

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 4 月 26 日 (26.04.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/072233 A1

(51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/104809

(22) 国际申请日: 2016 年 11 月 7 日 (07.11.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610917735.X 2016年10月20日 (20.10.2016) CN

(71) 申请人: 中山大学 (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。广东方纬科技有限公司 (GUANGDONG FUNDWAY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省广州市海珠

区新港西路 135 号中大科技综合楼自编 411B 房, Guangdong 510275 (CN)。

(72) 发明人: 李熙莹 (LI, Xiying); 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。吕硕 (LV, Shuo); 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。江倩殷 (JIANG, Qianyin); 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。罗东华 (LUO, Donghua); 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。袁敏贤 (YUAN, Minxian); 中国广东省广州市海珠区新港西路 135 号, Guangdong 510275 (CN)。余志 (YU, Zhi); 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR VEHICLE TAG DETECTION AND RECOGNITION BASED ON SELECTIVE SEARCH ALGORITHM

(54) 发明名称: 一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法及系统

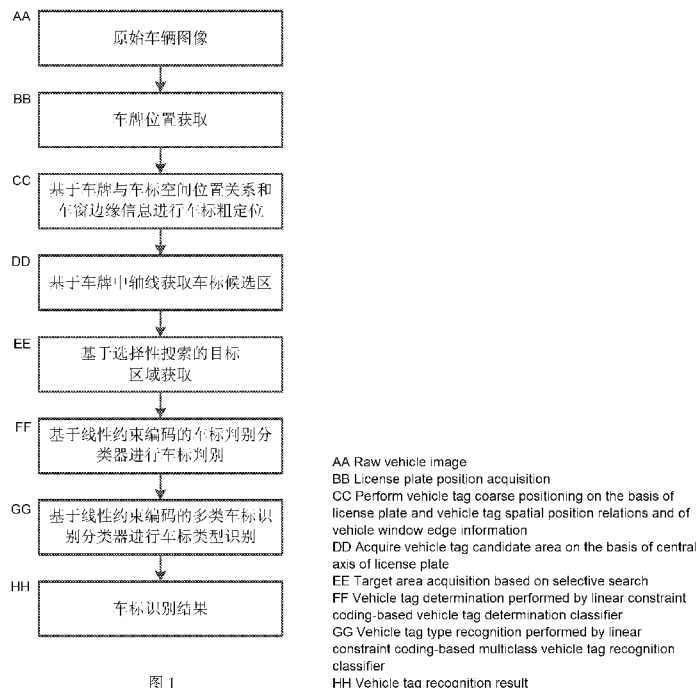


图 1

(57) Abstract: A method and system for vehicle tag detection and recognition based on a selective search algorithm. The method comprises: performing license plate positioning with respect to a raw vehicle image to acquire the position of a license plate; performing coarse positioning with respect to a vehicle tag in the raw vehicle image on the basis of the license plate position, of license plate and vehicle tag spatial position relations, and of vehicle window edge information, thus producing a vehicle tag coarse positioning image; selecting a vehicle tag candidate area in the vehicle tag coarse positioning image on the basis of the central axis of a vehicle; employing

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW FIRM); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910张萍, Guangdong 510627 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

a selective search algorithm for target positioning with respect to the vehicle tag candidate area, thus producing a positioning target set; employing a linear constraint coding algorithm for training a vehicle tag determination classifier to perform a determination on the vehicle tag with respect to the positioning target set, thus acquiring the position of the vehicle tag; employing the linear constraint coding algorithm for training a multiclass vehicle tag recognition classifier to perform specific class recognition with respect to the vehicle tag, thus producing a vehicle tag recognition result. The method has the advantages of wide applicability, strong robustness, and fast detection speed and is widely applicable in the field of image processing.

(57) 摘要: 一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法及系统, 该方法包括: 对原始车辆图像进行车牌定位, 获取车牌位置; 根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位, 得到车标粗定位图像; 基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区; 采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位, 得到定位目标集; 采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置; 采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果。该方法具有适用性广、鲁棒性强和检测速度快的优点, 可广泛应用于图像处理领域。

一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法及系统

技术领域

本发明涉及图像处理领域，尤其是一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法及系统。

背景技术

车辆车标检测系统是智能交通系统中重要的组成部分，车标作为车辆品牌独有的标志性标识，正确地识别车标能有效辅助车辆识别系统对车辆的相关信息匹配，将有利于车辆身份的确定，提高车型识别率。车标识别在智能交通领域有着广泛的应用，如车型匹配、车辆信息采集和假套牌检测等。现实中的车标面积、形状、纹理特征皆有不同，车标背景栅格也多种多样，同时大型车辆与小型车辆车标空间位置等特征的差异，都使得传统的模板匹配车标检测方法在消耗大量时间的同时难以获得较高的检测成功率。

近些年来，车标检测问题得到了广泛的研究，现有的车标检测算法包括：基于 Adaboost 的车标检测法、基于车标纹理特征车标检测法、基于纹理一致性的车标检测法、基于车标背景消除车标检测法、基于模板匹配车标检测法以及基于穷举搜索的车标检测法等等。基于 Adaboost 的车标检测法是利用 Adaboost 分类器对车标特征进行学习并利用滑窗对车标进行定位与识别，这种方法可以获得较好地车标检测效果，但时间消耗过长；基于车标纹理特征车标检测法首先利用车牌位置信息进行车标粗定位，然后利用车标先验知识以及车标边缘特征精确定位车标，再利用支持向量机的训练分类器对车标定位结果进行识别，但该方法难以在车标背景纹理复杂的情况下精确定位车标；基于纹理一致性的车标检测法对车标纹理特征与车标背景特征加以区分，从而精确定位车标并识别车标，这种方法适用于车标与其背景纹理特征差别较大的情况，但现实情况下，车标与其背景纹理特征难以区分；基于车标背景消除车标检测法利用滤波算法针对性地对车标背景纹理进行消除，从而获得准确的车标定位结果，再利用 SIFT 等特征描述子对车标进行描述并通过分类器进行识别，这种方法大大减少了车标背景对车标定位的影响，但容易消除车标信息，影响车标定位和车标识别结果；基于模板匹配车标检测法利用车标作为模板，从而定位得到车标位置和识别结果，这种方法受车标背景影响相对较小，但时间消耗过长；基于穷举搜索车标检测法则利用滑窗对目标区域进行穷举搜索，同时利用如 HOG、SIFT 等算子对车标进行目标判别，以此获得车标区域及车标类型，这种方法理论上适用于所有车型，但是滑窗的速度相对较慢，这极大地影响了算法的实用性。

综上所述，目前的车标检测算法存在以下缺陷或不足：

- 1) 大多仅针对小型车辆进行车标检测，无法适用于所有车型，适用性不广。
- 2) 在光照、倾斜、复杂车标栅格背景等条件的影响下，目前的算法难以进行车标精确检测，鲁棒性较弱。
- 3) 消耗的时间过长，检测速度慢，无法满足实际对检测速度的高要求。

发明内容

为解决上述技术问题，本发明的目的在于：提供一种适用性广、鲁棒性强和检测速度快的基于选择性搜索算法的车标检测识别方法。

本发明的另一目的在于：提供一种适用性广、鲁棒性强和检测速度快的基于选择性搜索算法的车标检测识别系统。

本发明所采取的技术方案是：

一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法，包括以下步骤：

对原始车辆图像进行车牌定位，获取车牌位置；

根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位，得到车标粗定位图像；

基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区；

采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位,得到定位目标集,所述选择性搜索算法综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并;

采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别,得到车标的位置;

采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别,得到车标识别结果。

进一步,所述根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位,得到车标粗定位图像这一步骤,其包括:

根据车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边界位置,所述车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 的表达式为: $Y_{down} = y_{up}$, 其中, y_{up} 为车牌粗定位上边界的坐标;

