

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合

李四，张三四，赵五六

(XX 大学 XXXXXX 系，北京 100084)

摘要：随着红外与可见光成像技术的发展，红外与可见光图像融合技术备受关注。红外图像在夜间及恶劣天气下具有优势，可穿透干扰物实现目标识别，而可见光图像在白天具有更高分辨率和色彩信息。因此，融合两者可提高综合识别能力。引导滚动滤波是一种有效的融合方法，通过引导信息指导融合过程，保留细节同时抑制噪声。该技术在军事、安防、医学等领域有广泛应用，可以提高目标识别和监测准确性。当前研究方法包括像素级融合、特征级融合和深度学习融合，但仍存在融合不充分、计算复杂和实时性欠佳等问题。未来研究可探索更有效的融合算法，提高融合效果和实时性，以促进红外与可见光图像融合技术的应用和发展。

关键词：红外与可见光图像融合；引导滚动滤波；像素级融合；特征级融合；深度学习；目标识别；监控系统；健康诊断；

一、引言

1.1 研究背景

随着红外与可见光成像技术的不断发展，红外与可见光图像融合技术成为了研究的热点之一。红外图像具有夜间、恶劣天气条件下的优势，可以穿透烟尘、雾霾等干扰，适用于目标识别、监测和侦察等领域。而可见光图像在白天和光线充足的情况下具有更高的分辨率和色彩信息，可以提供更加细节的信息。

然而，单一的红外或可见光图像都存在着局限性，无法完全满足复杂环境下的需求。因此，将红外与可见光图像进行融合可以充分利用两者的优势，提高图像的综合识别能力和信息量。红外与可见光图像融合技术在军事侦察、安防监控、环境监测等领域具有广泛的应用前景。

在实际应用中，经常会遇到红外与可见光图像在分辨率、亮度、对比度等方面存在差异的情况，因此需要对两种图像进行预处理和融合处理，以达到最佳的效果。引导滚动滤波是一种常用的红外与可见光图像融合方法，通过滤波器的引导信息来指导融合过程，在保留图像细节的同时有效抑制噪声，提高图像质量。

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合技术的研究具有重要意义。它可以有效整合红外与可见光图像的信息，提高图像的质量和准确性，为复杂环境下的目标识别和监测提供更为可靠的支持。在未来的研究中，我们将继续探索该技术的优化方法，推动红外与可见光图像融合技术在更多领域的应用和发展。

1.2 目的和意义

本研究旨在探讨基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合技术，以提高图像质量和信息获取效率。红外与可见光图像融合技术在军事、安防、医学等领域具有重要应用价值。

在军事领域，红外与可见光图像融合可以帮助军事人员更好地识别目标，提高作战效率和精度。例如，在夜间作战中，红外图像能够发现敌方隐藏在暗处的目标，而可见光图像则能够提供更为清晰的目标表面特征，两者结合可以实现更加全面的目标识别与跟踪。

在安防领域，红外与可见光图像融合技术可以提高监控系统的准确性和覆盖范围。通过结合红外图像的热像和可见光图像的颜色信息，监控系统可以更有效地监控大范围区域，实现对异常行为的早期发现和预警。

在医学领域，红外与可见光图像融合可以帮助医生更准确地诊断疾病。例如，结合红外热像技术和可见光图像可以提供更为细致的人体血液循环和热量分布情况，有助于及早发现人体潜在的健康问题。

红外与可见光图像融合技术在各个领域都具有广阔的应用前景。通过本研究提出的基于引导滚动滤波的图像融合方法，将进一步提高图像质量，获得更多有用的信息，推动相关领域的发展和进步。这也从侧面体现了在信息化时代，提高图像质量和信息获取效率对于现代社会的重要性。

1.3 国内外研究现状

近年来，红外与可见光图像融合技术在目标检测、识别和跟踪等领域被广泛应用。国内外学者对该技术进行了深入研究，取得了一定的进展。目前，主要的研究方法包括基于像素级融合、基于特征级融合和基于深度学习的融合技术。

在像素级融合中，将红外图像和可见光图像进行简单的像素级别融合，例如简单的加权平均或者最大值、最小值融合。这种方法简单快捷，但容易丢失图像信息，导致融合效果不佳。

基于特征级融合的方法则是在特征提取的基础上进行融合，例如在深度学习中使用卷积神经网络进行特征提取，再利用融合算法将两种图像的特征融合在一起。这种方法融合

效果较好，但计算复杂度较高，训练模型耗时。

基于深度学习的融合技术也受到了广泛关注。通过深度学习网络学习高级特征，可以实现更高质量的融合效果。例如，引导滚动滤波方法就是一种基于深度学习的融合技术，可以有效地将红外与可见光图像融合，提高图像质量和增强目标识别效果。

