

# 道路交通现场中改进的图像拼接方法

杨 阳,王 民,王稚慧

(西安建筑科技大学 信息与控制工程学院,陕西 西安 710055)

**摘 要:**利用交通现场俯视摄影图可快速准确记录事故现场信息,再通过计算机分析处理,对事故现场勘查、责任划分具有重要意义。然而对事故现场俯视摄影图进行几何校正后,单幅图像存在视场角度小、局部场景信息量少的缺点,需要对多幅图像进行拼接得到更多图像信息。因此首先提出分阶段快速网格匹配方法,实现多幅有部分重叠图像的快速匹配,接着提出一种快速图像融合方法,实现多幅图像无缝融合,最后以例证的方式证明了该方法的有效性及其良好的鲁棒性,很好地满足了交通现场较大信息容量的图像分析处理要求。

**关键词:**道路现场勘查;网格匹配;图像拼接;图像无缝融合

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)07-0105-03

## Improved Image Mosaic Method in Road Traffic Scene

YANG Yang, WANG Min, WANG Zhi-hui

(Infor. and Control Eng. College, Xi'an Univ. of Architecture and Techn., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** Using traffic scene overlooking photography diagram can rapidly and accurately record the information, and through software image processing, it has very important significance for accident analysis and the division of responsibilities. And the scene of the overlook photography diagram after geometry correction, singles image exist field of view small, local scene has less information shortcomings, so it needs image mosaic to get more field information. Therefore, it first proposes fast grid matching phases, there is some overlap multiple images to achieve the rapid matching, and then proposes a fast image fusion method, to achieve seamless integration of multiple images, the last example of a way to prove the robustness of the method is validity and good. It's a very good method to meet the large volume of traffic on-site image analysis and processing requirements.

**Key words:** scene of the site investigation; grid matching; image mosaic; image seamless integration

## 0 引 言

随着汽车保有量的不断攀升,道路交通事故不可避免频繁发生<sup>[1]</sup>,对于交通事故现场处理不及时引起的交通堵塞和二次事故危害也逐渐成为人们的关注重点,所以提高事故现场测量精度和测量速度成为交通安全的重要目标。

在交通事故现场勘测中,利用现场的俯视图,可快速、全方位地记录事故现场信息。经过对现场俯视图进行几何校正<sup>[2]</sup>,建立现场图像与待输出图像的坐标联系,从而将现场俯视图与目标图像进行配准。而在复杂的地理环境和现场信息较大的情况下,单幅图像不能够完全反应现场细节,所以需要校正后的多幅边界有重叠的图像进行拼接融合,完成大场景中自动对准图像进行交通事故处理的要求。

图像拼接<sup>[3]</sup>广义来讲,就是将同一场景的、有重叠的多幅图像合成一张宽视角的图像。图像拼接过程一般由拼接预处理、图像配准、图像缝合组成。图像拼接的质量依赖图像的对准程度。

对于图像拼接技术常用的方法有下列3种:

(1)基于块的匹配<sup>[4]</sup>,对于重叠部分,取第一幅图像的某块作为模板,然后在第二幅图像中搜索具有相同(或相似)值的对应块,依据此过程确定两幅图像重叠范围。

(2)基于模板的匹配<sup>[5]</sup>,即在重叠区域内,取某幅图像中的不相邻2列部分像素,用它们的比值作为模板<sup>[6]</sup>,然后在另幅图像中搜索最佳匹配。此方法在计算比值时需大量除法,所以具有较高的时间复杂度。

(3)文献[7]研究了一种基于尺度空间理论的Harris角点检测方法,首先在多个尺度上分别求得角点响应值和模糊系数,然后通过叠加求出每个点的模糊角点响应值,最后利用阈值提取出角点。该算法改进了在单一尺度上筛选候选角点的偏颇,但对大图像运算速度慢。

