

# 基于计算机视觉的田间秸秆覆盖率计算

李世卫, 李洪文

(中国农业大学 工学院, 北京 100083)

**摘要:** 以田间照片为对象, 研究了一种基于计算机图像处理的田间秸秆覆盖率计算方法。在 Windows 平台下, 利用 Visual C++ 编程环境, 开发了一套软件, 利用田间秸秆和土壤的纹理, 能够准确识别出部分土壤, 再利用识别出的土壤确定阈值, 然后利用阈值来对图像中的土壤和秸秆进行分割。这种基于纹理特征的阈值寻找, 受光照的影响很小, 对阈值的确定精确; 被处理图像的大小为  $800 \times 600$  像素, 通过对大量图像进行测试, 田间秸秆覆盖率计算的结果误差小于 10%, 小于允许误差 10%。

**关键词:** 保护性耕作; 秸秆覆盖率; 拉绳法; 计算机视觉

中图分类号: S126

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2009)01-0020-03

## 0 引言

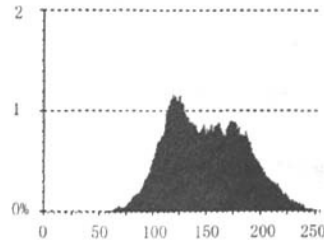
秸秆覆盖率是保护性耕作技术的一项重要技术指标, 秸秆覆盖是防止水土流失的一项主要措施, 研究秸秆覆盖度与土壤风蚀、水蚀的定量关系对农田采取合理的覆盖形式有重要的指导意义。目前秸秆覆盖率计算采用人工测量的方法, 这种方法被称为“拉绳法”。这种方法效率低, 误差大, 劳动强度大。利用计算机视觉技术, 在田间对要进行覆盖率计算的地表进行拍摄, 输入计算机处理, 然后快速、准确地计算出田间秸秆覆盖率。在本文研究过程中, 用阈值来进行目标与背景的分割。阈值确定的准确性, 对初步的图像分割有非常重要的意义。

## 1 技术难点

在目标和背景的灰度值存在差别时, 通常用灰度直方图来确定阈值, 然后通过阈值来进行图像的分割<sup>[1]</sup>。对于灰度值差别非常明显的目标与背景, 直方图会表现出两个明显的波峰, 这样波峰间的波谷的灰度值, 便是阈值。通过这个阈值对图像进行初步目标提取, 就能把目标和背景分开。在这种情况下, 如果目标与背景在数量上相近, 灰度值差别越大, 这样两波峰相距越远, 波峰越突出, 分开效果就越好。而且在这种直方图下, 能实现计算机自动寻找阈值。如图 1(a) 所示的灰度图, 呈现出图 1(b) 所示灰度直方图。从图 1(b) 可以看出, 阈值就在两个波峰之间, 值大约为 150。



(a) 原始灰度图像



(b) 灰度直方图

图 1 背景和目标灰度值差别大时的原始灰度图像和灰度直方图

Fig. 1 The virgin gray image and gray histogram when the gray levels between the background and objective are great

收稿日期: 2008-02-23

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD28B04)

作者简介: 李世卫(1982-), 男, 湖北荆州人, 在读硕士, (E-mail) davidlee82@tom.com。

通讯作者: 李洪文(1968-), 男, 江苏泗阳人, 教授, 博士生导师, (E-mail) lhwen@cau.edu.cn。

如果目标和背景的灰度值非常接近或目标像素比较少, 直方图只表现为一个波峰。如图 2(a) 所示, 需要提取秸秆, 秸秆和土壤在灰度值上存在差别, 秸秆的灰度值要大于土壤, 理论上能通过阈值将他们进行分割。但从图 2(b) 可以看出, 从灰度直方图无法得到有

关域值的信息,因此无法准确的确定域值,但是这个域值又确实存在,只是很难被找出。若用诸如一维最大熵分割算法等来寻找域值,只能尽可能地把图像分类,

但不知道提取的目标是否是我们需要的。

本文研究了基于纹理特征的域值寻找,为准确确定域值提供了一种新的方法。

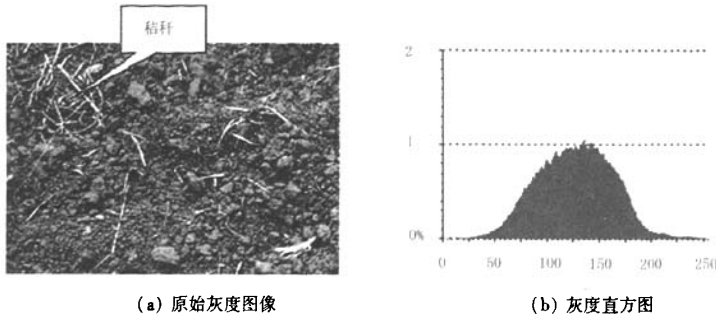


图2 背景和目标灰度值接近时的原始灰度图像和灰度直方图

Fig. 2 The virgin gray image (a) and gray histogram (b) when the gray levels between the background and objective are slight

