

缺帧环境下车牌图像的三维重建模型仿真

郭慧玲¹, 乔蕊¹, 杨俊²

(1 周口师范学院 计算机科学与技术学院, 河南 周口 466001;

2 中山大学 信息科学与技术学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 提出一种基于空间亮度均衡化平滑和曲线分割的缺帧环境下车牌图像的三维重建模型. 根据缺帧环境车辆外接轮廓矩形模型, 提取遮挡车辆分割线, 进行空间亮度均衡化处理, 对遮挡车牌进行曲线分割, 增强三维重建的车牌图像色调和饱和度. 通过增强图像的明暗对比度, 对高频信号进行抑制和阻截, 实现图像的平滑处理, 采用曲线分割算法, 对图像进行二值化分割, 对分割后的车辆部分做杂质去除, 得到完整独立的车辆区域, 实现缺帧环境下的车牌图像三维重建改进.

关键词: 车牌图像; 空间亮度均衡; 帧; 三维重建

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2015)02-0110-05

Simulation Model of 3D Reconstruction of License Plate Image in Missing Frame Environment

GUO Hui-ling, QIAO Rui, YANG Jun

(1 School of Computer Science and Technology, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China;

2 School of Information Science and Technology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: A model of three-dimensional reconstruction of license plate image is proposed in lack frame environment based on brightness space equalization smoothing and curve segmentation. According to the shortage of frame vehicle environmental external contour rectangular model, extract the occlusion vehicle line segmentation, spatial luminance equalization processing, for shielding plate curve segmentation of license plate image, and enhance the hue and saturation of 3D reconstruction. Through the enhancement of image contrast and interdiction, the high frequency signal, realize smooth image processing is taken, using the curve segmentation algorithm for image of two value segmentation, the impurity removal after segmentation of vehicle parts is obtained, get the vehicle area complete independence, realize the lack of 3D reconstruction of license plate image frame environment improvement.

Key words: license plate image; spatial luminance equalization; frame; 3D reconstruction

1 引言

车牌图像的三维重建和图像识别的方法主要有基于 CT/MRI/US 的车牌图像重构算法, 基于统计形状模型 (Statistical Shape Model, SSM) 的重构方法, 基于点分布模型 (Point Distribution Model, PDM) 等统计学方法生成的模板形状的重构方法等, 关键在于模板形状的构建以及约束规则的选

取^[1-3], 但上述方法对模型与目标形状的相似程度具有较大的依赖, 收敛性不好. 对此相关文献进行算法改进设计, 其中, 文献[4]中提出一种基于 LWT 小波分解的车牌图像分割和识别算法, 通过对车牌的边缘轮廓重构, 提高图像识别方法, 采用小波分解和二维重构实现对采集的车牌图像进行亮度补偿和纹理分区, 通过特征提取处理, 取得一定的重构效果, 但算法的图像质量受到浓雾的影响, 可观性不好. 文

收稿日期: 2014-03-28; 修回日期: 2014-05-20

基金项目: 河南省科技厅软科学项目(142400411132)

献[5]中采用自相关累积函数特征分解的方法提取车牌图像的局部特征,基于模型和基于轮廓形状方法对车辆遮挡部分进行自适应缺陷补偿,提高了对车牌的识别能力,但是模型需要一些未知或不确定的数值,适应性不高.文献[6]中采用约束进化时频加权滤波的车牌图像三维重建算法,通过连接对应的遮挡分割点形成分割线,进而分割遮挡车辆,算法受到边缘缺帧点干扰限制,三维重建效果不好.由于车辆距离过近和相互遮挡下导致车牌图像采集缺帧,缺帧环境下对车牌的检测和三维图像重建较为困难^[7-12].

针对上述问题,本文提出一种基于空间亮度均衡化平滑和曲线分割的缺帧环境下车牌图像的三维重建模型.首先进行缺帧环境下的车牌图像采集模型构建,设计车辆的区域检测算法,提取遮挡车辆分割线,进行空间亮度均衡化处理,对遮挡车牌进行曲线分割,以此为基础进行车牌的三维图像重建,提高对车牌的检测识别能力,仿真实验验证了本文算法的优越性能,展示了较好的适用价值.

