

基于颜色特征的棉田中铁苋菜识别技术^{*}

陈树人 沈宝国 毛罕平 尹建军 杨运克 肖伟中

(江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室, 镇江 212013)

【摘要】 基于不同的颜色特征,利用机器视觉技术自动识别棉田中铁苋菜。分别对棉花和杂草铁苋菜的色差法($R-G$, $R-B$, $G-B$)、超绿法($2G-R-B$)、色度法(H)等5种特征图像进行对比,确定色度法利用最大方差进行二值化的效果最佳。创建与二值图像相对应的0,1双精度型矩阵,并分别与 R 、 G 、 B 三基色分量图相乘,获取前景是 R 、 G 、 B 三基色分量图,背景是黑色的灰度图像。分析棉花、铁苋菜前景 R 、 G 、 B 的标准差,确定 R 的标准差与 B 的标准差差值小于5作为判断铁苋菜的阈值。识别结果表明,棉花的判断准确率为71.4%,铁苋菜的判断准确率为92.9%,总体准确率为82.1%。

关键词: 棉花 杂草识别 机器视觉 颜色特征 标准差

中图分类号: TP391.41; S451.1 **文献标识码:** A

Copperleaf Herb Detection from Cotton Field Based on Color Feature

Chen Shuren Shen Baoguo Mao Hanping Yin Jianjun Yang Yunke Xiao Weizhong

(Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education & Jiangsu Province, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract

Automatic recognition research on distinguishing copperleaf herb from cotton was developed by machine vision based on the different color features. The binary images were obtained by segmenting five feature images, which were the color-difference methods ($R-G$, $R-B$, $G-B$), the super-green's method ($2G-R-B$), and chromatometry (H) respectively. The chromatometry feature images segmented by Otsu's method could achieve better results by comparing. The double precision matrix as 0, 1 was created with the corresponding binary image, and multiplied by the component plans of R , G and B respectively. The gray images were gained. Their foregrounds were the component plans of R , G and B and their backgrounds were black. The standard deviations of R , G and B in the foregrounds of the cotton and the copperleaf herb images were analyzed. The threshold value for the judgment of the copperleaf herb, which was the margin between R 's standard deviation and B 's standard deviation less than 5, was determined. The identifiable results show that the recognition rates of the cotton and the copperleaf herb are 71.4% and 92.9% respectively, and the overall recognition rate is 82.1%.

Key words Cotton, Weed recognition, Machine vision, Color feature, Standard deviation

引言

传统的杂草识别方法主要是利用颜色特征进行杂草与背景物(包括土壤、作物残留物以及枯死的杂

草等无生命物)的识别^[1-3],利用形状特征进行杂草与农作物的识别^[4-9],在利用形状特征识别时,须保证植物叶片的完整性。本文在识别棉田中的铁苋菜时,利用色度(H)特征图像识别背景物与杂草,

收稿日期: 2008-06-27 修回日期: 2008-07-28

^{*} 镇江市农业科技计划资助项目(GJ2008008)、江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室开放基金资助项目(NZ200708)和江苏省博士后科研资助计划(0601014B)

作者简介: 陈树人,教授,博士后,主要从事精确农业研究,E-mail: srchen@ujs.edu.cn

以减少光照的依赖性;对于农作物与杂草,把前景作为整体来研究,利用其三基色的标准差进行识别,不需强调植物叶片形状的完整性。

1 图像获取与处理

系统由硬件系统和软件系统组成,硬件系统为IEEE1394接口的Sony DCR-PC350E型摄像机,CPU为Pentium(R)3.06 GHz,内存为512 MB的PC机;软件为杂草识别程序,在Matlab R2007a环境下编制。实验获得的图像为640×480的彩色图像,JPG格式,共计28张(其中,棉花14张,铁苋菜14张)。

在剪切处理后,经并行处理,可得到双精度型R、G、B三基色图像矩阵与二值图像相对应的0、1双精度型矩阵。然后,将二者相乘,获取前景为R、G、B三基色分量图,背景为黑色的灰度图像。最后分别求取前景R、G、B三基色的标准差,并进行比较。图像预处理过程主要包括二值化处理、二值图像滤波处理以及剪切处理。

二值化处理:分别对色差法(R-G, R-B, G-B)、超绿法(2G-R-B)、色度法(H)等5种特征图像,利用最大方差法求得棉花、铁苋菜图像(图1a、图2a)的阈值,并进行二值化处理,其二值化的效果如图1b~1f、图2b~2f所示。根据二值图像的视觉效果可以判断:铁苋菜的超绿特征图像分割与色度特征图像分割的效果较好;而对于棉花图像,较超绿特征图像分割,色度特征图像分割可获得更好的分割效果。综上考虑,对棉花和铁苋菜色度(H)特征图像利用最大方差法进行二值化处理的效果最佳,如图1f、图2f所示。

