

# 融合 YCbCr 肤色分割的不良图像检测算法研究

裴向杰,唐红昇,陈 鹏

(江苏省气象局 江苏省气象信息中心,江苏 南京 210008)

**摘 要:**针对当今互联网存在大量不良图像信息,严重影响青少年身心健康发展的问題,文中提出了人脸检测结合 YCbCr 肤色分割的基于肤色比例判断模型的不良图像的检测方法。首先基于 OpenCV 人脸检测,筛查出存在人脸的图像;然后通过提取人脸肤色特征,实现基于 YCbCr 线性运算准确分割图像肤色区域;最后通过建立肤色比例权重模型,计算肤色面积所占比例,从而判断图像是否存在不良信息。选取正常和不良图像样本进行实验,不良图像检测率达到 90% 以上,正常图像的检测率达到 91%,表明文中检测结构算法能够排除各种复杂背景下的干扰,应用在互联网不良图像检测上达到了良好的效果。

**关键词:**人脸检测;YCbCr;肤色面积;不良图像检测

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)12-0080-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.12.019

## Research on Objectionable Image Detection Algorithm Based on YCbCr Skin Segmentation

PEI Xiang-jie, TANG Hong-sheng, CHEN Peng

(Meteorological Information Center, Meteorological Bureau of Jiangsu Province,  
Nanjing 210008, China)

**Abstract:** Aiming at the problem that on the Internet there is a lot of bad image information, it seriously influences the health of body and mind development of teenagers, present a bad image detection method combined face detection with YCbCr color segmentation based on skin color proportion judging model. First of all, based on OpenCV face detection, screen out the existence of human face image, and then by extracting facial skin characteristics, accurately segment skin color area based on YCbCr linear operation. Finally, through the establishment of skin color ratio weighting model, calculate proportion of skin color area, so as to judge whether the image is bad information. Select normal and bad image samples for experiment, bad image detection rate reaches more than 90%, the normal image detection rate 91%, which indicated this algorithm can eliminate all kinds of complicated background interference, application test on the Internet bad image detection has achieved good effect.

**Key words:** face detection; YCbCr; skin area; objectionable image detection

## 0 引言

随着互联网的不断发展,在人们的生活带来极大便利的同时,网络上也充斥着不良信息,比如色情图像,即不良图像<sup>[1-3]</sup>。这些来自网络的不良图像内容,不利于人们的身心健康,尤其对未成年人的伤害最大。未成年人的价值观和人生观尚未成熟,对于对错的判断概念模糊,很容易受到这些不良图像的误导<sup>[4-5]</sup>。因此,对于互联网不良图像的监控和检测尤为重要,这促使了基于图像识别的互联网不良图像检测技术的发展。

从目前关于不良图像的检测研究方向来看,主要围绕图像的纹理特征、肤色特征和不同人体部位的私密特征方面展开研究。Phung 等<sup>[6]</sup>从图像的纹理特征来确定人体肤色特点,取得了较好的检测效果,但该方法需要的相关硬件较高,计算任务大,影响了检测效率;Forsyth 等<sup>[7]</sup>通过建立人体肢体模块,结合肤色特征识别来实现对人体肤色的检测 and 人体特征的识别;张争珍等<sup>[8]</sup>针对人体细节部位的特征,建立敏感图像的识别依据,结合肤色特征的检测,完成对不良图像的识别;Lin<sup>[9]</sup>通过训练得到各像素的阈值,通过对各像

收稿日期:2014-12-11

修回日期:2015-03-13

网络出版时间:2015-11-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60802034)

作者简介:裴向杰(1977-),男,硕士,工程师,研究方向为网络开发、数据挖掘、软件开发。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20151119.1107.006.html>

素阈值来判断人体肤色,但是该方法受光照影响较大;文献[10-11]通过对目标特征的提取分类,然后完成对图像皮肤的检测,并结合人脸检测实现检测结果的排查;周建政等<sup>[12]</sup>提出一种以人体肤色、人脸位置和背景颜色为特征的检测模型,该方法对不良图像的检测效率达到 84%,具有较好的检测效果。

这些研究方法和相关算法在某种程度上,能够有效地对不良信息图像进行检测,但同样存在误检、检测率不高、检测实时性较差等不足,特别是随着网络图像的数量剧增,各种图像背景、特殊场景都对不良图像检测带来了挑战和难度。

