

玉米根茬图像的分割方法

陈媛, 王晓燕, 陈兵旗, 李洪文

(中国农业大学工学院, 北京 100083)

摘要: 对保护性耕作留茬覆盖情况下田间玉米根茬图像进行了分割。选取采集图像的彩度信息作为对象, 通过对几种常用的自动阈值选取算法的比较, 选择了迭代法对田间图像进行分割。实验结果表明: 该方法能够有效地将根茬目标与土壤背景分割开来, 为下一步检测行茬直线并将其作为导航基准线进行视觉导航的研究提供了基础。

关键词: 保护性耕作; 视觉导航; 图像分割

中图分类号: S126; TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2009)02-0017-03

0 引言

视觉导航是农业机械自动导航的一个重要组成部分, 有着广阔的发展前景。正确、快速地判断出农田目标, 是视觉导航作业中一个重要的环节。在保护性耕作留茬覆盖情况下, 由于玉米根茬比较粗大, 在后茬作物的免耕播种及其他作业时会堵塞机具^[1], 所以在作业时需要机具进行精确导航, 避开玉米根茬。在这种条件下进行视觉导航时, 通常由于根茬与土壤的颜色非常相近, 且田间情况比较复杂, 使得田间根茬目标难以识别, 所以田间图像中根茬目标与土壤背景的分割则成为视觉导航的关键。本文以田间玉米根茬为对象, 对图像分割的方法进行了研究, 为行茬直线检测及对行作业打下基础。

1 图像分割方法

1.1 田间图像特点

玉米根茬图像通常具有以下特点: 一是玉米根茬目标与土壤背景的颜色非常相近, 难以很好地利用红(R)、绿(G)、蓝(B)三基色的信息或者它们之间的线性组合特征将图像中根茬与背景区分开来; 二是受拍摄环境及采集装置的影响, 图像中存在较大的噪声。

颜色也可以用以下3个特性来表示^[2]: 色调(hue, H), 表示颜色的种类; 亮度(intensity, I), 表示明暗; 彩度(saturation, S), 表示颜色的浓淡。这3个

基本属性与R, G, B之间存在着以下的关系: 首先用式(1)、式(2)和式(3)将R, G, B信号变换到亮度信号Y与色差信号 C_1, C_2 。

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

$$C_1 = R - Y = 0.7R - 0.59G - 0.11B$$

$$C_2 = B - Y = -0.3R - 0.59G - 0.89B$$

色调H与彩度S可分别由上述色差信号通过以下公式求得, 即

$$H = \tan^{-1}(C_1/C_2)$$

$$S = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$$

通过对彩度信息的提取可知, 在彩度灰度图像中, 根茬与土壤的差别较大。本文选取田间图像的彩度灰度图像作为分割对象。

1.2 根茬目标的图像分割

为了提取玉米根茬目标, 需要对彩度灰度图像进行分割, 即利用图像中要提取的目标物(玉米根茬)与其背景(土壤)在灰度上的差异, 选取一个合适的阈值T。当图像中的像素点大于阈值T时, 将其设为白色(HIGH=255), 为目标点; 小于阈值T的像素点则认为组成背景的点, 将其设为黑色(LOW=0), 由此将图像分为目标与背景两个不同的区域。

阈值法是一种传统的图像分割方法, 因其具有实现简单和计算量小等特点, 而成为图像分割中最基本和应用最广泛的分割技术^[3]。为了使分割鲁棒性和适用性更强, 系统应该可以自动选择阈值^[4]。以下就几种常用的自动阈值分割法对玉米根茬目标的自动识别进行分析。

1.2.1 直方图阈值分割

20世纪60年代中期, Prewitt提出了直方图的双峰法, 即如果灰度级直方图呈明显的双峰状, 则选取

收稿日期: 2008-03-22

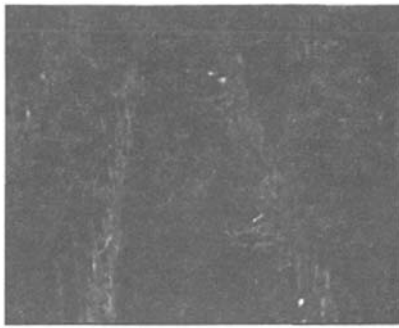
基金项目: 农业部“948”项目(2004-Q1)

