

一种基于计算机嗅觉的卷烟等级识别方法

邓炳荣 伍世元 武琳 邵雅雯 李江勇

(广东工业大学 信息工程学院 广东 广州 510006)

摘要:为利用计算机嗅觉系统(电子鼻)快速、简便地识别同种品牌不同等级的卷烟,选取三种不同等级的“双喜”牌卷烟作为实验对象,利用 PEN3 电子鼻分别检测整盒(未开封)、滤嘴、烟丝、烟纸、烟气等 5 个方面的的气味,并利用主成分分析(PCA)和主成分分析+线性判别分析(PCA+LDA)分别对该 5 种气味信息进行分析。最后利用相关性分析对整盒气味信息的待测样本进行了区分测试。结果显示:单独利用 5 种气味的信息都区分出三种等级,其中区分效果由优到劣依次是滤嘴、烟气、整盒、烟丝、烟纸。利用相关性分析方法对整盒待测样品的测试正确率达 100%。

关键词:电子鼻;卷烟;主成分分析;线性判别分析;相关性分析

中图分类号:TP301

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)11-0177-05

Application of Electronic Nose in Discrimination of Different Levels Cigarette

DENG Bing-rong, WU Shi-yuan, WU Lin, SHAO Ya-wen, LI Jiang-yong

(School of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In order to fast, easily discriminate the same brand of cigarette with different levels using electronic nose, the "ShuangXi" cigarette with three different levels were used in this experiment. The odors of the entire box (unopened), the filter, the cut tobacco, the cigarette paper and the smoke were respectively tested by PEN3 electronic nose, and the method of PCA and the method of PCA +LDA were used to analyze the information of the five different odors. Finally, experimental samples were tested based on the odor information of the entire box using correlation analysis. The results showed that the three levels could be discriminated from the information of the five different odors respectively, with the effects from superior to inferior followed by the filter, the smoke, the entire box, the cut tobacco, the cigarette paper. The accuracy of testing the entire box samples by correlation analysis reached 100%.

Key words: electronic nose; cigarette; principal component analysis; linear discriminant analysis; correlation analysis

0 引言

计算机嗅觉集计算机、材料、电子和智能计算等多学科于一体,是模拟生物(人体)嗅觉的一种新兴仿生技术。计算机嗅觉系统(俗称“电子鼻”)具有抗干扰能力强、准确度高、重现性好、不易疲劳、感知范围广等优点,并且不需溶剂、样品预处理要求简单、无污染,已在农产品检测^[13]、食品工业^[4-5]、医疗卫生^[6-7]、中药材鉴别^[8]等领域取得了广泛应用。

相对于以上领域,电子鼻在烟草领域中的应用研究相对较少。李敏健等^[9]利用 FOX4000 型电子鼻成功分辨不同类型及同一类型不同风格的卷烟,结果与感官评价一致;朱先约等^[10]利用同种类型电子鼻检测了 3 个地区共 70 种烤烟样品的挥发性成分,并对电子

鼻采集数据分别进行主成分分析、聚类分析和判别函数分析,测试样品的正确率达 91.7%;毛友安等^[11]也利用同种类型电子鼻建立了卷烟烟丝挥发性组分整体性质的人工智能评价方法。殷勇等^[12]利用气敏传感器阵列结合神经网络技术,对卷烟香气质量进行了评价。

上述主要是单独研究卷烟的烟丝或烟气,而忽视卷烟的其他角度的气味信息研究。因此,拟通过电子鼻从不同角度研究卷烟的识别效果,建立一种电子鼻快速、准确、简便识别卷烟等级的面向现场应用的方法。

1 材料、仪器与方法

1.1 材料和仪器

(1) 实验样品 “双喜”牌“经典 1906”香烟、“双喜经典”香烟、“软 01”香烟各 2 盒(按照它们的市面售价的高低分别定为等级 1、等级 2、等级 3)。

(2) 电子仪器: PEN3 电子鼻系统 1 套;台式计算机 1 台。

收稿日期:2011-04-14;修回日期:2011-07-20

基金项目:国家自然科学基金(60971105)

作者简介:邓炳荣(1985-),男,广东信宜人,硕士研究生,主要从事智能信息处理、数字信号处理。

1.2 方 法

1.2.1 试样处理与制备

(1) 整盒卷烟预处理。各取“双喜”牌 3 个等级香烟 1 盒,用 PEN3 电子鼻配带的吸气针分别于烟盒顶面靠近左右两条棱边的中间位置打 2 个孔,然后分别置于 250mL 烧杯内,贴上标签,最后用保鲜膜密封烧杯口。