因此,文中提出了基于人脸检测和 YCbCr 肤色分割的混合调用的不良图像检测方法,并建立肤色比例模型来实现对不良图像的检测,结果表明检测效果较好。

1 算法原理

对于互联网中存在的不良图像一般具有如下特征:图像中包含人脸和身体其他部位裸露皮肤;图像中的人物裸露的皮肤面积较大。根据以上特性,文中提出的不良图像检测算法主要分为两部分:人脸检测并提取肤色信息和基于 YCbCr 肤色分割。

针对不良图像中往往存在人脸的特点,文中采用 OpenCV 人脸检测快速筛查出存在人脸的图像<sup>[13-14]</sup>。OpenCV 人脸检测方法主要基于 Adaboost 分类器,识别出图像中的人脸。Adaboost 分类器由一定量弱分类器耦合组成,识别率较高。另外由于 OpenCV 平台基于 C\C++函数构建,并且经过汇编优化,所以运行效率较高。识别出人脸区域后,分别转至 YCbCr 空间和灰度空间,分别提取 Y、Cb、Cr 分量的最大最小值和灰度共生矩阵,为更加精准地提取肤色区域、排除复杂背景做好准备。

由于不良图像中人物肤色区域在图像中占的比重较大,而人物肤色在 YCbCr 空间中特别明显,易于进行对皮肤与其他图像内容的区分。文中将存在人脸的图像转至 YCbCr 空间,将皮肤区域突出化,通过采用 3 分量(Y、Cb、Cr)图像线性运算进一步突出皮肤区域并进行分割。由于一些目标的特性与皮肤比较相似,造成分割出的皮肤区域往往存在非皮肤区域,即复杂背景的干扰。这里通过调用基于之前由人脸区域得到的 Y、Cb、Cr 分量的最大最小值和灰度共生矩阵,来剔除非皮肤区域,从而实现肤色区域的精准分割。最后,计算分割出的肤色区域面积在图像中所占的比例值。由于不良图像中的皮肤区域往往较多,文中经过一定量不良图像的训练,得经验值,构建不良图像的肤色比例判断模型。如果计算分割出的肤色区域面积在图

像中所占的比例值大于肤色比例权重,则判为不良图像;反之,判为正常图像。

不良图像检测算法的总体流程图如图 1 所示。

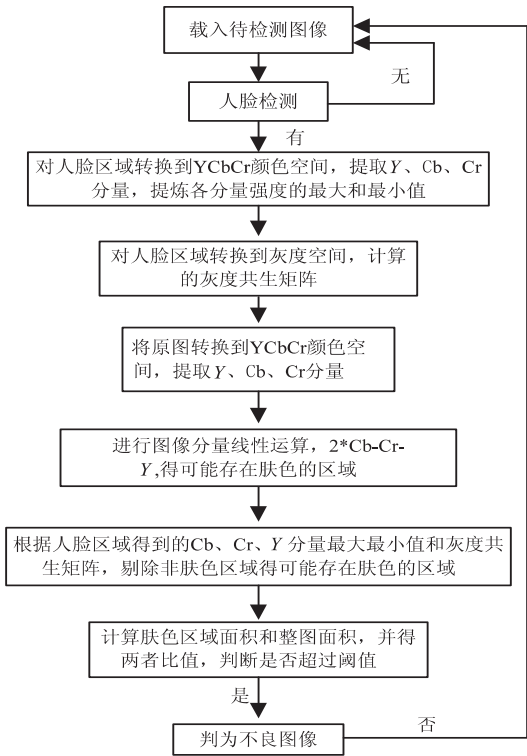


图 1 不良图像检测算法流程示意图

2 算法流程与关键技术

2.1 人脸检测与肤色特性提取

采用 OpenCV 人脸检测快速筛查出存在人脸的图像。OpenCV 人脸检测方法主要基于 Adaboost 分类器,识别出图像中的人脸。Adaboost 分类器由一定量弱分类器耦合组成,识别率较高。对图像进行灰度处理和边缘处理,同时再进行匹配,根据匹配结果决定是否删除匹配块。

匹配循环:将匹配分类器放大 scale 倍,同时原图缩小 scale 倍,进行匹配,直到匹配分类器的大小大于原图,则返回匹配结果。匹配的时候调用 cvRunHaarClassifierCascade 来进行匹配,结果传给 cvHaarDetectObjects。函数 cvRunHaarClassifierCascade 用于对单幅图片的检测。根据级联分类器的通过情况,决定返回值是 0 或 1,全部通过为 1,否则为 0。

