

多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射方法研究

周雪燕,孔梦荣,杨 关

(中原工学院 计算机学院,河南 郑州 450007)

摘 要: 针对当前的抗干扰信息融合方法受到噪点干扰的影响较大,存在映射精度低、误差大的问题,提出基于白平衡偏差补偿和小波尺度分解的多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射方法. 首先进行多尺度纹理图像数据的特征采集,对采集的原始图像数据采用小波降噪方法进行提纯预处理,然后进行图像的白平衡偏差补偿,实现图像数据的修正和多尺度纹理信息的融合,采用小波尺度分解方法进行图像数据抗干扰信息的特征提取和分层映射,提高图像数据信息的融合深度. 最后进行仿真测试,结果表明,采用该方法进行多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射,能提高图像数据的提取精度,图像数据的信噪比和归一化相关系数较大,表明抗干扰信息映射融合的较好,鲁棒性较强.

关键词: 多尺度纹理图像数据;抗干扰;信息;映射

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2017)07—0128—04

Research on Multi Scale Texture Image Data Anti Interference Information Mapping Method

ZHOU Xue-yan, KONG Meng-rong, YANG Guan

(Department of Computer Science and Technology, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Because of the influence of interference information fusion method of current noise interference is larger, the problems of low precision, big error mapping, a white balance error compensation and wavelet scale decomposition of multiscale texture image data based on the interference information mapping method. The first characteristic of multiscale texture image data acquisition, the original image data acquisition using wavelet denoising method for purification pretreatment, white balance deviation compensation and image fusion, correction of image data and multi-scale texture information, using wavelet scale image data interference information feature extraction and hierarchical decomposition map method to improve the fusion depth image data. The simulation test results show that, using the method of information mapping anti-jamming multiscale texture image data, can improve the extraction accuracy of image data, image data of the SNR is very large and the normalized correlation coefficient, indicate that the anti interference mapping information fusion is good, strong robustness.

Key words: multiscale texture image data; anti-jamming; information

1 引言

随着图像信息处理技术的发展,对图像的成像质量和信息分析水平提出了更高的要求,通过对图像信息的处理和分析,实现对图像目标的有效识别信息特征采集,常用的图像处理技术有图像降噪、图

像增强、图像融合、图像边缘轮廓检测和图像分割等,通过以上图像处理技术进行图像的有用特征点检测和信息滤波,实现图像的特征信息识别和细节重构,达到图像特征分类和检索识别的目的^[1-3]. 在复杂的光照环境下采集的图像具有多重抗干扰信息,这类图像具有多尺度的纹理特性,需要对多尺度

纹理图像数据进行抗干扰信息映射和融合处理,采用图像数据信息融合方法进行抗干扰信息平衡和补偿,提高图像数据采集精度,避免出现偏差。研究多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射方法在提高图像成像质量和融合性能方面具有重要意义。

对多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射处理过程的本质是通过尺度变换,采用特征映射和信息重构方法进行图像数据抗干扰信息预处理,采用多尺度纹理分割和角点拟合方法把原始图像分解成多频段的图像^[4-9],提取图像数据,并对边缘部分进行分块,构建图像数据抗干扰信息的张量模型,参考全序的形态滤波算子收集图像数据的二阶张量结构信息,取得了一定的研究成果,但是也存在计算开销较大,对实时图像数据抗干扰信息映射不完整,受到噪点干扰的影响较大等问题。针对上述问题,本文提出基于白平衡偏差补偿和小波尺度分解的多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射方法。首先进行多尺度纹理图像数据的特征采集和降噪预处理,其次进行图像数据的偏差补偿,进行图像数据抗干扰信息特征提取和融合,提高图像数据抗干扰信息映射精度。最后进行仿真测试,得出有效性结论。

2 图像数据特征采集及降噪预处理

2.1 多尺度纹理图像数据特征采集

为了实现对多尺度纹理图像数据抗干扰信息的映射,首先进行图像数据的采集和特征分块模型构建,采用像素窗口二维邻域分块处理方法对多尺度纹理图像数据进行特征空间重构和拓扑分解,图像的梯度数据特征初始分块的模板值选择为 15×15 ,以图像的尺寸大小 $m \times n$ 决定多尺度纹理图像数据的拓扑网格空间结构,在统计形状模型中,图像二阶张量结构的点分布模型采用的是 3×3 模板,如图 1 所示。