然而，目前红外与可见光图像融合技术仍存在一些问题和不足。例如，图像细节信息融合不够充分，融合效果不够理想；融合算法计算复杂度高，实时性不强；融合质量无法保证，需要更多的优化方法来提高融合效果。

因此，对于红外与可见光图像融合技术的研究仍有很大的空间和挑战。未来的研究可以探索更有效的融合算法和模型，提高融合效果和实时性，为红外与可见光图像融合技术的应用提供更好的支持。

二、红外与可见光图像融合技术概述

2.1 红外图像特点

红外图像通常是通过红外传感器捕获的，具有弱光、低对比度、信息量大等特点。相比之下，可见光图像则是通过摄像机捕获的，具有明显的颜色和细节。红外图像常用于夜间监测、生物识别和军事侦察等领域，其在暗光环境下具有优势。

红外图像由于其特殊的采集方式，能够穿透雾霾、浓雾等恶劣环境，因此在一些特定场景下表现出色。然而，红外图像对比度较低，细节不够清晰，这就需要与可见光图像进行融合，以提高图像质量和信息获取效果。

与红外图像相比，可见光图像具有对比度高、细节清晰等特点，适用于较为明亮的环境下的拍摄。两者结合后，能够有效弥补各自的不足，提高图像的清晰度和信息量，让人们获得更全面的视觉信息。

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合技术，可以充分利用两种不同波段图像的优势，实现更加准确的融合效果。通过先对红外图像进行预处理，然后根据可见光图像的信息进行引导，最终实现两者融合的目的。

利用红外与可见光图像的融合技术，能够充分发挥两者的优势，提高图像质量和信息获取效果。这为人们在监测、侦察等领域提供了更加有力的工具，也为图像处理技术的发展带来了新的机遇与挑战。

2.2 可见光图像特点

可见光图像具有丰富的色彩、高对比度和人眼可识别等特点。相比之下，红外图像则主要反映物体发出的热辐射，其显示方式与可见光图像有很大差异。红外图像在夜间或恶

劣环境下有着独特的优势，能够突破雾霾、烟尘等干扰，有助于进行目标探测、识别和跟踪。因此，将红外与可见光图像进行融合，可以充分发挥二者的优势，提高图像的质量和分辨率。

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合是一种有效的方法。该方法利用滤波器对可见光图像进行处理，提取出图像中的细节信息和纹理特征，并将其引导到红外图像中。通过对两幅图像的特征进行融合，可以得到更加清晰、细致的图像，有利于进一步的目标检测和识别工作。

在实际应用中，基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合技术已经得到了广泛的应用。例如在军事领域中，这种技术能够帮助军事人员在夜间或复杂环境下更快更准确地发现目标，提高作战效率。在医学影像领域，红外与可见光图像融合技术也可以帮助医生更好地诊断疾病，提高医疗质量。

总的来说，基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合技术具有广阔的应用前景。随着人工智能和图像处理技术的不断发展，相信这种技术将会在更多领域得到应用，为人们的生活和工作带来更多便利和创新。

在科技发展的今天，可见光图像和红外图像的融合技术被广泛地运用于各个领域。除了军事和医疗领域，这项技术还在许多其他领域展现出巨大的潜力。例如，在环境监测领域，红外与可见光图像融合技术可以帮助人们更好地了解自然环境的变化，并提供更有效的应对措施。在城市规划中，这项技术可以帮助规划者更好地了解城市内部的情况，为城市建设提供更科学的依据。

红外与可见光图像融合技术也在交通管理中发挥着积极的作用。通过融合不同波段的图像，交通部门可以更好地监测道路交通情况，及时发现交通事故并提供紧急救援。在工业生产中，这项技术可以帮助企业更好地监测设备运行情况，提高生产效率。在地质勘探领域，红外与可见光图像融合技术可以帮助勘探人员更好地识别矿藏和地质构造，为资源开发提供更精准的指导。

可以看出，红外与可见光图像融合技术在各个领域都有着广泛的应用前景，为人们的生活和工作带来了诸多便利。随着技术的不断进步和完善，相信这项技术将在未来发展出更多的应用场景，为社会进步和科技创新注入新的活力。

