

doi:10.11937/bfyy.20163690

# 基于改进型人工神经网络的 温室大棚蔬菜作物苗期杂草识别技术

董 亮, 雷良育, 李雪原, 刘 兵, 张 辉

(浙江农林大学 工程学院, 浙江 临安 311300)

**摘 要:** 温室大棚在蔬菜培育中有着广泛应用, 在高效生产的同时, 除草问题亟待解决。该设计采用一种改进型的人工神经网络算法应对大棚作物苗期杂草识别, 通过对遗传算法的神经元参数的优化, 以减少错误的发生次数。结果表明: 与采用径向基核函数的支持向量机算法相比较, 改进型人工神经网络算法识别正确率更高, 达到 94% 以上, 可为进一步的除草机器人开发提供技术支持。

**关键词:** 神经网络; 改进; 温室大棚; 杂草识别

**中图分类号:** S 626.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)22-0079-04

杂草对农作物的产量和品质有着非常大的影响<sup>[1]</sup>, 过去很长一段时间里, 人们都保留着人工除

**第一作者简介:** 董亮(1990-), 男, 江苏溧阳人, 硕士研究生, 研究方向为智能检测与控制技术。E-mail: dongliang1990@foxmail.com.

**责任作者:** 雷良育(1966-), 男, 湖北蕲春人, 博士, 教授, 研究方向为机电检测与控制技术。E-mail: lly@zafu.edu.cn.

**收稿日期:** 2017-05-09

草和大规模农药除草的方式。人工除草劳动密集, 效率低下; 农药除草污染大, 影响土壤肥力和作物的生长率<sup>[2]</sup>。除草机器人识别杂草后可以采用机械手除草, 消除对作物和土壤的不利影响, 或者喷洒选择性除草剂以减少环境污染。温室大棚较露天环境光照度稳定, 更利于机器视觉的应用。在苗期进行杂草识别, 一方面可提高杂草识别效率, 另一方面也可减少除草剂使用量, 提高农作物品质。

## Effects of Photosynthetic Bacterial on Growth of Melon Seedlings in Early Spring

LI Yunling

(Agricultural College, Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700)

**Abstract:** 'Shabai No. 1' melon was taken as test material, the effects of different concentration ( $1 \times 10^9$ — $8 \times 10^9$  cfu · mL<sup>-1</sup>) photosynthetic bacteria on growth of melon seedling under low temperature stress were studied by spraying-leaf method. The results showed that spraying  $1 \times 10^9$ — $4 \times 10^9$  cfu · mL<sup>-1</sup> PSB on leaves of melon improved the level of biochemical substance and the ability of osmotic adjustment, stimulated seedling growth under low temperature stress, and improved greatly the resistance of melon. The optimal concentration to spray on leaves of melon was  $4 \times 10^9$  cfu · mL<sup>-1</sup> PSB, but  $8.0 \times 10^9$  cfu · mL<sup>-1</sup> PSB would be toxic to melon seedlings.

**Keywords:** melon; photosynthetic bacteria; low temperature stress

为了提高杂草识别的准确度和效率,该试验以温室大棚种植的花椰菜为研究对象,提出了一种改进型人工神经网络算法,通过对遗传算法的神经元参数的优化,进行识别试验,以期为智能化的除草机器研究开发提供一定的参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

花椰菜及空心莲子草、马唐草、小画眉草、马齿苋、婆婆纳取自同期生长的温室大棚,CCD 图像传感器(EFFIO-E 700 型,索尼公司生产)。

### 1.2 试验方法

2016 年 3 月在浙江农林大学农作物园蔬菜作物大棚,采用 CCD 图像传感器对苗期花椰菜(出苗后 15 d)和杂草图像样本进行采集。共获取花椰菜图像 100 幅,空心莲子草 20 幅,马唐草 20 幅,小画眉草图像 20 幅,马齿苋图像 20 幅,婆婆纳图像 20 幅。