收稿日期:2010-12-01;修回日期:2011-03-10

**作者简介:**杨 阳(1986-),女,陕西咸阳人,硕士研究生,研究方向为无线宽带网络;王 民,副教授,硕士研究生导师,研究方向为智能信息处理。

文中在以上算法基础上提出了一种改进的图像拼接算法,经过实验反复验证,发现它不仅计算量大为减少,而且拼接效果较为满意,特别适合交通现场快速勘查的需求。

## 1 交通现场图像拼接方法描述

### 1.1 图像配准

面对事故现场图像的处理既要保证对准的精度,又要保证运算量不至过大。此处算法在文献[5]的基础上做了改进,由于在一般图像中,相邻像素点的灰度值非常接近,因此,可在一幅图像的重叠区域中取一个网格,然后将网格在另一幅图像上依次移动,计算两幅图像中所有网格点对应像素点的 RGB 值的差的平方和。找出其中的最小值,并记录其对应的网格位置,即是最佳匹配位置。

为了减少运算量并提高匹配精度,将算法分为两个步骤:首先是粗匹配,网格每次水平或垂直移动一个指定的网格间距。接着是精确匹配,算法假设当前点为最佳匹配点并以此为中心,网格分别向上下、左右各移动一个小步长,计算该网格点对应像素差的平方和,将其中的最小值与当前值进行比较,如果此值比当前值优,则替换当前点,成为新的最佳点。该步骤的初始步长定为第一步移动步长的一半,依次循环进行,每次循环步长减为当前值的一半,直到水平步长和垂直步长均减为零为止。

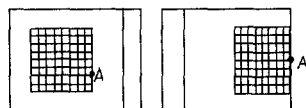
下面简单说明该算法,为了方便描述,假设两幅图像重叠区域在 50~150 个像素,网格模板数为  $9 \times 9$ ,网格水平间距和垂直间距均为 10 个像素,网格上的 A 点与第二幅图像边界的 A 点(即是边界的中点)重合,假设第二幅图像中的 A 点为最佳匹配位置。经过算法拼接后的结果如图 1(b) 所示。

### 1.2 算法描述

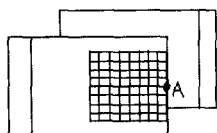
Procedure Image Mosaic

{

InputFirstImage、SecondImage; SecondImageGrid = GetSecondImageGrid(SecondImage); //从第二幅图像取网格匹配模



(a) 拼接前的两幅图像



(b) 拼接后合成的图像

图 1 网格匹配拼接示意图

板

/\* 粗略匹配,每次移动一个网格间距,Step\_Width 或 Step\_Height \*/

y = HeightImage1 - GridHeight;

Min = MaxInteger;

While (y < HeightImage1 - overlapNum) // 网格移出重叠部分

后结束

{ x = Grid\_Width/2;

While (x < (widthImage1 - Grid\_width/2))

FirstImageGrid = GetImageGrid (FirstImageGrid, x, y);

Differ = CaculateDiff (FirstImageGrid, SecondImageGrid); //

计算对应网格点像素值差的平方和

If (Differ < Min)

{ BestMatch\_x = x;

BestMatch\_y = y;

Min = Differ; // 得到当前最小值

x = x + StepWidth;

}

y = y - StepHeight; // 网格移动

}

// 精确匹配

StepWidth = StepWidth/2;

StepHeight = StepHeight/2; // 初始步长

While (StepHeight > 0 & StepWidth > 0) // 当水平步长和垂直步长均减为零时结束

{ If (StepHeight == 0) // 当且仅当垂直步长减为零时, 将其置为 1

StepHeight = 1;

If (StepWidth == 0)

StepWidth = 1;

Tem\_x = BestMatch\_x;

Tem\_y = BestMatch\_y;

for (m = -1; m < 1; m++)

for (n = 0; n < 1; n++)

{ If ((m == 0 & n != 0) | (m != 0 & n == 0))

{

FirstImageGrid = GetImageGrid (FirstImageGrid, Tem\_x + i \*

StepWidth, Tem\_y + j \* StepHeight);

