

Feature Matching of Fuzzy Multimedia Image Based on the Application of Improved SIFT

Li Ma, Jianfang Liu

Pingdingshan University, Pingdingshan Henan
Email: liu_jianfang@126.com

Received: Apr. 6th, 2018; accepted: Apr. 23rd, 2018; published: Apr. 30th, 2018

Abstract

To deal with the problem that it is difficult to collect effective matching points, a fuzzy image feature recognition method based on SIFT matching is proposed. By using SIFT algorithm, the fuzzy image is matched with the image in the established fuzzy space, the feature points of the fuzzy image are obtained, and SIFT descriptors are generated. And then the similarity of the two vectors is measured by Euclidean distance, and the nearest neighbor point and whether the feature is the best pair of the two vectors are determined, so that the fuzzy image feature recognition can be realized. Simulation results show that the proposed method has high recognition accuracy.

Keywords

SIFT, Blurred Image, Characteristic, Identify

改进SIFT算法在模糊图像特征识别中的应用

马 丽, 刘建芳

平顶山学院, 河南 平顶山
Email: liu_jianfang@126.com

收稿日期: 2018年4月6日; 录用日期: 2018年4月23日; 发布日期: 2018年4月30日

摘 要

针对处理模糊图像时很难采集到有效匹配点的问题, 提出一种基于SIFT匹配的模糊图像特征识别方法。采用SIFT算法将经预处理后的模糊图像依次与建立的模糊空间中的图像进行匹配, 获取模糊图像特征点,

生成SIFT特征描述符, 利用欧氏距离对两个向量的相似度进行度量, 确定最近邻点和该特征是否为最佳匹配对, 从而实现模糊图像特征识别。仿真实验结果表明, 所提方法具有较高的识别精度。

关键词

SIFT, 模糊图像, 特征, 识别

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在图像产生的过程中, 因为受到某些因素的干扰, 使得图像质量退化, 上述图像即为模糊图像[1] [2] [3] [4]。模糊图像被广泛应用于各种领域中, 一个典型的例子就是电子监控系统。随着城市建设的不断发展, 很多公共场所及企业均安装了电子监控[5]-[10]。然而, 当出现状况后, 监控数据的回放通常存在数据不完整, 画面不清晰的情况, 导致关键信息由于模糊而无法辨认[11] [12] [13]。因此, 对于模糊图像特征识别的研究具有重要的意义, 已经成为相关学者研究的重点课题, 受到了广泛的关注。在对模糊图像特征进行识别的过程中, 出现图像模糊成因及相关参数未知的现象, 导致传统的基于不变矩的模糊图像特征识别过程, 由于忽略了模糊相关参数的选择, 处理模糊图像时很难采集到有效的匹配点[14] [15] [16]。

本文首先分析了传统模糊图像特征识别方法的原理和弊端, 提出一种改进的模糊图像特征识别方法, 同时通过实验验证了该方法的有效性。

2. 基于不变矩的模糊图像特征识别原理及弊端分析

不变矩特征即图像中具有平移、旋转及比例不变性的数学特征。不变矩方法主要通过采集模糊图像中具有平移、旋转及比例不变性的数学特征实现模糊图像特征的识别。

由于模糊图像特征针对平移、旋转及比例变换均具有不变性, 因此, 需通过普通矩与中心矩的线性组合获取。

通过归一化的二阶和三阶中心矩组合获取七个对平移、旋转及尺度变换不变的矩。该矩针对平移、旋转和大小比例变化均为不变的。

基于不变矩的模糊图像特征识别方法, 忽略了模糊相关参数的选择, 处理模糊图像时很难采集到有效的匹配点, 不能适应模糊图像的实时变化及不确定性, 无法有效实现模糊图像特征识别。

3. 基于 SIFT 匹配的模糊图像特征识别方法

3.1. 模糊图像预处理

通常情况下, 受外界环境的干扰, 模糊图像会存在明显的噪声干扰, 需对其进行平滑处理。在对模糊图像进行预处理的过程中, 本文设定一个方差阈值, 如果待识别图像的方差超过该阈值, 则对其进行平滑预处理, 否则, 无需对其进行预处理。

