

文章编号: 100226819(2001)0220154203

应用计算机图像处理技术识别玉米苗期田间杂草的研究

纪寿文¹ 王荣本² 陈佳娟¹ 赵学笃²

(1. 莱阳农学院, 莱阳 265200; 2. 吉林工业大学)

摘要: 利用计算机图像处理技术分析了玉米苗期田间杂草的特征量, 识别出田间杂草并确定了杂草的位置和生长状况。研究中采用双峰法滤除了土壤背景, 根据投影面积、叶长、叶宽识别出了杂草, 并且根据杂草投影面积确定出了杂草密度。实验结果表明, 此方法可有效地识别出玉米苗期田间细长的单子叶杂草。

关键词: 计算机视觉; 图像处理; 玉米; 杂草

在农作物田间管理的过程中, 各种化学剂的施放最直接影响农作物的产量、品质及农业生产环境。本项研究以我国的主要经济作物玉米为对象, 利用计算机图像处理技术, 识别出玉米苗期(五叶期前)田间牛筋草等细长单子叶杂草并确定出杂草的位置和生长状况, 从而为玉米苗期精确喷洒除草剂的自动化作业提供必须的信息。

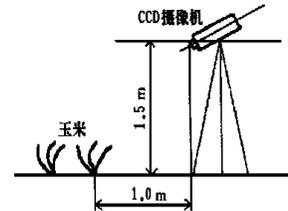


图 1 计算机视觉系统

Fig 1 Computer vision system

1 计算机视觉系统及图像畸变矫正

1.1 计算机视觉系统

计算机视觉系统由 SONY CCD18P 型 CCD 摄像机, DHVRTCG200 图像采集卡, PENTIUM 586ö233 计算机, 监视器组成。图像卡的图像采集最大分辨率: PAL 制 768 × 576 × 24 bit, NTSC 制 640 × 480 × 24 bit。CCD 的解析度在水平方向为 640 线。在玉米苗期, 从生长良好的玉米田中实地摄取玉米及杂草图像。采集图像应在光照明亮充足的条件下进行, 图像以“.bmp"的文件格式存储在硬盘中, 以便以后的分析和处理。计算机视觉系统安装位置关系如图 1 所示。

1.2 田间图像畸变的矫正

由于 CCD 和地面之间存在一定的俯仰角和 CCD 自身具有一定的镜头角度, 所以摄取的图像存在一定的畸变。由于玉米苗和杂草的高度远小于 CCD 的安装高度, 在矫正图像畸变时可忽略玉米苗和杂草高度的影响。

图像畸变矫正的原理如图 2 所示。图 2a 中的 $DD'FF'$ 为摄像机所摄到的路面区域形状, B 点是 $DD'FF'$ 的对角线交点, OB 是主光轴 OB 与地面的夹角, O 是等腰梯形两条边延长线的交点。 GB 垂直 OB 于 B , $MM'NN'$ 是垂直于主光轴的物平面。图 2b 是 $DD'FF'$ 经摄像机摄取后形成的图像, 即像平面。

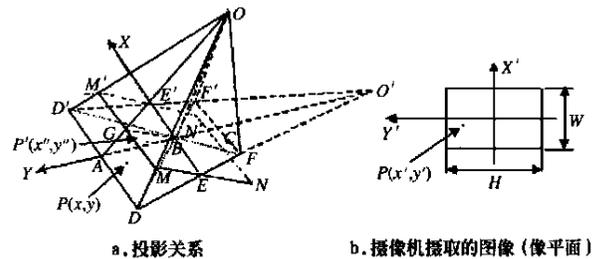


图 2 图像矫正过程示意图

Fig 2 Sketch of image rectifying

图像畸变矫正的原理是: 从像平面上的任一点 $P(x', y')$, 得到垂直于主光轴 OB 且与之相交于点 B 的物平面的坐标 $P(x, y)$, 再得到对应于平面 $DD'FF'$ 上的坐标 $P(x, y)$ 。这样就完成了对图像畸变的矫正。图像畸变矫正的过程可用下式表示^[1]

