, 可以看出, 铁丝成像之后的灰度值大于正常绿豆颗粒的灰度值, 异物属于黑背景中的亮斑点; 绿豆中混有铜丝, 铜丝成像之后的灰度值小于正常绿豆颗粒的灰度值, 属于亮背景下的黑斑点。因此, 可以通过检测绿豆颗粒粮食中比正常绿豆灰度值大或者小的图像区域, 判别区域的面积大小就可以确定颗粒中是否存在异物。根据异物杂质的图像特征, 分别提取图像中的白斑点和黑斑点, 即一次成像做 2 次处理, 从而剔除颗粒粮食中的各种异物杂质。



图 1 绿豆颗粒中混有白色和黑色杂质的图像

Fig.1 Image of white and black impurity in mung bean

### 2 检测系统的硬件设计

为实现颗粒粮食中异物杂质的自动剔除, 可将粮食放在输送带上, 并以一定的速度传送, 为防止完好粮食覆盖遮掩异物的情况发生, 可在 2 个摄像头之间加入一个拨动装置, 实现颗粒粮食的自动换层, 以便最大程度地暴露异物或者杂质。由图 2 可知, 异物检测系统包括输送系统、照明系统、成

**作者简介** 朱铮涛(1967-), 男, 江苏启东人, 博士, 副教授, 从事计算机视觉检测技术、计算机控制方面的研究。

**收稿日期** 2009-08-06

像系统、处理系统、结果存储和输出系统 5 个部分,粮食颗粒从输送带上过来,在指定位置由成像系统获取图像,数据传入到计算机,计算机对获取图像进行分析处理,判别是否存在异物,当确认存在异物时,可根据异物的位置、输送带的速度,发控制信号给 PLC,控制气缸动作,剔除被检测出的颗粒异物。检测存在异物的图像和检测结果被保存在计算机中。

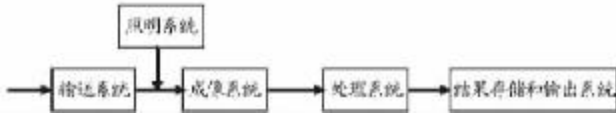


图 2 颗粒粮食中异物检测系统

Fig. 2 Vision system of impurity in granular food

**2.1 相机选择** 颗粒食品异物杂质需要在输送带运送过程中加以识别与检测,输送带上运送颗粒食品,横向视野范围较大,纵向运动速度较快,因而采用线扫描相机拍摄运动中的粮食颗粒。市场上精度比较高的线阵 CCD Camera,精度达到 8 096 个像素。假设输送带的宽度为 300 mm,则宽度方向单位长度的像素数目为  $8\ 096/300 = 27$  像素/mm。对于检测宽度方向有 1 mm 左右的缺陷,则这样的分辨率可以满足检测要求。运动方向上的单位长度像素数目与输送带的运动速度、像素块大小和扫描频率有关。

**2.2 光源选择** 光纤型光源可以发出矩形光线,矩形的长度达到光纤一样的长度,从而使线阵相机在高亮度状态下对产品成像,避免光线的浪费。

**2.3 镜头选择** 食品颗粒检测对镜头畸变的要求相对较低,但需要大口径的相机镜头,使被观察目标的光像呈现在 CCD 的靶面上。

**2.4 机械设计** 该系统的机械部分包括颗粒输送系统和异物剔除系统。在输送系统中,考虑颗粒的覆盖性,除控制运输层厚度之外,需要能使上下颗粒翻层的结构,以便至少在 1 个拍摄位置提取存在异物的特征;并在输送带的末端,安装一排吹气口,根据异物出现的位置,滞后一定时间打开相应的气路将具有异物的部分吹出。

### 3 图像处理算法与实现

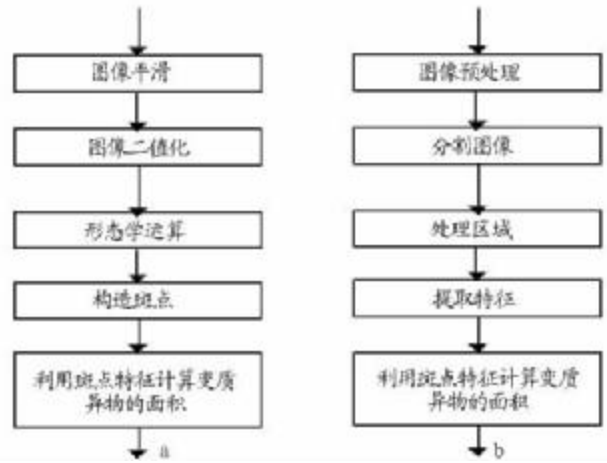
采集图像送到计算机之后,根据处理对象的不同,需要设计不同的处理流程。颗粒粮食的异物检测,其图像处理的算法相对比较简单,可以采用预处理、二值化、图像分割、数学形态学等技术,也可以归结为机器视觉中的斑点分析(Blob)。斑点分析中的斑点面积特征可以用来判别是否存在异物。