### 2 基于纹理的域值寻找

当目标和背景的颜色或灰度值较难区分时,可通过纹理的差异来识别目标。土壤与秸秆在纹理上的差别不是非常明显。设计中,为了突出他们之间的纹理特征差别,经过反复试验,确定灰度级为256级,移动窗口的大小为33×33pix。对于每个移动窗口里的灰度矩阵,用式(1)计算出这个移动窗口下的灰度共生矩阵<sup>[2-4]</sup>。则有

$$p(x,y) = \frac{\#\{(i,j) | f(i,j) = x \text{ 且 } [f(i+DX,j+DY) = y \text{ 或 } f(i-DX,j-DY) = y]\}}{\sqrt{\#S} \sqrt{\#S}} \quad (1)$$

式中 #—满足条件的像素对个数(个);  
#S—总共像素对个数(个);  
f(i,j)—坐标为i,j的点的灰度值(0~255)。

为了找出秸秆与土壤在纹理上的差别,利用共生矩阵,选择要计算的特征值有:能量、惯性矩、熵、逆差矩,在实验中灰度值也作为区别秸秆和土壤的一个特征。提取特征值时软件界面,如图3所示。

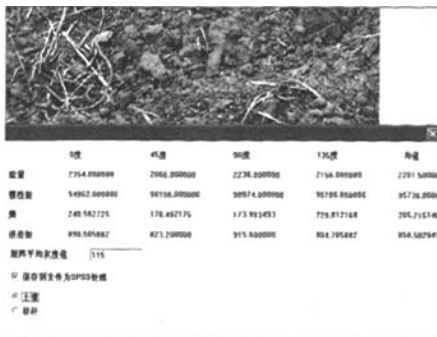


图3 秸秆覆盖率计算软件界面

Fig. 3 Interface of the software for the counting of residue cover rate

### 3 实验

为了找出土壤与秸秆在纹理上的区别,分别对土壤和秸秆进行采样,样本数量为60。分别计算他们的灰度值、能量、惯性矩、熵、逆差矩。把计算的结果保存,再倒入到SPSS进行分析,分析结果如图4所示的是灰度值、能量、惯性矩、熵、逆差矩两两组合的坐标系。

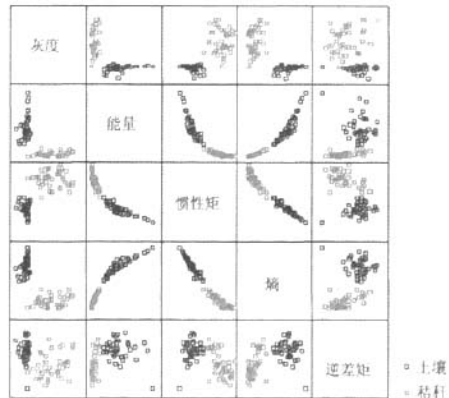


图4 多个特征值的两两组合坐标系

Fig. 4 Assorted frame of axes of multi-eigenvalue

从图4中可以看出,在土壤与秸秆的纹理特征中,与熵有关的坐标,土壤和秸秆的纹理特征值重叠很少。把熵单独进行分析,同样对土壤和秸秆采样,样本数量为40。把计算结果保存,倒入SPSS进行分析,结果如图5所示。0~40是土壤样本,40~80是秸秆样本。

从图5中可以看出,当熵大于230时,只有一个秸秆样本落在其间,土壤和秸秆的熵有较好的可分性。利用熵大于230这个特性,可以对图像中的土壤进行识别,如图6和图7所示。图7中被识别为土壤的部分标记为黑色,虽然不是所有的土壤都被识别,但没有