图 1 中, p_1 , p_2 和 p_3 分别代表图像的像素点之间数据特征分布状态模板,采用模板匹配方法进行向量量化特征编码,得到图像二阶张量空间中图像数据输入向量值分别为: x_1 , x_2 , x_3 和 x_4 , 表示为

$$\begin{cases} x_1 = p_1 - m \\ x_2 = p_2 - m \\ x_3 = p_3 - m \\ x_4 = m \end{cases} \quad (1)$$

式中, m 为图像局部邻域数据的最大值,在图像域的 $N \times N$ 个点列参数组 $\eta = (a, u, b)$ 中, a 表示图像的纹理尺度; u 表示图像数据次啊及速度, b 表示图像

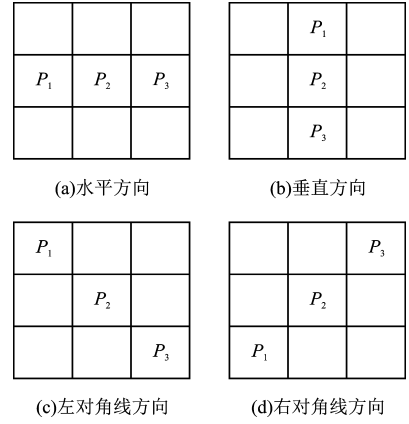


图 1 图像二阶张量结构的点分布模型

域的位置, S^{d-1} 是 d 维空间中的数据特征, x 为图像尺寸. 在包含 $N \times N$ 个点的频率域点列中对图像的 Radon 变换参数空间 E 为: $E = \{\eta = (a, u, b) : a, b \in R, a > 0, u \in S^{d-1}\}$.

设 $A = \{a_i\}_{i=1}^N$ 为多尺度纹理图像的 N 个标量所组成的数据集, 则其 P 阶抗干扰信息因子表达式如下:

$$\kappa^P(A) = \left(\sum_{i=1}^N a_i^P \right)^{-1/2} \left(\sum_{i=1}^N a_i^{P+1} \right) \left(\sum_{i=1}^N a_i^P \right)^{-1/2} \quad (2)$$

并且具有如下性质:

$$s \leq t \Rightarrow \kappa^s(A) \leq \kappa^t(A) \quad (3)$$

$$\lim_{P \rightarrow +\infty} \kappa^P(A) = \max_i a_i \quad (4)$$

$$\lim_{P \rightarrow -\infty} \kappa^P(A) = \min_i a_i \quad (5)$$

因此,考虑多尺度纹理图像 f , 对任意像素数据 (x, y) , 设其纹理沿梯度方向的新增种子点局部邻域为 $B(x, y)$, 则采集的多尺度纹理图像数据特征, 可表示为

$$\begin{aligned} \lim_{P \rightarrow +\infty} \kappa_B^P(f)(x, y) &= \max_{(s, t) \in B(x, y)} f(s, t) \\ &= \delta_B(f)(x, y) * \epsilon_B(f)(x, y) \end{aligned} \quad (6)$$

式中, δ 和 ϵ 分别表示图像数据采集系数和图像数据平均算子。

2.2 图像数据降噪处理

在进行多尺度纹理图像数据特征采集基础上, 对采集的原始图像数据采用小波降噪方法进行提纯预处理, 小波降噪的原理是: 原始图像数据经过小波变换后, 进行正变换的反运算有效恢复出原始图像数据特征, 设 $x(k)$, $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$ 为某一母小波通过 Radon 后的分解数据, 设 $\mathbf{A} = \{\mathbf{A}_i\}_{i=1}^N$ 为 N 个对称正定张量, 图像数据特征尺度分解的母小波定义如下:

$$\kappa^P(\mathbf{A}) = \left(\sum_{i=1}^N \mathbf{A}_i^P \right)^{-1/2} \left(\sum_{i=1}^N \mathbf{A}_i^{P+1} \right) \left(\sum_{i=1}^N \mathbf{A}_i^P \right)^{-1/2} \quad (7)$$

