

机器视觉技术在黄花梨尺寸和果面缺陷检测中的应用*

应义斌 景寒松 马俊福 赵 匀 蒋亦元
(浙江大学) (东北农业大学)

摘 要 为提高出口水果品质,对黄花梨进行了机器视觉技术检测外形尺寸与表现状况的试验研究。通过确定图像处理窗口、利用 Sobel 算子和 Hilditch 细化边缘,确定形心点找出代表果径,试验检测结果表明,预测果径值与实际尺寸的相关系数可达 0.96。对检测果面缺陷,提出利用红(R)、绿(G)色彩分量在坏损与非坏损交界处的突变,求出可疑点,再经区域增长定出整个受损面,试验对比表明该算法是精确的。

关键词 机器视觉 黄花梨 尺寸 果面缺陷

在我国,水果品质检测绝大部分仍停留在靠人工感官进行识别判断的原始阶段,这种主观评定受个人的能力、色彩分辨力、情绪、疲劳程度和光线等条件的影响,效率低,误差大,而且大多数停留在定性判断,其客观性、准确性较差。这导致了我国出口水果的外观质量较差,良莠不齐,大小不一,在国际市场上缺乏竞争力,提高我国水果的品质检测水平是当务之急。与其它检测技术相比,机器视觉技术的特点是速度高、信息量大、功能多,而且可以测量定量指标,如水果大小、果面坏损面积等的具体数值。本文研究了利用机器视觉技术检测黄花梨的尺寸和果面缺陷的理论与方法,为进一步研究开发具有市场前景的机器视觉水果品质检测系统提供了理论依据。

1 黄花梨的尺寸检测

1.1 图像处理窗口的确定

由于黄花梨大小不一,其图像并不占据整个数据采集区域,因此应找到包含所测图像的最小矩形框,以后的处理可集中在框内进行,这样可减小图像的处理区域。方法如下:由于图像一般位于视场的中央,因而可简单地从视场的中间以平行于 X 轴方向从中间向左搜索,判断是否为图像点,当找到 a 点时,即记下 a 点坐标。再过 a 点作直线垂直于 X 轴,如果此垂直线与梨无其它交点,则 a 点即为图的最左点。否则,以 a 点开始,向左侧一列一列进行搜索,直至找到最左点为止。然后,过 a 点作平行于 X 轴的直线,判断是否存在图像与背景的交点,若有则记为 b 点,从 b 点开始向右侧一列一列搜索,看是否

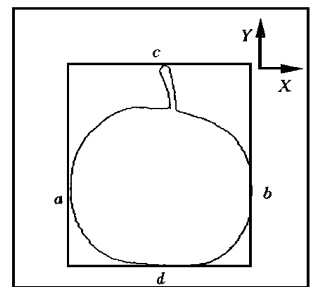


图 1 寻找边界示意图
Fig. 1 Sketch of finding the border

收稿日期: 1998-12-08

* 国家自然科学基金资助项目(39800099)

应义斌,教授,院长,杭州市凯旋路 268 号 浙江大学农业工程学院,310029

有图像点,有则记为 b 。同理,我们可以找到最高点 c 和最低点 d 。以后我们就可以对处于此方框内的图像进行处理,这样可大大提高处理速度。

1.2 边缘提取与细化

为了检测梨体的尺寸,首先要确定果体的边缘。物体的边缘是由灰度不连续性所反映的。常见的边缘是阶跃性边缘,它两边的像素的灰度值有显著不同,其二阶方向导数在边缘处呈零交叉,因而可用微分算子来做边缘检测算子。微分算子类边缘检测法类似于高空间域的高通滤波,有增强高频分量的作用,这类算子对噪声相当敏感,通常可用的算子有梯度算子、Sobel 算子和 Kirsh 算子。在本文中,我们采用了 Sobel 算子寻找边缘。对数字图像 $\{f(i, j)\}$ 的每个像素 (i, j) , 考察它的上、下、左、右邻点的加权差和与之接近的邻点的权重大小:

$$S(i, j) = |f(i-1, j-1) + 2f(i-1, j) + f(i-1, j+1) - [f(i+1, j-1) + 2f(i+1, j) + f(i+1, j+1)]| + |f(i-1, j-1) + 2f(i, j-1) + f(i+1, j-1) - [f(i-1, j+1) + 2f(i, j+1) + f(i+1, j+1)]|$$

