

# 非均匀光照下的车牌定位方法

黄 腾, 施鹏飞

(上海交通大学 图像处理与模式识别研究所, 上海 200240)

**摘 要:**针对非均匀光照下车牌的定位问题,提出了一种有效的定位方法.该方法采用改进的 Bernsen 算法对图像进行二值化,有效地去除了非均匀光照对车牌的干扰,然后通过连通区域对数字串初定位,再按照车牌标准规格精定位.实验结果表明,此方法定位车牌精准有效,准确率达 98.3%.

**关键词:**非均匀光照;Bernsen 算法;连通区域;车牌定位

**中图分类号:**TP391.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-4785(2009)05-0421-06

## Locating vehicle license plates in a non-uniformly illuminated environment

HUANG Teng, SHI Peng-fei

(Institute of Image Processing and Pattern Recognition, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** An effective method was developed for determining the location of a vehicle's license plates in an environment with non-uniform illumination. With an improved Bernsen algorithm, binarization of the image was able to significantly reduce the effects of non-uniform illumination. Then, by locating the numerical string within the image, we could locate a plate precisely by aligning the location of the characters according to the standard specifications for plates. Experimental results showed that the method is precise and effective. The rate of correct location was 98.3%.

**Keywords:** nonuniform illumination; Bernsen algorithm; connected area; license plate location

车牌识别作为一种关键技术被广泛应用于停车场、高速公路、道路交通监测等自动交通系统中.车牌识别系统一般包括车牌图像的采集、车牌定位、字符分割以及字符识别.其中,车牌定位是关键,定位的好坏直接影响着整个系统的性能.目前对车牌的定位已经提出了许多方法:主要有基于彩色图像色彩信息定位法<sup>[1-3]</sup>和基于灰度图像特征分析的定位法 2 类.彩色图像处理需要空间变换,计算量大,而且受光照影响非常严重.针对灰度图像,也有诸多定位技术,如:基于车牌边缘或角点的算法<sup>[4-5]</sup>、数学形态学的方法<sup>[6-7]</sup>、纹理特征投影法<sup>[8-9]</sup>以及 Adaboost 决策树训练<sup>[10]</sup>的方法.这些方法都能在一定的场景下,从复杂背景中较好地车牌定位出来,但是它们都要求图像中车牌区域(车牌边界或车牌字符)完整且较为清晰.

所以,对于车牌上有阴影的车牌图像,以上方法都难以达到理想的效果.因此,本文针对非均匀光照条件下汽车图像的车牌定位问题,提出了一种基于改进的 Bernsen 算法的定位方法.

### 1 车牌定位

由于汽车图像是在光照不均的环境下获取的,影响了车牌上的边缘纹理信息,甚至破坏了汽车车牌的完整性.因此车牌图像并不能完全适用于已有的经典算法.而通过算法去除投射在车牌上的阴影<sup>[11]</sup>,算法相对复杂,耗时长,无法达到实时性,效果也不够理想.采用改进的 Bernsen 算法对图像进行二值化,二值图中有效地去除了阴影,然后通过二值图中的连通域寻找数字串对车牌粗定位,再根据车牌的标准规格进一步精定位.

#### 1.1 二值化

对图像进行二值化时,给定阈值  $T$ ,则有

收稿日期:2009-03-07.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60775009);国家“863”计划资助项目(2006AA01Z119).

通信作者:黄 腾. E-mail:htcloudy@sjtu.edu.cn.

$$f(x, y) = \begin{cases} 0, & f(x, y) < T, \\ 255, & f(x, y) \geq T. \end{cases} \quad (1)$$

阈值  $T$  的确定主要有全局阈值法和局部阈值法两大类. 全局阈值法有全局 Otsu 算法<sup>[12]</sup>、直方图四面分析法<sup>[12]</sup>等, 这类算法对目标背景较清楚的图像可以取得较好的结果. 但如果图像背景复杂, 光照变化大, 则一般用局部阈值法, 常用的有局部 Otsu 和 Bernsen 算法<sup>[13]</sup>等.