2.3 图像融合方法综述

图像融合方法有很多种，常用的包括加权融合、小波变换融合、多尺度融合等。加权

融合是最简单的方法之一，通过对可见光和红外图像进行加权求和，得到融合后的图像。这种方法的优点是易于实现，但缺点是对权重的确定比较主观，容易造成信息的损失。

小波变换融合是一种基于小波变换的方法，通过将可见光和红外图像转换到小波领域进行融合，可以在不同频率上获得更好的融合效果。这种方法的优点是能够保留图像的细节信息，但缺点是计算量较大，对算法的要求也较高。

另一种常用的方法是多尺度融合，通过在不同尺度上对可见光和红外图像进行融合，可以获得更加全面的信息。这种方法的优点是能够很好地保留图像的多尺度特征，但缺点是对尺度选择比较敏感，不同的尺度选择会影响融合效果。

除了以上几种方法，还有基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合方法。这种方法通过引导滚动滤波对可见光和红外图像进行融合，可以在融合过程中考虑到图像的空间信息，得到更好的融合效果。这种方法的优点是能够很好地保留图像的细节信息和边缘信息，但缺点是计算量较大，对算法的要求也比较高。

不同的图像融合方法各有优缺点，选择合适的方法需要根据具体应用场景的需求来确定。在实际应用中，可以根据不同的需求和限制条件选择合适的融合方法，以获得最佳的图像融合效果。

三、基于引导滚动滤波的图像融合算法

3.1 引导滚动滤波原理

引导滚动滤波是一种基于低通和高通滤波器的信号处理方法，它结合了引导图像和目标图像的信息，通过引导图像的梯度信息来调整目标图像的细节。在红外与可见光图像融合中，引导滚动滤波可以有效地融合两种不同传感器获取的图像，从而提高融合质量和保留图像细节。

具体应用方面，引导滚动滤波在红外与可见光图像融合中的应用主要包括以下几个步骤：将红外图像和可见光图像分别作为目标图像和引导图像输入到引导滚动滤波器中；然后，利用引导图像的梯度信息，调整目标图像的细节，以实现两种图像的融合；通过迭代计算，逐渐收敛到最终的融合结果。通过这种方式，引导滚动滤波可以有效地融合红外与可见光图像，产生更加清晰和细节丰富的融合图像。

引导滚动滤波在红外与可见光图像融合中具有很大的优势。由于引导滚动滤波可以充分利用引导图像的信息，因此可以更好地保留图像的细节和结构，避免图像模糊和失真现象的发生。引导滚动滤波在迭代过程中能够逐渐优化融合结果，使得最终的融合图像质量更高，更符合人眼视觉感知。由于引导滚动滤波是一种自适应的滤波方法，它可以根据不

同的图像特征和要求进行调整，使得融合结果更加灵活和可控。

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合是一种有效的图像融合方法，它可以充分利用两种图像的信息，提高融合质量，同时保留图像细节，对于红外与可见光图像融合领域具有重要的应用价值。希望未来能够进一步研究和探索引导滚动滤波在图像融合中的更广泛应用，为图像处理和分析领域带来更多的创新和进展。

3.2 红外与可见光图像融合策略

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合策略是一种有效的图像融合方法，通过结合红外和可见光图像的信息，可以得到更加清晰和丰富的图像结果。具体实现步骤包括三个主要阶段：预处理、引导滚动滤波和后处理。

在预处理阶段，需要对红外和可见光图像进行去噪和增强处理，以提高图像质量。然后，在引导滚动滤波阶段，首先选择一个图像作为引导图像，用于指导另一个图像的滤波过程。引导滚动滤波的核心在于根据引导图像的局部信息来调整目标图像的像素值，以实现两幅图像的信息融合。参数设置在这一阶段非常关键，一般需要根据具体的图像特点和融合效果来进行调整，包括滤波窗口大小、滤波器系数等。

在后处理阶段，可以进一步对融合结果进行一些修正和优化，以提高图像的视觉效果和质量。例如，可以进行图像增强、边缘增强等处理，使得融合后的图像更加清晰和自然。还可以考虑一些局部细节的修正，以进一步改善图像的细节表现。

总的来说，基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合策略在图像融合领域具有较高的应用价值，能够有效地提高图像的质量和信量，为各种图像分析和处理任务提供更加可靠的数据基础。通过合理设置参数和精心设计处理流程，可以实现红外与可见光图像的优势互补，得到更加准确和全面的图像信息。

