

# 作物数字图像获取与长势诊断的方法研究

韩文霆<sup>1a,2</sup>, 李敏<sup>1a</sup>, 陈微<sup>1b</sup>

(1. 西北农林科技大学 a. 中国旱区节水农业研究院; b. 机械与工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 中科院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 数字图像在作物信息采集方面具有信息量大、速度快、精度高等显著的特点和优势,被广泛应用于作物生长诊断方面。以往研究集中在作物图像分析技术,对图像获取手段和获取系统的技术要求等论述较少。从建立作物图像获取系统的角度出发,在分析作物图像颜色、分辨率、格式和文件存储空间大小的基础上,总结了常用作物图像获取及分析技术在作物监测方面的应用。结果表明,作物水分及营养状况诊断多采用图像颜色特征分析的方法,常用 RGB 和 HIS 颜色模型,作物图像可以在自然光照条件下获取,镜头距离地面或作物的距离、拍摄角度、图像分辨率和图像存储格式并无定规,可用 JPEG 格式来存储图像,节省大量的图像存储空间。土壤和杂草等背景的识别、病虫害特征提取等方面采用颜色特征、多光谱图像、纹理特征和形状特征等方法,图像颜色分辨率从 288×352 像素到 3 072×2 304 像素可使识别目标达到 80%~95%。图像分辨率高的识别效果好,但是程序用时长,图像文件占用空间大,影响图像传输速度和诊断的实时性。因此获取图像时要根据图像应用的具体情况来选择合理的图像分辨率。

**关键词:** 计算机视觉; 图像获取; 图像分辨率; 图像特征信息; 作物生长诊断

中图分类号: S126; TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2012)06-0001-06

## 0 引言

精确自动地监测作物生长状况是提高农业生产管理自动化水平的前提<sup>[1]</sup>。数字图像处理技术在作物信息采集方面具有信息量大、速度快、精度高等显著的特点和优势,在节约劳动力,降低人的判断主观性方面有很大的潜力<sup>[2]</sup>。

国外自 20 世纪 80 年代起将图像处理技术应用在农业上,主要包括杂草与病虫害防治、农产品加工、田间作业机器人、作物生长状态监测和农产品品质检测及分级等方面<sup>[3-5]</sup>。国内本领域的研究起步较晚,近年来,国内计算机视觉技术与农业结合的理论 and 实践研究也有所发展,体现在作物缺素症状识别、杂草识别、作物群体结构监测等方面<sup>[6-8]</sup>。随着网络时代的来临,基于 Internet 网络的作物生长、病虫害远程监测及诊断的理论与方法,建立作物远程智能化检测与诊断系统的研究是重要的发展方向<sup>[9-11]</sup>。

以往研究集中在如何利用具体的图像分析技术,达到作物图像特征信息表达与识别的目标,从而应用

于杂草识别、长势分析与缺素识别方面,对图像获取手段和获取系统的技术要求等论述较少。本文从建立作物图像获取系统的角度出发,分析了作物图像的颜色、分辨率、格式和文件大小,研究了常用作物图像获取及分析技术在作物监测方面的主要应用。

## 1 作物图像基本特征

### 1.1 作物图像的颜色

人的颜色感知源于不同波长的可见光对人的视觉器官的刺激。人眼的锥状细胞感受彩色,将电磁光谱的可见部分分为红绿蓝 3 个波段。因此,所有颜色都可看成是这 3 种颜色不同比例的组合<sup>[12]</sup>。

数字图像表示颜色采用二进制,图像中的每个像素都分成 R、G、B 等 3 个基色分量,每个基色分量直接决定其基色的强度。16 位色的发色总数是 2 的 16 次方,即 65 536 色。24 位色被称为真彩色,每个基色占 8 位,它可以达到人眼分辨的极限,发色数是 2 的 24 次方,可达 1 677 万多色。但是,32 位色就并非是 2 的 32 次方的发色数,它其实也是 1 677 万多色,只不过是增加了 256 阶颜色的灰度,为了方便称呼,规定它为 32 位色;而 36 位色则是 24 位发色数再加 512 阶颜色灰度。

为了科学定量地描述颜色,人们根据需要提出了各种颜色模型,比较常用的有 RGB 颜色模型以及 HIS

收稿日期: 2011-07-21

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD29B08); 高等学校创新引智项目(111-2-16)

