

基于车载立体摄影的道路交通标志自动采集方法研究*

张卡, 盛业华, 叶春, 李健

(南京师范大学 虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210097)

Zhangka81@126.com

Research on Method for Automatic Acquisition of Road Traffic Signs Based on Vehicle-Borne Stereo Photography

ZHANG Ka, SHENG Yehua, YE Chun, LI Jian

(Key Laboratory of Virtual Geographic Environment, MOE, Nanjing Normal University, 210097, Nanjing, China)

1 绪言

随着社会经济的发展, 交通需求的增长速度大大高于路网通行能力的增长速度, 交通拥堵现象日趋严重, 交通事故频发, 交通问题已成为社会普遍关注的热点和难点问题。因此, 欧美及日本等一些发达国家竞相投入大量资金和人力, 开展了智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS)的研究试验。ITS的核心就在于交通标志等交通信息的快速采集、传输与利用, 因此, 基于图像处理技术的交通信息采集就成为了国内外 ITS 领域的研究热点。

目前, 多传感器集成的移动三维空间数据采集系统在我国也有了一定的研究, 尤其是车载 3S 集成数据采集系统在智能交通建设中更有着十分重要的意义, 其可以快速采集道路及道路两旁的交通标志等地物的空间数据和属性数据, 这不仅能为 ITS 提供实时或准实时的诸多地理信息快速更新手段, 更是 ITS 中智能定位导航、远程指挥、交通安全和事故处理中的主要技术手段。因此, 针对车载移动测量系统在自然场景中所拍摄的实景立体图像, 开展实景立体图像中道路交通标志的快速自动采集方法的研究, 对促进我国智能交通领域的研究和提高城市交通的信息化与现代化管理水平都具有重要的理论和应用价值。

本文以自然场景中道路交通标志(以黄色三角形警告标志 - 45 种、红色圆形禁令标志 - 40 种和蓝色指示标志 - 29 种为研究重点)的自动信息采集为目标, 利用多传感器集成的车载三维数据采集系统作为硬件平台, 通过图像处理技术与数字近景立体摄影测量技术的研究, 实现实景立体图像中交通标志的快速自动检测、识别与信息提取。

2 研究方法

本文采用图像处理技术与数字近景立体摄影测量技术相结合的方法, 对实景立体图像中的道路交通标志进行快速自动检测、定位和识别。本文的交通标志自动采集方法主要分为以下几个步骤:

(1) 对车载三维数据采集系统进行相对标定和绝对标定, 以构建系统的三维坐标解析模型, 并解算模型中的相关参数, 为车载系统在无地面控制点情况下的直接定位提供解析基础。

(2) 针对黄色警告标志、红色禁令标志和蓝色指示标志这三类道路交通标志, 对车载序列立体像对中的左图像进行基于 RGB 颜色空间的自适应颜色分割, 以将彩色图像分割为三幅二值图像 Binary-Y、Binary-R、Binary-B。

(3) 在经过颜色分割得到的二值图像上, 先利用灰度投影检测出交通标志的候选区域, 再对这些候选区域进行形状分析, 从而检测出三角形的警告标志、圆形的禁令标志、矩形及圆形的指示标志。

(4) 利用基于核线约束的立体图像匹配技术, 在立体像对中的右图像上, 检测出左图像上标志所对应的同名标志区域; 再根据立体摄影测量原理, 计算交通标志中心的三维坐标、及尺寸等几何信息。

(5) 对左图像上检测出的实景交通标志进行自适应图像分割, 以提取交通标志的二值化内核形状; 再对二值化内核形状进行中心投影变换, 以计算交通标志的全局特征向量; 最后将这些特征向量输入到已训练好的概率神经网络分类器, 完成对左图像上交通标志的识别与精细分类。

(6) 对右图像上检测出的同名标志区域, 同样进行二值化内核提取、特征向量计算与概率神经网络分类识别, 完成对右图像上同名标志区域的识别; 最后将左、右图像上的识别结果进行相互比较, 取左、右识别一致的结果作为最终的道路交通标志识别结果。

3 研究成果分析与讨论

为了验证本文方法的正确性和有效性, 用车载数据采集系统在南京市及其周边地区采集的自然场景道

*基金项目: 江苏省重大科学项目(编号 07KJA42005)

作者简介: 张卡(1981-), 男, 安徽五河人, 博士研究生, 研究方向数字摄影测量与空间数据处理。

地 址: 南京市亚东新城区文苑路 1 号南京师范大学仙林校区虚拟地理环境教育部重点实验室-421

邮 编: 210046 ; E-mail: zhangka81@126.com

路图像作为实验数据，来测试本文的道路交通标志检测方法，影像的大小均为 1392×1040 像素。本文共选择了不同时间、不同地点的 221 幅实景图像进行道路交通标志的自动检测与识别实验，在这些图像中共有 500 个各类交通标志（警告标志 107 个，禁令标志 237 个，指示标志 156 个），实验的结果数据见表 1。