根据原始车辆图像的垂直投影对车窗进行粗定位,并根据车窗边缘粗定位信息确定车标粗定位上边界位置,所述车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 的表达式为:

$$\begin{cases} Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \\ x_1, x_2 = \max_2 h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{cases},$$

其中, $h(x)$ 为原始车辆图像边缘的垂直投影, $\max_2 h(x)$ 表示从边缘的垂直投影 $h(x)$ 中由上至下选择两个最大值 $h(x_1)$ 和 $h(x_2)$ 对应的横坐标 x_1 和 x_2 , H 为原始车辆图像的高, b 为经验阈值;

根据车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 和车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 得出车标粗定位图像。

进一步,所述基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区这一步骤,其包括:

在车标粗定位图像中确定车辆中轴线;

根据车辆中轴线选择设定宽度和设定高度的区域作为第一车标候选区域。

进一步,所述采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位,得到定位目标集这一步骤,其包括:

S1、在第一车标候选区域内采用选择性搜索算法进行目标检测,若未检测到任何目标,则执行步骤 S2,反之,则直接跳至步骤 S3;

S2、以设定的横向扩增宽度对第一车标候选区域进行横向扩增,形成第二车标候选区域,然后在第二车标候选区域内采用选择性搜索算法进行车标目标检测,若仍未能检测到任何目标,则舍弃第一车标候选区域并以新的横向扩增宽度扩增第二车标候选区域,直到第二车标候选区域检测到目标后执行步骤 S3;反之,则执行步骤 S3;

S3、判断检测到的目标是单个字符还是字符串车标或符号型车标,若是字符串车标或符号型车标,则结束选择性搜索算法,若是单个字符,则以该字符高度的 1.5 倍作为候选区的高作为第三车标候选区域的高,继续在第三车标候选区域内采用选择性搜索算法进行目标检测。

进一步,所述采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位,得到定位目标集这一步骤,其包括:

采用基于图论的图像分割算法从车标候选区中获取初始分割区域;

计算初始分割区域中相邻区域间的综合相似度,所述相邻区域间的综合相似度计算公式为:

$$\left\{ \begin{array}{l} s(r_i, r_j) = a_1 s_{color}(r_i, r_j) + a_2 s_{texture}(r_i, r_j) + a_3 s_{size}(r_i, r_j) + a_4 fill(r_i, r_j) \\ s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\} \\ s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \\ fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \end{array} \right. ;$$

其中, $s(r_i, r_j)$ 、 $s_{color}(r_i, r_j)$ 、 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 、 $s_{size}(r_i, r_j)$ 和 $fill(r_i, r_j)$ 分别为区域 r_i 与区域 r_j 间的综合相似度、颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 分别为颜色相似度权重系数、纹理相似度权重系数、大小相似度权重系数和吻合度相似度权重系数, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 的取值范围均为 (0, 1), $C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ 和 $C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 3×25 维颜色空间向量, $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$ 和 $T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 $8 \times 3 \times 10$ 维纹理向量, n 为颜色空间向量或纹理向量的元素总数, $size(r_i)$ 、 $size(r_j)$ 、 $size(im)$ 和 $size(BB_{ij})$ 分别区域 r_i 的大小、区域 r_j 的大小、所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小和区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小;

以综合相似度最大为合并原则, 根据计算的相邻区域间的综合相似度合并初始分割区域, 得到定位目标集。

进一步, 所述采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置这一步骤, 其包括:

将样本集的样本划分为正样本和负样本, 其中, 正样本包括单个字符样本、样本集中的小型车样本和样本集中的大型车标样本, 负样本为样本集中大小随机选取的且与车标重合度小于 20% 的样本;

以正样本作为训练样本, 采用线性约束编码分类器进行迭代训练直至收敛, 最终训练出车标判断分类器, 其中, 迭代训练过程在每次完成训练后会将车标判断分类器中错分为负样本的样本加入训练样本中形成新训练样本集, 然后再以新训练样本集重新进行训练;

根据训练出的车标判断分类器对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置。

进一步, 所述采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果这一步骤, 其包括:

以单个字符作为车标, 将人工标注的车标和字符串车标的单个字符放入线性约束编码分

类器进行迭代训练，并将分类错误的车标作为难例再次放入线性约束编码分类器进行训练直至收敛，得到多类车标识别分类器；

根据多类车标识别分类器对车标进行具体的类型识别：若当前多类车标识别分类器的车标识别结果为非单个字符的车标，则以当前多类车标识别分类器的车标识别结果作为该车的车标类型；若当前多类车标识别分类器的车标识别结果为单个字符，则根据该单个字符重新选择第三车标候选区域，然后再次进行车标定位，并将定位得到的字符进行组合形成字符串，最终以该字符串的车标类型作为车标识别结果。

本发明所采取的另一技术方案是：

一种基于选择性搜索算法的车标检测识别系统，包括：

车牌定位模块，用于对原始车辆图像进行车牌定位，获取车牌位置；

车标粗定位模块，用于根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位，得到车标粗定位图像；

车标候选区选取模块，用于基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区；

目标定位模块，用于采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位，得到定位目标集，所述选择性搜索算法综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并；

车标判别模块，用于采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别，得到车标的位置；

车标类型识别模块，用于采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别，得到车标识别结果。

进一步，所述车标粗定位模块包括：

车标粗定位下边界位置确定单元，用于根据车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边界位置，所述车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 的表达式为： $Y_{down} = y_{up}$ ，其中， y_{up} 为车牌粗定位上边界的坐标；

车标粗定位上边界位置确定单元，用于根据原始车辆图像的垂直投影对车窗进行粗定位，并根据车窗边缘粗定位信息确定车标粗定位上边界位置，所述车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 的表达式为：

$$\begin{cases} Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \\ x_1, x_2 = \max_2 h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{cases},$$

其中， $h(x)$ 为原始车辆图像边缘的垂直投影， $\max_2 h(x)$ 表示从边缘的垂直投影 $h(x)$ 中由上至下选择两个最大值 $h(x_1)$ 和 $h(x_2)$ 对应的横坐标 x_1 和 x_2 ， H 为原始车辆图像的高， b 为经验阈值；

车标粗定位图像获取单元，用于根据车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 和车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 得出车标粗定位图像。

进一步，所述目标定位模块包括：

图像分割单元，用于采用基于图论的图像分割算法从车标候选区中获取初始分割区域；

相似度计算单元，用于计算初始分割区域中相邻区域间的综合相似度，所述相邻区域间的综合相似度计算公式为：

$$\left\{ \begin{array}{l} s(r_i, r_j) = a_1 s_{color}(r_i, r_j) + a_2 s_{texture}(r_i, r_j) + a_3 s_{size}(r_i, r_j) + a_4 fill(r_i, r_j) \\ s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\} \\ s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \\ fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \end{array} \right. ;$$

其中, $s(r_i, r_j)$ 、 $s_{color}(r_i, r_j)$ 、 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 、 $s_{size}(r_i, r_j)$ 和 $fill(r_i, r_j)$ 分别为区域 r_i 与区域 r_j 间的综合相似度、颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 分别为颜色相似度权重系数、纹理相似度权重系数、大小相似度权重系数和吻合度相似度权重系数, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 的取值范围均为 (0, 1), $C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ 和 $C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 3×25 维颜色空间向量, $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$ 和 $T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 $8 \times 3 \times 10$ 维纹理向量, n 为颜色空间向量或纹理向量的元素总数, $size(r_i)$ 、 $size(r_j)$ 、 $size(im)$ 和 $size(BB_{ij})$ 分别区域 r_i 的大小、区域 r_j 的大小、所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小和区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小;

