

基于实景图像的道路限速标志识别算法研究

徐丽霞¹, 徐志刚²

(1.安徽国防科技职业学院 机电工程系, 安徽 六安 237011; 2.长安大学 信息工程学院, 陕西 西安 710064)

摘要: 基于道路图像的交通标志识别系统中, 关键步骤之一是对图像中的交通标志能够快速有效的识别. 文中以具有字符信息的限速标志为例, 通过对提取的区域图像进行预处理、旋转校正、字符分割和字符识别, 实现了对交通标志中字符信息的自动识别. 实验验证: 该算法能有效地识别交通标志中的字符信息.

关键词: 实景; 限速标志; 字符旋转; 字符分割; 字符识别

中图分类号: TP391.4

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2013) 02-0064-04

在车辆自动驾驶系统中, 交通标志自动识别给车辆在交通图中的定位提供了必要信息. 其中, 要实现汽车的自动限速就必须系统能自动识别限速标志^[1]. 交通标志识别中的关键技术包括检测和识别两大部分, 笔者主要对已提取出的限速标志区域图像进行自动识别研究, 并借鉴国内外学者关于车牌识别的一些技术^[2-6], 提出了一套利用图像预处理、旋转校正、字符分割和字符识别的限速标志识别算法.

1 国内外研究现状

由于交通标志本身数量众多, 形态复杂, 自然场景下存在着光照变化、褪色污损、扭曲变形等情况, 为自动识别带来了很大的挑战. 何耀平等人^[7]在分析交通标志特征的基础上, 将 Adaboost 算法与 SVM 算法融合用于自然场景下的交通标志识别, 该方法具有较高的识别率和较快的识别速度, 在智能汽车系统中具有较高的应用价值.

在实际采集中, 图像不免会发生几何变化或目标被部分遮挡, 这会对识别带来许多困难. 史延彦等人^[8]研究了基于不变矩和角点特征的目标识别算法, 分析表明, 在一般情况下, 不变矩可以获得较高的识别率, 而当目标被部分遮挡时, 角点是一种有效的识别方法.

同样, 交通标志受自然环境和时间影响, 会出现许多退化现象. 为解决此问题, 丁淑艳等人^[9]提出了一种采用模糊仿射不变矩直接提取图像的特征而无需图像清晰化处理的新分类算法, 并采用递归正交最小二乘法设计了一种新的径向基概率神经网络分类器; 结果表明, 这种方法不仅具有精简的结果, 而且具有较好的分类和推广性能.

在国外, Ruta 等人^[10]介绍了一种关于图像表示和辨别局部特征选择的新方法. 给出了一种离散颜色图像表之上基于 CDT 距离度量的前向特征选择技术, 从基于一对多相异极大化原则的理想模板中建立高质量的辨别标志描述符. 有了这些描述符, 一个传统的分类器可以与最先进的方法相竞争, 处理输入视频序列接近于实时.

另外, Escalera 等人^[5]研究了表面全结构模型, 通过一种标志可变形模型的发展使几何扭曲、暗光线、含噪声和闭塞的目标检测成为可能.

2 原理与算法

2.1 交通标志的预处理

图像预处理是将含有限速标志的区域图像中红色的外框和多余的噪音滤掉, 主要利用阈值分割的颜色预处理和形态学滤波方法. 在我国的限速标志中, 限速字符为黑色, 底色为白色, 外边框

为红色,颜色特性鲜明,因此利用颜色分量进行阈值分割可直接将图像中的限速标志凸显出来^[11]。

假设图像中单个像素点的红绿蓝的灰度值分别为 Ur 、 Ug 、 Ub ,那么各分量所占颜色的百分比分别为 $Kr = Ur / (Ur + Ug + Ub)$, $Kg = Ug / (Ur + Ug + Ub)$, $Kb = Ub / (Ur + Ug + Ub)$,然后根据灰度值和百分比判断该像素点是何颜色。要判断是否为黑色,可按如下方法进行:若 $Ur + Ug + Ub < T$,则将该像素点设为白色,否则设为黑色。其中, T 是人为设置的阈值,其值大小可根据不同情况的需要和反复的实验确定。阈值分割后,一般会有一些孤立的点噪音,而数学形态学的腐蚀处理可以很好地去掉这些噪音^[12]。