表 5-1 实景立体图像中道路交通标志自动检测与识别的实验结果数据

检测与识别结果	个 数	本文方法的交通标志检测结果		本文方法的交通标志识别结果	
		检测个数	检测率(%)	识别个数	识别率(%)
道路交通标志					
黄色三角形警告标志	107	105	98.1	105	100
红色圆形禁令标志	237	221	93.2	217	98.2
蓝色圆形/矩形指示标志	156	154	98.7	154	100
以上三类标志的总和	500	480	96	476	99.2

实验结果表明，本文的道路交通标志检测准确率超过了 95%、识别准确率超过了 99%，对于一对实景立体图像中的每类交通标志的检测与信息提取，本文的道路交通标志自动检测与识别方法，在程序串行编译情况下的运行时间为 0.5 秒左右。因此，实验结果验证了本文的道路交通标志检测与识别算法的有效性、可行性，而且，本文的方法达到了在自然场景图像中快速自动检测出道路交通标志的要求。

4 结论

本文针对传统的基于单眼视觉的交通标志检测方法无法实现标志定位的缺点，研究了基于立体图像进行交通标志快速自动检测、定位与识别的方法。该方法在图像自适应颜色分割的基础上，给出了二值图像中基于灰度投影的交通标志候选区域的检测步骤，以及矩形、三角形和圆形的形状特征的判断条件，从而实现了单幅图像中道路交通标志的快速检测；然后，利用立体图像匹配和立体摄影测量的方法，实现了立体图像中道路交通标志的快速自动检测与空间三维坐标解算；针对道路交通标志的自动识别问题，研究了基于自适应图像分割和中心投影变换的交通标志形状特征的提取与定量表达方法，最后利用概率神经网络，实现了立体图像中的交通标志自动识别。

最后的实验结果表明，对于自然场景图像中的交通标志检测与识别问题，本文的方法具有较强的适应性、稳定性和较快的采集速度，对智能交通系统的建设和道路交通设施的养护管理具有重要的应用价值。

参考文献

[1] N. Barnes, A. Zelinskyl. Real-time Radial Symmetry for Speed Sign Detection[C]. Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Parma, Italy, 2004:14-17.

[2] G. Loy, N. Barnes. Fast Shape-based Road Sign Detection for a Driver Assistance System[C]. Proceedings of International Conference on Intelligent Robots and Systems, Sendai, Japan, 2004:70-75.

[3] 朱双东, 张懿, 陆晓峰. 三角形交通标志的智能检测方法[J]. 中国图像图形学报, 2006, 11(8): 1127-1131.

[4] B. Alefs, G. Eschemann, H. Ramoser, et al. Road Sign Detection From Edge Orientation Histograms[C]. Proceedings of the 2007 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2007:993-998.

[5] G. Y. Jiang, T. Y. Choi, S. K. Hong. Vision-Based Roadway Sign Recognition[J]. Transaction on Control, Automation and Systems Engineering, 2000, 2(1):47-55.

[6] X. W. Gao, L. Podladchikova, D. Shaposhnikov, et al. Recognition of Traffic Signs Based on Their Colour and Shape Features Extracted Using Human Vision Models[J]. Journal of Visual Communication & Image Representation, 2006, 17:675-685.

[7] C.Filipe, P. L. Correia. Automatic Detection and Classification of Traffic Signs[C]. Proceedings of IEEE Eighth International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services, Santorini, Greece, 2007:8-11.

[8] S. H.Hsu, C. L. Huangl. Road Sign Detection and Recognition Using Matching Pursuit Method[J]. Image and Vision Computing, 2001, 19(3):119-129.

[9] E. Perez, B. Javidi. Nonlinear Distortion-tolerant Filters for Detection of Road Signs in Background Noise[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2002, 51(3):567-576.

[10] S. Maldonado-Bascon, S. Lafuente-Arroyo, P. Gil-Jimenez, et al. Road-Sign Detection and Recognition Based on Support Vector Machines[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation System, 2007, 8(2):264-278.

[11] W. J. Kuo, Ch. Ch. Lin. Two-Stage Road Sign Detection and Recognition[C]. Proceedings of 2007 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Beijing, China, 2007:1427-1430.

[12] 盛业华, 张卡, 叶春等. 基于灰度投影的数字近景摄影立体影像匹配[J]. 光学学报, 2005, 25(12): 1623-1628.

[13] 韩冰. 车载 CCD 相机对标定研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2007.

[14] Y. Tao, E. C. M. Lam, Y. Y. Tang. Feature Extraction Using Wavelet and Fractal[J]. Pattern Recognition Letters, 2001, 22:271-287.

[15] D. F. Specht. Probabilistic Neural Networks and Polynomial Adaline as Complementary Techniques for Classification[J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 1990, 1(1):111-121.