

## 指示类交通标识的自动检测

罗艳, 蔡自兴

(中南大学 信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410083)

**摘要:** 针对指示类交通标识的特点, 进行标志牌检测算法的研究. 首先利用快速 HSV 颜色查找的方法进行颜色分割, 对颜色分割后的二值图进行必要的形态学预处理, 接着利用圆形度和拐角检测与几何特征结合的方法进行形状识别. 针对某些圆形标志边缘分割不完整的情形, 提出一种根据距离直方图判断是否为圆形标志的方法. 实验结果表明, 算法对实际道路环境下的指示类交通标识的检测具有较好准确性和鲁棒性, 满足实时性要求.

**关键词:** 指示类交通标识; HSV 颜色查找; 圆形度; 拐角检测; 距离直方图

**中图分类号:** TP391.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-4785(2011)03-0213-06

## Automatic detection of indicative traffic signs

LUO Yan, CAI Zixing

(School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** This paper studied the detection algorithms of indicative traffic signs. First, the color segmentation was recorded along with a fast HSV color search method, and later the morphologic preprocessing was taken on the binary image after the color segmentation. Second, circularity and corner detection combined with geometric characteristics were used to judge if a region was an indicative sign. Last, in view of the incomplete edge of the round sign after the color segmentation, a new algorithm was raised based on a distance histogram for confirmation. Experimental results show that this algorithm is accurate and robust for detecting indicative traffic signs in real traffic environments, and also meets the real-time demand.

**Keywords:** indicative traffic signs; HSV color search; circularity; corner detection; distance histogram

对智能车辆的研究开始于 20 世纪 50 年代, 以美国为首, 德国、意大利、英国以及日本等国家相继开展了自动驾驶和车辆导航技术的研究. 20 世纪 80 年代随着微处理器性能的提高, 开始出现真正意义上的智能车辆系统的研究. 如今, 世界上主要的智能车辆研究领域出现很多突破性的研究成果, 如美国的 Navlab 系列智能车、德国的 VaMoRs 无人车、意大利 ARGO 自主车、我国国防科技大学的 CITAVT 系列视觉导航自主车、吉林大学的 JUTIV 和 JLUIV 系列智能车等. 智能车辆的研究也是智能交通系统研究的主要内容, 为实现安全驾驶和自主导航提供关键技术. 目前的智能交通系统都是针对高速公路或者野外环境, 主要是利用雷达和 GPRS 导航设备来完成路径搜索. 真正的

智能交通系统离不开交通标识识别 (traffic signs recognition, TSR) 系统, 交通标识识别是通过机器视觉相关技术来完成, 利用车载相机获得车辆前方图像, 通过计算机视觉与图像处理的方法来识别交通标识, 达到真正指示车辆安全行驶的目的.

在基于计算机视觉系统的交通标识识别中, 如何快速有效地检测并提取出交通标识是一个关键问题. 以往的文献方法有很多, 但大多是针对禁令标识, 比如 Hough 变换<sup>[1]</sup>是最常用的圆形标识检测方法, 该方法的优点是可靠性高, 缺点是计算量和资源需求比较大, 其相应的很多改进算法都致力于减少算法的时间和空间复杂性. 模板匹配法<sup>[2-3]</sup>是比较低层次的方法, 逐个像素点的匹配将消耗大量的系统时间, 很难满足实时性要求. 神经网络方法<sup>[4]</sup>把通过归一化和特征提取后的数据作为输入样本, 以一定的学习准则对神经网络进行学习训练, 以此实现交通标识的检测和识

收稿日期: 2010-12-22.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (90820302).

通信作者: 罗艳. E-mail: luoyan0702@sohu.com.

别,但是输入量较大,网络学习时间较长.拐角检测算法<sup>[5-6]</sup>是 Escalera 在 1997 年提出来的,该方法通过构造不同形状的掩膜进行卷积运算来提取拐角,算法效果很好,但是对矩形需要进行 4 次卷积运算,时间较长.圆形度方法<sup>[7]</sup>通过公式计算圆形度的值来判断圆形形状,该方法原理简单,计算量小,能直观地反映图形趋向圆的程度.

