

ABSTRACT

ANALYSIS OF FIRE SEGMENTATION METHODS IN DIGITAL IMAGES BASED ON COLOR SPACE MODELING AND MORPHOLOGICAL OPERATIONS

By

Diki Bagastama

21/479920/PA/20824

Flame segmentation is a crucial component in fire detection systems, but traditional methods are often color space sensitive and not adaptive to real-world conditions such as lighting and environmental variations. Meanwhile, deep learning-based approaches require large computational resources. This research proposes an alternative method that combines image pre-processing techniques of histogram equalization and median filter, segmentation based on various color spaces (RGB, LAB, and YCbCr), and morphological operations to improve fire segmentation accuracy. By combining the unique characteristics of each color space using bitwise OR and AND operations, this method is designed to optimize the mean IoU of fire object segmentation, while minimizing the false positive rate and false negative rate, and finding the most effective color space modeling.

Test results on 400 hyperparameter combinations show that the best configuration is achieved with kernel size 11, no pre-processing, RGB color space, and morphological closing operation, with a mean IoU value of 29.94% and average false positive rate and false negative rate of 3.76% and 39.6%, respectively. Compared to the previous research methods, the proposed method proved to be more effective under fire conditions with high contrast to its environment.

Keywords: Fire, Digital Image Processing, Image Pre-Processing, Color Space Segmentation, Morphological Operation

INTISARI

ANALISIS METODE SEGMENTASI API PADA CITRA DIGITAL BERBASIS PEMODELAN RUANG WARNA DAN OPERASI MORFOLOGI

Oleh

Diki Bagastama

21/479920/PA/20824

Segmentasi api merupakan komponen krusial dalam sistem deteksi kebakaran, namun metode tradisional sering kali sensitif terhadap ruang warna dan tidak adaptif terhadap kondisi dunia nyata seperti variasi pencahayaan dan lingkungan. Sementara itu, pendekatan berbasis *deep learning* membutuhkan sumber daya komputasi yang besar. Penelitian ini mengusulkan metode alternatif yang memadukan teknik pra-pemrosesan citra *histogram equalization* dan *median filter*, segmentasi berdasarkan berbagai ruang warna (RGB, LAB, dan YCbCr), serta operasi morfologi untuk meningkatkan akurasi segmentasi api. Dengan menggabungkan karakteristik unik dari masing-masing ruang warna menggunakan operasi bitwise *OR* dan *AND*, metode ini dirancang untuk mengoptimalkan *mean IoU* pada segmentasi objek api, sekaligus meminimalisir *false positive rate* dan *false negative rate*, serta mencari pemodelan ruang warna yang paling efektif.

Hasil pengujian pada 400 kombinasi *hyperparameter* menunjukkan bahwa konfigurasi terbaik dicapai dengan ukuran kernel 11, tanpa pra-pemrosesan, ruang warna RGB, dan operasi morfologi *closing*, dengan nilai *mean IoU* sebesar 29,94% serta rata-rata *false positive rate* dan *false negative rate* sebesar 3,76% dan 39,6% secara berurutan. Dibandingkan dengan metode penelitian sebelumnya, metode yang diusulkan terbukti lebih efektif dalam kondisi api dengan kontras yang tinggi terhadap lingkungannya.

Kata Kunci: Api, Pengolahan Citra Digital, Pra-Pemrosesan Citra, Segmentasi Ruang Warna, Operasi Morfologi