多尺度纹理图像数据的母小波 $\kappa^P(\mathbf{A})$ 具有正定性,能够与纹理特征空间下的抗干扰信息向量一一对应通过区域分割得到多尺度纹理图像数据 W 的 3 个分量,然后再进 Radon 逆变换^[10],将一幅图像数据分成素数 $N \times N$ 大小的图像数据块,结合小波变换进行图像数据的分解,实现图像数据的降噪,实现过程如图 2 所示。

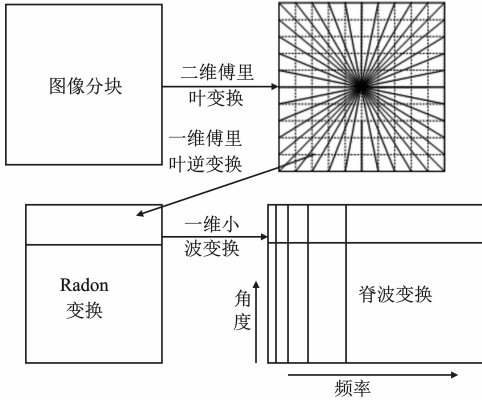


图 2 基于小波变换的多尺度纹理图像数据降噪过程

根据仿射变换关系,图像数据特征点之间的旋转平移和尺度的不变性,得到多尺度纹理图像数据分布特征点两帧间的变换关系可描述为

$$X_t = AX_{t-1} + t \quad (8)$$

式中, $X = [x_t, y_t]^T$ 是代表图像中的 x 和 y 方向的重心,利用不变矩进行进一步的变换,结合小波去噪法,实现对图像数据降噪处理,表达式为

$$A = s \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}, t = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix} \quad (9)$$

式中, s 是匹配特征点的缩放因子; θ 是多尺度纹理图像数据特征点旋转角度; t_x 和 t_y 分别是水平位移量和垂直位移量;根据上述处理,实现图像数据的降噪提纯,为进行图像数据抗干扰信息映射提供数据输入基础。

3 图像数据抗干扰信息映射方法改进

3.1 多尺度纹理图像数据信息融合

在上述进行图像数据特征采集及降噪预处理的基础上,进行多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射算法改进设计,提出基于白平衡偏差补偿和小波尺度分解的多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射方法。进行图像数据的偏差补偿,实现多尺度纹理图像数据信息融合,先对每个方向的抗干扰信息映射图像数据用

$X_{i,j}$ 来进行径线方向搜索,对 (i,j) 位置处像数据点进行 K 次 Arnold 置乱后输出奇异矩阵 U 和 V 的各列的特征矢量,矩阵 $A_{m \times n}$ 经过奇异值分解分割为三部分,得到抗干扰信息的映射序列估计值为

$$\begin{aligned} p(x,y;t) &= -\sigma \nabla u(x,y;t) \\ &= -\sigma G(x,y;t) \\ &= -\sigma [G_x(x,y;t)\mathbf{i} + G_y(x,y;t)\mathbf{j}] \end{aligned} \quad (10)$$

式中, $\mathbf{i}, \mathbf{j}$ 为单位方向矢量,对多尺度纹理图像数据抗干扰信息使用映射嵌入水印进行奇异值分解,采用偏差补偿方法,则图像数据抗干扰信息修正约束函数:

$$\begin{aligned} L(a, b_m) &= \sum_{V_m \in P^{\text{res}}} \sum_{V_n \in P^{\text{true}}} \\ Sw_{i,j} &= \frac{|V_m \cap V_n|}{|V|} \log \left(\frac{|V| |V_m \cap V_n|}{|V_m| |V_n|} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

经过三级 Radon 尺度变换,确定图像数据抗干扰信息融合位置将水印信息嵌入到子块中,设定数据抗干扰信息融合步长 a ,嵌入深度 $h = f_{\text{round}} \frac{r_{h,k,i}}{a}$ 。

设置原始图像各个径向直线方向上数据的 Radon 变换系数为 $r_{h,k,i}$,选择第 h 块实现信息更新,将矩阵 A_1' 分块,每一块的大小为 8×8 ,得到提取的图像数据抗干扰信息映射的每个小块 $A\tau_{i,j}$,得:

$$\begin{aligned} A\tau_{i,j} &= \sum_{V_m \in P^{\text{res}}} \frac{|V_m|}{|V|} \log \left(\frac{|V_m|}{|V|} \right) + \\ &\quad \sum_{V_n \in P^{\text{true}}} \frac{|V_n|}{|V|} \log \left(\frac{|V_n|}{|V|} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

