

基于 BP 神经网络的田间杂草识别技术研究

——以河套灌区为例

马斌畅 戚 乐

1. 河套学院机电工程系 内蒙古巴彦淖尔 015000

2. 河套学院自动化研究与应用中心 内蒙古巴彦淖尔 015000

摘 要: 本文以采集的河套灌区的玉米及其伴生杂草马唐、狗牙根和灰菜作为研究对象, 利用 OpenCV 对图像进行预处理得到作物及杂草的外形轮廓的无量纲参数信息, 利用无量纲参数信息提取作物及杂草的外形特征参数, 得到宽长比、圆形成度、矩形度和第一不变矩阵四个特征参数, 通过均值和方差的对比分析选择区分度较大的宽长比、圆形成度和第一不变矩阵作为参数输入到 BP 神经网络中, 通过 L25 (56) 正交实验确定 BP 神经网络的隐含层节点数及学习率, 划分训练集和测试集, 利用 Matlab 建立 BP 神经网络, 通过测试集网络检验得到均方根误差为 0.067327, 误差较小, 整体网络里数据拟合正确率为 93.025%, 准确度较高, 能够用于一般少量杂草的识别分类。

关键词: Matlab; BP 神经网络模型; 杂草分类

引 言:

我国是农业大国, 河套灌区作为我国重要的粮食作物生产基地, 土壤肥沃, 种植面积广, 玉米是其中种植面积较大的经济作物, 在种植生长期间伴生杂草会影响作物的产量, 传统的化学除草是大面积喷洒除草剂, 虽然能够有效去除杂草, 但除草剂的过量使用会导致土壤污染和农药残留, 因此精准除草十分必要^{[1][2]}。本研究利用 OpenCV 中的图像处理技术和 Matlab 中的 BP 神经网络算法对玉米及其苗期杂草进行精准识别分类^[3]。

本文以河套灌区玉米地为例, 选择玉米苗及其伴生杂草马唐、狗牙根和灰菜作为研究对象, 采用无人机各拍摄 50 张图片, 利用 OpenCV 对采集的图像进行图像预处理, 包括颜色空间转换、图像滤波、阈值分割、形态学处理等^[4], 得到作物及杂草的外形参数信息, 对玉米苗和杂草的外形参数信息进行提取, 得到四种外形参数信息, 经过均值和标准差比较后选择其中区分度较大的宽长比、圆形成度和第一不变矩阵作为外形特征参数^[5]。以 BP 神经网络作为杂草识别模型,

将提取的三种外形参数输入到 BP 神经网络中, 采用正交实验确定网络隐含层节点数和学习率^[6], 以拍摄的图像划分训练集和测试集, 对作物和杂草进行识别分类。

1. 数据来源及预处理

拍摄玉米苗及其伴生杂草马唐、狗牙根和灰菜各 50 张图片, 进行图像预处理, 图像预处理的目的是提取各个作物的外形轮廓特征, 用以区分作物类型, 从而作为后续 BP 神经网络的模型输入。图像预处理各个过程采用的方法和最终

课题项目

内蒙古自治区教育厅高等学校科学技术研究项目 (编号: NJZY22261)

乌梁素海流域山水林田湖草生态保护修复试点工程支持计划项目 (编号: 2019HYYSZX)

表 2 玉米苗、马唐、狗牙根和灰菜的外形参数均值和标准差

特征参数	玉米苗		马唐		狗牙根		灰菜	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
宽长比	0.2585	0.0018	0.1967	0.0323	0.1012	0.0154	0.7103	0.0283
圆形度	0.2624	0.0096	0.2011	0.0011	0.1886	0.0144	0.6447	0.1487
矩形度	0.7475	0.0108	0.7280	0.0255	0.7449	0.0644	0.7424	0.0137
第一不变矩阵	0.3369	0.0418	0.6652	0.0267	0.4829	0.0131	0.1736	0.0198

