

文章编号:1004-1478(2011)04-0085-04

# 基于 Prewitt 算子的苹果分类研究

张华伟, 孙楠

(河南财经政法大学 计算机与信息工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**提出一种简单实用的基于 Prewitt 算子的苹果分类算法. 该算法利用 Prewitt 算法检测苹果图像的边缘, 利用阈值方法对苹果图像进行分割, 通过计算连接区域确定苹果是否有损伤. 该方法不仅可以精确定位苹果的茎部和损伤部位, 而且能够消除苹果图像中的阴影. 100 个测试样本的实验表明, 该算法能够快速地对苹果进行准确分类, 准确率可以达到 99%.

**关键词:**边缘提取; Prewitt 算子; 阈值分割

**中图分类号:**TP391      **文献标志码:**A

## Research on apple classification based on Prewitt operator

ZHANG Hua-wei, SUN Nan

(College of Comp. and Infor. Eng., He'nan Univ. of Econ. and Law, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** A simple and practical apple classification algorithm was proposed. The Prewitt algorithm is employed to detect the edge boundary of the given apple image, and then the threshold segmentation is employed to segment it, whether the apple has scars is determined by calculating connected regions. The experiment results showed that the method not only can exactly locate the scar and stem areas of the apple images, but also can remove the shadow of the apple. The experiment on 100 samples proves that the algorithm can classify the apples quickly and the correct rate can reach 99%.

**Key words:** edge extracting; Prewitt operator; threshold segmentation

## 0 引言

计算机视觉系统在产品质量检验和分级中得到了广泛应用. 研究人员通过分析水果、蔬菜、谷物、坚果、烘焙食品等食物的可视化特征, 对其进行分类和检测<sup>[1-3]</sup>. T. Brosnan 等<sup>[4]</sup>综述了计算机视觉技术在食物分析中的应用. 然而, 文献中描述的大多数计算机视觉系统利用了专用设备或算法, 一般研究人员是无法接触到的. 于是, 在苹果分类的研究方法中, 一些研究人员提出利用神经网络算法对苹果进行分类<sup>[5]</sup>, 但是利用神经网络算法进行苹果

分类速度比较慢, 而且不能消除样本中的阴影.

本文提出一种简单有效、不需要利用特殊设备进行检测的苹果分类算法, 以期提高其分类速度.

## 1 算法设计

### 1.1 梯度算子

图像的边缘是图像的重要特征, 边缘检测是图像分割、纹理特征提取和形状特征提取等图像分析的基础, 因此边缘检测是图像处理中的一个重要环节. 然而, 边缘检测又是图像处理中的一个难题. 常用的边缘检测方法有 Sobel 算子、Prewitt 算子、Can-

收稿日期: 2010-12-13

作者简介: 张华伟(1977—), 女, 河南省郑州市人, 河南财经政法大学实验师, 硕士, 主要研究方向为智能优化算法.

ny 算子等. Prewitt 算子是平均滤波,可以用来消除低频噪声.因此,在本设计中采用 Prewitt 算子.

一幅数字图像的一阶导数是基于各种二维梯度的近似值.图像  $f(x,y)$  在位置  $(x,y)$  处的梯度定义为如下的向量:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

从向量分析中可以知道,梯度向量指向在坐标  $(x,y)$  的  $f$  的最大变化率方向.在边缘检测中,一个重要的量是这个向量的大小,即

$$\nabla f = \text{mag}(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{\frac{1}{2}} \quad \text{①}$$

这个量给出了在  $\nabla f$  方向上每增加单元距离后  $f(x,y)$  值增大的最大变化率,一般也将  $\nabla f$  称为梯度.

计算图像的梯度要基于在每个像素位置都得到了偏导数  $\frac{\partial f}{\partial x}$  和  $\frac{\partial f}{\partial y}$ . 梯度模板如图 1 所示. 令图 1a) 中显示的  $3 \times 3$  大小的区域表示图像邻域中的灰度级. 得到在点  $z_5$  处的一阶偏导数的最简单的方法之一是使用下列 Prewitt 算子<sup>[6]</sup>:

$$G_x = (z_7 + z_8 + z_9) - (z_1 + z_2 + z_3)$$

和

$$G_y = (z_3 + z_6 + z_9) - (z_1 + z_4 + z_7)$$

在这组公式中, $3 \times 3$  大小的图像区域的第 1 行和第 3 行的差近似于  $x$  方向上的导数,第 1 列和第 3 列的差近似于  $y$  方向上的导数. 图 1b) 和 c) 中的模板称为 Prewitt 算子模板,用以实现这 2 个公式.

