

农业机械机器视觉导航实时图像处理系统的改进

陈娇¹, 杜尚丰^{1,2,3}

(1. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 10083; 2. 中国农业大学, “现代精细农业系统集成研究” 教育部重点实验室, 北京 10083; 3. 中国农业大学, 精细农业研究中心, 北京 10083)

摘要: 为了改进农业机械机器视觉导航中图像处理的算法, 以更快速的获得较为准确的导航定位基准线, 满足动态导航实时性准确性的要求, 本文提出了基于改进的 Hough 变换的机器视觉导航定位模型。该模型首先运用模式识别和图像处理方法从田间景物中提取出准导航定位基准线, 然后通过改进的 Hough 变换得到导航定位基准线。开发了农业机械机器视觉导航图像处理系统, 并通过多幅静态图提取导航定位基准线实验验证了该模型以及算法的准确性, 有效性与快速性。

关键词: 机器视觉导航; 图像处理; 改进 Hough 变换; 导航定位基准线

中国分类号:

0 引言

在智能化农业机械的相关技术中, 定位导航技术是它的核心部分, 也是其实现真正的智能化和完全自主移动的关键部分。农业机械机器视觉定位导航, 是指在农业机械移动过程中, 通过分析投射摄像机中的视觉图像信息, 理解场景内容和布局来判断景物离自己的距离, 从而实现自主行走。要实现机器视觉定位导航技术, 主要用到以下三部分技术: 图像采集, 图像信息理解和定位导航技术。

由于要在农业机械行走过程中动态地进行定位导航, 对图像处理系统的实时性和准确性都有较高要求。本文主要研究并改进了图像信息理解技术, 即改进了图像处理的算法以更快速的获得准导航基准线, 然后通过改进的 Hough 变换得到导航基准线, 从而实现农业机械的定位和导航。提出了基于改进的 Hough 变换的机器视觉导航模型, 并开发了农业机械机器视觉导航图像处理系统。

1 机器视觉导航图像处理系统概述

本系统在 Intel Pentium 2.4G HZ, 256M 内存计算机, windows XP 操作系统平台上开发。使用 Microsoft Visual C++ 6.0 为开发语言。使用的图像文件格式为 BMP。因为该格式的图像数据是未压缩的, 最适合进行

数字化处理。

根据农业机械作业环境图像信息的特点和视觉图像信息处理的目标, 本系统采用的图像信息处理步骤如图 1 所示。

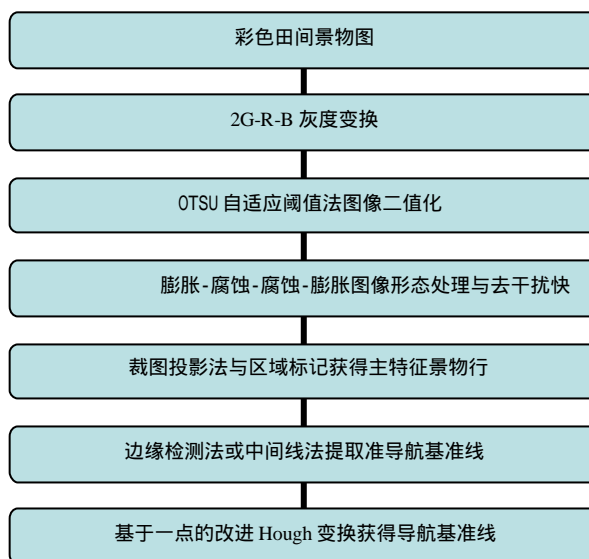


图 1 图像处理系统流程图

Fig.1 image processing system flowchart

2 图像预处理与准导航基准线的提取

本系统图像预处理的目标是去除农田环境图像中的干扰信息和其它景物行, 获得其中主要的一个特征景物行 (作物行或者田间小道), 在此基础上再提取出准导航基准线。

2.1 图像预处理

2.1.1 2G-R-B 模式灰度化

*收稿日期: 修订日期:
项目基金: 863 计划课题, 课题编号: 2006AA10A304
作者简介: 陈娇 (1985—), 汉, 福建福州, 研究方向: 智能化检测与控制技术
通讯作者: 杜尚丰, 博士, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 智能控制, 智能机器人技术, 3S 技术应用。通讯地址: 北京市海淀区清华东路 17 号中国农业大学 (东区) 63 信箱, 邮政编码: 100083

在有机物农田中,绿色为主,采用 2G-R-B 模式灰度能有效区分作物与田间小道。如下图,图 2 为原始图图 3 为使用灰度值=2G-R-B+90 灰度化所得结果。



图 2 原始图

Fig.2 Original image



图 3 2G-R-B 灰度图

Fig.3 2G-R-B Gray image

2.2.2 OTSU 自适应阈值法图像二值化

经过灰度化后,在灰度分布图上可以发现,作物与田间小道主要分布区域不同。为适应农田环境因素多变性,本系统采用 OTSU 自适应阈值法进行二值化。

OTSU (最大类间方差法) 基本思想是以最佳门限将图像灰度直方图分割成两部分,使两部分类间方差取得最大值,即分离性最大,决定阈值。对不同时刻的图像进行 OTSU 处理,即可实现动态识别。对图 3 进行 OTSU 二值化效果如下:



图 4 二值化图

Fig.3 Binary image

2.2.3 膨胀-腐蚀-腐蚀-膨胀处理图像形态处理与去干扰块

在本课题中,农田环境较复杂,且作物行或田间小道

主要需要沿垄方向进行膨胀以填补孔洞,所以选用 5*1pixels 结构元素进行膨胀。

膨胀后在目标景物外还有一些离散的小白色区域,采用腐蚀的方法去除这些干扰块。腐蚀采用 3*3 结构元素。

经多幅图实验证明,采用膨胀-腐蚀-腐蚀-膨胀处理后能得到较好效果。图 5 为对图 4 形态处理后的效果图。



图 5 形态处理后的效果图

Fig.5 Result image by dilation and erosion processing

2.2.4 截图投影法与区域标记检测主特征景物行

农田景物经过上述图像处理步骤后,得到了形态较好的景物行,但一般情况下是多景物行,必须找出一个主特征行。本实验中采用截图投影法与区域标记相结合的方法。

由于农田景物图像上半部分可能为其他无关景物,而且当农业机械行进时,目标景物多分布在采集得到的图像的中部,所以,本课题选择图像中间部分进行提取,选择宽度为 0.3*W 到 0.7*W,高度为 0-0.8*H 之间的图像进行截图投影法处理:采用图像底边的景物为准,即以底边为起点,截取一定行数图像向底边进行垂直投影。设原始图像尺寸大小为 W*H,单位为像素,水平截取大小为 W*h, C(i,j) 为采取图像(i,j)处的二值像素值,Py(j) 为截取图像第 j 列上所有像素点的垂直投影值,计算过程为:

$$p_y(j) = \sum_{i=1}^h c(i,j), j=1,2...W \quad (1)$$

根据计算后的投影情况找出主特征行的大致分布宽度范围,提取出该范围内的图像。

由于景物行在图像上多倾斜一定角度,提取出的图像上难免存在其他景物行的上面部分,而且也存在一些小的干扰块,所以需要处理后的图像进行图像标记,找出面积最大的标记区域,基本可获得主要的特征行。对图 5 进行上述处理后,如图 6 所示:



图 6 主要景物行提取图

Fig.6 image of the main row

2.2 边缘检测法或中间线检测法获得准导航基准线

经过图像预处理后,基本可获得主要特征景物行。对该图像进行处理,即可提取出准导航基准线。可以取目标的左边缘或者由边缘,即边缘检测算法,也可以取左右边缘的中间点,后者可以抵消边缘参差不齐的程度,使导航定位基准线更具有代表意义,即边缘中间线检测算法。

对图 6 分别采用边缘法和中间线法提取准导航基准线,如图 7,图 8 所示:



图 7 左边缘法提取的准导航基准线

Fig.7 quasi-navigation Baseline of the left edge

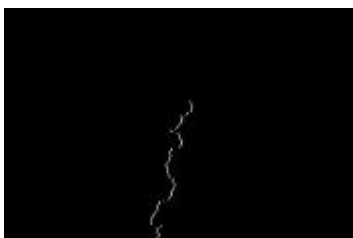


图 8 中间线法提取的准导航基准线

Fig.8 Midline quasi-navigation Baseline

3 基于一点的改进 Hough 变换提取导航定位基准线

3.1 标准 Hough 变换提取导航定位基准线算法

在实际应用中采用如下参数方程:

$$r = x \cos q + y \sin q \quad (2)$$

这样图像空间上的一个点,就对应到参数空间上的一条曲线。这种变换通常称为标准 Hough 变换(Standard Hough Transform)。

3.2 基于一点的改进 Hough 变换算法

由于标准 Hough 变换具有很大盲目性,对于图像上每一个白色像素点,都需要计算可能通过该点的所有直线在参数空间对应的参数 (r, q) ,同时造成了

计算量的庞大,影响了算法的实时性,而且需要开辟的累积空间较大,消耗了系统的内存,所以有必要在此基础上提出一种效率更高的 Hough 变换算法。基于一点的改进的 Hough 变换能较好的解决上述问题。

3.2.1 改进 Hough 变换的原理:

根据 Hough 变换理论,若图像平面上的点 $q (topx, topy)$, $p(botx, boty)$ 为共线点,在参数平面上就交于点 (r_0, q_0) , 根据 $r = x \cos q + y \sin q$, 代入可得:

$$r_0 = topx * \cos q_0 + topy * \sin q_0 \quad (3)$$

$$r_0 = botx * \cos q_0 + boty * \sin q_0 \quad (4)$$

由以上 2 式相减后变换可得:

$$q_0 = \arctg \frac{botx - topx}{topy - boty} \quad (5)$$

即不同直线上的点经上式计算,可得到不同的 q , 对图像上准导航点两两之间进行计算,即可获得概率最大的 q 。

由于使用上述算法,计算量仍然较为庞大,进一步改进为确定其中一点为基准后进行计算,则只需要把该基准点与其他导航点进行计算后,累积获得概率最大的 q 即可

3.2.2 改进 Hough 变换算法

1) 首先,必须选择一点作为基准点,由于田间景物图像特点为:图像下方的准导航点较精确,基本为作物行或田间小道的中心点,所以选择图像最下方的白色像素点为基准点,设为点 $p (botx, boty)$, $botx, boty$ 为以图像左下方为原点的像素坐标。

2) 依次使用 p 点上方的白色像素点 $q (topx, topy)$

进行如下计算： $q = \arctg \frac{botx - topx}{topy - boty}$

3) 上式可由 Hough 变换式 $r = x \cos q + y \sin q$

推出, 若为共线点, q 相等。在编程中, 使计算结果的 q 为整数, 所以精度为 1 度, 共有 180 度, 开辟 180 个存储单元。进行累积运算。

4) 找出最大累积数, 并获得具有该数的累积单元, 进行平均运算, 求得直线的 q 。

5) 根据所得参数, 在图像上画出该直线。

6) 获得导航定位基准线参数: 直线倾斜角与截距。

3.3 两种算法的对比

1) 标准 Hough 变换具有很大盲目性, 需要较多存储空间 (180* 图像对角线像素数), 效率低下, 而改进算法只需要 180 存储单元进行累积运算。

2) 标准 Hough 变换需要循环计算(图像宽度像素数*180)次, 而改进后只需要 (图像宽度像素数) 次。

经过多幅图实验, 基于一点的改进 Hough 变换基本达到农田图像处理的目的。对图 7, 8 进行基于一点 Hough 变换, 提取的导航定位基准线如图 9, 10 所示。



图 9 图 7 得到的导航定位基准线

Fig.9 Navigation baseline from picture 7

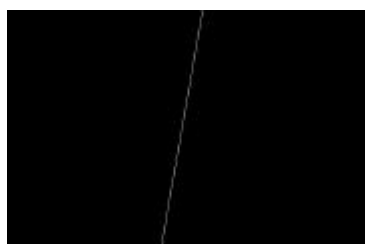


图 10 图 8 得到的导航定位基准线

Fig.10 Navigation baseline from picture 8

4 结论

本实验通过对机器视觉导航图像处理步骤与处理方法的改进, 提出了基于改进的 Hough 变换的视觉导航模型, 开发了相应的图像处理系统。通过对多幅静态图的实验, 验证了该模型的快速性和准确性。主要改进步骤为: (1) 在截图投影后使用区域标记法提取最大面积景物, 与在形态处理过程中使用区域标记并设定面积阈值去除杂块相比, 大大提高了处理速度; (2) 采用基于一点的改进 Hough 变换, 而不是标准 Hough 变换, 简化了算法, 节约了存储空间, 提高了运算速度。

对于实际导航过程中动态采集的农田景物图像的实时处理, 还有待于将来进一步的研究。

[参 考 文 献]

- [1] 张卫, 杜尚丰. Hough 变换在农田机械视觉导航中的应用[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(zl):706~707.
- [2] 毛文华, 王一民, 张小超, 王月青. 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, 1(36):83~86.
- [3] 陈兵旗, 孙明. Visual C++ 使用图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社. 2004.3
- [4] 俞高红, 骆健民, 赵匀. 基于序贯扫描算法的区域标记技术与蘑菇图像分割方法[J]. 农业工程学报, 2006, 22(4):139~142.
- [5] 卢惠民, 郑志强. 一种新的用于检测直线的快速 Hough 变换[J]. 计算机应用, 2005, 25(10):2379~2380.
- [6] 赵颖, 王书茂, 陈兵旗. 基于改进 Hough 变换的公路车道线快速检测算法[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(3):104~108.

Development of the real-time image processing system of the machine vision based autonomous agricultural vehicle navigation

Chen jiao¹, Du Shangfeng^{1,2,3}

(1.College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 10083 2.Key Laboratory of Modern Precision Agriculture System Integration. Ministry of Education, China Agricultural University, Beijing 10083; 3.Research Center for Precision Agriculture, China Agricultural University, Beijing 10083)

Abstract: to improve the real-time image processing algorithm of the machine vision based vehicle guidance and get the navigation baseline more

fast for the dynamic navigation, a machine vision navigation model based on the improved Hough transformation is introduced on this paper .First, pattern recognition and image processing are used to distill quasi navigation baseline. Then, the improved Hough transformation is used to get the navigation baseline. The study developed a image processing system of the machine vision based agricultural vehicle navigation. The experiments of distilling navigation baselines from many collected pictures confirmed the model and algorithm are accurate ,effective and fast .

keywords: machine vision based navigation; image processing; the improved Hough transformation; navigation baseline