作者简介: 韩文霆(1972-)男,内蒙古五原人,副研究员,博士,博士生导师 (E-mail) hanwt2000@126.com。

颜色模型<sup>[13]</sup>。

人眼的3种锥体细胞光谱吸收的峰值分别在红、绿、蓝三色光波长左右。RGB颜色模型将自然界的颜色通过选用红、绿、蓝三基色按不同比例混合而形成<sup>[14]</sup>。该模型用三维空间点来表示颜色,点的3个坐标值分别代表该点颜色的红绿蓝亮度值(0~1之间)。原点(0,0,0)对应的颜色为黑色,它的3个坐标值都为0。距离原点最远的顶点(1,1,1)对应的颜色为白色,它的3个分量值都为1。从黑到白的灰度值分布在这两个点的连线上,该线称为灰色线。立方体内其余各点对应不同的颜色。彩色立方体中有3个角对应于三基色—红(1,0,0)、绿(0,1,0)、蓝(0,0,1)。另外3个角对应于三基色的3个补色—黄色(1,1,0)、蓝绿色(0,1,1)、紫色(1,0,1)<sup>[15]</sup>。RGB模型是最基本的色彩模型,应用广泛。该模型提取方便,但是不直观,色差不能用欧氏距离来获得,不能有效地提供颜色方面的信息,颜色分离时容易造成误分离,R、G、B分量之间存在很高的相关性,而且都带有亮度信息,可能会漏掉一些有用信息或夹杂一些无用信息<sup>[18]</sup>。

HSI颜色模型基于颜色色调(Hue)、饱和度(Saturation)、亮度(Intensity)3个基本属性,可以反映人的视觉系统观察彩色的方式。饱和度表示颜色的鲜明程度,饱和度越高,颜色越深;亮度是光波作用于感受器所发生的效应,其大小由物体反射系数来决定,反射系数越大,亮度愈大。HSI色彩空间可以用一个圆锥空间模型来描述,色调与饱和度两个参数用极坐标方式表示,角度表示色调,半径表示饱和度。人的视觉系统经常采用HSI色彩空间,它比RGB色彩空间更符合人的视觉特性。在图像处理和计算机视觉中大量算法都可在HSI色彩空间中方便地使用,HSI中3分量可以分开处理,而且是相互独立的,亮度I分量与图像的彩色信息无关。因此,在HSI色彩空间可以大大简化图像分析和处理的工作量。

### 1.2 作物图像的分辨率

图像分辨率(Image Resolution)是指图像中存储的信息量。图像分辨率有多种衡量方法,典型的是以每英寸的像素数来衡量。图像分辨率越高,其单位面积上所包含的像素越多,图像的清晰程度和表现程度越好。图像分辨率以比例关系影响着文件的大小,文件大小与其图像分辨率的平方成正比。

贾良良在实验中研究发现,1024×768与1280×960两个图像分辨率下的标准化绿光值之间没有差异<sup>[19]</sup>。Steffen Gebhardt和Walter Ku hbauch对不同分

辨率下图像的作物识别分析结果进行了比较,结果发现:图像分辨率1704×2272效果最好,用时21.4804s;2448×3264其次,用时42.7013s,出人意料的是分辨率较低的480×640,排名第3,用时很短2.4536s<sup>[18]</sup>。可见,图像分辨率高的识别效果好,但是分析程序用时也最长,需要根据图像的各种应用的具体情况,选择合理的图像分辨率。

### 1.3 作物图像的格式

图像的存储对数字图像处理十分重要,应避免采用会破坏图像信息,使图像失真的存储格式。目前,常用的图像格式有BMP、TIFF、GIF和JPEG等。BMP格式图像是完全无压缩格式,各像素以二进制数字存储,因此图像文件很大,不适合用作本研究中的图像存储方式;TIFF格式是一种无损压缩方式,压缩比很小,并且即使是压缩过的图像也可以通过图像转换而进行恢复,且转换中不会丢失任何图像信息,TIFF格式的图像文件通常也较大;GIF格式适合网络图像传输,图像压缩比非常大,不适合用作图像处理;JPEG格式是压缩图像格式,它将图像信息中的一些不必要的信息进行了压缩,因此在图像转换中会有部分的图像信息丢失,且丢失的信息不可以恢复,但JPEG格式压缩比可以很高,图像文件可以很小。