本文采用了圆形度的计算公式和拐角检测算法的思想,提出了快速有效的基于彩色图像的指示类交通标识检测方法,并提出了圆形标识边缘分割不完整时的改进算法.算法首先对采集到的彩色图像进行颜色分割,这里采用了 RGB 到 HSV 空间的快速转换分割方法,根据色调和饱和度分量来提取蓝色区域并二值化.接着采用圆形度计算公式检测圆形,利用拐角检测与几何信息结合的方法来检测矩形,最后提出了改进算法,即距离直方图的方法来检测边缘分割不完整的圆形标识.

## 1 指示交通标识的检测

### 1.1 颜色分割

常用的颜色分割方法有 RGB 空间的颜色分割、归一化的 RGB 分割、简单向量滤波器 (simple vector filter, SVF) 颜色分割和 HSV 空间的颜色分割方法.相机得到的图像一般都是以 RGB 模型表示,即任何一种颜色都由  $R$ 、 $G$ 、 $B$  3 个分量合成,  $R$ 、 $G$ 、 $B$  的范围都是  $[0, 255]$ , 例如白色表示为  $R = 255$ ,  $G = 255$ ,  $B = 255$ . 将  $R$ 、 $G$ 、 $B$  分量进行归一化处理, 即  $r = R / (R + G + B)$ ,  $g = G / (R + G + B)$ ,  $b = B / (R + G + B)$ , 文献[8-9]分别给出了分割标识牌中蓝色区域的阈值. 下面将重点讲述 SVF 和 HSV 方法.

SVF 是日本学者 Asakura 等<sup>[10]</sup>在 2000 年提出来的, 利用式(1)将图像中的单色 (achromatic color) 去除, 例如轮廓阴影等都是单色, 在去除单色后的图像中再进行特定颜色的提取.

$$f_i = \frac{|R - G| + |G - B| + |B - R|}{D}, D = 20. \quad (1)$$

其中:  $f_i < 1$  为单色,  $f_i \geq 1$  为彩色. 本文在  $f_i \geq 1$  的图像上再进行 RGB 颜色分割, 取  $B - R > 85$ ,  $B > 100$  可提取蓝色区域.

HSV 是适合人类视觉特性的颜色模型,  $H$  表示色调, 即红、绿、蓝等颜色;  $S$  表示饱和度, 即颜色的深浅, 如浅红、深红;  $V$  表示亮度.  $H$  值在  $0 \sim 360$  之间, 每种色调对应一个  $H$  值,  $S$  和  $V$  的值都在  $0 \sim 1$  之间. 通过设定  $H$ 、 $S$ 、 $V$  的范围可以得到需要的颜色

区域, 这里取  $195 < H < 245$ ,  $S > 0.25$ ,  $V > 0.2$  可以提取出蓝色标识区域.

上述方法中前面 3 种都是基于 RGB 颜色空间的分割方法, 优点是分割算法简单、速度很快, 缺点是颜色极易受光照变化影响, 对光照变化很敏感, 因此适应性较差. 第 4 种是基于 HSV 空间的方法, 由于将亮度分量从颜色中分离出来, 使得颜色对亮度的依赖性减少, 该方法对光照变化具有一定的鲁棒性, 缺点是从 RGB 空间转换到 HSV 空间是非线性变换, 这个过程比较耗费系统时间, 影响系统实时性. 但是如果预先建立一个从 RGB 到 HSV 的快速颜色查找方法, 即可直接得到  $H$ 、 $S$ 、 $V$  3 个分量值, 既可以像在 HSV 空间进行颜色处理一样方便, 又避免了颜色空间非线性变换带来的复杂度. 下面公式是一种建立快速 HSV 颜色查找的简单方法.

$$\begin{aligned} f_{\max} &= \max(R, G, B), \\ f_{\min} &= \min(R, G, B), \\ \text{if } R &= f_{\max}, H = (G - B) / (f_{\max} - f_{\min}), \\ \text{if } G &= f_{\max}, H = 2 + (B - R) / (f_{\max} - f_{\min}), \\ \text{if } B &= f_{\max}, H = 4 + (R - G) / (f_{\max} - f_{\min}), \\ H &= H \times 60, \\ \text{if } H < 0, H &= H + 360, \\ V &= f_{\max}, \\ S &= (f_{\max} - f_{\min}) / f_{\max}. \end{aligned}$$

建立了 RGB 到 HSV 空间的快速查找方法后, 本文采用 HSV 颜色分割方法进行指示类交通标识分割, 上面已经给出了 HSV 分割的阈值.

