

基于改进遗传算法的视觉传达图像对比度增强方法

赵 嫒^{1,2} 李宛玉^{1,2} 辛焦丽^{1,2}
ZHAO Man LI Wanyu XIN Jiaoli

摘 要

原始图像受拍摄条件、光照环境等因素影响,整体常显模糊、灰暗,缺乏层次感与立体感。传统对比度增强方法因缺乏有效保护和恢复机制,图像变换时易丢失关键特征,严重影响视觉效果,难以满足对高质量图像的需求。为此,文章提出了一种基于改进遗传算法的视觉传达图像对比度增强方法。通过图像预处理的方式对视觉传达图像进行调整,消除因拍摄条件和光照环境等因素带来的不利影响,确保图像信息的准确性和完整性。针对经过预处理调整后的图像,运用改进遗传算法进行寻优操作,将个体组成的基因对应于图像对比度增强变量,经交叉、变异等操作调整优化变量值以获取最优解,初步改善图像的对比度和整体视觉效果。利用逆变换进一步恢复图像的特征,弥补在变换过程中可能出现的信息损失,使图像在细节呈现、轮廓描绘和整体清晰度上都得到显著提升。实验结果表明,实验组灰度值为1 000,峰值评价结果均达到最高水平。处理后的图像能够更精准地描绘轮廓和边缘信息,整体清晰度大幅提升,充分满足了图像对比度增强的需求。

关键词

改进遗传算法;视觉传达;图像增强;对比度;像素

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2025.06.007

0 引言

在视觉传达领域,图像作为信息传递的重要载体,其质量直接影响到信息的准确传达与接收者的感知体验。图像对比度作为衡量图像质量的关键指标之一,对于图像的清晰度、层次感以及细节表现具有决定性影响。然而,在实际拍摄和传输过程中,由于光照条件、设备性能、环境因素等多种限制,原始图像往往呈现出对比度不足、细节模糊、层次感缺失等问题,严重制约了图像在视觉传达中的效果。为了解决这一问题,图像对比度增强技术应运而生。该技术旨在通过一系列算法和处理手段,提升图像的对比度,使图像的亮部和暗部更加分明,细节更加清晰,从而增强图像的可读性和视觉冲击力。近年来,随着计算机视觉、图像处理以及人工智能技术的快速发展,图像对比度增强方法不断创新。例如,文献[1]利用融合后的特征进行图像重构,生成增强后的水下图像。因缺乏有效保护和恢复机制,基于插值的重构算法会在插值过程中引入模糊,使得原本清晰的边缘等关键特征变得模糊不清,会影响图像的视觉效果和实际应用价值。文

献[2]对L通道的眼底图像进行数字衍射处理,将不同参数下的衍射结果作为多个照明校正图进行融合,以获得更加均匀的照明分布。该方法将不同参数下的衍射结果作为多个照明校正图进行融合时,因缺乏有效保护和恢复机制,无法有效保留各个校正图中的关键特征,这会导致模型的识别准确率会大幅下降,无法实现准确的疾病分类和诊断。鉴于此,本研究为提升视觉传达图像视觉效果,提出一种基于改进遗传算法的视觉传达图像对比度增强方法。

1 图像对比度增强方法

1.1 视觉传达图像预处理

在视觉传达图像对比度增强过程中,原始图像往往会受到模糊、噪声、光照不均等多种因素影响,这些因素会显著降低图像的清晰度和可读性。为了有效提升图像的视觉效果,首先需要识别并强化图像中的边缘信息,这是加强图像清晰度的关键。为此,本研究提出对原始图像进行预处理,以改善图像质量,为后续处理提供良好的基础^[3]。

预处理过程中,首先对视觉传达图像进行小波变换,以捕捉图像中的特征细节。通过对图像进行小波分解,能够获得不同频域下的高频分量,这些高频分量中蕴含着丰富的边缘信息。从高频分量中提取出边缘信息,并设置一个合理的阈值 k 。当高频分量的绝对值超过该阈值 k 时,即判定该点属于图像的边缘。阈值的计算公式为:

