

文章编号: 1002-0268 (2005) 01-0135-05

基于车牌特征颜色相似度的定位方法

吴德会¹, 王晓红¹, 石 俊¹, 朱辉程²

(1. 九江学院, 江西 九江 332000; 2 合肥工业大学, 安徽 合肥 230009)

摘要: 汽车牌照定位是汽车车牌自动识别系统的一个关键环节。本文充分利用对车牌色彩的知识, 针对复杂背景的车牌定位问题, 提出一种基于车牌特征颜色相似度的定位方法。实验表明该方法不仅优于传统的灰度图算法而且能适用于不同的背景。

关键词: 特征颜色; 相似度; 车牌; 定位; 分割

中图分类号: TP319.4

文献标识码: A

Approach for Vehicle License Plate Locating Based on the Similarity in Color Space

WU De-hui¹, WANG Xiao-hong¹, SHI Jun¹, ZHU Hui-cheng²

(1. Jiujiang University Jiangxi Jiujiang 332000, China; 2 Hefei University of Technology, Anhui Hefei 230009, China)

Abstract: Vehicle license plate locating is an important part of the system of vehicle license automatic identification. In this paper we introduce an algorithm for Vehicle License Plate Locating based on the similarity in color space, which fully exploit color information and other features of vehicle license plate. Experiment shows that the algorithm not only has superiority over traditional algorithm on gray images, but also is applicable to locate license plate in cases of various backgrounds.

Key words: Feature color; Similarity; Vehicle license plate; License plate locating; Segment

近年来, 随着高速公路的发展和交通智能化的需求, 汽车牌照实时自动识别技术已经越来越受到人们的重视。机动车车牌号码的自动识别有着广泛的应用前景, 目前这方面的研究也很多。但汽车牌照的快速准确定位是汽车车牌实时自动识别技术中非常关键的一个环节, 要从复杂的汽车背景图像中快速而又准确地将汽车牌照部分分割出来是一件非常不容易的事, 这要求分割算法对图像中的噪声、光线强弱变化、照射不均、车牌表面污损等情况有较强的适应能力。现有的经典算法很多, 包括从简单的频域和空间分割到复杂的人工神经网络、数学形态学以及 Hough 变换等方法^[4]。但这些方法或多或少对车牌图像有限制或要求, 对于背景较复杂、光照不均匀及牌照位于图像上任意位置等条件下, 这些方法难以取得令人满

意的分割效果。

本文认为车牌的分割方法应不同于一般的图像分割方法, 因为车牌区域的图像有很多特殊性, 在对图像进行识别之前, 人们已经掌握了车牌的很多知识。例如牌照的颜色是有限的 (主要有 4 种), 其中蓝底白字占大多数, 其次是黄底黑字、白底黑字, 黑底白字相对较少。这些知识在实际的车牌图像分割中是非常有用的, 比如在对输入的图像进行检测时发现区域的颜色为“绿”, 则根据对车牌现有的知识无需再对该区域进一步分析, 即使该区域的纹理与车牌非常相似 (因为没有绿色车牌照)。可见若能充分利用这些知识可使算法简单而且分割更准确。

科学研究发现人类的视觉系统对色彩的敏感程度要远大于对灰度的敏感程度。人眼能分辨出 3 万余种

收稿日期: 2003-12-21

基金项目: 安徽省自然科学基金资助项目 (01042310)

作者简介: 吴德会 (1975—), 男, 安徽嘉山人, 九江学院教师, 博士研究生, 主要从事图像处理、人工智能等领域的工作。

(wdh hf mail @163 com)

色彩, 而能分辨的灰度只有 20 多级。可见将彩色的车牌图像灰度化之后将丢失大量的色彩信息, 无法利用车牌自身颜色特征。所以本文认为彩色图像比灰度图像拥有更多的有利于目标识别的信息。

