

基于网格搜索的图像匹配方法的改进

陈楸, 毕磊, 段晓军

(西北工业大学自动化学院, 陕西 西安 710072)

摘要: 介绍一种结合相关系数和网格搜索的图像匹配算法, 并就其出现的图像信息丢失的问题, 提出了一种改进方法, 即在进行匹配前先对图像进行高斯模糊处理。实验证明: 改进后的方法, 提高了匹配的正确率, 满足了实际应用中的实时性要求。

关键词: 相关系数; 网格匹配; 高斯模糊

中图分类号: TH751 文献标识码: A

A modified way of image matching based on grid searching

CHEN Qiu, BI Lei, DUAN Xiao Jun

(Automation Institute, Northwestern Polytechnic University, Xi'an 710072, China)

Abstract: In this paper, we introduce an image matching method, which combines correlation coefficient algorithms and grid searching way. A modified way is proposed to deal with the problem of losing image information. Gaussian blur is used to deal with the picture before matching. The experiment shows that the improved method increases the matching veracity, meets the requirement of real-time image matching system.

Key words: correlation coefficient; grid matching; Gaussian blur

图像匹配技术在图像处理领域具有广泛的实际应用。目前用于图像匹配的方法主要有两大类: 一是基于灰度相关的匹配方法, 它直接利用图像的灰度进行匹配, 算法简单, 匹配准确率高, 但计算量大; 另一种是基于图像特征的方法, 需要先对图像提取特征, 其计算量相对较小, 对灰度变化、形变及遮挡有较好的适应性, 但是匹配精度不高。

由于受到噪声、目标运动以及成为能够像设备等多种因素的影响, 使得所匹配的两幅图存在灰度时变和几何变形, 所以研究抗噪声、抗变形以及匹配正确率高、速度快的匹配方法成为目前的一个重要课题。本文结合相关系数法和网格搜索法, 在传统的图像匹配方法基础上, 提出了改进的匹配方法。

1 相关系数法

假设2幅进行匹配的图像中实时图为 g , 大小为 $m \times n$, 基准图为 S , 大小为 $M \times N$ 。 $S_{x,y}$ 为 S 中以 (x, y) 为左上角点与 g 大小相同的子块。将实时图 g 在基准图 S 上滑动, 计算每一位置上的相关系数:

$$\rho(x, y) = \frac{\sigma(S_{x,y}, g)}{\sqrt{D_{x,y} D}} \quad (1)$$

式中, $\sigma(S_{x,y}, g)$ 是 $S_{x,y}$ 和 g 的协方差;

$D_{x,y}$ 为 $S_{x,y}$ 的方差:

$$D_{x,y} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (S_{x,y}(i, j) - \bar{S}_{x,y})^2;$$

D 为 g 的方差:

$$D = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (g(i, j) - \bar{g})^2;$$

$\bar{S}_{x,y}$ 和 \bar{g} 分别表示图像 $S_{x,y}$ 和 g 的灰度均值。

$$\bar{S}_{x,y} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{x,y}(i, j)$$

$$\bar{g} = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n g(i, j)$$

将 $D_{x,y}$ 和 D 代入式(1)得到:

$$\rho(x, y) = \frac{\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (S_{x,y}(i, j) - \bar{S}_{x,y})(g(i, j) - \bar{g})}{\sqrt{\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (S_{x,y}(i, j) - \bar{S}_{x,y})^2} \sqrt{\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (g(i, j) - \bar{g})^2}} \quad (2)$$

式(2)经过简化后得到:

$$\rho(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{x,y}(i,j)g(i,j) - mn\bar{S}_{x,y}\bar{g}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{x,y}^2(i,j) - mn\bar{S}_{x,y}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n g^2(i,j) - mn\bar{g}^2}} \quad (3)$$

相关系数满足 $|\rho(x,y)| \leq 1$, 在 $[-1,1]$ 之间, 通过比较两图在各个位置的相关系数, 得到相关值最大的点, 即最佳匹配位置。

2 网格搜索法

现有的网格搜索法是通过粗匹配和精匹配两个过程, 减少搜索位置的数目, 从而减少总的计算量的, 首先, 选择搜索步长, 对图像进行粗匹配, 确定最大相关值可能位于的区域, 假定步长为4, 可使运算量减少为原来的1/16; 然后, 把步长减为原来的一半, 中心移到粗匹配中得到的最大相关点处, 计算其十字方向上的4个点, 得到最大相关值, 即得到最后的匹配点, 此步成为精匹配。

两个过程可用图1表示。

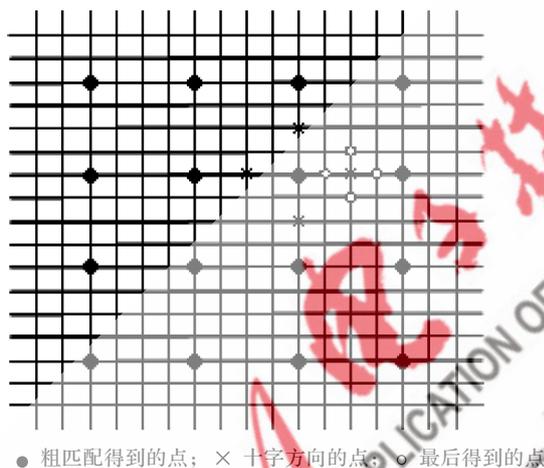


图1 网格搜索过程图

通过网格法来进行搜索, 虽然在很大程度上缩短了搜索时间, 但是因为其要通过选定步长来取点, 所以在搜索时许多细节地方的图像信息会丢失, 继而其匹配精度也随之降低。为了解决此问题, 下面提出一种方法来进行改进。

