

# 基于空间自适应加权SVTV的电子商务评论 图像优化：消费者信任与平台绩效提升研究

吴 敏

南京邮电大学理学院，江苏 南京

收稿日期：2025年10月10日；录用日期：2025年10月22日；发布日期：2025年11月17日

## 摘 要

在电子商务中，用户生成的评论图像是构建社区信任和影响消费者购买决策的关键因素。然而，这些图像常因拍摄设备和技术限制存在噪声、模糊等问题，影响商品信息传递并加剧信息不对称。为解决这一问题，本研究提出一种基于空间自适应饱和度和明度 - 全变差加权的图像优化模型(WSVTV)。该模型在抑制噪声的同时，智能区分平坦区域与纹理边缘，最大限度保留商品关键细节(如织物纹理、Logo)。在1200张真实电商评论图像上的实验表明，WSVTV在视觉清晰度、可辨识度及主观评价上均显著优于主流方法。更重要的是，优化后的图像能够增强消费者对商品特征的识别和信任，提升购买决策准确性，同时为平台改善UGC展示、优化运营策略提供实践参考。

## 关键词

用户生成内容，评论图像，饱和度 - 明度全变差，空间自适应加权，图像优化

# Denoising Optimization of E-Commerce Review Images Based on Spatially Adaptive Weighted SVTV: Enhancing Consumer Trust and Platform Performance

Min Wu

School of Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: October 10, 2025; accepted: October 22, 2025; published: November 17, 2025

文章引用: 吴敏. 基于空间自适应加权 SVTV 的电子商务评论图像优化：消费者信任与平台绩效提升研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(11): 1018-1025. DOI: 10.12677/ec.2025.14113530

## Abstract

In e-commerce, user-generated review images (UGC) play a critical role in building community trust and influencing consumer purchase decisions. However, these images often suffer from noise and blur due to device limitations and shooting conditions, which hinder effective product information delivery and exacerbate information asymmetry. To address this issue, this study proposes a spatially adaptive weighted saturation-value total variation (WSVTV) model for image optimization. The model intelligently differentiates between flat regions and textured edges, suppressing noise while preserving key product details such as fabric texture and logos. Experiments on a dataset of 1,200 real e-commerce review images demonstrate that WSVTV significantly outperforms mainstream methods in visual clarity, feature recognizability, and subjective evaluations. Importantly, the optimized images enhance consumers' ability to identify product features and build trust, improving purchase decision accuracy while providing actionable insights for platforms to enhance UGC presentation and optimize operational strategies.

## Keywords

User-Generated Content, Review Images, Saturation-Value Total Variation, Spatially Adaptive Weighting, Image Enhancement

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 研究背景与问题动机

在现代电子商务环境中，用户生成内容(UGC)已成为社区信任建设和消费者决策的重要参考[1]。商品评论图像因其直观性和真实性，对潜在购买者的选择具有直接影响。然而，这些图像多由非专业用户拍摄，受光照、拍照角度、设备性能和拍摄稳定性限制，常出现噪声、细节模糊或色彩失真[2] [3]。UGC的这些特征使评论图像在真实性之外也存在不确定性，例如感光噪声、运动模糊、曝光不足或过度，以及压缩痕迹等问题。这类噪声不仅降低视觉可读性，也可能妨碍消费者对商品关键细节(如织物纹理、颜色、Logo)的辨识，从而削弱评论图像在建立消费者信任和辅助购买决策中的作用。低质量图像可能进一步增加购物决策的不确定性，并可能导致退货或负面评价[1]。低质量 UGC 还会削弱平台内容生态的可信度，影响销售转化率和品牌形象[4]，低质量 UGC 可能影响实际购买转化或增加退货率，对平台经济效益产生影响。

从理论角度看，低质量 UGC 加剧信息不对称问题[5]，使消费者难以准确评估商品价值，可能放弃购买或选择低价替代品。同时，研究表明，清晰且高质量的评论图像能够显著提升用户对商品真实性的信任，并增强购买意愿[6]。信任作为电子商务平台长期增长的核心资产[7]，在消费者决策和平台运营中发挥关键作用。因此，提升评论图像的质量不仅是技术问题，更是关系到消费者行为和平台绩效的重要管理问题。