### 1.1.1 传统的 Bernsen 算法

传统的 Bernsen 算法凭借其优异的综合性能, 在局部二值化领域中充当着重要的角色, 能够解决一些光照不均的问题. 考虑以  $(x, y)$  为中心, 计算每点阈值的具体形式为

$$T(x, y) = 0.5 \times \left( \max_{\substack{-w < l \leq w \\ -w < k \leq w}} f(x + l, y + k) + \min_{\substack{-w < l \leq w \\ -w < k \leq w}} f(x + l, y + k) \right). \quad (2)$$

式中:  $T(x, y)$  为各点阈值,  $f(x, y)$  是原始的灰度图像,  $w$  是局部阈值运算窗口. 但是, 传统的 Bernsen 算法以局部窗口的最大最小值作为考察点的阈值, 花费时间长, 对于干扰比较敏感, 而且容易产生伪影, 给图像造成较大干扰.

### 1.1.2 改进的 Bernsen 算法

针对传统 Bernsen 算法存在的上述问题, 采用改进的 Bernsen 算法来实现. 该算法分别对汽车原图和高斯图进行水平方向上的“线 Bernsen 算法”, 即式(2)中取局部窗口高度  $k=0$ , 具体为

$$T(x, y) = 0.5 \times \left( \max_{-w < l \leq w} f(x + l, y) + \min_{-w < l \leq w} f(x + l, y) \right). \quad (3)$$

式中:  $T(x, y)$  为各点阈值,  $f(x, y)$  是原始的灰度图像,  $w$  是局部阈值运算窗口. 最终的阈值由两者加权确定. 改进的 Bernsen 算法运算量相对减小, 而且在二值化图像中能有效地去除非均匀光照的影响. 其具体步骤如下:

1) 对汽车图像  $f(x, y)$  进行高斯滤波, 得到图像  $g(x, y)$ . 高斯滤波图中光照柔和, 减弱了原图中的光照不均匀度.

2) 分别对汽车图像  $f(x, y)$  和  $g(x, y)$  进行水平方向上的线 Bernsen 算法, 即

$$T_F(x, y) = 0.5 \times \left( \max_{-w < l \leq w} f(x + l, y) + \min_{-w < l \leq w} f(x + l, y) \right), \quad (4)$$

$$T_G(x, y) = 0.5 \times \left( \max_{-w < l \leq w} g(x + l, y) + \min_{-w < l \leq w} g(x + l, y) \right). \quad (5)$$

式中:  $T_F(x, y)$  为原图各点的阈值;  $T_G(x, y)$  为高斯

滤波图各点的阈值;  $w$  的取值根据车牌中字符笔画粗细来定, 经过实验, 本文取  $w=10$ .

3) 为了消除伪影现象, 对阈值进行平滑, 即

$$\tilde{T}_G(x, y) = \text{avg}_{0 < l \leq w} T_G(x + l, y), \quad (6)$$

$$\tilde{T}_F(x, y) = \text{avg}_{0 < l \leq w} T_F(x + l, y). \quad (7)$$

式中:  $\tilde{T}_F(x, y)$  为原图各点的平滑阈值,  $\tilde{T}_G(x, y)$  为高斯滤波图各点的平滑阈值.

4) 确定阈值并逐点二值化. 为了充分结合高斯滤波和 Bernsen 算法的性能, 最终各点的阈值  $T(x, y)$  由  $\tilde{T}_F(x, y)$  和  $\tilde{T}_G(x, y)$  共同确定, 即

当  $\tilde{T}_F(x, y) = 0$  时, 若  $\tilde{T}_G(x, y) = 0$ , 则  $T(x, y) = 0$ ; 若  $\tilde{T}_G(x, y) \neq 0$  时, 则  $T(x, y) = \alpha \cdot \tilde{T}_G(x, y)$ .

当  $\tilde{T}_F(x, y) \neq 0$  时, 若  $\tilde{T}_G(x, y) = 0$ , 则  $T(x, y) = \beta \cdot \tilde{T}_F(x, y)$ ; 若  $\tilde{T}_G(x, y) \neq 0$ , 则

$$T(x, y) = (\tilde{T}_F(x, y) + \tilde{T}_G(x, y)) / 2 + |(\tilde{T}_F(x, y) - \tilde{T}_G(x, y))|. \quad (8)$$

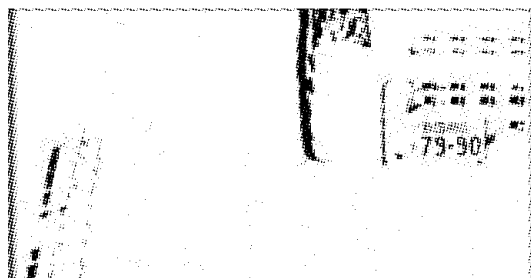
由实验得到,  $\alpha, \beta$  分别取 0.8 和 0.3.

