

基于PLS、LDA的中医面诊光泽识别研究*

□李福凤** (上海中医药大学中医四诊信息化综合实验室 上海 201203)

李国正 (同济大学控制科学与工程系 上海 201804)

周睿 (上海中医药大学中医四诊信息化综合实验室 上海 201203)

赵瑞玮 (同济大学控制科学与工程系 上海 201804)

王忆勤 郑晓燕 (上海中医药大学中医四诊信息化综合实验室 上海 201203)

摘要 目的 探讨中医面诊中光泽信息客观识别的方法。方法 结合计算机视觉,利用计算机辅助进行面部光泽判断,尝试将偏最小二乘法(PLS)和线性判别式分析(LDA)方法在4种不同色彩空间下进行实验,做为面部光泽信息提取的手段。结果 PLS、LDA、2DLDA在RGB、HSV、Lab这些3通道的色彩空间上的判断正确率均高于单通道的判断结果;不同的特征抽取方法在不同色彩通道上得到的正确率不同:PLS方法在Lab颜色空间上对人脸光泽的判断正确率为89.06%,LDA在Lab颜色空间上判断正确率为88.69%,2DLDA在RGB颜色空间上判断正确率为89.00%。结论 不同特征抽取方法对于识别中医面诊光泽信息都具有积极作用,为中医望诊中光泽的量化检测技术研究提供了一种新的方法和思路。

关键词 中医面诊 面诊光泽 特征抽取 PLS LDA 2DLDA

doi: 10.3969/j.issn.1674-3849.2011.06.011

面部望诊是中医诊法的特色之一。中医学历来重视面部望诊,主要包括望颜色和望光泽两部分。《灵枢》云“十二经脉,三百六十五络,其血气皆上于面而走空窍”,心主血脉,其华在面,手足三阳经皆上行于头面,所以通过面部色诊可以诊断脏腑精气的盛衰与经脉气血的盈亏。《素问·脉要精微论》曰:“夫精明五色者,气之华也”。认为气血之精华上行头面及外达肌肤,可以表现出不同色泽。《望诊遵经·色以

润泽为本》曰:“光明润泽者,气也,青赤黄白黑者,色也。有气不患无色,有色不可无气”。观察面部光泽的变化可以诊断脏腑精气的盛衰,对判断病情轻重、推测预后至关重要。但传统面部光泽判读,主要是依靠临床医生主观评价,缺乏客观化数据支持,成为影响中医面诊发展的重要原因之一。

随着现代颜色光学理论的发展和测色仪器的更新,众多专家学者将颜色光学理论和现代仪器,如色差计、分光光度计等引入到中医诊断现代化研究的领域^[1~3],丰富了中医面部色泽望诊的内容,但这些指

收稿日期:2010-12-14

修回日期:2011-12-18

* 国家自然基金项目(30600796):基于多种信息处理技术的面色诊信息自动识别研究,负责人:李福凤;校级杏林学者计划项目(R110203):中医面诊多特征信息提取与融合研究,负责人:李福凤;上海市教委重点学科(第三期)(S30302):中医诊断学,负责人:王忆勤。

** 通讯作者 李福凤 副教授 博士,主要研究方向:中医四诊规范化、客观化研究,Tel:021-51322346,E-mail:fufeng_lee@hotmail.com。

标多数停留在望“色”的阶段，还没有从望光泽的角度加以测量分析，如色差计的应用遵循中医正常人面色“红黄隐隐，明润含蓄”中观察面色的一些要点，接近中医色诊理论，但尚不能反映出面色光泽如编外裹含蓄之象。因此需进一步寻找更加符合中医五色诊原理的算法提取色泽信息，为研制中医面诊检测系统提供技术支持。

2006 年本课题组率先对面色诊信息的计算机自动识别开展了研究，对面部颜色的算法进行了探讨，初步研制了中医面色分析系统和建立了 3600 余例临床面色诊数据库^[4~6]。但是对光泽的研究尚未进行。本课题以中医基础理论及临床实践为依据，初步运用 PCA、2DPCA、(2D)2PCA 方法提取面部光泽特征。

一、面诊图像数据的采集与判读

1. 临床面色判读表的制订

查阅中医经典和近 20 年相关面色诊文献，结合中医诊断学理论中的五色诊病原理和临床实际情况，设计中医面色判读表；然后邀请上海中医药大学及其附属医院专家共 13 名，运用中医理论知识和临床经验对面色的五色分类方法进行评价，并对表格中的条目逐一进行筛选，决定其取舍。采纳大多数专家的修改意见和建议确定临床面色判读表，光泽分为 2 个级别有光泽、无光泽^[7]。

