

基于自适应图像增强的海底目标检测算法研究

贾树文 杨婷婷

三亚学院 盛宝金融科技商学院 海南 三亚 572022

摘要: 本研究旨在探索基于自适应图像增强的海底目标检测算法,通过应用最新的海底图像增强算法,提高海底目标检测的准确性和鲁棒性。基于自适应图像增强的海底目标检测算法在准确性和鲁棒性方面取得了显著的改进。通过对海底图像进行增强处理,能够提高图像的对比度和清晰度,从而更好地展现海底目标的特征。同时,基于深度学习的目标检测模型能够更精确地定位和识别海底目标,有效地减少了误检和漏检的情况。

关键词: 海底目标检测; 自适应图像增强; 鲁棒性

引言

海洋是地球上重要的资源领域之一,海底目标的准确检测和识别对于海洋资源开发、环境保护以及军事安全等领域具有重要意义。然而,由于海底环境的复杂性和图像质量的限制,海底目标的检测和识别一直是一个具有挑战性的问题。

传统的海底目标检测方法往往受到海水中的散射、吸收等因素的干扰,导致图像质量较差,目标特征难以清晰展示。因此,如何提高海底图像的质量和可视化效果,以及如何利用这些增强后的图像数据进行准确的目標检测和识别成为了当前研究的重点和挑战。

1 海底图像数据收集和预处理

1.1 海底图像数据收集

海底图像数据的收集过程,包括数据的获取方式、数据规模和特点等。

1.1.1 数据和获取方式

为了进行海底目标检测算法的研究,需要收集大量真实的海底图像数据。采用了以下几种方式获取海底图像数据:

水下摄像装置: 使用专业的水下摄像装置,如水下摄像机、潜水器载体等,通过在海洋中进行实地拍摄,获取真实的海底图像数据。这些设备能够捕捉到不同深度和不同环境条件下的海底图像,为研究提供了多样化的数据样本。

公开数据集: 除了实地采集的数据,还利用了一些公开的海底图像数据集,如NOAA(美国国家海洋和大气管理局)提供的数据集、Kaggle竞赛中的相关数据集等。

基金项目: 本文受海南省教育厅项目资助,项目编号: Hnky2023-36, 2021年三亚市高校及医疗机构专项科技计划项目: 基于视觉深度信息的室内定位关键技术研究,项目编号: 2021GXyl51

这些数据集包含了大量的海底图像,涵盖了各种海洋环境和目标类型,为研究提供了更广泛的数据基础。

1.1.2 数据规模和特点

海底图像数据的规模和特点对于算法的研究和评估至关重要。收集了约10000张海底图像作为研究数据集,其中包括实地采集的图像和公开数据集中的图像。这些海底图像数据具有以下特点:

多样性: 海底环境复杂多样,包括不同的海底地形、海洋生物、沉船遗迹等。数据集涵盖了这些不同环境和目标类型,以保证算法鲁棒性和适用性。

噪声和伪影: 由于水下环境的复杂性,海底图像往往受到噪声和伪影的干扰。在数据预处理过程中将采取相应的措施,如去噪和去除伪影,以提高图像质量和清晰度。

标注和标签: 为了进行目标检测研究,对海底图像进行了标注和标签生成。通过人工标注目标位置和类别信息,为算法训练和评估提供参考。

1.2 海底图像数据预处理

海底图像数据的预处理过程包括去噪和去除伪影、图像纠正和增强以及数据标注和标签生成等步骤。

1.2.1 去噪和去除伪影

海底图像往往存在噪声和伪影,这些干扰因素会影响目标检测算法准确性。为提高图像质量和清晰度,采用以下方法进行去噪和去除伪影处理:

基于滤波器去噪: 应用各种滤波器,如中值滤波器、高斯滤波器等,对图像进行去噪处理。这些滤波器能够减少图像中噪声,并保持目标边缘和细节信息。

伪影补偿: 在一些情况下,海底图像可能受到伪影影响,如水下光线折射引起伪影。采用图像处理算法,如背景建模和伪影补偿技术,对图像中伪影进行修复,以恢复目标真实外观。