收稿日期: 2000206205

纪寿文, 讲师, 莱阳市 莱阳农学院农业工程系, 265200

$$y_{AB} = \frac{2l - y - K_1 \sin(90^\circ + \arctan(2l - y - K_1))}{\sin(A_1 + A_2 - \arctan(2l - y - K_1))} \quad (1)$$

$$y_{BC} = \frac{2l - y - K_1 \sin(90^\circ + \arctan(2l - y - K_1))}{\sin(A_1 + A_2 + \arctan(2l - y - K_1))}$$

$$x_{AB} = \frac{L + y_{AB}}{L} 2x - 1 - K_2 \quad (2)$$

$$x_{BC} = \frac{L - y_{BC}}{L} 2x - 1 - K_2$$

式中 y, x —— 表示图像的纵坐标和横坐标;
 K_1 —— GB 与 H 的比值; K_2 —— K 与 OB 的比值;
 K_3 —— BE 与 W 的比值; L —— 线段 OB 的长度;
 A_1 —— 主光轴与物平面夹角的余角; A_2 —— 摄像机镜头纵向视角之半。式中的下标 AB 表示在图 2a 所示坐标系中的 Y 轴正半轴区域内的坐标, 下标 BC 则表示图 2a 所示坐标系中 Y 轴负半轴区域内的坐标。

2 田间杂草的图像识别

2.1 中值滤波

由于摄取图像时的随机扰动, 摄入的图像含有一定的噪声。为了尽可能地提高识别效果, 对所摄取的图像进行中值滤波以滤除噪声。采用十字形模板, 该模板可较有效地去除噪声且保留图像的原始信息。

2.2 土和植物的分离

玉米苗和杂草与土壤背景的分离采用区域阈值法^[2]。由土和植物的 R 、 G 、 B 三分量的灰度直方图可知, 土的 G 分量和植物的 G 分量差别最大, 土的 R 、 B 分量的分布与植物的 R 、 B 分量的分布相似, 故可根据 G 分量灰度直方图采用双峰法寻找最佳阈值 T ^[3], 则 $G > T$ 为背景点, $G < T$ 为目标点, 从而可以将植物与土分开。

2.3 计算测度指标

将上述预处理得到的杂草和玉米的图像进行二值化。二值化的阈值用最小错误分割法来确定。利用二值化后的图像来测定画面上玉米和杂草的测度指标。测度指标为投影面积、最大叶长和最大叶宽 3 个计量特征^[4]。最大叶长为把画面上的物体水平切断时的最大长度, 最大叶宽则为把画面的物体垂直切断时的最大长度。

2.4 确定杂草

分别设定投影面积、最大叶长和最大叶宽的阈值。凡是满足以下 3 个条件中的任意 2 个条件的植

物, 即认为是杂草。

条件 1: 投影面积 < 阈值 T_1 ; 条件 2: 最大叶长 < 阈值 T_2 ; 条件 3: 最大叶宽 < 阈值 T_3 ; 以上 3 个阈值 T_1 、 T_2 、 T_3 按以下 3 个方法确定。

摄取没有杂草的玉米苗田间图像, 用以上方法去掉背景以后, 将此图像用于阈值的计算。

1) 投影面积的阈值

$T_1 =$ 投影面积的最小值 \times 卷折系数

卷折系数是为了矫正采集图像时, 因玉米苗叶片和杂草叶片的伸展方向和程度的不同而造成的投影面积的误差。根据试验, 此值取为 0.85。

2) 最大叶长和最大叶宽的阈值

$T_2 =$ 最大叶长的最小值; $T_3 =$ 最大叶宽的最小值

以上的阈值确定方法可以根据田间玉米的生长状况及光照条件而变化, 可以有助于提高杂草的识别精度。

田间原图像、二值化后的图像和识别出的杂草的图像如图 3 所示。

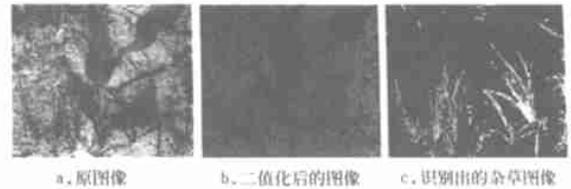


图 3 杂草识别结果

Fig 3 An example of weed recognizing for original image, two value image and image of recognized weed

