

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2017.1.11

一种改进的 SIFT 特征匹配算法

李秀华, 刘国锐

(长春工业大学 计算机科学与工程学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 首先采用稀疏点匹配算法提取待匹配的两幅图像的轮廓, 构建轮廓高斯金字塔, 然后逐层进行 SIFT 特征匹配。仿真实验结果表明, 该方法提高了匹配速度和准确性。

关键词: 特征匹配; 稀疏匹配; 高斯金字塔; SIFT 算法

中图分类号: TP 302 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2017)01-0058-04

An improved SIFT feature matching algorithm

LI Xiuhua, LIU Guorui

(School of Computer Science & Engineering, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

Abstract: First the sparse point matching algorithm is applied to extract the contour of two images to build outline Gaussian Pyramids, and then SIFT feature matching is used layer by layer. Simulation results indicate the method can improve both matching speed and accuracy.

Key words: feature matching; sparse matching; Gaussian Pyramid; SIFT algorithm.

0 引言

三维重建系统的完成需要特征点提取、特征匹配等图像处理过程。由于立体匹配效果关系到重建的效果, 所以, 立体匹配环节算法的改善至关重要。常用的立体匹配方法有 SIFT 特征匹配方法和基于窗口稀疏匹配方法等。

SIFT 特征匹配算法具有对平移、旋转、亮度的变化及尺度缩放保持不变性的优点, 但是 SIFT 算法在匹配过程中总会出现少量误匹配的情况, 这种情况需要改善。基于窗口的稀疏匹配算法提取的特征点具有很强的特征性, 匹配结果相对可靠。但是当这种稀疏匹配方法用于比三棱柱结构

复杂的绿色盆景植物进行匹配时, 效率变低了, 所以针对两种方法中存在的问题, 提出了改进的 SIFT 算法, 首先利用改进稀疏匹配算法提取物体的强特征点, 然后结合改进的 SIFT 算法进行特征匹配。

1 SIFT 算法介绍

SIFT 算法是由 David Lowe 研究出的一种基于尺度空间不变特征的提取算法, 也叫尺度不变特征方法^[1]。

SIFT 算法是一种在尺度空间寻找极值点的局部特征的提取算法, 实现过程中确定极值点的位置、尺度、旋转不变性等局部特征^[2]。

收稿日期: 2016-07-17

作者简介: 李秀华(1971—), 女, 汉族, 吉林长春人, 长春工业大学副教授, 博士, 主要从事图像处理与智能控制方向研究, E-mail: lixiuhua@ccut.edu.cn.

SIFT 算法的主要特点如下:

1) 信息量巨大, 独特性突出, 适合在大量特征数据库中进行搜索、快速的匹配, 在特征匹配时正确匹配的概率相当高。

2) SIFT 特征可以对旋转、平移、亮度变化、尺度缩放等因素保持稳定性, 对仿射变换、视角变化、光照变化等具有一定程度的鲁棒性, SIFT 特征是图像的局部特征。

