

基于改进 SCW 的道路标志牌字符定位算法

刘富强 沙浩

(同济大学嵌入式系统与服务计算教育部重点实验室/宽带无线通信与多媒体实验室, 上海 200092)

摘要 本文提出了一种快速的基于改进 SCW 的道路标志牌字符定位算法。首先采用改进的自适应图像分割方法 SCW 对输入图像进行分割, 然后对所得二值图像进行连通区域分析, 获得斑块信息。最后根据一系列判决标准得出道路标志牌上字符的最终位置。实验结果显示该算法具有很强的准确性和鲁棒性。

关键词 SCW CCA 字符定位 车辆导航

中图法分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2007)10-1869-04

An Algorithm for the Detection of Text on Road Signs Based on Improved SCW

LIU Fu-qiang, SHA Hao

(The Key Laboratory of Embedded System and Service Computing supported by Ministry of Education/Broadband Wireless Communication and Multimedia Laboratory, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract A fast and robust Approach for the detection of text on road signs based on improved SCW (sliding concentric windows) is proposed in this paper. The algorithm mainly contains three stages. We first convert the input image to a binary image using improved SCW then we obtain the blob information using CCA (connected component analysis), and at last we achieve the final text location on road signs by a number of judging criterions. Experimental results demonstrate the great robustness and efficiency of our method.

Keywords SCW, CCA, character location, vehicle navigation

1 引言

车辆导航和车辆辅助驾驶系统正成为基于视觉的现代智能交通研究热点之一, 而道路环境信息提取是车辆导航和车辆辅助驾驶的先决条件。道路环境包括道路标志线、当前道路中车辆位置信息等。作为道路环境之一的道路标志牌字符含有大量有用信息, 它可以告诉驾驶员当前车辆大致位置信息, 确定正确行使道路等。

字符定位算法广泛的应用于车牌识别和基于内容的图像检索中, 主要方法有: 基于字符边缘信息的定位^[1]、利用颜色信息定位^[2]等。这些定位方法速度相对较快, 但是在道路环境中, 噪声较多的情况下, 错

误率较高。为了适应在道路环境中定位道路标志牌字符, 本文提出了一种快速鲁棒的字符定位算法。

2 定位算法

首先对输入的图像序列采用改进的 SCW (sliding concentric windows) 算法进行分割, 得到两幅二值图; 然后对这两幅二值图像做不同的斑块分析, 去掉不满足条件的斑块; 最后结合两个经斑块分析后的二值图像定出最终标志牌字符位置。

2.1 SCW 的基本原理

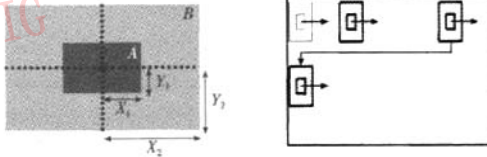
SCW 是一个图像分割算法^[3], 是由 Anagnostopoulos 等人提出。该算法最初被用于车牌定位, 但其基本思想不仅适用于车牌定位, 对于其他

收稿日期: 2007-07-05; 改回日期: 2007-07-13

第一作者简介: 刘富强 (1965 ~), 男, 博士研究生导师, 博士(后)。中国图象图形学会常务理事, 中国计算机学会多媒体专业委员会常务委员。主要研究方向为数字图像处理、多媒体信息处理。E-mail: hmshahao@163.com

字符定位也有不错的效果,它能够很好地提取当前的视频或图片中字符特征。算法基本流程如下:

(1) 首先以图像中的左上点(去除边缘)为中心创建两个方框 A 和 B , 方框的大小分别为 $(2X_1) \times (2Y_1)$ 个像素和 $(2X_2) \times (2Y_2)$ 个像素。如图 1(a) 所示。



(a) A 框和 B 框 (b) 对整幅图像滑动

图 1 SCW 基本原理

Fig.1 Principle of improved SCW

(2) 计算出每个方框中的统计特征值。

如果 A 和 B 框的统计特征比值超过某一个阈值,则当前点被认为是感兴趣点,被赋值为 1, 否则为 0。令 x, y 为方框中心点坐标, $I_1(x, y)$ 为相应的灰度值。则由式(1)得到结果像素点 I_{in} 。

$$I_1(x, y) \Rightarrow \begin{cases} I_{in}(x, y) = 0 & \text{if } \frac{M_B}{M_A} \leq T \\ I_{in}(x, y) = 1 & \text{if } \frac{M_B}{M_A} > T \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中 M 为方框的统计特征值(可以是均值或方差)。 A 和 B 对整幅图逐点滑动, 只到整个图被扫描完为止, 如图 1(b) 所示。

2.2 改进的 SCW

在文献[3]中,基于 SCW 的分割和字符定位方法主要针对车牌定位。和静态车牌相比,动态道路环境更加复杂,光线变化剧烈,阴影和噪声影响更大;和规则的车牌字符相比,道路标志牌字符更加随意,不规则。如果直接用该方法于道路标志牌字符定位则不能获得理想效果,所以本文对原始的 SCW 和字符定位方法进行了改进。具体算法如下。