### 1.2 预处理

颜色分割之后的图像比较粗糙, 一些预处理步骤, 比如小面积区域去除、噪声点去除、形态学处理等必不可少. 对颜色分割后的图像进行上述预处理, 采用面积排除的方法将不满足条件的小面积和特大面积区域排除掉. 然后利用中值滤波对图像进行去噪处理, 如果在某个模板中, 对像素进行由小到大的重排列, 那么最亮或者最暗的点一定被排在两侧, 用模板中排在中间位置上的像素值代替待处理的中心点的像素值, 就可以达到消除噪声的目的. 有的标识在颜色分割后边缘可能会出现少许断裂, 因此需要对中值滤波后的图像进行形态学膨胀操作, 可以将边缘出现的小缺口进行弥合, 从而使标识边缘形状完整. 但是边缘出现较大缺口是无法通过膨胀操作来弥合的, 因为膨胀次数太多会使得距离较近的 2 个物体连接到一起. 图 1(a)是原图, (b)是对原图进行中值滤波后的结果, (c)是对(b)图膨胀后的结果.

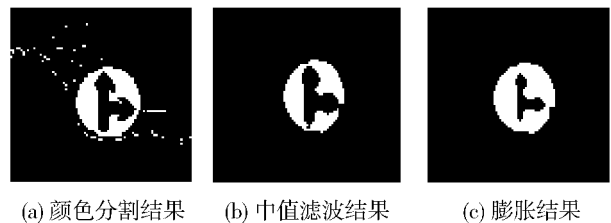


图1 对二值图预处理

Fig.1 Preprocessing for the binary images

1.3 形状识别

指示交通标识有2类,一类是蓝色圆形,另一类是蓝色矩形.前面方法进行了颜色分割和必要的预处理已经将蓝色区域提取了出来,这样的区域可能有圆形或矩形,也可能有其他不规则形状,为了将可能的圆形和矩形标识提取出来,采用圆形度和拐角检测与几何特征结合的方法.

1.3.1 圆形度

圆形度方法可以检测图像中的圆形物体.圆形度定义为: $C = \frac{4\pi A}{L^2}$ ,其中: $A$ 是区域面积,用区域中像素点的个数来表示; $L$ 是区域周长,定义为区域边界像素8链码的长度之和; $C \in [0, 1]$ 表示圆形度,当目标为圆时, $C$ 有最大值1.当图像越接近于圆, $C$ 越接近于1,因此圆形度能直观地反映接近圆形的程度.因此需要设定一个阈值范围 $\theta$ ,通过 $\theta$ 的取值范围将与圆差别较大的区域去除,这里通过实验取 $\theta \in [0.78, 1]$ .

1.3.2 拐角检测与几何信息结合的方法

Escalera 等人<sup>[10]</sup>提出一种基于拐角提取矩形标识的检测算法.首先使用对应矩形4个拐角的4个掩模分别对蓝色目标区域进行卷积运算,一次卷积运算得到一个与目标区域大小相同的卷积矩阵,搜索矩阵中的最大值,如果该最大值大于预先设定的阈值 $\delta$ ,则认为该最大值对应于目标区域中的点为拐角的位置.然后依次在图像中搜索构成同一矩形的4种拐角,以确定矩形的存在与否.实验中发现矩形拐角在卷积矩阵中都是最大值且都大于700,所以 $\delta$ 取700.本文对这一算法进行了改进,即将拐角检测与几何特征结合.对一个区域只提取左上角拐点和右下角拐点,然后以这2个点为对角线构成一个矩形,判断该矩形与实际区域的面积、长宽比等几何关系来确认该区域是否为矩形.图2给出了一个矩形左上角掩膜,矩形右下角掩膜通过对称变换可以得到.

拐角检测算法具体步骤如下.

1) 卷积运算.采用左上角掩膜和右下角掩膜分别对二值图中未处理的白色像素点进行卷积运算,取卷积矩阵中的最大值,当该最大值大于预先给定

的阈值 $\delta$ 时,则认为该点为所求拐点.