用 $u(x, y, t)$ 描述原始模糊灰度图像, 引入时间变量 t , 对下述偏微分方差进行计算, 获取一组逐渐平滑模糊图像 $u(x, y, t)$:

$$\begin{cases} \frac{\partial u(x, y, t)}{\partial t} = \text{div}(c(|\nabla u|)\nabla u) \\ u_0(x, y, 0) = u_0(x, y) \end{cases} \quad (1)$$

式中, ∇u 用于描述模糊图像梯度模; 扩散系数 $c(\nabla u)$ 为关于 ∇u 的非负函数, 同时有 $\lim_{x \rightarrow \infty} c(x) = 0$, 其又被称作边界处停止函数, 主要负责调控扩散速度, 保持边界。理想情况下, 扩散系数需使各向异性扩散在灰度变化平缓的范围内快速完成, 在灰度波动较大的位置, 也就是模糊图像特征处, 低速扩散甚至不扩散。本文给出两个扩散系数:

$$c(x) = \exp\left(-\left(\frac{x}{k}\right)^2\right) \quad (2)$$

$$c(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{k}\right)^2} \quad (3)$$

为了对式(1)进行求解, 首先需对其进行离散化处理, 则有:

$$u_s^{t+1} = u_s^t + \frac{\lambda}{|n_s|} \sum_{p \in n_s} c(\nabla u_{s,p}) \nabla u_{s,p} \quad (4)$$

式中, $\nabla u_{s,p} = u_p - u_s^t$; t 用于描述迭代次数; λ 用于描述分布系数权值, $\lambda > 0$; $|n_s|$ 用于描述相邻点的数量; 依据 $C(x)$ 性质分析式(4)可以看出: 如果像素 s 在灰度变换范围内, $\nabla u_{s,p}$ 一定趋近于 0, 则 $c(\nabla u_{s,p})$ 趋近于最大值 1, 扩散较快, 从而使 u_s^{t+1} 向其邻域像素 u_p 的灰度值靠近, 也就是对 s 进行了一次平滑处理; 如果 s 与 p 之间有模糊图像边缘, 则梯度 $\nabla u_{s,p}$ 值将很大, 当前 $c(\nabla u_{s,p})$ 趋近于 0, 扩散效率低, 则 u_s^{t+1} 基本不受 u_p 的影响, 保持了 s 与 p 之间的边缘。

3.2. 模糊空间的构建

若直接采用清晰图像与模糊图像进行匹配, 则最终得到的匹配效果通常达不到令人满意的效果。尽管采用上述方法对模糊图像进行预处理, 匹配效果仍旧不佳。因此, 本文引入模糊空间思想。模糊空间主要包括高斯模糊子空间、光照模糊子空间与运动模糊子空间。上述三个模糊子空间是通过同一张清晰图像依据各种模糊运算产生的, 本文以高斯模糊子空间的产生为例, 分析模糊子空间的产生过程。

高斯模糊子空间是清晰图像经高斯平滑处理后产生的。针对高斯平滑函数参数的选择无特殊要求, 能够达到图像从清晰到逐渐模糊的效果即可。本文采用模板尺寸是 7, 尺度(方差)渐渐增加的二维高斯函数对该类模糊图像进行处理:

$$I_{11} = G(x, y, \sigma_1) * I \quad (5)$$

$$I_{12} = G(x, y, \sigma_2) * I \quad (6)$$

...

$$I_{1n} = G(x, y, \sigma_n) * I \quad (7)$$

其中, I 用于描述清晰图像, I_{1n} 用于描述经一定尺度平滑后的模糊图像, $G(x, y, \sigma_n)$ 用于描述一定尺度的高斯平滑函数。通过改变高斯函数的尺度参数 σ 形成一系列的模糊图像 $I_{11}, I_{12}, \dots, I_{1n}$, 其组成了清晰图像 I 的模糊空间中的高斯模糊子空间。