1. 郑州经贸学院大数据与人工智能学院 河南郑州 450000

2. 河南省多模态感知与智能交互技术工程研究中心

河南郑州 450000

[基金项目] 校级教学改革项目(JG2432);校级青年科研基金项目(QK2302、QK2216)

$$k = \sigma^2 \times \ln(M) \quad (1)$$

式中： σ 为图像的标准差； M 为像素数量。

然而，由于成像过程中的各种干扰，图像往往呈现出模糊状态。因此，在小波变换的基础上，还需进行去模糊化处理。这一过程利用模糊核和模糊图像 T 来估计清晰图像，但直接从小波变换的结果中恢复清晰图像存在困难，因此在频域中进行处理^[4]。设定已经通过某种方法估计出模糊核的傅里叶变换共轭，便可利用清晰图像的傅里叶变换进行恢复，这一过程可表示为：

$$F(U) = \lambda + eF(T) \quad (2)$$

式中： $F(T)$ 为模糊图像的傅里叶变换； λ 为正则化参数。

此外，户外或复杂光照条件下拍摄的图像往往存在阴影现象，进一步影响图像的清晰度和视觉效果。为此，需进行去雾处理。运用暗道研究方法，利用图像中至少一个颜色通道在^[5]特定范围内具有极低强度值的先验知识，估计图像的透射率，进而恢复出去雾后的图像。去雾后的图像结合全局大气光信息，可呈现出更加清晰、真实的视觉效果。去雾后的图像可以表示为：

$$J(x, y) = t(x, y) + I(x, y) - A \quad (3)$$

式中： t 为透射率； A 为全局大气光。

同时，为还原物体真实的颜色表现，本研究运用白平衡校正技术调整图像中红、绿、蓝三原色的强度分布。通过拉伸图像的亮度范围，不仅增强了图像的边缘信息，还使得图像中的细节更加鲜明、位置更加清晰。

通过上述图像预处理的方式，能够有效改善图像质量，提升图像的视觉效果和可读性，确保了图像信息的准确性和完整性。

1.2 改进遗传算法增强对比度

原始图像存在模糊、灰暗、缺乏层次感与立体感等问题，传统对比度增强方法又缺乏有效保护和恢复机制，易丢失关键特征^[6]。为此，本研究针对预处理后的图像，提出了一种基于改进遗传算法的对比度增强方法。该方法将图像对比度增强问题转化为参数最优化问题，旨在通过优化对比度增强参数，减少图像变换过程中关键特征的丢失，并提升图像的层次感和立体感。

首先，生成一组包含不同对比度增强参数的几何解，作为遗传算法的起始种群。设种群大小为 N ，个体的基因编码为 $x = (x_1, x_2, \dots, x_i)$ 。设定适应度函数来评价个体的优劣。对于图像对比度增强问题，使用模糊清晰度函数作为目标函数进行评价，其公式为：

$$H = \lg[s(i) + G(i) \cdot E(i)] \quad (4)$$

式中： $s(i)$ 为增强图像标准差； $G(i)$ 为模糊特征清晰度； $E(i)$ 为增强图像的最大灰度级。

根据适应度函数值，选择适应度较高的个体作为起始值，

用于后续的交叉和变异操作。对选中的起始个体进行结合操作，生成新的生产个体。操作过程可以模拟基因重组的过程，使得生产的新个体具有多样性^[7]。同时，对生产个体展开变异过程，以一定的概率转换其 DNA 值，从而引入新的 DNA 信息。变异过程可以增加种群的探索能力，避免发生提前收敛情况。为保持种群中个体在高维分布空间的分布均衡，引入针对性距离测试进行衡量，并根据测试结果对个体的位置进行调整。根据实际需求，对算法参数进行调整和优化，以获得更好的对比度增强效果，其公式为：

$$D = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum (x_i - x_j)^2} \quad (5)$$

