

# 基于 Android 的植物叶片图像病害检测

夏永泉, 王会敏, 曾莎

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**针对目前农业智能系统开发平台多基于 Windows Mobile 操作系统, 开源性、免费性和人机交互性等方面较差等问题, 提出了基于 Android 平台的一种最大类间差法和 Canny 算子结合的植物叶片图像病害检测方法. 该方法首先用自适应中值滤波对叶片图像进行平滑处理, 再对图像进行灰度变换, 然后用最大类间差法对图像进行二值化, 最后基于 Canny 算子对图像进行边缘检测. 实验结果表明, 该方法实现了 Android 平台下的图像检测, 能有效减少边缘噪声, 并且能够有效提取叶片图像病害部分的边缘, 具有很好的鲁棒性、有效性和准确性.

**关键词:**Android 终端; 植物叶片图像; 病害检测; 最大类间差法; Canny 算子; 自适应中值滤波

**中图分类号:**TP391.41 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.02.018

## Plant leaf image disease detection based on Android

XIA Yong-quan, WANG Hui-min, ZENG Sha

(College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Aiming at the poor performance of agricultural intelligence development platform in open source, free charge and human-computer interaction based on Windows Mobile, under Android platform, a method of leaf image disease detection based on maximum between-cluster variance and Canny operator was proposed. Firstly, adaptive median filter was used to smooth leaf images. Secondly, the images were processed by grey scale transformation. Then, the transformed images were segmented to bi-value images by adopting a method based on maximum between-cluster variance. Finally, the bi-value images images were processed by edge detection based on Canny operator. Experimental result showed that this method achieved leaf image disease detection under Android platform. The method which could reduce marginal noise and extract the edge of leaf image disease effectively provided robustness, effectiveness and correctness.

**Key words:** Android terminal; plant leaf image; disease detection; maximum between-cluster variance; Canny operator; adaptive median filter

## 0 引言

近年来, 中国的农业专家及科研人员基于 PC (personal computer) 机、个人数字助理 PDA (personal

digital assistant) 和手持个人计算机 HPC (hand PC) 等应用终端, 运用均值滤波<sup>[1]</sup>等图像处理技术, 对花生、玉米、小麦等农作物的病害等农业智能系统及其通用开发平台进行了大量的研究<sup>[2]</sup>. 但这些应

收稿日期: 2013-12-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(61302118); 河南省高校青年骨干教师资助计划项目(2010GGJS-114)

作者简介: 夏永泉(1972—), 男, 辽宁省绥中县人, 郑州轻工业学院副教授, 博士, 主要研究方向为图像处理、计算机视觉、模式识别与人工智能.

用终端价格昂贵、功能简单,对网络环境的依赖性也很强<sup>[3]</sup>,适用性很低,导致其很难被推广.除此之外,现在大多基于 Windows Mobile 操作系统<sup>[4]</sup>开发的农业智能系统,开源性、免费性和人机交互性等方面都较差.

随着 Google 公司发布 Android 操作系统,智能手机在全世界的发展以及中国在 3G 网络覆盖工程上的推进,3G 智能手机在中国得到了迅速的发展<sup>[5]</sup>. Android 智能 3G 手机集通话、上网等多种功能于一体,价格低廉,而且不需要再次投入;同时,开源、免费、支持语音、视频、触屏等新的人机交互技术的 Android 操作系统,不但为软件设计者提供了更灵活的开发空间,而且为研究开发开源、免费以及操作更具人性化的农业智能系统提供了很好的开发平台,使基于 Android 的植物叶片病害诊断系统的设计成为可能.利用图像处理技术进行叶片图像病害检测是一种有效方法,若能用智能终端拍摄病害图片,通过图像处理以及信息反馈得到诊断结果,用户便能及时诊断病害,从而提高农业技术含量和经济效益.

为使农业病虫害的识别和诊断专业技术走向普通农户,本文拟提出一种基于 Android 的植物病害叶片的图像检测方法,构建开源、免费的通用开发环境,并以花生褐斑病为例,在 Android 系统平台下实现对叶片图像的病害检测,以期同类的系统开发和移植提供有益参考.

