

温室黄瓜叶片图像的白平衡处理

徐增辉 张彦娥

【摘要】 为了消除光源对颜色的影响,减少颜色差异,提高数据精度,提出一种利用空间域增强对原始图像进行白平衡处理的方法。数据分析表明:采用此种方法对黄瓜叶片缺陷图像进行白平衡处理,可有效提高待处理图像的灰度级别,改善图像的视觉效果,提高后期图像处理数据的精度。

关键词: 黄瓜 叶片 图像 白平衡

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

引言

应用计算机视觉技术进行作物营养诊断研究,已经从定性逐渐向定量研究发展。但许多研究^[1~5]中对数字图像的处理都没有考虑从软件上消除色温影响。采集到的图像可能会存在整体亮度不均,颜色效果不稳定的问题,这些因素均会降低后期图像颜色特征提取的精度,也将在一定程度上影响数据处理的可信度。特别是在定量研究中,提取可靠的图像颜色特征信息,是图像处理的重要问题之一。本文应用白平衡原理,对黄瓜叶片图像颜色的纠偏方法及其实现进行研究。

1 图像获取及其颜色偏差现象分析

1.1 图像获取

一般在实用系统中,应该在自然光条件下获取图像,然而自然光受天气、时间等因素的影响,图像颜色变化复杂、提取颜色信息准确性差,影响后续的数据分析^[6]。为了消除自然光不稳定所造成的误差,目前机器视觉系统一般在人工光源下采集图像。

图1所示为自制光源的示意图,为降低成本同时保持比较好的显色性,采用白炽灯泡作为照明光源。采用8个50W的灯泡均匀布置在载物盘周围,顶部采用半球形外壳作为漫反射装置,保证在载物盘区域获得尽量均匀的光

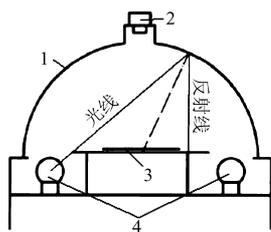
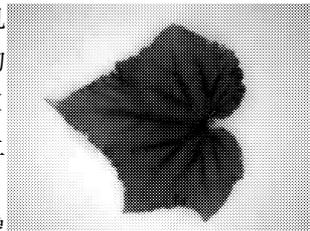


图1 自制光源示意图

1. 灯罩 2. 相机 3. 载物盘
4. 灯泡

线,而且可以避免直反射所造成的高光效应。中心的圆形载物盘用以放置叶片。由于反射作用,光线在载

物盘上获得稳定的光照效果需要一定的时间,达到稳定的时间为20s^[7]。载物盘涂成白色,作为图像采集的背景颜色。CCD相机固定于灯箱顶部,与载物盘距离固定。在1280×960分辨率下,图像上1mm内包括4像素。



从图2所示叶片图像的背景颜色,可以明显看出由于色温影响,图像有偏色现象。

1.2 黄瓜叶片叶绿素含量与图像颜色

为了应用计算机视觉技术估测黄瓜叶片的叶绿素含量,对温室种植的黄瓜进行不同的处理,然后采集黄瓜顶六叶片的图像,进行颜色分析。计算叶片的绿色分量,根据该分量与叶绿素的线性相关特性,建立作物营养水平的监测模型^[6]。因此,每幅图像对应模型中的一个点数据,图像偏色会直接影响模型的准确性。

图2中的偏色现象说明叶片的颜色不真实,这对定量研究会有影响。更为严重的问题是光源稳定性与电压稳定性、操作时间有关,所获取图像的偏色程度存在差异,这样所带来的误差对特征提取的可靠性存在很大的影响,直接影响模型的建立。

2 载物盘空载图像分析及颜色纠偏

为了获得比较好的纠偏效果,先对载物盘空载时的图像进行分析和处理,图3为拍摄的白色载物盘图像。

2.1 图像分析

图4为图3所示图像中心水平方向(即过载物盘中心的径向方向)的灰度分布,其中灰度值通过

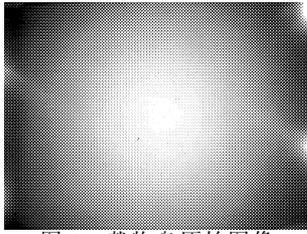


图3 载物盘原始图像

RGB 3 色分量计算, $G_b = 0.299R + 0.587G + 0.114B$ 。可以看出,除个别的椒盐噪声影响外,距载物盘中心一定范围内的灰度值基本是均匀的。但图像整体亮度并没有达到白色($G_b = 255$)的标准,距离白色有一定的偏差,存在着偏色现象。假设载物盘为纯白色,即 $R=G=B=255$,可以将中间均匀部分作为图像的白色基准颜色,利用白平衡的原理,对图像进行纠偏处理。