(2) 烟支解剖。取 9 个 150mL 的干净烧杯,分别将剩下的 3 盒香烟(3 个等级)中的 10 支烟支解剖为滤嘴、烟丝、烟纸 3 个部分,然后分别存于 150mL 的烧杯中并贴上相应的标签,最后用保鲜膜密封烧杯口。

1.2.2 电子鼻检测

实验前,利用实验室内的温度湿度控制系统根据文献[13]将实验室的温度控制在 2425℃ 范围内,相对湿度控制在 4856% 范围内,然后按照 PEN3 电子鼻的操作要求搭建好实验系统。

(1) 整盒卷烟气味的检测。用吸气针通过其中一小孔插进烟盒体内,电子鼻抽取烟盒体内的气味进行检测。

(2) 滤嘴、烟丝、烟纸气味的检测。直接把吸气针插穿烧杯口的保鲜膜进入烧杯内进行检测。

(3) 烟口气味的检测。利用试管夹将一完好烟支水平地固定于铁架台上,于烟支上方固定一开口朝下的 500mL 的烧杯,烧杯口尽量靠近烟支但不置烟支于其内。然后用充气打火机点燃烟支,让烟气自然上升进入烧杯内,然后进行检测。

1.2.3 数据处理

PEN3 电子鼻有 10 个对不同类型气体具有交叉灵敏度的传感器,若采样时间为 60s,采样间隔为 1s,则它完成对某气味的一次检测后获得该气味的 60×10=600 维的气味数字信息。为了提高运算效率和减少存储空间,必须对原始数据进行压缩,去掉冗余信息,这就涉及到数据降维、特征选择与提取问题。

通过理论论证和效果比较,文中构造以下特征向量:各传感器曲线在 60s 内的平均值;各传感器曲线在 60s 内的方差;各传感器曲线在 60s 内的微分值;各传感器曲线被拟合成 4 阶幂曲线后在 60s 内对时间的积分值;各传感器曲线的 4 阶拟合系数。

特征向量可以通过仿生嗅觉气味分析识别软件生产。主成分分析法(PCA)是一种用于分类的线性技术,是电子鼻数据处理中最为常用的方法之一。其最大的特点在于降维,它可将多维空间降为低维空间,从而找出最重要的变量,同时尽可能多地保留原有信息。而线性判别分析(LDA)也是一种常用的模式分类算法,由原始数据经线性组合构造判别函数,将多维空间分成一些子空间,能够最大限度地区分不同的样品集,

分类效果好且易实现。然而鉴于主成分分析(PCA)和线性判别分析(LDA)都存在缺点,于是提出了结合两者优点的方法—PCA+LDA 方法^[14]。而相关性分析是计算相似性度量的一种常用方法。通过相关性分析后,可以判断出未知样本属于数据库中的哪一类。

2 结果与讨论

2.1 滤嘴、烟气、整盒、烟丝和烟纸的气味分析

利用仿生嗅觉气味分析识别软件可以分别得到滤嘴、整盒、烟气、烟丝和烟纸的气味分析结果,如图 16 所示。其中,图标中的“DJX-AB”:DJ(等级的汉语拼音缩写);X(级别 1 2 或 3);AB(滤嘴、烟气、整盒、烟丝和烟纸的汉语拼音缩写)。如“DJ2-YS”表示“等级 2-烟丝”。