所以, 对高斯滤波图  $g(x, y)$  按式(9)逐点二值化, 并对二值图进行中值滤波, 进一步去除噪声点. 最终处理结果如图 1 所示, 图 1(a)为原图, 图 1(b)为本文得到的二值图.

$$g(x, y) = \begin{cases} 0, & g(x, y) < T(x, y), \\ 255, & g(x, y) \geq T(x, y). \end{cases} \quad (9)$$



(a) 原图



(b) 本文的二值图

图 1 改进 Bernsen 算法的效果

Fig. 1 The result of improved Bernsen

图 2 给出了改进 Bernsen 算法与其他二值化方法的效果比较. 图 2(a)为汽车原图, 图 2(b)~(f)

分别为分块分差法、局部 Otsu、全局 Otsu、传统的 Bernsen 以及改进的 Bernsen 算法的二值化图. 由图 2 可以看出,前面 4 种方法得到的二值图中,由于非

均匀光照的影响,车牌上的信息都有不同程度的破坏. 而本文提出来的改进算法,有效去除了非均匀光照的干扰,不影响二值化的效果.



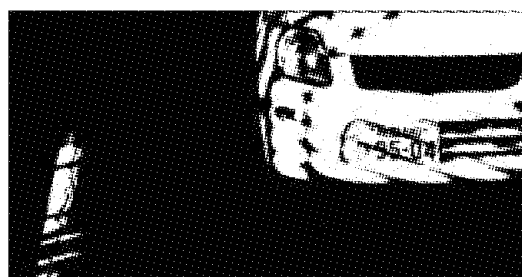
(a) 原 图



(b) 分块差分法



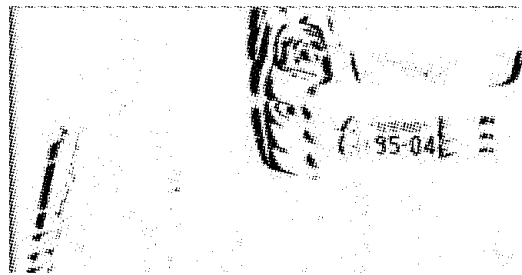
(c) 局部 Otsu



(d) 全局 Otsu



(e) 传统的 Bernsen



(f) 改进的 Bernsen

图 2 改进 Bernsen 算法与其他二值化方法的比较

Fig. 2 The comparison of improved Bernsen with other binary methods

## 1.2 初定位

得到二值化图像后,为了定位到车牌位置,通过寻找车牌区域大数字字符来确定,例如图 2(f)中的“95-04”. 首先对整个车牌的二值图像进行连通区域标记,根据大数字字符的一些特征对它们进行筛选. 这些特征是:

- 1) 像素概率密度;
- 2) 连通域的高度和宽度;
- 3) 连通域的高宽比.

通过这些特征的筛选可以去除绝大多数的背景和噪声干扰. 此时,由先验知识可以知道:车牌区域应该包括一系列间距较小,联系紧密的字符. 本文选取各连通域的中心点为特征点进一步处理,具体如下:

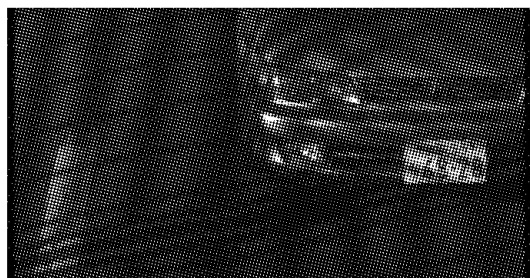
1) 分别计算出筛选得到的  $N$  个连通域的中心点  $O_i (i=1, 2, \dots, N)$ ;

2) 将  $O_i$  的水平坐标  $O_{ix}$  按从小到大的顺序排序得到  $O'_i (i=1, 2, \dots, N)$ ;

