

# 颜色模型在中医舌诊中的应用

## Color Model Application In Tongue Diagnosis

王鹤蒙<sup>1</sup> 张艳<sup>1</sup> 周昌乐<sup>2</sup>

(1、中国矿业大学,江苏 徐州 221008 2、厦门大学,福建 厦门 361500)

**摘要:**有关舌诊客观化等方面的研究最近几年得到了极好的发展,并已经开始了实用化的临床应用。但在舌像信息提取方面,尤其是舌质与舌苔的分离,舌色分析等方面,还需要更进一步的深入研究。讨论了几种颜色模型在舌像图像处理方面的各种优缺点及适用情况。

**关键词:**颜色模型;舌质;舌苔;舌色

**Abstract:** Tongue diagnosis characterization is improved in recent years and is applied by clinic. In extraction of tongue image, especially, separation of tongue body and tongue coating and tongue color analysis should be kept on studying. This paper discusses merits and disadvantages and applications about several color models.

**Keywords:** model color; tongue body; tongue coating; tongue color

### 引言

舌诊,是中医望诊中的重要内容。通过对舌苔、舌质的观察,从而了解病变的所在,据以辨证论治。近二十年来,针对中医现代化的要求,智能中医诊断系统已经有了很大的进展,并已经开始了实用化的临床应用。鉴于舌诊具有重要的诊断价值,无创伤性,易被人们接受,因此在诊断疾病方面具有广阔前景。而舌色对判断疾病寒热、虚实的性质具有较高的特异性价值。因此,舌色诊断的准确性、精确度问题是至关重要的。

### 1 舌诊概述

舌诊包括望舌质和舌苔两个部分。舌质,即指舌的肌肉组织而言,包括舌粘膜、内肌群、外肌群这些舌的主要组成部分。舌苔,主要是为舌上丝状乳头的末梢经分化成完全角化或不完全角化的角化树,在角化树各个分枝的空隙中,填充着脱落的角化上皮、唾液、细菌、食物碎屑及渗出的白色细胞等,这就是组成舌苔的生理状况<sup>[1]</sup>。诊查舌苔,从苔质和苔色两个部分进行,苔质有厚、薄、干、滑、腻、粘等的区分,苔的有无厚薄即病变深浅轻重的征候;苔色有黄、白、黑、灰等的不同。苔质既由病邪气而生,苔色亦由病邪气而着,不同的病邪,既可以见到不同的苔质,也可以出现不同的苔色。

正常人的舌象应当是:舌体不胖不瘦,柔软,老嫩大小适中,活动自如,颜色淡红,舌面铺有薄而颗粒均匀、干湿适中的白苔,揩之不去,其下有根,一般称为“淡红舌、薄白苔”。

### 2 颜色模型的概念及分类

颜色模型(color model)是用来精确标定和生成各种颜色的一套规则和定义。某种颜色模型所标定的所有颜色就构成了一个颜色空间,而颜色空间通常用三维模型表示,空间中的颜色通常使用代表三个参数的三维坐标来指定。颜色最基本的三个要素是色调、饱和度和亮度。色调表示光的颜色,它决定于光的波长;色饱和度指色彩的深浅或鲜艳程度,通常指彩色中白光含量多少;亮度表示某种颜色在人眼视觉上引起的明暗程度,它直接与光的强度有关。

目前,广泛使用的颜色模型有三类,即计算颜色模型、工业颜色模型和视觉颜色模型。计算颜色模型又称“色度学颜色模型”,主要应用于纯理论研究和计算推导;工业颜色模型侧重于实际应用的实现技术;视觉颜色模型用于与人直接接口的颜色描述。

2.1 计算颜色模型有 CIE 的 RGB、XYZ、Luv、LCH、LAB、UCS、UVW。

2.2 工业颜色模型 NTSC 的 RGB、YUV、YIQ、CMYK、YCbCr。

2.3 视觉颜色模型有 HS\* 系列,包含 HSL、HSV(B)。

目前最常用的颜色模型有五种:RGB 模型、HLS 模型、Lab 模型、YUV 模型和 YCrCb 模型。

### 3 舌信息提取与色度空间的选择

由于各种因素的影响,完全理想的彩色重现几乎是不可能的,只有根据具体的应用需求,在一定的优化准则下,实现符合实际需要的彩色重现。根据中医辩证论治的需要,对舌色进行分析时,要依据不同的主观需要,对舌像颜色的处理采取多种客观量化标准。