区域合并单元, 用于以综合相似度最大为合并原则, 根据计算的相邻区域间的综合相似度合并初始分割区域, 得到定位目标集。

本发明的方法的有益效果是: 首先根据车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息对车标进行粗定位, 再基于车辆中轴线进行车标候选区的获取, 然后采用选择性搜索算法进行目标定位, 最后通过线性约束编码算法对目标进行判别筛选和识别以获得车标位置及车标识别结果, 不受车型限制, 不论是大型车辆还是小型车辆都能进行车标检测识别, 适用性广; 采用了选择性搜索算法, 综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并, 在光照、倾斜、复杂车标栅格背景等条件的影响下, 仍能通过车标纹理、颜色、大小和吻合度特性来准确检测车标位置, 鲁棒性强; 根据车辆的空间位置信息和车辆中轴线进行车标候选区的选取, 极大减少了选择性搜索算法的耗时, 检测速度更快。进一步, 选择性搜索算法采用了基于方向梯度直方图的纹理相似度计算方法, 采用方向梯度直方图特征替代尺度不变变换特征, 在保证车标定位准确率和识别准确率的同时, 大大减少了时间的消耗。

本发明的系统的有益效果是: 首先在车标粗定位模块中根据车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息对车标进行粗定位, 再在车标候选区选取模块中基于车辆中轴线进行车标候选

区的获取,然后在目标定位模块中采用选择性搜索算法进行目标定位,最后在车标判别模块和车标类型识别模块中通过线性约束编码算法对目标进行判别筛选和识别以获得车标位置及车标识别结果,不受车型限制,不论是大型车辆还是小型车辆都能进行车标检测识别,适用性广;在目标定位模块中采用了选择性搜索算法,综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并,在光照、倾斜、复杂车标栅格背景等条件的影响下,仍能通过车标纹理、颜色、大小和吻合度特性来准确检测车标位置,鲁棒性强;在车标粗定位模块和车标候选区选取模块中根据车辆的空间位置信息和车辆中轴线进行车标候选区的选取,极大减少了选择性搜索算法的耗时,检测速度更快。进一步,目标定位模块的选择性搜索算法采用了基于方向梯度直方图的纹理相似度计算方法,采用方向梯度直方图特征替代尺度不变变换特征,在保证车标定位准确率和识别准确率的同时,大大减少了时间的消耗。

附图说明

图1为本发明一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法的整体流程图;

图2为大型车辆车标的4种车标类型示意图;

图3为本发明车标粗定位过程示意图;

图4为本发明车标候选区划定过程示意图;

图5为本发明采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位的流程图;

图6为车标判断分类器的训练过程示意图;

图7为本发明多类车标识别分类器的训练过程示意图;

图8为本发明车标识别过程的流程图。

具体实施方式

参照图1,一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法,包括以下步骤:

对原始车辆图像进行车牌定位,获取车牌位置;

根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位,得到车标粗定位图像;

基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区;

采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位,得到定位目标集,所述选择性搜索算法综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并;

采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别,得到车标的位置;

采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别,得到车标识别结果。

进一步作为优选的实施方式,所述根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位,得到车标粗定位图像这一步骤,其包括:

根据车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边界位置,所述车标粗定位下边界的坐标

Y_{down} 的表达式为: $Y_{down} = y_{up}$, 其中, y_{up} 为车牌粗定位上边界的坐标;

根据原始车辆图像的垂直投影对车窗进行粗定位,并根据车窗边缘粗定位信息确定车标粗定位上边界位置,所述车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 的表达式为:

$$\begin{cases} Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \\ x_1, x_2 = \max_2 h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{cases},$$

其中, $h(x)$ 为原始车辆图像边缘的垂直投影, $\max_2 h(x)$ 表示从边缘的垂直投影 $h(x)$ 中由上至下选择两个最大值 $h(x_1)$ 和 $h(x_2)$ 对应的横坐标 x_1 和 x_2 , H 为原始车辆图像的高, b

为经验阈值；

根据车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 和车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 得出车标粗定位图像。

进一步作为优选的实施方式，所述基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区这一步骤，其包括：

在车标粗定位图像中确定车辆中轴线；

根据车辆中轴线选择设定宽度和设定高度的区域作为第一车标候选区域。

进一步作为优选的实施方式，所述采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位，得到定位目标集这一步骤，其包括：

S1、在第一车标候选区域内采用选择性搜索算法进行目标检测，若未检测到任何目标，则执行步骤 S2，反之，则直接跳至步骤 S3；

S2、以设定的横向扩增宽度对第一车标候选区域进行横向扩增，形成第二车标候选区域，然后在第二车标候选区域内采用选择性搜索算法进行车标目标检测，若仍未能检测到任何目标，则舍弃第一车标候选区域并以新的横向扩增宽度扩增第二车标候选区域，直到第二车标候选区域检测到目标后执行步骤 S3；反之，则执行步骤 S3；

S3、判断检测到的目标是单个字符还是字符串车标或符号型车标，若是字符串车标或符号型车标，则结束选择性搜索算法，若是单个字符，则以该字符高度的 1.5 倍作为候选区的高作为第三车标候选区域的高，继续在第三车标候选区域内采用选择性搜索算法进行目标检测。

进一步作为优选的实施方式，所述采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位，得到定位目标集这一步骤，其包括：

采用基于图论的图像分割算法从车标候选区中获取初始分割区域；

计算初始分割区域中相邻区域间的综合相似度，所述相邻区域间的综合相似度计算公式为：

$$\left\{ \begin{array}{l} s(r_i, r_j) = a_1 s_{color}(r_i, r_j) + a_2 s_{texture}(r_i, r_j) + a_3 s_{size}(r_i, r_j) + a_4 fill(r_i, r_j) \\ s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\} \\ s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \\ fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \end{array} \right. ;$$

其中， $s(r_i, r_j)$ 、 $s_{color}(r_i, r_j)$ 、 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 、 $s_{size}(r_i, r_j)$ 和 $fill(r_i, r_j)$ 分别为区域 r_i 与区域 r_j 间的综合相似度、颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度， a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 分别为颜色相似度权重系数、纹理相似度权重系数、大小相似度权重系数和吻合度相似度权重系数， a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 的取值范围均为 (0, 1)，

$C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ 和 $C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 3×25 维颜色空间向量, $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$ 和 $T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 $8 \times 3 \times 10$ 维纹理向量, n 为颜色空间向量或纹理向量的元素总数, $size(r_i)$ 、 $size(r_j)$ 、 $size(im)$ 和 $size(BB_{ij})$ 分别区域 r_i 的大小、区域 r_j 的大小、所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小和区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小;

以综合相似度最大为合并原则, 根据计算的相邻区域间的综合相似度合并初始分割区域, 得到定位目标集。

进一步作为优选的实施方式, 所述采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置这一步骤, 其包括:

将样本集的样本划分为正样本和负样本, 其中, 正样本包括单个字符样本、样本集中的小型车样本和样本集中的大型车标样本, 负样本为样本集中大小随机选取的且与车标重合度小于 20% 的样本;

以正样本作为训练样本, 采用线性约束编码分类器进行迭代训练直至收敛, 最终训练出车标判断分类器, 其中, 迭代训练过程在每次完成训练后会将车标判断分类器中错分为负样本的样本加入训练样本中形成新训练样本集, 然后再以新训练样本集重新进行训练;

根据训练出的车标判断分类器对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置。

进一步作为优选的实施方式, 所述采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果这一步骤, 其包括:

以单个字符作为车标, 将人工标注的车标和字符串车标的单个字符放入线性约束编码分类器进行迭代训练, 并将分类错误的车标作为难例再次放入线性约束编码分类器进行训练直至收敛, 得到多类车标识别分类器;

根据多类车标识别分类器对车标进行具体的类型识别: 若当前多类车标识别分类器的车标识别结果为非单个字符的车标, 则以当前多类车标识别分类器的车标识别结果作为该车的车标类型; 若当前多类车标识别分类器的车标识别结果为单个字符, 则根据该单个字符重新选择第三车标候选区域, 然后再次进行车标定位, 并将定位得到的字符进行组合形成字符串, 最终以该字符串的车标类型作为车标识别结果。