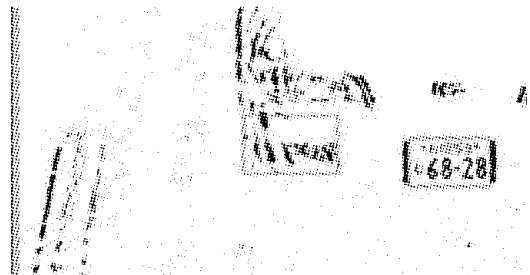
3) 对于  $O'_i (i=1, 2, \dots, N)$  依次寻找  $O'_j (j=1, 2, \dots, N, j \neq i)$  满足:  $(O'_{ix} - O'_{jx}) < \varepsilon$  且  $(O'_{iy} - O'_{jy}) < \varepsilon'$  ( $\varepsilon$  和  $\varepsilon'$  为常量,  $(O'_{ix} - O'_{jx})$ 、 $(O'_{iy} - O'_{jy})$  分别为两中心点的水平坐标差和垂直坐标差);

4) 此时找到  $O'_j$  的个数即为车牌上数字字符的个数  $M$ , 记录此时  $O'_i$  以及找到的第  $M$  个中心点  $O'_k$ .

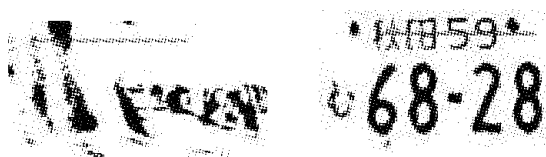
通过筛选寻找就能初步得到一个或者几个待选车牌区域. 如图 3(a) 所示的原图,经初定位后得到图 3(b) 中 2 个待选车牌区域,图中用方框表示.



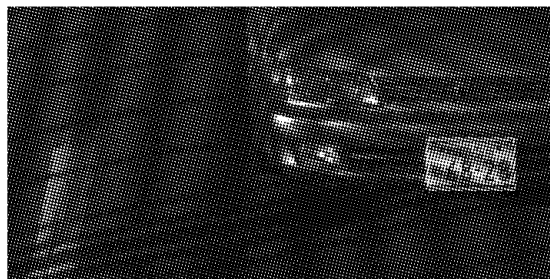
(a) 原图



(b) 字符初定位



(c) 字符确认



(d) 最终定位

图3 车牌的定位

Fig. 3 License plate location

### 1.3 精确定位

在得到待选车牌区域后,利用车牌标准规格进一步确定车牌位置.以日本车牌为例,其车牌标准规格如图4所示.

日本车牌上有上下2排字符,上一排字体较下一排字体要小一些,而经过初定位中筛选得到的正是下一排的大字符.为了精确定位,按实际与规格的比例来确定车牌的具体位置并加以确认.

设实际图像中从左往右最前与最后字符的距离

$$L = \sqrt{(O'_{kx} - O'_{ix})^2 + (O'_{ky} - O'_{iy})^2},$$

$$y_{\max} = \max\{O'_{iy}, O'_{ky}\},$$

$$y_{\min} = \min\{O'_{iy}, O'_{ky}\},$$

$O'_{kx}$ 、 $O'_{ky}$ 和  $O'_{ix}$ 、 $O'_{iy}$ 分别为初定位步骤4)记录的  $O'_k$  和  $O'_i$  的水平坐标差和垂直坐标差;标准规格中从左往右最前与最后字符的距离  $L_s$ .

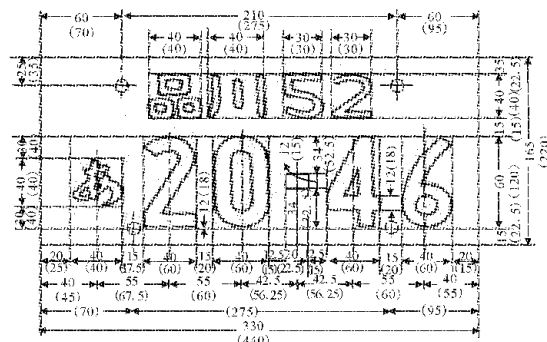


图4 日本车牌的标准规格

Fig. 4 Standard specification of Japanese license plate

则实际图像中车牌框的上下左右由式(10)确定:

$$\begin{cases} X_{\text{left}} = O_{ix} - k_1 \cdot L/L_s; \\ X_{\text{right}} = O_{kx} + k_2 \cdot L/L_s; \\ X_{\text{top}} = y_{\min} - k_3 \cdot L/L_s; \\ X_{\text{bottom}} = y_{\max} + k_4 \cdot L/L_s. \end{cases} \quad (10)$$

4个系数根据初定位步骤4)得到的  $M$  值,根据相应的标准规格得到: $k_1 = 95 + 55(4 - M)$ ,  $k_2 = 40$ ,  $k_3 = 120$ ,  $k_4 = 65$ .