贾良良在试验中比较了TIFF和JPEG两种图像格式是否会影响到RGB图像的处理结果<sup>[17]</sup>。图像格式对冠层绿色深度 $G/(R+G+B)$ 没有影响,在高施氮、优化施氮和不施氮3个处理上都没有差异,且所不同图像处理结果之间的标准差和变异系数相差不大。因此,可以用JPEG格式来存储图像,节省大量的图像存储空间。

### 1.4 作物图像文件的大小

影响作物图像文件占用空间的因素有作物图像的分辨率、作物图像的格式及图像压缩率。色彩越复杂的图像压缩率越低。未压缩图片计算公式为(单位:MB)

$$FS = LR \times VR \times CB / 8 / (1024 \times 1024)$$

式中 FS—图像文件大小;

LS—横向分辨率(lateral resolution);

VS—纵向分辨率(vertical resolution);

CB—颜色位数(color bits)。

例如,图像分辨率为1920×1080,24位真彩色,未压缩前的大小为 $1920 \times 1080 \times 24 / 8 / (1024 \times 1024) = 5.93$ (MB)。而同样的作物图片以JPG格式存储,大小为100kB左右,压缩率达到40倍以上。

## 2 作物图像信息分析方法

目前,研究者所提取的作物图像特征以颜色特征居多,也有人使用纹理或形状等特征。大部分研究者都采用相关分析技术分析所提取的特征与作物营养状况或病虫害情况之间的密切程度。综合采用不同图像处理技术方面,利用作物图像颜色、纹理和形态等特征参数,可使作物图像分析更加科学系统。

### 2.1 作物图像颜色特征

近年来,基于作物图像信息的作物科学研究普遍采用24位真彩色或32位真彩色图像。大多数是获取作物图像的 $R, G, B$ 及 $H, S, I$ 颜色值,并对 $R, G, B$ 值进行多种组合变换,以此作为图像的颜色特征信息,并分析其与作物的各项特征,如水分状况、氮营养状况和病虫害情况等的相关关系,建立预测模型。

国外Aitkenhead等采用 $G/(R+G+B)$ 特征和固定阈值法分割图像中的植物与土壤,将图像颜色值作输入BP人工神经网络,训练后的BP人工神经网络用于区分作物和杂草<sup>[19]</sup>。Kavdir将向日葵冠层图像的 $R, G, B$ 颜色值作为BP人工神经网络的输入,成功分离了图像中的杂草、土壤和向日葵<sup>[20]</sup>。

国内李存军等对封垄前和封垄后的小麦冠层图像采用不同的颜色阈值,根据其 $R, G, B$ 值以及 $H, I$ 值,分割了小麦的冠层图像<sup>[23]</sup>。王晓静等采用 $R/(R+G+B)$ 和 $B/(R+G+B)$ 值诊断棉花铃期氮营养状况,并采用 $R, G, B, G/(R+G+B)$ 等颜色特征预测作物的产量和施氮量<sup>[22]</sup>。

### 2.2 多光谱作物图像

多光谱图像分析超越了可见光的波长范围,采用多光谱成像仪获取图像,对图像质量要求不高。一般多光谱成像仪有3个图像通道,将光实时分离成550nm绿色、650nm红色和800nm近红外3个波段通道的单色图像。多光谱作物图像分析可以有效地去除背景的影响,多用于杂草识别和病虫害识别。

朱登胜等采用多光谱数字图像识别苗期作物与杂草,得出结论多光谱成像仪所提供的3个图像中,近红外IR通道的图像非常适合用来完成植物与土壤的分割<sup>[23]</sup>。张浩等基于多光谱图像分析识别水稻穗颈瘟严重度,建立了水稻穗颈瘟严重度的多光谱图像预测模型<sup>[24]</sup>。

### 2.3 作物图像纹理

图像区域中,像素值不均匀分布所产生的视觉效应称为图像纹理。纹理展示了被拍摄物体表面不均匀的光学特性。不同材质的表面通常具有不同的纹

理。纹理分析是模式识别和计算视觉的一个重要研究方向,其主要研究内容包括纹理描述、纹理分割和纹理分类等。与图像颜色特征相比,纹理能更好地兼顾图像宏观性质与细部结构两个方面,即可用于图像处理阶段的图像分割,又可用于图像分类识别<sup>[25]</sup>。

国外Pydipati等在实验室光照条件下,采用HIS颜色模型和色彩共生纹理分析法结合统计分类算法,对柑橘正常叶片、油斑病叶片、黑斑病叶片和疮痂病叶片识别,识别正确率超过95%<sup>[26]</sup>。