Differ = CaculateDiff (FirstImageGrid, SecondImageGrid);

If (Differ < Min)

{ BestMatch\_x = x;

BestMatch\_y = y;

Min = Differ; }

}

// 如果当前值优,则替换

}

### 1.3 平滑连接

图像配准后就要进行两幅图像的融合,而对于重叠部分,如果仅仅由单幅图像填充或两幅图像简单叠加,会造成拼接后图像模糊或者有明显的缝合线,拼接

效果差。所以要找个恰当的方法进行配准后图像融合,消除图像光强的阶跃性或色彩的不连续性。以往常用的成熟算法有:①平均值法<sup>[8]</sup>;②双线性插值法<sup>[9]</sup>;③多分辨率法<sup>[10]</sup>;④基于小波变换的拼接方法<sup>[11,12]</sup>;⑤平滑因子法<sup>[13]</sup>。文章简单介绍①、④两种算法,并基于后者提出一种新的改进型的融合算法。

## 2 图像融合算法描述

### 2.1 平均值法

将第一、二幅图像及融合图像在点 $(x, y)$ 处的像素值用 $I_1(x, y)$ 、 $I_2(x, y)$ 、 $I(x, y)$ 分别表示,则下式表示融合图像中各点的像素值:

$$I(x, y) = \begin{cases} I_1(x, y) & (x, y) \in R_1 \\ \frac{1}{2}[I_1(x, y) + I_2(x, y)] & (x, y) \in R_3 \\ I_2(x, y) & (x, y) \in R_2 \end{cases}$$

式中: $R_1$ 、 $R_2$ 分别表示第一、第二幅图像去掉重叠部分剩下的图像区域对应像素值; $R_3$ 表示两幅图像重叠区域对应像素值。虽然此算法在时间上较优越,处理速度快,但融合部分有明显的带状感觉,且缝合线明显。

### 2.2 平滑因子法

此方法中引入渐变因子 $K(0 < K < 1)$ ,使颜色逐渐过渡,重叠部分的灰度值可以确定为:

$$\text{Image3} = K * \text{Image1} + (1 - K) * \text{Image2}$$

其中 $K$ 的值由1渐变到0,它与该点距重叠边界的距离有关。

### 2.3 改进型平滑因子法

上面的方法适合水平方向之间的拼接,对于有一定旋转角度的图像处理效果差,所以提出一种改进的融合方法:

1) 找到重叠区域的边缘,分别定义为边缘1、2;

2) 对于重叠区域的点 $P(x, y)$ 分别计算此点在各自图像中距边缘1、2的距离。令 $P$ 在图1中的距离为 $n$ ,在图2中的距离为 $m$ ,如图2所示;

3) 计算加权系数 $a_1 = m/(m + n)$ 、 $a_2 = n/(m + n)$ 。由此将重叠区域的部分可以表示为:

$$I(x, y) = I_1(x, y) a_1 + I_2(x, y) a_2$$

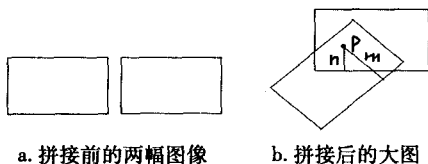


图2 有旋转角度的图像拼接过程

该算法有较好的时间特性,以算法中所取的 $9 * 9$ 、间距为10的网格为例,覆盖的图像面积包含 $480 * 640$ 个像素点,用模板匹配时每次只需计算81个像素点的方差和,而采用文献[4]中算法覆盖同样大小面积则需要计算 $480 * 640$ 个像素点,采用文献[5]算法则至少需要计算640个像素点的比值及其方差和。

该配准算法的另一优点是简单易行,在算法中可以依据需要随时改变网格大小和网格点间距。在实验中发现,网格的大小一般覆盖重叠宽度的一半较理想。当取网格间距为1时即退化为文献[4]中算法。