对输入图像每个像素点仍然创建两个方框 A 和 B , 比较两个方框的特征值,根据式(2)、式(3)输出两个二值图像 I_1 和 I_2 。

$$I_{in}(x, y) \Rightarrow \begin{cases} I_1(x, y) = 0 & \text{if } \frac{M_B}{M_A} \leq T \\ I_1(x, y) = 1 & \text{if } \frac{M_B}{M_A} > T \end{cases} \quad (2)$$

$$I_2(x, y) \Rightarrow \begin{cases} I_2(x, y) = 0 & \text{if } \frac{255 - M_B}{255 - M_A} \leq T \\ I_2(x, y) = 1 & \text{if } \frac{255 - M_B}{255 - M_A} > T \end{cases} \quad (3)$$

图 2 显示了该算法的处理结果。

$I_{in}(x, y)$ 为输入图像, $I_1(x, y)$ 和 $I_2(x, y)$ 为结果图像。其中 $I_1(x, y)$ 与原始的 SCW 算法生成结果图一致, $I_2(x, y)$ 为本文提出。通过观察可以发现 $I_1(x, y)$ 和 $I_2(x, y)$ 并不是完全互补,只是在原图不规则和具有字符分布的地方才有互补关系,通过实验发现结合 $I_1(x, y)$ 和 $I_2(x, y)$ 比单独利用 $I_1(x, y)$ 能够更加准确的定位出道路标志牌字符。



(a) 输入图像 (b) 结果图 $I_1(x, y)$ (c) 结果图 $I_2(x, y)$

图 2 改进后的 SCW 结果图

Fig.2 Result of improved SCW

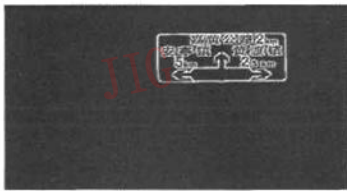
2.3 字符定位判决标准

在文献[3]中,车牌和字符位置是根据二值图像 $I_1(x, y)$ 中的斑块是否满足一些条件判断,对于车牌图片,这些判决方法可行。但是对于复杂环境下的道路标志牌,这种简单的以斑块是否满足一定条件来判断是否为字符区域不再可行。本文采用新

的判决标准,结合 $I_1(x, y)$ 和 $I_2(x, y)$ 来定位。首先去掉 $I_1(x, y)$ 和 $I_2(x, y)$ 一些不满足条件的区域,然后再进行判定,而且采用文献[4]中的思想,把标志牌字符定位分为两个步骤:先定位带有字符的道路标志牌,然后再精确定位标志牌上字符。具体算法如下。

(1) 采用文献 [5] 中的快速 CCA (connected component analysis) 算法分别对 $I_1(x, y)$ 和 $I_2(x, y)$ 进行斑块分析, 获得斑块信息。

(2) 去掉 $I_1(x, y)$ 中不具有道路标志牌特征的斑块, 结果为 $I_{11}(x, y)$ (如图 3(a) 所示)。去除标准为: 满足 $h \leq 0.15H, w \leq 0.2W, h \geq 0.7H, w \geq 0.7W, Euler\ number < 4$, 条件之一者。其中 h, w, H, W 分别为斑块高和宽, 图像高和宽。Euler number 是斑块的欧拉数^[6]。斑块的欧拉数表现为斑块中所含的“空洞”。如图 4(a) 所示, 字母 A 具有 1 个欧拉数; 图 4(b) 字母 B 则具有 2 个欧拉数。



(a) 去除不具有标志牌特征斑块结果图



(b) 去除不具有字符特征斑块结果图

图 3 去除斑块过程

Fig. 3 Deleting blob process



(a) 1 个欧拉数



(b) 2 个欧拉数

图 4 斑块的欧拉数

Fig. 4 Blob's Euler number

(3) 去掉 $I_2(x, y)$ 中不具有字符特征的斑块, 结果为 $I_{22}(x, y)$ (如图 3(b) 所示)。去除标准如下: 满足 $h > 0.15H, w > 0.2W, Euler\ number > 4, R_{aspect} > 2$ 条件之一者。

$$R_{aspect} = \frac{C_{max} - C_{min} + 1}{R_{max} - R_{min} + 1} \quad (4)$$

其中, R_{aspect} 为斑块的宽高比, C 代表列, R 代表行。这里个别字符斑块可能也满足条件 $Euler\ number >$

$4, R_{aspect} > 2$, 但是去掉这些个别字符对于整个标志牌的定位不产生影响, 因为标志牌上通常具有多个字符。

(4) 结合 $I_{11}(x, y)$ 与 $I_{22}(x, y)$, 根据一定判决标准找出带有字符道路标志牌位置。判决标准如下:

获取 $I_{11}(x, y)$ 中的一个斑块作为当前斑块, 以当前斑块的上, 下, 左, 右点坐标为边界在 $I_{22}(x, y)$ 中创建一个方框, 如果这个方框中有 3 个以上的斑块从左到右规则排列, 并且大小相似, 则认为 $I_{11}(x, y)$ 中的当前斑块为道路标志牌。