光照模糊子空间与运动模糊子空间的产生过程和高斯模糊子空间相似, 只是对原清晰图像进行的模

糊运算不一样。

3.3. SIFT 特征提取和匹配

进行完上述两步之后, 本文采用 SIFT 算法将经预处理后的模糊图像依次与建立的模糊空间中的图像进行匹配, 从而实现模糊图像特征识别。SIFT 特征提取和匹配的实现主要包括三部分: SIFT 特征点检测、SIFT 特征描述符的生成及 SIFT 特征匹配。

3.3.1. SIFT 特征点检测

SIFT 特征点检测首先需塑造模糊图像的多尺度空间和高斯金字塔图像; 然后令相邻尺度的 2 个高斯图像作差, 获取高斯差分多尺度空间(Difference-of-Gaussian, DoG); 于 DoG 尺度空间中获取局部极值点, 再利用曲面拟合法对上述极值点进行进一步定位, 同时通过高斯差分图像的海森矩阵对初始特征点中边缘点和对比度较低的点进行删除, 从而获取模糊图像特征点。SIFT 特征采集的详细过程如下:

1) 检测尺度空间极值。将模糊图像的尺度空间描述成一个函数 $L(x, y, \sigma)$, 该函数可通过可变尺度高斯函数 $G(x, y, \sigma)$ 和输入模糊图像 $I(x, y)$ 卷积获取:

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) \times I(x, y) \quad (8)$$

$$\text{式中, } G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}。$$

高斯差分尺度空间 $D(x, y, \sigma)$ 可描述成存在常数乘性尺度因子 k 的相邻尺度高斯函数的差分 and 原始图像的卷积, 得到上述高斯差分模糊图像中的局部极值, 即可获取尺度空间域中的图像特征点, $D(x, y, \sigma)$ 可描述成:

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) \times I(x, y) = L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma) \quad (9)$$

2) 准确定位特征点。首先确定候选特征点处的拟合函数:

$$D(X) = D + \frac{\partial D^T}{\partial X} X + \frac{1}{2} X^T \frac{\partial^2 D}{\partial X^2} X \quad (10)$$

求导获取 $\hat{X} = -\left(\frac{\partial^2 D}{\partial X^2}\right)^{-1} \frac{\partial D}{\partial X}$ 和相应的极值 $D(\hat{X}) = D + \frac{1}{2} \frac{\partial D^T}{\partial X}$; 逐渐对 X 进行调整, 求解最优点, 删除 $|D(\hat{X})| < 0.03$ 的弱特征点, 并且得到候选特征点的准确位置、尺度。

删除边缘点时得到特征点的 Hessian 矩阵, 用 $Tr(H)$ 、 $Det(H)$ 描述其特征值的和及乘积, 用 γ 描述矩阵特征值的比, 为了检测主曲率是否低于阈值 γ , 需判断 $\frac{Tr(H)^2}{Det(H)} < \frac{(\gamma+1)^2}{\gamma}$ 是否成立, γ 通常取 6~10。

3.3.2. SIFT 特征描述符的生成

生成 SIFT 特征描述符主要是为了确定特征点的主方向, 为特征点匹配提供依据。获取主方向后, 在进行匹配的过程中, 可将模糊图像旋转至主方向, 从而使模糊图像保持旋转不变性。 (x, y) 处的梯度值及方向可分别描述成:

$$m(x, y) = \sqrt{(L(x+1, y) - L(x-1, y))^2 + (L(x, y+1) - L(x, y-1))^2} \quad (11)$$

$$\theta(x, y) = \arctan((L(x, y+1) - L(x, y-1)) / (L(x+1, y) - L(x-1, y))) \quad (12)$$

在以特征点为中心的邻域窗口中进行采用, 同时依据梯度方向直方图对邻域像素的梯度方向进行统

计, 与直方图最高峰值点相应的方向就是主方向。

以特征点为中心选择 8×8 的窗口, 再在 4×4 图像中求出 8 个方向的梯度方向直方图, 构建各梯度方向的累加值, 产生一个种子点。一个特征点可通过 4×4 , 也就是 16 个种子点进行描述, 一个种子点存在 8 个方向向量信息, 因此, 一个特征点可形成 $4 \times 4 \times 8$ 共 128 个数据, 也就是形成 128 维 SIFT 特征向量或特征描述符。