部分关键代码如下:

```
void detect_and_draw( IplImage * img)
{
    static CvScalar colors[] =
    { {0,0,255} }, { {0,128,255} }, { {0,255,255} }, { };
    double scale = 1.3 ;
    IplImage * gray = cvCreateImage ( cvSize ( img->width, img->
hight ), 8, 1 );
```

```

IplImage * small_img = cvCreateImage( cvSize( cvRound( img
->width/scale) ,
cvRound( img->height/scale) ),8,1);
cvCvtColor( img,gray,CV_BGR2GRAY);
cvResize( gray,small_img,CV_INTER_LINEAR);
cvEqualizeHist( small_img,small_img);
cvClearMemStorage( storage);
if( cascade)
{
CvSeq * faces=cvHaarDetectObjects( small_img,cascade,stor-
age,1.1, 2, 0,cvSize(30,30));
}
cvShowImage( "result",img);
cvReleaseImage( &gray);
cvReleaseImage( &small_img);
}

```

识别出人脸区域,转至 YCbCr 空间,分别提取  $Y$ 、 $Cb$ 、 $Cr$  分量的最大最小值,为后期分割出的皮肤区域是否与人脸皮肤匹配,排除复杂背景的干扰提供数据参考,其判断原理如公式(1)所示。如果符合式(1),则可确定分割出的为皮肤区域,而且与人脸皮肤出自同一人物。

$$(Y_{\min} < Y < Y_{\max}) \&\& (Cb_{\min} < Cb < Cb_{\max}) \&\& (Cr_{\min} < Cr < Cr_{\max}) \quad (1)$$

式中, $Y$ 、 $Cb$ 、 $Cr$  为皮肤 YCbCr 空间三分量; $Y_{\min}$  为  $Y$  分量最小值; $Y_{\max}$  为  $Y$  分量最大值; $Cb_{\min}$  为  $Cb$  分量最小值; $Cb_{\max}$  为  $Cb$  分量最大值; $Cr_{\min}$  为  $Cr$  分量最小值; $Cr_{\max}$  为  $Cr$  分量最大值。

转至灰度空间,皮肤与其他物质的灰度纹理不同,不同人的皮肤灰度纹理也不尽相同,利用不同皮肤的灰度纹理,实现对皮肤的分割识别。灰度共生矩阵是表示灰度纹理特性的有效方式。由于灰度共生矩阵由熵、能量、对比度、相关性组成,故求得熵、能量、对比度、相关性即可,公式如式(2)~(5)所示。

$$e = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(i,j) \log p(i,j) \quad (2)$$

$$a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(i,j)^2 \quad (3)$$

$$c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (i-j)^2 p(i,j) \quad (4)$$

$$i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p(i,j) / (1 + (i+j)^2) \quad (5)$$

式中, $e$  为熵; $a$  为能量; $c$  为对比度; $i$  为相关性; $n, m$  为图像长宽; $p(i, j)$  为图像在坐标  $(i, j)$  的灰度值。

## 2.2 基于 YCbCr 的皮肤分割

相对于其他颜色空间,YCbCr 颜色空间对于人体肤色具有很强的敏感性,这有利于对人物皮肤区域的

分割。其中, $Y$  代表亮度, $Cb$  代表偏蓝分量, $Cr$  代表偏红分量,人体皮肤区域在  $Cb$  分量中特征较明显。RGB 与 YCbCr 相互转换关系如式(6)、(7)所示。

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.257 & 0.504 & 0.098 \\ -0.317 & 0.438 & -0.121 \\ 0.438 & -0.366 & -0.071 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.164 & 3 & 0 \\ 1.164 & 4 & 0.940 & 3 \\ 1.164 & 7 & -4.841 & 5 & -4.186 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y - 16 \\ Cb - 128 \\ Cr - 128 \end{bmatrix} \quad (7)$$