2.2 字符的旋转变换

由于拍摄角度不同,有些标志是倾斜的(图1),如果直接对字符进行分割会出现一些不想发生的事情(图2)。为避免这些情况,需进行旋转校正。以图像的中心为圆心旋转,利用坐标变换公式求出各像素点的变换矩阵。如果旋转后的图像变大,则将超出原图的范围填成白色。同时由于旋转图像时产生了新的像素,且由浮点数运算得到的坐标可能并不是整数,因此采用需线形插值;线形插值的原理是假设原图的灰度在2个像素之间是线形变化的。更精确的方法是采用曲线插值,即认为像素之间的灰度变化规律符合某种曲线,但这种处理的计算量较大。



图1 一些倾斜的交通标志



(a) 图(1) 20 中的 0 (b) 图(1) 30 中的 0

图2 倾斜时分割开的字符

由于原图的倾斜角度并不确定,因此可采用垂直方向像素累加的直方图映射方法来判断其是否旋转到了合适位置(图3),并通过与1张本身不需要校正的交通标志直方图进行对比。从图4可见,在直方图的中间有明显的空隙,其原因是图像已经处理为二值图像,只有在有字符处方才为白色(其值为255),而其余地方为黑色(其值为0)。

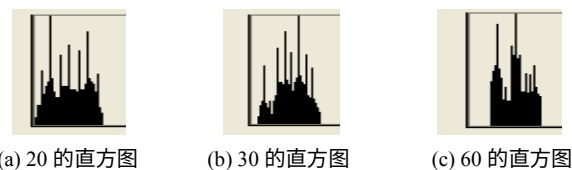
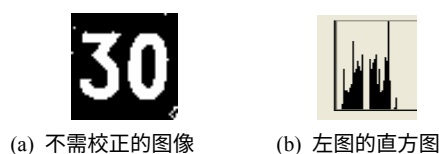


图3 直方图



(a) 不需校正的图像 (b) 左图的直方图

图4 无需校正的图像与直方图

根据这个特点,每次将为满足校正条件的图片进行 5° 的旋转,分析其直方图,直到达到要求后停止。如果旋转一周后都没有满意的结果,说明图像不是这种含有2个字符的标准图,或者前面的预处理做的并不好,有太多的噪音。

校正后的直方图和还未旋转到理想位置的直方图的中间是不一样的,校正后的直方图在中间一部分的累加值明显很小,甚至达到了0,直方图被明显地分割为两个部分。

2.3 字符的切割与归一化

对于校正后的图像可采取先分割后识别的方法。根据连通域的知识,先找到图中较大的连通域并做好记录,找到每个连通域的最左、最右、最上和最下的像素位置,再根据4个范围值分别将标记好的连通域按矩形分割下来。为方便字符在识别阶段的处理,需要将分割下来的字符图像进行格式上的归一化。

2.4 字符的识别

字符的识别主要通过分析其在特征空间的分布状态,然后进行特征的选取。

笔者采用欧氏距离描述模式在特征空间分布状态的测度^[13]。对标准黑体数字字符0~9的笔画特征(16维特征空间)进行主成分分析,前3个主成分所解释的方差占总方差的86%,其后的主成分和原来的特征值相关性很小,所以可以只用前3个主成分来表示原始特征数据提供的信息^[14]。

经过主成分分析后,欧氏距离的计算由原来多维降到三维。此时用水平及垂直各8条直线与字符相交,统计每条直线上的黑点数量,即可得到水平方向及垂直方向16维的投影直方图特征。这种方法称为基于投影直方图特征的字符识别方法。

以分割后的某单个字符为例,采用此方法进行特征提取,实现字符识别的具体算法如下.

