

# 苹果、桃等农副产品品质检测与分级 图像处理系统的研究\*

张书慧 陈晓光

(吉林工业大学)

张晓梅

(莱阳市缸套厂)

谭台哲

(莱阳农学院)

**摘 要** 通过建立图像数据采集与分析系统及相关的农副产品图像数据库, 实现对农副产品品质(表面颜色、形状、缺陷)的准确分级。使用该系统, 对 100 个富士苹果进行质量分级, 检测优等果准确率达到 96 %。对其它农副产品也可以通过建立其样本图像数据库, 进行多种信息的综合分析与判断, 实现对不同农产品品质的检测与分级。

**关键词** 农副产品 图像处理 品质检测 计算机视觉

目前, 用于农副产品品质检测与分级的设备, 一般只具有单一检测功能或分级功能。如只按果品尺寸大小或重量进行分级的设备, 不具备把有缺陷的果品选出的功能, 而利用果品的光学特性检测其表面缺陷的设备又不能进行尺寸或重量分级。为同时完成检测与分级, 往往还要借助于人的视觉和判别能力。本文研究建立了一套对苹果、桃和鸡蛋等农副产品品质进行检测的图像处理系统, 将计算机图像处理技术应用于农副产品品质检测与分级, 实现了计算机视觉对人眼的扩展, 使其在一定程度上具有了人的判断能力, 从而实现了对外副产品的品质进行较为全面的检测与科学分级的目的。

## 1 彩色图像采集与处理系统

本文研究的农副产品品质检测与分级的图像采集与处理系统如图 1 所示。图中, 1 是图像监视器, 采用允许 AV 输入、输出的普通彩色电视机; 2 是编码器, 采用 View Color Coder, 其型号为 VCC1; 3 所用计算机为 486 DX/AT 微机, 16M 内存, 66MHz 主频, VGA 显示器, 内配图像采集卡。图像采集卡为中国大恒公司 View Color (型号 VC32) 真彩色图像采集卡, 具有红、绿、蓝 3 路 D/A, 四个  $512 \times 512 \times 8$  Bit 帧存体, 彩色图像信号可以同时输入到 R、G、B 3 个帧存体中, 亦可以分别存入 R、G、B 3 个帧存体。第 4 个图形体是提供图形、文字、光标叠加用的。VC32 适用于 BM-PC/XT (AT 及兼容机), 可直接插入主机箱内的扩展槽中使用。4 是解码器, 采用 View Color Decoder, 其型号为 VCD1。5 是 CCD 摄像

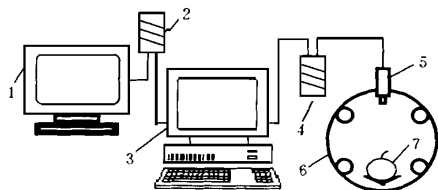


图 1 图像处理系统结构示意图

Fig 1 Diagram of image processing system

收稿日期: 1998-08-26

\* 吉林省科委基金资助项目

张书慧, 副教授, 长春市人民大街 142 号 吉林工业大学机械科学与工程学院, 130025

机, 采用 Panasonic 牌 WV-CL 320/G 彩色摄象机, CCD 为行间变换, 681(水平) × 582(垂直) 点阵, 扫描面积为 66 mm(水平) × 49 mm(垂直), 信噪比为 46 dB, 最小照度为 3 lx (F 1.4, A GC 接通时), 扫描为 625 行/50 场/25 帧, 水平 15.625 kHz, 垂直 50 Hz。摄象机镜头采用日本 DH 1212 型, F 1.2 手动光圈, 镜头焦距为 12 mm。6 是光照室, 为使反射光均匀采用圆柱形封闭式光照系统。7 是实物。结构如图 2 所示。

圆柱形光照室直径 60 cm, 内壁装有 4 个均匀分布的荧光灯以形成对称照射的光源。室内壁全部喷漆成白色, 以便形成均匀漫反射。摄像机镜头对准顶部的圆形窗口, 可以上下调节物距, 便于对不同的农副产品进行检测。底部中心固定有一个 120° 的 V 形架, 用来放置被测物体。V 形架表面为黑色, 以形成黑色背景并最大程度地消除阴影。环境光等不良因素影响。实验表明这样拍摄的图像效果良好。

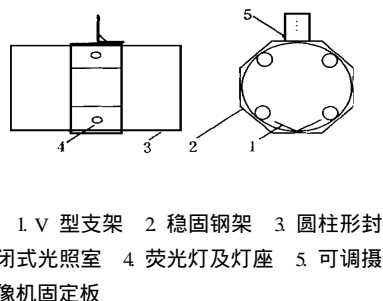


图 2 光照系统

Fig 2 Illumination system

## 2 系统中景物、摄像机、图像三者间的关系

几种坐标系的定义如图 3 所示。

被摄景物中心坐标系: 即固定在景物中一点上的坐标

系  $(o, x, y, z)$ 。

摄像机中心坐标系: 即固定在摄像机上的直角坐标系  $(o, x, y, z)$ ,  $z$  轴与坐标系  $(o, x, y, z)$  中的  $z$  轴重叠, 且垂直于成像平面,  $x, y$  轴与  $x, y$  轴平行。原点  $o$  与成像平面的距离为  $f$  (称为摄像机的焦距)。被摄景物中心坐标系原点  $o$  与摄像机中心坐标系的原点  $o$  之间的距离为  $H$  (称为物距)。