参照图 1, 一种基于选择性搜索算法的车标检测识别系统, 包括:

车牌定位模块, 用于对原始车辆图像进行车牌定位, 获取车牌位置;

车标粗定位模块, 用于根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位, 得到车标粗定位图像;

车标候选区选取模块, 用于基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区;

目标定位模块, 用于采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位, 得到定位目标集, 所述选择性搜索算法综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并;

车标判别模块, 用于采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置;

车标类型识别模块, 用于采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果。

进一步作为优选的实施方式, 所述车标粗定位模块包括:

车标粗定位下边界位置确定单元, 用于根据车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边

界位置, 所述车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 的表达式为: $Y_{down} = y_{up}$, 其中, y_{up} 为车标粗定位上边界的坐标;

车标粗定位上边界位置确定单元, 用于根据原始车辆图像的垂直投影对车窗进行粗定位, 并根据车窗边缘粗定位信息确定车标粗定位上边界位置, 所述车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 的表达式为:

$$\begin{cases} Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \\ x_1, x_2 = \max_2 h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{cases},$$

其中, $h(x)$ 为原始车辆图像边缘的垂直投影, $\max_2 h(x)$ 表示从边缘的垂直投影 $h(x)$ 中由上至下选择两个最大值 $h(x_1)$ 和 $h(x_2)$ 对应的横坐标 x_1 和 x_2 , H 为原始车辆图像的高, b 为经验阈值;

车标粗定位图像获取单元, 用于根据车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 和车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 得出车标粗定位图像。

进一步作为优选的实施方式, 所述目标定位模块包括:

图像分割单元, 用于采用基于图论的图像分割算法从车标候选区中获取初始分割区域;

相似度计算单元, 用于计算初始分割区域中相邻区域间的综合相似度, 所述相邻区域间的综合相似度计算公式为:

$$\begin{cases} s(r_i, r_j) = a_1 s_{color}(r_i, r_j) + a_2 s_{texture}(r_i, r_j) + a_3 s_{size}(r_i, r_j) + a_4 fill(r_i, r_j) \\ s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \\ fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \end{cases};$$

其中, $s(r_i, r_j)$ 、 $s_{color}(r_i, r_j)$ 、 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 、 $s_{size}(r_i, r_j)$ 和 $fill(r_i, r_j)$ 分别为区域 r_i 与区域 r_j 间的综合相似度、颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 分别为颜色相似度权重系数、纹理相似度权重系数、大小相似度权重系数和吻合度相似度权重系数, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 的取值范围均为 (0, 1),

$C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ 和 $C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 3×25 维颜色空间向量, $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$ 和 $T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 $8 \times 3 \times 10$ 维纹理向量, n 为颜色空间向量或纹理向量的元素总数, $size(r_i)$ 、 $size(r_j)$ 、 $size(im)$ 和 $size(BB_{ij})$ 分别区域 r_i 的大小、区域 r_j 的大小、所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小和区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小;

区域合并单元, 用于以综合相似度最大为合并原则, 根据计算的相邻区域间的综合相似度合并初始分割区域, 得到定位目标集。

下面结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

实施例一

车辆的类型可大致分为大型车辆和小型车辆, 小型车辆的车标通常为符号型车标, 但大型车辆车标根据车标纹理可以分为三类: 字符型车标、符号型车标和混合型车标, 如图 2 所示, 其中, 图 2 (a) 为字符型车标, 图 2 (b) 为符号型车标, 图 2 (c) 和图 2 (d) 为混合型车标。两类车辆车标的空间位置关系和纹理特征皆有差异, 这些因素增加了车标检测的难度。

针对现有车标检测识别方法适用性不广、鲁棒性不强和检测速度慢的问题, 本发明提出了一种全新的基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 该方法适用于所有车型进行车标检测。为了保证车标定位的实时性和车标定位在复杂车标背景下定位的有效性, 本发明首先利用车牌与车标的空间结构关系和车窗的边缘信息对车标进行粗定位。而为了减轻计算量, 本发明利用车辆中轴线来进行车标候选区的获取, 同时利用了选择性搜索算法进行目标定位并通过线性编码算法对目标进行筛选, 最后通过非极大值抑制 (即收敛) 的方式获取车标位置及车标识别结果。

如图 1 所示, 本发明一种基于选择性搜索算法的车标检测识别整体方法的具体过程如下:

(一) 对原始车辆图像进行车牌定位, 获取车牌位置。

获取原始车辆图像后, 可采用现有的车牌定位方法来获得车牌位置。

(二) 根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位, 得到车标粗定位图像。

车标与车牌、车窗有着极为重要的空间位置关系: 车标位于车牌上方、车标位于车窗下方。在无法确定车牌位置信息精确度的情况下, 本发明利用车牌粗定位的位置信息和车窗的边缘特征来获取车标粗定位位置。

(1) 利用车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边界位置。

$$Y_{down} = y_{up} \quad (1)$$

其中, Y_{down} 表示车标粗定位下边界的坐标, y_{up} 表示车牌粗定位上边界的坐标。

(2) 通过车窗的边缘特征信息确定车标粗定位上边界位置。

车窗具有明显的边缘和空间位置特征: 车窗边界边缘复杂但内部边缘相对平滑; 车窗位于车脸的最上方。因此, 可利用车辆的垂直投影对车窗进行粗定位:

$$\begin{aligned} x_1, x_2 = \max_x h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{aligned} \quad (2)$$

上式中, $h(x)$ 表示车辆边缘图像的垂直投影, $\max_x h(x)$ 表示从边缘垂直投影中由上

至下选择最大两个值的横坐标 x_1 和 x_2 ， H 表示原始车辆图像的高， b 为经验阈值。

而车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 为：

$$Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \quad (3)$$

(3) 根据公式(1)、(2)、(3)可得到车标粗定位图像，如图 3 所示。其中，图 3 (a) 为原始车辆图像，图 3 (b) 为基于车牌位置的车标粗定位图像，图 3 (c) 为最终的车标粗定位图像。

(三) 基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区。

选择性搜索算法的时间消耗与区域像素数量呈线性关系，因此为减少时间消耗，本发明在保证车标完整的前提下，尽可能缩小车标定位区域。本发明根据车辆的中轴线获取车标候选区，如图 4 所示。其中，图 4 (a) 为大型车辆车标的车标候选区划分示意图，图 4 (b) 为小型车辆车标的车标候选区划分示意图。

利用车辆中轴线，选择第一车标候选区域 1，第一车标候选区域的宽高可根据实际情况进行设定。本实施例中第一车标候选区域 1 的宽设为 64 像素，高与车标粗定位图像的高相同，当第一车标候选区域 1 检测到单个字符时，以字符高度的 1.5 倍作为新候选区的高（即车标候选区 3），继续进行车标检测；当检测当字符串车标或符号型车标时，选择性搜索算法结束；当未检测到任何目标时，横向扩增候选区（左右各扩增 32 个像素），形成第二车标候选区域 2，继续进行车标检测，若仍未检测到任何目标，舍弃第一车标候选区域 1，继续向外扩增第二车标候选区域 2 进行车标检测。这种候选区选取算法将大幅度消减选择性搜索算法的时间消耗。

(四) 采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位，得到定位目标集。

选择性搜索算法是一种基于区域合并的算法，计算时间与检测区域内像素点的个数呈线性关系，其通过相似区域的合并来获取目标区间。本发明利用基于图（如梯度方向直方图）的图像分割算法获取原始分割区域，然后计算两两相邻区域之间的相似度，并将相似度最大的两个区域合并为一个区域，接着再次计算两两相邻区域之间的相似度，直至最终合并为整幅图像（即目标结果集），选择性搜索算法的流程图如图 5 所示。