2. 不同医生判读面诊一致性检验

由于中医医生对面色观察判断上存在分类标准的不确定性、观察者的差异性、描述方式的差别等，造成面色判读结果不一。面色的判读结果与面色分类和定量有密切的关系，意义在于其是基础又是参照，只有往复验证才能得到正确的分类和定量结果。本文通过对 5 名中医专家对不同患者的面色进行判读，计算卡帕(Kappa)值，分析不同医生对同一面色判读的一致性情况，寻找其规律，为进一步计算机识别研究奠定基础。

(1) 面色采集装置介绍。

以 LED 为照明光源、以相机为摄像介质的便携式面色采集装置，采用面光源取代传统条形或点光源，光照柔和均匀、性能稳定、低压供电、安全性高，面诊拍摄暗箱^[8]（见图 1）。于 2007 年至今，运用该采集装置在上海中医药大学附属龙华医院、曙光医院、岳阳医院、仁济医院等门诊、住院部采集各系统疾病患者面诊 3600 余例资料。其中用于本实验专家判读

一致的面诊图片 160 例。

(2) 专家小组判读面部光泽。

发放量表，专家组人员熟悉量表，5 名中医专家对随机编号的 20 幅面色照片进行观察并填写观察表。隔日，将面色照片重新随机编号，同一时间 10 名中医专家再次观察并填写观察表。

(3) 结果。

5 名中医专家对 20 例面色照片判读的 Kappa 分析结果说明中医专家自身判读面色的前后一致性都比较高（见表 1）。Kappa 值：光泽 > 面色 > 唇润燥 > 唇色，说明中医医师对面部光泽判读的稳定性最高。在统计学上 Kappa 值是用以判定不同观察者对同一患者的观察结果间，或同一观察者在不同时间对同一观察结果（包括采集病史、体格检查、诊断试验的解释、预后的确定及患者对治疗的反应等）的可靠性和实用性。

$$Kappa \text{ 值} = \frac{\text{观察一致率} - \text{机遇一致率}}{1 - \text{机遇一致率}}$$

5 位专家判读 20 幅面色照片的总一致率如下：面色为 69%，光泽为 80%，唇色为 75%，唇润燥为 85%，见表 2。

上述结果表明中医专家借助量（级）化的面色观察表判读面色信息，予以综合分析、正确从舍，可较好的实现对中医面色有效而简明的分类，为的计算

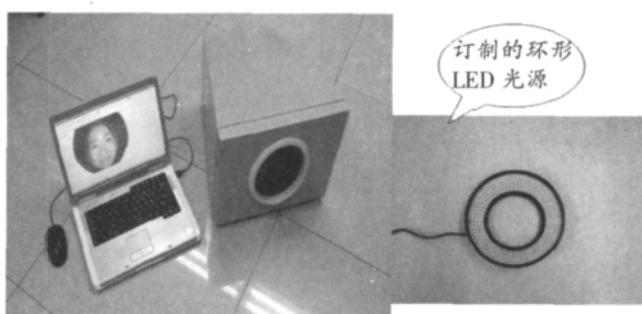


图 1 面诊采集装置

表 1 5 名中医专家对 20 例面色照片判读的 Kappa 值

专家编号	面色	光泽	唇色
1	0.691	0.889	0.620
2	0.432	0.521	0.347
3	0.732	0.632	0.622
4	0.450	0.571	0.432
5	0.615	0.690	0.432
平均 Agreement 值	0.658	0.762	0.586

机识别面诊信息提供中医医理支撑。

3. 用于信息提取的面部照片确定

根据上述一致性检验结果，选取判读光泽准确而且有丰富望诊经验的 2 名临床医生或中医诊断学专家跟随临床进行面色光泽判读，填写面诊判读量表；最后确定 2 名专家判读完全一致的照片作为标准面色照片用于计算机专家信息提取。对判读分歧较大的照片经专家组讨论后确定其分类归属。本文选取 160 幅照片用于光泽信息提取，即有光泽 80 例、无光泽 80 例。

二、特征抽取算法

线性判别式分析 (Linear Discriminant Analysis, LDA) 是模式识别的经典算法，是一种常用的线性特征提取方法，它是在 1996 年由 Belhumeur 引入模式识别和人工智能领域的。LDA 是将高维的模式样本投影到最佳鉴别矢量空间，以达到抽取分类信息和压缩特征空间维数的效果，投影后保证模式样本在新的子空间有最大的类间距离和最小的类内距离，即模式在该空间中有最佳的可分离性。偏最小二乘法(Partial least square, PLS) 是一种稳健统计分析方法，它于 1983 年由伍德 (S.Wold) 和阿巴诺(C.Albano) 等人首次提出。它无需剔除任何解释变量或样本点，具有简单稳健、易于定性解释、预测精度较高等优点，通常用于数据探索性分析，或者处理多重共线性严重资料，尤其当解释变量个数多、样本量少时很有效。本文运用 LDA^[9] ,2DLDA^[10] 和 PLS^[11] 特征提取方法识别中医面诊光泽信息。

