

基于 Canny 算法的图像边缘分析及其应用研究

黄长泉^{1*} 王珍珠¹ 刘赫楠² 叶炳雍³ 叶玉凤⁴ 张仁龙⁵

(1. 阳光学院 福建福州 350015; 2. 哈尔滨理工大学 黑龙江哈尔滨 150006; 3. 宁德师范学院 福建宁德 352100; 4. 黎明职业大学 福建泉州 362018; 5. 济南大学 山东济南 250024)

摘要: Canny 算法是一种常用于图像处理领域的边缘检测算法, 它被广泛用于检测数字图像中的边缘结构。Canny 算法的原理是通过多步骤的操作来检测图像中的边缘。首先, 它使用高斯滤波来平滑图像, 以减少噪声的影响。接下来, 使用梯度计算来查找图像中的梯度强度和方向。然后, 通过非极大值抑制来细化边缘, 只保留具有最大梯度值的像素。最后, 通过双阈值处理来检测和连接边缘像素, 从而生成最终的二值边缘图像。

关键词: Canny 算法; 边缘检测; 图像处理; 图像分割; 参数选择

Image Edge Analysis Based on Canny Algorithm and Its Application Research

Changquan Huang^{1*}, Zhengzhu Wang¹, Henan Liu², Bingyong Ye³, Yufeng Ye⁴, Renlong Zhang⁵

(1. Yango University, Fuzhou, Fujian, 350015), China

(2. Harbin University of Science and Technology, Harbin, Heilongjiang, 150006)

(3. Ningde Normal University, Ningde, Fujian, 352100)

(4. Liming Vocational University, Quanzhou, Fujian, 362018)

(5. University of Jinan, Jinan, Shandong, 250024)

Abstract: Canny algorithm is an edge detection algorithm commonly used in the field of image processing and it is widely used to detect edge structures in digital images. Canny algorithm is based on the principle of detecting edges in an image through a multi-step operation. Firstly, it uses Gaussian filtering to smooth the image to reduce the effect of noise. Next, gradient computation is used to find the strength and direction of the gradient in the image. Then, the edges are refined by non-extremely large value suppression to keep only the pixels with maximum gradient values. Finally, edge pixels are detected and connected by double thresholding to produce the final binary edge image.

Keywords: canny algorithm; edge detection; image processing; image segmentation; parameter selection

1 引言

边缘分析是数字图像处理中的一个重要任务, 它在许多应用领域中具有广泛的应用, 如计算机视觉、医学影像学、自动驾驶和安全监控。Canny 算法作为一种经典的边缘检测技术, 自其提出以来一直备受关注, 因为它能够有效地检测图像中的边缘特征, 具有较高的精确性和稳定性。本文将探讨 Canny 算法的原理和应用, 以及最新的研究进展, 以便更好地理解 and 利用这一算法在图像处理中的重要性。通过对 Canny 算法的深入研究和应用, 我们可以更好地理解数字图像中的边缘信息, 为各种领域的图像分析和识别任务提供有力的支持。

2 问题分析

当对基于 Canny 算法的图像边缘分析及其应用进行问题分析时, 可能存在的噪声处理问题, 例如 Canny 算法对噪声敏感, 因此需要进行适当的噪声抑制。问题包括如何选择适当的高斯滤波参数以平滑图像, 以及如何应对不同类型的噪声, 例如椒盐噪声和高斯噪声。Canny 算法的性能高度依赖于参数的选择, 如高斯滤波的标准差和双阈值的设定^[1]。问题在于如何自动或半自动地选择这些参数, 以适应不同图像和应用场景, 而无需手动调

整。生成的边缘图像通常包含多个不连续的边缘片段。问题在于如何有效地将这些片段连接成连续的边缘, 以获得有意义的边缘信息。在某些应用中, 如自动驾驶或实时图像处理, Canny 算法的计算效率至关重要。问题包括如何提高算法的速度和效率, 以满足实时性要求。Canny 算法在某些情况下可能无法检测到边缘, 或者会受到光照变化、阴影等干扰。问题涉及如何提高边缘检测的精度和鲁棒性, 以适应各种复杂情况。不同应用领域可能需要特定的定制解决方案。问题在于如何调整 Canny 算法以满足特定应用领域的需求, 例如医学图像处理中的组织检测或自动驾驶中的道路检测。