另外, 在这里还必须要补充说明的是灰度特征对光照非常敏感, 光线的强弱直接影响图像的灰度等级, 而色彩对光线的强弱不敏感。一块蓝色的车牌在一定范围变化的光线照射下仍表现为蓝色, 即其色彩不随光照变化而变化 (当然其亮度会有变化)。所以彩色图像更适用于各种光照条件下的牌照定位。

1 有利于颜色鉴别的模型

1.1 HSV 颜色模型

为了从彩色图像中搜索出号码区域, 需要从输入图像中抽取出颜色特征, 因此必须使系统拥有对颜色的识别能力。根据不同的应用场合, 图像颜色表示方式是相同的, 但从数码相机或数码摄相机输入的彩色图像大多数是以 RGB 位图格式存储的 (R 表示红成分、 G 表示绿成分、 B 表示蓝成分), 利用红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 3 种基本颜色用加色法配置出人眼所能看到的大多数颜色。但是单纯地利用 RGB 模型, 很难进行彩色图像处理, 因为 RGB 模型三原色空间中两点间的欧氏距离与颜色距离不成线性比例。因此, 要对彩色车牌照进行彩色分割, 需要将这种模型转化到另外一个对色彩识别更为方便的空间中去。本文为方便颜色的提取和对比采用了在视频中使用比较广泛的 HSV 颜色模型, HSV 模型是面向彩色处理的最常用的模型。其中 H 表示色调 (Hue), 与人眼能感知的颜色特性吻合性较好; S 表示饱和度 (Saturation), 与人眼感知的颜色深浅特性相对应; V 表示亮度 (Value), 与图像中像素的灰度等级相应。可见 HSV 三维空间坐标系中各坐标之间均有独立色彩的信息, 非常适合基于色彩的图像进行颜色比较。

1.2 RGB 颜色模型到 HSV 颜色模型的转换^[9]

从图像采集中直接输入的彩色图像大多数格式是建立在 RGB 模型之上的, 要使用 HSV 模型进行颜色鉴别之前必须转换。设 HSV 色彩模型中色调、饱和度、亮度的分量分别为 H 、 S 、 V ; RGB 色彩模型中红、绿、蓝的分量分别为 R 、 G 、 B (在位图文件中以上各分量的取值为 $0 \sim 255$)。

转换的公式如下所示

$$V = \max\{R, G, B\} \quad (1)$$
$$S = \begin{cases} 0 & V=0 \\ \frac{V - \min\{R, G, B\}}{V} & V \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$H = \begin{cases} \text{undefined} & s=0 \\ 1 + \frac{G-B}{V - \min\{G, B\}} & s \neq 0 \text{ 且 } V=R \\ 3 + \frac{B-R}{V - \min\{B, R\}} & s \neq 0 \text{ 且 } V=G \\ 5 + \frac{R-G}{V - \min\{R, G\}} & s \neq 0 \text{ 且 } V=B \end{cases} \quad (3)$$

式中, V 的取值为 $0 \sim 255$; S 的取值范围为 $0 \sim 1$; H 的取值范围为 $0 \sim 6$ 。为了便于在计算机中存储及计算, 可对 (2) 式及 (3) 式进行拓宽值域处理, 将 S 乘上 255、 H 乘上 255/6。如 (4) 式及 (5) 式所示, 将 S 和 H 分量的取值均在 $0 \sim 255$ 变化。

$$S = \begin{cases} 0 & V=0 \\ \frac{V - \min\{R, G, B\}}{V} \times 255 & V \neq 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$H = \begin{cases} \text{undefined} & s=0 \\ \left\{ 1 + \frac{G-B}{V - \min\{G, B\}} \right\} \times 255/6 & s \neq 0 \text{ 且 } V=R \\ \left\{ 3 + \frac{B-R}{V - \min\{B, R\}} \right\} \times 255/6 & s \neq 0 \text{ 且 } V=G \\ \left\{ 5 + \frac{R-G}{V - \min\{R, G\}} \right\} \times 255/6 & s \neq 0 \text{ 且 } V=B \end{cases} \quad (5)$$