现有图像去噪方法，如高斯滤波或非局部均值(NLM) [8]，在抑制噪声的同时往往难以保留商品关键细节(如织物纹理、Logo 图案)，导致图像过度平滑，效果有限。基于饱和度 - 明度全变差(SVTV)及其改进方法[9]在去噪与结构保持间取得一定平衡，但缺乏针对电商评论图像特征及噪声分布的空间自适应优

化策略。为解决这一问题,本研究提出了一种空间自适应加权 SVTV 模型(WSVTV),通过动态分配去噪权重,在平滑区域有效抑制噪声,同时在边缘和高纹理区域保留关键细节。这一方法不仅提升 UGC 图像质量,还增强消费者信任和购买意愿,同时为平台提供可操作的 UGC 优化策略[10]。

在实验设计方面,我们参考技术接受模型(TAM)构建用户评价体系[11],评估优化后的 UGC 对用户购买意愿的影响。通过这一管理学与图像处理结合的研究框架,本研究不仅关注图像质量提升的技术效果,也关注其在消费者行为和平台运营中的实际价值,为电商平台提供技术与管理双重指导。

## 2. 模型设计: 自适应加权 SVTV 方法

为解决电子商务评论图像中噪声明显且关键细节易丢失的问题,本研究提出了一种空间自适应加权的饱和度-明度全变差(WSVTV)模型。该模型通过分析图像局部特征,实现平滑区域噪声抑制与边缘纹理保护的平衡。

### 2.1. 区域差异化处理

WSVTV 能够自动识别两类关键区域:

- 1、平坦区域(如纯色背景或光滑表面): 增强去噪,使背景更加干净,减少视觉干扰;
- 2、边缘及高纹理区域(如商品轮廓、织物纹理和文字信息): 保留关键细节,确保商品特征清晰可辨。

这种差异化处理策略保证了在抑制噪声的同时,关键商品特征不会丢失,从而增强消费者识别商品的能力。

### 2.2. HSV 通道优化

本研究在 HSV 颜色空间中构建去噪模型,重点优化饱和度(S)和明度(V)通道,以增强电商评论图像的色彩还原与细节清晰度,同时保持色相(H)通道稳定,避免颜色失真。通过空间自适应权重,模型能够在平坦区域增强平滑效果,提高视觉舒适度以及在边缘和纹理区域保护细节,使关键信息如 Logo 和文字清晰呈现。这种方法使优化后的评论图像既噪声少,又保留商品的真实特征,为消费者判断品质提供直观依据。权重函数定义如下:

$$\begin{aligned}\omega_s &= \frac{1}{\sqrt{|\partial_x u|_s^2 + |\partial_y u|_s^2} + \varepsilon} \\ \omega_v &= \frac{1}{\sqrt{|\partial_x u|_v^2 + |\partial_y u|_v^2} + \varepsilon}\end{aligned}\quad (1)$$

其中,  $\varepsilon > 0$  是一个小的常数,用于避免分母为零。 $|\cdot|_s$  和  $|\cdot|_v$  分别表示在 S 和 V 通道上计算梯度模值。

在此基础上,本文提出的空间自适应饱和度-明度全变差(WSVTV)模型为:

$$\min_u WSVTV(u) + \frac{\lambda}{2} \|f - u\|_2^2. \quad (2)$$

其中,  $f$  是观测到的噪声图像,  $\lambda > 0$  是权衡参数,  $D_x$  和  $D_y$  是水平和垂直方向的差分算子,  $\alpha > 0$  是平衡 S 和 V 通道正则化强度的参数。正则项  $WSVTV(u)$  定义为:

$$WSVTV = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( w_s \sqrt{|(D_x u)_{ij}|_s^2 + |(D_y u)_{ij}|_s^2} + \alpha w_v \sqrt{|(D_x u)_{ij}|_v^2 + |(D_y u)_{ij}|_v^2} \right). \quad (3)$$

