

基于改进Harris-SIFT算法的立体匹配

马领月¹, 潘禹², 杜必强¹

(1. 华北电力大学 能源动力与机械工程学院, 河北保定, 071000;

2. 长沙理工大学 能源与动力工程学院, 湖南长沙, 410000)

摘要: 本文运用改进的 Harris 和 SIFT 算法实现了图像的快速匹配, 旨在提高 SIFT 算法的实时性。该算法首先利用优化的 Harris 算法提取图像的角点; 然后采用 SIFT 算法对特征点进行单尺度的特征描述, 提取出特征点的 128 维特征描述符; 最后, 采用特征点特征向量的欧式距离作为两幅图像的中特征点的相似性判定度量, 并用 RANSAC 剔除错误匹配, 实现两幅图像特征点的匹配。实验证明, 本文算法在保证精度的同时, 大大提高了算法的实时性。

关键词: Harris; 单尺度 SIFT; 图像匹配; RANSAC

中图分类号: TP391.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-8595 (2017) 04-045-005

电子科学技术 URL: <http://www.china-est.com.cn> **DOI:** 10.16453/j.issn.2095-8595.2017.04.011

Stereo Matching Based on the Improved Harris-SIFT Algorithm

Lingyue Ma, Yu Pan, Biqiang Du

(1. North China Electric Power University. Energy Power and Mechanical Engineering Academy, Baoding, Hebei, 071000, China;

2. ChangSha University Of Science & Technology. Energy and Power Engineering Academy, Changsha, Hunan, 410000, China)

Abstract: This paper uses the improved Harris and SIFT algorithm to achieve the fast matching of images, aimed at improving the SIFT algorithm real-time. Firstly, The algorithm use the optimization algorithm of harris to extract image corners. Then We use the sift algorithm of single scale to describfeature points and extract the feature points of 128 d feature descriptor. Finally, this paper use the Euclidean distance of the feature vectors as the similarity of feature points in two images and use the RANSAC to eliminate mismatch. Experiments show that this algorithm greatly improve the real-time performance of the algorithm as well as ensures the accuracy.

Key words: Harris; Single Scale Sift; Image Matching; RANSAC

引言

图像匹配是计算机视觉和模式识别领域研究的热点。目前, 匹配按照不同的基元可以分为三大类: 区域匹配、特征匹配、相位匹配^[1]。区域匹配通常是定义某一相似度量函数, 可以得到稠密的视差图, 但是其受光照的影响较大, 鲁棒性不好。相位匹配是通过对图像不同频率的信息进行比较, 从而

获得匹配结果^[2], 可以很好地抑制高频噪声, 但由于相位奇点的存在, 匹配效果不是很理想。特征匹配是提取两幅图像的特征, 并对所提取的特征进行立体匹配, 受图片光照影响较小, 匹配精度很高。目前, 最常用的立体匹配方法是由Lowe总结和完善的^[3,4]。基于尺度空间的SIFT算法。SIFT算法具有对尺度、旋转、光照的不变性, 但是, 其最大的缺点是算法复杂, 运行速度太慢, 难以进行实时性应

用^[5-7]，并且SIFT算法对某些角点不敏感。而且对于某些双目视觉匹配场合，并不需要保证其尺度不变性。本文提出了优化的Harris和单尺度SIFT相结合的立体匹配方法，可以迅速捕捉到图像的重要特征点一角点，以及实现单尺度下的特征匹配，最后，采用特征点特征向量的欧式距离作为两幅图像的中特征点的相似性判定度量，并用RANSAC提出错误匹配，实现两幅图像特征点的匹配。大大降低了算法的复杂性，保证了算法的实时性。

1 优化的Harris角点检测算法

在一些特征检测算子，比如Susan、Maravec、Harris等，Harris算法的计算相对简单、且比较稳定，检测效果最佳^[8-10]，它是利用泰勒级数展开，拓展了Moravec的思维，检测窗口在不同方向移动以后，其灰度变化的趋势，从而用数学中方法来检测角点^[11,12]。但是，Harris算法的实时性不高，且提取的角点是像素级的。所以，本文采用优化的Harris算法对角点特征进行提取，具体参阅文献^[13]。

