

酒品质量稳定性的神经网络鉴别方法研究

殷 勇, 田先亮

(河南科技大学, 河南 洛阳 471003)

摘 要: 在酒品生产中, 质量稳定性的快速鉴别对确保酒品质量、改进生产工艺有着重要的作用。运用气敏传感器阵列技术和神经网络模式分类方法研究了酒品质量稳定性的快速鉴别方法。鉴别试验结果表明, 合适的传感器阵列可以测试酒品的特征信息, 基于遗传算法的 RBF 神经网络可以建立正确的酒品质量鉴别模型, 进而实现了同种酒品生产过程中质量稳定性的快速鉴别。

关键词: 酒; 质量; 稳定性; 传感器阵列; 神经网络

Research on Neural Network Identification Method for Drinks Quality Stability

YIN Yong, TIAN Xian-liang

(Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: In drinks production, quick identification of quality stability is very important for insuring drinks quality and improving production technique. Gas sensor array technology and neural network pattern classification technique are used to study quick identification of drinks quality stability. The results of identification experiments showed that characteristic information of drinks could be tested by appropriate sensor array. The proper identification model of drinks quality could be set up by RBF neural network based on genetic algorithms, and the quick identification of quality stability in one drink production could also be achieved.

Key words: drink; quality; stability; sensor array; neural network

中图分类号: TS201; TP183

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)11-0210-03

在酒品的生产过程中, 快速、准确地检测产品质量的变化情况, 对企业是非常重要的。这不仅可使企业及早发现问题, 改进生产工艺, 确保质量的稳定性; 而且对进一步优化生产工艺, 提高产品质量提供了依据。目前, 在酒类食品的生产过程中, 质量检测主要采用化学成分分析方法, 如气相色谱法。这种方法不仅繁琐、费时、费用较高, 而且, 人们也不可能对所有成分进行检测。这样, 检测结果就不全面, 不能真正体现产品的质量。因为酒中的化学成分很多, 酒的质量是各种化学成分的综合反映。因此, 研究快速、准确的酒类产品质量稳定性检测技术就显得非常需要。

根据文献[1]可知, 用气敏传感器阵列对酒品检测, 得到的不是被测样品的某种或某几种成分的定性或定量结果, 而是酒品挥发物中的综合信息, 是对被测酒品质量的整体反映。而这种综合信息由酒品质量决定的: 质量不同, 测得的信息也不同。所以, 可以推

知, 通过对阵列信号的鉴别分析可进行酒品质量稳定性的判别。

人工神经网络是一种典型的非参数模式识别技术, 而遗传算法有全局并行随机搜索能力和较强的鲁棒性, 且能收敛到全局最优解^[2]。因此, 基于遗传算法的 RBF 神经网络的分类性能和结构稳定性将得到进一步的改善。所以, 本文拟借助遗传神经网络模式分类技术和传感器阵列技术研究酒品质量稳定性的判别方法。

1 遗传 RBF 神经网络与传感器阵列

1.1 遗传 RBF 神经网络

图 1 为 RBF 神经网络的拓扑结构示意图, 由输入层、隐层(中间层)和输出层组成。假设输入层、隐层、输出层的神经元数分别为 N 、 M 、 P , 那么 RBF 神经网络实现分类映射的关系可表示为:

$$f: R^N \rightarrow R^P$$

收稿日期: 2004-11-29

基金项目: 河南省杰出青年基金资助项目(0612000400)

作者简介: 殷勇(1960-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为农产品、食品品质检测。

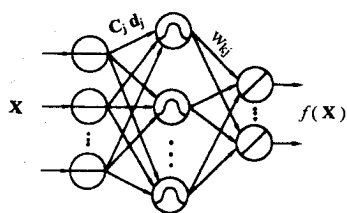


图1 RBF神经网络的拓扑结构示意图

Fig.1 Schematic drawing of RBF neural network topological structure

即由 N 维实数空间映射到 P 维实数空间。这里, N 就是传感器个数, P 是酒的类别数。

图1中, X 为 N 维输入向量模式, $X \in R^N$; $f(X)$ 为 P 维输出向量模式, $f(X) \in R^P$; C_j 、 d_j 分别表示第 j 个隐层神经元的中心向量和宽度向量, $C_j, d_j \in R^N$; w_{kj} 表示第 k 个输出神经元与第 j 隐层神经元之间的调节权重。参数 C_j 、 d_j 和 w_{kj} (这3种参数可统称为权重参数) 是通过神经网络进行训练而得到的。一旦3种权重参数得到确定, 便可用RBF神经网络进行酒品质量的稳定性判别。