从实验结果可以看出运用了改进的平滑因子法对于重叠部分有明显变化的图像可以做到准确无误的拼接,且处理快速,效果可如图3~图5所示。

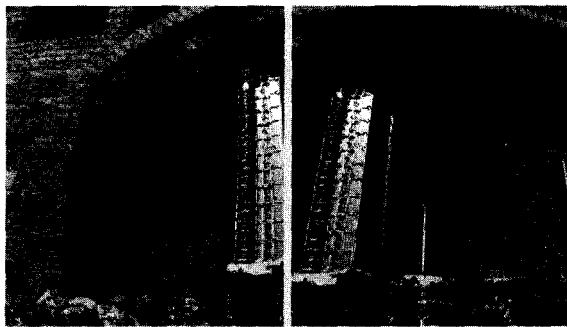


图3 同一场景两幅有重叠、待拼接的图像

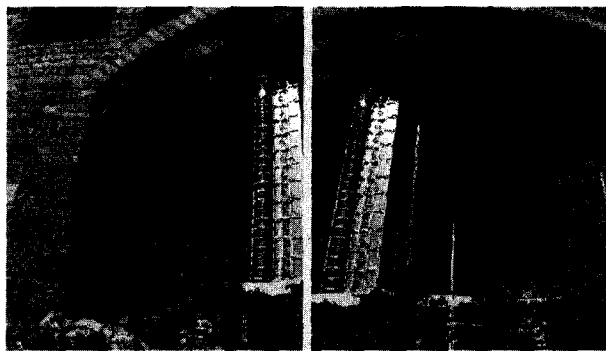


图4 经过角点检测的两幅图像和图像操作区

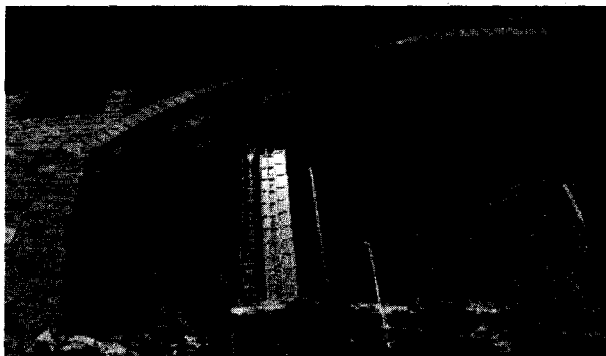


图5 经过匹配后拼接的图像和角点匹配结果

在图4中两幅图像的像素均为 $480 * 640$ ,二者重叠区域的特征检测结果是 $877 * 676$ 。在图5中二者的特征点匹配结果是8。而图中拼接后图像边缘黑色的

(下转第111页)