3 高斯模糊

为了减少匹配时信息的丢失, 可以先对实时图和模板图进行高斯模糊处理, 即对图像进行低通滤波。

本文只讨论二维空间, 可以定义为:

$$G(u,v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(u^2+v^2)/(2\sigma^2)}$$

其中, r 是模糊半径($r^2 = u^2 + v^2$), σ 是常态分布的标准偏差。每个像素的值都是周围相邻像素值的加权平均。

因为该文采用高斯模糊处理后的图像进行匹配, 所以相关系数公式中参数变为:

$S_{x,y}(i,j)$: 基准图低通滤波后的部分;

《信息化纵横》2009年第8期

$g(i,j)$: 实时图低通滤波后的部分;

$\bar{S}_{x,y}$: 基准图低通滤波部分在 (x,y) 处的灰度均值;

\bar{g} : 实时图低通滤波部分的灰度均值。

算法可以分为以下几步:

- (1)对实时图和模板图同时进行高斯模糊处理;
- (2)将处理后的实时图和模板图利用网格法进行匹配运算, 选择一些位置点, 组成高斯模糊后的可信点集 $\{p\}$;
- (3)在点集 $\{p\}$ 中对实时图和模板图的原始图像进行匹配运算, 利用相关系数法筛选, 找出相似度最大的点, 即为最终的精确匹配位置。

4 实验及分析

实验采用的计算机配置为P4处理器, 1 GB内存, 主频3.4 GHz。分别采用未改进的方法和加入高斯模糊后的方法对图像进行匹配(这里取模糊半径为1)。实时图为沿基准图顺时针旋30度拍摄。两种方法各计算30次, 统计每次找到最优匹配点的搜索时间(s), 并记下正确匹配次数, 最后得出正确匹配率。如图2与表1所示。



图2 改进后的方法匹配效果

表1 传统方法和加入高斯模糊方法比较

算法	最长时间	最短时间	平均时间	正确匹配	正确率
a	0.968	0.231	0.415	23	76.7%
b	0.936	0.189	0.409	28	93.3%

a: 未进行高斯模糊处理 b: 加入了高斯模糊处理

表中可以看出, 加入了在网格匹配前进行高斯模糊处理后, 其匹配时间并不会变长, 但是匹配的正确率却有了很大的改善。

通过对传统的网格匹配法进行改进, 在匹配前先对实时图和基准图进行高斯模糊处理, 提高了匹配的正确率, 满足了图像匹配的实时性的要求。

(下转第60页)



(a) 水印图像



(b) 含水印图像



(c) 含水印图像



(d) 差值图像

图2 不同版本含水印图像及其差值图像



(a) Lena



(b) Peppers



(c) F-16



(d) Sailboat



(e) Girl

图3 错误用户密钥下恢复的图像

本文提出的基于小波域的自适应可见可逆水印算法, 水印的嵌入充分利用水印图像的特征和冗余性, 约束了水印能量和容量的输入, 很好地保持了宿主图像的细节, 使水印的嵌入程度满足了对可见性的要求; 同时, 由于并不明显影响水印图像最具特征的系数嵌入, 结果图像中的水印具有良好的视觉质量。实验结果表明, 该算法在视觉质量上极大地优于以往的算法。

参考文献

- [1] IMGEUN L, JONGSIK K. Wavelet transform image coding using human visual system[J]. IEEE Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems. 1994: 619-623.
- [2] MILOSLAVSKI M, YO-SUNG H. Zerotree wavelet image coding based on the human visual system model[J]. IEEE Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems. 1998: 57-60.
- [3] BEEGAN A.P., IYER, L.R.B.. Design and evaluation of perceptual masks for wavelet image compression[J]. Digital Signal Processing Workshop, 2002 and the 2nd Signal Processing Education Workshop. 2002: 88-93.
- [4] 曹华. 图像和视频水印嵌入新方法研究[D]. 2006: 64-78.
- [5] 施化吉. 基于小波变换和HVS的图像数字水印的研究[J].

(上接第57页)

参考文献

- [1] 朱永松, 国澄明. 基于相关系数的相关匹配算法的研究[J]. 信号处理, 2003, 19(6): 531-534.
- [2] SUN Chang ming. Multi-resolution rectangular subregioning stereo matching using fast correlation and dynamic programming techniques, CMIS Report No.98/246

表2 错误密钥下图像PSNR

单位: dB

		S_1	S_2	S_3	S_4
Lena	PSNR	38.34	38.25	38.15	33.15
	本章算法	24.07			
Peppers	PSNR	38.05	37.94	37.88	38.04
	本章算法	24.11			
F-16	PSNR	37.89	37.78	37.77	37.91
	本章算法	24.07			
Sailboat	PSNR	36.85	36.82	36.70	36.83
	本章算法	24.07			
Girl	文献[2]	38.79	38.60	38.68	38.57
	本章算法	27.78			

微计算机信息, 2007,9(3): 80-82.

- [6] CUI De Long, HUANG Wen Pei. A novel removable visible watermarking algorithm based on luminance contrast sensitivity function[J]. IC-BNMT07. 2007: 150-153.
- [7] YONG Jian Hu, SAM K, JI Wu Huang. An algorithm for removable visible watermarking[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. 2006, 16(1): 129-133.

(收稿日期: 2008-12-16)

- [3] 罗中铤, 刘成明. 灰度图像匹配的快速算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2005, 17(5):966-970.
- [4] 李强, 张钺. 一种基于图像灰度的快速匹配算法. 软件学报, 2006,17(2):216-222.
- [5] 张国柱, 王程, 王润生. 基于小波变幻的多分辨率图图像匹配方法[J]. 计算机工程与应用, 2001(13): 114.

(收稿日期: 2008-12-11)