2 缺帧环境下的车牌图像采集和预处理

2.1 缺帧环境下的车牌图像采集模型构建

车辆距离过近和相互遮挡下导致车牌图像采集缺帧,缺帧环境下对车牌的检测和三维图像重建较为困难.本文重点研究在缺帧环境下的车牌图像三维重建和识别方法,首先构建帧环境下的车牌图像采集模型,图像采集中,采用动态视频监控视频图像采集方法,采用分块处理方法车牌图像进行图像网格生成,初始分块的大小选取的为固定值: 15×15 ,通过图像的尺寸大小 $m \times n$ 决定图像处理模板,形成 3×3 环境模型网络结构,在多边形中点移动最大偏移量,多个多边形中点移动最大偏移量,车辆行车区域的环境图像采用分块处理:设图像的宽为 W 、高为 H ,将背景图像 B 和当前目标图像 I 划分为 $(W/2) \times (H/2)$ 个子块,划分后的每个子块 $P(i, j) (i \in [0, \text{int}(W/2) - 1], j \in [0, \text{int}(H/2) - 1])$ 有 2×2 个像素点,车牌图像边缘问题分量 $\|\varphi\| = \sup |\varphi(\theta)|$,同时 $C([a, b], R)$ 有上下边界, F 和 $C([a, b], R)$ 是图像的网格边缘的分类均值和方差,表达式为

$$F = \tilde{p}(x, y) = p(x, y) \left(\frac{v(x)}{v(y)} \right)^{1/2} \quad (1)$$

其中

$$p(x, y) = \frac{k(x, y)}{v(x)}, v(x) = \sum_y k(x, y) \quad (2)$$

车辆距离过近和相互遮挡下,为了提高对车牌的图像重建能力,需要选择合适的方法求得各个建模点的分布参数,即初始化建模点求出图像分块 $P(i, j)$ 的值.对于遍历后的建模点进行模型重构,实现三维多轮廓立体模型建模,在车辆通行区域,如果 $P(i, j)$ 的值为 1,认为 (i, j) 处的子块属于运动区域.

$$P(i, j) = \begin{cases} 1, & \left| \frac{1}{4} [B_G - I_G] \right| - Y_G > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

式中, $B_G = \sum_{x=0}^1 \sum_{y=0}^1 B(i \times 2 + x, j \times 2 + y)$,

$$I_G = \sum_{x=0}^1 \sum_{y=0}^1 I(i \times 2 + x, j \times 2 + y).$$

交通检测的摄像头一般与车辆在水平方向上近似平行,需要从不同角度、方位、距离来观察车辆运动状态,构建在缺帧环境下的车辆视点切换运动学模型,在缺帧环境下的车牌三维视点切换运动方程表达为

$$\dot{x} = V \cos \theta \cos \phi_V, \dot{y} = V \sin \theta \quad (4)$$

$$\dot{z} = -V \cos \theta \sin \phi_V, \dot{\vartheta} = \omega_y \sin \gamma + \omega_z \cos \gamma \quad (5)$$

$$\dot{\phi} = (\omega_y \cos \gamma - \omega_z \sin \gamma) / \cos \vartheta \quad (6)$$

上列方程式组中, x, y, z 为图像的质心位置; ϕ_V 为视点控制视觉切换偏角,计算背景图像和当前目标图像在 $(x, y) (x \in [0, W-1], y \in [0, H-1])$ 处的像素值,根据上述方法,在提取出的运动区域内采用 HSV 阴影检测算法除车辆区域中的阴影,得到车辆区域,最后对车辆区域做孔洞填充和杂质去除处理.由此实现了缺帧环境下的车牌图像采集模型构建,为实现图像的三维重建提供数据支持.

2.2 车牌图像三维重建总体构建及预处理

在上述提取的缺帧环境下的车牌图像基础上,进行三维图像重建,车辆距离过近和相互遮挡条件下,单车区域的占空比较大,而存在多车遮挡的区域则明显较小,因此设定一个阈值 Y_{area} ,如果 $R_{\text{area}} < Y_{\text{area}}$ 则该区域是多车区域,产生图像采集缺帧,为了实现对缺帧环境下的车牌图像重建,需要对车辆区域的外接矩形进行分割处理,车辆在距离过近和相互遮挡下导致的缺帧环境下的其外接矩形示意图如图 1 所示.

在图 1 所示的模型中,进行多车区域判断,使用占空比和长宽比判断是否存在多车遮挡,采用某个随机变量 X 子样的算术平均值作为所求多车遮挡

$A > 0$, 得到等价的车牌图像网络纹理子空间的顶点坐标:

$$\begin{cases} x = R \sin \eta \cos \varphi & 0 \leq \varphi \leq 2\pi \\ y = R \sin \eta \sin \varphi & 0 \leq \eta \leq \pi \\ z = R \cos \eta & R = D/2 \end{cases} \quad (14)$$

空间亮度均衡化平滑处理描述如下:通过增强图像的明暗对比度,对高频信号进行抑制和阻截,实现图像的平滑处理.空间亮度均衡特征为

$$c_{j,k} = \sum_n h_{n-2k} c_{j-1,n} \quad (15)$$

式中, $c_{j,k}$ 是原信号的平滑信号, h_n 是低通滤波器的脉冲响应. 设定阈值 Y_{HW} , 如果 $R_{HW} > Y_{HW}$ 则该区域可能是多车区域. 经过统计大量实际拍摄图像上的单车区域, 确定了单车区域的长宽比和占空比这两个因素的概率函数.