四、实验设计与数据集

4.1 实验数据获取

实验中使用的红外与可见光图像数据集是通过专业的红外相机和可见光相机获取的。红外图像数据是通过红外相机拍摄得到的，这种相机能够探测目标表面发出的红外辐射，而可见光图像数据则是通过普通的可见光相机获取的，主要采用的是 RGB 方式获取颜色信息。

红外相机具有在暗光条件下工作良好、不易受到光照强度变化的影响等优点，而可见光相机则可以获取目标的形状和颜色等信息。因此，将红外图像和可见光图像融合在一起能够获得更加全面和准确的目标信息。

数据的获取过程中，我们选择了多样化的场景，包括室内、室外、白天、夜晚等不同条件下的情况。这样可以确保我们获得的数据集具有一定的代表性和泛化性，从而更好地评估我们所提出的基于引导滚动滤波的图像融合方法的性能。

在实验过程中，我们还使用了先进的数据处理方法进行数据的预处理，包括去噪、图像配准等操作，以确保红外图像和可见光图像能够对齐并融合得更加精确和准确。

总的来说，实验数据的获取过程是精心设计和严格执行的，旨在为我们的研究提供高质量的数据支撑，以取得更好的实验结果和研究成果。

4.2 实验设计步骤

我们进行了数据预处理步骤。我们收集了红外和可见光图像数据并对其进行了校准和配准，以确保两种图像具有相同的大小和位置信息。接着，我们对数据进行了去噪处理，以消除图像中的噪声和干扰，提高图像融合的质量。

然后，我们实现了基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合算法。该算法利用引导图像对目标图像进行滤波，以保留目标图像的细节信息同时使其更加清晰。我们根据引导图像的特点和目标图像的信息，调整滤波参数，以获得最佳的融合效果。

在实验设置方面，我们将红外和可见光图像分别作为目标图像和引导图像输入到算法中，并设置了不同的滤波参数。我们通过比较不同参数设置下的融合结果，选取最优参数组合，评估算法的性能和稳定性。

我们对实验结果进行了分析和评估。通过定量指标和主观评价，我们对融合图像的质量进行了评估，并与其他融合算法进行了比较。实验结果表明，基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合算法在保留细节信息和提高图像清晰度方面具有明显优势，可以有效融合红外和可见光图像，提高图像识别和分析的准确性和可靠性。

我们设计了一套完整的实验流程，包括数据预处理、算法实现、实验设置和结果分析，以验证基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合算法的有效性和可行性。通过实验验证，我们成功实现了红外与可见光图像的高质量融合，为图像处理和分析领域提供了一种新的解决方案。

五、实验结果与分析

5.1 定性评价

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合实验中，我们对融合后的图像进行了定性评价。从视觉效果角度来看，融合后的图像在红外与可见光图像的边缘信息融合更加自然，轮廓更为清晰，整体视觉效果更加真实和准确。通过比较分析，在融合后的图像中，红外

图像所具有的热成像特征与可见光图像的颜色信息融合得更加完美，使得图像整体更加生动鲜明。

从图像质量方面分析，融合后的图像在细节表现和色彩还原方面都有所提升。在细节表现上，融合后的图像保留了红外图像的热成像特征，同时又融合了可见光图像的丰富色彩信息，使得图像细节更加丰富和清晰。而在色彩还原方面，融合后的图像在色彩平衡上进行了有效调整，使得图像整体色彩更加均衡和自然。

通过实验结果可以看出，引导滚动滤波在红外与可见光图像融合中具有较好的效果，能够有效地去除图像中的噪声和增强细节，提升图像的质量和视觉效果。在融合后的图像中，我们可以清晰地看到背景环境、目标物体以及热成像特征，这对于红外与可见光图像的融合应用具有重要的实用意义。

基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合获得了较好的实验效果。融合后的图像在视觉效果和图像质量上均有所提升，能够更好地满足各种应用领域对于红外与可见光图像融合的需求。未来，我们将进一步探索和优化融合算法，并结合更多实际应用场景，提升融合效果和适用性。

5.2 定量评价

在本文中，通过对引导滚动滤波算法在红外与可见光图像融合中的应用进行了实验研究。为了对融合效果进行定量评价，我们使用了两种常见的图像质量评价指标：峰值信噪比（PSNR）和结构相似性指标（SSIM）。

在实验过程中，我们将引导滚动滤波算法与其他传统的图像融合算法进行对比，包括锐化融合、小波变换融合等。通过对比实验结果，我们发现引导滚动滤波算法在融合效果上具有明显优势。PSNR 和 SSIM 分别显示出引导滚动滤波算法在保留图像细节和保持图像结构完整性方面的优良表现。

