

文章编号: 1005-0906(2007)04-0146-03

图像处理技术在玉米株型上的应用研究

梁淑敏^{1,2}, 杨锦忠¹

(1.山西农业大学, 山西 太谷 030801; 2.临猗县第一职业中学, 山西 临猗 044100)

摘要: 利用图像处理技术, 通过对整株玉米图像进行处理和分析, 获取图像特征, 建立其与实测数据的数学模型, 应用所建模型可以找到玉米图像特征值与植株株型的一些农艺性状的定量化联系, 为传统田间试验提供了简单易操作的方法, 并为探索实行精确化农业寻找思路。

关键词: 玉米; 图像处理; 株型

中图分类号: S513; S12

文献标识码: A

Study on Image Process Application in Maize Plant Type

LIANG Shu-min^{1,2}, YANG Jin-zhong¹

(1. Shanxi Agricultural University, Taigu 030801;

2. The First Vocational Senior Middle School in Linyi county, Linyi 044100, China)

Abstract: Using image processing technology, procedures include segmentation of object from background, extracting features of object and building the models for relationships between image features and actual measurements of plant type. Based on these models, the quantitative relationships between maize image features and plant type has been found. A new and simple method was given for the traditional field trails. It provides ideas for probing into implementing precision farming.

Key words: Image processing; Maize; Plant type

株型不仅影响作物的光合效率、营养分配、抗倒性、叶面积的合理范围和栽培最佳密度等, 而且还是重要检测指标。因此, 对株型作精确、定量化描述有重要意义。对玉米株型特征信息的提取目前主要靠人工测量, 且只能利用一些简单的测量工具, 测量方法落后、速度慢、工作量太繁琐、主观性强、误差大, 准确性难以保证。

目前, 计算机图像处理技术已成为计算机农业应用领域中非常活跃的领域。它是将复杂的科学现象和自然景观等图形化。对玉米形态进行精确定量化描述, 图像处理技术是解决此问题的一种先进方法, 克服了人工测量手段的局限性, 并且获得了以往人工难以测量和量化描述的指标。本文探索运用图

像处理技术, 找到玉米图像特征值与植株株型的一些农艺性状的定量化联系, 为传统的田间试验找到简便的获取株型特征的方法。

1 材料与方法

1.1 实验材料

太谷地区栽培种植的玉米品种奥玉 3101 和东单 60, 在灌浆期对其取样。奥玉 3101 取 12 株, 东单 60 取 24 株。

1.2 实验用具及所用药品

EPSON PHOTO PC 850Z 型数码相机、计算机、三角架、塔尺、水平仪、水准仪、背景布、枝剪、大量角器、2 m、3 m 卷尺、打印机、电热鼓风干燥箱、用 722S 分光光度计、带塞试管、游标卡尺等。99% 的酒精, 98% 的丙酮。

1.3 图像获取

首先拍摄 30 张塔尺图片对图像进行标定。然后将供试植株沿地表割下并固定, 摄像或摄影时植株叶片伸展方向必须与画面平行, 同时测定的多个植株均需处于同一个平面上。相机必须垂直于地面, 且

收稿日期: 2006-11-30; 修回日期: 2007-03-26

基金项目: 山西省资助回国留学人员科研项目(2003049)

作者简介: 梁淑敏(1977-), 女, 山西临猗人, 硕士, 主要从事数字图像处理在农业上的应用研究。Tel: 13485490585

E-mail: shuminliang1229@sina.com

杨锦忠为本文通讯作者。Tel: 0354-6288374

E-mail: jzyang@public.yz.sx.cn

保持水平,植株必须垂直于地面,保证每次拍摄植株都在画面中央且将画面充满,保证画面质量。从不同角度观察同一植株,其叶片角度是不同的,为取得较好的可比效果,取像时应使植株的大部分叶片取向与画面平行。本试验采用相机焦距是 19.1 mm,相机高度分为 127 cm、127.5 cm、128.5 cm、140.8 cm、145 cm、146.8 cm、149.9 cm、149.9 cm、150.6 cm, 相机与苗间距离对应分别为 347 cm、328.7 cm、331.3 cm、312.6 cm、349 cm、318.3 cm、343.7 cm、375.2 cm、348.7 cm,相机镜头竖立,图像分辨率统一设定为 96PPI,自然光照下拍摄,记录拍摄时间以便区分识别。图像格式统一保存为 JPEG 格式。经标定图像点间距离于实际距离间的比为 1:0.517 2、0.513 7、0.499 2、0.488 6、0.516 4、0.487、0.516 4、0.499 2、0.544 5。拍摄图像后,测量植株的株高,称量植株各部分的鲜重,然后用电热鼓风干燥箱先 105°杀青 2 h,恒温 75°烘干。