2 单尺度SIFT算法

2.1 特征点检测

利用优化的Harris算法提取特征点，此时得到的特征点仅仅具有位置信息。一般情况下，SIFT算法的特征点包括三方面：尺度信息、位置信息和方向信息。由于本文采用的是单尺度，所以确定特征点，还需要方向信息。

2.2 对特征点赋予方向信息

先计算出整个图像像素点的梯度方向和模值，其计算公式如下：

$$m(x,y) = [(L(x+1,y) - L(x-1,y))^2 + (L(x,y+1) - L(x,y-1))^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$q(x,y) = \tan^{-1}((L(x,y+1) - L(x,y-1)) / (L(x+1,y) - L(x-1,y)))$$

梯度模按 1.5σ 的高斯分布加权，按 3σ 的采样原则，邻域窗口半径为 $3 \times 1.5\sigma$ ，并用梯度直方图统计其邻域范围以内的梯度和方向。

2.3 特征点的描述

由以上步骤可以计算出特征点的位置和方向信息，由此我们在单尺度上生成特征描述子。首先将关键点的邻域划分成 4×4 个子区域，每一部分作为一个种子点，一个种子点有8个方向并取第一组的第一层，即 $o=1, s=1$ 。则可生成128维的特征描述符。

2.4 特征向量匹配

计算两幅图像特征向量的欧氏距离作为两幅图像的中特征点的相似性判定度量，利用最近邻与次近邻求比值的方法对图像进行匹配^[14]，并采用RANCAC算法剔除误匹配^[15]。算法流程如图1。

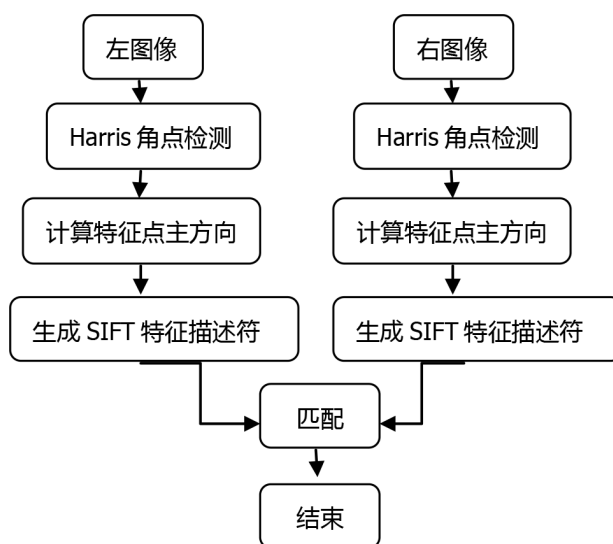


图1 改进的Harris-SIFT算法流程

3 实验结果分析

对本文提到的算法的准确性与实时性进行验证，为了使结果更具说服力，分别采用两对双目图像进行试验。本文采用的仿真平台为Intel(R)Core(TM) i3-2310M CPU, 2.10GHz, 2G 内存的 PC 机；软件开发平台为 Window 7 32位操作系统，MATLAB 2014a 编程环境。实验所选取的图片由 Middle Burry 大学提供。图2为实验所用的两对图像 (a)、(b)，(c)、(d)。

对比验证本文算法在特征点检测方面相对于SIFT算法，和原harris算法在时间上的优势。分别对两组图像进行特征点检测，三种方法所用时间见表1。结果



图2 两对测试图片

表1 特征点检测时间统计

Image	特征点个数			特征点检测时间/s		
	Harris	本文	SIFT	Harris	本文	SIFT
a	12	45	170	3.34	0.43	10
c	60	134	194	0.27	0.11	2.25

表2 特征向量生成时间统计

Image	生成特征向量个数		生成特征向量时间/s	
	本文	SIFT	本文	SIFT
a	45	170	0.31	5.07
c	134	194	1.08	2.92

表明，本文算法相对于其他算法，在时间消耗方面有明显的优势，最大减小量为95.7%。并且，本文算法

在时间消耗上也优于Harris，最大减少量为87.13%。对比本文算法与Harris提取的特征点个数图3（b）和（a）所示，本文算法提取的特征点个数较多，可以更好的反映物体的几何结构信息。对比SIFT算法图3（c），可以看到SIFT算法提取的特征点个数较多，但是存在过多的不能表达其几何结构的冗余特征点，给后面生成特征向量增加了工作量。