式中, $R$ 、 $G$ 、 $B$  为 RGB 空间三分量。

传统的皮肤分割只是将图像转换到 YCbCr 空间,突出皮肤区域后进行自适应阈值分割,在分割出皮肤的同时也分割出了非皮肤区域。文中提出对 YCbCr 空间三分量进行线性运算,由于  $Cb$  分量对皮肤特别敏感,而  $Cr$ 、 $Y$  相对皮肤无明显特征,故增强  $Cb$  分量,减去  $Cr$ 、 $Y$  分量,可更加突出皮肤区域。 $Cb$  分量强化过程如公式(8)所示, $Cb$  强化后的分割,能够有效排除复杂背景的非皮肤区域干扰。

$$\text{fuse} = 2 * Cb - Cr - Y \quad (8)$$

式中, $Y$ 、 $Cb$ 、 $Cr$  为 YCbCr 空间三分量; $\text{fuse}$  为皮肤区域。

## 2.3 肤色比例模型的构建和阈值设定

根据被检测的图像面积  $S_1$ ,检测的人脸面积  $S_2$ ,检测出的肤色面积  $S_3$ ,构建图像肤色比例模型,如公式(9)所示。

$$a_1 = \frac{S_2}{S_1}, a_2 = \frac{S_3}{S_1}, a_3 = \frac{S_2}{S_3} \quad (9)$$

其中, $a_1$  代表人脸所占图像面积的比例; $a_2$  代表肤色所占图像面积的比例; $a_3$  代表人脸占检测所得肤色的面积比例。

通过构建图像中人脸、肤色和图像面积比例模型,能够得到一张图像中人脸和肤色在图像的裸露区域比例,因为不良图像一般都有人脸,所以可以作为固有特征,通过人脸检测能够提取肤色特性,为后面肤色提取提供参数,同时人脸所占图像面积和肤色面积比例,能够对图像的不良性进行一定的判断,最后,计算分割出的肤色区域面积在图像中所占的比例值。根据不良图像中的皮肤区域所占比例较多,人脸区域所在肤色面积比例较小的特点,经过一定量不良图像的训练,得到一组对不良图像检测的经验阈值,如表 1 所示。

表 1 肤色比例阈值

判断权重	阈值/%
$a_1$	5
$a_2$	33
$a_3$	17

如表 1 所示,若  $a_1$  小于 5,  $a_2$  小于 33,  $a_3$  大于 17, 则判断为合格图像, 否则判断为不良图像。因为检测判断依据需要  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  同时满足, 故可能会导致检测结果偏于保守, 但对于防止不良图像的传播, 这样的检测依据具有良好的效果。

3 实验结果与分析

为验证文中人脸检测和 YCbCr 肤色分割算法的混合调用对不良图像检测复杂背景的排除效果, 以及建立的肤色比例模型对不良图像检测的准确性和高效性, 通过设立对照组, 比较不良图像检测性能。实验组分为: (1) 文中人脸检测和 YCbCr 肤色分割混合调用; (2) 较为常用的基于 YCbCr 的自适应分割。实验检测硬件是基于英特尔 i7, 2.5 GHz 双核 CPU, 320 GB 硬盘, 2 GB 内存。

选取不良图像作为图像检测样本, 如图 2 所示, 图 2 中包含人的脸部结构和大量的人体裸露皮肤。



图 2 待检测的不良图像

首先对图 2 中的人脸部位进行检测, 如图 3 所示。单独对人脸区域进行 YCbCr 颜色空间转化, 并提取 Y、Cb、Cr 分量, 计算各分量强度的最大和最小值。同时对人脸区域进行灰度空间转化和灰度共生矩阵的计算, 进入下一步处理。

将整幅图像传入 YCbCr 颜色空间, 相对于其他颜色空间, YCbCr 颜色空间对于人体肤色具有很强的敏感性, 这有利于对人物皮肤区域的分割, 如图 4 所示。