取适当的域值 T , 若 $S(i, j) > T$, 则 (i, j) 为阶跃性边缘点。

边缘求出之后,其边缘线宽度粗细不均匀(图 2a),为了能更精确地进行尺寸检测,我们采用 Hilditch 法对其进行细化。Hilditch 细化方法是用一个 3×3 的模板沿着图像的扫描方向移动,将图像边界的多余像素逐次消除,最后得到线宽为 1 的图形。处理后虽然图像已经细化,但其边缘并不光滑连续,此时可将不平滑处平滑处理,具体方法是将各种品字形变为直线,经过这些处理以后,我们得到图 2b。

1.3 确定形心点

对于图 3 所示梨的图形,在将果梗与梨体分开后^[1],我们可以计算形心点 O :

$$Q_x = \frac{x \times 1}{S} \quad Q_y = \frac{y \times 1}{S}$$

其中 x, y 分别为梨体中像素点的 X, Y 坐标;
 S 为梨体的投影面积。

1.4 确定果径

我们用与黄花梨梨体形心点和果梗与梨体交界点^[1]的连线垂直的最大直径来代表果宽的大小(图 3)。经验证,表示黄花梨实际果径与预测果径的关系的回归方程式为

$$D_r = 1.043 D_c - 5.81753$$

其中 D_r 和 D_c 分别为实际和预测果径,两者的相关系数为 0.96 可见,利用此方法预测果径具有较高的精度。

2 果面缺陷检测及其面积计算

2.1 RGB 色彩系统

梨的正常部分和缺陷部分分光反射率在可见光域内有很大差异^[2],即梨的正常部分与缺陷部分呈现为不同的颜色,因而在可见光域内可以对果面缺陷进行检测,颜色作为可见光的一种特征,是由于可见光中不同的频谱分布刺激人眼产生的感觉,因而它是一种主观评判的概念。可见光的波长范围大约是 380 nm ~ 780 nm,即只有从 380 nm 到 780 nm 波长范围内的电磁辐射能引起人的视觉。而且,即使在可见光波长

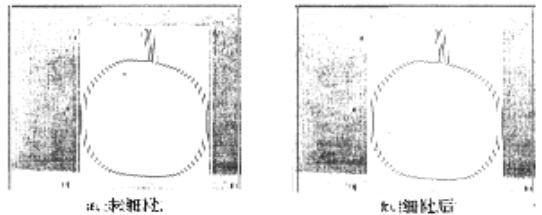


图 2 未细化与细化后的图像

Fig 2 Image before thinning and after thinning

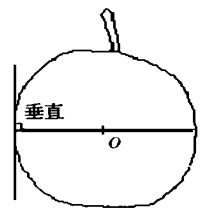


图 3 黄花梨尺寸计算

Fig 3 Calculation of pear size

范围内的光, 人眼对其感受的敏感度也不相同, 受着周围背景的影响。

一般认为, 任何一种颜色都可由三刺激值表示, 这三种刺激称为三种基色, 常用的三基色为 R、G、B (红、绿、蓝), 各种颜色均可由此三基色叠加而成

$$C(c) = R(r) + G(g) + B(b)$$

三刺激值的单位也称为 T 单位, 1931 年 CIE-RGB 颜色系统选择 R 为 700 nm, G 为 546 1 nm, B 为 435 8 nm, 这时一 T 单位的红光亮度为 0 1770, 一 T 单位的绿光亮度为 0 8124, 而一 T 单位的蓝光亮度为 0 0106, 则任一颜色 C 的亮度 Y 为

$$Y = 0 1770 R + 0 8124 G + 0 0106 B$$

2 2 坏损区域色彩特征

一幅典型的梨面有坏损的图像如图 4, 我们从梨面的 R、G、B 分时的亮度图中发现:

- 1) 当梨中无坏损时, 亮度值变化较为平坦, 从梨的边缘到中心区域, 呈逐步增长之势;
- 2) 当梨中有表面坏损时, 坏损边缘与完好部分亮度 R 分量亮度 G 分量亮度有明显突变, 而 B 分量在整个梨表面中变化较为缓慢, 无明显区别;
- 3) 坏损区的亮度值比边缘未坏损区域的亮度值更低。