作者简介: 陈媛(1984-), 女, 陕西蓝田人, 硕士生, (E-mail) chenyan1019@163.com。

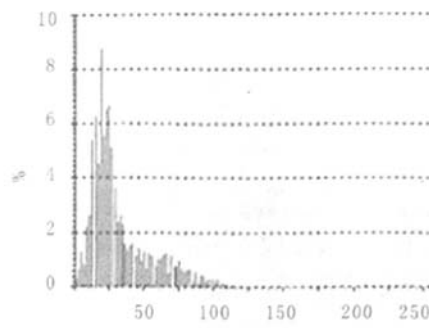
通讯作者: 王晓燕(1973-), 女, 北京人, 副教授, 博士生导师, (E-mail) xywang@cau.edu.cn。

两峰之间的谷底所对应的灰度级作为阈值^[3]。在实际的田间图像中,由于噪声等因素影响,而使其直方图上原本分离的峰之间的谷底被填充,或者目标和背

景的峰相距很近或者大小差不多,如图1(b)所示。田间图像灰度直方图的双峰很不明显,因此无法采用该方法对图像进行分割。



(a) 灰度图像



(b) 灰度直方图

图1 田间图像灰度直方图
Fig. 1 Histogram of the image

1.2.2 类间方差阈值分割

Otsu 于 1978 年提出了最大类间方差法^[5](即天津法),其基本思想是在图像灰度直方图的基础上,以目标和背景的方差最大来动态地确定图像的分割阈值。

基本原理如下:设原始灰度图像灰度级为 L , 设灰度级 i 的像素点数为 n_i , 则图像的全部像素数为 N , 其计算公式为

$$N = n_0 + n_1 + \dots + n_{L-1}$$

归一化处理,灰度级 i 的像素占总像素的比例 p_i 以及直方图可以用以下公式表示,即

$$p_i = \frac{n_i}{N}, \sum_{i=0}^{L-1} p_i = 1。$$

按灰度级用阈值 t 将图像划分为目标和背景两个区域,即

$$C_0 = (0, 1, 2, \dots, t)$$

$$C_1 = (t + 1, t + 2, \dots, L - 1)$$

分别计算 C_0 和 C_1 类出现概率及均值,即

$$\omega_0(t) = P_r(C_0) = \sum_{i=0}^t p_i, \omega_1(t) = P_r(C_1) = \sum_{i=t+1}^{L-1} p_i。$$

$$\mu_0(t) = \frac{\sum_{i=0}^t ip_i}{\omega_0(t)}, \mu_1(t) = \frac{\sum_{i=t+1}^{L-1} ip_i}{\omega_1(t)}。$$

式中 ω_0, ω_1 分别为 C_0 和 C_1 出现的概率;

μ_0, μ_1 分别为 C_0 和 C_1 类的均值。

对于任何 t 值,下式都能成立,即

$$\omega_0(t)\mu_0(t) + \omega_1(t)\mu_1(t) = \mu_T$$

式中 μ_T —总均值。

因此, C_0 和 C_1 类间的方差为

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2$$

令 $t=0, 1, 2, \dots, L-1$, 则最大的 σ_B^2 所对应的 t 值即为最佳阈值。

1.2.3 迭代法

首先,选择一个近似阈值作为估计值的初始值;然后,连续不断地改进这一估计值。文中将初始阈值的估算值设为 $T_1 = 127$, 利用阈值 T_1 把图像分割成两组 R_1 和 R_2 , 计算区域 R_1 和 R_2 的均值 μ_1 与 μ_2 , 即

$$\mu_1 = \frac{\sum_{i=0}^{T_1} in_i}{\sum_{i=0}^{T_1} n_i}, \mu_2 = \frac{\sum_{i=T_1}^{L-1} in_i}{\sum_{i=T_1}^{L-1} n_i}。$$

式中 i —灰度等级取;

n_i —灰度为 i 的像素数。

选择新的阈值 $T_2 = (\mu_1 + \mu_2)/2$, 再重复以上步骤,求取 T_i , 直到 T_i 和 T_{i+1} 相等(即 T_i 不再发生变化), 此时的 T_i 即为所求取的阈值。