根据上述亮度均衡处理, 提高了色彩饱和度, 缺帧环境下, 设原始图像为 $f(x, y)$, 按照一维最大熵法在图像中找到阈值 T , 将图像分割为两个部分, 分割后的图像为

$$g(x, y) = \begin{cases} b_0, f(x, y) < T \\ b_1, f(x, y) \geq T \end{cases} \quad (16)$$

采用曲线分割算法, 对图像进行二值化分割, 得到车辆区域的中心线 $Z(i, Z_i)$. 式中 L_i 为车辆区域最左侧子块的列坐标, R_i 为车辆区域最右侧子块的列坐标.

$$Z_i = \frac{L_i + R_i}{2} \quad (17)$$

平滑处理后的图像尺寸变为原始图像的 $1/4$, 运用双线性插值算法可放大图像, 得到图像分割后的黑色子块在 $Z(i, Z_i)$ 左右两侧所占比例, 遍历图像分割后的每一个连通区域, 提取车辆阴暗侧的轮廓, 判断明亮侧和阴暗侧, 子块数多的为阴暗侧, 如下:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=L_i}^{C_i} H_{ij}, R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=C_i}^{R_i} H_{ij} \quad (18)$$

根据上述分析, 得到了缺帧环境下的车牌图像曲线分割模型如图 3 所示. 图中, 分割曲线与遮挡区域 A 异或, 对遮挡车辆曲线分割, 由此实现了基于空间亮度均衡化平滑和曲线分割的缺帧环境下车牌图像的三维重建模型, 算法实现关键步骤描述如下:

遮挡车辆分割步骤如下:

Step 1: 提取遮挡车辆区域 A .

Step 2: 对 A 区域做 HSI 空间亮度均衡化, 遍历图像分割后的每一个连通区域, 提取车辆阴暗侧



图 3 缺帧环境下的车牌图像曲线分割过程

的轮廓, 将该轮廓作为分割曲线, 得到图像 A' .

Step 3: 提取图像 A' 的低频部分, 平滑处理后的图像尺寸变为原始图像的 $1/4$, 运用双线性插值算法可放大图像, 得到 A'' .

Step 4: 采用一维最大熵法自动获取图像阈值, 进而图像分割, 提取 b_0 .

Step 5: 对分割后的车辆部分做杂质去除, 得到完整的、独立的车辆区域.

4 仿真实验与结果分析

为了测试本文算法的优越性能, 进行仿真实验, 实验采集的车牌图像视频信息见表 1.

表 1 实验视频的详细信息

	TrafficV 1	Highway 1
图像序列长度/帧	320	440
图像尺寸/像素	525×386	324×240
车辆遮挡缺帧情况	较严重	一般
车速/(pixel/s)	15~40	80~120

采用本文算法, 通过图像分割和检测, 基于空间亮度均衡化平滑和曲线分割, 得到图像的重构过程如图 4 所示.

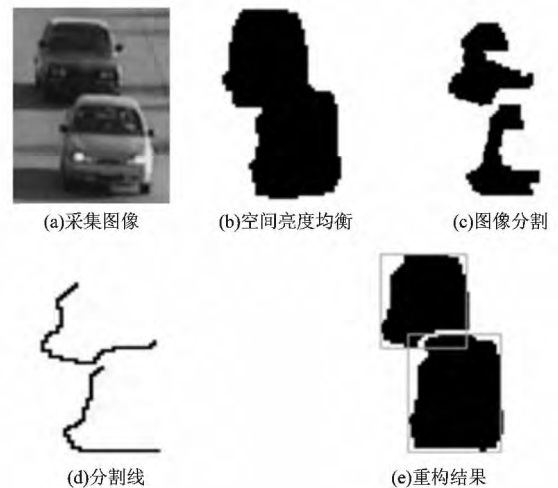


图 4 缺帧环境下图像重构仿真过程

分析上述仿真结果可见, 采用本文算法, 能够精确

地实现曲线分割,分割效果更接近车辆的实际轮廓.在车辆距离过近和相互遮挡下,车牌对应凹点连接线产生缺帧.采用传统方法无法得到遮挡区域内各个车辆的准确轮廓,车牌重构效果不好,而采用本文算法,通过空间亮度均衡化平滑预处理,采用曲线分割方法准确分割遮挡车辆,提高了图像的三维重构性能.