式中： $(x_i - x_j)^2$ 为种群中个体的平方距离； N 为视觉传达图像的大小。

通过位置调整可以确保种群中的个体在寻优过程中保持一定的分布均匀性。当算法迭代至终止时，并输出目标函数极值。通过上述改进后的遗传算法，可以有效地解决图像对比度增强中早熟收敛的情况^[8]。

在视觉传达图像对比度模糊增强变换中，为提高图像的视觉效果，通过模糊处理来平滑图像中的边缘。通过对图像进行逆变换，恢复图像在变换过程中可能丢失的特征，从而增强对比度。设定原始图像 $I(x, y)$ ，对比度模糊增强逆变换 $I'(x, y)$ 可以表示为：

$$I'(x, y) = \frac{\sum f(I(x, y))}{L} \quad (6)$$

式中： L 为模糊处理函数； f 为对比度增强函数，接收模糊后的图像作为输入，并输出一个对比度增强后的图像^[9]。

通过调整像素值的分布，恢复图像在变换过程中可能丢失的特征，将提取的特征与对比度模糊增强后的图像 $I'(x, y)$ 进行匹配，并将匹配的特征融合到 $I(x, y)$ 中。这样通过还原图像的特征，增加图像的视觉感受。从而达到提升图像对比度的目的^[10]。

在后处理阶段，需要根据实际情况选择合适的去噪和锐化方法，以避免引入新的噪声或过度锐化导致图像失真^[11]。通过合理设计算法参数，可以实现更好的图像处理效果。

2 实验测试与分析

2.1 搭建实验环境

为验证基于改进遗传算法的图像对比度处理方法的有效性，设计了实验环境。实验所用的硬件设备主要包括高性能计算机和图像采集设备。高性能计算机装配了 INTEL i7 处理器，内存为 3.5 GB，以确保算法的高效运行和图像处理的实时性。图像采集设备则用于获取高质量的原始图像数据，为后续的对对比度增强处理提供可靠的输入。在软件方面，采用了 MATLAB 软件进行图像处理软件，以及图像对比度增强

算法的开发和调试。选择了 Python 作为编程语言。在实验设置中，将实验数据集分为训练集和测试集两部分。在参数配置方面，根据图像的特性和对比度增强的具体需求，对遗传算法的关键参数进行配置，具体参数配置如表 1 所示。

表 1 实验设置关键参数配置

参数名称	参数值
种群大小	50
交叉概率	0.78
变异概率	0.05
最大迭代次数	100

为全面评估所提出方法的性能，构建了一个包含多种类型图像的实验数据集。该数据集广泛覆盖了自然景观、城市风光、人物肖像以及医学图像等多个领域，旨在确保实验结果的普遍适用性和全面性。每幅图像均经过详细标注，以便于后续分析。基于上述搭建的实验环境和参数配置，开展实验研究。在接下来的实验中，将利用这一环境对所提方法进行全面的测试和分析，以评估其在实际应用中的性能和效果。

2.2 结果与分析

在本次实验中，为了量化模糊图像增强效果，选定了图像峰值信噪比作为评估指标，用以衡量图像去噪后的质量及灰度值表现。图像中的噪声越少，去噪效果越显著，对应的灰度值也就越高。基于此，实验设置了 3 个对比小组，采用本文所提方法的小组被设为实验组；采用文献 [1] 方法的小组被定义为对照 1 组；采用文献 [2] 方法的小组被定义为对照 2 组。通过对比不同图像增强方法的效果，得到的具体结果如图 1~3 所示。