按照式(10)定位到待定区域后,当有多个待定区域时,再利用上一排的小字符验证.由于小字符区域纹理相对丰富,在二值图中表现为像素跳变,因此可以作为验证的依据.由标准规格和实验得到:取高度  $H = y_{\min} - k_5 L/L_s$  ( $k_5 = 80$ ),对待区域进行水平扫描并记录该高度上的像素突变次数,即:

$$N_n = \sum_{k=Q_k}^{Q_k} h_i,$$

$$h_i = \begin{cases} 0, & |g(x, y) - g(x + 1, y)| = 0; \\ 1, & \text{其他.} \end{cases}$$

式中: $g(x, y)$ 为二值图, $h_i$ 为跳变标记, $N_n$ 为总跳变次数.当  $N_n$  大于阈值  $T'$  时,可以进一步确定车牌区域.如图3(c)所示,2条水平线表示验证区域,左边区域因跳变少而被筛选掉,最终得到车牌区域,如图3(d).

## 2 实验结果与分析

为了验证本文算法,针对非均匀光照环境下的124幅日本汽车图像进行了测试,同时,增加了几组对比实验.实验结果如表1所示(准确率=定准数/总样本数).全局Otsu方法和传统Bernsen方法由于

二值化效果不理想基本不能定位;改进 Bernsen 算法结合投影法或形态学的方法定位的精确度有待提高;本文算法车牌的定位准确率为 98.3%,而且精确率高,车牌都是沿边框分割出来,定偏的样本主要是由于车牌上大字符只有一个“1”,初定位效果不佳所致.因此,本文提出的车牌定位方法能有效地解决非均匀光照下的车牌定位问题,效果好、精度高,而且计算复杂度低,在实时车牌识别系统中具有实际应用价值.

表 1 对比实验结果  
Table 1 Comparison results

实验方法	定位数	定偏数	定准数	准确率/%
全局 Otsu + 标准规格	3	0	3	2.6
传统 Bernsen + 标准规格	4	1	3	2.6
改进 Bernsen + 投影法	118	4	114	91.9
改进 Bernsen + 形态学	116	5	111	89.5
改进 Bernsen + 标准规格(本文算法)	123	1	122	98.3

3 结束语

如何消除非均匀光照的影响,精确地定位车牌一直以来都是车牌识别系统的难点.本文以传统 Bernsen 算法能解决一些非均匀光照问题为基础,结合高斯滤波加以改进,有效地弥补了传统 Bernsen 算法产生伪影的不足,并消除了阴影的干扰,较其他常用去除图像阴影的算法更简单,实时性更好.初定位后利用车牌标准规格进行精确定位,确保了车牌定位的准确性和精确性.当然,非均匀光照下的车牌定位还有许多问题值得进一步研究和探讨,例如文中几个参数  $w$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $T'$  如何自适应取值,如何在初定位中更快地筛选,如何进一步解决光照、遮挡等预处理问题,以及如何将该方法推广应用于国内车牌的识别.

参考文献:

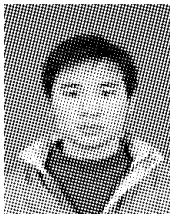
[1] LI Gang, YUAN Rongdi, YANG Zuyuan, et al. A yellow license plate location method based on RGB model of color image and texture of plate[C]//Proceedings of the Second Workshop on Digital Media and Its Application in Museum & Heritages. Chongqing, China, 2007: 42-46.  
[2] 郭 捷, 施鹏飞. 基于颜色和纹理分析的车牌定位方法[J]. 中国图象图形学报, 2002, 7(5): 472-476.