图(5)为统一格式后的字符“4”的放大点阵图,宽为 10, 高为 15, 统计横向和纵向共 25 个方向上字符所占像素的个数,求得 4 的特征值为[1 4 5 6 8 8 9 15 15 2 3 3 3 9 10 6 6 6 7 6 6 5 5 4 4], 向量中共有 25 个数值, 其中, 前 10 个为纵向的统计数值(从左向右, 如 1 表示在第 1 列上有 1 个点像素值为 255), 后 15 个为横向统计数值(从下到上, 如向量中的第 11 个值 3 表示最下行中有 3 个点像素的值为 255). 对于每个要识别的字符都能得到一组特征向量^[16].



图 5 字符 4 点阵

为能够识别是什么字符,可以先选用一组图 6 所示的标准字符,分别求出它们的特征向量,通过计算得到从 0~9 的特征向量如图 7 所示.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 6 标准字符

5	11	13	8	5	5	6	13	12	9	4	6	8	7	6	7	7	6	6	6	6	7	7	5	5
1	1	1	1	1	2	14	15	15	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	10	5	3
2	7	9	8	6	6	6	10	10	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	5	5	5	5	5	5
2	5	7	6	6	5	6	11	12	8	4	7	6	5	5	2	3	5	4	2	3	5	6	6	5
2	4	5	6	8	8	11	15	15	2	3	3	3	10	10	5	6	6	5	5	5	6	5	4	3
2	6	11	10	6	6	6	9	10	7	4	7	5	5	3	3	3	3	6	8	5	3	3	8	9
1	5	11	13	8	8	9	9	11	8	3	7	6	6	5	5	5	6	8	8	3	3	3	4	4
1	1	1	4	7	8	8	8	6	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2	10
3	9	13	9	8	6	8	11	11	3	5	7	6	5	5	5	6	6	6	5	5	5	6	7	5
4	10	12	6	4	4	6	9	12	8	3	7	5	5	3	2	7	7	5	5	5	5	4	6	6

图 7 标准字符 0~9 的特征向量

对于每个输入的字符,分别求得其到 0~9 的欧氏距离,取距离最小、最为相匹配的字符.从图 8 可见,分割的字符到标准 0~9 欧氏距离中第 5 的最小为 33,即字符与 4 最为匹配,所以可以认为此字符为 4.



图 8 字符到 0~9 的欧氏距离平方

3 实验与分析

首先从交通图像中提取出一些限速标志(图 9),

然后对截取出来的图像进行颜色预处理和形态学滤波(图 10),对倾斜的限速标志采用垂直方向像素累加直方图映射的方法来进行旋转校正(图 11),将图片按标记好的连通域进行矩形分割,得到各个字符的分割图(图 12),然后对分割下来的字符图像进行格式上的归一化,将图像缩小为 10×15 的像素格式,宽为 10, 高为 15(图 13). 对图 13 中的 6 个字符采用基于投影直方图特征的字符识别方法一进行识别,识别后的字符为: 2 0 3 0 6 8.



图 9 原始限速标志



图 10 预处理后的限速标志



图 11 校正后的图像与直方图



图 12 校正后分割开的字符



图 13 归一化后的字符

对于识别时的错误结果,根据该字符到各个标准字符的距离进行修正.由图 14 可见,该字符到 8 的距离最近,因此被识别为字符 8,此时需修改一下字符 8 的特征矩阵来达到修正字符的目的.