使用中间比较均匀部分的颜色信号,确定各通道偏差值,利用灰度级别近似为线性变化^[8]的特点,将各通道偏差值对应到目标值(白色的对应值),确定线性拉伸系数,然后分别对 R 、 G 、 B 通道进行灰度拉伸,便可实现图像的纠偏处理。

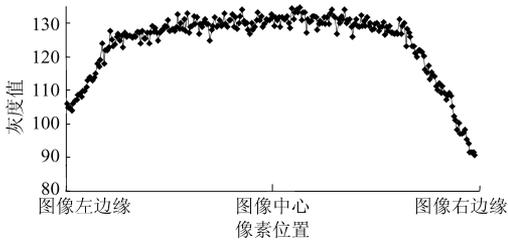


图4 载物盘原始图像灰度值分布图

2.2 颜色纠偏(白平衡)处理

白平衡是一种传感器颜色纠偏的方法,系统采用统一的白色背景,有利于用白色进行颜色纠偏。白平衡一般是指摄像设备对白色物体的还原。传统的白平衡方法是在恒定色温环境中拍摄一纯白色物体,分析所摄得的图像数据,对白色物体部分进行平均,求 R 、 G 、 B 的均值,定义为 R_w 、 G_w 、 B_w 。若得到的 R_w 、 G_w 、 B_w 分量近似相等,则认为系统是白平衡的;否则调整 R 、 G 、 B 通道增益,实现白平衡。白平衡具体步骤如下:

(1) 确定 R 、 G 、 B 各通道的平均值 R_w 、 G_w 和 B_w ,作为白平衡计算中的偏差值

$$\begin{cases} R_w = \frac{\sum R_b}{M} \\ G_w = \frac{\sum G_b}{M} \\ B_w = \frac{\sum B_b}{M} \end{cases} \quad (1)$$

式中 R_b 、 G_b 、 B_b ——各通道像素灰度值

M ——像素总数

(2) 确定各通道分量的拉伸系数 λ_r 、 λ_g 和 λ_b 为

$$\begin{cases} \lambda_r = (255 - R_w) / 255 \\ \lambda_g = (255 - G_w) / 255 \\ \lambda_b = (255 - B_w) / 255 \end{cases} \quad (2)$$

(3) 利用已经取得的拉伸系数对原始图像每个像素的每个通道分量进行计算,获得最终分量值为 R_f 、 G_f 和 B_f 。为了保证像素取值范围在 $[0, 255]$ 的要求,对于计算值超过 255 的像素,以 255 作为其近似分量值

$$\begin{cases} R_f = \lambda_r R \\ G_f = \lambda_g G \\ B_f = \lambda_b B \end{cases} \quad (3)$$

2.3 空白图像白平衡结果分析

图 5 为经上述处理所获得的图像,图 6 为其中中心水平方向的灰度分布图。可以看出,距载物盘中心位置 400 像素内的图像基本恢复为白色,颜色分量基本均为白色。由 1 mm 图 5 载物盘白平衡图像内含有 4 像素可知,在载物盘中心位置起半径为 100 mm 范围内的像素可达到比较理想的白平衡状态。在黄瓜叶片营养检测的系统中,采用顶六叶片进行分析,200 mm 的范围完全可以满足实际的需要。

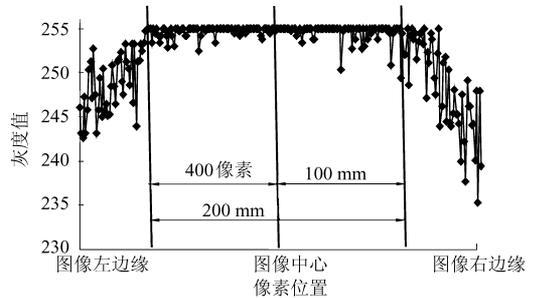


图6 载物盘白平衡图像的灰度分布

3 叶片图像处理及分析

叶片图像与空白图像有所不同,其背景为白色,但是叶片范围内的颜色是随着叶片纹理和颜色变化的,因此只能提取外侧白色背景部分的像素集合作为白平衡参数值。

3.1 背景提取

为了获得白色背景的偏差值,需要对图像进行背景区域的提取。针对研究对象主要以绿色为主的特点,采用过绿指标 $i_{\text{ExG}} = 2G - R - B$ ^[9]先对图像进行预处理,然后用阈值分割法进行图像分割。图 7 为对图 2 进行过绿指标处理后的图像直方图,明显为

