

基于标定配准的图像拼接算法设计与实现

赵 凯¹, 耿修堂^{1,2}, 何 浩¹

(1 西北机电工程研究所, 陕西 咸阳 712099; 2 清华大学 电子工程系 北京 100084)

摘 要: 提出一种基于标定配准的图像拼接方法. 首先设计由 2 个摄像头、DSP 处理板和监视器组成的图像采集、拼接和分屏显示系统; 然后通过标定方法准确获取 2 个摄像头采集图像的 4 对配准特征点; 随后完成 2 个视频图像的无缝拼接和分屏显示; 最后手动拍摄 12 幅周视图像, 并完成基于上述方法的周视 360° 全景图像拼接仿真. 试验、仿真结果均验证了该方法的有效性.

关键词: 标定配准; 图像拼接; 图像融合; 无缝拼接

中图分类号: TN402

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2015)03-0046-04

Design and Implementation of Image Mosaic Algorithm Based on Testing Matching

ZHAO Kai¹, GENG Xiu-tang^{1,2}, HE Hao¹

(1 Northwest Institute of Mechanical and Electrical Engineering, Xianyang 712099, China;

2 Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: An image mosaics method is proposed based on calibration registration. Firstly, design the system of image collection, image mosaics and split-screen display that contains two cameras, digital signal processing board and monitor. Secondly, accurately obtain four pairs suited feature points based on the collected images of two cameras by calibrated way. Thirdly, perform seamless mosaics and split-screen display based the two video images. Finally, manually shoot 12 images and perform the 360 degrees full view image mosaics for the 12 images based on the above way. Experiment and simulation results show the proposed method is effective in image mosaics.

Key words: calibration registration; image mosaics; image fusion; seamless mosaics

1 引言

图像拼接技术是数字图像处理中一个重要的研究领域, 就是将多幅相互间存在重叠部分的图像序列进行空间配准, 经重采样融合后形成一幅包含各图像序列信息、宽视角场景、完整和高清晰的新图像^[1-2], 其本质是对待拼接图像重复区域配准和图像融合的过程. 通过图像配准可以确定图像的旋转和平移等配准参数, 而图像融合可以使合成图像实现自然过渡, 最终达到无缝拼接.

关于图像拼接算法研究, 文献[2]中提出了基于

图切割的多频带图像拼接方法; 文献[3]中提出了基于特征点及优化理论的图像自动拼接方法; 文献[4]中提出了基于改进 SIFT 特征匹配的快速图像拼接算法; 文献[5]中提出了一种改进的 Harris 角点图像拼接算法; 文献[6]中提出了一种高精度的 DBS 图像拼接算法; 文献[7]中研究了图像拼接技术在双摄像头监控中的应用. 关于数字图像拼接硬件平台设计, 处理单元主要有 CPU、FPGA、DSP 和 ARM 等.

不管是以参数射影变换为理论模型, 还是将场景投影到柱面坐标下进行配准和拼接, 图像拼接要

收稿日期: 2014-05-20; 修回日期: 2014-07-13

基金项目: 支撑预研基金项目 (62201020101)

么对摄像机的运动有严格要求,要么需要摄像机的内部参数.为了降低限制条件、拼接计算量,提高拼接处理实时性、可靠性,本文提出了一种基于标定配准的图像拼接算法.

2 视频图像采集、拼接及显示系统设计

视频图像采集、拼接及显示系统的工作原理如图1所示.视频图像采集由摄像头I和摄像头II实现,两个摄像头采集区域具有30%~70%重叠覆盖.视频图像开发板由A/D转换模块I、A/D转换模块II、存储模块、DSP处理模块、D/A转换模块和调试接口组成,首先接收摄像头I和摄像头II采集的视频信号,通过A/D转换模块I和A/D转换模块II完成模拟信号的数字信号转换,由存储模块存储图像数字信息,DSP处理模块完成图像拼接矩阵转换、无缝拼接和视频叠加处理,处理结束后D/A转换模块完成数字信号的模拟信号转换,并通过监视器进行视频显示.图像处理调试由调试接口通过仿真器和调试计算机连接,通过调试计算机完成算法设计和调试.