1.2.2 图像纠正和增强

为了改善海底图像质量和可视化效果，采用以下方法对海底图像进行纠正和增强：

几何校正：由于水下环境特殊性，海底图像可能存在畸变和失真。我们将通过几何校正算法，如摄像机标定和图像配准技术，对图像进行几何校正，以消除畸变和失真。

对比度增强：为提高海底图像对比度，我们将应用直方图均衡化、对比度拉伸等图像增强技术。这些技术能够增强图像中的目标和背景的对比度，使目标更加突出。

锐化处理：海底图像往往缺乏清晰度和细节。我们将使用图像锐化算法，如拉普拉斯算子和边缘增强滤波器，对图像进行锐化处理，以增强图像的细节和边缘信息^[1]。

1.2.3 数据标注和标签生成

为了进行目标检测的训练和评估，需要为海底图像生成标注和标签信息。

目标位置标注：通过人工标注，将确定海底图像中目标位置信息。使用边界框或多边形来标记目标位置。

目标类别标签：除了位置信息，还需要为目标生成类别标签。根据实际情况，将定义多种海底目标类别，如鱼类、珊瑚、沉船等，并为每个目标赋予相应类别标签。

通过以上预处理步骤，将得到经过去噪、去除伪影、纠正和增强处理的海底图像数据，并为每个图像生成了目标的位置标注和类别标签。这为后续的目标检测算法设计和优化提供了基础数据。

2 基于自适应图像增强的海底目标检测算法

2.1 自适应算法的基本原理

自适应图像增强算法是一种根据图像内容和特性自动调整参数增强方法。它能够根据图像局部特征和全局统计信息，自适应地选择合适的增强策略和参数，以达到最佳增强效果。

自适应图像增强算法通常包括以下步骤：

2.1.1 局部对比度增强：通过增加图像对比度，突出目标和背景之间差异，提高目标可见性。常用方法有直方图均衡化、自适应直方图均衡化等。

2.1.2 细节增强：通过增强图像细节信息，提高目标边缘和纹理特征可见性。常用方法有锐化滤波、小波变换等。

2.1.3 噪声抑制：通过减少图像中噪声干扰，提高目标清晰度和可识别性。常用方法有中值滤波、小波降噪等。

自适应图像增强算法能够根据不同图像的特点和需求，自动选择合适的增强方法和参数，从而提高海底图

像的质量和可视化效果。

2.2 基于自适应图像增强的海底目标检测方法

2.2.1 图像增强预处理流程

基于自适应图像增强的海底目标检测方法包括以下预处理步骤：

1) 图像获取和采集：收集大量真实的海底图像数据，并确保图像的质量和多样性。

2) 图像预处理：对采集到的海底图像进行预处理，包括去除噪声、调整亮度和对比度等，以提高图像的质量和可视化效果。

3) 图像标注：对预处理后的海底图像进行目标标注，即确定图像中目标的位置和类别信息，作为目标检测算法的训练和评估数据。

2.2.2 目标检测模型设计和优化

基于自适应图像增强的海底目标检测方法采用基于深度学习的目标检测模型，以实现自动检测和识别。具体步骤如下：

1) 网络架构设计：选择适合海底目标检测的深度学习网络架构，如Faster R-CNN、YOLO等，以实现海底目标的精确定位和识别。

2) 数据集准备：利用增强后的海底图像数据和标注信息，构建目标检测的训练集和测试集，确保数据集的多样性和充分性。

3) 模型训练：使用训练集对目标检测模型进行训练，通过反向传播算法优化网络参数，以提高模型在海底图像上的检测性能。

4) 模型评估：使用测试集对训练好的目标检测模型进行评估，计算模型的准确率、召回率等指标，评估模型的性能和鲁棒性。

2.2.3 算法实现和参数设置

基于自适应图像增强的海底目标检测算法的实现和参数设置如下：

1) 图像增强算法实现：根据选择的自适应图像增强算法，利用预处理后的海底图像数据进行增强处理，改善图像的质量和可视化效果。

2) 目标检测算法实现：根据选择的深度学习目标检测模型，利用增强后的图像数据进行训练和优化，实现对海底目标的自动检测和识别。

3) 参数设置：根据具体的算法和模型要求，设置图像增强算法和目标检测模型的参数，如图像亮度阈值、目标检测的置信度阈值等，以获得最佳的增强效果和目标检测性能。

通过以上步骤的实施，基于自适应图像增强的海底

目标检测算法能够提高海底图像的质量和可视化效果，并实现对海底目标的自动检测和识别。

3 实验和评估

3.1 实验设计和设置

3.1.1 数据集划分和训练集选择

为了进行海底目标检测算法的实验和评估，收集了大量真实的海底图像数据。首先，从多个海洋调查和研究机构获取了海底图像数据集。然后，根据数据集的特点和目标检测任务的需求，对数据集进行了划分。

将数据集划分为三个部分：训练集、验证集和测试集。训练集用于模型的训练和参数优化，验证集用于调整模型的超参数和阈值，测试集用于评估算法的性能和泛化能力。采用了随机划分的方法，确保每个数据集都具有代表性和多样性。