3.3.3. SIFT 特征匹配

获取特征向量后, 通过欧氏距离对两个向量的相似度进行度量, 公式描述如下:

$$d_{Clet} = |Clet_i - Clet_j| = \sqrt{\sum_k (Clet_{i,k} - Clet_{j,k})^2} \quad (13)$$

为了降低计算过程中的复杂度, 将特征点较少的模糊图像作为参考图像, 针对参考图像 A 中的某特征点 a 和待匹配模糊图像 B 中全部特征点, 求出其欧氏距离, 按照距离升序完成对模糊图像 B 中特征点的排序, 将距离较小的前 1% 点和点 a 进行进一步的 SIFT 特征匹配。

SIFT 特征匹配依据最近邻比值法, 通过 BBF(Best Bin First) 获取最近邻与次近邻, 若最近邻距离和次近邻距离之比未超过某阈值 th , 则最近邻点和该特征是最佳匹配对; 反之, 认为其为冗余点, 公式描述如下:

$$\frac{|F_a - F_b|}{|F_a - F_c|} = \frac{d_1}{d_2} < th \quad (14)$$

4. 仿真实验分析

为了验证本文提出的基于 SIFT 匹配的模糊图像特征识别方法的有效性, 需要进行相关的实验分析。实验采用的模糊图像内容相对复杂, 同时模糊图像受视角、光照强度、尺度不同等因素的干扰, 通过匹配率与误匹配率对本文方法和传统基于不变矩的模糊图像特征识别方法的性能进行评价。实验平台如下: CPU Intel P4 2.4 GHz, 内存 512 MB, Windows XP SP3, Visual C++ 6.0。

进行多次反复实验, 求出其匹配率、误匹配率和匹配时间的对比结果, 如表 1 所示。

分析表 1 可以看出, 在图像分别存在尺度变化、光照变化及旋转的条件下, 本文方法能够有效的保持高匹配精确度, 也就是高识别精度, 同时所需时间大大降低, 完全能够满足实时性较高的系统, 验证了本文方法的有效性。

图 1 描述的是采用本文方法得到的模糊图像特征匹配识别结果。

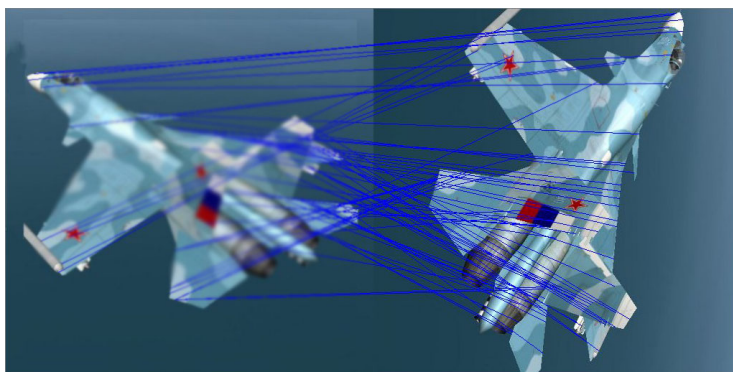


Figure 1. Method matching results in this paper

图 1. 本文方法匹配结果

Table 1. Comparison of two methods of recognition performance**表 1.** 两种方法识别性能比较

条件	本文方法			传统方法		
	匹配率/%	误匹配率/%	匹配时间/ms	匹配率/%	误匹配率/%	匹配时间/ms
尺度增加 2 倍	82.5	5.83	27.3	81.01	7.43	35.8
光照减少 40%	95.93	0.47	55.7	90.34	4.72	33.2
图像旋转 12°	54.78	4.89	28.1	60.17	6.54	36.4
三种变化综合	60.24	8.94	30.5	58.22	9.68	38.6

分析图 1 可以看出, 本文方法能够有效的对模糊图像特征进行匹配, 从而完成模糊图像特征的识别。这是因为本文方法首先对模糊图像进行预处理, 使模糊图像更加平滑, SIFT 方法将大部分局部结构相似的特征排除, 能够通过全局特征补偿因视角变换造成的局部信息的缺失, 使匹配数量增多。