### 2.3. 求解策略

WSVTV 采用高效优化方法处理图像[12][13],能够在保证商品关键细节的同时,大规模应用于电商平台 UGC 图像优化。对电商平台而言,这意味着可以快速改善大量评论图像的视觉质量,从而提升用户体验和购买决策效率。

## 3. 实验与分析

为了评估 WSVTV 模型在电商评论图像处理中的效果与应用价值,本研究从客观指标、消融分析和典型案例三个角度展开分析,并结合电商场景讨论其对用户体验和平台运营的意义。

### 3.1. 实验设计与电商数据准备

为保证实验的针对性与实际意义,本研究构建了一个贴近真实电商场景的数据集。该实验数据集覆盖服装、数码、家居、美妆、食品和图书六类,共计 1200 张评论图像。这些图像来源于用户实际上传,具有典型 UGC 特征:拍摄设备差异大、光照条件复杂、拍摄稳定性不足,常伴随模糊或压缩痕迹。这些特点反映了电商评论区的真实问题,为研究提供了现实意义。

评价体系采用“双重视角”:

- 1、客观指标:通过图像清晰度和结构保持能力(即 PSNR 和 SSIM)衡量技术效果;
- 2、主观评分:邀请电商从业者对图像可辨识度进行评价,重点考察消费者能否快速识别商品特征,如材质、纹理和 Logo 清晰度。

对比方法包括 DVTV [14]、MTGV [15]、MCTV [16]以及 SVTV [2]。其中,SVTV 作为 WSVTV 的基础模型,用于验证自适应权重机制的改进效果。

### 3.2. 电子商务场景下的性能表现

为评估 WSVTV 模型在电子商务评论图像处理中的实际效果,我们在前述电商测试集上进行了系统实验,并从消融分析、客观指标和典型案例三个方面展示性能。

#### 3.2.1. 消融实验: WSVTV vs. SVTV

消融实验(图 1)显示,引入空间自适应权重后,模型能够针对不同区域进行优化。在毛衣类商品整体图像中,该改进显著提升了细节清晰度和整体观感,使商品材质与质感得以更真实地呈现,更符合消费者在电商评论场景下对商品信息的实际需求。这验证了差异化处理策略对电商高价值商品(如服装、奢侈品)展示的独特价值。



**Figure 1.** Effect of WSVTV model on review image enhancement and consumer feature recognition  
**图 1.** WSVTV 模型在评论图像优化中的差异化效果及对消费者信息识别的影响

3.2.2. 客观指标对比分析

在电商测试集上，WSVTV 在图像清晰度和信息可辨识性方面均优于其他方法。为便于理解，表 1 展示了各方法在平均 PSNR、SSIM 及可辨识度评分上的效果。其中，PSNR (峰值信噪比)和 SSIM (结构相似性指数)是常用的图像质量指标，前者反映图像的清晰度，数值越高，图像越清晰，后者衡量图像结构保真度，反映图像整体信息保持情况[17]；而可辨识度评分则体现消费者对商品特征识别的直观感受。

**Table 1.** Performance of denoising methods on review image clarity and consumer feature recognition (average results)  
**表 1.** 各去噪方法对评论图像清晰度及消费者识别商品特征的效果(平均结果)