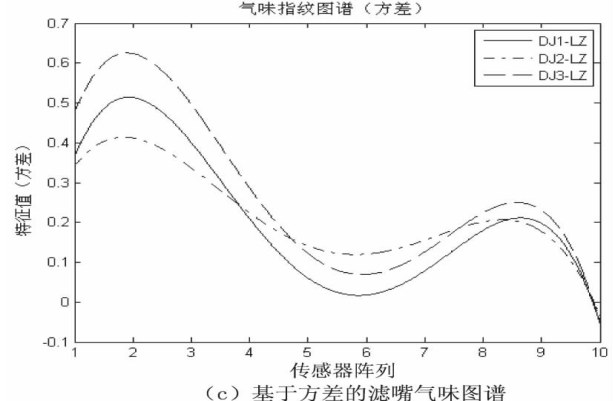
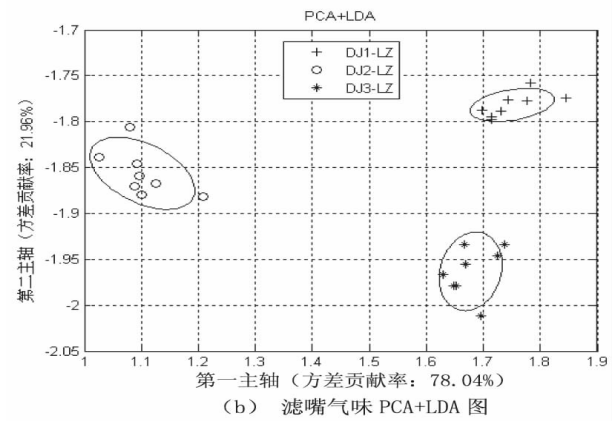
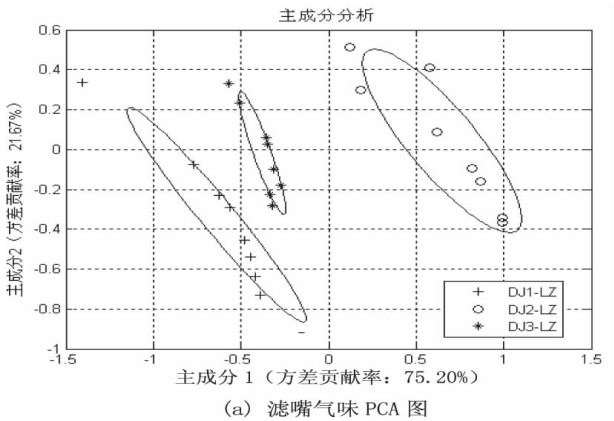


图 1 滤嘴气味分析图

首先看滤嘴气味分析图(见图 1),PCA 图中的数据点虽然散乱,但是三个等级的数据点没有重叠在一起,基本能够区分三个等级;PCA+LDA 图中三个等级的数据点分得较开,而且三个数据中心呈三角形,分类效果较好;基于方差的气味图谱中,三个等级的图谱曲线比较分明,区分度较好。