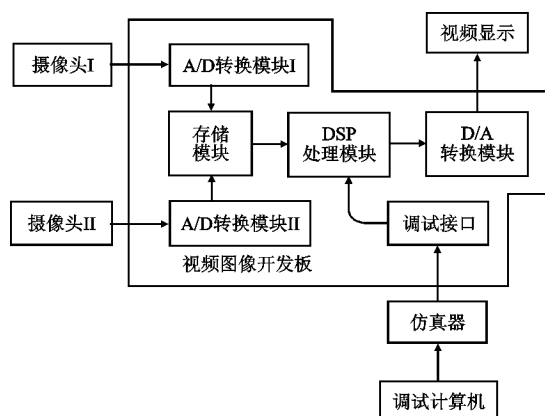


图1 视频图像采集、拼接及显示系统工作原理

视频图像采集、拼接及显示系统试验平台如图2所示.摄像头采用日本原装进口的1/3英寸SONY CCD;仿真器使用XDS510型;图像处理开发板为DM642,DSP芯片为C6416;视频显示使用具有pal格式输入的普通监视器;调试计算机具有仿真器USB接口,操作系统为Windows XP,算法开发环境为CCS3.3软件.

3 标定配准、无缝拼接及视频叠加

基于图2试验平台的特征点标定配准及视频叠加

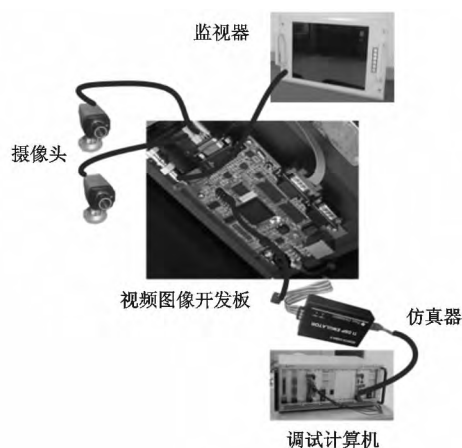


图2 视频图像采集、拼接及显示系统试验平台

处理流程如图3所示.传统图像拼接算法首先检测待拼接图像的特征点,然后进行特征点的配准,完成此项工作需要大量的运算.本文提出基于固定位置关系的两个摄像头视频图像特征点的标定、配准拼接算法,以克服传统视频图像配准的准确性和拼接实时性缺点.视频图像标定配准、无缝拼接及视频叠加处理主要包含A/D转换、特征点标定配准、变换矩阵求解、矩阵转换、无缝拼接、叠加及D/A转换.

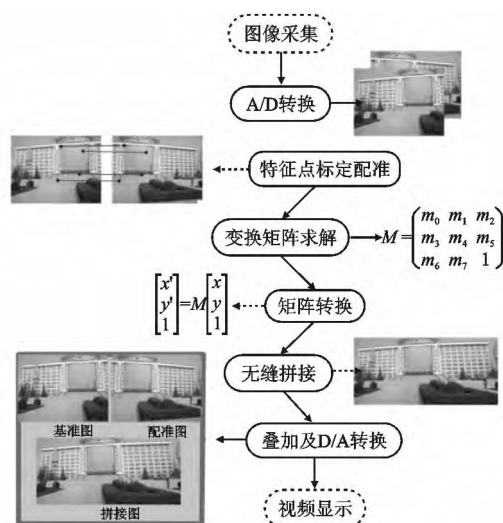


图3 标定配准、无缝拼接及视频叠加处理流程

A/D转换:首先pal视频向数字视频转换,然后进行24为彩色图像向8位黑白图像转换,转换计算见式(1).