#### 3.1 RGB 颜色模型

表征图像彩色特性的特征为色度空间中的色度坐标,彩色图像所提供的原始数据是各像素点的 R(红色),G(绿色),B(蓝色)分量值,而 RGB 颜色模型是便于计算机显示器显示彩色而建立的,RGB 模型是一种基础模型,也是一种相加混色模型,颜色 C=R(红色的百分比)+G(绿色的百分比)+B(蓝色的百分比)。理论上讲,绝大部分可见光谱都可用红(R)、绿(G)和蓝(B)三色光按不同比例和强度的混合来表示。

目前舌象处理软件中最常用的就是 RGB 模型,这是因为与其他系统相比,RGB 模型具有在不同光线条件下的较强稳定性。舌诊的客观化研究首先要实现舌质与舌苔的分离,RGB 模型是处理舌质与舌苔分离的最简单而又理想的模型,依据有三点:

舌质与舌苔的明显区别,便是 RGB 颜色空间中的 R 分量,即舌质的 R 值大于舌苔的 R 值;

同时舌质的 R 值又大于它的 G 值和 B 值,而舌苔的 R 值与它的 G 值和 B 值却差距不大;

舌质与舌苔之间的 G 值和 B 值差距也很小。

因此,无需进行复杂的颜色模型之间的转换,而只使用 RGB 模型即可实现舌质与舌苔的分离。图 1 是通过颜色分量 R 的划分,使用静态阈值法实现的舌质与舌苔的分离。

#### 3.2 YUV 颜色模型

在实现了舌质与舌苔的分离后,要对舌色进行分析,此时,要以人眼的视觉特征为基础,所选取的颜色模型必须能很好地与人眼的视觉特性相匹配,而在 RGB 空间,三基色(r、g、b)不仅代表颜色,还表示了亮度,因此,不能满足人眼的客观需求。根据中医舌诊的临床需要,我们应该把颜色信息中的色度与亮度信息分离,这就需要将 RGB 颜色模型转化为其他色度坐标。在进行色度空间的转换时追寻颜色表现的直观性和分类的可行性与实用性。

YUV 是另外一种较为常用的颜色空间转换模型。YUV 彩色空间表示法将颜色三维分量分解成亮度和色度信号,Y 分量的物理含义就是亮度,U 和 V 分量代表了色差信号,我们看到的彩色信号可被视为由亮度信号和色度信号两部分复合而成。色度信号 U 和 V 在二维平面空间中形成一个二维矢量,其模值 C 代表了色彩的饱和度,体现了 RGB 的大小,而相位代表色调,体现了 RGB 三者的比例。YUV 模型的优点在于:3.2.1 因为 Y 代表了亮度,所以 Y 分量包含了灰度图的所有信息,只用 Y 分量就完全能够表示出一幅灰度图来(例如,在实现舌像边缘提取操作中,可以直接使用灰度图即图像的亮度信息表示出舌体的边缘信息);3.2.2 人眼对于亮度信号非常敏感,而对色差信号的敏感程度相对较弱。也就是说,图象的主要信息包含在 Y 分量中。这样,仅用 YUV 一种表示方法可以很方便的在灰度和彩色图之间切换。当同时考虑 U、V 分量时,就能够表示出彩色信息来(例如,在图像中提取完舌像边缘后,再增加 Y、U 分量就可以对舌色进行分析)。

YUV 和 RGB 之间有着如下的对应关系,如公式(1)和公式(2)所示:

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0.395 & 2.032 \\ 1.140 & -0.581 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} \quad \text{公式(1)}$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & -0.148 & 0.615 \\ 0.587 & -0.289 & -0.515 \\ 0.114 & 0.437 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \text{公式(2)}$$



图 1 舌质与舌苔分离图

## 3.3 YcrCb 颜色模型

还有一种与 YUV 颜色模型有些相似的 YcrCb 模型,在 YCrCb 颜色模型中,Y 分量的物理含义和表示方法与 YUV 模型一样,所不同的是 Cr 和 Cb 分量分别表示红色和蓝色的色度,YCrCb 空间的优点是受亮度变化的影响较小,而且是两维独立分布,能较好地限制颜色分布区域。当对舌色进行分析时,由于舌体、舌苔的多色共存现象(舌体的多色现象表现为出现局部瘀斑或点刺)的出现,此时使用 YcrCb 颜色模型更为合适。