再看烟气气味分析图(见图 2)。其中,PCA 图的数据点杂乱无章,根本达不到分类目的;而 PCA+LDA 图和基于方差的气味图谱区分效果都比较满意。

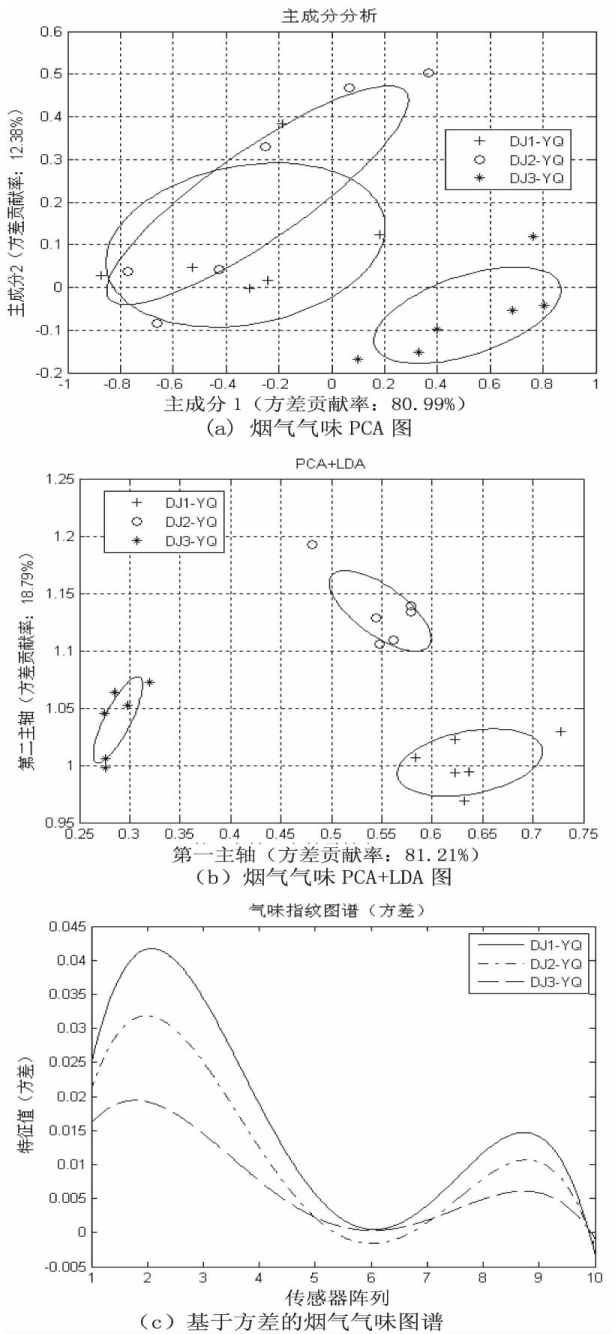


图 2 烟气气味分析图

而整盒气味分析图(见图 3)中,PCA 图三个等级的数据点不但散乱,而且还有重叠现象,分类效果较差;PCA+LDA 图中的三种等级的数据点从左到右按等

级由低到高排列,没有重叠现象,区分较好;而基于方差的气味图谱中,三个等级的图谱曲线相似度较大,不利于区分。

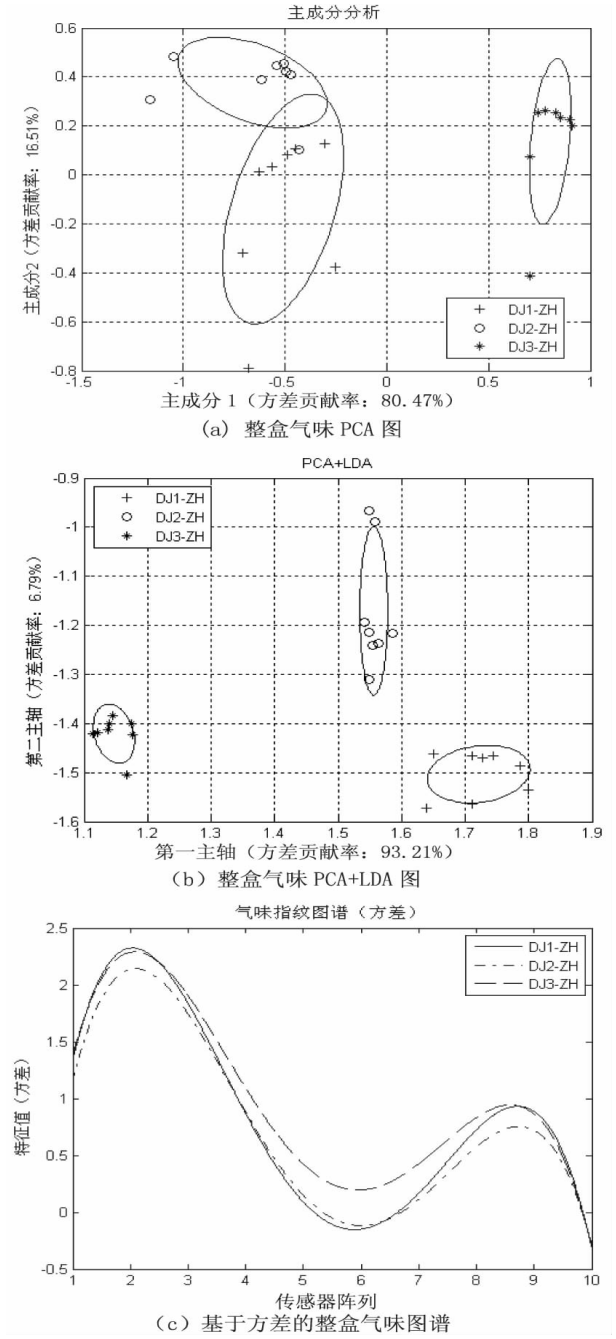


图 3 整盒气味分析图

由烟丝气味分析图(见图 4)可以看出,其 PCA 图和 PCA+LDA 图均存在数据点散乱和重叠现象,分类效果均不佳;然而基于方差的气味图谱中的三条等级图谱曲线在第一个顶峰处的值由等级 3 至等级 1 从高到低排列,区分程度较好。

最后,烟纸气味分析图(见图 5)中的 PCA 图和 PCA+LDA 图中的数据点散乱和重叠现象均比烟丝的 PCA 图和 PCA+LDA 图严重;而基于方差的气味图谱区分度却比烟丝的要好,区分度较大。

