

文章编号:1004-1478(2011)03-0005-03

重建误差信息在立体匹配中的应用

夏永泉, 申涵, 董向滢

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:对重建图像的误差信息在立体匹配中的应用进行了探讨:采用 Tchebichef 离散正交矩对图像进行重建并获得重建误差图像,使用基于窗口的匹配方法计算图像视差,并对几组立体图像对进行了实验和分析.结果表明,虽然重建误差信息没有重建后的图像信息量大,但利用其进行匹配依然可以得到较好的匹配结果.

关键词:重建误差;离散正交矩;Tchebichef 多项式;视差

中图分类号:TP391.41 **文献标志码:**A

Application of image construction error information in stereo matching

XIA Yong-quan, SHEN Han, DONG Xiang-ying

(College of Comp. and Com. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

Abstract: A new stereo matching approach based on reconstruction error information was proposed. The method reconstructs images using the orthogonal property of Tchebichef discrete orthogonal moments in image coordinate space. The reconstruction error image is computed. Several stereo image pairs are used to compute the disparity images in error image space using stereo match approach based on correlation window. The result indicated that the stereo match approach based on error images is possible and valid though its matching result is not better than the result computed in image space or reconstruction image space.

Key words: reconstruction error; discrete orthogonal moments; tchebichef polynomials; disparity

0 引言

立体匹配的基本原理是从2个或多个视点观察同一景物,获取不同视角下的感知图像,通过三角测量原理计算场景某点在不同视角下感知图像中的位置偏差(即视差)来获取景物的三维信息.这一过程与人类视觉的立体感知过程是相似的.立体匹

配可分为单目、双目、三目及多目立体匹配.双目立体匹配因为其更接近人的视觉机理,所以应用得更广泛一些.当空间三维场景被投影为2幅二维图像时,同一景物在不同视角下的图像会有很大的不同,通过寻找场景某同一点在左右2幅图像中的位置偏差来获得视差,然后通过三角测量原理计算得到场景的深度信息.视差 d 与景物深度 z 之间的关

收稿日期:2011-02-22

基金项目:国家科技支撑计划项目(2006BAK01A38);河南高校青年骨干教师资助计划项目(2010GGJS-114);郑州轻工业学院博士基金项目(2007BSJJ005)

作者简介:夏永泉(1972—),男,辽宁省葫芦岛市人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为图像处理、计算机视觉、模式识别与人工智能.

系为 $d = BF/z$, 其中 B 为基线距离, F 为图像传感器的焦距, 只要知道 d , 就可以获得深度 z .

矩函数作为特征描述器在图像分析方面有着广泛的应用^[1-2]. Teague 将正交基函数引入矩理论, 并证明了这种引入正交基函数的矩集有最小信息冗余的特性. 相对于几何矩来说, 已经证明正交矩对图像的噪声更不敏感并且有更好的特征描述能力. 其中 Tchebichef 矩在具有单位权重的离散正交函数中是最简单的, 得到了广泛的应用^[3-5]. Tchebichef 正交矩本身在图像空间中是正交的, 能以最小的信息冗余来描述图像, 能对源图像进行精确的重建. 文献[5]在重建过程中利用系数特征进行了匹配工作, 得到了较好的结果. 虽然 Tchebichef 正交矩能对图像进行较精确的重建, 但在一定程度上还存在误差. 能否利用重建误差信息对图像进行匹配工作? 本文针对该问题进行探讨.

1 离散 Tchebichef 正交矩

设 $\{t_n(x)\}$ 是具有单位权重的离散正交多项式的集合, 满足正交性, 称式①为离散 Tchebichef 多项式的正交条件.

$$\sum_{x=0}^{N-1} t_m(x)t_n(x) = \rho(n,N)\delta_{mn} \quad ①$$

其中

$$\rho(n,N) = \frac{N(1-1/N^2)(1-2^2/N^2)\cdots(1-n^2/N^2)}{2n+1}$$

$$m, n = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

对任何固定的函数 $f(x,y)$, $0 \leq x, y \leq N-1$, 有如下的表达式

$$f(x,y) = \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} T_{mn} t_m(x) t_n(y) \quad ②$$

