

行严格控制。表7是各处理的干茶色泽和汤色的L, a, b值。由表7可知,不论采用何种气体处理,在常温下,厌氧处理时间在8h以内干茶和汤色基本能保持正常绿色(处理2,处理8),处理时间12h,会产生红梗、红叶,汤色的b/a值增大,颜色变深(处理5);在4℃下,处理时间为12h干茶和汤色仍能保持正常绿色(处理7);但在40℃条件下,厌氧处理4h叶片就会变黄。表明厌氧处理的温度不宜过高,时间不宜过长。

3 讨论

有关茶鲜叶厌氧处理的气体研究不多,据津志田藤二郎等研究报道,茶鲜叶在氮气中处理6h后加工成绿茶,其GABA含量一般会超过150mg/100g^[3],因此,目前日本生产的γ-氨基丁酸茶普遍采用氮气处理。但本试验发现,采用真空或二氧化碳处理的效果明显优于氮气处理,真空处理最优。因此,将来在生产上改用真空处理的方式生产γ-氨基丁酸茶,既能提高茶叶中γ-氨基丁酸的转化效率,又能节约生产成本。

本试验结果表明,厌氧处理温度对提高茶叶中GABA含量影响不大。这与竹内敦子等研究的结果一致^[9]。因此,生产上一般在常温下进行厌氧处理即可。但发现厌氧处理温度对茶叶品质影响很大。如厌氧处理温度在40℃,会导致儿茶素和茶氨酸含量的降低,并且在短时间内使茶叶叶片发黄,汤色加深,影响成品茶的品质。所以,在夏、秋季气温较高时进行厌氧处理,应考虑适当降温,以保持茶叶品质。

有关厌氧处理时间,现在生产上大都采用5~10h。津志田藤二郎等研究发现,茶鲜叶在氮气中处理5h后,其GABA含量达173.9mg/100g;处理10h, GABA含量达到233.9mg/100g,比对照提高8.2倍^[3]。但据竹内敦子等研究报道,在厌氧处理3h内,茶叶中GABA含量显著增加,3h以后,虽有少许增加,但并不明显^[9~11]。这与津志田藤二郎等研究结果有所不同,可能是由于采用的原料和处理条件不同所致。在本试验条件下,以

GABA含量为考察指标,厌氧处理8h是最优水平。厌氧时间过长,不仅不能继续提高GABA含量,而且会导致茶氨酸含量降低,产生红梗、红叶,影响成品茶品质。

根据以上分析,综合考虑GABA含量和茶叶品质两个方面,认为茶鲜叶厌氧处理的最佳条件是:真空、25℃、8h。

参考文献:

- [1] 北京医学院基础部.中枢神经介质概论[M].北京:科学出版社,1977.210-221.
- [2] 薛启萱.神经系统的生理和病理化学[M].北京:科学出版社,1978.138-143.
- [3] 津志田藤二郎,等.γ-アミノ酪酸を蓄積させた茶の製造とその特徴[J].农化,1987,61: 817-822.
- [4] 大森正司.ギャバロン茶健康法[M].东京:(株)建友馆,1992.
- [5] 大森正司,等.嫌气处理绿茶(ギャバロン茶)による高血圧自然発症ラットの血圧上升抑制作用[J].农化,1987,61: 1449-1451.
- [6] ABE Y, Umemura S, Sugimoto K, et al. Effect of green tea rich in gamma-aminobutyric-acid on blood-pressure of Dahl salt-sensitive rats [J]. American Journal of Hypertension, 1995, 8(1): 74-79.
- [7] 林智,大森正司.γ-氨基丁酸茶(Gabaron Tea)降血压机理的研究[J].茶叶科学,2001,21(2): 153-156.
- [8] 林智,大森正司.γ-氨基丁酸茶成分对大鼠血管紧张素转换酶(ACE)活性的影响[J].茶叶科学,2002,22(1): 43-46.
- [9] 竹内敦子,澤井祐典,深津修一.茶葉中酸量嫌气处理の温度と時間の影響[J].茶研報,1994,80:13-16.
- [10] Sawai Y, Konomi K, Odaka Y, et al. Contents of γ-aminobutyric acid in stem of anaerobic incubated tea shoot [J]. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kashi, 1999, 46(4): 274-277.
- [11] Sawai Y, Yamaguchi Y, Miyama D, et al. Cycling treatment of anaerobic and aerobic incubation increases the content of gamma-aminobutyric acid in tea shoots [J]. Amino Acids, 2001, 20(3): 331-334.