| 商品类别                | 方法        | PSNR  | SSIM | 可辨识度评分 |
|---------------------|-----------|-------|------|--------|
| 服装类<br>(n = 320)    | 含噪图像      | 24.32 | 0.62 | 2.1    |
|                     | DVTV [14] | 29.85 | 0.80 | 3.2    |
|                     | MTGV [15] | 30.10 | 0.82 | 3.4    |
|                     | MCTV [16] | 30.98 | 0.84 | 3.5    |
|                     | SVTV [2]  | 31.76 | 0.87 | 3.9    |
|                     | WSVTV     | 32.15 | 0.89 | 4.3    |
| 数码类<br>(n = 210)    | 含噪图像      | 26.45 | 0.65 | 2.3    |
|                     | DVTV [14] | 30.22 | 0.81 | 3.3    |
|                     | MTGV [15] | 31.05 | 0.84 | 3.6    |
|                     | MCTV [16] | 32.10 | 0.86 | 3.7    |
|                     | SVTV [2]  | 33.41 | 0.89 | 4.1    |
|                     | WSVTV     | 34.28 | 0.91 | 4.4    |
| 家居类<br>(n = 180)    | 含噪图像      | 25.67 | 0.61 | 2.0    |
|                     | DVTV [14] | 29.43 | 0.79 | 3.1    |
|                     | MTGV [15] | 30.22 | 0.81 | 3.3    |
|                     | MCTV [16] | 31.78 | 0.85 | 3.6    |
|                     | SVTV [2]  | 32.65 | 0.88 | 3.9    |
|                     | WSVTV     | 33.51 | 0.90 | 4.2    |
| 全品类平均<br>(n = 1200) | 含噪图像      | 25.48 | 0.63 | 2.2    |
|                     | DVTV [14] | 29.83 | 0.80 | 3.2    |
|                     | MTGV [15] | 30.46 | 0.82 | 3.4    |
|                     | MCTV [16] | 31.62 | 0.85 | 3.6    |
|                     | SVTV [2]  | 32.61 | 0.88 | 3.9    |
|                     | WSVTV     | 33.62 | 0.90 | 4.3    |

从表中可以看出，WSVTV 在各项指标上均表现最佳。较高的 PSNR 和 SSIM 值表明图像更加清晰、噪声更少，有助于消费者更准确地识别商品细节。同时，可辨识度评分明显高于其他方法，说明消费者在观察图像时能够更直观、有效地捕捉商品特征，从而提升用户体验并增强电商平台的展示效果，以此增强购买决策信心。

3.2.3. 典型电商案例效果

以毛衣局部纹理为例(图 2)，WSVTV 去除了噪声，同时保留织物纹理和品牌标识，使商品信息清晰易识别。清晰、真实的图像帮助消费者快速判断商品品质，降低认知不确定性，增强用户信任，并提升电商平台的专业形象和内容吸引力。

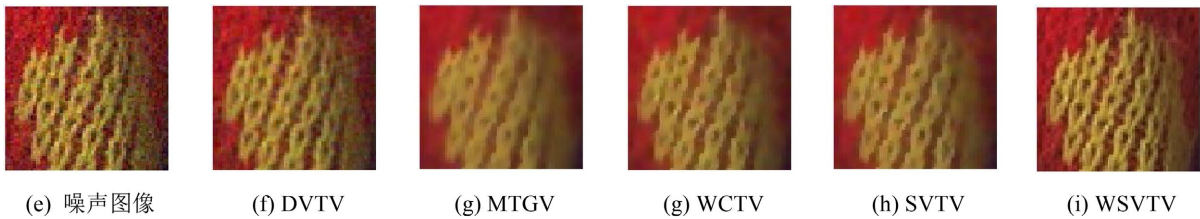


Figure 2. Impact of different denoising methods on sweater review image details and consumer recognizability  
图 2. 不同去噪方法对毛衣评论图像细节与消费者可辨识度的影响

3.3. 电子商务应用价值深度分析

评论图像多由普通用户在非理想环境下拍摄，常因光照不均、设备性能有限或手持抖动等因素产生噪声，导致画面模糊或细节丢失。这些质量问题削弱了评论图像在传递商品信息中的价值，也增加了消费者的理解成本。实验结果显示，传统方法在去噪时往往存在细节恢复不足或过度平滑的问题，难以同时兼顾清晰度与真实性。相比之下，WSVTV 通过空间自适应加权机制以及对 HSV 空间饱和度与明度的差异化优化，能够在复杂条件下有效抑制噪声，并突出关键纹理与细节。优化后的图像在织物纹理、文字标识与 Logo 信息等方面表现更加清晰，显著提升了评论图像的“可用性”。这种改进不仅改善了 UGC 的视觉质量，还在更深层次上增强了消费者对平台信息的信任感，从而在电商场景中产生多维度的价值。其具体应用价值体现在以下三个方面：