3 杂草生长情况的判定

玉米田间杂草的生长状况, 可根据以上识别出的杂草投影面积和总采样面积的比值 K 来计算。设 K 为杂草系数

$$K = \frac{A_i \cdot p}{A_s} \quad (3)$$

式中 A_i —— 杂草投影面积; A_s —— 总采样面积;
 p —— 单位图像面积对应的 CCD 采样面积。

玉米田间杂草的密度, 也可用杂草投影面积与玉米苗投影面积的比率 R 来表示

$$R = \frac{A_i}{A_p - A_i} \quad (4)$$

式中 A_i —— 杂草投影面积; A_p —— 总投影面积。

4 玉米田间杂草位置的确定

设杂草投影中心的像素位置为 (i, j) , 则杂草的位置 (x, y) 为

$$x = i_1 q; \quad y = j_1 q$$

式中 q ——单位图像长度对应的 CCD 采样长度。

5 实验结果及分析

在莱阳农学院玉米试验田中分别采集杂草多和杂草少的玉米田间图像。玉米生长期为 30 d, 土壤为黄壤土。按以上方法进行杂草识别处理, 实验结果如表 1 所示。从表中可以看出, 采用 3 个特征量的方法, 可比较有效地判别出玉米苗期的田间杂草, 判断的杂草密度情况和实际相符。

表 1 玉米苗期田间杂草的图像识别结果

Tab 1 Image recognizing result of weed in corn seedling field

| 试验地点 | 玉米苗数量/株 | 杂草数量/株 | 识别出的杂草/株 | 识别出的杂草面积/cm ² | 杂草系数/OK |
|------------------|---------|--------|----------|--------------------------|---------|
| 掖单 4 号 种植小区 1 | 2 | 5 | 4 | 93.7 | 0.021 |
| 鲁玉 6 号 种植小区 1 | 3 | 4 | 4 | 80.3 | 0.018 |
| 掖单 4 号 种植小区 4 | 5 | 7 | 7 | 249.6 | 0.015 |
| 鲁玉 6 号 种植小区 3 | 7 | 9 | 8 | 202.8 | 0.013 |

6 结果与讨论

1) 采用计算机图像识别方法可较有效地从玉

米苗(五叶期苗)中识别出田间细长的单子叶杂草; 根据田间杂草的投影面积可较有效地判定田间杂草的生长情况; 根据田间杂草的投影中心可较准确地确定杂草位置。

2) 本算法不适用于玉米的植株比杂草矮小的情况和田旋花等叶片比较宽大的双子叶杂草的识别。

3) 采集图像时, 由于阳光光照强度的变化, 获取的图像明暗差别较大, 增加了土壤背景和植物分离的难度, 降低了识别杂草的准确性。

4) 种植玉米的土壤种类各异, 土壤的含水率不同, 均会影响土壤背景和植物的 RGB 分布, 从而影响土壤背景和植物分离的准确性。

[参 考 文 献]

- [1] 王荣本, 徐友春等. AGVS 图像识别多分支路径的研究. 中国图象图形学报, 2000, 5(8): 632~ 637
- [2] 郑南宁. 计算机视觉与模式识别. 北京: 国防工业出版社, 1998. 143~ 148
- [3] Yoichi SHIBATA, et al. Basic studies of weeding without pesticide (part 1) - discrimination between crops and weeds by image processing. Japanese Society of Agricultural Engineering, 1994, 56(6): 95~ 102
- [4] Usman AHMAD, Naoshi KONDO, et al. Weed detection in lawn field using machine vision. J of JSAM, 1999, 61(2): 61~ 69

Research on Recognizing Weed From Corn Seedling by Using Computer Image Processing Technology

Ji Shouwen¹ Wang Rongben² Chen Jiajuan¹ Zhao Xuedu²

(1. Laiyang Agricultural College, Laiyang 265200; 2. Jilin University of Technology)

Abstract: By using computer image processing technology, features of weed in the corn seedling field were analyzed, the field weed was recognized from the corn seedling, the weed position and growing state were found out. In the research, the two-apex method was used to filter soil background, the weed was recognized depending on projective area, leaf length and width, weed growing state was confirmed according to weed projective area, weed position was calculated depending on projective area center. The experiment showed that the method could identify acrose endogen weed correctly.

Key words: computer vision; image processing; corn; weed