图 5 和图 6 分别为文中方法的不良图像肤色分割结果和基于 YCbCr 的自适应分割结果。



图 3 人脸检测处理后的不良图像

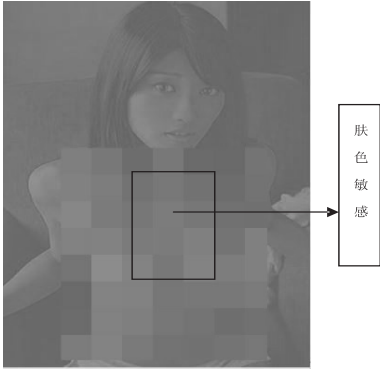


图 4 将图像转至 YCbCr 空间

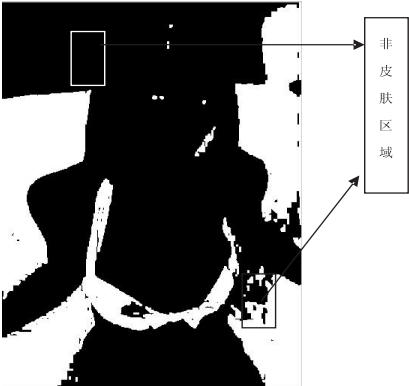


图 5 基于 YCbCr 的自适应分割结果

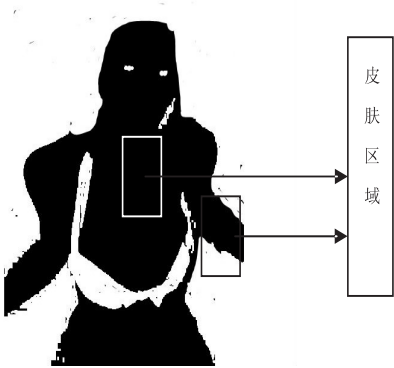


图 6 线性运算处理后结果

比较图 5 和图 6 可以看出, 基于 YCbCr 的自适应分割只是将图像转换到 YCbCr 空间, 突出皮肤区域后进行自适应阈值分割, 在分割出皮肤的同时也分割出了非皮肤区域。这是由于背景颜色对肤色有一定的干



扰,在自适应分割过程中,未能准确分割出肤色部位,掺杂了部分背景图像。而图 7 是文中方法的分割结果,能够较好地对背景的干扰进行剔除,这主要由于在算法分割过程中,首先提出对 YCbCr 空间三分量进行线性运算,并由 Cb 分量对皮肤特别敏感,而 Cr、Y 相对皮肤无明显特征,通过增强 Cb 分量,减去 Cr、Y 分量,可显著突出皮肤区域,同时通过根据之前对人脸区域得到的 Y、Cb、Cr 分量最大最小值和灰度共生矩阵,剔除非肤色区域得可能存在肤色的区域,起到了对于干扰背景的双重检测和排查的作用。最后根据肤色比例模型的阈值判定,使用基于 YCbCr 的自适应分割方法的图像判定结果为正常图像,如图 7(a)所示,而采用文中算法对图像检测的结果为不良图像,与基于 YCbCr 的自适应分割相反,如图 7(b)所示。这是由于图像肤色面积大小的检测的准确性影响了真正皮肤在图像的所占比例,从而错误地将不良图像判断为正常图像。

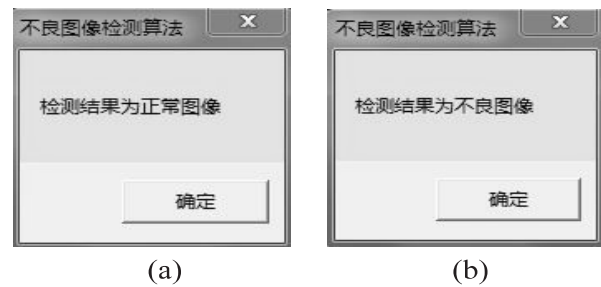


图 7 检测结果

表 2 为对 100 张背景不一、大小不同的网络图像进行不良检测的结果。

表 2 不良图像检测结果

	文中算法			常用算法		
	样本 总数	不良 图像	正常 图像	样本 总数	不良 图像	正常 图像
数目	100	20	80	100	20	80
正确检测数	91	18	73	85	16	69
正确率/%	91	90	91	85	80	86
检测速度/(帧/s)	11			13		

从表中可以看出,相比于常用的分割方法的检测率 85%,文中分割方法对不良图像的检测率达到 91%,表现出较高的检测准确性。这主要由于对不良图像肤色面积检测的准确性,保证了对不良图像的检测结果,验证了文中检测结构和算法的有效性。同时从表 2 中还能看出,文中方法检测系统的检测运算速度达到 11 帧/s,相比于常用的基于 YCbCr 的自适应分割算法检测速率 13 帧/s,速率稍有降低,这是由于文中算法需要调用人脸区域得到的 Y、Cb、Cr 分量最大最小值和灰度共生矩阵,来完成非肤色区域的剔除,从