3) 可扩展性。比较容易结合其他形式的特征向量。

4) 多量性。从为数不多的几个物体可以提取较多 SIFT 特征向量。

5) 高速性。优化过的 SIFT 匹配算法有望实现实时的要求^[8]。

SIFT 算法步骤如图 1 所示。

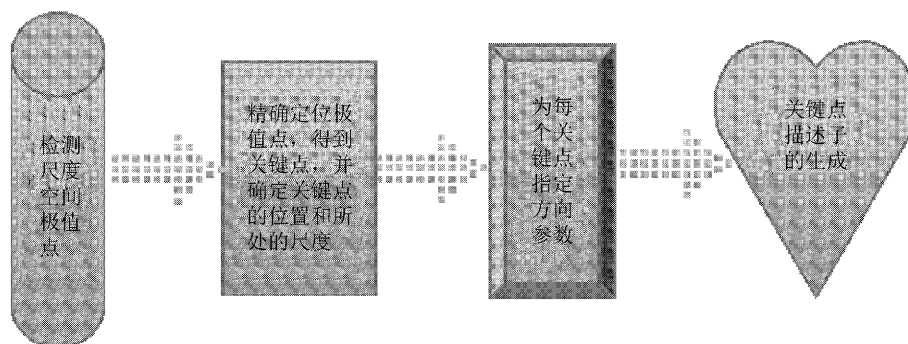


图 1 SIFT 算法步骤图

SIFT 特征匹配算法可用于场景或同一物体的有效匹配。

2 基于窗口的稀疏匹配算法

稀疏点匹配算法主要是对图像中的一些角点、轮廓点等强特征点进行匹配。之后再对这些匹配完成之后的点进行插值运算。为了得到较好的匹配结果, 需要尽可能多的、可靠的特征点, 选取的特征点为图像轮廓点, 因为图像轮廓具有很好的连续性, 即使在无法取得弱角点的地方, 也可得到轮廓点, 不损失精度的情况下可得到较多的特征点, 使匹配的可信度提高^[4]。首先在图中取一特征点, 然后运用向量夹角匹配方法计算它和图中同一行中所有特征点的 $\cos\theta$ 值, 可把取值大于 0.9 的特征点记为该点的相对匹配点。可用 $d = x_2 - x_1$ 代表两个点的横坐标的视差值, 视差的大小表示三维点离摄像机的距离远近, 呈反相关关系^[5]。

若向量 v_1 和向量 v_2 的夹角越大, 则匹配度越低; 若向量 v_1 和向量 v_2 的夹角越小, 则两个点的匹配度越高^[6]。两个向量的夹角为:

$$\cos\theta = \frac{v_1^T v_2}{\|v_1\| \|v_2\|} \quad (1)$$

式中: θ ——两个向量的夹角。

当 $\cos\theta = 1$ 时, 两向量具有最佳匹配; 反之, 若 $\cos\theta = 0$, 则两向量具有最差匹配。为了去除

一些无匹配点, 在进行匹配时, 不妨将 $\cos\theta$ 的最小值设为 0.9。当 $\cos\theta$ 小于 0.9 时, 不被判定为匹配点^[7]。

3 改进的 SIFT 算法

文中针对 SIFT 算法处理图像产生的少量误匹配进行改善优化, 首先用结合了高斯金字塔原理的稀疏匹配方法对物体图像强特征点进行提取, 然后用融进了特征匹配点 8 邻域特征方向的 SIFT 算法进行特征匹配。

在强特征点提取的过程中融合了金字塔原理。

金字塔图像的第一层的构成是由图像轮廓和不同尺度因子的高斯核进行卷积得到的不同尺度空间的一组图像轮廓。

金字塔图像的第二层的构成, 首先对得到的第一层图像以 2 倍像素距离下采样得到第二层图像, 然后用不同尺度因子的高斯核对第二层图像进行卷积, 可获得金字塔图像中第二层的图像。

金字塔图像中第三层的图像与第二层图像获取方法是一样的。依次操作, 可得到由各个层组成的图像构成的金字塔。文中算法采用金字塔的 5 层结构, 由处理过的各层高斯图像相邻层相减得出高斯差分图像。

改进的 SIFT 算法在对图像轮廓金字塔进行

匹配时融进了特征点 8 邻域特征方向的方法,对每个匹配特征点(设为原点)的 8 邻域特征方向作比较,如图 2 所示。

-1,-1	-1,0	-1,1
0,-1	原点	0,1
1,-1	1,0	1,1

图 2 特征点的 8 邻域

用最小平均误差算法取其最有效的特征方向,取如下准则函数最小值为有效特征方向。

$$J(\mathbf{W}, \mathbf{X}, \mathbf{B}) = \frac{1}{2} \|\mathbf{XW} - \mathbf{B}\|^2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (\mathbf{W}^T \mathbf{X}_i - b_i)^2 \quad (2)$$