5. 结论

本文提出一种基于 SIFT 匹配的模糊图像特征识别方法, 分析了传统方法的弊端, 对模糊图像进行预处理, 引入模糊空间思想, 模拟各种图像模糊成因对数据库图像集进行扩建。采用 SIFT 算法将经预处理后的模糊图像依次与建立的模糊空间中的图像进行匹配, 获取模糊图像特征点, 生成 SIFT 特征描述符, 确定特征点的主方向, 将模糊图像旋转至主方向, 使模糊图像保持旋转不变性。利用欧氏距离对两个向量的相似度进行度量, 通过判断最近邻距离和次近邻距离之比是否超过某阈值, 确定最近邻点和该特征是否为最佳匹配对, 从而实现模糊图像特征识别。仿真实验结果表明, 所提方法具有较高的识别精度。

基金项目

- 1) 河南省科技厅科技发展计划科技攻关项目(立项编号: 172102210428)
- 2) 河南省科技厅科技发展计划科技攻关项目(立项编号: 182102310040)
- 3) 平顶山学院青年科研基金项目(立项编号: PXY-QNJJ-2018005)

参考文献

- [1] 郑永斌, 黄新生, 丰松江. SIFT 和旋转不变 LBP 相结合的图像匹配算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2010, 22(2): 286-292.
- [2] 王金龙, 周志峰. 基于 SIFT 图像特征提取与 FLANN 匹配算法的研究[J]. 计算机测量与控制, 2018(2): 175-178.
- [3] 刘佳嘉, 何小海, 陈为龙. 一种结合小波变换的 SIFT 特征图像匹配算法[J]. 计算机仿真, 2011, 28(1): 257-260.
- [4] 孙健钧, 赵岩, 王世刚. 基于图像梯度信息强化的 SIFT 特征匹配算法改进[J]. 吉林大学学报(理学版), 2018(1): 82-88.
- [5] 武建明, 田铮, 刘向增, 等. 图像多尺度配准的小波域 SIFT 方法[J]. 西北工业大学学报, 2011, 29(1): 17-21.
- [6] 康晓梅, 穆柯楠, 康贤. 基于 SIFT 特征匹配的运动目标检测及跟踪方法[J]. 电子设计工程, 2018(1): 174-177.
- [7] 章宜林, 王敏. 结合小波和颜色信息的 SIFT 图像配准方法[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(S2): 136-139.
- [8] 徐亮, 魏锐. 基于 SIFT 的数字图像盲检测算法研究[J]. 电子设计工程, 2013(6): 117-120.
- [9] 魏伟波, 洪丹枫, 潘振宽, 等. 基于区域特征映射的模糊掌纹识别方法[J]. 自动化学报, 2015, 41(2): 386-395.
- [10] 谭显坤, 杨小义. 基于图像特征识别的部件缺陷无损检测方法[J]. 机床与液压, 2012, 40(12): 69-74.
- [11] 孙茜, 封皓, 曾周末. 基于图像处理的光纤预警系统模式识别[J]. 光学精密工程, 2015, 23(2): 334-341.
- [12] 高峰, 吴琴霞, 刘永革, 等. 基于语义构件的甲骨文模糊字形的识别方法[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(30):

67-70.

- [13] 涂婷, 陆济湘. 基于分块和仿射不变性的 SIFT 图像匹配算法[J]. 计算机应用研究, 2017(12).
- [14] 郑丽君, 李新伟, 卜旭辉. 基于尺度不变特征变换的快速图像拷贝检测[J]. 计算机应用, 2017(12): 3447-3451.
- [15] 马云燕, 马燕, 李顺宝, 等. 基于圆对称性的离焦模糊图像还原方法[J]. 电视技术, 2014, 38(23): 9-12.
- [16] 柳森, 赵希男. 基于三角模糊数的个体优势特征识别方法[J]. 统计与决策, 2014, (21): 22-25.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8801, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: csa@hanspub.org