## 3 交通事故现场图像拼接方法验证

本实验采用VC++编程,平台是Visual Studio 2005。两幅待拼接图像都为 $480 * 640$ (单位:像素)。

## 参考文献:

- [1] 代科学,李国辉,涂丹,等. 监控视频运动目标检测减背景技术的研究现状和展望[J]. 中国图象图形学报,2006,11(7):919-927.
- [2] Elhabian S Y, El-Sayed K M, Ahmed S H. Moving object detection in spatial domain using background removal techniques state-of-art[J]. Recent Patents on Computer Science,2008(1):32-54.
- [3] Stauffer C, Grimson W. Adaptive background mixture models for real-time tracking[C]//1999 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s.l.]:[s.n.],1999:246-252.
- [4] Mittal A, Paragios N. Motion-based background subtraction using adaptive kernel density estimation[C]//2004 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s.l.]:[s.n.],2004:302-309.
- [5] Kim K, Chalidabhongse T H, Harwood D, et al. Real-time foreground - background segmentation using codebook model[J]. Real-Time Imaging In Special Issue on Video Object Processing,2005(11):172-185.
- [6] Liao Shengcai, Zhao Guoying, Kellokumpu V, et al. Modeling Pixel Process with Scale Invariant Local Patterns for Background Subtraction in Complex Scenes[C]//2010 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s.l.]:[s.n.],2010:1301-1306.
- [7] Wu Mingjun, Peng Xianrong. Spatio-temporal context for codebook-based dynamic background subtraction[J]. AEU-International Journal of Electronics and Communications,2010,64:739-747.
- [8] Chen Yuting, Chen Chusong, Huang Chunrong, et al. Efficient hierarchical method for background subtraction[J]. Pattern Recognition,2007,40:2706 - 2715.
- [9] Zhao Ming, Bu Jiajun, Chen Chun. Robust background subtraction in HSV color space[J]. Proceedings of International Society for Optical Engineering: Multimedia Systems and Applications,2002,4861:325-332.
- [10] Toyama K, Krumm J, Brumitt B, et al. Wallflower: Principles and practice of background maintenance[C]// Seventh International Conference on Computer Vision. [s.l.]:[s.n.],1999:255-261.
- [11] Li Liyuan, Huang Weimin, Gu I Y H, et al. Foreground object detection from videos containing complex background[C]// Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia. [s.l.]:[s.n.],2003:2-10.
- [12] 张玉荣,涂铮铮,罗斌. 基于帧差和小波包分析算法的运动目标检测[J]. 计算机技术与发展,2008,18(1):136-139.
- [13] Cheung S C, Kammath C. Robust techniques for background subtraction in urban traffic video[C]// Proceedings of SPIE Electronic Imaging: Visual Communications and Image Processing. [s.l.]:[s.n.],2004:881-892.

(上接第107页)

部分是两幅图像有缩放、旋转的原因造成的。此算法运行速度较快,特别是角点检测部分,角点匹配的速度依赖于算法中的参数设置,算法融合效果好。

## 4 结束语

依据之前典型的拼接算法,确立了交通道路现场图像快速拼接方法,并对拼接后图像融合进行了改进。应用结果表明该方法可以完成图像无缝拼接,在交通事故现场俯视摄影数据处理技术中具备正确性、适用性和实用性。

## 参考文献:

- [1] 世界卫生组织. 预防道路交通伤害——世界报告(概要)[R]. 日内瓦:世界卫生组织,2004.
- [2] Tan Lidong, Xu Hongguo, Zhang Mingheng, et al. Study on the model for bird's-eye-photo geometry correction of traffic accident scene[C]//International Symposium on Safety Science and Technology. Beijing: Science Press,2008:24-27.
- [3] Szeliski R. Image alignment and stitching: A tutorial[R]. [s.l.]: Microsoft Research Microsoft Corporation on Microsoft Way Redmond,2005.
- [4] 汪成为. 灵境(虚拟现实)技术的理论,实现及应用[M]. 广西:广西科学出版社,1996.
- [5] 钟立,胡晓峰. 重叠图像拼接算法[J]. 中国图象图形学报,1998,3(5):367-370.
- [6] 冉柯柯,王继成. 基于比值法图像拼接的等比例改进算法[J]. 计算机技术与发展,2010,20(2):5-8.
- [7] 叶鹏,王琰. 一种改进的 Harris 多尺度角点检测[J]. 计算机技术与发展,2010,20(4):58-60.
- [8] Wang Y, Han J Q. Comparison of image interpolation based on numerical computation methods[C]//The Seventh International Conference on Electronic Measurement and Instrument. Beijing, China:[s.n.],2005:482-487.
- [9] 朱秀昌,刘峰,胡栋. 数字图像处理与图像通信[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2002.
- [10] Collignon A, Maes F, Delaere D, et al. Automated multimodality medical image registration using information theory[C]// Information Processing in Medical Imaging. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers,1995:263-274.
- [11] Zhu Shulong, Gen Zexun. Wavelet Theory and Its Application to Image Processing[M]. Beijing: PLA Press,1999.
- [12] 王建忠. 图像镶嵌及其边界处理[J]. 模式识别与人工智能,1993,6(3):189-195.
- [13] 侯舒维,郭宝龙. 一种图像自动拼接的快速算法[J]. 计算机工程,2005,31(24):70-72.