式中: \mathbf{X}_i ——特征点到周围的 8 邻域特征方向向量;

b_i ——特征点。

在对图像进行特征提取时,将对应的参数信息及金字塔塔层信息暂存于创建的链表中,在匹配环节依次取出链表中的信息结合匹配方法进行匹配,使匹配更加有效准确,匹配时先匹配金字塔的最顶层,通过下层更丰富的特征点信息完善上层匹配结果,直到完成金字塔的第一层轮廓特征点的匹配。

4 实验结果及结论

实验中所用图片来自实验室的两个 sony 彩色 CCD 摄像机拍摄的视频帧中同一时间的两幅左右图片,拍摄的是一盆绿色植物。

用 SIFT 算法对绿色植物左右图像进行处理后的结果如图 3 所示。



图 3 SIFT 算法特征匹配图

从图 3 可以看出,存在一些误匹配点,即有一部分匹配点的匹配线与大部分线是交叉的而不是平行的。

用经过改进的 SIFT 算法进行匹配处理的结果如图 4 所示。

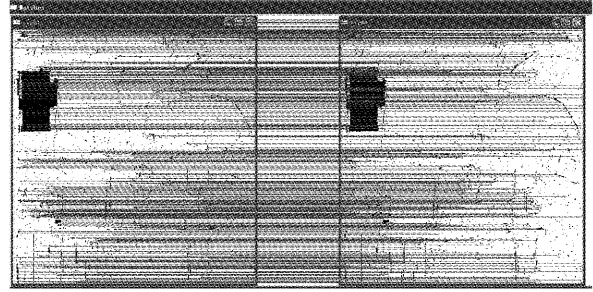


图 4 改进的 SIFT 算法特征匹配图

从图 4 中可以看出,左右两幅图像误匹配点变少了。

匹配成功的特征点在左右两幅图像上的坐标分别用 x_1, y_1, x_2, y_2 来表示,部分匹配点坐标具体值、匹配时间及成功匹配特征点总数的对比结果分别如图 5 和图 6 所示。

```

第 570 个点: x1 :381 y1:277 x2: 836 y2: 311
第 579 个点: x1 :471 y1:14 x2: 927 y2: 29
第 581 个点: x1 :291 y1:367 x2: 746 y2: 381
第 586 个点: x1 :499 y1:27 x2: 954 y2: 42
第 612 个点: x1 :179 y1:468 x2: 867 y2: 364
第 628 个点: x1 :445 y1:6 x2: 902 y2: 20
第 651 个点: x1 :434 y1:13 x2: 891 y2: 28
第 697 个点: x1 :507 y1:22 x2: 736 y2: 20
第 703 个点: x1 :197 y1:29 x2: 652 y2: 40
第 704 个点: x1 :156 y1:548 x2: 551 y2: 509
第 705 个点: x1 :86 y1:208 x2: 545 y2: 298
第 708 个点: x1 :224 y1:94 x2: 676 y2: 106
第 712 个点: x1 :209 y1:318 x2: 743 y2: 331
第 723 个点: x1 :200 y1:71 x2: 733 y2: 84
第 724 个点: x1 :200 y1:71 x2: 733 y2: 84
第 735 个点: x1 :441 y1:16 x2: 896 y2: 30
第 738 个点: x1 :99 y1:169 x2: 949 y2: 77
第 745 个点: x1 :257 y1:81 x2: 711 y2: 94
第 761 个点: x1 :79 y1:35 x2: 564 y2: 424
第 784 个点: x1 :104 y1:162 x2: 563 y2: 174
第 793 个点: x1 :102 y1:165 x2: 949 y2: 77
第 802 个点: x1 :201 y1:441 x2: 693 y2: 442
第 804 个点: x1 :212 y1:357 x2: 667 y2: 365
Found 137 total matches
Press any key to continue