#### 1.2.1 杂草识别流程

对图像进行获取与预处理,提取颜色特征,利用颜色特征将背景分割出去,获得图像的几何特征,再采用改进的人工神经网络识别技术对杂草进行自动识别<sup>[3]</sup>,直至输出最优结果(图 1)。

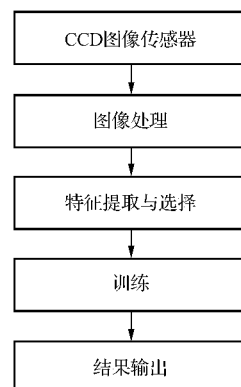


图 1 杂草识别流程

Fig. 1 Flow of weed identification

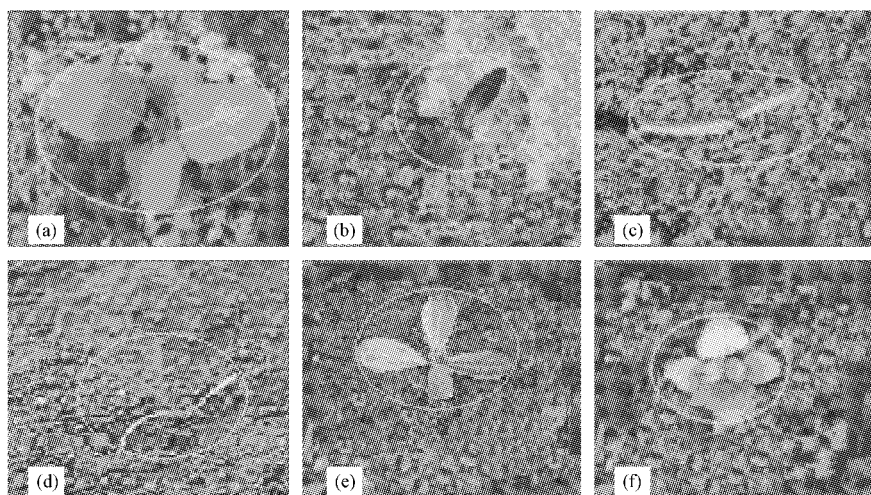
#### 1.2.2 图像采集

在温室大棚环境下,采用 CCD 图像传感器获取花椰菜苗期和各种杂草图像进行研究。花椰菜苗期和部分杂草图像见图 2。

#### 1.2.3 特征提取与选择

采集图像后,使用 Matlab 软件对获得的图像进行处理和分析,把杂草从背景中分离出来<sup>[4]</sup>。最终的图像零以上的值被定义为植物,低于零的定义为背景,形成一个完整的二值化图像(图 3)。

采用形状分析的特征方法来识别花椰菜和杂草,将样本图像进行预处理<sup>[5]</sup>,提取出 5 种特征



注:(a)花椰菜;(b)空心莲子草;(c)马唐草;(d)小画眉草;(e)马齿苋;(f)婆婆纳。下同。

Note: (a) Cauliflower; (b) *Alternanthera philoxeroides*; (c) Crabgrass; (d) Little thrush; (e) Purslane; (f) Veronica. The same as below.