遗传算法优化BP及RBF神经网络 用于苹果气味分类

赵杰文, 刘木华, 潘胤飞, 邹小波

(江苏大学生物与环境工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘 要: 本文研究了用遗传算法优化BP和RBF两种神经网络的方法来建立对“好”、“坏”苹果气味识别的

收稿日期: 2003-07-16

基金项目: 江苏省自然科学基金项目(bk2001088)

作者简介: 赵杰文, 教授, 博导, 主要研究方向为农畜产品无损检测技术。

分类模型。形容结果表明,对“好”、“坏”苹果气味进行分类时,遗传算法优化BP和RBF神经网络建立的分类模型判别准确率均大于83%。

关键词:遗传算法;神经网络;电子鼻;苹果气味

The Application of Genetic Algorithm to Optimizing Neural Network for Classifying Apples Scent

ZHAO Jie-wen, LIU Mu-hua, PAN Yin-fei, ZOU Xiao-bo

(School of Biological and Environmental Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: The application of Genetic Algorithms(GA) to optimizing Neural Networks(NN) for classifying apple's scent was studied in this paper. 54 apples were brought from supermarket for experiments the data of apple's scent was collected using electronic nose. The classifying models were obtained by using GA to optimizing backpropagation networks and radial basis networks. The results indicate that accuracy of obtained classifying model were than 83%.

Key words: genetic algorithm; neural network; optimization

中图分类号: Q811; TP212

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2004)02-0039-04

气味在苹果品质中占有很重要的地位。苹果的质量等级规格指标中,要求果实无异常气味或不带非正常的外来气味。苹果的香气成分一般由蚁酸、醋酸、丙酸、丁酸、辛酸等挥发酸及其酯、甲醇、乙醇、乙醛等组成,其中乳酸、乙烯醇、乳酸脂肪、酸酯等为主要香气成分。目前许多厂家生产的传感器对这些气味有很好的响应,这为利用气味分级苹果提供了可能。

神经网络是近年来人工智能研究的一个前沿领域,应用日趋广泛,在电子鼻技术中有很多应用。神经网络也存在一些缺陷,如训练速度慢,容易陷入局部极小值和全局搜索能力弱等,所以神经网络研究的难点之一便是如何得到学习效率好和稳定性好的网络参数和结构。1975年美国Holland教授提出了遗传算法,它模拟自然遗传学原理和生物进化理论,即通过模拟达尔文“优胜劣汰、适者生存”的原理激励出好的遗传结构,同时寻找更好的遗传结构。遗传算法是一种宏观意义下的仿生算法,具有全局并行的随机搜索能力和较强的鲁

棒性,并具有收敛到全局最优的能力。因此,将遗传算法与人工神经网络结合起来有助于得到全局搜索能力强、稳定性好的网络结构。本文就遗传优化BP网络和遗传优化RBF网络在苹果气味分类中的应用进行了探讨与比较,并得出一些结论。

1 苹果气味数据的采集

试验用苹果为花牛苹果,产于天水市北道区廿里铺乡花牛寨。选择“好”的花牛苹果26个和“坏”的花牛苹果28个。“好”的花牛苹果的标准是果实完整,色泽正常,无异常气味,不带不正常的外来水分;“坏”的苹果的标准是有刺伤、有碰压伤或有轻微的褐变。为了使“坏”苹果的损伤处有较强新陈代谢,发出更浓的气味,购买的苹果均在室温环境放置2d后进行气味采集试验。