上文讨论过的模板是用于求梯度分量  $G_x$  和  $G_y$  的. 梯度的计算需要这 2 个分量按式①显示的方式

联合使用. 然而,用于计算平方和平方根,其计算量很大,且结果并不总能令人满意. 因此,经常使用的一种方法是用绝对值对梯度进行近似:

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|$$

### 1.2 选取阈值

图像分割是依据图像特征对图像中的目标或区域进行分解的过程,它是成功地进行图像分析、理解和描述的前提条件<sup>[7-10]</sup>. 阈值法是图像分割的一种主要方法,利用阈值法分割图像的关键是选取合适的阈值. 阈值分割利用图像中感兴趣的目标与背景在灰度特性上的差异,把图像看成是由不同灰度级的 2 类像素区域(目标和背景)的组合,选择一种算法取得一个合适的阈值  $T$ ,把上述不同灰度级的像素区域分离开来,从而产生相应的二值图像. 对任意点  $(x,y)$  来说,如果图像  $f(x,y) > T$  则称其为目标点;反之,这个点则为背景点.

图 2 给出了使用阈值法分割图像的结果( $x$  轴表示图像的像素值, $y$  轴表示同一像素值像素的数量).

阈值  $T$  可以使用下列算法自动确定:

- 1) 选择阈值  $T$  的初始估计.
- 2) 利用阈值  $T$  分割图像. 将像素分为 2 部分:  $G_1$  中所有像素的灰度值  $> T$ ;  $G_2$  中所有像素的灰度值  $\leq T$ .
- 3) 计算区域  $G_1$  和  $G_2$  中像素的平均灰度值  $u_1$  和  $u_2$ .
- 4) 计算一个新的阈值  $T = \frac{1}{2}(u_1 + u_2)$ .
- 5) 重复步骤 2) 至 4),直到在连续迭代中阈值  $T$  的差小于一个预定义的参数  $T_0$ .

在图像  $f(x,y)$  中选择一个合适的灰度值作为阈值  $T$ ,然后按下述规则进行分割操作:

$z_1$	$z_2$	$z_3$
$z_4$	$z_5$	$z_6$
$z_7$	$z_8$	$z_9$

a) 一幅图像的  $3 \times 3$  大小区域  
( $z$  是灰度值)

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

b) 用于计算标记为  $z_5$  处的  $\frac{\partial f}{\partial x}$  的模板

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

c) 用于计算标记为  $z_5$  处的  $\frac{\partial f}{\partial y}$  的模板

图 1 梯度的模板

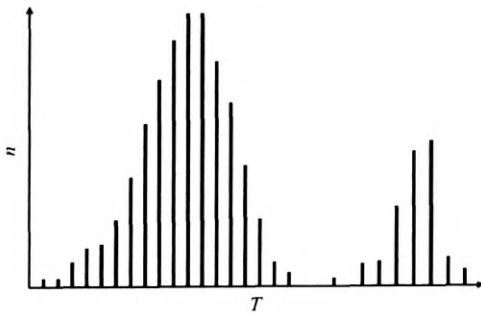


图2 图像阈值分割后的灰度直方图

$$g(x,y) = \begin{cases} 255 & f(x,y) > T \\ 0 & f(x,y) \leq T \end{cases}$$

其中  $f(x,y)$  为原始图像,  $g(x,y)$  为分割后生成的二值图像.

### 1.3 标记区域

将苹果的图像分割以后,首先膨胀苹果,然后填充漏洞,腐蚀苹果图像,最后标记这些连接区域.如果有2个或者更多个连接区域,则说明此苹果有损伤;反之,则说明此苹果是完好的.

依据上文提到的算法,按照下列步骤标记连接区域(如图3所示):

1) 根据 Prewitt 边缘检测算法进行边缘提取,提取出来的图像定义为  $PI$ .

2) 设定阈值  $T$  后,利用阈值分割法将  $PI$  转换为二值图像.

3) 标记茎部和损伤区域. 首先膨胀苹果图像,然后填充漏洞,腐蚀苹果图像,最后标记连接区域.

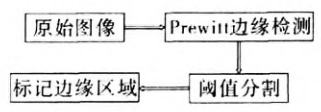


图3 算法流程图

## 2 实验结果及分析

在本实验中,选取背光照射条件下的一个完好苹果,并且产生阴影,同时选取背光照射条件下的一个有损伤的苹果,也产生阴影.图4和图5显示了实验结果.

Prewitt 算子具有一定的噪声平滑作用,不仅可以消除图像中的低频噪声,而且能够消除苹果图像的阴影,因此本算法是非常有效的.从图4和图5的实验结果中可以明显地看出,利用本文提出的算法,可以精确地定位和标记苹果的茎部和损伤部位.本实验检测的苹果的损伤部位正好在可见区域,如果苹果损伤部位不在可见区域,则可以多拍摄几组图片,从而进行检测.