对比验证本文算法和SIFT算法在生成特征向量上的时间消耗，将其列于表2。

结果表明，本文算法相对于SIFT算法在生成特征向量时间方面明显减少。最大减小量为93.89%。

对比本文算法和标准SIFT在特征匹配正确率和总时间方面的差距，将结果列于表3和表4。

表3 本文算法时间统计和匹配正确率

	Number of feature points	Mathces	Correct matches	Percent of correct matches / %	Total time / s
a	45	18	78	83	0.65
b	44				
c	134	61	118	98.3	1.39
d	116				

表4 标准SIFT算法时间统计和匹配正确率

Image	Number of feature points	Mathces	Correct matches	Percent of correct matches / %	Total time / s
a	170	94	78	83	30.01
b	179				
c	194	120	118	98.3	10.80
d	212				

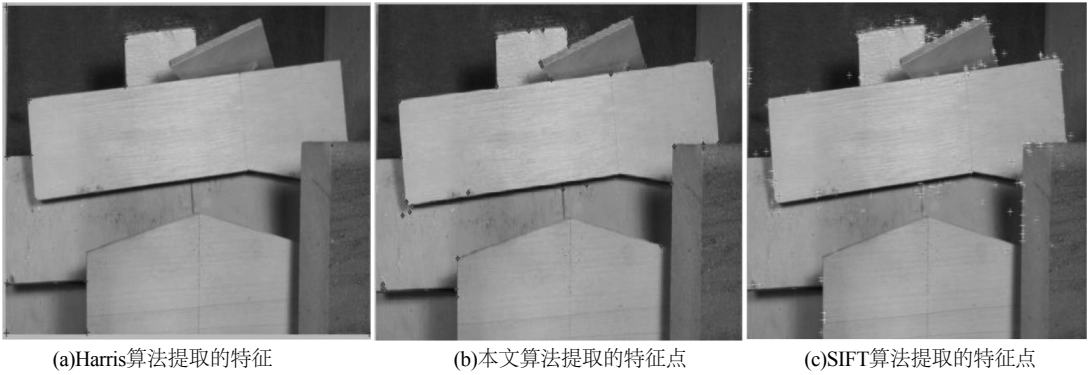
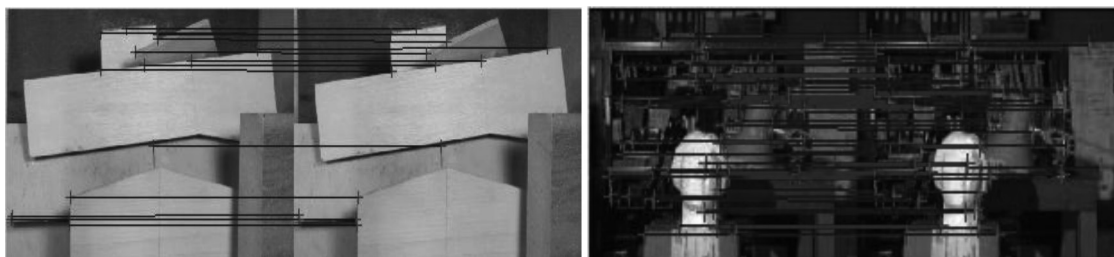