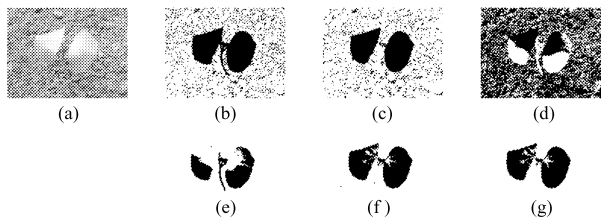


图1 棉花二值图像

Fig.1 Binary image of the cotton

- (a) 原始图像 (b) 色差(R-G)图像 (c) 色差(R-B)图像
- (d) 色差(G-B)图像 (e) 超绿(2G-R-B)图像
- (f) 色度(H)图像 (g) 滤波图像

二值图像滤波处理:为了消除非杂草区域的黑色点块,选用3×3结构元素对二值图像进行腐蚀膨胀运算。腐蚀和膨胀运算的次数因处理对象的不同而相异,视实验效果而定。如图1f、图2f中的黑色点块经过腐蚀膨胀运算处理后在图1g、图2g中已

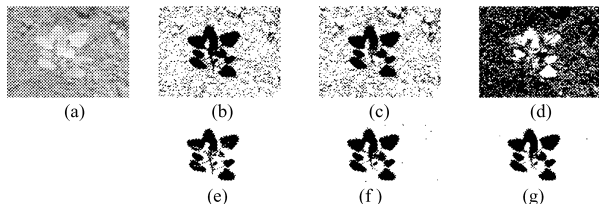


图2 铁苋菜二值图像

Fig.2 Binary image of the copperleaf herb

- (a) 原始图像 (b) 色差(R-G)图像 (c) 色差(R-B)图像
- (d) 色差(G-B)图像 (e) 超绿(2G-R-B)图像
- (f) 色度(H)图像 (g) 滤波图像

经消失。

剪切处理:以前景作为整体来研究,而背景不影响识别效果,可进行剪切处理,即在获取完整的前景信息的情况下,尽可能减小图像。首先,选定合适矩形区域,并记录图像中的左上角和右下角的坐标。然后,根据记录的子图像在原图像中的位置,将该计算坐标转换到原图像中。经剪切处理后,可以消除伪目标区域,避免图像其他部分影响处理效果,如图3b中的白色点块经过剪切处理后在图3d中已经消失。并且还可以减少后期计算量,提高图像处理效率。剪切前图像为640×480,处理时间为3.45 s,剪切后图像为280×346,处理时间为2.59 s,节约时间约为24.9%。

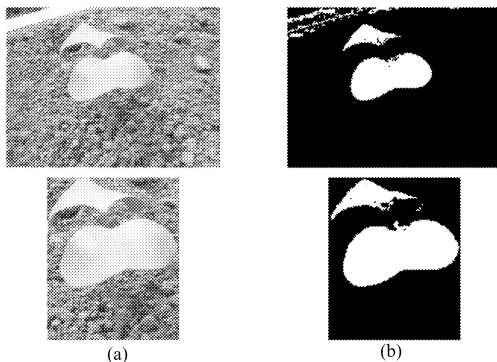


图3 剪切前、后的原始图像和二值图像

Fig.3 Binary image before and after trimming

- (a) 剪切前、后原始图像 (b) 剪切前、后二值图像

图4、图5所示为程序对一幅棉花、铁苋菜图像的处理流程。

2 颜色特征参数提取

棉花、铁苋菜的R、G、B三基色的标准差分别为 $S_{C,R}$ 、 $S_{W,R}$ 、 $S_{C,G}$ 、 $S_{W,G}$ 、 $S_{C,B}$ 、 $S_{W,B}$ 。下标R、G、B分别表示三基色,下标C和W分别指棉花和铁苋菜。其标准差值和标准差差值如图6、图7所示。

重合率是指两种植物同一参数大小范围的比较,即该参数在两种植物中交集部分与并集部分的

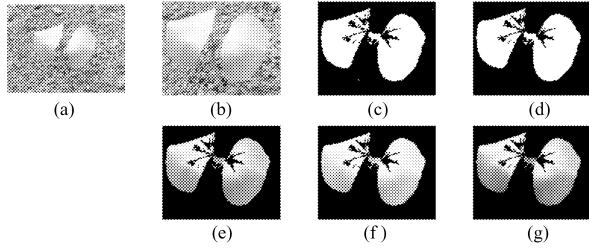


图4 棉花图像的处理流程图

Fig. 4 Processing flow chart of images for the cotton
(a) 原始图像 (b) 剪切图像 (c) 二值图像 (d) 滤波图像
(e) R分量图 (f) G分量图 (g) B分量图