本实验 LDA 使用类标信息，它是在训练数据的基础上建立类间散布矩阵和类内散布矩阵。

$$S_B = \sum_{i=1}^L N_i (\bar{X}_i - \bar{X})' (\bar{X}_i - \bar{X})$$

$$S_W = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{N_i} (X_j - \bar{X}_i)' (X_j - \bar{X}_i)$$

LDA 通过最大化准则函数，使得数据的类间散布矩阵最大，类内散布矩阵最小。

$$J(w) = \frac{w' S_B w}{w' S_W w}$$

2DLDA 的方法和 LDA 类似，除了它是直接在二维图像基础上直接建立类间散布矩阵和类内散布矩阵，像在 LDA 中的情况一样，2DLDA 试图最大化类似的准则函数。

$$S_B = \sum_{i=1}^L N_i (\bar{A}_i - \bar{A})' (\bar{A}_i - \bar{A})$$

$$S_W = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{N_i} (A_j - \bar{A}_i)' (A_j - \bar{A}_i)$$

本实验 PLS 试图同时寻找数据和类别的最佳投影方向，使它们投影后产生最大的协方差，以便于更好的分类。

$$\text{Max}_{\|a\|=\|b\|=1} [\text{cov}(Xa, \gamma b)]^2$$

三、结果与分析

在本实验中，我们选择由 2 位中医专家判定一致的“有光泽”和“无光泽”面部图像 160 例，其中“有光泽”和“无光泽”面部图像各 80 例。根据中医原理，人为抽出每张人脸右脸颊处相同位置的正方形区域(见图 2)，并将他们都缩放到 100×100 的尺寸进行实验。

为了充分利用有限样本，我们采用 10 倍交叉验证的方法，每次采取 90% 的样本做训练，剩余的 10% 的样本做测试。降维的依据是保留 95% 最大特征值所对应的特征向量作为投影负载，本实验采用了 6 种降维方法即 $nK=1, 5, 10, 20, 30, 50$ 。其中 $nk=20$ 时识别效果较好。分类的方法是采用最近欧式距离作为判定准则。由于光泽的信息与图像本身的色彩信息密切相关，于是我们有意对所有图像在不同的色彩空间中的识别效果进行了比较，测试的具体指标

表 2 5 位专家判读 20 幅面色照片的一致率

	完全一致	基本一致	不一致	总一致率
面色	16.0%	53.0%	35.0%	69.0%
光泽	25.0%	55.0%	20.0%	80.0%
唇色	10.0%	65.0%	25.0%	75.0%
唇润燥	25.0%	60.0%	15.0%	85.0%

注：完全一致：100% 中医专家结论一致；基本一致：大于 60% 中医专家结论一致；不一致：小于 60% 中医专家结论一致。

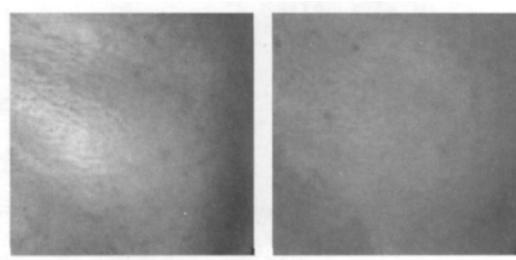


图 2 采样获得的有光泽和无光泽人脸(右脸颊)图像

包含判定正确率(见表3)。

从上述数据表格可以看出：

利用LDA,2DLDA和PLS做特征抽取之后的判定准确率普遍高于没有做过特征抽取(Direct)的结果。说明降维的过程确实起了去噪的作用,抽取到的信息更有利于分类。

在RGB、HSV、Lab这些3通道的色彩空间上的实验结果普遍高于其它单通道的结果,这是因为3通道的数据更完整地保留了原始数据信息。光泽度的信息在单色彩通道下并不能得到足够的体现。

本实验中最高的正确率达到89.06%,它是在Lab颜色空间下使用PLS方法得到的,可能是由于偏最小二乘回归方法对变量约束最少,并不需要先对所需的合适的变量数进行预测并去除噪音干扰。