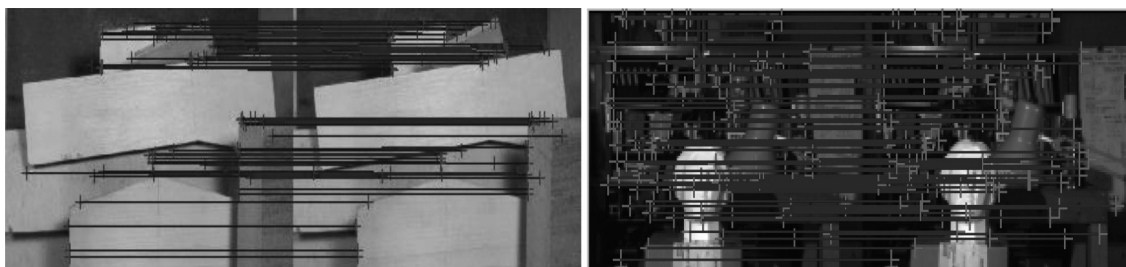
图3 特征点情况



(a) 图1(a)和图1(b)的匹配结果

(b) 图1(c)和图1(d)的匹配结果

图4 本文算法去除误匹配后的匹配结果



(a) 图2(a)和图2(b)的匹配结果

(b) 图2(c)和图2(d)的匹配结果

图5 SIFT算法去除误匹配后的匹配结果

图4、图5为去除误匹配的匹配结果。数据表明,在基本保证正确率的前提下,本文算法较标准SIFT算法在时间消耗方面具有明显的优势。总的匹配时间最低减少86.2%,保证了SIFT算法的实时性要求。

4 结论

本文根据标准SIFT算法不能保证实时性的缺陷,提出了优化的Harris和单尺度SIFT相结合的方法,大大节省了匹配时间。首先,用优化的Harris算法对图像的特征点进行检测,然后,在单一尺度内对检测到的特征点进行描述,构造出128维特征向量。最后,采用特征点特征向量的欧式距离作为两幅图像的中特征点的相似性判定度量,并用RANSAC剔除错误匹配,实现两幅图像特征点的匹配。实验表明,该算法可以保证其实时性和鲁棒性。

基金项目:

中央高校基本科研业务费项目: 2014MS118。

参考文献

- [1] 翟振刚.立体匹配算法研究 [D].北京:北京理工大学,2010:10 -15.
- [2] DScharstein,R Szeliski: A Taxonomy and Evaluation of Dense

Two-Frame Stereo Correspondence Algorithm[J]. International Journal of Computer Vision, vol 47, pp. 7-42,2002.

- [3] Lowe D.Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints[J]. Internati-onnal Journal of computer Vision , 2004,60,(2):91-110.
- [4] LOWE D G.Object recognition from local scale-invariantfeatures[c]. International Conference on Computer Vision,Corfu,Greece,1999(9):1150-1157.
- [5] 贾平,徐宁,张叶.基于局部特征提取的目标自动识别[J].光学精密工程,2013,21(7) : 1898-1905.
- [6] 戴金波,赵宏伟,刘君玲,等.一种针对于描述子的SIFT简化方法 [J]. 仪器仪表学报,2012,33 (10) :2255-2262.
- [7] MI L,QIAO Y,YANG J,et al. Robust matching of SIFT keypoints via adaptive distance ratio thresholding [C] .Sixth International Conference on Machine Vision(ICMV 2013),London,United Kingdom,2013.
- [8] CORDELIA S,ROGER M.CHRISTIAN B.Evaluation of interest point detectors[J]. International J.Computer Vision,2000,37(2) : 151-272.
- [9] 刘志文,刘定生,刘鹏. 应用尺度不变特征变换的多源遥感影像特征点匹配[J]. 光学精密工程,2013,21(8) : 2146-2153.
- [10] 余先川,吕中华,胡丹. 遥感图像配准技术综述[J]. 光学 精密工程.
- [11] CHRIS H,MIKE S. A combined corner and edge detector[A].In

Proceedings of the 4th Alvey Vision conference[C].Manchester.
United Kingdom: the University of Sheffield Printing Unit,1988.

- [12] 章为川,程冬,朱磊.基于各向异性高斯核的多尺度角点检测[J].
电子测量与仪器学报,2012,26(1) :37-42.
- [13] 王葳,唐一平,任娟莉.一种改进的 Harris 角点提取算法[J].光学
精密工程,2008,16(10) : 1995-2001.
- [14] Arya S,Mount D M,Netanyahu N S,et al.An optimal algorithm for
approximate nearest neighbor searching[C] .//Proceedings of the
fifth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms.Society
for Industrial and Applied Mathematics, 1994: 573-582.
- [15] Fischler M A,BollesRC.Random sample consensus: a paradigm
for model fitting with applications to image analysis and automated
cartography[J].Communications of the ACM,1981,24(6):381-
395.2013,21(11) : 2960-2972.

作者简介:

马领月 (1991-), 硕士研究生, 研究方向: 视觉识别与定位。E-mail:
mlymxy5160@163.com

潘禹 (1998-), 本科, 研究方向: 自动化控制。
E-mail: 1300439667@qq.com