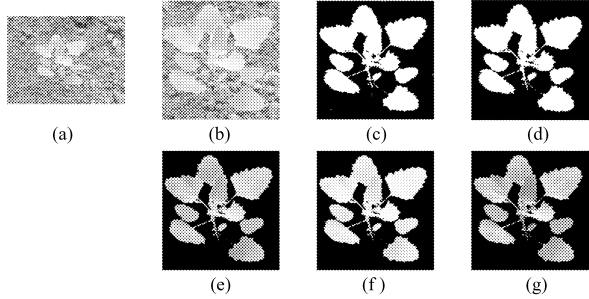


图5 铁苋菜图像的处理流程图

Fig. 5 Processing flow chart of images for the copperleaf herb
(a) 原始图像 (b) 剪切图像 (c) 二值图像 (d) 滤波图像
(e) R分量图 (f) G分量图 (g) B分量图

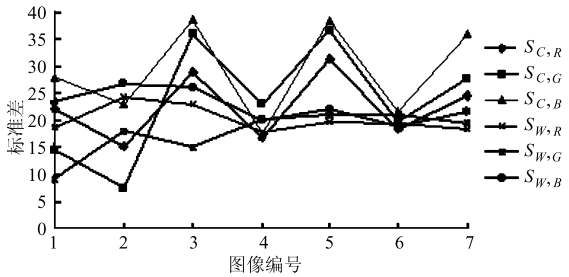


图6 棉花、铁苋菜 R、G、B 标准差对比曲线

Fig. 6 Standard deviation's comparison curve of R, G, B in the cotton and the copperleaf herb

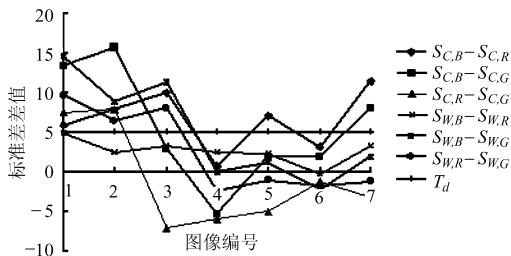


图7 棉花、铁苋菜 R、G、B 间的标准差差值对比曲线

Fig. 7 Standard deviation margin's comparison curve of R, G, B in the cotton and the copperleaf herb

比值。利用重合率分别对图6、图7中的前景 R、G、B 的标准差 S_R 、 S_G 、 S_B 以及标准差差值 $S_B - S_R$ 、 $S_B - S_G$ 、 $S_R - S_G$ 等进行分析,然后选择最优的判断条件。重合率越高,判断条件越不易寻找;反之,越低,判断条件越容易寻找。以 S_R 为例,

$S_{W,R}$ 最大值为 24.361,最小值为 17.627; $S_{C,R}$ 最大值为 31.465,最小值为 15.269,则重合率为: $(24.361 - 17.627) / (31.465 - 15.269) \times 100\% = 41.58\%$;依次可以求出其他 5 个特征参数的重合率,如表 1 所示。

表 1 各个特征参数的重合率

Tab. 1 Coincidence rate of various parameters

标准差和 标准差差值	铁苋菜		棉花		重合率 /%
	最大值	最小值	最大值	最小值	
S_R	24.361	17.627	31.465	15.269	41.58
S_G	21.052	8.998	36.577	7.455	41.39
S_B	26.820	18.856	38.628	17.572	37.82
$S_B - S_R$	4.857	-0.366	11.383	0.665	35.68
$S_B - S_G$	14.506	-2.196	15.611	-5.361	79.64
$S_R - S_G$	9.649	-2.561	7.813	-7.089	69.98

由表 1 可知, $S_B - S_R$ 的重合率最小,表明该参数最容易用来作为识别棉花、铁苋菜的判断条件。 $S_{W,B} - S_{W,R}$ 最大为 4.857,且在图 7 中仅 $S_{C,B} - S_{C,R}$ 有两点小于 $S_{W,B} - S_{W,R}$ 的最大值,其他 $S_{C,B} - S_{C,R}$ 的值均大于 5.76。如图 7,设置阈值线 T_d 在 $S_{W,B} - S_{W,R}$ 线之上而大部分在 $S_{C,B} - S_{C,R}$ 线之下时可以很好地区分。在此,为了尽量保证铁苋菜不被误判为棉花,故设置阈值 $T_d < 5$ 作为识别铁苋菜的阈值。其中, T_d 是指 B、R 间的标准差差值,即在图像中未知是棉花还是杂草铁苋菜的情况下,定义成 $S_B - S_R$,如图 7 所示。