- 1、提升用户体验：根据技术接受模型(TAM) [11]，图像清晰度(感知有用性)的提升可能会直接正向影响用户的购买意愿。高保真图像能够准确呈现商品材质、纹理及真实色彩，有助于消费者判断商品品质，减少“卖家秀”与“买家秀”的差异，并提升 UGC 的可信度，从而辅助购买决策。
- 2、优化平台运营：平台或商家可以优先对高价值商品或争议较大的商品的评论区图像应用此技术，改善后的评论图像可丰富商品详情页展示内容，提高以图搜图等检索功能的准确性，提升流量转化率。模型的普惠性有助于缩小普通用户与专业创作者之间的差距，鼓励更多用户上传高质量 UGC，优化社区生态。
- 3、技术适配性强：WSVTV 可自动区分商品主体与背景，对关键区域进行精细化处理，同时保持整体视觉效果，契合消费者“先看整体，再观察细节”的浏览习惯，为大规模电商平台的图像处理提供可行方案。

总体而言，WSVTV 不仅在技术层面实现了评论图像的显著优化，更在用户体验与平台运营上展现出多层次的潜在价值。这一发现也为进一步思考其在管理实践中的应用提供了基础。在此基础上，有必要进一步探讨其对电商平台管理实践的启示与应用前景。

3.4. 管理启示与应用前景讨论

在前述价值分析的基础上，可以进一步看到，WSVTV 模型的应用意义并不止于技术层面，其潜在的管理启示和商业价值同样值得关注。实验结果显示，WSVTV 模型能够有效提升电商评论图像的视觉质量和细节保留，这对于平台内容管理和用户体验优化具有实际参考价值。优化后的图像有助于降低消费

者对商品信息的认知不确定性,使其更准确地判断商品特性,同时可能减少因视觉误导导致的退货或售后纠纷[1][5]。

目前算法仍处于实验阶段,尚未实现全面自动化或大规模部署。因此,管理启示主要集中在技术潜力和应用探索上。例如,平台可以优先对重点展示或高流量商品的评论图像进行优化处理,以提升视觉质量和用户体验,而不必覆盖所有内容。

从技术发展角度来看,未来可进一步优化算法效率,包括轻量化设计、并行计算或分布式处理,以满足大规模图像数据处理的需求。此外,可通过小规模试点或 A/B 测试,评估优化图像对点击率、停留时间和购买转化率等关键指标的实际影响,为内容管理和运营策略提供数据支持。

这些发现为电商平台在评论图像展示和 UGC 管理方面提供了可操作的参考,优化后的评论图像可为平台提供更直观的商品展示,潜在提升消费者购买决策效率和转化率,为运营策略提供实践依据。同时也为跨学科图像处理与电子商务应用的进一步研究提供了探索方向。

#### 4. 结论

针对电子商务评论图像中常见的噪声和细节丢失问题,本文提出了一种空间自适应加权的饱和度-明度全变差(WSVTV)模型。该模型通过分析图像局部特征区分平坦区域与高纹理区域,实现差异化处理,从而在抑制噪声的同时保护关键细节,如商品纹理、文字信息及 Logo 的清晰度。

在真实电商评论数据集上的实验表明,WSVTV 在视觉质量、峰值信噪比(PSNR)、结构相似性(SSIM)以及主观可辨识度评分方面均优于传统滤波方法和主流去噪算法,特别是在细节丰富的商品区域表现突出。消融实验进一步验证了空间自适应加权机制在保持图像结构信息和细节方面的有效性。

研究贡献主要包括:

- 1、提出 WSVTV 模型,实现噪声抑制与细节保护的平衡,适用于电商评论图像优化;
- 2、通过定量与定性实验验证模型在视觉质量和结构保持上的优势,为图像处理提供科学依据;
- 3、为跨学科图像处理与电子商务应用研究提供可验证方案,探索技术在内容管理和商品展示优化中的潜在价值。

