

# 基于机器视觉的苹果特征提取方法的研究

田宁宁 房俊一 岳秀明

(山东协和学院计算机学院 山东济南 250109)

**摘要:** 传统苹果分级基本会选择大小和果形特征来衡量苹果的等级,但存在着选取不准确的问题;为了解决此问题,以烟台红富士苹果为研究对象,首先对苹果图像进行预处理,然后运用 Canny 算法提取苹果的外部轮廓,通过计算外部轮廓上各点到几何中心的距离提取大小特征;计算苹果的纵径与横径之比,提出了类圆值法提取果形特征,克服了传统人工对比方法的不足。

**关键词:** 大小提取;预处理;Canny 算法;果形特征;机器视觉

## 0 引言

我国苹果总产量高,但许多地区仍采用传统的人工方式进行分级,不仅耗时耗力,而且分级精度与效率低下,一定程度上还会对苹果造成表面损伤,近几十年来,随着人工智能应用技术的发展,在农产品质量检测和分级上出现了许多应用<sup>[1]</sup>。本文将机器视觉技术运用到苹果品质分级与检测中,利用苹果的颜色、缺陷、果形、纹理、大小等特征设计开发自动分级的机械设备,具有重要的研究意义。

## 1 图像预处理

图像质量的好坏与实验结果的准确性有着紧密的联系,由于在图像获取过程中会存在噪声点、光照不均匀等干扰因素,因此在特征参量选择与提取和分割图像开始之前,需要对采集的图像进行初步预处理,本研究首先将用 CCD 工业相机采集的原始 RGB 彩色图像进行亮度补偿,然后对亮度补偿后的图像用加权平均值法进行灰度化;由于自然原因,相机拍摄的图像会出现一定的噪声点,采用中值滤波(5×5 算子)的方法对图像进行滤波处理<sup>[2]</sup>;边缘提取对噪声更加敏感,所以通过图像平滑进一步去除噪声,通过图像锐化增强边缘以便确定灰度变化的位置,然后利用迭代选择阈值法对苹果图像进行分割;然后选用 Canny 算子进行边缘检测,最后运用形态学图像处理技术去除微粒和边界干扰。

## 2 苹果特征参量的提取

苹果分级检测中最为关键的部分是苹果特征参量<sup>[3]</sup>的选择与提取,本研究采用提取苹果大小、果形 2 个特征参量作为品质分级的综合指标。

### 2.1 苹果大小特征提取

由于 CCD 相机与传送带上的支撑物是垂直的,即果轴与相机是平行的,所以可以从正上方的图像中提取苹果的大小和果形特征。若要提取大小特征,关键在于获得清晰且完整的苹果外部轮廓。考虑到噪声不能完全去除,决定选用可以抑制噪声和边缘精确定位的 Canny 边缘检测算法,力求在抗噪声干扰和精确定位之间寻找最优的解决方案。Canny 边缘检测算子的基本原理是,首先选用一定的高斯(Gauss)滤波器进行平滑滤波,最后采用非极值抑制技术<sup>[4]</sup>进行处理得到最后的边缘图像。其主要步骤如下。

(1) 用高斯滤波器平滑图像。

(1)

(2)

其中  $H(x, y)$  为高斯函数,  $f(x, y)$  是图像数据。

用一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值和方向,由一阶差分卷积模板:

可以得到:

$$\text{幅值: } g(x, y) = \sqrt{g_1^2(x, y) + g_2^2(x, y)} \quad (3)$$

方向:  $\theta = \arctan\left(\frac{g_2}{g_1}\right) \quad (4)$

(3) 对梯度幅值进行非极大值抑制,需要保留局部梯度最大的点,所谓抑制非极大值,即将非局部极大值点置零以得到细化的边缘。

(4) 用双阈值算法检测和连接边缘

利用 Canny 边缘检测算子<sup>[5]</sup>得出苹果的外部边缘轮廓曲线后,然后统计轮廓内的像素点,得出苹果的几何中心  $(x_0, y_0)$ ,其计算公式如下:

$$x_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad y_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (5)$$

其中  $n$  为轮廓上总像素点的个数,  $x_j$ 、 $y_j$  分别表示中心第  $i$  个像素点的横、纵坐标。

在提取的外部轮廓曲线上任意取其一点  $M(m_i, m_j)$ ,过中心作一条直线交于曲线另一点  $Q(q_i, q_j)$ ,取  $MQ$  长度的平均值作为苹果的果径  $l$ ,计算公式如下。