为了定量分析本文算法的性能,采用本文算和传统算法,通过选取大量交通视频图像进行实验.实现对违章车辆的车牌检测,以查准率和查全率为指标,查准率反映的是虚检率,值越大虚检率越低;查全率反映的是漏检率,本文算法的 F 量测的均值在 0.9 左右,而文献[11]中的处理结果在 0.8 上下且很不稳定,采用本文算法,能有效提高对遮挡车辆的检测准确率,查全率和查准率都高于传统算法.

5 结束语

本文提出一种基于空间亮度均衡化平滑和曲线分割的缺帧环境下车牌图像的三维重建模型.设计车辆的区域检测算法,提取遮挡车辆分割线,进行空间亮度均衡化处理,对遮挡车牌进行曲线分割,以此为基础进行车牌的三维图像重建,提高对车牌的检测识别能力,仿真结果表明,本文算法能实现对缺帧环境下的车牌图像三维重构,效果较好,有效提高对遮挡车辆的检测准确率,查全率和查准率都高于传统算法,性能优越,展示了较大的实践价值.

参考文献:

- [1] 孟春芝,何凯,焦青兰.自适应样本块大小的图像修复方法[J].中国图象图形学报,2012,17(3):337-341.
- [2] 刘怀愚,李璟,洪留荣.利用局部特征的子空间车辆识

别算法[J].计算机工程与应用,2010,46(30):156-180.

- [3] 杨靖宇,张永生,邹晓亮,等.利用暗原色先验知识实现航空影像快速去雾[J].武汉大学学报:信息科学版,2010,35(11):1292-1295.
- [4] 雷亮,汪同庆,杨波.图像关联规则挖掘研究[J].计算机应用研究,2009(6):2374-2376.
- [5] 单家凌.基于无线网络车牌识别系统识别算法的研究[J].计算机测量与控制,2011,19(1):124-126.
- [6] FAN N. Object classification and occlusion handling using quadratic feature correlation model and neural networks[J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2011, 25(3):287-298.
- [7] 申晓磊,周武能.压缩感知在车牌识别系统中的应用研究[J].科学技术与工程,2012,12(19):4797-4803.
- [8] 郭荣艳,胡雪惠.BP神经网络在车牌字符识别中的应用研究[J].计算机仿真,2010,27(9):299-301.
- [9] 蔡勇智.一种改进的神经网络算法车牌识别算法研究[J].科技通报,2012,28(10):128-130.
- [10] 焦波,闫了了,李伟.实时部分遮挡车辆分割及阴影消除[J].小型微型计算机系统,2012,8(33):1825-1829.
- [11] 吴忻生,刘洋,戚其丰.基于凹性分析的粘连车辆分割[J].计算机应用研究,2012,29(1):344-347.
- [12] 魏玉强,王成儒.多车辆跟踪时分割粘连车辆的方法[J].电视技术,2009,33(11):107-109.

作者简介:

郭慧玲 女,(1979-),硕士研究生,讲师.研究方向为图像处理、数据挖掘等. E-mail:332897817@qq.com

乔蕊 女,(1983-),研究生,讲师.研究方向为计算机控制、传感器技术、图像处理.

(上接第 109 页)

参考文献:

- [1] 张涌,王渊峰,钱乐秋.一个集成式的软件构件描述框架[J].计算机学报,2002,25(5):502-507.
- [2] Object Management Group. CORBA Component Model Specification[S]. 2006.
- [3] 史殿习,丁博,崔巍,等.轻量级构件部署与配置工具的研究与实现[J].计算机科学,2011(06):165-168.
- [4] Object Management Group. V4.0 Deployment and Configuration of Component-based Distributed Applications Specification[S]. 2006.
- [5] G Deng, D C Schmidt, A Gokhale. CaDAnCE: a criticality-aware deployment and configuration engine[C]// Proceedings of the 11th IEEE International Symposium

on Object/Component/Service-oriented Real-time Distributed Computing. Orlando, Florida; IEEE, 2008.

- [6] The Deployment And Configuration Engine[EB/OL]. (2006-10-09)[2014-04-20]. http://www.dre.vanderbilt.edu/~schmidt/DOC_ROOT/CIAO/docs/index.html

作者简介:

王涵 男,(1990-),硕士研究生.研究方向为分布计算、计算机仿真. E-mail:wanghan_work@163.com

李晶 男,(1967-),博士,教授,博士生导师.研究方向为计算机仿真、多媒体技术等.

李石君 男,(1964-),博士,教授,博士生导师.研究方向为互联网搜索与挖掘、数据挖掘等.