

一种基于机器视觉的导航路径识别技术的研究与实现

李亮,周虎

(中国人民解放军第五七二〇工厂,安徽 芜湖 241007)

摘要:针对导航路径识别问题,采用了图像预处理、面积去噪、水平投影方法等特征点提取方法,实现对临时特定路径的识别功能。并且通过 MATLAB 仿真进行试验,绘制了各个阶段的图像及处理过程的图片。仿真结果验证了该算法在识别特殊路径的情况时有较好的稳定性和可靠性。

关键词:路径识别;水平投影法;MATLAB 仿真

中图分类号:TP242

文献标识码:A

文章编号:1673-1131(2016)01-0067-02

Recognition Technology and Realization Based On Machine Vision Navigation Path and Implementation

Abstract: For orchard path identification problem, using the image preprocessing, area de-noising, horizontal projection method and the feature point extraction method to realize the orchard path recognition. And, through MATLAB simulation test, the various stages of the image drawing, the process of the picture. Experiments show that the algorithm in identifying the path of the case when the orchard have better stability and reliability.

Key words: Path identification; Horizontal projection; MATLAB simulation

0 引言

近年来,国内外学者围绕临时机场路径识别导航技术进行了广泛的研究,主要包括地图导航、路标导航、感知导航、视觉导航和星基导航等。随着自动化技术的进一步发展,相应的导航传感器发展也日新月异,如全球定位系统、视觉传感器、超声波、激光、地磁方位传感器等。现今各个国家研究主流集中于机器视觉和 GPS 导航这两种最具发展前途的方式上^[1]。韩国应用机器视觉和模糊控制研制了机器人导航系统^[2],利用图像处理进行运动方向识别,采用统计垂直方向上的直方图检测行走路径。美国开发了一种基于激光的自动导航系统^[3]。

本文以某临时路径导航视觉系统应用为例,讲述一种采用车载摄像头基于自然景观环境下,对获得的彩色图像进行分割,利用 OTSU 算法进行预处理,再加工获得导航路径的实现方法,同时给出了对实时图像进行试验分析、验证的结果。

1 临时路径导航视觉系统组成

一个典型的机器视觉系统构成如图 1,通常包括图像捕捉、光源系统、图像数字化模块、数字图像处理模块、智能判断决策模块和机械控制执行模块。首先由视觉传感器(CCD 或 CMOS 摄像机等)获取被测目标信号,然后经由 A/D 转换为数字信号传送到图像处理系统,根据目标的颜色、纹理、分布等信息进行分析处理,通过各种算法抽取目标特征输出结果,最终根据判别的结果来控制机械执行模块进行相应的操作。其中光源、光学成像系统、图像捕捉系统、图像采集与数字化属于图像采集技术环节,智能图像处理与决策模块属于目标分析技术环节,其余属于系统控制环节。

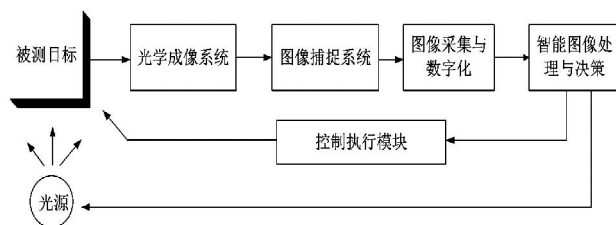


图 1 临时路径导航视觉系统

2 临时路径的图像预处理技术分析

针对采集来的图像信息是一幅图片,它是通过“像素行×

像素列×3”的矩阵形式存储。这种存储方式在 MATLAB 中处理起来很方便,但是其主要缺点为数据量太大,消耗系统资源较多,因此需要对图像进行预处理。本设计方法是将彩色的图像转为灰度图片然后进行处理。

首先在 MATLAB 中将彩色的图像采用 OTSU 算法进行预处理。通过 MATLAB 的 imshow 语句可以将此二值图像进行显示,如图 2 所示。

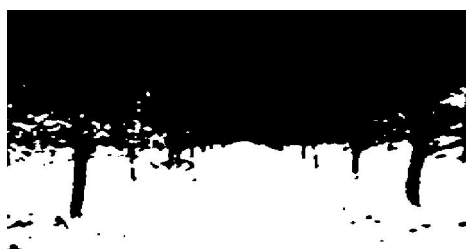


图 2 二值图像

然后在预处理的基础上对这些数据进行一系列的再加工处理。包括图像腐蚀、二次腐蚀、图像膨胀、二次膨胀等,使修饰后的图像在 MATLAB 中显示结果如图 3 和图 4 所示。



图 3 膨胀图



图 4 腐蚀图

3 临时路径识别的实现

临时路径中树木空间排列较为随机,植株高度不等,层次复杂。图像中树干挺拔是较为明显的主特征,但由于背景中存在土壤、杂草、天空等其他背景,视觉系统难以检测到明显的连续不变的导航特征。

临时路径环境具有非结构性的特点,环境复杂多样,背景多元叠加。易受自然光照、温度等影响,树木大小、生长形态各异,具有不确定性,这就对实时生成临时路径导航线提出了较高的要求。