3 识别准确率验证

为了验证识别算法的准确性,采用棉花、铁苋菜图像进行验证,识别算法流程如图 8 所示。

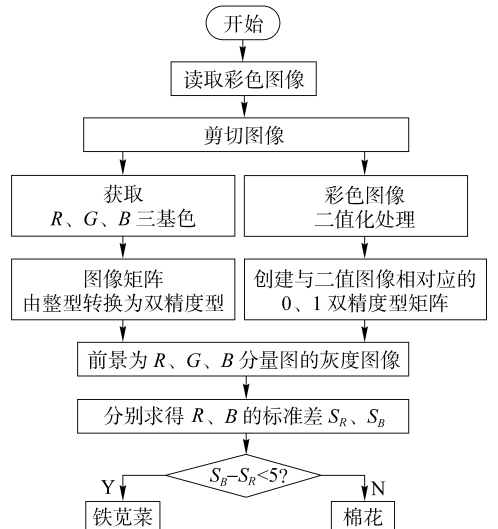


图8 识别算法流程图

Fig. 8 Flow chart of recognition algorithm

经识别算法程序判断后,在14株棉花中正确识别出10株,准确率为71.4%;在14株铁苋菜中正确识别出13株,准确率为92.9%。总体准确率为82.1%。

4 结束语

利用机器视觉技术,对棉花、铁苋菜图像进行预处理,提取棉花、铁苋菜图像的特征参数,建立了识

别算法,获取了前景 R 、 B 标准差的差值 $S_B - S_R$ 。较单一 R 、 G 、 B 标准差以及标准差差值 $S_B - S_G$ 、 $S_R - S_G$ 等5种特征参数, $S_B - S_R$ 可以作为识别棉花、铁苋菜的最优判断条件。采用 $S_B - S_R < 5$ 为判断铁苋菜的阈值。通过识别实验验证,铁苋菜的准确识别率达92.9%,棉花的准确率达到71.4%,总体识别率达到82.1%,可以满足精细农业的精确除草要求。

参 考 文 献

- 1 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.
- 2 相阿荣,王一鸣. 利用色度法识别杂草和土壤背景物[J]. 中国农业大学学报,2000,5(4):98~100.
Xiang Arong, Wang Yiming. The research on hue to identify weed and background [J]. Journal of China Agricultural University, 2000, 5(4):98~100. (in Chinese)
- 3 Chun-Chieh Yang, Shiv O Prasher, Jacques-André Landry, et al. A vegetation localization algorithm for precision farming [J]. Biosystems Engineering, 2002,81(2):137~146.
- 4 Woebbecke D M, Meyer G E, Von Bargen K, et al. Shape feature for identifying young weeds using image analysis [J]. Transactions of the ASAE, 1995,38(1):271~281.
- 5 Yonekawa S, Sakai N, Kitani O. Identification of idealized leaf types using simple dimensionless shape factors by imaged analysis[J]. Transactions of the ASAE, 1996,39(4):1 525~1 533.
- 6 纪寿文,王荣本,陈佳娟,等. 应用计算机图像处理技术识别玉米苗期田间杂草的研究[J]. 农业工程学报,2001,17(2):154~156.
- 7 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(3): 157~171.
- 8 Søgaard H T. Weed classification by active shape models [J]. Biosystems Engineering,2005,91(3):271~281.
- 9 龙满生,何东健. 玉米苗期杂草的计算机识别技术研究[J]. 农业工程学报,2007,23(7):139~143.
- 10 毛文华,王一鸣,张小超,等. 基于机器视觉的苗期杂草实时分割算法[J]. 农业机械学报,2005,36(1):83~86.
Mao Wenhua, Wang Yiming, Zhang Xiaochao, et al. Real-time algorithm based on machine vision to segment weeds at seedling[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(1):83~86. (in Chinese)
- 11 曹晶晶,王一鸣,毛文华,等. 基于纹理和位置特征的麦田杂草识别方法[J]. 农业机械学报,2007,38(4):107~109.
Cao Jingjing, Wang Yiming, Mao Wenhua, et al. Weed detection method in wheat field based on texture and position features[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007, 38(4):107~109.
- 12 王勇,沈明霞,姬长英. 基于颜色信息和形状特征的棉桃识别方法[J]. 农业机械学报,2007,38(11):77~79,87.
Wang Yong, Shen Mingxia, Ji Changying. Using color data and shape properties for cotton fruit recognition [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(11):77~79,87. (in Chinese)
- 13 毛文华,姜红花,胡小安,等. 基于位置特征的行间杂草识别方法[J]. 农业机械学报,2007,38(11):74~76,83.
Mao Wenhua, Jiang Honghua, Hu Xiaolan, et al. Between-row weed detection method based on position feature [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(11):74~76,83. (in Chinese)