国内张静等采用归一化灰度共生矩阵,计算黄瓜角斑病和黄瓜斑疹病纹理特征参数,提取了能量、熵、惯性等特征参数描述叶片图像的病症,对比发现惯性作为区分这两种病害的特征参量更准确<sup>[27]</sup>。

### 2.4 形状特征

形状特征比颜色和纹理更高层,用形状描述图像内容非常直观,而且形状常与目标联系在一起。图像形状特征分析可用于作物病虫害识别、作物和杂草识别等方面。国外Chesmore等将图像形状特征分析用于小麦印度腥黑穗病孢子和黑麦草腥黑穗病菌孢子的分类,准确率达97%<sup>[28]</sup>。国内马晓丹等运用图像处理技术和神经网络技术,基于病斑颜色特征实现了大豆叶片病斑区域的识别,准确率可达100%<sup>[29]</sup>。

## 3 作物图像信息获取及应用分析

近年来,随着信息科学技术的迅速发展,数字图像处理与识别技术在作物学研究方面越来越显示出巨大的应用潜力。数字图像处理技术在作物监测方面主要应用于作物水分状况诊断、作物营养诊断、土壤和杂草等背景的认识、病虫害特征提取以及叶片的形态识别等方面。

### 3.1 作物水分状况诊断

R. Zakaluk等用500万像素数码相机抓取土豆苗RGB数字图像,并采用人工神经网络确定其叶水势<sup>[30]</sup>。王方永等在自然光照条件下获取田间棉花群体的数字图像,镜头距地面2m垂直拍照。采用O-LYMPUS C25060 Wide Zoom型数码相机,焦距固定,采取2592×1944像素(500万像素)分辨率JPEG图像格式,以RGB颜色系统的 $G-R$ 参数和棉花水分含量及水分含量指数建立回归模型,预测精度分别达到了90.71%和91.02%<sup>[1]</sup>。谢守勇和宋亚杰都是在日光条件下获取的金莲花叶片图像,然后分别提取RGB三色分量和它们的相对系数 $r, g, b$ 及色度 $H$ 进行分析,分别采用人工神经网络建模和模糊评判的方法得出了与缺水时间的关系。他们采用的图像获取

方法分别是400万像素的数码相机和600万像素数码相机在现场自然光照条件和固定目距的条件下完成<sup>[31-32]</sup>。

可见,随着图像处理技术的发展,作物图像不一定要在实验室特点光源条件下获取,用作作物水分状况诊断的作物图像也可以在自然光照条件下获取。由于采用颜色特征分析的方法,所以图像应为真彩色图像,即颜色位数应大于24位。镜头距离地面或作物的距离、拍摄角度、图像分辨率和图像存储格式并无定规,一般是由研究人员根据特定的作物情况,凭经验选取或做实验确定拍摄距离和角度对作物水分状况诊断模型的影响。要监测大面积农田作物,图像获取设备应可移动或系统中接入多个图像获取设备。

### 3.2 作物氮营养诊断

刘洪见等基于颜色特征和覆盖度建立了氮肥施用量线性诊断模型, $R^2$ 为0.82<sup>[33]</sup>。王秀峰实现了利用数字图像处理技术进行黄瓜和番茄的氮肥推荐<sup>[34]</sup>。他利用数码相机在田间获取图像,拍照时相机与冠层成 $30^\circ \sim 60^\circ$ ,在 $1024 \times 768$ 分辨率下以JPEG格式存储,并得出结论:图像获取时光线的强弱对冠层图像信息没有显著的影响,在阴天拍摄的图像效果要略好于晴天。贾良良等用Olympus E20P型数码相机在田间直接获取水稻冠层图像<sup>[35]</sup>。研究中,图像的获取参照Jia L L等在小麦上的图像获取方法,以距离地面1.2m垂直高度(距水稻冠层约1m),与地面呈 $60^\circ$ 角进行拍摄<sup>[36]</sup>。拍摄时所采用图像分辨率格式为 $1280 \times 960$ ,数字图像以JPEG格式存储,采用Adobe Photoshop剔除土壤或水面背景的干扰,获得数字图像的红光值 $R$ 、绿光值 $G$ 和蓝光值 $B$ ,并计算相应的红光标准化值 $NRI$ 、绿光标准化值 $NGI$ 和蓝光标准化值 $NBI$ 。肖焱波等获取冬小麦冠层图像采用方法与上述类似,采用Olympus E20P型单反相机,在中午12:00-13:00之间,图像拍摄时天气为阴天无光线直接照射,图像分辨率为 $2560 \times 1960$ 像素,采用Adobe Photoshop获取冠层图像 $R, G, B$ 值,并计算相应的指数,如 $G/R, G/B, G/(R+G+B)$ 和 $R/(R+G+B)$ 等<sup>[37]</sup>。