## 1 病害图像检测

### 1.1 自适应中值滤波平滑处理

Android 系统可以通过拍照或者浏览存储卡照片进行图像获取. Android 系统上的摄像头捕获的照片可能为 720 p 甚至更高的像素,噪声很多,一般需将这些照片处理为数据处理量允许接受的大小. 自适应中值滤波的实现可以分为 3 步: 1) 对图像中各区域的噪声进行检测; 2) 根据各区域受噪声污染状况确定滤波窗口的尺寸大小; 3) 对检测出的噪声点进行滤波处理. 自适应中值滤波的算法流程如图 1 所示. 其中,  $S_{xy}$  是当前处理的滤波窗口大小;  $Z_{\min}$ ,  $Z_{\max}$ ,  $Z_{\text{med}}$  分别是  $S_{xy}$  滤波窗内的灰度最小值、灰度最大值和灰度中值;  $Z_{xy}$  是坐标  $(x, y)$  处的灰度值;  $S_{\max}$  是  $S_{xy}$  滤波窗允许的最大值.

### 1.2 灰度化处理

通过智能终端获取的叶片图像主要是 24 位真彩色 BMP 图像,彩色图像的每个像素需要用  $R, G, B$

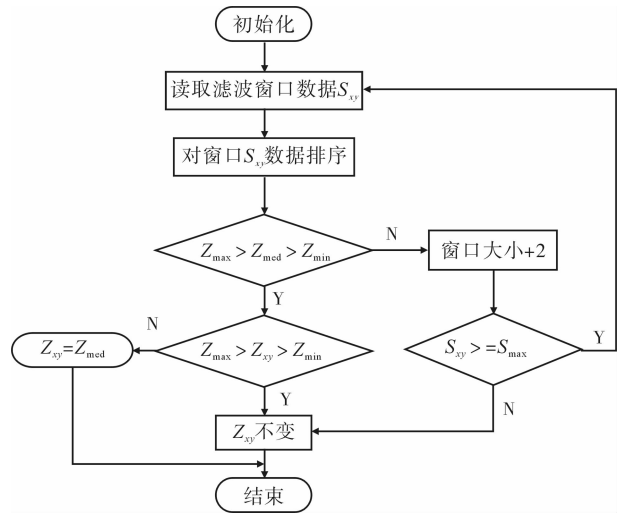


图 1 自适应中值滤波的算法流程图

3 个分量字节表示. 而 256 色的灰度 BMP 图像, 1 个像素只需要用 1 个字节来表示. 将 24 位真彩色图像转换为灰度图像后, 图像缩小为原来的 1/3. 图像灰度化不但节约存储容量, 而且也大大减小计算量, 因此一般将彩色图像转换成灰度图像. 转换公式为

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

其中,  $R, G, B$  分别为彩色图像中红、绿、蓝 3 个分量的灰度值,  $Y$  为转换后灰度图像的灰度值.

### 1.3 最大类间差法 (OTSU) 二值化

对任意一副图像, OTSU 一般采用统计方法获得阈值. 首先求前景点数和背景点数的平均值方差以及 2 个类的各自均方差, 然后再找出使 2 个方差比达到最大的阈值, 即为该图像的最近阈值<sup>[6]</sup>.

按阈值  $k$  将灰度级为  $L$  的图像分为  $C_0(0, 1, \dots, k)$  和  $C_1(k+1, k+2, \dots, L-1)$  2 类,  $C_0$  和  $C_1$  的出现概率分别为

$$\omega_0 = P_r(C_0) = \sum_{i=0}^k p_i$$

$$\omega_1 = P_r(C_1) = \sum_{i=k+1}^{L-1} p_i = 1 - \omega_0$$

$C_0$  和  $C_1$  的均值分别为

$$\mu_0 = \frac{\sum_{i=0}^k i p_i}{\omega_0}$$

$$\mu_1 = \frac{\sum_{i=k+1}^{L-1} i p_i}{\omega_1} = \frac{\sum_{i=k+1}^{L-1} i p_i}{1 - \omega_0}$$

$C_0$  和  $C_1$  的类方差分别为

$$\sigma_0 = \sum_{i=0}^k \frac{(i - \mu_0)^2 p_i}{\omega_0}$$

$$\sigma_1 = \frac{\sum_{i=k+1}^{L-1} (i - \mu_1)^2 P_i}{\omega_1}$$

当定义的类型方差使得  $\sigma_a^2 = \omega_0 \omega_1 (\mu_1 - \mu_0)^2$  最大时,此时前景点和背景点分离状态最佳,由此确定阈值  $k$  的大小.

