

基于 CIELAB空间的中医舌色分析方法^{*}

□李博聪 黄庆梅 (北京理工大学颜色科学与工程国家重点实验室 北京 100081)
陈松鹤 梁 嵘^{**} (北京中医药大学基础医学院中医诊断系 北京 100029)

摘要:目的:遵循颜色科学的理论与技术,探讨中医舌色的分析方法。方法:根据中医舌色的视觉诊断过程,采用 CIELAB 均匀颜色空间作为舌色分析的平台,将所采集的舌色 RGB 数据转换到 CIELAB 空间,研究与视觉感受对应的舌色色域分布规律。结果:提出一种数值拟和的方法,对中医描述的舌色(红舌,淡红舌,淡白舌等)进行分类,并根据舌色的分布,提取各类舌色的典型特征色。结论:这种分类和特征色的提取方法能够表示中医舌色的实际视觉描述分类关系,具有一定的可行性。

关键词:舌诊 舌色 CIELAB空间 分类 特征色

一、概述

舌色分析是舌诊客观化研究的重点。舌色分析的研究目标是采用客观量化的系统或手段,对中医视觉判断的舌色进行描述与分类。近 10 余年来,现代科学技术的发展,为中医舌色的客观化提供了新的研究手段。

在目前报道的大多数舌色分析研究文献中^[1-6],均直接采用了舌色采集设备(如数码相机)和舌色显示(如显示器)设备的 RGB 颜色空间进行舌色分析。这种研究方法的缺陷为:由于舌色的 RGB 数据与颜色采集(RGB 是设备相关的颜色空间)相关,所以,同一种舌色,用不同的数码相机采集时,得到的 RGB 值就会不

同;同样,采集或分析得到的同一个 RGB 值的舌色,在不同的显示器上也会显示为不同的颜色。为了使舌色的显示具有唯一性和真实性,就需要对显示设备进行特性化。但即使这样,舌色的真实显示也只能在各舌色(或舌图)分析系统的特定显示器上完成。一旦将舌色 RGB 数据传递到其他尚未进行标定的计算机相关设备,舌色的分析和显示仍然会出现失真的问题。因此,基于 RGB 空间进行舌色分析,得到的舌色变化规律并不能真正反映中医视觉所看到的舌色变化情况。

为了解决上述问题,本文采用 CIELAB 均匀颜色空间(视觉度量空间)作为舌色分析的基本平台,来探讨与视觉感受相对应的舌色色域分布规律,寻找更符合中医临床舌象观察的舌色分类方法,对中医描述的舌色类别(红舌,淡红舌,淡白舌等)进行分类,并根据舌色的分布,提取出各类舌色的典型特征色。为中医的舌色分析提供一种准确、简便,能够广泛应用的色彩

收稿日期:2007-03-20

修回日期:2007-05-19

* 国家自然科学基金重点项目(60431020):中医关键诊断信息获取与文化理论与技术研究,负责人:贾克斌。

** 联系人:梁嵘,教授,博士生导师,研究方向:舌、脉诊的基础与临床研究,电话:010-64286661 E-mail liang@hotmail.com.

分析方法。

二、舌色与 CIELAB 均匀颜色空间

舌色诊断是将人眼对于舌体颜色刺激的响应与中医的诊断知识建立联系的过程,而舌色分析的重点是如何对人眼的视觉舌色刺激做出定量的判断(即用一组数据来描述视觉响应)。无论是基于人眼观察的舌色诊断,还是基于数据的舌色分析,选择一个恰当的舌色定量描述方法是解决问题的基础与关键。

为了达到颜色视觉的定量描述和度量的目的,国际照明委员会(CIE)根据三原色光匹配实验,建立了 CIE1931RGB 和 CIE1931XYZ 系统;此后又因色差计算和视觉差异的一致性问题的研究,对 CIEXYZ 系统进行了大量的均匀化方面的研究,建立了 CIE1976LAB 均匀颜色空间。在这个均匀颜色度量空间中,色差描述(或称色差计算)更接近于视觉感知的差异,因而成为各个国家制定有关颜色标准的基础^[7]。