不同的特征抽取方法在不同色彩通道上得到的正确率不同,LDA最高正确率88.69%和PLS最高正确率89.06%,均是在Lab通道上得到的,2DLDA最高正确率89.00%,是在RGB通道上得到的。这说明每种特征抽取方法在不同色彩空间上有各自的优势,且Lab色彩空间中包含的信息可能与面部光泽度的意义更密切,还有待进一步研究。

表3 采用不同的特征抽取方法在4种颜色空间上的分类正确率(1)(nK=20)

Color space	LDA(%)	2DLDA(%)	PLS(%)
Gray	70.50	55.56	70.44
RGB	84.69	89.00	84.94
R	74.75	55.81	75.69
G	67.69	58.25	67.75
B	74.19	62.13	74.13
HSV	87.38	84.88	87.44
H	84.56	68.56	84.88
S	79.50	71.31	79.13
V	74.75	55.81	75.69
Lab	88.69	87.31	89.06
L	69.69	57.94	69.88
a	76.25	53.06	75.44
b	82.38	80.75	81.63

四、小结

本文运用LDA、2DLDA和PLS方法提取中医面诊光泽特征,并对光泽特征进行了分类判别,同时在不同的色彩空间中的识别效果进行了比较实验。结果表明,3种方法对于提取中医面诊光泽信息都具有积极作用,尤其是Lab颜色空间上判别效果更好,PLS在Lab颜色空间上对光泽的正确判别率可以达到89.06%。本文为中医望神特性中的光泽的量化检测技术研究提供了一种新的方法和思路。下一步的工作思路是如何针对面部光泽的概念在原始图像的基础上更合理有效地建立数据集,以及寻找面部光泽中包含的非线性特征信息。

参考文献

- 蔡光先.长沙地区327名健康成人面部色泽定量检测报告.湖南中医杂志,1996,(1):15.
- 张禾.102例健康人与110例发热病人面色色度的测定.浙江中医杂志,1994,(12):561.
- 王鸿漠,张栋.中医色诊学定位与红外热象数字化研究.世界科学技术—中医药现代化,2004,6(2):26~32.
- Li Fufeng, Di Dan, Li Xiaoqiang. Facial complexion acquisition and recognition system for clinical diagnosis in Traditional Chinese Medicine. *IJCBS*, 2009:1060~1066.
- Li Xiaoqiang, Li Fufeng, Wang. Yiqin, et al. Computer-aided disease diagnosis system in TCM based on facial image analysis. *Int. J. Functional Informatics and Personalised Medicine*, 2009, 2(3):303~314.
- 李福凤,邸丹,王忆勤,等.基于计算机技术的中医面色诊信息采集与识别研究.世界科学技术—中医药现代化,2008,10(6):71~76.
- 李福凤,邸丹,王忆勤,等.不同医生判读面色诊信息的一致性评价研究.中华中医药学刊,2009,27(11):2269~2270.
- 邸丹,王忆勤,李福凤,等.中医面色诊拍摄环境平台系统研究.第二届中华中医药学会中医诊断学会学术会议,2008.
- G.J. McLachlan. Discriminant analysis and statistical pattern recognition. Wiley-IEEE, 2004.
- Li Ming, Yuan Baozong. 2D-LDA: A statistical linear discriminant analysis for image matrix. *Pattern Recognition Letters*, 2005, 26 (5): 527~532.
- R. Rosipal, N. Krämer. Overview and recent advances in partial least squares, in ‘subspace, latent structure and feature selection techniques’, lecture notes in computer science, 2006:34~51.

PLS and LDA for Gloss Recognition in Facial Inspection of Traditional Chinese Medicine

Li Fufeng¹, Li Guozheng², Zhou Rui¹, Zhao Ruiwei², Wang Yiqin¹, Zheng Xiaoyan¹

(1. Diagnosis Laboratory of Traditional Chinese Medicine, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China;

2. Department of Control Science & Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: The study was aimed to explore objective recognition method for gloss of facial complexion in traditional Chinese medicine (TCM). Computer vision skills were utilized and feature extraction methods, such as PLS, LDA and 2DLDA, were applied to face samples in 13 color spaces as facial gloss extraction methods. The results showed that PLS, LDA, 2DLDA in RGB, HSV, Lab color space of these three channels were higher than on which is right to judge the results of single-channel. Feature extraction methods in different color channels are different from the correct rate. PLS may reach to the rate of 89.06% in the Lab color space. LDA may reach to the rate of 88.69% in the Lab color space. The 2DLDA may reach to the rate of 89.00% in the RGB color space. It is concluded that these three methods have a positive effect on gloss information extraction. It provides a new method for TCM observation of gloss quantification examination.

Keywords: Facial examination of TCM, gloss of facial examination, feature extraction, PLS, LDA, 2DLDA

(责任编辑 李沙沙 责任译审 王晶)