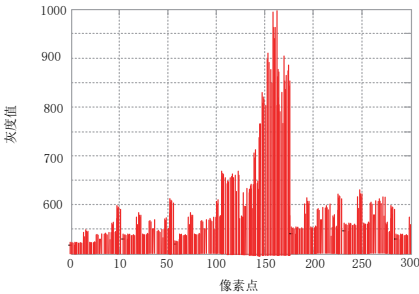


图 1 实验组图像增强效果

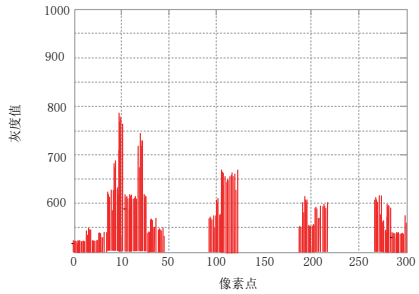


图 2 对照 1 组图像增强效果

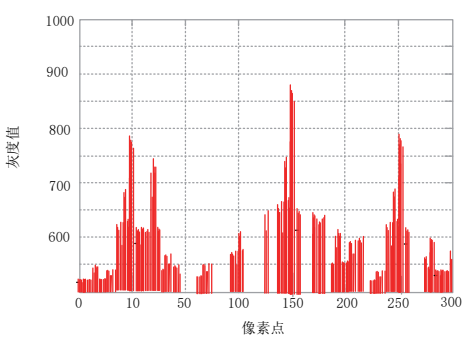


图 3 对照 2 组图像增强效果

实验结果显示，相较于常规的图像增强方法，实验组在图像峰值信噪比指标上取得了显著优势，灰度值高达 1 000，评价表现均达到了最优水平。这表明，经过本文方法增强处理的图像在有效抑制噪声的同时，显著提升了图像的清晰度。从视觉传达的角度来看，该方法成功优化了图像边缘细节，使得图像信息更加清晰、易于观察和解读。与对照组的图像增强方法相比，进一步凸显了本文方法在优化图像边缘、提升视觉传达效果方面的优越性。

为研究本文方法的实际应用效果，特选取一幅视觉传达图像，针对其处理前后的对比度增强情况进行深入研究。为此，从数据库中挑选了一幅视觉传达图像，并进行了对比度增强处理和分析，具体如图 4 所示。



图 4 处理前后对比

由图 4 中结果可知，处理后的图像在描绘图像轮廓特征和边缘信息方面更为准确，有效避免了边缘模糊的问题。经过对比度增强处理后，图像的细节得以清晰呈现，整体清晰度显著提升。这一结果充分证明了本文方法在图像对比度处理方面的卓越性能。该方法不仅实现了更为出色的视觉增强效果，还显著改善了图像的色彩与亮度表现。

综上所述，本研究提出的增强方法通过引入遗传算法的优化机制，对图像对比度增强过程中的关键参数进行了智能搜索和优化，从而实现了图像对比度的显著提升。该方法具有广泛的适用性，能够满足不同类型图像和对比度增强需求。

3 结语

本研究提出一种基于改进遗传算法的视觉传达图像对比度增强方法，通过图像预处理、改进遗传算法寻优及逆变换三步结合，显著提升图像对比度，有效解决传统方法在图像

变换时易丢失关键特征的问题。主要内容如下:

(1) 原始图像常因拍摄条件、光照环境等外部因素而模糊、灰暗且缺乏层次感。本研究先进行图像预处理,消除不利因素对图像质量的影响,提升图像在色彩、亮度和清晰度方面的表现,为后续处理提供高质量输入。

(2) 针对预处理后的图像,采用改进遗传算法进行对比度增强。该算法借助智能搜索和优化机制精确调整对比度增强变量,相比传统方法,处理效率更高,关键特征丢失更少。实验表明,实验组图像灰度值和峰值评价结果最优,证明该方法在对比度增强方面性能优越。

(3) 对比度增强后,通过逆变换恢复图像可能丢失的特征,不仅增强对比度,还保证信息完整性。逆变换使处理后图像在细节、轮廓和整体清晰度上显著提升,实验验证了其对于恢复图像特征、提升图像质量的有效性。

综上所述,基于改进遗传算法的视觉传达图像对比度增强方法能够显著加强图像的清晰度,增强作品的艺术表现力。

参考文献:

- [1] 韩晓微,张云泽,谢英红,等. 动态异构特征融合的水下图像增强算法[J]. 控制与决策,2023,38(6):1560-1568.
- [2] 张书赫,曹良才. 基于数字衍射的单幅眼底图像增强[J]. 光学精密工程,2024,32(15):2429-2438.
- [3] 胡振宇,陈琦,朱大奇. 基于颜色平衡和多尺度融合的水下图像增强[J]. 光学精密工程,2022,30(17):2133-2146.
- [4] 刘波,田广粮,肖斌,等. 利用自适应光照初始化的弱光图像增强方法[J]. 电子与信息学报,2024,46(2):643-651.