对于舌色诊断的分析研究而言,由于 CIELAB 系统是描述视觉感知的颜色度量体系,对颜色的描述不依赖于所用设备,因此在对舌色进行分析时,能够更加客观、真实地度量舌色。在此空间中研究舌色的色域分布及分类方法,也更加符合中医舌色视觉判断的实际情况,能够更准确地找到舌色定量描述和实际判断之间的联系。故本文对舌色的分析研究均是基于 CIELAB 系统进行的。

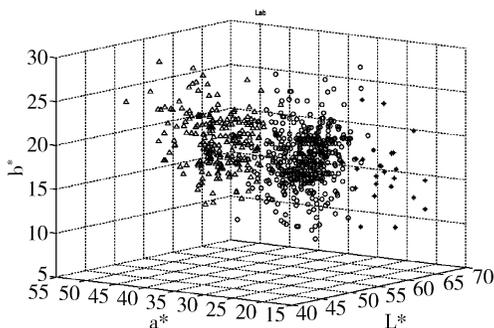


图 1 各类舌色的立体分布图

注:星型表示淡白舌(N=25)、圆圈表示淡红舌(N=444)、三角形表示红舌(N=236)

三、舌色特征色的提取与分类方法

1. 三种舌色的特征色提取

将获取数字舌图时的实际观察条件(观察视角和观察光源)加入最初的数据处理过程,把舌色数据从 RGB 空间通过特性化转换到描述人眼视觉刺激的 XYZ 空间,再由 XYZ 空间转换到 CIELAB,得到对应点的 L^* 、 a^* 、 b^* 值。

图 1 中采用了不同的图形符号来表示医生分类的舌色样本点,不同种类的舌色样本点在空间分布上具有较为规整的特征。转动立体分布图,从各个角度进行数据分布的观察,发现 $L^* - a^*$ 和 $a^* - b^*$ 平面最能够清晰地反应数据的分布特征(见图 2 图 3)。

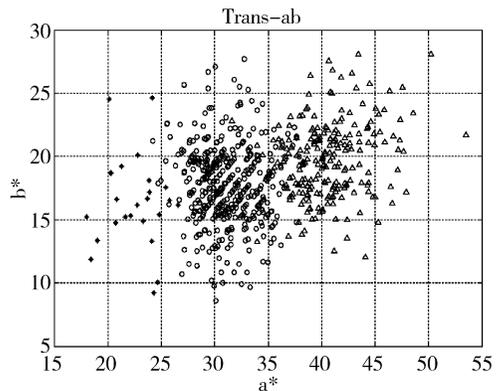


图 2 各类舌色样本点的 $a^* - b^*$ 平面投影图

注:星型表示淡白舌(N=25)、圆圈表示淡红舌(N=444)、三角形表示红舌(N=236)

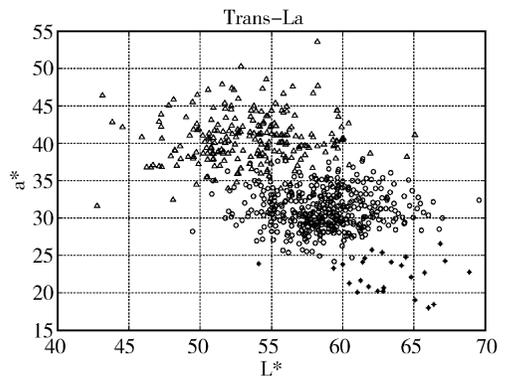


图 3 各类舌色样本点的 $L^* - a^*$ 平面投影图

进行舌色分析的目的之一是获得一组舌色的特征色,以运用于临床诊断。描述各种舌色的分布规律时,通过观察 $L^* - a^*$ 和 $a^* - b^*$ 平面内样本点的分布特征,发现三种舌色的分布在两个平面内都有一定方向上的延伸。根据分布的具体形状特征,拟采用二次曲线拟合 $L^* - a^*$ 平面内变量关系(见图 4),用二次曲线和一次直线分别拟合 $a^* - b^*$ 平面内变量关系(见图 5)。

