

# 基于颜色纹理的图像多特征检索技术在 中医舌诊中的应用研究

诸薇娜<sup>1)</sup> 周昌乐<sup>2)</sup> 徐丹<sup>1)</sup> 许家佗<sup>3),4)</sup>

<sup>1)</sup>(云南大学信息学院计算机科学与工程系,昆明 650031) <sup>2)</sup>(厦门大学信息学院计算机科学系,厦门 361005)

<sup>3)</sup>(复旦大学计算机科学与工程系,上海 200433) <sup>4)</sup>(上海中医药大学中医诊断学教研室,上海 201204)

**摘要** 为了对传统的中医舌诊数字化提出新的方法,并实现通过计算机来进行舌像图像的分类检索,此文将一种结合了颜色和纹理特征的、基于内容的多特征图像检索算法引入到中医舌像的分析中。该算法将表现颜色和纹理的 20 个特征值作为表达图像内容特征的特征向量,并以此作为舌像检索的距离度量标准。实验结果证明这种算法不仅具有移动、旋转、尺度变换不变性,而且还具有优良的检索性能。因此,此算法可以很好的实现舌像图像的分类检索。

**关键词** 颜色 纹理 舌像 中医舌诊 图像处理 基于内容的图像检索

**中图法分类号:** TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2005)08-0992-07

## A Multi-feature CBIR Method on Color and Texture in the Traditional Chinese Medicine Tongue Diagnosis

ZHU Wei-na<sup>1)</sup>, ZHOU Chang-le<sup>2)</sup>, XU Dan<sup>1)</sup>, XU Jia-tuo<sup>3),4)</sup>

<sup>1)</sup>(Department of Computer Science and Engineering, School of Information, Yunnan University, Kunming 650031)

<sup>2)</sup>(Department of Computer Science, School of Information, Xiamen University, Xiamen 361005)

<sup>3)</sup>(Department of Computer Science and Engineering, FuDan University, Shanghai 200433)

<sup>4)</sup>(Staff Room of Diagnostics, Shanghai Traditional Medicine University, Shanghai 201204)

**Abstract** In order to get new methods on the digitization of the traditional Chinese medicine (TCM) tongue diagnosis and classification and retrieval of tongue pictures, a new image retrieval method based on multi-feature (color and texture) is presented in this paper. The authors used a 20-dimension eigenvector including both color and texture as the whole image's features to retrieval the resembled tongue images. The experimental results are satisfying, which shows that this method can be used in retrieval of tongue pictures successfully.

**Keywords** color, texture, tongue image, traditional Chinese medicine (TCM) tongue diagnosis, image processing, content-based image retrieval (CBIR)

## 1 引言

随着多媒体信息技术的不断发展,计算机技术在各个领域的应用得到了充分发展。将基于内容的图像检索技术与传统的中医舌诊相结合正是在这一趋势下的必然结果。自 20 世纪 80 年代初期以来,许多中医和其他学科的研究人员合作致力于舌诊检

测方法的研究,尤其近 10 年随着信息技术的发展,以计算机和图像分析技术为主要手段的舌诊客观化检测方法已成为一种全新的舌诊客观化检测方法,并日益显示其优越性。

舌诊是中医的重要诊断方法之一,舌像是辨证论治的主要依据之一。然而,在中国几千年来通过中医舌诊诊断疾病的历史中,医生的个人经验起着关键性的作用。从现代技术发展的角度来看,这是

基金项目:国家自然科学基金项目(60162001,60275023,C03050104);云南省省院省校科技合作项目(2001JAALA02A022)

收稿日期:2004-09-10;改回日期:2004-12-16

第一作者简介:诸薇娜(1977~),女。2002 年考入云南大学信息学院计算机科学与工程系攻读硕士学位。主要研究方向为数字图像处理、基于内容的图像检索、中医舌像处理等。E-mail:zhuweina@sohu.com

一种原始的、主观的、缺乏客观性的方法。大多数的舌像诊断经验不能科学和量化地保留,既不利于中医治疗技术的流传也不利于病人的诊断历史查询。以现代科学技术手段使其更加科学化、客观化、具体化、精确化,已成为舌诊研究的主要方向。

传统的舌诊客观化检测和识别方法是以单独的舌色或纹理为主要研究内容的。而临床研究表明在中医的诊断过程中舌色和舌苔的质地、纹理等内容信息往往是交叉使用的。对于舌像的综合特征研究存在着极高的技术难度而近乎空白。因此,舌像客观化期待着新的更完善的客观识别检测方法的出现。

引入一种综合利用颜色和纹理特征共同进行舌像检索的方法,通过对真实舌像数据库进行实验表明,综合特征检索要比单一特征检索更符合中医舌诊的客观要求和人的视觉感受,因而检索效果更好。

## 2 舌诊的观察内容

为了便于进行舌诊信息的识别与分类,在舌诊的内容中,按信息的识别特征主要可以归纳为表 1 所示的几种。

表 1 舌诊内容

Tab.1 Content of tongue diagnosis

种类	主要包括内容
区域	1. 舌质、舌苔的区域分布;2. 舌体尖、边、中、根的区域划分。
颜色	1. 舌色:淡白、淡红、红、红绛、淡紫、青紫;2. 苔色:薄白、白、淡黄、黄、灰黑。
纹理	1. 舌质:老嫩;2. 特殊:点刺、瘀点、裂纹、齿痕;3. 舌苔:腻腐燥糙。
形状	1. 舌质:胖瘦;2. 舌下络脉(静脉);3. 舌苔:厚薄,剥落。
动态	1. 歪斜;2. 萎软;3. 僵硬;4. 吐弄;5. 震颤等。