1.4 图像预处理

利用 Photoshop9.0 中魔棒工具将彩色图像中含苗的部分和背景分割出来,再将切割后的彩色图像用 Matlab 程序自动转换为背景为黑色、苗为白色的黑白二值图像(图 1)。

1.5 图像分析

根据作者自编的 Matlab 程序对黑白二值图像进行特征提取,得到图像中每株苗的形态特征,包括每株苗的图像幅高和幅宽、图像投影面积、等效椭圆长轴和短轴长、方向角、等效圆直径、重心、偏心率、矩形充实度、完整性等。并通过获得的图像轮廓图

计算出轮廓的周长。利用彩色图像的 HIS 分量计算出玉米植株的颜色特征值。



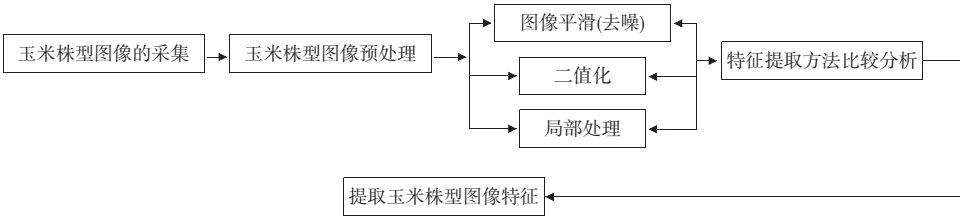
图 1 玉米苗的黑白二值图像

Fig.1 The black and white two value images of corn seedling

运用 Excel 进行数据分析,苗像特征、颜色特征与苗高、苗鲜重、叶绿素含量之间拟合简单回归方程,得到回归系数、回归截距、 r^2 等数据,选取相关系数大、在 1%水平上差异显著的回归方程作为苗像特征与苗高、苗鲜重、叶绿素含量间的模型方程。若某一苗像特征与苗高、苗鲜重间不呈直线相关,则作苗像特征与苗高、苗鲜重间的多元相关与回归分析,选取复相关系数大,在 1%水平上复相关和偏相关差异均显著的多元回归方程作为苗像特征与苗高、苗鲜重间的模型方程。

2 技术与方法

2.1 图像特征提取的技术路线



2.2 叶绿含量测定的方法

用乙醇丙酮法测定叶绿素含量。

2.3 叶片长度、茎叶角、穗茎角、茎秆直径测定,茎秆体积的测定

手工测量用卷尺、游标卡尺。电脑测量用图像处理软件 Image 处理软件,通过移动光标在玉米各器官图像上进行标记,如提取玉米叶片特征值,在叶片主脉上标记 8~15 个点,具体点数依叶片波折程度而定。茎叶角取玉米主秆上与主秆平行的线与叶片 1/5 处所成的角度为茎叶角。茎秆体积的测量方法

是排水法。

3 结果与分析

3.1 实测株高与检测株高的关系

利用苗幅高与标定比得到检测株高,结果表明,检测株高与实测株高在 1%水平上呈显著的正相关性。相关系数为 0.911 585。回归方程为: $y=1.05x-15.01$,其中: y 为实测株高(cm), x 为检测株高(cm)。从方程可以看出, x 的系数为 1.05,而不是 1,是由误差引起的,即可以用检测株高代替人工测量

株高。

3.2 苗像特征与苗总生物量(鲜重)的关系

由表 1 可知, 总生物量与周长间存在简单直线相关, 且相关系数 R 最大, 在 1% 水平上呈显著的正相关线性关系。回归方程为: $y=0.31x+27.05$, $R=0.912\ 7^{**}$, 其中: y 为总生物量(g), x 为周长(像素个数), 即总生物量随苗像周长的增加呈增加的趋势, 由回归方程可知: 苗像周长每增加 1 个像素, 总生物量平均增加 0.31 g。

3.3 颜色特征与叶绿素含量的关系

从玉米彩色图像上, 用 HIS 分量提取的颜色均值与所有所测叶位的叶绿素含量均值作简单相关与回归分析, 结果表明, 颜色特征值与实测叶绿素含量间呈直线相关。回归方程为: $y=0.91x-4.67$, $R=0.964\ 022^{**}$, 其中: y 为叶绿素含量(%), x 为颜色均值, 即叶绿素含量随着颜色均值增加而呈增加的趋势, 颜色均值每增加 1°, 叶绿素含量增加 0.91%。