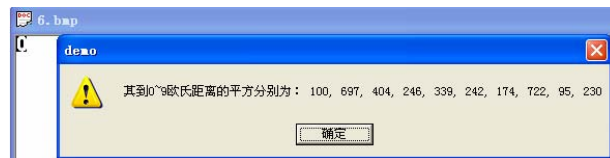


图 14 错误识别字符到各字符的距离

通过测试可以看出,有些字符识别并不正确,经分析可能有以下几种原因:(1)由于设定标准字符与实际交通标志字符有差异,所以匹配的字符特征并不一定最准确;(2)在进行旋转校正和字符大小归一化时,图像要使用插值算法,这样会导致

一些误差,进而影响到最后的特征提取;(3)图片中交通标志的位置不一定是正面取景,有可能图像是偏斜的,这样分割下来的字符也存在形变。因此,建议建立学习机制,对更多字符进行学习,这样可以保证识别系统更具智能化,达到更好识别效果。

4 结语

对于道路交通标志识别课题,借鉴了许多已有技术,主体步骤和多数研究一致,但也有些经过反复对比和改进而使用的方法。首先,颜色预处理上对阈值的寻找,由于交通标志中字符的颜色有限的分布在一定范围内,这样通过模型上的划分就可找到。再者是对旋转过程中产生的新像素点对应的浮点数坐标,采用基于灰度线性变换的线性插值的原理来进行取整处理。另外,在采用欧氏距离描述模式对字符的识别出现着一定的错误率,因此对识别技术还亟需做进一步的研究。

参考文献:

- [1] 王永明,尹红丽.基于Hu不变矩扩展的交通标志识别[J].曲靖师范学院学报,2004(6):72-74.
- [2] Comelli P. Optical recognition of motor vehicle license plates[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1995, 44(4):790-799.
- [3] Naitot T. Robust license plate recognition method for passing vehicles under outside environment[J]. IEEE Transactions Oil Vehicular Technology, 2000, 49(6): 2309-2319.
- [4] Teh C H. On image analysis by the methods of moments [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1988, 10(4):496-513.
- [5] Escalera D L, Armingol J M, Pastor J M, et al. Visual sign information extraction and identification by deformable models for intelligent vehicles[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2004, 5(2):57-68.
- [6] 关学忠,刘勇智.基于数字图像处理的车牌定位及字符分割方法[J].科技纵横,2010(3):145.
- [7] 何耀平,徐丽珍.自然场景下交通标志的自动识别算法[J].微计算机信息,2010(4):169-171.
- [8] 史廷彦,赵书斌.基于不变矩和角点特征的目标识别[J].指挥控制与仿真,2008,30(2):37-39,55.
- [9] 丁淑艳,华春梅,李伦波.一种新的退化交通标志图像的分类算法[J].传感器与微系统,2007,26(8):48-52.
- [10] Ruta A, Li Yongmin, Liu Xiaohui. Real-time traffic sign recognition from video by class-specific discriminative features[J]. Science Direct, 2010, 43:416-430.
- [11] 郁梅,郁伯康.基于彩色图像的指示标志检测[J].计算机工程与应用,2000(4):165-168.
- [12] 谢凤英,赵丹培. Visual C++数字图像处理[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [13] 舒宁,马洪超,孙和利.模式识别的理论与方法[M].武昌:武汉大学出版社,2004.
- [14] 程卫东,王天杨.字符特征的可分性量化分析[J].北京交通大学学报,2010(1):144-148.
- [15] 张伟.基于归一化投影直方图不变矩的图像特征提取[J].计算机工程,2011(1):232-234.

Real-image Based Recognition Algorithm for Traffic Speed Limit Signs

XU Li-xia¹, XU Zhi-gang²

(1.Department of Mechanical and Electrical Engineering, Anhui Vocational College of Defense Technology, Liu'an 237011, China;

2.School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: This paper presents the algorithm for traffic speed limit signs recognition based on character identification. The procedures of color preprocessing, rotation correction, character segmentation and character recognition are implemented in the extracted region in the given image. The experiment shows that the algorithm can effectively identify the characters in the selected traffic signs.

Key words: real image; traffic speed limit sign; character rotation; character segmentation; character recognition

(责任编辑 章践立)