本发明选择性搜索算法明通过颜色、纹理、大小、吻合度四个方面进行相邻区域间相似度的计算。

(1) 颜色相似度。

归一化后获取图像每个颜色通道的 25 个区间的直方图，即每个分割区域得到 3×25 维颜色空间向量 $C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ ，则区域之间相似度 $s_{color}(r_i, r_j)$ 计算公式如下：

$$s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \quad (4)$$

区域合并过程中需对新的区域再次计算直方图，可通过公式(5)的简化算法进行计算：

$$C_i = \frac{size(r_i) \times C_i + size(r_j) \times C_j}{size(r_i) + size(r_j)} \quad (5)$$

$size(r_i)$ 表示区域 r_i 的大小， $size(r_j)$ 表示区域 r_j 的大小， C_i 和 C_j 表示区域 r_i 和 r_j 的颜色向量， C_i 为新的区域的颜色向量。

(2) 纹理相似度。

为减少计算量，本发明采用了 HOG 特征替代 SIFT 特征来对区域纹理进行描述。本发明通过 8 个区间的梯度直方图统计梯度特征，并在区域每个颜色通道内获取 10 个空间，即每个

区域获得 $8*3*10$ 维向量 $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$, 则区域间纹理相似度 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 计算公式如下:

$$s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \quad (6)$$

(3) 大小相似度。

当相邻两区域间颜色相似度、纹理相似度相同时, 应保证面积较小的区域先合并, 即大小相似度越大越合并, 因此本发明定义了大小相似度 $s_{size}(r_i, r_j)$:

$$s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \quad (7)$$

上式中, $size(im)$ 表示所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小。

(4) 吻合度相似度。

为降低计算量, 本发明令存在相交或包含关系的区域先合并, 定义了吻合度相似度 $fill(r_i, r_j)$:

$$fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \quad (8)$$

其中, $size(BB_{ij})$ 表示区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小。

将以上四种相似度以加权求和的方式进行组合, 可以得到相邻区域间的综合相似度:

$$s(r_i, r_j) = a_1 s_{color} + a_2 s_{texture} + a_3 s_{size} + a_4 fill \quad (9)$$

通过公式(4)-(9)对初始分割区域进行合并, 这样不仅能够适应不同的尺度, 而且保证了目标的分割准确度。

(五) 车标的判别和车标类型的识别。

选择性搜索算法只能定位出目标区域, 但无法确定所定位区域是否为车标区域, 因此本发明还需要利用线性约束编码算法 (ScSPM) 训练车标判断分类器对定位目标集进行车标的判别以及训练车标识别分类器对车标进行具体的类型识别。

线性约束编码算法 (ScSPM) 是一种较为成熟的分类器训练算法, 该算法首先采用 SIFT (即尺度不变特征变换) 去提取目标图像的特征, 然后利用预先生成的词典和线性编码对目标图像特征进行编码, 从而建立起一个合理的图像语义表达模型来对每幅图像进行表达, 接着利用空间金字塔匹配的方法得到图像的最终表达向量, 最后把每幅图像的最终表达向量放入支持向量机 (SVM) 进行训练和识别, 利用该算法可以有效地训练车标判别分类器和车标识别分类器。

其中, 车标判断分类器的训练过程如图 6 所示: 将样本集中的大型车标和小型车标作为正样本, 同时由于字符串车标中各个字符易分散定位, 故加入单个字符作为正样本, 负样本则用大小随机选取的、与车标重合度小于 20% 的样本, 接着, 以正样本作为训练样本, 以负样本作为测试样本, 利用线性约束编码算法训练车标判断分类器。车标判断分类器采用迭代训练的方式, 在每次完成训练后, 将车标判断分类器中错分为负样本的样本 (即难例) 加入训练样本中, 再次利用线性约束编码算法进行训练, 直至收敛。本发明通过以上过程, 训练得到车标判断分类器, 然后即可根据该车标判断分类器进行车标的判别。当检测得到同一车辆含有多个车标时, 本发明可利用车标判断分类器对各个车标进行打分, 进而根据得分来获取目标车标定位结果。

而对于部分字符串车标, 由于字符串间间隙较大, 无法完整定位字符串, 仅能定位得到

字符串中的单个字符，因此无法准确识别车标类型。针对这一问题，本发明利用线性约束编码算法训练了多类车标识别分类器，如图 7 所示。

从图 7 可知，多类车标识别分类器训练时将单个字符作为车标进行训练，字符相对较少因此并不会影响分类器的识别效果。本发明将人工标注的车标和字符串车标的单个字符放入线性约束编码分类器进行迭代训练，并将分类错误的车标作为难例再次放入线性约束编码分类器进行训练，直至收敛。由于线性约束编码分类器本身的特性，基本上迭代训练 3 次即可收敛。而本发明具体的车标识别过程则如图 8 所示，当多类车标识别分类器的车标识别结果为某类非单个字符的车标时，即可根据该识别结果确定该车的车标类型；当多类车标识别分类器的车标识别结果为单个字符时，则需要再根据该字符选择第三车标候选区域 3，再次进行车标定位，并将定位得到的字符进行组合形成字符串，从而获得最终的车标识别结果。

本发明提出了一种新型的基于选择性搜索的车标检测识别方法与系统，具有以下优点：

- 1) 适用于各类车型，不受车型限制，大型或小型车辆皆可进行定位。
- 2) 利用车标纹理、颜色、大小和吻合度特性进行选择性搜索，可以更准确地定位到车标位置。
- 3) 利用线性约束编码算法的优良特征来训练车标判别分类器和车标识别分类器，涵盖市面上绝大多数车标类型，能够更准确和有效地定位和识别车辆车标。
- 4) 根据车辆的空间位置信息和车辆中轴线进行车标候选区的选取，极大减少了选择性搜索算法的耗时，检测速度更快，满足了车标定位实时性的需求。
- 5) 定义了新的纹理相似度计算方法，利用梯度直方图特征替代尺度不变变换特征，在保证车标定位准确率和识别准确率的同时，大大减少了时间的消耗。
- 6) 计算复杂度远远低于现有的车标检测识别技术，是一种高速且有效的车标精确定位与识别方案。

以上是对本发明的较佳实施进行了具体说明，但本发明并不限于所述实施例，熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可做作出种种的等同变形或替换，这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

1. 一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 其特征在于: 包括以下步骤:
对原始车辆图像进行车牌定位, 获取车牌位置;

根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位, 得到车标粗定位图像;

基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区;

采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位, 得到定位目标集, 所述选择性搜索算法综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并;

采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置;

采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 其特征在于: 所述根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位, 得到车标粗定位图像这一步骤, 其包括:

根据车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边界位置, 所述车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 的表达式为: $Y_{down} = y_{up}$, 其中, y_{up} 为车牌粗定位上边界的坐标;

根据原始车辆图像的垂直投影对车窗进行粗定位, 并根据车窗边缘粗定位信息确定车标粗定位上边界位置, 所述车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 的表达式为:

$$\begin{cases} Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \\ x_1, x_2 = \max_2 h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{cases},$$

其中, $h(x)$ 为原始车辆图像边缘的垂直投影, $\max_2 h(x)$ 表示从边缘的垂直投影 $h(x)$ 中由上至下选择两个最大值 $h(x_1)$ 和 $h(x_2)$ 对应的横坐标 x_1 和 x_2 , H 为原始车辆图像的高, b 为经验阈值;

根据车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 和车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 得出车标粗定位图像。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 其特征在于: 所述基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区这一步骤, 其包括:

在车标粗定位图像中确定车辆中轴线;

根据车辆中轴线选择设定宽度和设定高度的区域作为第一车标候选区域。

4. 根据权利要求 3 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 其特征在于: 所述采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位, 得到定位目标集这一步骤, 其包括:

S1、在第一车标候选区域内采用选择性搜索算法进行目标检测, 若未检测到任何目标, 则执行步骤 S2, 反之, 则直接跳至步骤 S3;

S2、以设定的横向扩增宽度对第一车标候选区域进行横向扩增, 形成第二车

标候选区域,然后在第二车标候选区域内采用选择性搜索算法进行车标目标检测,若仍未能检测到任何目标,则舍弃第一车标候选区域并以新的横向扩增宽度扩增第二车标候选区域,直到第二标候选区域检测到目标后执行步骤 S3;反之,则执行步骤 S3;

S3、判断检测到的目标是单个字符还是字符串车标或符号型车标,若是字符串车标或符号型车标,则结束选择性搜索算法,若是单个字符,则以该字符高度的 1.5 倍作为候选区的高作为第三车标候选区域的高,继续在第三车标候选区域内采用选择性搜索算法进行目标检测。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法,其特征在于:所述采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位,得到定位目标集这一步骤,其包括:

采用基于图论的图像分割算法从车标候选区中获取初始分割区域;

计算初始分割区域中相邻区域间的综合相似度,所述相邻区域间的综合相似度计算公式为:

$$\left\{ \begin{array}{l} s(r_i, r_j) = a_1 s_{color}(r_i, r_j) + a_2 s_{texture}(r_i, r_j) + a_3 s_{size}(r_i, r_j) + a_4 fill(r_i, r_j) \\ s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\} \\ s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \\ fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \end{array} \right.$$

;

其中, $s(r_i, r_j)$ 、 $s_{color}(r_i, r_j)$ 、 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 、 $s_{size}(r_i, r_j)$ 和 $fill(r_i, r_j)$ 分别为区域 r_i 与区域 r_j 间的综合相似度、颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 分别为颜色相似度权重系数、纹理相似度权重系数、大小相似度权重系数和吻合度相似度权重系数, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 的取值范围均为 (0, 1), $C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ 和 $C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 3×25 维颜色空间向量, $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$ 和

$T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 $8 \times 3 \times 10$ 维纹理向量, n 为颜色空间向量或纹理向量的元素总数, $size(r_i)$ 、 $size(r_j)$ 、 $size(im)$ 和 $size(BB_{ij})$ 分别区域 r_i 的大小、区域 r_j 的大小、所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小和区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小;

以综合相似度最大为合并原则, 根据计算的相邻区域间的综合相似度合并初始分割区域, 得到定位目标集。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 其特征在于: 所述采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置这一步骤, 其包括:

将样本集的样本划分为正样本和负样本, 其中, 正样本包括单个字符样本、样本集中的小型车样本和样本集中的大型车样本, 负样本为样本集中大小随机选取的且与车标重合度小于 20% 的样本;

以正样本作为训练样本, 采用线性约束编码分类器进行迭代训练直至收敛, 最终训练出车标判断分类器, 其中, 迭代训练过程在每次完成训练后会将车标判断分类器中错分为负样本的样本加入训练样本中形成新训练样本集, 然后再以新训练样本集重新进行训练;

根据训练出的车标判断分类器对定位目标集进行车标的判别, 得到车标的位置。

7. 根据权利要求 4 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别方法, 其特征在于: 所述采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果这一步骤, 其包括:

以单个字符作为车标, 将人工标注的车标和字符串车标的单个字符放入线性约束编码分类器进行迭代训练, 并将分类错误的车标作为难例再次放入线性约束编码分类器进行训练直至收敛, 得到多类车标识别分类器;

根据多类车标识别分类器对车标进行具体的类型识别: 若当前多类车标识别分类器的车标识别结果为非单个字符的车标, 则以当前多类车标识别分类器的车标识别结果作为该车的车标类型; 若当前多类车标识别分类器的车标识别结果为单个字符, 则根据该单个字符重新选择第三车标候选区域, 然后再次进行车标定位, 并将定位得到的字符进行组合形成字符串, 最终以该字符串的车标类型作为车标识别结果。

8. 一种基于选择性搜索算法的车标检测识别系统, 其特征在于: 包括:

车牌定位模块, 用于对原始车辆图像进行车牌定位, 获取车牌位置;

车标粗定位模块, 用于根据车牌位置、车牌与车标空间位置关系和车窗边缘信息在原始车辆图像中对车标进行粗定位, 得到车标粗定位图像;

车标候选区选取模块, 用于基于车辆中轴线在车标粗定位图像中选取车标候选区;

目标定位模块, 用于采用选择性搜索算法对车标候选区进行目标定位, 得到定位目标集, 所述选择性搜索算法综合根据颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度来进行区域合并;

车标判别模块, 用于采用线性约束编码算法训练车标判断分类器来对定位目

标集进行车标的判别, 得到车标的位置;

车标类型识别模块, 用于采用线性约束编码算法训练多类车标识别分类器来对车标进行具体的类型识别, 得到车标识别结果。

9. 根据权利要求 8 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别系统, 其特征在于: 所述车标粗定位模块包括:

车标粗定位下边界位置确定单元, 用于根据车牌粗定位上边界位置确定车标粗定位下边界位置, 所述车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 的表达式为:

$Y_{down} = y_{up}$, 其中, y_{up} 为车牌粗定位上边界的坐标;

车标粗定位上边界位置确定单元, 用于根据原始车辆图像的垂直投影对车窗进行粗定位, 并根据车窗边缘粗定位信息确定车标粗定位上边界位置, 所述车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 的表达式为:

$$\begin{cases} Y_{up} = x_2 - (x_2 - x_1) / 2 \\ x_1, x_2 = \max_2 h(x) \\ s.t. |x_1 - x_2| \in [H/4, H/2], x_1 \in (0, H/3], |h(x_1) - h(x_2)| \leq b \end{cases},$$

其中, $h(x)$ 为原始车辆图像边缘的垂直投影, $\max_2 h(x)$ 表示从边缘的垂直投影 $h(x)$ 中由上至下选择两个最大值 $h(x_1)$ 和 $h(x_2)$ 对应的横坐标 x_1 和 x_2 , H 为原始车辆图像的高, b 为经验阈值;

车标粗定位图像获取单元, 用于根据车标粗定位下边界的坐标 Y_{down} 和车标粗定位上边界的坐标 Y_{up} 得出车标粗定位图像。

10. 根据权利要求 8 所述的一种基于选择性搜索算法的车标检测识别系统, 其特征在于: 所述目标定位模块包括:

图像分割单元, 用于采用基于图论的图像分割算法从车标候选区中获取初始分割区域;

相似度计算单元, 用于计算初始分割区域中相邻区域间的综合相似度, 所述相邻区域间的综合相似度计算公式为:

$$\left\{ \begin{array}{l} s(r_i, r_j) = a_1 s_{color}(r_i, r_j) + a_2 s_{texture}(r_i, r_j) + a_3 s_{size}(r_i, r_j) + a_4 fill(r_i, r_j) \\ s_{color}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(c_i^k, c_j^k), c_i^k \in C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}, c_j^k \in C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\} \\ s_{texture}(r_i, r_j) = \sum_{k=1}^n \min(t_i^k, t_j^k), t_i^k \in T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}, t_j^k \in T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\} \\ s_{size}(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(r_i) + size(r_j)}{size(im)} \\ fill(r_i, r_j) = 1 - \frac{size(BB_{ij}) - size(r_i) - size(r_j)}{size(im)} \end{array} \right.$$

;