这些成果不仅为提升评论图像质量提供了技术参考,也为电商平台改善 UGC 展示效果、增强消费者感知和信任提供了实践依据,同时为电子商务领域的学术研究和跨学科探索提供了实验基础。优化后的评论图像能够帮助消费者更准确地判断商品特性,提高购买决策效率,并支持平台在内容管理和商品展示上实现更高的运营效益。

#### 参考文献

- [1] Chen, Y. and Xie, J. (2008) Online Consumer Review: Word-of-Mouth as a New Element of Marketing Communication Mix. *Management Science*, **54**, 477-491. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1070.0810>
- [2] Jia, Z., Ng, M.K. and Wang, W. (2019) Color Image Restoration by Saturation-Value Total Variation. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, **12**, 972-1000. <https://doi.org/10.1137/18m1230451>
- [3] Buades, A., Coll, B. and Morel, J.M. (2005) A Non-Local Algorithm for Image Denoising. 2005 *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, San Diego, 20-25 June 2005, 60-65. <https://doi.org/10.1109/cvpr.2005.38>
- [4] Liu, Y., Li, H. and Hu, F. (2021) The Impact of Visual UGC Quality on Purchase Intention in E-Commerce. *Journal of Electronic Commerce Research*, **22**, 153-168.
- [5] Akerlof, G.A. (1970) The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, **84**, 488-500. <https://doi.org/10.2307/1879431>
- [6] Mudambi, S.M. and Schuff, D. (2010) What Makes a Helpful Online Review? A Study of Customer Reviews on Amazon.com. *MIS Quarterly*, **34**, 185-200. <https://doi.org/10.2307/20721420>

- 
- [7] Gefen, D., Karahanna, E. and Straub, D.W. (2003) Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model. *MIS Quarterly*, **27**, 51-90. <https://doi.org/10.2307/30036519>
  - [8] Buades, A., Coll, B. and Morel, J.M. (2011) Non-Local Means Denoising. *Image Processing Online*, **1**, 208-212. [https://doi.org/10.5201/ipol.2011.bcm\\_nlm](https://doi.org/10.5201/ipol.2011.bcm_nlm)
  - [9] Wang, W. and Song, Q. (2022) Color Image Restoration Based on Saturation-Value Total Variation Plus L1 Fidelity. *Inverse Problems*, **38**, Article 085009. <https://doi.org/10.1088/1361-6420/ac7a2b>
  - [10] Li, X., Hitt, L.M. and Zhang, Z.J. (2019) Product Review Dynamics and Pricing Strategies: Theory and Evidence. *Management Science*, **65**, 150-172.
  - [11] Davis, F.D. (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, **13**, 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
  - [12] Rudin, L.I., Osher, S. and Fatemi, E. (1992) Nonlinear Total Variation Based Noise Removal Algorithms. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, **60**, 259-268. [https://doi.org/10.1016/0167-2789\(92\)90242-f](https://doi.org/10.1016/0167-2789(92)90242-f)
  - [13] Boyd, S., Parikh, N., Chu, E., Peleato, B. and Eckstein, J. (2011) Distributed Optimization and Statistical Learning via the Alternating Direction Method of Multipliers. *Foundations and Trends in Machine Learning*, **3**, 1-122.
  - [14] Ono, S. and Yamada, I. (2014) Decorrelated Vectorial Total Variation. 2014 *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Columbus, 23-28 June 2014, 4090-4097. <https://doi.org/10.1109/cvpr.2014.521>
  - [15] Bredies, K. (2014) Recovering Piecewise Smooth Multichannel Images by Minimization of Convex Functionals with Total Generalized Variation Penalty. In: *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, 44-77. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-54774-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54774-4_3)
  - [16] Wang, L. and Chen, Z. (2022) Color Image Super-Resolution Using Adaptive Color TV Regularization. *IEEE Transactions on Image Processing*, **31**, 4567-4580.
  - [17] Horé, A. and Ziou, D. (2010) Image Quality Metrics: PSNR vs. SSIM. *Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, Istanbul, 23-26 August 2010, 2366-2369.