与作物水分状况诊断类似,作物氮营养状况诊断的作物图像也可以在自然光照条件下获取,主要采用颜色特征分析的方法,镜头距离地面或作物的距离、拍摄角度、图像分辨率和图像存储格式并无定规。

### 3.3 农田作物与杂草识别

作物识别和杂草识别不仅采用颜色特征分析,而且多光谱图像分析、纹理特征分析和形状特征分析也广泛应用。Steffen Gebhardt和Walter Kuhbauch提出

了一种新的基于颜色和纹理特征的识别算法,使得分类精度提高到83%,酸模识别率达到93%<sup>[20]</sup>。朱登胜等通过对多光谱成像仪获得的数字图片,采用一定的目标分割与形态学处理,对豆苗和杂草进行识别判断,能够有效识别豆苗,正确率为90.5%,所用的多光谱成像仪是MS3100,图像分辨率是 $1392 \times 1040$ ,得出结论多光谱成像仪所提供的3个图像中,近红外IR通道的图像非常适合用来完成植物与土壤的分割<sup>[25]</sup>。袁忠兴等获取的图像大小为 $288 \times 352$ 像素,图像存取格式为BMP<sup>[38]</sup>。通过对玉米田彩色图像颜色模型的分析,发现RGB颜色模型分量图 $G$ 分量分割效果较好,适合于玉米与背景的分离。梁淑敏等用EPSON CCD PC 850Z型相机,采集分辨率为 $640 \times 480$ 的JPEG图像,研究玉米分形维数及其种植密度效应评价<sup>[39]</sup>。宋华锋等采用CCD摄像机获取 $640 \times 480$ 的大豆叶片与杂草叶片图像作为测试样本,应用遗传神经网络建立对杂草图像的识别模型<sup>[40]</sup>。研究结果表明,这种图像处理技术与神经网络结合的方法,识别作物区域的准确率可达90%以上。梅汉文和刘剑英将CCD用三脚架固定住,在离地面50cm的高度平行于地面拍摄获取实时图像,分辨率为 $720 \times 576$ ,采用 $2G-R-B$ 作为颜色特征,研究了玉米和杂草与背景分割的处理方法<sup>[41]</sup>。

### 3.4 作物病虫害特征提取

多光谱图像分析、纹理特征分析和形状特征分析在作物病虫害提取中也广泛应用。马晓丹和关海鸥采用CCD摄像机获取作物图像,将病害区域与健康区域的颜色 $R, G, B$ 等3个分量作为遗传BP神经网络的输入值,识别病斑区域,并提取了病斑的面积、周长、圆度、复杂性、伸长度、球状性、重心坐标以及长短轴比等8个形态特征参数<sup>[42]</sup>。张静等研究了黄瓜角斑病和黄瓜斑疹病的纹理特征参数,摄像头选用具备CCD感光元件,710万像素,分辨率 $3072 \times 2304$ ,3倍光学变焦的三星数码相机,以获取高清晰的病害数字图像。作物病虫害特征提取与作物识别和杂草识别应用的分析手段相同,因此对作物图像获取系统的要求也相似<sup>[27]</sup>。

## 4 结论

1) 作物水分及营养状况诊断多采用图像颜色特征分析的方法,比较常用的有RGB和HIS颜色模型,作物图像可以在自然光照条件下获取,镜头距离地面或作物的距离、拍摄角度、图像分辨率和图像存储格式并无定规,可用JPEG格式来存储图像,节省大量的

图像存储空间。

2) 土壤和杂草等背景的识别、病虫害特征提取等方面不仅采用颜色特征分析的方法,多光谱图像分析、纹理特征分析及形状特征分析也广泛应用。

3) 根据不同的应用分析需要,图像颜色分辨率从288×352像素到3 072×2 304像素可以使识别目标达到80%~95%。图像分辨率高的识别效果好,但是分析程序用时也长,图像文件占用空间大,也影响图像传输速度和诊断的实时性。因此,获取图像时需要根据图像应用的具体情况选择合理的图像分辨率。