图 2 杂草和花椰菜苗期图像

Fig. 2 Seedling images of various weeds and cauliflower

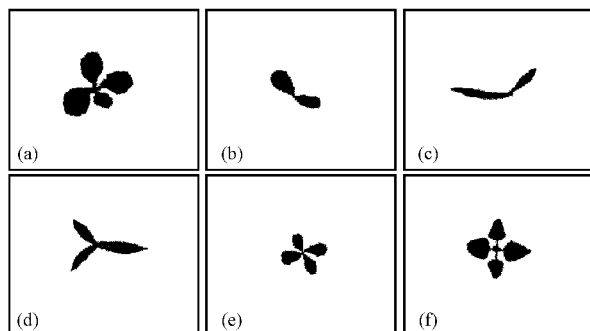


图 3 花椰菜苗期和各种杂草二值化图像

Fig. 3 Binary image of cauliflower seedling and all kinds of weeds

表 1 外形特征参数的定义

Table 1 Definition of shape characteristic parameters

| 特征参数<br>Characteristic<br>parameter | 定义<br>Definition | 符号及计算式<br>Symbols and<br>formulas |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 面积 Area                             | 表面图形大小           | $A$                               |
| 周长 Perimeter                        | 边缘的长度积分          | $P$                               |
| 外形因子 Shape factor                   | 外接矩形宽与长之比        | $K=W/L$                           |
| 伸长度 Stretch length                  | 区域的细长性           | $E=(L-W)/(L+W)$                   |
| 圆形度 Roundness                       | 圆的紧密度            | $D=4\pi A/P^2$                    |

参数:面积、周长、外形因子、伸长度、圆形度,其参数定义见表 1<sup>[6]</sup>。

### 1.3 数据分析

#### 1.3.1 图像判别分析

处理后的图像被导入到形状分析,判别分析区分对象有 2 组为“花椰菜”或“杂草”。采用逐步判别的分析方法,使用统计分析系统 Statistical Analysis System(SAS),选择分类贡献较大的特征。把模型外对模型判别作用最大的特征分量引入模型,把已经在模型中不符合模型分类调节的特征向量去除,每一步都对模型进行检验,形成最终的分类特征向量<sup>[7]</sup>。

#### 1.3.2 人工神经网络

反向传播网络用于人工神经网络建模。在输入层中,给每个输入节点分配一个形状特征值。训练文件的预期输出[1,0]为花椰菜,[0,1]为杂草。将乙状结肠传递函数应用于每个处理单元,所提出的反向传播人工神经网络模型结构如图 4 所示。

改进的人工神经网络模型,使用正则化方

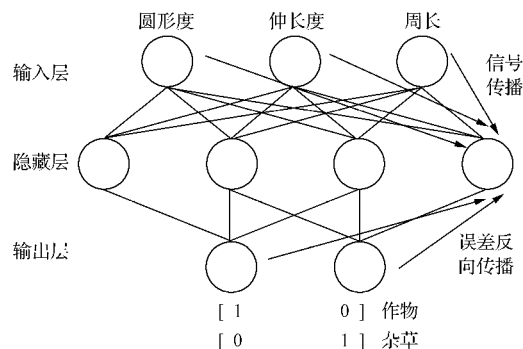


图 4 反向传播人工神经网络结构

Fig. 4 Back propagation artificial neural network structure

法<sup>[8]</sup>。对于独立同分布的训练样本集  $S=\{(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)\} \in R_n \times \Psi$ , 正则化机器学习问题可以归结为求解下述优化问题<sup>[9]</sup>,  $\min_W f(W) = \lambda \|W\|_p + \frac{1}{m} \sum_{(X,Y) \in S} l(W; X, Y)$ 。式

中,  $\|W\|_p$  是正则化项,用于抑制模型的过拟合; $l(W; X, Y)$  是损失函数,控制模型的训练精度。通过调整系数  $\lambda$  为合适的值,则得到兼有训练精度和泛化能力的模型<sup>[10]</sup>,使网络具有较小的权重和偏见。

## 2 结果与分析

### 2.1 支持向量机分类

采用圆形度、伸长度、周长 3 个特征量组合作为输入特征,然后采用径向基核函数的支持向量机进行分类测试。由表 2 可知,识别花椰菜时,将 6 株花椰菜识别为杂草,识别准确率为 88%,杂草的识别率为 90%。

表 2 径向基核函数的支持向量机分类识别情况

Table 2 Support vector machine classification and recognition of radial basis kernel function

| 测试样本<br>Test sample | 识别情况 Identification condition |              |                   |
|---------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|
|                     | 花椰菜/个<br>Cauliflower          | 杂草/个<br>Weed | 准确率/%<br>Accuracy |
| 花椰菜 Cauliflower     | 44                            | 6            | 88                |
| 杂草 Weed             | 10                            | 90           | 90                |