在画家配色模型中也有将 H 分量乘上 60, 使 H 的取值均在 $0 \sim 360$ 之间变化, 这恰好与一个圆周 $0 \sim 360^\circ$ 相吻合, 因此可将 H 分量做为角度形成一个颜色轮。图 1 所示为 HSV 颜色模型中颜色轮 (色调为角度, 饱和度为半径, 亮度为 255)。从颜色轮上可见随着 H (色调) 分量的取值变化从 $0 \sim 360$, 在颜色轮上依次出现紫、红、黄、绿、青、蓝、紫与人眼感知相吻合的颜色变化, 因此 H 分量可独立地反映人眼对颜色的判断。饱和度 (S 分量在颜色轮中为半径) 表示颜色的深浅在颜色轮中也能表现出来, 越靠近圆心色彩饱和度越小, 则颜色越浅也越接近白色 (圆心为纯白色)。

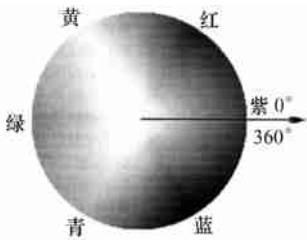


图 1 HSV 颜色模型中颜色轮示意图

2 车牌特征颜色的鉴别

2.1 颜色的相似度 (Similarity)^[1, 2]

在 RGB 颜色模型中, 两色彩 $Color_1 = \{r_1, g_1, b_1\}$, $Color_2 = \{r_2, g_2, b_2\}$ 对应于 RGB 空间中的两个点, 它们的空间距离 $Distance (Color_1, Color_2) = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$ 与人眼对色彩差别的感知有较大的偏差。而在 HSV 空间中, 颜色分量相应的欧几里德距离与人眼感知的颜色差吻合的较好。将 HSV 空间中的两种颜色 $Color_1 = \{h_1, s_1, v_1\}$, $Color_2 = \{h_2, s_2, v_2\}$ 之间的距离定义为: $D (Color_1, Color_2) = \sqrt{(s_1 \cosh h_1 - s_2 \cosh h_2)^2 + (s_1 \sinh h_1 - s_2 \sinh h_2)^2 + (v_1 - v_2)^2}$ (6)

式中, h 分量取值已归一化为 $0 \sim 360$; s 分量和 v 分量取值归一化为 $0 \sim 1$ 。从式(6)可见在 HSV 空间中距离的取值范围为 $0 \sim \sqrt{5}$ 。

从 HSV 空间的距离公式很容易看到在该空间下的两颜色的相近程度。定义 HSV 空间中的两色彩 $Color_1 = \{r_1, g_1, b_1\}$, $Color_2 = \{r_2, g_2, b_2\}$ 的相似度 (*Similarity*) 为:

$$Similarity (Color_1, Color_2) = 1 - \frac{D (Color_1, Color_2)}{\sqrt{5}} \quad (7)$$

当相似度为 1 时表示这两种颜色完全相同, 为 0 时表示这两个颜色截然不同。这样在 HSV 空间中任意两个颜色都运用该公式进行色彩接近程度的判断。

2.2 基于相似度的车牌颜色的鉴别

目前, 国内的汽车牌照主要是蓝底白字、黄底黑字、白底黑字和黑底白字 4 种类型。所以基于车牌特征颜色的定位算法只需正确识别蓝、黄、白和黑 4 种颜色, 就能先从复杂的背景图像中将具有车牌特征颜色的区域选出, 并作为车牌定位的候选区域进行下一步的判别与分割。这样可去掉大量的与车牌 4 种颜色无关的复杂背景干扰, 减少后续分割的计算量并提高分割的准确度。