4) 综合采用不同图像处理技术方面,利用作物图像颜色、纹理和形态等特征参数,可使作物图像分析更准确。

参考文献:

- [1] 王方永,王克如,王崇桃,等.基于图像识别的棉花水分状况诊断研究[J].石河子大学学报,2007,25(4):404-408.
- [2] 刘保玲,姚彪,史春建,等.近红外图像处理技术在国外农业工程中的应用[J].农业工程学报,2005,21(5):102-106.
- [3] Borhan M S, Panigrahi S. Multispectral imaging techniques for nitrogen determination in potato leaf [J]. ASAE Paper, 1999, 99: 5005-5011.
- [4] Weisz R, Fleischer S, Smilowitz Z. Site-specific integrated pest management for high-value crops: impact on potato pest management [J]. Journal of Economic Entomology, 1996, 89(2): 501-509.
- [5] Steward B L, Tian L F. Real-time machine vision weed sensing [J]. ASAE Paper, 1998, 98: 3033.
- [6] 徐贵力,毛罕平,李萍萍.缺素叶片彩色图像颜色特征提取的研究[J].农业工程学报,2002,18(4):150-155.
- [7] 李少昆,索兴梅,白中英,等.基于BP神经网络的小麦群体图像特征识别[J].中国农业科学,2002,35(6):616-620.
- [8] 吴富宁,朱虹,郑丽敏,等.计算机辅助小麦图像识别应用中颜色特征基本参量的表达[J].农业网络信息,2004(4):10-14.
- [9] 李少昆,王崇桃.图像及机器视觉技术在作物科学中的应用进展[J].石河子大学学报(自然科学版),2000,6(1):79-86.
- [10] 李敏,韩文霆.作物数字图像远程实时获取方法研究[J].农机化研究,2010,32(5):17-21.
- [11] 马巧红,韩文霆.基于Web的农业环境信息实时发布系统研究[J].农机化研究,2010,32(5):173-175.
- [12] 何东健.数字图像处理[M].西安:电子科技大学出版社,2003:20.
- [13] Isabelle P, Thomas R. Improving plant discrimination in image processing by use of different colour space transformation [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2002, 35: 1-15.
- [14] L A Fuzzy logic. Neural Networks and soft computing [J]. Communication of the ACM, 1994, 37(3): 77-84.
- [15] 冀高.基于数字图像处理的棉花群体特征提取[D].北京:北京邮电大学,2007.
- [16] 陶霖密,徐光.机器视觉中的颜色问题及应用[J].科学通报,2001,46(3):178-190.
- [17] 贾良良.应用数字图像技术与土壤植株测试进行冬小麦氮营养诊断[D].北京:中国农业大学,2003.
- [18] Steffen Gebhardt, Walter Ku hbauch. A new algorithm for automatic Rumex obtusifolius detection in digital images using colour and texture features and the influence of image resolution [J]. Precision Agric, 2007(8): 1-13.
- [19] Aitkenhead M J, Dalgetty I A, Mullins C E, et al. Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2003, 39: 157-171.
- [20] Kavdir I. Discrimination of sunflower, weed and soil by artificial neural networks [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2004, 44: 153-160.
- [21] 李存军,王纪华,刘良云,等.基于数字照片特征的小麦覆盖度自动提取研究[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2004,30(6):650-656.
- [22] 王晓静,张炎,李磐,等.地面数字图像技术在棉花氮素营养诊断中的初步研究[J].棉花学报,2007,19(2):106-113.
- [23] 朱登胜,邵咏妮,潘家志,等.应用多光谱数字图像识别苗期作物与杂草[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2008,34(4):418-422.
- [24] 张浩,姚旭国,毛雪琴,等.基于多光谱图像的水稻穗颈瘟严重程度识别研究[J].湖南农业科学,2009(1):65-68.
- [25] 王耀南,王绍源,毛建旭.基于分形维数的图像纹理分析[J].湖南大学学报(自然科学版),2006,33(5):67-72.
- [26] Pydipati R, Burks T F, Lee W S. Identification of citrus disease using color texture features and discriminant analysis [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2006, 52: 49-59.
- [27] 张静,王双喜,董晓志,等.基于温室植物叶片纹理的病害图像处理及特征值提取方法的研究[J].沈阳农业大学学报,2006,37(3):282-285.
- [28] Chesmore D, Bernard T, Inman A J, et al. Image analysis for the identification of the quarantine pest Tilletia indica [J]. EPPO Bulletin, 2003, 33(3): 495-499.
- [29] 马晓丹,祁广云.基于神经网络的大豆叶片病斑的识别与研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2006,18(2):84-87.

