

基于视频序列的车型识别算法设计

任建强

(廊坊师范学院计算机科学与技术系, 河北 廊坊 065000)

摘要: 针对复杂背景下的目标车型识别问题, 提出一种基于视频序列的检测识别算法。运用帧差序列图像进行背景建模与更新, 采用背景差分法和 LBP 纹理分析法进行运动车辆的分割及阴影消除, 提出车辆形状投影量的概念, 将视频车辆二维形状信息降至一维, 并设计二维输入模糊分类器, 根据形状投影量和车高/车长比, 完成车型的多种类精细识别。实验结果验证了该算法的有效性。

关键词: 视频序列; 纹理分析; 车辆检测; 车型识别

Design of Vehicle Type Recognition Algorithm Based on Video Sequence

REN Jian-qiang

(Department of Computer Science and Technology, Langfang Teachers College, Langfang 065000, China)

【Abstract】 To solve the problem of vehicle type recognition, a novel algorithm is proposed. The background reconstruction is proposed based on difference frame sequence. The vehicle detection is finished based on background difference method and the shadow elimination is based on LBP texture analysis method. The concept of projection of vehicle shape is proposed, the 2D information of vehicle shape is reduced dimensionality and the robustness of algorithm is increased. A two-input fuzzy classifier is designed and the high-precision multi-class accurate vehicle recognition is finished by using the projection of vehicle shape and the ratio of height and length. Experimental results prove the validity and practicability of the algorithm.

【Key words】 video sequence; texture analysis; vehicle detection; vehicle type recognition

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2011.24.082

1 概述

近年来, 智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS) 得到广泛研究, 车辆检测与车型识别是 ITS 的重要内容。传统的检测和识别方法主要基于地磁感应线圈、超声波及微波等技术实现^[1-2], 存在工程复杂、费用高、对交通影响较大以及获得的信息量小、识别精度受到较大限制等缺点。基于视频图像的车辆检测系统具有安装方便、信息获取量大等优势, 近年来得到广泛关注^[3], 但目前的研究多基于模板匹配或神经网络实现, 计算量大、训练困难, 实用性受到限制。

模糊模式识别方法具有实时性好、对人类先验知识利用充分和便于工程实现等优点。车型的模糊识别技术正在逐步引起学者们的关注^[4-5], 但在分类特征的获取上已有研究大多基于地感线圈实现, 基于图像特征的实时模糊分类成果较少而且存在车辆形状信息利用不足、车型分类粗糙和分类种类较少等缺点。针对这些问题, 本文提出一种基于视频的车辆检测与车型模糊识别算法。

2 算法设计

本文算法的流程如图 1 所示。

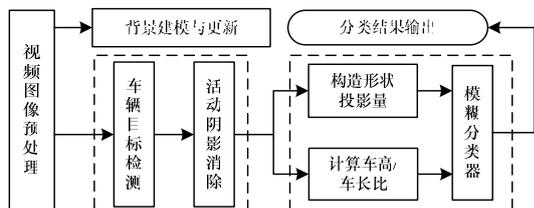


图 1 车辆检测与车型识别算法流程

首先拍摄车辆的侧面视频并对图像进行预处理; 然后进

行背景建模与更新, 采用背景差分法分割运动车辆并基于 LBP 纹理分析法消除阴影; 接着对无阴影车辆目标构造形状投影量并计算车高/车长比, 将两者作为车型识别的二维特征参数; 最后构造车型模糊分类器, 以二维特征参数为输入完成车型的分类识别。

2.1 图像预处理

为有效提高算法实时性, 抑制随机噪声的干扰、改善图像质量并提高车辆识别精度, 算法首先将交通场景视频由 RGB 空间变换到灰度空间, 然后在理论和实验基础上基于空间域非线性 3×3 中值滤波法去除图像中的孤立噪声点和噪声小块对车辆识别精度的影响。