$L^* - a^*$ 平面:

淡白舌: $a^* = 0.015861 \times L^{*2} - 2.0586 \times L^* + 89.106$

淡红舌: $a^* = 0.017193 \times L^{*2} - 2.1468 \times L^* + 94.306$

红舌: $a^* = -0.0093652 \times L^{*2} + 1.0705 \times L^* + 10.239$

$a^* - b^*$ 平面

淡白舌: $b^* = -0.065138 \times a^* + 17.842$

淡红舌: $b^* = -0.058257 \times a^* + 19.0519$, 一次拟合

红舌: $b^* = 0.2128 \times a^* + 11.064$

淡白舌: $b^* = -0.14195 \times a^{*2} + 6.2401 \times a^* - 51.413$

淡红舌: $b^* = 0.047773 \times a^{*2} - 3.0593 \times a^* + 66.344$; 二次拟合

红舌: $b^* = 0.010646 \times a^{*2} - 0.66789 \times a^* + 29.162$

根据上述描述曲线,将舌色颜色区域亮度值均匀分割为 10 份,每种舌色分别取 11 个特征点(见表 1),计算出对应 a^* 、 b^* 值,就构成三组舌色特征色(见图 6)。

首先在计算结果数据基础上,获得各种舌色的 L^* 值分布情况:

$L^*_1 : [54.13, 68.903]$;

$L^*_2 : [49.47, 69.555]$;

$L^*_3 : [42.76, 65.074]$ 。

以 L^* 、 a^* 和一次直线拟合计算出的 b^* 值为样本数据,转换到 RGB 空间内,生成对应的舌色样本参考标样色块色卡(见图 7 图 8 图 9)。

对样本数据在 $L^* - a^*$ 平面内的描述采用了二次曲线,由于在 $a^* - b^*$ 平面内的数据分布不如在 $L^* - a^*$ 平面内那样具有明显的二次曲线特性,因而使用了两种模型,即一次直线和二次曲线进行计算。

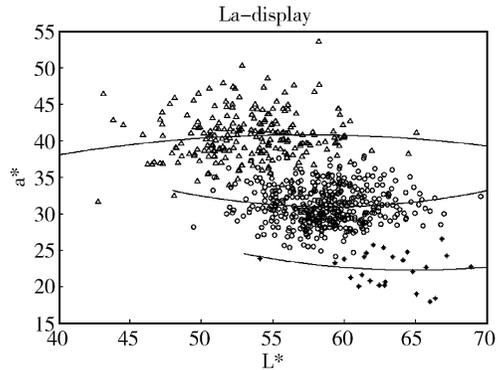


图 4 三种舌色分布在 $L^* - a^*$ 平面上的投影和中心线图

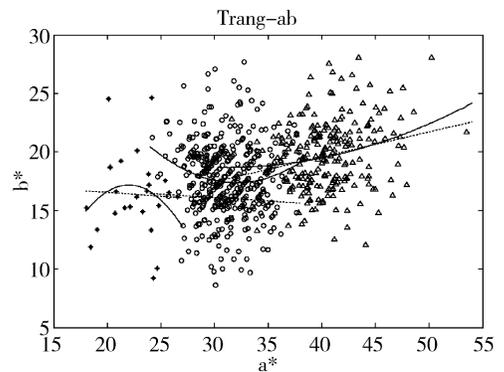


图 5 二次曲线和一次直线分别拟合的 $a^* - b^*$ 平面内变量关系

注:实曲线是穿过舌色中心的二维曲线;虚线是穿过舌色中心的一维直线。

表 1 各类舌色特征点的 L^* 值

特征点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
淡白舌	54	55.5	57	58.5	60	61.5	63	64.5	66	67.5	69
淡红舌	49	51.1	53.2	55.3	57.4	59.5	61.6	63.7	65.8	67.9	70
红舌	42	44.4	46.8	49.2	51.6	54	56.4	58.8	61.2	63.6	66