其中, $s(r_i, r_j)$ 、 $s_{color}(r_i, r_j)$ 、 $s_{texture}(r_i, r_j)$ 、 $s_{size}(r_i, r_j)$ 和 $fill(r_i, r_j)$ 分别为区域 r_i 与区域 r_j 间的综合相似度、颜色相似度、纹理相似度、大小相似度和吻合度相似度, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 分别为颜色相似度权重系数、纹理相似度权重系数、大小相似度权重系数和吻合度相似度权重系数, a_1 、 a_2 、 a_3 和 a_4 的取值范围均为 (0, 1), $C_i = \{c_i^1, \dots, c_i^n\}$ 和 $C_j = \{c_j^1, \dots, c_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 3×25 维颜色空间向量, $T_i = \{t_i^1, \dots, t_i^n\}$ 和 $T_j = \{t_j^1, \dots, t_j^n\}$ 分别为区域 r_i 和区域 r_j 对应的 $8 \times 3 \times 10$ 维纹理向量, n 为颜色空间向量或纹理向量的元素总数, $size(r_i)$ 、 $size(r_j)$ 、 $size(im)$ 和 $size(BB_{ij})$ 分别区域 r_i 的大小、区域 r_j 的大小、所有区域合并完成后得到的整幅图像的大小和区域 r_i 与区域 r_j 合并后的区域外界矩形的大小;