2.2 背景建模与车辆分割

预处理后的视频序列记为 $\{I_{g1}, I_{g2}, \dots, I_{gn}\}$ 。开始时选取 I_{g1} 作初始背景, 后继过程中取第 l 、 m 、 p 3 个非等间隔历史帧与当前第 k 帧进行两两差分运算得到差分图像序列 $\{I_{dkl}, I_{dkm}, I_{dkp}\}$, 然后按式(1)进行背景建模与更新:

$$B_k(i, j) = (1 - \alpha)B_{k-1}(i, j) + \alpha I(i, j) \quad (1)$$

其中, α 为更新速率; $I(x, y)$ 构造为:

$$I(i, j) = \begin{cases} I_k(i, j) & a = 0 \\ I_l(i, j) & a \neq 0 \wedge b = 0 \\ B_{k-1}(i, j) & a \neq 0 \wedge b \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中, 条件参数 a 构造为:

基金项目: 河北省高等学校科学研究计划基金资助项目(Z2011118); 廊坊师范学院自然科学青年基金资助项目(LSZQ201104)

作者简介: 任建强(1978—), 男, 讲师、硕士, 主研方向: 智能系统
收稿日期: 2010-12-20 **E-mail:** renjianqiang@163.com

$$a = I_{dki}(i, j) \leq T \wedge I_{dkm}(i, j) \leq T \wedge I_{dkp}(i, j) \leq T \quad (3)$$

条件参数 b 构造为:

$$b = |I_{dkm}(i, j) - I_{dkp}(i, j)| \leq T \wedge |I_{dki}(i, j) - I_{dkm}(i, j)| \leq T \wedge |I_{dki}(i, j) - I_{dkp}(i, j)| \leq T \quad (4)$$

其中, 阈值 T 取为 40。基于上述方法进行反复叠代, 能够较快地建立完整的背景图像并进行实时更新。得到背景图像后, 采用背景差分法分割得到目标前景二值图。

2.3 阴影消除

目标前景图中包含的阴影对车辆识别精度有较大的影响, 本文采用局部二元图(Local Binary Pattern, LBP)纹理分析方法进行了阴影消除。具体内容参见文献[6], 本文不再赘述。

2.4 特征提取

特征选取是车型识别的关键, 理论上应尽量选择能唯一标识不同车类的特征, 但这在实际中并不现实。根据人类先验知识可知, 车辆形状、车长和车高是车型识别的关键参数。本文选择车辆形状和车高/车长比作为分类特征量。但若直接利用视频车辆的二维形状信息, 则分类器结构复杂、效率较低, 因此本文提出了车辆形状投影量的概念, 完成了车辆形状参数的降维, 并提高了算法鲁棒性。

(1) 车辆形状投影量

根据车辆的三维形状信息来识别车辆类型是人们区分车型的常用方法, 准确率较高。但是交通视频都采用单目摄像机拍摄, 车辆的三维信息很难获取。实验分析可知, 车辆侧面图像中含有丰富可用的二维投影形状信息, 本文构造的形状投影量参数能够较好地表征车辆二维形状, 同时降低了算法的时间和存储空间复杂度, 提高了分类鲁棒性。参数的具体构造方法如下:

首先对车长线段进行 8 等分操作, 并依次记 7 个等分点为 A_1, A_2, \dots, A_7 , 如图 2 所示。

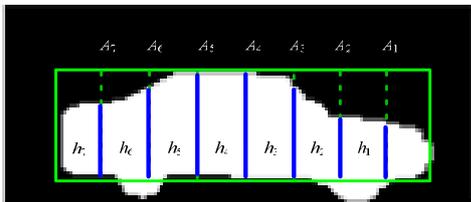


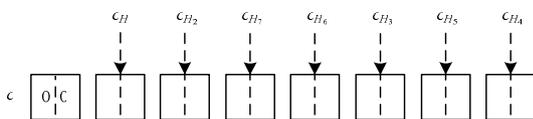
图 2 形状投影量的构造

过 A_1, A_2, \dots, A_7 作车长线段的 7 条垂线, 以各垂线为准对目标区域进行 7 次采样并统计所经过的目标像素个数, 记为高度 $h_i (i=1, 2, \dots, 7)$ 。