运用色彩相似度对车牌的特征颜色进行色彩的鉴别必须首先建立蓝、黄、白和黑 4 个颜色类 $Color_i$ 。即在 HSV 空间中划分出 4 个区域分别与人眼感知的蓝、黄、白、黑 4 色对应^[2]。本文算法采用的方法是在 HSV 颜色模型空间中建立 4 个具有代表的蓝、黄、白、黑颜色类中心 $Centre_i = \{r_i, g_i, b_i\}$, 并建立一个色彩相似度阈值 $Similarity_Door$ 。对 HSV 空间中的任意颜色点可用(8)式进行判别。

$$Point \in Color_i$$

$$\text{当 } Similarity (Point, Centre_i) \geq Similarity_Door \quad (8)$$

颜色类中心的建立可通过裸眼在 HSV 的颜色轮

中确定或对实际的车牌颜色进行统计找出 4 种颜色的平均值作为 4 个车牌颜色类的中心值。相似度阈值的确定相对比较困难, 若阈值取的偏高则识别系统对相应颜色的纯度要求随之上升, 对环境等因素造成的干扰的抵抗能力下降; 若阈值取的偏低, 则大量杂色混入加大了后续环节的计算量, 相似度阈值一般取 $0.7 \sim 0.9$ 。现在以最常见的蓝色车牌为例介绍如何从输入图像中将蓝色区域分割出来。

(1) 要确定蓝类中心和相似度阈值主要采用对实际蓝色车牌的颜色进行统计求取平均值作为蓝类中心值。经过实验, 本文最后确定的蓝类中心为 $Centre_{\text{蓝}} = \{212, 184, 120\}$, 色彩相似度阈值 $Similarity_Door = 0.8$ 。

(2) 将输入的 RGB 颜色模型位图 (如图 2 所示) 用式 (1)、(4) 和 (5) 进行 HSV 模型转换, 将 RGB 空间的图像转换到 HSV 空间中去。

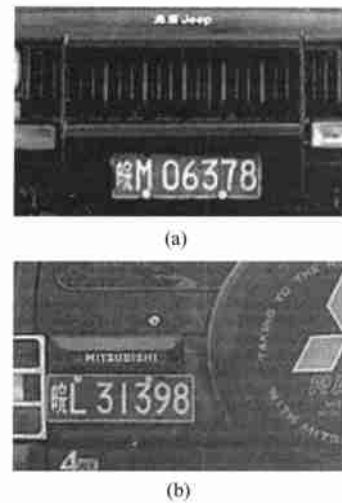


图 2 输入原始彩色图像

(3) 用式 (6) 和 (7) 将图像空间中的每个点与类中心进行相似度计算, 若相似度大于 $Similarity_Door$ 则将该点设为前景白色, 否则设为背景黑色, 生成一个蓝色区域二值图形。

2.3 基于相似度的颜色鉴别方法的改进

对比输入的原始 RGB 颜色模型位图图像和车牌特征颜色区域二值图像不难发现在 RGB 颜色模型图像中的某些区域用人眼观察并不呈现蓝色特征, 但基于相似度 0.8 的颜色鉴别算法将其视为蓝色。分析其原因我们认为主要是因为如式 (8) 所示的相似度计算公式中两个颜色 $Color_1$ 、 $Color_2$ 相似程度由 3 个分量决定, 即 H (色调)、 S (饱和度) 和 V (亮度)。因此存在人眼感知差别较大的两种色彩却与类中心 (中心色彩) 拥有相同的相似度, 这种现象造成

颜色的误判断。

解决的方法可以通过提高色彩相似度阈值 ($Similarity_Door$) 来达到。提高相似度阈值后系统认可的颜色必须是与类中心高度相似的, 即色调差、饱和度差和亮度差都很小, 从而减小杂色存在的可能性。但该方法也存在较大的缺陷, 使系统对环境的适应能力下降, 对于因光线照射不均造成的浅蓝色或深蓝色会造成误判断。

本文采用的解决方法是在进行与类中心的相似度计算环节前加一个颜色认可框。通过人眼对各种变化颜色感知, 确定一个人眼可接受的该类颜色的变化范围 (颜色认可框), 在该范围 (框) 内进行相似度的计算和对比。框的大小和形状可根据不同的情况设定, 本文为便于计算 HSV 在空间中设立了若干个方形区域代表不同的颜色认可。下面以蓝色为例, 经过人眼感知最后确定的蓝色区域认可框为: H (色调)、 S (饱和度) 和 V (亮度) 变化范围分别为 $178 \sim 238$ 、 $114 \sim 255$ 、 $80 \sim 255$ 。