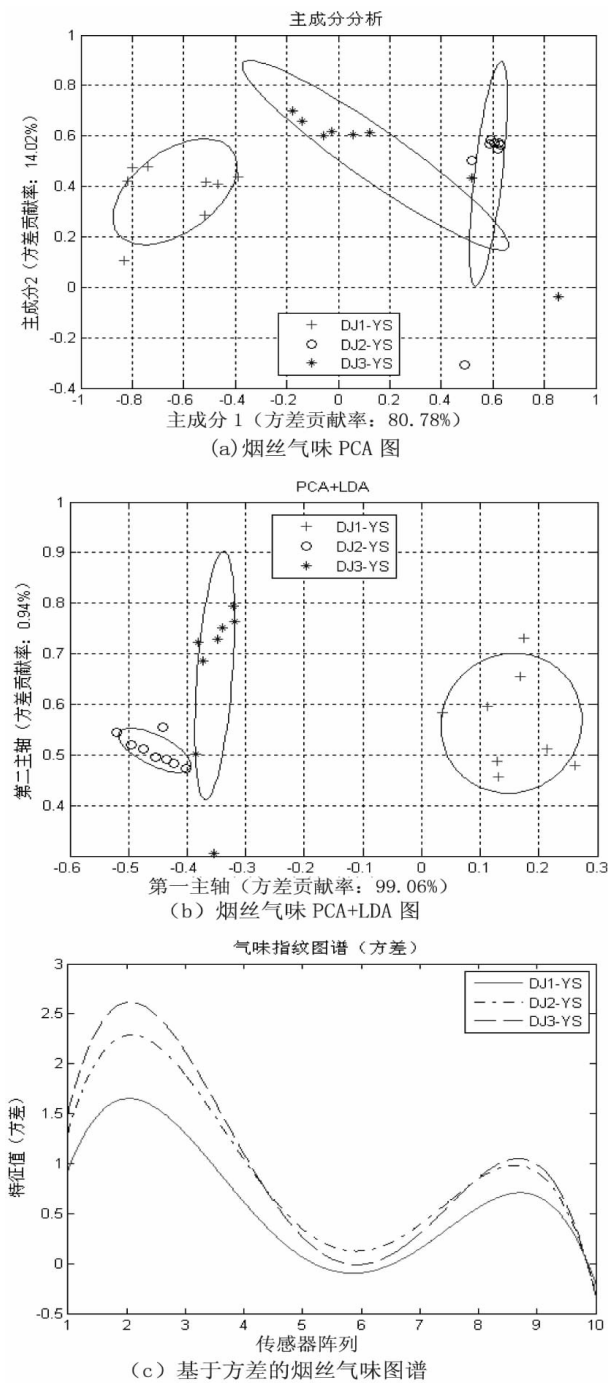


图 4 烟丝气味分析图

2.2 基于相关性分析的样品测试

在用 PEN3 电子鼻检测这 5 种气味的过程中,整盒卷烟样品的预处理是最简单的,检测整盒卷烟的气味也是最简便和省时的,而且用 PCA+LDA 方法处理数据也能获得较好的区分效果,所以这个检测手段非常适合现场检测应用。

以下采用整盒卷烟气味数据和利用基于 PCA+LDA 的相关性分析方法对待测样本进行测试。待测试样本一共有 12 个,分为 3 组,每组中等级 1、等级 2 和等级 3 的待测样本数分别是{1,1,2}、{1,2,1}、{2,1,1}。