- [30] R. Zakaluk, R Sri Ranjan. Artificial neural network modeling of leaf water potential for potatoes using RGB digital images: a greenhouse study [J]. Potato Research, 2007, 49: 255-272.
- [31] 宋亚杰, 谢守勇. 机器视觉技术在金莲花灌溉中的应用研究[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(4): 659-662.
- [32] 谢守勇, 宋亚杰. 金莲花生长发育需水模糊评判模型研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 64-67.
- [33] 刘洪见, 曾爱平, 郑丽敏. 基于数字图像处理技术的玉米氮肥营养状态诊断[J]. 农业网络信息, 2007(12): 30-34.
- [34] 王秀峰. 应用数字图像技术进行黄瓜和番茄氮素营养诊断的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2005.
- [35] 贾良良, 范明生, 张福锁, 等. 应用数码相机进行水稻氮营养诊断[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(8): 2176-2179.
- [36] Jia L L, Chen X P, Zhang F S, et al. N diagnose in winter wheat using computer vision[J]. Journal of Plant Nutrition, 2004, 27(3): 441-447.
- [37] 肖焱波, 贾良良, 陈新平, 等. 应用数字图像分析技术进行冬小麦拔节期氮营养诊断[J]. 农业信息科学, 2008, 24(8): 448-453.
- [38] 袁忠兴, 谭峰, 尚廷义. 基于机器视觉的农田作物识别算法的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2008, 20(6): 82-85.
- [39] 梁淑敏, 杨锦忠, 李娜娜, 等. 基于图像处理的玉米分形维数及其种植密度效应评价[J]. 作物学报, 2009, 35(4): 745-748.
- [40] 宋华锋, 袁忠兴. 基于遗传神经网络的杂草与作物识别方法的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2008, 20(3): 94-96.
- [41] 梅汉文, 刘剑英. 一种基于 DSP 的杂草图像分割方法[J]. 湖北农机化, 2009(1): 58-61.
- [42] 马晓丹, 关海鸥. 基于遗传神经网络的植物叶片病害特征提取的研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2009, 21(2): 87-89.
- [43] 刘继承. 基于数字图像处理技术的水稻长势监测研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [44] Sena Jr D G, Pinto F A C, Queiroz D M, et al. Fall armyworm damaged maize plant identification using digital images [J]. Biosystems Engineering, 2003, 85(4): 449-454.

## Methods of Image Acquisition and Analysis for Crop Conditions Diagnose

Han Wenting<sup>1a, 2</sup>, Li Min<sup>1a</sup>, Chen Wei<sup>1b</sup>

(1. Northwest A & F University, a. Institute of Water Saving Agriculture in Arid Regions of China; b. College of Mechanical and Electronic Engineering, Yangling 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Image acquisition is a significant step for the research of monitoring crop conditions using computer vision technology. Many research works have concentrated on image process methods for diagnosing crop conditions. However, few researches have been conducted on the technology of crop image acquisition. For this purposes, this paper analyzes the color, resolution, format and size of crop image file firstly. Then, the methods on crop image process and crop conditions diagnoses have been summarized. It is concluded that the color characters analysis models of RGB and HIS usually are applied for crop water stress and nutrients condition diagnose. The crop image used for this diagnose could be obtained under filed condition. The format and resolution of the crop image have no significant influence on diagnose. Both the image-taking distance away from the plant and picture taking angle to the plant has no significant influence on diagnose. Therefore, the JPEG format of crop image is recommended in order to save computer storage space. Methods for distinguish of crop, weeds, plant diseases and insect pests includes color analysis, multiple spectroscopy image process, image venation and shape features analysis. The pixel of image from 288×352 to 3072×2304 will result with the distinguish precision from 80% to 95%. The more resolution of the crop image, the higher distinguish precision, the long running time and the more storage space needed for the computer. This will limit the image transmitting speed and real time image processing. Therefore, the selection of reasonable image resolution should consider the application purpose of image processing.

**Key words:** computer vision; image obtaining; image resolution; image feature information; crop condition diagnose