## 3.4 HSL 颜色模型

在 HSL 模型中,H 定义色调,S 定义颜色的深浅程度或饱和度,I 定义亮度。HIS 模型更容易被人理解和控制,接近人的视觉特性。

下面两个表中的数据<sup>[2]</sup>分别是对舌质与舌苔颜色分析的对比:

不同舌质颜色分析结果

	RGB 彩色空间			HIS 彩色空间		
	R	G	B	H	I	S
淡白舌 n=27	201.42±13.55	159.37±12.12*	185.05±11.96*	5.59±0.21*	174.87±11.76	0.12±0.02*
淡红舌 n=23	207.41±10.63	144.56±12.93	166.70±16.73	5.90±0.12	165.87±12.13	0.16±0.02
红舌 n=25	202.72±18.20	124.00±17.47*	137.80±19.59*	6.09±0.09*	149.11±17.26*	0.20±0.02*
红绛舌 n=18	193.17±23.57	96.17±11.92*	90.89±18.35*	0.11±0.06*	131.57±14.27*	0.31±0.08*
淡紫舌 n=20	191.80±18.29	155.11±18.70	172.33±23.91	5.68±0.31*	168.07±18.22	0.10±0.02*
青紫舌 n=15	156.50±23.63	134.79±19.33	155.14±24.57	5.15±0.50	143.60±20.22	0.09±0.04

\*与淡红舌比较 p<0.01; △青紫舌与淡紫舌比较 p<0.01。

不同舌苔颜色分析结果

	RGB 彩色空间			HIS 彩色空间		
	R	G	B	H	I	S
薄白苔 n=26	210.73±14.24	184.65±18.01	204.54±15.19	5.46±0.17	194.72±16.42	0.08±0.02
白苔 n=30	208.00±7.56	181.96±24.12	200.42±7.86	4.57±1.95*	191.85±15.80	0.08±0.09
淡黄苔 n=17	207.57±16.11	174.21±26.91*	170.5±27.02*	0.35±0.24*	183.77±22.58*	0.09±0.04
黄苔 n=16	217.00±16.85	163.63±33.09*	118±39.24*	0.50±0.13*	174.38±28.18*	0.31±0.13*
灰黑苔 n=8	139±36.15*	94.56±35.81*	69.89±34.2*	0.37±0.13*	105.03±34.71*	0.34±0.16*

\*与薄白苔比较 p<0.01。

在对舌色进行分析时,各类舌色(除青紫舌外)与淡红舌比较,R 值没有显著差异(误差率 P 均 >0.05),G 值、B 值除淡紫舌外各类舌色间差异显著(P 均 <0.01);与淡红舌(即正常舌色)比较,H 值在各类舌色间差异显著(P 均 <0.01);S 值与淡红舌比较,除淡紫舌差异不算显著外,其他类舌色与淡红舌比较差异很明显(P 均 <0.01);I 值除淡白舌外,其他类舌色与淡红舌比较差异明显。

对苔色进行分析,与薄白苔比较,白苔与薄白苔最为接近,除 H 值差异明显外,I 值和 S 值差异均不显著(P>0.05);与薄白苔比较,淡黄苔、黄苔、灰黑苔三类在 H、I 值上均差异显著(P 均 <0.01),S 值上则黄苔灰黑苔与淡白苔差异显著(P 均 <0.01)。

由上海中医药大学张志枫<sup>[2]</sup>等开发的

WZX 舌色分析系统就是以 HIS 空间颜色模型构造的。

## 3.5 Lab 色彩模型

Lab 色彩模型是由照度(L)和有关色彩的 a、b 三个要素组成。L 表示照度(Luminosity),相当于亮度,a 表示从红色至绿色的范围,b 表示从蓝色至黄色的范围。L 的值域由 0 到 100;a 和 b 的值域都是由 +120 至 -120,其中 +120 a 就是红色,渐渐过渡到 -120 a 的时候就变成绿色;+120 b 是黄色,-120 b 是蓝色。所有的颜色就以这三个值交互变化所组成。Lab 色彩模型与设备无关,对色彩的描述完全采用数学方式,并且它所能表示的色域宽阔,人的肉眼能感知的色彩,都能通过 Lab 模型表现出来。另外,Lab 色彩模型弥补了 RGB 色彩模型色彩分布不均的不足,RGB 模型在蓝色到绿色之间的过渡色彩过多,而在绿色到红色之间又缺少黄色