1.2.4 自适应方法

所谓自适应的阈值选取法,主要是把图像分成一个个小区域或者子图像,然后分析每一个子图像,并求出子图像的阈值。把图像分成 $m \times m$ 个子图像,并基于第 ij 个子图像的直方图来选择该子图像的阈值 $T_{ij} (1 \leq i, j \leq m)$ 。本文将图像分割为 4 个部分,并以该区域内像素的平均值作为每个部分的阈值,对图像进行了分割,分割的最后结果是所有子图像分割区域的逻辑与。

2 田间图像分割结果与分析

图像采集设备为 BenQ DCC420 型数码相机(400 万像素, $f=5.4 \sim 16.2\text{cm}$), 采集图像的大小为 640×480 像素, 格式为彩色位图文件(BMP 格式), 在 Microsoft Visual C++ 6.0 环境下进行编程处理。田间图像分别采集于辽宁省及北京市大兴区保护性耕作留茬覆盖地, 如图 2(a) 所示。

2.1 彩度图像实验结果

在图像 R, G, B 各分量的基础上,利用彩度公式即可获得 S 的值,对图像中每个像素进行处理,将其映射到图像数据范围的 $0 \sim 255$ 区域,生成色调灰度图像和彩度灰度图像。田间图像对应的彩度信息的灰度图像如图 2(b) 所示。经过对大量图片的处理结果