试验数据的采集装置如图1所示。由压缩空气瓶出来的气体通过阀1进入到气体样本产生室与待测苹果气味

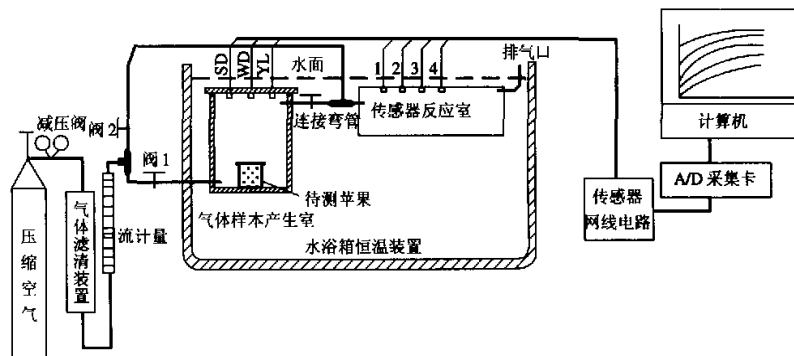


图1 苹果气味的电子鼻采集试验装置

充分混合。气体样本产生室的环境湿度、压力和温度通过湿度传感器(SD)、压力传感器(YL)和温度传感器(WD)监测。混合气体通过阀3进入到传感器反应室与传感器进行反应。传感器反应结果由传感器调理电路、A/D采集卡输入到计算机,然后由采集程序进行处理。每个样品试验完成后,用压缩空气由阀2进到传感器反应室冲去残留气体,使传感器回到起始状态(传感器复原)。

苹果气味采集的传感器选用日本费加罗公司生产的TGS系列厚膜金属氧化锡传感器。由两个TGS880、一个TGS842和一个TGS800共四个传感器组成阵列。苹果气味的传感反应曲线如图2所示。研究中取最大值、起始点到最大值之间的时间t、最大值与初始值之间的相对值、在时间t内的积分值为特征值。每个样本有4个传感器的反应曲线,所以,一个样本可得到 $4 \times 4=16$ 个特征值数据。

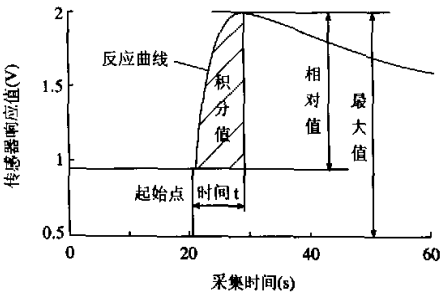


图2 传感器反应曲线的特征值

2 遗传算法优化BP和RBF神经网络的算法实现

遗传算法优化神经网络的算法,一般需要编码(产生染色体基因串)、确定适应度函数、确定初始种群、选择操作、交叉操作、变异操作以及确定终止条件等几个步骤来实现。具体的算法如下:

(1) 编码

遗传算法的编码常用的有二进制编码和浮点数编码。本文采用浮点数编码,浮点数编码的优点是能保持更好的种群多样性。在遗传优化BP网络中,编码顺序为:采用先输入层到隐含层的权重,后隐含层到输出层权重。对于RBF网络,其权重有中心权重、宽度权重及调节权重三种,所以编码顺序为:先把不同的中心和对应的宽度顺次排列完后,再顺序编排各个调节权重。图3、4为BP和RBF网络的拓扑结构示意图,设输入层×隐含层×输出层均为 $m \times h \times n$ 结构。对这两