斑点分析既可以自己编写函数,也可以调用图像函数库中的函数,利用 Mil 库中函数提取斑点及其面积特征的流程见图 3a,利用 Halcon 库中函数提取斑点及面积特征的流程见图 3b。

Mil 库中与斑点有关的函数主要有:①平滑图像: MimConvolve;②二值化: MimBinariz;③形态学处理: MimOpen、MimClose;④添加斑点特征列表: MblobSelectFeature;⑤计算斑点特征: MblobCalculate;⑥选择满足条件的斑点: MblobSelect;⑦提取斑点特征: MblobGetResult;⑧利用提取的斑点特征进行相应的分析: M\_CENTER\_OF\_GRAVITY\_X、M\_CEN-

TER\_OF\_GRAVITY\_Y、M\_AREA。

Halcon 库中提取斑点特征的主要步骤有:①图像预处理(滤波): mean\_image、gauss\_image;②自动提取分割图像的阈值: gray\_histo\_abs、histo\_to\_thresh;③分割图像: threshold、dyn\_threshold;④处理区域: opening\_circle、closing\_circle;⑤选择特征: select\_shape。



注: a 为 Mil 库函数提取面积特征; b 为 Halcon 库函数提取斑点特征。

Note: a. Extracted area characteristics using function of Mil function library; b. Extracted area characteristics using function of Halcon function library.

图 3 利用不同函数库函数提取斑点面积特征的流程

Fig. 3 Process of extracted blob area characteristics by using different functions

与 Halcon 库相比, Mil 库设置的特征参数更多,使用者可在较短时间内获取试验结果。此外, Mil 图像函数库的使用非常方便,在 Visual C++ 6.0 环境下采用 MFC 生成一个带数据库支持的单文档应用程序框架后,分配一个“应用”(Application)、一个“系统”(System)和一个“数字化器”(Digitizer)。故笔者在该研究中,采用 Mil 库提取绿豆颗粒中的异物杂质。Mil 图像函数库主文件的头(\*.H)文件中需定义以下变量:

```

MIL_ID MilApplication;//“应用”标识
MIL_ID MilSystem;//“系统”标识
MIL_ID MilDigitizer;//“数字化器”标识
其中 MIL_ID 是 Mil 中预定义的变量类型。然后在主文件的源(*.CPP)文件中,用 Mil 的 3 个初始化函数对“应用”、“系统”、“数字化器”初始化:
MappAlloc(M_DEFAULT,&MilApplication);
MsysAlloc(M_SYSTEM_SETUP,M_DEF_SYS_TEM_NUM,M_COMPLETE,&MilSystem);
MdigAlloc(MilSystem,M_DEFAULT,"M_NT_SC_RGB",M_DEFAULT,&MilDigitizer);
  
```

具体函数说明和用法参见文献[6]。

### 4 试验结果与分析

笔者在实验室对采集的颗粒粮食图片进行了分析,分别将白色和黑色杂质放置于粮食颗粒中,对拍摄图像进行分析(图 4~5)。

由图 4~5 可知,提取黑斑点时,提取得到的斑点数目比



图 4 利用斑点分析提取图像中的黑斑点

Fig. 4 Black blobs in extracted image using blob analysis



图 5 用斑点分析提取图像中的白斑点

Fig. 5 White blobs in extracted image using blob analysis

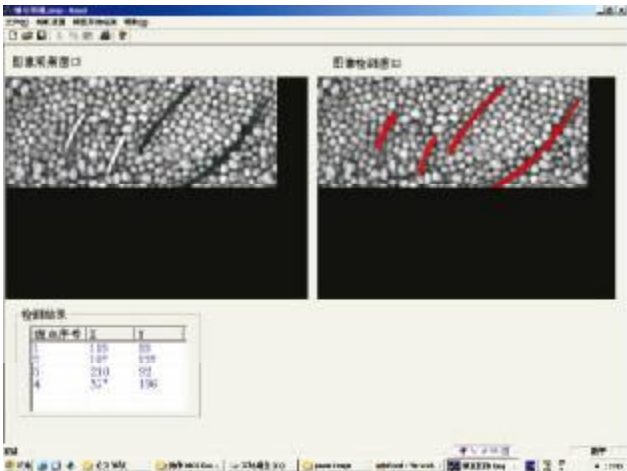


图 6 利用 Mil 库函数提取绿豆颗粒中的异物杂质

Fig. 6 Impurity in mung bean using function of Mil function library  
较多,这是因为绿豆与绿豆之间的间隙位置成像后像素灰度