区域合并单元, 用于以综合相似度最大为合并原则, 根据计算的相邻区域间的综合相似度合并初始分割区域, 得到定位目标集。

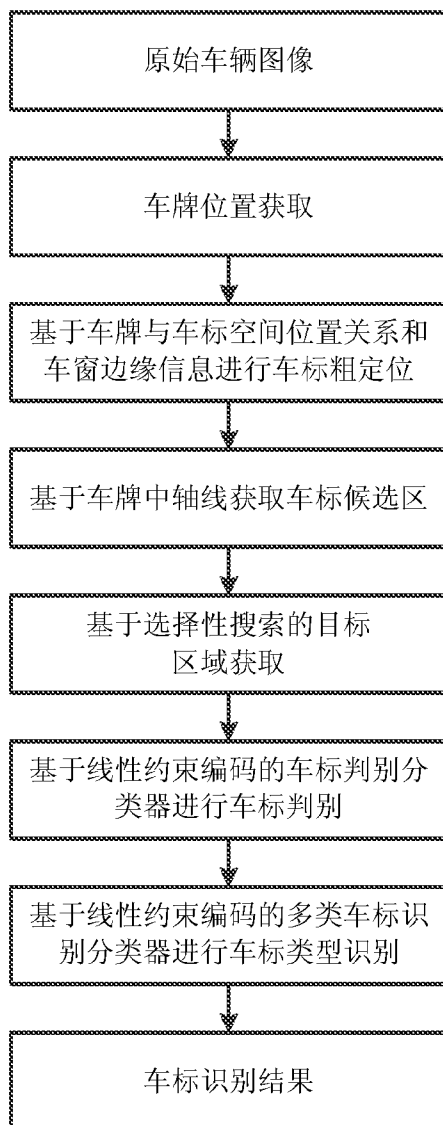


图 1

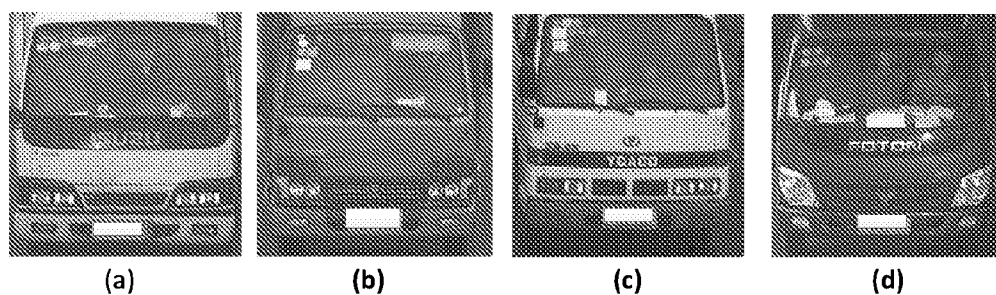


图 2

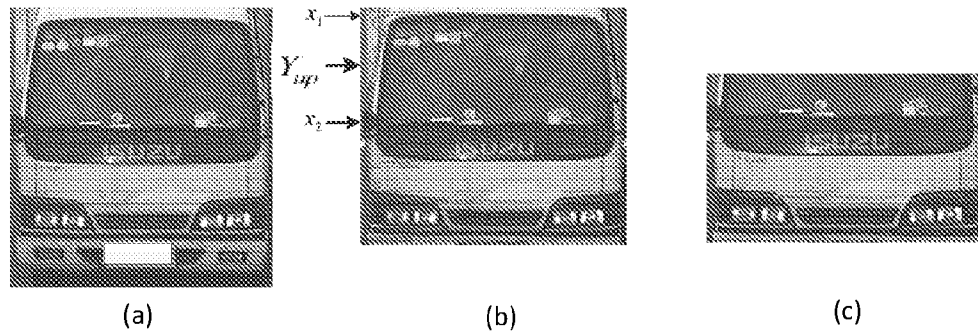


图 3

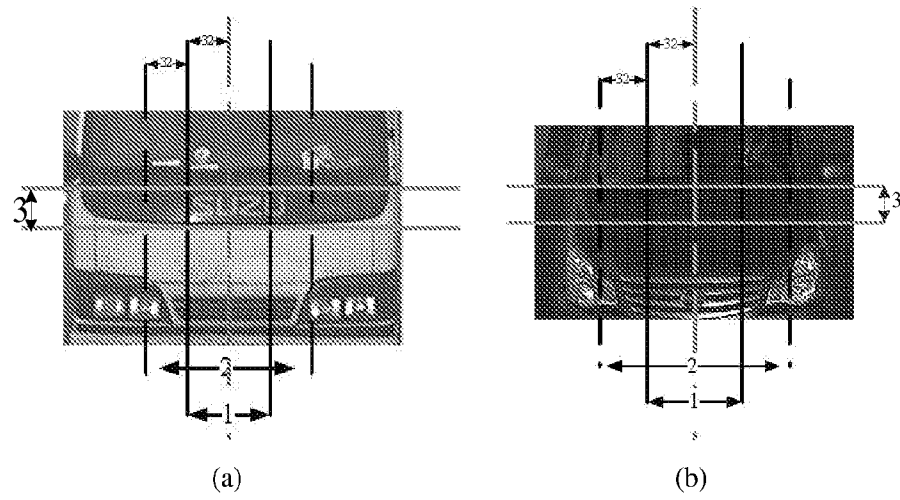


图 4

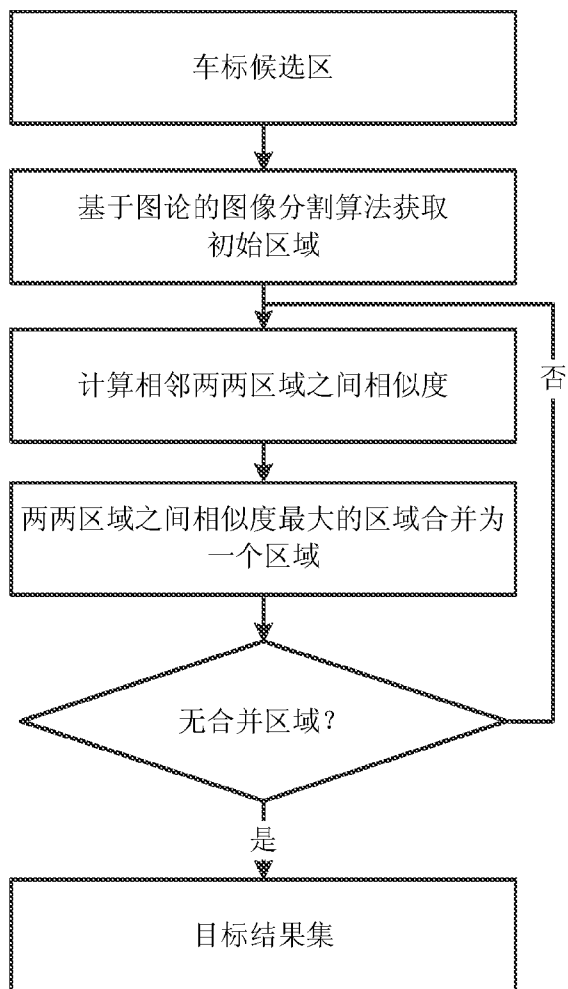


图 5

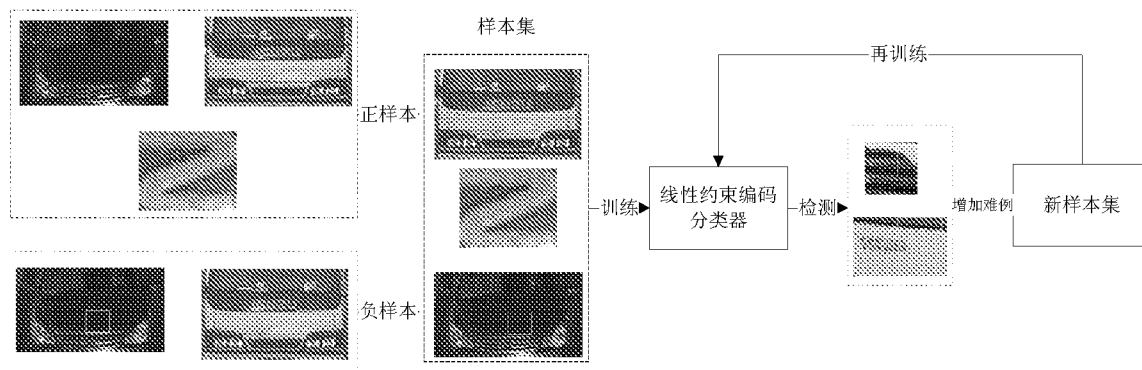


图 6

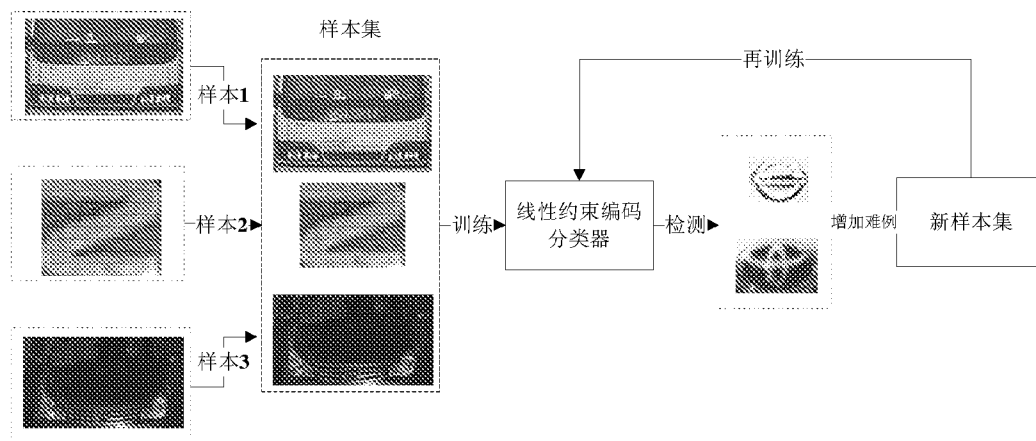


图 7

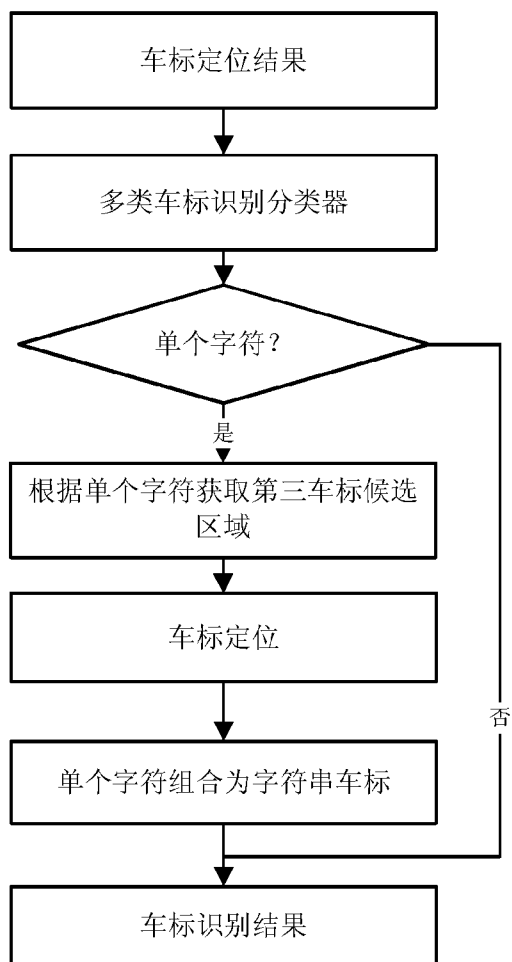


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/104809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, GOOGLE: 车标, 品牌, 车牌, 标志, 识别, 定位, 训练, 分类器, 选择性搜索, 线性约束编码算法, 稀疏, 编码, 中山大学, 李熙莹, 吕硕, 江倩殷, 罗东华, 袁敏贤, 余志, logo, type, vehicle, detect+, identif+, recognition, recogniz+, train, classifier, selective search, ScSPM, SUN YET-SEN University, SYSU, LI Xiyang, LV Shuo, JIANG Qianyin, LUO Donghua, YUAN Minxian, YU Zhi

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 105868774 A (XIDIAN UNIVERSITY), 17 August 2016 (17.08.2016), claims 1 and 3, description, paragraphs [0036]-[0065], and figure 1	1-3, 5, 8-10
Y	YANG, Jianchao et al., "Linear Spatial Pyramid Matching Using Sparse Coding for Image Classification", 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 25 June 2009 (25.06.2009), abstract	1-3, 5, 8-10
A	CN 105787466 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY et al.), 20 July 2016 (20.07.2016), entire document	1-10
A	CN 105205486 A (ZHEJIANG UNIVIEW TECHNOLOGIES CO., LTD.), 30 December 2015 (30.12.2015), entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 June 2017	Date of mailing of the international search report 01 August 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Yang Telephone No. (86-10) 61648483

Information on patent family members

PCT/CN2016/104809

CN 105868774 A	17 August 2016	None
CN 105787466 A	20 July 2016	None
CN 105205486 A	30 December 2015	None

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/104809

A. 主题的分类

G06K 9/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, GOOGLE: 车标, 品牌, 车牌, 标志, 识别, 定位, 训练, 分类器, 选择性搜索, 线性约束编码算法, 稀疏, 编码, 中山大学, 李熙莹, 吕硕, 江倩殷, 罗东华, 袁敏贤, 余志, logo, type, vehicle, detect+, identif+, recognition, recogniz+, train, classifier, selective search, ScSPM, SUN YET-SEN University, SYSU, LI Xiying, LV Shuo, JIANG Qianying, LUO Donghua, YUAN Minxian, YU Zhi

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 105868774 A (西安电子科技大学) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 权利要求1、3, 说明书第[0036]-[0065]段, 图1	1-3、5、8-10
Y	YANG, Jianchao 等. "Linear Spatial Pyramid Matching Using Sparse Coding for Image Classification" 2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009年 6月 25日 (2009 - 06 - 25), 摘要	1-3、5、8-10
A	CN 105787466 A (中山大学 等) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 全文	1-10
A	CN 105205486 A (浙江宇视科技有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2017年 6月 20日

国际检索报告邮寄日期

2017年 8月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

王洋

电话号码 (86-10)61648483

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/104809

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	105868774	A	2016年 8月 17日	无	
CN	105787466	A	2016年 7月 20日	无	
CN	105205486	A	2015年 12月 30日	无	