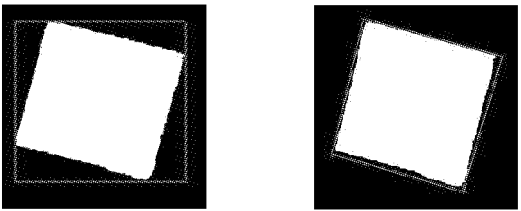
2) 几何特征约束.如果找到了左上角拐点和右下角拐点,则以这2点为矩形对角线的两端点构成一个矩形,计算该矩形的面积与目标区域实际面积的比值,如果比值介于 $[0.87, 1.10]$ ,则继续计算该矩形的长与区域最小外接矩形的长的差值,以及矩形的宽与区域最小外接矩形宽的差值,如果这2个差值都小于7,则视为找到了一个矩形区域.上述经验值都是通过实验得到.

-6	-11	-11	-6	0	-6	-11	-11	-6
-11	-18	-18	-11	0	-11	-18	-18	-11
-11	-18	-18	-11	0	-11	-18	-18	-11
-6	-11	-11	-6	0	-6	-11	-11	-6
0	0	0	0	0	12	20	20	12
-6	-11	-11	-6	0	12	19	19	12
-11	-18	-18	-11	0	10	17	17	10
-11	-18	-18	-11	0	8	13	13	8
-6	-11	-11	-6	0	4	7	7	4

图2 矩形左上角掩膜

Fig.2 Mask of upper left corner of a rectangle

区域最小外接矩形有2种.第1种最小外接矩形的4条邻边相互垂直,但是上下2条边是水平的,左右2条边是竖直的.如图3(a)所示,方框画出了白色区域的最小外接矩形.第2种最小外接矩形的4条邻边是相互垂直的,但是上下2条边不一定是水平的,左右2条边也不一定是竖直的.如图3(b)所示,这种最小外接矩形与区域实际大小更接近.上述拐角检测算法步骤2)中采用的是第2种最小外接矩形(图3(b)所示).



(a) 第1种最小外接矩形 (b) 第2种最小外接矩形

图3 2种最小外接矩形

Fig.3 Two kinds of minimum enclosing rectangles

2 距离直方图

圆形指示标识是由蓝底加白色箭头组成,颜色分割算法主要是利用蓝色区域占整个标识区域面积较大的特点来进行颜色提取,但是一旦出现阴雨天、光照变化或标识牌处于建筑物等的阴影中时,颜色分割就容易出现边缘断裂现象.



(a) 原图 (b) 颜色分割结果 (c) 预处理结果

图4 边缘出现断裂的圆形标志

Fig.4 Round sign with broken edges

图4(a)为圆形指示标识的原图,在分辨率为 $768 \times 576$ 的SONY SSC相机下采集的.图4(b)是颜色分割结果,可见边缘出现了断裂.图4(c)是预处理后的结果,可见由于颜色分割出现的断裂比较大,导致简单的形态学膨胀无法弥合缺口,此时应用圆形度方法无法检测出该圆形标识.但是可以看到圆周的大部分还是完好的,因此根据这一特性提出了距离直方图方法,该方法可以将边缘分割出现断裂的圆形标识检测出来.图5是图4(c)的距离直方图,也就是轮廓上每点到质心的距离构成的直方图.由图可知,大部分的距离都大于25,少数点到质心的距离小于25或者大于37,因此通过直方图统计的方法可以得到轮廓上点的总个数 $N$ .设圆周上点 $i$ 到质心的距离为 $d$ ,最小距离为 $d_{\min}$ ,最大距离为 $d_{\max}$ ,通过对500多幅图像做实验得到一个统计结果,即圆形标识满足在 $[d_{\min} + 5, d_{\max} - 3]$ 的点的个数占轮廓上点总个数 $N$ 的80%以上,本文放宽至78%.

因此对不满足圆形度的区域再计算轮廓上点的个数,即 $d \in [d_{\min} + 5, d_{\max} - 3]$ ,则 $k++$ , $k$ 是满足条件的点的个数,如果满足 $k/N > 0.78$ ,则视为边缘出现断裂的圆形标识区域.

