

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science

**ROBUST SHIP CORROSION DETECTION FRAMEWORK USING  
CONTOUR INITIALIZATION AND ACTIVE CONTOUR ALGORITHM  
WITH PARALLEL PROCESSING**

**MD MAHADI HASAN IMRAN**

**JULY 2024**

**Main Supervisor : Ts. Shahrizan Jamaludin, Ph. D**

**Co-Supervisor : Associate Professor Ahmad Faisal Mohamad Ayob, Ph.D.**

**Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology**

Corrosion significantly impacts maritime infrastructure, jeopardizing safety and generating considerable financial losses. Conventional corrosion detection techniques, which often rely on visual inspections, are prone to inefficiencies and inaccuracies. The application of automated detection systems employing advanced image processing technologies promises to enhance accuracy while reducing overhead costs. This study develops an improved corrosion detection algorithm that enhances both the accuracy and efficiency of corrosion identification on ship structures via advanced image pre-processing integrated with contour modelling techniques. The study employs an advanced image pre-processing framework, including deblurring, noise reduction, and reflection removal, tailored for low to medium-quality images typical in maritime environments. The detection algorithm is based on an optimized Chan-Vese active contour model, augmented for better initialization and coupled with parallel processing to manage extensive datasets efficiently. The algorithm significantly surpasses existing approaches, delivering a classification accuracy of 0.98% and a precision of 97%. Segmentation accuracy reaches 93.83%, with an overall recognition accuracy of 0.98%. The system features a sensitivity of 0.96% and a specificity of 0.89%, utilizing an 89.2% lower cutoff, which indicates a high discriminative power. Furthermore, the proposed method improved recognition accuracy and decidability by 59.81%. Execution times are significantly reduced with the element-wise GPU method, achieving a 68.49% faster normalization process.

Additionally, the feature extraction and encoding processes are accelerated by 81.25%, and the matching process is 45.01% faster than the naïve GPU method. Therefore, the proposed corrosion detection algorithm offers a robust and efficient tool for the maritime industry, significantly enhancing the reliability of ship structure monitoring. By integrating robust image pre-processing with an optimized active contour model, this study sets a new standard in the automated corrosion detection.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

**KERJA KERANGKA PENGESAN KAKISAN KAPAL YANG TEGUH  
MENGUNAKAN PEMULAAAN KONTUR DAN ALGORITMA KONTUR  
AKTIF DENGAN PEMROSESAN SELARI**

**MD MAHADI HASAN IMRAN**

**JULAI 2024**

**Penyelia Utama : Ts Shahrizan Jamaludin, Ph.D**

**Penyelia Bersama : Profesor Madya Ahmad Faisal Mohamad Ayob, Ph.D**

**Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan**

Kakistan memberi kesan yang ketara kepada infrastruktur maritim, membahayakan keselamatan dan menyebabkan kerugian kewangan yang besar. Teknik pengesanan kakistan konvensional, yang sering bergantung kepada pemeriksaan visual, cenderung kepada ketidakcekapan dan ketidaktepatan. Penggunaan sistem pengesanan automatik yang menggunakan teknologi pemprosesan imej canggih menjanjikan peningkatan ketepatan serta mengurangkan kos operasi. Kajian ini membangunkan algoritma pengesanan kakistan yang lebih baik yang meningkatkan ketepatan dan kecekapan pengenalpastian kakistan pada struktur kapal melalui pra-pemprosesan imej lanjutan yang disepadukan dengan teknik pemodelan kontur. Kajian ini menggunakan rangka kerja pra-pemprosesan imej lanjutan, termasuk penyahkaburan, pengurangan hingar, dan penghapusan pantulan, yang disesuaikan untuk imej berkualiti rendah hingga sederhana yang lazim dalam persekitaran maritim. Algoritma pengesanan ini adalah berdasarkan model kontur aktif Chan-Vese yang dioptimumkan, ditingkatkan untuk permulaan yang lebih baik dan digabungkan dengan pemprosesan selari untuk menguruskan set data yang besar dengan cekap. Algoritma ini dengan ketara mengatasi pendekatan sedia ada, memberikan ketepatan klasifikasi sebanyak 0.98% dan ketepatan sebanyak 97%. Ketepatan segmentasi mencapai 93.83%, dengan keseluruhan ketepatan pengecaman sebanyak 0.98%. Sistem ini mempunyai kepekaan sebanyak 0.96% dan kekhususan sebanyak 0.89%, menggunakan potongan bawah 89.2%, yang menunjukkan kuasa diskriminatif yang tinggi. Tambahan pula, kaedah

yang dicadangkan meningkatkan ketepatan pengecaman dan kebolehtetapan sebanyak 59.81%. Masa pelaksanaan dikurangkan dengan ketara dengan kaedah GPU dari segi elemen, mencapai proses normalisasi 68.49% lebih cepat. Selain itu, proses pengekstrakan dan pengekodan ciri dipercepatkan sebanyak 81.25%, dan proses pepadanan adalah 45.01% lebih cepat berbanding dengan kaedah GPU naif. Oleh itu, algoritma pengesanan kakisan yang dicadangkan menawarkan alat yang kukuh dan cekap untuk industri maritim, meningkatkan kebolehpercayaan pemantauan struktur kapal secara signifikan. Dengan menyepadukan pra-pemprosesan imej yang kukuh dengan model kontur aktif yang dioptimumkan, kajian ini menetapkan piawaian baru dalam pengesanan kakisan automatik.