求车辆最大高度 h_m , 并利用 h_m 对 h_i 进行规一化得到 H_i , 然后使用 2 位二进制对 H_i 进行编码:

$$c_{H_i} = \begin{cases} 00 & 0 \leq H_i < 0.4 \\ 01 & 0.4 \leq H_i < 0.7 \\ 10 & 0.7 \leq H_i < 0.8 \\ 11 & 0.8 \leq H_i \leq 1.0 \end{cases} \quad (5)$$

定义形状投影量为 16 位无符号整型数据 c , 并按如下方式为其赋值:



(2) 车高/车长比

考虑到不同车型可能具有相似的形状, 因而单独根据形状投影量识别车型还不够精确。实验表明, 不同车型的车高

与车长的比值往往不同, 因此本文选取车高/车长比与形状投影量共同作为车辆识别的特征参数。车高/车长比的计算方法如下:

$$r = \frac{h}{l} = \frac{h_m}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}} \quad (6)$$

其中, h 为车辆高度; l 为车辆长度; (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为主轴线段端点的像素坐标。

2.5 模糊分类器的构造

在模糊分类器的设计中, 首先对车辆的形状投影量 c 和车高/车长比 r 进行模糊化处理, 将生成的模糊语言量按模糊规则进行推理判断, 最终生成车型分类的识别结果 T 。

(1) 分类推理量的模糊化

1) 形状投影量 c 的模糊化

由 c 的构造方法可知, 其基本论域为 $[0, 16383]$ 。记其对应模糊语言量为 C , 语言值集构造为 $\{MN, SM, MD, LG\}$, 对应表示微型、小型、中型和大型, 隶属函数的构造如图 3 所示。

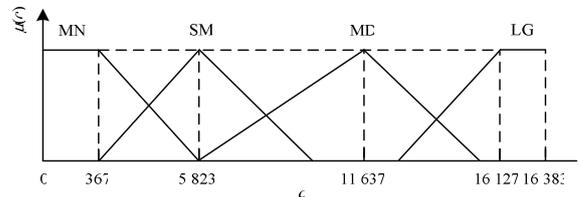


图 3 形状投影量的隶属函数

2) 车高/车长比 r 的模糊化

车高/车长比 r 的基本论域取为 $(0, 1]$, 对应模糊语言量记为 R , 语言值集构造为 $\{VS, SM, LS, MD, BS, BG, VB\}$, 对应表示很小、小、较小、中、较大、大和很大, 隶属函数如图 4 所示。

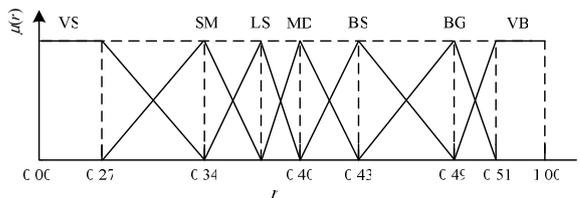


图 4 车高/车长比的隶属函数

3) 车型 T 的模糊化

车型 T 的量化论域构造为 $(0, 11)$, 模糊值集为 $\{SJ, LJ, JP, MB, PB, CP, SW, XH, XK, DK\}$, 对应表示三厢轿、两厢轿、越野、面包、平板运输、敞篷货车、商务车、厢式货车和小客、大客。

(2) 模糊分类规则的建立

根据先验知识, 设计模糊分类器的对应推理规则如图 5 所示。

C	R						
	VS	SM	LS	MD	BS	BG	VB
MN	SJ	SJ	SJ	SJ	SJ	LJ	LJ
SM	LJ	LJ	JP	JP	SW	XH	MB
MD	PB	PB	PB	CP	CP	CP	CP
LG	DK	DK	SW	XK	XK	XH	MB

图 5 模糊分类器的推理规则