选择方法如表 1 所示。

表 1 预处理流程及采用的方法

预处理顺序	对比的各种方法						最终选择
颜色空间转换	HSV	HSI	YUV	CrCb	LAB	HSV	HSV
图像滤波	方框	均值	高斯	中值	双边	双边滤波	双边滤波
阈值分割	直方图	最大类间方差	二值化	反二值化		二值化分割	二值化分割
形态学处理	腐蚀	膨胀	开运算	闭运算	顶帽	黑帽	开运算
轮廓特征提取	Canny 算子	Sobel 算子	Laplacian 算子			Sobel 算子	Sobel 算子

按照表 1 的顺序经过预处理后得到玉米苗和杂草的外形轮廓特征参数信息，包括宽长比 r 、矩形度 C 、圆形度 R 和第一不变矩阵 S ，各个特征参数的均值和标准差如表 2 所示。

从表 2 可知，宽长比和圆形度作为特征参数，玉米苗和马唐较为接近，狗牙根和灰菜区别较大；矩形度作为特征参数，四种植物的均值很接近，说明各个植物的矩形度差别不大，以此作为参数无法区分四种植物；第一不变矩阵作为特征参数，四种植物的均值和标准差差别都较大，不存在某两个植物参数很接近的情况，说明以此参数作为输入可以对四种植物进行有效区分。

综上，使用宽长比、圆形度和第一不变矩阵共同作为 BP 神经网络的输入参数，建立隐含层节点数和学习率的 5 因素水平表，利用 L25 (56) 正交表确定最佳隐含层节点数为 6，学习率为 0.5，建立 BP 神经网络识别模型。

2. BP 建模及预测分析

在 Matlab 中利用 m 文件建立 BP 神经网络，共 200 组数据，每种植物选择前 40 组作为训练集，后 10 组作为测试集，共 160 组训练集数据，40 组测试集数据，在进行网络训练前，所有数据要经过归一化处理。

使用 newff 函数建立 BP 神经网络，其中网络的输入神经元节点数为 3，输出节点数为 1，隐含层节点数为 6，学习率为 0.5，设置最大迭代次数为 1000，允许误差为 0.01，训练函数为 trainngdx，运行程序，得到仿真结果如图 1- 图 3