值较低。而且由于单个颗粒的霉变也为黑色小区域,因此,利用图像处理对腐烂霉变绿豆颗粒的判别比较困难,而其他诸如树叶、树枝、铁丝、石头等杂质可以利用斑点分析技术加以分析判别。

使用 MimBinarize 函数对图像进行二值化操作,该函数可以设置 2 个阈值,从而使图像中存在的黑色杂质和白色杂质在一次处理过程中被完全提取出来(图 6),同时可以提取杂质的重心位置,根据杂质的位置和输送带的移动速度,利用气动机构,将杂质分离出来。

### 5 结论

利用图像处理技术可以实现颗粒粮食中异物的检测,通过拍摄输送带上运送的粮食颗粒图像,对拍摄图像利用斑点分析技术,通过提取黑斑点和白斑点,并计算斑点面积,再利用气动机构将检测出来的异物吹出(剔除)。实验室研究表明:该异物杂质分拣方法利用 1 次成像 2 次处理,并通过提取比正常绿豆颗粒像素灰度值大或小的图像区域,可以检测出颗粒中是否混有黑色和白色杂质。这种基于图像的异物检测方法,可以推广到其他领域加以应用,从而达到提高后续产品的质量、提升企业核心竞争力的目的。

### 参考文献

- [1] ESSOM C H, DEMIDENKO S, SUBRAMANIAM K. Size position identification in real-time image processing using run length encoding [C]. Alaska, USA: Instrumentation and Measurement Technology Conference (IMTC) 2002, Anchorage, Reading, 2002: 1055 - 1060.
- [2] GUPITA G S, WIN T A, MESSOM C, et al. Defect analysis of grit-blasted or spray-painted surface using vision sensing techniques [C]. New Zealand: Image and Vision Computing, 2003: 18 - 23.
- [3] CARMONA E J, MARTINEZ CANTOS J, MIRA J. A new video segmentation method of moving objects based blob level knowledge [J]. Pattern Recognition Letters, 2008, 29(3): 272 - 285.
- [4] SAI D M, HUANG T Y. Automated surface inspection for statistical textures [J]. Image and Vision Computing, 2003, 21(4): 307 - 323.
- [5] HU Q M, QIAN G Y, WIESLAW L N. Fast connected-component labelling in three-dimensional binary images based on iterative recursion [J]. Computer Vision and Image Understanding, 2005, 99(3): 414 - 434.
- [6] Mil Guide. Matrox 公司 [EB/OL]. <http://www.pconline.com.cn/customer/2001/matroxssals/>.

(上接第 17227 页)

工程有利于促进城乡优质教育资源共享,提高农村教育质量和效益。实施远程教育工程可以采用教学光盘播放点、卫星教学收视点和计算机教室的 3 种模式<sup>[5]</sup>,达到实施素质教育、推进课程改革、提高教学质量 3 项目标任务,以提高管理和应用效益为核心,理清思路,明确重点,创新机制,抓好落实各项任务。充分发挥远程教育设备和资源效益是一项长期而艰巨的任务。要本着对孩子、对人民负责的态度,增强使命感和责任感,切实做好农村远程教育工程的应用工作,

为我国农村教育跨越式发展做出新贡献。

### 参考文献

- [1] 田德旺,朱捷. 中国经济可持续发展战略研究 [M]. 北京:中国环境科学出版社,2000.
- [2] 张松. 高等农业教育:现状、问题与对策 [J]. 高等农业教育, 2008(4): 5 - 8.
- [3] 刘尧. 呼吁发展县级社区学院助力新农村建设 [N]. 中国教育报, 2008.
- [4] 胡建红. 新农村建设应加强农村人力资源开发 [N]. 农民日报, 2008.
- [5] 欧启忠. 建构主义应用于农远工程“三种模式”的教学探究 [J]. 大众科技, 2008(6): 191 - 192.