3.4 检测茎秆平均直径与实测茎秆平均直径的关系

作图像上提取的茎秆平均直径(含叶鞘)与实测茎秆(裸秆)直径的简单相关与回归分析, 结果显示, 检测茎秆平均直径与实测的茎秆直径呈直线相关, 且在 1% 水平上呈显著的正相关线性关系。回归方程为: $y=0.32x+0.73$, $R=0.933\ 95^{**}$, 其中: y 为实测茎秆直径(cm), x 为检测茎秆直径(cm), 即实测茎秆直径随检测茎秆直径增加呈增加趋势, 检测茎秆直径

每增加 1 cm, 实测茎秆直径增加 0.32 cm。

3.5 检测叶片长度与实测叶片长度的关系

作检测叶片长度与实测叶片长度的简单相关与回归分析, 结果显示, 检测叶片长度与实测叶片长度呈直线相关, 且在 1% 水平上呈显著的正相关线性关系。回归方程为: $y=0.67x+28.63$, $R=0.982\ 112\ 1^{**}$, 其中: y 为实测叶片长度 (cm), x 为检测叶片长度 (cm), 即实测叶片长度随着检测叶片长度增加呈增加趋势, 检测叶片长度每增加 1 cm, 实测叶片长度增加 0.67 cm。

3.6 检测茎叶夹角与实测茎叶夹角的关系

作检测茎叶夹角与实测茎叶夹角的简单相关与回归分析, 结果显示, 检测茎叶夹角与实测夹角呈直线相关, 且在 1% 水平上呈显著的正相关线性关系。回归方程为: $y=0.13x+1.49$, $R=0.450\ 467^{**}$, 由于照相的角度和实测茎叶夹角的角度不同, 因此, 可能出现较大的误差。

3.7 苗像特征与茎秆总体积的关系

作图像各个特征与茎秆总体积的简单相关与回归分析, 由表 1 可知: 茎秆总体积与等效圆直径呈直线相关, 且在 1% 水平上呈显著的正相关线性关系, 且相关系数 R 最大。其回归方程为: $y=4.41x-98.63$, $R=0.959\ 807\ 1^{**}$, 其中: y 为茎秆总体积(mL), x 为等效圆直径(cm), 即茎秆总体积随等效圆直径增加呈增加趋势, 等效圆直径每增加 1 cm, 茎秆总体积增加 4.41 mL。

表 1 各个特征与茎秆总体积的简单相关与回归分析

Table 1 The simple correlation and regression analysis of each characteristic and cane bulk volume

名称	苗幅高	苗幅宽	等效椭圆长轴长	等效椭圆短轴长	投影面积	重心	周长	等效圆直径
Name	Widthy	Widthx	Major Axis Length	Minor Axis Length	Projected area	Centroid	Perimeter	Equidiameter
总生物量	0.188*	0.303**	0.238**	0.218**	0.329**	0.505**	0.913**	0.336**
总茎秆体积	0.564**	0.166*	0.557**	0.214**	0.578**	0.627**	0.446**	0.959 8**

注:** 为 1%水平上差异显著, * 为 5%水平上差异显著。

Note: **and * indicated the significant level at 1% and 5% respectively.

4 结 论

采用图像处理技术, 既用图片的方式保存了实验资料, 还可以从图像上直接检测玉米的株高、叶片长度、茎叶夹角、茎秆直径等, 代替了传统方法耗工费时难操作等缺点, 而且可以从图像上获得需要常规试验的特征值如叶绿素, 可以根据叶绿素含量来指导田间管理。获得了以往必须手工测量的特征如茎秆总体积, 总生物量等特征, 为传统田间试验提供了简单易操作的方法。

参考文献:

[1] 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 农业出版社, 1991 .
[2] 张 弦, 严衍录. 用图形图像技术处理作物图像提取作物形态信息[J]. 中国农业科学, 1996, 29(5): 89-93 .
[3] 李少昆, 张 弦, 等. 作物株型信息多媒体图像处理技术的研究 [M]. 作物学报, 1998, 3: 265-271 .
[4] 曹卫星, 罗卫红. 作物系统模拟及智能管理[M]. 高等教育出版社, 2003 .
[5] 胡小锋, 赵 辉. Visual C++/MATLAB 图像处理与识别实用案例精选[M]. 四维科技人民邮电出版社, 2004 .

(责任编辑: 朴红梅)