而影响了速率,但是仍然能够保持相当的运算速率,表现出较好的检测实时性。

4 结束语

文中从分析互联网上不良图像的特性出发,提出了有专门针对性的检测方案。利用效率较高的优化平台 OpenCV 实现存在人脸的图像筛查,并且提取出人脸区域的 YCbCr 分量最大与最小值、灰度共生矩阵,作为后期剔除非皮肤区域的根据。基于 YCbCr 分量的线性运算提取出包含肤色的区域,并通过调用人脸区域的 YCbCr 分量最大与最小值、灰度空间的灰度共生矩阵,剔除与人脸区域图像特性不符的非皮肤区域。最后根据肤色比例模型判断图像的不良性能,检测出不良图像。整个检测过程中,通过增强 Cb 分量,实现对肤色的准确分割,同时加入 Y、Cb、Cr 分量值和灰度共生矩阵判断步骤,实现对复杂背景干扰的剔除,通过建立的肤色比例阈值确定图像的性质。与目前常用的检测方法相比,文中方法的检测结果具有较高的准确性,同时保证了检测过程的实时性,实现对互联网图像信息的检测。

参考文献:

[1] 周立前,胡 柳,李 瑞,等. 基于权重策略的不良图像识别[J]. 中南大学学报: 自然科学版,2013,44(11):4561-4565.

[2] Plissiti M E, Nikou C, Charchanti A. Automated detection of cell nuclei in pap smear images using morphological reconstruction and clustering[J]. IEEE Trans on Information Technology in Biomedicine, 2011, 15(2):233-241.

[3] 许华荣,王晓栋,方 遵. 基于 B 样条曲线模型的结构化道路检测算法[J]. 自动化学报,2011,37(3):270-275.

[4] Xu Xiangyang, Xu Shengzhou, Jin Lianghai, et al. Characteristic analysis of Otsu threshold and its applications[J]. Pattern Recognition, 2011, 32(7):956-961.

[5] Mat-Isa N A, Mashor M Y, Othman N H. An automated cervical pre-cancerous diagnostic system[J]. Artificial Intelligence in Medicine, 2008, 42(1):1-11.

[6] Phung S L, Chai D, Bouzerdoum A. Adaptive skin segmentation in color images[C]//Proc of IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing. [s. l.]: IEEE, 2003:353-356.

[7] Forsyth D A, Fleck M M. Identifying nude pictures[C]//Proc of WACV. Sarasota, FL: IEEE, 1996:103-108.

[8] 张争珍,石跃祥. YCgCr 颜色空间的肤色聚类人脸检测方法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(22):163-165.

[9] Lin C. Face detection in complicated backgrounds and different illumination conditions by using YCbCr colors pace and

该判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max} = 5.07$ ,  $CI = \frac{5.07 - 5}{5 - 1} = 0.0175$ ,  $CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0175}{1.12} = 0.0156 < 0.1$ , 则矩阵  $Q_{i,j}$  具有一致性, 得到权重向量  $QoW = [0.285, 0.072, 0.072, 0.116, 0.455]$ 。根据  $S_{\text{value}} = E_{m \times n} * QoW^T$  有:

$$S_{\text{value}} = \begin{bmatrix} 1 & 0.25 & 0.4 & 1 & 0 \\ 0.27 & 0 & 1 & 0 & 0.46 \\ 0 & 1 & 0 & 0.85 & 1 \\ 0.285 & 0.072 & 0.072 & 0.116 & 0.455 \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} 0.4478 \\ 0.3583 \\ 0.6256 \end{bmatrix}$$

故服务  $S_3$  最符合用户需求。

## 5 结束语

针对目前服务选择难度大的问题, 文中提出了一种基于支持向量机分类和用户个性化偏好的 Web 服务推荐模型。该模型通过支持向量机学习训练服务注册中心的服务质量信息、服务选择的历史信息和用户请求的服务质量信息, 最终得到一个服务候选集, 经过这种筛选之后缩小了服务选择的范围, 再结合用户的个性化偏好, 利用层次分析法计算 QoS 属性的权重, 通过最终的服务排序, 选择出最适合用户的服务。实验验证了这种方法的正确性。在今后的研究中, 除了考虑提高服务发现的效率外, 还应将影响服务推荐的其他因素考虑其中, 比如上下文情境和偏好不确定等因素, 从而为用户推荐更加合适的服务。

## 参考文献:

- [1] 邱田, 李鹏飞, 林品. 一个基于概念语义近似度的 Web 服务匹配算法[J]. 电子学报, 2009, 37(2): 429-432.
- [2] Ran S. A model for Web service discovery with QoS[J]. ACM SIGecom Exchanges, 2003, 4(1): 1-10.
- [3] 施荣荣, 周晓明, 郭成昊. 支持 QoS 和用户需求的 Web 服务选择模糊算法[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(5): 1748

-1751.