其中因子 T_{mn} 定义为

$$T_{mn} = \frac{1}{\rho(m,N)\rho(n,N)} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} t_m(x)t_n(y)f(x,y) \quad ③$$
$$m, n = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

其中, $t_m(x)$ 满足迭代公式④和初值条件⑤.

$$t_m(x) =$$

$$\frac{(2n-1)t_1(x)t_{n-1}(x) - (n-1)\left(1 - \frac{(n-1)^2}{N^2}\right)t_{n-2}(x)}{n}$$

$$n = 2, \dots, N-1; x = 0, 1, \dots, N-1 \quad ④$$

初值条件为

$$\begin{cases} t_0(x) = 1 \\ t_1(x) = (2x - n + 1)/N \end{cases} \quad ⑤$$
$$n = 0, 1, \dots, N-1$$

按照计算的矩, 通过式②可以对图像进行重建.

2 重建误差图像及费用函数

2.1 误差图像

通过式②可以重建图像, 在对经过校正的图像对进行匹配时, 按照对应极线进行匹配, 可以采用一维的方式对左右图像进行重建.

由式②③可得到其一维下的相应公式:

$$T_n = \frac{1}{\rho(n,N)} \sum_{x=0}^{N-1} t_n(x)f(x,y)$$
$$f(x,y) = \sum_{m=0}^{N-1} T_m t_m(x)$$

在对所有图像进行重建后就得到了整个重建图像, 用原图像和重建图像就可以求得误差图像. 用 $f(x,y)$ 表示图像的原信号函数, $f'(x,y)$ 表示重建后的图像, 则重建后的误差图像

$$E_r(x,y) = |f(x,y) - f'(x,y)|$$

图像重建后的平均误差

$$err = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N E_r(x,y)$$

2.2 费用函数

用 $E'_l(x,y)$ 和 $E'_r(x,y)$ 分别表示左图像和右图像的误差图像函数, 那么费用函数可以写为

$$C(x,y,d) = \sum_{k=-\xi}^{k=\xi} \sum_{l=-\eta}^{l=\eta} (E'_l(x+k+d,y+l) - E'_r(x+k,y+l))^2 \quad ⑥$$

在视差搜索范围 $d \in [-d_{max}, d_{max}]$ 内, 在参考图像第 y 行 x 处的视差结果为

$$d(x,y) = \arg \min (C(x,y,d))$$
$$d \in [-d_{max}, d_{max}]$$

3 实验结果及分析

实验将误差图像在原有的灰度级别上放大 5 倍进行显示, 并给出采用不同重建阶数的误差结果和以重建误差图像进行匹配的实验结果. 匹配过程中以右图像为基准, 采用从左到右的匹配顺序, 对 4 组图像对进行匹配实验, 按照式⑥描述的费用函数进行匹配. 采用 Tsukuba, Map, Sawtooth 和 Venus 图像对进行实验, 结果如图 1—4 所示.

图1中 a), b), c) 和 d) 分别是 Tsukuba, Map, Sawtooth 和 Venus 图像的左图像的重建图像误差, 为了方便显示, 误差图经过放大处理. 从重建误差图像来看, 图像的细节信息得到了一定程度的体现, 特别是在图像的灰度变换较大的位置. 重建误差的结果如表1所示, 该误差结果表示的是整幅图像重建前后的平均像素灰度误差. 图2中 a), b), c), d) 分别是利用图1中的重建误差图像进行匹配的结果, 从表1中的数据可以看到, 基于重建误差图像的匹配率分别为 65.2%, 76.8%, 70.7% 和 69.6%. 图像的大部分得到了正确匹配.