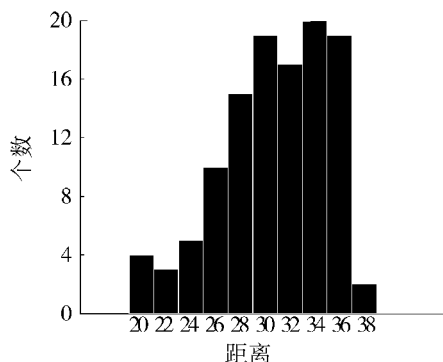
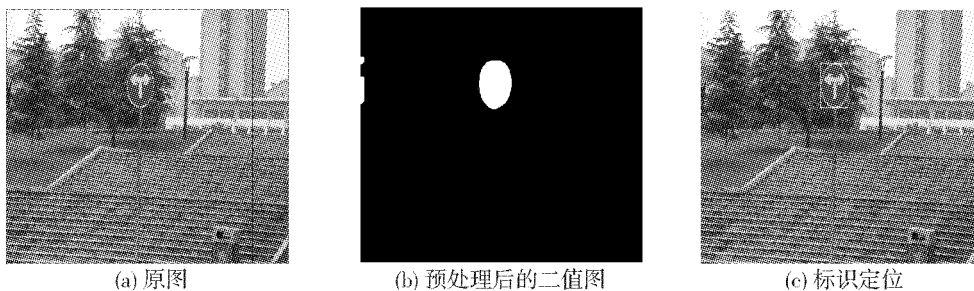


图5 距离直方图

Fig.5 Distance histogram

### 3 实验结果

本文在内存为1 GB、主频为1.6 GHz的PC机上,采用VS2008开发的程序对1 000多幅大小为 $768 \times 576$ 的图像进行了实验,以下是部分实验结果.原图是由SONY SSC相机采集的.图6包含3幅子图,其中(a)是原图,(b)是颜色分割并进行预处理后的结果,得到标识区域的圆形度为0.882,大于最小阈值0.78,(c)准确定位了图中圆形指示标识.



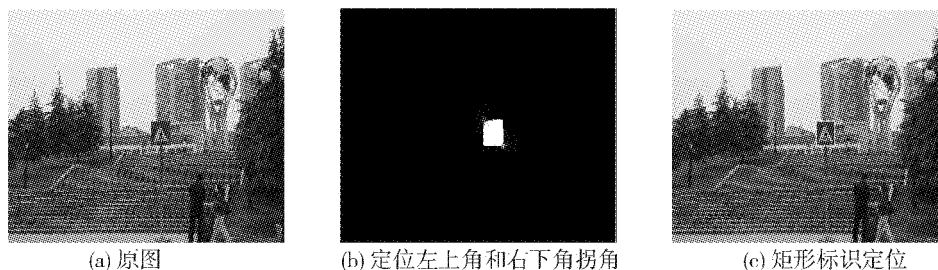
(a) 原图

(b) 预处理后的二值图

(c) 标识定位

图6 圆形度方法的检测结果

Fig.6 Results of circularity



(a) 原图

(b) 定位左上角和右下角拐角

(c) 矩形标识定位

图7 拐角检测算法的结果

Fig.7 Results of corner detection

图 7 是矩形标识检测结果,其中 (a) 是原图, (b) 是对预处理后的图像进行拐角定位的结果,可以准确定位矩形的左上角和右下角拐角. 显而易见由这 2 个拐点构成的矩形与白色区域的最小外接矩形十分接近,而且很容易定位,如图 7(c) 所示.

图 8 显示了分割不完整的情况,图 8(a) 是在阴天时自己搭建的环境下采集的原图, (b) 是颜色分

割并预处理后的结果,经过膨胀后边缘仍然有小的断裂,使得圆形度为 0.661,不能满足圆形度范围  $[0.78, 1]$ ,但是通过距离直方图可以得到  $[d_{\min} + 5, d_{\max} - 3]$  之间的点占轮廓上点的总个数的比值为 86%,大于阈值 78%,因此可以通过距离直方图来定位,定位结果如图 8(c) 所示.