对行走路径识别的准确性和可靠性,将直接影响到导航系统对物体的判断及航向的控制。机器人导航系统中导航路径提取的实质是图像分割,图像分割是图像分析的关键步骤,这是因为图像的分割、目标的分离、特征的提取等将原始图像转化为更抽象更紧凑的形式,使得高层的分析和理解成为可能。更为重要的是,分割结果的准确性直接关系到后续算法的性能优劣。

自然界中的绝大多数的颜色都可由红、绿、蓝三种单色加权混合产生,这就是三色原理。因此,彩色空间是三维的线性空间,任何一种具有一定亮度的颜色都是空间中的一个点(或向量),这个空间就是颜色空间,也称颜色模型。

RGB 颜色模型的缺点是没有直观地与颜色概念中的色彩、饱和度和亮度建立相应的联系。

假设原始图像 $f(x,y)$,按照一定的准则在 $f(x,y)$ 中找到特征值 T ,按上述方法分割成两部分,分割后的图像为:

$$g(x,y) = \begin{cases} b_0 & f(x,y) \geq T \\ b_1 & f(x,y) < T \end{cases} \quad (1)$$

特征值 T 即为阈值,是图像 $f(x,y)$ 灰度级范围内的任一个灰度级集合,若选取 $b_0=1$, $b_1=0$,即为黑白二值化图像。由此可见,阈值分割的关键在于选择精准的阈值,以获得目标的完整。阈值选取的过高或过低,将会造成目标的过度分割或背景过度残留。阈值分割分为全阈值和局部阈值法两种。

基于该种思想,使用 MATLAB 编程实现后的图如图 5 所示。



图 5 进行预测分割后的图

从图中能够看出,大于阈值的为黑色,小于的则为白色。

设图像分辨率为 $M \times N$, $I(i,j)$ 为图像上点 (i,j) 处的灰度值。对二值图像进行逐行扫描,计算每一行的水平投影值 $s(i)$ 即:

$$s(i) = \sum_{j=1}^M I(i,j) \quad (i=1,2,\dots,N) \quad (2)$$

选取合适的阈值 T ,若 $s(i) > T$,认为该行不是主树干区域;否则,则认为行是。阈值 T 求取公式为:

$$T = \max(s(k) - s(k-1)) \quad (k=2,\dots,N) \quad (3)$$

在忽略自变量 x_i 测量误差的前提下,对等精度测量得到的响应的因变量 y_i ,拟合曲线 $y=f(x)$ 使得与 x_i 相应的测量值 y_i 与曲线上 $x=x_i$ 对应的点 $x(x_i)$ 之差 $y_i - f(x_i)$ (残差)的平方和最小,即 $S = \sum [y_i - f(x_i)]^2 \rightarrow \min$ 时,所得拟合公式为最佳经验公式。

设直线函数 $f(x)$ 的表达式为 $f(x)=kx+b$,利用最小二乘法拟合直线计算过程如下所示:

当 $S = \sum [y_i - f(x_i)]^2 \rightarrow \min$ 有:

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial k} = -2 \sum (y_i - b - kx_i)x_i = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b} = -2 \sum (y_i - b - kx_i) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

由上式可推得拟合直线斜率 k 与截距 b 。

$$\begin{cases} k = \frac{\sum x_i \sum y_i - n \sum x_i y_i}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} \\ b = \frac{\sum x_i y_i \sum x_i - \sum y_i \sum x_i^2}{(\sum x_i)^2 - n \sum x_i^2} \end{cases}$$

本研究中,利用最小二乘法将代表特征点拟合出左右交界线,最终通过提取交界线上各行中心点生成临时导航路径。

处理结果,通常对采集到的图像进行处理,将计算效果显示如图 6 所示。



图 6 临时路径识别结果

4 结论

分析了临时路径导航系统的硬件组成和软件开发工具。了解了基于颜色特征识别主干区域方面的研究。通过扫描主干图像获取导航物体与地面的交界点,根据特征点间的邻近关系对其进行分类,形成左右两列点簇;利用最小二乘法检测左右两条交界线,通过提取交界线上各行中心点生成临时行走的导航路径。通过仿真实验验证了该算法在识别临时或特殊路径的情况时有较好的稳定性和可靠性。

参考文献:

- [1] 赵博,朱忠祥.农用车辆视觉导航路径识别方法[J].江苏大学学报,2007,482-486
- [2] Wilson J N. Guidance of agricultural vehicles-a historical perspective [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2000,3-9
- [3] 柳平增,毕树生,付冬菊,等.室外农业机器人导航研究综述[J].农业网络信息,2010(3):5-10
- [4] 李进.视觉导航智能车辆的路径识别和跟踪控制[D].合肥工业大学,2008
- [5] 赵博,毛恩荣,毛文华,等.农业车辆杂草环境下视觉导航路径识别方法[J].农业机械学报,2009,S1:183-186
- [6] Shinsuke Kitamura, Koichi Oka. Recognition and Cutting System of Sweet Pepper for Picking Robot in Greenhouse Horticulture. Proceeding of the IEEE International Conference on Mechatronics & Automation Niagara Falls, Canada 2005, 1807-1812

作者简介:李亮(1986-),男,硕士,助理工程师,主要从事飞行控制方面的工作;周虎(1979-),男,高级工程师,主要从事飞行控制方面的研究工作。