

文章编号: 2095-2163(2021)11-0097-05

中图分类号: TP391

文献标志码: A

# 基于暗原色分离的浓雾透射区域噪点图像识别

王佳欣, 窦小磊

(河南工程学院 计算机学院, 郑州 451191)

**摘要:** 为了提高浓雾透射区域噪点图像成像质量, 提出基于暗原色分离的浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别技术。结合对浓雾透射区域噪点图像的边缘模板分组检测结果, 采用暗原色融合和 RGB 像素分解方法, 实现对浓雾透射区域噪点图像的信息自适应增强, 建立浓雾透射区域噪点图像的交叉融合滤波分离模型; 根据对浓雾透射区域噪点图像的背景区域的暗原色组合检测结果, 提取浓雾透射区域噪点图像的模板特征量, 采用天空区域背景信息增强算法, 实现浓雾透射区域噪点图像空间特征匹配; 根据浓雾透射区域噪点融合匹配结果, 采用交叉滤波方法实现浓雾透射区域噪点图像的信息增强和滤波处理; 根据滤波结果实现对浓雾透射区域噪点图像质量优化和高信噪比检测识别。测试结果表明, 采用该方法进行浓雾透射区域噪点图像识别的信噪比提升效果较高, 提高了浓雾成像图像的可靠性识别能力。

**关键词:** 暗原色分离; 浓雾; 透射区域; 噪点; 图像识别

## Noise image recognition in dense fog transmission area based on dark primary color separation

WANG Jiaxin, DOU Xiaolei

(School of Computer, Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 451191, China)

**[Abstract]** In order to improve the imaging quality of noise image in dense fog transmission area, a recognition technology based on dark primary color separation is proposed to improve the signal-to-noise ratio of noise image in dense fog transmission area. Combining the edge template grouping detection results of the dense fog transmission area noise image, the information self-adaptive enhancement of the dense fog transmission area noise image is realized by adopting dark primary color fusion and RGB pixel decomposition methods, a cross fusion filtering separation model of the dense fog transmission area noise image is established, and the template feature quantity of the dense fog transmission area noise image is extracted according to the dark primary color combination detection results of the background area of the dense fog transmission area noise image. The sky region background information enhancement algorithm is adopted to realize spatial feature matching of noise images in dense fog transmission region. According to the fusion matching results of noise images in dense fog transmission region, the cross filtering method is adopted to realize information enhancement and filtering processing of noise images in dense fog transmission region. According to the filtering results, noise image quality optimization and high signal-to-noise ratio detection and recognition in dense fog transmission region are realized. The test results show that this method can improve the signal-to-noise ratio of noise image recognition in dense fog transmission area, and improve the reliability recognition ability of dense fog image.

**[Key words]** Separation of dark primary colors; Heavy fog; Transmission area; Noise; Pattern recognition

## 0 引言

随着优化图像处理技术的发展, 采用先进的图像检测和识别算法, 提高在受云雾影响下的噪点图像识别能力。浓雾透射区域噪点图像成像质量具有不确定性, 容易产生噪点雾化信息, 受到成像环境和成像条件因素的影响, 导致浓雾透射区域噪点图像的成像模糊度较大, 研究浓雾透射区域噪点图像检测技术, 结合对图像分块融合结果, 实现浓雾透射区域噪点图像识别, 提高图像的信噪比, 研究相关的浓雾图像的信噪比, 提升识别方法研究受到人们的极

大关注<sup>[1]</sup>。

对浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别, 是建立在对图像的暗原色特征分析基础上。结合对图像的散射性特征分割结果, 采用优化的图像分析技术, 实现对浓雾透射区域噪点图像模糊检测和信息化融合处理, 提高浓雾透射区域噪点图像的自动化识别能力<sup>[2]</sup>。当前, 对浓雾透射区域噪点图像的去雾识别方法主要有小波投影识别方法、Harris 滤波方法以及边缘尺度检测方法等。建立浓雾透射区域噪点图像信噪比, 提升识别图像信息处理模型, 通过散射特征分解和云雾成像识别, 采用 Harris 滤波检