图3采用了重建阶数为10的重建误差图像, 与

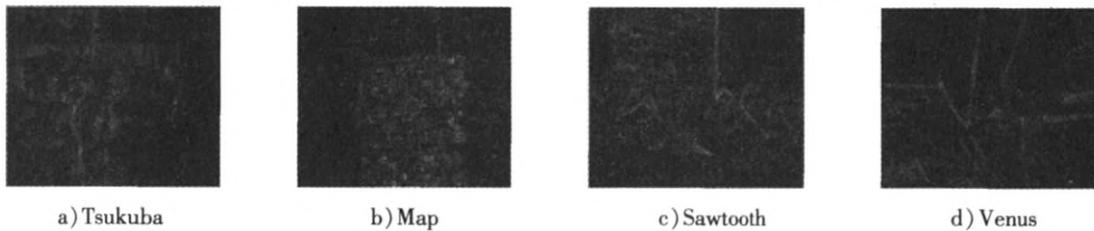


图1 重建误差图像1

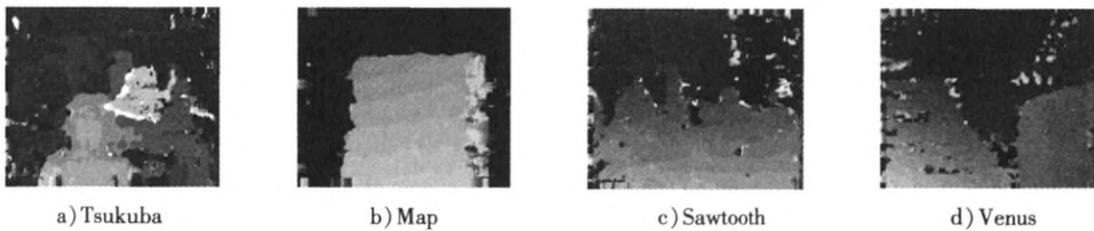


图2 匹配结果1

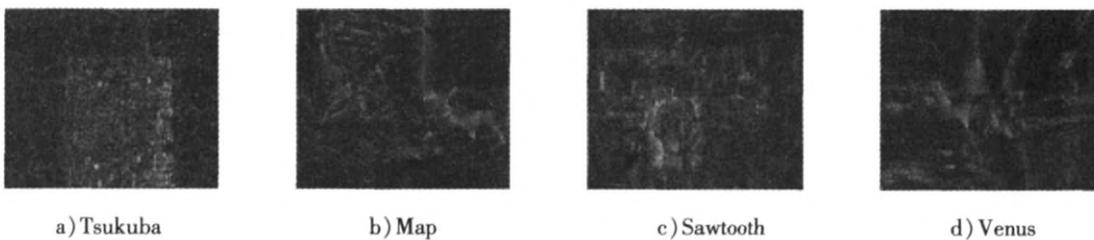


图3 重建误差图像2

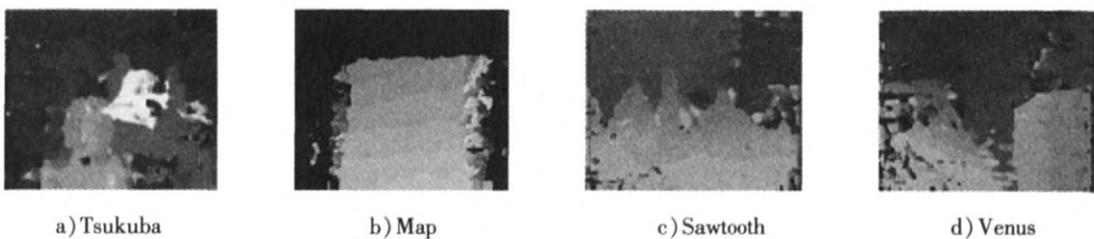


图4 匹配结果2

图1中的重建误差图像相比, 图1中的图像包含了更多的图像信息. 图4为利用图3中的误差图像结果进行匹配得到的视差图, 从表2中可以看出, 左右图像的重建误差随着重建阶数的减小而增大, 但匹配的正确率得到一定程度的提高, 分别提高了3.2%, 1.1%, 2.6% 和 3.9%. 这说明随着重建阶数的减小, 图像的重建误差图像包含越来越多的图像信息, 从而提高了图像的匹配率.