舌像信息源的信息主要分成区域、颜色、纹理、形状、动态五大类,五大类内容基本涵盖了中医舌诊的要求和具体内容。本文主要结合舌色和纹理特征进行综合分析。

## 3 具体方法

### 3.1 利用颜色特征的检索

#### 3.1.1 颜色特征空间的选择

用数码相机得到的舌像图像是 RGB 彩色空间模式的。因为 RGB 彩色空间的成份对测试环境的改变很敏感,因此用 RGB 模型难以得到舌色的标准化正确结果。因此选择了符合人的视觉感应的

HSI 模型。由于 HSI 模型中的亮度分量( $I$ )和色度分量( $H+S$ )是分开的, $I$ 分量与图像的彩色信息无关,人对颜色的感觉主要由色度  $H$  决定,所以在 HSI 空间可充分发挥色度的描述作用。

通过下式计算出图像在 HSI 模型中的  $H, S, I$  分量:

$$H = \arccos \begin{cases} \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]^{1/2}} & R \neq G \text{ 或 } R \neq B \\ 2\pi - \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]^{1/2}} & B > G \end{cases} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \min(R, G, B) \quad (2)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (3)$$

但是在 HSI 模型中存在着奇异点,如果色点在  $I$  轴上,则它的  $S$  值为零,而  $H$  没有定义,而且在奇异点附近, $R, G, B$  值的微小变化会引起  $H, S, I$  值的明显变化。为了解决这个问题,对  $H, S, I$  分量进行转换,引入另外一个 2 维特征向量  $X = (X_1, X_2)^{[1]}$ :

$$X_1 = S * I * \cos(H) \quad (4)$$

$$X_2 = S * I * \sin(H) \quad (5)$$

#### 3.1.2 颜色特征选取

在颜色特征方面,颜色直方图描述了图像颜色的统计分布特征,且具有平移、尺度、旋转不变性,因此在颜色检索中被广泛采用。但是当图像中的特征不能取遍所有可能取值时,统计直方图中会出现一些零值。这些零值的出现会对计算直方图相交距离带来很大影响,使得计算出来的匹配值不能正确反映图像间的差别。因此引入了累加直方图法。由于累加直方图体现了两种颜色在颜色轴上的距离与相似性之间的关系,所以累加直方图法在检索效率上优于一般直方图法和矩方法<sup>[2]</sup>。

但是累加直方图能体现这个优势的前提是:信号本身在特征分布轴上距离小的两点要比距离大的两点更相似。人的视觉特性对上述相关性条件在整个色度分布轴上并不成立,但在色度分布轴上的各个局部区间里能够满足<sup>[3]</sup>,所以把色度沿分布轴分成若干个局部区间而在各局部区间内分别应用累加直方图法。

具体检索时先将色度轴分成 6 个不重叠的局部区间  $[60k, 60(k+1)]$ ,  $k=0, 1, \dots, 5$ , 然后分别计算每个局部区间的累加直方图。由于色度轴上各种颜

色的分布实际上是连续过渡的,各颜色区之间并不存在截然的界限,因此再将区间的划分改为  $[30 + 60k, (30 + 60(k + 1)) \bmod 360]$ ,  $k = 0, 1, \dots, 5$ , 计算出每个局部区间的累加直方图。最后将这两次计算的累加直方图逐项相加取平均,作为最终的特征直方图用于检索。在此,得到了 12 个特征分量来共同表达一个图像的颜色特征。

3.2 利用纹理特征的检索

纹理是所有的表面所具有的内在特性,它包含了关于表面的结构安排及周围环境的关系。它作为物体的一个重要特征是基于内容检索的一条主要线索。在中医诊断过程中,除了对舌色辨别外,还必须对舌质进行分析和判断。像舌质的老嫩、齿痕、裂纹、燥润、淤斑、点刺等特征就可以归为纹理分析的范畴。

对于图像纹理的描述的方法主要有统计描述、结构描述和谱描述 3 种。统计方法主要给出诸如平滑、粗糙、颗粒性等纹理特征;结构描述处理的是图像基本单元的组织结构,例如对规则排列图形纹理结构的描述;谱技术是对图像中全局周期性进行探测,主要适用于周期或准周期变化的纹理描述。

在舌像处理时,因为人的舌像纹理一般没有规则可循,不具有规则排列或全局周期性特点,所以一般都采用统计的方法。在对舌像的处理中主要采用的方法有基于二阶灰度统计特征的统计方法、纹理特征的共生矩阵表示。本文采用的是基于二阶灰度统计特征的统计方法,而使用纹理特征的共生矩阵法参见参考文献[4]。