$$D = R = G = B = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (1)$$

特征点标定配准:选择特征较明显背景,两个配准图像具有一定的重叠区域,且拍摄角度基本上在同一水平面上,针对重叠区域分别标定和测试4对

距离相对分散特征点,再根据观察完成特征点准确匹配.对应基准图和配准图的 4 对特征点为

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4);$$

$$(x'_1, y'_1), (x'_2, y'_2), (x'_3, y'_3), (x'_4, y'_4).$$

变换矩阵求解:实现对图像平移、水平及竖直扫描、旋转、镜头缩放处理的投影变换矩阵 M 见式(2).

$$M = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

则投影变换的 8 参数求解结果见式(3).

$$\begin{cases} m_0 = \frac{(y_3 - y_4)(x'_1 - x'_2) - (y_1 - y_2)(x'_3 - x'_4)}{(x_1 - x_2)(y_3 - y_4) - (x_3 - x_4)(y_1 - y_2)} \\ m_1 = \frac{(x'_3 - x'_4)(x_1 - x_2) - (x_3 - x_4)(x'_1 - x'_2)}{(x_1 - x_2)(y_3 - y_4) - (x_3 - x_4)(y_1 - y_2)} \\ m_2 = x'_1 - m_0 x_1 - m_1 y_1 \\ m_3 = \frac{(y'_1 - y'_2)(y_3 - y_4) - (y_1 - y_2)(y'_3 - y'_4)}{(x_1 - x_2)(y_3 - y_4) - (x_3 - x_4)(y_1 - y_2)} \\ m_4 = \frac{(x_1 - x_2)(y'_3 - y'_4) - (y'_1 - y'_2)(x_3 - x_4)}{(x_1 - x_2)(y_3 - y_4) - (x_3 - x_4)(y_1 - y_2)} \\ m_5 = y'_1 - m_3 x_1 - m_4 y_1 \\ m_6 = 0 \\ m_7 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

矩阵转换:假设转换前配准图像的像素矩阵为 $I(x, y)$,转换后像素矩阵为 $I(x', y')$,对配准图像进行基于双线性插值法的矩阵转换,则矩阵转换见式(4).

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = M \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

无缝拼接:采用渐入渐出法进行两幅图像的无缝拼接,重叠区域像素宽度为 120,过渡因子 σ 取值范围 $0 \leq \sigma \leq 1$.

叠加及 D/A 转换:当完成摄像头 I、摄像头 II 视频图像无缝拼接后,对基准图、配准图和拼接图进行 50% 缩小及分频叠加处理,然后进行叠加视频 D/A 转换和显示.

4 基于标定配准全景拼接

采用类似上述 2 幅图像的基于标定配准图像拼接方法,能够进行 12 幅周视拍摄图像 p01~p12 的全景拼接处理,全景拼接流程如图 4 所示.相对 2 幅

图像拼接而言,当完成 12 幅图像全景拼接时,对摄像头水平角度要求更高,当 12 幅图像的拍摄水平角度偏离过大,会造成拼接失败.

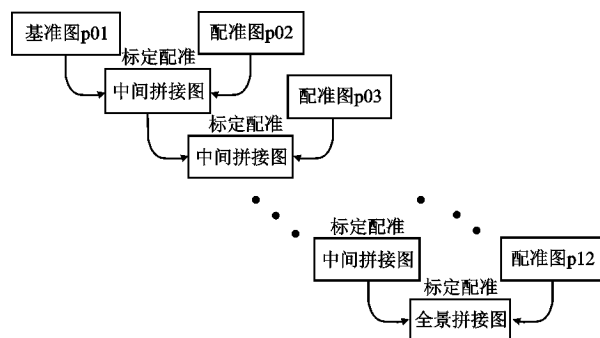


图 4 全景拼接流程

5 仿真结果

5.1 试验结果

基于图 2 试验平台的视频拼接、叠加显示效果如图 5 所示.监视器左上角为摄像头 I 采集视频(基准图),右上角为摄像头 II 采集视频(配准图),中下部为摄像头 I 和摄像头 II 拼接无缝拼接视频(拼接图).试验结果验证了图像拼接具有较强的实时性和拼接质量.



