

文章编号: 1672-8785(2014)07-0021-03

利用基于红外光谱成像的光谱特征匹配法显现被掩盖字迹

蔡能斌¹ 裴耀祥² 姜 梅³ 黄晓春¹

(1. 上海市公安局物证鉴定中心上海市现场物证重点实验室, 上海 200083 ;

2. 上海市公安局虹口分局, 上海 200433 ;

3. 上海公安高等专科学校, 上海 200336)

摘 要: 提出了一种用于显现被碳素墨水掩盖的字迹的光学方法, 为查明案情提供了技术支撑。利用红外成像光谱仪采集了被碳素墨水掩盖字迹的光谱影像集, 并运用光谱特征匹配法对光谱影像集进行了分析和处理, 较清晰地显现了被碳素墨水掩盖的字迹。实验结果表明, 基于红外光谱成像的光谱特征匹配法是显现被碳素墨水掩盖字迹的有效光学方法。

关键词: 法庭科学; 红外光谱成像; 光谱特征匹配; 掩盖字迹

中图分类号: DF794.2 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2014.07.005

Revealing Covered Handwriting Mark by Spectral Feature Matching Based on Infrared Spectral Imaging

CAI Neng-bin¹, PEI Yao-xiang², JIANG Mei³, HUANG Xiao-chun¹

(1. Shanghai Key Laboratory of Criminal Scene Evidence, Institute of Forensic Science,

Shanghai Public Security Bureau, Shanghai 200083, China;

2. Shanghai Public Security Bureau of Hongkou Branch, Shanghai 200433, China;

3. Shanghai Public Security Academy, Shanghai 200336, China)

Abstract: An optical method for revealing the handwriting mark covered by carbon ink is proposed. It can provide a technical support for the finding of cases. An infrared imaging spectrometer is used to collect a set of infrared spectral images of the handwriting mark covered by carbon ink. Through the analysis and processing of the collected infrared images by a spectral feature matching method, the handwriting mark covered by carbon ink is revealed clearly. The experimental result shows that the spectral feature matching method based on infrared spectral imaging is an effective optical method for revealing handwriting marks covered by carbon ink.

Key words: forensic science; infrared spectral imaging; spectral feature matching; covered handwriting mark

收稿日期: 2014-04-11

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题 (2012BAK02B03)

作者简介: 蔡能斌 (1967-), 男, 上海青浦人, 高级工程师, 主要从事现场物证光学探测方面的研究。

E-mail: nengbincai@163.com

0 引言

在办理刑事案件的过程中,有时会遇到一些重要的文字信息被掩盖,能否显现和提取这些被掩盖的文字信息往往是此类案件侦查的关键。显现被掩盖字迹是法庭科学研究的热点和难点之一。谢朋等人研究了利用透析法显现被掩盖字迹的情况^[1-5],连园园等人研究了利用光谱成像技术显现被掩盖字迹的方法^[6],李伟等人研究了利用文检仪显现被掩盖字迹的方法^[7],陈薇等人研究了利用氩离子激光分色照相技术显现掩盖字迹的方法^[8],王天顺研究了利用红外照相技术显现被掩盖字迹的方法等^[9]。然而,这些方法对被黑色签字笔等含有碳素成分的墨水掩盖的字迹的显现效果并不理想。为此,孙维龙等人研究了利用热压转印法显现被墨汁和碳素墨水掩盖字迹的方法^[10],陈春涛研究了综合利用图像的灰度变换、代数运算和色彩变换等图像处理技术显现被墨汁和碳素墨水掩盖字迹的方法^[11],徐兆海研究了用多波段光源配合 CCD 摄像机显现被碳素墨水掩盖字迹的方法^[12]。本文通过实验研究,提出了一种基于红外光谱成像技术可显现和提取被掩盖的字迹的光谱特征匹配法,并取得了较好的实验效果,为显现和提取被黑色签字笔等含有碳素成分的墨水掩盖的字迹提供了一种新的方法。

1 实验部分

1.1 实验装置

实验装置如图 1 所示。主要设备有美国产的 Nuance SNIR(650~1050 nm) 红外光谱成像仪、Nuance 3.0.1.2 光谱采集处理软件、日本产的 Nikon 60 mm 镜头、上海的恒光 HG-805 物证检验载物平台、澳大利亚产的 POLILIGHT 500 多波段光源和广州的星博 MISystem2.1 物证鉴定成像光谱分析软件。