灰度差分统计法的基本原理是描述纹理图像各像素及其相邻像素之间的灰度变化情况。设图像上一点  $(x, y)$  的灰度值为  $g(x, y)$ , 该点与和它有微小距离  $\Delta x, \Delta y$  的点  $(x + \Delta x, y + \Delta y)$  的灰度差值记为

$$g_{\Delta}(x, y) = g(x, y) - g(x + \Delta x, y + \Delta y) \quad (6)$$

$g_{\Delta}$  就称为灰度差分。灰度差分值的所有可能取值共有 256 级,令点  $(x, y)$  在整个画面上移动,计算出  $g_{\Delta}(x, y)$  的直方图。由直方图定义可知  $g_{\Delta}(x, y)$  取值的概率  $p_{\Delta}(g)$ , 当  $g_{\Delta}$  取值较小时而对应的概率  $p_{\Delta}(g)$  较大时,说明图像纹理较细腻,反之说明纹理较粗糙。

一般用来描述纹理特性的参数有:

$$(1) \text{对比度: } CON = \sum_{i=0}^{255} i^2 p_{\Delta}(i) \quad (7)$$

$$(2) \text{角度方向二阶矩: } ASM = \sum_{i=0}^{255} [p_{\Delta}(i)]^2 \quad (8)$$

$$(3) \text{熵: } ENT = - \sum_{i=0}^{255} p(i) \lg p_{\Delta}(i) \quad (9)$$

$$(4) \text{平均值: } MEAN = \frac{1}{256} \sum_{i=0}^{255} i p_{\Delta}(i) \quad (10)$$

为了更好地判断灰度差分的效果,分别计算出图像每一个像素点  $(x, y)$  在其  $3 \times 3$  邻域内与以它为中心的周围 8 个像素点(坐标为  $(x - 1, y - 1)$ ,  $(x - 1, y)$ ,  $(x - 1, y + 1)$ ,  $(x, y - 1)$ ,  $(x, y + 1)$ ,  $(x + 1, y - 1)$ ,  $(x + 1, y)$ ,  $(x + 1, y + 1)$ ) 间的灰度差分。其中,  $\Delta x, \Delta y$  的取值如图 1 所示。

-1, -1	0, -1	1, -1
-1, 0	$x, y$	1, 0
-1, 1	0, 1	1, 1

图 1  $\Delta x, \Delta y$  的取值示意图

Fig. 1 Sketch map of the value of  $\Delta x, \Delta y$

求出它们的灰度差分后再求对应的 8 个纹理特征,从而得到 8 组纹理特征量,求出各特征量的均值和标准差:  $\mu_{CON}, \sigma_{CON}, \mu_{ASM}, \sigma_{ASM}, \mu_{ENT}, \sigma_{ENT}, \mu_{MEAN}, \sigma_{MEAN}$ , 然后将这 8 个特征向量作为图像纹理特征的表达。

3.3 对颜色和纹理特征分别进行内部归一化处理

从以上的两个处理过程中,得到了关于颜色的 12 个特征分量和关于纹理的 8 个特征分量,为了使这些特征分量在计算距离时具有相同的权重,要先对它们进行归一化处理。

一个  $N$  维特征向量记为:  $F = [f_1, f_2, \dots, f_N]$ 。任一幅图像  $I_i$  对应特征向量  $F_i = [f_{i,1}, f_{i,2}, \dots, f_{i,N}]$ 。假设特征分量值系列  $[f_{1,j}, f_{2,j}, \dots, f_{i,j}, \dots, f_{m,j}]$  符合高斯分布,计算出其均值  $\mu_j$  和标准差  $\sigma_j$ , 然后利用下式可将  $f_{i,j}$  归一化至  $[-1, 1]$  区间

$$f_{i,j}^{(N)} = \frac{f_{i,j} - \mu_j}{3\sigma_j} \quad (11)$$

而对于小于  $-1$  和大于  $1$  的值分别取为  $-1$  和  $1$ , 以保证所有向量值落在  $[-1, 1]$  区间。

3.4 综合利用颜色和纹理进行检索

以直方图作为颜色特征,仅仅表示了图像中各种颜色的统计分布,而没有包含各种颜色的空间分布信息。事实上颜色空间分布明显不同的图像可以具有相同的直方图。所以单一利用颜色特征进行检索,检索效果有时会与人的视觉感受不相吻合。

解决这类问题的有效办法就是不仅要利用图像中的颜色信息,而且也要利用图像中的空间分布信息。由于纹理特征能对空间信息进行一定的描述,所以考虑综合利用颜色和纹理特征进行检索。

首先分别提取颜色和纹理特征向量,并分别进行归一化处理。然后采用欧氏距离公式分别计算出颜色和纹理的相似距离:

$$d_E = \left[ \sum_{i=1}^K (x_i - y_i)^2 \right]^{1/2} \quad (12)$$

其中,  $K$  为灰度级。

由于颜色特征和纹理特征物理意义不同,不直接具有可比性。为了能够将这两个组特征向量结合起来进行检索,要进行外部归一化处理。特征向量的归一化实际上是对图像库内所有图像对的相似距离进行归一化,其主要步骤如下<sup>[5]</sup>:

(1) 利用式(11)计算出图像库中每两个图像  $I, J$  所对应特征向量  $F_I, F_J$  间的颜色相似距离和纹理相似距离  $D$  (这里的  $D$  为一个 20 维的向量):

$$D(I, J) = \text{distance}(F_I, F_J) \quad (13)$$

$$I, J = 1, 2, \dots, M, \text{ 且 } I \neq J$$

(2) 分别计算出由上式得到的  $M(M-1)/2$  个距离值的均值  $\mu_D$  和标准差  $\sigma_D$ 。

(3) 对查询图像  $Q$ , 分别计算其与图像库中每个图像相似距离, 分别记为  $D_{1,Q}, D_{2,Q}, \dots, D_{M,Q}$ 。

(4) 对  $D_{1,Q}, D_{2,Q}, \dots, D_{M,Q}$ , 按下式进行高斯归一化处理, 可将  $D_{i,Q}$  ( $i = 1, 2, \dots, M$ ) 归一化至  $[-1, 1]$  区间。

$$D_{i,Q}^{(N)} = \frac{D_{i,Q} - \mu_D}{\sigma_D} \quad (i = 1, 2, \dots, M) \quad (14)$$

再做如下线性变换, 可使得  $D_{i,Q}$  的值有 99% 落

在  $[0, 1]$  区间。

$$D_{i,Q}^{(N)} = \left( \frac{D_{i,Q} - \mu_D}{3\sigma_D} + 1 \right) / 2 \quad (i = 1, 2, \dots, M) \quad (15)$$

在进行了归一化操作之后, 可以根据归一化的结果加权计算综合距离, 来判断图像的匹配程度。

### 4 实验数据和试验结果

本实验所处理的舌像图片都是来自上海中医药大学所提供的临床标准图片。

#### 实验 1

实验图像如图版 I 图 1 所示。

实验图像选择的主要依据是:

(1) 检验此算法对于完全相同的两幅图像得到的结果是否符合理论预测(图版图 1 中的原图像、图像 2)

(2) 此算法对图像的尺寸大小变化是否敏感(图版 I 图 1 中的图像 4、图像 9)

将原图像与其他 9 幅图像进行对比, 计算出各个向量间的距离列表, 如表 2 所示。

从表 2 可以看出:

(1) 图像 2 的 20 个特征分量都是相同的值, 这说明了图像 2 和原图像是完全相同的图像。从理论上来说, 它们之间的距离应该是“0”, 但是, 因为对距离进行了归一化的处理, 所以这个值非零了。但这并不影响对它们的相似性做出正确判断。

(2) 图像 4 和图像 9 的 20 个特征分量对应相

表 2 实验 1 特征向量距离列表

Tab. 2 Result of experiment 1

		图版 I 图 1								
		图像 2	图像 3	图像 4	图像 5	图像 6	图像 7	图像 8	图像 9	图像 10
特征向量各个分量取值	0.408 03	1	0.473 09	0.624 17	0.488 21	0.514 18	0.587 98	0.473 09	0.441 24	
	0.408 03	0.658 24	0.487 35	0.672 17	0.582 68	0.605 24	0.570 14	0.487 35	0.493 8	
	0.408 03	0.657 56	0.552 59	0.530 64	0.508 49	0.470 49	0.503 97	0.552 59	0.468 45	
	0.408 03	0.517 81	0.571 24	1	0.444 05	0.518 37	0.517 75	0.571 24	0.517 19	
	0.408 03	0.763 02	0.533 38	0.567 24	0.474 24	0.725 84	0.747 93	0.533 38	0.841 2	
	0.408 03	0.464 46	0.456 13	0.518 44	0.437 61	0.506 7	0.536 01	0.456 13	0.688 94	
	0.408 03	0.553 5	0.421 74	0.476 43	0.429 06	0.445 34	0.415 25	0.421 74	0.416 51	
	0.408 03	0.546 13	0.447 51	0.553 38	0.494 79	0.502 92	0.485 22	0.447 51	0.458 81	
	0.408 03	0.594 84	0.520 54	0.500 75	0.486 48	0.459 64	0.482 19	0.520 54	0.445 56	
	0.408 03	0.513 02	0.562 15	1	0.443 47	0.513 45	0.512 99	0.562 15	0.512 44	
	0.408 03	0.758 59	0.544 64	0.587 14	0.474 44	0.726 74	0.750 56	0.544 64	0.855 76	
	0.408 03	0.468 29	0.472 33	0.520 3	0.447 5	0.554 58	0.592 25	0.472 33	0.767 68	
	0.408 03	0.420 91	0.417 46	0.420 51	0.440 95	0.418 7	0.437 67	0.417 46	0.409 15	
	0.408 03	0.421 62	0.417 65	0.420 58	0.437 12	0.419 58	0.439 91	0.417 65	0.411 42	
	0.408 03	0.418 41	0.416 85	0.423 76	0.439 15	0.424 81	0.431 8	0.416 85	0.415 31	
	0.408 03	0.423 08	0.421 96	0.422 34	0.430 08	0.416	0.426 43	0.421 96	0.424 43	
	0.408 03	0.423 55	0.420 87	0.424 71	0.438 38	0.423 17	0.435 15	0.420 87	0.412 45	
	0.408 03	0.411 78	0.413 61	0.421 76	0.433 93	0.424 24	0.418 4	0.413 61	0.434 77	
	0.408 03	0.421 67	0.418 88	0.422 99	0.440 09	0.422 23	0.435 81	0.418 88	0.410 9	
	0.408 03	0.425 62	0.421 63	0.420 39	0.431 11	0.417 71	0.434 62	0.421 63	0.420 01	
均值	0.408 03	0.543 105	0.469 58	0.546 385	0.460 092	0.495 497	0.508 102	0.469 58	0.512 301	
排序	1	8	3	9	2	5	6	3	7	