### 2.2 改进的人工神经网络分类

改进的人工神经网络模型采用正则化方法。

由表2可知,识别花椰菜时,将3株花椰菜识别为杂草,识别准确率为94%,杂草的识别率为96%。

表3 改进的人工神经网络分类识别情况

Table 3 Improved classification of artificial neural network

| 测试样本<br>Test sample | 识别情况 Identification condition |      |       |
|---------------------|-------------------------------|------|-------|
|                     | 花椰菜/个                         | 杂草/个 | 准确率/% |
| 花椰菜 Cauliflower     | 47                            | 3    | 94    |
| 杂草 Weed             | 4                             | 96   | 96    |

### 3 结论

人工智能是用进化的神经网络识别杂草,以尽量减少分类训练的时间,并通过优化的神经元参数的误差最小化。该研究在温室大棚环境下,采用改进型人工神经网络模型进行对花椰菜和各种杂草进行分类。在该研究中,采用正则化方法机器学习,以防止过拟合,尽量减少分类的时间,取得了较高的识别率,且实时性较好。进一步的试验研究可针对自然环境下进行杂草识别以及杂草根部的识别确定,为除草机械开发提供技术支持。

### 参考文献

- [1] 张琨,王新宇,王志强. 田间杂草的危害及防治技术[J]. 现代农业,2011(9):40-41.
- [2] 王宏艳,吕继兴. 基于纹理特征与改进 SVM 算法的玉米田间杂草识别[J]. 湖北农业科学,2014,53(13):3163-3166.
- [3] 戴香粮. 图像处理技术在水稻杂草识别中的应用[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版),2008,30(2):53-54.
- [4] 李欣,张晋国,张孟杰,等. 麦田杂草的图像识别技术的研究[J]. 农机化研究,2007(5):64-68.
- [5] 侯晨伟,陈丽. 基于概率神经网络的玉米苗期杂草识别方法的研究[J]. 农机化研究,2010,32(11):41-43.
- [6] 蔡云骧,田振锡,毕道鹏. 背景典型斑点特征的聚类分析[J]. 光电技术应用,2012,27(3):69-73.
- [7] 王献锋,张善文,王震,等. 基于叶片图像和环境信息的黄瓜病害识别方法[J]. 农业工程学报,2014,30(14):148-153.
- [8] 李晓阳. 基于改进贝叶斯正则化 BP 神经网络模型的网络安全态势预测方法研究[J]. 无线互联科技,2014(3):9,28.
- [9] 孔康,汪群山,梁万路. L1 正则化机器学习问题求解分析[J]. 计算机工程,2011,37(17):175-177.
- [10] 吴卫邦,朱烨雷,陶卿. 一种非光滑损失坐标下降算法[J]. 计算机应用研究,2012,29(10):3688-3692.

## Weed Identification Technology of Greenhouse Vegetable Crops in Greenhouse Based on Improved Artificial Neural Network

DONG Liang, LEI Liangyu, LI Xueyuan, LIU Bing, ZHANG Hui

(School of Engineering, Zhejiang A & F University, Lin'an, Zhejiang 311300)

**Abstract:** The greenhouse has been widely used in the cultivation of vegetables, in the production of high efficiency, weed control problems need to be solved urgently. The design was used an improved artificial neural network algorithm to deal with the weed identification in the seedling stage, and the optimization of the parameters of the genetic algorithm in order to reduce the number of errors. The results showed that with the radial basis kernel function of support vector machine algorithm, improved artificial neural network algorithm to identify the correct rate was more high, more than 94% and high efficiency of identification could provide technical support for further weeding robot development.

**Keywords:** neural network; improvement; greenhouse; weed identification