1.2 实验材料

检测材料为 1 份被黑色签字笔墨水掩盖的圆珠笔字迹。

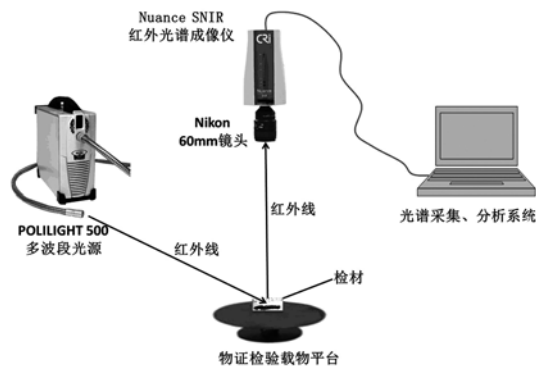


图 1 实验装置

1.3 实验方法

- (1) 将检测材料置于 HG-805 物证检验载物平台上;
- (2) 开启 POLILIGHT 500 多波段光源,选择白光输出,以 45° 左右的入射角照射检测材料;
- (3) 开启 Nuance SNIR 红外光谱成像仪,运行 Nuance 3.0.1.2 光谱采集处理软件,取景调焦;
- (4) 选定红外光谱成像仪的成像波长范围为 650~1050 nm,波长步进为 10 nm。采集检测材料的红外光谱影像集,储存影像立方体;
- (5) 运行 MISystem2.1 物证鉴定成像光谱分析软件,打开光谱影像立方体;
- (6) 分析影像目标区域,标定目标区域的光谱,如图 2 所示。标定光谱 1 为纸张背景的光谱,光谱 2 为圆珠笔字迹的光谱,光谱 3 为黑色签字笔墨水的的光谱;



图 2 光谱标定的操作界面

- (7) 分析光谱 1、光谱 2 和光谱 3 曲线的形态特征。选择形态差异最大处为中心波长,进行光谱特征匹配,如图 3 所示。预览匹配结果,输出图像。

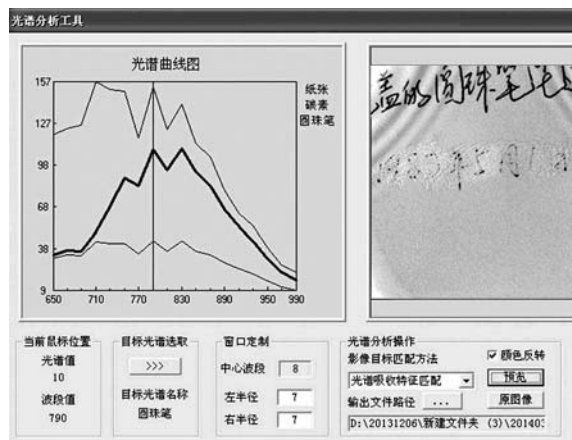


图 3 光谱特征匹配的操作界面

1.4 实验结果

用红外光谱仪对检测材料进行成像, 用光谱特征匹配法对采集到的红外光谱影像集进行处理。实验结果清晰地显现了被碳素墨水掩盖的字迹, 如图 4 所示。

2 讨论

签字笔是一种在结构上不同于传统钢笔的书写工具的统称。有些黑色签字笔含有碳素成分, 而有些则不含, 本文仅讨论含有碳素成分的签字笔。含有碳素成分的墨水由于稳定性好、书写的字迹不宜褪色, 重要文件的书写都要求使用碳素笔。碳素又称碳黑, 是以含碳原料 (主要为石油) 经不完全燃烧而产生的微细粉末, 外观为纯黑色的细粒或粉状物, 其颜色的深浅、粒子的细度和比重的大小均随所用原料和制造方法的不同而有所差异。其主要成分是碳元素, 还含有少量的氢、氧、硫、灰分、焦油和水分。碳黑具有吸收红外线的性能, 它在显微分光光度计近红外区 (400~800 nm) 的光谱曲线几乎是一条直线^[13]。黑色签字笔的墨水是一种混合物质, 除含有碳黑成分外, 还包含有机染料、高分子树脂、低分子溶剂及表面活性剂等^[14]。图 5 是对检测材料进行红外线 (850 nm) 照相的效果。由图 5 可见, 由于红外线穿透了有机染料等物质, 红外线照相使掩盖的笔迹变得稀疏, 同时被掩盖的圆珠笔字迹也变得很淡, 因此, 传统的红外线照相难以显现被掩盖的字迹。



图 4 (a) 普通照相的效果 (b) 红外光谱特征匹配法显现的效果



图 5 红外线 (850 nm) 照相的效果

不同的物质具有不同的光谱特征。光谱成像技术将不同物质的光谱特征以曲线的形式展现出来。在特定的波长下, 目标区域 (如: 被掩盖的字迹) 与正常区域之间的光谱值会存在差异, 在该波长下图像之间的灰度也必然存在一定的差异, 据此可实现对目标的分析和判别^[15]。光谱匹配技术通过对光谱曲线的波形或特征匹配比较来识别不同的物质, 该技术可分为整波形匹配和光谱特征匹配。整波形匹配包括最小距离匹配、光谱角匹配和交叉光谱匹配等。光谱特征匹配包括光谱吸收特征匹配^[16]等。基于光谱特征的光谱匹配从分析光谱特征入手, 在光谱曲线上提取有意义的光谱特征参量来完成图像像元的识别, 可从波峰、波谷和拐点等决定曲线形状的特征点着手开展光谱特征研究^[17]。实验中, 对检测材料进行红外光谱成像及目标区域选择, 获得的纸张背景的光谱曲线为光谱 1、圆珠笔字迹的光谱曲线为光谱 2、黑色签字笔墨水的的光谱曲线为光谱 3, 如图 3 所示。由光谱曲线图可见, 光谱 1、光谱 2、光谱 3 的曲线在 750 nm、790 nm、830 nm 处均为波峰。在 790 nm 波段处, 光谱 1、光谱 2、光谱 3 的曲线特征差异

(下转第 32 页)