等,说明了原图像和图像 4 间的距离等于原图像和图像 9 间的距离。而事实上,是对同一幅图像做了大小缩放处理以后,分别得到了这两个大小比例不同的图像,它们与原图像的距离值相等的结果,证明了该算法对于图像大小尺寸和比例变换是不敏感的,证明了算法的健壮性。

(3) 对表 2 中的距离进行了排序,结果得到的相似性从小到大排序和人工判断后的排序结果是基本

一致的,这说明试验的结果符合人的视觉判断结果。

**实验 2**

实验图像如图版 I 图 2 所示。

实验图像选择的主要依据是随机选择一组具有不同色彩偏向的舌像图片,看看此算法对不同的图像在距离上是否敏感。

将原图像与其他 9 幅图像进行对比,计算出如表 3 所示的 20 个向量的距离。

表 3 实验 2 特征向量距离列表

Tab.3 Result of experiment 2

		图版 I 图 2								
		图像 2	图像 3	图像 4	图像 5	图像 6	图像 7	图像 8	图像 9	图像 10
特征向量各个分量取值		0.478 78	1	0.486 2	0.546 88	0.489 34	0.495 12	0.551 7	1	0.421 88
		0.458 97	0.666 75	0.519 02	0.671 86	0.500 09	0.583 28	0.516 66	0.491 24	0.474 15
		0.451 98	0.738 41	0.446 35	0.515 6	0.460 68	0.432 22	0.426 34	0.494 23	0.486 81
		0.456 13	0.471 33	0.528 59	1	0.465 93	0.473 55	0.473 17	0.469 03	0.474 24
		0.567 19	0.760 89	0.530 9	0.564 3	0.469 18	0.723 91	0.745 96	0.942 18	0.841 28
		0.442 04	0.451 18	0.444 6	0.497 9	0.429 42	0.487 91	0.512 51	0.652 78	0.648 83
		0.425 37	0.485 71	0.426 13	0.449 05	0.428 47	0.433 86	0.411 94	0.460 81	0.410 97
		0.429 95	0.565 4	0.450 61	0.555 39	0.452 28	0.491 51	0.457 8	0.457 52	0.441 58
		0.435 73	0.640 16	0.428 9	0.479 57	0.448 43	0.424 12	0.422	0.464 6	0.463 18
		0.453 52	0.469 13	0.519 85	1	0.462 89	0.470 88	0.470 59	0.467 63	0.471 31
		0.556 08	0.755 24	0.541 66	0.583 33	0.468 21	0.724 33	0.747 98	0.960 58	0.855 8
		0.448 04	0.454 19	0.458 4	0.499 15	0.437 6	0.528 64	0.560 66	0.761 12	0.717 82
		0.432 9	0.412 32	0.410 13	0.412 46	0.429 36	0.411 06	0.426 48	0.413 56	0.402 21
		0.433 94	0.410 4	0.409 23	0.411 12	0.423 54	0.410 17	0.425 01	0.414 56	0.405 64
		0.432 72	0.410 1	0.409 35	0.413 7	0.427 35	0.415 69	0.421 01	0.411 56	0.407 05
		0.433 19	0.412 53	0.412 7	0.412 25	0.419 07	0.408 68	0.416 05	0.414 04	0.412 72
		0.431 43	0.415 49	0.413 61	0.416 71	0.428 92	0.415 74	0.426 06	0.415 91	0.406 78
	0.406 23	0.402 24	0.405 76	0.413 93	0.423 35	0.415 76	0.411 46	0.414 55	0.422 58	
	0.432 6	0.413 24	0.411 42	0.414 44	0.429 26	0.414 3	0.425 43	0.413 85	0.404 89	
	0.432 67	0.413 57	0.412 22	0.411 17	0.419 59	0.409 4	0.421 87	0.417 27	0.410 88	
均值		0.451 973	0.537 414	0.453 282	0.533 441	0.445 648	0.478 507	0.483 534	0.546 851	0.499 03
排序		2	8	3	7	1	4	5	9	6

从表 3 中的排序(从小到大)可以看出,对于淡红舌的原图像,离它距离最远的为图像 9,图像 9 为红舌,距离次远的为图像 5,为淡白舌,再次之为图像 3,为淡黄苔,再顺序排列下来距离越小的,其颜色和原图像越接近。这说明了此种算法对于舌像的比较与实际的视觉比较结果是符合的。

**实验 3**

实验图像如图版 I 图 3 所示。

实验图像选择的主要依据是选择了一组专家分出的红舌系列,测试此算法对于同一分类中的图像是否能通过将向量间的距离判断出来,此实验也可以在其他舌像序列中做,这里选择红舌,并无特殊原因。

将原图像与其他 9 幅图像进行对比,计算出向量的距离如表 4 所示。

图版 I 图 3 中的舌像图像都是从标准“红舌”

库中选出来的,可以看到实验数据中,它们之间距离的大小是非常接近的,它们之间的距离都在 0.46 ~ 0.54 这个范围内,这个结果符合对同种类舌像的预期效果。由此可以看出,此算法是可以正确地对所需检索的舌像进行正确归类的。