2 3 坏损区域检测

从坏损区域的色彩特征可以看出, 采用阈值方法无法将色彩不同的坏损与非坏损区域分开。因此, 我们采用梯度算法, 找到灰度值发生突变的点或边缘, 然后区域增长, 直至找出所有的坏损区域。

具体算法如下:

- 1) 对图像逐行扫描, 寻找 R 亮度及 G 亮度同时发生变化的点, 若是则做标记, 继续向下寻找。

- 2) 对图像中每一可疑坏损点, 寻找其 5 × 5 邻域内是否有其它坏损点存在, 若没有则说明此点是噪声点, 恢复原值; 若小于 3 点, 且不与其它区域相连, 则由于所求得面积值太小, 可以忽略不计, 认为这点不是坏损点, 否则把周围全部标记为坏损区域。

- 3) 求得所有坏损像素点的数目, 根据每像素点所代表的面积, 计算坏损区域的总面积。设所有坏损像素点数目为 N, 水平方向上每单位长度有 x 个像素点, 垂直方向上每单位长度有 y 个像素点, 则坏损面积 S_c 为

$$S_c = N / (x \times y)$$

由于果面的坏损极不规则, 真实的坏损面积的精确测定非常困难, 所以我们采用感官来作评价。让 5 个人比较原图和测量过并作了标记的图, 一致认为: 此算法的结果是精确的。

3 结 论

- 1) 利用 Sobel 算子和 Hilditch 法对图像完成了边缘检测及边缘细化, 并确定合适的图像处理窗口。试验结果表明这样既可保存必要的图像原始信息, 又使得图像得到了平滑化处理, 并大大减少了图像的处理区域;

- 2) 采用与黄花梨梨体形心点和果梗与梨体交界点的连线垂直的最大直径来代表果宽, 试验结果表明真实尺寸与预测值的相关系数为 0 96;

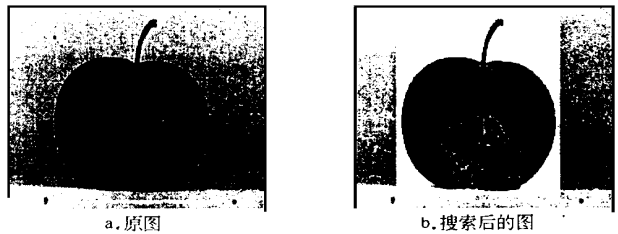


图 4 标记前后的坏损梨面图像

Fig 4 Images of the defected pear surface

3) 根据黄化梨表面坏损区域与非坏损区域的颜色特征差异, 提出利用 R 分量与 G 分量在坏损区域与非坏损区域交界处的突变, 求得可疑坏损点, 然后再利用区域增长法, 求出了整个受损区域的面积。

参 考 文 献

- 1 应义斌, 景寒松, 马俊福 用计算机视觉进行果梗识别的新方法 农业工程学报, 1998, 14(2): 221~225
- 2 李晓明, 岩尾俊男, 藤浦建史等. 水果损伤图像检商量系统(第 I 报). [日]农业机械学会志, 1993, 55(4): 93~ 99

Application of Machine Vision to Detecting Size and Surface Defect of Huanghua Pear

Ying Yibin Jing Hansong Ma Junfu Zhao Yun
(Zhejiang University, Hangzhou)

Jiang Yiyuan
(Northeast Agricultural University, Harbin)

Abstract In view of the existing situation of fruit quality detection in China, which is still dependent on human sense organ to identify and judge the fruit, the broad application prospect of machine vision in quality evaluation of agricultural products, the method to detect the size and surface defect of Huanghua pear by machine vision were studied. The image processing region was decreased greatly by selecting suitable image processing window, and the thinned edge of pear was gained by use of Sobel operator and Hilditch thinning algorithm. The maximum diameter, which is perpendicular to the line joined the center of pear and the intersection point of the stem and pear, was adopted to represent the size of pear, and it was found that the correlation coefficient of real size versus detected size was 0.96. In the light of color difference in the joint area of the defected and non-defected area, the light values of R (red) and G (green) were used to find the suspected defected area. The whole defected area was found by means of region growing method, and the area of surface defected was calculated finally. These results laid a solid foundation for further developing fruit quality detection system using machine vision.

Key words machine vision, huanghua pear, measurement, surface defect