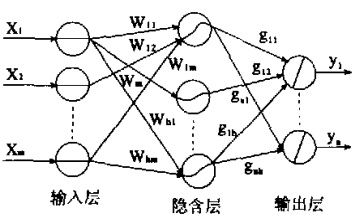


图3 BP神经网络拓扑结构示意图

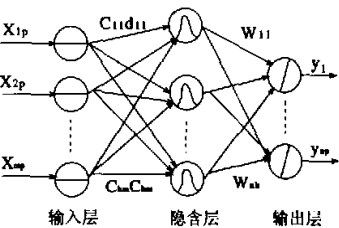


图4 RBF神经网络拓扑结构示意图

种网络的浮点数编码如表1所示。

(2) 适应度函数的确定

适应度指对于一个个体产生的效益。本文中,适应度函数由下式给出:

$$f = \frac{1}{RMS^2} = \frac{1}{\sum_{i=0}^p [f_i(x) - y_i]^2 \over nP}$$
(1)

式中: RMS—均方根误差; n—输出层神经元个数; P—训练样本模式对总数; y_i —第 i 个训练样本的期望网络输出值; $f_i(x)$ —第 i 个训练样本的网络输出值。

(3) 初始种群的确定

初始种群的群体大小(POPSIZE)对计算的搜索空间的大小有很大的影响,初始种群中的个体应该尽量的随机、均布。用随机数发生器产生 POPSIZE 个染色体基因串,这样就完成了种群的初始化。这里 POPSIZE 取 100。

(4) 遗传操作算子

① 选择操作,是指选择个体的方式,常用的方法有轮盘赌选择法和排序选择法^[5]。试验证明,稳态轮盘赌选择法稳定、高效、收敛于全局最优。稳态轮盘赌选择法的实现:先保留父代种群中的部分优质个体(如 10%)直接进入下一代;然后再通过轮盘赌的方式选择配对父个体,交叉后得到其余的部分(如 90%);两部分组成

表1 遗传算法优化BP和RBF网络的编码

网络	编 码
BP	$W_{11}W_{12}W_{13} \cdots W_{1m}W_{21}W_{22} \cdots W_{2m} \cdots W_{hm}g_{11}g_{12}g_{13} \cdots g_{nh}-2g_{nh}-1g_{nh}$
RBF	$C_{11}C_{12}C_{13} \cdots C_{1m}d_{11}d_{12}d_{13} \cdots d_{1m}C_{21}C_{22} \cdots C_{2m}d_{21}d_{22}d_{23} \cdots d_{2m}W_{11}W_{12}W_{13} \cdots W_{1h} \cdots W_{nh}-2W_{nh}-W_{nh}$

下一代。②交叉操作, 是对生物种群有性繁殖的抽象。依照交叉概率, 被随机选择的两个父个体按照一定的规则(如均匀交叉)进行染色体基因串中某些位置上的字符交换, 产生新个体。交叉概率取 $[0.65, 0.9]$ 较为合适^[4]。③变异操作, 模拟了生物进化中的基因变异, 保证了算法的全局搜索, 常用的变异方法是按位变异。变异概率取 $[0.001, 0.1]$ 较为合适^[4]。本文的选择操作采用稳态轮盘赌选择法; 交叉操作采用均匀交叉, 交叉概率取 0.70 ; 变异操作采用按位变异, 变异概率取 0.005 。

(5)算法的技术处理——引入灾变因子。当种群中个体适应度彼此非常接近时, 这些个体进入配对集的机会相当, 而且交叉后得到的新个体也不会有多大的变化。这样, 选择机制有可能趋于纯粹的随机选择, 搜索过程就不能有效的进行, 从而进化过程陷于停顿的状态, 难以找到全局最优解。所谓的灾变因子是指重新随机产生一个群体, 并从中找出几个最优的个体加入到当前代的群体中, 同时把当前群体中最差的个体替换掉, 以增加群体的多样性。试验证明该方法能明显使进化摆脱停顿状态, 并找到最优解。本文采用如下算法技术处理: 如果存在连续 100 代最大适应度不变, 即 $f[99]-f[0]<0.01$ 时($f[99]$ 为当前的最大适应度, $f[0]$ 为 100 代前的最大适应度), 则引入一次灾变因子。