**实验 4**

图版 I 图 4 中的 21 张图片是从 7 种舌色和 3 种舌质组合以后构成的图片分类库中选出来的,在这个实验中把它们作为标准图库来使用。随机选择一张图片作为目标图像,如图 I 图 5 所示。

以验证此算法对于任意一张患者舌像图像(目标图像),能否通过计算出其与图像库中标准舌像图像的距离,并通过距离的排序和比较来正确地对患者舌像进行归类并给出大致的诊断结果以供参考。

(3)以图版I图 5 为目标图像,图版I图 4 中的 21 幅图像作为对比,计算出向量的距离如表 5 所示。

图版 I 图 6 是从图版 I 图 4 的 21 张图片中选  
出比较距离最近的 7 张,距离从小到大依次排列而  
成。从小到大代表了和目标图像的相似程度依次递  
减。

从以上数据和排序结果可以看出,此目标图片  
和淡红舌最为接近。而从肉眼观察的结果来看,专  
家也是将其归为淡红舌。有此可知此算法的结果和  
人的主观视觉判断是相符的。

表 4 实验 3 特征向量距离列表

Tab.4 Result of experiment 3

		图版 I 图 3								
		图像 2	图像 3	图像 4	图像 5	图像 6	图像 7	图像 8	图像 9	图像 10
特征向量各个分量取值	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0.482 72	0.495 08	0.708 67	0.613 33	0.620 25	0.442 43	0.537 78	0.480 72	0.539 45	0.457 32
	0.469 09	0.413 7	0.504 99	0.618 09	0.627 65	0.443 69	0.539 15	0.548 19	0.457 32	0.457 32
	0.443 28	0.446 26	0.547 25	0.589 63	0.620 88	0.503 61	0.492 79	0.498 2	0.757 69	0.757 69
	0.935 73	0.541 91	0.532 82	0.580 75	0.564 91	0.551 46	0.547 31	0.550 45	0.556 2	0.556 2
	0.460 68	0.451 29	0.497	0.473 67	0.424 68	0.445 3	0.426 64	0.422 2	0.427 54	0.427 54
	0.468 99	0.467 15	0.415 77	0.474 3	0.474 83	0.468 73	0.468 53	0.467 43	0.469 26	0.469 26
	0.441 86	0.442 87	0.559 39	0.512 88	0.516 84	0.415 62	0.477 93	0.443 49	0.476 1	0.476 1
	0.447 85	0.408 85	0.472 03	0.550 09	0.557 45	0.429 71	0.496 86	0.506 69	0.437 26	0.437 26
	0.436 54	0.441 44	0.527 5	0.561 24	0.584 66	0.490 05	0.479 54	0.485 92	0.722 68	0.722 68
	0.968 52	0.559 09	0.549 89	0.601 04	0.583 05	0.565 78	0.565 55	0.568 22	0.557 57	0.557 57
	0.509 34	0.502 41	0.527 44	0.525 47	0.448 26	0.484 93	0.458 03	0.463 86	0.436 91	0.436 91
	0.394 18	0.399 02	0.398 69	0.408 57	0.391 67	0.398 49	0.390 46	0.402 76	0.411 21	0.411 21
	0.400 06	0.397 01	0.396 15	0.413 67	0.399 14	0.398 69	0.395 16	0.405 09	0.409 66	0.409 66
	0.403 29	0.398 4	0.399 05	0.391 37	0.408 49	0.400 24	0.398 39	0.394 47	0.403 19	0.403 19
	0.404 9	0.398 01	0.397 39	0.405 77	0.399 68	0.401 44	0.392 85	0.396 31	0.401 89	0.401 89
	0.402 95	0.391 63	0.398 77	0.402 55	0.397 27	0.398 56	0.395 4	0.399 22	0.410 48	0.410 48
0.399 92	0.398 3	0.396 31	0.409 03	0.408 16	0.390 39	0.401 09	0.393 33	0.403 01	0.403 01	
0.400 52	0.392 4	0.399 75	0.402 9	0.398 46	0.399 7	0.395	0.399 94	0.409 37	0.409 37	
0.405 5	0.390 93	0.395 75	0.413 09	0.395 23	0.399 64	0.392 8	0.402 56	0.405 3	0.405 3	
均值	0.513 796	0.466 788	0.501 231	0.517 372	0.511 078	0.471 423	0.482 563	0.481 453	0.504 605	0.504 605
排序	8	1	4	9	7	2	5	3	6	6