错误地把秸秆识别为土壤。

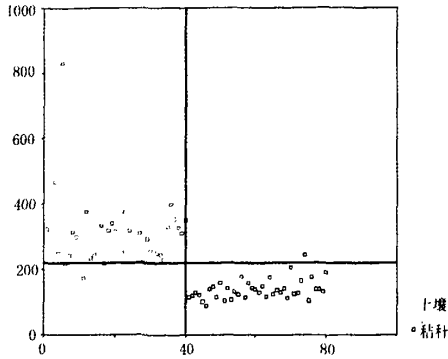


图5 土壤和秸秆的特征值(熵)分布

Fig.5 Distributing of entropy for soil and straw



图6 未处理的田间图像

Fig.6 Virgin gray image

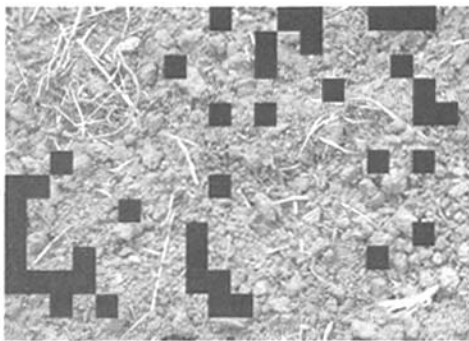


图7 软件通过纹理识别出的土壤

Fig.7 Soil recognise by veins

土壤和秸秆的灰度值不相等,而土壤的灰度值可以从已识别的土壤中获得,令这个值为CT<sub>HD</sub>。但图像中,所有土壤的灰度值不是等于一个数值,而是在一个范围内。为了得到分割土壤和秸秆的域值,就必须再给CT<sub>HD</sub>加上一个偏量CT<sub>PL</sub>。则最后得出的域值为CT<sub>YZ</sub> = CT<sub>HD</sub> + CT<sub>PL</sub>。把CT<sub>YZ</sub>作为域值,对图像进行分割,结果如图8所示。

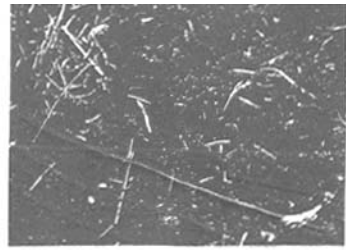


图8 用域值把土壤和秸秆(白色)分割后的结果

Fig.8 Result after processing

#### 4 田间试验

为了测试程序的可行性和精度,设计5组实验。在1m<sup>2</sup>的试验地上,人工测量秸秆覆盖率和程序对图像处理得出的结果进行对比。结果如表1所示。从数据可以得出程序计算的覆盖率和实际的覆盖率的误差不超过10%,位于允许的误差范围内。

表1 秸秆覆盖率计算软件测定精度

Tab.1 The test precision for residue cover rate software %

实验	人工测量的覆盖率 (C <sub>m</sub> )	程序计算的覆盖率 (C <sub>p</sub> )	误差(C <sub>p</sub> -C <sub>m</sub> )
1	3	3	0
2	12	10	-2
3	7	8	1
4	21	18	-3
5	53	47	-6

#### 5 结论

1) 域值是图像分割的重要参数,在灰度或颜色直方图没有表现为双波峰的情况下,域值的自动寻找变得非常困难。

2) 基于纹理的域值寻找,为自动寻找域值提供了一种新方法。这种方法能够很好地根据不同的需要,找出域值,且在处理过程中不受光线影响,能适合更一般的图像,具有更好地适用性。

3) 本文研究的基于纹理的域值寻找的秸秆覆盖率测定软件,对土壤和秸秆具有较好的分割效果,可以较好地运用于其它领域。

#### 参考文献:

[1] 陈兵旗,孙明. Visual C++实用图像处理[M]. 北京:清华大学出版社,2004:54-58.  
 [2] 夏良正,李久贤. 数字图像处理[M]. 南京:东南大学出版社,2005:102-107.  
 [3] 王新成. 高级图像处理技术[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001:234-251.  
 [4] 陈书海,傅录祥. 实用数字图像处理[M]. 北京:科学出版社,2005:96-100.

(下转第25页)

## 5 结束语

本文提出了一种多变量模糊控制解耦的新方法,解耦环节由神经网络实现。该方案的解耦规模小,节点数少,隐含层和输出层节点活化函数采用分段线性函数和线性函数,前向和反向计算量不大。本方法在温度和湿度一般过程中可保证运行的实时性,在本系统中取得了较好的控制效果。

### 参考文献:

- [1] 王建民. 现代畜禽生产技术[M]. 北京:中国农业出版社, 2000: 131 - 133.
- [2] 陶永华. 新型PID控制及其应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2005.
- [3] 窦振中. 模糊逻辑控制技术及其应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1995.
- [4] 阮大伟,陈晓燕. 关于神经网络系统在电阻炉温度控制中的应用[J]. 东北电力学院学报, 2001, 21(1): 15 - 18.
- [5] 闻新,周露,李东江. MATLAB 模糊逻辑工具箱的分析与应用[M]. 北京:科学出版社, 2001: 30 - 62.

## Based on the Temperature and Humidity Environment Culture Research Network Monitoring System

Zhang Yufeng, Zhao Dean, Ma Congguo, Tian Zhaolei, Duan Qing

(Electrical and Information Engineering College, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

**Abstract:** Against fowl coop environment system is a multi - variable, non - linear, time - varying, lagging behind the system, and the coupling between the various variables. This system uses fuzzy decoupling control algorithm fowl coop environmental temperature and humidity conditions for real - time monitoring. To provide the best possible environment for the growth of livestock, the realization of efficient energy - saving industrial production, has good practical value and prospects.