与传统算法相比，引导滚动滤波算法在红外与可见光图像融合中能够更好地融合出清晰、自然的图像，同时有效避免了图像边缘模糊和信息丢失等问题。这表明引导滚动滤波算法在图像融合领域具有较高的应用价值和实用性。

总的来说，本文所提出的基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合算法在实验中取得了令人满意的效果，具有较高的融合质量和稳定性。在未来的研究中，我们将进一步优化算法参数，提升算法性能，并探索更多的图像融合应用领域，为图像融合技术的发展做出更大贡献。

5.3 讨论与展望

在本研究中，我们成功地基于引导滚动滤波方法实现了红外与可见光图像的融合，取得了较好的融合效果。通过对实验结果的分析，我们发现引导滚动滤波能够很好地保留图像中的细节信息，同时有效地减少了融合后的噪声。相比于传统的融合方法，我们的算法在图像质量和细节保持方面表现更优。

然而，我们也意识到算法仍然存在一些改进空间。当前算法对图像的边缘信息处理还不够充分，有时会出现边缘模糊的情况。我们计划在后续研究中针对这一问题进行进一步的优化，尝试引入更加精细的边缘保持技术，以提高图像的清晰度和准确性。

我们还计划结合深度学习的方法，探索更高级的图像融合算法。深度学习在图像处理领域有着优异的表现，我们希望借助深度学习的强大能力，进一步提升红外与可见光图像融合的效果。通过训练神经网络模型，我们有信心可以实现更加精细和准确的图像融合结果。

我们还计划在未来的研究中，考虑引入多传感器融合技术，结合更多种类的传感器数据进行图像融合，进一步提高图像的信息获取能力。我们希望未来的研究能够在图像融合领域取得更大的突破，为各种应用场景提供更优质的图像融合解决方案。

总的来说，基于引导滚动滤波的红外与可见光图像融合算法在本研究中表现出了良好的效果，但仍有进一步改进的空间。我们将继续努力，不断优化算法，探索更高效的图像融合方法，为图像处理技术的发展贡献我们的力量。

通过引入多传感器融合技术，我们可以拓展图像处理领域的研究范围，提高图像融合多样性和灵活性。同时，我们还计划探索更加智能化的深度学习模型，以应对不同场景下的图像融合需求，进一步提升图像处理的精度和效率。

我们将注重实际场景中的应用需求，通过与行业合作伙伴共同开展研究，不断改进和优化算法，打造出更加实用和可靠的图像融合解决方案。我们相信，只有将理论研究与实际应用相结合，才能真正实现图像处理技术的转化和推广。

在未来的工作中，我们还将关注图像融合算法的时间效率和资源消耗问题，探索更快速、更节省资源的图像融合方法，为用户提供更加便捷、高效的图像处理服务。同时，我们也将持续关注图像处理领域的最新发展动态，不断学习和吸收新的理论和技术成果，为我们的研究工作注入更多的创新和活力。

总的来说，我们将坚持不懈地努力，不断完善图像处理技术，为社会提供更优质、更便捷的图像处理解决方案。我们相信，在不断的探索和实践，图像处理技术将迎来更大

的发展，为人类的生产生活带来更多的便利和美好体验。

参考文献

- [1] 贺欣, 周建, 张华. 基于 ResNet 的红外与低照度可见光图像融合方法[J]. 激光与红外, 2022, 52(11):1723-1728.
- [2] 梁佳明, 杨莘, 田立凡. 基于图像增强和滚动引导滤波的红外与可见光图像融合[J]. 激光与光电子学进展, 2023, 60(02):108-120.
- [3] 潘高峰. 基于点线特征融合的 IMU 视觉 SLAM 算法研究[D]. 导师: 樊渊; 令狐彬. 安徽大学, 2022.
- [4] 赵海波. 基于密集网络的红外与可见光图像融合[D]. 导师: 聂仁灿. 云南大学, 2022.
- [5] 董显威. 基于深度学习的可见光红外融合视觉里程计研究[D]. 导师: 肖卓凌. 电子科技大学, 2023.
- [6] 路黎明. 基于局部能量与 NSCT 的红外与可见光图像融合[J]. 数字技术与应用, 2021, 06:100-102.
- [7] 张薇, 汪雷丹, 刘晓亮, 李坤煌. 基于深度特征提取的红外与可见光图像融合[J]. 软件工程, 2023, 26(11):52-58.