表 5 实验 4 特征向量距离列表

Tab.5 Result of experiment 4

		图版 I 图 4										
		图像 1	图像 2	图像 3	图像 4	图像 5	图像 6	图像 7	图像 8	图像 9	图像 10	图像 11
特征向量各个分量取值	0.396 01	0.396 04	1	1	0.396 85	0.396 03	1	0.416 14	0.396 82	0.612 15	1	1
	0.454 16	0.592 9	0.614 64	0.561 55	0.684 42	0.430 8	0.754 79	0.592 17	0.447 84	0.679 01	0.755 26	0.755 26
	0.455 76	0.515 25	0.446 99	0.408 84	0.679 33	0.649 18	0.752 51	0.468 44	0.489 03	0.688 26	0.753 22	0.753 22
	0.395 12	0.426 18	0.395 65	0.396 27	1.781 4	0.395 04	0.396 34	0.395 71	0.395 76	0.395 9	0.396 33	0.396 33
	0.544 97	0.698 59	0.611 93	0.611 29	0.846 15	0.610 33	0.612 57	0.597 79	0.651 34	0.612 37	0.612 61	0.612 61
	0.478 02	0.481 97	0.591 55	0.628 11	0.570 74	0.411 34	0.697 09	0.447 56	0.451 17	0.501 47	0.673 5	0.673 5
	0.394 49	0.394 51	0.565 7	0.490 34	0.394 85	0.394 64	0.573 66	0.396 5	0.394 85	0.412 93	0.456 95	0.456 95
	0.431 85	0.501 45	0.501 41	0.470 77	0.560 74	0.411 61	0.599 64	0.498 64	0.415 32	0.559 82	0.599 76	0.599 76
	0.439 09	0.478 01	0.426 03	0.408 09	0.599 23	0.582 68	0.661 27	0.443 63	0.460 2	0.605 66	0.661 87	0.661 87
	0.395 07	0.424 05	0.395 47	0.395 98	1	0.395 01	0.396 06	0.395 54	0.395 67	0.395 72	0.396 05	0.396 05
	0.555 65	0.705 98	0.632 09	0.631 4	0.836 16	0.630 3	0.632 73	0.616 13	0.667 29	0.632 54	0.632 77	0.632 77
	0.473 35	0.516 11	0.775 85	0.763 09	0.647 28	0.432 02	0.766 68	0.450 34	0.482 71	0.582 18	0.724 24	0.724 24
	0.398 69	0.399 95	0.417 2	0.398 79	0.397 07	0.411 13	0.403 33	0.398 94	0.399 32	0.401 08	0.399 28	0.399 28
	0.096 103	0.216 2	0.740 58	0.168 27	0.199 05	0.670 47	0.202 21	0.184 85	0.209 1	0.291 83	0.038 184	0.038 184
	0.278 43	0.079 487	0.605 98	0.018 548	0.044 539	0.642 22	0.299 43	0.027 735	0.039 964	0.320 45	0.354 07	0.354 07
	0.226 14	0.035 373	0.660 72	0.038 181	0.499 96	0.589 83	0.055 779	0.076 138	0.168 41	0.107 04	0.152 32	0.152 32
	0.118 11	0.209 15	0.411 22	0.038 386	0.081 287	0.351 26	0.410 97	0.136 17	0.135 64	0.335 56	0.327 06	0.327 06
	0.217 3	0.124 13	0.238 59	0.000 795	0.731 31	0.119 72	0.721 17	0.018 554	0.004 014	0.285 45	0.397 3	0.397 3
	0.166 99	0.207 8	0.628 09	0.064 627	0.071 281	0.527 61	0.378 59	0.135 83	0.136 58	0.323 81	0.293 47	0.293 47
	0.039 517	0.135 72	0.502 51	0.089 992	0.485 56	0.519 7	0.043 147	0.135 16	0.121 08	0.202 64	0.064 999	0.064 999
均值	0.347 741	0.376 943	0.558 11	0.379 166	0.575 36	0.478 546	0.517 898	0.341 598	0.343 105	0.447 294	0.484 422	0.484 422
排序	1	8	14	12	21	5	20	4	3	11	18	18

续表 5  
Continuation of Tab. 5

		图版 I 图 4									
		图像 12	图像 13	图像 14	图像 15	图像 16	图像 17	图像 18	图像 19	图像 20	图像 21
特征向量各个分量取值		0.396 59	0.396 14	1	0.395 17	0.396 12	0.564 23	1	0.396 81	0.396 61	0.982 56
		0.487 57	0.502 75	0.754 25	0.435 77	0.883 74	0.636 47	0.757 25	0.674 14	0.756 57	0.751 93
		0.479 89	0.559 35	0.753 69	0.482 5	0.553 74	0.642 73	0.753 85	0.667 49	0.753 61	0.752 05
		0.409 55	0.395 22	0.396 33	0.395 11	0.396 09	0.395 61	0.396 35	0.671 27	0.396 35	0.396 31
		0.697 92	0.611 68	0.612 5	0.608 74	0.503 33	0.608 74	0.612 6	0.930 44	0.606 93	0.612 31
		0.494 96	0.481 3	0.610 59	0.472 38	0.493 76	0.449 48	0.626 69	0.554 88	0.601 09	0.579 33
		0.394 8	0.394 88	0.568 05	0.394 53	0.394 73	0.420 27	0.446 25	0.394 87	0.395 11	0.511 51
		0.441 96	0.455 59	0.599 15	0.414 98	0.644 94	0.533 38	0.600 72	0.554 47	0.600 42	0.598 39
		0.46	0.513 18	0.662 29	0.460 93	0.509 5	0.567 89	0.662 4	0.591 5	0.662 19	0.660 82
		0.408 25	0.395 16	0.396 05	0.395 08	0.395 84	0.395 46	0.396 06	0.651 32	0.396 07	0.396 03
		0.709 5	0.631 82	0.632 65	0.628 6	0.512 24	0.628 49	0.632 77	0.936 12	0.626 47	0.632 44
		0.530 04	0.536 91	0.727 81	0.512 06	0.510 81	0.508 42	0.706 16	0.615 06	0.658 97	0.731 09
		0.399 33	0.395 36	0.398 94	0.403 92	0.405 26	0.401 46	0.407 23	0.401 95	0.404 29	0.407 46
		0.204 56	0.110 46	0.012 699	0.447 68	0.551 51	0.156 22	0.463 55	0.254 23	0.385 28	0.409 88
		0.005 048	0.040 389	0.036 318	0.336 46	0.451 08	0.227 42	0.572 92	0.215 61	0.583 22	0.585 01
		0.023 475	0.073 434	0.277 07	0.297 69	0.611 59	0.265 79	0.552 21	0.147 17	0.351 59	0.335 63
		0.004 726	0.006 285	0.183 08	0.430 39	0.597 66	0.050 396	0.824 33	0.326 85	0.687 62	0.830 05
		0.325 26	0.271 11	0.478 25	0.143 15	0.423 23	0.150 78	0.132 77	0.269 44	0.330 94	0.520 79
		0.049 126	0.002 51	0.170 23	0.411 04	0.521 24	0.008 74	0.647 61	0.313 03	0.557 62	0.652 15
	0.217 81	0.179 18	0.150 57	0.498 96	0.743 88	0.114 23	0.606 92	0.191 17	0.438 9	0.452 05	
均值	0.357 018	0.347 635	0.471 026	0.428 257	0.525 015	0.386 31	0.589 932	0.487 891	0.529 493	0.589 89	
排序	7	6	19	2	9	10	17	16	13	15	

