

装饰纸表面视觉特征分类的 可见光光谱分析

杨忠, 张毛毛, 吕斌, 庞晓宇

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 应用可见光光谱分析技术,进行装饰纸表面视觉特征的快速分类,探讨此技术代替传统人工目测评定和测色仪评定方法的可行性。对6类装饰纸的可见光光谱数据进行建模,并比较光谱预处理的影响。结果表明:利用原始光谱对装饰纸进行分类,判别正确率达93%~100%;光谱经多元散射校正和标准正态变量校正预处理后,正确率进一步提高至97%~100%。

关键词: 人造板; 装饰纸; 视觉特征; 可见光光谱; 分类

中图分类号: TS664.02 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2014)05-0032-04

Visible Spectroscopy Analysis on Surface Visual Characteristics of Decorative Paper

YANG Zhong, ZHANG Mao-mao, LV Bin, PANG Xiao-yu

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: A method of visible spectroscopy analysis technology was used to evaluate the visual characteristics on the surface of decorative paper in order to explore the feasibility of visible spectroscopy instead of traditional human's visual assessment and instrument measurement to classify decorative paper. The classification models were established by visible spectroscopy data from six types of decorative paper using the methods of partial least-squares discriminant analysis (PLS-DA), and the classification accuracy derived from different spectral pretreatment methods were compared. The results showed that the classification accuracy based on raw spectra was 93%~100%. The accuracy using multiplicative scatter correction (MSC) and standard normalized variate (SNV) pretreated spectra was up to 97%~100%.

Key words: wood-based panels; decorative paper; visual characteristics; visible spectroscopy; classification

近几年,由于人们对生活和居住环境改善的要求不断增加,装饰纸在人造板饰面领域的应用日益扩大。据中国林产工业协会装饰纸专业委员会不完全

统计,2013年我国人造板饰面专用原纸的销量合计68.9万t,同比增长17.38%。然而,在装饰纸行业快速发展的进程中,也暴露出装饰纸色差、渗透性不好、光稳定性较差等质量问题,其中,色差作为最直观的因素,往往成为消费者投诉的主要原因。

传统的色差评价方法主要有人工目测评定和测色仪评定。人工目测评定的结果受主观因素影响较

收稿日期: 2013-11-05; 修改日期: 2014-07-30

基金项目: 国家质量监督检验检疫总局公益性行业科研专项经费项目“双打中林业相关产品检验鉴定技术研究”(2012104006)。

作者简介: 杨忠(1976—),男,中国林科院木材工业研究所副研究员。

大,容易引起争议。测色仪评定虽然将色差量化,评定结果比较客观,但不适用于有两种或两种以上纹理和颜色的表面评定,且难以实现对装饰纸的实时监控。因此,探索准确快速地评定装饰纸表面的视觉特征的新方法,尤为重要。

可见光光谱是一种人眼可以感知的光谱,从物体表面采集的可见光光谱数据可反映物体的表面视觉特征信息,具有操作简单、分析速度快等优点,在建好模型的基础上,仅需几秒即可输出物体表面视觉特征的检测结果。

近几年,可见光光谱分析技术已在食品、医学、土壤及木材科学^[1-5]等领域得到广泛应用。笔者尝试采用可见光光谱无损检测技术,对人造板饰面用装饰纸进行快速分类,以期为制定装饰纸外观特征评定方法,建立预测模型,实现装饰纸产品质量的实时监控,提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

从市场采集装饰纸样品,260 张,规格为 140 mm×110 mm。

1.2 仪器设备

日本产 CM-2600d 便携式分光测色计、国产 MN60 型光泽度仪、美国 ASD 公司产 Field Spec®近红外光谱仪等。

1.3 试验方法

首先,通过传统的人工目测分类方法,从 260 张样品中,按表面纹理和颜色选取 6 类 120 张试验样品,并用分光测色计及光泽度仪测定装饰纸表面视觉特征参数,以验证传统人工肉眼分类方法的准确性;然后,采用可见光光谱分析技术进行快速分类研究。

1.3.1 传统视觉特征分类

根据人工目测观察装饰纸的表面视觉特征,将其分为 6 类:木纹-深色(G-D)、木纹-略深色(G-M)、木纹-浅色(G-L)、素色-深色(S-D)、素色-略深色(S-M)及素色-浅色(S-L)。每类纸取 20 张,共 120 张。