所示。

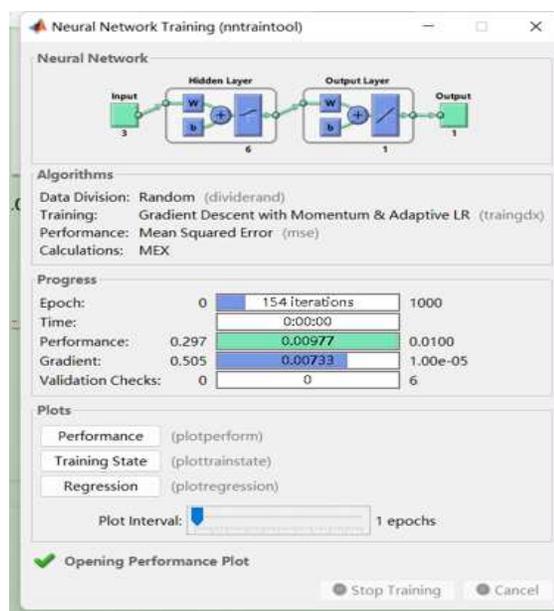


图 1 BP 神经网络仿真结果

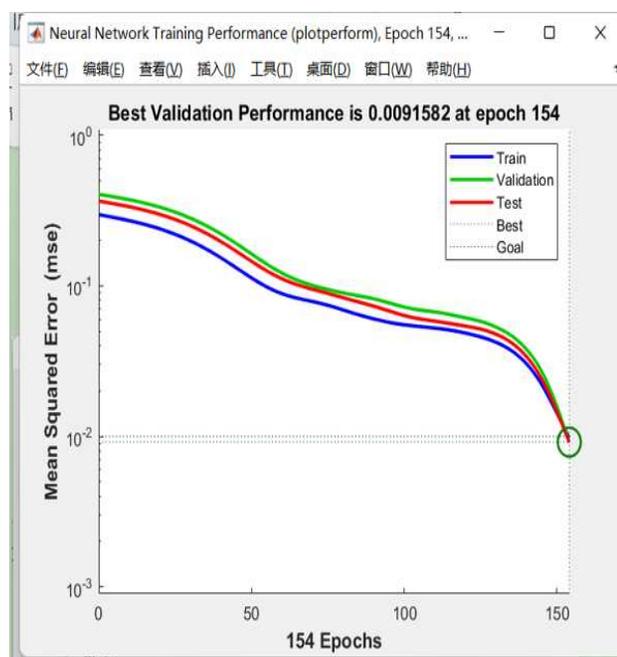


图 2 误差结果

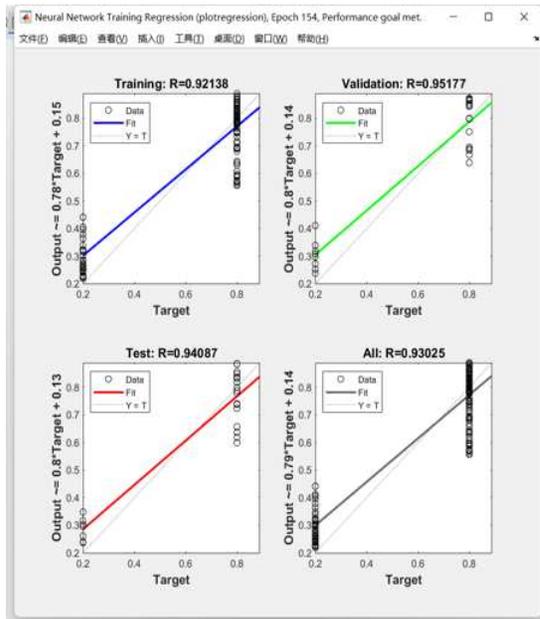


图 3 输出结果拟合曲线

从图 1 中可知在迭代次数为 154 时，误差达到允许值 0.01，为 0.00733。从图 2 中可看出在训练迭代次数为 154 时，训练集和测试集数据均达到了允许的误差范围。利用测试集进行网络检验，均方根误差为 0.067327，误差较小，说明网络整体精度较高。从图 3 中可看出，训练集、验证集和测试集的拟合精度都在 90% 以上，训练集的拟合正确率为 92.138%，验证集的拟合正确率为 95.177%，测试集的正确率为 94.087%，整体拟合正确率为 93.025%，准确度较高，能够用于一般少量杂草的识别分类。

结论

本文介绍了一种基于 BP 神经网络模型的杂草识别分类模型，利用实际拍摄的玉米及其杂草的图像进行处理、轮廓识别及分类，建立 BP 神经网络分类模型，经过测试集验证及结果拟合证明模型精确度较高，能用于一般杂草的识别分类。

参考文献

[1] 金小俊, 陈勇, 孙艳霞. 农田杂草识别方法研究进展 [J]. 农机化研究, 2011,07:23-27+33.
 [2] 赵春江. 智慧农业发展现状及战略目标研究 [J]. 智

慧农业, 2019,1(01):1-7.

[3] 周俊池. 精准农业技术体系分析与展望 [J]. 南方农机, 2021,52(05):8-11+14.
 [4] 张红旗, 刘宇, 王春光. 改进田间杂草识别图像预处理方法的研究 [J]. 农机化研究, 2015,
 [5] 000(006):70-73. 毛文华, 曹晶晶, 姜红花, 王一鸣, 张小超. 基于多特征的田间杂草识别方法 [J]. 农业工程学报, 2007(11):206-209.
 [6] 颜秉忠. 机器视觉技术在玉米苗期杂草识别中的应用 [J]. 农机化研究, 2018,40(003):212-216.

作者简介

马斌物, 男, 蒙古族, 籍贯内蒙古, 硕士研究生, 研究方向: 环境遥感、电气控制