GUO Jie, SHI Pengfei. Color and texture analysis based vehicle license plate location [J]. Journal of Image and Graphics, 2002, 7(5): 472-476.  
[3] 种衍文, 谢丹力, 郑翠花. 一种针对复杂背景的复合车牌定位算法[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(6): 1741-1743.  
ZHONG Yanwen, XIE Danli, ZHENG Cuihua. Compound license plate location arithmetic aiming at complicated background[J]. Application Research of Computers, 2008, 25(6): 1741-1743.  
[4] 梁 栋, 陈迎春. 基于形状特性和反 Hough 变换的车牌区域定位与重建[J]. 计算机应用, 2002, 22(5): 43-47.  
LIANG Dong, CHEN Yingchun. Location and reconstruction of license plate based on shape character and inverse Hough transform [J]. Journal of Computer Applications, 2002, 22(5): 43-47.  
[5] XU Zhigang, ZHU Honglei. An efficient method of locating vehicle license plate[C]// The Third International Conference on Natural Computation ( ICNC 2007). Haikou, China, 2007: 180-183.  
[6] 陈兆学, 施鹏飞. 基于灰度图像的车牌快速定位和分割方法[J]. 计算机工程, 2006, 32(9): 173-177.  
CHEN Zhaoxue, SHI Pengfei. A fast method on locating and segmentation of vehicle plate based on gray image [J]. Computer Engineering, 2006, 32(9): 173-177.  
[7] GAO Qian, WANG Xinnian, XIE Gongfu. License plate recognition based on prior knowledge [C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics. Ji'nan, China, 2007: 2964-2968.  
[8] 黄文杰, 王海涛, 姬建岗. 一种改进的车牌区域定位算法[J]. 交通与计算机, 2007, 25(3): 114-117.  
HUANG Wenjie, WANG Haitao, JI Jiangang. An improved algorithm of locating region of vehicle license plate [J]. Computer and Communications, 2007, 25(3): 114-117.  
[9] HONG Bihai, YANG Chenhui. An approach to license plate locating in intelligent transportation system[C]// The 2nd International Conference on Pervasive Computing and Applications. Birmingham, United Kingdom, 2007: 319-322.  
[10] WU Qiang, ZHANG Huaifeng, JIA Wenjing, et al. Car plate detection using cascaded tree-style learner based on hybrid object features[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance. Sydney, Australia, 2006: 15.  
[11] FINLAYSON G D, HORDLEY S D, LU Cheng, et al. On the removal of shadows from images[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2006, 28(1): 59-68.  
[12] SAHOO P K, SOHANI S, WONG A K C, et al. Survey of

thresholding techniques[J]. Computer Graphics, Vision, and Image Processing, 1988, 41(2): 233-260.

- [13] BERNSEN J. Dynamic thresholding of grey-level images [C]//Proceedings of the 8th International Conference on Pattern Recognition. Paris, 1986: 1251-1255.

#### 作者简介:



黄 腾,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向为图像处理分析与模式识别。



施鹏飞,男,1940年生,教授,博士生导师。国家自然科学基金会信息部评议组成员,国家科技部科学技术奖评审专家,国家科技部、国家教育部提名国家科学技术奖评审专家,国际 IEEE 高级会员,中国人工智能学会常务理事,上海市自动化学会模式识别协会主任,中国科学院自动化所模式识别国家实验室、北京大学“机器感知与智能”教育部国家重点实验室学术委员。主要研究方向为图像处理、模式识别及智能技术与系统。承担多项国家自然科学基金项目,获国家、省、部级科技奖6项。在国内外重要期刊和会议上发表学术论文60余篇。



中国计算机学会会刊

#### 欢迎订阅

### 《计算机辅助设计与图形学学报》

国内邮发代号:82-456

136页,大16开,月刊,定价38.00元/期,全年456.00元

《计算机辅助设计与图形学学报》以快速传播 CAD 与计算机图形学的知识与经验为目的,刊登有创新的学术论文,报导最新科技成果和学术动态,及时反映该领域的发展水平与发展方向。是我国 CAD&CG 领域第一个学术期刊,为我国中文核心期刊,已被美国 EI 核心、英国 SA 及俄罗斯文摘杂志等国内外著名检索机构收录。

#### 主要栏目:

1. 综述
2. 计算机辅助几何设计
3. 图形算法与技术
4. CAD/CAT/CAM/CG 系统设计与应用技术
5. 虚拟现实与计算机动画
6. 图像与图形的融合
7. 用户界面与多媒体技术
8. 科学计算与信息可视化
9. VLSI 设计与测试及电子设计自动化
10. 可信计算与信息安全
11. 系统集成与协同工作

#### 编辑部:

通信地址:北京 2704 信箱《计算机辅助设计与图形学学报》编辑部 邮编:100080

电 话:(010)62562491

电子信箱:jcad@ict.ac.cn

主 页:<http://jcad.ict.ac.cn>, <http://www.jcad.cn>