为验证传统目测分类结果的准确性,利用分光测色计及光泽度仪,测量其表面明度(L^*)、红绿轴色品指数(a^*)、蓝黄轴色品指数(b^*)等参数,计算综合色差 ΔE^* 、明度差 ΔL^* 、彩度差 ΔC^* 和色调差 ΔH^* 、光泽度 G 等参数。

1.3.2 可见光光谱分析

设定近红外光谱仪的波长范围为可见光波长区域 350~780 nm。采集光谱时,将样品垂直放置于两分叉光纤探头正下方,光斑直径为 8 mm,以聚四氟乙烯制成的白色标准板进行空白校准。每个样品表面设置 5 个采集点,每个采集点扫描 30 次后保存为一条光谱,所有样品表面共采集 600 条光谱。

应用 Unscrambler 9.2 软件进行数据的分析。由于可见光光谱在 350 nm 附近受噪音干扰比较严重,为了减少噪音对光谱数据的影响,除利用原始光谱数据之外,还采用一阶导数处理、二阶导数处理、多元散射校正(Multiplicative scatter correction, MSC)和标准正态变量校正(Standard normalized variate, SNV)等 4 种方法对光谱进行预处理,比较预处理的效果。数据分析采用偏最小二乘判别分析法(Partial least-squares discriminant analysis, PLS-DA)^[6]。

2 结果与讨论

2.1 传统视觉特征分类方法的效果分析

表 1 列出 6 类装饰纸表面的色度色差参数值。通过分析验证了 6 类装饰纸各参数之间的差异均比较明显,说明目测观察分类法的结果比较合理。

表 1 6 类装饰纸表面的色差参数以及光泽度参数统计结果
Tab. 1 Statistics for surface visual characters of six types of decorative paper

装饰纸类型	综合色差 ΔE^*		明度差 ΔL^*		彩度差 ΔC^*		色调差 ΔH^*		光泽度 G	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
木纹-深色(G-D)	70.61	1.81	63.38	4.64	28.86	10.23	3.59	0.66	2.13	0.58
木纹-略深色(G-M)	43.45	6.28	30.20	4.54	30.65	6.52	3.58	0.42	3.35	0.31
木纹-浅色(G-L)	13.52	2.55	8.53	1.29	10.11	2.97	1.90	0.31	5.99	0.23
素色-深色(S-D)	46.33	5.28	34.73	7.71	29.86	2.13	3.68	0.11	3.85	0.70
素色-略深色(S-M)	31.74	1.79	14.42	1.18	28.08	1.46	3.31	0.10	5.60	0.27
素色-浅色(S-L)	4.82	0.42	3.17	0.19	3.47	0.44	1.06	0.08	6.98	0.19

2.2 装饰纸表面视觉物理参数与可见光光谱数据的相关性

利用偏最小二乘法,对装饰纸 5 个表面视觉参数与可见光光谱数据进行相关性分析,模型的校正和预测结果列于表 2。

表 2 装饰纸表面参数与可见光光谱数据的相关性分析

Tab. 2 Relationship between visible spectroscopy and visual parameters of decorative paper's surface

样品集	参数	ΔE^*	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	G
校正集	相关系数	0.990	0.987	0.960	0.963	0.978
	校正标准误差	3.107	3.322	3.385	0.289	0.363
验证集	相关系数	0.990	0.987	0.958	0.962	0.976
	预测标准误差	3.138	3.341	3.440	0.292	0.372

由表 2 结果可知,装饰纸表面视觉特征模型中,综合色差(ΔE^*)、明度差(ΔL^*)、彩度差(ΔC^*)、色调差(ΔH^*)和光泽度(G)的实测值和预测值相关系数均在 0.95~0.99 之间,呈显著相关。

图 1a、b 分别表示样品在可见光光谱区域,所建模型的表面综合色差 ΔE^* 和光泽度参数 G 的实测值与预测值相关系数。从图中可以看出,样品比较均匀地分布在趋势线的两侧。说明可见光光谱中包含了反映装饰纸表面视觉物理特征的相关信息。