- [4] 冯建周, 孔令富. 基于模糊 QoS 和偏好权重的 Web 服务组合方法研究[J]. 小型微型计算机系统, 2012, 33(7): 1516-1521.
- [5] 白雯, 李蜀瑜, 杜学智. 模糊 C-均值聚类语义 Web 服务发现[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(11): 4182-4186.
- [6] 马华, 李建华, 陈松乔, 等. 基于本体聚类的面向业务用户服务发现模型[J]. 计算机工程, 2007, 33(4): 215-217.
- [7] 武彩红, 李蜀瑜. 基于聚类的 QoS 语义 Web 服务发现研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(3): 132-136.
- [8] Millet-Roig J, Ventura-Galiano R, Chorro-Gasco F J, et al. Support vector machine for arrhythmia discrimination with wavelet-transform-based feature selection[J]. Computers in Cardiology, 2000(4): 407-410.
- [9] Shi Weiguang, Kencl L. Sequence-preserving adaptive load balancers[C]//Proc of ACM/IEEE symposium on architecture for networking and communications systems. San Jose, CA: Association for Communications Systems, 2006.
- [10] Wolf T, Franklin M A. Locality-aware predictive scheduling of network processors[C]//Proc of IEEE international symposium on performance analysis of systems and software. [s. l.]: IEEE Computer Society, 2001: 152-159.
- [11] 邵凌霄, 李田, 赵俊峰, 等. 一种可扩展的 Web Service QoS 管理框架[J]. 计算机学报, 2008, 31(8): 1458-1470.
- [12] 曹利培, 李爱玲, 刘静. 基于 QoS 的两阶段 Web 服务选择方法[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(3): 747-751.
- [13] 梁泉, 王元卓. 网络计算环境下 QoS 偏好的处理策略及其应用[J]. 计算机应用, 2009, 29(6): 1502-1505.
- [14] Saaty T L. The analytic hierarchy process[M]. New York: McGraw Hill, 1980.
- [15] Zheng Zibin, Zhang Yilei, Lyu M R. Distributed QoS evaluation for real-world Web services[C]//Proceedings of the 8th international conference on web services. Washington D C, USA: IEEE Computer Society, 2010: 83-90.
- [16] Zhang Yilei, Zheng Zibin, Lyu M R. Exploring latent features for memory-based QoS prediction in cloud computing[C]//Proceedings of the 30th IEEE symposium on reliable distributed systems. Washington D C, USA: IEEE Computer Society, 2011: 1-10.

(上接第 84 页)

- neural network[J]. Pattern Recognition Letters, 2007, 28(16): 2190-2200.
- [10] Bosson A, Cawley G C, Chan Y, et al. Non-retrieval; blocking pornographic images[C]//Proc of international conference on image and video retrieval. [s. l.]: [s. n.], 2002.
- [11] Jeong C Y, Kim J S, Hong K S. Appearance based nude image detection[C]//Proceedings of the 17th international conference on pattern recognition. [s. l.]: IEEE, 2004: 467-470.
- [12] 周建政, 陈法叶, 姚金良. 一种基于 SVM 的网络不良图像

过滤方法[J]. 计算机应用与软件, 2012, 29(5): 251-253.

- [13] Plissiti M E, Nidou C, Charchanti A. Watershed-based segmentation of cell nuclei boundaries on Pap smear images[C]//Proc of 2010 10th IEEE international conference on information technology and applications in biomedicine. [s. l.]: IEEE, 2011: 145-149.
- [14] Mao S, Chan Y, Chu Y. Edge enhancement nucleus and cytoplasm contour detector of cervical smear images[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, 2008, 38(2): 353-366.

# 融合YCbCr肤色分割的不良图像检测算法研究

作者：[裴向杰](#)，[唐红昇](#)，[陈鹏](#)，[PEI Xiang-jie](#)，[TANG Hong-sheng](#)，[CHEN Peng](#)

作者单位：[江苏省气象局 江苏省气象信息中心, 江苏 南京, 210008](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015, 25(12)

引用本文格式：[裴向杰](#).[唐红昇](#).[陈鹏](#).[PEI Xiang-jie](#).[TANG Hong-sheng](#).[CHEN Peng](#) [融合YCbCr肤色分割的不良图像检测算法研究](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(12)