### 1.4 Canny 算子边缘检测

Canny 算子的实现步骤<sup>[7]</sup>为平滑图像、计算梯度的幅值和方向、非极大值抑制、双阈值方法检测.

1) 平滑图像:选用一维高斯函数  $G_s(x)$  构造滤波器,分别按行和列对原始图像  $f(x,y)$  进行卷积操作,得到平滑后图像  $L(x,y)$ .

$$G_s(x) = \frac{\exp(-x^2/(2\sigma^2))}{2\pi\sigma^2}$$

$$L(x,y) = [G_s(x)G_s(y)] \times f(x,y)$$

这个表达式与高斯函数的一阶导数<sup>[8]</sup>近似.其中,  $\sigma$  是高斯函数中的标准差,用来控制平滑程度.

2) 计算梯度幅值和方向<sup>[9]</sup>:对梯度计算采用求偏导的方法. Canny 算子通过  $2 \times 2$  邻域一阶偏导的限差分来计算平滑后图像  $L(x,y)$  的梯度幅值  $P(x,y)$  以及梯度方向  $Q(x,y)$ .

$$P(x,y) = \sqrt{k_x^2(x,y) + k_y^2(x,y)}$$

$$Q(x,y) = \arctan[k_x(x,y), k_y(x,y)]$$

$$f_x = \begin{bmatrix} -0.5 & 0.5 \\ -0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \quad f_y = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 \\ -0.5 & -0.5 \end{bmatrix}$$

其中,  $k_x$  和  $k_y$  分别是滤波器  $f_x$  和  $f_y$  对原图像  $f(x,y)$  沿行、列作用的结果.

3) 非极大值抑制:在邻域的 8 个方向,用  $3 \times 3$  窗口对  $P(i,j)$  的所有元素,沿梯度方向进行梯度幅值插值计算.将邻域中心元素  $P(i,j)$  的每个点与沿梯度方向的 2 个梯度幅值插值相比较,如果  $P(i,j)$  的值小于 2 个插值,则将  $P(i,j)$  对应的边缘标志位赋值 0.

4) 双阈值方法检测:高阈值  $H_{th}$  和低阈值  $L_{th}$  对经过非极大值抑制的梯度幅值进行处理,赋 0 值给梯度小于阈值的像素灰度,分割后得到阈值边缘图像  $Q(i,j)$  和  $K(i,j)$ ,在  $Q(i,j)$  中连接边缘轮廓.连接到端点时,在  $K(i,j)$  中寻找其中的弱边缘点,填补  $Q(i,j)$  中的边缘空隙.

## 2 实验结果

### 2.1 软件设计与开发环境

本文设计的系统流程如图 2 所示,系统软件构

架如图 3 所示.

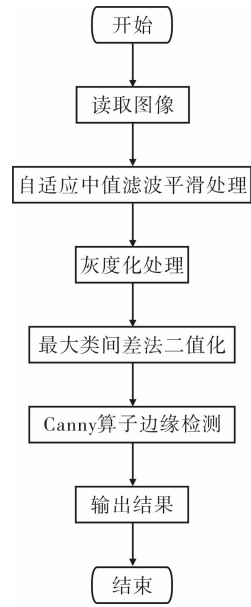


图 2 系统流程图

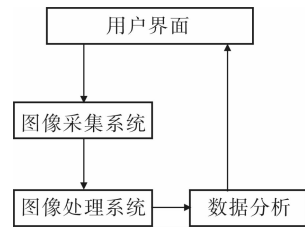


图 3 软件构架

开发环境在 Windows 操作系统下,由 JRE (Java runtime environment) + ADT-bundle (Android development tools) 构建.其中, JRE 是 Java 运行环境, ADT-bundle 是集成了 Eclipse 和 Android SDK 的开发工具包<sup>[10]</sup>. Eclipse 是 Android 应用程序开发 IDE (integrated development environment); Android SDK 是由 Google 提供的完全开放源代码的 Android 软件开发工具包.本实验选择 Android 4.0 系统.