图 5 视频拼接、叠加显示效果

5.2 仿真结果

基于图 4 的图像拼接流程,在办公台式计算机上使用 VC++6.0 软件,对 12 幅手持数码相机拍摄图像顺序为 p01~p12,由于手动整个全景拍摄水平角度有一定误差,在高低方向造成一定的视景损失,导致全景拼接图像的高低视景变小,但是整体拼接效果还是较好的.

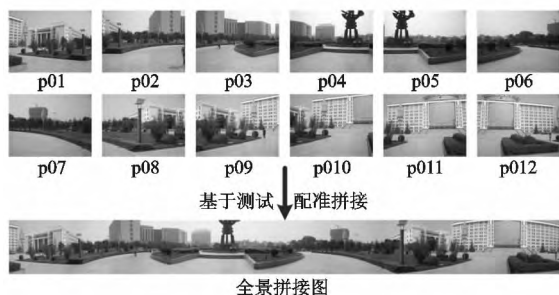


图6 全景拼接仿真效果

6 结束语

针对图像拼接特征点配准计算量大、配准正确率存在误差情况,本文研究了基于标定配准的视频拼接方法.此方法要求视频采集摄像头位置相对固定,通过试验和仿真证明了此方法的有效性、实时性和实用性.通过此方法设计的标定配准图像拼接系统可以用于装甲车辆周边环境监控及无人平台环境监控,并为地面复杂背景视频图像运动目标识别和跟踪提供技术基础.

参考文献:

- [1] Brown L G. A survey of image registration techniques [J]. ACM Computing Surveys, 1992, 24 (4):

325-376.

- [2] 欧阳宁,翟紫伶,首照宇,等.基于图切割的多频带融合图像拼接[J].微电子学与计算机,2013,30(7): 107-110.
- [3] 黄琼丹,邱跃洪,田小平.基于特征点及优化理论的图像自动拼接方法[J].光子学报,2009,38(8): 2139-2143.
- [4] 尚明妹.基于改进 SIFT 特征匹配的快速图像拼接算法[J].微电子学与计算机,2014,31(1): 64-67.
- [5] 李阳,林意.一种改进的 Harris 角点图像拼接方法[J].计算机科学,2012,39(11): 264-266.
- [6] 陈洪猛,李明,贾璐,等.一种高精度的 DBS 图像拼接算法[J].西安电子科技大学学报:自然科学版,2014,41(2): 46-53.
- [7] 魏川,张功国,吕晓萌.图像拼接技术在双摄像头监控中的应用[J].激光与红外,2014,44(4): 447-451.

作者简介:

赵凯 男,(1970-),硕士,研究员.研究方向为信息与控制总体、图像处理.

耿修堂(通讯作者) 男,(1975-),博士,高级工程师.研究方向为信息与控制、智能计算、图像处理. E-mail: gxt1028@163.com.

何浩 男,(1969-),高级工程师.研究方向为无线电通信.

(上接第45页)

- [5] Nithin V George, Ganapati Panda. A reduced complexity adaptive legendre neural network for nonlinear active noise control [C] // 2012 19th International Conference on System, Signals and Image Processing. Vienna, 2012:560-563.
- [6] Zhang Yunong, Li Wei, Yi Chenfu, et al. A Weights-directly-determined simple neural network for nonlin-

ear system identification [C] // 2008 IEEE International Conference on Fuzzy System and Knowledge Discovery. China:Jinan, 2008:455-460.

作者简介:

郝帅 男,(1986-),博士研究生.研究方向为视觉导航、模式识别及图像处理. E-mail: haoxust@163.com.