```

```

The matching takes 30 seconds.Found 137 total matches

```

图 5 SIFT 算法仿真实验结果

从实验结果还可得出,改进后的算法把立体匹配时间 15 s 缩短为原来时间 30 s 的一半,匹配的实时性提高了,匹配成功的对数在匹配点总数中的比例变大了,匹配效率提高。

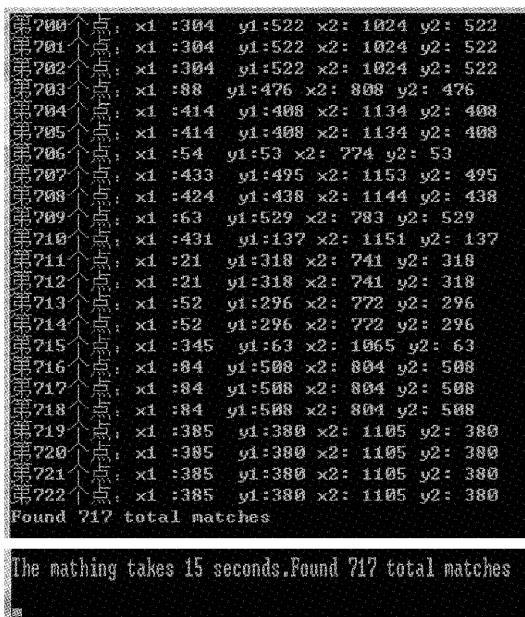


图 6 改进的 SIFT 算法仿真实验结果

选择在同一实验条件下拍摄的总共 6 对左右图像进行验证实验结果,对于改进的方法和原 SIFT 特征匹配方法,成功匹配特征点的总数量在两种方法处理的对比结果如图 7 所示。

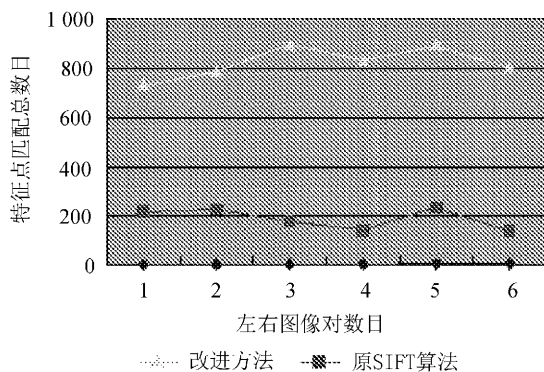


图 7 6 对左右图像特征点匹配点数目

经验证,说明实验结果具有可靠性。

5 结 语

立体匹配是三维重建等图像处理问题的前期工作,立体匹配的正确率越高,三维重建的效果越好^[8]。改进的 SIFT 算法结合了稀疏匹配算法的优点对双目图像进行特征提取和立体匹配。经过仿真实验证明,改进的 SIFT 算法不仅改善了误匹配的问题,同时提高了匹配的实时性及立体匹配效率。

参考文献:

- [1] 程德志,李言俊,余瑞星,等.基于改进 SIFT 算法的图像匹配方法[J].计算机仿真,2011(7):285-289.
- [2] 曹娟,李兴玮,林伟廷,等.SIFT 特征匹配算法改进研究系统[J].仿真学报,2010(11):2760-2763.
- [3] 赵启兵,王养柱,胡永浩.基于改进 SIFT 算法的无人机遥感影像匹配[J].电光与控制,2012(3):36-40.
- [4] 于仕琪,刘瑞祯.学习 OpenCV[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [5] 陈胜勇,刘盛.基于 OpenCV 的计算机视觉技术实现[M].北京:科学出版社,2005.
- [6] 章毓晋.图像工程[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [7] 高隼,谢昭.图像理解理论与方法[M].北京:科学出版社,2009.
- [8] 林晓梅,裴建国,牛刚,等.医学图像三维重建方法的研究与实现[J].长春工业大学学报:自然科学版,2005,26(3):225-228.