**基金项目:** 河南省高等学校重点科研项目(20A520010)。

**作者简介:** 王佳欣(1983-), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 计算机应用; 窦小磊(1980-), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 计算机控制与应用。

**收稿日期:** 2021-09-01

测技术<sup>[3-5]</sup>,实现对浓雾图像滤波和去噪处理。但传统方法进行浓雾图像滤波识别的输出信噪比不高,识别能力欠佳。

针对上述问题,本文提出基于暗原色分离的浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别技术。首先构建雾透射区域噪点图像滤波模型,根据滤波结果进行图像的暗原色特征分离,去除图像的噪点信息;在此基础上,进行图像特征提取和优化识别;最后进行仿真测试。测试结果展示了本文方法在提高浓雾透射区域噪点图像识别能力方面的优越性能。

## 1 浓雾透射区域噪点图像滤波分析

### 1.1 浓雾透射区域噪点图像滤波

为了实现基于暗原色分离的浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别技术,首先对浓雾透射区域噪点图像的边缘模板进行分组检测,根据边缘检测结果,通过多尺度空间匹配滤波检测<sup>[6]</sup>,实现浓雾透射区域噪点图像暗原色分离及高信噪比提升识别。结合多尺度 Harris 角点监测方法,得到浓雾透射区域噪点图像的滤波检测的模糊度函数为:

$$S_m = W_i^T [(x_{ir} - x'_{ir}) (x_{ir} - x'_{ir})]^T A_{irp} \quad (1)$$

其中,  $A_{irp}$  表示浓雾透射区域噪点图像的轮廓波束,  $x_{ir}$  表示雾化强度。

提取浓雾透射区域噪点图像的模板特征量,采用模糊度融合匹配算法,构建浓雾透射区域噪点图像空间特征匹配模型,将图像分成  $t$  块:

$$R_w = \max_{i=1, \dots, N} (G_j(x_i)) \left| \frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} \right|^2 \quad (2)$$

$$y_T = W_i^T M_T + H \quad (3)$$

其中,  $M_i$ 、 $M_T$  为经过  $W_i$  投影后得到的反映浓雾透射区域噪点图像的模糊信息。

对天空区域的去雾参数,采用天空区域有雾图像参数分析,采用非同质区域的边缘特征检测方法,得到浓雾透射区域噪点图像的暗原色分布集为:

$$C = \frac{\rho v_c d}{\mu} \cos^2 k D_i + (S_{21} + S_{12}) \quad (4)$$

其中,  $D_i$  表示非同质区域的融合度。

复原图像的边缘特征分布集,得到浓雾透射区域噪点图像内部信息的差异度模型;对透射率同质区域进行平滑处理,得到浓雾透射区域噪点图像的模糊区域信噪比,提升识别特征分解式为:

$$Y_{t_i} = 1 - \sigma_2 \frac{x_1}{N_1} - \frac{x_2}{N_2} \quad (5)$$

其中,  $\sigma_2$  表示浓雾透射区域噪点图像的融合空间参数,表示噪点信息融合度。

基于 Radon 尺度变换,得到浓雾透射区域噪点图像质量优化滤波输出为:

$$t_i = \prod_{i=1}^n t_{ii} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_k x_k^H \quad (6)$$

其中,  $x_k^H$  为非同质区域的边缘特征量。

基于联合多维分割方法,得到在 Retinex 算法学习下,浓雾透射区域噪点图像的边缘轮廓特征检测输出为:

$$K = \frac{F(y)}{A^c} = \frac{2}{[4 \cos^2 k D_i + (S_{21} + S_{12}) \sin^2 k D_i]^{1/2}} \quad (7)$$

由此,构建浓雾透射区域噪点图像的融合模型,得到导向滤波输出为:

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - t(x)) \quad (8)$$

式中,  $I(x)$  表示浓雾透射区域噪点图像各层级的特征。透射区域噪点滤波输出集为:

$$A(x) = 1 - d_2^2/d_1^2 \quad (9)$$

其中,  $d$  表示透射区域噪点的雾化强度。

根据对浓雾透射区域噪点图像的滤波结果,进行图像信噪比提升识别算法的优化设计<sup>[7]</sup>。

### 1.2 图像暗原色分离

采用暗原色融合和 RGB 像素分解方法,实现对浓雾透射区域噪点图像的信息自适应增强,建立浓雾透射区域噪点图像的交叉融合滤波分离模型,实现浓雾透射区域噪点图像空间特征匹配,结合图像的滤波检测结果,采用图像增强算法和信息融合方法<sup>[8]</sup>,得到浓雾透射区域噪点图像的边缘像素集表示为:

$$I_{ij}(x, y) = I * G + p_a e^{j(wt-k \cdot r)} \quad (10)$$

$$I_w(x, y) = r_p = \frac{\rho_2 c_2 \cos \theta_i - \rho_1 c_1 \cos \theta_i}{\rho_2 c_2 \cos \theta_i + \rho_1 c_1 \cos \theta_i} \quad (11)$$

$$S_{gij}(x, y) = \frac{2m \cos \theta_i}{m \cos \theta_i + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_i}} \quad (12)$$

采用多尺度 Retinex 算法,构建浓雾透射区域噪点图像的边缘轮廓特征检测模型<sup>[9]</sup>,通过边缘轮廓特征分解和模板匹配技术,得到浓雾透射区域噪点图像的轮廓波长系数为:

$$L = J(w, e) - \sum_{i=1}^N a [4 \cos^2 k D_i + (S_{21} + S_{12}) \sin^2 k D_i] \quad (13)$$

定义浓雾透射区域噪点图像的灰度部分为:

$$Dark(x) = p_a e^{j(wt-k \cdot r)} + \min_{c \in \{r, g, b\}} R \quad (14)$$

采用多尺度 Retinex 分解, 计算像素的观察似然概率, 得到浓雾透射区域噪点图像的信噪比提升识别模板匹配值为:

$$L = \beta F(x, y) + Z_{S1} = \frac{\rho_1 c_1}{\cos \theta_i} \quad (15)$$

其中,  $F(x, y)$  为浓雾透射区域噪点图像的边缘像素值,  $m_l$  为浓雾透射区域噪点图像的弱纹理集。

结合对浓雾透射区域噪点图像多尺度 Harris 角点分布, 得到图像提升优化的信息函数为:

$$c(x, y) = r_l = \frac{(\rho_2 c_2 \cos \theta_i - \rho_1 c_1 \cos \theta_i)^2}{(\rho_2 c_2 \cos \theta_i + \rho_1 c_1 \cos \theta_i)^2} \quad (16)$$

其中,  $r_l$  表示区域噪点图像边缘像素差。

采用前景和背景显著图融合的方法, 实现浓雾透射区域噪点图像的信噪比提升检测<sup>[10]</sup>。

## 2 浓雾透射区域噪点图像识别

### 2.1 浓雾透射区域噪点图像特征提取

为了实现基于边缘检测的浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别, 结合对浓雾透射区域噪点图像的子空间特征分布, 进行浓雾透射区域噪点图像的特征信息重组, 采用纹理稀疏性融合的方法<sup>[6]</sup>, 构建浓雾透射区域噪点图像的信息检测和参数识别模型<sup>[11]</sup>。结合对浓雾透射区域噪点图像的雾化空间分布, 得到二值图像分布函数为:

$$P(X = x | Y = y) = Z^{-1} \exp^{-U(x|y)} \quad (17)$$

其中,  $Z$  为透射区域的边界特征量,  $\exp^{-U(x|y)}$  为边缘分辨系数。结合对浓雾透射区域噪点图像的边缘模板分组检测结果, 得到浓雾透射区域噪点图像质量参数  $d(x)$ ; 浓雾透射区域噪点图像的雾化特征量为  $I(x)$ 。基于边缘检测技术, 得到浓雾透射区域噪点图像的图谱分量表达式为:

$$I(x) = A\rho x + 2\pi K \ln(1 - \frac{t}{at_0}) + \theta_0 \quad (18)$$

其中,  $A$  表示雾化强度幅值;  $\rho$  表示相似度;  $K$  表示关联特征量;  $\theta_0$  表示可见光成像的分块匹配参数, 在  $N \times N$  的局部区域中进行浓雾透射区域噪点图像的分块处理。

### 2.2 图像识别输出

采用最小滤波模板方法进行特征分解, 得到浓雾透射区域噪点图像的分块权重为:

$$J(x) = -2\pi K \ln(1 + \frac{T}{2t_0}) + A \quad (19)$$

其中,  $T$  表示图像采样的时间间隔。

根据浓雾透射区域噪点图像的纹理区域部分的

分组检测结果, 采用分块区域分割技术, 进行浓雾透射区域噪点图像的边缘尺度匹配, 得到浓雾透射区域噪点图像模糊边缘滤波的输出为:

$$x_i(t) = I(x_i, y_i) + [I_x(x_i, y_i) \quad I_y(x_i, y_i)] = \sum_{r=1}^l \sum_{p=1}^{k_1} \text{tr}(W_i^T x_{ir} - W_i^T x'_{irp})(W_i^T x_{ir} - W_i^T x'_{irp})^T A_{irp} = \sum_{r=1}^l \sum_{p=1}^{k_1} \text{tr}(W_i^T [(x_{ir} - x'_{irp})(x_{ir} - x'_{irp})^T A_{irp}] W_i) \quad (20)$$

提取多尺度的 Retinex 特征量得到浓雾透射区域噪点图像的边缘特征量表达式为:

$$S_{gjf}(x, y) = -\log(P_{jf}(x, y)) \quad (21)$$

$$S_{giv}(x, y) = -\log(P_{iv}(x, y)) \quad (22)$$

$$S_{gi}(x, y) = S_{gjf}(x, y) + S_{giv}(x, y) \quad (23)$$

其中,  $P(x, y)_{iv}$ ,  $P(x, y)_{jf}$  分别为浓雾透射区域噪点图像的景深和云雾干扰的透射率。

综上所述, 根据滤波结果实现对浓雾透射区域噪点图像质量优化和高信噪比检测识别<sup>[12]</sup>, 采用结构化的信息组合滤波, 实现图像去雾和检测, 总体实现过程如图 1 所示。

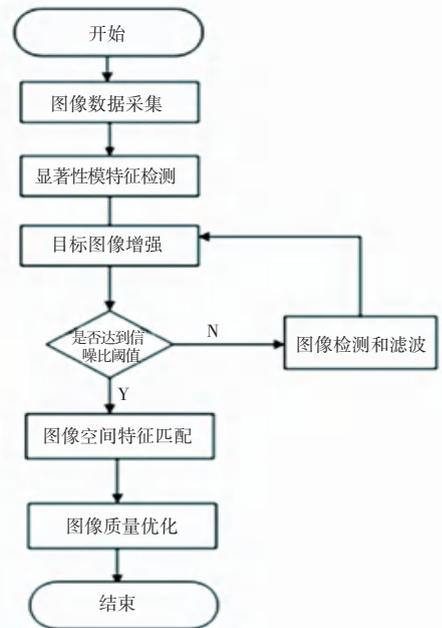


图 1 浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别实现过程

Fig. 1 Implementation structure of signal-to-noise ratio improvement recognition of noise image in dense fog transmission area

## 3 仿真测试与结果分析

实验建立在 Matlab 7.0 仿真软件基础上, 设定浓雾透射区域噪点图像采集的像素强度为  $2\ 600 \times 2\ 540$ 、浓雾透射区域噪点图像分布样本数为 4 000、