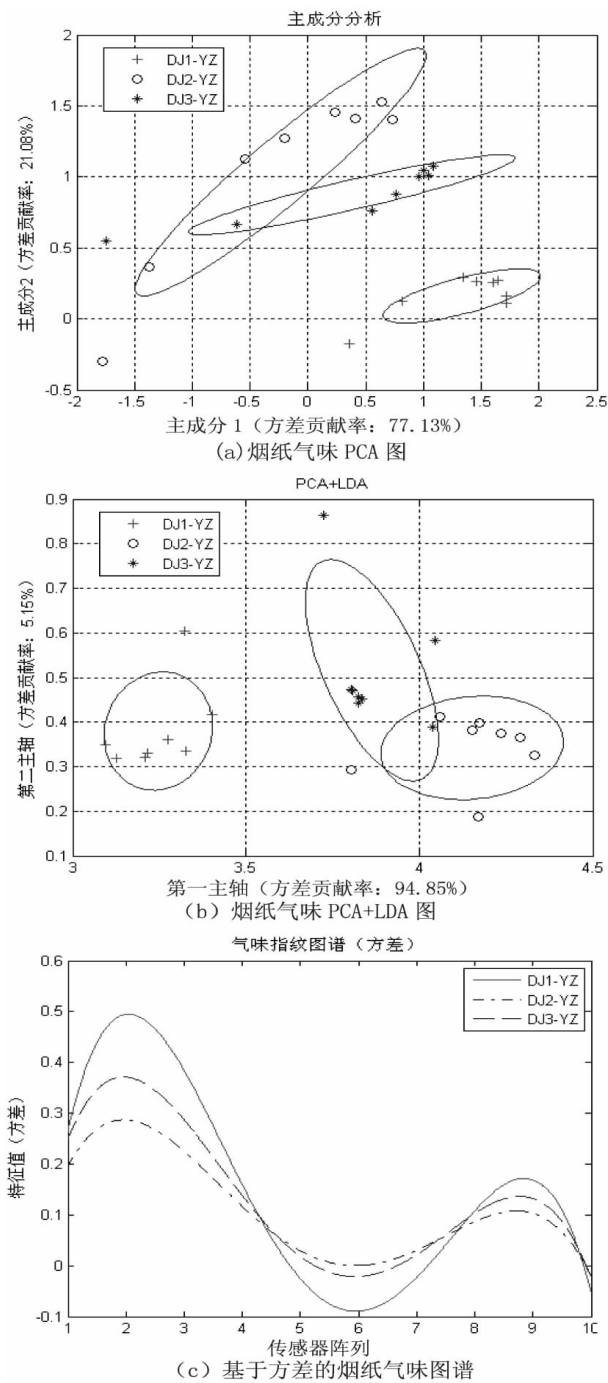


图 5 烟纸气味分析图

利用气味分析识别软件可以得到以上三组测试样本的相关性分析结果(见图 6)。

图 6 表明 3 组待测样品都能准确归类到正确等级类别,正确率达 100%。因此,用 PEN3 电子鼻对整盒卷烟气味信息进行检测和区分不同等级是可行的。

3 结束语

通过利用 PEN3 电子鼻和仿生嗅觉气味分析识别软件对“双喜”牌“经典 1906”香烟、“双喜经典”香烟、“软 01”香烟的滤嘴、烟气、整盒、烟丝和烟纸的气味进行检测和对比分析发现:

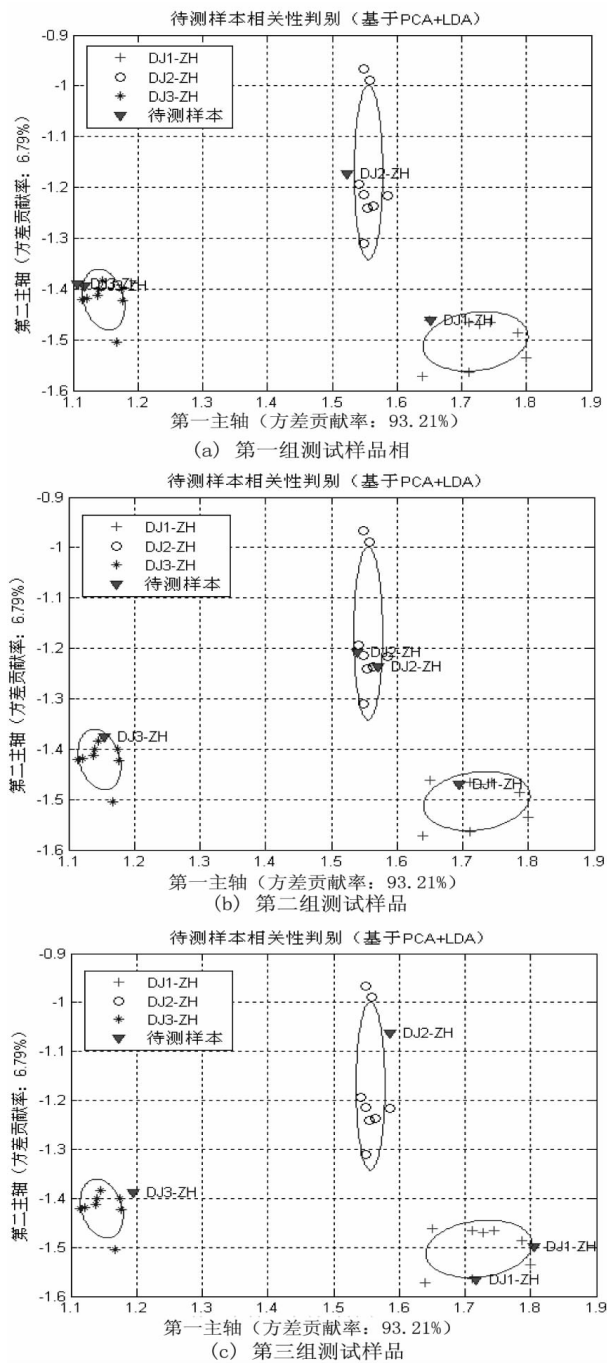


图 6 整盒卷烟气味的样品相关性分析图

- ①滤嘴、烟气、整盒、烟丝和烟纸的气味信息通过适当的数据处理方法都能获得理想的区分效果;
- ②用相关性分析方法对整盒卷烟气味信息进行区

分测试的正确率达 100%。

因此 利用电子鼻和计算机信息处理技术识别同种品牌不同等级卷烟是可行的。

参考文献:

- [1] 伟利国,张小超,赵博,等.电子鼻技术及其在小麦活性检测中的应用[J].农机化研究 2010 32(6):150-152.
- [2] Yang Ziyin ,Dong Fang ,Shimizu K et al. Identification of coumarin-enriched Japanese green teas and their particular flavor using electronic nose [J]. Journal of Food Engineering 2009 , 92(3):312-316.
- [3] 周博,王永维,王俊,等.鸡蛋贮藏时间和新鲜度的电子鼻检测[J].浙江大学学报:工学版 2010(5):863-869.
- [4] Cozzolino D ,Cynkar W ,Damberg R G et al. Two-dimensional correlation analysis of the effect of temperature on the fingerprint of wines analysed by mass spectrometry electronic nose [J]. Sensors and Actuators B 2010 145(2):628-634.
- [5] 郭奇慧,韩利英,白雪.电子鼻测定香精气味的研究[J].食品工业 2010(3):40-42.
- [6] 邓淑琴,洪金花,万艳群.电子鼻咽镜直视下鼻咽活检方法的比较观察[J].江西医药 2010 45(5):459-460.
- [7] Yu Kai ,Wang Yishan ,Yu Jin et al. A portable electronic nose intended for home healthcare based on a mixed sensor array and multiple desorption methods [J]. Sensor Letters 2011 ,9(2):876-883.
- [8] 刘红秀,姬生国,庄家俊,等.基于仿生嗅觉的中药材鉴别的实现[J].广东药学院学报 2009 25(4):356-360.
- [9] 李敏健,沈光林,伍锦鸣,等.电子鼻技术在卷烟内在品质分析中的应用[J].烟草科技 2009(1):9-21.
- [10] 朱先约,宗永立,殷延齐,等.利用电子鼻区分不同产地、不同品种的烤烟[J].中国烟草学报 2009 15(3):22-24.
- [11] 毛友安,刘巍,黄建国,等.用电子鼻检测技术比较卷烟烟丝挥发性组分整体性质的研究[J].化学传感器 2007 ,27(4):36-42.
- [12] 殷勇,吴守一.用基于神经网络的电子鼻评定卷烟香气质量[J].仪器仪表学报 2003 24(1):86-88.
- [13] 庄家俊.基于仿生嗅觉的道地中药材鉴别方法研究[D].广州:广东工业大学 2010.
- [14] 庄家俊,骆德汉,邹宇华.百草油鉴别分类的电子鼻实现方法研究[J].传感器与微系统 2010 29(7):62-65.

(上接第 176 页)

- [6] IBM. RFC3720: Internet Small Computer Systems Interface (iSCSI) [S/OL]. 2004. <http://www.ietf.org>.
- [7] Axis. H.264 Video Compression Standard , White Paper[EB/OL]. 2008. <http://www.axis.com>.
- [8] 王凯,王瑞奇.高清视频技术及其在电力通信的应用[J].电力系统通信 2010(1):55-58.
- [9] 胡文勃,杨学冬,夏永泉.城市视频监控系统之整合方案[J].软件导刊 2009(11):98-99.
- [10] 郑世宝.智能视频监控技术与应用[J].电视技术 2009(1):94-96.
- [11] 郑岚,马绪鹏,马韵洁.城市交通视频监控模型研究[J].科技信息 2010(12):488-489.
- [12] 李晓飞.网络视频监控系统的發展与应用[J].数据通信, 2010(2):11-13.