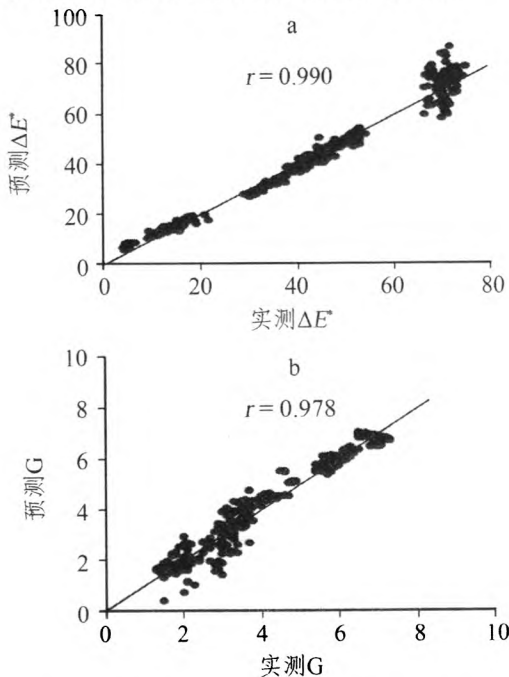


图 1 装饰纸 ΔE^* 、G 与可见光光谱的相关性

Fig. 1 Relationship between visible spectroscopy and color difference and glossiness of decorative paper's surface

2.3 可见光光谱技术快速分类的效果分析

利用可见光光谱结合偏最小二乘判别分析法对 6 类装饰纸进行建模,装饰纸原始光谱所建模型实测值与预测值之间的相关系数为 0.780~0.971,模型的校正标准误差为 0.088~0.234。

而光谱经过一阶导数、二阶导数、标准正态变量校正和多元散射校正预处理之后,模型实测值与预测值之间的相关系数分别为 0.699~0.950、0.248~0.893、0.907~0.950 和 0.908~0.961,校正标准误差分别为 0.116~0.267、0.168~0.361、0.117~0.157 和 0.103~0.157,说明光谱预处理对可见光光谱模型效果有一定的影响。

利用原始光谱以及预处理光谱所建的模型,分别对 6 类 120 张装饰纸样品再次进行分类预测,结果列于表 3。

表 3 在不同光谱预处理方法下可见光光谱分析法的分类预测结果

Tab. 3 Classification results of decorative paper based on visible spectroscopy coupled with PLS-DA

装饰纸类型	分类识别正确率/%				
	原始光谱	一阶导数	二阶导数	多元散射校正	标准正态变量校正
G-D	100	99	90	99	100
G-M	96	96	0	98	100
G-L	97	86	23	98	97
S-D	93	92	47	100	100
S-M	100	100	16	100	100
S-L	100	100	0	100	100

表 3 显示,可见光原始光谱对 6 类装饰纸的判别正确率已达到了 93%~100%,说明可见光光谱非常有潜力代替传统方法来实现装饰纸的快速分类。原始光谱在经过一阶导数和二阶导数预处理之后,所建模型的效果显著降低,判别的正确率分别下降为 34%~99%和 0%~90%;而经过 SNV 和 MSC 预处理之后,光谱模型效果显著提高,判别正确率达到 97%~100%。说明 SNV 和 MSC 预处理方法可明显提高原始光谱数据的分类准确率,适用于可见光光谱对装饰纸的判别分类。

3 结论

1) 可见光光谱数据与装饰纸表面的视觉物理参数的相关系数达到 0.95~0.99,说明可见光光谱数

据中包含有反映装饰纸表面视觉特征参数信息,利用可见光光谱技术(350 nm~780 nm)结合偏最小二乘判别分析法,得到的装饰纸分类模型校正结果比较理想。

2) 应用可见光光谱分析技术,对装饰纸样品分类判别的正确率达到 93%~100%;光谱经过 SNV 和 MSC 预处理后,判别的正确率进一步提高,达到 97%~100%。

3) 可见光光谱分析技术有潜力应用于装饰纸表面视觉特征的快速分类。在今后的研究中,有待增加装饰纸样品的类型和数量进一步开展试验,为实现该技术在装饰纸表面色差质量控制中的实际应用提供依据。

参考文献:

- [1] 杨华峰,杨勇,董勤,等.紫外-可见光谱技术在葡萄酒品质评价中的应用[J].酿酒科技,2012(11):58-60,64.
- [2] Andueza D, Agabriel C, Constant I, et al. Using visible or near infrared spectroscopy (NIRS) on cheese to authenticate cow feeding regimes[J]. Food Chemistry, 2013, 141(1): 209-214.
- [3] 宋海燕,秦刚,韩小平,等.基于可见光谱的不同质地土壤有机质快速测定[J].农业机械学报,2012,43(7):69-72.
- [4] 汪佑宏,刘杏娥,江泽慧,等.黄藤材薄壁细胞木质素分布的可见光谱分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2012,36(6):140-142.
- [5] Kobori H, Yonenobu H, Noma J, et al. Discriminant analyzing system for wood wastes using a visible-near-infrared chemometric imaging technique [J]. Applied Spectroscopy, 2008, 62(8): 854-859.
- [6] 杨忠,任海青,江泽慧. PLS-DA 法判别分析木材生物腐朽的研究[J].光谱学与光谱分析,2008,28(4):793-796.

(责任编辑 向琴)

《林产化学与工业》征订启事

刊号:ISSN 0253-2417 CN 32-1149/S

双月刊,1981 年创刊,中国林业科学研究院林产化学工业研究所、中国林学会林产化学化工分会共同主办,全国林产化学工业的学术类期刊。

报道范围:可再生的木质和非木质生物质资源的化学加工与利用,包括生物质能源、生物质化学品、生物质新材料、生物质天然活性成分和制浆造纸等,主要包括松脂化学、生物质能源化学、生物质炭材料、生物基功能高分子材料、胶黏剂化学、森林植物资源提取物化学利用、环境保护工程、木材制浆造纸为主的林纸一体化和林产化学工程设备研究设计等方面的创新研究成果。

现被美国《工程索引》(EI)、《化学文摘》(CA 核心)、“乌利希国际期刊指南”、荷兰《文摘与引文数据库》(Scopus)、英国《英联邦农业和生物科学文摘》(CAB Abstracts)、《全球健康》、《皇家化学学会系列文摘》(RSC)、俄罗斯《文摘杂志》(PJK)等国外数据库收录;被“中国科学引文数据库(CSCD)”核心库、“中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”、“RCCSE 中国核心学术期刊(A)”、“中国农业核心期刊”、“中国期刊全文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“中文科技期刊数据库”、“中国核心期刊(遴选)数据库”、《中国学术期刊文摘》等国内 10 多种大型刊库收录,2008、2011 年连续两届被评为“中国精品科技期刊”。

逢双月月末出版,大 16 开,国内外公开发行,国内邮发代号:28-59,定价 15.00 元/期,全年 90.00 元;国外发行代号:Q5941,15.00 美元/期,全年 90.00 美元。

地址:210042 江苏省南京市锁金五村 16 号林化所内

电话:025-85482493 传真:025-85482493

Email: cifp@vip.163.com http://www.cifp.ac.cn

《生物质化学工程》征订启事

刊号:ISSN 1673-5854 CN 32-1768/S

双月刊,中国林科院林产化学工业研究所主办,面向国内外公开发行的全国生物质化工行业的技术类刊物。

报道范围:可再生的木质和非木质生物质资源的化学加工与利用,包括生物质能源、生物质化学品、生物质新材料、生物质天然活性成分和制浆造纸等。主要报道内容为松脂化学、生物质能源化学、生物质炭材料、生物基功能高分子材料、胶黏剂化学、森林植物资源提取物化学利用、环境保护工程、木材制浆造纸为主的林纸一体化和林产化学工程设备研究设计等方面的创新研究成果。

主要栏目:研究报告、综述评论、行业热点、信息等。

读者对象:适于从事生物质化学工业、林产化学工业、林业、农业、森工、能源、轻工、化工、环保、医药、食品、土产、商检、外贸等行业从事科研、教学、生产、经营、设计工作等相关人士阅读。

现被美国《化学文摘》(CA)收录期刊、《乌利希国际期刊指南》收录、RCCSE 中国核心学术期刊(A)、2010 年中国农业核心期刊、“中国期刊全文数据库”、“中文科技期刊数据库”、“万方数据——数字化期刊群”、“CEPS 中文电子期刊服务”全文收录期刊、“中国学术期刊综合评价数据库”统计刊源期刊、《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊。

A4 开本,56 页,单月月底出版;邮发代号 28-205,国内年订价 60.00 元;国外发行代号 BM 2743,国外年定价 60 美元。

地址:210042 江苏省南京市锁金五村 16 号林化所内

电话:025-85482492 传真:025-85482492

Email: bce@vip.163.com http://www.bce.ac.cn