正是由于颜色认可框的存在, 使所有的候选色彩在进行相似度比较之前相当于进行了一次人眼感知认可。这是一种人眼感知与颜色空间距离计算相结合的方法, 最终的结果是使相似度阈值范围以内的所有色彩对人眼来说都有相同的感知。

用该加框的改进算法对如图2所示的输入彩色图像进行蓝色车牌特征提取生成的蓝色区域二值图形如图3所示。

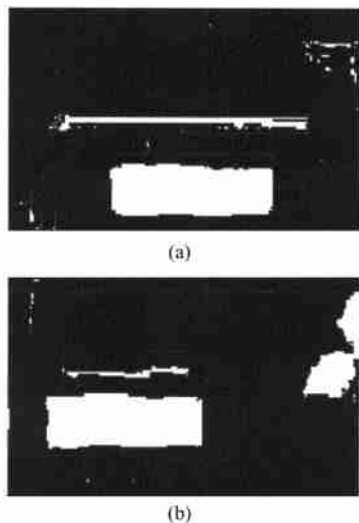


图3 蓝色区域二值图像

再结合 Sobel 边缘检测算子^[3,4]对车牌可能的二值区域内进行图像边缘检测, 这样可实现机动车牌特征颜色的边缘检测。这种检测方法可提高普通 Sobel 边缘检测法的抗干扰能力, 减少环境因素对车牌区域

定位的影响。图4和图5分别为没有经过颜色相似识别的和经过颜色相似识别的 Sobel 边缘检测结果。对图4和图5进行比较, 不难发现在图4中由于受到车牌背景图像的影响, 使得检测结果复杂, 车牌字符边缘特征不明显, 给下一步处理造成了困难。图5为基于车牌特征颜色相似度的 Sobel 边缘检测, 从图中可以看到大量背景干扰由于颜色与车牌特征相差较大而得到有效抑制, 车牌边缘特征得以充分体现, 为进一步进行分割处理创造了条件。

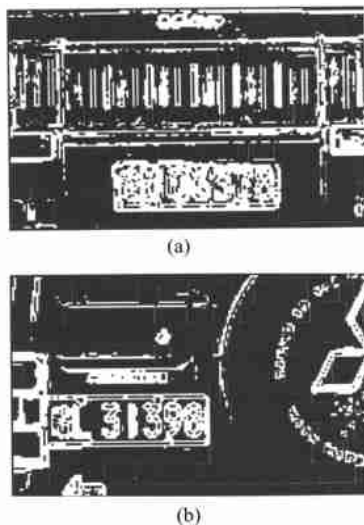


图4 普通 Sobel 边缘检测结果

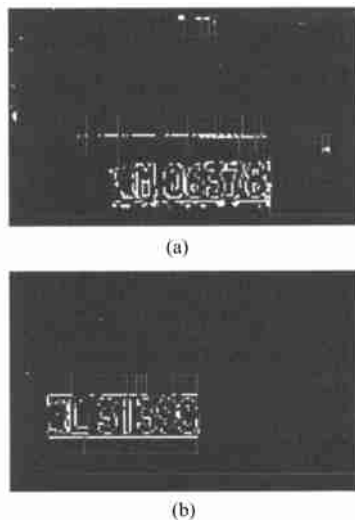


图5 特征颜色的 Sobel 边缘检测

本文所采用的图片是大量实际采集到的实验图片中较具有代表性的, 均含有汽车英文品牌标志、广告等强的干扰。大量实验表明, 本文提出的基于车牌特征颜色相似度的定位方法计算时间跟采集到的汽车图像大小相关, 和图像中干扰复杂程度相关较小。