用遗传算法训练神经网络, 首先应对神经网络参数进行编码(形成代表权重解的染色体串规则)、随机产生初始种群(种群中的每个个体即为1个染色体解串)、确定适应度函数(用于判别染色体解串的优劣), 然后按照选择、交叉、变异等遗传操作因子实施遗传求解。用遗传算法训练神经网络的具体步骤和方法见文献[3]。

1.2 传感器阵列

传感器阵列是由多个具有不同响应特性的气敏传感器组合而成的。由于酒品质量是由多种成分决定的, 所以传感器阵列在构成上应能对多种成分产生响应。因此, 组成阵列的传感器不应有很强的选择性而应具有广谱响应特性, 这样不但降低了对传感器的选择性要求, 还有利于提高阵列的效率。针对这种要求, 选择了日本费加罗公司生产的TGS-8系列传感器来构成传感器阵列。经过初步的试验研究, 确定了阵列的具体构成: 由TGS-813、TGS-800、TGS-812、TGS-822、TGS-824、TGS-825构成。

2 酒品质量稳定性鉴别试验研究

2.1 酒品质量稳定性鉴别思想

选取不同种类的酒品进行传感器阵列测试, 以便建立不同种类酒品的神经网络分类模型。为了研究酒品质量的稳定性, 在被测试的酒品对象中, 应有1类或几类酒品包含不同产期的酒。1种产期的酒用来建立分类模型, 剩余产期的酒用来检验其是否能归类到相应的酒类中(如某种酒选取了2个产期, 其中1个产期和其它类别的酒一起建立了神经网络分类模型, 另1产期便可用来

鉴别质量的一致性)。如果剩余产期的酒通过神经网络处理后能归类到相应的酒类中, 那么就说明同类不同产期酒的质量是一致的, 酒品质量的稳定性便得到了肯定。

2.2 传感器的温、湿度补偿方法

TGS-8型气敏传感器受环境温、湿度的影响较大, 如果不对这种影响进行有效的补偿, 势必影响到处理结果的准确性。在此文研究中采用了基于知识的温、湿度补偿方法^[4]。其思想是: 把温、湿度也作为测量信息(用温、湿度传感器测量), 作为神经网络的输入, 建立包含温、湿度信息的分类模型, 致使分类模型蕴涵了环境温、湿度的补偿信息。这样, 在判别不同产期酒品质量稳定性时, 也应对判别对象进行包含温、湿度信息的测量, 并用建好的神经网络分类模型处理, 以得到稳定性的判别。

2.3 试验材料

选取河南仰韶酒厂的仰韶优品酒(浓香型, 记为ysyp)、河南汝阳的中华杜康酒(浓香型, 记为rydk)、北京红星二锅头酒(清香型, 记为bjegt)作为试验对象。其中, 仰韶优品酒选了2个产期, 分别为2002年2月2日(记为ysyp22)、2002年11月29日(记为ysyp1129)。为了便于下面的描述, 把2个产期的仰韶优品酒也看成2种酒, 那么试验对象就是4种酒。

2.4 试验方法

2.4.1 取样方法

取样准确是进行分析的基础。由于酒所散发出来的挥发性成分是可压缩流体, 并且具有扩散作用, 因此, 要做到取样准确并非容易。故, 选取酒的挥发气体进行测量是不能保证取样准确的, 而且环境温度对酒气的产生过程也有明显影响。所以, 采用液体定量取样方式, 取样量为5ml。

2.4.2 测试方法

气敏传感器的测量分稳态测量和动态测量2种形式。由于酒气挥发是一个过程, 在1L容积的试验箱中传感器达到稳态需要较长的时间, 不利于测试, 况且受试验容器密闭性的影响, 稳态是相对的。所以, 采用了动态信号测量方法。每种酒测试30个样品, 不同种酒的测试是交替进行的。在测试过程中, 每个样品的动态测量点是500个数据, 每个数据是传感器连续3次响应值的平均值, 以消除每次测量中的噪声信号; 同时记录对应每个样品数据的温、湿度传感器的测量值。具体的测试步骤见文献[4]。

2.5 测试结果的特征值提取

每个样品的1个传感器动态测量实际上是该传感器对测试样品的1条动态响应曲线(可由500个测量数据绘出), 为了便于后续的数据处理和表达响应曲线的本质

特征,选取了曲线的平均微分值(Kave)作为动态测量的最终测试结果。因为平均微分值反映了气敏传感器对酒气响应的平均速度,体现了测量信息的主流特征。所以取平均微分值作为测试特征值是有物理意义的^[5]。曲线的平均微分值可用500个测试数据相邻2数据的直线斜率的均值表示。