3 遗传算法优化 BP 及 RBF 神经网络用于苹果气味分类

本研究中用于训练的样本数为 36 个, 其中“好”和“坏”苹果各 18 个; 测试集为 18 个, 其中“好”苹果为 8 个, “坏”苹果为 10 个。把传感器阵列的最大值、时间、相对值和积分值作为输入模式向量依次输入, 即记为向量 $(x_1, x_2, \dots, x_{15}, x_{16})$, 经过多次试验比较, 遗传优化 BP 神经网络采用 $16-8-2$ 网络结构, 遗传优化 RBF 神经网络采用 $16-16-2$ 网络结构。训练集的回判结果和测试集的测试结果如表 2 所示。

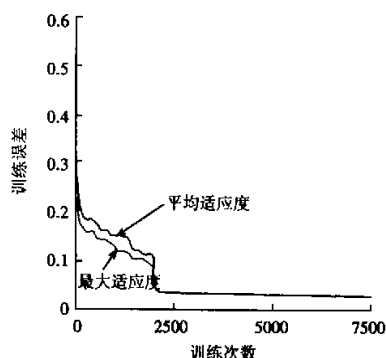
表 2 遗传优化 BP 网络和遗传优化 RBF 网络的计算结果

网络类型	网络拓扑结构	权重个数	训练集的回判率(%)	测试集的判断率(%)
遗传优化 BP	16-8-2	154	100	83.33
遗传优化 RBF	16-16-2	546	91.67	83.33

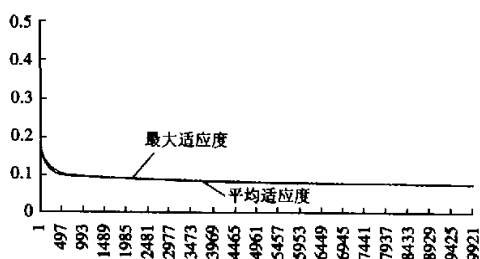
遗传优化 BP 和 RBF 神经网络的训练误差随训练次数而变化的过程如图 5 所示。从中可看出, 遗传算法优化 BP 神经网络与遗传算法优化 RBF 神经网络相比较, 在收敛的精度上, 前者比后者有更明显的优势, 但在收敛的速度和稳定程度上, 后者要优于前者。

4 结 论

(1) 遗传算法优化 BP 神经网络与遗传算法优化 RBF



a. 遗传优化 BP 的训练误差



b. 遗传优化 RBF 神经网络的训练误差

图 5 遗传优化 BP 和 RBF 神经网络的训练误差随训练次数而变化的过程

神经网络相比较, 在收敛的精度上, 前者比后者有更明显的优势, 但在收敛的速度和稳定程度上, 后者要优于前者。

(2) 遗传算法优化 BP 和 RBF 两种神经网络用于对“好”、“坏”苹果气味进行分类有很好的效果, 分类准确率均达到 83.33%

(3) 遗传算法优化 RBF 网络中也有些问题, 例如, 收敛的最佳适应度值不高, 可能和初始群体有关, 有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] 潘胤飞. 基于非线性模式识别的电子鼻技术在苹果分类中的应用[D]. 江苏大学硕士学位论文, 2003.
- [2] 殷勇. 卷烟内在质量人工智能评定方法的研究[D]. 江苏理工大学博士学位论文, 1999.
- [3] 高大启. 基于神经网络的模式分类方法[D]. 浙江大学博士学位论文, 1996.
- [4] 张文修, 梁怡. 遗传算法的数学基础[M]. 西安交通大学出版社, 2000.
- [5] 王小平, 曹立明. 遗传算法—理论、应用与软件实现[M]. 西安交通大学出版社, 2002.