(上接第 26 页)

- [8] ZHANG Z. A flexible new technique for camera calibration[J]. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2000, 22(11): 1330-1334.
- [9] 贾星伟,殷晨晖,隋国荣. 单目摄像机线性模型可靠性分析与研究[J]. 光学仪器,2019,41(1): 60-67.
- [10] TANG Z W, GIOI R G V, MONASSE P, et al. A precision analysis of camera distortion models[J]. IEEE transactions on image processing, 2017, 26(6):2694-2704.
- [11] LOPEZ M, MARI R, GARGALLO P, et al. Deep single image camera calibration with radial distortion[C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Piscataway: IEEE, 2019: 11817-11825.
- [12] 傅思勇,吴禄慎,陈华伟,等. 综合多畸变因素的摄像机标定[J]. 仪器仪表学报,2018,39(2):248-256.
- [13] 刘杨豪,谢林柏. 基于共面点的改进摄像机标定方法研究

- [5] 郭伟,王欣哲,王江达,等. 基于卷积调制与空间协作的水下图像增强[J]. 计算机工程,2024,50(8):310-318.
- [6] 牛宏侠,张鸿铸. 基于 Lab 色彩空间的沙尘降质图像增强方法[J]. 液晶与显示,2024,39(9):1274-1284.
- [7] 陈华腾,刘磊,钱芸生,等. 基于 Retinex 里双分量改进的微光图像增强方法[J]. 应用光学,2024,45(4):819-827.
- [8] 顾文娟,丁灿,魏金,等. 基于双边滤波 MSR 与 AutoMS-RCR 融合的低光照图像增强[J]. 光学精密工程, 2023, 31(24): 3606-3617.
- [9] 游达章,陶加涛,张业鹏,等. 基于灰度变换及改进 Retinex 的低照度图像增强[J]. 红外技术,2023,45(2):161-170.
- [10] 路皓翔,刘振丙,张静,等. 结合多尺度循环卷积和多聚类空间的红外图像增强[J]. 电子学报,2022,50(2):415-425.
- [11] 邱敬,梁婵,任莉,等. 基于多尺度对比度增强和跨维度交互注意力机制的红外与可见光图像融合[J]. 红外技术, 2024, 46(7):754-764.

【作者简介】

赵媛(1993—),女,河南新乡人,硕士,助教,研究方向:计算机应用。

李宛玉(1999—),女,河南南阳人,硕士,助教,研究方向:计算机视觉及图像处理。

辛焦丽(1982—),女,河南焦作人,硕士,副教授,研究方向:智能网络。

(收稿日期:2025-01-14 修回日期:2025-06-03)

[J]. 计算机工程,2016,42(8):289-293.

- [14] 熊亚凡. 基于结构直线特征标定的立体视觉测量方法[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2021.
- [15] 李一硕. 高精度相机标定算法研究[D]. 黑龙江:黑龙江大学,2023.
- [16] 翟溢章,宿洁华,张士恒,等. 相机标定的精度影响实验分析[J]. 电子设计工程,2022,30(7): 82-86.

【作者简介】

胡兆勇(1976—),通信作者(email:zhy.hu@gdut.edu.cn),男,安徽庐江人,博士,副教授,研究方向:虚拟现实和计算机仿真。

蔡佳锋(1998—),男,福建泉州人,硕士研究生,研究方向:计算机视觉。

(收稿日期:2025-01-16 修回日期:2025-05-16)