3 应用研究

Canny 算法在计算机视觉中用于物体检测和图像分割。研究人员可以将 Canny 边缘检测与其他计算机视觉技术结合, 以实现目标检测、轮廓提取和物体识别。这在机器视觉、人脸识别和目标跟踪等领域都有应用。Canny 算法被广泛用于医学图像处理, 如 X 射线、CT 扫描和 MRI 图像。它可用于检测生物组织中的边缘结构, 帮助医生诊断疾病、跟踪肿瘤生长并进行图像分析^[2]。

(下转第 93 页)

(上接第 81 页)

在自动驾驶领域, Canny 算法用于检测道路边缘、车辆和障碍物。这有助于自动驾驶系统进行导航和避障, 提高道路安全性。Canny 算法可用于监控摄像头中的动态边缘, 以检测入侵或异常活动。这在安全监控、视频监控和智能家居系统中有广泛应用。Canny 算法可用于检测产品的边缘缺陷, 例如机械零件的裂缝或表面缺陷。这有助于提高制造过程中的质量控制。在 GIS 应用中, Canny 算法用于提取地图图像中的地物边缘, 帮助绘制地图、进行土地利用分析和资源管理^[9]。Canny 算法可用于无人机和航空摄影中的图像分析。它可以帮助识别地理要素、测量土地利用和监测环境变化。

4 结束语

Canny 算法作为图像处理领域的经典技术, 在图像边缘分析和多个应用领域中发挥着重要的作用。通过深入研究其原理和应用, 我们不仅更好地理解数字图像中的边缘信息, 还探索了如何解决各种问题和挑战。在本文中, 我们讨论了 Canny 算法的原理、参数选择、性能优化、边缘连接等关键问题, 以及在计算机视觉、医学影像学、自动驾驶、安全监控等领域的应用案例。随着技术的不断进步, Canny 算法的应用前景仍然广泛, 特别是在与深度学习和其他现代技术的结合方面。其可解释性和相对简单的实现使其成为各种应用场景中的有力工具^[4]。然而, 仍然有许多问题需要解决, 例如参数自动化选择、噪声处理和鲁棒性增强。总之, Canny 算法代表了数字图像处理领域的一个重要里程碑, 它在许多领域中提供了有力的解决方案。

5 对策及建议

针对基于 Canny 算法的图像边缘分析及其应用研究中可能面临的问题, 研究人员可以考虑开发自动参数选择的方法, 以根据图像的特性自动调整高斯滤波的标准差和双阈值。这可以提高算法的鲁棒性并减少手动调整的需要。结合深度学习技术可以改善 Canny 算法的性能。研究人员可以探索如何使用卷积神经网络 (CNN) 来增强 Canny 算法的边缘检测, 并训练模型以适应不同类型的图像和场景。对于不同类型的噪声, 研究人员可以研究并开发专门的噪声抑制技术, 以提高 Canny 算法在受噪声干扰的图像上的性能。对于需要实时处理的应用, 研究人员可以优化 Canny 算法的计算性能。这可能包括并行计算、硬件加速和实现更快的算法版本。研究人员可以研究更高效的边缘连接算法, 以更好地处理不连续的边缘片段, 提高边缘检测的完整性。

参考文献:

- [1] 燕杨, 王云吉. Canny 边缘检测算子研究及其在医学图像中的应用[J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2012, 28(3): 75-77.
- [2] 李静, 陈桂芬, 丁小奇. 基于改进 Canny 算法的图像边缘检测方法研究[J]. 计算机仿真, 2021, 38(4): 371-375.
- [3] 陈炳权, 刘宏立, 孟凡斌. 数字图像处理技术的现状及其发展方向[J]. 吉首大学学报 (自然科学版), 2009, 30(1): 63.
- [4] 谢志孟, 高向东. 基于 Canny 算子的焊缝图像边缘提取技术[D]. 焊接学报, 2006.