基于 Radon 尺度变换把每图像块数据在 $N+1$ 个方向上进行特征分解,通过偏差补偿,得到纹理图像数据抗干扰信息特征的分布奇异值,抗干扰信息映射的幅值为 A ,在 $m \times n$ 的实矩阵中,得到抗干扰信息映射的幅值的奇异值分解结果为

$$A = USV^T = U \begin{bmatrix} \sum & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} V^T, U^* U = I, V^* V = I \quad (13)$$

式中, $\sum = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_r), \sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_r > 0$ 是进行均匀分块的多尺度纹理图像数据抗干扰信息融合特征向量,即 $A * A'$ 或者 $A' * A$ 的特征平方根,根据奇偶量化得到抗干扰信息映射在 N 个分块模板中的耦合系数:

$$Aa_{i,j} = U_{i,j} * S_{i,j} * V_{i,j}^T \quad (14)$$

对多尺度纹理图像数据的每个子数据先做 Radon 变换,然后沿像素的灰度值投影方向进行数

据抗干扰信息融合,根据奇异值矢量的唯一性,得到抗干扰信息映射的每个小块 $Aa_{i,j}$,将矩阵 $\mathbf{A}_{m \times n}$ 看做将 m 维空间特征分布矩阵,将平均算子从零阶(标量)扩展到 N 维矩阵 $\mathbf{U}_{i,j}, \mathbf{S}_{i,j}, \mathbf{V}_{i,j}$ 中,得到图像数据抗干扰信息的平均形态学算子矩阵 $\mathbf{U}w_{i,j}, \mathbf{S}w_{i,j}, \mathbf{V}w_{i,j}, \mathbf{S}_{i,j}$ 和 $\mathbf{S}w_{i,j}$ 为奇异值矩阵^[10],由此得到多尺度纹理图像数据抗干扰信息融合输出为

$$\delta_B^T(F)(x,y) = \lim_{P \rightarrow +\infty} \kappa_B^P(\mathbf{T})(x,y) = \lim_{P \rightarrow +\infty} \kappa^P(\mathbf{A}_{(x,y)}) \tag{15}$$

$$\varepsilon_B^T(F)(x,y) = \lim_{P \rightarrow -\infty} \kappa_B^P(\mathbf{T})(x,y) = \lim_{P \rightarrow -\infty} \kappa^P(\mathbf{A}_{(x,y)}) \tag{16}$$

根据多尺度图像数据的张量模型,进行图像数据的偏差补偿,实现图像数据的修正。

3.2 图像数据抗干扰信息特征提取和分层映射

采用小波尺度分解方法进行图像数据抗干扰信息特征提取和分层映射,多尺度纹理图像 $f(i,j)$ 数据在载模板区域网格 A_N^2 上的一维小波变换为

$$r_{k,l} = F_{\text{RAT}f}(k,l) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{(i,j) \in A_{k,l}} f(i,j) \tag{17}$$

式中, $A_{k,l}$ 表示多尺度图像数据的特征点,其斜率为 k ;截距为 l ,图像数据抗干扰信息的特征集合描述为 $k \in \{0,1,2,\cdots,N-1,N\}, l \in A_N$ 。

把多尺度纹理图像数据分成 $N \times N$ 大小的映射关系 $\psi: R \rightarrow R$ 满足:

$$K_\psi = \int \frac{|\psi(\hat{\omega})|^2}{|\omega|^d} d\omega < \infty \tag{18}$$

则称 ψ 是 d 维空间不同数据间的特征变换. 每图像数据的子数据经有限小波变换后在抗干扰信息补偿下进行映射,融合图像数据抗干扰信息,信息映射变换为

$$\phi_{a,\theta,b} = a^{-1/2} \psi\left(\frac{x\cos\theta + y\sin\theta - b}{a}\right) \tag{19}$$