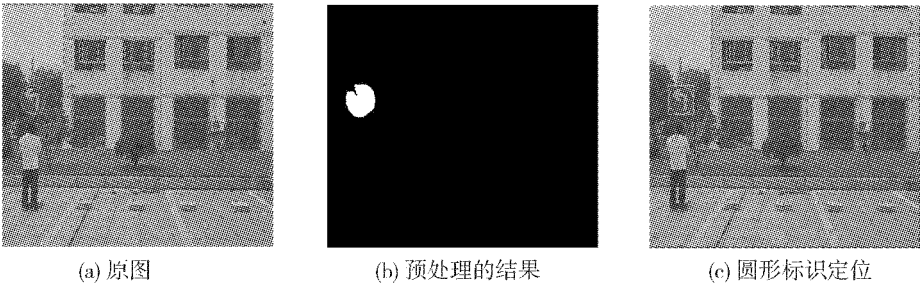


图 8 距离直方图的检测结果  
Fig. 8 Results of distance histogram

本文提出的距离直方图方法对单独使用圆形度方法检测圆形标识有所改进,提高了圆形标识检测的准确率. 通过对 500 幅  $768 \times 576$  大小的图像进行实验得到如表 1 所示的统计结果. 单独采用圆形度方法检测一幅图像平均执行时间为 16 ms,检测的准确率为 75%. 增加了距离直方图方法以后,处理一幅图像的平均时间为 23 ms,完全可以满足实时性,准确率达到 92%,大大减少了漏检的数量.

表 1 检测实验结果性能对比

Table 1 Comparison of detection experimental results

方 法	平均执行时间/ms	准确率/%
圆形度方法	16	75
圆形度与距离直方图结合的方法	23	92

4 结束语

鉴于针对指示类交通标识的检测方法甚少,而且实用性不强,提出了基于彩色图像的指示交通标识快速检测方法. 实验表明,本文方法对标识的旋转和缩放具有很好的鲁棒性,满足实时性要求,而且对光照变化也有一定的鲁棒性. 但是仍然存在一些不足,例如大部分实验是在静态图像上进行的,并且静态图像都来源于多种光照条件下的实际道路环境和自己搭建的实验环境,缺乏对大量视频图像进行实验统计和分析. 而且也没有考虑交通标识遮挡问题,因此下一步将针对这些方面进行深入研究.

参考文献:

[1]张宵,彭维. 基于 Hough 变换的圆形物体的检测[J]. 传感器与微系统, 2006, 25(4): 62-64.

ZHANG Xiao, PENG Wei. Detection of circle based on Hough transform[J]. Transducer and Microsystem Technologies, 2006, 25(4): 62-64.

[2] 许少秋. 户外交通标识检测和形状识别[J]. 中国图象图形学报, 2009, 14(4): 707-711.

XU Shaoqiu. Traffic sign detection and shape recognition in outdoor environments[J]. Journal of Image and Graphics, 2009, 14(4): 707-711.

[3] HSU S H, HUANG C L. Road sign detection and recognition using matching pursuit method[J]. Image and Vision Computing, 2001, 19(3): 119-129.

[4] 胡小燕. 基于小波神经网络的交通标识识别研究[D]. 上海: 华东交通大学, 2006: 42-48.

HU Xiaoyan. Traffic signs recognition research based on wavelet neural network[D]. Shanghai: East China Jiaotong University, 2006: 42-48.

[5] De LA ESCALERA A, MORENO L, SALICHS M A, et al. Road traffic sign detection and classification[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 1997, 44(6): 848-859.

[6] De LA ESCALERA A, ARMINGOJ J M, MATA M. Traffic sign recognition and analysis for intelligent vehicles[J]. Image and Vision Computing, 2003, 21(3): 247-258.

[7] 刘旭东. 高速公路限速标志检测与识别技术研究[D]. 福州: 福建农业大学, 2009: 32-34.

LIU Xudong. Study on the technique of motorway speed limit sign detection and recognition[D]. Fuzhou: Agricultural University of Fujian, 2009: 32-34.

[8] 陈维馨. 道路交通标识检测技术研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2007: 14-18.

CHEN Weixin. Road traffic sign detection[D]. Xiamen: Xiamen University, 2007: 14-18.

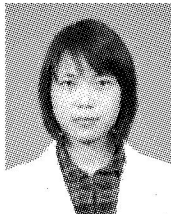
[9] 黄志勇, 孙光民, 李芳. 基于 RGB 视觉模型的交通标识分割[J]. 微电子与计算机技术, 2004, 21(10): 147-152.

HUANG Zhiyong, SUN Guangming, LI Fang. Traffic sign segment based on RGB vision model[J]. Microelectronics

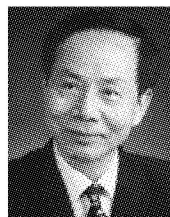
and Computer, 2004, 21(10): 147-152.