双峰直方图,且两峰间的距离很大,这说明采用过绿指标可以有效降低背景提取的出错率。图 8 为阈值分割结果图像。

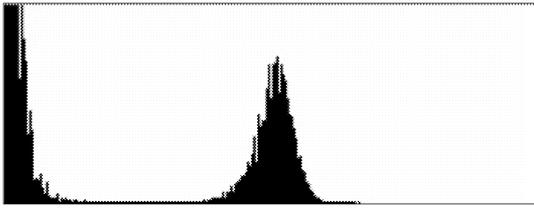


图 7 对图 2 过绿指标处理后图像直方图

3.2 叶片图像白平衡纠偏处理及结果分析

分割后提取背景颜色的各通道灰度均值作为白平衡计算中的偏差值,计算纠偏拉伸系数,最后对图像每个像素进行计算,获得纠偏的结果图像。图 9 即为纠偏后的结果图像,图像的颜色更接近实际情况,且叶片的脉络也变的更加清晰。图 10 为该图像纠偏处理前后水平中心线上的图像灰度值分布比较图。从图可以看出,叶片部分的灰度明显低于两侧背景部分,经纠偏处理后的图像灰度级有所增加,但是背景部分趋于均匀。另外,还测算了处理后图像 RGB 3 原色分布。以图像中心为原点,以 5 像素为间距,右侧水平方向为 0° ,分别对 0° 、 30° 、 60° 、 90° 图像数据进行分析。分析的结果与上述灰度值分布有同样规律。本处理使叶绿素测算的精度有了很大的提高,

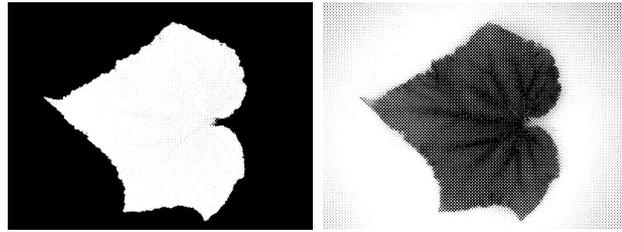


图 8 阈值分割结果图像 图 9 叶片白平衡图像

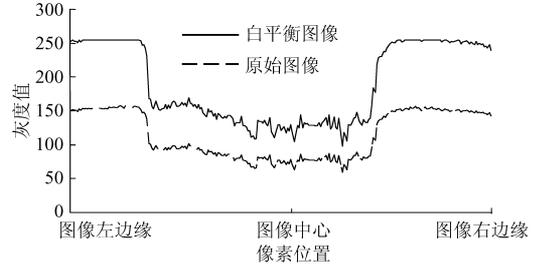


图 10 叶片白平衡纠偏前后图像灰度值分布图

得到了相关的实验验证^[6]。

4 结束语

针对利用黄瓜叶片监测黄瓜营养水平的需要,研究了人工光源条件下,黄瓜叶片的图像白平衡颜色纠偏问题。通过对白色图像和叶片图像的处理结果进行分析,该算法可以实现距图像中心 100 mm 范围内的均匀颜色白平衡。经处理后的叶片图像更加清晰,且颜色纠偏有效,可以满足黄瓜叶片叶绿素监测的需要。

参 考 文 献

- 1 饭田岳,野口伸,石井一暢,等. マシンビジョンによる精密ほ场管理のための作物室素ストレスセンシングシステム(第 1 报)[J]. 农业机械学会 ■, 2000, 62(2): 87~93.
- 2 Lin Tate, Chang Jengming. Vegetable seedling feature using stereo color imaging[C]. ASAE/CSAE-CSGR Annual International Meeting, 1999.
- 3 Jia Liangliang, Cheng Xinping, Zhang Fusuo, et al. To detect nitrogen status of inter wheat by using color digital camera[J]. J. Plant Nutri., 2004, 27(3): 441~450.
- 4 陈佳娟. 基于图象处理与人工智能的植物病害自动诊断技术的研究[D]. 长春:吉林大学, 2001.
- 5 张彦娥,李民赞,张喜杰,等. 基于计算机视觉技术的温室黄瓜叶片营养信息检测[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 102~105.
- 6 张彦娥. 基于计算机视觉技术温室作物长势诊断机理与方法研究[D]. 北京:中国农业大学, 2005.
- 7 Zhang Yan'e, Li Minzan, Xu Zenghui, et al. Investigation of grop nitrogen content based on image processing technologies[C]//SPIE conference, 2005.
- 8 郑建铨,郝重阳,雷方元,等. 利用彩色直方图特征进行偏色图像的自动监测与校正[J]. 中国图形图像学报, 2003, 8(9): 1 001~1 007.
- 9 Woebbecke D M, Meyer G E, Von Bargen K, et al. Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions[J]. Transactions of the ASAE, 1995, 38(1): 259~269.