2 舌色的分类方法

讨论各种舌色的描述曲线和代表色块的根本目的,是对舌色进行分类。因此,如何得到不同舌色的分界线就成为问题的关键。对各种舌色分别进行分析时,不仅得到了每种舌色的空间和平面分布特点,而且计算了每个样本点对于中心线的距离大小。通过这一数值,可以将一类舌色内的样本点分为几类:即中心点、边缘点和介于两者之间的点。若要获得不同种类的舌色的分类方法,就需要对边缘点进行深入地研究。这里将边缘点定义为:在所选定的研究平面内相对于中心拟合线距离大于所有样本点距离平均值的点。利用相邻舌色边缘点进行曲线拟合,即可获得分界线方程,具体形式如图 10所示。 $L^* - a^*$ 平面内:

淡白舌与淡红舌:

$$a^* = 0.0065277 \times L^{*2} - 0.77895 \times L^* + 50.873$$

淡红舌与红舌:

$$a^* = -0.0096454 \times L^{*2} + 0.95232 \times L^* + 12.463$$

3 验证

利用上述获得的分类曲线,对采集的另一组数据进行分类,得到结果如下:

第一类样本点(淡白舌),判断正确率为:96%;

第二类样本点(淡红舌),判断正确率为:81.98%;

第三类样本点(红舌),判断正确率为:97.88%。

分析上述验证结果,发现第一类和第三类数据点的正确率

比较高,达到了研究的预期目标;相对而言,第二类数据点的正确率就低了很多。在重新分析采用的分类方法后发现,这个验证结果与样本的选取有关。

实验中,样本数分别为:淡白舌 $N_1=25$ 淡红舌 $N_2=444$ 红舌 $N_3=236$ 。样本数量存在着不均匀的问题。在此基础上提取的边缘点为:淡白舌 $n_1=11$;淡红舌 $n_2=186$ 红舌 $n_3=98$ 可见数据的不平均是造成分界线偏移的直接原因。由于淡红舌的基础样本点较多,所以提取的边界点也远远多于红舌和淡白舌,在计算分界线回归方程的时候,会出现分界线偏向第二类数据的现象,表现为验证中所出现的问题。但不同舌色采样数量的差异是临床的客观事实,故应设法改进算法,如可以进行二次筛选,使淡白舌、淡红舌、红舌的边界点数值更加接近。具体为从淡红舌的 444组数据