分块特征检测系数为 0.12、浓雾透射区域测度信息为 0.12。浓雾透射区域噪点图像分布的相关参数见表 1。

表 1 浓雾透射区域噪点图像分布的相关参数

Tab. 1 Relevant parameters of noise image distribution in dense fog transmission area

图像样本	像素值	雾化强度/dB	粗糙度
测试对象 1	104.516	0.203	0.415
测试对象 2	100.000	0.194	0.397
测试对象 3	105.484	0.205	0.419
测试对象 4	98.710	0.192	0.392
测试对象 5	94.194	0.183	0.374
测试对象 6	96.129	0.187	0.382
测试对象 7	97.419	0.189	0.387
测试对象 8	92.581	0.180	0.368
测试对象 9	95.161	0.185	0.378
测试对象 10	98.387	0.191	0.391
测试对象 11	92.258	0.179	0.367
测试对象 12	89.677	0.174	0.356
测试对象 13	87.742	0.170	0.349
测试对象 14	90.645	0.176	0.360

根据表 1 的参数解析结果,进行浓雾透射区域噪点图像的去雾提升处理,得到原始图像,如图 2 所示。



图 2 原始浓雾图像

Fig. 2 Original dense fog image

以图 2 的图像为研究对象,实现浓雾透射区域噪点滤波,得到滤波输出,如图 3 所示。



图 3 图像滤波输出

Fig. 3 Image filter output

根据图 3 的滤波检测结果,实现浓雾透射区域噪点图像识别提升,如图 4 所示。

分析图 4 得知,本文方法能有效实现浓雾透射

区域噪点图像的去雾处理,提高图像成像质量。以输出峰值信噪比为测试指标,得到对比结果,如图 5 所示。



图 4 图像去雾识别优化

Fig. 4 Image defogging recognition optimization

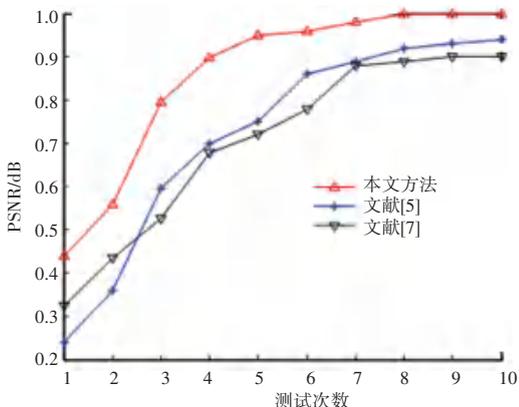


图 5 输出峰值信噪比对比测试

Fig. 5 Comparative test of output peak signal-to-noise ratio

分析图 5 得知,本文方法进行浓雾透射区域噪点图像识别的输出峰值信噪比较高。

### 4 结束语

本文研究了浓雾透射区域噪点图像检测技术,结合对图像分块融合结果,提出基于暗原色分离的浓雾透射区域噪点图像信噪比提升识别技术。采用边缘轮廓特征分解和模板匹配技术,结合对浓雾透射区域噪点图像多尺度 Harris 角点分布,通过图像的暗原色分离和信息增强,实现浓雾噪点图像的优化处理。以输出峰值信噪比测试指标。分析得知,本文方法进行图像信噪比提升识别的输出峰值信噪比较高,图像检测识别能力较好。

### 参考文献

[1] 李杏峰, 黄玉清, 任珍文, 等. 基于自适应邻域的鲁棒多视图聚类算法[J]. 计算机应用, 2021, 41(4): 1093-1099.

[2] 江巨浪, 孙伟, 王振东, 等. 基于透射率权值因子的雾天图像融合增强算法[J]. 电子与信息学报, 2018, 40(10): 2388-2394.

[3] 童强, 李太君. 复杂海面环境下船只边缘识别算法的改进[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2018, 36(3): 235-240.