(5) 得到道路标志牌的位置和大小后, 再返回到 $I_1(x, y)$ 中, 对标志牌区域用式 (3) 分割一次, 然后对分割所得结果进行斑块分析就可得精确的字符位置。

3 实验结果及分析

为了验证算法的准确性, 利用 270 多幅带有字符的道路标志牌图像进行测试, 图片含有各种天气情况, 光照变化。图片大小为 720×567 个像素点。实验显示总的命中率为 86.1%。实验阈值选取 $X_1 = 2, Y_1 = 2, X_2 = 4, Y_2 = 4$ 。阈值 T 的取值和总体光照强度有关, 取值范围为 $(0.95, 0.99)$ 。为了与原始 SCW 方法和判决标准进行比较, 下图同时显示了原始 SCW 方法和改进后算法的实验结果。

图 5(a)、图 5(d)、图 5(g) 为输入图像, 图 5(b)、图 5(e)、图 5(h) 为用原始的 SCW 方法定位带字符标志牌和字符结果。图 5(c)、图 5(f)、图 5(i) 为采用改进 SCW 和判决标准定位结果。可以看出在复杂环境和背景下, 原始的 SCW 方法不能去除一些干扰区域, 而利用改进的方法则能很好地去除这些干扰。

4 结论

为获取车辆行使中的道路标志牌字符信息, 本文提出了 SCW 字符定位改进方法。相比于原始 SCW 方法, 改进算法更能够适应复杂道路环境和光照阴影变化, 具有较好鲁棒性。将来可以利用道路标志牌和字符的颜色信息来定位, 在计算 A 框和 B 框的统计特征时除了像素灰度值以外还可以加入像素颜色信息。准确识别也将是研究的下步工作。

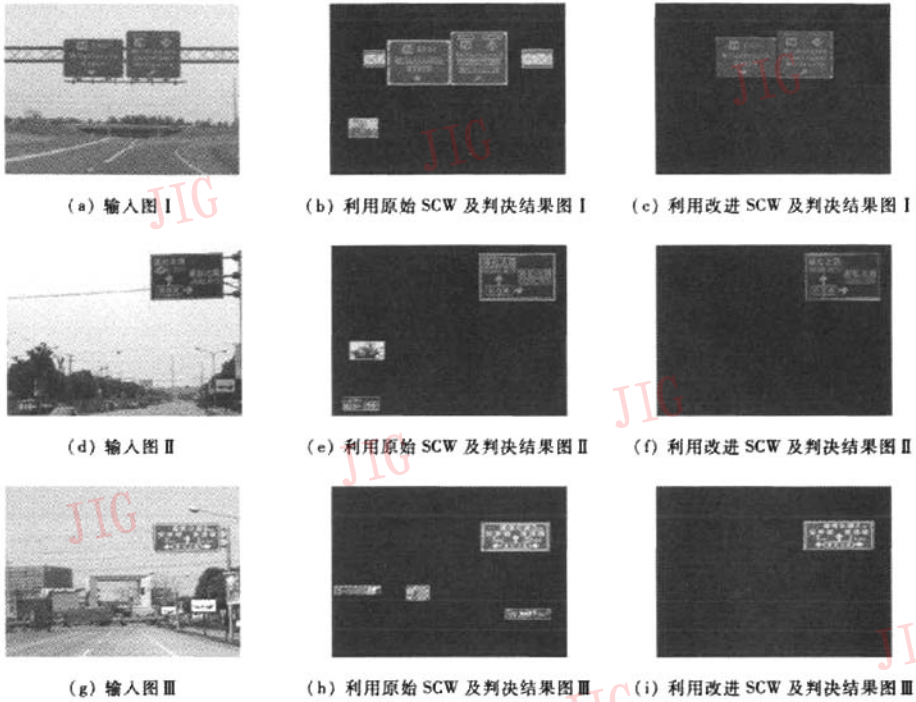


图 5 实验结果及比较

Fig. 5 Experimental result and comparison

参考文献 (References)

- 1 Zheng Da-nian, Zhao Yan-nan, Wang Jia-xin. An efficient method of license location [J]. *Pattern Recognition Letters*, 2005, 26(15): 2431 ~ 2438.
- 2 Parker J R, Federal P. An Approach To License Plate Recognition [EB/OL]. <http://pharos.cpsc.ucalgary.ca>. 2005-01.
- 3 Anagnostopoulos C N E, Anagnostopoulos I E, Loumos V, et al. A license plate-recognition algorithm for intelligent transportation system applications [J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2006, 7(3): 377 ~ 392.
- 4 Bhattacharya P. Connected component labeling for binary images on a reconfigurable mesh architectures [J]. *System Architect*, 1996, 42(4): 309 ~ 313.
- 5 Wu Wen, Chen Xi-lin, Yang Jie. Detection of text on road signs from video [J]. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2005, 4(6): 378 ~ 390.
- 6 Gonzalez Rafael C, Woods Richard E. *Digital Image Processing* [M]. Beijing: Published House of Electronics Industry, 2004: 537 ~ 538.