## 5 结 论

结合中医舌诊中需要分析处理的大量临床舌像的图像特点,提出了一种新的结合图像的颜色特征和纹理特征进行图像检索的方法。在此方法中,在 HSV 色彩空间下为了解决奇异点问题,通过线性变换得到两个特征向量,然后对这两个向量分块计算其累计直方图,得到 12 个特征值;对于纹理计算图像像素点和其周围 8 个坐标点间的灰度差分,得到灰度差分直方图,计算出此直方图的 4 组特征量,并将它们的均值和方差作为纹理特征,得到 8 个特征向量。通过以上步骤最终得到 20 个特征分量组成的向量来表达一幅图像的内容特征。对这些特征进行归一化以后使用欧氏距离来作为度量图像相似性的标准,通过比较目标图像和标准图像库中舌像图像间的距离的大小来评价图像的相似度,以此达到图像分类和检索的目的。

为了验证算法的健壮性、适应性和实用性,挑选了 4 组不同的临床舌像进行实验。通过对实验结果得到的数据进行分析 and 比较可以看出,此算法在位置变化、平移及其尺度大小变化方面达到了预期的结果。特别是通过第 4 组实验,可以看出如果将此算法应用于对标准舌像图库的检索,对患者舌像

的归类是非常有利的。在请中医专家对图片比较以后发现,此算法得到的结果和专家意见是相符的。因此可以认为这个算法对于舌像的处理是适应的。

在下一步的工作中,将对纹理特征的提取做进一步的改进,使算法对纹理的描述更加全面和细致,以期达到更加精确的检索结果。

## 参考文献 (References)

- 1 Yu Hui, Li Ming-jing, Zhang Hong-jiang, et al. Color Texture Moments for Content-based Image Retrieval [EB/OL]. [http://research.microsoft.com/asia/dload\\_files/group/mcomputing/2003P/ICIPO2-yh.pdf](http://research.microsoft.com/asia/dload_files/group/mcomputing/2003P/ICIPO2-yh.pdf), 2004-02-30.
- 2 Liu Z W, Zhang Y J. Comparison and analysis of ten arithmetic of image indexing based on color[J]. Signal Processing, 2000, 16(1): 79 ~ 84. [刘忠伟,章毓晋.十种基于颜色特征的图像检索算法的比较和分析[J]. 信号处理,2000, 16(1):79 ~ 84.]
- 3 Zhang Y J, Liu Z W, He Y. Color-based image retrieval using sub-range cumulative histogram[J]. High Technology Letters, 1998b, 4(2): 71 ~ 75.
- 4 Zhu Wei-na, Xu Dan, Zhou Chang-yu, et al. Combining color and texture for CBIR in the traditional chinese medicine tongue diagnosis [A]. In: Proceedings of the 13th Session of National Conference of Multimedia Technology[C], Ningbo, 2004:132 ~ 139. [诸薇娜,徐丹,周昌乐等.结合颜色纹理特征的检索技术在中医舌诊中的应用研究[A].见:第 13 届全国多媒体会议论文集[C],宁波,2004:112 ~ 118.]
- 5 Ortega M. Supporting similarity queries in MARS [A]. In: Proceedings of the Fifth ACM International Conference on Multimedia [C], Seattle, WA, USA, 1997: 403 ~ 413.



图1 实验1图像

Fig.1 Experimental 1 pictures



图2 实验2图像

Fig.2 Experimental 2 pictures



图3 实验3图像

Fig.3 Experimental 3 pictures



图4 实验4图像

Fig.4 Experimental 4 pictures



图5 目标图像

Fig.5 Object pictures



图6 实验结果

Fig.6 Result pictures