在训练集的选择过程中，注重包含各种海底目标的图像样本，以保证模型能够学习到不同目标的特征和背景。同时，为了提高算法的鲁棒性，还引入了一些具有噪声、模糊和遮挡等情况的图像样本。

3.1.2 实验环境和硬件配置

为了保证实验的准确性和可重复性，使用了一台配备高性能GPU的计算机作为实验平台。为了进行算法的开发和实验，使用了Python编程语言和深度学习框架TensorFlow。同时，还使用了一些常用的图像处理和机器学习库，如OpenCV和Scikit-learn。

3.2 算法性能评估指标

3.2.1 准确性和鲁棒性评估方法

准确性是衡量算法性能的重要指标之一，它反映了算法在目标检测任务中的精确度和正确率。将使用以下指标来评估算法的准确性：

1) 精确率 (Precision)：精确率表示模型检测出的正样本中真正为正样本的比例。计算公式如下：

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

其中，TP表示真正例 (True Positive)，FP表示假正例 (False Positive)。

2) 召回率 (Recall)：召回率表示模型正确检测出的正样本占有所有正样本的比例。计算公式如下：

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

其中，TP表示真正例，FN表示假反例 (False Negative)。

3) F1值 (F1 Score)：F1值综合考虑了精确率和召回率，是一个综合评价指标。计算公式如下：

$$F1 = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}$$

鲁棒性是评估算法稳定性和泛化能力的指标。使用目标检测精度曲线评估算法的鲁棒性：

目标检测精度曲线 (Precision-Recall Curve)：该曲线绘制了不同阈值下精确率和召回率之间的关系。通过分析曲线的形状和面积，可以评估算法在不同条件下的鲁棒性。

3.2.2 与其他方法的对比实验设计

为了评估基于自适应图像增强的海底目标检测算法的性能优势，与其他现有的海底目标检测方法进行对比实验。

选择几种代表性的海底目标检测算法作为对比方法，包括传统的基于特征提取和机器学习的方法，以及基于深度学习的方法。使用相同的数据集和评估指标进行对比实验，并记录各个算法在不同指标上的表现。

3.3 实验结果和分析

3.3.1 增强图像效果评估

为了评估基于自适应图像增强的海底目标检测算法对图像质量和可视化效果的改善程度，进行了增强图像效果评估实验。

选择一些具有代表性的海底图像样本，对其进行了增强处理，并与原始图像进行对比。通过主观评价和客观评价，对增强图像的清晰度、对比度和细节保留程度等进行了评估。

3.3.2 目标检测性能对比分析

为了评估基于自适应图像增强的海底目标检测算法在准确性和鲁棒性方面的优势，与其他现有的海底目标检测方法进行了对比实验。

使用相同的数据集和评估指标，对比了各个算法在准确性和鲁棒性方面的表现。通过分析实验结果，得出基于自适应图像增强的海底目标检测算法的性能优势和改进空间。

3.3.3 实验结果讨论和结论

通过对增强图像效果评估和目标检测性能对比分析的实验结果分析，得出基于自适应图像增强的海底目标检测算法在准确性和鲁棒性方面取得了显著的改进。该算法能够提高海底图像的质量和可视化效果，从而更好地展现海底目标的特征。同时，基于深度学习的目标检测模型能够更精确地定位和识别海底目标，有效地减少了误检和漏检的情况。与其他方法相比，本算法在海底目标检测的性能上具有明显的优势。

总结

探索基于自适应图像增强的海底目标检测算法，通过应用最新的海底图像增强算法，提高海底目标检测的

准确性和鲁棒性。

首先，收集了大量真实的海底图像数据，并对其进行预处理和标注。然后，基于图像增强技术，采用自适应算法对海底图像进行增强处理，以改善图像的质量和可视化效果。接下来，设计了一种基于深度学习的目标检测模型，利用增强后的图像数据进行训练和优化，以实现海底目标的自动检测和识别。最后，对所提出的算法进行了广泛的实验和评估，并与其他现有的海底目标检测方法进行了比较。

研究表明，基于自适应图像增强的海底目标检

测算法在准确性和鲁棒性方面取得了显著的改进。通过对海底图像进行增强处理，能够提高图像的对比度和清晰度，从而更好地展现海底目标的特征。同时，基于深度学习的目标检测模型能够更精确地定位和识别海底目标，有效地减少了误检和漏检的情况。与其他方法相比，本算法在海底目标检测的性能上具有明显的优势。

参考文献

[1]李雅梅,谢秉旺.基于自适应分割和多尺度Retinex的图像增强算法[J].传感器与微系统,2023,42(10):135-138.