**Key words:** livestock breeding; neural networks; fuzzy decoupling control

(上接第22页)

Abstract ID:1003 - 188X(2009)01 - 0020 - EA

## A Counting Method for Residue Cover Rate in Field Based on Computer Vision

Li Shiwei, Li Hongwen

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

**Abstract:** A way based on machine vision to identify the residue cover rate in field was studied in this article. Software under Windows was made by Visual C + +. This research uses the different veins between straw and soil to find the straw, and then the information about Stewart value which will be used to separate the straw from soil later can be gotten from the soil that has been identified. The way to find the Stewart value based on veins was affected by light little, and can fix an accurate Stewart value. The size of the picture which is to be dealt with is 800 × 600 pix. It has been proved that the way to find the Stewart value based on veins is feasible after many experiments.

**Key words:** conservation tillage; residue cover rate; rope; computer vision

# 基于计算机视觉的田间秸秆覆盖率计算

作者: [李世卫](#), [李洪文](#), [Li Shiwei](#), [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(1)  
被引用次数: 1次

## 参考文献(4条)

1. 陈兵旗;孙明 [Visual C++实用图像处理](#) 2004
2. 夏良正;李久贤 [数字图像处理](#) 2005
3. 王新成 [高级图像处理技术](#) 2001
4. 陈书海;傅录祥 [实用数字图像处理](#) 2005

## 本文读者也读过(10条)

1. [马少春](#), [李洪文](#), [何进](#), [MA Shao-chun](#), [LI Hong-wen](#), [HE-Jin](#) [垄作割刀的设计与试验](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2006(3)
2. [王庆杰](#), [李洪文](#), [奚佳有](#), [张旭](#), [尤晓东](#), [张洪涛](#), [Wang Qingjie](#), [Li Hongwen](#), [Xi Jiayou](#), [Zhang Xu](#), [You Xiaodong](#), [Zhang Hongtao](#) [垄作区几种保护性耕作种植模式研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(7)
3. [李洪文](#), [王晓燕](#), [李兵](#), [魏延富](#) [小麦对行免耕播种机试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2004(5)
4. [李太伟](#), [李洪文](#), [何进](#), [LI Tai-wei](#), [LI Hong-wen](#), [HE Jin](#) [2BMF-5固定垄小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2008(10)
5. [魏小波](#), [李洪文](#), [凌刚](#), [王庆杰](#), [WEI Xiao-bo](#), [LI Hong-wen](#), [LING Gang](#), [WANG Qing-jie](#) [免耕播种机开沟圆盘材质与加工工艺的研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2007(1)
6. [李海建](#), [李洪文](#), [李问盈](#), [姚宗路](#), [LI Hai-jian](#), [LI Hong-wen](#), [LI Wen-ying](#), [YAO Zong-lu](#) [分体式小麦免耕播种机的设计](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2007(11)
7. [张喜瑞](#), [李洪文](#), [仪坤秀](#), [何进](#), [Zhang Xirui](#), [Li Hongwen](#), [Yi Kunxiu](#), [He Jin](#) [主动圆盘防堵式小麦免耕播种机的设计研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2009, 31(7)
8. [梅峰](#), [李洪文](#), [吴红丹](#), [MEI Feng](#), [LI Hong-wen](#), [WU Hong-dan](#) [一沟双行小麦播种专用开沟器的试验研究](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2006(12)
9. [吴红丹](#), [李民](#), [胡东元](#), [刘圣伟](#), [李洪文](#), [WU Hong-dan](#), [LI Min](#), [HU Dong-yuan](#), [LIU Shen-wei](#), [LI Hong-wen](#) [从约翰迪尔产品看美国保护性耕作技术现状](#)[期刊论文]-[农机化研究](#)2007(1)
10. [吴红丹](#), [李洪文](#), [李问盈](#), [王晓燕](#), [李民](#), [胡东元](#), [WU Hong-dan](#), [LI Hong-wen](#), [LI Wen-ying](#), [WANG Xiao-yan](#), [LI Min](#), [HU Dong-yuan](#) [中美两国保护性耕作的管理与应用对比分析](#)[期刊论文]-[干旱地区农业研究](#)2007, 25(2)

## 引证文献(1条)

1. [李洪文](#), [李慧](#), [何进](#), [李世卫](#) [基于人工神经网络的田间秸秆覆盖率检测系统](#)[期刊论文]-[农业机械学报](#) 2009(6)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_njhyj200901006.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_njhyj200901006.aspx)