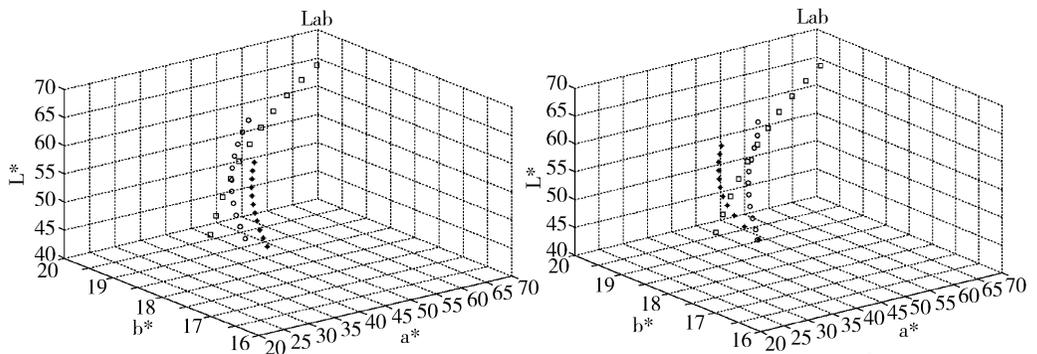


图 6 一次直线和二次曲线拟合求得的 11个舌色特征点的分布图



图 7 淡白舌样本参考色卡

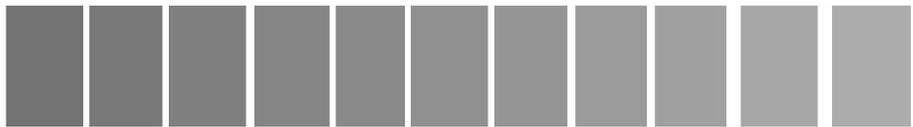


图 8 淡红舌样本参考色卡



图 9 红舌样本参考色卡

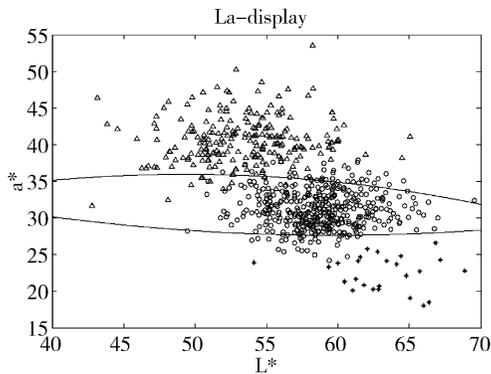


图 10 曲线拟合获得的舌色分类边界曲线

注: 星型表示淡白舌 (N = 25)、圆圈表示淡红舌 (N = 444)、三角形表示红舌 (N = 236)

中取 $n_2^* N_1/N_2 = 10$ 组数据, 从红舌的 236 组数据中取 $n_3^* N_1/N_3 = 10$ 组数据。但由于要考虑到所取的 10 组数据点的位置应该是对称分布在中心线两侧的, 特别是第二类数据点。这样, 在第二类选择的 10 组数据中, 应该包括 5 组分布在中心线以上的点和 5 组分布在中心线以下的数据点; 在第三类中选择 5 组中心线以下的点。这样, 以淡白舌中心线下的数据点和淡红舌中心线上的数据点作为第一、二类的边界点; 淡红舌中心线下的数据点和红舌中心线上的数据点可以作为第二、三类的分界点。此方法还有待实验进行验证。

四、结论与展望

本文根据中医舌色的视觉诊断过程, 采用 CIELAB 均匀颜色空间进行舌色的描述、分析与分类研究。首先将采集到的大量的舌色 RGB 样本数据

转换到 CIELAB 空间, 然后在这个空间中, 根据与视觉感受对应的舌色色域分布规律, 采用数值拟和的方法对中医描述的舌色类别 (红舌, 淡红舌, 淡白舌等) 进行分类。考虑到在 CIELAB 三维空间分类界线求取的复杂性, 根据舌色样本点在 CIELAB 空间的分布情况, 以及舌色样本点与中医舌色类别的对应关系, 选择了 $L^* - a^*$ 平面和 $a^* - b^*$ 平面进行简化。通过对相邻类型舌色边缘点的拟和得到边界曲线。最后, 根据舌色的分布提取出各类舌色的典型参考特征色。实验结果表明, 这种分类和特征色的提取方法能够表示中医舌色的实际视觉描述分类关系, 具有一定的可行性。

上述的方法研究、数值计算与验证分析, 是一种将颜色科学的基本理论与中医舌诊分析相结合的舌色分析与分类方法, 有待于更多的临床实验和更深入的研究, 使其具有更强的应用性。

参考文献

- 1 张志枫, 王志国, 周昌乐, 等. WXZ 中医舌色分析系统的设计与实现. 医学信息学, 2005 18(6): 550~553
- 2 张丽. 浅谈舌色舌苔客观化研究中的分类. 中华现代中医学杂志, 2006, 2(6): 507~508.
- 3 张志枫, 周昌乐, 许家佗, 等. 舌色视觉计算方法在中成药疗效评估中的应用. 上海中医药大学学报, 2005 19(3): 45~48.
- 4 许家佗, 周昌乐, 方肇勤, 等. 舌像颜色特征的计算机分析与识别研究. 上海中医药大学学报, 2004 18(3): 43~47.
- 5 张衡翔, 李斌, 姚鹏, 等. 中医舌像自动分类方法研究. 北京生物医学工程, 2006, 25(1): 47~50
- 6 翁维良, 黄世敬. 中医舌诊客观化研究. 中国工程科学, 2001 3(1): 78~82
- 7 汤顺青. 色度学. 北京: 北京理工大学出版社, 1990: 25~79