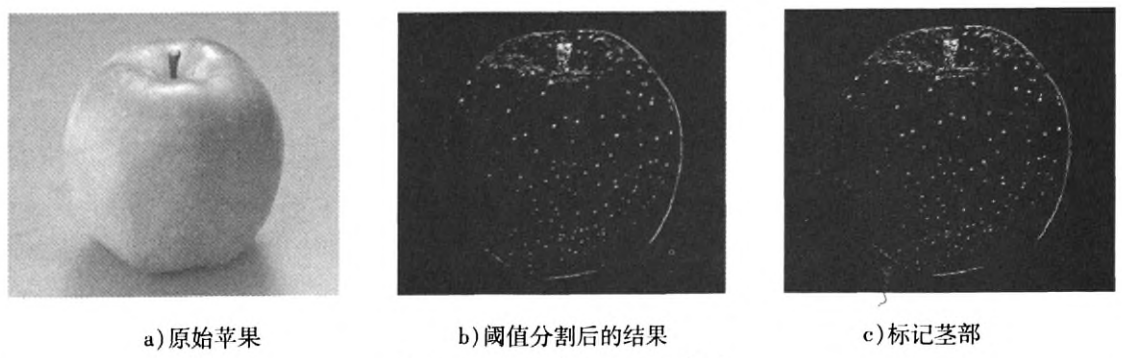


图4 无损伤苹果的图像实验



图5 有损伤苹果的图像实验

### 3 结语

本文提出了一种简单有效的苹果分类方法,该方法以 Prewitt 算法为基础,结合阈值分割技术和边缘检测技术,使苹果分类过程更加简单有效,而且该算法的速度也非常快.实验结果显示本文提出的方法可以精确定位和提取苹果图像的茎部和损伤部位,通过 100 个测试样本的实验,验证该方法的正确率可以达到 99%.

#### 参考文献:

- [1] Zaid Abdullah M, Abdul Aziz S, Dos-Mohamed A M. Quality inspection of bakery products using a color-based machine vision system[J]. *J of Food Quality*, 2000, 23(1):39.
- [2] Du C J, Sun D W. Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review[J]. *J of Food Eng*, 2006, 72:39.
- [3] 陈英. 基于计算机视觉的葡萄检测分级系统[J]. *农业*

*机械学报*, 2010, 41(3):169.

- [4] Brosnan T, Sun D W. Inspection and grading of agricultural and food products by computer vision systems: a review [J]. *Comp and Electr in Agr*, 2002, 36:193.
- [5] Kavdir I, Guyer D E. Apple sorting using artificial neural networks and spectral imaging[J]. *Trans of the ASAE*, 2002, 45(6):1995.
- [6] [美]冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 2版. 阮秋琦, 阮宇智, 译. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [7] 胡学刚, 吴勇. 基于轮廓结构元素和阈值分割的形态学去噪[J]. *计算机工程*, 2009, 35(23): 212.
- [8] 王暄, 张小景, 马进明. Contourlet 域中邻域窗最优阈值滤波算法[J]. *计算机工程*, 2010, 36(5):223.
- [9] 黄敏, 姜静. 基于多特征自适应阈值检测的关键帧提取[J]. *郑州轻工业学院学报: 自然科学版*, 2009, 24(6):82.
- [10] 范伟. 基于区域生长的彩色图像分割算法[J]. *计算机工程*, 2010, 36(13):192.

(上接第 21 页)

- [6] Gouveia de Souza A, Oliveira Santos J C, Conceicao M M, et al. A thermoanalytic and kinetic study of sunflower oil [J]. *Brazilian J Chem Eng*, 2004, 21(2):265.
- [7] Fessas D, Schiraldi A. Water properties in wheat flour dough I: Classical thermogravimetry approach[J]. *Food Chemistry*, 2001, 72:237.
- [8] Fessas D, Schiraldi A. Water properties in wheat flour dough II: classical and knudsen thermogravimetry approach[J]. *Food Chemistry*, 2005, 90:61.
- [9] 张伟南, 袁誉红, 李丽清, 等. 二水草酸锌脱水的热分解动力学研究[J]. *物理化学学报*, 2004, 20(1):33.
- [10] Guan Chunxiu, Chen Donghua. A description of thermal

analysis kinetics of dehydration of ammonium oxalate monohydrate[J]. *J South Central Univ for Nat: Nat Sci Edition*, 2004, 23(1):14.

- [11] Madhava M, Srinivasa R P, Goswami T K. Drying kinetics of paddy using thermogravimetric analysis[J]. *Drying Tech*, 2001, 19(6):1201.
- [12] 李丽清, 彭玉华, 陈栋华. 热分析动力学的多升温速率等温法及其应用[J]. *中南民族大学学报: 自然科学版*, 2004, 23(2):18.
- [13] Feng H, Tang J, John Dixon-Warren S. Determination of moisture diffusivity of red delicious apple tissues by thermogravimetric analysis [J]. *Drying Tech*, 2000, 18(6):1183.