式中, a 为图像数据抗干扰信息; θ 为图像融合算子偏移; b 表示图像抗干扰信息的位置. 采用结构张量刻画原始多尺度纹理图像数据和抗干扰信息映射之间的连续变换关系,为:

$$R_f(a,\theta,b) = \int f(x) \bar{\phi}_{a,\theta,b}(x) dx \tag{20}$$

将抗干扰信息映射加在图像数据,采用小波尺度分解方法进行图像数据抗干扰信息的特征提取和分层映射,提高图像数据抗干扰信息映射精度。

4 仿真实验分析

为了测试本文算法在实现多尺度纹理图像数据

抗干扰信息映射方面的性能,进行仿真实验,仿真建立在 MATLAB R2009a 软件平台上,,实验的硬件环境为:CPU: Intel Core i3-370,主频 2.93 GHz,内存 2 GB,根据上述仿真环境和参量设定,进行仿真实验分析,采用本文方法和传统方法,以峰值信噪比(PSNR)和归一化相关系数(NC)分别来评价图像的质量和鲁棒性,得到结果如图 3 所示。

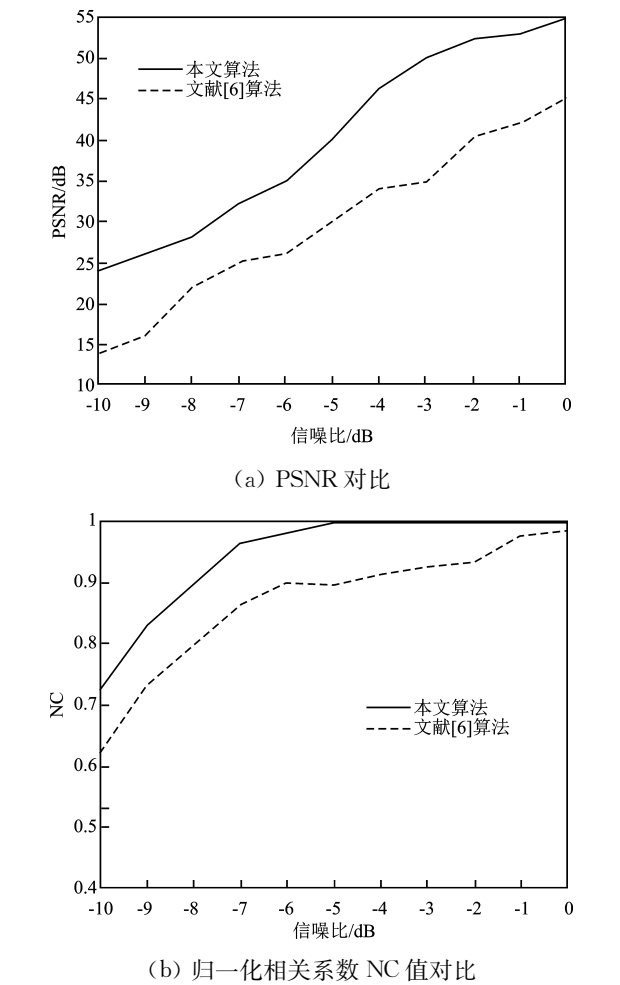


图 3 性能评价对比

分析上述对比结果可以得出:采用本文方法进行图像抗干扰信息映射融合处理,图像输出的峰值信噪比较高,归一化相关系数 NC 值较传统方法有所提升,说明本文方法输出图像的成像质量较好,鲁棒性较强。

5 结束语

为了提高多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射精度,提出基于白平衡偏差补偿和小波尺度分解的多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射方法. 首先进行多尺度纹理图像数据的特征采集,对采集的原始

模型。实验结果表明,利用所提算法去雾处理后的夜间图像视觉清晰度高,信息熵、平均梯度、边缘密度等评价指标优于 HE^[4] 及多尺度的 Retinex^[2] 算法,参数设置较 ZHANG^[7] 的算法简单。本文算法能够对夜间光照不均、光照不足、图像特征模糊等场景下的有雾图进行有效处理。下一步需改进方面:尝试去雾结果的后处理,提高去雾结果的色彩视觉效果。

参考文献:

- [1] 吴迪,朱青松. 图像去雾的最新研究进展[J]. 自动化学报, 2015, 41(2):221-239.
- [2] RAHMAN Z U, JOBSON D J, WOODDELL G A. Retinex processing for automatic image enhancement [J]. Electronic Imaging, 2004, 13(1):100-110.
- [3] TAREL J P, Hautière N. Fast visibility restoration from a single color or gray level image[J]. Proceedings, 2009, 30(2):2201-2208.
- [4] HE K., SUN J, TANG X. Single image haze removal using dark channel prior[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2011, 33(12):2341-2353.
- [5] PEI CHANG S, Lee T Y. Nighttime haze removal using color transfer pre-processing and Dark Channel Prior[C]// IEEE International Conference on Image Processing. IEEE,2012, 8556:957-960.
- [6] LI Y, TAN R T, BROWN M S. Nighttime Haze Removal with Glow and Multiple Light Colors [C]// IEEE International Conference on Computer Vision. IEEE,2015:226-234.
- [7] Zhang J, Cao Y, Wang Z. Nighttime haze removal based on a new imaging model[C]//Image Processing, 2014. IEEE,2014:4557-4561.
- [8] RAHMAN Z, JOBSON D J, Woodell G. A. Multi scale retinex for color image enhancement [C]// Proceedings of the International Conference on Image Processing. Switzerland:IEEE Press,1996:1003-1006.
- [9] TAN R T. Visibility in bad weather from a single image [C]// IEEE Conference on Computer Vision & Pattern Recognition. IEEE, 2008:1-8.
- [10] 汪荣贵,张璇. 一种新型自适应 Retinex 图像增强方法研究[J]. 电子学报,2010,38(12):2933-2936.

作者简介:

徐兴贵 男,(1985-),博士研究生,助教. 研究方向为光电信号处理、图象增强与识别.

E-mail:xu_xingguai@126.com.

杨平 男,(1981-),博士,研究员. 研究方向为高速实时信号处理.

刘永利 男,(1987-),硕士,助教. 研究方向为模式识别与图像处理.

(上接第 131 页)

图像数据采用小波降噪方法进行提纯预处理,然后采用小波尺度分解方法进行图像数据抗干扰信息的特征提取和分层映射,提高图像数据信息的融合深度.最后进行仿真测试,结果表明,采用该方法进行多尺度纹理图像数据抗干扰信息映射,能提高图像数据的提取精度,鲁棒性较强.

参考文献:

- [1] 于涛,胡炳樑,高晓惠,等. 高光谱干涉图像动态追踪补偿方法研究[J]. 光子学报,2016,45(7):0710003.
- [2] 许宁,肖新耀,尤红建,等. HCT 变换与联合稀疏模型相结合的遥感影像融合[J]. 测绘学报,2016,45(4):434-441.
- [3] 徐光宪,徐山强,郭晓娟,等. DCT 变换与 DNA 运算相结合的图像压缩加密算法[J]. 激光技术,2015,39(6):806-810.
- [4] 张鹏,张志辉. 基于分段直方图变换的图像非线性增强[J]. 光子学报,2014,43(增刊 1):0110002.
- [5] 肖淑苹. 基于改进的进化概率神经网络的纹理图像识别[J]. 电子设计工程,2016,24(16):184-186.
- [6] 涂超平,肖进胜,杜康华,等. 基于各向异性热扩散方程的多聚焦图像融合算法[J]. 电子学报,2015,43(6):1192-1199.
- [7] 丁勇,李楠. 基于高维度特征分析的非局部图像质量评价方法[J]. 电子与信息学报,2016,38(9):2365-2370.
- [8] BDI H, WILLIAMS L J. Principal component analysis [J]. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics,2010,2(4):433-459.
- [9] 杨建峰,赵涓涓,强彦,等. 结合区域生长的多尺度分水岭算法的肺分割[J]. 计算机工程与设计,2014,35(1):213-217.
- [10] 代双凤,吕科,翟锐,等. 基于 3D 区域增长法和改进的凸包算法相结合的全肺分割方法[J]. 电子与信息学报,2016,38(9):2358-2364.

作者简介:

周雪燕 女,(1978-),硕士研究生,讲师. 研究方向为图形图像处理、大数据. E-mail:hht2006@126.com.

孔梦荣 女,(1973-),硕士研究生,讲师. 研究方向为大数据、图形图像处理.

杨关 男,(1974-),博士研究生,副教授. 研究方向为图像处理、机器学习和模式识别.