可知,在彩度灰度图像中,根茬目标与背景之间的灰度有较大的差别,有利于进行下一步分割处理。

2.2 玉米根茬与土壤图像分割结果

分别采用迭代法、类间方差法及自适应法对彩度灰度图像进行分割,分割结果分别如图 2(c)、图 2(d) 和图 2(e) 所示。

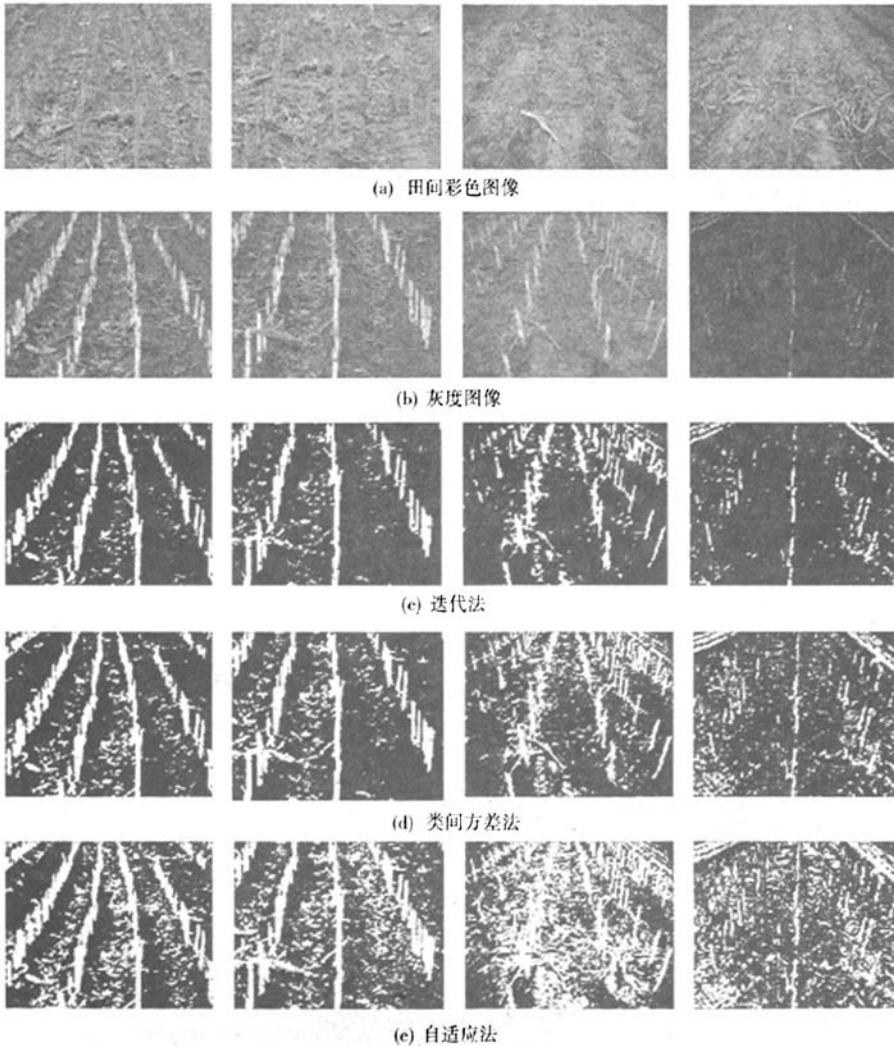


图2 田间图像实验结果

Fig.2 Result of segmentation

通过对多幅图片的实验结果可知:由于类间方差法对噪声和目标大小比较敏感,当目标与背景的大小比例悬殊时,分割效果不是很好,但是类间方差法处理速度较快,平均处理速度约为 $0.012s$;在自适应法中,每个区域采用了该区域中像素的均值作为区域的阈值,该试验中所采用的 4 区域分割法,并不能得到较好的结果,平均处理速度为 $0.015s$;基于迭代法选

取的阈值能区分出图像的根茬目标和背景的主要区域所在,图像中包含较少的噪声点。该实验中,迭代法所得的阈值分割的图像效果比较好,程序比较耗时,平均用时约为 $0.025s$,但仍可满足实时处理的要求。综合考虑图像处理效果对后续处理的影响,选用迭代法进行图像的分割处理。

(下转第 23 页)

- [2] 张睿,高焕文.我国农业机械化经营收入对农民增收的贡献[J].农机化研究,2008(8):1-5.
- [3] 席爱华,陈宝峰.农机户参与农机合作组织的意愿研究[J].农业技术经济,2007(4):109-112.
- [4] 席爱华,陈宝峰.农机专业户适度作业规模研究[J].农机化研究,2007(12):51-54.
- [5] 曹光乔,张宗毅,易中懿,等.冀、鲁、豫、苏、皖五省农机夏收跨区作业调研报告[J].农机化研究,2007(6):1-4.
- [6] 章文波,陈红艳.SPSS12.0实用数据统计分析及应用[M].北京:人民邮电出版社,2006.

Analysis on the Investment and Benefit of the Agricultural Machinery Specialized Service Households

Ma Yan, Xi Aihua

(College of Economics & Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Nowadays, the agricultural machinery specialized service households have become the main force of the agricultural machinery socialized services in China. So researching on the investment and benefit of the specialized households is of great significance to the development of the Agricultural Mechanization in present China. Through the C-D production function, this thesis analyzes the investment return of various factors of production on different scales of the specialized households. On that basis of the analysis of the factors return, it further analyzes the investment and benefit of their agricultural machinery acquisition cost, the largest amount of investment in the production elements, and concluded with the corresponding recommendations.

Key words: agricultural machinery specialized service household; investment and benefit; return rates of factors; C-D production function

(上接第19页)

3 结语

本文对保护性耕作留茬覆盖条件下田间玉米根茬图像进行了分割。在彩度灰度图像中,选取迭代法进行自动阈值的选择,并对其进行了分割。实验证明:该算法能够有效地分割出图像中的根茬目标,具有较好的适应性,能满足实时处理的要求,为进一步的导航研究中检测玉米行茬直线提供了有力基础。

参考文献:

- [1] 罗红旗.玉米根茬地垄作免耕播种机研究[D].北京:中国农业大学,2006.
- [2] 陈兵旗,孙明.Visual C++实用图像处理[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [3] 刘直芳,王运琼,朱敏.数字图像处理与分析[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [4] 付峰,应义斌.生物图像阈值分割方法的研究[J].浙江大学学报,2003,29(1):108-112.
- [5] Otsu, Nobuyuki. Discriminant and least square threshold selection[C]// IEEE Technical Papers Presented at the Joint ASME/IEEE/AAR Railroad Conference (Association of American Railroads), 1979:592-596.