4 结论

本文应用 Tchebichef 正交矩能对图像进行比较精确的重建的原理, 利用图像重建的误差信息进行

图3显示了一个通过使用自动生成算法绘制的网络模型图形.此模型是以国家某个大型工矿企业为原型进行的研究工作,网络模型是由18个节点、31条边及相应的参数和标识组合而成.

4 结论

复杂系统网络模型图自动生成算法能够满足分布式复杂机电系统网络模型生成的需要.采用此种方法绘制图形可以产生手工图形绘制难以达到的效果:布局合理、层次清晰、界面美观、生成速度快、效率高,能够实现复杂系统故障分析的直观表示,使复杂问题变得简洁;实现了系统内在外在呈现的一致表达,动态地反映了实际分布复杂系统内部关联耦合的运动变化情况,避免了因表达困难而带来的危险性.本研究解决了分布复杂机电系统安全的一个重要的网络自动生成问题,更加丰富的表达形式和更加智能的系统图形安全控制方法还有待进一步研究,系统安全问题的最终解决,需要与更多的决策控制方法相结合才能实现.

(上接第7页)

表1 重建误差匹配数据1

图像	大小	搜索范围	重建阶数	重建误差 err		匹配率/%
				左图像	右图像	
Tsukuba	384 × 288	16	60	8.8	8.8	65.2
Map	284 × 216	30	45	16.7	15.9	76.8
Venus	434 × 383	20	50	9.2	9.3	70.7
Swtooth	434 × 380	20	50	9.6	9.5	69.6

表2 重建误差匹配数据2

图像	大小	搜索范围	重建阶数	重建误差 err		匹配率/%
				左图像	右图像	
Tsukuba	384 × 288	16	10	18.0	17.8	68.5
Map	284 × 216	30	10	24.0	23.3	77.9
Venus	434 × 383	20	10	19.1	19.2	73.3
Swtooth	434 × 380	20	10	18.7	19.2	73.5

了立体匹配工作的研究.针对不同阶的重建误差图像,得到的匹配结果也不尽相同.实验结果表明,图像重建的误差信息也可以作为一种匹配度量来进

参考文献:

- [1] Vempati Chaitanya, Campbell Matthew. A graph grammar approach to generate neural network topologies [C]//2007 Proc of the ASME Int Design Eng Tech Conf and Comp and Infor in Eng Conf, [s. l.]: ASME, 2007: 79-89.
- [2] 雷蕾,郭林,纪越峰.一种应用于不对称网络中的生成树拓扑抽象算法[J].电子与信息学报,2006,28(10):1917.
- [3] 田永青,杜国宁,李志,等.基于云理论神经网络决策树的生成算法[J].上海交通大学学报,2003,37(5):113.
- [4] 张彩庆,王婷.网络图自动生成算法研究[J].数学的实践与认识,2003,33(12):9.
- [5] 刘学军,贾亚洲,张日明.数控机床可靠性智能网络系统控制模型及自动生成研究[J].机械工程学报,2003,39(9):114.
- [6] 徐斌,钱德沛,陆月明,等.一种基于抽象点的网络拓扑自动生成算法[J].小型微型计算机系统,2001,22(4):411.

行匹配工作.

参考文献:

- [1] Flusser J. Pattern recognition by affine moment invariants [J]. Pattern Recognition, 1993, 26(1):167.
- [2] Heywood M I. Fractional central moment method for movement invariant object classification [J]. IEEE proceedings of Vision Image and Signal Processing, 1995, 142(4):213.
- [3] Mukundan R, Ong S H, Lee P A. Image analysis by Tchebichef moments [J]. IEEE Trans on Image Proc, 2001, 10(9):1357.
- [4] Mukundan R, Ong S H, Lee P A. Continuous Orthogonal Moments for Image Analysis [C]//Int Conf of Imaging Sci Syst and Tech, New Zealand: University of Canterbury Press, 2001:23-29.
- [5] 夏永泉,刘正东,杨静宇.一种基于正交矩的立体匹配方法[J].系统仿真学报,2005,17(9):2082.