[10] HROSE K, ASAKURA T, AOYAGI Y. Real-time recognition of road traffic sign in moving scene image using new image filter[C]//The 26th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. Nagoya, Japan, 2000: 13-18.

作者简介:



罗艳,女,1984年生,硕士研究生,  
主要研究方向为图像处理与机器视觉。



蔡自兴,男,1938年生,教授,博士生导师,国际导航与运动控制科学院院士,纽约科学院院士,首届全国高校国家级教学名师。主要研究方向为智能系统、人工智能、智能控制、机器人等。主持并完成国家级和省部级科教

研究项目30余项,此外,还主持国家级精品课程、国家级教学团队和全国双语教学示范课程等项目,获得国际奖励2项、国家级奖励2项、省部级以上奖励12项。发表学术论文800余篇,出版专著、教材31部。

## 第6届中国系统建模与仿真技术高层论坛征文通知

各有关单位及专家:

为促进我国建模与仿真技术交流,快速推动我国仿真产业发展,进行科技成果转化,由中国计算机用户协会仿真应用分会和总装备部仿真技术专业组联合举办的第6届中国系统建模与仿真技术高层论坛将于2011年10月在北京举行

论坛将广泛征文并出版论文集。评选出的优秀论文将由论坛组委会颁发证书、奖品。大会邀请了《计算机仿真》、《系统仿真学报》、《现代防御技术》、《指挥控制与仿真》、《火力与指挥控制》、《兵工自动化》、《舰船电子对抗》、《数字国防》、《数字军工》、《舰船电子工程》、《现代雷达》、《图像图形学报》、《智能系统学报》、《电子元器件》等核心学术期刊作为本次论坛的学术支持媒体,优秀论文将被推荐至以上期刊进行择优登载。

**组织机构:**

主办单位:总装备部仿真技术专业组

中国计算机用户协会仿真应用分会

支持单位:中国人民解放军军事系统学会国防信息技术研究会

协办单位:航天科工系统仿真科技有限公司

承办单位:中国军工网

主 席:李伯虎(院士)

副主席:王子才(院士) 刘大响(院士) 黄柯棣(将军) 曹建国(研究员)

委 员:王精业(将军) 孙柏林(将军) 胡晓峰(将军) 毕长剑(将军)

汪 玉(将军) 王积鹏(研究员) 李国雄(研究员) 蒋鄂平(研究员)

游景玉(教授) 肖田元(教授) 杨海成(教授) 杨 明(教授)

黄安祥(教授) 郝叶力(教授)

组委会主任:吴连伟

组委会副主任:王 浩 王维靖 王 玲

征文范围:

1. 我国仿真产业化发展趋势和探讨
2. 国内外仿真技术的发展现状和趋势
3. 系统仿真技术、建模与VV&A发展研究
4. 仿真算法、仿真软件与仿真计算机发展
5. 分布式仿真/HLA/仿真网格发展趋势
6. 实时图形生成与显示技术发展
7. 复杂系统、智能系统仿真应用研究
8. 仿真器与仿真设备需求研究
9. 高性能并行计算机技术发展研究
10. 航空航天领域仿真技术发展研究
11. 作战系统仿真技术应用及发展研究
12. 嵌入式仿真技术应用及发展研究
13. 雷达与电子对抗仿真技术发展研究
14. 系统仿真测试技术应用及发展研究
15. 虚拟设计、制造技术应用及发展研究
16. CAD/CAE制造业仿真发展研究

**投稿要求:**

1. 内容新颖、主题明确、能够反映作者近期的研究进展或成果;
2. 未在公开出版物或全国性学术会议上发表过;文责自负;
3. 论文由题目、作者及工作单位、中文摘要(300字以内)、关键词(3-6个)、正文、参考文献、作者简介(姓名、性别、出生年月、专业、单位、通讯地址、邮编、电话、电子邮箱,150字以内)组成,限5000字;
4. 投稿需附单位保密审查证明,证明本篇投稿不涉及本单位、相关单位以及国家的秘密;
5. 应征论文无论录用与否均不退稿,请作者自留底稿,敬请谅解。

截稿时间:2011年9月20日

第6届中国系统建模与仿真技术高层论坛组委会

地址:北京市朝阳区北苑路170号凯旋城F座905室(100101) 电话:010-58404615 传真:010-84855154

联系人:文哲 王浩 E-mail:jsjzfz@163.com