Abstract ID:1003-188X(2009)02-0017-EA

Segmentation of Maize Stubble Image

Chen Yuan, Wang Xiaoyan, Chen Bingqi, Li Hongwen

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Maize stubble line in field can be used as the datum line in visual guided system for agriculture machine in conservation tillage stubble-covered conditions. This paper took saturation of the stubble image as the object and compared the segmentation effects from several different threshold methods. The results show that the iteration method can effectively segment the stubble image from soil background. On this basis, the stubble guidance line can be further detected for automatic guidance of farm machine.

Key words: conservation tillage; machine vision; image segmentation

玉米根茬图像的分割方法

作者: [陈媛](#), [王晓燕](#), [陈兵旗](#), [李洪文](#), [Chen Yuan](#), [Wang Xiaoyan](#), [Chen Bingqi](#), [Li Hongwen](#)
作者单位: [中国农业大学, 工学院, 北京100083](#)
刊名: [农机化研究](#) [PKU](#)
英文刊名: [JOURNAL OF AGRICULTURAL MECHANIZATION RESEARCH](#)
年, 卷(期): 2009, 31(2)
被引用次数: 1次

参考文献(5条)

1. [罗红旗](#) [玉米根茬地垄作免耕播种机研究](#)[学位论文] 2006
2. [陈兵旗](#); [孙明](#) [Visual C++实用图像处理](#) 2004
3. [刘直芳](#); [王运琼](#); [朱敏](#) [数字图像处理与分析](#) 2006
4. [付峰](#); [应义斌](#) [生物图像阈值分割方法的研究](#)[期刊论文]-[浙江大学学报\(农业与生命科学版\)](#) 2003(01)
5. [Otsu, Nobuyuki](#) [Discriminant and least square threshold selection](#) 1979

本文读者也读过(10条)

1. [王晓燕](#), [陈媛](#), [陈兵旗](#), [李洪文](#), [孙浩](#), [Wang Xiaoyan](#), [Chen Yuan](#), [Chen Bingqi](#), [Li Hongwen](#), [Sun Hao](#) [免耕覆盖地秸秆行茬导航路径的图像检测](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#)2009, 40(6)
2. [张磊](#), [王书茂](#), [陈兵旗](#), [祝青园](#) [基于机器视觉的导航实验平台的研究](#)[会议论文]-2006
3. [郭学梅](#), [刘阳](#), [何醇](#), [陈兵旗](#) [基于MIAS3D系统的驾驶动作三维运动参数测量](#)[期刊论文]-[数字技术与应用](#)2010(9)
4. [张红霞](#) [基于机器视觉的旱田多目标直线检测方法的研究](#)[学位论文]2007
5. [张红霞](#), [陈兵旗](#), [张铁中](#) [麦田多列目标的图像检测算法研究](#)[会议论文]-2006
6. [赵颖](#) [农业自主行走机器人视觉导航技术的研究](#)[学位论文]2006
7. [赵晓霞](#), [陈兵旗](#), [张铁中](#), [乔军](#) [类圆果实图像的分离测量算法研究](#)[期刊论文]-[安徽农业科学](#)2008, 36(19)
8. [陈兵旗](#), [王志强](#), [CHEN Bing-qi](#), [WANG Zhi-qiang](#) [基于图像处理的电子桩考系统的设计与实现](#)[期刊论文]-[自动化技术与应用](#)2006, 25(9)
9. [赵晓霞](#), [张铁中](#), [陈兵旗](#), [乔军](#), [杨会华](#), [Zhao Xiaoxia](#), [Zhang Tiezhong](#), [Chen Bingqi](#), [Qiao Jun](#), [Yang Huihua](#) [自然环境下桃子图像分割算法](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(2)
10. [张磊](#), [王书茂](#), [陈兵旗](#), [刘志刚](#), [Zhang Lei](#), [Wang Shumao](#), [Chen Bingqi](#), [Liu Zhigang](#) [基于双目视觉的农田障碍物检测](#)[期刊论文]-[中国农业大学学报](#)2007, 12(4)

引证文献(1条)

1. [王晓燕](#), [陈媛](#), [陈兵旗](#), [李洪文](#), [孙浩](#) [免耕覆盖地秸秆行茬导航路径的图像检测](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2009(6)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_njhyj200902005.aspx