CIELAB Color Space Based Classification of Tongue Colors

Li Bocong, Huang Qingmei

(National Laboratory of Color Science and Engineering, Beijing Institute of Technology 100081)

Chen Songhe, Liang Rong

(Department of Traditional Chinese Diagnostics, School of Preclinical Medicine,

Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029)

This paper discusses tongue color analysis techniques used in Traditional Chinese Medicine under the enlightenment of modern color sciences and techniques based on the traditional process of tongue color diagnosing. (Continued on Page 54)

Hepatic Gene Expression Analysis of Carbon Tetrachloride- Induced Rat Cirrhosis Identifies Distinct Effects of Yiguanjian Decoction

Mu Yongping, Liu Ping, Wang Xiaoling, Wang Lei, Du Guangli, Liu Chen,
Wang Gaoqiang, Du Jinxing, Liu Ying, Li Fenghua

(Institute of Liver Disease, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203)

This paper reports an investigation into the effects of Yiguanjian decoction on hepatic gene expression in carbon tetrachloride- induced rat cirrhosis. In the investigation, pure carbon tetrachloride was injected into rats subcutaneously at a dose of $3\text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ for the first time, and then 50% CCl_4 -olive solution at a dose of $2\text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ twice a week for the following 12 weeks to induce cirrhosis. Yiguanjian decoction was administered orally starting from the 9th week for 4 weeks. Sera and liver tissues were collected at the end of 12th week to determine liver's functionalities, hepatic pathology, and hepatic hydroxyproline content. Meanwhile, oligonucleotide microarrays analysis was conducted to measure the effects of Yiguanjian decoction on hepatic gene expression. Histopathological examination showed that a chronic liver injury and liver fibrosis appeared in the 8th week, and typical cirrhosis formed in the 12th week for model group. Microarray analysis revealed that arginine vasopressin receptor 1A (AVPR1A), cytochrome P450 family 3 subfamily a polypeptide 13 (CYP3A13) and Beta-globin were down-regulated for model group in the 12th week, with another 7 genes up-regulated simultaneously, including lymphotoxin A (LTA), matrix metalloproteinase 23 (MMP-23), RNA binding motif protein 3 (RBM3), thrombospondin 2 (TSP2), AP1 gamma subunit binding protein 1 (AP1GBP1), growth hormone releasing hormone receptor (GHRHR), and aniloride binding protein 1 (ABP1). It is worth mentioning that genes down-regulated in model group up-regulated significantly in Yiguanjian decoction-treated group along with those noticeably up-regulated or down-regulated. It is concluded that Yiguanjian decoction inhibits CCl_4 -induced cirrhosis in rat significantly, and the underlying pathogenesis involves an enhanced hepatic biotransformation, inhibiting inflammation, lowering hepatocyte apoptosis and hepatic stellate cell activation, reducing hepatic sinusoidal endothelial cell injury, and improving hepatic glucose regulation and sodium and water retention.

Keywords: cirrhosis; DNA microarray; Yiguanjian decoction

(责任编辑:张述庆, 责任译审:邹春申)

(Continued from Page 32)

we filled the collected RGB color data in CIELAB color space, using the latter as a platform. Then we measured the gamut of tongue display. We have created a numerical process for classifying tongue colors, based on the traditional process (for example, light white tongue, light red tongue, red tongue), and screened out typical colors for each tongue pattern. We believe that the novel approach has produced a good result for both description and classification of tongue colors that can be compared with the results of human visions. It can be applied in clinical diagnosis.

Keywords: tongue diagnosis; tongue color; CIELAB color space; classification; typical colors

(责任编辑:王 瑀, 责任译审:邹春申)