### 2.2 苹果果形特征提取

提取果形特征的传统方法有傅里叶变换法,由于计算量大,并不是适合实际的工业流水线作业,考虑到现实中人们购买苹果的首要要求外形,即优先选择类圆形的苹果,因此本文选择类圆值算法<sup>[6]</sup>来进行果形的描述。首先利用公式(7)和公式(8)分别计算类圆的周长和面积。

$$C = 2\pi r_c \quad r_c = \frac{C}{2\pi} \quad (7)$$

式中,  $C$  为圆的周长,  $r_c$  为计算得出的圆的半径。

$$S = \pi r_s^2 \quad r_s = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad (8)$$

式中,  $S$  为圆的面积,  $r_s$  为计算得出的半径。

然后根据前面得出的苹果边缘轮廓并利用公式(9)计算类圆值

$$Classcircle = \frac{r_s^2}{r_c^2} = \frac{4\pi S}{C^2} \quad (9)$$

式中  $S$  表示闭合曲线边缘的面积,  $C$  表示闭合曲线边缘的周长。

### 3 结果分析

首先对图像通过加权平均值法进行灰度化处理得到图 1A, 由于光源问题, 需要对灰度图像进行灰度亮度补偿, 结果如图 1B, 然后对图 1B 进行数字图像处理得到果形和大小特征参数。用中值滤波对灰度图像进行去噪处理, 选择合适的阈值对去噪后灰度图像进行二值化处理, 经过多次实验, 选取阈值 90 二值化效果最佳, 由于轮廓不明显, 采用形态学运算对二值图像进行处理得到轮廓清晰的二值图像如图 1C; 对图 1C 进行锐化结果如图 1D, 然后用 Canny 边缘算子对图 1D 进行处理得到边缘轮廓, 然后进行开运算得出清晰的轮廓图像如图 2A。然后统计轮廓内的像素点并利用公式(6)计算并标记轮廓的几何中心, 结果如图 2B, 从而计算并得出苹果的大小特征参数。根据前面 Canny 边缘算子得出的轮廓计算该边缘的类圆值, 类圆值的大小在区间之间, 类圆值越接近于 1, 边缘轮廓越接近于圆, 最终得出苹果的果形参数。对苹果进行类圆值的计算结果如图 2C。

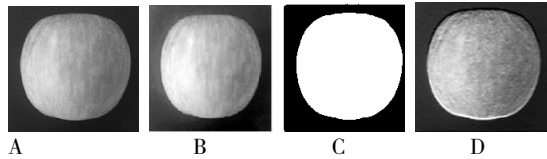


图 1 灰度化及二值化图像

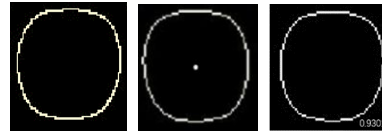


图 2 处理效果图

### 4 结论

本研究通过亮度补偿、灰度化、中值滤波、迭代选择阈值法、Canny 边缘算子、形态学等对图像进行处理, 准确提取了大小和果形特征向量。为类球体果蔬的分级提供了参考, 促进了农业信息化的快速发展。

### 参考文献:

- [1]田有文,程怡,王小奇,栗庆吉.基于高光谱成像的苹果虫害检测特征向量的选取[J].农业工程学报,2014,30(12):132-139.
  - [2]石瑞瑶.基于机器视觉的苹果在线分级系统平台的研究[D].沈阳农业大学,2018.
  - [3]冯斌,汪懋华.基于颜色分形的水果计算机视觉分级技术[J].农业工程学报,2002(02):141-144.
  - [4]章文英,应义斌.苹果图像的底层处理及尺寸检测[J].浙江农业学报,2001,13(4):214-217.
  - [5]籍保平,吴文才.计算机视觉苹果分级系统[J].农业机械学报,2000,31(6):118-121.
  - [6]黄辰,费继友.基于图像特征融合的苹果在线分级方法[J].农业工程学报,2017,33(01):285-291.
- 田宁宁,男,1998.12,汉族,江苏徐州,物联网工程专业本科学士,山东协和学院,250109,研究方向:物联网应用技术。
- 房俊一,男,1998.10,汉族,山东青岛人,物联网工程专业本科学士,山东协和学院,250109,研究方向:物联网应用技术。
- 岳秀明,女,1983.7,汉族,山东荣成人,山东协和学院,讲师,250109,研究方向:物联网技术应用。
- 基金项目:2019年国家级大学生创新创业训练计划项目(S201913324058)