作者使用的计算机为 P3、1.0G 主频、128M 内存, 当图像大小为 640×480 、24bit 彩色时, 进行普

通 Sobel 边缘特征检测所需计算时间 0.19s, 用本文介绍的基于车牌特征颜色相似度的定位算法进行边缘特征检测时, 需计算时间 0.24s, 增加了 26%。分析原因主要在于本文介绍的算法中增加了一个 HSV 空间转换以及车牌特征颜色相似识别的环节以提高算法的抗干扰性。

3 结束语

直接从输入的彩色图像中抽取车牌的颜色区域的定位方法, 虽然在前期处理过程增加 HSV 空间转换以及车牌特征颜色相似识别的环节, 使算法在车牌特征边缘检测上的时间增加了 1/4 左右, 但能很快从复杂的背景环境中将具有与车牌颜色特征相似的区域提取出, 充分利用了对车牌的先验知识, 从而减小了候选区域, 再与其它的区域搜索算法相结合时使搜索变得非常容易, 为后续环节快速、准确地分割提供了保证。

必须指明的是, 在事先并不知道号码类别的时候, 其搜索不可能一次完成, 而是采用多种颜色探索

式抽取和基于矩形边框的或基于特征纹理的其它号码区确认方法相结合, 以找到号码区为目标进行探索式搜索。

在搜索过程中, 也有可能会找到几个候选的号码区 (如在输入的彩色图像中出现了蓝色的路标或广告牌), 这时候可依据号码区的固有几何形状和特征纹理结构找出有效号码区。

参考文献:

- [1] 陈斌, 游志胜. 车牌号码颜色提取搜索方法 [J]. 计算机应用, 2001, 21 (4): 74-75.
- [2] 李国辉, 柳伟, 等. 一种基于颜色特征的图像检索方法 [J]. 中国图像图形学报, 1999 (4): 248-251.
- [3] 张引, 潘云鹤. 彩色汽车图像牌照定位新方法 [J]. 中国图像图形学报, 2001 (4): 374-377.
- [4] 郭捷, 施鹏飞. 基于颜色和纹理分析的车牌定位方法 [J]. 中国图像图形学报, 2002 (5): 472-475.
- [5] 章毓晋. 图像工程-图像处理和分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1999: 97-120.

中国交通行业权威月刊

交通财会

FINANCE & ACCOUNTING FOR COMMUNICATIONS

国内统一刊号: CN11-3177/F

国际统一刊号: ISSN1005-9016

- ★一本及时把握政策法规的杂志
- ★一本学习最新财会管理的杂志
- ★一本研究理论与应用的杂志
- ★一本能够展现企业风采的杂志
- ★一本跨地区跨行业的专业杂志

一次订购50份以上者
享受10%优惠

关于杂志

《交通财会》是由中华人民共和国交通部主管、中国交通会计学会主办的权威财会杂志, 在全国拥有数十万忠实读者。2005年起改版, 内文64页全新设计, 每月5日出版, 全年订价72元 (6元/期)。您想加入我们的队伍吗? 赶快订阅2005年《交通财会》, 立刻拥有最权威的交通财会资讯!

征订方式

邮局汇款

地址: 北京市建国门内大街11号
邮编: 100736
收款人: 《交通财会》杂志编辑部

银行汇款

收款单位: 中国交通会计学会
开户银行: 工行北京市长安支行建内分理处
账号: 0200083309024950857
转账时请在附言中注明“杂志款”

网上订阅

<http://jick.chinajournal.net.cn>

联系方式

《交通财会》杂志编辑部
订阅热线: 010-65292916
65292917
传真: 010-65292915
联系人: 王亚东

栏目介绍

保持传统精品栏目: 本刊专稿、理论探讨、财会论坛、现代企业制度、审计、经验交流、调查报告、财务管理、投资及筹(融)资管理、会计核算化、法规制度选编、国外资料介绍等。

推出全新栏目: 政策解读、问题解答、企业风采展示、来稿摘编、一月新闻等。