2.6 试验结果与分析

根据前述,4种酒共取120个样品,测试结果对应于 120×6 条动态响应曲线,这些曲线可用 120×6 个平均微分值表示。考虑到温、湿度的测量信息,实际上,每个样品的测试结果是一个8维行向量,所以试验的最终结果为 120×8 个测试数据。

不失一般性,假设取汝阳杜康(rydk)、北京二锅头

表1 ysy1129的神经网络识别结果

Table 1 Identifying results of neural network for drink ysy 1129

样品号	期望值	网络计算值
1	0 0 1	0.011 0.021 0.975
2	0 0 1	0.015 0.023 0.964
3	0 0 1	0.056 0.127 0.868
4	0 0 1	0.101 0.123 0.786
5	0 0 1	0.024 0.107 0.884
6	0 0 1	0.078 0.047 0.891
7	0 0 1	0.024 0.013 0.971
8	0 0 1	0.012 0.010 0.981
9	0 0 1	0.021 0.004 0.985
10	0 0 1	0.009 0.004 0.991
11	0 0 1	0.011 0.004 0.988
12	0 0 1	0.023 0.006 0.981
13	0 0 1	0.101 0.021 0.896
14	0 0 1	0.078 0.012 0.921
15	0 0 1	0.067 0.008 0.928
16	0 0 1	0.079 0.011 0.898
17	0 0 1	0.047 0.031 0.931
18	0 0 1	0.003 0.006 0.991
19	0 0 1	0.002 0.003 0.994
20	0 0 1	0.014 0.007 0.992
21	0 0 1	0.006 0.003 0.995
22	0 0 1	0.003 0.004 0.992
23	0 0 1	0.013 0.006 0.988
24	0 0 1	0.104 0.008 0.902
25	0 0 1	0.006 0.004 0.995
26	0 0 1	0.024 0.008 0.981
27	0 0 1	0.113 0.012 0.893
28	0 0 1	0.026 0.011 0.983
29	0 0 1	0.107 0.008 0.894
30	0 0 1	0.005 0.006 0.991

(bjegt)和2002年2月2日生产的仰韶优品酒(ysyp22)的测试结果(共90个样本)构成神经网络的训练集(75个)和测试集(15个),它们的期望值可用(1 0 0)、(0 1 0)、(0 0 1)表示rydk、bjegt和ysyp22三种酒。根据文献[3]给出的遗传RBF神经网络训练算法,当神经网络的拓扑结构是 $8 \times 11 \times 3$ 、训练采用的交叉概率为0.75、变异概率为0.02、训练迭代次数为20000次时,训练集的正确回报率为97.8%,测试正确率为100%。由此可以认为,在这种训练条件下,已较好地建立了基于训练集和测试集的神经网络分类模型。用此神经网络模型对仰韶优品酒(ysyp1129)的30个测试样本进行了鉴别,结果如表1所示。

由表1可知,仰韶优品酒ysyp1129的神经网络计算值除第4号样品外,其它29个样品的计算值均大于0.8,且第4号样品的计算值也接近0.8,所以,基本上可把这些样品归到(001)这一类中,进而说明了仰韶优品酒ysyp1129和ysyp22属于同一等级或同一质量的酒,也说明了2个产期的仰韶优品酒在质量上是稳定的。

3 结 论

通过选取合适的气敏传感器来构造测试阵列,可以获取能够反映酒品质量的特征信息;利用遗传神经网络可建立基于这些特征信息的酒品质量分类模型;利用分类和归类的思想可判别不同产期或不同批次酒品质量的稳定性或一致性;这些方法或技术的融合便可实现酒品质量稳定性的快速检测。

参考文献:

- [1] 殷勇,田先亮,易军鹏,等.人工嗅觉技术在酒类鉴别中的应用现状与展望[J].食品科学,2003,24(8):204-206.
- [2] 赵杰文,刘木华,潘胤飞,等.遗传算法优化BP及RBF神经网络用于苹果气味分类[J].食品科学,2004,25(2):39-42.
- [3] 殷勇,邱明,刘云宏,等.基于遗传神经网络的酒类鉴别技术[J].农业机械学报,2003,34(6):104-106.
- [4] 田先亮.基于人工嗅觉的酒类质量鉴别及稳定性判别方法研究[D].河南科技大学,2004.
- [5] 田先亮,殷勇,刘红俊.酒类鉴别的人工嗅觉技术研究[J].食品科学,2004,25(2):29-32.