和其他色彩。

如果我们想在

舌图像的处理

中保留尽量宽

阔的色域和丰

富的色彩,选

用 Lab 颜色模

型最为合适。

在北京中

医药大学所做

的对 884 例体

检人群舌色数

字图像应用不

同颜色模型的

比较[4]中解释

说,Lab 模型

较其他模型有

相当大的改

善,其色度值

和明度值(阶

调)可以独立

调节,而且当

颜色的色差大

于视觉的识别

阈限(恰可察

觉)而又小于孟

塞尔系统中相

邻两级的色差

时,能较好地

反映物体色的

心理感受效果

,认为 Lab 模

型是众多模型

中“最能够表

达舌色变化的

颜色模型”。

## 4 讨论

在舌像信息提取方面,由于一幅图像子块中可能存在多种类别的彩色,使得在舌苔与舌体的颜色分析时出现多色共存现象尚不能完美的解决,这就给中医的客观量化造成困难,在中医辩证论治时可能对提取的舌图像颜色的真实性、稳定性和可靠性提出疑问。基于图像内容的彩色分析以及在此基础上对舌的裂纹和点刺等的深入分析将是下一步的研究热点。

舌像颜色特征分析是一个复杂的过程,需要充足的各种类型的样本用于学习,样本有限,彩色分析识别系统推广能力就差,样本数量越多,临

床判断越可靠,则在此基础上建立的模型越符合实际,对新的舌色特征分析的准确度也就越高。

## 5 结束语

中医舌诊的内容丰富,包括颜色、纹理、形态、动态等多方面内容,同时还存在某些诊断特征较难量化,因此,选择最优的特征是研究面临的另一个关键点,也是关系到整个舌像分析效果优劣的直接因素。色彩分类是舌象识别中最基本的内容,中医望诊的色与泽,实际上包括了色度的三个特征:色度、饱和度和亮度。人对颜色的判别涉及到光学,光化学,视觉生理,视觉心里等多方面的问题,研究颜色的定量描述及模拟人的辩色是一个非常复杂的技术问题。而舌色与苔色是舌辩证论治的主要依据,因此,正确实现舌图像中舌面上各局部区域的舌色、苔色的颜色分类与量化描述是中医舌诊的客观要求。

## 参考文献

- [1]北京中医学院中医系中医基础理论教研室,中医舌诊[M].北京:人民卫生出版社,1962.
- [2]许家伦,周昌乐,方肇勤.舌象颜色特征的计算机分析与识别研究[J].全国辩证论治研讨会论文集,2004,3:136-140.
- [3]张志枫,王志国,周昌乐等.WZX 中医舌色分析系统的设计与实现[J].医学信息,2005.
- [4]张永涛,梁焱,王召平等.884 例体检人群舌色数字图像应用不同颜色模型比较[J].中国中医基础医学杂志,2005.

致谢:本文得到厦门大学院士启动课题“基于舌象分析的中医诊断体检系统”和国家自然科学基金(编号:60672018)的部分资助。

作者简介:王鹤棠(1980-),女,2001 年本科毕业于中国矿业大学会计学专业。现为中国矿业大学计算机科学与技术学院 04 级硕士研究生,主要研究方向基于人工智能的中医舌诊的研究。

张艳(1963,9-),女,副教授。1985 年 7 月毕业于南京大学数学系,获理学学士学位,1988 年 6 月获南京大学数学系理学硕士学位,1988 年 7 月到中国矿业大学任教。主要研究方向智能 WEB 数据库技术、WEB 数据挖掘、计算机辅助教育。

周昌乐(1959-),男,1990 年毕业于北京大学,获理学博士学位,现为厦门大学信息科学与技术学院院长、教授、博士生导师,先进智能计算技术福建省高校重点实验室主任,并兼任厦门大学艺术认知与计算实验室主任、厦门大学中医信息处理实验室主任。长期从事人工智能及其应用技术、多学科文理交叉领域的研究工作。目前在基础研究方面主要从事计算语言学、理论脑科学、计算音乐学的研究工作;在技术开发方面主要从事智能中医诊断信息技术的开发工作;在哲学研究方面则主要从事禅宗思想的科学阐发的探索工作。