### 2.2 病害检测结果

本文测试花生褐斑病,采集的原始图像如图 4 所示,处理后的图像如图 5—图 7 所示.实验结果显示:在 Android 平台下实现对花生病害叶片的图像检测是可行的.本实验中,在光线较好、背景较简单的情况下获取的病害叶片,处理效果比较理想,稳定性和准确性较好.但在光线不好、发生抖动、模糊的情况下获取的病害叶片,图像检测效果可能会降低.整体上来说,系统不受网络的限制,设计合理、

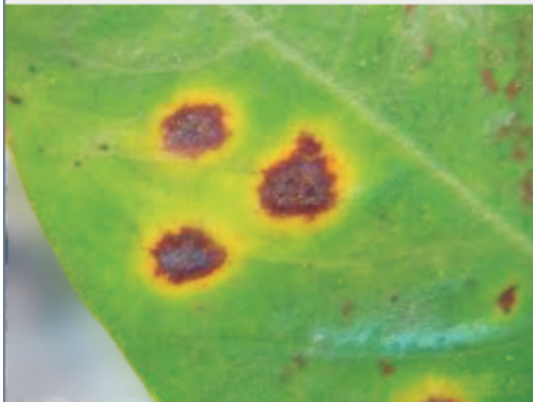


图 4 原始图像



图 7 边缘检测后的图像

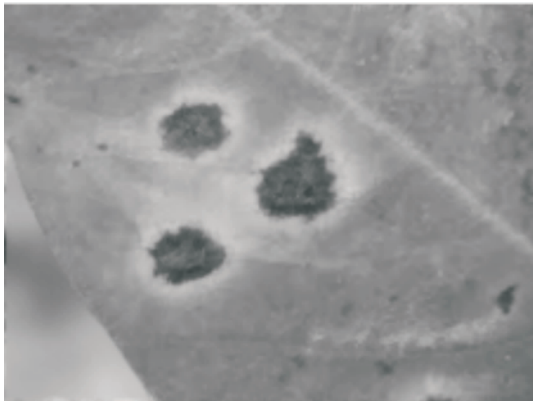


图 5 滤波及灰度化后的图像



图 6 二值化图像

便携,界面操作简单,但会受到光照强度、背景复杂程度等条件的影响,可靠性还待加强.

### 3 结论

本文提出了一种基于 Android 终端的植物病害叶片的图像检测方法. 利用 OTSU 能够有效地计算出使直方图呈现双峰性图像时的最佳阈值,以便于

对图像进行二值化处理,最后运用 Canny 算子来检测叶片病害图像边缘,大大改善了叶片病害图像的边缘提取效果. 实验结果表明基于 OTSU 和 Canny 算子的图像检测方法对于直方图呈现双峰性的图像具有很好的效果,能有效减少边缘噪声,并且能够有效提取叶片图像病害部分的边缘,具有很好的鲁棒性、有效性和准确性.

#### 参考文献:

- [1] 夏永泉,徐洁,崔伟. 均值滤波中邻域均值的快速计算[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2008,23(3):57.
- [2] 刘晴蕊,何东健,张宏鸣,等. 苹果病害智能诊断方法研究与设计[J]. 农机化研究,2011(4):82.
- [3] 李志达. 基于互联网的农业专家系统发展研究[J]. 农业科技与装备,2011(6):143.
- [4] 李伟,芦东昕,柳长安. 基于 Windows Mobile 的智能终端上自动化测试研究[J]. 计算机工程与设计,2006,27(21):111.
- [5] 关富英,龙世彤,黄婧. 3G 时代农村移动信息服务研究[J]. 科技情报开发与经济,2011,21(4):140.
- [6] 左奇,史忠科. 一种基于数学形态学的实时车牌图象分割方法[J]. 中国图象图形学报,2003,8(3):281.
- [7] 宋莹,陈科,林江莉,等. 基于图像分块的边缘检测算法[J]. 计算机工程,2010,36(14):202.
- [8] 陈燕龙,祝成虎. 基于 Canny 算子的边缘检测改进算法[J]. 计算机应用与软件,2008,25(8):57.
- [9] 李牧,闫继红,李戈,等. 自适应 Canny 算子边缘检测技术[J]. 哈尔滨工程大学学报,2007,28(9):52.
- [10] 尚明华,秦磊磊,王风云,等. 基于 Android 智能手机的小麦生产风险信息采集系统[J]. 农业工程学报,2011(5):188.