成像平面坐标系: 即在摄像机成像平面上的二维坐标系  $(o, x, y)$ , 其原点  $o$  是摄像机中心坐标系的  $z$  轴与成像平面的交点。

图像平面坐标系: 是固定在图像平面上的二维坐标系  $(o, j, i)$  在数字图像中,  $j$  轴对应图像的列数,  $i$  轴对应图像的行数。由图 3 可以得到成像平面坐标系与被摄景物坐标系的关系

$$x = -\frac{x}{f}H; \quad y = -\frac{y}{f}H \quad (1)$$

成像平面坐标系与图像平面坐标系中的长度单位不同。前者以毫米为单位, 后者中的  $j, i$  则分别采用像素的宽度和长度为单位。记图像中像素的宽度和长度分别为  $W_j, W_i$ , 单位为 mm/个。  $W_j, W_i$  和  $f$  为摄像机的内部参数, 它们是不随摄像机的位置改变而改变。

在成像平面完全垂直于  $z$  轴(光轴), 且图像坐标系中的  $j, i$  方向与成像平面坐标系的轴方向一致时, 成像平面坐标系与图像平面坐标系有如下关系

$$\begin{cases} x = W_j \cdot j - W_j \cdot j_0 \\ y = W_i \cdot i - W_i \cdot i_0 \end{cases} \quad (2)$$

其中  $(j_0, i_0)$  是成像平面坐标系原点在图像平面坐标系中的坐标。

将式(1)代入(2)式, 可以得到被摄景物坐标系与图像坐标系间的关系

$$\begin{cases} x = -\frac{W_j}{f} \times (j - j_0)H \\ y = -\frac{W_i}{f} \times (i - i_0)H \end{cases} \quad (3)$$

其中,  $w_j/f$ 、 $w_i/f$  是由摄像机的内部参数决定。分别称为“成像列系数”和“成像行系数”。图像与景物点的关系是

系统  $x$  方向的物长 =  $w_j/f \times \text{像素数} \times H$

系统  $y$  方向的物长 =  $w_i/f \times \text{像素数} \times H$

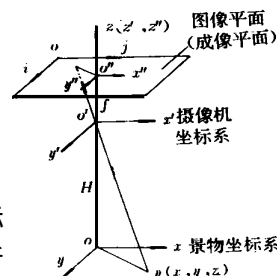


图 3 几种坐标系的关系

Fig 3 Relationship among coordinate systems

### 3 系统软件结构及功能

本系统软件共有 6 个模块组成。其工作流程如图 4 所示。

1) 种类选择模块 由于不同种类农副产品的检测与分级标准及算法有较大差异, 所以应先选择农副产品的种类, 以确定所用算法, 然后再进行检测和分级。

2) 图像采集模块 该模块包括灰度图像采集和彩色图像采集两个子功能。

3) 预处理模块 该模块由直方图均衡、图像增强、均值滤波和边缘检测 4 个子功能组成, 对采样的图像可以实现平滑、滤波、增强及边缘检测等诸多算法处理, 其中边缘检测包括 LAPLAS 算法、EOBERT 算法、SOBEL 算法和边缘跟踪算法。

4) 特征检测模块 该模块由颜色检测、缺陷检测、形状检测和大小尺寸检测 4 个子功能模块组成。其中应用遗传神经网络技术来实现颜色检测、缺陷检测和形状检测。

5) 自动分级模块 该模块把特征提取模块中的 4 个子功能综合使用, 以实现农副产品的检测与分级的自动处理。

6) 结果输出 检测与分级的结果由一窗口给出, 包括农副产品种类、缺陷、形状、颜色、大小和等级 6 项。

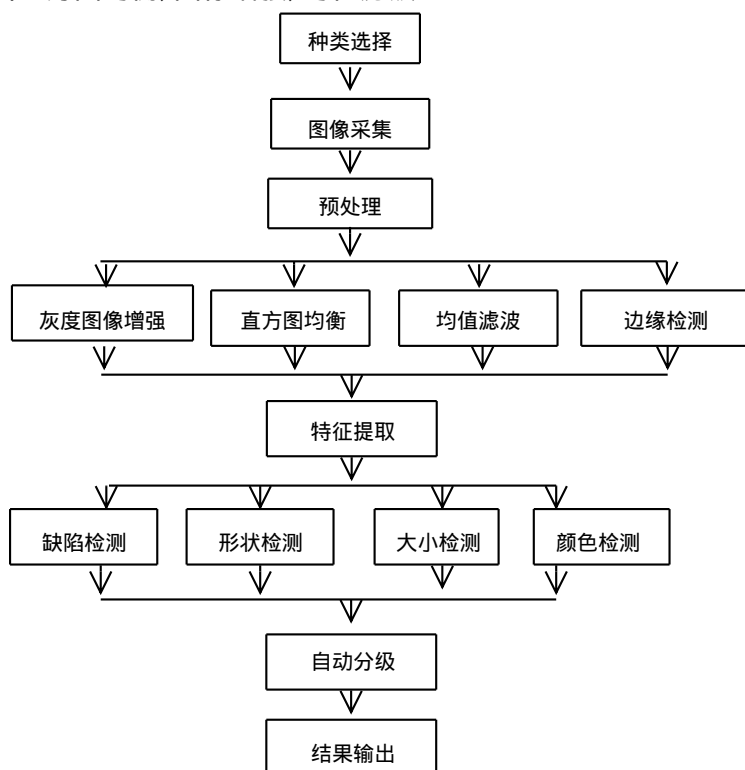


图4 系统工作流程图

Fig 4 Flowchart of system function

### 4 实验分析与结论

为了能够客观地评价该系统对农副产品品质检测的准确性及分级质量, 选取 100 个包括表面缺陷和畸形果的红富士苹果进行检测与分级。为拍摄到苹果的整个表面, 实验中拍摄了  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  3 个角度的图像。为便于处理某个苹果的一幅图像, 对所有样本分类编号。具体采

